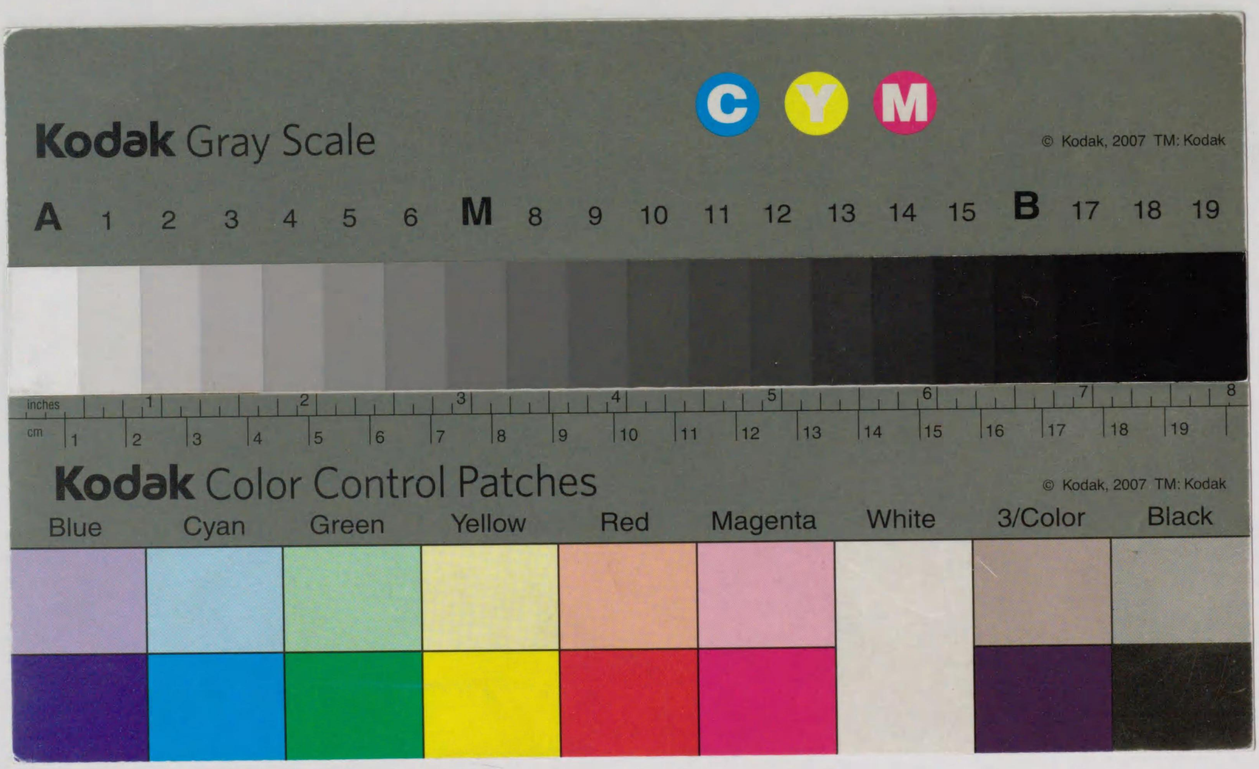

Kodak Gray Scale
C Y M
© Kodak, 2007 TM: Kodak
A 1 2 3 4 5 6 M 8 9 10 11 12 13 14 15 B 17 18 19
inches
cm
Kodak Color Control Patches
© Kodak, 2007 TM: Kodak
Blue Cyan Green Yellow Red Magenta White 3/Color Black

658-79

자2B62

衞生工業便覽

社團法人衞生工業協會

昭和十七年

658
79

注　意

本書ハ時局柄氣象上重要ナル事項ヲ含ムヲ以テ之ヲ嚴重ニ保管其ノ保管狀態ニ變動ヲ生ジタル場合ハ遲滯ナク發行者ニ報告相成タシ

序

輓近文化の向上に伴ひ衞生工業の進歩發達は目覺しきものあり其の包容する範圍も極めて廣汎に亙ると同時に部門的の研究を要することも益々はげしくなつて來た。本協會は曩に昭和8年及同11年の2回に亙り學理と實際に付ての資料を蒐集して衞生工業便覽を刊行し以て斯界の待望を滿たしたのであるが該方面の事業の進展は更に第三回發行の要望を切實ならしめ遂に昭和13年11月之が編輯に關する委員會が組織されるに至つた。

爾來4ケ年各部門を擔當せる委員諸君の奉仕的努力に依り今回既刊便覽の內容を骨子とし之に增補を行ひ第三版の刊行を見るを得たるは本會の尤も欣幸とする處であつて會員は元より斯界に齎らす裨益は蓋し甚大なるものと確信するのである。同時に之が編纂に終始されたる委員長を初め委員諸君が戰時下多忙の餘暇を割き獻身的努力を盡され亦關係業者各位が本便覽刊行の趣旨に賛し幾多の資料を提供された御芳志に對して茲に深甚の敬意と感謝の意を表するものである。

昭和 17 年 11 月

社團法人　衞生工業協會々長　工學博士　丹　羽　重　光

第三回衞生工業便覽編纂經過報告

衞生工業便覽は昭和8年本會創立15周年記念事業の一つとして發刊され更に昭和11年之が改訂增補版の刊行を見たのであるが本書は我邦に於ける 衞生工業に關する唯一の綜合的圖書たりし爲斯界に於ける 業務上の參考圖書として極めて重視せられ其賣切を見るや直ちに 更に改訂增補版發刊の要望切なるものありしを以て 當協會にては昭和13年11月の理事會に於て之が出版に關する 決議を行ひ同年同月の評議員會で 第三回衞生工業便覽委員會設置の件を承認し先づ昭和13年11月別記の如き原稿執筆委員の委囑を見たのである

而して昭和13年12月1日に第一回委員會を開き委員長及幹事を定めたる後內容は既刊便覽を參酌して一般資料、參考資料、特殊資料、業者紹內の4類に區分し一般資料を更に第1編　空氣調和　第2編　衞生　第3編　冷凍として編輯方針を次の如く申合せた

1. 各編に亙り一般に理解し得る樣可成解說を附し、表及線圖等は其の使用方法を記載する
2. 文體は口語體とする
3. 術語は資源局及日本工學會制定のものはとを使用し其他は本協會制定の術語を用ふる

斯くして幹事に於て便覽の內容、項目、頁數の割當、執筆要項、用字例、記號等の原案を作成し 委員會に 於て決定の上之を基礎として執筆分擔を次の如く決められた

第1編 空氣調和	川田正秋	畔柳健太郎	平野彥兵衞	牧田瑞雄
	柳町政之助	渡邊常正		
第2編 衞　生	大澤一郎	小川誠耳	木下功一	櫻井省吾
	內藤尙翁	水志正直		
第3編 冷　凍	淺野定次	大岩順二	大西　正	富桝建造
	長野悌介			

尙上水道、下水道及電動機に關する事項を夫々の專門家に執筆を乞ふことゝし下記諸氏に依頼し其の承諾を得た

上水道　岩崎瑩吉氏（東京市水道局計畫課長）
下水道　板倉　誠氏（元東京市水道局下水課長）
電動機　井上　宏氏（株式會社日立製作所技師）

參考資料の蒐集に就ては戶田幹事に於て 取纏め衞生工業に關聯する法規、規格、規定等あらゆる 資料を網羅し本便覽使用者の便を計ることゝした

爾來各委員に於ては公私多忙にも不拘誠意原稿の完成に努められ昭和14年10月一般資料に屬する部門の 脫稿を得たるを以て之を幹事に於て一括謄寫刷とし執筆者に廻付し各擔當項目の査讀、修正を請ひ更に各般の統一、他編との連絡、說明の重複脫漏を避け以て內容の整備を期する 爲下記の諸氏を以て 小委員會を組織し檢討することゝした

原稿小委員會
戶田一晃（幹事）　櫻井省吾　長野悌介　牧田瑞雄

一方本便覽の刊行並に特殊資料、業者紹內の資料蒐集に據はる 委員の必要を認め昭和15年9月別記の如き 委員を委囑し同年11月之に屬する 委員會を開催し圖證委員に特殊資料及業者紹內の資料提出方を依頼し更に 下記諸氏を以て小委員會を組織し刊行並に特殊資料及業者紹內の蒐集事務を行ふことゝなつた

刊行小委員會
戶田一晃（幹事）
安藤貞雄　伊保內富彌　江藤　徹　北村五郎

神津民一郎
齋藤久敏

櫻井省吾　佐藤　雄　代田多蛙　津富賢一
長野悌介　野崎愼一　牧田瑞雄　松島景三

而して小委員會に於ては昭和16年5月之等資料及業者筋内提供方の依頼狀を發送し原稿の取纏を完了したのは本年2月であつて蒐集資料豫定300頁を超過する事約200頁に及ぶ好成績を得た

斯くして小委員會に於ては之が印刷を請負しむべき會社に付詮議したる結果東京證券印刷株式會社（舊稱東京印刷株式會社）を指定することゝなり昭和16年2月會社と正式に契約を結び各資料共脫稿の分より順次印刷に附することゝなり之が校正事務に付ては本會正員小柴祥六郎氏並に主事秀瀨友吉の兩氏を煩し爾來極力印刷の速進に努力したる結果昭和17年4月一先づ全編に亙る校正を終了することを得た。而して更に原稿小委員會諸氏の精査を乞ひ本年8月上旬校了を見るに至つたので速刻本印刷に着手し漸く之が完成することを得たのである

而して現下用紙の配給極度に制限せられつゝある際約1000頁に垂なんとする大書册を發行するを得たる事は只に本協會の慶祝に欣快とするのみならず之に依つて斯業の進展に寄與する處少からざるものと存ずるのである

顧れば昭和13年11月本事業が開始せられてより今日迄約4ヶ年の歲月を要し其の間に於ける各委員及幹事諸氏の獻身的努力と協會役員各位並に職員諸君の熱誠なる援助に依つて本便覽の發刊をなし得たのであつて夫等關係諸氏に對し茲に深甚なる敬意と感謝の意を表するものである

第三回衞生工業便覽委員會
委員長　北　浦　重　之

○○○

第三回衞生工業便覽關係者氏名

委員長 北浦重之　幹事 戸田一見

原稿執筆委員
淺野定次　大岩順二　大澤一郎　大西正
小川誠耳　川田正秋　木下功一　畔柳健太郎
櫻井省吾　富桝健造　内藤尚翁　長野悌介
平野彦兵衞　牧田瑞雄　水志正直　柳町政之助
渡邊常正

寄稿者
板倉誠　井上宏　岩崎瑩吉

刊行委員
安藤貞雄　伊保内富彌　江藤徹　北村五郎
神津民一郎　齋藤久敏　櫻井省吾　佐藤雄
代田多蛙　津富賢一　長野悌介　野崎愼一
牧田瑞雄　松島景三　主事 秀瀨友吉

刊行團體委員

朝倉製作所　淺野物産株式會社
朝日石綿工業株式會社　株式會社朝日工業社
株式會社宇野澤組鐵工所　株式會社荏原製作所
大倉商事株式會社　株式會社大阪電氣商會東京支店／大阪暖房商會
菊池工業所　汽車製造株式會社
株式會社木下商會　日立工事株式會社
株式會社久保田鐵工所東京支店　株式會社神戸製鋼所
株式會社建材社　株式會社栗本鐵工所
國產放熱器株式會社　齋藤久孝事務所
三機工業株式會社　株式會社城口研究所

一般資料目次

第Ⅰ編　空氣調和

第1章　暖冷房負荷

1. 本邦及滿洲國各地の氣象……1
（1）平均氣温……1
（2）最高氣温……2
（3）最低氣温……3
（4）平均濕度……5
（5）各地時別温濕度……6
（6）平均風速及風向……16
2. 適當なる室内温濕度……18
3. 傳熱係數……18
（1）傳熱係數の公式及圖的解法……18
（2）建築材料の平均熱傳導率……20
（3）建築材料の表面傳熱係數……21
（4）空隙の相當熱傳導率……21
（5）壁體の傳熱係數……21
（6）天井及床構造の傳熱係數……21
（7）屋根の傳熱係數……21
（8）戸及窓の傳熱係數……22
4. 空氣透入量……22
（1）壁體の空氣透入量……22
（2）窓の空氣透入量……22
（3）換氣回數……23
5. 人體、燈火、機械等からの發熱量……23
6. 日射熱量……24
7. 暖房負荷の計算法……25
（1）一般公式……25
（2）傳播に依る熱損失……25
（3）室内外空氣の交換に依る熱損失……26
（4）室内に於て發生する熱量……26
8. 冷房負荷の計算法……27
（1）一般公式……27
（2）傳播に依る侵入熱量……27
（3）室内外空氣の交換に依る侵入熱量……28
（4）室内に於て發生する熱量……28

第2章　罐、ストーカ、煙突及燃料

1. 暖房罐……29
2. 下込ストーカ……29
3. 煙突……30
4. 燃料……32
（1）石炭……32
（2）燃料油……36

第3章　放熱器

1. 鑄鐵製放熱器……38
（1）鑄鐵製放熱器の種類……38
（2）鑄鐵製放熱器の放熱量……38
（3）鑄鐵製放熱器の熱容量……40
（4）通氣始の蒸氣凝縮量……40
2. 對流放熱器……40
（1）對流放熱器の放熱量……40
（2）標準放熱能力……41
3. 管及鍔付管の放熱量……41
（1）管……41
（2）鍔付管……41

第4章 湯暖房裝置

1. 湯暖房の特徴……42
2. 湯暖房裝置の種類……42
3. 膨脹タンク……44
（1） 開放タンク……45
（2） 密閉タンク……45
4. 排氣裝置……46
5. 安全裝置及膨脹管……46
6. 配管抵抗……47
（1） 鐵管摩擦抵抗……47
（2） 局部抵抗……48
7. 自然循環水頭……48
8. 强制循環水頭……49
9. 湯の溫度、溫度降下及循環水量……50
10. 豫熱の熱量……50
11. 配管熱損失の影響……50
（1） 管からの熱損失……50
（2） 放熱面積に對する補正……51
（3） 自然循環水頭に對する補正……51
12. 計 算……52
（1） 計算の順序……52
（2） 例 題……53

第5章 蒸氣暖房裝置

1. 蒸氣暖房の特徴……61
2. 蒸氣暖房裝置の種類……61
3. 凝縮水ポンプ、レターントラップ及眞空ポンプ65
（1） 凝縮水ポンプ……65
（2） レターントラップ……65
（3） 眞空ポンプ……65
4. 還水法及配管勾配……66
（1） 放熱器の排水法……66
（2） 配管の排水法……66
（3） 蒸氣トラップ……66
（4） 配管勾配……66
5. 配管の熱膨脹……66
6. 蒸氣壓力及壓力降下……67
（1） 低壓罐の蒸氣壓力……67
（2） 放熱器中の蒸氣壓力……67
（3） 蒸氣壓力降下……67
7. 配管の抵抗……67
（1） 鐵管の摩擦抵抗……67
（2） 局部抵抗……68
8. 蒸氣立上管及逆勾配管……69
9. 還水管……69
10. 保溫及配管の熱損失……70
11. 計 算……70
（1） 計算の順序……70
（2） 例 題……70
（附） 蒸氣の表

第6章 地域暖房

1. 地域暖房の特徴……73
2. 經濟的の條件……73
（1） 負荷密度……73
（2） 負荷係數……74
（3） 蒸氣消費量と設備費……74
（4） 料 金……75
3. 汽罐設備……75
4. 負 荷……75
（1） 暖房負荷……75
（2） 給湯負荷……75
5. 蒸氣壓力及湯壓力……76
1. 配 管……76
（1） 蒸氣管……76
（2） 還水管……76
（3） 湯配管……76

第7章 輻射暖房

1. 輻射暖房の特徴……77
2. 輻射暖房裝置の種類……77

株式會社須賀商會
株式會社大東工業所
高砂煖房工事株式會社
東洋陶器株式會社
株式會社酉島製作所
日本アスベスト株式會社
日本鋼管株式會社
日本特殊陶業株式會社
濱崎工業株式會社
株式會社フシマン製作所
合資會社增島工作所
三菱商事株式會社機械部
明陶商會東京支店
理化學興業株式會社
第一工業株式會社
大和工業株式會社
高砂鐵工株式會社
株式會社豐穗製陶所
內外アスベスト株式會社
日本機械工業株式會社
日本煖房衞生株式會社
西原衞生工業所
株式會社日立製作所
株式會社前田鐵工所
株式會社丸二製作所
宮寺石綿理化工業株式會社
合資會社ヤンソン製作所

單位記號

	單位名稱	記號		單位名稱	記號
尺度距離	米	m	壓力	水銀柱粍 水柱粍	$mmHg$ $mmAq$
	糎	cm			
	粍	mm	仕事	キロワット時 馬力	kWh HP
	呎	ft			
	吋	in	溫度	攝氏度 華氏度	$°C$ $°F$
面積	平方米	m^2			
	平方糎	cm^2	熱量	キロカロリー カロリー	$kcal$ Cal
	平方粍	mm^2			
容積	立方米	m^3	電氣	ボルト	V
	立方糎	cm^3		アンペア	A
	立方粍	mm^3		オーム	Ω
	立	lr		ワット	W
質量	瓲	kg		キロワット	kW
	瓦	g	其他	一人一日當り	c/d
	封度	lb		每立瓲	PPm
時間	一日	d			
	時	h			
	分	mn			
	秒	S. 又ハ Sec.			

上記揭出記號ヲ以テ組合セタル單位記號ハ省略ス

第II編　衛　生

第1章　給水設備

1. 水に關する要項……145
（1） 水の硬度……145
（2） 各種硬度の換算……145
（3） 水頭及壓力換算……145
（4） 積量單位比較……145
2. 水量測定……146
（1） 水量メートル……146
（2） ノッチ箱……147
3. ポンプ……147
（1） 横型タービン・ポンプ……147
（2） プランヂャー・ポンプ……147
（3） 空氣揚水裝置……148
4. 配管材料……149
（1） 鑄鐵管……149
（2） 鉛　管……149
（3） 亜鉛めつき鋼管……149
（4） 銅管及黃銅管……149
（5） エタニット・パイプ及ヒューム管……149
5. 水の使用量……150
（1） 各都市給水量……150
（2） 各種建築物給水量……150
6. 給水配管……150
7. 水の濾過……151

第2章　給湯設備

1. 使用湯量及同時使用率……152
2. 各種の熱水設備……152
3. 各種熱水法の計算……153
（1） 電氣ヒーターの計算……153
（2） 瓦斯ヒーターの計算……153
（3） 蒸氣コイルの計算……153
（4） 蒸氣を吹込む場合の蒸氣量の計算……153
（5） 湯罐を貯湯槽に直結したる場合の計算 154
4. 給湯配管法……154
5. 保温……154

第3章　排水及通氣設備

1. 各種衞生器具の最大排水時流量及排水管々徑…156
2. 排水及通氣配管に於ける注意圖解……156
3. 東京市私設下水道の施設設計標準……156
4. 水洗便所よりの汚水を放流し得る下水道を有する都市及其の條例……159
5. 最大雨量……159

第4章　消火設備

1. 消火設備一般……162
2. 消火栓設備……162
（1） 屋内消火栓設備……162
（2） 屋外消火栓設備……163
3. 消火栓附屬品……163
（1） 消火栓弁……163
（2） ホース……163
（3） ノッヅル……163
（4） ホース掛……164
4. 消火用ポンプ……164
5. 消火栓設備設計……164
（1） 消火栓用給水管の決定……164
（2） 配管工事……164
6. 消火撒水器及水幕撒水器……164
（1） 消火撒水器……164
（2） 水幕撒水器……165
7. 火災警報裝置……166
（1） 手動式火災警報裝置……166
（2） 自動式火災警報機……166
8. 藥品消火器及一般消火器……166
（1） 曹達硫酸液消火器……166
（2） 泡末消火器……166
（3） 四鹽化炭素消火器……166
（4） 粉末消火器……166
（5） 一般消火器……166

第5章 衛生器具

1. 衛生器具の種類……167
2. 衛生器具の材料……167
3. 衛生器具附屬品……167
（1） 水栓類……167
（2） 溢水裝置……167
（3） 洗淨弁及洗淨水槽……167
（5） 器具用トラップ……168
4. 衛生器具取付法……168
5. 衛生器具數量及配管の決定……168
（1） 衛生器具數量……168
（2） 衛生器具配管の大さ……169

第6章 汚水淨化裝置

1. 汚水淨化槽の解說……171
（1） 汚水淨化槽の意義……171
（2） 汚水淨化槽の構造……171
（3） 放流汚水の消毒……171
（4） 酸化槽より流下する汚水……171
（5） 汚水淨化槽に流入するを許さざるもの 171
2. 汚水淨化槽に關する取締規則……171
（1） 取締規則及其の意義……171
（2） 汚水淨化槽に關する內規……171
（3） 各地に於ける水洗便所取締規則……172

第7章 瓦斯設備

1. 瓦斯の性質……175
2. 瓦斯器具及其排氣設備……175
（1） 冷凍機……175
（2） 厨房用瓦斯器具……175
（3） 消毒器具用……175
（4） 湯沸器……175
（5） 其他の器具……175
3. 瓦斯暖爐……176
4. 各種器具の瓦斯消費量……176
5. 瓦斯の引込及瓦斯管の名稱……176
6. 配管工事……176
7. 瓦斯供給管の管徑決定……177
8. 瓦斯メートル……177

第8章 厨房設備

1. 厨房設備概要……178
2. 厨房に要する燃料……178
3. 厨房面積と人員の關係……178
4. 食量及蒸氣消費量……178
5. 厨房器具機械の種類……178

第9章 燒却爐設備

1. 塵芥の種類及排出量……183
2. 燒却爐の種類及構造……183
（1） 都市塵芥の燒却爐……184
（2） 汚物掃除法施行細則抜萃……184
（3） ビルデング塵芥燒却爐……184
3. 投入口及導孔……185
4. 病院の汚物燒却……185

第10章 眞空掃除裝置

1. 眞空掃除裝置の種類……187
（1） 型式に依る分類……187
（2） 眞空及排氣量に依る分類……187
2. 眞空發生機……187
3. 分離器……187
4. 同時使用吸込弁數及移動式掃除機數……187
5. 眞空度及排氣量……188
6. ホース摩擦損失……188
7. 鐵管摩擦損失……189
8. 眞空度、排氣量及馬力の關係……191

3. 人體表面の平均温度と輻射熱量……77
4. 平均輻射温度と空氣温度……77
（1） 平均輻射温度……78
（2） 空氣温度と平均輻射温度の關係……79
5. 加熱面温度……79
6. 加熱面からの放熱量……80
7. 計 算……80
（1） 計算の順序……80
（2） 例 題……81

第8章 空氣調和

1. 空氣の性質……82
（1） 温度、壓力、體積の關係……82
（2） 空氣成分……82
（3） 空氣の重量……82
（4） 空氣の比熱……82
（5） 濕り空氣……82
2. 空氣線圖……82
3. 有效温度……82
4. 快感帶線圖……86
5. 工業用空氣調和室温濕度の標準……86
6. 空氣洗淨機……87
（1） 空氣洗淨機內の通過空氣量……87
（2） 空氣洗淨機に要する水量……87
（3） 空氣洗淨器內の空氣温度と水温度……88
7. 空氣加熱器及冷却器……88
（1） 空氣加熱の狀態……88
（2） 加熱器の種類……88
（3） エロフィン加熱器……88
（4） 空氣の最終温度及蒸氣凝縮量……89
8. 個別空氣調和裝置……89
（1） 種 類……89
（2） 個別加熱機……90
（3） 個別冷却機……91
9. 空氣濾過機……91
（1） 空氣塵埃……91
（2） 空氣濾過機の種類……91
（3） 空氣濾過機の選擇……93
10. 空氣調和の方式……93
（1） 裝置方式の種類……94
（2） 裝置概說……94
11. 空氣量……94
（1） 暖、冷房負荷に依る空氣量決定……95
（2） 1人當りの給氣量に依る決定……95
（3） 換氣回數に依る決定……95
（4） 冷房に於ける全熱量……95

第9章 自動調整

1. 自動調整の種類……96
2. 暖冷房の自動調整……96
3. 自動調整の器具……98

第10章 排 氣

1. 瓦斯、臭氣及細塵の排除……99
2. 排氣天蓋……100
（1） 一重天蓋……100
（2） 二重天蓋……100
（3） 開ひ天蓋……100
（4） 特殊排氣法……100
（5） 特殊吸込口……101
3. 吸込及排出に適當なる氣流速度……101
（1） 天蓋に於ける適當なる面速度……101
（2） 特殊吸込口に於ける面速度……101
（3） 排氣管內の風速……101
4. 集塵器……102
（1） 重力沈降式集塵器……102
（2） 慣性式集塵器……103
（3） 遠心式集塵器……103
（4） 電氣集塵器……103

（5） 濾過式集塵器…… 103
5. 排氣風道管の適當板厚…… 104

第11章 風 道

1 風道内氣流…… 105
（1） 氣流の速度水頭と壓力水頭…… 105
（2） 温度、濕度及氣壓の變化と氣流速度… 105
（3） 流量係數…… 105
（4） 風道に於ける損失水頭…… 106
（5） 温度差に依り生ずる循環の水頭…… 111
（6） 氣流を生ずるに必要なる動力…… 111
2. 氣流の水頭、速度及流量の測定…… 112
（1） 水頭計（マノメータ）…… 112
（2） 流速の測定…… 112
（3） 流量の測定…… 113
（4） 室内氣流の測定…… 116
3. 風道の設計…… 116
（1） 風道各部に於ける適當なる氣流速度… 116
（2） 風道各部分の大さの決定…… 116
（3） 圓形風道に相當する短形風道…… 116
（4） 空氣吹出口…… 116
（5） 亜鉛めつき鋼板製風道の大さと適當なる板厚…… 119

第12章 送 風 機

1. 送風機の種類と特性…… 120
2. 送風機の運轉に要する動力…… 120
3. 送風機の性能定則…… 120
（1） 同一送風機使用の場合…… 120
（2）送風機寸法を變へたる場合…… 121
4. 送風機の選擇…… 121
5. 送風機出口の速度と周速度…… 121
6. 扇風機吹出方向の呼稱…… 122

第13章 音 響

1. 騒音の大さ…… 123
2 騒音測定の方法及器具…… 123
3. 室内に於ける騒音…… 123
4. 空氣調和裝置に依る騒音及其絶緣…… 124

第14章 乾 燥

1. 乾 燥…… 125
2. 乾燥方法…… 125
3. 乾燥機の種類…… 125
4. 乾燥に必要な條件…… 125
5. 乾燥速度と乾燥時間…… 125

第15章 熱 絶 緣

1. 計算式及計算圖表…… 129
2. 防露用絶緣材の厚さ…… 131
（1） 水管防露用絶緣材の厚さ…… 131
（2） 冷房風道防露用絶緣材の厚さ…… 132
（3） 冷凍機關係低温管用絶緣材の厚さ…… 133
3. 絶緣材料の經濟的厚さ…… 133
4. 冷却或は加熱防止用絶緣材料の厚さ…… 135
5. 熱絶緣材料各論…… 136

9. 導管管徑の決定法…… 191
（1） 管徑均等表に依る決定法…… 191
（2） 圖表に依る決定法…… 192
（3） 例 題…… 192
10. 配管の正誤…… 194

第11章 病 院 設 備

1. 病院設備一般…… 195
（1） 病院に必要なる器具…… 195
（2） 診療所取締規則抜萃…… 195
2. 洗濯設備…… 196
3. 乾燥設備…… 197
4. 調劑室設備…… 197
5. 消毒設備及消毒器…… 199

第12章 浴 室 設 備

1. 浴室の種類並に之に對する給湯量…… 201
2. 個人浴室設備…… 201
3. 公衆浴場設備…… 202
4. 風呂釜及湯沸器の種類並に構造…… 204

第13章 游 泳 池 設 備

1. 游泳池の種類…… 206
2. 游泳池の大さ及構造…… 206
3. 給水設備…… 207
4. 温水設備…… 207
5. 淨水設備…… 207
6. 排水設備…… 208

第14章 上 水 道

1. 給水量…… 209
（1） 使用水量…… 209
（2） 給水人口…… 209
（3） 給水量の變化…… 209
2. 水 質…… 209
3. 水 源…… 210
4. 取水方法…… 210
（1） 框 枠…… 210
（2） 取水塔…… 210
（3） 集水埋渠…… 210
（3） 鑿 井…… 210
5. 貯水池…… 210
6. 淨水方法…… 211
（1） 沈 澱…… 211
（2） 濾 過…… 211
（3） 其他の淨水法…… 212
7. 配水方法…… 212
（1） 淨水池…… 212
（2） 配水管…… 212
（3） 附屬器具…… 213
8. 給水方法…… 213

第15章 下 水 道

1. 下水道の意義…… 214
2. 下水道事業…… 214
3. 下水管渠配管の設計…… 214
4. 合流式と分流式…… 218
5. 人孔其他の設計…… 218
（1） 人 孔…… 218
（2） 分水槽…… 219
（3） 伏越サイホン…… 219
（4） 桝及桝取付管…… 219
6. 私設下水道…… 219
7. 下水喞筒場…… 220
8. 下水處分場又は下水處理場…… 220

第 III 編 冷 凍

第 1 章 冷凍概論

1. カーヌーサイクル…… 223
2. エントロピ…… 223
3. エンタルピ…… 224
4. 冷凍法に於ける重要なる狀態變化の說明… 224
（1） 定壓變化…… 224
（2） 絞り膨脹…… 224
（3） 斷熱變化…… 225
5. 壓縮冷凍サイクル…… 225
6. モリエル線圖…… 225
7. 基準冷凍サイクル…… 226
8. 冷凍の單位…… 226
（1） 常用冷凍能力噸…… 226
（2） 標準冷凍能力噸の數値…… 226
9. 冷凍能力1廷常りのピストン押のけ量…… 227

第 2 章 冷媒及ブライン

1. 各種冷媒の比較…… 228
2. 各種冷媒の性質…… 230
3. 各種冷媒の冷凍力…… 238
4. ブラインの性質…… 253
（附） 各種冷媒モリエル線圖

第 3 章 冷 凍 機

1. 冷凍機に於けるガスの壓縮…… 255
2. アンモニア壓縮機…… 256
（1） 竪型單動壓縮機…… 256
（2） 横型複動壓縮機…… 257
3. 多段壓縮冷凍法…… 257
4. 多效冷凍法…… 261
5. 蒸氣噴射冷凍法…… 261
6. ターボ壓縮機…… 262
7. 炭酸ガス冷凍機…… 263

第 4 章 凝縮器及用水

1. 凝縮器の機能…… 264
2. 凝縮器の種類…… 264
（1） セルチューブ凝縮器…… 264
（2） 二重管凝縮器…… 266
（3） 大氣式凝縮器…… 267
（4） 空冷凝縮器…… 268
（5） 蒸發凝縮器…… 268
3. 不凝縮氣體…… 269
4. 凝縮器用水…… 269
5. 大氣式用水冷却裝置…… 270
（1） 冷却池…… 270
（2） 噴霧冷却池…… 270
（3） 噴霧冷却塔…… 271
（4） 自然通風デッキ型冷却塔…… 271
（5） 機械通風冷却塔…… 271
（6） 自然通風式に於ける設計風速…… 272
（7） 補給水…… 272
（8） 冬期に於ける氷結…… 272
（9） 空氣の濕球溫度…… 273
(10) 冷却效率…… 273

第 5 章 蒸發器及冷却器

1. 蒸發器の機能…… 274
2. 蒸發器の種類…… 274
（1） 蒸發方式に依る種類…… 274
（2） 構造に依る種類…… 275
3. 液冷却器…… 276
4. 空氣冷却器…… 277

第 6 章 冷 凍 配 管

1. 配管材料…… 279
2. 冷凍配管法…… 279
3. 冷凍配管の設計…… 279
4. 配管防熱法…… 279
5. 防熱材料…… 280
（1） 熱傳導率と熱傳導度…… 280
（2） 表面熱傳達率…… 280
（3） 低溫用保溫材の密度、熱傳導率及强度 281
（4） 濕氣と熱傳導率…… 282
（5） 濕氣と折曲げ破壞强度…… 282

第 7 章 冷 藏

1. 物品の冷藏…… 283
2. 冷藏庫及冷藏室…… 283
3. 冷藏溫度…… 283
4. 絕緣裝置…… 283
5. 配管比率…… 283

第 8 章 冷凍能力測定法

1. 冷凍裝置能力の測定…… 296
2. 能力試驗に使用する基準冷凍サイクル…… 296
3. 溫度測定法…… 296
4. 壓力測定法…… 296
5. ブライン循環冷凍裝置の能力測定法…… 297
6. 壓縮器の能力測定法…… 297
7. 凝縮器能力の測定法…… 298
8. 直接膨脹式冷凍機の能力測定法…… 298

第 9 章 電 動 機

1. 電動機の種類…… 299
（1） 直流電動機…… 299
（2） 交流電動機…… 299
（3） 速度に依る電動機の分類…… 301
2. 電動機の起動及速度制御…… 302
（1） 直流直卷電動機…… 302
（2） 直流分卷電動機…… 302
（3） 直流複卷電動機…… 302
（4） 三相誘導電動機…… 302
（5） 單相誘導電動機…… 303
（6） 同期電動機…… 303
（7） 整流子電動機…… 303
3. 標準電壓及電源の變動の影響…… 303
（1） 標準電壓…… 303
（2） 電源の電壓及周波數の變化の影響…… 303
4. 定格と溫度上昇限度…… 303
（1） 直流電動機の溫度上昇限度…… 303
（2） 誘導電動機の溫度上昇限度…… 303
（3） 同期電動機の溫度上昇限度…… 303
5. 構造に依る分類…… 305
（1） 外被の型式に依る分類…… 305
（2） 冷却方式に依る分類…… 305
（3） 其他構造に依る分類…… 305
6. 電動機の使用狀態條件…… 305
（1） 常規使用狀態…… 305
（2） 特種使用狀態…… 305

（3） 構造に影響すべき使用狀態…… 305
（4） 起動狀態…… 307
（5） 回轉方向及口出線位置…… 307
7. 時局と電動機對策…… 307

附 表

Ⅰ 湯に對する鐵管及接手の抵抗表（重力式湯暖房用）
Ⅱ 湯に對する鐵管及接手の抵抗表（强制式湯暖房用）
Ⅲ 低壓蒸氣に對する鐵管及接手の抵抗表
Ⅳ 高壓蒸氣に對する鐵管及接手の抵抗表
Ⅴ 濕り空氣のモリエル線圖

參考資料目次

第1章 法令及規則

1. （抄） 汽罐取締令(內務省令第20號)…… 309
2. 汽罐構造規格(內務省告示第204號)…… 313
3. （抄） 汽罐取締令施行細則（警視廳令第7號)…… 320
4. （抄） 市街地建築物法施行規則（內務省令第37號)…… 322
5. （抄） 興行取締規則(警視廳令第2號)…… 322
6. （抄） 映畫法施行細則(警視廳令第39號)… 323
7. （抄） 百貨店建築規則(警視廳令第20號)… 324
8. （抄） 常水の判定標準及試驗方法（內務省令第35號)… 324
9. 下水道法(法律第32號)…… 324
10. 下水道法施行規則(內務省令第21號)…… 325
11. 汚物掃除法(法律第31號)…… 325
12. （抄） 汚物掃除法施行規則（內務省令第5號)…… 326
13. 水槽便所取締規則(警視廳令第13號)…… 327
14. （抄） 壓縮瓦斯及液化瓦斯取締法施行令（內務省令第23號)…… 328
15. （抄） 壓縮瓦斯及液化瓦斯取締法施行令施行に關する件(警保局警發甲第72號)…… 334

第2章 衞生工業協會制定規格

1. 鑄鐵罐出力規格…… 338
2. 換氣規格…… 342
3. 排水通氣及び洗淨用鉛管規格…… 345
4. 排水用鑄鐵管規格…… 345
5. ねぢ付排水管接手規格…… 346
6. 衞生設備施工規程…… 347
7. 下込ストーカ規格…… 351
8. 保溫材規格…… 352
9. 硬質陶器質衞生陶器規格…… 364

第3章 日本標準規格

1. 管用ねぢ(第36號)…… 368
2. 管接手ねぢ(第37號)…… 369
3. 瓦斯管の寸法(第38號)…… 370
4. ガス管接手(第129號)…… 371
5. 暖房用放熱器(第76號)…… 386
6. 水道用鑄鐵管(第81號)…… 398
7. 水道用鉛管(第81號)…… 402
8. 水道用亞鉛めつき鋼管(第271號)…… 405
9. 水道用高級鑄鐵管(第272號)…… 407
10. （抄） フランジ(第116號)…… 411
11. 熔化質衞生陶器(臨時60號)…… 417
12. 化粧素地質衞生陶器(臨時61號)…… 428
13. （抄） 亞鉛めつき鋼板(第302號)…… 432
14. （抄） 小型三相誘導電動機(第65號)…… 437
15. 小型單相誘導電動機(第112號)…… 440

第4章 シンボル及標準仕樣書

1. シンボル(衞生工業協會制定)…… 442
2. 衞生設備工事仕樣書(同)…… 459

附錄 フーバースコード

1. フーバースコード…… 476

特殊資料目次(製品別)

1. 罐……493
菊池工業所……493
汽車製造株式會社……494
昭和鐵工株式會社……497
高千穗工業株式會社……515
高砂鐵工株式會社……517
田熊汽罐製造株式會社……528
日本汽罐製造株式會社……530
株式會社日立製作所……532
株式會社前田鐵工所……534
合資會社增島工作所……554
理研工業株式會社……558
2. 油バーナー……566
淺野物產株式會社……566
3. ストーカ……567
大倉商事株式會社……567
汽車製造株式會社……568
株式會社大東工業所……570
株式會社前田鐵工所……578
合資會社增島工作所……581
株式會社來花製作所……585
理研工業株式會社……590
4. 放熱器……591
井上金屬工業株式會社……591
國產放熱器株式會社……592
昭和溫調工業株式會社……599
新興工業株式會社……601
合資會社東西機器製作所……603
合資會社增島工作所……605
株式會社本山製作所……606
幸松工業所……608
5. 空氣濾過機……609
昭和化工株式會社……609
合資會社增島工作所……610
株式會社丸二製作所……612
6. 空氣加熱器及冷却器……615
國產放熱器株式會社……615
新興工業株式會社……616
高砂煖房工事株式會社……617
高砂鐵工株式會社……620
東洋キヤリア工業株式會社……623
合資會社增島工作所……625
株式會社丸二製作所……633
理研工業株式會社……638
7. ユニツトヒーター……639
井上金屬工業株式會社……639
三機工業株式會社……640
新興工業株式會社……643
高砂煖房工事株式會社……653
高砂鐵工株式會社……654
東洋キヤリア工業株式會社……657
合資會社增島工作所……658
株式會社丸二製作所……660
幸松工業所……663
理研工業株式會社……664
8. 空氣調和機……666
高砂煖房工事株式會社……666
高砂鐵工株式會社……667
東洋キヤリア工業株式會社……668
合資會社增島工作所……673
理研工業株式會社……674
9. 自働調節器……675
第一工業株式會社……675
高砂煖房工事株式會社……676
東邦計器製作所……677
株式會社東邦製作所……678
株式會社フシマン製作所……682
株式會社本山製作所……684
10. 計　器……696
株式會社日立製作所……696
株式會社鶴澤製作所……702
11. 集塵機……703
株式會社日立製作所……703
三機工業株式會社……704
理研工業株式會社……705
12. 換氣扇……706
合資會社增島工作所……706
13. 風道及レヂスター……707

東洋キヤリア工業株式會社……707
內外アスベスト株式會社……708
日本非鐵通氣管株式會社……709
14. 送風機……710
株式會社朝倉製作所……710
淺野物產株式會社汽罐部……717
井上金屬工業株式會社……718
三機工業株式會社……720
高砂煖房工事株式會社……720
株式會社日立製作所……726
合資會社增島工作所……728
株式會社丸二製作所……729
15. ベルト……731
朝倉ヴエントロープ株式會社……731
16. 電氣扇……737
株式會社日立製作所……737
17. 濕水機……739
富士工業商會……739
18. 貯湯槽……740
菊地工業所……740
19. 湯沸罐……741
三協工業株式會社……741
20. ルーフドレイン……742
齋藤久孝事務所……742
21. 消火器具……743
合名會社建設工業社……743
22. 衛生陶器……747
合資會社加藤製陶所……747
東洋陶器株式會社……749
名古屋製陶株式會社……754
23. 衛生金具……756
アイエス工業所……756
齋藤久孝事務所……759
合名會社高橋工場……760
東洋陶器株式會社……762
合資會社東西機器製作所……763
24. 汚水淨化……770
西原衛生工業所……770
25. 厨房器具……772
三協工業株式會社……772
26. 燒却爐……773
淺野物產株式會社築爐部……773
27. 洗濯機……774
三機工業株式會社……774
28. 病院消毒機……775
淺野物產株式會社……775
29. 冷凍機及壓縮機……776
株式會社木下商會……776
合資會社建材社……777
株式會社神戶製鋼所……779
第一工業株式會社……780
高砂煖房工事株式會社……783
高砂鐵工株式會社……785
中央冷凍工業株式會社……786
東洋キヤリア工業株式會社……790
株式會社中須製作所……792
日本サブロー株式會社……795
株式會社日立製作所……796
30. 冷却塔……802
第一工業株式會社……802
高砂煖房工事株式會社……803
東洋キヤリア工業株式會社……806
31. 電動機……807
東洋電機製造株式會社……807
株式會社日立製作所……809
株式會社安川電機製作所……812
32. ポンプ……817
合資會社あづま鉚筒製作所……817
株式會社宇野澤組鐵工所……824
昭和鐵工株式會社……838
高砂鐵工株式會社名古屋工場……839
東京ポンプ商會……849
株式會社日立製作所……855
株式會社フシマン製作所……861
株式會社本山製作所……862
理研電機製造株式會社……863
33. 管及管接手……865
須山商會……865
株式會社日立製作所……866
株式會社フシマン製作所……874
株式會社本山製作所……875
34. 弁・コツク及トラツプ……878
阿波田工商合資會社……878
新興工業株式會社……879

高砂鐵工株式會社……881
合資會社東西機器製作所……885
日本ベロー工業株式會社……886
富士商會……889
株式會社フシマン製作所……890
株式會社本山製作所……892
34. 保温材……904
宮寺石綿理化工業會社……904
35. 空氣壓縮機……905
株式會社三國鐵工所……905
36. 鑿　井……906
東京ポンプ商會……906
37. 斷熱材……907
朝日石綿業株式會社……907
大阪保温材研究所……909
株式會社國產保温商工所……910
內外アスベスト株式會社……912
逸見石綿工業所……914
日本アスベスト株式會社……915
日東紡績株式會社……922
株式會社綿多商店保温工事部……923
宮寺石綿理化工業株式會社……927

業者案内目次

株式會社青木工業所……929
淺野鑿井工業株式會社……931
朝日石綿工業株式會社……932
阿波田工商合資會社……933
株式會社安藤商店……934
石崎製作所……935
株式會社石田バルブ製作所……936
株式會社宇野澤組鐵工所……937
川島タービン空氣調整器製作所……938
株式會社木下商會……939
合資會社建材社……940
國產保温商工所……941
國產放熱器株式會社……942
三機工業株式會社……943
ジェー エス・エアレーター合資會社……944
芝浦マツダ工業株式會社……946
松風工業株式會社……947
株式會社城口研究所……949
株式會社須賀商會……950
第一工業株式會社……951
高砂煖房工事株式會社……952
東洋陶器株式會社……953
內外アスベスト株式會社……954
日本アスベスト株式會社……955
日本非鐵通氣管株式會社……956
日本ベロー工業株式會社……957
日立工事株式會社……958
株式會社フシマン製作所……959
株式會社丸二製作所……960
株式會社三國鐵工所……961
宮寺石綿理北工業株式會社……962
株式會社安川電機製作所……963
幸松工業所……965
米本築商店……966

一　般　資　料

第I編 空氣調和

第Ⅰ編 空氣調和

第1章 暖冷房負荷

(川田委員)
(畔柳委員)

1. 本邦及滿洲國各地の氣象

(1) 平均氣温

第1表 本邦各地の平均氣温 (°C)

(太數字は最高、斜體數字は最低の値を示す)

番號	地名	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	全年
1	花蓮港	*17·3*	17·4	18·9	21·6	24·4	26·1	**27·3**	27·1	26·0	23·5	21·0	18·6	22·4
2	臺北	*15·0*	15·0	16·8	20·6	24·0	26·7	**28·3**	28·0	26·4	22·9	19·9	16·8	21·7
3	鹿兒島	6·7	7·5	10·4	15·3	18·9	22·4	26·4	**26·9**	24·1	18·7	13·6	8·8	16·6
4	熊本	*4·5*	5·4	8·7	14·3	18·4	22·2	26·3	**27·0**	23·2	17·1	11·4	6·5	15·4
5	福岡	*4·8*	5·1	8·0	13·0	17·2	21·5	25·9	**26·5**	22·0	16·2	11·4	6·9	14·9
6	大分	*5·0*	5·3	7·9	12·8	17·1	21·1	25·4	**26·1**	22·6	17·0	11·9	7·3	15·0
7	松山	*4·6*	4·9	7·7	12·9	17·2	21·4	25·8	**26·6**	22·8	16·8	11·7	7·1	15·0
8	高知	*5·2*	6·1	9·1	14·4	18·2	21·6	25·4	**26·2**	23·2	17·6	12·3	7·4	15·6
9	濱田	*5·1*	*5·1*	7·4	12·1	16·3	20·4	24·7	**25·8**	21·8	16·3	11·9	7·7	14·6
10	島根	*3·9*	4·5	7·2	12·8	17·4	21·4	25·8	**27·0**	22·9	16·7	11·0	6·1	14·7
11	境	*3·8*	4·0	6·6	11·9	16·3	20·7	25·1	**26·2**	22·1	16·3	11·3	6·5	14·2
12	岡山	*3·5*	4·0	6·9	12·7	17·5	21·7	26·1	**27·1**	22·9	16·4	10·7	5·7	14·6
13	都阪	*2·7*	3·4	6·2	12·2	16·9	21·2	25·6	**26·4**	22·3	15·8	10·0	4·9	14·0
14	大潮	*4·3*	4·6	7·3	13·1	17·7	21·8	26·3	**27·4**	23·5	17·2	11·7	6·8	15·1
15	岬	*7·1*	7·5	9·8	14·6	18·2	21·4	25·2	**26·1**	23·6	18·9	14·5	9·9	16·4
16	名古屋	*2·9*	3·7	6·7	12·8	17·3	21·4	25·7	**26·5**	22·6	16·3	10·6	5·3	14·3
17	津	*5·5*	6·0	8·8	13·9	17·5	21·2	25·1	**26·3**	23·0	17·5	12·6	7·9	15·4
18	東京	*3·1*	3·8	6·9	12·7	16·8	20·5	24·5	**25·9**	22·0	16·1	10·7	5·4	14·0
19	島	17·6	*17·4*	18·3	20·5	22·7	25·4	27·2	**27·3**	26·9	25·5	22·7	19·5	22·6
20	戸	*1·9*	2·6	5·4	11·1	15·2	19·0	23·2	**24·6**	21·0	15·1	9·5	4·1	12·7
21	澤	2·5	*2·4*	5·0	10·9	15·6	20·1	24·4	**25·6**	21·4	15·4	10·2	5·2	13·2
22	本宮	— *2·0*	— 1·5	2·2	9·1	14·0	18·7	22·8	**23·1**	18·7	11·9	6·2	0·9	10·3
23	都	*0·7*	1·8	4·9	11·0	15·6	19·7	23·7	**24·3**	20·8	14·6	8·6	3·0	12·4
24	湯	*1·5*	1·7	4·3	10·0	14·7	19·5	24·1	**25·3**	21·4	15·4	9·7	4·2	12·7
25	山形	— *1·7*	— 1·3	1·8	8·7	14·3	19·0	23·3	**24·2**	19·3	12·5	6·5	0·8	10·6
26	石巻	— *0·5*	0·1	2·9	8·5	13·0	17·1	21·4	**23·4**	19·7	13·8	7·9	2·2	10·8
27	古川	— *0·8*	— 0·3	2·4	8·2	12·3	16·0	20·4	**22·4**	18·5	12·8	7·3	1·9	10·1
28	秋田	— *1·6*	— 1·3	1·7	8·1	13·1	18·1	22·5	**24·0**	19·1	12·8	6·9	1·1	10·4
29	青森	— *2·6*	— 2·2	0·5	6·8	11·8	16·3	20·9	**22·9**	18·5	12·1	5·9	0·0	9·2
30	札幌	— *3·4*	— 2·7	— 0·1	5·5	9·9	14·0	18·7	**21·2**	17·7	11·9	5·1	— 1·1	8·1
31	旭川	— *6·2*	— 5·2	— 1·6	5·2	10·4	15·0	19·5	**21·1**	16·5	10·0	3·3	— 3·2	7·1
32	室蘭	— *9·7*	— 8·7	— 4·0	3·8	10·3	15·7	20·0	**20·7**	15·1	8·2	1·2	— 5·7	5·6
33	根室	— *5·0*	— 5·7	— 2·4	2·7	6·3	9·9	14·3	**17·2**	15·3	10·8	4·6	— 1·5	5·5
34	網走	— *5·6*	— *6·8*	— 4·4	1·4	5·1	9·1	13·5	**16·0**	13·3	9·0	3·2	— 2·2	4·3
35	大泊	— *11·1*	— 10·2	— 5·6	1·0	5·4	10·1	14·7	**17·2**	13·7	7·6	— 0·2	— 6·9	3·0
36	釜山	*1·8*	3·1	7·0	12·3	16·4	20·0	23·9	**25·6**	21·7	16·3	10·2	4·3	13·6
37	木浦	*0·9*	1·6	5·2	11·3	16·4	20·6	24·7	**26·1**	21·8	16·0	9·6	3·6	13·2
38	仁川	— *4·0*	— 2·0	2·8	9·6	14·8	19·6	23·5	**24·9**	20·3	14·1	6·1	— 1·2	10·7
39	鎭南浦	— *1·3*	0·0	4·5	11·2	16·3	20·3	24·1	**24·5**	19·7	14·4	8·1	1·8	12·0
40	元山	— *3·8*	— 2·4	2·4	9·4	14·9	19·1	22·7	**23·4**	18·8	13·0	5·6	— 1·1	10·2

第 2 表　滿洲國各地の平均氣溫　(°C)　(康德6年時憲書による)
(太數字は最高、斜體數字は最低の値を示す)

番號	地名	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	全年
1	新京	*−16·9*	−12·6	−4·2	6·5	14·5	20·1	23·5	21·9	15·0	6·7	−4·2	−13·7	4·9
2	哈爾濱	*−20·2*	−16·6	−6·2	5·6	13·8	19·7	23·2	21·5	14·3	5·5	−6·9	−17·1	3·1
3	瀋陽南	*−17·0*	−12·8	−4·5	5·4	13·8	19·8	23·7	21·3	14·6	5·4	−5·5	−13·8	4·3
4	齊々哈爾	*−20·2*	−15·9	−7·1	3·7	12·3	18·9	22·5	20·3	13·8	5·1	−8·4	−16·4	2·4
5	克山	*−25·3*	−19·5	−11·6	3·0	10·7	18·4	20·7	19·5	12·7	3·0	−9·8	−22·1	0·0
6	黑河	*−23·5*	−16·5	−10·8	2·1	10·4	18·6	21·6	19·4	12·6	2·9	−12·7	−22·8	0·1
7	富錦	*−21·8*	−16·3	−9·5	3·6	11·1	18·7	21·4	20·6	14·5	4·6	−7·2	−19·2	1·7
8	密山	*−19·9*	−15·8	−10·1	3·8	10·6	17·5	21·5	20·6	13·8	5·2	−5·5	−18·2	2·0
9	綏芬河	*−18·4*	−14·6	−8·1	3·0	10·1	15·9	20·1	19·2	13·5	5·3	−5·1	−15·2	2·1
10	牡丹河	*−20·4*	−16·2	−6·4	5·1	12·5	18·1	21·9	20·7	13·2	4·8	−6·8	−17·2	2·4
11	延吉	*−15·9*	−12·0	−4·1	5·7	13·6	18·1	24·2	23·2	16·3	7·6	−2·7	−14·1	5·0
12	營口	*−9·8*	−6·2	−0·0	8·5	16·0	21·3	24·9	24·3	18·4	10·9	1·1	−7·0	8·5
13	奉天	*−13·0*	−9·3	−1·0	8·6	16·0	21·6	24·3	23·6	17·0	9·2	−1·0	−9·9	7·2
14	開原	*−14·9*	−11·6	−2·2	8·0	15·8	21·2	24·1	22·5	17·0	8·7	−1·0	−11·2	6·4
15	遼源	*−15·3*	−11·6	−3·5	6·6	14·5	20·2	23·6	21·9	15·8	7·3	−3·0	−12·4	5·4
16	錦州	*−9·6*	−4·6	1·4	11·6	19·8	22·9	26·2	25·3	21·2	13·9	2·4	−6·9	10·3
17	承德	*−9·6*	−3·9	0·5	10·4	18·9	22·6	25·5	24·3	17·8	11·4	1·0	−8·5	9·2
18	赤峰	*−14·4*	−11·0	−4·7	6·8	15·3	21·3	24·2	22·5	15·7	9·0	−2·2	−10·9	6·0
19	索倫	*−17·6*	−13·1	−10·5	3·4	12·0	19·0	21·4	20·5	12·1	4·4	−7·8	−19·6	2·0
20	札蘭屯	*−18·9*	−14·6	−6·7	4·2	12·6	18·2	21·7	19·4	12·1	3·7	−8·5	−16·8	2·2
21	興安	*−28·0*	−22·8	−17·3	−2·4	6·5	14·3	16·4	14·8	8·0	0·8	−13·8	−23·3	−4·0
22	海拉爾	*−28·3*	−24·8	−14·9	0·7	10·3	17·0	21·0	17·9	10·0	0·2	−14·0	−25·2	−2·5
23	滿洲里	*−25·7*	−22·6	−13·3	0·7	10·4	17·3	20·9	17·8	9·9	0·1	−13·7	−23·3	−1·8
24	大連	*−5·1*	−3·6	1·8	9·2	15·4	20·2	23·6	24·5	19·9	13·7	5·2	−2·0	−10·2

(2) 最高氣溫

第 3 表　本邦各地の氣溫毎日最高の平均及最高の極數　(°C)
(太數字は最高、斜體數字は最低の値を示す、＊印は最近に起つた日)

番號	地名	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	全年	最高氣溫		
1	花蓮港	*21·2*	21·3	22·8	25·7	28·6	30·1	31·6	31·3	30·4	27·9	25·3	22·6	26·6	36·0	昭和12年	VIII 1
2	臺北	18·9	*18·8*	20·9	25·0	28·5	31·8	33·4	33·1	31·2	27·3	24·0	20·7	26·1	38·6	大正10年	VII 31
3	鹿兒島	*11·8*	12·4	15·6	20·3	23·8	26·4	30·4	31·2	28·7	24·1	19·0	14·2	21·5	36·2	明治26年	VII 26
4	熊本	*10·0*	11·0	14·9	20·6	24·7	27·2	31·2	32·5	28·7	23·6	17·8	12·4	21·2	38·8	昭和2年	VII 24
5	福岡	*9·1*	9·6	13·1	18·6	22·9	26·3	30·3	31·2	27·3	22·4	16·9	11·6	19·9	37·4	大正12年	VIII 7
6	大分	*9·8*	9·9	12·8	17·9	22·2	25·3	29·4	30·5	26·9	22·0	17·1	12·3	19·7	36·2	大正12年	VIII 26
7	松山	*9·5*	9·8	13·2	18·8	23·0	26·4	30·7	31·9	28·1	22·8	17·4	12·2	20·3	37·0	大正4年	VIII 2
8	高知	*11·5*	12·2	15·2	19·9	23·3	25·8	29·5	31·0	28·3	23·7	18·6	13·8	21·1	37·1	大正3年	VII 19
9	濱田	*8·4*	8·5	11·5	16·7	20·7	24·3	28·4	29·8	25·9	21·0	16·2	11·2	18·6	36·9	昭和8年	VII 20
10	廣島	*8·9*	9·5	12·7	18·2	22·6	25·8	30·1	31·9	27·9	22·7	16·8	11·5	19·9	38·1	大正13年	VIII 5
11	境	*7·3*	7·5	10·9	16·8	21·4	25·1	29·2	30·3	26·0	21·0	15·7	10·3	18·5	37·8	明治26年	VIII 4
12	岡山	*8·3*	8·9	12·2	18·2	22·9	26·3	30·5	31·7	27·5	21·9	16·3	11·0	19·6	36·8	＊昭和9年	VII 7
13	京都	*8·6*	9·3	12·8	19·0	23·6	27·0	31·2	32·3	28·1	22·4	16·7	11·2	20·2	37·8	昭和13年	VII 20
14	大阪	*8·5*	8·9	12·2	18·2	22·7	26·3	30·7	32·2	28·1	22·3	16·6	11·4	19·8	37·6	明治42年	VIII 4
15	潮岬	*10·8*	11·3	13·8	18·2	21·7	24·4	28·1	29·0	26·7	22·3	18·1	13·5	19·8	35·6	大正4年	VII 14
16	名古屋	*8·0*	9·1	12·7	18·7	23·1	26·5	30·7	31·7	27·6	22·0	16·4	10·6	19·8	38·2	昭和7年	VII 24
17	沼津	*11·4*	11·7	14·4	19·0	22·5	25·6	29·1	30·9	27·6	22·9	18·4	13·7	20·6	36·6	大正1年	IX 2
18	東京	*8·3*	8·8	11·9	17·6	21·5	24·5	28·5	30·1	25·9	20·5	15·8	10·7	18·7	36·6	明治19年	VII 14
19	父島	20·6	*20·5*	21·3	23·8	25·8	28·7	31·0	30·7	30·4	28·8	25·8	22·4	25·8	34·9	大正5年	VII 16
20	水戸	*8·6*	8·9	11·6	16·9	20·7	23·7	27·9	29·6	25·8	20·7	16·1	11·1	18·5	36·1	大正12年	VIII 15
21	金澤	*5·8*	6·0	9·5	16·2	20·8	24·5	28·6	30·4	26·2	20·4	14·8	9·0	17·7	38·5	明治35年	IX 8
22	松本	*3·5*	4·1	8·5	16·3	21·2	24·7	28·4	29·3	24·4	18·2	12·4	6·5	16·5	35·2	明治31年	VIII 19
23	宇都宮	*7·8*	8·5	11·9	17·6	21·7	24·7	28·5	29·9	25·7	20·4	15·6	10·3	18·6	37·1	昭和4年	VIII 8
24	新潟	*4·4*	4·9	8·3	14·8	19·3	23·6	28·0	30·2	25·6	19·5	13·5	7·5	16·6	39·1	明治42年	VIII 6

(續く)

第3表　(續き)

番號	地名	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	全年	最高氣溫		
25	山形	*2·8*	3·6	7·2	15·4	21·1	25·1	28·8	30·3	25·1	18·5	12·0	5·2	16·3	40·8	昭和8年	VII 25
26	石巻	*3·3*	4·1	7·3	13·0	17·3	20·8	24·6	26·9	23·4	18·2	12·4	6·1	14·8	35·7	昭和4年	VIII 7
27	宮古	*5·3*	5·7	8·6	14·7	18·5	21·1	25·2	27·3	23·7	19·0	14·2	8·2	16·0	37·3	昭和8年	VII 23
28	秋田	*1·6*	2·3	5·7	13·0	18·0	22·6	26·5	29·0	24·4	18·2	11·4	4·5	14·8	35·8	昭和4年	VIII 15
29	青森	*0·8*	1·7	4·6	12·1	17·3	21·0	25·1	27·6	23·7	17·8	10·4	3·3	13·8	36·0	大正4年	VIII 6
30	壽都	*−0·9*	−0·2	2·6	9·0	13·7	17·5	21·8	24·5	21·1	15·4	8·1	1·5	11·2	34·0	明治37年	VIII 20
31	札幌	*−1·8*	−0·8	2·6	10·5	16·2	20·6	24·6	26·4	21·7	16·0	7·9	0·8	12·1	35·5	大正13年	VII 11
32	旭川	*−4·5*	−2·8	1·7	9·9	17·2	22·6	26·2	27·2	21·8	15·0	5·8	−1·5	11·6	35·9	昭和3年	VIII 19
33	根室	*−1·8*	*−2·2*	1·0	6·6	10·4	13·9	18·0	20·9	18·7	14·2	7·9	1·5	9·1	32·1	昭和4年	VII 31
34	紗那	*−2·8*	*−3·7*	−0·8	5·0	9·5	13·3	17·5	20·1	17·3	12·6	6·1	0·3	7·9	31·1	昭和3年	VIII 19
35	大泊	*−7·0*	−5·8	−1·6	4·7	9·9	14·4	18·6	21·0	17·8	11·7	3·2	−3·4	7·0	30·4	昭和3年	VIII 19
36	釜山	*6·1*	7·4	11·5	16·5	20·7	23·7	27·1	29·3	25·6	21·1	14·9	8·6	17·7	35·3	昭和4年	VIII 1
37	木浦	*5·0*	6·0	10·2	16·5	21·3	25·0	28·5	30·3	26·3	21·3	14·4	7·9	17·7	37·0	大正13年	VIII 18
38	仁江	*0·2*	2·3	7·4	14·6	19·7	24·3	27·3	28·9	24·8	19·0	10·8	3·0	15·2	36·9	昭和5年	VIII 12
39	陵山	*3·5*	4·8	9·6	16·8	21·8	25·1	28·4	28·9	24·6	20·1	13·6	6·7	17·0	37·4	＊昭和4年	VIII 1
40	元山	*0·8*	2·3	7·2	15·1	20·5	23·8	26·7	27·4	23·5	18·4	10·5	3·4	15·0	39·6	明治39年	VII 20
41	大連	*−7·4*	0·4	6·0	14·4	20·3	24·8	27·3	28·2	24·1	18·2	9·3	1·7	14·4	35·7	大正8年	VIII 6

第 4 表　滿洲國各地の最高氣溫　(°C)
(太數字は1年中の最高)

番號	地名	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
1	新京	3·5	13·7	19·9	30·2	34·3	39·5	38·3	37·0	33·1	29·8	24·0	7·3
2	哈爾濱	1·0	9·6	19·3	29·6	34·4	39·0	39·1	35·6	32·0	28·1	17·9	4·6
3	瀋陽南	1·5	11·0	19·2	28·4	36·0	36·7	39·7	37·6	32·8	27·0	20·0	6·8
4	齊々哈爾	−3·6	6·4	14·9	26·0	34·9	35·7	37·3	34·8	31·5	23·3	14·1	2·3
5	克山	−9·7	−1·5	9·7	17·3	26·1	33·0	33·6	30·9	28·6	21·6	10·8	−5·3
6	黑河	−3·6	2·5	12·1	18·2	30·9	33·1	34·6	31·4	28·1	22·6	8·0	−8·5
7	富錦	−8·6	1·5	8·4	15·8	23·9	33·5	33·1	29·9	28·8	23·7	17·1	−2·6
8	密山	0·0	2·3	5·0	16·1	24·0	33·0	31·5	31·0	25·8	22·0	18·3	−5·5
9	綏芬河	−0·3	7·1	8·8	21·5	23·5	29·7	32·2	30·9	26·4	22·4	17·0	1·7
10	牡丹江	3·8	7·5	20·5	26·5	31·5	35·9	36·2	36·6	29·6	29·1	17·9	4·2
11	延吉	1·0	3·0	10·6	22·6	30·9	33·4	36·3	34·6	28·4	25·0	19·0	1·2
12	營口	9·5	11·1	18·5	27·7	31·1	35·1	35·2	35·9	32·5	26·5	22·9	11·6
13	奉天	7·8	14·3	20·0	30·3	33·1	39·3	38·9	37·0	33·9	30·4	25·5	10·9
14	開原	6·6	13·0	17·5	27·0	33·7	37·5	36·6	33·2	32·2	26·8	21·4	9·1
15	遼源	5·9	12·7	19·4	27·4	34·0	37·0	36·2	34·6	31·6	27·7	19·2	7·0
16	錦州	6·5	13·9	17·3	26·5	33·8	32·3	38·4	33·6	30·7	27·2	20·0	10·5
17	承德	1·4	11·7	16·1	27·0	35·5	35·1	38·7	33·7	28·4	24·4	18·5	5·2
18	赤峰	4·4	11·4	18·9	25·6	35·9	37·3	40·0	39·5	31·6	26·6	19·4	4·6
19	索倫	2·1	6·1	14·2	19·9	28·7	33·6	36·8	40·8	27·8	22·1	13·2	−3·0
20	札蘭屯	3·3	10·1	21·8	31·5	33·4	38·4	42·6	38·1	34·0	26·5	16·0	4·4
21	興安	−11·9	−0·3	3·4	11·9	20·8	29·9	30·0	29·7	22·6	17·4	9·7	−8·1
22	海拉爾	−6·3	−1·2	13·8	28·5	30·6	39·0	40·1	39·3	33·6	24·1	12·2	−2·0
23	滿洲里	−6·0	1·0	15·9	28·2	31·7	35·0	38·7	40·0	31·9	22·0	9·7	−2·5
24	大連	10·6	14·0	17·7	28·3	32·0	35·0	35·2	35·7	31·6	27·4	23·0	13·0

(3) 最低氣溫

第 5 表　本邦各地の氣溫毎日最低の平均及最低の極數　(°C)
(太數字は最高、斜體は最低の値を示す、＊印は最近に起つた日)

番號	地名	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	全年	最低氣溫		
1	花蓮港	14·6	*14·5*	15·9	18·6	21·4	22·9	23·7	23·5	22·6	20·2	17·8	15·8	19·3	6·1	昭和6年	I 11
2	臺北	*12·1*	12·2	13·8	17·2	20·6	23·0	24·4	24·2	22·8	19·7	16·7	13·9	18·4	−0·2	明治34年	II 13
3	鹿兒島	*2·1*	2·8	5·3	10·2	14·2	18·8	22·8	23·3	20·3	14·0	8·7	3·9	12·2	−6·7	大正12年	II 28

(續く)

第5表（續き）

番號	地名	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	全年	最低氣温	
4	熊本	−0·6	0·1	2·8	8·0	12·2	17·7	22·2	22·5	18·6	11·3	5·7	1·1	10·1	−9·2	*昭和4年 Ⅱ 11
5	福岡	*0·9*	*0·9*	2·8	7·1	11·4	17·1	22·4	22·6	18·2	10·7	6·3	2·6	10·3	−8·2	大正8年 Ⅱ 5
6	大分	*0·4*	0·7	2·9	7·5	11·8	17·1	21·7	22·1	18·8	12·2	6·9	2·5	10·4	−7·8	大正7年 Ⅱ 19
7	松山	*0·4*	0·5	2·6	7·4	11·7	17·1	21·9	22·3	18·6	11·8	6·7	2·5	10·3	−8·3	大正2年 Ⅱ 12
8	高知	*0·6*	1·4	4·1	9·7	13·5	18·1	22·0	22·5	19·5	13·3	7·7	2·8	11·3	−7·6	昭和11年 Ⅰ 18
9	濱田	2·1	*1·7*	3·3	7·4	11·8	16·7	21·4	22·1	18·1	12·1	8·0	4·3	10·8	−6·8	昭和6年 Ⅰ 10
10	廣島	*0·3*	0·1	2·1	7·3	12·1	17·3	22·1	22·9	18·8	11·7	6·1	1·7	10·2	−8·6	大正6年 Ⅻ 28
11	境	*0·6*	*0·6*	2·4	6·9	11·2	16·4	21·5	22·3	18·3	11·6	6·9	2·9	10·1	−9·7	明治37年 Ⅰ 27
12	岡山	−0·8	−0·4	1·7	7·1	11·9	17·2	22·2	22·9	18·8	11·5	5·7	1·2	9·9	−8·1	明治28年 Ⅱ 22
13	京都	−1·7	−1·2	0·7	5·9	10·6	16·1	21·1	21·7	17·8	10·7	4·7	0·2	8·9	−11·9	明治24年 Ⅰ 16
14	大阪	*0·6*	0·9	2·9	8·3	13·1	18·1	22·9	23·6	19·6	12·9	7·4	2·8	11·1	−7·1	明治24年 Ⅰ 25
15	潮岬	*3·8*	4·3	6·3	11·4	15·3	18·9	22·9	23·3	21·2	16·1	11·4	6·8	13·5	−3·6	昭和6年 Ⅰ 10
16	名古屋	−1·2	−0·8	1·4	7·3	12·0	17·0	21·8	22·5	18·6	11·7	5·6	0·9	9·7	−10·3	昭和2年 Ⅰ 24
17	沼津	*0·4*	0·9	3·6	9·2	13·1	17·7	22·0	22·6	19·5	13·4	7·8	2·8	11·1	−8·1	明治26年 Ⅰ 26
18	東京	−1·4	−0·5	2·1	7·9	12·3	16·9	21·2	22·5	18·7	12·4	6·4	0·9	10·0	−8·6	昭和2年 Ⅰ 24
19	父島	14·4	*14·2*	15·1	17·7	20·2	22·7	24·2	24·7	24·3	22·9	20·0	16·5	19·7	7·0	大正7年 Ⅱ 14
20	水金	*3·4*	−2·6	−0·1	5·6	10·2	15·2	19·7	21·0	17·3	10·6	4·2	−1·2	8·0	−12·0	昭和2年 Ⅰ 30
21	澤本	−0·4	*−0·6*	1·2	6·0	10·9	16·0	20·7	21·5	17·7	11·5	6·3	2·1	9·4	−9·7	明治37年 Ⅰ 27
22	松宇	−7·0	−6·7	−3·1	2·7	7·6	13·9	18·6	13·8	14·7	7·0	1·1	−3·8	5·3	−24·8	明治33年 Ⅰ 27
23	都宮	*−5·1*	−4·1	−1·3	4·9	9·9	15·4	20·1	21·0	16·9	9·7	2·7	−2·9	7·3	−14·8	明治35年 Ⅰ 24
24	新潟	−1·2	*−1·2*	0·8	5·8	10·8	16·0	20·8	22·1	17·8	11·8	6·2	1·2	9·2	−9·7	明治35年 Ⅱ 13
25	山形	−5·8	−5·5	−2·8	2·6	8·0	13·5	18·5	19·3	14·8	7·7	1·9	−2·8	5·8	−20·0	明治24年 Ⅰ 29
26	石巻	*−8·9*	−3·3	−0·8	4·5	9·2	14·0	18·6	20·6	16·4	9·8	3·7	−1·3	7·3	−14·6	大正8年 Ⅰ 6
27	宮古	−5·5	−5·0	−2·4	2·8	7·3	12·1	17·0	18·9	14·8	8·1	2·1	−2·7	5·6	−17·3	明治41年 Ⅰ 23
28	秋田	−4·9	*−5·2*	−2·0	3·4	8·5	14·1	19·0	19·9	14·8	8·2	2·9	−2·0	6·4	−24·6	明治21年 Ⅱ 5
29	青森	−6·4	−6·3	−3·5	2·1	6·9	12·5	17·7	19·1	14·1	7·4	1·9	−3·3	5·2	−24·7	明治6年 Ⅱ 23
30	壽都	−6·3	−5·4	−2·8	2·0	6·4	11·0	16·0	18·4	14·4	8·2	1·8	−3·9	5·0	−15·7	明治45年 Ⅰ 3
31	札幌	*−11·2*	−10·5	−6·3	0·1	5·0	10·1	15·2	16·6	11·4	4·3	−1·0	−7·8	−2·2	−28·5	昭和4年 Ⅱ 1
32	川室	*−15·6*	−15·1	−9·8	−1·8	4·0	9·9	15·0	15·8	10·1	2·9	−2·7	−10·2	0·2	−41·0	明治35年 Ⅰ 25
33	那須	−8·8	*−9·7*	−6·0	−0·6	2·8	6·7	11·1	14·2	12·2	7·1	0·8	−5·2	2·1	−22·9	昭和6年 Ⅱ 18
34	大泊	−8·7	*−10·5*	−8·5	−2·1	1·1	4·9	9·7	12·1	9·1	4·7	−0·2	−5·2	0·5	−26·1	昭和6年 Ⅱ 20
35	大泊	*−15·5*	−14·9	−9·9	−2·6	1·4	6·3	11·3	13·6	9·6	3·2	−4·1	−10·8	−1·0	−32·7	明治42年 Ⅰ 11
36	釜山	−1·9	−0·7	2·9	8·3	12·5	16·9	21·3	22·8	18·4	12·1	6·0	0·4	9·9	−14·0	大正4年 Ⅰ 13
37	木浦	−2·2	−1·6	1·5	7·3	12·5	17·3	21·9	23·1	18·4	12·1	5·9	0·3	9·7	−14·2	大正4年 Ⅰ 13
38	仁川	−7·4	−5·4	−0·8	5·7	11·2	16·1	20·6	21·7	16·4	9·9	2·2	−4·8	7·1	−21·0	昭和6年 Ⅰ 11
39	陵山	−5·4	−4·1	−0·1	5·9	11·1	15·8	20·4	20·8	15·5	9·5	3·5	−2·2	7·6	−20·2	大正4年 Ⅰ 13
40	元山	−8·1	−6·8	−1·8	4·6	10·2	15·1	19·5	20·2	14·7	8·2	1·3	−5·2	6·0	−21·9	大正4年 Ⅰ 13

第6表　滿洲國各地の最低氣温　（℃）

（斜體數字は1年中の最低）

番號	地名	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
1	新京	−35·7	*−36·0*	−26·0	−15·5	−3·4	4·4	9·0	6·4	−2·7	−13·4	−27·2	−33·5
2	哈爾濱	*−41·4*	−33·9	−27·8	−14·0	−5·7	3·8	9·6	6·0	−3·0	−14·8	−31·6	−34·5
3	洮南	−36·4	−33·7	−25·8	−11·5	−2·0	4·0	10·1	5·4	−1·5	−11·5	−24·6	−32·0
4	々哈	*−37·5*	−32·4	−28·7	−12·2	−0·5	4·5	9·9	4·9	−1·4	−8·5	−25·4	−36·9
5	齊克山	−39·7	−35·6	−30·4	−11·0	−4·6	4·1	9·0	5·0	−3·7	−12·6	−28·9	*−40·6*
6	黑河	*−38·7*	−34·6	−34·6	−14·1	−1·0	6·2	10·4	5·3	−6·1	−11·3	−28·2	−38·1
7	富錦	*−32·5*	−31·6	−26·8	−9·2	0·1	5·2	11·3	7·6	3·6	−6·6	−21·3	−31·8
8	密山	*−33·1*	−32·0	−26·3	−7·5	−1·1	4·0	9·7	6·4	−0·2	−7·4	−22·1	−32·0
9	綏芬河	−30·6	−26·4	−23·2	−8·1	−1·0	2·9	8·2	6·7	−1·1	−7·9	−19·2	*−32·8*
10	牡丹江	−43·1	*−45·2*	−32·8	−18·2	−7·2	0·2	6·8	2·3	−5·3	−14·5	−32·3	−36·3
11	吉延	*−30·0*	−29·3	−17·8	−6·0	−1·4	5·9	12·3	10·9	−0·5	−7·4	−19·9	−29·9
12	吉敦	−29·4	*−31·0*	−22·7	−14·6	−1·0	7·1	12·2	10·4	0·0	−8·1	−23·4	−28·1
13	天奉	*−32·9*	−32·7	−25·0	−9·6	−2·0	6·5	10·7	9·6	−1·0	−10·0	−26·3	−31·3
14	原開	−34·4	*−36·6*	−34·0	−13·1	−3·2	4·9	10·7	7·6	−1·6	−10·6	−22·4	−35·0
15	遼源	*−31·7*	−28·6	−31·1	−9·3	−3·0	5·2	12·1	8·8	−1·4	−12·7	−21·5	−31·0

（續く）

第6表（續き）

番號	地名	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
16	錦州	*−26·0*	−24·9	−17·1	−8·6	−1·4	9·3	13·4	16·1	2·9	−3·9	−16·0	−23·0
17	承德	*−20·2*	−15·7	−14·2	−4·0	5·0	13·8	15·1	11·9	4·0	−3·3	−10·5	−18·4
18	赤峰	*−30·3*	−30·1	−23·6	−10·3	−0·2	3·7	11·5	7·7	0·1	−8·3	−24·0	−30·2
19	索倫	−28·8	−29·6	−24·7	−12·0	0·3	1·9	9·7	1·9	−2·5	−14·6	−27·4	*−34·3*
20	札蘭屯	−38·8	*−40·0*	−31·0	−16·7	−4·7	1·2	7·1	3·3	−5·5	−16·8	−27·9	−32·8
21	興安	*−42·7*	−34·8	−31·7	−14·9	−4·1	1·3	6·3	2·4	−4·2	−16·3	−29·9	−39·5
22	海拉爾	*−49·3*	−46·6	−36·6	−27·4	−8·1	1·7	6·0	−0·1	−7·1	−27·2	−37·3	−46·9
23	滿洲	*−46·9*	−41·8	−34·8	−26·9	−8·4	−4·1	6·3	−0·9	−7·9	−23·8	−36·7	−46·5
24	大連	*−19·9*	−19·3	−12·6	−4·0	1·4	10·2	14·9	15·0	5·8	−2·9	−11·6	−18·9

（4）平均濕度

第7表　本邦各地の平均濕度　（%）

（太數字は最大、斜體數字は最小の値を示す）

番號	地名	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	全年
1	花蓮港	79	81	80	82	**84**	**84**	81	81	81	77	77	77	80
2	臺北	84	**85**	84	83	82	81	77	78	80	81	81	84	82
3	鹿兒島	*74*	*74*	*74*	76	77	**83**	82	80	80	76	77	76	77
4	本熊	76	75	*72*	74	75	80	**81**	78	80	77	79	78	77
5	岡福	*73*	74	*73*	77	78	81	81	82	**84**	80	78	75	78
6	大分	*70*	72	73	77	79	83	**84**	83	83	78	76	71	77
7	松山	72	72	*71*	74	76	79	79	79	**81**	78	77	73	76
8	高知	68	*67*	68	73	77	84	**85**	83	82	76	75	71	76
9	濱田	*65*	66	66	71	75	80	**81**	79	80	75	68	*65*	72
10	廣島	72	71	*70*	73	73	78	79	76	77	73	75	74	74
11	境	79	78	*74*	76	78	81	82	82	**83**	79	78	79	79
12	岡山	*73*	72	*70*	71	72	76	77	77	**78**	77	77	75	75
13	都京	78	75	73	73	*72*	76	78	77	80	**80**	**80**	79	77
14	阪大	71	*70*	*70*	72	73	**77**	**77**	**77**	74	76	75	72	74
15	潮岬	*63*	65	67	77	80	86	89	87	84	76	71	66	76
16	名古屋	74	71	*69*	72	73	78	79	79	**82**	79	76	76	76
17	沼津	66	*65*	66	73	76	79	**81**	78	79	77	73	68	73
18	東京	*63*	*63*	65	71	75	80	**82**	80	**82**	79	73	67	73
19	父島	*71*	72	74	80	84	**85**	81	83	82	82	79	73	79
20	水金	*69*	*69*	70	75	79	83	85	85	**86**	83	78	74	78
21	澤本	77	76	72	*71*	73	78	80	79	80	78	76	76	76
22	松宇	76	75	71	*69*	71	76	80	81	**83**	82	78	77	77
23	都宮	72	*69*	*69*	72	76	80	**83**	**83**	**83**	81	77	74	77
24	新潟	80	79	74	*73*	75	79	81	78	79	77	76	79	78
25	山形	86	84	79	*71*	*71*	76	80	79	83	83	83	**87**	80
26	石巻	75	73	*72*	76	81	87	**90**	89	88	83	79	77	81
27	宮古	*68*	70	69	70	77	84	**87**	**87**	**87**	83	74	69	77
28	秋田	80	79	*76*	*76*	80	83	**86**	85	85	82	80	79	81
29	青森	81	79	75	*72*	75	80	**83**	82	81	75	77	79	78
30	壽都	75	74	72	72	77	83	**86**	83	78	73	*71*	72	76
31	札幌	79	78	75	*72*	75	81	84	83	**85**	80	76	77	79
32	川室	**88**	85	79	73	*71*	75	80	82	84	82	84	86	81
33	那須	72	76	77	80	84	90	**92**	92	87	79	71	*68*	81
34	大泊	82	84	83	80	81	86	**89**	88	84	79	*77*	*77*	83
35	大泊	81	81	80	80	82	86	**89**	88	85	79	*76*	*79*	82
36	釜山	*50*	52	57	67	71	78	**83**	79	73	64	59	53	65
37	木浦	71	*70*	*70*	75	76	81	**86**	82	77	73	72	71	75
38	仁川	66	*65*	66	70	74	79	**85**	81	74	69	67	66	72
39	陵山	*54*	60	61	63	67	74	79	**81**	77	67	60	*55*	66
40	元山	*54*	57	58	63	68	76	**82**	**82**	76	66	58	*52*	66

(5) 各地時別溫濕度

第 3 表 臺 北 氣 溫 (°C)

時別＼月別	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月
1	14·4	13·7	15·7	18·9	23·1	25·8	25·4	25·3	24·5	22·5	18·2	16·8
2	14·3	13·6	15·6	18·6	22·9	25·5	25·1	25·1	24·3	22·2	18·1	16·7
3	14·2	13·4	15·4	18·3	22·7	25·2	24·8	24·9	24·2	22·0	18·0	16·6
4	14·1	13·2	15·3	18·1	22·5	25·0	24·6	24·7	24·1	21·8	17·9	16·5
5	14·0	13·1	15·2	17·9	22·3	24·7	24·4	24·5	23·9	21·6	17·8	16·5
6	13·8	13·0	15·0	17·7	22·2	24·5	24·2	24·3	23·8	21·5	17·7	16·4
7	13·8	12·8	15·0	17·8	22·3	24·6	24·4	24·3	23·8	21·3	17·7	16·3
8	13·7	12·9	15·2	18·4	23·2	25·8	25·3	25·1	24·5	21·9	17·9	16·2
9	14·4	14·1	16·3	20·3	25·2	28·8	28·0	26·9	26·4	24·1	18·8	17·1
10	15·7	15·3	17·8	22·1	26·6	30·7	29·9	28·9	28·0	25·4	19·8	18·3
11	17·0	16·7	19·1	23·7	27·7	32·1	31·3	30·3	29·2	27·0	20·7	19·5
12	17·9	17·3	19·9	24·8	28·6	33·1	32·2	31·0	29·9	27·7	21·1	20·0
13	18·2	18·0	20·1	25·7	28·8	33·4	32·7	31·4	30·1	28·3	21·4	20·3
14	18·6	18·0	20·2	26·0	28·8	33·3	32·9	31·5	30·3	28·4	21·5	20·4
15	18·3	17·8	20·2	25·8	28·5	33·2	32·2	31·5	30·2	28·2	21·4	20·1
16	17·9	17·5	19·7	25·1	28·1	32·4	30·9	30·7	30·0	27·7	20·9	19·6
17	17·3	16·9	19·1	24·3	27·5	31·5	29·9	30·3	29·3	26·8	20·1	18·8
18	16·4	16·1	18·3	23·7	26·8	30·7	29·3	29·5	28·3	25·5	19·4	18·1
19	15·7	15·1	17·5	22·3	25·9	29·5	28·7	28·4	26·9	24·3	18·8	17·5
20	15·4	14·6	16·9	21·2	25·0	28·4	27·8	27·4	26·1	23·7	18·5	17·1
21	15·0	14·3	16·6	20·6	24·4	27·7	27·1	26·8	25·7	23·3	18·4	16·9
22	14·8	14·1	16·3	20·2	24·0	27·1	26·7	26·3	25·4	23·0	18·3	16·8
23	14·6	13·9	16·1	19·8	23·8	26·6	26·3	26·0	25·0	22·7	18·3	16·8
24	14·5	13·8	15·9	19·4	23·5	26·2	25·8	25·7	24·8	22·5	18·3	16·7
平均	15·6	15·0	17·2	21·3	25·2	28·6	27·9	27·5	26·6	24·3	18·1	17·8

第 9 表 臺 北 濕 度 (%)

時別＼月別	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月
1	93	92	90	86	88	90	91	90	90	88	85	88
2	93	92	91	86	89	91	92	90	91	89	86	89
3	93	92	90	88	90	92	92	90	91	89	87	89
4	93	93	91	88	90	93	93	91	91	90	88	88
5	93	93	92	89	91	93	93	92	91	91	88	88
6	93	93	92	90	91	93	93	92	91	92	88	89
7	93	93	92	90	91	91	93	92	91	92	87	89
8	93	93	92	87	87	86	89	88	88	90	86	90
9	91	89	88	80	80	74	77	81	81	81	83	87
10	86	83	81	73	73	65	71	75	74	76	78	82
11	81	79	76	68	68	59	63	69	69	69	73	77
12	78	78	72	64	66	56	61	66	67	65	71	75
13	79	76	72	72	65	56	60	65	66	63	70	74
14	77	76	71	61	65	58	60	65	64	62	69	74
15	78	77	70	61	66	58	63	66	65	63	69	75
16	79	79	72	63	67	61	67	68	66	64	71	76
17	81	80	75	66	70	65	70	69	69	67	74	80
18	84	83	77	69	72	67	73	73	72	73	78	83
19	87	86	80	73	76	72	76	77	78	79	82	85
20	89	88	83	78	81	77	81	82	83	82	83	87
21	90	88	86	81	84	81	85	85	85	85	84	88
22	91	89	87	84	86	84	87	87	86	85	84	88
23	91	90	88	85	87	87	89	89	88	86	84	88
24	92	90	89	86	87	89	90	89	89	87	84	88
平均	87	86	83	77	80	76	79	80	80	80	80	84

第 10 表 鹿 兒 島 氣 溫 (°C)

時別＼月別	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月
1	5·97	7·88	9·39	12·95	16·35	20·46	24·58	25·28	21·67	16·61	12·28	4·79
2	5·70	7·65	9·20	12·84	16·05	20·20	24·42	25·13	21·47	16·36	12·11	4·83
3	5·50	7·40	9·05	12·59	15·67	20·05	24·21	24·95	21·18	16·05	11·86	4·78
4	5·32	7·13	9·04	12·37	15·28	19·85	23·99	24·74	20·96	15·68	11·77	4·72
5	5·26	6·82	8·79	12·14	14·99	19·77	23·87	24·69	20·80	15·42	11·60	4·70
6	5·30	6·63	8·67	12·13	15·02	19·87	24·01	24·62	20·65	15·38	11·70	4·60
7	5·50	6·78	8·72	12·86	16·38	21·20	25·22	25·73	21·19	15·72	11·81	4·70
8	5·78	7·31	10·06	14·45	18·51	22·41	26·95	27·82	22·79	17·60	12·98	5·32
9	7·22	9·06	12·06	16·73	20·33	23·56	27·93	29·05	24·90	20·48	15·38	7·76
10	9·40	10·93	13·46	17·75	21·30	24·55	28·58	29·88	25·78	22·30	17·53	10·17
11	10·68	12·10	14·41	18·73	22·06	25·16	28·91	30·52	26·71	23·25	18·33	11·67
12	11·39	12·79	15·01	19·64	22·56	25·46	29·46	30·73	27·15	23·78	18·99	12·33
13	11·92	13·29	15·40	19·93	22·81	25·66	29·69	31·07	27·62	24·06	19·36	12·67
14	12·20	13·47	15·74	20·15	23·01	26·01	29·82	31·21	27·85	24·15	19·42	12·94
15	12·18	13·61	15·69	20·04	23·19	25·79	29·86	31·34	27·91	24·15	19·29	12·97
16	11·98	13·53	15·40	19·15	22·90	25·53	29·69	30·89	27·62	23·69	18·80	12·31
17	11·08	12·17	14·69	18·90	22·48	25·06	29·35	30·36	26·72	22·77	17·56	10·79
18	9·63	11·45	13·62	17·90	21·56	24·51	28·65	29·24	25·55	21·09	15·84	9·08
19	8·58	10·42	12·35	16·78	20·36	23·55	27·69	27·85	24·29	19·90	14·85	7·90
20	7·63	9·75	11·47	15·74	19·28	22·67	26·76	27·10	23·71	19·22	14·11	7·04
21	7·08	9·15	10·74	15·04	18·39	22·07	26·02	26·62	23·06	18·53	13·42	6·40
22	6·74	8·80	10·25	14·52	17·74	21·70	25·65	26·14	22·63	18·21	12·79	5·98
23	6·57	8·39	9·85	14·00	17·22	21·38	25·33	25·76	22·13	17·62	12·42	5·45
24	6·29	8·06	9·59	13·64	16·81	21·09	25·03	25·46	21·90	17·03	12·11	5·20
平均	8·12	9·80	11·77	15·89	19·18	22·82	26·90	27·76	24·01	19·54	14·85	7·88

第 11 表 鹿 兒 島 濕 度 (%)

時別＼月別	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月
1	86·0	85·1	87·2	87·6	91·2	85·8	91·6	87·9	91·8	90·7	91·7	86·0
2	87·0	85·5	88·2	87·3	92·0	86·5	92·1	88·3	92·4	91·3	92·1	85·4
3	88·4	85·6	88·6	87·7	92·5	86·7	92·8	88·8	92·5	92·0	92·7	85·9
4	89·7	86·3	88·7	87·3	93·2	87·5	93·5	89·3	93·1	93·1	93·5	86·1
5	90·2	86·3	89·0	87·3	93·8	87·7	94·1	89·7	93·6	93·5	93·8	85·6
6	90·6	86·8	88·1	87·1	94·0	88·0	93·4	89·9	94·3	93·0	92·9	86·1
7	89·1	86·4	87·8	85·2	90·0	82·9	88·9	85·8	93·1	91·6	92·8	85·4
8	87·7	84·5	82·9	80·2	82·9	77·3	81·1	76·9	87·6	85·3	89·3	84·6
9	82·8	79·0	73·2	81·4	74·0	72·7	76·8	72·0	78·9	74·5	81·1	76·4
10	75·0	73·1	67·2	66·5	70·4	69·0	73·9	68·6	75·0	68·1	71·2	65·9
11	69·4	69·6	64·3	63·8	67·5	65·9	72·2	66·4	71·3	64·4	67·2	60·1
12	66·2	67·6	62·1	60·0	65·8	65·8	69·6	65·6	69·6	61·7	64·0	57·1
13	64·7	65·9	61·2	59·4	66·1	65·0	69·5	64·5	67·2	61·1	61·9	55·3
14	62·6	66·2	61·2	59·6	64·4	63·6	68·0	63·5	67·7	61·2	62·2	54·5
15	61·7	66·6	61·5	60·9	63·3	65·8	68·6	63·4	65·6	61·1	63·1	55·0
16	62·5	66·1	62·8	61·8	64·0	66·5	69·0	63·5	66·7	63·2	64·3	57·2
17	66·8	68·6	64·5	64·0	66·3	68·2	69·6	66·7	70·0	67·3	69·9	64·0
18	73·4	74·9	69·1	68·2	70·3	70·7	73·2	70·5	75·8	74·5	88·5	72·0
19	77·6	80·0	75·3	73·8	74·1	73·8	76·8	77·4	81·8	80·2	82·4	77·0
20	82·3	81·5	79·3	79·2	79·8	78·7	81·5	81·5	84·1	82·9	85·1	80·0
21	84·6	83·5	82·9	82·3	83·3	81·8	86·2	83·9	87·0	85·0	87·8	81·5
22	85·3	84·4	84·3	83·9	86·1	83·3	87·7	85·5	88·0	85·5	89·5	82·2
23	85·0	84·6	85·7	85·4	88·0	83·9	89·1	86·8	90·4	87·1	90·2	83·8
24	85·5	85·4	86·6	86·9	90·1	85·5	90·2	88·3	91·5	89·6	91·3	85·0
平均	78·9	78·5	76·7	75·7	79·3	76·8	81·2	77·7	82·1	79·1	81·2	74·7

第12表 福岡氣溫 (°C)

時別＼月別	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
1	4·9	3·5	5·2	9·2	13·9	18·4	24·1	24·4	18·9	10·9	8·9	6·1
2	4·7	3·3	4·9	8·9	13·6	18·1	23·9	24·2	18·6	10·7	8·9	6·0
3	4·7	3·3	4·9	8·7	13·6	17·8	23·7	23·9	18·5	10·5	8·8	5·9
4	4·5	3·2	4·8	8·7	13·4	17·7	23·6	23·7	18·2	10·4	8·5	5·8
5	4·5	3·2	4·6	8·6	13·3	17·4	23·6	23·6	18·2	10·3	8·4	5·9
6	4·4	3·3	4·4	8·4	13·3	17·6	23·7	23·6	18·2	10·2	8·4	5·8
7	4·3	3·3	4·5	9·4	15·1	19·0	25·0	24·8	18·9	10·7	8·4	5·8
8	4·8	3·7	5·9	11·5	17·3	21·1	26·8	26·2	20·6	13·3	9·7	6·2
9	5·9	4·8	7·6	13·3	19·2	22·4	28·1	27·6	22·1	16·5	11·8	7·5
10	7·6	6·1	8·9	14·7	20·0	23·2	28·9	28·5	22·8	18·7	13·6	8·9
11	8·8	7·0	9·8	15·6	20·9	23·7	29·2	29·1	23·5	19·7	15·0	10·1
12	10·1	7·1	10·2	16·1	21·1	24·2	29·8	29·3	23·7	20·3	15·7	10·8
13	10·4	7·5	10·6	16·3	21·2	24·5	30·1	29·3	23·8	20·7	15·8	11·0
14	10·6	7·6	10·8	16·3	21·3	24·5	30·3	29·5	23·9	20·6	15·8	11·1
15	10·5	7·6	10·6	16·1	21·4	24·3	30·3	29·4	23·6	20·4	15·4	11·1
16	10·2	7·3	10·4	15·7	21·1	23·8	29·9	29·0	23·2	19·7	15·0	10·6
17	9·3	6·8	10·0	15·3	20·5	23·2	29·4	28·3	22·5	18·5	13·9	9·8
18	8·1	6·0	9·0	14·3	19·6	22·4	28·8	27·4	21·7	16·8	12·5	8·8
19	6·9	5·2	7·9	13·2	18·2	21·4	27·6	26·5	20·9	14·8	11·5	8·0
20	6·0	4·6	7·0	12·1	15·0	20·6	26·7	25·9	20·4	13·5	10·6	7·4
21	5·5	4·1	6·3	11·2	15·9	20·1	26·0	25·5	19·9	12·4	10·1	7·0
22	5·3	3·8	5·8	10·7	15·2	19·7	25·5	25·2	19·5	11·9	9·6	6·7
23	5·0	3·6	5·4	10·2	14·6	19·2	25·0	24·9	19·1	11·4	9·2	6·7
24	5·0	3·5	5·3	9·9	14·2	18·8	24·6	24·6	18·8	11·0	8·7	6·4
平均	6·7	5·0	7·3	12·3	17·3	21·0	26·9	26·4	20·8	14·7	11·4	7·9

第13表 福岡濕度 (%)

時別＼月別	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
1	81	79	78	86	91	93	93	91	95	93	85	84
2	81	79	79	85	91	93	93	91	96	93	84	85
3	81	78	77	86	91	94	93	92	96	92	85	85
4	83	80	77	86	91	94	93	93	96	92	86	85
5	83	80	77	87	92	94	93	92	97	93	88	84
6	83	78	76	89	92	94	92	93	97	92	87	85
7	84	77	76	87	87	89	88	88	96	91	86	86
8	82	76	72	78	79	81	80	83	90	85	84	84
9	79	72	67	72	70	74	74	77	83	72	75	80
10	73	67	60	67	68	71	70	74	80	62	67	74
11	68	64	58	62	64	69	69	72	78	56	61	69
12	62	63	57	60	64	68	68	71	76	53	59	67
13	60	63	57	60	64	68	67	72	76	51	59	67
14	60	61	57	60	63	68	66	71	75	52	60	65
15	59	62	58	60	63	70	65	71	77	53	62	64
16	61	63	58	62	65	72	67	73	78	54	64	66
17	64	65	60	64	66	74	70	75	81	62	68	69
18	69	70	64	69	69	77	72	78	84	71	76	74
19	76	71	71	76	76	82	78	83	88	81	81	77
20	81	74	74	82	84	85	82	86	90	86	83	80
21	82	76	76	86	87	88	87	88	92	89	84	81
22	82	77	76	85	89	90	90	89	93	91	84	82
23	83	77	76	86	91	92	91	90	94	92	84	82
24	81	78	76	87	91	92	92	91	95	93	85	83
平均	75	72	69	67	79	82	81	83	88	77	77	77

第14表 廣島氣溫 (°C)

時別＼月別	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
1	1·5	1·1	6·5	9·9	15·7	19·3	23·4	24·0	18·9	16·0	7·2	4·0
2	1·3	1·0	6·2	9·3	15·4	19·0	23·1	23·8	18·4	15·7	7·0	3·9
3	1·3	0·9	5·9	8·9	15·2	18·8	22·9	23·5	18·1	15·4	6·7	3·6
4	1·1	0·9	5·6	8·5	15·0	18·5	22·7	23·3	17·9	15·3	6·5	3·4
5	0·8	0·5	5·4	8·1	14·8	18·3	22·6	23·2	17·6	15·0	6·3	3·4
6	0·7	0·4	5·2	7·9	14·8	18·5	22·5	23·1	17·3	14·8	6·2	3·3
7	0·6	0·2	5·2	8·3	15·6	19·3	23·1	23·6	17·6	14·9	6·0	3·2
8	0·9	0·7	6·4	10·2	17·0	20·6	24·5	24·9	19·3	16·0	6·5	3·5
9	2·1	2·2	8·7	13·0	18·6	21·8	25·9	26·6	22·2	18·1	8·7	5·1
10	3·8	4·5	10·4	14·9	18·9	22·4	26·9	27·3	24·0	20·0	11·7	7·5
11	5·3	5·5	11·3	15·4	19·7	23·0	27·3	28·0	25·0	21·0	13·6	9·3
12	5·9	5·9	12·0	15·9	20·0	23·3	27·6	28·1	25·7	21·3	14·5	10·0
13	6·0	6·3	12·2	16·3	20·4	23·7	27·8	28·6	26·1	21·8	14·8	10·3
14	6·2	6·6	12·4	16·6	20·7	23·6	27·8	28·9	26·1	21·8	14·8	10·6
15	5·8	6·7	12·5	16·5	20·7	23·6	27·5	28·7	26·1	21·7	14·9	10·4
16	5·5	6·4	12·4	16·5	20·6	23·5	27·4	28·4	25·6	21·2	14·1	9·7
17	4·8	5·7	11·9	16·1	20·2	23·2	27·2	27·9	24·9	20·3	13·2	8·7
18	4·1	4·7	11·2	15·3	19·7	22·6	26·8	27·2	23·8	19·4	12·0	7·6
19	3·6	4·2	10·4	14·4	18·9	21·8	26·3	26·6	22·8	18·6	10·8	6·7
20	3·0	3·4	9·6	13·6	18·4	21·3	25·7	26·1	22·0	17·9	9·8	7·0
21	2·6	2·8	8·8	12·7	17·8	20·8	25·2	25·7	21·1	17·3	8·9	5·3
22	2·4	2·3	8·2	12·1	17·3	20·4	24·7	25·2	20·4	16·9	8·2	4·7
23	2·0	1·7	7·6	11·4	16·8	20·0	24·3	24·7	19·7	16·5	7·7	4·3
24	1·8	1·3	7·1	10·9	16·3	19·7	23·9	24·4	19·2	16·2	7·3	4·0
平均	3·0	3·2	8·9	12·6	17·8	21·1	25·3	25·9	21·7	18·1	9·9	6·2

第15表 廣島濕度 (%)

時別＼月別	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
1	81	82	85	80	88	89	90	91	86	87	88	81
2	81	82	85	83	90	90	91	92	87	88	87	80
3	81	84	85	83	90	91	91	92	88	88	87	83
4	83	81	86	84	90	92	91	93	88	88	87	83
5	83	81	87	84	90	92	92	93	88	89	87	82
6	83	80	87	84	90	91	92	93	89	90	88	82
7	82	81	86	83	88	87	89	91	87	90	89	83
8	80	80	83	77	82	82	84	86	80	86	88	83
9	75	74	73	65	77	78	79	79	69	78	80	78
10	67	64	68	62	76	77	75	76	64	71	69	68
11	59	57	65	60	75	76	75	73	62	66	61	59
12	58	56	64	70	73	75	74	72	70	65	57	56
13	57	56	64	61	72	74	74	71	58	63	56	55
14	56	55	63	61	71	74	73	70	60	65	56	53
15	58	55	62	62	70	73	74	70	60	65	54	52
16	58	55	13	61	70	73	75	72	62	66	56	55
17	60	58	64	61	72	73	74	74	65	68	60	59
18	65	62	66	63	73	75	75	76	68	72	67	65
19	67	65	69	67	76	79	78	79	72	76	74	70
20	71	69	74	71	78	82	80	82	76	79	79	73
21	75	73	77	73	81	83	83	84	79	82	82	76
22	76	75	80	74	84	85	86	86	81	83	84	79
23	78	79	82	76	86	86	88	88	83	84	86	81
24	79	81	84	78	88	87	90	89	85	85	87	83
平均	71	70	75	71	80	82	82	82	75	78	75	72

第 16 表 大阪氣温 (°C)

時別＼月別	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
1	1·66	1·68	7·19	10·64	16·51	20·26	24·13	24·64	20·16	16·39	7·57	4·70
2	1·57	1·36	6·83	10·17	16·22	19·89	23·84	24·41	19·78	16·13	7·27	4·40
3	1·38	1·09	6·46	9·75	15·97	19·62	23·51	24·17	19·39	15·89	7·03	4·20
4	1 16	0·82	6·11	9·32	15·74	19·41	23·34	24·07	19·17	15·63	6·78	4·02
5	1·03	0·74	5·79	9·02	15·65	19·28	23·17	23·93	19·02	15·46	6·59	3·87
6	1·02	0·70	5·50	9·01	15·95	19·66	23·46	23·99	18·91	15·22	6·58	3·86
7	0·95	0·69	5·90	10·32	17·39	20·71	24·42	25·18	20·05	15·70	6·70	3·62
8	1·55	1·70	7·72	12·45	18·99	22·01	25·81	26·55	21·99	17·20	8·12	4·23
9	2·97	3·28	9·92	14·32	20·31	23·14	26·90	27·78	24·01	18·94	10·21	5·85
10	4·35	4·53	11·62	15·71	21·34	23·94	27·83	28·71	25·23	20·22	12·20	7·46
11	5·56	5·53	12·52	16·79	22·08	24·65	28·59	29·63	25·95	21·08	13·81	8·55
12	6·31	6·08	13·15	17·38	22·28	25·23	29·25	29·95	26·63	21·67	14·61	9·20
13	6·83	6·61	13·70	17·99	22·42	25·62	29·68	30·25	27·16	22·14	14·95	10·02
14	6·89	6·94	13·95	18·42	22·38	25·78	29·67	30·25	27·48	22·07	15·18	10·30
15	6·68	6·88	13·92	18·35	22·06	25·74	29·45	29·86	27 28	21·93	15·01	10·27
16	6·25	6·55	13·53	17·73	21·71	25·45	29·24	29·31	26·84	21·29	14·37	9·71
17	5·35	5·79	12·75	17·08	21·18	24·85	28·78	28·80	25·60	20·43	13·20	8·78
18	4·55	5·06	11·82	16·14	20·71	24·11	28·16	27·83	24·63	19·66	12·27	7·98
19	3·86	4·36	10·74	14·87	19·78	23·09	27·16	26·92	23·63	18·84	10·97	7·04
20	3·32	3·78	10·02	13·87	19·04	22·40	26·35	26·35	22·94	18·17	10·06	6·44
21	2·81	3·29	9·38	13·11	18·47	21·82	25·77	25·90	22·16	17·60	9·30	5·90
22	2·35	2·74	8·76	12·48	17·96	21·29	25·33	25·55	21·54	17·12	8·68	5·52
23	2·15	2·36	8·21	11·90	17·48	20·81	24·89	25·27	20·94	16·63	8·16	5·15
24	1·93	1·96	7·73	11·37	17·10	20·57	24·63	24·93	20·42	16·38	7·70	4·84
平均	3·44	3·52	9·72	13·67	19·11	22·47	26·39	26·84	22·95	18·41	10·31	6·50

第 17 表 大阪濕度 (%)

時別＼月別	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	11月
1	75·0	72·3	82·9	83·9	83·7	85·1	86·7	88·0	88·1	88·2	87·5	77·0
2	75·5	74·5	84·6	85·2	85·2	86·9	87·8	89·1	89·1	89·0	88·5	78·3
3	76·7	76·0	86·0	86·7	86·0	88·0	89·4	90·1	90·5	89·5	89·0	78·9
4	78·1	78·0	88·1	88·0	86·0	89·1	89·7	90·2	91·1	89·7	89·2	78·6
5	79·1	79·4	89·5	88·6	86·1	89·8	90·4	90·1	91·7	90·2	90·1	79·0
6	79·3	79·6	89 8	87·6	84·7	88·7	89·0	90·6	92·0	91·3	90·3	78·5
7	80·8	79·2	88·9	83·6	78·8	84·2	85·1	85·1	87·3	89·2	89·6	80·3
8	77·8	75·3	82·5	75·6	72·7	77·8	78·1	78·1	79·7	83·3	85·1	79·3
9	71·4	65·9	71·2	66·7	67·1	72·2	73·6	72·7	69·8	76·3	75·8	71·6
10	64·5	59·3	65·5	61·7	63·0	69·7	69·4	68·4	64·7	69·6	67·7	65·3
11	58·9	55·5	62·4	58·2	60·7	67·9	67·0	63·5	61·2	66·3	60·0	60·5
12	55·1	53·9	59·5	56·3	60·6	65·7	64·1	63·1	58·8	64·1	55·8	58·1
13	52·3	51·6	57·8	54·0	60·7	63·9	62·6	62·0	56·8	62·2	53·7	54·5
14	52·7	50·1	56·6	52·6	60·2	63·2	62·9	61·4	54·2	62·8	52·3	53·0
15	53·6	52·0	56·1	53·8	61·5	63·3	64·5	62·9	54·3	62·4	53·3	54·1
16	53·0	53·4	58·1	55·4	63·4	63·5	64·9	65·8	57·1	63·7	54·9	55·9
17	56·9	55·6	61·6	57·9	65·8	66·5	66·0	68·1	61·9	68·2	61·8	59·9
18	60·5	59·0	65·9	61·7	67·8	69·5	68·8	71·7	66·7	72·3	65·0	63·2
19	63·7	61·2	70·6	68·7	72·9	73·2	72·9	76·8	72·0	76·6	72·2	67·5
20	66·5	65·0	72·6	74·1	75·9	75·8	76·8	79·9	75·5	79·6	76·5	69·7
21	69·2	66·7	75·2	78·1	77·9	79·4	80·0	82·0	80·0	82·8	79·6	72·3
22	71·5	68·3	77·6	79·4	79·3	81·4	82·5	84·5	82·3	84·7	81·9	73·4
23	71·2	69·7	80·5	82·1	81·7	83·5	84·8	85·0	85·1	87·0	84·3	74·5
24	72·2	71·5	82·1	83·4	83·0	83·8	85·5	86·5	87·3	87·7	85·8	76·0
平均	67·3	65·5	73·6	71·8	73·5	76·3	76·8	77·3	74·9	78·2	74·6	69·1

第 18 表 名古屋氣温 (°C)

時別＼月別	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
1	1·88	3·95	4·66	9·55	14·30	17·22	23·38	24·35	19·90	14·10	8·96	1·89
2	1·70	3·75	4·42	9·19	13·99	16·91	23·07	24·10	19·58	13·76	8·71	1·90
3	1·56	3·53	4·04	8·85	13·70	16·64	22·80	23·91	19·26	13·53	8·56	1·72
4	1·29	3·28	3·80	8·50	13·39	16·41	22·63	23·68	19·01	13·26	8·42	1·43
5	0·99	3·17	3·61	8·15	13·14	16·24	22·50	23·51	18·86	13·09	8·28	1·15
6	0·88	2·97	3·35	8·08	13·29	16·51	22·89	23·57	18·84	12·75	8·05	1·08
7	0·82	2·80	3·82	9·59	15·13	18·00	24·15	25·16	19·78	13·03	8·11	0·97
8	1·39	3·78	5·68	11·84	17·27	19·41	25·57	27·30	21·47	14·83	9·37	1·74
9	3·27	5·70	7·56	14·00	19·10	20·86	26·80	28·70	23·15	16·97	11·38	3·80
10	5·00	7·28	9·24	15·38	20·32	22·17	27·79	29·71	24 59	18·77	13·28	5·66
11	6·29	8·56	10·61	16·70	21·34	23·19	28·63	30·98	25·30	19·96	14·51	6·92
12	7·32	9·56	11·68	17·50	21·97	23·99	29·46	31·89	26·13	20·69	15·11	7·71
13	7·65	10·20	12·50	17·83	22·54	24·50	29·82	32·71	26·83	21·09	15·68	8·19
14	8·03	10·31	12·92	18·13	22·79	24·50	29·86	32·93	27·04	21·18	15·66	8·56
15	7·65	10·29	12·59	17·63	22·69	24·48	29·71	32·76	26·90	20·86	15·27	8·07
16	7·02	9·42	11·78	16·72	21·99	23·94	29·09	31·85	26·09	19·78	14·02	6·70
17	5·66	8·25	10·38	15·69	20 65	22·87	28·03	30·11	24·59	18·08	12·59	5·19
18	4·56	6·93	8·90	14·28	19·12	21·56	26·87	28·46	23·22	16.88	11·58	4·32
19	3·94	6·04	7·63	13·06	17·66	20·33	25·78	22·10	22·23	16·19	10·93	3·72
20	3·40	5·51	6·91	12·33	16·74	19·44	25·10	26·26	21·60	15·67	10·51	3·18
21	2·88	5·03	6·17	11·76	16·12	18·92	24·66	25·66	21·09	15·28	10·10	2·78
22	2·50	4·75	5·62	11·36	15·58	18·48	24·30	25·21	20·67	14·92	9·75	2·35
23	2·15	4·48	5·18	10·84	15·08	18·12	23·96	24·84	20·33	14·60	9·25	2·05
24	1·86	4·21	4·89	10·45	14·67	17·80	23·71	24·52	20·07	14·29	8·95	1·88
平均	3·74	5·99	7·42	12·81	17·61	20·10	25·86	27·47	22·36	16·40	11·13	3·87

第 19 表 名古屋濕度 (%)

時別＼月別	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
1	85·8	87·8	81·1	85·7	84·4	89·6	92·6	92·2	92·1	91·9	91.4	86·8
2	86·8	88·1	82·3	87·2	85·7	90·5	93·5	92·8	93·2	93·0	92·8	86·9
3	85·8	89·4	83·7	88·8	87·0	91·3	94·3	93·6	94·1	92·9	92·8	87·0
4	86·2	89·0	84·8	89·3	88·1	91·6	94·6	94·0	94·6	93·1	92·3	86·8
5	87·0	89·4	84·9	90·2	87·6	92·3	95·1	94·4	95·2	93·5	91·9	88·2
6	87·0	80·1	85·3	89·9	87·4	91·8	94·9	94·6	95·2	94·4	93·0	88·5
7	86·4	90·0	84·5	83·8	79·1	85·7	89·5	89·2	92·5	94·0	92·9	88·8
8	84·3	84·7	76·3	74·3	70·6	78·7	83·5	79·5	85·5	87·6	88·3	87·0
9	76·3	74·7	67·7	66·1	63·2	72·5	78·4	72·9	78·6	79·2	80·6	77·7
10	69·1	69·2	61·9	63·0	59·1	67·5	75·5	69·4	71·9	71·9	72·5	69·7
11	64·4	64·7	57·7	59·0	56·2	63·5	72·2	64·7	69·7	68·4	67·3	64·8
12	61·3	62·3	54·3	57·0	54·2	62·7	68·9	61·0	67·3	66·2	65·1	61·3
13	60·1	60·8	51·8	57·0	53·9	62·2	68·4	57·4	65·0	66·0	63·1	58·9
14	59·5	60·8	50·2	57·0	53·7	63·1	67·8	58·5	64·4	65·7	64·0	56·1
15	60·2	61·2	50·7	58·7	53·6	62·4	68·8	59·3	65·6	66·6	65·7	58·3
16	64·0	63·8	52·9	61·9	55·7	63·6	72·0	61·7	68·9	71·1	71·2	63·9
17	71·7	69·4	58·0	65·4	58·9	66·7	75·4	68·5	74·4	77·9	76·7	70·8
18	76·5	75·8	64·4	70·0	65·0	71·7	80·9	75·3	80·2	81·7	80·4	75·8
19	77·8	79·2	68·5	74·6	70·8	76·8	85·9	82·7	83·7	83·7	83·5	78·0
20	80·4	81·5	71·1	77·3	75·5	82·6	88·8	86·4	85·7	85·7	84·5	80·7
21	82·6	83·7	75·5	79·0	78·0	85·1	89·9	89·1	87·7	87·5	85·3	83·2
22	83·5	84·4	77·7	79·8	79·5	87·6	90·9	90·1	88·9	88·7	87·6	84·7
23	83·6	86·6	79·0	81·8	81·6	89·1	91·3	90·7	90·6	89·9	88·8	85·6
24	84·5	88·3	80·7	83·4	83·2	89·7	92·0	91·5	91·6	91·3	89·9	85·9
平均	76·9	78·1	70·2	74·2	71·3	78·3	83·5	79·6	82·4	82·6	81·7	77·3

第 20 表　東　京　氣　溫　(°C)

時別＼月別	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月
1	0·4	0·9	7·2	10 7	16·8	19·1	23·0	24·4	20·5	15·1	8·4	3·9
2	0 1	0·7	4·8	10·3	16·5	18·8	22·8	24·1	20·4	14·8	8·1	3·6
3	− 0·2	0 5	6·4	9·9	16·3	18·5	22·6	23·9	20·1	14·5	7·8	3·3
4	− 0·6	0·4	6·0	9·7	16·0	18·3	22·5	23·8	19·9	14·3	7·4	3·0
5	− 0·8	0·1	5·8	9·2	15·9	18·2	22·5	23·8	19·8	14·0	7·2	2·8
6	− 1·1	− 0·2	5·5	9·3	16·1	18 6	22·8	23·9	19·8	13·8	7·1	2·4
7	− 1·2	0·1	6·0	10·6	17·1	19·5	23·8	24·8	20·6	14·4	7·5	2·4
8	0·3	1·7	7·3	12·1	18·5	20·5	24·9	25·8	21·7	15·5	8·9	3·4
9	2·7	3·5	8·8	13·8	19·8	21·5	25·7	26·7	23·0	17·0	10·7	5·4
10	4·4	5·0	10·1	15·2	20·6	22·3	26·6	27·6	24·0	18·3	12·5	7·3
11	5·8	6·1	11·0	16·0	21·2	22 9	27·4	28·2	24 7	19·0	14·0	8·7
12	6·4	6·9	11·6	16·6	21·3	23·2	27·8	28·5	25·2	19·6	14·9	9·4
13	7·1	7·4	11·6	16·9	21·5	23·5	28·1	28·6	25·5	19·7	15·6	9·9
14	7·3	7·5	12·0	17·1	21·6	23·4	28·3	28·8	25·7	19·8	15·8	10·1
15	7·0	7·2	11·9	17·0	21·5	23·3	27·8	28·6	25·5	19·5	15·4	9·9
16	6·2	6·8	11·4	16·5	20·8	22·6	27·1	28·1	25·0	18·9	14·5	9·1
17	5·0	6·0	10·8	15·7	20·2	22·1	26·5	27·4	24·1	18·2	13·1	8·0
18	4·0	5·0	10·1	14·7	19·5	21·5	25·7	26·6	23·2	17·4	11·9	7·1
19	3·3	4·1	9·6	13·9	18·8	20·8	25·0	25·9	22·4	16·9	11·2	6·5
20	2·7	3·3	9·1	13·3	18·3	20·5	24·4	25·6	22·0	16·5	10·5	5·9
21	2·3	2·9	8·7	12·8	18·0	20·1	24·0	25·3	21·7	16·2	10·0	5 4
22	1·6	2·4	8·4	12·3	17·7	19·9	23·8	25·0	21·3	15·9	9·5	4·8
23	1·2	1·9	8·0	12·0	17·4	19·6	23·6	24·8	21·0	15·4	9·0	4·3
24	0·8	1·4	7·6	11·5	17·2	19·4	23·3	24·6	20·7	15·1	8·6	4·0
平均	2·7	3·4	8·8	13·2	16·7	20·8	25·0	26·0	22·4	16·7	10·8	5·8

第 21 表　東　京　濕　度　(%)

時別＼月別	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月
1	66	66	80	76	85	90	90	89	88	85	75	72
2	68	66	81	76	87	91	91	91	88	86	75	72
3	69	66	81	77	87	91	91	92	88	86	75	72
4	69	65	81	77	87	91	91	91	89	87	76	74
5	71	65	82	76	88	91	91	91	89	86	76	75
6	72	67	82	75	85	89	90	90	89	87	76	76
7	73	65	80	69	82	85	85	87	84	83	74	76
8	66	57	75	63	75	81	79	82	78	79	68	73
9	53	49	69	57	70	78	76	78	73	73	61	62
10	49	45	64	53	67	74	72	73	69	69	55	55
11	45	43	63	53	65	73	69	70	66	68	52	51
12	45	43	62	52	65	71	68	69	66	66	49	49
13	47	42	63	51	65	71	66	68	65	66	49	48
14	45	43	63	52	64	72	66	66	65	65	49	49
15	45	43	65	52	65	72	70	68	66	67	52	50
16	47	45	67	54	68	74	72	70	68	70	57	53
17	53	47	70	57	72	78	74	73	72	73	63	59
18	57	53	72	61	74	80	77	77	77	77	69	64
19	61	56	75	65	78	83	81	81	80	80	72	66
20	62	59	76	68	79	84	83	83	82	81	74	68
21	64	60	76	68	80	86	85	84	83	82	74	69
22	66	61	77	71	82	86	87	86	85	84	73	70
23	65	63	78	71	84	87	88	87	85	86	74	71
24	66	64	80	73	85	88	89	88	86	85	74	72
平均	59	56	73	64	77	82	80	81	78	78	66	64

第 22 表　盛　岡　氣　溫　(°C)

時別＼月別	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月
1	− 1·7	− 3·7	− 1·0	4·5	10·1	14·6	18·9	20·5	16·0	9·1	4·8	− 0·1
2	− 2·0	− 4·1	− 1·1	4·0	9·6	14·3	18·7	20·3	15·7	8·8	4·6	− 0 4
3	− 2·5	− 4·4	− 1·4	3·8	9·1	14·1	18·5	20·2	15·6	8·5	4·3	− 0·4
4	− 2·6	− 4·8	− 1·4	3·6	8·7	14·0	18·3	20·1	15·4	8·3	4·1	− 0·5
5	− 3·1	− 5 1	− 1·5	3·4	8·9	13·9	18·2	19·9	15·3	7·9	4·0	− 0·7
6	− 3·4	− 5·1	− 1·7	3·7	9·8	14·5	18·8	20·0	15·2	7·7	4·0	− 0·8
7	− 3·7	− 5·1	− 1·0	4·9	11·4	15·5	19·6	20·7	16·1	8·6	4·2	− 0·9
8	− 2·8	− 3·8	0·5	6·3	13·0	16·5	20·8	21·6	17·3	10·4	5·1	− 0·4
9	− 1·3	− 2·1	2·0	7·7	14·7	17 6	21·8	22·8	18·9	12·4	6·5	0·8
10	0·0	− 0·5	3·1	8·6	16·1	18·8	22·8	23·7	20·1	14·1	7·8	1·9
11	1·1	0·7	3·9	9·6	17·3	19·6	23·6	24·6	21·0	15·4	9·1	2·8
12	1·7	1·4	4·6	9·9	18·1	20·3	24·3	25·1	21·3	16·2	9·7	3·1
13	2·2	1·8	4·7	10·1	18·7	20·7	24·3	25·6	21·6	16·8	10·2	3·5
14	2·7	2·0	5·1	10·1	19·0	21·1	24·6	25·7	21·4	16·6	10·2	3·4
15	2·4	1·8	4·8	10·1	18·8	21·1	24·6	25·8	21·2	16·3	9·9	3·1
16	1 6	1·0	4·2	9·7	18·5	20·6	24·2	25·4	20·6	15·3	8·8	2·4
17	0·8	0·1	3·0	9·1	17·6	20·0	23·6	24·6	19·7	13·9	7·8	1·8
18	0·1	− 0·8	1·9	8·3	16·0	19·1	22·3	23·7	18·6	12·8	7·3	1·5
19	− 0·3	− 1·3	1·1	7·4	14·5	18·1	21·9	22·8	17·8	11·8	6·6	11·9
20	− 0·6	− 2·0	0·6	6·7	13·5	17·2	21·1	22·2	17·4	11·1	6·1	1·1
21	− 0·9	− 2·3	0·2	6 3	12·6	16·5	20·4	21·8	16·9	10·5	5·8	0 9
22	− 1·1	− 2·8	− 0·2	5·8	11·8	15·9	19·9	21·5	16·5	9·8	5·4	0·7
23	− 1·4	− 3·0	− 0·5	5 4	11·2	15·5	19·4	21·2	16·2	9·6	4·9	0·4
24	− 1·5	− 3·3	− 0·7	5·1	10·7	15·1	19·1	21·0	16·0	9·3	4 8	0·1
平均	− 0·7	− 1·9	1·2	6·3	13·7	17·3	21·3	22·5	18·0	11·7	6·5	1·0

第 23 表　盛　岡　濕　度　(%)

時別＼月別	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月
1	81	83	80	79	81	88	92	93	93	90	87	76
2	80	85	81	81	84	90	92	94	93	91	88	76
3	80	87	81	83	84	90	92	94	94	92	89	77
4	79	88	80	82	85	90	93	94	94	92	91	76
5	81	88	81	82	84	90	93	94	94	93	91	78
6	82	88	81	81	82	89	92	95	94	93	90	77
7	83	87	76	76	76	84	89	92	92	91	90	78
8	81	82	69	71	70	79	85	88	87	86	87	77
9	76	75	62	66	63	74	80	84	81	79	80	72
10	69	69	57	65	59	70	77	80	76	71	75	67
11	65	64	53	63	54	67	74	77	72	66	69	63
12	62	59	52	62	52	66	72	74	71	63	66	64
13	61	61	51	61	51	65	72	72	71	61	65	65
14	59	61	50	61	50	63	72	72	72	61	64	64
15	61	61	50	60	50	64	71	72	72	63	65	67
16	64	65	53	61	51	65	73	74	75	67	70	70
17	67	68	57	64	53	67	75	77	79	73	73	72
18	71	72	62	66	58	71	78	81	83	78	73	73
19	74	74	65	70	64	75	81	85	86	82	78	72
20	76	78	69	72	68	78	84	89	86	85	80	72
21	78	78	71	73	71	82	87	91	89	87	81	74
22	80	81	73	74	73	84	89	91	90	88	82	73
23	82	82	75	76	76	86	90	92	92	89	84	75
24	81	84	77	79	79	87	91	93	92	90	85	76
平均	74	76	67	71	67	78	83	85	84	81	79	72

第 24 表 金 澤 氣 溫 (°C)

時別＼月別	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月
2	2·5	3·1	4·1	8·1	12·7	14·5	22·8	23·8	19·1	13·4	9·6	3·0
6	2·3	2·7	3·8	7·9	13·1	16·8	23·0	23·6	19·1	13·1	9·2	3·0
10	4·5	5·3	7·6	12·9	17·8	21·7	27·4	30·1	23·9	18·0	12·2	4·7
14	5·5	6·2	9·1	14·7	19·1	23·3	28·8	31·1	25·5	19·3	13·5	5·6
18	3·5	4·6	6·7	12·2	17·2	21·6	27·0	28·8	22·8	16·0	10·9	4·3
22	2·3	3·7	4·4	9·7	14·1	18·1	24·2	25·3	19·9	14·0	9·7	3·3
平均	3·4	4·2	5·9	10·9	15·7	19·7	25·5	27·1	21·7	15·6	10·8	4·0

第 25 表 金 澤 濕 度 (%)

時別＼月別	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月
2	81	82	78	82	82	88	91	88	87	85	85	84
6	83	81	77	81	78	86	89	86	86	86	85	82
10	74	75	62	67	66	69	75	66	69	70	75	75
14	66	72	58	62	61	69	63	69	64	65	70	71
18	79	80	69	71	69	70	77	74	75	80	82	74
22	81	82	80	80	82	87	87	86	86	85	84	81
平均	77	79	71	74	73	77	81	77	78	79	80	78

第 26 表 函 館 氣 溫 (°C)

時別＼月別	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月
1	− 1·0	− 3·8	− 0·6	4·6	8·7	12·3	16·5	19·1	16·5	10·4	6·7	0·5
2	− 1·2	− 3·9	− 0·9	4·3	8·6	12·2	16·4	19·0	16·2	10·2	6·4	0·3
3	− 1·0	− 3·8	− 0·8	4·1	8·4	12·0	16·2	18·9	16·2	10·3	6·4	0·3
4	− 0·8	− 3·9	− 0·9	4·0	8·1	11·9	16·1	18·8	16·3	10·2	6·3	0·3
5	− 1·0	− 3·9	− 1·0	3·9	8·0	12·2	16·2	18·8	16·3	10·0	6·4	0·2
6	− 1·2	− 3·5	− 0·9	4·6	9·5	13·0	16·8	19·2	16·5	10·1	6·3	0·3
7	− 1·2	− 3·3	− 0·3	5·7	10·8	13·9	17 6	20·1	17·4	10·9	6·6	0·4
8	− 0·8	− 2·2	0·4	6·6	12·0	14·7	18·4	21·1	18·5	12·8	7·1	0·9
9	0·1	− 1·3	1·4	7·5	13·2	15·3	19·2	22·0	19 4	14·6	8·2	1·6
10	1·1	− 0·4	2·0	8·2	13·6	15·8	19·6	22·6	20·2	15·8	9·1	2·3
11	1·9	0·1	2·3	8·9	14·3	16·0	20·0	23·2	20·8	16·5	9·7	2·8
12	2·1	0·5	2·6	9·1	14·6	16·4	20·1	23·5	20·8	16·7	10·0	3·0
13	2·3	0·6	2·7	9·2	14·7	16·4	20·2	23·7	20·9	16·6	9·8	3·2
14	2·2	0·5	2·6	9·0	14·5	16·2	20·0	23·6	20·6	16·4	9·5	3·0
15	1·8	0·2	2·5	8·8	14·5	16·4	20·0	23·3	20·2	16·1	9·2	2·9
16	1·4	− 0·4	2·1	8·5	13·9	15·9	19·7	23·0	19·8	15·1	8·7	2·4
17	1·0	− 0·9	1·6	7·8	13·3	15·6	19·4	22·4	19·0	14·3	8·2	2·0
18	0·8	− 1·4	1·2	7·1	12·5	15·1	18·7	21·8	18·3	13·6	7·5	1·7
19	0·5	− 2·0	0·9	6·6	11·5	14·3	18·0	21·1	17·6	12·7	7·3	1·3
20	0·1	− 2·1	0·7	6·2	10·9	13·7	17·6	20·7	17·2	12·4	7·0	1·0
21	− 0·2	− 2·7	0·4	5·8	10·4	13·3	17·3	20·3	17·1	11·7	6·8	0·9
22	− 0·2	− 3·0	0·1	5·5	10·0	12·9	17·0	20·0	16·6	11·3	6·7	0·9
23	− 0·6	− 3·3	0·1	5·3	9·3	12·7	16·9	19·7	16·5	11·0	6·5	0·9
24	− 0·8	− 3·7	− 0·2	5·0	8·9	12·5	16·8	19·4	16·4	10·9	6·4	0·8
平均	0·2	− 2·0	0·7	6·5	11·4	14·2	18·1	21·1	18·1	13·0	7·6	1·4

第 27 表 函 館 濕 度 (%)

時別＼月別	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月
1	72·3	80·1	77·2	77·0	83·9	91·0	93·0	90·4	88·5	82·6	78·1	76·8
2	72·7	81·1	77·5	78·2	83·8	91 3	93·4	90·3	89·1	83·7	77·7	77·6
3	71·3	79·0	76·5	77·6	84·7	91 6	93·3	90·7	89·2	82·9	79·5	78·4
4	70·8	79·7	74·9	78·1	86·9	91·9	93·4	91·0	89·6	82·7	78·7	77·5
5	69·8	80·3	74·7	79·1	86·9	92·0	92·9	91·8	90·0	83·4	78·3	76·9
6	72·6	79·6	75·0	77 4	83·7	89·2	91·5	90·0	89·2	83·7	78·1	76·4
7	71·9	80·0	71·6	73·5	78·1	85·6	88·3	86·7	85·6	81·5	77·5	76·5
8	71·3	75·9	68·3	70·7	73·6	81·4	85·3	82·5	81·1	75·4	76·4	73·8
9	69·1	71·6	63·5	66·2	67·9	79·0	81·8	79·5	77·8	68·6	71·6	71·2
10	64·8	68·1	62·1	63·1	64·6	77·0	79·7	77·0	73·9	61·0	68·1	69·9
11	60·0	65·7	62·4	61·8	62·6	75·8	77·9	74·4	70·7	57·8	64·9	68·1
12	59·8	62·8	62·5	60·8	61·0	74·0	77·1	73·4	71·0	57·1	61·7	66·5
13	58·3	63·9	62·3	59·9	61·1	73·5	76·8	72·2	69·2	58·1	62·7	66·5
14	60·1	63·6	65·3	62·0	61·9	73·7	77·8	71·8	69·5	59·0	64·1	66·5
15	63·4	64·7	63·0	61·4	61·2	72·9	78·2	74·3	71·2	58·6	64·8	65·4
16	65·3	68·0	64·4	63·9	64·5	74·3	78·6	74·9	73 2	62·8	65·3	67·7
17	66·7	69·1	65·8	66·1	65·9	77·4	80·1	78·1	77·1	68·1	67·1	71·2
18	67·8	71·9	66·7	70·2	69·3	80·0	83·0	81 4	81·1	71·1	71·5	71·6
19	70·0	73·3	67·3	72·8	73·5	83·4	86·3	84·8	83·9	74·5	71·2	73·5
20	72·5	74·0	70·3	75·0	75·5	86·5	88·2	87·1	84·7	75·9	72·5	76·1
21	72·6	75·1	73·1	76·5	77·7	88·5	89·5	88·1	85·1	78·1	73·8	77·6
22	72·0	77·8	75·5	77·0	79·1	90·1	90·3	89·0	86·7	80·0	74·7	78·0
23	74·8	78·9	73·5	77·9	81·2	90·9	91·4	89·9	88·1	80·7	75·6	77·4
24	74·0	80·6	75·6	77·2	83·2	91·8	91·9	90·7	88·4	80·5	77·1	75·2
平均	68·5	73·5	69·5	71·0	73·8	83·5	85·8	83·3	81·4	72·8	72·1	73·2

第 28 表 札 幌 氣 溫 (°C)

時別＼月別	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月
1	− 3·7	− 7·8	− 3·1	2·9	8·3	12·5	16·2	17·5	13·9	8·2	3·7	− 2·7
2	− 4·2	− 8·2	− 3·6	2·9	8·0	12·3	16·1	17·3	13·7	8·0	3·7	− 2·8
3	− 4·6	− 8·4	− 3·7	2·7	7·7	12·1	15·9	17·1	13·6	7·6	3·5	− 2·8
4	− 4·8	− 8·5	− 3·9	2·6	7·3	11·9	15·8	16·9	13·5	7·2	3·5	− 2·5
5	− 4·8	− 8·6	− 3·9	2·6	7·6	12·3	15·8	16·9	13·2	7·2	3·5	− 2·8
6	− 5·0	− 9·2	− 4·0	3·3	8·9	14·0	16·5	17·6	13·5	7·1	3·3	− 2·9
7	− 5·0	− 8·9	− 3·1	4·4	10·5	16·0	17·5	18·8	14·8	8·1	3·6	− 3·0
8	− 3·9	− 7·1	− 1·2	6·0	12·3	17·5	18·6	20·0	16·6	11·3	4·8	− 2·2
9	− 2·0	− 4·8	0·2	7·2	13·5	18·6	19·6	21·1	17·9	14·0	6·1	− 1·1
10	− 0·6	− 3·6	0·9	8·1	14·6	19·4	20·7	21·9	18·8	15 4	6·9	0·0
11	− 0·2	− 2·7	1·8	8·4	15·5	20·1	21·4	22·6	19·6	16·2	7·5	0·5
12	0·3	− 2·0	1·9	8·8	15·9	20·5	21·8	23·0	20·1	16·5	7·9	0·6
13	0·3	− 2·1	1·8	8·8	15·8	20·3	22·0	23·2	20·1	16·6	8·1	0·7
14	0·4	− 2·1	1·6	8·5	15·8	20·1	21·8	23·1	20·0	16·2	8·2	0·5
15	− 0·2	− 2·1	1·4	8·0	15·5	19·5	21·3	22·8	19·8	15·7	7·5	0·1
16	− 0·9	− 2·6	0·9	7·6	14·8	18·7	20·5	22·4	19·1	14·7	6·5	− 0·6
17	− 1·6	− 3·7	0·2	6·9	13·9	17·7	19·8	21·5	18·1	12·8	5·5	− 1·2
18	− 2·1	− 4·7	− 0·8	5·8	12·7	16·4	19·2	20·6	16·7	11·3	5·2	− 1·7
19	− 2·6	− 5·2	− 1·2	5·1	11·1	15·0	18·1	19·6	15·9	10·6	4·8	− 2·0
20	− 2·8	− 5·5	− 1·6	4·6	10·1	14·1	17·6	19·0	15·3	9·9	4·5	− 2·0
21	− 3·0	− 6·1	− 2·0	4·2	9·4	13·6	17·2	18·5	14·9	9·5	4·2	− 2·2
22	− 3·1	− 6·6	− 2·3	4·0	9·1	13·1	16·9	18·2	14·5	9·1	4·0	− 2·3
23	− 3·4	− 7·0	− 2·5	3·8	9·0	12·7	16·6	18·0	14·2	8·5	3·9	− 2·6
24	− 3·8	− 7·3	− 2·9	3·6	8·6	12·5	16·4	17·8	14·0	8·3	3·5	− 2·6
平均	− 2·5	− 5·6	− 1·2	5·4	11·5	15·9	18·5	19·8	16·3	11·3	5·2	− 1·6

第 29 表　札　幌　濕　度　(%)

時別＼月別	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月
1	81·9	81·3	81·2	77·5	82·3	88·9	93·1	93·8	94·9	88·9	84·9	82·5
2	80·7	82·2	83·3	78·2	84·4	88·9	93·7	94·5	95·3	89·3	83·8	80·9
3	81·4	82·2	83·7	77·3	86·6	88·8	93·6	94·1	94·8	89·6	85·6	79·7
4	80·6	81·8	85·3	77·9	87·4	88·8	94·6	94·6	94·6	91·5	86·4	79·0
5	79·7	84·1	84·6	77·2	85·9	88·0	95·1	95·1	95·0	90·4	85·5	79·8
6	78·2	85·1	81·7	74·0	82·1	82·9	53·1	93·1	95·1	90·5	86·2	78·7
7	80·0	83·0	77·8	71·7	77·5	76·6	80·2	90·2	92·5	88·8	85·8	80·7
8	76·7	74·5	68·1	66·4	71·6	71·7	85·2	86·1	85·3	77·7	81·6	75·6
9	64·5	66·4	62·2	63·2	68·1	68·5	81·6	82·4	70·8	67·2	76·1	74·5
10	59·6	62·7	62·5	60·5	65·4	65·7	78·5	78·8	77·5	60·1	71·1	69·9
11	61·3	60·2	56·3	59·9	61·4	62·9	75·4	77·3	73·9	57·6	67·1	65·2
12	59·0	59·1	57·4	59·1	59·3	62·3	75·1	76·1	71·7	56·4	65·4	64·9
13	59·4	61·1	61·3	60·4	60·2	63·1	73·5	74·3	72·4	57·6	64·2	64·7
14	57·4	61·7	64·9	60·0	59·6	63·6	73·9	75·2	72·5	59·4	62·7	65·3
15	60·4	62·6	65·4	60·6	61·8	64·6	75·8	76·4	72·8	59·9	66·1	69·2
16	66·3	65·3	69·3	61·8	63·3	67·8	78·6	77·6	76·1	65·0	70·3	71·5
17	70·0	69·4	71·0	63·6	66·2	71·2	80·7	81·6	81·2	73·2	75·6	77·1
18	73·5	73·8	73·6	67·9	70·7	75·0	82·5	85·5	87·3	80·1	74·2	76·7
19	76·5	75·1	74·5	69·5	75·7	80·7	86·9	89·2	90·0	82·7	75·9	76·2
20	77·2	75·0	75·9	73·1	79·5	83·8	80·7	91·1	91·6	84·4	77·2	76·0
21	76·9	76·1	77·6	74·7	81·9	86·2	90·5	92·8	93·0	84·6	79·3	76·6
22	75·4	78·9	78·8	74·8	82·6	87·5	91·2	93·4	93·6	85·5	81·6	77·4
23	78·9	80·3	78·2	75·2	82·1	88·8	92·0	93·6	93·9	87·3	81·8	79·6
24	80·4	81·6	80·5	75·0	84·0	89·6	92·7	93·6	94·4	88·5	83·7	80·2
平均	72·3	73·5	73·1	69·1	74·2	77·3	85·6	86·7	86·2	77·3	77·2	75·1

(6)　平均風速及風向

第 30 表　本邦各地の平均風速度　(m/sec)

(太數字は最大、斜體數字は最小の値を示す)

番號	地　名	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10月	11月	12月	全年
1	花蓮港	2·8	2·5	2·6	2·3	*1·9*	*1·9*	2·2	2·0	2·1	2·5	2·6	2·7	2·3
2	臺北	3·4	3·3	3·4	3·0	2·9	*2·1*	2·5	2·6	3·1	3·5	**3·8**	3·6	3·1
3	鹿兒島	3·0	3·2	**3·3**	3·0	2·8	*2·6*	2·7	2·9	2·9	2·9	2·9	2·8	2·9
4	熊本	1·8	1·9	2·1	2·0	1·8	1·9	1·8	1·8	1·7	1·7	1·7	*1·6*	1·8
5	福岡	3·0	2·8	3·0	2·8	2·5	2·4	2·6	2·4	*2·1*	*2·1*	2·4	2·9	2·6
6	大分	3·0	2·9	2·9	2·5	2·1	*1·8*	*1·8*	1·9	2·1	2·3	2·5	2·8	2·4
7	松山	2·2	2·1	2·2	2·0	1·8	1·7	1·7	1·6	*1·5*	1·6	1·8	2·1	1·9
8	高知	1·9	1·9	1·9	1·7	1·5	*1·2*	*1·2*	1·4	1·4	1·6	1·7	1·8	1·6
9	濱田	4·5	4·2	4·1	3·5	3·0	*2·6*	2·7	*2·6*	2·8	3·0	3·6	4·4	3·4
10	廣島	1·8	1·8	2·0	1·9	1·7	*1·6*	*1·6*	1·7	1·8	1·9	1·8	1·8	1·8
11	境	2·8	2·8	2·9	2·8	2·4	2·2	2·3	*2·1*	2·2	2·2	2·3	2·7	2·5
12	岡山	1·9	1·9	2·1	2·0	2·0	1·9	1·9	2·1	1·7	*1·4*	1·5	1·7	1·8
13	京都	1·8	1·9	2·1	2·1	1·9	1·7	1·7	1·8	1·5	*1·4*	*1·4*	1·6	1·7
14	大阪	3·4	3·3	3·2	3·0	2·8	2·7	2·8	2·8	2·7	*2·5*	2·7	3·3	2·9
15	大潮	4·3	4·6	4·7	4·5	4·1	4·1	*3·9*	4·2	4·0	4·1	4·0	4·5	4·3
16	名古屋	2·9	3·3	3·4	3·3	3·0	2·6	2·5	2·5	*2·4*	2·5	2·6	2·7	2·8
17	沼津	3·0	3·0	3·1	3·0	2·7	2·5	2·6	2·5	2·5	2·5	2·6	3·1	2·8
18	東京	2·8	3·1	3·3	3·3	3·1	2·8	2·7	2·8	2·7	2·6	*2·5*	2·6	2·9
19	島戸	2·6	2·9	2·7	2·4	2·4	2·2	*1·8*	2·2	2·2	2·3	2·3	2·4	2·4
20	水金	2·2	2·4	2·7	2·3	2·4	2·0	*1·8*	1·9	2·0	2·1	2·1	2·1	2·2
21	松	3·7	3·3	3·4	3·2	2·9	2·5	2·3	*2·2*	2·4	2·6	3·1	**3·7**	2·9
22	澤本	2·3	2·2	2·8	3·1	2·7	2·2	2·2	1·8	1·9	*1·6*	2·2	2·4	2·3
23	宇都宮	1·3	1·5	1·6	**1·7**	1·5	1·4	1·3	1·3	1·3	1·3	*1·2*	*1·2*	1·4
24	新潟	6·0	5·4	4·9	4·0	3·5	3·0	*2·8*	3·0	3·1	3·6	4·7	5·7	4·1

(續く)

第 30 表 (續き)

番號	地　名	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10月	11月	12月	全年
25	山　形	1·6	1·6	2·0	**2·2**	2·1	1·8	1·6	1·6	*1·5*	*1·5*	1·7	*1·5*	1·7
26	石　巻	3·7	3·8	4·0	3·7	3·3	2·7	*2·3*	2·6	2·5	2·6	3·2	3·5	3·2
27	宮古田	3·9	3·8	3·9	**4·0**	3·6	3·0	*2·6*	2·8	3·0	3·3	3·6	3·9	3·5
28	秋　田	5·6	5·2	5·1	4·4	3·8	3·2	*2·8*	*2·8*	*2·8*	3·2	4·5	5·4	4·1
29	青　森	4·1	4·0	4·0	3·7	3·4	2·9	2·5	*2·3*	2·4	2·7	3·5	4·1	3·3
30	壽　都	7·0	6·7	6·9	6·5	6·8	6·8	6·3	6·1	5·7	*5·6*	6·5	6·9	6·5
31	札　幌	3·1	3·0	3·6	4·3	4·3	3·6	3·0	3·0	2·7	*2·6*	3·1	3·0	3·3
32	旭　川	1·7	1·6	2·1	2·3	2·2	1·8	1·5	*1·3*	1·4	1·6	2·0	2·0	1·8
33	根室紗	5·4	4·5	4·9	5·1	4·9	4·1	3·8	*3·7*	4·2	4·9	5·6	5·5	4·7
34	大　泊	8·8	7·4	6·5	5·9	5·2	4·1	*3·7*	3·9	4·8	6·5	8·5	**9·2**	6·2
35	釜　山	4·7	4·3	4·8	4·6	4·3	3·8	*3·4*	3·5	4·0	5·1	**5·6**	5·2	4·4
36	釜　山	4·4	4·2	4·0	3·6	3·0	*2·8*	3·1	3·0	3·2	3·2	3·5	4·2	3·5
37	木仁川	5·2	5·4	5·4	4·4	3·8	*3·2*	3·8	3·4	3·6	3·7	4·5	4·9	4·3
38	仁　川	4·3	4·4	5·0	4·4	3·9	*3·3*	3·6	3·4	3·4	3·5	4·4	4·3	4·0
39	江　陵	4·4	3·7	3·5	3·3	2·7	2·0	1·8	*1·7*	2·1	2·7	3·5	4·2	3·0
40	元　山	2·7	2·5	2·6	2·6	2·4	2·2	2·2	2·2	2·2	2·4	2·6	2·7	2·4
41	大　連	4·8	4·8	5·3	5·6	5·3	4·5	4·3	*3·7*	4·1	4·7	5·2	4·9	4·8

第 31 表　本邦各地の平均風向　(度)　(本表に限り1922—1936年間の統計による)

番號	地　名	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10月	11月	12月	全年
1	花蓮港	N14E	N 7E	N20E	N78E	S75E	S13E	S11E	S 5E	S25E	N17E	N16E	N20W	N 5E
2	臺北	N83E	N82E	N82E	N77E	N78E	N72E	S85E	S89E	N84E	N81E	N83E	N84E	N82E
3	鹿兒島	N31W	N29W	N35W	N31W	N17W	N14E	S18W	N82E	N20E	N 8W	N26W	N30W	N23W
4	熊本	N28W	N31W	N46W	N68W	S80W	S35W	S28W	S31E	N 4W	N11W	N18W	N28W	N41W
5	福岡	N51W	N40W	N35W	N 6W	N15W	N 5W	S30E	S66E	N49E	N14E	N85W	N82W	N21W
6	大分	N53W	N43W	N35W	N28W	N11E	N58E	S67E	S55E	N 3E	N23W	N63W	N65W	N41W
7	松山	N62W	N67W	N78W	N81W	W	S79W	S87W	S75W	N36W	N15E	N34W	N60W	N73W
8	高知	S86W	S87W	S84W	S61W	S25W	S 9W	S21E	S12E	S42W	S73W	S70W	S77W	S59W
9	濱田	S53W	N74W	S65W	S 9W	S28W	S78W	S36W	S40E	N56E	N60E	S49W	S66W	S69W
10	廣島	N20W	N12W	N16W	N25W	N67W	S85W	S48W	S69W	N 3E	N 8E	N	N16W	N20W
11	境	N74W	N52W	N41W	N 9W	N32W	N24E	N73W	N57E	N40E	N12E	N64W	N74W	N37W
12	岡山	N68W	N54W	N38W	N51E	S65E	S59E	S43E	S63E	N74E	N 7E	N45W	N65W	N15W
13	京都	N79W	N65W	N53W	N23W	N37E	S69E	S11E	S66E	N16E	N22W	N59W	N71W	N55W
14	大阪	N58W	N50W	N38W	N24W	N31W	N69W	S80W	S84W	N13E	N13E	N24W	N34W	N43W
15	潮岬	N35W	N37W	N45W	N25W	N12E	N28E	N75W	N68E	N44E	N26E	N 4W	N30W	N12W
16	名古屋	N39W	N41W	N44W	N55W	S88W	S25W	S 7W	S19E	N34W	N29W	N31W	N35W	N45W
17	沼津	S14E	S41E	S 5W	S 6W	S 9W	S19W	S46W	S32W	S50E	S83E	S61E	S13E	S11E
18	東京	N17W	N12W	N 7W	N56E	S54E	S62E	S26E	S29E	N35E	N 5E	N 6W	N13W	N 9E
19	島戸	N42W	N88W	S26W	S39E	S27E	S 8W	S40E	S44E	S45E	S57E	N75E	N10E	S37E
20	水金	N38W	N16W	N 3E	N51E	N83E	N81E	S49E	S60E	N40E	N 8E	N14W	N28W	N10E
21	松澤	S58W	S59W	S44W	S20W	S83W	N 1E	S55W	N72E	N84E	S84E	S15E	S27W	S10W
22	本	S39W	S77W	S66W	S34W	S29W	S86W	S40W	S44W	S55W	N70W	S36W	S27W	S50W
23	宇都宮	N13W	N 6W	N 8W	S17E	S27E	S49E	S28E	S39E	N41E	N14E	N 2W	N13W	N34E
24	新潟	N87W	N70W	N79W	S83W	S48W	S81W	S42W	S 3W	S 1E	S64W	S87W	N71W	N85W
25	山　形	S45W	S44W	S60W	S67W	S12E	S72E	S26E	S64E	S60E	S21E	S19W	S32W	S12W
26	石　巻	N56W	N53W	N59W	N68W	S27E	S57E	S43E	S43E	N56E	N34W	N52W	N51W	N54W
27	宮古田	S86W	W	W	W	N80W	N32W	N29W	N81W	N82W	S83W	S82W	S86W	S89W
28	秋　田	N37W	N40W	N51W	S87W	S47W	S18W	S46W	S 3W	S41E	N44W	N45W	N36W	N59W
29	青　森	S79W	S76W	S82W	N88W	N74W	N27W	N36W	N35W	N44W	S75W	S82W	S78W	S88W
30	壽　都	N66W	N66W	S86W	S25W	S 3W	S 6E	S 6E	S 4E	S 4W	S47W	S87W	N74W	S45W
31	札　幌	N70W	N57W	N58W	N86W	S39E	S52E	S64E	S42E	S35E	S37E	S71W	N75W	S 7W
32	旭　川	S58W	N86W	S77W	S82W	S81W	N78W	N80W	S88W	S71W	S40W	S41W	S39W	S70W
33	根室紗	N44W	N27W	N41W	S38W	S 2W	S21E	S20E	S29E	S49E	S46W	N80W	N57W	S82W
34	那　覇	N45W	N44W	N65W	S68W	S34W	S27E	S13E	S 5W	S14E	S86W	N67W	N55W	N66W
35	大　泊	N 2W	N 7E	N 4W	S79W	S61E	S49E	S85E	S30E	S33E	S81W	N61W	N31W	N20W
36	釜　山	N31W	N31W	N41W	N28W	N79W	S38E	S12W	S74E	N11E	N12W	N30W	N27W	N27W
37	木浦川	N 6W	N 7W	N10W	N25W	N67W	S43W	S 8W	S12W	N 1E	N 8W	N 8W	N 7W	N14W
38	仁　川	N20W	N33W	N61W	S79W	S52W	S41W	S16W	S 5W	N16E	N41W	N28W	N12W	N58W
38	江　陵	S64W	S69W	S71W	S70W	S75W	N74W	S83W	S85W	S84W	S64W	S63W	S12W	S69W
40	元　山	S81W	S82W	S83W	S87W	N39W	N50E	N68E	N47E	S59W	S75W	S75W	S80W	S82W

2. 適當なる室内温濕度

第32表　冬季の室内適當温度

室名	乾球温度(°C)
Ⅰ 學校	
1 教室	16～17
2 講堂	16
3 屋内體操場	13～14
4 更衣室	16
5 食堂	16
6 遊戯室	16
7 屋内水泳場	24
Ⅱ 劇場	
1 觀覽席	16～18
2 休憩室	16～18
3 化粧室	17
Ⅲ 病院	
1 病室	18
2 手術室	18～35
3 診療室	20
4 脫衣室（浴場）	18
Ⅳ 旅館	
1 居室及寢室	17～18
2 浴室	17～18
3 食堂	17～18
4 化粧室	17
5 舞踏室	18
6 ホール	18
Ⅴ 住宅	
居室	17～18
Ⅵ 商店營業室	16～17
Ⅶ 工場	
1 輕作業	16
2 重作業	13～14
Ⅷ 公衆建築物	
1 事務室	17～18
2 會議室	17
3 食堂	17
4 便所	16
5 廊下	16
Ⅸ 百貨店營業場	16～17
Ⅹ 博物館陳列室	16

第33表　夏季の室内適當空氣狀態

外氣温度	室内空氣狀態	
乾球温度(°C)	乾球温度(°C)	關係温度(%)
35	27～28	50～55
32	25～26	50～55
29	24～25	50～60
26	23	55～60

3. 傳熱係數

(1) 傳熱係數の公式及圖的解法

(i) 公式

$$\frac{1}{K}=\frac{1}{\alpha}+\frac{l_1}{\lambda_1}+\frac{l_2}{\lambda_2}+\cdots\cdots+\frac{l_n}{\lambda_n}+\frac{l'_1}{\lambda'_1}+\frac{l'_2}{\lambda'_2}+\cdots\cdots+\frac{l'_m}{\lambda'_m}+\frac{1}{\alpha_0} \quad \cdots\cdots(1)$$

但し　K＝傳熱係數 $kcal/m^2\,h\,°C$

α, α_0＝表面傳熱係數 $kcal/m^2\,h\,°C$（第35表參照）

$\lambda_1, \lambda_2, \cdots\lambda_n$＝建築材料の熱傳導率 $kcal/m\,h°C$（第34表參照）

$l_1, l_2, \cdots\cdots l_n$＝上記材料の各々の厚さ m

$l'_1, l'_2, \cdots\cdots l'_n$＝空隙の厚さ m

$\lambda'_1, \lambda'_2, \cdots\cdots \lambda'_m$＝上記空隙の各々の相當熱傳導率 $kcal/m\,h\,°C$（第36表參照）

(ii) 線圖に依る傳熱係數の求め方 ※

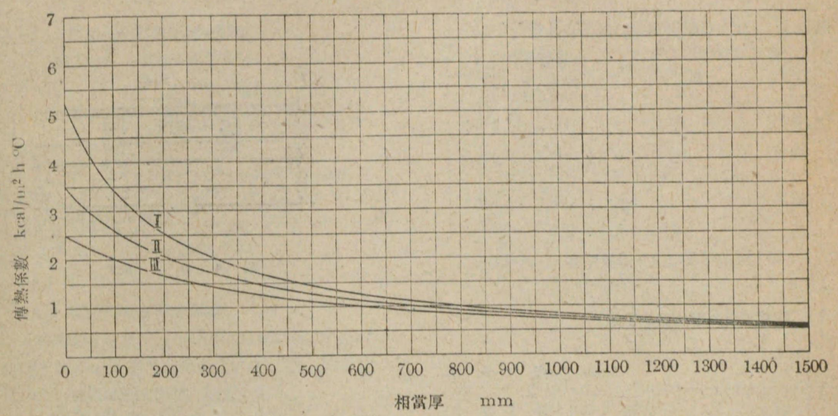
(a) 空隙のない建築構造の場合

壁、床、屋根等を構成する各材質毎に厚さを熱傳導率（第34表參照）で除した商（此値を相當厚と稱へる事とする）を加へて相當厚の合計を求める。第1圖に依り其の相當厚に對する傳熱係數を求める。此の場合建築構造の種類に依り3種の曲線の内何れかを用ふる。

(b) 空隙のある建築構造の場合

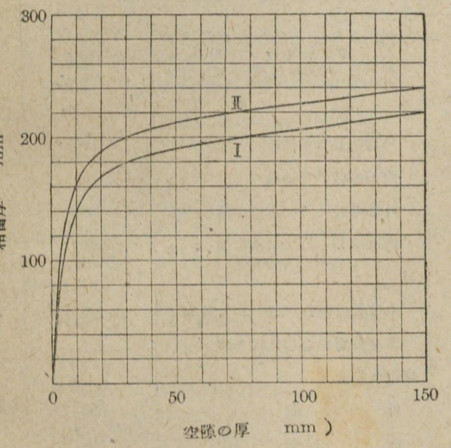
前記の場合と同樣であるが空隙を一材質と見做し第2圖に依つて其の相當厚を求め他の材質の相當厚に加へる。第2圖を用ふる場合空隙の種類に依り下記に從ひ2種の曲線の内何れかを用ひる。

※ 衞生工業協會誌　第7卷第9號　畔柳健太郎—[線圖に依る傳熱係數の求め方] 參照



曲線Ⅰ　外壁及屋根　　曲線Ⅱ　間仕切壁及天井　　曲線Ⅲ　床（但し床下に空隙のある場合）

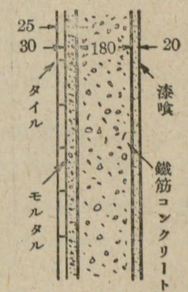
第　1　圖



曲線　Ⅰ　熱が上向きに移動する場合の水平空隙及び總ての垂直空隙

曲線　Ⅱ　熱が下向きに移動する場合の水平空隙

第2圖　空隙の相當厚



第3圖　（外壁）

例題1　外壁（第3圖參照）

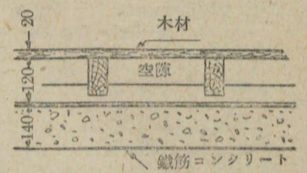
材質	厚(mm)	熱傳導率 $\left(\frac{kcal}{mh°C}\right)$	相當厚(mm)
タイル	25	0·90	27·8
モルタル	30	0·78	38·5
鐵筋コンクリート	180	1·30	138·5
漆喰	20	0·60	33·3
			238·1

第1圖曲線Ⅰに依り傳熱係數　$K=2.3$

例題 2　床（第4圖參照）

材　質	厚 (mm)	熱傳導率 (kcal/mh°C)	相當厚 (mm)
木　材	20	0.12	166.7
空　隙	120	(第2圖曲線Ⅱに依り)	232.0
鐵筋コンクリート	140	1.30	107.7
			506.4

第1圖曲線Ⅲに依り傳熱係數　$K=1.1$



第 4 圖　（床）

（2）建築材料の平均熱傳導率

第 34 表　平　均　熱　傳　導　率

材　質	熱傳導率 (kcal/mh°C)	材　質	熱傳導率 (kcal/mh°C)
硝　子	0.65	同上に普通コンクリート層を被覆したるもの	0.30
窓　硝　子		內　壁	0.30
金　屬		輕　石　板	0.30
鑄　鐵	45	自　然　石	
鍊　鐵	30～45	緻密な岩石(花崗岩、玄武岩、白雲石、大理石等)重量＞2,600 kg/m³	2.5
鑛　滓		粗鬆な岩石(砂岩、脆い又は砂質の石灰岩)	1.5
空隙、天井等に詰めた鑛滓	0.16	漆　喰	
コ　ル　ク		外部塗裝普通漆喰	0.75
コルク粒板　重量＜250 kg/m³	0.04	內部塗裝普通漆喰	0.60
〃　〃 250～400 kg/m³	0.05～0.06	外部塗裝として木摺に塗つたもの	0.60
コンクリート		內部塗裝として木摺に塗つたもの	0.40
鐵筋コンクリート	1.30	砂	
砂利コンクリート (重量約 2,200 kg/m³)	1.10	土藏或は雨露に曝された砂利	2.0
鑛滓コンクリート ブロック積み構造	0.60	又は砂覆ひをした乾き砂	0.5
鑛滓コンクリート (重量約 1,250 kg/m³)		砂混り粘土	
外　壁	0.60	外　壁	0.8
同上に普通コンクリート層を被覆したもの	0.50	內　壁	0.5
內　壁	0.50	スレート	1.20
輕石(ガラ)コンクリート ブロック積み構造	0.45	石灰質砂岩	
輕石(ガラ)コンクリート又は輕量(ガラ)コンクリート(重量約 800 kg/m³)		外　壁	0.9
外　壁	0.40	內　壁	0.8

（3）建築材料の表面傳熱係數

第 35 表　表面傳熱係數 (α kcal/m²h°C)

室　內	床、天井に於て熱が上向に傳はるとき及壁に對して $\alpha=7$ 床、天井に於て下向に傳はるとき $\alpha=5$	
室　外 (異る風速に對し)	風速 m/sec	0.3 0.4 0.5 1.0 1.5 2.0 2.5 3.0 3.5
		11 12 13 17 20 **22** 24 26 28 (標準)
	風速 m/sec	4.0 4.5 5.0 5.5 6.0
		30 31 33 34 36

（4）空隙の相當熱傳導率

空隙のある建築構造の傳熱係數を求める場合に其の空隙を第 36 表の熱傳導率を有する固體と假定して空隙のない建築構造と同樣に計算し得る。

第 36 表　空隙の相當熱傳導率 (kcal/mh°C)

空隙の種別	空隙の厚さ (mm) 10	20	50	100	150
總ての垂直空隙及熱の上向きに傳はる水平空隙	0.07	0.12	0.26	0.48	0.68
熱の下向きに傳はる水平空隙	0.06	0.10	0.24	0.44	0.63

（5）壁體の傳熱係數

第 37 表　普通壁體の傳熱係數 (kcal/m²h°C)

構　造	壁厚(m)(漆喰塗代を含まず) 0.12	0.25	0.38	0.51	0.64	0.77	0.90
煉　瓦							
片面塗裝、外壁	2.63	1.80	1.38	1.11	0.93	0.80	0.70
兩面塗裝、外壁	2.50	1.74	1.34	1.09	0.91	0.79	0.69
〃　內壁	1.89	1.53	1.04	0.85	0.71	0.62	0.55
鐵筋コンクリート							
無塗裝、外壁	3.51	2.60	2.24	1.71	1.46	1.27	1.12
〃　內壁	2.65	2.09	1.85	1.48	1.28	1.14	1.01

第 38 表　木造壁の傳熱係數 (kcal/m²h°C)

(下張り板厚約 2.5 cm, 間柱の間に造隙材を塡充せぬもの)

		外面仕上 下見板又はシングル張	スタッコ塗
內部漆喰下地	木摺	1.28	1.47
	〃	1.34	1.56
	漆喰板(約1cm厚)	1.28	1.48

（6）天井及床構造の傳熱係數

第 39 表　天井及床構造の傳熱係數 (kcal/m²h°C)

構　造	天井の場合	床の場合
一重板張	1.6	1.6
同上の梁下端に板を張り漆喰を塗つたもの	1.0	0.7
コンクリート床(地盤上の)	—	1.4
木造床(地盤との間に空間のあるもの)	—	0.8
鐵筋コンクリート造、上端モルタル塗、下端漆喰塗 リノリューム敷		
コンクリート厚さ 10 cm	1.9	1.9
15 cm	1.7	1.7
20 cm	1.5	1.5
同上(但しリノリュームを敷かない)		
コンクリート厚さ 10 cm	2.2	2.2
15 cm	2.0	2.0
20 cm	1.8	1.8
ホロープロック造		
リノリュームヲ敷かない	1.5	1.0
モルタル塗りのリノリューム敷	1.2	0.6
轉び根太を置き板張	0.8	0.4

（7）屋根の傳熱係數

第 40 表　屋根の傳熱係數 (kcal/m²h°C)

野地板の上に亞鉛板又は銅板葺		2.2
野地板の上にスレート葺		2.1
引掛桟瓦葺		4.9
同上、垂木の下端に板張、漆喰塗		1.6
同上、垂木の下端に厚 3 cm コルク板張、漆喰塗		1.3
野地板なしの杮板葺		10.4
厚 8 cm 鐵筋コンクリート屋根、防水紙葺		2.8
同上、下端に厚 3 cm コルク遮斷層竝にラス張、漆喰塗		1.8
輕石コンクリートブロック造屋根、ラバロイド葺		
ラバロイド厚さ	7 cm	2.0
	5 cm	2.4
	2 cm	3.2

（8）戸及窓の傳熱係數

第41表　戸及窓の傳熱係數（$kcal/m^2h°C$）

出入口	
外部出入口扉、鐵製	5
〃　木製	3
内部出入口扉	2
窓、天窓	
普通硝子障子、鐵製又は鉛骨	6
〃　木製	5
二重張硝子障子、鐵製	3·5
〃　木製	2·5
二重窓障子、鐵製	2·5
〃　木製	2
天窓、一重	5

4. 空氣透入量

（1）壁體の空氣透入量

第42表　壁體の空氣透入量（m^3/m^2h）

風速 m/s	一枚積煉瓦壁 厚さ 215 mm 仕上なし	一枚積煉瓦壁 厚さ 215 mm 漆喰塗仕上	一枚半積煉瓦壁 厚さ 330 mm 仕上なし	一枚半積煉瓦壁 厚さ 330 mm 漆喰塗仕上	木造壁 木摺打ち漆喰塗仕上
2·25	0·53	0·005	0·44	0·002	0·009
4·50	1·28	0·011	1·18	0·004	0·021
6·75	2·40	0·020	2·30	0·008	0·040
9·00	3·75	0·038	3·53	0·013	0·055
11·25	5·70	0·049	5·00	0·021	0·070
13·50	7·00	0·072	6·46	0·029	0·079

壁體の構造：—
長押挽き下見ペイント塗、又はヒマラヤ杉のシングルスシージング、防水紙張、木摺にジプサム、プラスター3回塗
（1940年版 *A.S.H.V.E. Guide* より引用）

（2）窓の空氣透入量

第43表　窓の空氣透入量（m^3/m^2h）

風速 m/s	木製上げ下げ窓（締りをしないもの）(a) クラック 1·6mm クリアランス 1·2mm ウェザーストリップ 無いもの	木製上げ下げ窓（締りをしないもの）(a) クラック 1·6mm クリアランス 1·2mm ウェザーストリップ 有るもの	木製上げ下げ窓（締りをしないもの）(a) クラック 2·4mm クリアランス 2·4mm ウェザーストリップ 無いもの	木製上げ下げ窓（締りをしないもの）(a) クラック 2·4mm クリアランス 2·4mm ウェザーストリップ 有るもの	金屬製上げ下げ窓 (b) ウェザーストリップ 無いもの 締りしたもの	金屬製上げ下げ窓 (b) ウェザーストリップ 無いもの 締りせず	金屬製上げ下げ窓 (b) ウェザーストリップ 有るもの 締りせず	壓延銅製障子窓 (g) 工場用廻轉窓 クラック 1·6mm (c)	壓延銅製障子窓 (g) 一般建築用突出し窓 クラック 1·2mm (d)	壓延銅製障子窓 (g) 住宅用突出し窓 クラック 0·8mm (e)	壓延銅製障子窓 (g) 大型開き窓と同一材斷面を有する突出し窓 クラック 0·8mm (f)	中空金屬製垂直式廻轉窓 (b)
2·25	0·6	0·4	2·8	0·6	1·9	1·9	0·6	4·8	1·9	1·3	0·7	2·8
4·50	2·0	1·5	6·4	1·8	4·2	4·4	1·8	10·0	4·8	3·0	2·2	8·2
6·75	3·7	2·2	10·3	3·2	6·5	6·9	3·0	16 4	8·2	4·8	3·5	13·5
9·00	5·5	3·3	14·3	4·8	8·9	9·7	4·3	22·7	10·8	7·1	5·0	17·3
11·25	7·4	4·5	18·5	6·6	11·6	12·7	5·6	28·3	14·1	9·3	6·7	20·5
11·35	9·6	5·9	23·2	8·5	14·3	15·8	7·1	34·6	19 3	12·0	8·9	22·5

注意：—
a：— クラックとは障子の周圍の裕りで、クリアランスとは障子の前後に於る裕り。
木造壁體と窓枠周圍との間隙からの透入量をも含めたもので、コンクリート壁の場合には間隙塡充能率50％と見做す。
b：— 建築物内で試驗した値。
c：— 工場用廻轉窓は一般に工場に用ひられるもので、障子は水平に中心、又は稍々上部に樞軸を備へ、下部が外方へ開くもの。
d：— これは（c）と同一斷面を有する突き出し窓で、工場用のものよりも外枠の材料が頑丈で、ウェザーストリップや附屬金具が精巧なもの。學校等の如き半記念的建物に使用され、内開き又は外開きの換氣障子が兩側の腕に依て調節出來るもの。
e：— 大型開き窓と同一材斷面を有する輕い突き出し窓。
f：— 頑丈な突き出し窓で、内開き又は外開きの換氣障子が自由自在に開かれるもの。
g：— 注意して取付られた鋼鐵製の障子では、窓と鋼鐵製枠との取合ひや、縱仕切りに於ける空氣透入を無視する事が出來るが、普通の場合には、枠の取合せに於ては、c の値の約⅓、又縱仕切りに於ては c の値の⅙をとる。

（3）換氣回數

第44表　自然換氣回數

室又は建物の種類	毎時換氣回數
一側が外氣に露出せる室	1
兩側が外氣に露出せる室	1·5
三側が外氣に露出せる室	2
四面が外氣に露出せる室	2
窓又は出入口のない室	0·5～0·75
玄關ホール	2～3
應接室	2
居間	1～2
食堂	1～2
浴室	2
藥品店	2～3
呉服店	1
教會、工場及屋根部屋等	0·5～3

1940年版 *ASHVE Guide* より引用

第45表　室内外の温度差平均 4°C 以下の場合の毎時自然換氣回數

室又は建物の種類	窓前風速 無風	靜穩	軟風
洋室	⅓	½	1 强
和室（腰羽目あり、窓に硝子戸を備ふるもの）	½	1	2
同（腰羽目あり、窓に紙障子を備ふるもの）	1	1½强	3～3½
同（腰羽目なく、紙障子を備ふるもの）	1	2 弱	3½强

國民衞生、第7卷第4號頁116より引用

第46表　人工換氣の場合の毎時換氣回數

室又は建物の種類	毎時換氣回數
洗濯場	20～60
ホテルの料理場	
給氣	15
排氣	20
機關及汽罐室	
給氣	20
排氣	15
レストラント	6～12
事務所	3～6
教會堂及圖書館	2·5～4
公衆便所（排氣）	12～20
鑄物場	4
冷房裝置のない居室の夏期冷房の爲には	10～15

Buffalo Forge Co. Fan Engineering より引用

5. 人體、燈火、機械等からの發熱量

（i）機械からの發熱量

電動機運轉の場合　$\frac{\text{馬力數}}{\text{効率}} \times 641{\cdot}7\ kcal/h$

機械運轉の場合　所要實馬力數 × 641·7 $kcal/h$

（ii）電熱又は電燈からの發熱量

1 $k.W.h = 860\ kcal$

（iii）ガスの燃燒による發熱量

發生爐ガス　1,335 $kcal/m^3$

點燈用ガス　4,720 $kcal/m^3$

自然ガス　8,900 $kcal/m^3$

東京市ガス　4,200 $kcal/m^3$

（iv）人體からの發熱量

第47表　室温と作業狀態による放熱量（現熱及び潛熱）の變化

人體の狀態 ＼ 室温乾球（°C）	潛熱量（$kcal/h$） 10°	15·5°	21°	26·7°	現熱量（$kcal/h$） 10°	15·5°	21°	26·7°
靜座する大人	17·6	17·6	25·2	44·1	110·9	93·2	75·6	55·4
輕い作業中の大人	29·0	49·1	78·1	113·4	136·1	118·4	89·5	54·2
普通程度の作業中の大人	41·6	73·0	110·9	151·2	168·8	114·9	109·6	68·0
激しい作業中の大人	93·2	141·1	186·5	224·3	239·4	189·0	143·6	100·8

Buffalo Forge Co. Fan Engineering より引用

6. 日 射 熱 量 (北緯 35° 附近に於けるもの)

第 48 表　日射方向に垂直な平面に對する日射量　($kcal/m^2h$)

時 ＼ 月	6 月	7 月 5 月	8 月 4 月	9 月 3 月	10 月 2 月	11 月 1 月	12 月
12	834	828	810	774	720	642	606
11 1	822	822	804	762	702	624	582
10 2	798	792	774	720	648	558	510
9 3	750	738	714	648	534	426	348
8 4	660	648	606	498	312	174	114
7 5	510	486	390	210	60	0·00	(VII.11′)
6 6	234	186	84	(VI.)	(VI.29′)	(VI.58′)	
5 7	60	0·00	(V.25′)				
4 8	(IV.49′)	(IV.59′)					

括弧内は計算上から得た日出時刻を示す

第 49 表　水 平 面 に 對 す る 日 射 量　($kcal/m^2h$)

時 ＼ 月	6 月	7 月 5 月	8 月 4 月	9 月 3 月	10 月 2 月	11 月 1 月	12 月
12	816	798	750	636	504	372	330
11 1	780	774	720	600	474	342	288
10 2	702	684	630	510	384	264	216
9 3	570	546	492	378	246	150	108
8 4	396	378	318	204	90	36	18
7 5	216	192	126	42	6	0	(VII.11′)
6 6	54	36	12	(VI.)	(VI.29′)	(VI.58′)	
5 7	0	0	(V.25′)				
4 8	(IV.49′)	(IV.59′)					

第 50 表　南窓及び北窓に對する日射量　($kcal/m^2h$)

時 ＼ 月	6 月	7 月 5 月	8 月 4 月	9 月 3 月	10 月 2 月	11 月 1 月	12 月
12	167·22	207·91	314·46	444·84	516·06	528·30	517·26
11 1	150·72	191·28	295·32	423·00	493·92	501·54	488·76
12 2	97·98	148·38	240·60	360·36	420·48	420·90	403·74
9 3	30·78	70·26	150·06	262·42	305·70	284·40	257·86
8 4	41·60	11·52	28·68	143·94	155·58	101·70	63·48
7 5	9·36 (北)	72·24 (北)	12·30 (北)	32·94	10·32	0·78	0
6 6	82·20 (〃)	58·02 (〃)	9·60 (〃)	0	0	0	
5 7	0·012 (〃)	0·016 (〃)	0 (〃)				
4 8	0 (〃)	0 (〃)					

太數字で示した部分は北窓に於ける日射量

第 51 表　東窓(又は西窓)に對する日射量　($kcal/m^2h$)

時 ＼ 月	6 月	7 月 5 月	8 月 4 月	9 月 3 月	10 月 2 月	11 月 1 月	12 月
12	0·00	0·00	0·00	0·00	0·00	0·00	0·00
11 1	196·08	199·20	204·00	197·70	179·40	153·00	165·24
10 2	345·84	372·30	379·14	363·12	321·96	265·92	274·38
9 3	489·00	496 68	491·34	458·34	384·76	287·40	284·52
8 4	528·54	528·48	515·52	435·12	304·02	151·86	100·50
7 5	457·62	444 18	387·00	214·86	32·82	0·017	0
6 6	351·36	189·84	67·44	0	0	0	
5 7	0·024	0·036	0				
4 8	0	0					

本表の數字は各月共 21 日於ける日射量を示す　　國民衛生第 5 卷第 10 號より抜萃

7. 暖房負荷の計算法

(1) 一 般 公 式

屋内を暖めて屋外より高い溫度に保つ場合に屋内から屋外に熱が流れ去る。之を熱損失といふ。暖房負荷とは、極く特別の場合を除いては、この損失に相當する熱量の事である。

熱損失は一般に一室毎に計算するもので次式にて表す。

$$H_e = H_t + H_a - H_g \quad \cdots\cdots (2)$$

但し　H_e = 熱損失 $kcal/h$

H_t = 傳播に依り室外に逃れる熱量 $kcal/h$

H_a = 室内外の空氣の交換に依り失はれる熱量 $kcal/h$

H_g = 室内に於て發生する熱量 $kcal/h$

(2) 傳播に依る熱損失

傳播に依る熱損失は次式で表はす。

$$H_t = \Sigma KA(t_i - t_o) \quad \cdots\cdots (3)$$

但し　K = 建築構造の傳熱係數 $kcal/m^2h°C$

A = 建築構造各部の面積 m^2

t_i = 室内溫度 $°C$

t_o = 室外溫度 $°C$

傳熱係數 K は (1) 式の示す如く、主として建築材料の熱傳導率と厚さに依つて異る値であるから、材質、構造を異にする毎に公式に依つて算出するか〔(1)式、第 34 表、第 35 表、第 36 表參照〕、線圖に依つて求めるか〔第 1 圖、第 2 圖參照〕、又は表に依て求める〔第 37 表乃至第 41 表參照〕。

A の値は同一室内でも K 又は $(t_i - t_o)$ を異にする毎に別々に算出せねばならぬ。

t_i の値は通常、暖房計畫の標準溫度〔第 32 表參照〕を其儘代入する。然し乍ら注意すべき事は t_i の値は同一室内でも一定でない事である。即ち天井面に近い t_i の方が床面に近い t_i より一般に高い。第 32 表に示す溫度は室内で人の生活する範圍の高さを對象として居る事は勿論であるから (一般に床上 1.5 m 程度の溫度を標準溫度として居る) 天井面の計算をする場合の t_i はもつと高い値を代入せねばならぬ。天井の高い室の壁面の計算に於ても同樣である。通常の放熱器を用ひた場合の室内空氣の溫度分布に對して Rietschel は次式を與へて居る。

$$t' = t + 0.1\,t(h-3) \quad \text{但し} \quad t' \geqq 1.5t \quad \cdots\cdots (4)$$

t = 床上 1.5 m 程度の室内溫度 $°C$

t' = 床上 h m に於ける室内溫度 $°C$

(4) 式は h に 3 m 以上の値を代入すべきもので、3 m 迄は普通室内溫度の差異を問題にしない。

t_o は室外溫度であるが必ずしも屋外溫度即ち氣溫とは限らない。外壁や屋根の場合の t_o には氣溫を代入する。此の場合に使用する數字としては建築所在地の記錄上の最低氣溫を採る必要はない。東京、大阪程度の氣候の場所では 1 月又は 2 月の毎日最低氣溫の平均値〔第 5 表參照〕で充分である。間仕切壁の計算で隣室を暖房しない場合とか、廊下との境の壁面に對する計算では t_o を適當に假定する。一般に此の樣な暖房

をしない室の温度は次式に依つて求める事も出来る。

$$t_x=\frac{\Sigma(K_oA_o)t_o+\Sigma(K_iA_i)t_i}{\Sigma(K_oA_o)+\Sigma(K_iA_i)} \quad \cdots\cdots(5)$$

但し　t_x＝求めやうとする室温
t_i＝隣接せる暖房室温
t_o＝外氣温度
K_oA_o＝外壁其他冷却面の傳熱係數と之に對應する面積との相乘積
K_iA_i＝暖房をして居る隣室との境界面の傳熱係數と之と對應する面積との相乘積

尙、(3)式に依る計算をして得た H_t の値に對して特に外壁の部分に對しては、その方位に從て適當な割増することがある。例ば北向きの外壁に對しては10%～15%、東又は西向きの外壁に對しては5%～10% を加へて置く。

以上で普通の場合に於ける傳播に依る熱損失の計算法の說明は終つたが茲に注意すべき事は(3)式は定常狀態に於ける熱傳播の式であるから暖房開始後一定時間内に室温を所定の標準迄上昇させ様と云ふ様な場合には此の計算式で算出した熱量とは全く無關係な熱量が必要であると云ふ事である。又熱容量の比較的大きな建物では暖房開始後熱傳播が定常狀態に達する迄に相當の時間がかゝる爲、毎日夜間は休止する様な場合には(3)式で熱量を出して之に適當な割増をして暖房負荷を決めて居る。例へば石造、煉瓦造等の建物に對しては15%～20%、普通のコンクリート、中空煉瓦等に對しては5%～10%、木造に對しては2%～4%位を割増として加算するのが普通であるが極寒地に對してはこの割増を倍加する位の必要があらう。此の最も甚しい場合が獨逸で一般に〔教會堂暖房〕と云はれて居るもので、教會堂の如き建物は

1. 内容積が相當大きい。
2. 建物自體の熱容量が大きい。
3. 數日間も暖房を休止した後、比較的短時間より暖房を使用しない。

といふ様な點で到底(3)式で計算する事は出來ないので之に代るべき實驗的の公式が種々與へられて居る。

(3)　室内外空氣の交換に依る熱損失

室内外空氣が交換される場合、次式で表される熱量が失はれる。

$$H_a=0.31\,L(t_i-t_o) \quad \cdots\cdots(6)$$

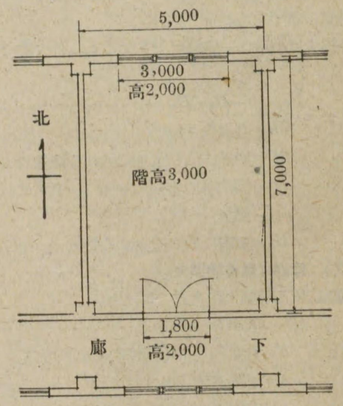
但し　H_a＝空氣交換に依る損失熱量 $kcal/h$
L＝交換される空氣量 m^3/h
t_i＝室内温度 $°C$
t_o＝室外温度 $°C$

空氣量 L は扇風機に依つて機械換氣をする場合にはその換氣量を採る。自然換氣のみの場合には次の二つの方法の内何れかに依つて L の値を假定する。其一は室の換氣回數を假定して室の容積から換氣量を算出する方法〔第44表參照〕で他の方法は窓の隙間及壁體を透しての空氣の透入量を假定する〔第42表、第43表參照〕方法である。

(4)　室内に於て發生する熱量

室内に於て發生する熱は大體第5節記載の通りであるが暖房負荷の計算に於ては充分確實なものゝみを採る方が安全である。

例題　今東京市内に建てられたる鐵筋コンクリート造建物の内下圖の如き最も簡單なる1室を考へて暖房負荷の計算をする事とする。但し夜間は暖房を休止するものとす。



(i)　傳播に依る熱損失

計算せんとする室に隣接する左右及び階上の各室は何れも暖房をして居るものとする。從て傳播に依る熱損失に關係する面は外壁、床、廊下側壁の3面を考ふればよいことになる。即ち此れ等各部に對する材質、構造及び傳熱係數は次の如くである。

外　壁　第3圖と同斷
$K=2.3$

床　第4圖と同斷
$K=1.1$

外壁窓　鐵製上げ下げ窓としウエザーストリップ無く締りをせざる普通硝子とする。第41表參照。
$K=6$

内部出入口扉　鐵製扉第41表參照
$K=2$

間仕切壁　厚さ120mm鐵筋コンクリート壁兩面に厚さ20mm漆喰塗りを施したるもの、此の壁の傳熱係數は3.(1)(ii)(b)例題1に倣ひ相當厚(159mm)を求め第1圖の線圖Ⅱより次の値を求む
$K=2.3$

次に計算に必要な温度を次の如く假定する。

暖房すべき室内温度　第32表參照
$t_i=18°C$

廊下温度　$t_o=7°C$　假定

床下温度　$t_o=5°C$　〃

外氣温度　第5表參照
$t_o=-1.4°C$

(ii)　室内外空氣の交換に依る熱損失

交換される空氣量は此處では第44表を參照して一側が外氣に露出せる室、毎時換氣回數1回とする。

室内温度　$t_i=18°C$

外氣温度　$t_o=-1.4°C$

(iii)　室内に於て發生する熱量

室内に於て發生する熱源は無きものとする。

以上計算に依つて得たる損失熱量2,765$kcal/h$は晝夜定常狀態に於て暖房して居る場合であるが本例題では夜間休止する事になつて居るので此の場合は5%～10%の割増が必要である。此所では其値を10%にとる即ち2,765×1.1＝3,042$kcal/h$が暖房に必要なる總熱量である。尙ほ本例の計算表は下段に示してある。

8.　冷房負荷の計算法

(1)　一　般　公　式

冷房負荷の計算法は大體暖房負荷の計算法と同じで室内外温度の關係が反對である事と室内で發生する熱量が負荷に加はる事を考へればよい。即ち

$$H_t=H_t+H_a+H_g \quad \cdots\cdots(7)$$

但し　H_t＝冷房負荷 $kcal/h$
H_t＝傳播に依り室内に侵入する熱量 $kcal/h$
H_a＝室内外空氣の交換に依り侵入する熱量 $kcal/h$
H_g＝室内に於て發生する熱量 $kcal/h$

(2)　傳播に依る侵入熱量

冬期建物の受ける日射熱量は熱損失を減らす役目をするから暖房負荷の決定には無關係であるが夏期の日射熱量は冷房負荷の重要な因子である。種々の平面の受ける日射熱量は第6節(第48乃至51表)に示す通りであるが是等の數値と冷房負荷との間の關係は簡單ではない。裸の窓硝子は日射熱の殆ど全部を通過させるが、硝子の外側に日覆か通風日除をすると室内に入る熱量は20～30%に止まる。又硝子の内側にカーテン

熱　損　失　計　算　表

名　稱	方　位	面　積 (m^2)	傳熱係數 ($kcal/m^2h°C$)	温度差 (t_i-t_o)$°C$	方位に依る割　増	損失熱量 ($kcal/h$)
外　壁	北	9	2.3	19.4	1.15	462
〃　窓	〃	6	6	19.4	1.15	804
内　壁		11.4	2.3	11		288
〃　出入口		3.6	2	11		79
床		35	1.1	13		500
計						2,133
名　稱		換氣量 (m^3/h)	容積比熱 ($kcal/°Cm^3$)	温度差 (t_i-t_o)$°C$		損失熱量 ($kcal/h$)
換　氣		105	0.31	19.4		632
合　計						2,765

かブラインドを全部下した場合には 45～60% に減るがこれらの熱量も或る時刻に於ける値であるから其儘冷房負荷と考へる事は大き過ぎる。まして、コンクリート、煉瓦等の建築材料が日射熱を受ける場合には外表面の溫度が外氣溫度より高くなる爲、一部の熱は外氣に放散され殘りの熱が傳導に依り建築材料を熱しつつ内部に傳はり最後に内表面から室内に放散されるのであるから室内に傳はる熱量、即ち冷房負荷は日射熱量より餘程少く且つ最大値の起る時刻も餘程遲れる。この樣な場合の熱傳播を簡單に算出する一般的な方法は未だ確定されて居ないが、次の方法は米國で提唱されて居る一種の簡便法である。即ち

$$Ht=\Sigma KA(t_o-t_i)+\Sigma RA \quad \cdots\cdots\cdots\cdots(8)$$

上式の右邊の第1項は後に說明する (9) 式の右邊と同じで、日射熱を受けない場合の傳播熱量を示し、これに第2項を加えて日射を受ける場合に對する補正をするといふ意味で、實際に傳播する熱量は上式の如く二つに分けて考へる事は出來ない。

玆に　$R=abI$

I＝日射熱量 $kcal/m^2h$（第6節參照）

b＝建築構造に依つて變化する係數であつて、便宜上、傳熱係數に比例すると考へる。

即ち　$b=0.05k$（但し k は傳熱係數を表はす無名數）

a＝建築構造の外表面の材質に依て變化する係數であつて、その値は大體第52表の如くである。

第52表　α　の　値

材　　質	α の値
明い色の材質（例へば、白色石材、明い色のセメント、白色又は薄クリーム色のペイント等）	0·4
多少暗色の材質（例へば、アスベストシングル、塗らない木材、褐色の石材、煉瓦又は赤色タイル、暗色のセメント、スタツコ、赤、綠又は灰色ペイント等）	0·7
暗黒色の材質（例へば、スレート、タール屋根材料、暗黒色のペイント等）	0·9

(8) 式に依つて冷房負荷を計算する場合、方位を異にする壁に於ては日射熱量の最大値の起る時刻が異る事を考へて加算する事が必要である。

日射を受けない建築構造を通して侵入する熱量は暖房の場合と同樣に考へてよい。即ち

$$Ht=\Sigma KA(t_o-t_i) \quad \cdots\cdots\cdots\cdots(9)$$

を使用し t_i 及 t_o の決定には第3表、4表及第33表を參照すればよい。

(3)　室内外空氣の交換に依る侵入熱量

暖房の場合は普通空氣の加熱に要する熱量のみを計算するが、冷房の場合は冷却の他に減濕に對する熱量を考へねばならぬ。即ち

$$H_a=Ld(J_o-J_i) \quad \cdots\cdots\cdots\cdots(10)$$

但し　H_a＝空氣交換に依る侵入熱量 $kcal/h$

L＝交換される空氣量 m^3/h

d＝屋外空氣（乾燥空氣）の重量 kg/m^3

J_o＝屋外空氣（乾燥空氣と水蒸氣）の含有熱量（乾燥空氣 1 kg 當り） $kcal/kg$

J_i＝屋内空氣（乾燥空氣と水蒸氣）の含有熱量（乾燥空氣 1 kg 當り） $kcal/kg$

J_o, J_i の値は卷末添付の井口氏空氣線圖から求めればよい。

(4)　室内に於て發生する熱量

人體からの發熱量は劇場、映畫館等の冷房負荷の最大因子である許りでなく、室内で發生する總ての熱量は、暖房の場合とは反對に、冷房負荷の一部となるのであるから第5節を參照して漏れなく算入する事が肝要である。

第2章　罐、ストーカ、煙突及燃料

（畔柳委員）

1. 暖　房　罐

總ての型式の蒸汽罐は、一應、暖房罐として使用し得るが、本項では主として暖房罐として製造、使用されて居る鑄鐵罐について述べる。鑄鐵罐が專ら暖房罐として使用される理由の一つは、その構造が鑄造された節の組合せ式になつて居る爲、罐の据付に際して、普通の通路や出入口を通つて罐の節を罐室に搬入して、室内で組立が出來るといふ利點があるからである。暖房罐として必要な他の一點は、焚火が樂に出來る樣な構造を持つ事である。この點に關して、現在、本邦で製造されて居る鑄鐵罐を2種類に大別する事が出來る。その一つは、傳熱面積に比して比較的廣い火床面積を持つ型式で、元來、米國に於て良質の無煙炭を廣大な火格子の上に比較的厚く投炭して置いて、極く徐々に、即ち、低い燃燒率で燃して長時間保たせ樣と考へられた型式である。本邦産の有煙炭を使用する場合には、この樣に長時間分の石炭を一度に投入して置くことは不可能で、矢張り、普通の動力罐で手焚をする場合と同樣に度々少しづゝ投炭する必要がある。

高砂鐵工株式會社の 100, 200, 300, 400, 500 及 600 型の高砂ボイラー並に昭和鐵工株式會社のアサヒボイラーは何れもこの米國流の型式の代表的なものであつて、前田鐵工所のM型罐も多少獨自の工夫が加へられた點もあるが、大體、この米國流の型式と見てよい。これ等の罐は、火床面積が比較的廣いから、燃燒率を上げれば罐の出力も上がるけれども、著しく効率の低下することを免れない。特殊資料欄に揭載されて居る各會社の資料の中には、同じ型式の罐を製造する米國の會社の型錄の出力をその儘揭げて居るのもあるから、本邦産の石炭を使用して型錄記載の最大出力を期待する事は無理であると共に、最大出力は著しく効率の低下を伴ふ事を考へねばならぬ。從て、適應容量とか常用出力とか言ふ欄に記載されて居る出力、或はそれより多少内輪に取つたものを各罐の常用出力と考へて罐を撰定する事が肝要である。

鑄鐵罐の出力に關しては、本會制定の鑄鐵罐出力規格（參考資料參照）に於て種々規定されて居るが、未だ、各製造會社が自家製造の各種の罐に就て出力試驗をして、この規格に規定されて居る方法でその罐の出力を發表する迄になつて居らない。

焚火を樂にする爲に考へられた他の一つの型式は所謂、貯炭罐と稱せらるるもので、火格子の上部が貯炭室になつて居つて、比較的多量の石炭を投入して置くと、下部の石炭から燃燒して、上部の石炭が徐々に下降する間にその揮發分が先づ燃える爲、有煙炭を焚いても比較的煙が少い構造をもつものである。現在、本邦で製造されて居るこの種の罐は歐洲殊に獨逸流の型式のもので、高砂鐵工株式會社の 2000型 及 3000型の高砂ボイラー並に昭和鐵工株式會社のトキワボイラーは何れもこの獨逸流の型式の代表的なものであつて、前田鐵工所の *A. B. C. D* 及 *F* 型罐は獨自の工夫の加へられた貯炭罐である。この型式の罐は、その構造上、火床面積の割に廣大な傳熱面積を持つて居るから、單位傳熱面積當りの傳熱量は一般は前述の米國流の型より遙に低い。特殊資料欄に揭載されて居る各會社の資料の中には、獨逸の製造會社の型錄の出力をその儘轉載して居るのもあるが、獨逸でこの方面に使用されて居る石炭は餘り良質のものでないから、本邦産の石炭を使用しても、大體、この程度の出力を期待する事は出來る。

米國流の型式の罐は上向通式であつて相當大きい燃燒室を持つて居るから、火格子を取外して下込ストーカを取付けてストーカ焚として使用する事が出來るが、獨逸流の型式の方は、その構造上、全然ストーカを取付ける事が出來ない。一般に暖房罐を撰定する場合には、放熱器其他暖房器のみによる暖房負荷に通常 5%～15% の配管の熱損失を加算して、これに對して充分な出力を持つ罐を撰定する必要があると共に、極寒地で毎夜暖房を休止する樣な使ひ方をする罐に對しては、毎朝の起動最負荷を考慮して 10%～20% の餘裕を持たせる必が要ある。

2. 下込ストーカ

暖房用鑄鐵罐に使用されるストーカは殆ど同一型式のもので、所謂、無覺束強制通風、下部送炭燃燒方式の下

込ストーカである。卽ち、貯炭函に投入された石炭がねぢコンベヤに依つてレトルト内に自動給炭され送風機による强壓通風に依り燃燒するもので、石炭はレトルト内で下方より上方に押上げられるに從ひ、火層上部の熱に依り低溫乾溜せられつゝ上部より着火するものである。

下込ストーカがその機能を完全に發揮する場合には手焚に比して次の樣な長所がある。

イ、連續的不變の給炭をなす爲、爐内溫度を比較的平均に保つ事が出來、且つ、過剩空氣量が少くて燃燒する爲、石炭消費量が少い。

ロ、低溫乾溜に依り石炭中の揮發分が徐々に發散し揮發分を抽出した半成コークスに着火して連續燃燒する爲、煙の出方が少い。

ハ、取扱者の勞力を省き、且つ、その焚火技術が比較的低い場合でも高能力で焚く事が出來るから人件費の節約が出來る。

下込ストーカを使用しても常に上述の利益を得られるとは限らないのであるから、適當な製品で然も暖房負荷なり、罐の出力なりに對して適當な型式、能力のものを撰ぶ必要がある。この意味に於て、本會制定の下込ストーカ規格(參考資料參照)に合格する製品を撰ぶと共に、施工、使用炭種及び實際運轉に對して特別の注意を拂ふ事が肝要である。

上記規格に撰定されて居る標準炭を常に入手し得るとは限らないのであるから、炭種の特異なものに對しては、豫め、設計の際考慮して置く必要がある。又施工に際してはレトルト周圍の煉瓦積をなす場合に空氣の漏入を完全に防ぐ樣に細心の注意を拂ふ事が必要である。

實際使用の際特に注意を要する事は、クリンカーの手入れをする場合に上部火層を攪伴すると急激に發散する揮發ガスを燃燒させる爲に一時に多量の空氣を必要とする故、空氣の不足を來して、濛々たる黒煙を吐くのみならず、下部の炭層に對する着火不良となつて、爐内溫度の低下を來すから、上部火層を亂さぬ樣常に一定の火層を保つ樣にクリンカーの手入れをせねばならぬ。

3. 煙　　突

煙突の主なる目的は二つある。その一つは罐に對して、その燃燒に必要な通風を與へる事で、その二は近隣に迷惑を及ぼさぬ程度の高さで、煙を空中に放散させる事である。從て、煙突の大さを定めるについても、常にこの二つの目的を同時に考慮に入れねばならぬ。

罐の通風に必要な條件は、煙突の斷面積と高さとであつて、次に示す Kent の公式は石炭燃燒量と煙突の大さとの關係を現した最もよく知られて居る式である。

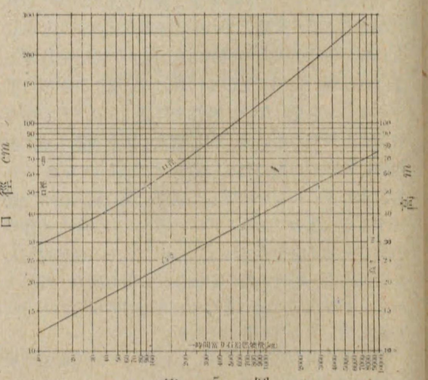
$$Q=(147A-27\sqrt{A})\sqrt{H} \quad \cdots\cdots(11)$$

但し　Q=石炭燃燒量 kg/h

A=煙突の斷面積 m^2

H=煙突の高さ m

第53表はこの公式に依つて計算した數値を表にしたもので、曾て、警視廳告示第 186 號の第 8 條に有煙炭を使用する自然通風の罐に對する煙突の依るべき標準として採用されて居つたものである。この表に示されて居る通り、同一の石炭燃燒量に對して、煙突の斷面積と高さとの間に或る程度の撰擇の餘地がある。卽ち、斷面積を大きくすれば、煙突は低くてもよい事になるが、罐の種類、型式等から考へて、必要な通風を得る爲の最低の高さといふものがある筈であつて、元來 Kent の公式も、かう言ふ意味から先づ高さを定めて、その値を代入して適當な斷面積を算出する建前になつて居る。從て第53表を使用するに際して、特にこの點に注意する必要がある。第5圖はかう云ふ意味から、第55表を使用する場合の參考又は補助といふ意味で作つた線圖であつて、或る石炭燃燒量に對して單一の高さと口徑の値を示す曲線が畫いてあるが、



第　5　圖

この線圖に示されて居る値が如何なる場合に於ても最も適當であるといふ譯ではなくて、種々な場合の中庸の値を採つて、煙突の概略寸法を一見して知るにも便利かと考へて作つたものである。

第 53 表　煙　突　の　大　さ

煙突(圓形)の直徑 (cm)	斷面積 (m^2)	有效面積 $E=A-0.18\sqrt{A}$ (m^2)	煙突の高 (m) 15	16	17	18	20	22	24	27	30	33	38	45	55	角形煙突一邊の長 (cm)
			石炭の消費量 (kg/h)													
35	·0962	·0383	22·5	23·2	24·0	24·6	26·0	27·4	28·5							30
40	·1257	·0602	35·0	36.2	37·0	38·3	40·0	42·5	44·2							34
45	·159	·0853	49·8	51·2	53·0	54·4	57·2	60·0	62·7							39
50	·196	·144	66·0	68·5	70·5	72·5	76·5	80·5	84·0							44
55	·238	·148	86·0	89·0	91·5	94·0	99·5	104	109	115						48
60	·283	·185	107	110	114	117	124	130	135	144	152					53
65	·332	·226	131	135	140	144	151	159	166	176	186	194				58
70	·385	·274	159	164	169	174	184	193	201	213	225	236	254			62
80	·503	·372	216	223	230	236	250	262	273	290	307	320	344	374		71
90	·636	·489		293	308	318	328	344	360	380	402	420	452	481	543	80
100	·785	·621			384	395	416	437	456	484	510	535	575	625	690	90
120	·1131	·935				595	625	660	686	730	770	805	865	940	1,040	107
140	·1540	·1310					880	925	960	1,020	1,075	1,130	1,210	1,316	1,450	124
160								1,230	1,280	1,360	1,435	1,500	1,620	1,755	1,940	142
180									1,650	1,750	1,850	1,935	2,080	2,260	2,500	160
200										2,180	2,310	2,420	2,600	2,820	3,120	177
240											3,400	3,560	3,820	4,150	4,580	213
280												4,200	4,500	4,900	5,420	230
320												6,450	6,950	7,550	8,350	284
360												8,250	8,860	9,630	10,630	320
400												10,200	11,000	12,000	13,200	356

4. 燃　　料

(1) 石　　炭

石炭分析表(實用燃料便覽より抜萃)　第 54 表　北　海　道　炭

炭鑛名	水分 (%)	揮發分 (%)	固定炭素 (%)	灰分 (%)	硫黄 (%)	發熱量 (kcal/kg)	比重	粘結性
蘆別	1·94	37·27	56·83	3·96	—	7,370	—	ナシ
蘆別	1·78	34·50	59·95	3·77	0·41	7,948	1·270	有
茂尻	2·10	38·49	51·85	7·60	0·514	7,480	1·304	ナシ
歌志内	3·16	40·29	53·43	3·12	1·40	7,752	—	—
空知	1·11	36·29	53·50	9·10	0·27	7,480	—	有
砂川	1·68	38·18	51·46	8·68	0·61	7,260	—	〃
三井美唄	3·38	39·70	48·80	8·12	0·355	7,700	1·323	ナシ
三菱美唄	3·74	42·74	45·07	8·45	0·43	7,099	—	稍有
幾春別	2·45	21·15	38·38	38·02	0·20	5,940	—	〃
奔別	2·78	40·29	47·81	9·12	0·970	7,755	1·343	ナシ
蝦生	3·06	43·20	39·23	14·51	0·330	6,765	1·341	〃
唐松	4·19	45·51	38·12	12·18	0·306	6,600	1·332	〃
幌内	3·71	42·77	44·33	9·19	0·36	6,917	—	〃
萬字	1·43	42·05	44·45	12·07	0·31	7,205	1·245	有
夕張	1·45	42·42	45·63	10·50	0·21	7,579	—	〃
新夕張	1·21	43·74	47·19	7·86	0·140	7,889	1·285	〃
大夕張	1·25	36·47	58·16	4·12	0·810	8,153	1·240	〃
登川	3·93	43·47	49·67	2·93	0·19	7,492	—	〃
雄別	3·24	42·13	34·51	20·12	0·30	6,007	—	—
春採	6·50	41·14	43·08	9·28	1·43	6,397	—	ナシ
別保	7·00	46·84	40·54	5·62	0·16	6,919	—	—
尺別	9·27	38·54	42·20	9·99	0·40	6,264	—	—

第 55 表　東北、關東及中國炭

炭鑛名	水分 (%)	揮發分 (%)	固定炭素 (%)	灰分 (%)	硫黄 (%)	發熱量 (kcal/kg)	比重	粘結性
内郷綴本坑	4·34	43·38	33·37	18·91	4·01	5,798	—	ナシ
入山	6·18	39·82	33·31	20·69	1·80	5,913	—	〃
好間	10·08	42·11	36·07	11·74	4·00	5,987	—	〃
福島	14·48	31·57	29·74	24·21	3·57	4,383	1·495	〃
小田第二	13·70	41·47	30·44	14·39	4·17	5,268	1·393	〃
勿来	13·66	36·21	30·71	19·42	3·04	4,837	1·414	〃
隅田川	11·38	36·99	33·70	17·93	2·68	5,268	1·421	〃
大倉無煙	18·08	39·44	36·14	6·34	0·45	5,472	1·333	〃
重内	18·59	37·84	34·75	8·82	0·61	5,426	1·348	〃
磯原	20·44	34·64	35·73	9·19	0·28	4,955	1·360	〃
高萩	16·46	37·63	34·17	11·74	0·24	5,280	1·357	〃
千代田	15·44	41·20	31·45	11·91	0·23	5,462	1·351	〃
沖ノ山五段	11·34	36·73	47·45	4·68	1·02	6,225	1·36	〃
〃大派	8·08	35·28	25·81	30·83	2·89	4,890	1·55	〃
大嶺無煙	3·98	8·30	62·61	24·78	0·36	5,735	—	〃
山陽無煙	3·62	8·20	56·15	32·03	0·45	5,111	—	〃

第 56 表　九　　州　　炭

炭鑛名	水分 (%)	揮發分 (%)	固定炭素 (%)	灰分 (%)	硫黄 (%)	發熱量 (%)	比重	粘結性
中鴻	9·22	36·03	50·45	4·30	0·48	6,670	1·303	ナシ
大辻	5·17	40·66	47·68	6·49	1·520	6,735	—	〃
大腰	4·64	41·14	47·98	6·24	0·38	7,119	1·295	〃
大君	4·79	37·21	47·10	10·90	0·74	6,864	1·317	〃
海老津	2·30	38·22	42·53	16·95	0·81	6,575	1·385	微
古河目尾	1·97	33·22	55·05	9·76	0·34	7,523	1·312	强
新入	1·36	39·34	49·05	10·25	0·28	7,066	—	普通
鯰田	3·12	39·34	53·54	4·00	0·25	7,641	—	〃
本屋	2·96	44·74	44·30	8·00	2·50	6,727	—	—
大ノ浦	2·23	39·78	49·86	8·13	0·406	7,138	1·310	普通
芳綱	1·48	40·07	44·63	13·82	1·20	6,872	1·410	良
二分	3·24	37·84	53·62	5·30	0·51	7,578	—	ナシ
忠	1·08	39·30	48·73	10·89	0·48	7,196	—	强
三	1·89	40·49	53·06	4·56	0·500	7,383	1·260	良
飯塚	2·24	37·88	49·73	10·15	0·21	7,246	1·340	微
吉築	2·00	40·00	50·10	7·97	0·378	7,367	—	普通
嘉保	1·36	38·24	48·20	12·20	0·54	7,059	1·620	强
平山	1·69	42·85	48·64	6·85	1·60	7,150	1·316	普通
上山田	2·50	42·00	45·00	1·05	0·70	7,000	1·283	良
下山田	2·77	43·07	45·54	8·62	0·556	7,218	1·290	〃
漆生	2·73	42·55	43·83	10·89	3·50	6,666	1·280	微
明治	1·90	31·14	58·20	8·76	0·506	7,390	1·323	〃
三井田川	3·39	33·93	54·03	9·65	0·410	7,150	1·303	普通
方城	2·29	35·57	47·71	14·43	0·920	6,880	1·400	〃
大峰地尾	2·56	37·49	50·56	8·88	0·820	6,980	1·326	微
宮豐國池	1·91	39·82	49·45	8·82	0·39	7,235	—	〃
赤海軍新原	3·23	39·02	49·75	8·00	1·16	7,152	—	〃
糟尾	1·92	38·06	52·22	7·80	0·519	7,300	1·040	普通
大谷	1·66	36·92	52·00	9·42	0·227	6,820	1·300	ナシ
龜山田	3·63	42·02	45·52	8·83	0·340	6,839	1·328	普通
高良島	3·97	44·20	45·38	6·45	0·535	7,268	1·320	〃
早粁相屋	3·43	42·48	46·66	7·43	0·250	7,136	1·280	〃
岩三池	2·90	40·60	45·10	11·40	0·39	6,655	1·30	ナシ
福松浦町	2·79	38·25	44·63	14·33	0·33	6,815	—	〃
鹿池野	2·66	39·39	49·88	8·07	0·74	7,059	1·32	普通
大芳崎	2·52	44·89	42·95	9·64	0·40	7,316	1·30	〃
松島子	2·77	37·27	48·41	11·55	0·35	6,800	1·33	微
高	4·73	43·48	45·49	6·30	1·16	7,198	1·31	〃
	2·40	47·18	43·94	6·48	3·23	7,500	1·30	普通
	2·10	42·55	42·93	12·42	1·66	6,800	1·34	〃
	3·18	37·85	51·87	7·10	1·64	7,240	—	〃
	0·89	36·83	51·56	10·72	4·62	7,639	—	强
	3·47	38·55	47·49	10·49	0·48	7,094	—	微
	2·40	37·55	34·37	25·52	1·11	5,944	—	普通
	1·61	25·50	56·79	16·10	0·51	7,050	—	〃
	5·36	33·28	40·36	21·00	1·94	6,270	—	ナシ
	1·50	29·00	53·36	16·14	0·56	6,520	—	强
	1·86	33·06	49·30	15·74	0·55	6,600	—	〃
	1·70	34·68	54·86	8·76	1·35	7,622	—	普通
	1·62	41·96	47·78	8·64	1·65	7,205	1·30	微
	1·00	37·00	57·50	4·50	0·30	8,350	1·30	普通

第 57 表　本　邦　亞　炭

炭鑛名	水分 (%)	揮發分 (%)	固定炭素 (%)	灰分 (%)	硫黄 (%)	發熱量 (kcal/kg)	比重	粘結性
木支	26·07	37·19	29·72	7·02	0·42	4,126	1·302	ナシ
川島	23·12	39·99	27·34	9·55	0·58	4,558	1·341	〃
御村	20·20	33·97	15·56	20·27	0·42	3,869	1·419	〃
芝	35·00	36·10	21·42	7·48	0·08	3,436	1·260	〃
長久手	16·54	44·86	27·73	10·87	0·38	3,680	1·368	〃
高針	13·56	37·38	22·20	26·92	0·14	3,787	1·452	〃

第 58 表　樺　太　炭

炭鑛名	水分 (%)	揮發分 (%)	固定炭素 (%)	灰分 (%)	硫黄 (%)	發熱量 (kcal/kg)	比重	粘結性
川上	5·19	44·22	44·13	6·46	—	6,963	—	—
大榮	3·98	45·98	42·24	7·80	—	6,980	—	—
大平	7·01	38·19	51·68	2·78	—	7,170	—	—
知取	10·93	43·58	35·31	10·18	—	5,660	—	—
東白浦	6·22	36·84	50·22	6·73	—	6,643	—	—
樫保	12·45	45·50	36·85	5·20	—	5,839	—	—
内幌	12·59	43·08	39·48	4·85	—	6,461	—	—
内川	9·00	39·80	44·90	6·30	—	6,169	—	—

第 59 表　臺　灣　炭

炭鑛名	水分 (%)	揮發分 (%)	固定炭素 (%)	灰分 (%)	硫黄 (%)	發熱量 (kcal/kg)	比重	粘結性
北港口	4·74	40·16	44·44	10·66	1·87	8,500	1·31	—
武丹坑	2·04	14·57	74·35	9·04	4·08	6,150	—	不粘結
山本炭礦	2·90	39·74	53·43	3·88	2·20	7,350	—	〃
松山	2·72	42·86	51·84	2·58	1·14	7,535	—	粘結
石底坑場	2·29	41·77	52·45	3·49	0·83	7,399	1·28	〃
芳隆炭礦	5·90	33·50	55·20	5·40	0·61	6,726	1·31	不粘結
基隆炭礦	2·26	41·41	46·78	9·55	1·39	7,010	—	粘結

第 60 表　朝　鮮　炭

炭鑛名	水分 (%)	揮發分 (%)	固定炭素 (%)	灰分 (%)	硫黄 (%)	發熱量 (kcal/kg)	比重	粘結性
鳳山	18·67	38·63	38·96	3·74	0·44	6,033	1·305	有煙不粘結
貞柏	0·70	7·49	85·13	6·68	1·15	7,663	1·461	無煙不粘結
大文山	0·65	7·98	87·32	4·05	0·95	7,841	1·443	〃
大寅	0·93	5·43	76·74	16·90	1·89	6,551	1·688	〃
長山	1·75	4·93	32·25	61·07	0·64	2,507	2·177	〃
三神	3·13	5·73	80·31	10·83	0·74	6,960	1·593	〃
平壤	1·13	9·61	81·13	8·13	0·79	7,685	1·50	〃
江西	3·13	3·80	81·49	11·57	1·10	7,252	—	〃
江東	1·95	5·06	80·38	12·61	0·69	7,045	1·786	〃
大成	1·20	5·50	91·30	2·00	0·69	—	1·44	〃
安州	14·33	30·79	31·18	23·70	0·31	4,322	1·488	有煙不粘結
通川	10·78	30·92	23·39	34·91	0·71	—	—	〃
永興	13·48	40·27	30·38	15·87	0·67	4,783	1·47	〃
文川	2·46	5·06	81·11	11·37	0·47	6,743	1·89	無煙不粘結
成興	16·19	39·25	30·20	14·36	0·44	4,649	1·40	有煙不粘結
生氣嶺	13·46	39·61	36·40	20·53	1·54	3,124	1·35	〃
浦辻	13·13	38·97	31·00	16·90	0·82	4,640	1·483	〃
昭和	12·78	40·43	37·64	9·15	1·09	6,119	1·34	〃
古站	22·28	27·85	24·24	25·60	0·56	3,514	1·470	〃
極洞	9·91	37·72	29·41	22·96	1·03	4,586	1·43	〃
鳳儀	15·27	39·53	38·04	7·16	0·98	5,951	1·341	〃
咸北	16·07	38·43	40·74	4·76	0·83	6,023	1·300	〃
會寧	15·46	37·57	37·28	9·69	0·35	5,972	1·272	〃
竹浦	12·86	46·21	31·65	9·28	1·07	5,732	1·38	〃
遊仙	13·72	39·56	39·40	7·32	0·44	6,003	1·30	〃
阿吉地	10·95	36·98	35·41	16·66	0·35	5,112	1·10	〃
青鶴	12·85	47·00	33·53	6·62	0·31	5,655	1·264	〃

第 61 表　滿　洲　奉　天　省　炭

炭鑛名	水分 (%)	揮發分 (%)	固定炭素 (%)	灰分 (%)	硫黄 (%)	發熱量 (kcal/kg)	比重	粘結性
撫順古城子	6·38	39·21	47·75	6·66	0·661	6,777	—	—
撫順大山	4·31	38·55	50·55	6·59	0·673	7,070	—	—
撫順東鄉	4·20	37·79	51·26	6·75	0·761	7,155	—	—
撫順老虎臺	4·51	37·56	50·14	7·79	0·726	7,046	—	—
撫順萬達屋	4·25	37·10	51·16	7·49	0·733	7,136	—	—
撫順新屯	2·82	36·72	50·76	9·70	0·815	7,075	—	—
撫順龍鳳	3·20	35·68	50·94	10·18	0·875	7,103	—	—
撫順塔連	2·65	34·37	46·76	16·22	0·952	6,671	—	—
復縣五湖嘴	1·41	7·24	80·95	10·40	0·600	7,925	—	不粘結
本溪縣本溪湖	0·69	21·70	77·61	5·58	0·450	7,360	3·391	粘結
本溪縣田師付溝	1·06	7·24	73·20	18·50	0·320	7,409	—	〃
本溪縣牛心臺	2·64	12·48	75·16	9·72	0·536	5,890	—	不粘結
遼陽縣煙臺	13·22	26·46	51·51	8·80	0·747	5,890	—	〃
西安縣大窯溝	6·75	38·54	52·97	1·74	0·68	7,722	—	粘結
西豐縣拘鹿	1·43	17·74	57·38	23·45	0·75	7,524	—	〃
輝南縣杉松崗	0·84	26·85	59·06	13·25	0·80	8,050	—	〃
錦西縣大窯溝	3·02	26·83	49·31	20·84	0·62	6,076	—	〃
錦西縣紅螺	0·82	9·46	67·15	22·57	1·01	6,355	—	不粘結

第62表　吉　林　省　炭

炭鑛名	水分(%)	揮發分(%)	固定炭素(%)	灰分(%)	硫黄(%)	發熱量(kcal/kg)	比重	粘結性
吉林縣火石嶺	13·14	34·15	52·71	10·14	0·87	6,355	1·453	不粘結
吉林縣缸窯	11·78	56·01	21·15	11·06	0·47	5,445	—	〃
同　奶子山	10·80	26·82	38·59	23·79	0·466	5,192	—	〃

第63表　黒　龍　江　省　炭

炭鑛名	水分(%)	揮發分(%)	固定炭素(%)	灰分(%)	硫黄(%)	發熱量(kcal/kg)	比重	粘結性
膿濱縣札賴諾爾	20·93	36·35	39·03	3·69	0·32	5,301	—	不粘結
湯原縣鶴立崗	2·01	35·04	56·73	6·22	0·29	7,285	—	粘結
穆稜	3·00	28·00	58·00	10·00	0·50	—	—	—

第64表　東　蒙　古　炭

炭鑛名	水分(%)	揮發分(%)	固定炭素(%)	灰分(%)	硫黄(%)	發熱量(kcal/kg)	比重	粘結性
阜新縣新邱炭坑	12·33	30·02	50·30	7·25	0·63	6,594	1·33	稍粘結
北票坑	3·00	32·00	58·00	7·00	—	—	—	—
西元寶山坑	—	9·00	31·60	29·00	0·92	4,489	—	—

第65表　其　他

炭鑛名	水分(%)	揮發分(%)	固定炭素(%)	灰分(%)	硫黄(%)	發熱量(kcal/kg)	比重	粘結性
直隸省灤縣開灤炭坑	0·40	26·15	51·05	22·40	3·01	—	—	—
直隸省井陘縣井陘炭坑無煙炭	3·58	3·17	80·75	12·50	0·90	7,689	—	不粘結
同　有煙炭	1·13	19·67	74·68	4·52	1·48	8,762	—	粘結
山東省博山	0·47	17·09	77·78	4.66	1·94	8,320	—	〃
山東省淄川淄川炭田	0·81	8·41	72·01	18·77	1·18	7,333	—	〃
山東省嶧縣	0·56	28·69	62·51	8·24	0·65	6,600	—	〃
佛領印度支那鴻基	1·1	6·9	88·86	3·13	—	8,055	—	無煙

(2) 燃　料　油

燃料として使用せらるゝ油類は其用途廣汎であり內燃機關用、焚燒用及鑛火用等に供せらる。而して內燃機關用としても其機關の種類に應じて之に適應すべき性狀の油類を選擇して使用に供すべきことの必要なるは當然であり、此點に市販せらるゝ燃料油の種類も亦甚だ多い。

今本邦に於て市販せらるゝ此等燃料油類に就て其性狀を試驗せる結果並に參考として米國原油より製造せられた燃料油各種に就て其性狀を示せば次の如し。

但し本試驗の各試料は市場より蒐集せるもので各會社の代表的製品に就て試驗したものではない。尙試驗各欄中橫線を引きたるは試驗を省略せるものである。

第66表　揮　發　油　類

揮發油類	反應	溜出容量(%) 70°C迄	100°C迄	150°C迄	95%溜出溫度(°C)	腐蝕試驗	發熱量(kcal/kg)	比重(15/4°C)
別自動車揮發油	中性	13·0	26·0	85·0	170	ナシ	11,000以上	0·740
赤揮發油	〃	6·0	25·0	83·0	175	〃	〃	0·750
黒貝揮發油	〃	8·0	28·5	83·5	175	〃	〃	0·696
ペガサス揮發油	〃	5·0	20·0	65·0	200	〃	〃	0·760
時計印揮發油	〃	8·5	26·5	64·0	215	〃	〃	0·751
黒ゼネラル揮發油	〃	5·0	20·0	64·0	205	〃	〃	0·710
二號自動車揮發油	〃	10·0	25·0	55·0	205	〃	〃	0·750
黒小揮發油	〃	6·5	18·5	52·0	225	—	〃	0·753

第67表　燈　油　類

燈油類	反應	引火點(°C)	95%溜出溫度(°C)	曇り點	硫黄分	發熱量(kcal/kg)	比重(15°/4°C)
青富黄燈油	中性	70	225	20°C以下	0.08%以下	10,800以上	0·822
チヤスター燈油	〃	50	243	〃	〃	〃	0·797
タイガー燈油	〃	46	266	〃	〃	〃	0·819
タンク燈油	〃	56	275	〃	〃	〃	0·811
青蝙蝠燈油	〃	50	300	〃	〃	〃	0·820
青燈臺油	〃	43	278	〃	〃	〃	0·823
白燈臺油	〃	11	310	〃	〃	〃	0·832
ミネラルコルザ油	〃	118	340	〃	〃	〃	0·845

第68表　輕　油　類

輕油類	色相	反應	酸價	引火點(°C)	95%溜出溫度(°C)	腐蝕試驗	發熱量(kcal/kg)	比重(15°/4°C)
農業用發動機輕油	無色	中性	0	40	300	ナシ	—	0·838
貝印發動機輕油	〃	〃	0	31	240	〃	10,700以上	0·827
青全膨輕油	〃	〃	0	70	325	〃	〃	0·846
別製發動機輕油	淡黄色	〃	0·01	86	—	〃	〃	0·852
銀輕油	〃	〃	0·02	58	320	〃	〃	0·892
二號發動機輕油	淡褐色	〃	0·02	80	—	〃	〃	0·860
三號發動機輕油	黒褐色	—	0·04	90	—	〃	〃	0·875
黒菊輕油	〃	中性	—	7	—	〃	〃	0·860
別黒菊輕油	黒色	〃	—	6	—	〃	〃	0·870

第69表　重　油　類

重油類	反應	引火點(°C)	粘度(Redwood)sec 30°C	50°C	凝固點(°C)	殘溜炭素(%)	灰分(%)	泥水分(%)	硫黄分(%)	發熱量(kcal/kg)
特重油	中性	83	67	46	−20以下	2·8	0·031	0·5	1·5以下	10,000以上
白錨油	〃	98	92	54	〃	2·1	0·013	0·3	〃	〃
青錨油	〃	96	81	50	−0·5	0·7	0·005	0·5	〃	〃
黒錨油	〃	70	71	48	−20以下	1·5	0·012	0·5	〃	〃
三井チーゼル油	〃	92	113	61	−15	3·4	0·055	1·0	〃	〃
一號重油	〃	96	125	65	−16	3·0	0·030	0·9	〃	〃
二號重油	〃	125	969	262	0	6·0	0·050	5·0	〃	〃
三井バンカー油	〃	87	1,488	405	− 8	9·0	0·094	4·0	〃	〃
三菱バンカー油	〃	61	482	158	−0·5	7·0	0·086	5·0	〃	〃

第 3 章　放　熱　器

（牧 田 委 員）

直接暖房用の放熱器として現在使用されるものは鑄鐵製放熱器（露出又は陰蔽して使用）コイル管、對流放熱器、及個別加熱器等である。

1. 鑄鐵製放熱器

鑄鐵製放熱器は日本標準規格第76號に依て規定＊されてゐる。

（1） **鑄鐵製放熱器の種類**

第70表に各種放熱器の放熱面積、內容積、重量及熱容量を掲げる。

第 70 表　日本標準規格制定鑄鐵製放熱器表

型式		放熱面積 (m^2)	內容積 (l_r)	重量 kg		熱容量 (kcal/°C)		單位放熱面積當りの熱容量 (kcal/m^2°c)		
柱	高さ			空	滿水時	空	滿水時	空	內部水	滿水時
二柱型	1150	0·44	4·25	13·20	17·45	1·52	5·77	3·44	9·66	13·10
	950	0·35	3·60	12·24	15·84	1·40	5·00	4·00	10·30	14·30
	800	0·29	2·85	9·54	12·39	1·08	3·93	3·65	9·85	13·50
	700	0·25	2·50	9·20	11·70	1·06	3·56	4·35	10·00	14·30
	650	0·23	2·30	7·80	10·10	0·90	3·20	3·90	10·00	13·90
	600	0·21	2·10	7·54	9·64	0·87	2·97	4·10	10·00	14·10
	500	0·17	1·73	6·64	8·37	0·76	2·49	4·63	10·02	14·65
三柱型	1150	0·52	3·05	18·24	21·29	2·10	5·15	4·03	5·87	9·90
	950	0·42	2·40	15·14	17·54	1·74	4·14	4·17	5·70	9·87
	800	0·35	2·20	12·54	14·74	1·44	3·64	3·74	6·30	10·04
	700	0·30	2·00	11·34	13·34	1·30	3·30	4·30	6·70	11·00
	650	0·27	1·80	10·84	12·64	1·25	3·05	4·55	6·70	11·25
	600	0·25	1·65	9·34	10·99	1·07	2·72	4·30	6·60	10·90
	500	0·20	1·50	7·74	9·24	0·89	2·39	4·45	7·50	11·95
三細柱型	800	0·19	0·80	6·54	7·34	0·75	1·55	3·97	4·20	8·17
	700	0·16	0·73	5·24	5·97	0·60	1·33	3·73	4·56	8·30
	650	0·15	0·70	5·00	5·70	0·58	1·28	3·88	4·67	8·55
	600	0·13	0·60	4·20	4·82	0·48	1·08	3·68	4·62	8·30
	500	0·11	0·54	3·70	4·24	0·43	0·97	3·90	4·90	8·80
五細柱型	950	0·40	1·30	11·64	12·94	1·34	2·64	3·35	3·25	6·60
	800	0·33	1·20	9·54	10·74	1·10	2·30	3·33	3·64	6·97
	700	0·28	1·10	8·70	9·80	1·00	2·10	3·84	3·93	7·77
	650	0·26	1·00	8·04	9·04	0·92	1·92	3·55	3·85	7·40
	600	0·23	0·90	7·10	8·00	0·82	1·72	3·60	3·90	7·50
	500	0·19	0·85	6·34	7·19	0·73	1·58	3·80	4·50	8·30
壁掛型	橫型	0·60	5·70	20·00	25·70	2·30	8·00	3·80	9·50	13·30
	竪型	0·60	5·10	20·20	25·30	2·30	7·40	3·85	8·50	12·35

（2） **鑄鐵製放熱器の放熱量**

放熱器の熱發散は輻射、對流及傳導に依るもので、之等の諸現象に依る熱發散の割合は、主として放熱器設置の狀態に依て變る。例へば壁前、床上に据えた場合には放熱量の ⅔ は對流に依り、余は輻射であるが、之を陰蔽した場合は其の方法に依ては、殆と全部が對流に依るものとなる。放熱面積の單位面積當りの放熱量は次の諸條件に依て變化する。

（イ） 放熱面の溫度、外圍表面溫度及空氣溫度

（ロ） 放熱器の型、高さ、及一組の節數

（ハ） 表面の塗料

（ニ） 据付の狀況

据付の狀況を大別して、露出式即ち壁前、床上に其の儘据置くものと、陰蔽式（壁の凹部又は棚下に置く場合を含む）とに分つ。

（i） 露出式の放熱量

一般に實用上次式で表はす。

$$Q = K\,\Delta t\,F \quad \cdots\cdots(12)$$

但し　Q＝1組の放熱器の全放熱量 kcal/h

Δt＝蒸氣又は湯の平均溫度と室內氣溫との差 °C

F＝放熱器の全表面積 m^2

K＝放熱係數 kcal/h°C m^2

放熱係數 K の値は條件に依て變化し、其の場合に應じて適當な K の値を撰定して用ふるのである。

然るに一方 Q は理論的に次式で表はされる。

$$Q = F C_r \left[\left(\frac{T_s}{100}\right)^4 - \left(\frac{T_r}{100}\right)^4\right] + F C_c (t_s - t_r)$$

但し、右邊第1項は輻射に依る放熱量、第2項は對流に依るもので、第1項中 F は有效輻射面積で放熱器を包む四角な箱の表面積と考へて差支なく、C_r は輻射係數で塗料に關係し、T_s 及 T_r は放熱器及室四圍の表面絕對溫度、t_s, t_r は放熱器及室內空氣の溫度、C_c は係數で型、高さに關係する。

放熱器中の蒸氣又は湯の溫度と表面溫度との差は極めて小さく（1°C 以下）T_s 又は t_s は事實上內部の蒸氣又は湯の平均溫度と考へ得る。又 T_r は空氣の溫度に等しいとして實際上は差支へない。

故に $K = \dfrac{F'}{F} C_r \dfrac{\left[\left(\frac{T_s}{100}\right)^4 - \left(\frac{T_r}{100}\right)^4\right]}{\Delta t} + C_c (t_s - t_r)$

Allen に依ると

$C_r = 4.5$ （但し表面は鑄肌の儘又はアルミニユームペンキ塗とする）

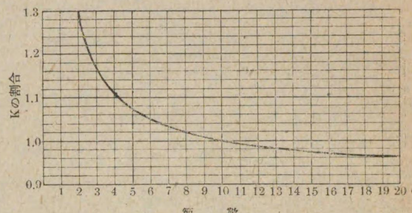
C_c は放熱器の高さに依り第71表の様に變化する。

第 71 表　放熱器の高さと C_c の關係

放熱器高さ	C_c
500	5·5
600	5·35
700	5·3
800	5·25
950	5·1

上式に於て $\dfrac{F'}{F}$ は節數及型に關係し、C_r は塗料に、$\dfrac{T_s^4 - T_r^4}{\Delta t}$ は溫度に、C_c は型に關係するもので、從つて K の値は之等の條件に依て變化することは明かである。K の値に就ては多くの人に依て實驗され其の實驗式も求められてゐる。

（イ） K と節數との關係；兩端の節は中央の節と條件が異るが、その影響の爲に K が節數に依て變ることになる。その變化の狀態は放熱器の型及溫度に依て異るが大體の傾向は第6圖に示される。



第 6 圖　K と節數の關係（10節を基準とする）

之に依ると、1節から節數の增加に從つて急激に減少し10節位から殆んど一定する。故に一般に10節に對する K の値を標準とする。

（ロ） K と溫度との關係；この關係は一般に次の様な式で現はされる。

$$K = K_0 (\Delta t)^{\alpha}$$

但し K_0 は常數、Δt は熱源の溫度と室內氣溫との差、α は常數である。α の値は實驗者に依て異り 0·3～0·43 である。即ち一定の放熱器に就では、放熱量 Q は溫度差の 1·3～1·43 乘に比例する。

（ハ） K と表面の塗料との關係；鑄鐵の裸面を標準とすれば塗料を施した場合の K は標準の 100％～80％の範圍に於て變化する。

（ニ） 各型放熱器の K の値；日本標準規格に制定された各放熱器の K の値を第72表に示す。但し溫度は蒸氣 100°C、湯平均 80°C、室內氣溫 18°C とす。

（ホ） 相當放熱面積；放熱器1節の放熱量 Q は

$$Q = fK\Delta t = fq$$

但し　$q = K\Delta t$……單位面積當りの放熱量

今單位面積當りの標準放熱量を q_o とすれば、

$$Q = f' q_o$$

但し　$f' = f\dfrac{q}{q_o} = f\dfrac{K\Delta t}{q_o}$

とした時の f' を其の放熱器の相當放熱面積と云ふ。而して標準放熱量 q_o は一般に次の如く定める。

q_o＝650 kcal/hm^2 ……蒸氣……(13)

第 72 表　鑄鐵製放熱器の K　$kcal/hm^2°C$

	高さ (mm)	2柱型	3柱型	3細柱型	5細柱型
蒸氣	500	7·8	8·1	8·1	7·1
	600	7·7	8·0	8·0	7·0
	(650)	7·6	7·9	7·9	7·0
	700	7·6	7·7	7·9	6·9
	800	7·5	7·8	7·8	6·8
	950	7·4	7·6	—	6·7
	1150	7·2	7·4	—	—
湯	500	7·0	7·3	7·3	6·4
	600	6·9	7·2	7·2	6·3
	(650)	6·8	7·1	7·1	6·3
	700	6·8	7·1	7·1	6·2
	800	6·7	7·0	7·0	6·1
	950	6·6	6·8	—	6·0
	1150	6·4	6·6	—	—

第 73 表　鑄鐵製放熱器の相當放熱面積 m^2

高さ (mm)	2柱型	3柱型	3細柱型	5細柱型	壁掛型
500	0·17	0·20	0·11	0·17	0·62
600	0·20	0·25	0·13	0·20	—
650	0·22	0·26	0·15	0·23	—
700	0·24	0·29	0·16	0·25	—
800	0·27	0·34	0·18	0·28	—
950	0·32	0·39	—	0·34	—
1150	0·40	0·47	—	—	—

$$q_o = 450\ kcal/hm^2 \cdots\cdots 湯 \cdots\cdots (14)$$

相當放熱面積は各型に就き第 73 表の様になる。〔蒸氣、湯及室内氣温の標準は(ニ)に同じ〕

放熱器面積 1 m^2 當りの放熱量は次の様になる。

$$Q = 650 f'\ kcal/h \cdots\cdots 蒸氣 \cdots\cdots (15)$$

$$Q = 450 f'\ kcal/h \cdots\cdots 湯 \cdots\cdots (16)$$

室内氣温と放熱器表面温度の差 Δt が、上記の標準と異る場合の放熱量の訂正係數 α を第 74 表に掲げる。放熱量は

$$Q = \alpha 650 f' \cdots\cdots 蒸氣 \cdots\cdots (17)$$

$$Q = \alpha 450 f' \cdots\cdots 湯 \cdots\cdots (18)$$

第 74 表　温度差に依る放熱量の補正

$\frac{\Delta t'}{\Delta t_o}$	0·4	0·6	0·8	1·0	1·2	1·4	1·6	1·8	2·0
α	0·29	0·49	0·73	1·0	1·29	1·60	1·90	2·25	2·6

$\Delta t'$……湯又は蒸氣の温度と、室内氣温との差 °C

Δt_o……標準温度差 { 蒸氣 82°C / 湯 62°C

(ii)　隱蔽した放熱器の放熱量

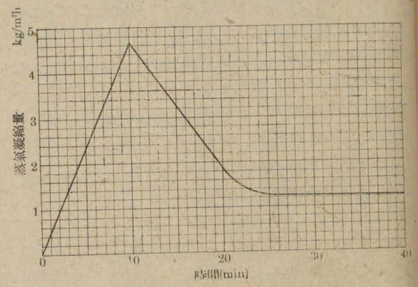
隱蔽の方法に依て變るが、開放式に比較して 10%～30% の放熱量の減少が起る。

(3)　鑄鐵製放熱器の熱容量

放熱器の熱容量は豫熱所要熱量に關係し延いては熱損失に影響する。殊に湯暖房に於て重大である。第70表に各型の熱容量を記入した。細柱放熱器は比較的に放熱面積當りの水容量少く、從つて熱容量が小さい爲に、豫熱所要熱量の少ないことを特長とする。

(4)　通氣始の蒸氣凝縮量

通氣始に放熱器中に起る蒸氣凝縮量を第7圖に示す。通氣開始後 10 分間の平均蒸氣凝縮量は常時の約2倍 (4·6 kg/m^2h) である。



第 7 圖　通氣始に於ける放熱器中の蒸氣凝縮量

2. 對流放熱器

對流放熱器は、加熱器と函とから出來てゐて、空氣は自然對流により函の下部の入口から入り、加熱器を通つて暖められ、上の口を通つて出て行く。加熱器は普通鰭付管を用ひ、函の下部、空氣取入口に近く置く。設置の方法は、壁前に置く場合又埋込む場合がある。

(1)　對流放熱器の放熱量

放熱は殆んど對流に依り、放熱量は空氣の流速に依て定まる。而して流速は、温度、加熱器から空氣出口迄の高さ、放熱器の空氣流通に對する抵抗等に依て影響を受ける。或る一定の放熱器に關しては加熱器の温度に關係する。其の關係は

$$Q = K(t - t_i)^{1.5} \cdots\cdots (19)$$

Q は放熱量、K は其の放熱器に關する常數、t は蒸氣又は湯の平均温度、t_i は放熱器に入り込む空氣の温度を示す。

(2)　標準放熱能力（米國 *A.S.H.V.E.* 試驗規格）

A.S.H.V.E. は對流放熱器に就き次の規格を設けた。

(i)　蒸氣の場合

標準室内狀態, 室内 70°F, 吸入空氣 65°F 使用蒸氣　壓力 1 lb/in^2(ゲージ)(温度 215°F)

以上の條件で試驗した場合の放熱量を其の放熱器の標準放熱量と定める。

$$Q_s = W_s h \cdots\cdots (20)$$

但し　W_s = 凝縮量 lb/h

h = 蒸發の潛熱 $B.T.U/lb$

Q_s = 標準放熱量 $B.T.U/h$

(ii)　湯の場合

標準室内狀態　同上

$$湯の平均温度 = \frac{入口温度 + 出口温度}{2} = 170°F$$

とした場合

$$Q_s = W(t_1 - t_2) \cdots\cdots (21)$$

但し　W = 湯の流量 lb/h

t_1 = 湯の入口温度 °F

t_2 = 湯の出口温度 °F

Q_s = 標準放熱量 $B.T.U/h$

任意の條件下で行つた試驗結果より標準能力を算出するには其の試驗結果の能力に次の係數 C を乘ずる。

(イ)　蒸氣の場合

$$C = \left(\frac{215-65}{t-t_i}\right)^{1.5} = \left(\frac{150}{t-t_i}\right)^{1.5} \cdots\cdots (22)$$

但し　t = 試驗に使用した蒸氣温度 °F

t_i = 試驗時の吸入空氣温度 °F

(ロ)　湯の場合

$$C = \left(\frac{170-65}{\frac{\theta_1+\theta_2}{2}-t_i}\right)^{1.5} = \left(\frac{105}{\frac{\theta_1+\theta_2}{2}-t_i}\right)^{1.5} \cdots\cdots (23)$$

但し　θ_1 = 湯の入口温度 °F, θ_2 = 同出口温度 °F

t_i = 吸入空氣温度 °F

3. 管及鰭付管の放熱量

(1)　管

人工通風なき場合の放熱量

$$Q = K(t - t_r)a \cdots\cdots (24)$$

但し　Q = 放熱量 $kcal/h$

t = 内部の蒸氣又は湯の平均温度 °C

t_r = 空氣の温度 °C, a = 管の表面積 m^2

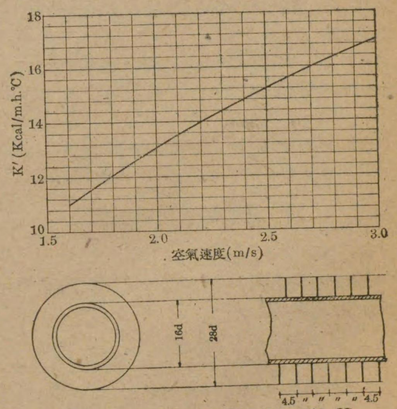
K = 放熱係數 $kcal/m^2°C$, (第 75 表)

第 75 表　鐵管の放熱係數 K $kcal/m^2°Ch$

管徑 (in)	單獨の水平管		上下に並行した多くの水平管	
	湯	低壓蒸氣	湯	低壓蒸氣
1～1¾	11·6	12·6	9·3	10·1
2～2½	11·1	12·0	8·9	9·6
3～4	10·6	11·5	8·5	9·2

(2)　鰭付管

之を通過する風速に依て變る。内部に低壓蒸氣を通じた場合エロフィン管 1 本當りの放熱係數 K' ($kcal/m.h$) を第 8 圖に示す。



第 8 圖　エロフィン管の放熱係數 K'

第 76 表　鐵管（瓦斯管）の表面積及容積

管徑(吋)	½	¾	1	1¼	1½	2	2½	3	3½	4	4½	5	6	7	8	10	12
表面積 m^2/m	0·068	0·085	0·107	0·134	0·153	0·190	0·24	0·280	0·319	0·359	0·399	0·439	0·519	0·599	0·681	0·839	0·998
内容積 l_r/m	0·204	0·366	0·60	1·00	1·36	2·20	3·62	5·12	6·83	8·72	10·48	13·40	19·00	25·5	32·8	50·5	73·0

第4章　湯暖房装置

（牧　田　委　員）

1. 湯暖房の特徴

湯暖房装置は蒸氣暖房装置と比較して次の特徴を有する。湯暖房の長所としては

（イ）　暖房負荷に應じ温度調節が容易に行はれ得ること。即ち外部の温度、天候に應じて湯罐の焚火を加減し、湯の温度を 90°C～60°C の廣範圍に渉つて變化し、室内温度を適度に調整し得る。又放熱器に取付けた放熱器弁に依て放熱器中の湯の流量を加減し、或る程度放熱量を調整することも出來る。

蒸氣暖房に於ては蒸氣温度の加減、放熱器弁に依る放熱量の加減は通常は困難である。

（ロ）　湯罐の取扱は蒸氣罐と比較して安全且簡單である。

缺點としては

（イ）　極寒の地では凍結の心配がある。（放熱器弁に小孔を設け、閉ぢた場合でも微量の湯を循環させる等凍結防止を要する。）

（ロ）　同一放熱量に對して蒸氣暖房装置より大きい放熱面積を要し、又配管費も稍高く全體として設備費が高くなる。

（ハ）　熱容量が大きい爲豫熱に長時間を要し、且斷續して使用する場合は豫熱損失も大きくなる。

2. 湯暖房装置の種類

（i）方　　式

装置の全部及各部分に亘つて種々の方式があつて次の様に分類が出來る。

第77表　湯暖房方式の分類

分類の要點		種　　類
1	湯の温度	*a* 密閉（高温）式 *b* 開放（低温）式
2	湯の循環方法	*a* 重力式 *b* 强制式
3	配管方法（1）	*a* 單管式 *b* 複管式
4	配管方法（2）	*a* 上向供給式 *b* 下向供給式

實際の装置は之等の組合はされたもので、例へば 1*b*, 2*a*, 3*b*, 4*a* を組合せた複管重力上向供給式の如くである。

次に第77表の順序に從つて各方式の要點を記載する。

（*a*）　密閉（高温）式及開放（低温）式

密閉式は装置全體を密閉して湯の壓力を大氣壓以上に保ち得る樣にし湯の温度を 100°C 以上にするものである。湯の膨脹に對しては密閉した膨脹タンクを設け、この中の空氣を加壓して湯の温度に相當した一定の壓力を保たしめる。（後記膨脹タンクの項參照）開放式に比較して湯の温度が高い爲に放熱面積を減少し得る。

開放式は装置の最高部（通常は膨脹タンク）を大氣に通じたもので、從つて湯の温度は 100°C 以下に制限される。これは密閉式湯暖房及蒸氣暖房に比較して取扱が簡單且安全な點に於て優れてゐるが、所要放熱面積がそれらに比べて稍大きくなる。開放式は最も一般に使用せられる。

（*b*）　重力式及强制式

重力（循環）式は配管中に、高温度の湯と低温度の湯の重さの差に依て起る循環力を利用して自然循環を起させる方式である。装置は最も簡單で取扱の容易なことを特長とし、概して住宅等の小建築に適用される。自然循環力は常に水柱 數10 *mm* を越えない程度であるから、大きな建物に適用すれば配管は太くなり且豫熱に長時間を要する等の缺點がある。

普通の重力式では自然循環力を得る爲には湯罐を最下位の放熱器より更に下位に置くことを必要とする。即ち1階に放熱器を置く場合には汽罐室は地下に造らなければならない。但し住宅等の極く小さな建物に限つて湯罐と放熱器を同じ階に置く重力式の装置がある。之を同階暖房装置と云ひ第15, 16圖に之を示す。

これは往管中の熱損失に依る湯の冷却を利用して循環を起させるのである。

强制（循環）式は機械力に依つて循環を起す方式であつて大きな建物に對しても、湯は、重力式に比べてより迅速に且平均に循環させることが出來る。機械力としては一般に低揚程（水柱1*m*内外）の渦卷ポンプを使用する。豫熱を速にする爲に重力式の装置に循環ポンプを併用し、通り始めにのみ强制循環を行ふ場合もある。

（*c*）　單管式及複管式

單管式には二通りの方法がある。一つは巡回する1本の主管があつて之に放熱器の往管及還管を連結するもの（第9圖）で他は1本の竪管に放熱器の往及還の枝管を連結したもの（第10圖）である。何れにしても往管中の湯は放熱器の還りの湯と混合し先に進むに隨ひ温度を低下する。放熱面積はそれに應じて先に進む程割增しする必要がある。又單管式は或る一つの放熱器を開閉すると、それが他の放熱器に對して著しい影響を及ぼす缺點がある。この湯の温度低下と、不安定性の爲に單管式は廣い又は高い建物に用ふることは困難である。但し之に强制循環法を採用すれば或る程度迄これを補ふことが出來る。單管式の特長は設備費の低廉にある。

複管式は第11圖及第12圖に示す樣に、放熱器への送り管と還り管を全然別箇にしたもので、主管及竪管の温度は（配管途中の熱損失を無視すれば）一定となる。單管式に比較して設備費は當然高くなるが單管式の缺點である、温度變化と不安定性がなくなる。即ち放熱器は弁に依て其の放熱量を任意に調節し得られ且他の放熱器に影響を及ぼすことが少ない。

（*d*）　上向供給式及下向供給式

第9圖、第12圖は上向供給式、第10圖、第11圖は下向供給式である。下向供給式では一般に送り主管を小屋裏に配管するが、その配管の表面から發散した熱は小屋裏の空氣を暖めるのみで大きな損失となる。上向供給式では送り主管は床下又は地階に配管するが、この場合は配管の表面から發散した熱は、熱氣の上昇となつて一部有効に用ひられる。一方、下向供給式に於ては配管中の熱損失に依て起る循環水頭の增加があつて湯の循環を助長する。重力循環式では其の影響を無視出來ない場合がある。（計算の項參照）

（ii）　裝置の種類

現在一般に行はれる裝置の種類は次の樣である。

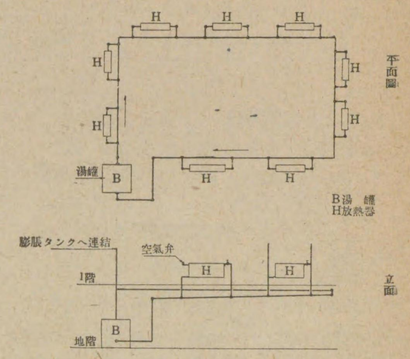
（*a*）　單管重力式

第9圖及第10圖に示す。

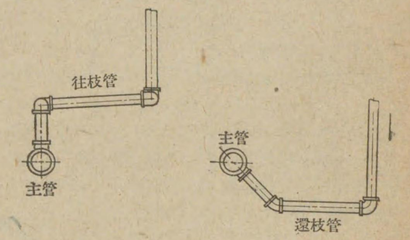
第10圖の場合は主管には先下り勾配を附し空氣が總て膨脹タンクに拔ける樣にする。或は各放熱器に空氣弁を設けて排氣してもよろしい。立上り管の主管からの分岐は第9圖に示す樣に送り管の方は主管の上部に連結して比較的熱い湯を取出し還り管は主管の下端に連結する。

（*b*）　複管重力式

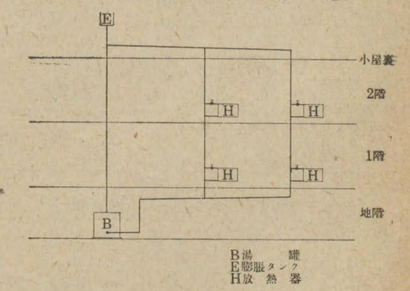
第11圖に其の下向供給式を示す。



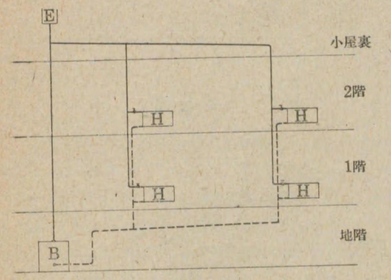
第9圖A　單管重力式湯暖房装置（上向供給式）



第9圖B　單管式竪管と主管との連結



第10圖　單管重力式湯暖房装置（下向供給式）



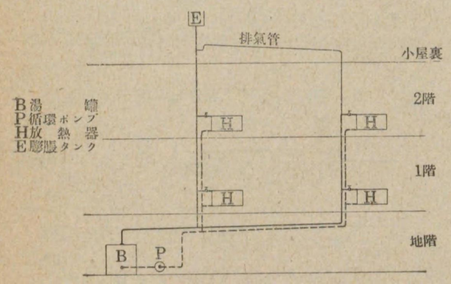
第 11 圖　複管重力式湯暖房裝置(下向供給式)

第 12 圖より循環ポンプを除いたものは上向供給式である。上向供給式の場合は竪管の頂部から空氣管を延長して之を膨脹タンクに接續して排氣するか或は放熱器に空氣弁を設けて排氣する必要がある。

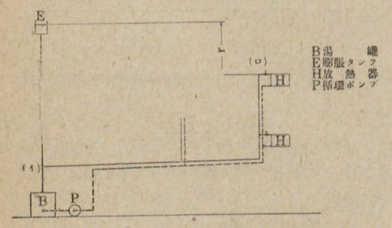
(c)　複管强制循環式

第 12 圖に示す樣に循環ポンプを還り主管に設ける。

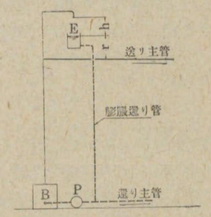
膨脹タンクとポンプとの配管に對して次の樣な條件がある。第 13 圖の樣にポンプの出口側に膨脹タンク



第 12 圖　複管强制式暖房裝置(上向供給式)



第 13 圖

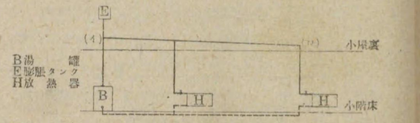


第 14 圖

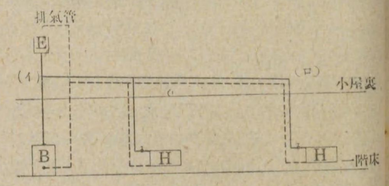
を連結すると(イ)點の壓力は r 及(ロ)(イ)間の摩擦水頭の和となり、(ロ)(イ)間の摩擦水頭はポンプ水頭の½に等しいと考へると(イ)點に眞空を生じない爲には $r > \frac{1}{2}h_p$、(但し h_p=ポンプ水頭)なることを要する。即ち膨脹タンクの水面を最高位の放熱器よりポンプ水頭の½以上高く設けることを要する。又第 14 圖の如く膨脹タンクをポンプの吸入側に連結した場合は安全管の出口と膨脹タンクの水面との高さの差 h は大體ポンプの水頭より大きく取る必要がある(小さい場合には安全管の口より吐水を起すおそれがある)

(d)　同階暖房裝置

第 15 圖及第 16 圖に示す。



第 15 圖　同階暖房裝置 (1)



第 16 圖　同階暖房裝置 (2)

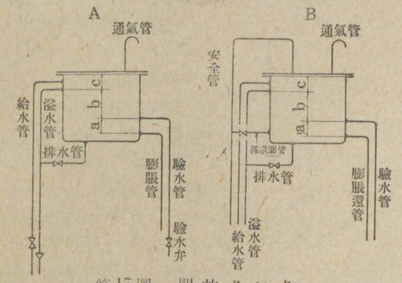
放熱器 H と湯罐 B とは同じ高さに置かれてゐる。小屋裏又は天井に配管する送り主管(イ)(ロ)は特に保温をしない裸の儘とし、この間で充分冷却を起させる。故に竪管(イ)B と(ロ)H とでは温度が異り、その爲に自然循環水頭を生じ自然循環が起る。

3. 膨脹タンク

湯の温度上昇に依る膨脹に對して膨脹タンクを設ける。開放式裝置には開放タンクを、密閉式裝置には密閉タンクを使用する。

(1)　**開放タンク**

開放式湯暖房裝置の最高部に設けて大氣に通ぜしめる。第 17 圖 A 及 B は其の一例を示す。



第 17 圖　開放タンク

B 圖は安全管(安全裝置の項參照)のある場合、A 圖はそれのない場合である。驗水管(水位を驗するもの)は罐室迄立下げて此處に弁を設ける。給水管の弁及溢水管口も同樣罐室に配置すれば便利である。槽は一般に保温及防露の爲に被覆を施し極寒の地では特に槽及配管の凍結を防ぐ爲に循環用管(B 圖)を設け、少量の湯を槽を通じて循環せしめることがある。

第 17 圖中の a. b. c の寸法は通常次の樣にとる。a=150 mm、c=100～200 mm、b=(膨脹に依る水位變動の 2 倍)、膨脹に依る水位の變動は膨脹の容積に依つて定まる。而して膨脹の容積は次の樣にして求め得る。

$$\Delta v = \alpha v \Delta t$$

但し　Δv=膨脹容積 $l r$

v=裝置に充される湯の量 m^3

Δt=温度上昇 °C

α=常數

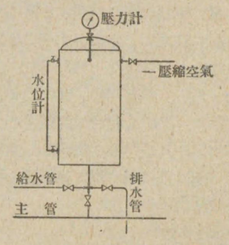
一般に　$\alpha \fallingdotseq 0.5$, $\Delta t = 50$ } として

$\Delta v = 25v$　となる。(放熱器及管の内容積に就いては第 75 表第 76 表を參照のこと)又別に米國の標準に依ると膨脹タンクの容量は放熱面積に對し第 78 表の樣になる。

第 78 表　膨脹タンクの大さ
(A.S.H.V.E. Guide より)

放熱面積 (m^2)	水槽容量 ($l r$)
35	70
45	80
60	90
75	110
90	130
110	150
140	190
170	230
190	270
200	300

(2)　**密閉タンク**



第 18 圖　密閉タンク

密閉式湯暖房裝置に使用する。第 18 圖は其の一例を示す。

タンクの上部を空氣溜とし、湯の温度に相當する必要の壓力を保つ。其の必要壓力は次の如くして算出する。

$$H = h + h_t + \frac{1}{2}h_p + C$$

但し　H=タンクの所要壓力 $m\,Aq$(大氣壓以上)

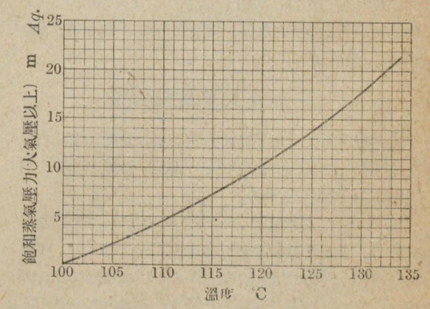
h=タンクの水面から裝置最高部迄の高さ m

h_t=所要温度に對する飽和水蒸氣壓力 $m\,Aq$

hp=循環ポンプの水頭

C=常數 ≒2

温度と飽和蒸氣壓力 h_t との關係は第 19 圖の樣になる。

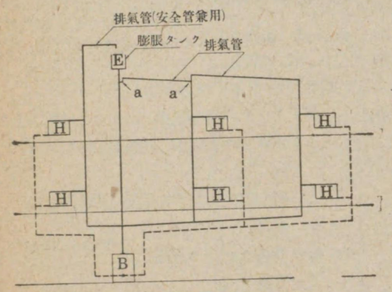


第 19 圖　温度と飽和蒸氣の壓力

例　湯の所要温度＝110°C
　　タンクから最高部迄の高さ 20 m
　　ポンプ水頭 1 m
　　h_f ≒5 m Aq
∴　H=20+5+0·5+2=27·5 m Aq (大氣壓以上)

4. 排 氣 裝 置

最初滿水前に配管中に在つた空氣及運轉中に漏入した空氣は配管中に空氣溜個所があればそこに溜り、湯の循環を阻害する。故に配管は湯の循環する路に空氣の溜る個所を作らぬ樣に注意し、空氣がすべて膨脹タンクに逃れる樣に勾配を付ける（第10圖、第11圖）か、或は特に排氣管を設け（第20圖）、又は空氣溜個所毎に排氣弁（自動又は手動）を付けて排氣する。例へば第20圖の排氣管の代りに上部の放熱器に空氣弁を付けるのである。第20圖に示す樣に排氣管を膨脹



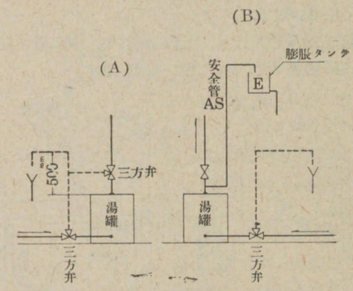
第20圖　排　氣　裝　置

タンクの下で竪管に接續する場合には a 部にループを作つて空氣溜りとなし、排氣管中に於て湯の循環の起ることを防止する。

5. 安全裝置及膨脹管

湯罐の出入口に弁を設ける場合は、過失で弁を閉ぢた儘焚火した場合の危險を防ぐ裝置を必要とする。第21圖に其の一例を示す。

第21圖 A は湯罐出入口に取付ける弁を特殊三方弁として、閉ぢた場合は必ず傍口が開く樣にし、この傍口の配管を纏めて排水口に開かせる。この樣にすれば罐の前後の弁で湯の循環が遮斷される場合には必ず出口の傍口が開いてゐるから膨脹水量も蒸氣も安全に外

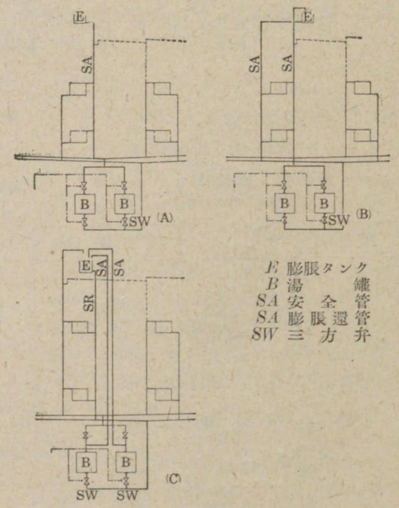


第21圖　安　全　裝　置

へ逃れる。圖 B は罐と出口弁の間に安全管 AS を接續して、膨脹タンクの水面上に開き、蒸氣の逃路としたものである。

安全管は罐を過熱して蒸發を起した場合、これを安全に逃すことを目的とし、配管の一部を充當する場合（第22圖 A 及 B）と、別に設ける場合（第22圖 C）がある。罐2臺を併用する場合の安全裝置の配管方法を第22圖に示す。

安全裝置の管徑に就いては次の樣な獨乙の規格がある。



E 膨脹タンク
B 湯　　罐
SA 安 全 管
SA 膨 脹 還 管
SW 三 方 弁

第 22 圖

（イ） 第22圖 A の型式（安全管を膨脹タンクの底部に連結するもの）
安全膨脹管の内徑……d_1 mm
三方弁口及連絡管徑……d_2 mm
湯罐の傳熱面積（多數の時は合計）……H m²
とすれば

$$d_1 = 14{\cdot}9\,H^{0.356}$$
$$d_2 = 13{\cdot}8\,H^{0.435}$$

之を計算したものは第79表である。

第 79 表

湯罐傳熱面積 (m²)	d_1	湯罐傳熱面積 (m²)	d_2
5	1	5	1
5～11	1¼	5～9	1¼
11～17	1½	9～13	1½
17～25	1¾	13～17	1¾
25～34	2	17～22	2
34～69	2½	22～39	2½
69～112	3	39～60	3
112～170	3½	60～85	3½
		85～105	4

（ロ） 第22圖 B 及 C の型式（安全管を膨脹タンクの水面上に覗かせ別に膨脹還管を設ける場合）
安全管の内徑……d_3 mm
膨脹還管の内徑……d_4 mm
湯罐の傳熱面積（多數の時は合計）……H m²
とすれば

$$d_3 = 15 + \sqrt{20\,H}$$
$$d_4 = 15 + \sqrt{10\,H}$$

之を計算したものは第80表である。

第 80 表

湯罐傳熱面積 (m^2)	d_3	湯罐傳熱面積 (m_2)	d_4
7	1	15	1
7～21	1¼	15～42	1¼
21～30	1½	42～70	1½
30～51	1¾	70～102	1¾
51～72	2	102～144	2
72～140	2½		

6. 配 管 抵 抗

配管の抵抗は直管のそれと、接手及弁等の所謂局部抵抗の加つたものである。

直管の摩擦抵抗に依る水頭損失 p (mm Aq) は次式で表はされる。

$$p = \Sigma(R \times l)$$

但し　R=1 m 當りの直管の摩擦水頭損失 mm Aq
　　l=直管の長さ m

一つの局部抵抗に依る水頭損失を Z mm Aq とし、配管全部の局部抵抗に依る水頭損失を ΣZ とすれば配管全部の水頭損失は次の樣になる。

$$P = \Sigma Rl + \Sigma Z \quad \cdots\cdots(25)$$

但し　P=配管全部の水頭損失 mm Aq
　　ΣRl=直管の摩擦水頭損失を加算したもの mm Aq
　　ΣZ=局部抵抗に依る水頭損失を加算したもの mm Aq

(1) 鐵管の摩擦抵抗

流體に對する管の摩擦抵抗による水頭損失は次式で表はされる。

$$R = \lambda \frac{1}{d} \frac{p}{2g} v^2 \quad \cdots\cdots(26)$$

但し　R=管 1 m 當りの摩擦水頭損失 mm Aq
　　d=管の内徑 m
　　ρ=流體の密度 kg/m³
　　v=平均流速 m/s
　　g=動力加速度 m/s²
　　λ=係數

係數 λ は完全に滑かな管に就いては レイノルヅ數 R_e のみの函數であるが粗面管になると違つて來る。

鐵管に關する Brabee の實驗結果に依れば λ は次の式で表はされる。

$$\lambda = 0{\cdot}0072 + \frac{0{\cdot}61}{R_e^{0.35}} + \frac{2{\cdot}9 \times 10^{-5}}{d} R_e^{0.06}$$

但しレイノルヅ數 R_e は

$$Re = \frac{vd}{\nu}$$

茲に　v＝平均流速 m/s

d＝管の内徑 m

ν＝流體の運動粘性係數 m^2/s

運動粘性係數 ν は温度に關係するが、湯暖房の湯の温度の範圍内では大きな變化がないから簡單の爲に常數と見なして平均温度 80°C に對する値を採る。即ち

$$\nu=0{\cdot}3659\times10^{-6}m^2/s$$

故に　$$Re=\frac{vd\times10^6}{0{\cdot}3659}$$

以上の諸式から流速 v が決定すれば各管徑に就いての R_e が決定される。

流速 v の代りに流熱量を用ひることが出來る。

流熱量 H と流速 v とは次式の如き關係にある。

$$\frac{H}{\Delta t}=\frac{\pi}{4}d^2v\rho c\times3{,}600=H_o\cdots\cdots\cdots\cdots(27)$$

但し　H＝流熱量 $kcal/h$

Δt＝放熱器中の温度降下 °C

d＝管の内徑 m

v＝平均流速 m/s

ρ＝流體密度 kg/m^3

c＝流體比熱 $kcal/kg°C$

又 $H_o=\frac{H}{\Delta t}$ 即ち H_o は温度降下 1°C に就いての流熱量を示す。H_o を與へると以上の諸式から、各管の摩擦抵抗損失が定まることになる。ρ 及 c も温度の函數であるが、ν と同樣に常數と見做して、80°C に對する値を採り

$\rho=971{\cdot}85\ kg/m^3$

$c=1{\cdot}0014\ kcal/kg°C$

とする。以上の諸式によつて流熱量(H_o)、管徑、平均流速、摩擦抵抗の間の關係を計算したものは附表 I 及 II である。但し摩擦抵抗 R には安全の爲 5% の割增を附加してある。

（2）局部抵抗

管接手、弁等に依る抵抗は大略其處を通過する流體の有する速度水頭に比例する。即ち

$$Z=\zeta h_v$$

但し　Z＝水頭損失 $mm\ Aq$

ζ＝接手、弁等の型に關する常數

h_v＝速度水頭 $mm\ Aq$

常數 ζ の値を第 81 表に示す。

第 81 表　局部抵抗の ζ

接手の種類	ζ	接手の種類	ζ
ソケット	0	Y 接手	1·5
T 接手 ⊣	1	放熱器	3
T 接手 ⊥	1·5	湯罐	2·5
T 接手 ⊥	3		

	公稱管徑			
	½″	¾″～1″	1¼″～1½″	2″以上
L	2·0	1·5	1·0	1·0
ベンド	1·5	1·0	0·5	0·5
ゲート弁	1·0	0·5	0·3	0·3
ストップ弁	16·0	12·0	9·0	7·0
放熱器用コック（直通）	4·0	2·0	—	—
〃（直角）	7·0	4·0	—	—

湯暖房裝置の配管の管徑計算に際して、最初に直管部の抵抗と局部抵抗即ち ΣRl と ΣZ の全抵抗に對する割合を豫め推定する必要が起る。第 82 表はそれを示す。

第 82 表　全抵抗に對する局部抵抗と直管部抵抗の割合

	局部抵抗	直管抵抗
一般の場合	50%	50%
約50m 遠方の建物	20〃	80〃
〃100m 〃	10〃	90〃

7. 自然循環水頭

重力式湯暖房裝置の自然循環水頭は次式で表はされる。

$$H=\Sigma\Delta\rho\cdot h_m\cdots\cdots\cdots\cdots(28)$$

但し　H＝循環水頭 $mm\ Aq$

ρ＝湯の比重 kg/m^3

$\Delta\rho$＝温度變化に依る ρ の增加

h_m＝湯罐中心より $\Delta\rho$ の生ずる點迄の高さ m

但し、罐中心線より上を＋、下を－とする。

湯の比重 ρ の値を第 83 表に揭げる。

第 83 表　40°C～100°C 間の水の重量 kg/m^3

温度 (°C)	重量 (kg/m^3)	温度 (°C)	重量 (kg/m^3)	温度 (°C)	重量 (kg/m^3)
40	992·24	61	982·72	82	970·57
41	991·86	62	982·20	83	969·94
42	991·47	63	981·67	84	969·30
43	991·07	64	981·13	85	968·65
44	990·66	65	980·59	86	968·00
45	990·25	66	980·05	87	967·34
46	989·82	67	979·50	88	966·68
47	989·40	68	978·04	89	966·01
48	988·06	69	978·38	90	965·34
49	988·52	70	977·81	91	964·67
50	988·07	71	977·23	92	963·99
51	987·62	72	976·66	93	963·30
52	987·15	73	976·07	94	962·61
53	986·69	74	975·48	95	961·92
54	986·21	75	974·89	96	961·22
55	985·73	76	974·29	97	960·51
56	985·25	77	973·68	98	959·81
57	984·75	78	973·07	99	959·09
58	984·25	79	972·45	100	958·38
59	983·75	80	971·83		
60	983·24	81	971·21		

今　$\Delta\rho=\alpha\Delta t$

但し　Δt＝温度降下 °C

α＝係數

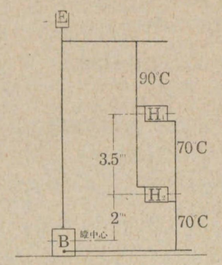
とすれば

$$H=\Sigma\alpha\cdot\Delta t\cdot h_m\cdots\cdots\cdots\cdots(29)$$

第 84 表　α

低温＼高温	90°C	85°C	80°C	75°C	70°C	65°C
60°C	0·598	0·584	0·570	0·556	0·542	0·530
65〃	0·610	0·598	0·583	0·569	0·554	—
70〃	0·623	0·610	0·598	0·584	—	—
75〃	0·636	0·624	0·612	—	—	—
80〃	0·649	0·662	—	—	—	—
85〃	0·662	—	—	—	—	—

となる。α の値は湯の温度に依て多少變化する。第 84 表は湯の温度と α の値の關係を示す。例へば温度 90～70°C の變化に對しては $\alpha=0{\cdot}623$ となる。



第 23 圖

（例 1）　第 23 圖の例に就いて其の自然循環水頭を計算する。

温度變化　90°→70°

故に第 84 表に依り

$\alpha=0{\cdot}623$

$\Delta t=90-70=20°C$

放熱器 H_1 に就ては　$h_m=2+3{\cdot}5=5{\cdot}5\ m$

〃　H_2　〃　$h_m=2{\cdot}0\ m$

故に放熱器 H_1 系統に對する自然循環水頭

$20\times5{\cdot}5\times0{\cdot}623=68{\cdot}7\ mm\ Aq$

同樣に放熱器 H_2 系統に對して

$20\times2\times0{\cdot}623=24{\cdot}92\ mm\ Aq$

第 24 圖

（例 2）　第 24 圖の同階暖房に於て配管（ロ）（ハ）間に於て、温度が 5°C 降下し、放熱器中に於て 20°C 降下するものとすれば、放熱器 H に對する自然循環水頭は

温度變化　90°→85°に對し　$\alpha=0{\cdot}662$　$h_m=3.0$

同樣に、85°→65° に對し　$\alpha=0{\cdot}598$　$h_m=-0{\cdot}15$

故に（ロ）（ハ）間の温度降下に依るもの

$5\times3{\cdot}0\times0{\cdot}662=9{\cdot}93\ mm\ Aq$

放熱器 H 中の温度降下に依るもの

$20\times(-0{\cdot}15)\times0{\cdot}598=-1{\cdot}78\ mm\ Aq$

合計の循環水頭　$8{\cdot}15\ mm\ Aq$

8. 强制循環水頭

之はポンプの水頭であるから、任意に撰び得るが、この水頭を小さくする爲には、即ち配管の抵抗を小さくする爲には配管が太くなり、逆に水頭を大きく採れば配管は細くて濟む。前の場合は配管費は高くなり、その代りポンプの動力費は少なくなり、後の場合は其の逆になる。即ち如何なる管徑が最も有利であるかは建設費の償却法、動力費、使用時間、設備の壽命等と

關係があつて場合に依つて異る。

ポンプ水頭と計算上の管徑には次の様な關係がある

第35表　ポンプ水頭と管徑の關係

ポンプ水頭の增加	管 徑 の 減 小
10 %	2 %
20 %	4 %
40 %	7 %
60 %	9 %
80 %	12 %
100 %	13 %

一般には次の様な基準で定められる。最遠方放熱器への配管（片道）延長 100 m 以下の場合

ポンプ水頭　1 $m\,Aq$ 內外

同 100 m 以上の場合　ポンプ水頭 1～4 $m\,Aq$

但し配管根本の流速は 3 m/s 以下とし可及的 1 m/s 內外とする。

9. 湯の溫度、溫度降下及循環水量

（i）罐出口の湯の溫度

（a）密閉（高溫）式の場合

湯の溫度と裝置に加ふべき水壓との間に一定の關係がある。〔3.（2）密閉タンクの項參照〕

（b）開放式の場合

湯罐出口に於て 90°～85°C を標準とする。

（ii）溫度降下及循環水量

溫度降下とは、放熱器入口と出口に於ける湯の溫度差である。溫度降下の撰び方で放熱面積と配管の太さが變つて來る。其の關係は次の通りである。（單管式を除ぐ）

$$H=G\cdot\Delta T\cdot C \quad \cdots\cdots(29)$$

$$A_r=\frac{H}{k\left\{\left(T-\frac{\Delta T}{2}\right)-T_R\right\}} \quad \cdots\cdots(30)$$

但し　H＝所要總熱量 $kcal/h$

G＝湯の流量 kg/h

T＝放熱器入口の湯の溫度 °C

C＝湯の平均比熱 ≒1

T_R＝室內氣溫 °C

ΔT＝溫度降下 °C

A_r＝放熱面積 m^2

k＝放熱器の放熱係數 $kcal/m^2h$

溫度降下 ΔT を大きく採れば流量 G は小さくなり、同時に自然循環水頭は增加するから、重力式に於ては ΔT を大きく採る程配管は細くて濟むことになる。然し一方に於て放熱器の平均溫度は低下するから所要放熱面積は增加するが其の影響は少ない故、普通の暖房裝置では溫度降下を大きく採る方が設備費は低廉となる。然し循環量 G が過小に失すれば湯の循環に不平均を來し易い。重力式に於ては一般に溫度降下を 15～20°C に撰ぶ。

强制循環式に於ては ΔT を大きく採ればポンプの水量が減じ、配管も細くなるから、設備費は安くなるが、稍大きな裝置に就いては循環の平均と、加熱の迅速とを考慮して循環水量を大きく、即ち溫度降下を小さく撰ぶ。一般に强制式の溫度降下は 7～15°C とする。

10. 豫熱の熱量

湯暖房裝置は蒸氣暖房に比較して大きな熱容量を有し、豫熱の爲に多くの時間と熱量とを要する。裝置の熱容量を C $kcal/°C$ とすれば、裝置の豫熱に費す熱量は

$$H=C(t-t_o)$$

但し　t＝運轉狀態の湯の平均溫度 °C

t_o＝開始前の湯の溫度 °C

t_o は建物の構造、外部の狀態及休止時間に依て異る。C の値は裝置中の水及鐵材の重量と比熱に關するもので放熱器に就ては第70表を、鐵管に就ては第76表を參照のこと。

11. 配管熱損失の影響

湯暖房裝置では一般に送り主管、還り主管共に保溫を施し室內に現はれる竪管は保溫をしない。故に長い竪管の先では湯の溫度は低下する。この溫度低下は暖房裝置に對して二通りの影響を及ぼす。第一は放熱面の溫度が低下して放熱量が減少すること、第二は自然循環水頭の增加である。第二の影響は强制式の場合には問題にならぬが重力式の場合には無視出來ない事がある。

（1）管からの熱損失

$$Q=(1-\eta)Kf\,(t_m-t_o) \quad \cdots\cdots(31)$$

但し　Q＝熱損失 $kcal/h$

η＝保溫の效率

K＝傳熱係數 $kcal/m^2\,h°C$

$=\begin{cases}10.8\cdots\cdots1''\text{以下}\\8.5\cdots\cdots1\frac{1}{4}''\text{以上}\end{cases}$

f＝鐵管の表面積 m^2

t_m＝管內の湯の平均溫度 °C

t_o＝管周圍の空氣溫度 °C

各管徑の瓦斯管に就いて計算した Kf の値は第86表に揭げた。例へば湯の平均溫度 70°C、外部の氣溫 18°C 保溫の效率 60% とすれば $1\frac{1}{2}''$ 瓦斯管 1 m 當りの熱損失は次の如し。

$$Q=(1-0{\cdot}6)\times1{\cdot}29\times(80-18)=32\ kcal/h$$

配管 1 m 當りの湯の溫度降下 $\Delta t°C$ は流量を G lr/h とすれば

$$\Delta t=\frac{Q}{G}$$

第86表　管 1 m 當りの Kf

管 徑（吋）	Kf	管 徑（吋）	Kf
½	0·725	3	2·38
¾	0·920	3½	2·72
1	1·10	4	3·06
1¼	1·14	4½	3·38
1½	1·29	5	3·72
2	1·61	5½	4·08
2½	2·04	6	4·40

（2）放熱面積に對する補正

計算された各管徑と流量とから前節に依て Δt を求め放熱器に到る途中の溫度降下 $\Delta T=\Sigma\Delta t$ を算出する。次に放熱器入口の湯の溫度を求め次式に依て放熱面積を補正する。

$$\frac{\Delta F}{F}=\frac{\Delta T}{\theta} \quad \cdots\cdots(32)$$

但し　ΔT＝放熱器入口に到る迄の配管中の溫度降下 °C

θ＝冷却なき場合の放熱器の平均溫度と氣溫との差

ΔF＝追加すべき放熱面

F＝冷却なき場合の放熱面積

例へば罐出口の湯の溫度 80°C 途中の冷却 5°C 放熱器溫度降下 20°C 室溫 18°C とすれば

$$\theta=\left(80-\frac{20}{2}\right)-18=52$$

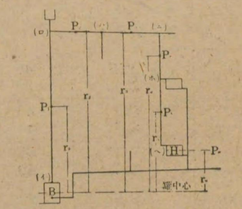
$$\frac{\Delta F}{F}=\frac{5}{52}$$

即ち放熱面積を約 1 割增加する。

（3）自然循環水頭に對する補正

第25圖に就て次の様に假定する。

配管符號	中點	罐中心より中點迄の高さ	溫度降下
(イ)—(ロ)	P_1	r_1	Δt_1
(ロ)—(ハ)	P_2	r_2	Δt_2
(ハ)—(ニ)	P_3	r_3	Δt_3
(ニ)—(ホ)	P_4	r_4	Δt_4
(ホ)—(ヘ)	P_5	r_5	Δt_5
放 熱 器	P_6	r_6	Δt_6


(e)
P
(イ)
P
(ロ)
P
P
P

第 87 表　下向供給式配管中の冷却に依る循環水頭の補正（單位 *mm Aq*）

裝置全體の水平の擴がり (*m*)	湯罐中心より放熱器中心迄の高さ (*m*)	立上り管よりその立下り管迄の水平距離 (*m*)					
		10以下	10～20	20～30	30～50	50～75	75～100
(a) 1, 2 階 建							
25以下	7 以下	10	10	15	—	—	—
25～50	〃	10	10	15	20	—	—
50～75	〃	10	10	15	15	20	—
75～100	〃	10	10	10	15	20	25
(b) 3, 4 階 建							
20以下	15以下	25	25	35	—	—	—
25～50	〃	25	25	30	35	—	—
50～75	〃	25	25	25	30	35	—
75～100	〃	25	25	25	30	35	40
(c) 5 階 建 以 上							
25以下	7 以下	45	50	55	—	—	—
	以上	30	35	45	—	—	—
25～50	7 以下	55	60	65	75	—	—
	以上	40	45	50	55	—	—
50～75	7 以下	55	55	60	65	75	—
	以上	40	40	45	50	55	—
75～100		55	55	55	60	65	75
		40	40	40	45	50	65

註　立下り管は室内に露出。湯罐出口温度 90°C とす。85°C の場合は 15%、80°C の場合は 30% の割引をなすこと。

12. 計　　算

(1) 計算の順序

(i) 放 熱 面 積

$$A_h=\frac{Q}{q_r} \quad \cdots\cdots(34)$$

但し　A_h=所要相當放熱面積 m^2〔第3章 1 (2) (ホ)参照〕

Q=所要熱量 *kcal/h*

q_r=標準放熱量=450 *kcal/h*

A_h は標準放熱面積であつて之から放熱器の個數を出す場合は第73表に依る相當放熱面積を以て割ればよい。標準放熱量 q_r=450 は湯の温度平均 80°C、室内氣温 18°C 即ち温度差 62°C の場合で温度差が之と異る場合には $q_r=450\alpha$ であつて、この α の値に就いては第74表參照のこと。

(ii) 循 環 水 量

$$G=\frac{Q}{\Delta t} \quad \cdots\cdots(35)$$

但し　G=循環水量 *kg/h*

Q=所要熱量 *kcal/h*

Δt=温度降下 °C

Δt に就いては〔9. (ii)〕參照のこと。

(iii) 配 管 々 徑

配管の位置が定まると配管各部の流熱量及循環水量が定まる。次に循環水頭 H を算出する。以上の値から配管單位長さ當りの水頭損失 R を次式に依て算出する。

$$R=\frac{H}{L_e}=\frac{H(1-r)}{L} \quad \cdots\cdots(36)$$

但し　R=配管 1 *m* 當りの水頭損失 *mm Aq*

L_e=配管相當長 *m*

L=配管長 *m*

r=局部抵抗の全抵抗に對する割合（第82表參照）

H=循環水頭 *mm Aq*

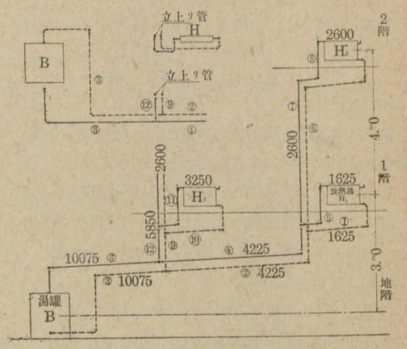
R が定まると附表 I 又は II に依り管徑を見出すことが出來る。但し玆には配管相當長等の假定が入つて居るから、檢算を要する。即ち求められた管徑に依て正確に摩擦水頭を計算し、これを循環水頭と比較して近似する（以下なることを要す）ことを要する。非常に異る場合は管徑を變へて再び計算を繰返し近似する値を求める。

(2) 例　　題

第1例　複管重力式

第26圖の裝置に就いて計算する。先づ最惡條件の放熱器を採つて其の系統から管徑を決定する。最惡條件の放熱器は最下階（自然循環水頭が最小）に於て配管の最も長いもの（抵抗最大）即ち配管單位長さ當りの抵抗 R の最小となるべきもので、この場合は H_1 である。

送り管の湯の温度 90°C、温度降下 20°C と定める。



第 26 圖

第　8　8　表

系統	配管番號	流熱量	同一流量路下で1°Cとせる時の流熱量	管長 l	第1次計算 管徑 d	w	R	lR	$\Sigma\zeta$	Z	第2次計算 管徑 d	w	R	lR	$\Sigma\zeta$	Z	1次2次の差 lR	1次2次の差 Z	豫定 R	H
	No.	*kcal/h*	*kcal/h*	*m*	*in*	*m/s*	*mmAq/m*	*mmAq*		*mmAq*	*in*	*m/s*	*mmAq/m*	*mmAq*		*mmAq*	*mmAq*	*mmAq*	*mmAq/m*	*mmAq*
	a	*b*	*c*	*d*	*e*	*f*	*g*	*h*	*i*	*k*	*l*	*m*	*n*	*o*	*p*	*q*	*r*	*s*		
H_1	1	1,625	81	2	¾	0·07	0·45	0·9	9	2·2										
	2	4,225	211	5	1¼	0·07	0·21	1·05	3·5	0·9	1	0·10	0·70	3·50	3·5	1·75	+2·45	+0·85		
	3	1,0075	503	15	1½	0·11	0·45	6·75	9·5	5·7										
	4	4,225	211	5	1¼	0·07	0·21	1·05	5·5	1·25	1	0·10	0·70	3·50	5·5	2·75	+2·45	+0·10		
	5	1,625	81	1·8	¾	0·07	0·45	0·81	9·5	2·35									0·65	37·4
				28·8				10·56	+	12·5=23·06							+ 6·45			
								第2次增加		+) 6·45										
										29·51										
H_2	2																			
	3							13·75		10·2										
	4																			
	6	2,600	130	6	¾	0·11	1·0	6	11·5	6·9									2·53	87·2
	7	2,600	130	4	¾	0·11	1·0	4	1	0·6										
	8	2,600	130	1·8	¾	0·11	1·0	1·8	8	4·8										
				11·8				25·55	+	22·5=48·05										

(a)　放熱器 H_1 の系統

系統　1 2 3 4 5

配管延長＝28·8 *m*

自然循環水頭＝0·623×20×3＝37·4 *mm Aq*

推定局部抵抗　50%　37·4×0·5＝18·7 〃

直管の抵抗　37·4−18·7＝18·7 〃

直管單位長の抵抗　$R=\dfrac{18·7}{28·8}\fallingdotseq 0·65$ 〃

系統内各部はその指定の流量に於て抵抗 $R=0·65$ を呈する樣に鐵管の太さを定める。卽ち附表Ⅰから管徑を求めて計算表第88表の樣に計算を進める。

第1次計算では抵抗が水頭に比較して過小であるから一部の管徑を小さくして第2次計算を行つてゐる。

(*b*)　放熱器 H_2 系統

系統　2. 3. 4. 6. 7. 8

自然循環水頭＝0·623×20×7＝87·2 *mm Aq*

局部抵抗　50%　43·6 〃

直管の抵抗　43·6 〃

系統中 2. 3. 4 部は H_1 系統の計算に依つて既に決定されてゐる。其の部の直管の抵抗を計算表から求めると　13·75 *mm Aq*　となり、6, 7, 8 に割當てらるる水頭は

$$43·6-13.75=29·85\ mm\ Aq$$

となる。

6. 7. 8 の延長　11·8 *m*

故に 6. 7. 8 單位長當りの抵抗

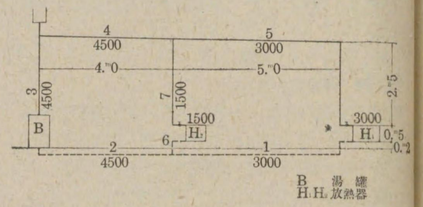
$$R=\frac{29·85}{11·8}\fallingdotseq 2·53\ mm\ Aq$$

となる。

附表Ⅰを用ひ第88表の如く計算を進める。但し配管各部の ζ の値は第89表の樣にして算出する。

H_2 系統も抵抗が過小であるが ¾″ 以下を用ひない方針で第1次計算通りとする。

第2例　同階暖房裝置



第27圖　同階暖房裝置

第27圖の同階暖房裝置に就て計算する。次の如き假定を設けるものとすれば

放熱器 H_2 の放熱量	1,500 *kcal/h*
同　H_1　〃	3,000 〃
溫度降下(放熱器中の)	20°*C*
湯罐出口の溫度	85°*C*

第89表

配管番號	接種第の種類	數量 *n*	ζ	*n*×ζ	合計
1	放熱器 *L*	1 4	3 1·5	3 6	9
2	*L* *T*	2 1	1 1·5	2 1·5	3·5
3	*T* *L* 罐	1 6 1	1 1 2·5	1 6 2·5	9·5
4	*T* *L*	1 3	1 1·5	1 4·5	5·5
5	*T* *L* 弁	1 3 1	1·5 1·5 4	1·5 4·5 4	9·5
6	放熱器 *T* *L*	1 1 5	3 1 1·5	3 1 7·5	11·5
7	*T*	1	1	1	1
8	弁 *L*	1 4	4 1	4 4	8

第90表　同階暖房裝置の自然循環水頭　(*mm Aq*)

1. 立下管が室内に露出する場合

裝置全體の水平の擴がり (*m*)	立上管からその立下管に至る水平距離 (*m*)						
	5以下	5～10	10～15	15～20	20～30	30～40	40～50
10以下	7	18	—	—	—	—	—
10～25	7	11	15	20	25	—	—
25～50	5	8	11	14	18	24	30

2. 立下管が壁中に陰蔽されてゐる場合

10以下	5	15	—	—	—	—	—
10～25	5	8	12	16	22	—	—
25～50	4	6	8	11	15	20	25

註　湯罐出口溫度 90°*C* を標準とする。85°*C* の場合は 15%、80°*C* の場合は 30% の割引をすること。

第　91　表

系統	配管番號	流熱量	同一流量で溫度降下を1°C とせる時の流熱量	管長 *l*	第1次計算 管徑 *d*	*w*	*R*	*lR*	Σζ	*Z*	第2次計算 管徑 *d*	*w*	*R*	*lR*	Σζ	*Z*	1次2次の差 *lR*	1次2次の差 *Z*	豫定 *R*	*H*
	No.	*kcal/h*	*kcal/h*	*m*	*in*	*m/s*	*mm Aq/m*	*mm Aq*		*mm Aq*	*in*	*m/s*	*mm Aq/m*	*mm Aq*		*mm Aq*	*mm Aq*	*mm Aq*	*mm Aq/m*	*mm Aq*
	a	*b*	*c*	*d*	*e*	*f*	*g*	*h*	*i*	*k*	*l*	*m*	*n*	*o*	*p*	*q*	*r*	*s*		
H_2	6	1,500	75	0·5	1	0·04	0·12	0·06	6	0·5										
	2	4,500	225	4·0	1¼	0·07	0·22	0·88	5	1·2										
	3	4,500	225	3·2	1¼	0·07	0·22	0·70	3	0·8	1½			0·35	3	0·3	−0·35	−0·04		
	4	4,500	225	4·0	1¼	0·07	0·22	0·88	0	0	1½			0·44	0	0	−0·44			
	7	1,500	75	2·8	1	0·04	0·12	0·34	8·5	0·7										
							Σ 2·85	+	3·2	= 6·05							計 −1·19		0·20	5·9
							第2次計算の減			− 1·19										
							計			4·76										
H_1	2																			
	3							3·17												
	4																			
	1	3,000	150	5·5	1	0·07	0·4	2·2	5·5	1·8	1¼	0·045	0·12	0·66	5·5	0·55	−1·54	−1·35		
	5	3,000	150	7·5	1	0·07	0·4	3·0	8·5	2·8	1¼	0·045	0·12	0·9	8·5	0·85	−1·21	−1·95	0·4	15·2
							Σ 3·17+5·2	+	4·6=12·7								計 −6·94			
							第2次減			−6·94										
							計			5·76										

a. 自然循環水頭の假定

同階暖房裝置に於ては配管 4. 5. 7. 8 中の冷却に起因する循環水頭を利用するものである。配管の冷却は流量及管徑に關係するから、これに基く循環水頭は豫め算定することが出來ない。故に第90表に依てこの水頭を假定してかかる。

この場合立下管が室内に露出してゐるものとすれば第90表1を用ひ出湯の溫度に對する補正(註參照)卽ち15% の割引を行ふ。

放熱器 H_1 系統　18×(1−0·15)＝15·2 *mm Aq*

〃　H_2 〃　7×(1−0·15)＝5·9 〃

次に放熱器と罐中心の高さは殆ど一致するから放熱器の溫度降下に依る水頭は0となる。故に結局循環水頭として

H_1 系統　15·2 *mm Aq*

H_2 系統　5·9 〃

b. 配管單位長さの抵抗

局部抵抗の割合を 50% (第82表) とすれば直管 1 *m* 當りの抵抗は次の樣になる。

H_1 系統　1. 2. 3. 4. 5　延長＝24·5 *m*

單位長の抵抗　$\dfrac{15·2\times 0·5}{24.5}\fallingdotseq 0·31$ *mm Aq/m*

H_2 系統　2. 3. 4. 7. 6　の延長＝14·5 *m*

單位長の抵抗＝$\dfrac{5·9\times 0·5}{14·5}\fallingdotseq 0·20$ *mm Aq/m*

卽ち H_2 系統の方が條件が惡く先づこの系統よりはじめて管徑を決定する。H_1 系統に於て殘る部分 1,5 に就いては次の樣にする。

H_1 系統中直管部の抵抗 15·2×0·5＝7·6 *mm Aq*

2,3,4 の抵抗(延長 11·5 *m*)　0·2×11·5＝2·3 〃

1,5 に割當られる抵抗　7·6−2·3＝5·3

1,5 の延長　13 *m*

1,5 の 1 *m* 當りの抵抗　5·3/13≒0·4 *mm Aq/m*

c. 管徑の決定

上に求められた單位長の抵抗に合致する樣に各管徑

を撰んで(附表Iに依る)計算を進めることは第91表に示す通りである。但し配管は安全管と見做して第5節の規格に依ると1″以上となる。

次に局部抵抗を次の様に計算する。

配管1		配管2		配管3		配管4	配管5		配管6		配管7	
放熱器半分	1·5	T(直通)	1·0	湯繰半分	1·5		T(直通)1ヶ	1·0	放熱器半分	1·5	T	1·5
曲管1ヶ	3·0	湯繰半分	1·5	T 1ヶ	1·5	な　し	曲管2ヶ	2·0	曲管2ヶ	3·0	曲管	1·5
T(直通)1ヶ	1·0	曲管3ヶ	3·0	計	3·0		放熱器弁	4·0	T	1·5	放熱器弁	4·0
計	5·5	計	5·5				放熱器半分	1·5	計	6·0	放熱器半分	1·5
							計	8·5			計	8·5

d. 求められた管徑を用ひて配管途中の冷却を算出

第　92　表

1　次											
配管番號	流　量 $w\ kg/h$	長 $l\ m$	管　徑	* Kf	lKf	保　温 $1-\eta$	湯の温度 $t_E°C$	氣　温 $t_R°C$	t_E-t_R	冷　却 Δt	配管終の湯の温度 $t_A°C$
4	225	4	1¼	1·14	4·56	1·0	85	18	67	1·36	83·64
5	150	7·5	1¼	1·1	8·25	1·0	83·64	18	65·64	3·84	79·8
7	75	2·8	1	1·1	3·08	1·0	83·46	18	65·64	2·7	80·76
2　次											* 第86表に依る
4	225	4	1½	1·29	5·15	1·0	85	18	67	1·53	83·47
5	150	7·5	1	1·1	8·25	1·0	83·47	18	65·47	3·6	79·87
7	75	2·8			1次に同じ		83·47	18	65·47	2·7	80·77

第　93　表

系統	配管番號	r	第　1　次			第　2　次		
			温度降下	係　数	循環水頭	温度降下	係　数	循環水頭
H_2	4	2·7	1·36	0·636	2·34	1·53	0·636	2·62
	7	1·5	2·70	0·636	2·56	2·70	0·636	2·56
				計	4·90		計	5·18
H_1	4				2·62			
	5(水平部)	2·7	2·4	0·636	4·12	略		
	5(垂直部)	1·5	1·2	0·636	1·14			
				計	7·88			

放熱器 H_2 の平均温度=80·76−10=70·76°C

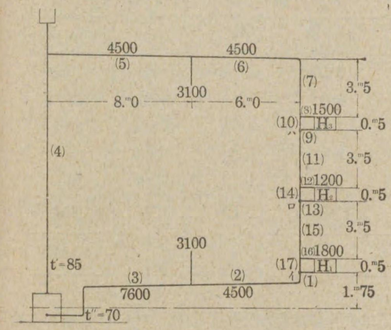
〃　H_1　〃　=79·80−10=69·80°C

∴ 循環水頭の檢算

第91表の第1次計算で求めた管徑に依て第92表の第1次計算を行つた結果循環水頭 4.9 $mm\,Aq$ を得た。

之は第91表の第1次計算で得た抵抗 6·05 より小さいから一部管徑を變へて第91表第2次、第92表及第93表の第2次計算を行ひ抵抗 4·86 に對し循環水頭 5·18 を得る。更に H_1 系統に就いて第1次及第2次計算を行つて管徑が決定される。

第3例　單管重力式



第 28 圖

(i)　送り主管及還り主管の温度

送り主管と還り主管の湯の温度差は複管式の場合より小さく採る。今之を 15°C として

送り主管の温度　$t'=85°C$

還り主管の温度　$t''=70°C$

(ii)　流量及各部の温度降下

(a)　立下管への流量

$$G=\frac{H}{t'-t''}=\frac{1,500+1,200+1,800}{15}=300\,lr/h$$

但し　G＝立下管への流量 lr/h

H＝その立下管に連る全放熱器の合計放熱量 $kcal/h$

$t'-t''$＝送り及還り主管の温度差 °C

放熱器へ分流する前と、放熱器から合流した後との温度差は

放熱器 H_1 に就いて　$\frac{1,500}{300}=5°C$

〃　H_2　〃　$\frac{1,200}{300}=4°C$

〃　H_3　〃　$\frac{1,800}{300}=6°C$

(b)　放熱器の温度降下

各放熱器の温度降下 ΔT は皆等しく採る。即ち各放熱器の流量を其の放熱面積に比例せしめるのである。

次に圖に就いて立下管の流量 G と放熱器への分流量 G_r との割合は次の様になる。

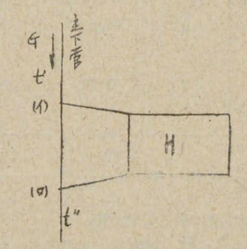
$$\frac{G_r}{G}=\frac{t'-t''}{\Delta T}=\frac{\Delta t}{\Delta T}$$

但し　$(t'-t'')=\Delta t=(a)$で求めた温度差

ΔT＝放熱器中の温度降下

大體その立下管に連る放熱器の內、中等の大さのものに對して

$$\frac{G_r}{G}=\frac{1}{2}$$



即ち傍路(イ)(ロ)と放熱器への流量が等しくなる様に採るのである。

即ち　$\frac{Gr}{G}=\frac{1}{2}=\frac{\Delta t_m}{\Delta T}$

Δt_m を Δt の最大と最小の平均とすると

$\Delta T=\Delta t_{max}+\Delta t_{min}$　となる。

この場合

$\Delta t_{max}=6°C$　$\Delta t_{min}=4°C$

∴　$\Delta T=6+4=10°C$

(iii)　各放熱器及傍路の流量

放熱器 H_1 の流量　$G_r=G\frac{\Delta t}{\Delta T}=300\times\frac{5}{10}$

$=150\,lr/s$

傍路の流量　$300-150=150\ lr/s$

放熱器 H_2 の流量　$300\times\frac{4}{10}=120\ lr/s$

傍路の流量　$300-120=180\ lr/s$

放熱器 H_3　流量　$300\times\frac{6}{10}=180\ lr/s$

傍路の流量　$300-180=120\ lr/s$

(iv)　配管各部の温度

t_4, t_5, t_6, t_7, $t_{10}=85°C$

t_2, $t_3=70°C$

$t_9=80-10=70°C$

$t_{11}=85-5=80°C=t_{12}=t_{14}$

$t_{13}=80-10=70°C$

$t_{15}=80-4=76°C=t_{16}=t_{17}$

$t_1=76-10=66°C$

$t_2=76-6=70°C$

(v)　配管中の冷却を無視した場合の循環水頭

自然循環水頭は第7節に示す通り $\Sigma\alpha\cdot h_m\cdot\Delta t$ であつて傍路回路（放熱器を通過せず）と放熱器回路に就いて計算すると第94表の様になる。

第　94　表

傍路回路					放熱器回路				
點	$\alpha\cdot h_m\cdot\Delta t$	Δt	α	$\alpha\cdot h_m\cdot\Delta t$	點	$\alpha\cdot h_m\cdot\Delta t$	Δt	α	$\alpha\cdot h_m\cdot\Delta t$
イ	1·75	6	0·584	6·15	イ	1·75	− 4	0·554	− 3·94
					H_1	2·00	10	0·567	11·38
ロ	5·75	4	0·612	14·10	ロ	5·75	− 6	0·584	−20·2
					H_2	6·00	10	0·598	36
ハ	7·75	5	0·636	31·0	ハ	9·75	− 5	0·612	−29·7
					H_3	10·00	10	0·624	62·4
			計	51·25				計	55·84

(vi)　配管途中の冷却に依る追加水頭

裝置の擴がり 25 m、中間の放熱器の繼中心よりの高さ 9m、立上管より立下管に到る距離 12 m とする。第87表から追加水頭（假定）として 25 mmAq を得る。但し單管式の場合は第87表の値の½を採り

$$\frac{25}{2}=12\cdot5\ mm\ Aq$$

とする。

次に送り管の溫度（85°）に關する割引をすると

$$12\cdot5\times(1-0\cdot15)=10\cdot5\ mm\ Aq$$

(vii)　假定循環水頭

故に回路の假定循環水頭は

$$55\cdot84+10\cdot5=66\cdot34\ mm\ Aq$$

直管の抵抗は局部抵抗を 50% と見て

$$\frac{66\cdot34}{2}=33\cdot2$$

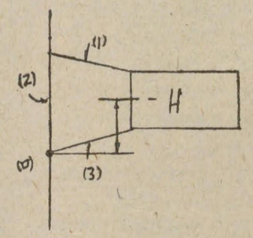
回路（1. 2. 3. 4. 5. 6. 7. 8. 9. 11. 12. 13. 15. 16）の延長 $=55\cdot5\ m$

直管 1 m 當りの抵抗 $R=\dfrac{33\cdot2}{55\cdot5}\fallingdotseq0\cdot6\ mm\ Aq$

所定の熱流量に於て抵抗 R を呈する樣な管徑を附表 I に依て見出し、更に之に依つて局部抵抗等を計算する。之は第95表に示す通りである。

第二次計算で求めた抵抗 78·72 は後に ix に求める冷却を考慮した總循環水頭 83 $mm\ Aq$ より稍小さい。

(viii)　傍　路　管



圖に於て　1. H. 3 の抵抗 r_h

2　〃　r_b

放熱器 H 中の溫度降下 ΔT

(ロ)より放熱器中心迄の高さ r

$r_h\leqq r_b\times\Delta Tr\alpha$

不等號は等號の成立しない場合には豫定よりむしろ放熱器への流量割合を大きく採ることを意味する。實際計算上は先づ (2) の管徑 d_2 を (1) 及 (3) の管徑 d_1 d_3 より小さく即ち $d_2<d_1(=d_3)$ として d_2 を適當に定め後に前式を用ひて檢算を行ふ。

第　95　表

系統	配管番號	流熱量	同一流量で溫度降下を 1°C とせる時の流熱量	管長	第1次計算						第2次計算						1次2次管差		豫定	
					管徑	w	R	lR	$\Sigma\zeta$	Z	管徑	w	R	lR	$\Sigma\zeta$	Z	lR	Z	R	H
	No.	kcal/h	kcal/h	m	in	m/s	mmAq/m	mmAq		mmAq	in	m/s	mmAq/m	mmAq		mmAq	mmAq	mmAq	mmAq/m	mmAq
	a	b	c	d	e	f	g	h	i	k	l	m	n	o	p	q	r	s		
	1	1,800	180	1·0	1	0·09	0·55	0·55	3·0	1·2										
	2	4,500	300	6·0	1¼	0·09	0·4	2·4	10·5	4·2	1	0·15	1·3	7·8	10·5	11·6	5·4	7·4		
	3	7,600	500	9·0	1½	0·11	0·45	4·05	1·5	0·9										
H_1	4	7,600	500	14·0	1½	0·11	0·45	6·3	2·5	1·5										
H_2	5	7,600	500	8·0	1½	0·11	0·45	3·6	1·0	0·6										
	6	4,510	300	6·0	1¼	0·09	0·4	2·4	11·0	4·4	1	0·15	1·3	7·8	11·0	12·2	5·4	7·8		
H_3	7	4,510	300	3·5	1¼	0·09	0·4	1·4	0	0	1	0·15	1·3	4·55	0	0	3·15	—		
	8	1,500	150	1·0	1	0·08	0·4	0·4	4·0	1·3										
系	9	1,500	150	1·0	1	0·08	0·4	0·4	3·0	1·0									0·6	66·34
	11	1,500	300	3·5	1¼	0·09	1·4	1·4	0	0	1	0·15	1·3	4·55	0	0	3·15	—		
統	12	1,200	120	1·0	1	0·06	0·26	0·26	4·0	0·7										
	13	1,200	120	1·0	1	0·06	0·26	0·26	3·0	0·6										
	15	1,200	300	3·5	1¼	0·09	1·4	1·4	0	0	1	0·15	1·3	4·55	0	0	3·15	—		
	16	1,800	180	1·0	1	0·09	0·55	0·55	4·0	1·6										
									Σ	25·37	+	18	=	43·37			計	+	35·45	
									第2次增					35·45						
													計	78·82						
	10		150	0·5	¾	0·12	1·2	0·6	2	1·4										
	14		180	0·5	¾	0·14	1·7	0·85	2	2·0										
	17		120	0·5	¾	0·1	0·9	0·45	2	1·0	½									

今　$d_{10}<(d_8=d_9=1'')$　　$d_{10}=¾''$

$d_{14}<(d_{12}=d_{13}=1'')$　　$d_{14}=¾''$

$d_{17}<(d_{16}=d_1=1'')$　　$d_{17}=¼''$ ※

第95表で求めた管徑に依つて計算すれば

$r_{8\cdot9}=3\cdot1$　　$r_{10}=2$

$\Delta Tr\alpha=10\times6\cdot25\times0\cdot61=1\cdot5$

$\therefore\quad r_{8\cdot9}<r_{10}+\Delta Tr\alpha$

同樣に配管 14 に就いては

$r_{12,13}=0\cdot65$　　$r_{14}=2\cdot85$　　$\Delta Tr\alpha=1\cdot5$

配管 17 に就いては

$r_{16,1}=3\cdot9$　　$r_{17}=1\cdot45$　　$\Delta Tr\alpha=1\cdot5$

$\therefore\quad r_{16,1}\not<r_{17}+\Delta Tr\alpha$

故に 17 は ½ に變更する。

(ix)　配管途中の冷却に依る追加循環水頭の計算

追加循環水頭を加へた總循環水頭は（第 96 表參照）

$55\cdot84+27\cdot17\fallingdotseq83\ mm\ Aq$

第 4 例　複管强制循環式

循環ポンプの水頭を H_p とすると之に對して自然循環水頭は小さいから之を省略して　$H_p=\Sigma Z+\Sigma Rl$ とする。

但し　ΣZ=局部抵抗　　ΣRl=直管の抵抗

放熱器中の溫度降下を 10°C と豫定する。溫度降下を 1°C にした場合の配管各部の標準流熱量は圖に記入した流熱量を 10 で除して得られる。

配管延長=237 m と假定する。

ポンプ水頭を 3 m とし局部抵抗を 50% として

第　96　表

配管番號	流量 kg/h	管徑	fK	長 m	fKl	t_E	t_R	t_E-t_R	保温 1−η	冷却 Δt	r_m in	α	循環水頭 mmAq
5	506	1½	0·92	8	10·3	85	5	80	0·2	0·32	13·75	0·14	2·8
6	300	1	1·1	6	6·6	85	5	80	0·2	0·35	13·75	0·14	3·1
7	300	1	1·1	3·5	3·8	85	18	67	1	0·85	12	0·14	6·5
8	150	1	1·1	1·0	1·1	85	18	67	1	0·49	10·25	0·14	3·2
9	150	1	1·1	1·0	1·1	75	18	57	1	0·42	9·75	0·6	2·4
10	150	¾	0·92	0·5	0·46	85	18	67	1				
11	300	1	1·1	3·5	3·8	80	18	62	1	0·72	8·0	0·6	3·4
12	120	1	1·1	1·0	1·1	80	18	62	1	0·45	6·25	0·6	1·7
13	120	1	1·1	1·0	1·1	70	18	52	1	0·47	5·75	0·6	1·6
14	180	¾	0·92	0·5	0·46	80	18	62	1				
15	300	1	1·1	3·5	3·8	76	18	58	1	0·73	4·00	0·6	1·7
16	180	1	1·1	1·0	1·1	76	18	58	1	0·35	2·25	0·6	0·47
17	120	¾	0·92	0·5	0·46	76	18	58	1				
1	180	1	1·1	1	1·1	66	18	48	1	0·3	1·75	0·6	0·3
												計	27·17

$$R=\frac{3{,}000}{273\times 2}=6{\cdot}33\ mmAq$$

この R に相當する配管根本の水速は附表 II に依り 0·82 m/s となり適當である。故に $R=6{\cdot}3\ mmAq$ として附表 II を用ひて管徑を見出すのである。其の方法は重力式に準ずるから玆には省略する。

第 5 章　蒸氣暖房裝置

（牧 田 委 員）

1. 蒸氣暖房の特徴

蒸氣暖房裝置は湯暖房裝置と比較して次の特徴を有する。

長所としては

（イ） 所要放熱面積が少さく、且平均して配管が細いから、全體として設備費が低廉なこと。

（ロ） 裝置の熱容量が小さい爲、豫熱の所要時間及熱量が少なく、間歇的な使用に於ては豫熱による熱損失が比較的少ない。

缺點としては

（イ） 蒸氣罐は湯罐に比べて取扱ひが容易でないこと。

（ロ） 暖房負荷に對する調節が困難なこと。

2. 蒸氣暖房裝置の種類

（i） 方　　式

裝置の全部及各部分に亘つて種々の方式があつて、第 97 表の如く分類が出來る。

第 97 表　蒸氣暖房方式の分類

分類の要點		種　　類	
1	蒸氣壓力	a	高　壓　式
		b	低　壓　式
		c	眞　空　式
2	配管方式	a	單　管　式
		b	複　管　式
3	〃	a	上向供給式
		b	下向供給式
4	空氣の排出方式	a	自然排氣
		b	機械的排氣
5	凝縮水の還水法	a	重力還水
		b	眞空還水
6	還水配管	a	濕式還水
		b	乾式還水
7	汽罐への給水法	a	重　力　式
		b	機　械　的

實際の裝置は之等の組合はされたもので、たとへば 1b, 2b, 5a を組合せた低壓複管重力還水式の如くである。次に第 97 表の順序に從つて各方式の要點を記載する。

（a） 高壓式、低壓式及眞空式

高壓式は一般に 1 kg/cm²～3 kg/cm²（ゲーヂ壓力）の蒸氣を使用するもので、放熱器としては其の壓力に耐え得るパイプコイル又は個別放熱器等を使用する。工場等で高壓蒸氣を有する特殊の場合にのみに用ひ、一般には適用されない。

低壓式は蒸氣暖房として最も普通に用ひられるもので、使用蒸氣壓力は普通、大氣壓以上 0·2 kg/cm² 以下の範圍である。

眞空式は、放熱量の調節を目的として、蒸氣壓を大氣壓以上 0·2 kg/cm² から眞空水銀柱 600 mm の範圍に亘つて變化せしめる裝置で、密閉ベーパー式（Closed *Vapor System*）及ディファレンシヤル式（Differential System 又は Sub-atmospheric system）が之に屬する。

（b） 單管式及複管式

單管式は放熱器への送氣と、其の凝縮水とを同一の管で搬ぶもので第 31 圖 A 及 B に示す。

A 圖は上向供給式で立上管中では凝縮水と蒸氣とが逆流し、主管中では同方向に流れ末端に至つて濕式還水管に接續する。

B 圖は下向供給式を示し、立下管中に於ても、蒸氣と凝縮水とは同方向に流れる。從つて管は前者に比較して細くて濟む。

放熱器入口に設ける放熱器弁はその中を凝縮水が逆流する爲に、全開或は全閉とし、弁の開閉度で送氣量を調節することは全く不可能である。

一般に單管式は複管式に比較して管は稍太くなるが延長が少なく、且蒸氣トラップが不要となるから、設備費が低廉となる。

單管式は普通小建築に適用し、大きな建築に對しては、多くは複管式を採用する。

複管式は蒸氣管と凝縮水還水管とを全く別にした裝置で、第 33 圖に其一例を示す。普通放熱器毎に還水弁（蒸氣トラップ）を設け、蒸氣を阻止し、凝縮水の

みを還水管に通す裝置とする。

（c）下向供給式及上向供給式

横走蒸氣主管を建物の上部に配置し、立下管に依て、放熱器に給氣するものを下向供給式と云ひ、横走主管を建物下部に配置して立上管に依て、放熱器に給氣するものを上向供給式と云ふ。後者は立上管中に於て、蒸氣と凝縮水（複管式の場合は、立上管中の凝縮水、單管式の場合は放熱器からの凝縮水をも含む）とが逆流する爲め、立上り管は、下向供給式の立下管に比較して太くする必要がある。第31圖A、第33圖Aは上向供給式を示し、第31圖Bは下向供給式を示す。

（d）自然排氣及機械的排氣

暖房開始前、配管中に存在する空氣及使用中に漏入する空氣を排出するのに自然排氣法と機械的排氣法がある。前者は蒸氣（大氣壓以上の）を送つて空氣を押出すもので、之には、各放熱器毎に又は配管の要部に空氣弁を附して、そこから排出するか、又は蒸氣トラップを通して空氣を還水管に押出し、還水管の根元で纏めて排氣するか、又は排氣管を別に配管して、配管の要部又は放熱器に之を連絡する。

空氣弁を總て逆止式とし、汽罐の焚方の加減で、內部を眞空に保ち得る様にしたものを密閉ベーパー式（Closed Vapor System）と云ふ。この式では、始め蒸氣壓を大氣壓以上にして空氣を排出した後、必要に應じて焚火を減ずれば眞空となり、空氣が洩入して壓力が上る迄眞空狀態で運轉を持續する。（かくして輕負荷に對して放熱量を調節する。焚火を中止しても直に通氣が停止せず或る時間眞空狀態で通氣が繼續する。これが密閉式の開放式に對する一つの特徴である。）

還水管に設けた空氣弁を開放式とし、還水管と大氣を通じたものを開放式と云ひ、この場合には蒸氣は大氣壓以上一定の壓力を必要とし、之より壓力が低下すれば直に通氣が停止する。

機械的排氣法は、空氣管又は還水管の根元に眞空ポンプを設けて、管中に漏入した空氣を迅速に抽出する裝置である。還水管に眞空ポンプを連結したものは所謂眞空還水式であつて、放熱器出口の蒸氣トラップを境として、蒸氣側は大氣壓以上、還水側は水銀柱 100 mm 程度の眞空を保つ。眞空還水式は排氣の迅速と、還水管（乾式）引上の可能と相俟て、專ら大建築に適用される。

（e）重力還水式及眞空還水式

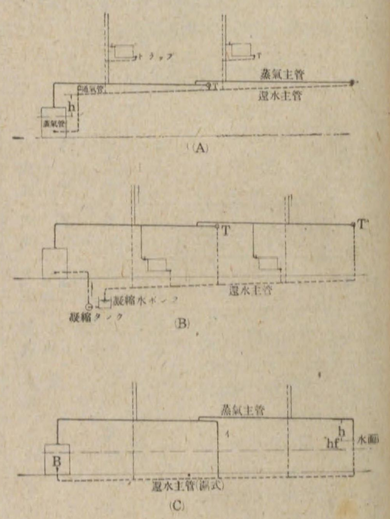
重力還水式は凝縮水を還水管の根元まで自然流下させる裝置であり、眞空還水式は還水管の根元に眞空ポンプを置き、空氣及水蒸氣と共に凝縮水を吸引する裝置である。濕式還水は當然前者に屬し、後者は當然複管、乾式還水となる。

乾式重力還水管は先端から根元迄下り勾配を附けて配管し、途中で引上げることを許されない。この條件からも、重力式はその適用される建築の大さを制限される。

一方眞空還水式に於ては、局部に適當な裝置（第35圖參照）を用ひて乾式還水管の引上を行ふことが出來る。排氣の迅速と相俟つて專ら大きな建物に對して適用する所以である。眞空程度は水銀柱 250 mm 以內で普通は 100 mm 程度である。

（f）濕式還水管及乾式還水管

乾式還水管は横走還水主管が汽罐水面又はレターントラップ、凝縮水ポンプ、眞空ポンプの水面より上に在るもの（第29圖A及B）を指し、濕式還水管はその水面より下に在つて常に滿水して居るものである。（第29圖C）



第　29　圖

濕式還水管は立上管又は放熱器毎に自然排氣することを要する。乾式に比較して還水管は細くなる。乾式に於る焚始めの補給水は濕式に對しては不要となり、從てそれに伴ふ損失はなくなるが、一方還水主管に貯藏される水を全部還水溫度迄暖めるに要した熱量は、休止時間中に冷却して殆んど全部損失となる。

濕式還水管の終端の水位は第29圖Cに示す様に、汽罐水面より、全主管の摩擦抵抗に相當する水頭 h_f だけ高くなる。故に蒸氣主管の終端は汽罐水面より $h+h_f$ だけ高いことを要する。普通 h を 400 mm 以上とする。

（g）汽罐給水法

濕式還水管は一般に重力に依つて汽罐に還水する。その場合還水管終端の水面の高さに就ては前項に記載した關係がある。

乾式還水の場合で、還水主管の根元の、汽罐水面からの水頭 h（第30圖A）が最高蒸氣壓力以上充分餘裕のある場合には、重力に依つて汽罐に給水し得る。

h が之より小さい場合には凝縮水ポンプ又はレターントラップ等を用ひて機械的給水を行ふ。

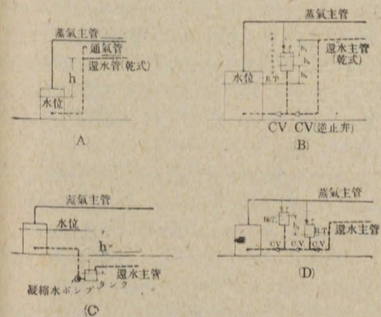
重力給水式の場合には h（第30圖A）は安全の爲充分大きいことを要する。

レターントラップに對しては第30圖Bの如く

$$h=h_1+h_0+h_2\geqq(0{\cdot}10+h_0+0{\cdot}85$$
$$=h_0+0{\cdot}55\ m)$$

但し　h_0＝レターントラプ內の水位變動

還水管が更に下位にある場合は凝縮水ポンプを使用する、この場合にはポンプの水頭は第30圖Cの h に汽罐壓力を加へたものより大なることを要する。



第　30　圖

凝縮水ポンプの代りに第30圖（D）の如くレターントラップ2個併用することも出來る。レターントラップ T_1 は同 T_2 迄水を押上げ、T_2 から罐に給水する。但しこの場合蒸氣壓力 H m Aq には次の條件がある。

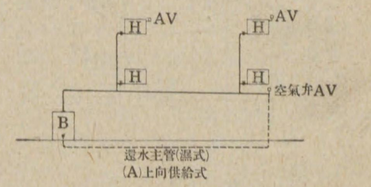
$$H>h_0+0{\cdot}6$$

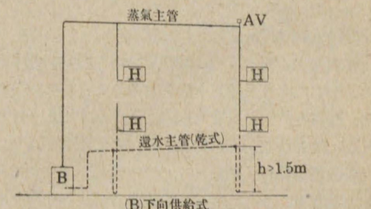
（ii）裝置の種類

現在一般に行はれる裝置の種類は次の様である。但し以下各例は何れも低壓蒸氣式とす。

（a）單管重力式

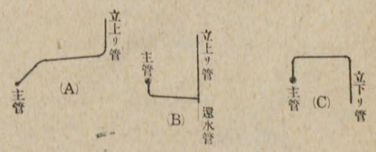
第31圖A及Bに示す。Aは上向供給式、Bは下向供給式を示し、又A圖は濕式還水、B圖は乾式還水の場合を示す。蒸氣主管は先下り勾配（4（3）參照）を附し、先端及途中から蒸氣トラップを通じて還水管に排水する。尙同主管の立上り個所及末端毎に空氣弁を附けて排氣する。





第　31　圖

第32圖は主管と立上管との接續を示し、A及Bは立上管、Cは立下り管の接續を示す。



第　32　圖

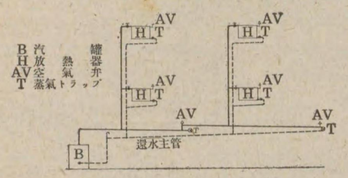
（b）單管ベーパー式

單管重力式の一例で前記の空氣弁を總て逆止弁付とし、大氣壓以下で作用し得る様にしたものである。

（c）複管重力式

放熱器出口に蒸氣トラップを附けて、還水管への蒸氣の浸入を阻止する。

排氣裝置として放熱器に空氣弁を設ける場合（第33圖）と空氣弁を設けず、還水管の根元で常に大氣に開放する場合（複管開放ベーパー式）と空氣弁を全部逆止弁とし眞空で操作し得るもの（密閉ベーパー式）とある。開放式に於ては蒸氣が常に大氣壓以上たることを要し、ある壓力以下に降ると通氣は直に停止する。之に對して、密閉式に於ては、罐の焚方に依つて眞空狀態となり運轉を繼續する。



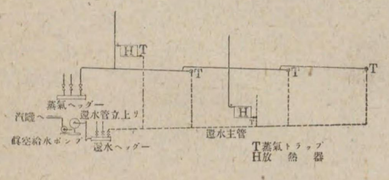
第　33　圖

（d）眞空還水式

乾式還水主管の根元に眞空ポンプを設け、還水と共に配管中の空氣及蒸氣を吸引する。この爲に排氣が迅速、確實となり、且乾式還水主管を途中で引上げることが可能となるから、大建築に用ひて都合がよい。

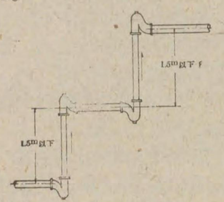
各放熱器に熱式蒸氣トラップ（蒸氣トラップの項參照）を附し、これを境として放熱器側は0～0·2 kg/cm^2の壓力を保ち、還水管は水銀柱100 mm程度の眞空を保たしめる。

蒸氣主管は先下り勾配を附けて配管し、立上り個所には蒸氣トラップを設けて配管の凝縮水を還水管中に排水する。



第　34　圖

還水主管は先下り勾配を附け、建物との取合上、必要に應じて立上りを作り得るが、立上りはなるべく散在せしめずに、眞空ポンプの近くに1個所設けるのを理想とする。立上り個所には第35圖に示す引上裝置を設ける。1段の立上りは1·5 m以下とし、これ以上を必要とする場合は2段に分けて行ふ。尙普通立上り部の竪管の管徑は横走管の管徑より1サイズ小さくする。



第　35　圖

眞空ポンプが吸引する空氣は蒸氣トラップから漏洩した蒸氣及凝縮水から再蒸發する蒸氣を以て飽和して居る。眞空度が高いと、漏洩空氣が增加し、且混合する蒸氣量の割合が增加するから眞空ポンプの動力の損失が增大する（眞空ポンプの項參照）。故に眞空度は最少限度に止むべきである。

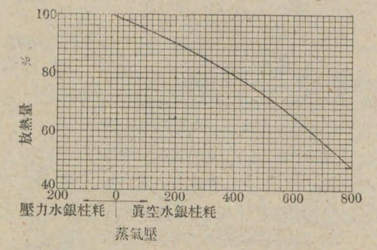
（e）ディファレンシヤル式（Differential System 又は Sub-Atmospheric System）

之は蒸氣暖房裝置の缺點とする放熱量調節の困難を解決する爲に考案された裝置である。

配管は前記眞空還水式に類似する。只蒸氣側壓力を大氣壓以上 0·2 kg/cm^2 より眞空水銀柱 600 mm 程度の範圍に亘つて變化し、放熱量を廣範圍に亘つて調節する裝置となつて居る。蒸氣主管の根元に自動減壓弁を設け、之と基準の室に設けたサーモスタットとを結合し、基準室の室內溫度に依て減壓弁を制御して自動的に蒸氣壓力を調整する一方、眞空ポンプ及還水管內の壓力は蒸氣管內の壓力に依て自動的に制御され、蒸氣壓力に對して一定の壓力差を保つ樣に還水管の壓力を調整する仕組である。

蒸氣壓力と放熱器の放熱量は大略第36圖に示す樣な關係を有し、壓力 200 $mm\ Ag$ ～眞空 600 $mm\ Hg$ の變化に應じ、放熱量は100%～65%の變化を示す。

この裝置は一般に大建築に適用されるもので、建物全體を數區に區分し、各區分毎に基準室を置いて、蒸氣壓力を調節する所謂群調節法（Zone control）を採用することが多い。



第　36　圖

3. 凝縮水ポンプ、レターントラップ及眞空ポンプ

（1）凝縮水ポンプ

重力還水式の乾式還水管の根元に設備し、凝縮水を其の受水槽に受け、之をポンプに依て汽罐に給水する裝置である。其ポンプは低壓汽罐に對しては一般に電動渦卷ポンプを使用し、受水槽內の水位に依て自動的に運轉する。受水槽は大氣に開放する場合（開放ベーパー式）と逆止弁を經て大氣に通じる場合（密閉ベーパー式）とある。

現在一般に用ひられて居る電動凝縮水ポンプに就いては、受水槽の有効容積（水位昇降範圍）はポンプ1分間の揚水量で、ポンプの容量は常時凝縮量の約3倍である。

（2）レターントラップ

凝縮水ポンプと同樣重力還水式の乾式還水管の根元に用ひ、凝縮水を汽罐に給水する裝置である。但し適用し得る場合は、汽罐の水位と還水主管との高さの間に條件があつて、この高さの差が約 700 mm 以下では適用し難い。

構造は種々あるが、要點は水槽を大氣に開放して置いて、還水管からの凝縮水を流し込み、一定水位に達するとフロートの働きに依り自動的に水槽を大氣と遮斷し、蒸氣管と連絡して、水槽內部を蒸氣壓とし、水位の差に依つて汽罐に給水する。通氣管の途中に空氣逆止弁を付して、密閉ベーパー式として用ひ得ることは、凝縮水ポンプの場合と同樣である。

（3）眞空ポンプ

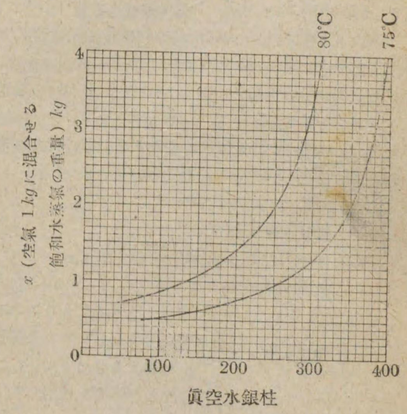
眞空還水式の還水主管（乾式）の根元に連結して洩入空氣及水蒸氣と共に凝縮水を吸引して還水主管を一定の眞空狀態（眞空度水銀柱 100～250 mm）に保つ裝置である。空氣は分離して大氣に放出し、水は別に給水ポンプに依て汽罐に給水する。現在多く用ひられるものは、眞空ポンプ、受水槽、空氣分離槽及給水ポンプを一體に組合せた所謂眞空給水ポンプである。

空氣分離槽を眞空ポンプの吸入側に設け——即ち眞空狀態で空氣分離を行ひ——分離された空氣を眞空ポンプで大氣壓迄壓縮して放出するものと、空氣分離槽を眞空ポンプの吐出側に設け、即ち大氣壓の下に空氣を分離する方法とある。

後者の一例はノールス式眞空ポンプ（蒸氣を動力とする）を使用する裝置で、空氣も水も一緒に吸入して、それを開放式分離槽に送り、更に水は給水ポンプに依て汽罐に送られる。

前者の一例としては現在多く使用される電動眞空給水ポンプがある。之は還水主管を空氣分離槽に連結して、玆で先づ空氣を分離し、空氣はナツシュ式の水封ポンプで吸引、壓縮して大氣に放出し、水は同じ軸に裝置した給水ポンプに依つて汽罐に壓送される。分離槽は一定の眞空狀態を保つ樣に、壓力弁に依つて、眞空ポンプの運轉を制御する。

眞空ポンプに吸入される空氣は蒸氣を以て飽和されてゐる。飽和空氣の中の水分の含有率と、眞空度との關係は第37圖に示す樣に眞空度の高い程水分の含有率は增大し、それだけ眞空ポンプは餘分の仕事を費すことになる。一般の眞空ポンプに於ては給水ポンプの容量は、常時凝縮水量の約3倍に採り、空氣排出容積は放熱面積 1000 m^2 に就き平均 0·18 m^3/m に採る。



第　37　圖

分離槽は凝縮水と空氣とを分離する爲に槽中の水面の面積を充分大きく採る必要がある。普通凝縮水 1000 kg/h に就て水面積 0·1 m^2 以上とする。

水槽の有効容量（水位昇降範圍）は次の樣にする。

$$V=\frac{v_p}{2}$$

但し　V＝受水槽有効容積 lr

v_p＝給水ポンプ容量 lr/m

然るに前記の如く

$$v_p=3v_c$$

但し　v_c＝凝縮水量 lr/m

とすれば

$$V=1{\cdot}5\,v_c$$

4. 還水法及配管勾配

（1） 放熱器の排水法

單管式の場合は入口弁を放熱器の下部タッピングに取付け、蒸氣と凝縮水を入換らせる。複管式では一般に放熱器出口に蒸氣トラップを設けて凝縮水のみを還水管に戻す裝置とする。

（2） 配管の排水法

蒸氣管の途中で凝縮した水は蒸氣の流れを阻害し、又噪音の原因となるから、配管の途中に水溜を生じない樣にし、主管の途中、末端及立上個所毎に之を排水管へ排水することが必要である。尙蒸氣横走管の管徑を落す場合、水溜を作らぬ爲に偏心異型接手を使用する。（第 38 圖A）

濕式還水管を用ふる場合は第 38 圖 B に示す樣に排水管を簡單に還水管に接續すればよい。

乾式還水管に對しては第 38 圖C 又は Dの如く蒸氣トラップを經て連絡する。D圖の如き水封トラップを使用する場合は h は蒸氣壓と還水管壓力の最大水頭差以上にすることが必要で重力式に對して $h>1{\cdot}5\,m$ とする。

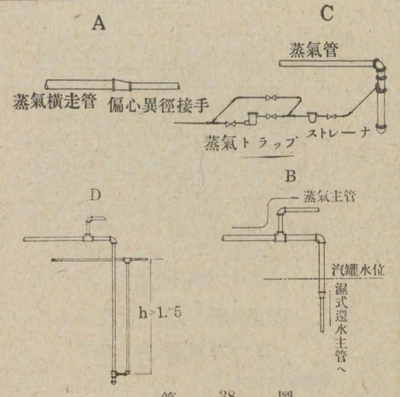
（3） 蒸氣トラップ

一般に使用するものには次の種類がある。

（イ） 水封トラップ

（ロ） 熱式トラップ
- a. ベロース又はダイアフラム中に封入したガスの熱膨脹を利用するもの
- b. 金屬の熱膨脹を利用する

（ハ） バケットトラップ　バケットの浮力を利用する



第　38　圖

熱式トラップは蒸氣の溫度100°C で閉ぢ凝縮水の溫度で開く。その凝縮水の溫度はトラップの製品で異るが一般に 80°C 内外である。熱式は空氣をも通過せしめるのが特徴であつて、還水管に排氣する式ではこれを使用することを要する。

（4） 配管勾配

一般に配管は蒸氣管、還水管共先下り勾配を附け、凝縮水と蒸氣とを同方向に流す。蒸氣管に於ては止むを得ざる場合は逆勾配とする。其の程度は第 98 表の通りである。

第 93 表　配　管　勾　配

蒸氣管	順勾配（先下り）	1 m に就き 2～5 mm
	逆勾配（先上り）	〃　5～10 〃
還水管	順勾配	〃　2～5 〃

5. 配管の熱膨脹

配管は溫度變化に依て伸縮する。鐵管に就ての伸縮は次式で表はされる。

$$\Delta L=0{\cdot}012\cdot\Delta T\cdot L \quad \cdots\cdots(37)$$

但し　ΔL＝鐵管長 L m の伸縮 mm

ΔT＝溫度變動 °C

L＝鐵管長 m

例へば、鐵管長 50 m, 溫度變動 100°C とすれば伸縮は

$$\Delta L=0{\cdot}012\times100\times50=60\ mm$$

之に對して、配管途中に膨脹接手、曲管又は廻轉接手等を設ける。

膨脹接手にはスリーブ型、ダイアフラム型、ベロース型等がある。主として低壓蒸氣に使用し、場所をとらぬことを特徴とするが、伸縮が軸方向に沿はぬ場合にこぢれを起す缺點がある。各伸縮限度を有するから之を湯暖房又は低壓蒸氣暖房裝置に用ひた場合の許容配管長さは上の式とから算出し得る。但し實際配管に於ては、それに接續する枝管に對する影響も考慮して、その間隔を定める必要がある。

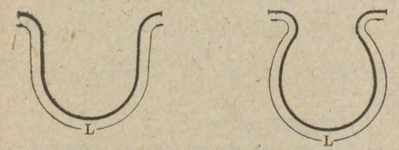
曲管は、普通厚さの鋼管を用ふる場合には次の樣な條件がある。（第 39 圖參照）

$$L=0{\cdot}073\sqrt{\Delta\cdot D} \quad \cdots\cdots(38)$$

但し　L＝曲管の長さ m（第 39 圖）

Δ＝伸縮 mm

D＝管の外徑 mm



第　39　圖

6. 蒸氣壓力及壓力降下

（1） 低壓罐の蒸氣壓力

一般に汽罐の所定の蒸氣壓力は、大きい裝置程高く第 99 表に示す樣になる。

第 99 表　罐 の 蒸 氣 壓 力

裝置の水平の擴がり m	汽罐蒸氣壓力（ゲージ） kg/cm^2	$mm\ Aq$
200 以下	0·05～0·1	500～1000
200～300	0·15	1500
300～500	0·20	2000

（2） 放熱器中の蒸氣壓力

眞空式を除き 200 $mm\ Aq$ 程度の壓力を保たせる。

（3） 蒸氣壓力降下

蒸氣配管の太さを定める順序として、豫め配管に許し得る、摩擦に依る蒸氣壓力の降下を決定する。

$$R=\frac{p_1-p_2}{l}\left(\frac{100-\alpha}{100}\right) \quad \cdots\cdots(39)$$

但し　R＝配管 1 m 當りの摩擦損失水頭 $mm\ Aq$

p_1＝汽罐壓力 $mm\ Aq$

p_2＝放熱器中の蒸氣壓力 $mm\ Aq$

l＝蒸氣配管の長さ m

α＝%にて表はしたる局部抵抗の全抵抗に對する割合

p_1 及 p_2 は前項（1）及（2）に依つて定まり、α は一般に 33% とする。普通の裝置では R は 0·9～3 $mm\ Aq$ の範圍にある。

蒸氣配管の太さは、其の摩擦抵抗が上の R に適合する樣に撰定する。但し立上り管及逆勾配管は別の規定に依る。

例へば、蒸氣管延長 200 m とすれば汽罐壓力は第 99 表に依り 1,000 $mm\ Aq$ となる故に $R=\frac{1{,}000\times200}{200}\times\left(\frac{63}{100}\right)=2{\cdot}52\ mm\ Aq$ となる故に附表 III を用ひ、所定の熱流量に於て摩擦抵抗 2·52 $mm\ Aq$ を呈する如き管徑を求むればよい。

7. 配 管 の 抵 抗

配管の抵抗は直管の抵抗と、接手及弁等の抵抗即ち局部抵抗との和である。

$$P=\Sigma Rl+\Sigma Z \quad \cdots\cdots(40)$$

但し　P＝配管全體の摩擦抵抗 $mm\ Aq$

R＝直管 1 m 當りの摩擦抵抗 $mm\ Aq$

Z＝局部抵抗 $mm\ Aq$

l＝直管長 m

（1） 鐵管の摩擦抵抗

鐵管の流體に對する摩擦抵抗 R（$mm\ Aq$）は次式で表はされる。

$$R=\lambda\frac{1}{d}\frac{\rho}{2g}v^2 \quad \cdots\cdots(41)$$

但し　d＝管の内徑 m

ρ＝流體の比重 kg/m^3

v＝平均流速 m/s

g＝重力加速度 m/s^2

λ＝係數

然るに

$$v=\frac{G}{\frac{\pi}{4}d^2\rho\times3600}$$

但し　G＝流量 kg/h

故に　$R=6{\cdot}4\times10^{-9}\frac{\lambda}{\rho}\frac{G^2}{d^5}$ $\cdots\cdots(42)$

ρ は壓力に依て變化し G も亦配管中の蒸氣の凝縮に依て變化する故 R は一つの鐵管に就ても一定しない。λ, ρ, G の平均値を λ_m, ρ_m, G_m とする。配管所定の流量を G_2 とし、鐵管 1 m 中の凝縮量を q，鐵管の長さを l とすれば鐵管入口の流量は $G_1=G_2+ql$ 故に $G_m=G_2+\frac{ql}{2}$ となり、之等の値を用ふると

$$R=\frac{p_1-p_2}{l}=\frac{6\cdot4\times10^{-9}}{d^5}\frac{\lambda_m}{\rho_m}\left(G_2+\frac{ql}{2}\right)^2 \quad \cdots\cdots(43)$$

（a） 低壓蒸氣の場合

配管全部に亘つて蒸氣壓力の變化は小さいから全裝置に亘つて、蒸氣の比重 ρ_m＝常數＝0·633 ……（絕體壓力 1·1 kg/cm^2 に相當）とする。且凝縮量 (ql) を流量の 10% として

$$R=\frac{p_1-p_2}{l_1}=1\cdot01\times10^{-8}\lambda_m\frac{(1\cdot05\,G_2)^2}{d^5}$$

所要の流熱量を Q とすれば

$$Q=539\,G_2$$

但し （539 $kcal/kg$ …… 100°C に於ける蒸發熱）

$$\therefore\quad R=\frac{p_1-p_2}{l}=3\cdot46\times10^{-14}\times\lambda_m\times\frac{(1\cdot05\,Q)^2}{d^5}$$

安全の爲め R に 5% の餘裕を持たせて

$$R=\frac{p_1-p_2}{l}=3\cdot64\times10^{-14}\,\lambda_m\frac{(1.05\,Q)^2}{d^5}$$

λ_m の値に就ては第 4 章 6 (1) 參照のこと。

上式に依て算出した數値を附表 III に示してある。

（b） 高壓蒸氣の場合

低壓の場合と同樣に

$$R=\frac{p_1-p_2}{l}=\frac{6\cdot4\times10^{-9}}{d^5}\frac{\lambda_m}{\rho_m}\left(G_2+\frac{ql}{2}\right)^2$$

$R\rho_m=R'$ で表はすと

$$R'=\frac{p_1-p_2}{l}\rho_m$$

$$=\frac{6\cdot4\times10^{-9}}{d^5}\lambda_m\left(G_2+\frac{ql}{2}\right)^2 \quad \cdots\cdots(44)$$

實際使用範圍に於て壓力（1～5 kg/cm^2）のみの變化に依る λ_m の變化は極めて小さく、之を流量と管徑のみの函數として取扱ひ得る。計算上は壓力 2 kg/cm^2（絕體）に於ける $v\rho$ を撰び之よりレイノルヅ數 Re を定め、λ_m を求める。（第 4 章 7 (1) 參照）

かくの如くして R' と $\left(G_2+\frac{ql}{2}\right)$ との關係を求め、附表 IV に掲げた。

表を使用するには先づ凝縮水のないものとして管徑を求め、檢算に於て凝縮水量を求めて $\left(G_2+\frac{ql}{2}\right)$ を算出し、更に表から正確な管徑を求めるのである。

（2） **局部抵抗**

蒸氣管徑を求める計算の當初、先づ局部抵抗の全抵抗に對する割合を假定して掛る必要がある。即ち之を α% とすれば直管の抵抗は

$$R=\frac{100-\alpha}{100}\times\frac{p_1-p_2}{l}$$

但し R＝直管 1 m 當りの抵抗 $mm\ Aq$

p_1＝蒸氣配管始點に於ける壓力 $mm\ Aq$

p_2＝蒸氣配管終端に於ける壓力 $mm\ Aq$

l＝蒸氣配管長さ m

α の値は一般に 33% とする。即ち

$$R=0\cdot67\frac{p_1-p_2}{l} \quad \cdots\cdots(45)$$

管徑が定まると、局部抵抗は次の樣にして算出し得る。

（i） 低壓蒸氣の場合

個々の局部抵抗は通過する流體の持つ速度水頭に比例する。即ち

$$Z=\zeta\frac{v^2}{2}\frac{\rho}{g}$$

但し Z＝局部抵抗 $mm\ Aq$

v＝流速 m/s

ρ＝蒸氣の比重 kg/m^3

g＝重力加速度 m/s^2

ζ＝接手の種類に依て定まる係數

附表 III に於て v 及 ζ を求め、それに依て Z を求める。

（ii） 高壓蒸氣の場合

$$Z=p_1-p_2=\zeta\frac{v^2}{2}\frac{\rho}{g}$$

$$=6\cdot380\times10^{-9}\zeta\frac{G^2}{d^4\rho}$$

但し G＝流量 kg/h

d＝管の內徑 m

故に $Z\rho$ を Z' で表はすと、

$$Z'=(p_1-p_2)\rho=6\cdot380\times10^{-9}\zeta\frac{G^2}{d^4} \quad \cdots\cdots(46)$$

附表 IV に依て Z' を求め、其の場合の ρ を知れば上式より直に抵抗 Z を求め得る。

8. 蒸氣立上管及逆勾配管

立上蒸氣管及逆勾配々管に於ては、凝縮水（複管式では、配管途中に生ずる凝縮水、單管式では更に放熱器の凝縮水を加へたるもの）と蒸氣が逆流するから、水が障害なく流下する爲には、蒸氣の流速に制限がある A. S. H. V. E. の Research Laboratory に於ける實驗に依ると立上管の極限速度は第 100 表の樣になる。

第 100 表　立上管中の蒸氣の極限速度

管　徑	單管式 m/s	複管式 m/s
1	9·8	10·4
1¼	10·7	12·2
1½	11·3	13·4
2	11·9	16·2
2½	12·2	18·3
3	〃	20·2
3½	〃	21·0
4	〃	21·6

實際の配管は安全の爲め、これより速度を低くとり、各場合に應じて各第 101 表及第 102 表に依て管徑を決定する。7 節に於て求めた配管に許し得る單位抵抗 R が第 101 表及第 102 表管徑の R より少さい場合は、勿論小さい方の R に依て、抵抗表から管徑を求むべきである。

第 101 表　單管低壓蒸氣暖房の蒸氣立上管、逆勾配蒸氣橫走管及放熱器弁に對する最大流熱量

管徑	最大流熱量 $kcal/h$		
	立上管	逆勾配橫走管	放熱器弁
¾	1,560	—	—
1	2,910	1,300	1,300
1¼	6,150	3,460	3,460
1½	9,450	5,050	5,050
2	17,000	10,100	10,100
2½	32,800	18,400	—
3	51,000	30,500	—
3½	73,500	47,800	—
4	130,000	70,500	—
4½	—	103,000	—
5	—	136,000	—

註、逆勾配橫走管は長さ 2·5 m を越ゆる場合は表の値より 1 サイズ太くすること
立下管は主管の計算に準すること

第 102 表　複管低壓蒸氣暖房の蒸氣立上管、逆勾配蒸氣橫走管及放熱器弁に對する最大流熱量

管徑	最大流熱量 $kcal/h$		
	立上管	逆勾配橫走管	放熱器弁
¾	1,900	—	1,900
1	3,600	1,680	3,600
1¼	7,600	3,650	—
1½	12,000	5,930	—
2	23,600	11,900	—
2½	45,000	28,000	—
3	72,000	44,800	—
3½	99,000	74,000	—
4	130,000	118,000	—
4½	—	150,000	—
5	—	196,000	—

註、逆勾橫走管が長さ 2·5 m を越ゆるときは 1 サイズ太くすること

9. 還　水　管

還水管の大さは各場合に應じ各第 103 表に依て決定する。

第 103 表　還水管容量表（表中の數字は流熱量 $kcal/h$）

管徑 in	重力還水式					眞空還水式
	乾式還水式		濕式還水管（竪及橫走管）			
	橫走管	竪管	長 50 m 以下	50～100 m	100 m 以上	
¾	—	11,400	70,000	45,000	25,000	24,000
1	20,000	27,000	125,000	80,000	40,000	42,000
1¼	40,000	60,000	270,000	175,000	85,000	72,000
1½	63,500	90,000	375,000	250,000	115,000	114,000
2	140,000	180,000	650,000	440,000	215,000	240,000
2½	230,000	—	1,250,000	850,000	425,000	400,000
3	420,000	—	2,250,000	1,500,000	750,000	642,000
3½	600,000	—	3,100,000	2,000,000	1,100,000	960,000
4	900,000	—	3,500,000	2,400,000	1,250,000	1,320,000
4½	—	—	—	—	—	2,320,000
5	—	—	—	—	—	3,320,000
6	—	—	—	—	—	3,140,000

註、還水主管は可及的 1″ 以上を用ふること

10. 保温及配管の熱損失

普通凍結の心配のない場所では、蒸氣配管のみ保温し、還水管は露出する。

露出した低壓配管表面からの熱損失及凝縮量は第40圖に示す、保温の効率を η とすれば其の場合の熱損失凝縮量は、40圖で求められた値に $(1-\eta)$ を乘じたものになる。

11. 計　　算

(1) 計算の順序

(i) 放熱面積

$$A=\frac{H}{650} \quad \cdots\cdots(47)$$

$$N=\frac{A}{a_r} \quad \cdots\cdots(48)$$

但し　A=所要放熱面積(標準) m^2

H=所要熱量 $kcal/h$

N=放熱器個數

a_r=放熱器の相當放熱面積 m^2

a_rに就ては放熱器の項第73表參照のこと。

(ii) 流　熱　量

配管の位置が決定すれば配管各部の流熱量 ($kcal/h$) が決定される。

(iii) 配管管徑

汽罐壓力は設備の大さに依て決定する。[6(1)參照] 放熱器内の蒸氣壓を 200 $mm\ Aq$ と定めて配管の單位長の抵抗 R を定める。[6 (3)參照]

R と流熱量が決定すれば附表Ⅲに依て管徑を求め得る。但し立上蒸氣管及逆勾配蒸氣管は第101表及第102表に依つて管徑を定める。

還水管は第103表に依て管徑を定める。

(2) 例　　題

第1例　單　管　式

可及的次の如き原則に從ふ。

a. 蒸　氣　管

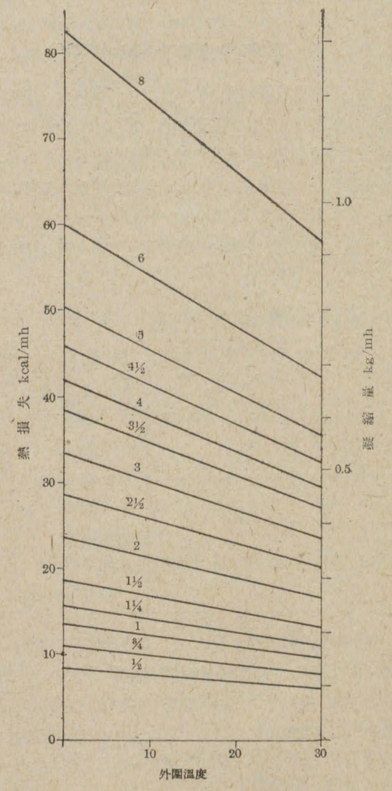
主管には可及的 2″ 以下の管を使用しないこと

枝管は放熱器弁に直結する管以外は ¾″ 以上とする、全長の抵抗合計を 300 $mm\ Aq$ 以下とすること

b. 還水主管

1″ 以下の管を使用しないこと

c. 配管勾配



第　40　圖

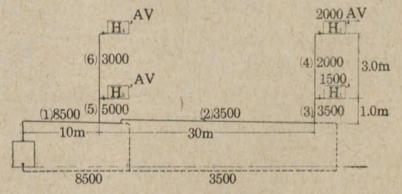
蒸氣主管　1 m に就き

3 mm 以上の先下り勾配

還水管　〃　〃　〃

逆勾配蒸氣管　〃　5 mm 以上の先上り勾配

第41圖の例に就いて其の管徑を計算する。



第　41　圖

放熱器 H_2 に就いて計算する。蒸氣管延長 $l=44\ m$, 汽罐蒸氣壓力 $P=500\ mm\ Aq$ とすれば

$$R=\frac{500-200}{44}\times 0{\cdot}67=4{\cdot}56\ mm/m$$

となる。

附表Ⅲに依て蒸氣管徑を求めると ½″ となるが、前記原則 a に依り 2″ とする。

次に立上管及立上管への逆勾配管は第101表に依り求めると次の表に示す樣になる。

管	流熱量 $kcal/h$	立上管	逆勾配 (立上管への枝管)
3	3,500	1¼	1½
4	2,000	1	—
5	5,000	1¼	1½
6	3,000	1¼	—

放熱器への横走管及弁は同じく第101表に依り次の表の樣に求められる。

放熱器	容　量 $kcal/h$	弁及接續管
H_1	1,500	1¼
H_2	2,000	1¼
H_3	2,000	1¼
H_4	3,000	1¼

還水主管は第103表に依り ¾″ を得るが同表註に依り 1″ とする。

蒸氣管中の摩擦抵抗の正確な値は附表Ⅲに依て求め得る。其の方法は湯暖房の場合と同樣である。

第2例　複管重力式

可及的次の原則に從ふ。

a. 蒸氣主管

主管は可及的 2″ 以下の管を使用しないこと、枝管は放熱器並に直結する管以外は ¾ 以上とすること、蒸氣流速を 50 m/s 以下とすること

b. 還水主管

可及的 1″ 以下の管を使用しないこと

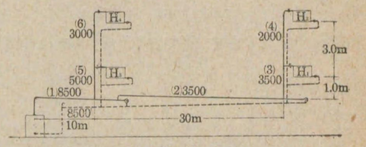
c. 配管勾配

蒸氣主管　1 m に就き 3 mm 以上の先下り

還水主管　〃　〃　〃

逆勾配蒸氣管　1 m に就き 5 mm 以上の先上り

第42圖の例に就いて計算する。



第　42　圖

先づ最も條件の悪い系統即ち放熱器 H_1 の系統を採つて計算する。

蒸氣主管は第1例の如く切上げて 2″ を使用する。

立上管及逆勾配管は第102表に依て次の樣になる。

管	流熱量 $kcal/h$	立上管	逆勾配管
3	3,500	1″	1¼″
4	2,000	¾″	—

放熱器弁及枝管は同じく第102表に依り次の樣になる。

放熱器	流熱量 $kcal/h$	枝管	放熱器弁及接續管
H_1	1,500	1	½
H_2	2,000	1¼	¾

還水管は第103表に依て求めると何れも 1″ 以下となるが切上げて 1″ とする。

蒸氣管の摩擦抵抗の正確な數値を知る必要がある時は附表Ⅲに依て求められる、其の方法は湯暖房の場合と全く同樣である。

第3例　眞空還水式

可及的次の如き原則に從ふ。

a. 蒸　氣　管

主管には可及的 2″ 以下を使用しないこと、枝管は放熱器弁に直結する管以外は ¾″ 以上とすること

b. 還水管

主管は可及的 1″ 以下を使用しないこと

c. 配管勾配

蒸氣主管　1 m に就き 3 mm 以上の先下り

還水主管　〃　〃　〃

逆勾配蒸氣管　1 m に就き 5 mm の先上り

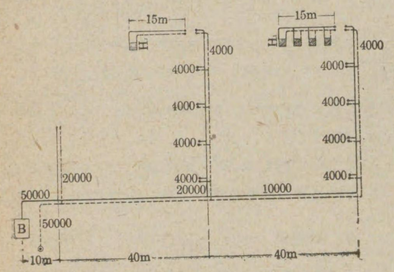
第43圖の例に就いて計算する。

H_1 系統の鐵管單位長に、許さるべき抵抗 R を求める。

H_1 に至る蒸氣管延長 $l=150\,m$

汽罐壓力を第99表に依て、800 $mm\,Aq$ と假定する。即ち $P_1=800\,mm$ 放熱器内壓力 $P_2=200\,mm$ とすれば

$$R_1=\frac{800-200}{150}\times 0{\cdot}67=2{\cdot}7\ mm/m$$



第　43　圖

蒸氣主管の管徑は附表Ⅲに依り抵抗 2·7 を呈する様な管徑を求める。蒸氣立管及逆勾配蒸氣管は第102表より、還水管は第103表より求める。

H_2 系統に就ては、其の蒸氣管の抵抗が、H_1 系統の抵抗と等しくなる様に管徑を定める。即ち配管(13)～(18)の抵抗を(3)～(12)の抵抗と等しくする。(13)～(18)の單位抵抗を R_2 で表はすと

$$R_2=R_1\times\frac{40\times 45\times 15}{45+15}=4{\cdot}3\ mm\,Aq$$

蒸氣管の摩擦抵抗の正確な値は附表Ⅲに依て求める。

(附) 蒸 汽 ノ 表

飽和蒸汽ノ壓力 kg/cm² p	飽和蒸汽ノ温度 °C t_g	全熱量 蒸汽 kcal/kg H_s	全熱量 水 kcal/kg H_w	蒸發潛熱 kcal/kg L	比容積 蒸汽 m³/kg v_s	比容積 水 m³/kg v_w
0.01	6.69	599.25	6.71	592.54	131.6	1.000 10^{-3}
0.015	12.75	601.99	12.76	589.23	89.63	1.001 〃
0.02	17.21	604.01	17.23	586.78	68.26	1.001 〃
0.025	20.79	605.62	20.80	584.82	55.27	1.002 〃
0.03	23.78	606.97	23.79	583.18	46.52	1.003 〃
0.04	28.65	609.16	28.65	580.51	35.45	1.004 〃
0.05	32.56	610.90	32.55	578.35	28.72	1.005 〃
0.06	35.84	612.37	35.83	576.54	24.19	1.006 〃
0.08	41.17	614.74	41.15	573.59	18.44	1.008 〃
0.10	45.46	616.63	45.43	571.20	14.95	1.010 〃
0.12	49.06	618.21	49.02	569.19	12.59	1.012 〃
0.15	53.60	620.20	53.55	566.65	10.21	1.014 〃
0.20	59.67	622.83	59.62	563.21	7.793	1.017 〃
0.25	64.56	624.92	64.50	560.42	6.321	1.020 〃
0.30	68.68	626.67	68.62	558.05	5.328	1.022 〃
0.35	72.26	628.18	72.19	555.99	4.611	1.024 〃
0.40	75.42	629.50	75.36	554.14	4.069	1.026 〃
0.50	80.87	631.74	80.81	550.93	3.301	1.030 〃
0.60	85.46	633.61	85.42	548.19	2.783	1.033 〃
0.70	89.45	635.21	89.43	545.78	2.409	1.036 〃
0.80	92.99	636.61	92.99	543.62	2.127	1.038 〃
0.90	96.18	637.85	96.19	541.66	1.904	1.041 〃
1.0	99.09	638.97	99.12	539.85	1.726	1.043 〃
1.1	101.76	639.99	101.82	538.17	1.579	1.045 〃
1.2	104.25	640.92	104.32	536.60	1.455	1.047 〃
1.3	106.56	641.78	106.66	535.12	1.350	1.049 〃
1.4	108.74	642.59	108.86	533.73	1.260	1.050 〃
1.5	110.79	643.33	110.93	532.40	1.181	1.052 〃
1.6	112.73	644.03	112.89	531.14	1.112	1.054 〃
1.8	116.33	645.31	116.53	528.78	0.9954	1.057 〃
2.0	119.61	646.45	119.86	526.59	0.9019	1.060 〃
2.2	122.64	647.49	112.94	524.55	0.8249	1.063 〃
2.4	125.45	648.43	125.79	522.64	0.7602	1.065 〃
2.6	128.08	649.30	128.47	520.83	0.7052	1.068 〃
2.8	130.54	650.10	130.98	519.12	0.6579	1.070 〃
3.0	132.87	650.84	133.35	517.49	0.6166	1.072 〃
3.2	135.07	651.54	135.60	515.94	0.5804	1.075 〃
3.4	137.17	652.19	137.75	514.44	0.5482	1.077 〃
3.6	139.17	652.80	139.79	513.01	0.5196	1.079 〃
3.8	141.08	653.37	141.75	511.62	0.4938	1.081 〃
4.0	142.91	653.92	143.63	510.29	0.4705	1.083 〃
4.5	147.19	655.15	148.02	507.13	0.4211	1.087 〃
5.0	151.10	656.25	152.05	504.20	0.3813	1.092 〃
5.5	154.71	657.22	155.78	501.44	0.3485	1.096 〃
6.0	158.07	658.10	159.26	498.84	0.3210	1.100 〃
6.5	161.21	658.89	162.51	496.38	0.2976	1.103 〃
7.0	164.16	659.62	165.58	494.04	0.2775	1.107 〃

第6章　地域暖房

（牧田委員）

1. 地域暖房の特徴

地域暖房は1個所又は數個所の汽罐室から、相距つた多くの建物に湯又は蒸氣を送つて暖房を行ふ裝置である。小は、學校、病院、工場、集合住宅等の構內暖房から大は市街一體の暖房を行ふ裝置（市街暖房）がある。蒸氣又は湯を暖房以外の目的、たとへば給湯、動力用等にも供し得るは勿論である。

罐の集中に依つて起る利益は次の様である。

a　汽罐室に於ける、完備した裝置と、完全な監理に依つて完全燃燒を行ひ、燃料の經濟を齎らすこと。例へば集中暖房汽罐に於ける

汽罐の効率……80%

配管途中の熱損失に依る效率……80%

全効率……64%

之に對し個別の暖房汽罐では大體効率は 50～60 % である。

b　都市煤煙の減少

c　各建物に於ては汽罐室及煙突が不要となり從つて、其の利用面積が增加する。

d　各建物毎の焚火の勞力を節約し且石炭及灰の運搬が不要となる。

（i）方　　式

地域暖房の方式には次の種類がある。

（イ）湯を使用するもの

a.　高溫高壓の湯を使用するもの

b.　大氣壓の湯を使用するもの

（ロ）蒸氣を使用するもの

湯を用ふる場合は、普通の湯暖房と同じく湯を循環せしめ、還り湯は還り主管を通じ湯罐室に戻す様にする。給湯に用ふる場合も、給湯加熱器に依て熱量のみを採り、水量を採らざる事を原則とする。（イ）a. は 100°C 以上の湯を必要とする爲に特に湯に加壓したもので、その壓力は 5 kg/cm², 溫度 150°C に及ぶものがある。

蒸氣を使用する場合も、其の壓力は使用目的に依つて異り、壓力範圍は 0·5 kg/cm² から 15 kg/cm² に及ぶ。

地域暖房には、需要者に對して湯又は蒸氣（其の所有する熱）の販賣をする營利的なものと、構內暖房の如き非營利的なものとがあつて、自ら其の方式の選擇基準を異にする。

（ii）湯と蒸氣

湯の特徵は、第一に循環がポンプに依つて簡單に行はれることである。地形に高低があつても、配管の根本に循環ポンプを置いて循環せしめ得る。之に對し、蒸氣の場合は凝縮水を捨てるか、或は還水する場合には配管の所々に凝縮水ポンプを設備する必要が起り、從つて之を監理することが必要となる。第二には蒸氣トラップの如き故障を生じ易いものを不要とすることである。

湯の缺點は、熱容量が大きくて、間歇的に使用する場合には豫熱損失の大きいこと及使用範圍が蒸氣に比較して狹いこと及配管中の高低の大きい場合は最低部の壓力が大きくなることである。

以上のことから湯と蒸氣の適用範圍が自ら定まる。

營利的の市街暖房では、使用範圍が廣く、負荷係數（後記參照）の大なることが必要で其の意味からも蒸氣を使用する場合が多い。

湯は一般に小さな地域暖房に使用される。

（iii）生蒸氣と排氣

蒸氣を使用する市街暖房には次の種類がある。

a.　汽罐から發生した生蒸氣を直に地域暖房に用ふるもの

b.　蒸氣タービン等の排氣を用ふるもの

c.　蒸氣タービンの途中ステージから抽氣して地域暖房の送氣をなすもの、即ち地域暖房と發電とを併せ行ふもの

2. 經濟的條件

營利的市街暖房の經濟的の條件は次の通りである。

（1）負荷密度

負荷密度とは、配管單位長さに就いての、1年間の蒸氣（又は湯）の消費量を指す。密度の大なる程有利となる。一般に氣溫が低い都市で高層建築の林立する商業地區が負荷密度が最高で、住宅街は低い。事務所

建築、アパートメント、ホテル等が最も有利な需要家である。米國に於ける平均の負荷密度は 24,000 *kg/m year.* であり、之に對し New York だけの平均は 60,000 *kg/m year.* である。

(2) 負荷係數

負荷は時間的にも、季節的にも變動があつて、例へば暖房のみを目的とする場合には季節的の變動が著しく大きい。變動が大なれば1年中の蒸氣（又は湯）の消費量に對しての設備が大きくなり、不經濟的となる。種々の負荷を取入れてこの變動を少なくすべきである。その爲には適用範圍の廣い蒸氣、然も相當高壓の蒸氣が都合がよい。*

* 負荷係數とは、ある期間の平均負荷と最大負荷の比を云ふ。一般には1年中の平均負荷と1年中の最大負荷(1時間に就き)の比を指す。この係數は設備の有効使用率を示すもので、この大なるもの程有利である。第104表は米國に於ける種々な建物の負荷係數を示すものである。

使用係數(Diversity factor)；一群の建物に就きその各の蒸氣容量を加算したものを實際消費量で割つた數を其の群の使用係數と稱する。使用係數は常に1より大きい。即ち同時使用率を示すもので、此の値の大きい程遊ぶ設備の多いことを示すもので、經濟上からは1に近いことを有利とする。

第104表　負　荷　係　數

		暖房	給湯	炊事	洗濯	水壓エレベータ	雜	冷房	1年間の蒸氣消費量 (1,000 *kg*)	1時間の蒸氣消費量 *kg* 平均	1時間の蒸氣消費量 *kg* 最大	負荷係數 %
1	衣服店	○	○						1,700	200	1,055	18·9
2	劇場	○	○						2,780	318	1,544	20·6
3	銀行	○	○						11,500	1,310	5,900	22·4
4	〃	○	○						7,000	850	3,520	22·6
5	劇場	○	○						3,050	347	1,370	25·4
6	事務所	○	○						22,100	2,520	9,850	25·6
7	劇場	○	○						1,020	117	440	26·5
8	事務所	○	○					○	9,000	1,020	3,850	26·5
9	百貨店	○	○						8,650	985	3,700	26·7
10	ホテル	○	○						7,400	840	3,260	26·9
11	事務所	○	○				○		3,220	367	1,360	27·0
12	〃	○	○						23,200	2,640	9,530	27·8
13	運動具店	○	○						1,280	146	520	28·0
14	百貨店	○	○						14,100	1,600	5,430	29·4
15	〃	○	○	○	○		○		39,000	4,470	14,700	30·4
16	銀行	○	○				○		10,600	1,200	3,400	35·3
17	〃	○	○	○				○	42,500	4,820	13,900	34·7
18	ホテル	○	○						2,540	289	8,150	35·5
19	〃	○	○	○	○		○	○	81,000	9,250	25,800	35·8
20	レストラン	○	○	○					2,020	260	543	42·3
21	百貨店	○	○		○		○		21,600	2,450	5,730	42·7
22	ホテル	○	○	○					6,130	695	1,630	42·7

(3) 蒸氣消費量と設備費

設備費は大略汽罐室設備費と配管費（配管用暗渠及保溫費を含む）とに分割出來る。米國の例に依ると大略汽罐設備費は配管費の 1~2 倍に相當する。

蒸氣消費量に對する設備費が低いことが經濟的に△必要なことは勿論である。汽罐設備費、配管設備費を各 B, D とし、1年間の蒸氣消費量を W で表はせば、蒸氣消費量に對する設備費は $\left(\frac{B}{W}+\frac{D}{W}\right)$ で表はされ、第1項は負荷係數に反して增減し、第2項は負荷密度及負荷係數に反して增減する。

(4) 料　　金

蒸氣の生產費は、米國の地域暖房會社の例に依れば次の諸項目から成る。

石炭費……30%
他の蒸氣生產費……15%
投資に對する資本利子……40%
營業費其他……15%

蒸氣（又は湯）の1年分の價 A，主管からの引込配管其他に要した固定資本に對する利子 R
單獨に汽罐設備をした場合の固定資本に對する利子 r，其の場合の運轉に要する經費 α，單獨の汽罐室、煙突等に要する面積を他に利用する爲に生ずる利益 s

とすれば

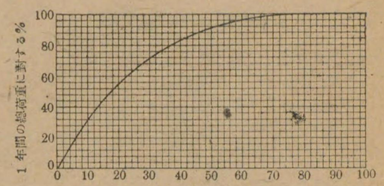
$$A+R<r+\alpha+s$$

なる場合始めて、經濟的に地域暖房の需要が生ずるのであつて之が蒸氣の賣價の限度となる。更に A が蒸氣生產費より大きい場合に地域暖房が營業的に成立つ。s は地代の高い地域程大きく、この點からもそれが有利な地域となる。

3. 汽 罐 設 備

設備は最大負荷に耐え得る容量を必要とする。1年中の負荷を W,「ピークロード」を w_m とすれば、從つて、設備費は $\alpha f(w_m)$ で表はされる。但し、α は設備の等級に依る係數、$f(w_m)$ は容量に依る係數とする。a を設備費1に對する資本利子、η を負荷1に對する運轉費とすれば、單位負荷に對する經費の割合は $\left\{\alpha\frac{af(w_m)}{W}+\eta\right\}$ なる形で表はされ、$\frac{af(w_m)}{W}$ は負荷係數の大なる程大となり、η は汽罐効率の大なる程小さくなる。又 α は汽罐効率の大きい程高くなる。即ち η と α とは相反して增減するものと考へられるから、負荷係數の大きい程、η を大きくしても、α を小さくした方が經費の割合を減小することが出來る。即ち、負荷變動率の小さい程、設備を完備して効率を高くすべきである。其の設備容量の一部はピークロードに備へるもので、1年中の負荷の極く小部分を受持つに過ぎない。暖房負荷に就いて、それ等の關係を示すものは第44圖である。

第44圖に依ると、ピークロードの始めの10%に相當する汽罐設備は全負荷の約 30% を受持ち得る。之に對して、ピークロードの 60~70% 間の 10% に相當する設備は全負荷の 4% を荷ふに過ぎない。以上の事から、汽罐設備の設計は以上の見方のみからする最も經濟的な設計は、基礎負荷 (base load) に對する汽罐設備は、費用を惜まず効率のよいものを用ひ、ピークロードに對する設備は効率を犧牲として、建設費の低いものを採るべきである。たとへば、全設備を2種に分けて、各能力をピークロードの ½ とする。1年間の全負荷を L とすれば、第44圖に依ると第1設備は1年中の荷重の $0.9L$，第2設備は殘りの $0.1L$ を負擔する。



第　44　圖

經費は第1設備に對し $0.9L\eta_1+C_1\alpha$
第2設備に對し $0.1L\eta_2+C_2\alpha$
合　計

$$K=L(0.9\eta_1+0.1\eta_2)+\alpha(C_1+C_2)$$

但し　η_1, η_2　荷重1に對する運轉費
C_1, C_2　設備費
α　設備費に對する資本利率

η を減小する爲には設備費 C が增大する。經費 K に對する η_1, η_2 の影響は 9:1 となつて第1設備は効率の增大が、經費の上に大きく影響することを示す。K が最小になる樣に設備を撰ぶべきである。

4. 負　　荷

(1) 暖房負荷

第1章第7節參照。一つの建物に就いて其の有する放熱面積を以て蒸氣使用量を除したものを Demand factor と稱し、普通 1·15~1·5 *kg/m² h* である。即ち平均 650 *kcal/m² h* である。

(2) 給湯負荷

米國の統計に依ると建物 1 *m²* 當り、1 年間給湯用として消費する蒸氣量は次の樣である。

事務所建築　5~16·5　平均 13 *kg/m² year*
ホ　テ　ル　　平均 40 *kg/m² year*

5. 蒸氣壓力及湯壓力

蒸氣壓力は使用目的で定まる。たとへば

動 力 用	$7\ kg/cm^2$ 以上
厨 房 用	$1{\cdot}8\ kg/cm^2$
洗 濯 器 用	$5{\cdot}3 \sim 1{\cdot}8\ kg/cm^2$

湯壓力;

湯の溫度と最低壓力との關係は第4章第3節第19圖參照。其の所要壓力を P (m Aq) とし、配管の最高部と壓力槽との高さの差を h (m) とすれば、壓力槽の所要壓力は $(P+h)\,m\,Aq$ 以上となる。

6. 配　　管

(1) 蒸 氣 管

配管を太くすれば、配管費（暗渠及保溫費を含む）及び配管中の熱損失が高くなるが、壓力損失が減小し、從つて蒸氣の根本の壓力は低くて濟み、蒸氣生產費は低くなる。配管を細くすれば其の反對となる。一般に蒸氣管の太さは、建物に所要の蒸氣壓力とプラントに於ける根本の壓力から、單位長さの許容壓力降下を求め、それに適合する管徑を求める。故に蒸氣の速度に制限を設けず、$170\ m/s$ に達することも少なくない。米國の市域暖房會社に就いて、容量と幹線の太さの一例は第105表の通りである。

摩擦抵抗に依る壓力の降下に就いては第4章第8節參照。

地域暖房の特徴は、地下配管の多いことで、暗渠の費用が設備費の大きな部分を占める。暗渠は場所に應じて「トンネル」及「コンヂユット」を用ふる。

管の伸縮に對しては、伸縮接手及「アンカー」を設ける(第5章第5節參照)。

蒸氣配管中に生ずる凝縮水は適當な間隔に蒸氣トラップを設けて排水し、溜桝に導いて、自然排水するか又はポンプを用ひて下水に放流する。

(2) 還 水 管

市街暖房に於ては、「プラント」に近い部分の還水、又は重力で戻し得る還水のみを取扱ひ、一般には凝縮水は廢棄する。

還水管の大さに就ては第5章第9節參照。

(3) 湯 配 管

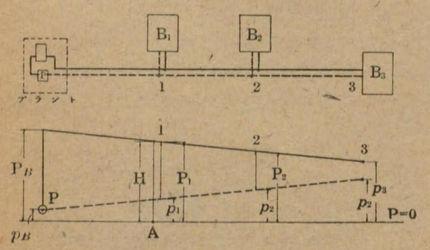
(a) 配管の太さ

管を太くすれば配管費が嵩み、動力費が減じ、細くすれば、配管費は減少するも動力費が增大することは蒸氣管の場合と同樣である。個々の場合に應じ最も有利な管徑を求むべきである。

湯の量、管徑及抵抗の關係は第4章參照。

第　105　表

「プラント」の名稱（所在）	Beacon Street (Detroit)	P. R. R. (Philadelphia)	Willow Street (Philadelphia)	Terminal (Baltimore)	Kips Bay (New York)
幹　線	$16'' \times 3$ 本	$18'' \times 2$ 本	$18'' \times 1$ $16'' \times 1$	$12'' \times 1$ $16'' \times 1$	$24'' \times 4$
幹線根本の蒸氣壓力 kg/cm^2	10 2·5	17·5	14·0	14·0 低壓	10
最大容量 kg/h	480,000	125,000	57,000	143,000	273,000
還　水	25% 以下	40%	無	無	無



第　45　圖

(b) 利用すべき壓力差

第 45 圖に於て、往管中の水壓を實線で、還管中の水壓を點線で示す。各建物、B_1, B_2, B_3 に於て利用し得る水頭は各 (P_1-p_1), (P_2-p_2), (P_3-p_3) となる。ポンプの水頭は (P_B-p_B)、湯罐に加はる壓力は P_B となる。

第 7 章　輻 射 暖 房

（牧 田 委 員）

1. 輻射暖房の特徴

體からの熱發散は傳導、對流、蒸發及輻射の4現象に依り、是等は空氣の溫度、濕度、風及體を圍む4壁の溫度の4要素の函數である。是等4要素の內、何れかを調節すれば熱發散の總量を一定限度に調節することが出來て、暖房の目的は一應達したことになる。然し調節すべき要素の撰擇に依つて、傳導、對流、蒸發及輻射各に依る發散熱量の割合は著しく變動する。

普通の暖房法では空氣溫度にのみ着目して、空氣を暖めて、對流及傳導に依る人體の熱發散を抑制する。壁及硝子面が外氣の影響で低溫度になる程、之に依る輻射熱量の增大を補ふ爲に益々空氣溫度を上昇することになり、結局對流、蒸發及傳導に依る放熱量の、輻射に依る熱量に對する割合が著しく小さくなつて來る。之に對して、輻射暖房法では、四圍の壁面又は天井、床面の溫度を適當に暖め輻射に依る熱の發散を抑制する。室內空氣溫度は普通暖房に比較して低く、對流及傳導に依る熱の發散が增し、輻射に依る發散が減る。

輻射暖房の、普通暖房と比較しての最も大きな特徴は、其の感じの快い點であるが、之は要するに、比較的低溫で且關係濕度の高い空氣の顏面、手等の露出部及口鼻腔等に對する影響と見做し得る。

輻射暖房の長所としては

(i) 快感度の高いこと。

(ii) 室內高さに依る溫度變化の少ないこと。從つて頭熱足寒の現象を起す恐れ少ないこと。

(iii) 平均溫度が低い爲熱損失が少ない。

(iv) 輻射暖房用放熱器を用ふる場合は、放熱器が暖まれば直に暖房效果が現はれること。

(v) 窓が開放狀態でも暖房效果がある。

缺點としては

(i) 壁、天井、床等に管を埋込むことは施工が複雜となる。且故障の起つた場合修繕が困難である。

(ii) 埋込の場合は熱容量が非常に大きく、豫熱に熱量と時間を必要とする。

前項の特長と缺點とから適用範圍は自ら定まる。

(i) 天井の高い室に對して普通の暖房は殆んど無效であるが、輻射暖房は有效である。

(ii) 教室等の樣に衞生上、時々開放して換氣する樣な場合には對流暖房に比較して熱損失が少ない。

(iii) 常時開放してある樣な所、たとへば空氣療養室の如きに對して有效である。

(iv) 住宅の如く夜にかけて暖房する場合は豫熱の損失も少ない。

2. 輻射暖房裝置の種類

輻射暖房裝置には構造上2つの大きい種別がある。第1は例へば建物の床、壁、天井等に湯又は蒸氣の管を埋込んで建物自體を熱するもの、第2は輻射暖房用放熱器を壁面、天井等に取付けるものとである。

熱源としては、湯、蒸氣、電氣及熱空氣を用ふるものがある。

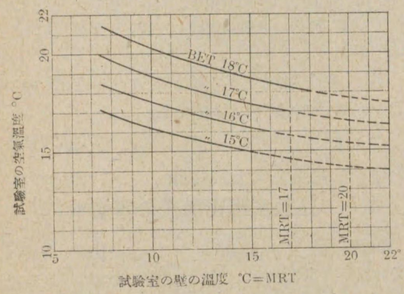
3. 人體表面の平均溫度と輻射熱量

着衣の人體表面溫度は著衣の程度に依り平均 24～28°C (83°F) と見做される。感覺上良好の條件としては周圍、壁、床、天井の溫度が 16～21 °C の場合で、この時人體表面からの熱輻射量は約 $35\ kcal/m^2\ h$ ($13\ BTU/ft^2\ h$) に相當し、人體表面を $1{\cdot}4\ m^2$ として、總熱輻射量は $35 \times 1{\cdot}4 = 49\ kcal/h$ となる。

4. 平均輻射溫度と空氣溫度

輻射暖房としては、前節記載の人體表面溫度と輻射熱量を保持する樣な周圍壁面溫度を定めるのを原則とする。若し周圍壁面溫度が一樣なら、前節の如く全面 16～21°C と定むべきであるが、實際の場合は周圍壁面は一樣ではない、たとへば窓硝子面はこれより遙に低いから壁面の一部には高溫度の面を作り、全面一樣の基準溫度と等しい效果を作るのである。この意味に於ける基準溫度を平均輻射溫度 (Mean radiant temperature 又は *M. R. T.*) と云ふ。

M. R. T. と空氣溫度及感じの關係は A. S. H. V. E. の研究所に於ける實驗の結果に依ると第46圖の樣になる。圖には氣溫と壁溫 (*M. R. T.*) を基として、等しい感じの線を記入してゐる。但し感じの指數としては *E. T.* (British equivalent temperature) を採る。*E. T.* は室内表面の溫度と氣溫とを等しくした場合の溫度である。



第　46　圖

第46圖に於て快適な狀態の *BET* 16°C, 17°C の線を圖面上點線の樣に延長して、*MRT* 17°C 及 20°C の線との交點を取ると其の場合の空氣溫度として、15·7～15·3°C 及 17～16·5°C を得る。卽ち輻射暖房に於て平均輻射溫度を 17～20 に調整すれば、この時の適當な空氣溫度は約 16°C と見做すことを得る。實際には溫壁、溫床、又は輻射器等からの放熱に依て空氣が加熱されるのであるから、*M. R. T.* と空氣溫度を單獨に任意に調整することは困難である。室の大さ、形狀及換氣の狀態に依て平均輻射溫度及空氣溫度が適當な組合せにたる樣に設計する必要がある。

(1) 平均輻射溫度

周圍を一樣な溫度 T_0 (絶對 °C) で包まれてゐる時内部の面から周圍壁に吸收される熱量の割合は次の樣になる。

$$H=4{\cdot}95\,\alpha_1\alpha_2\left\{\left(\frac{T}{100}\right)^4-\left(\frac{T_0}{100}\right)^4\right\} \quad \cdots(49)$$

但し　H＝熱量 $kcal/m^2\,h$

T＝面に於ける絶對溫度 °C

T_0＝周圍壁の絶對溫度 °C

α_1＝面の輻射係數

α_2＝周圍表面の輻射係數

一般の建築材料及人體表面に就ては、輻射係數は約 0·95 卽ち

α_1, 及び $\alpha_2=0{\cdot}95$

$$\therefore \quad H=4.5\left\{\left(\frac{T}{100}\right)^4-\left(\frac{T_0}{100}\right)^4\right\} \quad \cdots\cdots(50)$$

上式に於て $\left(\frac{T-T_0}{T}\right)^2$ 以上の高冪を 1 に對して省略すれば

$$H=4{\cdot}6\,(t-t_0) \quad \cdots\cdots(50)$$

但し　t＝面の溫度 °C

t_0＝周圍壁面溫度 °C

周圍壁面の溫度が一樣でない場合には近似的に次式が成立つ。

$$H=4{\cdot}6\left\{\frac{a_1}{A}(t-t_1)+\frac{a_2}{A}(t-t_2)+\cdots\cdots\right\} \quad \cdots\cdots(51)$$

但し　A＝周圍の全面積 m^2

a_1, a_2……＝周圍の面の内、溫度 t_1, t_2,… …なる部分の面積 m^2

t＝面の溫度 (體の表面溫度) °C

平均輻射溫度を t_m とすれば t_m の定義から

$$H=4{\cdot}6\,(t-t_m)$$

又　$A=\Sigma a$ であるから

$$t_m=\frac{a_1}{A}t_1+\frac{a_2}{A}t_2+\cdots \quad \cdots(52)$$

加熱面以外の天井、床及壁の表面溫度は加熱面からの輻射に依り溫められるが、計算推行上、その輻射を見込まないでその表面溫度を算出する。

室内空氣溫度……t_R　傳熱係數……K

外部氣溫……t_0　表面係數……λ

壁等の表面溫度…t_s

とすれば

$$t_R-t_s=\frac{K}{\lambda}(t_R-t_0)$$

又は　$t_s'=\frac{K}{\lambda}t_0' \quad \cdots\cdots(53)$

但し　t_s'＝室内氣溫を基準とせる表面溫度 $=t_s-t_R$ °C

t_0'＝室内氣溫を基準とせる外氣溫度 $=t_0-t_R$ °C

$\lambda=7\ kcal/m^2\,h\,°C$ として

$$t_s'=\frac{K}{7}t_0'=C\,t_0'$$

C の値を第106表に揭げる。

第　106　表

K	C
1·0	0·14
1·5	0·21
2·0	0·29
2·5	0·35
3·0	0·43
硝　子　窓	0·8
二重硝子窓	0·4

(2) 空氣溫度と平均輻射溫度の關係

周圍の壁面から室内の空氣に對流及傳導に依つて傳はる熱量は

$$H_l=7\,a_1(t_l-t_R)+7\,a_2(t_2-t_R)+\cdots\cdots$$
$$=7\,A(t_m-t_R) \quad \cdots\cdots(54)$$

但し　a_1, a_2＝周圍各部の表面積 m^2

$A=a_1+a_2+\cdots=$周圍總表面積 m^2

t_1, t_2,……$=a_1$, a_2……の溫度 °C

t_R＝空氣の溫度 °C

t_m＝平均輻射溫度 °C

H_l＝空氣に傳はる熱量 $kcal/h$

H_l は定常狀態では換氣に依る熱損失に等しくなるから

$$t_R=\frac{20{\cdot}5\,t_m+xt_0}{20{\cdot}5+x} \quad \text{但し} \quad x=\frac{nv}{A} \quad \cdots(55)$$

但し　n＝換氣回數 (1時間當)

v＝室の容積 m^3

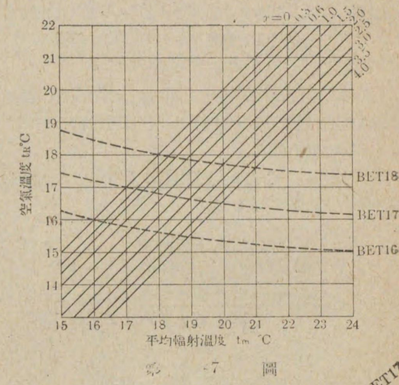
A＝周圍の面積 m^2

t_0＝外氣溫度 °C

$n=0\sim15$, $\frac{v}{A}=0{\cdot}6\sim1$, $t_0=-1°C$ とした場合 t_R は第47圖の樣になる。第47圖には別に $BET=16$, 17 及 18°C の線を記入した。

$BET=17°C$ の場合の平均輻射溫度及空氣溫度を、$x=\frac{nv}{A}$ を横軸として表はせば第48圖の樣になる。

例へば室の大さ　5 m×5 m×高 4 m　とすれば、$\frac{v}{A}=0{\cdot}77$ となり、換氣回數 $n=1$ とすれば $x=0{\cdot}77$ となり、輻射溫度 17·6°C, 空氣溫度 16·9°C となる。



第　47　圖

第　48　圖

5. 加熱面溫度

湯の管を天井、壁及床に埋設して、それを加熱面とすることは輻射暖房として最も一般に用ひられる方法である。

管は ½″～1½″ 位の瓦斯管を使用し、S 狀に折曲げ、數本を熔接したものを用ふる。空氣の滯留を生ぜぬ樣水平に取付ける事が必要である。

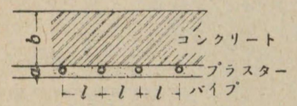
管の間隔は 15 cm～40 cm とし、一つのコイルの延長は 40 m 以下とする。

室内の總ての點に於て輻射効果を等しくすることは困難であるが、なるべく一樣になる樣加熱面の配置を考慮する必要がある。特に硝子面は負の輻射面となり且冷氣を生ずるから之を補ふ樣な配置を要する。

管埋込に用ふる漆喰は龜裂を生じない樣特殊の施工を要する。湯の溫度は龜裂を生じない爲に普通 55°C 以下とする。

湯の管を埋設した加熱面の溫度は、湯の溫度、管の間隔及壁體の構造に依て異なる。又溫度は管の直下は高く中間は低くなる。

第49圖の樣な構造の表面溫度は *Kalous* の近似的計算法に依ると次の樣になる



第　49　圖

（イ）壁體の兩側の氣溫が等しい場合

$$t_m' = t_H' \gamma \quad \cdots\cdots(56)$$

但し t_m'＝室內氣溫 t_R を基準とした加熱面平均溫度 °C

t_H'＝〃　〃　管の溫度 °C

γ＝係數

加熱面の平均溫度、管の溫度を各 t_m, t_H とすれば t_m', t_H' との關係は次の樣である。

$$t_m = t_m' + t_R, \qquad t_H = t_H' + t_R$$

係數 γ は、第49圖に於けるコンクリートの厚さ b=15～20 *cm*, プラスターの厚さ a=5 *cm* の場合には管の間隔に依つて第50圖の樣に變化する。

例

室內氣溫 15°C, 湯の溫度 55°C, 管の間隔 15 *cm*, 壁の構造は第49圖に準ずるものとする。

第50圖に依り γ=0·64 を得る。

故に

$$t_m' = \gamma t_H' = 0{\cdot}64(55-15) = 25{\cdot}6°C$$

故に加熱面平均溫度は

$$t_m = t_m' + t_R = 25{\cdot}6 + 15 = 40{\cdot}6°C$$

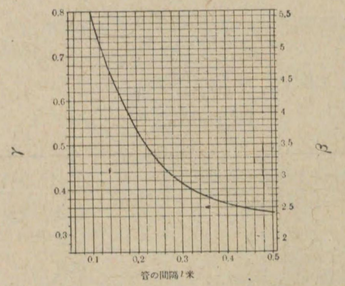
（ロ）壁體が外氣に面する場合

外氣溫の影響を受けて多少其の溫度は低下するがそれは僅で、大體 (1) の場合より平均 1°C の低下を生ずるものと考へてよい。卽ち (1) の例で一方が外氣に面してゐる場合には

$$t_m = 40{\cdot}6° - 1 = 39{\cdot}6°C$$

6. 加熱面からの放熱量

加熱面からの放熱量は次式で表はされる。



第　50　圖

$$H = \alpha F(t_m - t_R) = \alpha F t_m' \quad \cdots\cdots(57)$$

但し H＝放熱量 *kcal/h*

F＝放熱面積 m^2

t_m＝加熱面平均溫度 °C

t_R＝室內氣溫 °C

α＝表面熱傳達係數 *kcal/m² h °C*

$t_m' = t_m - t_R$

一般に α=7 として

$$h = \frac{H}{F} = 7(t_m - t_R) = 7\, t_m' \quad \cdots\cdots(58)$$

但し h＝加熱面單位面積當りの放熱量 *kcal/h m²*

(5) 節の(56)式から

$$h = 7\gamma t_H' = \beta t_H'$$

β を第50圖の右側に目盛してある。

たとへば (1) の例に於て

β=4·5　$h = \beta t_H' = 4{\cdot}5 \times (55-15)$

$= 180\ kcal/hm^2$

7. 計　　算

（1）計算の順序

（i）平均輻射溫度 (*MRT*) と室內氣溫

先づ $x = \frac{nv}{A}$

但し n＝每時換氣回數

v＝室の容積 m^3

A＝室の周圍の表面積 m^2

を求め、第48圖に依て平均輻射溫度及氣溫を求める。

（ii）室からの熱損失

次式で表はされる。

$$H_L = H_t + H_i \quad \cdots\cdots(59)$$

但し H_L＝室からの熱損失 *kcal/h*

H_t＝通常暖房法の計算に準ずる傳導による熱損失 *kcal/h*

H_i＝通常暖房法の計算に準ずる換氣による熱損失 *kcal/h*

但し H_t, H_i とも室內氣溫としては（i）に於て求めたものを使用する。

湯の管をコンクリートスラブに埋設する方式そは若し直下の室の天井にコイルが埋設されてゐる場合は、その床からの熱損失はないものと考へてよい。

(iii) 加熱面面積

熱損失と加熱面の放熱量より算出する

$$F = \frac{H_L}{h} \quad \cdots\cdots(60)$$

但し F＝加熱面の面積 m^2

H_L＝熱損失 *kcal/h*

h＝加熱面單位面積當りの放熱量 *kcal/m² h*

(iv) 平均輻射溫度の計算（檢算）

$$t_m = \frac{a_1}{A} t_1 + \frac{a_2}{A} t_2 \cdots\cdots$$

但し t_m＝平均輻射溫度 (*MRT*)

A＝四圍の表面積

$a_1, a_2 \cdots\cdots$＝溫度 $t_1\, t_2 \cdots\cdots$ なる部分の面積

（v）輻射 *BET* の算出

MRT と室氣溫度から第46圖に依り *BET* を求め之が適當な値なることを要する。

(vi) 配管管徑

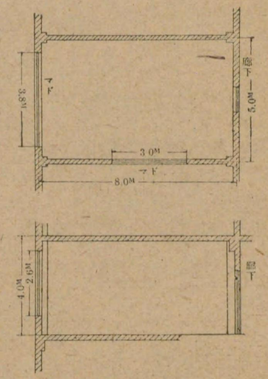
湯暖房の項に準ずる。

（2）例　題

コンクリート造の第 51 圖の樣な室に就いて計算を行ふ。

要領は次の如し。

1. コンクリート造、途中階、上下左右室暖房す
2. 天井スラブにパイプコイルを埋込
3. 外部溫度 −1°C
4. 換氣回數 1.5 回/*h*
5. 外壁の熱傳導係數 K=2·0
6. 廊下側壁の熱傳導係數=2·5



第　51　圖

（イ）*MRT* 及室內氣溫 (t_R)

四圍の表面積　$A = (5+8) \times 2 \times 4 + 5 \times 8 \times 2 = 184\ m^2$

容　　積　$v = 5 \times 8 \times 4 = 160\ m^2$

$$x = \frac{nv}{A} = \frac{1{\cdot}5 \times 160}{184} = 1{\cdot}3$$

第48圖より

MRT=18·1°C　　t_R=16·8°C

（ロ）熱　損　失

室內氣溫 16·8°C として

熱傳導に依るもの	1,695	計 2,925
換氣に依るもの	1,230	

（ハ）加熱面積

管は ¾″ を使用し、管間隔を 20 *cm* とする。その場合第50圖より

γ=0·535　　β=3·7　　を得る。

故に加熱面溫度は湯の平均溫度を 53°C とすれば

$$t_h = (53 - 16{\cdot}8)0{\cdot}535 + 16{\cdot}8 = 36{\cdot}1°C$$

$$h = 3{\cdot}7(53 - 16{\cdot}8) = 134\ kcal/h,\ m^2$$

故に加熱面積　E=2,925/134=21·8 m^2

（ニ）平均輻射溫度 (*MRT*)（檢算）

表面溫度

（α）外　　壁　t_s'=0·29(−1−16·8)=−5·2

（b）間 仕 切　t_s'=0

（c）床(下の室のパイプコイルの上)　t_s'=+2°C

（d）加 熱 面　t_s=36·1−16·8=19·3°C

（e）外壁硝子面　t_s'=0·8(−1−16·8)=−14°C

面	面積 a_1 m^2	溫度 t_s' °C	$a_1 \times t_s'$
外　窓	10	− 14	− 140
外　壁	10	− 5·2	− 52
內部壁		0	0
床	20	2	40
加熱面	21·8	19·3	420
合　計			268

內部表面合計=184 m^2

故に平均輻射溫度　t_m'=268/184=1·46°C

MRT　t_m=16·8+1·46=18·26°C

第8章　空氣調和

（平野委員）

1. 空氣の性質

（1） 温度、壓力、體積の關係

空氣は完全ガスの特性を有するものと云へる故次の諸法則が適用される。（第107表）

第107表　温度壓力體積の關係表

法則名	表式	摘要
a. ボイルの法則	$P\propto\frac{1}{V}$ $P\propto\frac{1}{v}$ 或は $PV=$常數 $Pv=$常數	温度一定の時壓力は體積に逆比例する
b. シヤールの法則 ゲーリユサックの法則	$P\propto T$ $v=v_0(1+\alpha t)$	體積一定の時壓力は絶對温度に正比例する 壓力一定の時比體積は絶對温度に正比例する
c. ボイルシヤールの法則	$Pv=RT$ 或は $PV=MRT$	體積は壓力に逆比例し絶對温度に比例する
d. ダルトンの法則	$P=P_a+P_b+P_c+\cdots\cdots$	混合ガスに於ては其全壓力は各ガスの分壓の和に等し

但し　P=絶對壓力 kg/m^2
T=絶對温度 $°C$
V=體積 m^3
v=比體積 m^3/kg
v_0=0°C に於ける比體積 m^3/kg
α=温度係數=$\frac{1}{273}$
R=ガス常數=29·27 $kg\,m/°C$
P=全壓力 kg/m^2
P_a, P_b, P_c…=分壓力 kg/m^2

（2） 空氣成分

嚴格に云へば一定せざるも大體窒素、窒素の混合氣體で其割合は體積比で酸素 20·9%，窒素 79·1%，重量比で酸素 23·1%，窒素 76·9% である。

其他水分は約4%（温度及濕度に依り變化する），炭酸ガス約 0·04%，アルゴン 1%，微量のネオン、ヘリウム等よりなる。

（3） 空氣の重量

温度、壓力等の相違により一定せざるも清淨なる空氣の重量は 0°C，大氣壓に於て 1·293kg/m^3，體積は同じ條件に於て 0·773 m^3/kg.

（4） 空氣の比熱

定壓比熱 Cp 及び定積比熱 Cv の2様種あるが空氣調和に關して單に空氣の比熱と云へば Cp を指すものとして差支ない。大氣壓に於ける平均値は 0·24 $kcal/kg\,°C$ である。

（5） 濕り空氣

空氣と水蒸氣との混合したものを濕り空氣と稱し、其狀態を調べるには普通 1kg の乾燥空氣を含む濕り空氣に就いて見るのが好都合である。

一定温度に於て空氣中に水蒸氣を最大限迄含んでゐる狀態のものを飽和空氣と稱し、其の限度に至らないものを不飽和空氣と云ふ、空氣の濕量を表す絶體濕度は濕り空氣 1m^3 内に含まれる水蒸氣の量を kg で表す。關係濕度は或温度に於てその濕り空氣 1m^3 中に含まるる水蒸氣の量（絶對濕度）と、其温度の飽和狀態に於て 1m^3 中に含まるゝ量（飽和絶對濕度）との比を百分率で表したものである。

乾燥空氣 1kg と水蒸氣 x kg から成る濕り空氣のエンタルピーを i とすれば

$$i=0{\cdot}24\,t+x(596+0{\cdot}46\,t)\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots(61)$$

第108表は大氣壓に於ける濕り空氣表である。

2. 空氣線圖

附表は井口春久氏濕り空氣圖で、第52圖は其中空氣調和に利用さるゝ數値部分のみを抜いたものである。

3. 有効温度

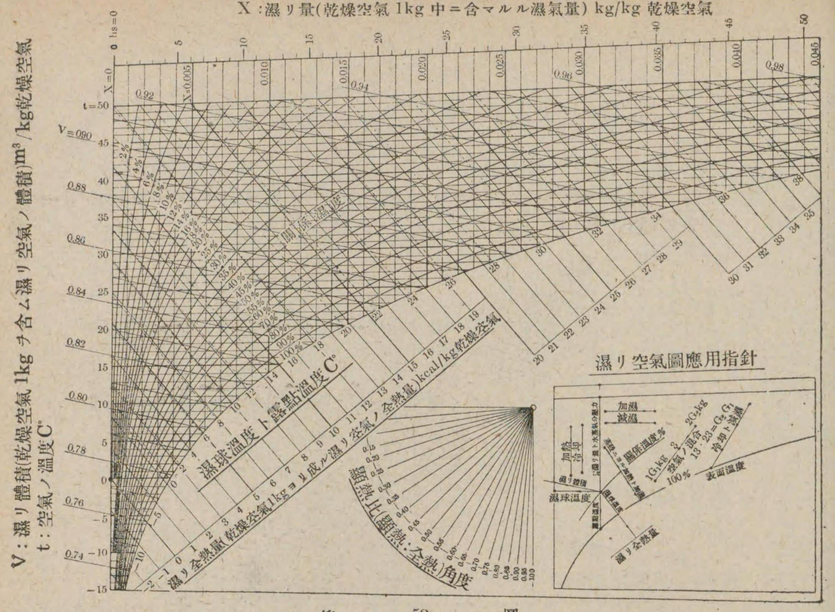
第53圖及第54圖は既刊便覽より採つたものである。有効温度とは室内空氣の温度、濕度、流速により人體に感ずる寒暖の目安に設けた指數で普通云ふ温度と異る。A. S. H. V. E. 研究室に於て實驗せる結果から作つたもので、冬季暖房期の最適有効温度は約 19°C 附近で、約 17°C～22°C の範圍を冬季快感帶と云ふ。

夏季冷房期の最適有効温度は約 22°C 附近で、約

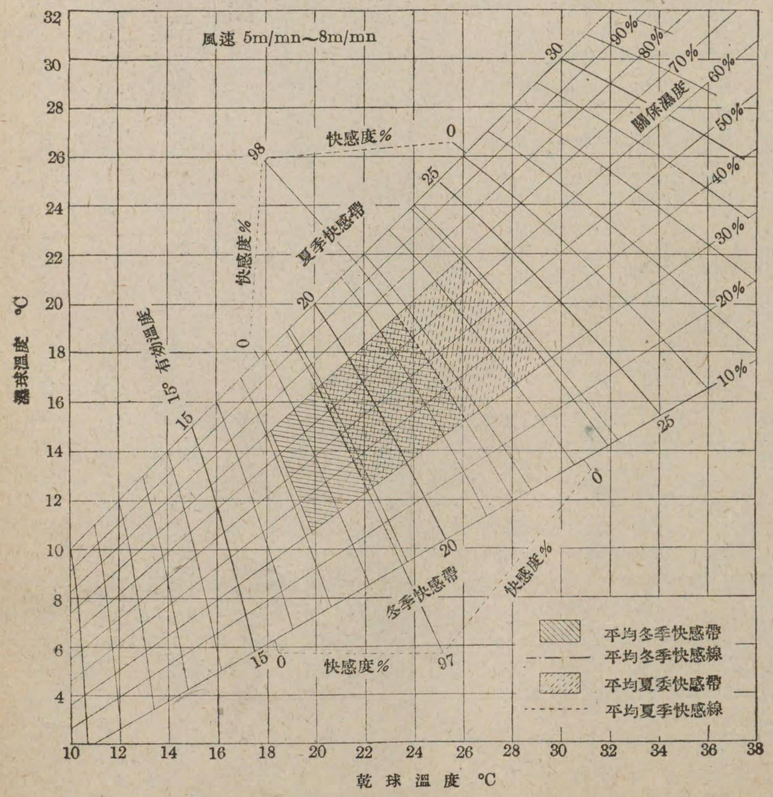
第108表　濕り空氣表（Rietschel "Heiz. u. Lüftungstechnik" 1934 年版に依る）

温度 t °C	乾燥空氣 比重 γ kg/m^3	濕り空氣 比重 γ_s kg/m^3	飽和壓力 p_s $mm\,Hg$	飽和濕り量 x_s g/kg	エンタルピー i_s $kcal/kg$
− 20	1·396	1·395	0·77	0·63	− 4·43
− 19	1·394	1·393	0·85	0·70	− 4·15
− 18	1·385	1·384	0·94	0·77	− 3·87
− 17	1·379	1·378	1·03	0·85	− 3·58
− 16	1·374	1·373	1·13	0·93	− 3·29
− 15	1·368	1·367	1·24	1·01	− 3·01
− 14	1·363	1·362	1·36	1·11	− 2·71
− 13	1·358	1·357	1·49	1·22	− 2·40
− 12	1·353	1·352	1·63	1·34	− 2·09
− 11	1·348	1·347	1·78	1·46	− 1·78
− 10	1·342	1·341	1·95	1·60	− 1·45
− 9	1·337	1·336	2·13	1·75	− 1·73
− 8	1·332	1·331	2·32	1·91	− 0·79
− 7	1·337	1·325	2·53	2·08	− 0·45
− 6	1·322	1·320	2·76	2·27	− 0·10
− 5	1·317	1·315	3·01	2·47	− 0·26
− 4	1·312	1·310	3·28	2·69	0·64
− 3	1·308	1·306	3·57	2·94	1·03
− 2	1·303	1·301	3·88	3·19	1·41
− 1	1·208	1·295	4·22	3·47	1·82
0	1·293	1·290	4·58	3·78	2·25
1	1·288	1·285	4·93	4·07	2·66
2	1·284	1·281	5·29	4·37	3·08
3	1·279	1·275	5·69	4·70	3·52
4	1·275	1·271	6·10	5·03	3·96
5	1·270	1·266	6·54	5·40	4·42
6	1·265	1·261	7·01	5·79	4·90
7	1·261	1·256	7·51	6·21	5·40
8	1·256	1·251	8·05	6·65	5·70
9	1·252	1·247	8·61	7·13	6·43
10	1·248	1·242	9·21	7·63	6·97
11	1·243	1·237	9·84	8·15	7·53
12	1·239	1·232	10·52	8·75	8·14
13	1·235	1·228	11·23	9·35	8·74
14	1·230	1·223	11·99	9·97	9·36
15	1·226	1·218	12·79	10·6	9·98
16	1·222	1·214	13·63	11·4	10·7
17	1·217	1·208	14·53	12·1	11·4
18	1·213	1·204	15·48	12·9	12·1
19	1·209	1·200	16·48	13·8	12·9
20	1·205	1·195	17·53	14·7	14·8
21	1·201	1·190	18·65	15·6	14·6
22	1·197	1·185	19·83	16·6	15·3
23	1·193	1·181	21·07	17·7	16·2
24	1·139	1·176	22·38	18·8	17·2
25	1·185	1·171	23·76	20·0	18·1
26	1·181	1·166	25·21	21·4	19·2
27	1·177	1·161	26·74	22·6	20·2
28	1·173	1·156	28·35	24·6	21·3
29	1·169	1·151	30·04	25·6	22·5
30	1·165	1·146	31·82	27·2	23·8
31	1·161	1·141	33·70	28·8	25·0
32	1·157	1·136	35·66	30·6	26·3
33	1·154	1·131	37·73	32·5	27·7
34	1·150	1·126	39·90	34·4	29·2
35	1·146	1·121	42·18	36·6	30·8
36	1·142	1·116	44·56	38·8	32·4
37	1·139	1·111	47·07	41·1	34·0
38	1·135	1·107	49·69	43·5	35·7
39	1·132	1·102	52·44	46·0	37·6
40	1·128	1·097	55·32	48·3	39·6
41	1·124	1·091	58·34	51·7	41·6
42	1·121	1·086	61·50	54·8	43·7
43	1·117	1·081	64·80	58·0	45·9
44	1·114	1·076	68·26	61·3	48·3
45	1·110	1·070	71·83	65·0	50·8
46	1·107	1·065	75·65	68·9	53·4
47	1·103	1·059	79·60	72·8	56·2
48	1·100	1·054	83·71	77·0	59·0
49	1·096	1·048	88·02	81·5	62·1
50	1·093	1·043	92·51	86·2	65·3
51	1·090	1·037	97·20	91·3	68·6
52	1·086	1·031	102·1	96·6	72·3
53	1·083	1·025	107·2	102	75·9
54	1·080	1·019	112·5	108	80·0
55	1·076	1·013	118·0	114	84·1
56	1·073	1·007	123·8	121	88·6
57	1·070	1·001	129·8	128	93·2
58	1·067	0·995	136·1	136	98·5
59	1·063	0·987	142·6	144	104
60	1·060	0·931	149·4	152	109
61	1·057	0·974	156·4	161	115
62	1·054	0·968	163·8	171	121
63	1·051	0·961	171·4	181	128
64	1·048	0·954	179·3	192	135
65	1·044	0·946	187·5	204	143
66	1·041	0·939	196·1	216	151
67	1·038	0·932	205·0	230	160
68	1·035	0·924	214·2	244	169
69	1·032	0·917	223·7	259	179
70	1·029	0·909	233·7	276	190
71	1·026	0·901	243·9	294	202
72	1·023	0·893	254·6	314	214
73	1·020	0·885	265·7	335	227
74	1·017	0·877	277·2	357	242
75	1·014	0·868	289·1	382	258
76	1·011	0·859	301·4	408	275
77	1·009	0·851	314·1	437	293
78	1·006	0·842	327·3	470	315
79	1·003	0·833	341·0	506	338
80	1·000	0·823	355·1	545	363
81	0·997	0·813	369·7	589	391
82	0·994	0·803	384·9	639	425
83	0·992	0·794	400·6	695	460
84	0·989	0·783	416·8	756	500
85	0·986	0·773	433·6	828	545
86	0·983	0·762	450·9	908	597
87	0·981	0·751	468·7	1,000	657
88	0·978	0·740	487·1	1,110	725
89	0·975	0·729	506·1	1,240	810
90	0·973	0·718	525·8	1,400	912
91	0·970	0·706	546·1	1,590	1,035
92	0·967	0·694	567·0	1,830	1,185
93	0·965	0·681	588·6	2,135	1,380
94	0·962	0·669	610·9	2,545	1,645
95	0·959	0·656	633·9	3,120	2,015
96	0·957	0·643	657·6	3,990	2,575
97	0·954	0·630	682·1	5,450	3,520
98	0·951	0·616	707·5	3,350	5,360
99	0·949	0·602	733·2	17,000	10,910
100	0·947	0·589	760·0	—	—

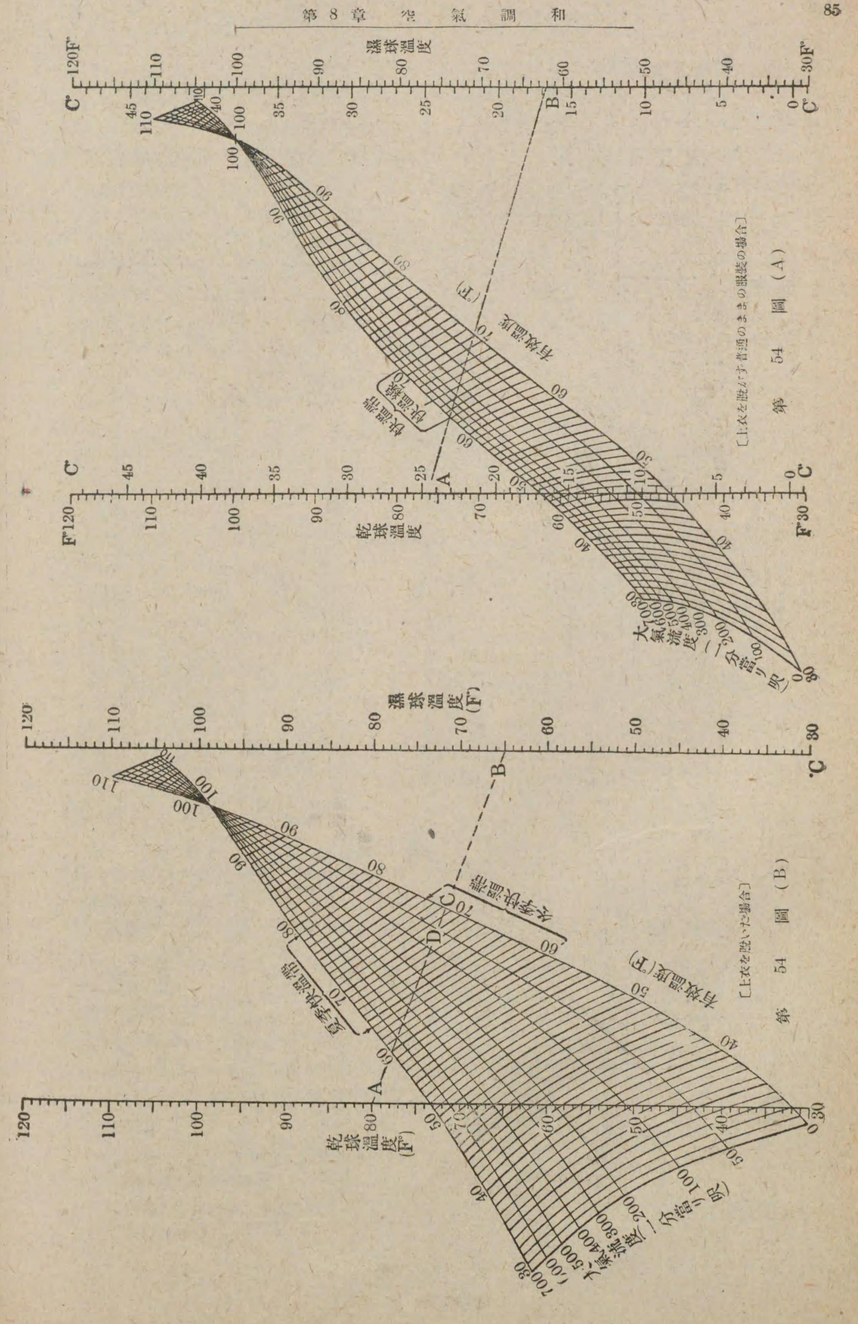
hs：濕り空氣中水蒸氣分壓力 mm Hg
X：濕り量(乾燥空氣 1kg 中＝含マル濕氣量) kg/kg 乾燥空氣



第　52　圖



第　53　圖



第　54　圖　(A)　(B)

19°C～24°C の範圍を夏季快感帶と云ふ。第54圖 A, Bは有効温度を求めるノモグラフでA圖は上衣を脫がず普通服裝の場合でB圖は上衣を脫いだ場合である。

4. 快感帶線圖

各國特有の快感帶線圖がある筈なれど、玆に表す第53圖はアメリカ合衆國に於て發表されたるものを參考として使用する。

建物の種類、在室者の着衣、在室時間、其他によつて自ら相違がある。

5. 工業用空氣調和温濕度の標準

第109表は A. S. H. V. E. Guide (1939)によるものである。

第109表　工業用温濕度の標準表

工業名	工程	温度 °C	關係濕度 %
自動車組立		18.3	40
パン製造	ケーキ仕上	21·0	50
	同仕込	23·9	65
	素地醱酵室	26·7	76～30
	素地冷却	21·0	60～70
	仕上室	23·9～26·7	55～70
	混合室	〃～〃	〃～〃
	蠟引紙包裝	26·7	55
	ねかし箱	26·7～32·2	80～95
	粉貯藏室	21·1～26·7	60
	酵母貯藏室	−2·2～4·7	60～75
生物製品	ワクチン	0 以下	—
	アンチトキシン	3·3～5·6	—
醸造	桶醱酵室	6·7～10·0	50
	穀物貯藏	15·6	30～45
製陶	機械製煉瓦の乾燥	82·2～93·3	—
	精の乾燥	43·3～65·6	50～60
	素地形造	26·7	60
	粘土貯藏	15·6	35
化學藥品製菓	一般貯藏	15·6～26·7	35～50
	チユウインガム	23·9	50
	ローリング	23·9	50
	〃包裝	21·1	45
	チヨコレート被包	16·7～18·3	50～55
	ハードキヤンデー製造	21·0～26·7	30～50
	包裝室	18·3	50
	スターチ室	23·9～29·4	〃
	貯藏室	15·6～20·0	50～65
蒸溜	一般製造	15·6	45
	穀物貯藏	15·6	30～45
藥品	散藥、錠劑の貯藏	21·0～26·7	30～35
電氣	絕緣材捲附	40·0	5
	被綿ワイヤ製造	15·6～26·7	60～70
	電氣捲線製造	〃～〃	35～50
	電氣用品貯藏	〃～〃	〃～〃
食料品	牛酪製造	15·6	60
	乳鋺所冷藏室	4·4	60
	穀類調製	15·6～21·0	38
	マカロニ調製	21·0～26·7	〃
	肉類成熟	4·4	80
	ベーコン薄片	15·6	45
	貯藏—林檎	−0·6～1·0	75～85
	—柑橘	0	80
	—鷄入卵	−1·1	〃
	—肉類	−17.8～−12·2	50
	—砂糖	26·7	35

工業名	工程	温度 °C	關係濕度 %
毛皮	乾燥	43·3	—
	貯藏	−2·2～4·4	25～40
孵卵器		37·2～38·9	55～75
實驗室	一般理化學實驗室	15·6～21·1	60～70
	材料貯藏	〃～〃	35～50
皮革	乾燥	32·2	—
圖書館	圖書貯藏	18·3～21·1	38～50
リノリウム	捺染	26·7	40
マツチ	製造	22·2～23·3	50
	貯藏	15·6	—
軍需品	導火藥裝塡	21·0	55
塗料	ラッカー空氣乾燥	15·6～26·7	25～50
	〃燒付	82·2～149	—
	オイルペンキ乾燥	15·6～32·2	25～50
紙	束ね、裁斷、乾燥及折疊、膠付	15·6～26·7	25～50
	貯藏	〃～〃	35～45
寫眞	フイルム現像	21·0～23·9	60
	乾燥	23·9～26·7	50
	燒付	21·0	70
	切斷集積	22·2	65
	紙片	21·0	45
	折疊	25·0	65
印刷	印刷室(普通)	23·9	60～73
	〃(石版印刷)	15·6～23·9	20～60
	ローラ貯藏	15·6～26·7	35～45
ゴム	製造	32.2	—
	薄ゴム製品室	23·9～26·7	25～30
	標準試驗室	26·7～28·9	42～48
	乾燥	43.3	70
石綿	木綿—カード	23·9～26·7	50
	—コーミング	〃～〃	60～65
	—粗紡	〃～〃	50～60
	—精紡	15·6～26·7	60～70
	—製織	20·0～23·9	70～80
人絹	紡績糸	21·0	85
	撚糸	21·0	65
生糸	梳綿	23·9～26·7	60～65
	—精紡	〃～〃	65～70
	—撚糸	〃～〃	〃～〃
	—製織	〃～〃	〃～〃
羊毛	梳毛	〃～〃	〃～〃
	—精紡	〃～〃	55～60
	—製織	〃～〃	50～55
煙草	葉巻、巻煙草製造	21·0～23·9	55～65
	帙化作業	32·2	85
	莖取或は葉撚作業	23·9～29·4	70

6. 空氣洗淨機

空氣調和に使用される空氣洗淨機は給濕、減濕、加熱、冷却に換氣の場合と同じく空氣洗淨の目的に使用され、型式は種々あるが主として除塵板、噴霧裝置、受水槽、噴霧水ポンプ、除水板等からなつてゐる。尙給濕加熱の場合には豫熱器、再熱器を備へ、減濕冷却の場合には豫冷器、再冷器又は再熱器を備へる。

(1) 空氣洗淨機内の通過空氣量

(i) 空氣洗淨機内を通過する空氣の速度を洗淨機斷面積につき 155 *m/mn* 乃至 200 *m/mn* に選んで空氣量を決定するのが普通で、最少 140 *m/mn*, 最大 230 *m/mn* の限界を超えない樣にする。

(ii) 空氣洗淨機内の通過空氣の摩擦損失は空氣速度、噴霧水量、其他構造により相違するも大體に 7～12 *mm Aq* 程度である。

(2) 空氣洗淨機に要する水量

空氣洗淨機内に噴霧する水量は經濟的に選ぶのを主眼とし給濕、減濕、加熱、冷却の全部をなす場合と其任意の一つをなす場合とで水量も異るが以下空氣調和として全部をなす場合を考慮する。

(i) 冷凍噸當り 13 l_p/mn 程度に見て冷却水(噴霧水)の空氣洗淨機内に於ける温度差を約 3～4°C 程度にとり、其水量を加減して暖房、換氣に使用する。

(ii) 噴霧ノヅルの個數を決定するには大體經驗値によるもので次の例を掲げる。

(イ) 噴霧各列につき最小ノヅル數…18·8 個/m^2

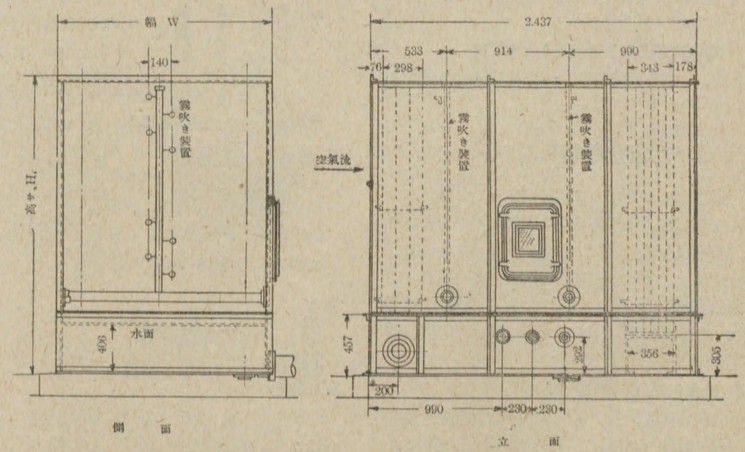
(ロ) 同　　上最大ノヅル數…30·0 個/m^2

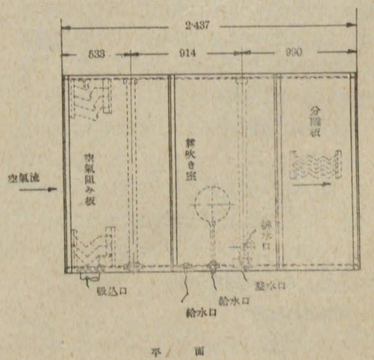
從つて空氣洗淨機斷面の單位面積 (1 m^2) に就ての水量は噴霧各別につき

(イ) 最少水量…… 81 l_p/m^2

(ロ) 最大水量……243 l_p/m^2

(iii) 噴霧ノヅル 1 個當りの水量は型式性能により相違するが普通使用するものの一例を第110表に掲げる。





第 55 圖　空氣洗淨機の一型式

第　110　表

噴霧ノヅル口直徑 ×給水連結口直徑 mm×mm	噴霧ノヅル水量 給水壓力		l_r/mn kg/cm^2
	1·7	2·1	2·46
4·76×9·53 (3/16″×3/8″)	8·2	9·0	9·7
3·18×9·53 (1/8″×3/8″)	3·3	3·6	4·0

(iv)　噴霧水ポンプは普通タービン型を使用し水量は上記ノヅル數、給水壓力から決定し、噴霧ノヅル口に於ける壓力及配管系統に於ける摩擦損失から全揚程を決定し電動機等を決定する。

(3)　空氣洗淨機內の空氣溫度と水溫度

空氣洗淨機內に於ける空氣の溫度は噴霧水の溫度より普通 0·5 乃至 1°C 高い。

7. 空氣加熱器及冷却器

空氣調和裝置に使用する加熱器は主として豫熱器、再熱器、補助加熱器等である。金屬管の壁面を隔てて空氣と加熱體(蒸氣、湯)間の傳熱を利用するもので、其加熱の狀態によつて大別すると次の通りである。この他に瓦斯加熱器、電氣加熱器等がある。尙空氣冷却器に就いては A.S.H.V.E. Guide 1940 年版第 462 頁を參照されたい。

(1)　空氣加熱の狀態

(i)　管の外側に空氣を通し、內側に加熱體を通す場合。暖房に於ける普通に空氣を加熱する狀態である。加熱體の代りに管の內側に冷水又は冷媒を通す場合は冷房の表面冷却器である。此場合は管の外壁表面に空氣中の濕氣が凝縮して水分となつて附着するため傳熱に影響を與へる。

(ii)　管の外側に加熱體を通し、管の內側に空氣を通す場合。暖房に於けるサーモタンクの空氣加熱の狀態である。管を隔てて空氣側に向ふ傳熱が比較的不利で K の値は低く、管の材質、厚さ等に影響されることが少い。

以下主として (i) の場合を取扱ふことゝする。

(2)　加熱器の種類

其形狀によつて次の 3 種類がある。

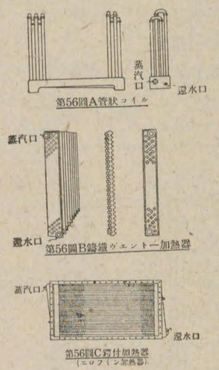
(i)　コイル形管 (第 56 圖 A)

種々種類があるが普通は 1″ 鋼管、銅管等を母管に連結して曲り接手によつてベンド形にして節に纏め蒸氣入口、還水口を附けたものである。

(ii)　鑄鐵ヴエントー加熱器 (第 56 圖 B)

鑄鐵製耳付の加熱面を有するものを幾枚か連結して節となし、節を幾列か纏めてスタックと稱する。

(iii)　鍔付加熱器 (第 56 圖 C)



第 56 圖　加熱器の種類

管の周圍に突起狀の面を附着したもので、製作者により種々形狀のものがある。エロフイン管は管の周圍にリボンを捲付けて鍔狀としたもので、幾本かを母管に連結して一節としたものである。ユーフインは管の周圍に多數の突起物を附着して加熱面を增大したもので同樣に一節に纏めてある。管の列數により 1 列、2 列、3 列等がある。

(3)　エロフイン加熱器

之は鍔付加熱器の內現今廣く使用さるる型にして種々の特徵がある。

(i)　構　造　銅管の外周に銅製リボンを緊密に捲付けた上、半田熔液中に浸積して全面に半田を被せ一體の金屬體とした傳熱面を形成する。現今我國に於ては銅の代りに鐵管の周りに鐵製リボンを捲き亞鉛鍍金せるものが多い。

このエロフイン管の兩端を銅製管板に固定し板は銅製母管に圍まれ母管には蒸氣の出入口を連結してある。其外側を亞鉛めつき鐵板を以つて被覆し箱狀をなす、之は風道中に於て簡單に連絡し得るものである。

(ii)　特　徵;　傳熱面最も多く、輕量にして、取付、取外し簡易、堅牢で錆びも少く、最も經濟的である。

(iii)　種　類;　低壓型、高壓型、ユニバーサル型及フレキシチユーブ型の 4 種類ある。第 111 表に夫等の比較を示す。

第　111　表

名　稱	使用蒸氣壓 kg/cm^2	列　數	加熱管外徑	鍔の高さ	鍔の間隔
低　壓　型	2·5以下	1, 2, 3	5/8″	1/4″	1″に付 7 枚
高　壓　型	1·8～14	1, 2, 3	1″	3/4″	1/4″ 間　隔
ユニバーサル型					
T — 9	1·8～25	1, 2	1″	3/4″	3/8″ 間　隔
T — 6	〃	1, 2	1″	3/4″	5/8″ 〃
R — 9	〃	1, 2	1″	3/4″	1/4″ 〃
R — 6	〃	1, 2	1″	3/4″	1/4″ 〃
フレキシチユーブ型					
# 61	0·7～14	1	5/8″	1/4″	1″に付 6 枚
# 71	〃	1	5/8″	3/8″	1″に付 7 枚
# 72	〃	2	5/8″	3/8″	〃
# 81	〃	1	5/8″	5/32″	1″に付 8 枚
# 82	〃	2	5/8″	5/32″	〃

(4)　空氣の最終溫度及蒸氣凝縮量

空氣加熱器を通過する空氣の最終溫度 (加熱器出口の溫度) は最初加熱器に入る時の空氣溫度 (加熱器入口溫度)、加熱器の列數(空氣の流れの方向に數へる)、通過する空氣の速度等に關係する。空氣速度は騷音に關係する故、普通の建物に於ては 200 m/mn～300 m/mn 位にとり、工場等に於ては 400 m/mn 位迄にとる。

普通加熱器を選定するには、空氣速度を適宜の數値に選び其時の空氣通過面積を決定し所要上昇溫度に從つて列數を決定する、加熱器製作者により夫々數値表が有るからそれによつて行ふ。

加熱器內に生ずる蒸氣凝縮量は上記同樣製作者により數値が示されるが普通使用する式は次の通りである。

$$C=\frac{v\,(t_1-t_2)}{3.5\times G}$$

但し　C=蒸氣凝縮量 kg/h

v=送り空氣量 m^3/h

t_1-t_2=最終溫度−最初溫度=空氣上昇溫度 °C

3.5=1$kcal$ の熱量を以つて 1°C 上昇し得る空氣量、(21°C に於て) m^3

G=使用蒸氣壓力に於ける蒸氣の潛熱、

8. 個別空氣調和裝置

(1)　種　類

個別或はユニツト空氣調和裝置は其の配置、方式等は中央式と殆んど同樣なれども其特色を擧げれば、

(i)　既設建物に簡易に裝置される

(ii)　機械類設置場所床面積少く、取付、取外し、移動等が簡易に出來る

(iii)　取扱、調節、修理等簡易にして、特別技能の取扱者を必要としない

(iv)　裝置を必要とする場所丈けに適合する容量の裝置が選定出來る

等である。

第 112 表は使用目的によつて大別した個別空氣調和裝置で吾國に於ては特に規格制定なく、型、容量等に統一なく任意に製作されてゐる。

第　112　表

使用目的	調和裝置名	機　能
1. 暖　房	個別加熱機 (ユニットヒーター)	室內空氣を流動させて暖房する
2. 冷　房	個別冷却機 (ユニットクーラー)	室內空氣を流動させて冷房する
3. 換　氣	個別換氣機	室內空氣を換氣し、空氣流を起し、淸淨化する
4. 給　濕	給　濕　器	室內空氣を流動させ、且つ所要の濕氣を加へる
5. 減　濕	減　濕　器	室內空氣を流動させ、且つ所要の濕氣を除く
6. 暖房換氣	暖　房　機	室內空氣を換氣し、空氣流を起し、淸淨化し、所要の溫度、濕度に暖房する
7. 冷房換氣	冷　房　機	室內空氣を換氣し、空氣流を起し、淸淨化し、所要の溫度、濕度に冷房する
8. 暖冷房並換氣	空氣調和機	室內空氣を換氣し、空氣流を起し、淸淨化し、所要の溫度、濕度に調整する
9. 恒溫恒濕	恒溫濕機	室內空氣を常時一定の溫度、濕度に保つ

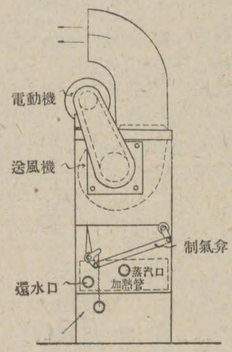
（2）**個別加熱機**（ユニツトヒーター）

個別加熱機として現今使用されるものは、圍まれた箱内に加熱面を納め、扇風機及電動機によつて空氣を加熱面に送り、所定の溫度に加熱して室内に送り暖房の目的を果すもので、其据付方法によつて懸垂型、床置型の二つに分けられる。之を摘記すれば第113表の通りで、第57圖は其代表的なもの略圖である。

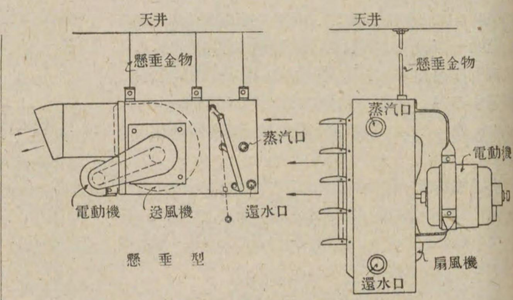
（i）個別加熱機の容量；A. S. H. V. E. 試驗規格によれば加熱機の入口の空氣溫度 60°*F*, 加熱用蒸氣壓力 2 *lb/in²* に於て、毎時當り熱量（*Btu/h*）にて表はす。同時に出口の溫度、送風量を示すのを普通とす。空氣量は 68°*F*, 60% 關係濕度、29·92″ 水銀柱壓力の場合に換算して表はす。製作者によつては 70°*F* の場合に換算する。第114表は容量表の一例である。

第　113　表

種類	形狀	取付方法	据付面積	空氣流動方法
懸垂型	比較的小型、扇風機を附す	吊て又は懸垂にす	床面積を要せず、天井高さと強固を必要とす	外氣を採る口は比較的少量にて、空氣の大部分は上部の引戻口より引かれて室内を循環し、加熱されて室内に吹出す
床置型	比較的大型、送風機を附す多翼	床上に置く程度	床面積を要すれども天井高さの必要なし	外氣を採る口は比較的多量にて、空氣の大部分は下部の引戻口より引かれて室内を循環し、加熱されて室内に吹出し、室内空氣は均一な流になる



床　置　型



懸　垂　型　　懸　垂　型

第　57　圖　個　別　加　熱　器
（ユニツトヒーター）

第 114 表　ユニツトヒーター容量表（例示）

ユニツトヒーター型番號	送風機回轉數 *R.P.M.*	空氣量 毎時立方米 *m³/h*	使用蒸氣壓力 0·25 *kg/cm²* 熱量 *kcal/h* 15°*C* 入口溫度	出口溫度 °*C*	凝縮水量 *kg/h*	使用蒸氣壓力 0·5 *kg/cm²* 熱量 *kcal/h* 15°*C* 入口溫度	出口溫度 °*C*	凝縮水量 *kg/h*	送風機電動機 *HP*
KL—2	960	4,890	37,000	42	69	38,800	43	73	⅓
KL—3	960	4,470	46,600	50	87	48,800	51	92	½
KL—4	960	4,470	55,600	58	104	58,200	60	109	½

（ii）個別加熱機の空氣速度；加熱機出口の空氣速度は普通 300～90 *m/mn* 室内空氣流の速度は 80～6 *m/mn* 程度で比較的空氣流を感ずる。配列方法に注意しなければ均一な空氣流とならない。大體室内空氣に廻轉循環を起させる樣に据付位置を決定し且つ建物壁の隙間風を防ぐ樣にする。

（iii）個別加熱機の選擇；建物の構造、面積及高さ、空氣吹出距離、据付場所によつて懸垂型、床置型を選び、普通は比較的高溫に加熱された空氣を少量動かすよりも、中庸溫度に加熱された空氣を比較的多量に動かす樣にする。容量、個數は室内配置、運轉取扱の狀況によつて決定する。

（iv）個別加熱機の溫度調整；普通は手動で送風機用電動機を運轉するが、室内の一部分の加熱機は室内熱動調溫器によつて送風機用電動機を自動的に調節するか、一部分の加熱機に對する給蒸氣配管に電磁弁を置き蒸氣量を加減する。

（3）**個別冷却機**（ユニツトクーラー）

個別冷却機として現今使用されるものは加熱機に於けると同樣のもので、加熱管の代り冷却管を、蒸氣の代りに冷水、ブライン又は冷媒等を通じて周圍の空氣を冷却、除濕して室内に送り冷房の目的を果すもので懸垂型、床置型の二つに分ける。第 58 圖は其代表的なものを示す。

普通は冷凍機を機械室に設置し、冷水、ブライン又は冷媒を室内据付の冷却機に送る式であるが、近來は冷凍機と冷却機を一體として箱内に納めたものがあり極小型のものは移動式となつてゐる。此の後者の式は普通自納型冷房機と稱し、壓縮機、凝縮器、冷却器（冷媒蒸發器）等を美麗なる箱内に納め室内に取付ける。外氣並に室内空氣を箱内に取入れ、冷却機内で冷却、除濕をなし空氣吹出口より室内に送氣する。冷却管内には、冷凍機よりの冷媒を送り、直接膨脹式にて氣化させる。同じ箱内に加熱管、給濕器を裝置し暖房をもなし得る樣にしたものもある。冷凍機凝縮器は直接水によつて冷却されるもの（水冷式）、或は冷却機内に於て冷却除濕された凝縮水の排水さるべきものを利用して凝縮器面に噴霧狀として散布し送風により蒸發せしめ冷却液化する（蒸發式）ものとがある。

9. 空氣濾過機

（1）**空氣塵埃**

空氣中に含まるゝ微小浮遊物を一般に塵埃と云ひ、飛塵、臭氣、煤煙に區別し其大さは大體次の通りである。

（i）飛　塵；有機或は無機的のもので物理的に生じた 1·0 乃至 150 μ の固形分子を含むもの（μ＝ミクロン＝0·001 *mm* 或は 1/25,000 *in*）。

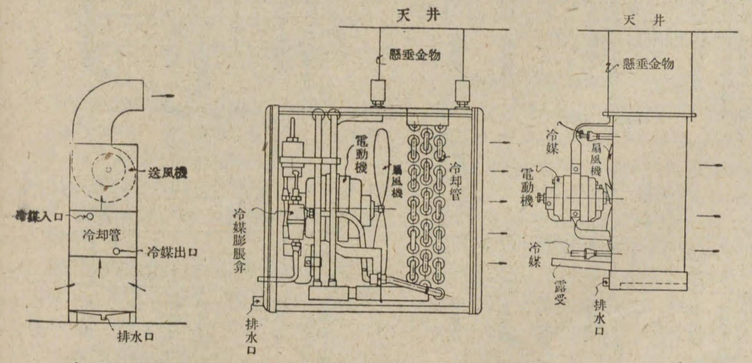
（ii）臭　氣；化學的反應、燃燒、爆發等によつて生じた 0·1 乃至 1·0 μ の分子を含むもの。

（iii）煤　煙；石炭、油等の炭化物が不完全燃燒することによつて生じた 0·1 μ 以下の煤或は炭化物であつて一酸化炭素、無水亞硫酸等が含まれてゐる。

（2）**空氣濾過機の種類**

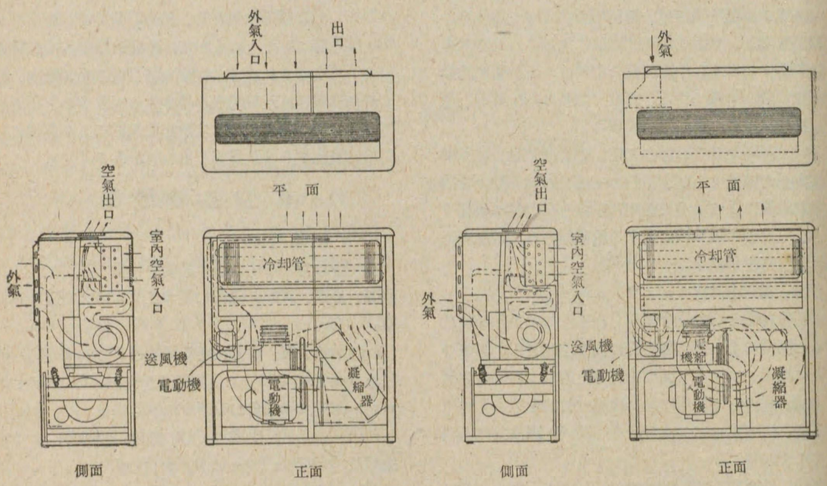
空氣調和に必要な外氣並に再循環空氣は清淨無臭なものを送風系統に導かなければならぬ。其空氣中から不純物を除くに最も有効な空氣濾過機を選ぶべきで、普通次の樣な種類がある。

（i）粘性空氣濾過機；空氣を特種な油面を持つ曲

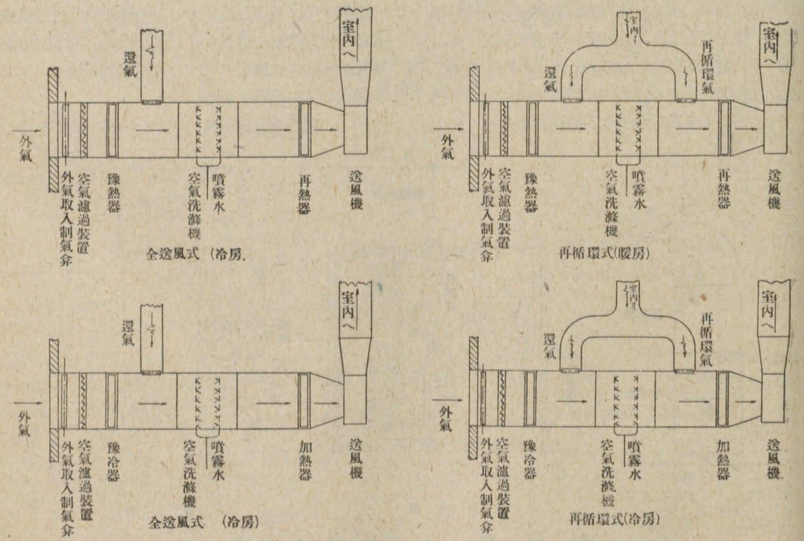


床　置　型　　懸　垂　型　　懸　垂　型

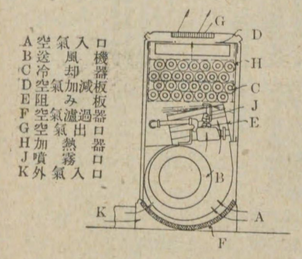
第　58　圖　（A）　個　別　冷　却　器
（ユニツトクーラー）



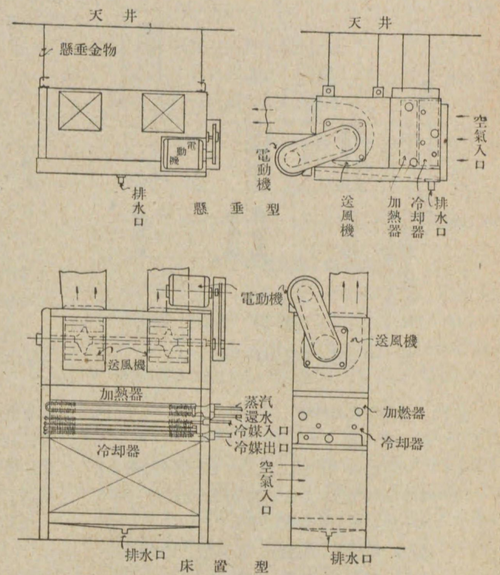
第　58　圖　(B)　自納型冷房機



第 59 圖 空 氣 調 和 方 式 (A)



個別空氣調和機



第 59 圖 空 氣 調 和 方 式 (B)

折した通路を通し、面に衝突して塵埃を置き殘す様にしたもので規定寸法の箱を集めて一列とした所謂ユニット型と、自動的に油槽内を通過し常に塵埃を除き油面を作る式とある。

(ii) 乾式空氣濾過器; 紙、木綿、フエルト其他纖維材料を枠内に納め空氣を通過させ塵埃を除く方式のものでエヤマット式がこれである。

(iii) 空氣洗淨機; 噴霧ノヅルから平均に水を分布させ空氣と接觸し塵埃を除くもので空氣調和に使用するものと同じである。

(iv) 電氣集塵裝置; 電磁場に於て塵埃がイオンとして帶電狀態となつて或位置に集積される理を利用したものである。

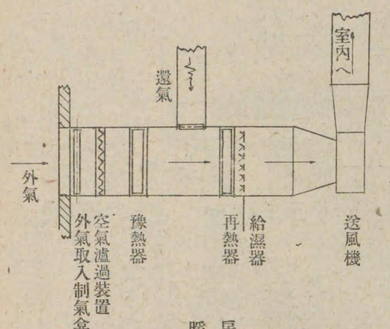
(3) 空氣濾過機の選擇

空氣調和に於て濾過器を選擇設置する時には通過空氣量、摩擦損失、塵埃の性質並に集積狀態、設置場所、掃除保守の狀態、取扱方法等を考慮し適當なるものを選定すべきである。

10. 空氣調和の方式

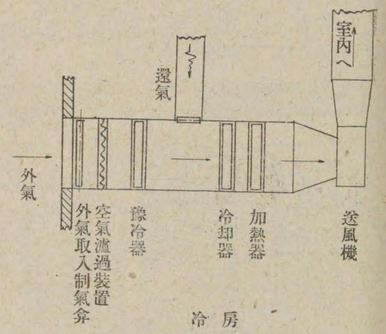
空氣調和を其目的によつて分類すれば (i), 保健用即主として對人的の快感を目的にするもので、使用時期によつて夏期の冷房、冬の暖房、中間期の換氣等となる。夏期は室内の冷却、除濕、換氣、空氣流、清淨化のこと、冬期は、暖房、給濕、換氣、空氣流、清淨化のこと、中間期は換氣、空氣流、清淨化のことである。(ii), 工業用即、主として生產に必要な狀態を目的に生產品のためにするもので、冷房—冷却、暖房—加熱、除濕—乾燥—加濕、恒溫—恒濕、換氣、清淨化、空氣流等種々あり其組合も多樣である。

又裝置の配列によつて、中央式及個別式に分類することもあり、裝置の大さによつて大型—小型に分類することもあるが 歸する處は同じである。第 59 圖及 60 圖は其代表的な裝置方式の線圖である。



暖房

第 60 圖　空氣調和方式（A）



冷房

第 60 圖　空氣調和方式（B）

（1）　裝置方式の種類

（i）保　健　用

（イ）大型設備(中央式のもの多し) 第59圖(A)　中央機械室内に主なる裝置機器を設置し調和されたる空氣を各室に送風する。

劇場、映畫館、集會室、百貨店、貸事務館、銀行、取引所、旅館、病院。

（ロ）小型設備(個別式のもの多し) 第59圖(B)　機械室と室と接近して在るか又は、裝置全部が室内に設置される。

住宅、小事務室、小商店、喫茶店、食堂、理髮・美容店、病院。

（ハ）特種設備

放送室、吹込室、客船、列車、實驗室、工場、坑道内。

（ii）工　業　用

（イ）一定温度、又は濕度及温濕度を必要とするもの。

紡績、人絹、煙草、製紙、製菓、製藥、印刷、電氣、精密機械、光學機械、ゴム、皮革、火藥其他。

（ロ）貯　藏　用

食料品、果物、肉類、毛皮其他。

（ハ）特　種　用

食料品、化學製品、皮革、陶磁器

（2）　裝置概說

多種多樣あれど現今使用されるものは、外氣並に還氣を取入れ冷房の場合は空氣を冷却し、温度を降下させ、且つ濕度を減少し室内に送風するものにして、暖房の場合は空氣を加熱し、温度を上昇させ且つ濕度を増加し室内に送風する。中間期は外氣を其儘清淨化して送風し換氣のみをなす。

（i）夏期空氣調和の場合冷却方式によつて、(イ)表面冷却器によるもの即冷却管内に冷水を循環さすか或は冷媒液を直接膨脹させ氣化さす方法、(ロ)噴霧給水によるもの即空氣洗淨機に於て冷水を噴霧さす方法、(ハ)氷の直接冷却によるもの即氷の面に空氣を直接當てる方法、(ニ)吸濕劑によつて減濕し更に冷却するもの即吸濕劑に直接空氣を接觸させて除濕したる上冷却する方法等ある。又冷水を得る方法により (a) 氷の溶解による熱により冷水を得る法、(b) 井水より得る法、即井水が 10°C 位に多量に得らる地方のみに採用さるゝ方法である。(c) 冷凍機使用による法、即壓縮冷凍機内冷却器にて水より氣化熱を奪ひ所要温度の冷水を得て循環使用する方法である。

（ii）冬期空氣調和の場合は加熱する方法に蒸氣、温水、電氣等あり、給濕する方法に空氣洗淨機による法、蒸氣噴霧法、蒸發槽による法等がある。

II. 空　氣　量

空氣調和に必要な空氣量は室内の加熱、給濕、冷却、減濕の一つ或は二つ以上の目的に適し且つ充分なる換氣をなし室内空氣狀態を均一に保つ樣に決定さるべきである。普通冷房をなす場合に就いて決定し、暖房の場合の空氣量は冷房の場合の其の量を使用し温度上昇を決定すること多く、中間期には其空氣量を使用して換氣するものである。

（1）　暖、冷房負荷に依る空氣量決定

（i）冷房負荷よりの決定

Q kcal/h＝計算された室内冷房負荷

t_i＝乾球温度 °C (室内)

t_0＝　〃　(空氣吹出口)

φ_i＝關係温度 % (室内)

φ_0＝　〃　(空氣吹出口)

x_i＝濕り空氣中の濕氣量 kg/kg 乾燥空氣(室内)

x_0＝　〃　(空氣吹出口)

i_i＝濕り全熱量 kcal/kg 乾燥空氣(室内)

i_0＝　〃　(空氣吹出口)

C_p＝濕り空氣の定壓比熱 kcal/kg°C

v＝乾燥空氣 1 kg を含む濕り空氣の體積 m^3/kg

W＝送風量 kg/h

V＝　〃　m^3/h　　とすれば

$$W=\frac{Q}{C_p(t_i-t_0)}\ kg/h \quad \cdots\cdots(62)$$

或は

$$V=vW=\frac{vQ}{C_p(t_i-t_0)}\ m^3/h \quad \cdots\cdots(63)$$

普通全送風の場合は (t_i-t_0) は 10 乃至 15°C 位にとり、再循環送風の場合は 5 乃至 8°C 位にとる。

（ii）暖房負荷よりの決定

普通は冷房荷によつて決定した送風量を使用し (t_0-t_i) をて定め從つて t_0 を決定する。前式から

$$(t_0-t_i)=\frac{Q}{C_pW} \quad \cdots\cdots(64)$$

或は

$$(t_0-t_i)=\frac{vQ}{C_pV} \quad \cdots\cdots(65)$$

（iii）吹出口に於ける濕氣量

室内に於ける濕氣量の増減を x kg/h とすれば其送風量に於ける吹出口の濕氣量は

$$x_0=x_i-\frac{x}{W}\ kg/kg\ 乾燥空氣 \quad (減濕)(66)$$

或は

$$x_0=x_i+\frac{x}{W}\ kg/kg\ 乾燥空氣 \quad (給濕)(67)$$

（2）　1人當りの送風量に依る決定

室内在室者1人當りの送風量を基として、在室者から發散する炭酸ガス及臭氣等の含有量を或限度に止めることとして1人當りの送風量を定め全在室者に對する送風量を決定する。普通は1人當り 30 乃至 50 m^3/h をとる。

（3）　換氣回數に依る決定

室内空氣容積に對する送風量の割合を定めてそれによつて全送風量を決定する。普通採る換氣回數の主なるものは、每時事務室 4～6 回、百貨店地階 5～7 回、同1階 5～6 回、同2階以上 3～4 回、食堂 6～8 回、集會室 6～7 回、住宅 4～5 回である。

（4）　冷房に於ける全熱量

Q_t＝送風量に對する冷却、減濕に要する全熱量とすれば

$$Q_t=(i_i-i_0)W \quad kcal/h \quad \cdots\cdots(68)$$

加熱、給濕の場合も同樣に計算される。冷房の場合特に冷凍噸にて表はすこともある。

即ち、$\frac{(i_i-i_0)W}{3024}$ 噸

となる。

第9章　自動調整

（平野委員）

空氣調和に於ては常に正規な運轉をなし冗費、危險等を避け溫度、濕度、壓力、空氣流等を自動的に調整し、手動に於ける不確實を防ぎ、常に所要の狀態に保つことが望ましい。之には種々の方法があるが、現今使用されるものを概略すれば次の通りである。

1. 自動調整の種類

使用する原動力により電氣式、壓縮空氣式、瓦斯膨脹式等がある。

（i）電氣式；電力を使用して電動機、繼電器、電磁弁、電動弁、其他調整器具を作動するもので、電流に直接連絡さるゝもの、或は低壓回路に連結さるゝもの等あつて、電流回路の開閉によつて自動的に作動し目的を果す。

（ii）壓縮空氣式；壓縮空氣を使用し調節器具を作動するもので、空氣壓縮機により壓縮空氣を作り空氣槽よりの配管により、膜弁、風量加減弁等に連絡し壓縮空氣の漏洩或は穴の作用によつて壓力を加減して弁類を動かすもので、壓縮空氣の壓力は半氣壓乃至1氣壓位のものを使用する。

（iii）瓦斯膨脹式；密閉した感熱體中にある揮發性液體の揮發壓力を利用し弁を作動するもので、調整器内部にある液體が溫度の變化によつて直接に膨脹し其壓力の變化を直接に弁に傳へて自動的に調整する。

2. 冷暖房の自動調整

外氣の溫度、濕度の變化並に室内熱負荷の變化に對應し、室内狀態を大略一定に保つためには一般に外氣量、還氣量の增減、送風量の增減、加熱器又は冷却器の加減等によるが、大別すれば（i）溫度、濕度を主とした調整で保健用裝置の内大部分のものは之に屬し、溫度は感熱調溫器によつて加熱器を調節し、濕度は再循環氣量或は再熱を調節する。（ii）溫度、濕度、換氣量を主とした調整は旅館、劇場、特種實驗室に於て見るもので、濕度調節器を併用する。（iii）溫度、濕度、換氣の一つ、或は二つ以上を主としたる調整で、工業用に於ける生產品の目的により各特種の自動調整があり、使用目的により調整方式を略設すれば第115表の通りである。

第　115　表

	裝置	自動調整器具名	器具取付個所	調整作用
中央式冷暖房	1. 空氣洗淨裝置無き場合	挿入式調溫器 〃 蒸氣自動弁 風量加減弁	外氣取入口 送風出口 加熱器入口 外氣取入脇道	蒸氣自動弁を開閉す 自動弁の開閉と同時に外氣量を調整す
	2. 空氣洗淨裝置附 （イ）全送風式	挿入式調溫器 〃 〃 蒸氣自動弁 風量加減弁	外氣取入口 空氣洗淨槽内 送風出口 加熱器入口 再熱器脇道	蒸氣自動弁を開閉す 蒸氣自動弁を開閉し同時に外氣量、還氣量を調整す
	（ロ）再循環式	挿入調溫器 〃 蒸氣自動弁 風量加減弁 〃 〃	還氣入口 空氣洗淨槽内 加熱器入口 外氣入口 還氣口 再循環氣入口	蒸氣自動弁を開閉す 蒸氣自動弁を開閉し同時に外氣量、還氣量及再循環氣量を調整す

（續く）

第115表（續き）

	裝置	自動調整器具名	器具取付個所	調整作用
個別式冷暖房	直接膨脹式	室内調溫器 蒸氣自動弁 冷媒液電磁弁	調整室内 蒸氣入口 冷媒液入口	加熱器の蒸氣自動弁を開閉し或は冷却器の冷媒液電磁弁を開閉し調整す
	個別加熱機（ユニットヒーター） 個別冷却機（ユニットクーラー）	室内調溫器 蒸氣自動弁 室内調溫器 電磁弁	室内 蒸氣入口 室内 冷水、冷媒入口	電動機を調整するか、蒸氣弁を調整す 送風機は手動として冷却管電磁弁を調整す
	空氣調和機	室内調溫器 冷媒電磁弁 蒸氣自動弁 給水自動弁	室内 冷水、冷媒入口 蒸氣入口 噴霧水入口	冷却管、加熱管の弁を調整し且つ濕度は噴霧給水管弁を調整す
直接暖房	（イ）普通放熱器 （ロ）對流放熱器	室内調溫器 蒸氣自動弁	室内 蒸氣入口	蒸氣管弁を調整す （弁は主として瓦斯膨脹式を使用す）
貯槽	温水槽 冷水槽	浸積調溫器 自動弁	槽内 加熱、冷却管入口	槽内溫度により加熱又は冷却自動弁を調整す
燃燒罐	（イ）粉炭燃燒機	挿入調溫器 浸積調溫器 （壓力加減弁）	煙道内 罐體内 〃	送風量及給炭量を調整す
	（ロ）瓦斯燃燒機	挿入調溫器 浸積調溫器 瓦斯自動開閉弁	煙道内 罐體内 瓦斯入口	瓦斯量並に通風を調整す
	（ハ）重油燃燒機	挿入調溫器 浸積調溫器 給油自動弁	煙道内 罐體内 給油口	重油量並に通風を調整す
冷凍機	（イ）壓縮機	室内調溫器 冷媒瓦斯脇道弁 壓力開閉器	室内 高壓吐出側 高壓低壓側	冷媒瓦斯一部を脇道弁の開閉により調整す　或は直接壓縮機用電動機を調整することもあり
	（ロ）凝縮器 水冷式 蒸發式	壓力開閉器 給水自動弁 給水自動弁	電磁開閉器回路内 給水入口又は出口 給水入口	高壓にて冷凍機電動機休止す 冷凍機休止の時は給水弁を調整す
	（ハ）冷却器 （a）冷水器	浸積調溫器 給水脇道弁	冷水器内 冷房裝置給水口	直接冷凍機用電動機を調整す或は給水脇道弁を開く
	（b）直接膨脹式	室内調溫器 電磁弁 壓力開閉器	室内 冷媒液入口 電磁開閉器回路	冷媒瓦斯の吸入少くなり低壓にて冷凍機電動機休止す

3. 自動調整の器具

(第61圖參照)

(i) 溫度調整器

(イ) 室內型熱動調溫器—室內壁に取付く

(ロ) 浸積型　〃　—液內に浸積取付く

(ハ) 挿入型　〃　—空氣中、瓦斯中に挿入取付

(ニ) 表面型　〃　—物體の表面に接觸取付く

(ii) 濕度調整器

毛髮、紙、木材、皮膚其他濕度に鋭敏に對應し大さの變化する材料を使用し作動簡易にせるものが多い。

(iii) 壓力調整器

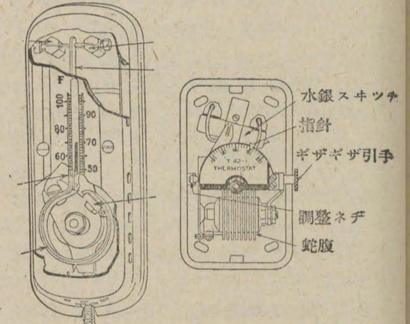
主として瓦斯膨脹式のものを利用するもの多く、膨脹の增減により電氣回路を自動的に開閉する。

(iv) 空氣量調整器

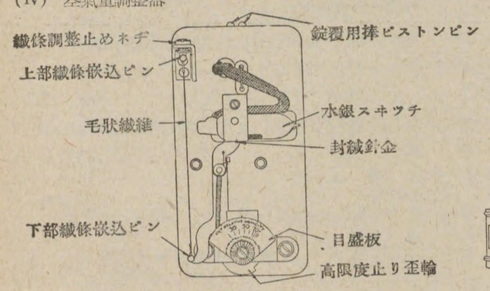
ダムパーモーター、エヤモーター等である。

(v) 其他調整弁

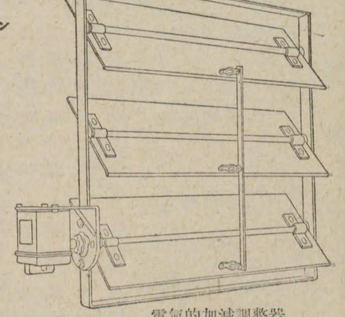
膜弁、電磁弁　電動弁等。



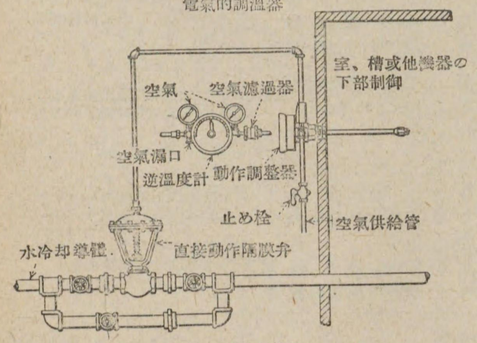
熱動調溫器(金屬式電氣的)　　熱動調溫器(蛇腹式電氣的)



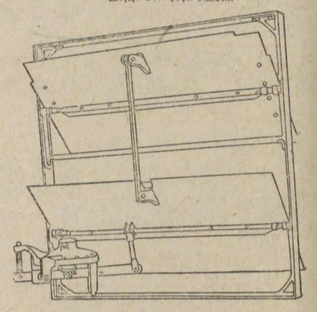
電氣的調溫器



電氣的加減調整器



膜弁に連結した露點調節器



壓縮空氣使用の加減板調整器

第　61　圖

第10章　排　氣

(柳町委員)

1. 瓦斯、臭氣及細塵の排除

各種工場等で發生する種々の瓦斯、臭氣等を除去するには、この部屋全體の換氣を行ふか、又は其の發生部分に天蓋等を使用して局部的に排除するのである。換氣量はその發生時の濃度と、要求される最後の濃度とから決定されるのであるが、普通換氣を必要とする下記の如き部屋に對しては大體第116表に示す程度の排氣量が適當とされて居る。

第116表　各種の室の標準排氣量

室の種類	床面積 1 m^2 當り排氣量 m^3/h
食堂	20 ～ 30　以上
厨房	35 ～ 75　〃
配膳室	15 ～ 30　〃
更衣室	10 ～ 20　〃
浴室	20 ～ 30　〃
便所	20 ～ 30　〃
洗面所	10 ～ 20　〃
映寫機室	20　〃
蓄電池室、自動車庫	35　〃
機械及電氣設備室	10　〃

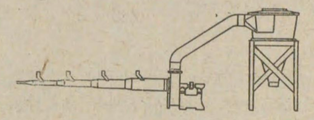
(衞生工業協會換氣法規格による)

發生する瓦斯が人體に有害であるとか、臭氣が耐へ難い等の場合には局部的に排除すべきである。發生瓦斯が爆發する危險のある場合には、勿論局部的に排除すべきであるが、此時排風機の電動機は、決して同室內に置いてはならぬ。

厨房排氣の場合には、調理用ストーブ或はブロイラー等の排氣管は、使用後內面に油脂類の附着蓄積を生じ、愈々之に引火急激なる燃燒を起すことがあるから他の排氣管と連絡せず、別個の物とし出來る限り數個所に掃除口を設けて掃除に便にし、屋外排出口に至る迄、十分防耐火的に施工すべきである。

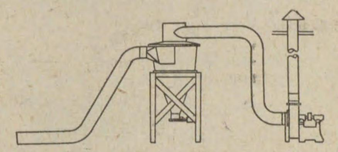
グラインダー等から發生する金屬粉等は、その工具に適當した吸込口を取付けて之から排除する。

除塵裝置は時に微粉、粒狀その他小物片の輸送裝置として利用されることがある。かゝる場合の裝置として第 62 圖は最も普通に用ひられる型式で、吸込まれた塵埃は排氣機で昇壓され、空氣と共に集塵器中に送られて分離されるもので、主として木工場等から生ずる鋸屑、削屑等の除去に用ひられる。



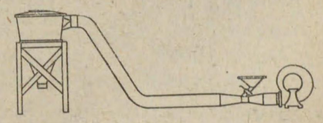
第　62　圖

塵埃が排氣機を傷付けるとか、又は塵埃そのものを傷付けてはならぬ等の場合には第 63 圖の型式が使用される。吸込口から取入られた塵埃は排氣機に入る前にサイクロン中に落着し、空氣だけが其處から排氣機に吸込まれ排出される。この型式では運轉中サイクロンの中は大氣壓以下に成つて居るから、塵埃出口は排氣機の停止中以外は開ける事が出來ない。



第　63　圖

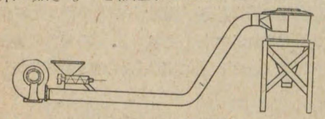
第 64 圖も之と同樣の目的に使用されるもので、風道の途中にベンチユリーの原理を應用して管の一部分の管徑を小にし、此處に吸込口を取付け、此部分の管內氣流速度をして靜壓が負となる樣な高速度にすると



第　64　圖

此處から塵埃を吸込む、再び管徑を增大すると速度の水頭の一部が靜壓に復し、サイクロンに到るものであるが、ベンチユリーを使用するので壓力損失が大きく、長い距離の輸送には適しない。

粉末の如きものを輸送するには、第 65 圖の型式も



第　65　圖

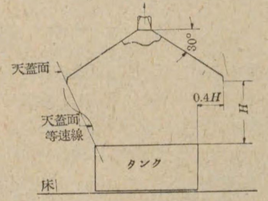
使用される。排氣風道中に粉末を重力又は螺旋送入機で直接押し込む方法で、送入量が多過ぎると排氣管を封鎖する危險がある。又粉末入口から空氣が逆流して吹出すから、之を防ぐ爲、粉末層に依つて適當な壓力を保持して置く等の手段を考慮しなければならぬ。

2. 排　氣　天　蓋

天蓋よりの排氣量は天蓋下端周圍と、臭氣或は瓦斯等を發生する容器上端周圍とより成る空氣流入面積に適當なる流入面速度を乘じたるものを以て決定される。第 117 表は天蓋に對する適當なる面速度を示すものである。

(1) 一　重　天　蓋 (第 66 圖)

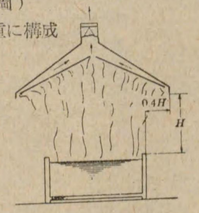
最も一般に使用される型式のものであるが、之を有效に働かせるには極めて多量の排氣を行はねばならぬ缺點がある。天蓋の寸法は臭氣、瓦斯等を發生する容器の大きさと容器より天蓋下面迄の高さとより圖の如く決定される。天蓋迄の高さは作業に差支へない限り低くすることが望ましい。



第 66 圖　一　重　天　蓋

(2) 二重天蓋 (第 67 圖)

二重天蓋は圖示の如く二重に構成し周圍に間隙を設け中央部にも開口を有するもので、此等の間隙を通じ高速度で空氣を吸引して周圍に淺き空氣幕を形成し臭氣其他が天蓋周邊より他に逸出し易きを防止するもので此の點一重天蓋より有效である。



第 67 圖　二　重　天　蓋

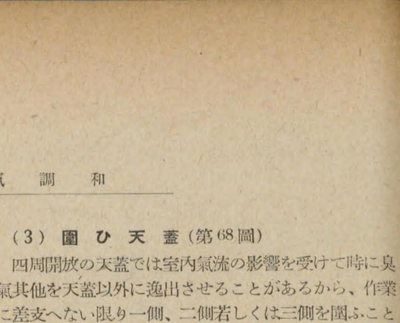
(3) 圍 ひ 天 蓋 (第 68 圖)

四周開放の天蓋では室內氣流の影響を受けて時に臭氣其他を天蓋以外に逸出させることがあるから、作業に差支へない限り一側、二側若しくは三側を圍ふことが望ましい。斯くすれば室內氣流の影響を除くのみならず、空氣流入面が著しく減少するから排氣量も減少し得る利益がある。第68圖は三方閉塞の圍ひ天蓋を示す。

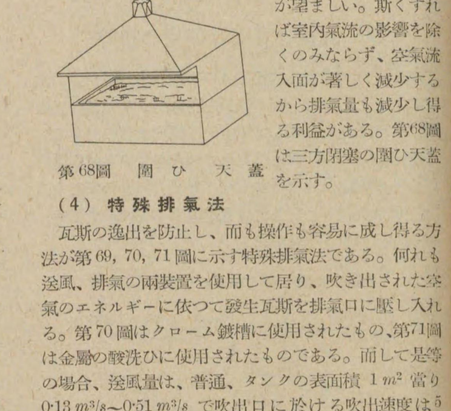
第68圖　圍　ひ　天　蓋

(4) 特 殊 排 氣 法

瓦斯の逸出を防止し、而も操作も容易に成し得る方法が第 69, 70, 71 圖に示す特殊排氣法である。何れも送風、排氣の兩裝置を使用して居り、吹き出された空氣のエネルギーに依つて發生瓦斯を排氣口に壓し入れる。第 70 圖はクローム鍍槽に使用されたもの、第71圖は金屬の酸洗ひに使用されたものである。而して是等の場合、送風量は、普通、タンクの表面積 1 m^2 當り 0·13 m^3/s～0·51 m^3/s で吹出口に於ける吹出速度は 5 m/s～10 m/s であるが、排氣風量は送風量の3～6倍に當



第 69 圖　特 殊 天 蓋 (1)



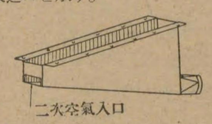
第70圖 特殊天蓋(2)　第71圖 特殊天蓋(3)

る。之は吹出空氣が外部に逸出するのを防ぐ爲である。

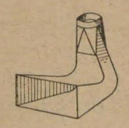
(5) 特 殊 吸 込 口

グラインダーから出る金屬粉の如く、金屬用工具並に木工具、製粉工場等から發生する使用材料の細塵は各々その目的に適合した吸込口を取付けて、之から排氣風道により排出する。第 72 圖はグラインダー、第 73 圖はスウイングソー、第 74 圖はシエーバー、第 75 圖はプレーナー、第 76 圖はテーブルソーに使用される吸込口を示す。

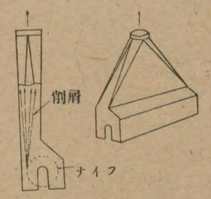
第 72 圖
グラインダー用吸込口



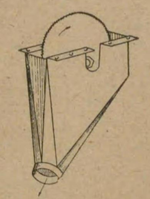
第 73 圖　スウイングソー用吸込口



第 74 圖　床置型吸込口 (シエーバー用)



第 75 圖　プレーナー用吸込口



第 76 圖　テーブルソー用吸込口

3. 吸込及排出に適當なる氣流速度

(1) 天蓋に於ける適當なる面速度

第 117 表は普通の場合として瓦斯、臭氣、蒸氣等の排除に使用される天蓋 (第 66 圖～第 68 圖參照) の適當な面速度を示すものであるが、ベンキ吹付け用天蓋

第 117 表　天蓋に於ける適當な面速度

型　　式	面速度 m/s
一重天蓋　四側面とも開放の場合	1·00～1·25
二重天蓋　四側面とも開放の場合	1·00～1·25
但し間隙を通る速度は	5·0
圍ひ天蓋　三側面開放の場合	0·90～1·00
二側面開放の場合	0·75～0·90
一側面のみ開放の場合	0·50～0·75

(Heating & Ventilating, Nov. 1937. p. 53. より)

等の如き特殊の場合には一側面開放三側面閉鎖の一重天蓋で作業狀況に依り數倍の面速度を必要とする事もある。

(2) 特殊吸込口に於ける面速度[1]

細塵の排除に使用される吸込口で第 72 圖の樣に殆ど工具を包んで居る樣な木工及び研磨機の吸込口に對する面速度は、平均 2·5～5·0 m/s の範圍であるが、グラインダーの性質上、下端で細塵の發生が最大であるから下端に近い部分での面速度は、平均より高く 5·5～6·5 m/s になる樣吸込口を形成すべきである。

第 74 圖に示す床吸込口の場合では、面速度 9～10 m/s であるがこの吸込口は床面に近い開口下部が最も細塵密度が高いから、最大風速はこの部分に起る樣形成する必要がある。

細塵を排氣風道中に吸込む速度は細塵の種類、大いさ、發生狀態、吸込口の型等に依つて異り、又速度を必要以上に大きく取ると動力の損失が大きいから實際に當つては適當に定めなければならぬ。

(3) 排氣管內の風速

第 118 表は吸込口より取入れられた細塵若しくは粒狀物質を排氣管の中を輸送するに適當な風速を示す。尙排除する物質の比重及最大直徑が與へられた時には次式で計算する事が出來る。[2]

第 118 表　排氣風道中の風速

排　除　す　る　物　質	排氣風道中の速度 m/s
瓦　　斯	10·0
細粉及乾燥した細塵	12·5
乾燥した木材からの鋸屑、削屑	15·0
乾いた綿、羊毛、並に同樣な物	15·0～20·0
質濕つた木材からの鋸屑、削屑	17·5～20·0
細かい研磨屑	17·5
荒い研磨屑、微粉炭	20·0
木屑、並に木工設備からの排出物質を長い距離相當量送る場合	20·0～25·0
乾燥したパルプ	20·0～25·0
大麥、小麥	25·0～30·0
鹽、砂糖	30·0～35 0
砂、並に粒狀物質	35·0
鑄物の穿孔屑	35·0
灰、搗き碎いた鎔滓	40·0～60·0

〔Air Conditioning & Engineering (American Blower Corp.) 1935. p. 313., Heating & Ventilating. Aug. 1938. p. 30. に依る〕

垂直の排氣管に對しては

$$V = 13{\cdot}3\frac{s}{s+1}d^{0{\cdot}57} \quad \cdots\cdots(69)$$

水平の排氣管に對しては

$$V=10.5\frac{s}{s+1}d^{0.398}\quad\cdots\cdots(70)$$

但し　V=管内氣流速度 m/s　s=物質の比重
d=物質中最大片の直徑の平均値 mm

4. 集塵器

空氣と共に吸引して來た細塵若しくは微粒物質は之を1個所に收集して空氣中より分離しなければならぬ。此の爲に使用される離塵或は除塵器には、大別して空氣中より分離沈降する細塵の速度を機械的に大ならしめるものと、濾過の方法によるものとの2種になる。慣性式集塵器、遠心式集塵器、電氣沈降式集塵器等は前者に屬し、布製、纖維製等の空氣濾過器は後者に屬する。

細塵の空氣中に於ける分離沈降速度は主に其の大さと比重とに關係するもので、大いさ、比重共に大なる程沈降速度は增大し、分離は容易となるものであるから濡らして差支ない場合には噴水に接觸させて細塵の比重を增大せしむる方法が屢々用ひられる。空氣洗淨機等は此の適例である。

第77圖は比重を1と假定した細塵の大いさと上記各集塵方法による沈降速度との關係を示したもので其の一部には或るサイクロンと電氣集塵器との分離能率と細塵の大さとの關係を示し、又圖の下方に於ては細塵の種類と大いさとの關係を示してゐる。

猶空氣中に含む微塵量を示せば次の如くである。

海上或は田舍の空氣	1	mg/m^3
市街地の空氣	3～5	〃
工場地帶の空氣	10～以上	〃
工場内の空氣	30～以上	〃
セメント工場内の空氣	300～以上	〃

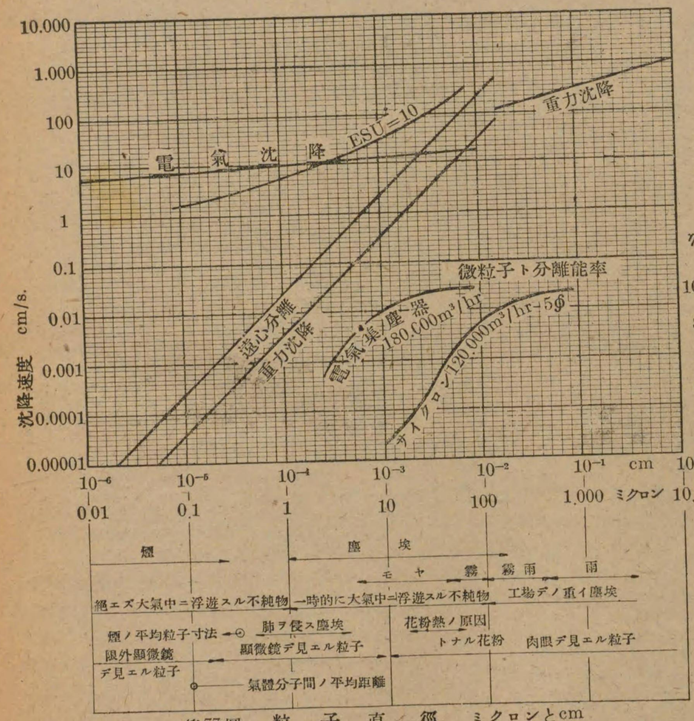
(1) 重力沈降式集塵器

塵埃を分離するのに特別の機構を用ひず、唯重力の作用のみに依つて分離沈降せしめる自然分離器である。重力の方向と異る方向に力が作用すると沈降能力は阻害されるから、之を避ける爲に排氣管の途中に室を設け、此處で出來る丈け速度を落して塵埃を沈降せしむる方法を取つて居る 200 ミクロン以上の大さの塵埃に適當である。

靜止空氣中の自然沈降速度と細塵の比重及び大さとの關係は[3]

$$V=0.003\,sd^2$$

但し
V=沈降速度 cm/s



第77圖　粒子直徑　ミクロンとcm

s=比重
d=細塵の直徑ミクロン

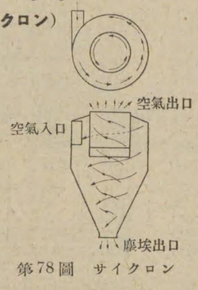
從つて、例へば比重1で、200 ミクロンの塵埃に對しては沈降速度は $V=0.003\times1\times200^2=120\,cm/s$ となるから、之と風速との合成速度が塵埃を再び排氣管に追ひ込まないやうに室内の風速を決定し室の大いさを定めなければならぬ。

(2) 慣性式集塵器

細塵を含む空氣流中に衝突板を設け、細塵に働く慣性を利用して分離するもので、種々の型式のものがあるが、多く構造が複雜である。空氣洗淨機エリミネーターの如きは之に屬するもので 50～150 ミクロン程度の細塵に對して多く使用されてゐる。

(3) 遠心式集塵器(サイクロン)

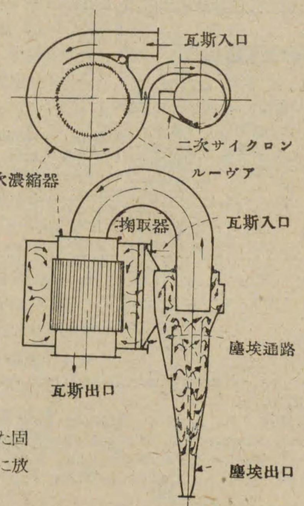
第78圖は普通集塵裝置に使用されるサイクロンで塵埃を含む空氣は切線方向の入口に入り、胴體及圓錐體の内部で數回轉する間に渦を卷き、含んで居た塵埃を沈澱し、猶渦を卷きながら軸方向の圓筒出口から出て行くのである。入つて來た全空氣流から遠心力の作用を受けて分離した塵埃分子は、サイクロン壁に隣る空氣の薄層中に集る傾向があるので、主空氣流の下方への螺旋運動と塵埃出口から逸出する少量の空氣とに依つて分離した固體は塵埃溜中に放出される。



第78圖　サイクロン

サイクロンには種々の型式があるが、一般に圓筒直徑が小さくなるに從つて小さな粒子に對する分離效率は高くなる。設計の如何に依つては 5 ミクロン程度の粒子に對して99%の效率を得る事が出來ると云はれて居るが[4] 普通は30～60 ミクロン程度の塵埃分離に使用されてゐる。

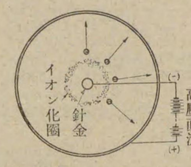
第79圖は遠心力と慣性とを併用した型式で、一層有效と稱せられて居るものである。



第79圖　複合サイクロン

(4) 電氣集塵器(コツトレル)[5]

第80圖の樣に塵埃の通る圓筒と、その中心に吊された針金との間に數萬ボルトの高壓直流を通じ針金を負、圓筒を正に接續すると、此針金の周圍を通る空氣はこの電力に依りイオン化し、正のイオンを持つた分子は針金に引き付けられ、接觸と同時に負に帶電するので、今度は逆に針金に反撥され、80 m/s 程の高速で圓筒の方向へ飛び出す。之が通過しようとする塵埃に衝突すると塵埃は圓筒方向への速度を附與されると同時に負に帶電して、正の圓筒壁へ吸付けられる事になる。この飛出すイオンは無數にあり、殆んど全塵埃に作用するからサイクロンでは回收不可能な 30～5 ミクロンの塵埃に對しても極めて高い效率を發揮することが出來る。



第80圖　コツトレル斷面

米國に於ては最近此の電氣集塵式の換氣用空氣清淨裝置が使用されるに至つた。

(5) 濾過式集塵器

綿、羊毛、硝子毛或は金屬毛等を容器内に密に詰めたもの、或は是等纖維を以て製織したる布を以て作つたもの等を使用して空氣を通過させ纖維面上に細塵を附着濾過せしむるもので、纖維の性質、配列の粗密、網目の大いさ、空氣の通過速度、細塵の性質等に依つて、集塵能力に大なる差があるが、主として微塵に適し優秀なものは 5 ミクロン以下のものに對しても充分有效である點は、機械的沈降式集塵器に優ること大であるが、使用後時間の經過に從ひ附着細塵の爲に空氣抵抗を增大するに至る爲、屢々掃除又は取替を必要とする缺點がある。

一層有效な集塵作用を行はせる目的で纖維に不揮發性の特殊油を塗布したものを粘着式濾過集塵器と稱し、然らざるものを乾式濾過集塵器と云ふ。何れにしても、手數を省く爲に安價な材料を使用して、使用

後捨て去る型式のもの、或は自動的に油で除塵するもの等がある。

第119表は最近米國で行はれた數種の濾過式集塵器に對する試驗結果の一つで、塵埃の性質に依つても、又器の性能に依つても集塵効率、使用可能時間等に差のあるのを知る事が出來る。表中の *A* は入口で粗に、出口に行くに從つて密な 24 枚の金網より成る厚さ 4 吋の油式自動濾過器、*B*-1 は厚さ 2 吋の油式纖維製濾過器で、使用後は廢棄する。*C* は細胞型のもので、厚さ 2 吋の油式濾過器、細胞は出口に近い程小型になつて居る。*D* は綿布製濾過器で提經狀の襞を取り、布面積を濾過器斷面積の約 12 倍にしてある。

第119表　濾過式集塵器の試驗成績表

(Heating piping & Air Conditioning, June, 1939, p. 396., August 1938, p. 540 に依る)

塵埃の種類		煤	油煙	炭素黑	ポカホンタス 200～325	ポカホンタス 325～	骨炭煙	イリノイス飛灰 325～	イリノイス飛灰 200～325	コットレル灰
塵埃密度 g/cm^3		0·135	0·203	0·210	0·689	0·718	0·741	0·795	0·357	1·285
粒子直徑　ミクロン		—	7·2	7·0	22·3	10·3	5·9	9·7	20·1	6·0
壽命時間	*A*	—	4·8	5·1	16·0	16·0	26·9	—	—	43·0
	B-1	—	1·8	3·1	7·4	6·7	11·8	10·8	15·3	21·4
	C	—	2·8	6·2	12·9	10·3	12·5	13·9	15·0	22·6
	D	—	0·9	1·5	12·7	13·5	10·8	30·4	—	29·2
收塵容量 *g*	*A*	—	146·6	145·8	604·1	585 6	838·4	—	—	1590·0
	B-1	—	45·2	71·0	277·4	249·8	386·0	415·9	588·9	815·1
	C	—	50·8	72·4	441·8	325·5	292·4	457·7	497·0	709·4
	D	—	29·5	48·5	464·0	511·0	365·4	1152·8	—	1021·6
收塵能率 %	*A*	—	75·9	71·4	94·4	91·4	78·7	—	—	92·3
	B-1	58·9	66·0	58·2	93·5	93·2	81·8	96·3	96·2	94·7
	C	29·7	45·4	29·8	84·9	77·7	58·2	81·6	83·3	78·4
	D	66·9	82·0	80·9	91·8	94·5	84·7	94·6	90·6	87 7

備ノ考: 塵埃供給量 40 *g/h*, 空氣の面速度 1·5 *m/s*, 濾過器通過時の壓力損失 3·81 *mm Aq* に於ての實驗である。

5. 排氣風道管の適當板厚

第120表　排氣風道管の板厚

(Alden, Design of industrial Exhaust systems p. 180. に依る)

管の直徑 *mm*	木工、磨工、纖維其の他摩滅を生ぜぬ集塵若しくは排氣用			鑄造、機械工場場等に於けるサンドブラスト、研磨等の如き磨滅を來す恐れある集塵若しくは排氣用			砂灰セメント其他の集塵若しくは運搬裝置用		
	mm	米式ゲーヂ	板の重量 kg/m^2	*mm*	米式ゲーヂ	板の重量 kg/m^2	*mm*	米式ゲーヂ	板の重量 kg/m^2
0～200	0·74	24	5·8	0·90	22	7·3	1·70	16	13·3
200～350	0·90	22	7·3	1·05	20	8·3	2·10	14	16·5
350～500	1·05	20	8·3	1·38	18	10·8	2·87	12	23·0
500～750	1·38	18	10·8	1·70	16	13·3	—	—	—

上表は亞鉛引鐵板を標準とす。

第62～65圖　Fan Engineering 4 th Edition p. 470.
第66～69圖　Heating and Ventilating. Nov 1937, p. 51.
第70, 71圖　Air Conditioning and Engineering (American Blower Corp.) 1935. p. 383.
第72～76圖　Heating & Ventilating, Nov.p. 1937, p. 50.
第 77 圖　衞生工業協會誌、第12卷第7號、昭和13年7月、p. 577., Heating Ventilating air Conditioning Guide, 1936, p. 300 Fan Engineering 4 th Edition p. 454—455.

1) Heating and Ventilating Nov. 1937, p. 50.　2) Heating Ventilating and Air Conditioning Guide 1936, p. 380.　3) 同上 1939, p. 78　4) Heating and Ventilating July 1938, p. 48
5) 衞生工業協會誌、第12卷第7號、p. 571.

第11章　風　　道

(柳町委員)

1. 風道内氣流

(1) 氣流の速度水頭と壓力水頭

氣流の速度が增すとその空氣の單位重量の持つ速度のエネルギーは增加する。このエネルギーを水柱高で表はしたものが速度水頭である。

$$H_v=\frac{1{,}000\gamma}{2gw}V^2=\frac{\gamma}{2g}V^2 \quad \cdots\cdots\cdots(71)$$

H_v=速度水頭 *mm Aq*
V=平均氣流速度 *m/s*
g=重力加速度 *m/s²*
γ=空氣の單位體積の重量 *kg/m³*
w=水の單位體積の重量=1,000 *kg/m³*

氣壓 760 *mm Hg*, 溫度 21°*C* に於ける氣流の速度と速度水頭との關係は

$$H_v=0{\cdot}061\,V^2 \quad \cdots\cdots\cdots(72)$$

第81圖は H_v と V との關係を示して居る。

氣流に速度を與へるものは壓力であつて、壓力を增せば氣流の速度は增加し、壓力が速度エネルギーに變つた事が分る。同樣に風道内の氣流に就て、風道の大いさが變ると、それに從つて速度エネルギーに變化を來すが、速度エネルギーの變化は又直に壓力に變換する。普通此等の變換に際しては幾何かの壓力損失を伴ふものであるが、速度エネルギーと壓力との間には本質的には何等の差異はない。之が速度を水頭で表はし得る所以である。之に對し壓力を水柱高さで表はしたものを壓力水頭と云ひ

$$H_p=\frac{p}{w}$$

H_p=壓力水頭 *mm Aq*
p=壓力 *kg/mm²*
w=水の單位體積の重量 *kg/mm³*

この兩者の關係を表はすものにベルヌーイの式がある。

風道内の任意の斷面に於て

$$\frac{p}{w}+\frac{\gamma}{2g}V^2+h_1=H \quad (一定)$$

今風道内に摩擦損失がないとすれば h_1 は風道入口よりその斷面までの速度の變換に依る損失の和であつて、この三者の和が一定なる事は壓力水頭 $\frac{p}{w}$ と速度水頭 $\frac{\gamma}{2g}V^2$ とが風道の形狀變化に伴ひ互に任意に變り得ることを示して居る。この三者の和 H *mm Aq* は全水頭と呼ばれるものである。

(2) 溫度、濕度及氣壓の變化と氣流速度

溫度、濕度、氣壓が變化すれば定壓力に基く氣流速度は次式の如く變化する。

$$V=V_0\sqrt{\left(\frac{273+t}{273+t_0}\right)\frac{b_0}{b}\frac{\gamma_0}{\gamma}}$$

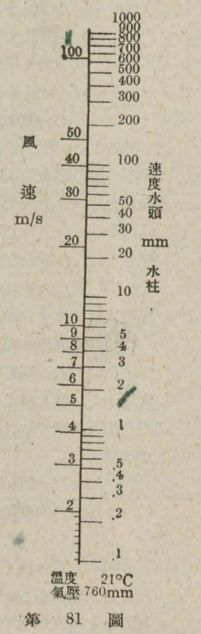
V *m/s* は溫度 t°*C*, 氣壓 b *mm Hg*, 空氣の單位體積の重量 γ *kg/m³* なる時の速度、V_0 は t_0, b_0, γ_0 の時の速度である。濕度の變化は空氣重量の變化であるから附圖空氣線圖から $\frac{\gamma_0}{\gamma}$ を求めれば良い。

(3) 流量係數

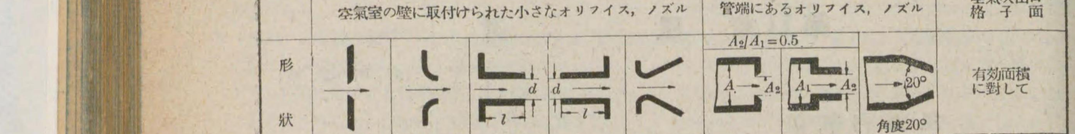
空氣がオリフイス又はノズルを通過して流れる時の流量 Q *m³/s* は、

$$Q=CA\sqrt{\frac{2g}{\gamma}H}$$

A はオリフイス又はノズルの斷面積 *m²*, γ は空氣の單位體積の重量 *kg/m³*, H はオリフイス又はノズルの内外の壓力差 *mm Aq*, g は重力の加速度 *m/s²*, C は流量係數と呼ばれる定數である。C はオリフイス、ノズルの取付場所、形狀、大いさ、レイノルズ數等に依つて異るが實驗から求める事が出來る。C の分つたオリフイス又はノズルを使用すれば H を測定するだ



第 81 圖

	空氣室の壁に取付けられた小さなオリフイス，ノズル					管端にあるオリフイス，ノズル			空氣吹出口格子面
形狀						$A_2/A_1=0.5$		角度20°	有効面積に對して
C	0.60	0.97	A 0.82 B 0.60	A 0.72 B 0.53	0.96～2.3	0.766	0.998	1.07	0.80

A は $l/d=2.5\sim3.0$ の場合，B は $l<d$ の場合

第 82 圖　各種オリフイス、ノズル等の流量係數

けで上式から簡單に Q を知るので、流量の測定に一般に使用されて居る。

（4）風道に於ける損失水頭

（i）摩擦に基く損失水頭

（イ）摩擦損失線圖

風道内の摩擦損失に關しては次の如き式[1]がある。

$$h_f=0.00131\frac{FLV^{1.84}}{d^{1.24}} \quad \cdots\cdots(73)$$

$$h_f=\lambda\frac{L}{d}H_V \quad \cdots\cdots(74)$$

此處に h_f は摩擦損失水頭 $mm\ Aq$, V は風速 m/s, d は風道直徑 m, L は風道長さ m, H_V は V に對する速度水頭 $mm\ Aq$, F 及び λ は風道内面の粗密に依り異る常數である。精密度の高い (71) 式を使用し、$F=1$ の場合に就て作圖したものが第 83 圖である。

（ロ）風道内面の粗密に依る補正[2]

前式 (73), (74) に於て

金屬或はガラス製の完全に平滑な引拔管	$F=0.8$
平滑な亜鉛引鐵板製直管風道又は清淨な鋼管並鍊鐵管	$F=0.9$　$\lambda=0.017$
繼目付亜鉛引鐵板製風道及普通鋼管	$F=1.0$　$\lambda=0.020$
鑄鐵管、コンクリート、少し鈑打した鐵板又は汚れた鋼管	$F=1.1$　$\lambda=0.023$
良い煉瓦　荒いコンクリート、多く鈑付した鐵板又は極めて汚れた鋼管	$F=1.2$　$\lambda=0.025$

［例］直徑 0.8 m の少し鈑付した鐵板製風道 ($F=1.1$) 中に 10 m^3/s の空氣を通す場合の摩擦損失は第 83 圖に於て風量を表はす 10 m^3/s の水平線と風道直徑を表はす 0.8 m の斜線との交點より垂直線を下せば摩擦損失 0.43 mm/m を得る。

本例は $F=1.1$ の場合であるから摩擦損失は $0.43\times1.1=0.473\ mm/m$.

（ii）速度變換に基く損失水頭

風道に於て速度に變化のあるとき起る損失水頭は、一般に次式で表はされる。

$$h_v=C_v(H_{V_1}-H_{V_2})$$

但し　h_v＝損失水頭 $mm\ Aq$,

C_v＝損失係數

H_{V_1}＝最初の速度水頭 $mm\ Aq$

H_{V_2}＝變換後の速度水頭 $mm\ Aq$

$V_1>V_2$ の際には $(1-C_v)(H_{V_1}-H_{V_2})$ は速度水頭が一部壓力水頭に變じて以下の風道に對する壓力水頭を之だけ增加する事と成り、$V_1<V_2$ の際には $C_v(H_{V_2}-H_{V_1})$ の損失だけ以前の風道内に有する壓力水頭より補給を受けることを意味する。

（イ）風道の入口と出口との損失

風道入口では $V_1=0$, 出口では $V_2=0$ と見做し得。

（ロ）斷面積の變化する場合の損失

（a）段々廣くなる擴大繼手の場合（第 85 圖）

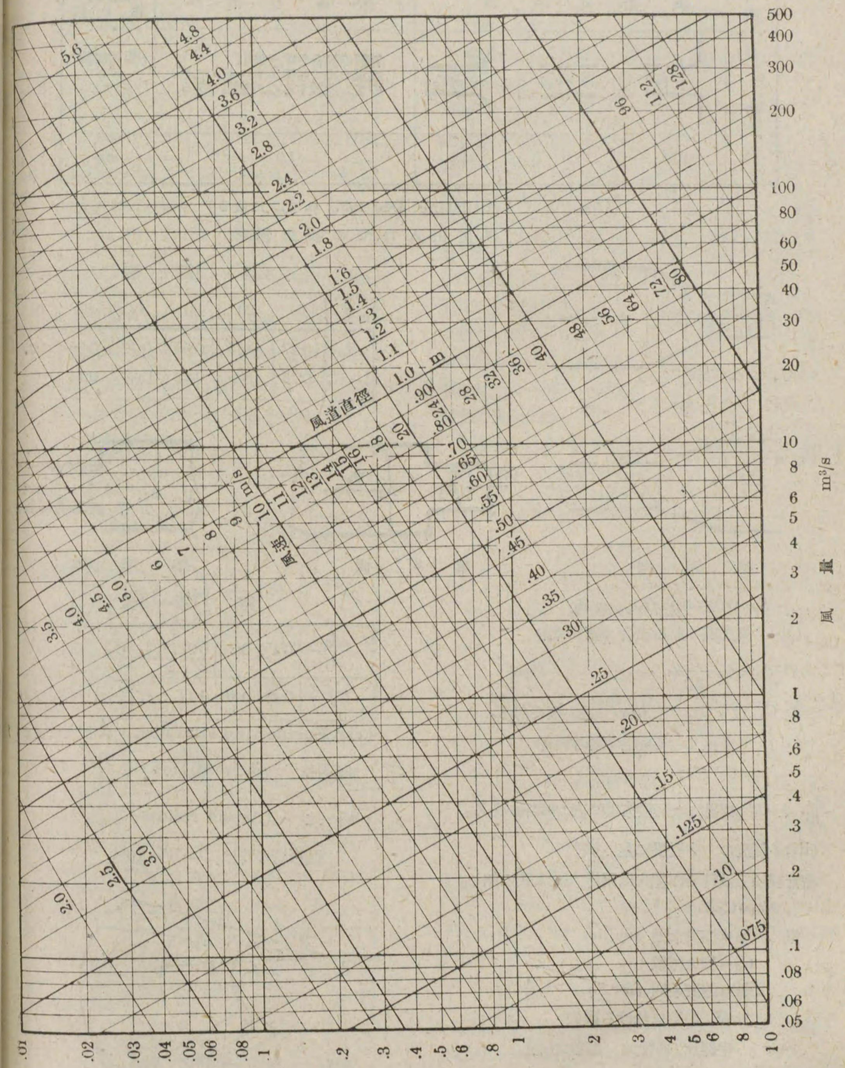
實用上では最も多く使用されるものであつて、出來るだけ損失を少くし、回復壓力水頭 h_p を多くすることが望ましい。

$$h_p=(1-C_v)(H_{V_1}-H_{V_2})$$

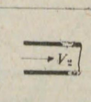
C_v は擴大の角度に依つて第 121 表の如く變化する。

（b）段々狹くなる場合（第 86 圖）

細まり角度の小さい時は摩擦損失以外の損失は殆んど起らぬ。角度が增すと共に損失を增し 45° 附近では

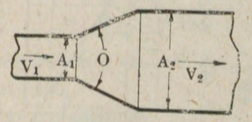


第 83 圖　風道の摩擦損失線圖

場所	風道の入口			風道の出口	空氣吹出口格子面
形狀				特別の場合を除き放出空氣の持つ速度エネルギーはそのまゝ消散するのが普通である	有效面積50%のもの
C_v	0.5	0.13	0.04	1.0	6.0

(Heating & Ventilating, Dec 1937, p. 51. に依る)

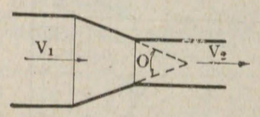
第 84 圖　風道出入口での損失係數



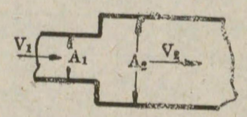
第 85 圖

第 121 表

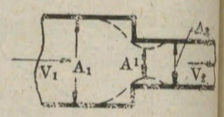
θ	10	20	30	40	50	60
C_v	0·27	0·45	0·60	0·72	0·86	1·00
$1-C_v$	0·73	0·55	0·40	0·28	0·14	0



第 86 圖



第 87 圖



第 88 圖

$h_v = 0{\cdot}04 \sim 0{\cdot}05\, H_{r_2}\ mm\ Aq$

(c) 突然廣くなる場合 (第 87 圖)

$$h_v = C_v' \frac{\gamma}{2g}(v_1 - v_2)^2$$

この C_v' は 1 又は 1 に極めて近い値である。

(d) 突然狹くなる場合 (第 88 圖)

$$h_v = C_v'\, H_{r_2}$$

$\frac{A_2}{A_1}$ と C_v' の間には大體第 122 表の關係がある。

第 122 表

$\frac{A_2}{A_1}$	0·1	0·2	0·3	0·4	0·5	0·6	0·7
C_v'	0·48	0·46	0·42	0·37	0·32	0·26	0·20

(Fan Engineering 4 th Edition p. 113 に依る)

(iii) 氣流の方向變換に基く損失

曲管或は分岐管での損失は同樣大體次式の如し。

$$h_d = C_d H_r$$

但し　h_d = 損失水頭 $mm\ Aq$,
C_d = 損失係數
H_r = 速度水頭 $mm\ Aq$

(イ) 曲管、肘管に於ける損失

(a) 半徑比、曲線比、邊比の定義

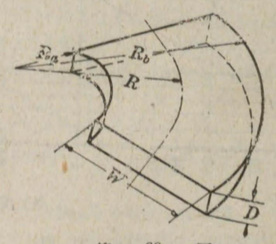
第 89 圖に於て

半徑比　(radius ratio)　$\frac{R}{W}$

曲線比　(Curve ratio)　$\frac{R_a}{R_b}$

邊　比　(Aspect ratio)　$\frac{D}{W}$

圓形管の時は $D = W$ = 直徑



第 89 圖

(b) 圓形肘管の損失

第 123 表

曲線比 $\frac{R_a}{R_b}$	0	0·1	0·2	0·3	0·4	0·5	0·6	0·7
C_d	0·73	0·52	0·38	0·28	0·22	0·17	0·145	0·14

(Fan Engineering 4 th Edition p. 133 に依る)

(c) 矩形肘管の損失

第 124 表

曲線比 $\frac{R_a}{R_b}$	0	0·1	0·2	0·3	0·4	0·5	0·6	0·7	0·8
C_d	1·04	0·60	0·37	0·24	0·175	0·135	0·12	0·11	0·14

(Fan Engineering 4 th Edition p 132 に依る)

但し上表は $W = 300\ mm$ の場合で之より W が減少すると曲線比の大きい所で C_d は多少增加する。

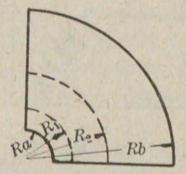
(d) 連續肘管の損失

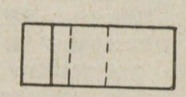
連續肘管の形狀	C_d 圖の如く連絡	C_d 肘管間に 315 mm の直管挿入
315mm × 315mm, 125φ mm	1·04	0·55
	0·94	1·06
	0·66	0·75
315 = D mm	0.83	0·60
4D	1·20	1·31
長サ = 4D	0·81	0·88

第 90 圖　(Heating & Ventilating, March, 1938, p. 58 に依る)

(ロ) 分　流　板 (Splitters)

曲線比の小さな肘管に於ける損失を少くする爲に、內外半徑と同心で且つ各相等しい曲線比を有する如き數枚の曲線分流板を挿入する事が行はれる。新に分割されて出來た各肘管の曲線比は何れも原値より大となり、從つて損失係數は小さくなる。猶この肘管は並列に入つて居り、各々での損失係數は相等しいから肘管全體の損失は一個分の分割肘管の損失に等しい。





第 91 圖

分流板を作るには曲線比が同一に成る樣に分割配置されて居るのであるから、

$$C_{r'} = \frac{R_a}{R_1} = \frac{R_1}{R_2} = \frac{R_2}{R_3} \cdots\cdots$$

$$= \frac{R_{X-1}}{R_X} = \frac{R_X}{R_b} \cdots\cdots (75)$$

$$\therefore\ C_{r'}^{X+1} = \frac{R_a}{R_b} = C_r$$

$$\therefore\ C_{r'} = \sqrt[X+1]{C_r} \cdots\cdots (76)$$

但し $C_{r'}$ = 分流板に依て作られた各々の曲線比

C_r = 原肘管の曲線比 $\frac{R_a}{R_b}$

X = 分流板の數

R_a, R_b = 原肘管の內、外徑

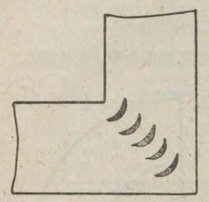
$R_1, R_2, R_3 \cdots R_X$ = 中心から第 1, 2, 3 … … X 番目の分流板の半徑

(76) 式から X を定めれば C_r が求められ、之を (75) の各式に入れれば $R_1, R_2, R_3 \cdots R_X$ を求める事が出來る。

(ハ) 曲　り　翼 (Turning Vanes)

曲線比零、卽ち直角に曲る肘管に對しては分流板と同樣の目的で使用される曲り翼がある。

或る小さな半徑を持つ四分圓群を圖の如く配置したもので、取付方法に依り損失程度は一定しないが、308 mm × 300 mm の直角肘管に半徑 57 mm の曲り翼 5 枚を取付けた時、損失は速度水頭の 35% となり、猶



第 92 圖　曲 り 翼

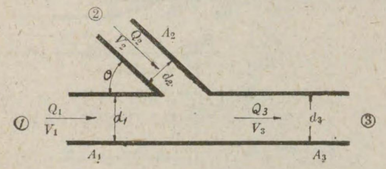
一層適切な設計の下に作られた曲り翼では 8～10% に減ずると云はれる。

曲り翼の材質は主に金属板であるが、曲り部分は面積が大きくなつて居るから、この部分での速度降下に依る損失を除く爲にその面積を直管部と同じにし、猶抵抗損失をも少くする爲翼にタービン翼型の厚みを持たせる方が良くこの材質には金属の外木材等も使用されてゐる。

(iv)　合流管及分岐管に於ける損失

（イ）合　流　管

この損失は風道の形状、合流角度、流量、速度等に關係する極めて複雑なものである。$\theta=45°$ の丁字管を使用し $V_1=V_2=V_3$ としての實驗に依れば、主管に於ける損失係數は第 125 表の様になる。



Q=流　量　　V=速　度
d=直　徑　　A=斷面積

第　93　圖

第　125　表

$\frac{Q_1}{Q_2}$	1	2	4	6	8	10
C_d	0·20	0·17	0·14	0·12	0·10	0·10

(Heating & Ventilating Apr. 1938, p. 42. に依る)

又丁字管の結合角度の變化に依る影響に就ては損失水頭 $h_d=\alpha C_d H_V$ に於ける α の値に關して第 126 表の如くである。

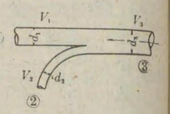
第　126　表

θ	0	15	30	45	60	75	90
α	0	0·1	0·5	1·0	1·7	2·5	3·4

(Heating & Ventilating Apr. 1938, p. 42. に依る)

（ロ）分　岐　管

第 94 圖に於て (3) 管から (1) 管に入る場合の損失を h_{d_1}, (2) 管に分岐する場合の損失を h_{d_2} とすれば



第　94　圖

$$h_{d_1}=C_{d_1}H_{V_3}$$
$$h_{d_2}=C_{d_2}H_{V_3}$$

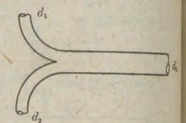
V_1, V_2, V_3 の三速度を全く等しいか又は大體等しいと見做される場合に就ての損失係數 C_{d_1}, C_{d_2} を示せば次の如くである。[4]

$d_3 \fallingdotseq d_1$ の場合	$C_{d_1}=1·0$
$d_3>1·5\,d_1$ の場合	$C_{d_1}=0·7$
$d_3>2\,d_1$ の場合	$C_{d_1}=0·4$
$d_3>3\,d_1$ の場合	$C_{d_1}=0·2$
$d_3>4\,d_1$ の場合	$C_{d_1}=0·0$

上記全部の場合に對し $C_{d_2}=1·5$

又第 95 圖の様な場合で $d_1=d_2$ とすれば

$$C_{d_1}=C_{d_2}=1.0$$



第　95　圖

（v）空氣加熱器に於ける損失

この損失も大體次の形で示される。

$$h_r=C_rH_V$$

損失係數 C_r は空氣加熱器の種類、形状等に依るもので、理論的に之を定める事は困難である。最一般に最も使用される鍔付管加熱器の損失水頭 $mm\,Aq$ を示せば第 127 及第 128 表の如くである。

第　127　表

鍔のピッチ=5·1 mm, 鍔高さ=6·3 mm, 管外徑=16 mm, 管のピッチ=35 mm の場合

氣流方向の列數	管の面する全面積を通る風速 m/s					
	1·5	2·0	2·5	3·0	3·5	4·0
1	0·508	0·94	1·55	2·29	3·23	4·32
2	0·965	1·73	2·69	3·91	5·34	7·02
2列以上は1列を增す毎に右の値を加へる	0·457	0·79	1·14	1·62	2·11	2·70

第　128　表

鍔のピッチ=3·6 mm, 鍔高さ=10·3 mm, 管外徑=16 mm, 管のピッチ=35 mm の場合

氣流方向の列數	管の面する全面積を通る風速 m/s					
	1·5	2·0	2·5	3·0	3·5	4·0
1	0·82	1·40	2·11	2·98	3·99	5·08
2	1·40	2·41	3·68	5·21	7·00	8·97
2列以上は1列を增す毎に右の値を加へる	0·58	1·02	1·59	2·24	3·00	3·93

猶上記加熱器を空氣冷却器として使用し、空氣をその露點以下迄冷却するときは、大體損失は上記の値の 150～160% に增加する。[5] 之は鍔の間に水膜の附着する爲である。

(vi)　集塵器に於ける損失

形式其他に依つて著しく異るものであるが大體を示せば次の様である。

重力沈降式では高速側の速度水頭の約	150%
慣性式では	10～30 mm Aq
遠心方式(サイクロン)では	25～350 mm Aq
空氣洗淨機(バッファロー型 A, B)では	
空氣速度 2·5 m/s に於て	6·4 mm Aq
空氣濾過式では	
綿布製のものでは	15～25 mm Aq
(但布面に對する空氣速度 0·15～0·25 m/s の場合)	
ガラス毛製のものでは	5·0～7·5 mm Aq
(但空氣の面速度 1·25～1·50 m/s の場合)	
セル型網狀のものでは	8·5～11·0 mm Aq
(但空氣の面速度 1·0～1·25 m/s の場合)	
マルチパネル型のものでは	6·0～9·0 mm Aq
(但空氣の面速度 2·0～2·5 m/s の場合)	

(vii)　總損失水頭と氣流を生ずるに必要なる水頭

送風裝置の一端から他の終端に至る迄の間、各部分に生じた摩擦、速度變換、氣流方向變換其の他の損失水頭の全部を加算したものを總損失水頭と稱し、上述の如く大體何れも速度水頭で表はされる。總損失水頭に速度の水頭を加算したる全水頭 H_t は

$$H_t=\frac{\lambda L}{d}H_V+\Sigma C_rH_V+H_V$$
$$=\left(\frac{\lambda L}{d}+\Sigma C_r+1\right)H_V$$

此の全水頭を送風機其の他に依つて供給した時に於て初めて送風系統に所定の氣流を生ずるのである。

自然換氣法では主として室内外の氣温差に依り生ずる循環の水頭に依るが、機械換氣法では送風機に依り發生する。

（5）温度差に依り生ずる循環の水頭

室内外の氣温差及高さに依り生ずる循環壓力の水頭は次式で表はされてゐる。

$$h_p=\frac{1{,}000\,\gamma}{\omega}\left(1-\frac{T_1}{T_2}\right)H$$

但し　h_p=循環の水頭 $mm\,Aq$
H=氣柱の高さ m
T_1=室外の平均絶對温度
T_2=室内の平均絶對温度
$\gamma=T_1$ に於ける空氣の單位體積の重量 kg/m^3
ω=水の單位體積の重量 kg/m

（6）氣流を生ずるに必要なる動力

(4) に述べた様に氣流を生ずる爲には H_t に相當した壓力を加へなければならぬ。この爲に必要なる理論上の仕事量は

$$W=\gamma Qh_p'=\gamma Q\frac{1{,}000}{\omega}\frac{h_p}{1{,}000}=Qh_p$$

但し　ω=單位體積の水の重量 kg/m^3
γ=單位體積の空氣の重量 kg/m^3
Q=送入空氣量 m^3/s
$h_p'=H_t$ に相當する壓力 m 空氣柱
$h_p=H_t$ に相當した壓力 $mm\,Aq$

之を馬力で示せば（この馬力を空氣馬力と云ふ）

$$\text{HP}_a=\frac{Qh_p}{76·12}$$

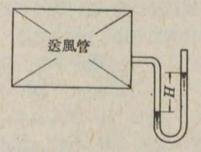
送風機を使用する時は、種々の損失を伴ふから所要馬力は空氣馬力より大きい。送風機の全効率を μ とすれば、所要軸馬力は

$$B.HP=\frac{Qh_p}{76·12\times\mu}$$

2. 氣流の水頭、速度、及流量の測定

(1) 水　頭　計 (マノメーター)

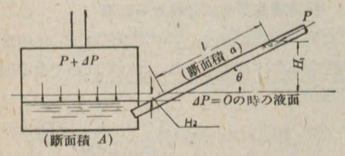
室内或は風道内等の空氣の靜壓、速度壓力、全壓力等は一般に水柱高さで表はされる。是等を測定するには普通ガラス製のU字管が使用される。U字管内に水を容れ測定する時は水面の高さの差 $H\,mm$ は送風管内の壓力或は水頭を直ちに水柱高さ粍 ($mm\,Aq$) にて表はしたものである。



第　96　圖

一般の給排氣裝置では測定しようとする水頭が極めて小さく普通の水頭計では讀み難い場合がある、この時には傾斜水頭計が使用れさる。目盛尺度 l は實際の高さ H に比し $l/\sin\theta$ の關係で樂に讀み取ることが出來る。

水の代りに比重の小なる液體を容れて測定すれば示度 H' は比重に逆比例するから大となり、讀み易くなる。

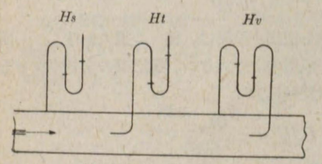


第97圖　傾斜微壓計

(2) 流速の測定

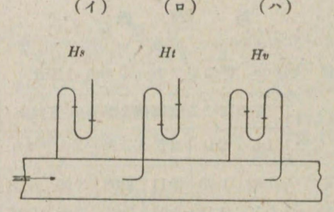
(i) ピトー管

マノメーターの一端を第98圖(イ)の如く風道に連絡する時は管内の靜壓水頭を表はし、(ロ)の如くすれば全壓水頭を表はす。マノメーターの兩端を(ハ)の樣に連絡すれば示度は即ち速度の水頭を表はすことゝなり、之れによつて次式より管内の氣流速度を算出することが出來る。(I, 1. 參照)



送風の場合

第　98　圖 (A)

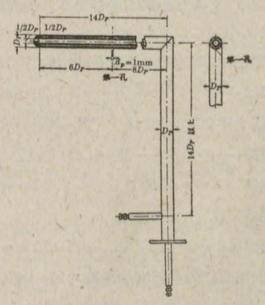


排氣の場合

第　98　圖 (B)

即　$V=\sqrt{\dfrac{H_v}{0.061}}=4.05\sqrt{H_v}$

第 99 圖は此の原理により使用上便利に作られたピトー管の數種を示す。



第 99 圖　ピトー管

(ii) アネモメーター

空氣の速度エネルギーに依る風車の廻轉を指針に傳へ、或一定時間（少くとも1分以上）の指針の進みから速度を算出する樣にしたもので、取扱ひが簡單なので最も一般に使用されて居る。然し機構上毛角正確を保し難い。

(iii) ベロメーター

アネモメーターは風速を測定するのに時計を併用しなければならぬ不便があるので、風速を直接目盛上に讀み得る樣にしたものがベロメーターである。速度エネルギーを壓力に換へ、之に依つて針の機構を動かす

樣に成つて居る。

室内氣流の測定のみならず、附屬器具に依つて風道内氣流速度、壓力水頭又は吹出口に於ける吹出速度等をも測定出來る樣に成つて居るものである。

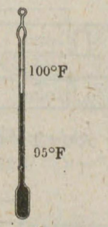
(iv) 加熱式流速計

(イ) 熱線風速計

電熱された針金の抵抗が氣流の冷却作用に依り變化する性質を利用したものである。

(ロ) カタ寒暖計

極めて低速の氣流を計るに適するもので、第100圖の如くアルコールを滿した直徑約 13 mm, 長さ 16 mm の球と、之に連絡した 95°F と 100°F との間を $\frac{1}{10}$ 度 迄目盛つた長さ 203 mm 程の軸とより成つて居る。初め、溫水中でアルコールを頂端の受液槽迄膨脹させ、溫水中より取り出して之を良く拭つて乾かした後、計らうとする氣流中に置き、液が丁度 100°F の目盛線から 95°F の線迄降る時間 $S\,sec$ を測定する。この時間は空氣の乾球溫度と氣流速度とに依つて變化し、[6]



第 100 圖

$$V_1=3.28\left(\frac{K-0.13\,t_c}{0.47\,t_c}\right)^2$$

$$V_2=3.28\left(\frac{K-0.2\,t_c}{0.4\,t_c}\right)^2$$

但し　V_1, V_2=風速 m/s

V_1 式は風速 1 m/s 以上の場合に使用

V_2 式は風速 1 m/s 以下の場合に使用

t_c =36.5°C から室内乾球溫度 °C を引いた値

F=カタ寒暖計1本毎に定つて居る定數（之は寒暖計に刻み込まれて居る）

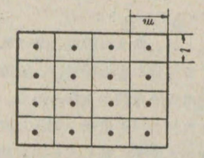
$K=\dfrac{F}{S}$

空氣溫度が 100°F 以上の時はアルコールを 95°F の目盛以下に冷却し、前と同樣にして、95°F から 100°F 迄上昇する時間 $S\,sec$ を測定すれば良い。

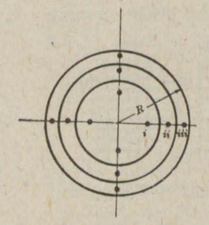
(3) 流量の測定

(i) 風道内に於ける測定

(イ) ピトー管に依る方法[7]



第 101 圖　矩形風道の測定點



第 102 圖　圓形風道の測定點

矩形風道の場合にその測定斷面を第101圖の樣に16乃至64の等面積に分け各面積の中央にピトー管を置く。圓形管の場合には、互に直交する二つの直徑上に各6點以上の測定點を選び、此處にピトー管を置く。即ち各風道に就て 12 點以上の讀みを取らねばならぬ。尙是等の點の位置は第102圖に示す樣に風道の斷面積を同心圓で3個以上に等分し、各面積内で次式が與へる半徑上に取るのである。

$$r_i=R\sqrt{\frac{i-\frac{1}{2}}{n}}$$

但し　R=風道の半徑

r_i= i 番目の測定點の位置する半徑

i =風道の中心から附けた半徑の番號

n=風道の等分數

猶 n の取り方に就ては、圓形風道の場合では

$R\leqq 150\,mm$ のとき $n=3$

$R\leqq 300\,mm$ のとき $n=4$

$R\leqq 500\,mm$ のとき $n=5$

$R\leqq 750\,mm$ のとき $n=6$

$R>750\,mm$ は 250 mm 未滿毎に1を加へる。

矩形風道の場合では、なるべく l, m が共に 150 mm 以下に成る樣に測定點の數を決定する。

測定するのは速度であるから、各水頭計の讀みの平方根の和を平均すべきであつて、水頭計の讀みの和の平均の平方根を採つては間違ひである。

今測定から得られた平均速度を $V\,m/s$ とすれば風道内の流量は

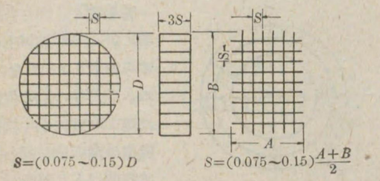
$Q=AV$

Q=風道内を流れる空氣量 m/s

A=風道のその點での斷面積 m^2

(附)、整　流　器（エア・ストレートナー）[8]

測定個所が送風機の附近とか、曲りの附近、又は風道の斷面積形狀等の變化する部分の附近等では、氣流は渦狀運動を起して居る爲に大きな誤差を伴ふから、斯の如き部分より少くとも直徑の 10 倍以上離れた直管部分に於て測定する必要があをが、若し夫が出來難い樣な場合には、之を除く爲に整流器を使用する。整流器としては圖の樣な蜂巢型のものが一般に使用される。

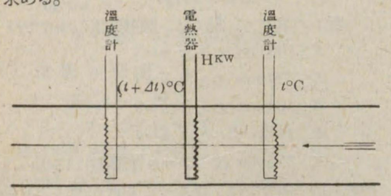


第 103 圖　整　流　器

整流器はピトー管の測定を正確にするだけであつて、風道内の速度を一樣にすることは出來ない。猶整流器のあるときは、ピトー管のノズル部分は整流器より少くとも 2s 以上の距離に置かなければならぬ。[9]

（ロ）　トーマス計[10]

風道中に電熱線を置き HkW の電熱を加へ、氣流に生ずる溫度上昇 Δt°C をその前後に挿入した白金抵抗溫度計で計り、次式から流量 G kg/s, 或は Q m³/s を求める。



第 104 圖　トーマス計

$$G=\frac{0{\cdot}2390\,H}{C_p\Delta t}=0{\cdot}992\frac{H}{\Delta t}\quad(20°C\text{ に於て})$$

$$Q=\frac{0{\cdot}2390\,H}{C_p\Delta t\gamma}=0{\cdot}823\frac{H}{\Delta t}\quad(20°C\text{ に於て})$$

但し　γ=單位體積の空氣の重量 kg/m³

C_p=空氣の定壓比熱(20°C では 0·241)

Δt は 1°C 以内にする方が良く、又風道の斷面に白金線を密に且均一に分布すればする程、精密な測定が出來る。流量計として正確なものである。

（ハ）　オリフイス及ノズルに依る方法[11]

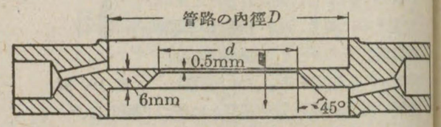
流量係數 C の分つたオリイフイス、又はノズルを使用して、之から流量を算出する方法である。卽ち

$$Q=CA\sqrt{\frac{2g}{\gamma}H}\qquad(1\cdot(3)\text{ 參照})$$

第 105 圖の樣なオリフイスを風道中に挿入すれば

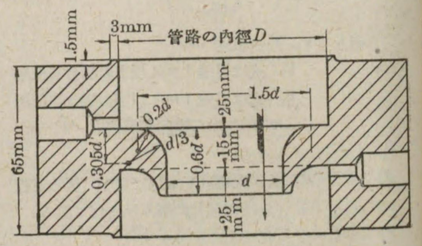
$m=\left(\frac{d}{D}\right)^2$	0·1	0·2	0·3	0·4	0·5	0·6	0·7
C	0·602	0·615	0·634	0·661	0·686	0·742	0·806

大型オリフイス(風道內徑約200mm以上)



小型オリフイス(風道內徑約200mm以下)

第 105 圖　オリフィス



第 106 圖　ノ　ズ　ル

第 106 圖の樣なノズルの場合では

$m=\left(\frac{d}{D}\right)^2$	0·1	0·2	0·3	0·4	0·5
C	098·9	0·999	1·016	1·045	1·096

（ニ）　ベンチユリー計[12]

この計器に依る風量は大體次の式で計算される。

$$Q=C\frac{\pi D^2}{4\sqrt{m^2-1}}\sqrt{\frac{2gH}{\gamma}}$$

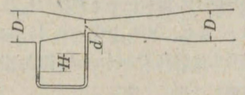
D, d=第 107 圖の各斷面の直徑 m

$m=\left(\frac{D}{d}\right)^2$

H=指示水頭 $mm\,Aq$

C=流量係數 0.96～0.99

γ=空氣の體積の重量 kg/m^3



第 107 圖　ベンチユリー計

d は D の ½～⅓ が良く、細まり側の角度を約 30°, 廣がり側の角度を 7°～8° にすると最も良い測定狀態で然も損失を最小にする事が出來る。此時の全損失は H の 10～20% 程度である。

（ii）　吹出口及吸込口に於ける測定

（イ）　アネモメーターに依る測定

（a）　吹出口格子面

ピトー管の場合 [2.(3)(i)(イ)] 參照) と同樣な方法に依りアネモメーターを吹出口格子面に密着して測定し、その平均速度 V m/s を出せば風量 Q m³/s は次式から求められる。

$$Q=\frac{CV(A+\alpha)}{2}$$

A=吹出口の全面積 m^2

α=吹出口の穴面積 m^2

C=風速に依り異る吹出口の係數

(第 129 表)

第 129 表　吹出口の C の値

平均表示速度 m/s	0·76	1·02	1·52	2·03	2·54	3·05	3·56	4·06
C	0·852	0·857	0·867	0·877	0·885	0·892	0·898	1·000

(Fan Engineering 4 th Edition p. 94 に依る)

（b）　吸込口格子面

吹出口の場合と同樣にして、V m/s を測定し

$Q=KVA$

K=風速に依り異る吹込口の係數

(第 130 表)

第 130 表　吸込口の K の値

平均表示速度 m/s	0·76	1·02	1·52	2·03	2·54	3·04	3·56
K	0·762	0·772	0·789	0·806	0·820	0·828	0·832

（機械學會、送風機試驗規格に依る）

（ロ）　オリフイス、ノズル使用の場合

使用するオリフイス、ノズルは第 105, 106 圖と同一寸法のものを使用するとして流量係數が稍異るのみである。

（a）吹　出　口

第 131 表　オリフイス、ノズルに依る吹出口での C の値

$m=\left(\frac{d}{D}\right)^2$	0·1	0·2	0·3	0·4	0·5	0·6	0·7
オリフイス使用の場合の C	0·602	0·615	0·636	0·666	0·701	0·751	0·820
ノズル使用の場合の C	0·984	0·993	1·009	0·036	—	—	—

(Fan Engineering 4 th Edition p. 94 に依る)

（b）吸　込　口

オリフイスを使用すれば

R_D≧55,000 ならば C=0·60

55,000>R_D>20,000 ならば 0·6<C<0·62

R_D=20,000 ならば C=0·62

ノズルを使用すれば

R_D≧55,000 ならば C=0·99

55,000>R_D>20,000 ならば 0·99<C<1·02

R_D=20,000 ならば C=1·02

茲に　R_D=レイノズル數 $=20{,}000\frac{VD}{\nu}$

ν=運動粘性係數 m^2/s

V=風　速 m/s

D=管　徑 m

大氣壓下に於ける空氣に對する ν の値は次の通りである。

溫度 C	0	10	20	30	40	50
$\nu\times10^4$	0·132	0·141	0·150	0·159	0·169	0·179

(4)　室內氣流の測定

室內氣流は一般に極めて低速であつて、而も速度、方向が極めて複雜して居るので、正確な測定は困難である。室內の或る一點での風速を知るには、カタ寒暖計[2.(2)(iv)(ロ)]或はベロメーター[2.(2)(iii)]が適當し、氣流狀態の測定には煙り或は風船玉を使用してその大體を觀測するの外はない。

3. 風道の設計

(1)　風道各部に於ける適當なる氣流速度

風道各部分に於ける氣流の速度は、裝置する建物の性質、送風量の多少等に依り極めて異るものであるが、大體の標準を示せば第132表の如くである。

第132表　適當なる氣流速度

位置	風速 m/s	
	公衆用建築物	工場設備
外氣取入口	3 ～4·5	5·0～6·0
空氣濾過器	1·5～2·5	1·5～2·5
空氣洗淨器	2·5	2·5～3·0
加熱器部分	2·5～4·5	3·0～7·0
主風道	5 ～7·5	6·0～12·0
枝風道及立上り風道	2·5～3·0	4·5～9·0
格子目吹出口	1·2～2·2	—
ノズル式吹出口	3·0～7·0	5·0～10·0

(2)　風道各部分の大さの決定

(i)　速度選定法

設置場所に許された特定の風速とか第(1)節に示した風速等に依つて、全風道の各部分に亘つて各々適當な速度を定め、各部分の風量から下記の式に依りDを算出するか、或は算出の手數を省略する爲、第83圖を用する。

$$Q=\frac{\pi}{4}D^2V$$

$$\therefore\ D=\sqrt{\frac{4Q}{\pi V}}$$

但し　Q=送風量 m^3/s　　D=風道の直徑 m

V=流　速 m/s

この方法では全長に亘り各部分の摩擦損失及び其他の損失を一々算出して全壓力を求める手數を要するの缺點がある。

(ii)　均等摩擦損失法

風道の長さ、抵抗點の多少等を考慮して風道の單位長さ當りの摩擦損失を或る一定の値に定めれば各部通過送風量より第83圖に依り直ちに各部分の大いさ即ち直徑を知り得ると同時に其の部分の流速をも讀み得る。且つこの方法に依れば、全摩擦損失水頭は單に定められた單位長さの損失水頭に全長を乘じて容易に求める事が出來る。尙この方法に依る時は風道の根元より末端に至るに從ひ、自然に速度遞減の方則に協ひ、著しく送風能力を確實にする利益がある。普通は風道の長さ 1 m 當り、0·06～0·08 $mm\ Aq$ 程度に採るが工場等の場合では最高 0·24 $mm\ Aq$ 程度迄採つて居る。

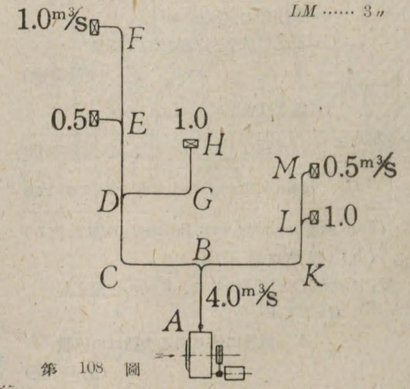
(iii)　併　用　法

風道主管の各部の大さ及び全壓力水頭は上記(ii)の方法に依り求められるが、分岐管の大さ決定には(i)及び(ii)法の併用に依らなければならない。分岐管の長さは大體分岐後の主管より短いものであるから、主管と同一割合の損失程度で風道直徑を定めたのでは大き過ぎ或る一個所で極度に絞らなければならないような場合も起る。故に此の短い分岐管に對しては音響の點から許し得る範圍を越さぬ程度に於て損失割合を多くし、全壓力損失が長い風道主管の壓力損失に出來得る限り近附くように定めれば、風道材料の經濟のみならず、風量の調節を簡單に成し得る利點がある。

〔例〕　第108圖の如き送風系統の風道各部寸法を決定する事。

圖に於ける各部分の長さ

AB …… 5 m	DE ……10 m	DGH …10 m	
BCD …15 〃	EF ……10 〃	BKL … 7 〃	
		LM …… 3 〃	



第　108　圖

上記の(i)，(ii)の兩法は結局(iii)に含まれるものであるから(iii)に就て說明する。

風道中最長の部分は AF であるから、先ずこの部分を壓力均等法に依つて決定する。今 1 m 當りの摩擦損失を 0·04 $mm\ Aq$ とすれば第83圖に依り風道の直管部分に對しては次の値を得られる。

風道部分	長さ m	風量 m^3/s	風速 m/s	風道直徑 m	摩擦損失 $mm\ Aq$
AB	5	4·0	6·2	0·91	0·20
BCD	15	2·5	5·45	0·77	0·60
DE	10	1·5	4·8	0·63	0·40
EF	10	0·5	3·6	0·425	0·40
計					1·60

又曲管部、分岐部に於ける壓力損失は次の如く定められてゐる。

場所	風速 m/s	速度水頭 $mm\ Aq$	損失係數	壓力損失 $mm\ Aq$	備　考
B 點	6·2	2·35	0·8	1·88	1.(4)(iv)(ロ)參照
C 點	5·45	1·81	0·28	0·51	1.(4)(iii)(イ)(b)參照 曲線比 0·3と假定
D 點	5·45	1·81	0·7	1·26	1.(4)(iv)(ロ)參照 $d_3=1.5d_1$
E 點	4·8	1·4	0·8	1·12	同　上
F 點	3·6	0·79	0·28	0·22	C 點と同樣
計				4·99	

從つて ABF 間の壓力總損失は 1·60＋4·99＝6·59 $mm\ Aq$ である。

次に ABM の壓力損失が成可く A, B, F 間の損失と等しくなる樣に風速の許し得る範圍〔(3(1)參照)〕內で風道直徑を決定すればダンパー等に依り調整しなくとも兩風道には大體既定の風量が流れる筈である。

風道部分	長さ m	風量 m^3/s	風速 m/s	風道直徑 m	摩擦損失 $mm\ Aq$
AB					0·20
BKL	7	1·5	7·0	0·52	0·11×7＝0·77
LM	3	0·5	5·0	0·36	0·09×3＝0·29
計					1·24

曲管部、分岐部に對しても前と同樣に

場所	風速 m/s	速度水頭 $mm\ Aq$	損失係數	壓力損失 $mm\ Aq$	備　考
B 點	6·2	2·35	1·0	2·35	
K 點	7·0	3·0	0·28	0·84	
L 點	7·0	3·0	0·4	0·2	$d_3=2.0d_1$
M 點	5·0	1·51	0·28	0·43	
計				4·82	

ABM 間の總損失は 1·24＋4·82＝6·09 $mm\ Aq$, 之は ABF 間の總損失に大體等しいと考へられる。

DH 間の風道は DF 間の總損失に成るべく等しくなる樣に前と同樣にして決定すればよい。

注　意:—A 點は風道の入口であつて送風機の出口の點ではない。從つて送風機の吐出速度は本問題では除外してある。分岐部に於ける計算は風速が分岐後も分岐前と大體等しい場合に對してゞあるから、之が極めて異る場合には等速の場合の分岐損失を出し、それに速度變換による損失〔1.(4)(ii)(ロ)參照〕を加へる外はないが實際は同時に起るのであるから夫より損失は多少小になると考へられる。本題では之を省略した。

(3)　圓形風道に相當する矩形風道

第83圖に依つて風道の大さを求める時は總て圓形風道としての直徑の値が求められるが、之と同一の摩擦損失を生ずべき矩形風道の大さを求めるには次式若しくは第109圖に依るのが便利である。

圓形風道の直徑を d, 矩形風道の兩邊を a, b とすれば

$$d=1.265\sqrt[5]{\frac{(ab)^3}{a+b}}\quad\cdots\cdots\cdots\cdots(76)$$

〔例〕　直徑 1,000 mm の圓形風道を一邊 1,000 mm の矩形に直す事。

第109圖の橫軸で 1,000 mm の線を垂直に上り 1,000(一邊の長さ a)の斜線との交點を右に進み、縱軸との交點 800 mm が矩形風道の他の一邊である。

(4)　空氣吹出口

空氣吹出口は從來主として格子型模樣の吹出面と數板の羽根から成る制氣口を持つたもので、吹出速度も 1·5～2·0 m/s 內外に限定されて居たが愛、冷房技術の進歩と共に、吹出口に就ては(1)吹出速度、(2)吹出空氣量、(3)吹出空氣溫度と室溫との溫度差、(5)吹出口の高さ、(5)吹出空氣の到達距離等の關係が室內

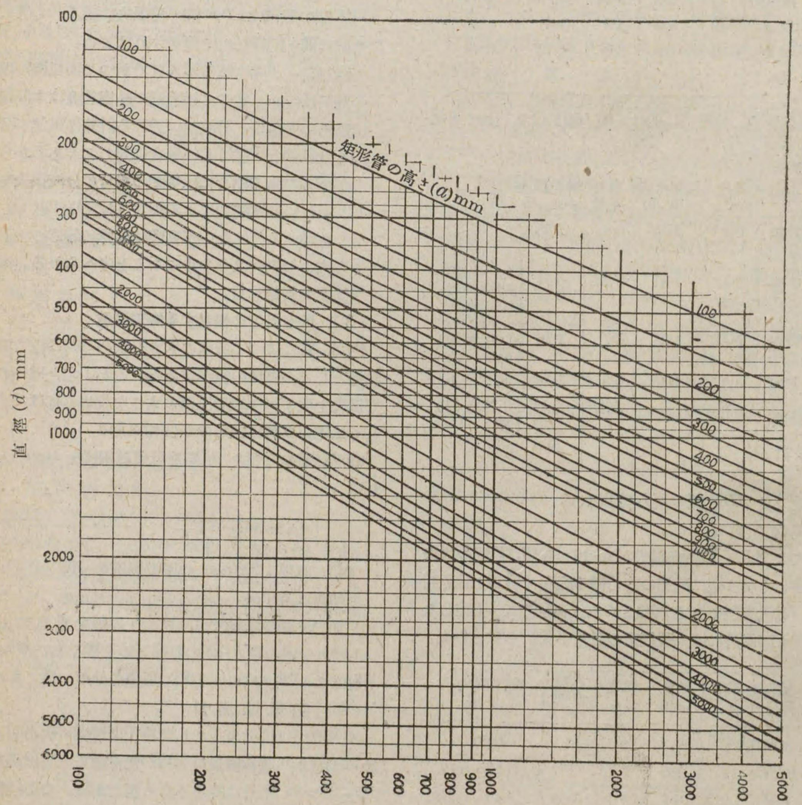
空氣狀態の均等分布に重大な影響のある事が確認される樣に成り且つ之れに音響の問題も含まれ種々なる形式の空氣吹出口が考案使用される樣に成つて來た。

（i）吹出空氣の到達距離

空氣吹出口より吹出された空氣の到達距離は大體空氣量及吹出速度に依り左右されるものである。尙吹出空氣と室温との温度差に依つても影響される。暖房の場合には吹出空氣は上昇し、冷房の場合には下降するから此點を充分考慮する必要がある。玆で空氣の到達距離とは空氣流が最後に約 0·25 *m/s* の風速に減速される點までの距離である。從つて室内の空氣分布を良くする爲には吹出口より流出した空氣がその相對する壁面附近に於て 0·25 *m/s* の風速を持つ事が必要である。換言すれば吹出空氣の到達距離は大體吹出口よりその相對する壁面迄の距離の 80% 内外なければならない。室温との間に温度差の無い吹出空氣の到達距離に就ては次式[13]がある。

$$L \cong 10\frac{Q}{\sqrt{A}} \quad \cdots\cdots(77)$$

或は　$\cong 10V\sqrt{A}$,　　或は　$\cong 10\sqrt{QV}$



第　109　圖

但し　L＝到達距離 *m*
　　Q＝吹出空氣量 m^3/s
　　V＝吹出速度 *m/s*
　　A＝吹出口面積 m^2

在來の制氣口附格子型吹出面を持つ吹出口では音響の點から　$V=2$ *m/s*　位に限定されて居るから此の吹出口では　L, Q, A　の關係は次の如くになる。

$$L \cong 20\sqrt{A} \quad 或は \quad L \cong 14{\cdot}14\sqrt{Q}$$

第 133 表は此等關係の數例を示したものである。

第 133 表　吹出速度 2 *m/s* の場合の到達距離

A	0·02	0·04	0·06	0·09	0·12	0·16	0·20	0·25
Q	0·04	0·08	0·12	0·18	0·24	0·32	0·40	0·50
到達距離	2·8	4·0	4·9	6·0	6·9	8·0	9·0	1·00

到達距離を大にして而も音響を比較的少くし得る吹出口の形式にノズル式及スロット式等がある。

（ii）吹出空氣の温度に依る到達距離の變化

暖冷房の場合、吹出空氣と室内空氣との間には相當の温度差があるものであるが此の際には吹出氣流は先行するに從ひ漸時暖房の場合には上昇し、冷房の場合には下降する。從つて吹出口平面に於ては到達距離にも變更を來し、特に氣流の下降する冷房の場合にはその効果に重大な影響を及ぼすものであるから充分の注意を要する。何れの場合でも昇降度を出來る丈け少くする事が望ましい。之を少くするには温度差を少くするのと速度を大にするのとの二法がある。

吹出氣流昇降の一例としては第 134 表がある。冷房の場合空氣の降下度は相當大きいのであるから設計に際しては在室者に過大の氣流を感ぜしめない樣吹出口の高さ、風量、風速等を適當に選ぶ必要がある。

第 134 表　吹出し空氣の昇降度

水平到達距離	暖房で温度差 33.5°C の場合 空氣上昇度 *m*			冷房で温度差 11°C の場合 空氣降下度 *m*			
	吹出速度 *m/s*			吹出速度 *m/s*			
m	1	2	4	1	2	3	4
1·5	0·7	0·24	0·06				
3·0		1·20	0·42	2·43	1·18		
4·5			1·10	3·45	1·70	1·09	0·85
6·0			2·05	6·50	3·25	2·10	1·58

（Air Conditioning Manual. p. 146
Fan Engineering 4 th Edition p. 328 に依る）

（5）亞鉛めつき鋼板製風道の大さと適當なる板厚

第　135　表

板の厚さ *mm*	板の重量 kg/m^2	圓形風道の場合 直徑 *mm*	矩形風道の場合 巾 *mm*
0·58	4·5	150～500	100～450
0·74	5·8	500～750	450～750
0·90	7·3	750～1000	750～1,500
1·05	8·3	1,000～1250	15,00～3,000
1·38	10·8	1,250 以上	3,000 以上

（柳町委員）

1) Fan Engineering 4 th Edition p. 127 及 p. 123.
2) 〃 p. 126 及 p. 123.
3) 〃 p. 112.
4) Rieschel Heiz-und Luftungstechnik. 8 Auf. Hilfstafel IX.
5) Heating & Air Conditioning Manual 1 st Edition Appendix p. 6.
6) W. H. Severs. Heating, Ventilating and Air Conditioning Foundamentals p. 278.
7) 機械學會　送風機試驗規格（昭和 12 年 4 月）
8) Fan Engineering 4 th Edition p. 100.
9) 機械學會、送風機試驗規格（昭和 12 年 4 月）
10) 機械工學便覽、昭和 12 年版、p. 528.
11) 機械學會、送風機試驗規格（昭和 12 年 4 月）
12) 機械工學便覽　昭和 12 年版、p. 522.
Fan Engineering 4 th Edition p. 117.
13) Heating Piping and Air Conditioning June 1938. p. 387.
〃 July 1938. p. 452.

第12章　送　風　機

（柳　町　委　員）

1. 送風機の種類と特性

現在一般に使用されて居る送風機を分類列擧すれば次の如くである。

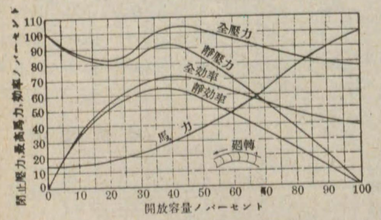
遠心送風機
　前曲翼送風機
　放射翼送風機
　後曲翼送風機
軸流送風機
　ディスク型送風機
　プロペラー型送風機

各送風機中最も一般に使用される遠心送風機及ディスク型送風機の特性を曲線にて示せば第 110～113 圖の如くである。

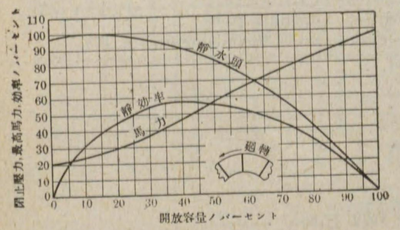
2. 送風機の運轉に要する動力

（第11章1.(6)參照）

$$BHP=\frac{Q\cdot P}{76.12\times\eta}$$



第 110 圖　前曲翼送風機の特性曲線



第 111 圖　放射翼送風機の特性曲線

最も一般に使用される送風機に對するηの値を示せば

前曲翼送風機	0·5～0·6
放射翼送風機	0·5～0·6
後曲翼送風機	0·7～0·8

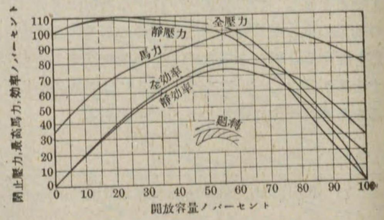
猶Vベルト傳導の際は取付の不良に依り、著しく効率の低下するものであるから注意を要する。

3. 送風機の性能定則

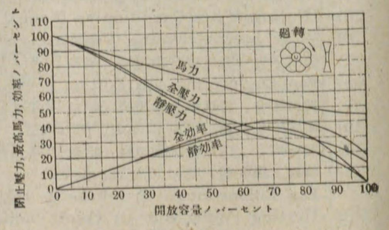
（1）同一送風機使用の場合

今或る裝置に附いて居る送風機の性能に就ては次の如き定則がある。

廻轉數を變へると、
1. 風量は廻轉比に比例する。
2. 壓力は（廻轉比）^{2} に比例する。
3. 馬力は（廻轉比）^{3} に比例する。



第 112 圖　後曲翼送風機の特性曲線



第 113 圖　デイスク型送風機の特性曲線

壓力を變へると、
4. 風量と廻轉數とは $\sqrt{(壓力)}$ に比例する。
5. 馬力は（壓力）$^{\frac{3}{2}}$ に比例する。

空氣密度を變へると、
6. 馬力と壓力は空氣密度に比例する。

從つて空氣溫度の變化せる場合には馬力と壓力は絶體溫度に反比例し、氣壓の變化せる場合には馬力と壓力とは氣壓に正比例する。

（2）送風機寸法を變へる場合

一定回轉數で、
7. 風量は（寸法）^{3} に比例する。
8. 壓力は（寸法）^{2} に比例する。
9. 馬力は（寸法）^{5} に比例する。

回轉數を變へると、
10. 風量は（寸法）$^3\times$（回轉比）に比例する。
11. 壓力は（寸法）$^2\times$（回轉比）^{2} に比例する。
12. 馬力は（寸法）$^5\times$（回轉比）^{3} に比例する。

回轉の周速度を一定に保つ場合
13. 風量と馬力は（寸法）^{2} に比例する。
14. 壓力は不變。
15. 回轉數は寸法に逆比例する。

4. 送風機の選擇

1.に列擧した各種送風機は各々その特性を異にするので使用目的に依つて適當に撰擇しなければならぬ。前述の如く前曲翼送風機は効率は餘り高くないが、据付面積が小さく、而も音響が最も少いので普通送排氣用には極めて適し、一般に良く使用される。後曲翼送風機は前者に比し約2割大なる据付面積を要し、回轉數の多い關係上音響も相當高くなるので、効率は良いが特別の場合を除いては使用される事が少い。

軸流送風機中デイスク型のものは換氣用の無壓排氣機として盛に使用され、又此大型のものは有壓送風機として冷却塔用などに使用されて居る。プロペラー型の有壓送風機は効率極めて高く、形態もさらに小いが音響極めて高く普通の建築物中に設置するには相當難色がある。

特性上から此等3型式を比較すると第110圖より第112圖迄の特性曲線から分る如く前曲翼型は送風量が變化しても風壓は餘り變らないので枝風道の一部を閉止しても風壓に餘り影響のない長所はあるが、逆に風壓が減少すると風量が增大して電動機は過負荷となる缺點がある。後曲翼型は風壓は減少しても風量は餘り增さないので過負荷になる事は少いが、風量が減ると風壓が急激に增すので枝風道の一部を閉止すると他の部分では風壓が增して送風量の增加する缺點がある。

軸流の送風機は風壓が減少しても負荷は餘り變らないが風量零の時に馬力の增大する特異性がある。

放射翼型のものはその構造上極めて丈夫に作る事が出來、又侵入した固形物の附着する部分を少くし得る等の事から塵埃、鋸屑、煤塵、微粉炭等の輸送（第10章 1. 參照）用に最も適當して居る。又この種送風機は回轉數を上げると相當高い風壓が得られるので高壓用の送風機としても使用されて居る。

5. 送風機出口の速度と周速度

前項に依り、送風機の型式が決定しても如何なる寸法の送風機を使用すべきかが問題に成つて來る。使用狀態に於て、出來得る限り高い効率のものを使用すべきは勿論であるが、同時に送風機から發生する音響をも考慮しなければならぬ。

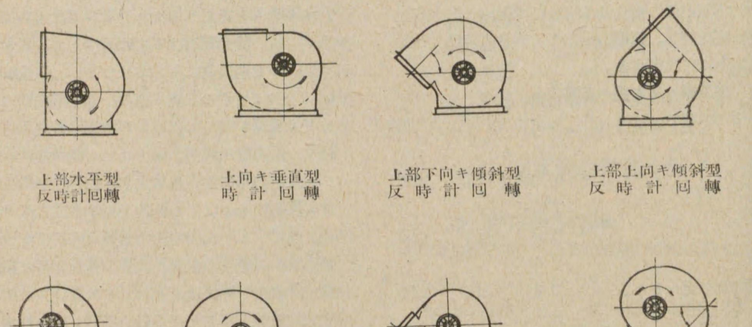
音響を生ぜしめる最も大きな原因は扇風機出口の空氣速度と周速度とである。この適當な範圍を示せば第136表の如くである。

第 136 表　適當な出口空氣速度と周速度

靜　壓	前曲翼型		後曲翼型	
mm Aq	出口速度 *m/s*	周速度 *m/s*	出口速度 *m/s*	周速度 *m/s*
6·35	5·0-5·5	7·6-8·5	4·0-4·5	13·2-15·7
12·70	5·0-6·0	10·0-11·0	4·5-6·5	17·2-20·3
25·40	7·5-9·0	14·3-15·8	6·0-9·5	24·4-29·2
38·10	9·0-10·5	17·6-19·3	7·0-11·5	29·2-35·3
50·80	10·0-12·0	20·3-22·8	8·0-13·5	33·7-40·8
63·50	11·5-13·0	22·7-25·2	9·0-14·8	37·8-45·7
76·20	12·5-14·0	24·9-27·2	10·0-16·0	41·6-50·0

6. 扇風機吹出方向の呼稱

下記8型式は何れも調車或は電動機側から見て各々時計回轉、反時計回轉の2種ある。



第 114 圖

第13章　音　　響

（平野委員）

空氣調和に於ては機械設備其他の原因から發生するものゝ內室內音響及音響遮斷が主なものである。放送室、講堂、音樂堂、劇場等の音響效果を最良にすること及びホテル、アパート、病院等に於て室外から傳はる音響を遮斷すること、或は特別な作業をする工場等で發生する音響を室外へ傳へない樣に遮斷防止することなどであつて、特に室內音響の騷音に就いて考慮することゝする。

1. 騷音の大さ

騷音とは音響の內、樂音及噪音の如何に關せず餘りに强烈過ぎるか又は不愉快な感じを與へるものを云ひ、其大さを表はすのに次の二つの方法がある。

a. デシベル　主に英米國で用ひられるもので音の强さを I_1, I_0 とすれば二音の强さ N は

$$N = log_{10} \frac{I_1}{I_0} \quad \text{ベル } (bel)$$

で表はす、この單位は大に過ぎるから普通その $\frac{1}{10}$ を用ひデシベルと云ふ。

$$N = 10 log_{10} \frac{I_1}{I_0} \quad \text{デシベル } (db)$$

或は强さの代りに壓力 p を用ゐることがある。I は p^2 に比例するから

$$N = 20 log_{10} \frac{p_1}{p_0} \quad \text{デシベル } (db)$$

b. フオン　主に獨乙で用ひられ最少可聽界限の壓力變化を基として壓力の比の e を底とする對數をフオンと云ふ。最近 10 を底とせる新フオンと呼ぶものを用ひることもある。

$$\alpha = log_e \frac{p_1}{p_0} \quad \text{フオン } (Phon)$$

2. 騷音測定の方法及器具

a. 音叉による法、音叉と時計を使用し直接耳によつて測定する。

b. オーデオメーター（米國ウエスターン電氣會社製）及バルクハウゼン計（獨乙ジーメン會社製）は各器具を使用し直接耳によつて測定する。

c. マイクロフオンによる法、マイクロフオンと增幅器を使用し指示計器によつて耳の聽覺によらず客觀的に强さを測る。

3. 室內に於ける騷音

種々な建物內の室內に於ける騷音度或は靜かさは室の大さ、內面の吸音性、壁床の性質によつて異るが室內で許される範圍は第137表通りである。

第137表　室內許容騷音度

室名	最少 db	代表 db	最大 db
トーキー撮影室	10	14	20
ラヂオ放送室	10	14	20
プラネタリアム	15	20	25
居宅、アパート等	25	35	40
劇場（正劇）	25	30	35
〃（映畫）	30	35	40
公會堂、演奏堂等	25	30	40
教會	25	30	35
事務室、私室（音響を考慮したもの）	25	33	40
私室（音響を考慮しないもの）	35	45	50
普通事務室	45	55	60
病院	25	40	55
教室	30	35	45
圖書室、博物館、美術館	30	40	45
公共建物	45	55	60
小商店	40	50	60
百貨店（上階部分）	40	50	55
〃（主階）普通商店	50	60	70
ホテル、食堂	40	50	60
料理店	50	60	70
銀行	50	55	60
工場	60	70	80
車輛			
鐵道車	60(a)	70	80
プルマン車	55(a)	65	75
自動車	50	65	80
運搬トンネル	75	35	95
航空機	30	35	100

(a) 停止中の列車に對しては 45 db が吾々の我慢出來る最大である

之は A. S. H. V. E. Guide (1939) によるもので單位は *db* であつて、空氣調和によつて發生する騷音を示すものでなく室内の騷音度を示すものである。

4. 空氣調和裝置に依る騷音及其絕緣

空氣調和裝置によつて發生される騷音は、建物或は室内に於て建物構造物を通じて傳はる機械類からの振動と音響とであり、他に風道を通じて傳はる裝置の噴霧、送風機、ポンプ、電動機等より生ずるもの、建物内から風道内空氣流となつて來るもの、風道内の渦流、振動から生ずるもの、同一風道に連絡する各室内に發生する音響の傳はるもの等がある。

從つて騷音響を絕緣するには、その經路原因を考慮し可及的に減少する樣にすれば良い、即ち建物構造物を音響的に絕緣物を使用し、室割を適宜に配置し機械室を隔て、振動的物質を室内に置かない樣にし、床壁等は吸音材、絕緣材を有効に使用する一方風道を傳はるものに對しては裝置室の機械回轉部分の振動、音響等を減少する樣選擇し、且つ据付を適當にし、風道は流速、板厚等を適當に選び且つ風道外部を絕緣材で被覆すること或は適當の個所に消音裝置を施すことなどで比較的騷音を絕緣出來るものである。

第14章　乾　　燥

(平野委員)

1. 乾　　燥

乾燥とは物質から液體（一般に水分）を除去する操作を云ふ。

普通は固體に就ての乾燥を取扱ふ、液體に就ては比較的少量の水分を含有してゐる場合にのみ取扱ひ多量に含有して居る場合は蒸發、又は蒸溜に於て取扱ふ、氣體に於ては水蒸氣、水滴の形で含有されてゐる水分を取扱ふ。

2. 乾燥方法

固體又は液體中に含有してゐる水分を蒸發によつて分離除去する方法が主であるが、廣義の乾燥は其他に分解法、化合法、吸收法、吸着法、冷却法、置換法等がある。

3. 乾燥機の種類

乾燥材料、乾燥溫度、時間其他の理由によつて種々の乾燥機がある。大別すれば第138表の通りである。

4. 乾燥に必要な條件

乾燥室内の條件と乾燥材料内の條件と相俟つて乾燥の目的を達するもので大體第139表の樣な關係がある。

5. 乾燥速度と乾燥時間

乾燥材料の乾燥溫度は熱經濟の點から高溫度に於て操作する方が種々の得點がある。然し仕上りが材料生來の特性を失ふ恐がある故其品質を低下させない程度に於て比較的高溫度に操作する。乾燥時間は各材料によつて特性ある故實驗的に定められる。

第14〇表は A. S. V. H. V. E. Guide (1939) 掲載のものゝ抄錄である。

第139表　乾燥機の種類

操作	型式	取扱方法	給熱法	乾燥材料
間歇操作	室内靜置型	乾燥室内に棚を設置し上に材料を置く	熱風裝置 直接放熱器	木材、皮革、羊毛、石綿、粘土
	運搬車型	運搬車上に材料を載せ乾燥室内に置く	熱風裝置	木材、繊物、絲類
	眞空型	密閉室内に材料を置き眞空裝置と連絡す	加熱攪拌 内部放熱器棚	食料品(澱粉穀物)、醫藥品
連續操作	トンネル型	數個の運搬車を順次に乾燥室内に入れ移動さす	熱風裝置	木材、陶器、煉瓦、澱粉、ゼラチン
	回轉型	圓筒器體を水平より傾斜して置き圓筒部を回轉す	熱風裝置 燃燒ガス	石綿、藥品、石炭、鑛石
	固定圓筒型	固定圓筒を水平に置き内部に攪拌翼を設置す	熱風裝置 蒸氣法	馬鈴薯、
	圓筒表面型	圓筒の表面に液を附着させ圓筒内部より加熱す	蒸氣法	繊物、紙
	噴霧型	濃原液を噴霧口から出す	熱風裝置	粉ミルク、砂糖、膠、鹽類
	往復輸送型	容器或はベルト上に載せ乾燥室内を往復さす	熱風裝置 直接放熱器	石綿、繭、魚類

第　139　表

乾燥室内の條件		乾燥材料内の條件	
温度	温度上昇すれば乾燥速度增大す	水分	材料の持つてゐる全水分から平衡水分を差引いた自由水分が乾燥に關係す
濕度	濕度減少すれば乾燥速度增大す		
空氣速度	空氣速度增大すれば乾燥度增大す其割合には諸説がある	擴散	擴散速度の變化は材料の特性並に含水量に關係す
氣壓	空氣の壓力減少すれば水蒸氣分壓減少し乾燥速度增大す	表面	積材料の表面積が大なる程乾燥速度增大す

第 140 表　諸材料の乾燥温度並に乾燥時間

材料	温度 (℃)	濕度(%)	時間
林檎	60～82	—	6 時
バナヽ 6·35 mm 厚	60	—	4～6 〃
桃	57	—	26 〃
梨	60	—	24 〃
胡桃	37·8	—	24 〃
珈琲	71～82	—	24 〃
椰子實	66～93	—	24 〃
乾杏	60	—	—
果實及野菜	60	—	2～6 時
ホップ	49～82	—	—
蠶豆	60	—	18 〃
豌豆	65·5	—	6 〃
馬鈴薯（薄片）	30	—	4 〃
〃（蒸物）	36·7	—	6·5 〃
穀物	43·3～65·6	—	—
米	65	—	—
乾酪素	82·2	—	5 時
砂糖	65·5～93	—	20～30 分
澱粉	82～93	—	1～4 時
混合飼料	82～105	—	20～30 分
牛乳及液體食物の噴霧乾燥	57～149	—	隔時
鹽（回轉式乾燥機）	176	—	—
煙草（葉）	29·5～54·5	—	12 時
〃（輪）	82·2～93·3	—	12 〃
毛布	50	—	30 分
獸皮（薄物）	32	—	2～4 時
〃（厚物）	21～32	—	4～6 日

材料	温度 (℃)	濕度(%)	時間
皮革	25·6～35	85	—
〃（靴底厚物）	32	70	4 日
〃（上部）	27	—	2～3 〃
毛皮	43	—	—
羽毛	65·6～82·2	—	—
羊毛	40·6	—	—
毛氈	87·8	—	4～8 時
フエルト	82～93	—	—
毛髪具	65·5～87·8	—	10 時
帽子フエルト	60～82	—	—
麻	60	—	20 分
襤褸	82	—	—
襯衣	50	—	8 時
編物	60～82	—	—
ロックウール（絶緣材）	149	—	8 時
煉瓦（連續的）	17·7～32·2	—	24 〃
煉炭	593	—	108 分
陶器（火入前）	65·6	70～20	24 時
石膏板 9.5 mm 厚（濕潤開始）	176	—	60 分
〃（乾燥仕上）	135	—	—
石膏塊	176～87·8	—	8～16 時
テラコッタ（調整室内に於て）	65·5～93·3	—	12～16 〃
コンヂット管（エナメル塗）	204	—	2 〃
電動機電動子ニス塗	93	—	2·5 〃
〃電磁コイル	82	—	6 〃
〃固定子	121	—	6·5 〃
エナメル(合成的のもの) 自動車類の仕上	107	—	2 時間＋空氣乾燥
〃 貯藏箱(金屬白色)	138～218	—	1 時
〃 同(木製内部白色)	107	—	3 〃
エナメル(非合成的のもの) 棚柱(綠色)	93	—	1 〃
〃 ゴルフ球(白色)	32～35	40～50	18～36 〃
〃 自動車小物(黒色)	232	—	1 〃
〃 鋼鐵家具	107～149	—	30～350分
ベンキ塗木輪	65·6	35	8～24 時
〃 薄銅板	176～60	22～30	2～5 〃
ニス塗冷藏函	43·3	35	5～7 〃
〃 舵輪	43·3～60	25～35	終夜
ガラスエナメル（火入前）	76·7	—	—
生砂鑄型(鑄鐵型箱入表面曝露) 203 mm 厚	315·5	—	6 時
〃 330 〃	371	—	13 〃

材　　料		温　度 (°C)	濕度(%)	時　　間
鑄型中子	13～25 mm 厚	149	—	30 分
〃	75 〃	249	—	2·5 時
〃	203 〃	249	—	4·5 〃
〃	406 〃	371	—	10 〃
〃 クランク室	(連續爐中)	274～298	—	2～3 〃
〃 放熱器	(〃)	135～232	—	1.5 〃
木材	(生硬木)	38～82	—	3～180日
〃	(生軟木)	71～104·5	—	2～14 〃
板紙		35	—	10 時
ベニヤ板	6.35 mm 厚3枚重ね	48·9～54·5	35～40	9～8 時+2 時間、馴化
〃 30	〃 5 〃	48·9～54·5	35～40	16～18 〃 +4 〃 〃
〃 31.7	〃 5 〃	48·9～54·5	35～40	20～24 〃 +4 〃 〃
壁板	(粘付合せ板)	149	—	15～20 分
〃 絶緣用	(回轉式乾燥材)	149～196	—	2.5～3 時
〃 〃	(運搬車 〃)	149～196	—	24～48 〃
蓄電池板		37·8～43·3	90	24 〃
〃		121	90 以下	6 〃
リノリューム	(ワニス塗)	43～63	10～30	6～10 〃
紙	(機械乾燥)	267	—	—
〃	(空氣 〃)	32～93	—	—
壁紙	(下地塗)	60	45	30 分
〃	(ワニス塗)	60～71	—	15 〃
厚紙	(酒精ワニス塗)	65.6	—	1～2 〃
インキ印刷		21～149	—	—
石版	(ブリキ罐印刷)	121～149	—	18～25 分
〃	(日本風印刷)	177	—	—
マツチ		60～82	—	—
活動寫眞用フキルム		29～43	—	20～30 分
ゴム		29·5～32	—	6～12 時
〃	(再製)	60～93·3	—	1～2 〃
石鹸		37·8～51·7	—	12～72 〃
膠	(金網上薄板)	21～32	—	6～9 日
〃	(薄膜)	21～32	—	2 〃
〃	(器具塗布)	54·5	—	4 〃
ゼラチン		43	—	—
腸	(内臟)	65·5	—	—
タンニン	(噴霧乾燥)	121～149	—	瞬時

第15章　熱　絶　緣

(渡邊委員)

1. 計算式及計算圖表

熱絶緣材を施工すべき面が平面或は平面に近い場合は熱絶緣材を貫流する熱量は次式で計算出來る。

$$Q=\frac{(\theta_i-\theta_r)}{R}=k(\theta_i-\theta_r)\ kcal/m^2h\cdots(78)$$

$$R=\frac{1}{\alpha_1}+\frac{1}{\alpha_2}+\frac{t_i}{\lambda_i}+\frac{t_1}{\lambda_1}+\cdots+\frac{t_n}{\lambda_n}$$
$$=\frac{1}{k}\ m^2h°C/kcal\quad\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots(79)$$

$$Q=\alpha_1(\theta_i-\theta_0)=\alpha_2(\theta_{n+1}-\theta_r)\ kcal/m^2h$$
$$\cdots\cdots\cdots(80)$$

玆に Q は傳熱量 $kcal/m^2h$, θ_i は內部流體の溫度 °C, θ_r は氣溫 °C, R は熱貫流抵抗 $m^2h°C/kcal$, k は傳熱係數 $kcal/m^2h°C$, α_1 は內部流體と熱絶緣施工壁體內面間の表面傳熱係數 $kcal/m^2h°C$, α_2 は外部流體（普通の場合は空氣）と絶緣材料表面間の表面熱傳導係數 $kcal/m^2h°C$, t_i は絶緣材料施工壁の厚さ m, t_1, t_2 ……t_n は各絶緣材の厚さ m, λ_i は絶緣施工壁の熱傳導率 $kcal/m\,h°C$, λ_1, λ_2……λ_n は各絶緣材料の熱傳導率 $kcal/m\,h°C$, θ_0 は壁內面溫度 °C, θ_{n+1} は最外部絶緣材の表面溫度 °C を示す。

α_1 は一般に大きく、又施工面が金屬である場合は λ_i も大きく、t_i は小なのが普通である。從つて第 79 式の第1項と第3項は省いても大した差がない、更に絶緣材料が一種類の場合には (78), (79), (80) 式は簡單に次の如くになる。

$$Q=\frac{(\theta_1-\theta_r)}{R}=k(\theta_1-\theta_r)\ kcal/m^2h\cdots(81)$$

$$R=\frac{1}{\alpha}+\frac{t}{\lambda}=\frac{1}{k}\ m^2h°C/kcal\cdots(82)$$

$$Q=\alpha(\theta_2-\theta_r)\ kcal/m^2h\ \cdots\cdots\cdots\cdots(83)$$

玆に θ_1 は絶緣材施工壁外面の溫度で上述の理由に依つて內部流體溫度 θ_i に等しいと考へたのである。α は (79) 式の α_2 に當り、θ_2 は絶緣材外表面の溫度を示す。α の値は空氣狀態に依つて異なるが普通 8～12 $kcal/m^2h°C$ 位である。

第115圖は (81)(82)(83) 式の計算圖表である。

例題 1.

λ, α, t を與へて Q を求むること。

$\alpha=10\,kcal/m^2h°C$, $t=0{\cdot}05\,m$, $\lambda=0{\cdot}05\,kcal/mh°C$ とすれば t と λ を結び直線 ab を引き先づ、$r=10$ を得る、次に $r+1$ 卽ち 11 に對する k の讀みとして 0·91 $kcal/m^2h°C$ を得る。今若し $\theta_1=300°C$, $\theta_r=20°C$ とせば

$$Q=0{\cdot}91\times(300-20)=255\,kcal/m^2h$$

を得る。

Q 或は k を與へて t を求むる事は上の逆法を用ふれば良い。

例題 2.

α, λ, t を與へて θ_2 を求むること。

例題1に於ける絶緣材の表面溫度 θ_2 を求めるには t λ とを結ぶ直線 ab の延長に r 卽ち 10 を得る。依つて $\theta_1=300°C$, $\theta_r=20°C$ とすれば

$$\theta_2=\frac{\theta_1+r\theta_r}{1+r}=\frac{300+10\times20}{1+10}=45{\cdot}5°C$$

を得る。

θ_1, θ_r, α, λ, θ_2 を與へて t を求むる計算は上の逆法に依れば良い。

上の例では $\alpha=10\,kcal/m^2h°C$ の場合を示したが若し $\alpha=5\,kcal/m^2h°C$ の如き場合には目盛の數字を圖表に記入の如く變更せねばならない、例題1では cd 直線により $r=5$ となり $r+1$ 卽ち 6 に對する k の値は 0·83 $kcal/m^2h°C$ となる、又例題2の例では $r=5$ なるが故に、

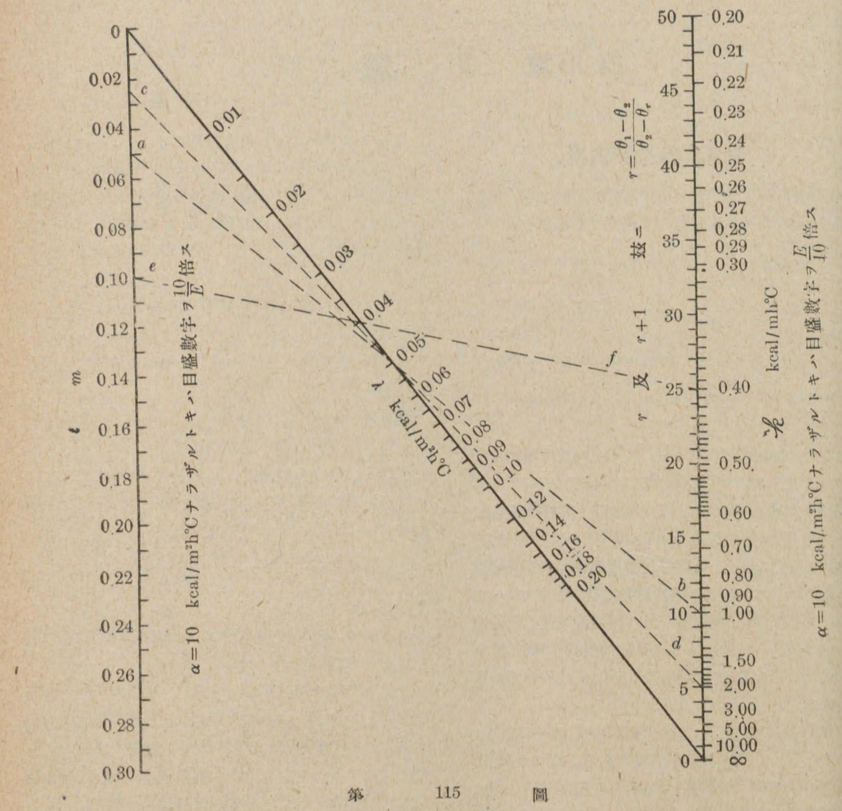
$$\theta_2=\frac{300+5\times20}{1+5}=66{\cdot}6°C$$

となる。

管等に絶緣材料を施工するとき管の長さ 1 m から傳達される熱量は次式で計算される。

$$Q=\frac{(\theta_i-\theta_r)}{R}=k(\theta_i-\theta_r)\ kcal/mh\cdots(84)$$

$$R=\frac{1}{\pi}\left(\frac{1}{\alpha_i d_i}+\frac{1}{\alpha_2 d_{n+1}}\right.$$
$$+\frac{1}{2\lambda_i}log_e\frac{d_1}{d_i}+\frac{1}{2\lambda_1}log_e\frac{d_2}{d_1}+\cdots$$
$$\left.+\frac{1}{2\lambda_n}log_e\frac{d_{n+1}}{d_n}\right)=\frac{1}{k}\cdots\cdots\cdots(85)$$



第　115　圖

$$Q=\pi d_{n+1}(\theta_{n+1}-\theta_r)\alpha_2$$
$$=\pi d_i(\theta_i-\theta_0)\alpha_1 \quad kcal/mh \quad \cdots\cdots(86)$$

玆に d_i は管の內徑 m, d_1 は管の外徑 m, $d_2, d_3 \cdots d_n$ は各絶緣材の外徑 m を示す。平面の場合と同樣に (85) 式の第1項及第3項を省き單一材料とすれば式は次の如くなる。

$$Q=\frac{(\theta_1-\theta_r)}{R}=k(\theta_1-\theta_r) \quad kcal/mh°C \quad \cdots\cdots(87)$$

$$R=\frac{1}{\pi}\left(\frac{1}{\alpha d_2}+\frac{1}{2\lambda}\log_e\frac{d_2}{d_1}\right)$$
$$=\frac{1}{k} \quad m^2h°C/kcal \quad \cdots\cdots(88)$$

$$Q=\pi d_2\alpha(\theta_2-\theta_r) \quad kcal/mh \quad \cdots\cdots(89)$$

第116圖及第117圖は (87), (88), (89) 式の計算圖表である。

例　題　3.

$\alpha, \lambda, \theta_1, \theta_2, \theta_r, d_1$ を與へて d_2 を求むること。

今 $\lambda=0{\cdot}05$ kcal/m h °C, $\alpha=10$ kcal/m² h °C, $\theta_1=300°C$, $\theta_2=40°C$, $\theta_r=27°C$, $d_1=0{\cdot}2$ m とする、第116圖に於て左方垂直軸 λ の値と左方斜軸上の r 即ち $\frac{\theta_1-\theta_2}{\theta_2-\theta_r}=\frac{300-40}{40-27}=20$ の點を結ぶ直線 ab を引き中央垂直軸上に交點 b を作る。此の b の交點と右方垂直軸上の d_1 の點 c とを結び之の直線 bc が右方斜軸と交はる點に r' の値即ち1·76を得る、依つて d_2 は $0{\cdot}2\times1{\cdot}76=0{\cdot}352$ m となる。

第116圖に依つて d_1, d_2, λ を與へて r を求むることも出來る、從つて θ_1, θ_r を與へれば θ_2 を求むる事が出來る。

第116圖は $\alpha=10$ kcal/m²h°C の場合の圖表であるが若し α の値が他の數値なるときは目盛を變更すればよい。

例題3の例で $\alpha=5$ kcal/m²h°C とすれば線 dec により $r'=2{\cdot}35$ となり、$d_2=0{\cdot}2\times2{\cdot}35=0{\cdot}47$ m となる。

例　題　4.

$\alpha, \lambda, d_1, d_1, \theta_1, \theta_r$ を與へて k 乃至 Q を求むること。

先づ第116圖に依つて r を求める、例へば例題3を取つて今 $\lambda=0{\cdot}05$ kcal/m h °C, $\alpha=10$ kcal/m² h °C, $d_1=0{\cdot}2$ m, $d_2=0{\cdot}352$ m とすれば $r'=\frac{d_2}{d_1}=1{\cdot}76$ となり c と a により $r=20$ を得る。次に第117圖に移つて $1+r$ 即ち之の場合 21 と d_2 とより $\alpha\omega$ に依つて $k=0{\cdot}524$ を得る。從つて $\theta_1=300°C$, $\theta_r=27°C$ とすれば

$$Q=0{\cdot}524\times(300-27)=143 \quad kcal/m\,h$$

となる。上の例で $\alpha=5$ kcal/m²h°C の場合は先づ第116圖に於て cbd により $r=10$ を得る、次に第117圖に於て dc により $k=0{\cdot}5$ kcal/mh°C を得る、從つて之の場合

$$Q=0{\cdot}5\times(300-27)=137 \quad kcal/mh$$

となる。

2. 防露用絶緣材の厚さ

熱絶緣材料を施工すべき面の溫度が其周圍の室溫より低い場合は、絶緣材施工後の絶緣材表面の溫度が室內の露點溫度以下では絶緣材表面に水分の凝結を來す。依つて之の如き場合の絶緣材の厚さは少なくも表面溫度が露點溫度以上になることを條件として定めねばならない。此の場合の α の値は 4～8 kcal/m²h°C 位が適當である。絶緣材の厚さの算出は第115圖及第116圖を利用する事が出來る。

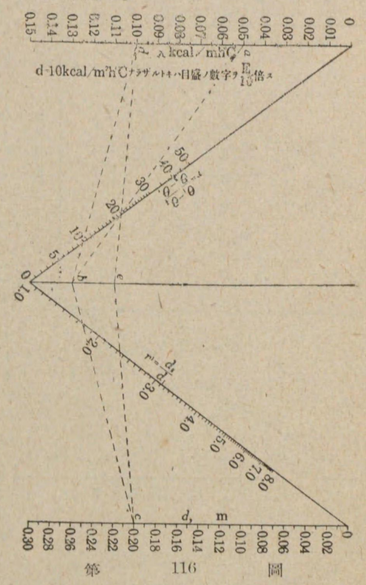
例　題　5.

今平面の場合で　$\theta_1=-40°C$,　$\theta_r=25°C$, $\lambda=0{\cdot}04$ kcal/mh°C, 關係溫度 80%, $\alpha=8$ kcal/m²h°C の場合の絶緣材料の厚さを求めんに、之の場合露點溫度は 22·5°C なるが故に

$$r=\frac{-40-22.5}{22{\cdot}5-25}=25$$

となる。第115圖に於て fe により $t=0{\cdot}10$ m を得る、$\alpha=8$ kcal/m²h°C なるが故に t の目盛を變更すれば $t=0{\cdot}10\times\frac{10}{8}=0{\cdot}125$ m となる。

施工面が導管面である場合は第116圖に依つて厚さを求める事が出來る。



第　116　圖

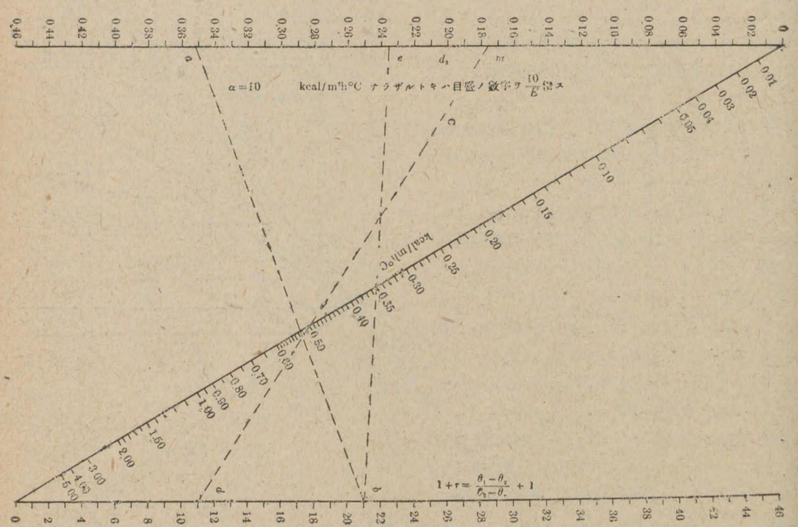
次に冷水管、冷房用ダクト、冷凍關係低溫管の絶緣材の厚さを求めると以下の如くになる。

(1) 水管防露用絶緣材の厚さ

$\theta_1=15°C$,　$\theta_r=30°C$,　關係濕度=80%, $\lambda=0{\cdot}052$ kcal/m h °C (ウールペーパー主材防露カバー), $E=4$ kcal/m h °C

第　141　表

管　徑 (in)	厚さ mm	管　徑 (in)	厚さ mm
½	30	3½	40
¾	30	4	40
1	35	4½	45
1¼	35	5	45
1½	40	6	45
1¾	40	8	45
2	40	10	45
2½	40	12	45
3	40	平　面	55



第　117　圖

第　142　表

$\lambda=0.029\ kcal/m\,h°C$(獸毛フエルト主材防露カバー)

管徑 (in)	厚さ mm	管徑 (in)	厚さ mm
½	20	3½	25
¾	20	4	25
1	20	4½	25
1¼	20	5	25
1½	20	6	25
1¾	20	8	30
2	20	10	30
2½	25	12	30
3	25	平面	35

(2) 冷房風道防露用絶緣材の厚さ

冷房せざる場所を通る冷房用空氣ダクトに對しては $\theta_1=10°C$, $\theta_r=30°C$, 關係濕度=80%, $\alpha=4\ kcal/m^2h°C$ とすれば

$\lambda=0.05\ kcal/m\,h°C$ (テツクス級絶緣材料) を用ふれば　$t=75\ mm$ ($Q=11.2\ kcal/m^2h$)

$\lambda=0.037\ kcal/m\,h°C$ (コルク級絶緣材料) を用ふれば　$t=55\ mm$ ($Q=11.2\ kcal/m^2h$)

$\lambda=0.029\ kcal/m\,h°C$ (獸毛フエルト級絶緣材料) を用ふれば　$t=45\ mm$ ($Q=11.2\ kcal/m^2h$)

冷房せる室内を通る冷房用空氣ダクトに對しては $\theta_1=10°C$, $\theta_r=25°C$, 關係濕度=60%, $\alpha=4\ kcal/m^2h$ とすれば

テツクス級絶緣材料を用ふれば　$t=20\ mm$ ($Q=22.2\ kcal/m^2h$)

コルク級絶緣材料を用ふれば　$t=15\ mm$ ($Q=22.2\ kcal/m^2h$)

獸毛フエルト級絶緣材料を用ふれば　$t=12\ mm$ ($Q=22.2\ kcal/m^2h$)

(3) 冷凍機關係低溫管用絶緣材の厚さ

$\theta_r=25°C$, 關係濕度=80%, $\alpha=4\ kcal/m^2h°C$, $\lambda=0.036\ kcal/m\,h°C$ (コルク級絶緣材) とすれば第143表の如くになる。

第　143　表

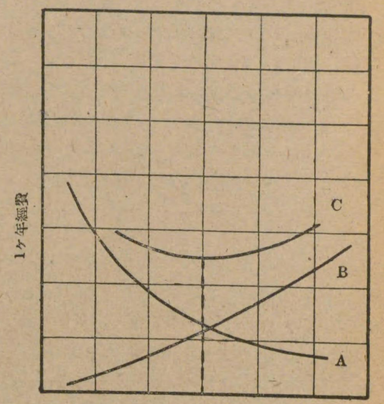
管徑 (in)	$\theta_1=-40$	$\theta_1=-30$	$\theta_1=-20$	$\theta_1=-10$	$\theta_1=0$
	絶緣材厚さ mm				
½	95	80	70	55	40
¾	100	85	75	60	45
1	100	85	75	60	45
1¼	105	90	80	65	45
1½	110	95	80	65	50
1¾	110	100	85	70	50
2	110	100	85	70	50
2½	120	105	90	70	55
3	120	110	90	75	55
3½	125	110	95	75	55
4	130	115	95	75	60
4½	135	115	100	80	60
5	140	120	100	80	60
5½	140	120	105	85	60
6	140	125	105	85	65
8	150	130	110	90	65
10	155	135	115	90	65
12	160	135	115	90	70
平面	225	190	150	115	80

3. 絶緣材料の經濟的厚さ

平面の場合でも管の場合でも絶緣材料の厚さが增加すれば(82)式或は(88)式の R が大となり、Q は小になる。今或管について絶緣材の厚さと放散熱量に相當する燃料費の1ヶ年間の合計との關係を示すと第118圖の A の如き性質の曲線を得る。又絶緣材の厚さと其絶緣工事に要した費用の1ヶ年間に對する償却費との關係を描くと B の如き性質の曲線を得る。A と B の和が1ヶ年間の總經費で之れは第118圖 C の如き曲線となる。C 曲線の最低點に相當する絶緣材の厚さが經濟的厚さであり次式に依り計算出來る。

$$l_n g_e \frac{r_2+\Delta r_2}{r_1}\times(r_2+\Delta r_2)=\sqrt{\frac{\lambda\theta hv}{nP}} \quad \cdots\cdots\text{管}\cdots\cdots(90)$$

$$t+\Delta t=\sqrt{\frac{\lambda\theta hv}{nP}} \quad \cdots\cdots\text{平面}\cdots\cdots(91)$$



第　118　圖

但し　r_1=管外半徑 m

r_2=絶緣材料外半徑 m

$\Delta r_2=\frac{\lambda}{\alpha}\cdot m$

$\theta=\theta_1-\theta_r$ °C

λ=絶緣材の熱傳導率 $kcal/m\,h°C$

h=1ヶ年間の使用時間 $h/year$

v=熱の値 $yen/kcal$

P=絶緣材1 m^3 當りの絶緣材料及工事費 yen/m^3

n=1ヶ年當り絶緣工事費及材料費償却の割合(絶緣工事費及材料費に對する)

t=絶緣材料の厚さ m

$\Delta t=\frac{\lambda}{\alpha}\ m$

$t+\Delta t$ 及 $r_2+\Delta r_2$ は第119圖により求める事が出來る。$\sqrt{\frac{\lambda\theta hv}{nP}}$ 値のが小なるときは第119圖による値は正確でない、之の場合には計算により $\sqrt{\frac{\lambda\theta hv}{nP}}$ を求め、次に第119圖の右上隅の曲線のみを用ふればよい

例 題 6.

次の條件に於ける絶縁材料の經濟的厚さを平面及 4″ 管に就て求めよ。

$h=4{,}500\ h/year$, $v=8\ yen/10^6\ kcal$,

$\theta_1=320°C$, $\theta_r=20°C$, $\lambda=0{\cdot}05\ kcal/m\,h°C$,

$P=150\ yen/m^3$, $n=0{\cdot}1$, $\alpha=10\ kcal/m^2h°C$

第 119 圖の點線の順序により $t+\Delta t=190\ mm$, 及び $r_2+\Delta r_2=172\ mm$ を得る。

$$\Delta t=\Delta t_2=\frac{0{\cdot}05}{10}=0{\cdot}005\ m$$

なるが故に $r_2=172-5=167\ mm$, $t=190-5=185\ mm$ となる。

次に暖房湯管及蒸氣管の絶縁材の厚さを求めると第144表の如くになる。但し $h=1{,}800\ h/year$, $\theta_r=5°C$, $v=7\times10^{-6}\ yen/kcal$, $n=0{\cdot}2$ として計算したものである。

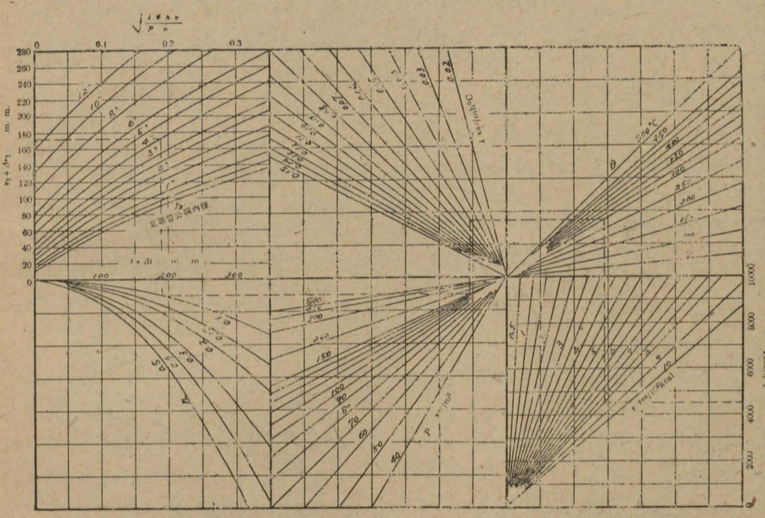
第　144　表

アスベストスポンヂ級絶縁材料

$\lambda=0.043\ kcal/m\,h°C$, $P=350\ yen/m^3$ 及び $\frac{\lambda}{P}=0.000123$ を滿足する他の絶縁材

（括弧内は損失熱量 Q の値を示す　單位 $kcal/m\,h$ 或は $kcal/m^2h$）

管徑 (in)	$\theta_1=80°C$ (溫水)	$\theta_1=100°C$	$\theta_1=133°C$	$\theta_1=170°C$
½	10(21·0)	15(22·8)	15(30·7)	20(36·3)
¾	10(22·5)	15(26·6)	15(33·5)	20(41·6)
1	15(24·0)	15(30·4)	20(36·2)	20(46·7)
1¼	15(27·0)	15(34·2)	20(41·2)	20(53·1)
1½	15(30·0)	15(38·0)	20(46·1)	20(59·4)
1¾	15(34·5)	15(43·7)	20(49·9)	20(64·3)
2	15(38·3)	15(48·5)	20(52·5)	20(67·6)
2½	15(44·3)	20(45·1)	20(60·8)	25(75·0)
3	15(50·2)	20(55·0)	20(74·1)	25(85·5)
3½	15(56·2)	20(59·9)	20(80·6)	25(95·6)
4	15(61·5)	20(64·5)	20(87·0)	25(104·0)
4½	15(66·8)	20(70·3)	25(87·0)	25(112·0)
5	15(71·2)	20(76·0)	25(93·5)	25(121·0)
5½	15(77·3)	20(82·1)	25(100·0)	25(129·0)
6	15(82·5)	20(88·2)	25(109·0)	25(140·0)
8	15(116·0)	20(130·0)	25(179·0)	25(188·0)
10	20(120·0)	20(152·0)	25(163·0)	30(193·0)
12	20(143·0)	20(181·0)	35(185·0)	30(200·0)
平面	25(109·0)	25(139·0)	30(159·0)	35(182·0)



第　119　圖

第　145　表

炭酸マグネシウム級絶縁材料

$\lambda=0{\cdot}06\ kcal/m\,h°C$, $P=280\ yen/m^3$ 及び $\frac{\lambda}{P}=0{\cdot}000214$ を滿足する他の絶縁材

（括弧内は損失熱量 Q の値を示す　單位 $kcal/m\,h$ 或は $kcal/m^2h$）

管徑 (in)	$\theta_1=80°C$ (溫水)	$\theta_1=100°C$	$\theta_1=133°C$	$\theta_1=170°C$
½	15(26·2)	15(33·2)	20(37·1)	20(47·9)
¾	15(30·0)	15(38·0)	20(42·9)	20(55·3)
1	15(33·4)	20(36·1)	20(48·6)	25(57·8)
1¼	15(42·0)	20(41·8)	20(56·3)	25(64·4)
1½	15(50·6)	20(46·5)	25(55·0)	25(71·0)
1¾	15(51·6)	20(50·3)	25(58·8)	25(76·0)
2	15(52·5)	20(53·2)	25(61·4)	25(99·3)
2½	20(56·5)	20(71·6)	25(74·2)	30(92·5)
3	20(60·7)	25(64·5)	25(87·0)	30(111·0)
3½	20(67·0)	25(73·1)	25(98·5)	30(120·0)
4	20(73·0)	25(81·6)	30(99·8)	30(129·0)
4½	20(77·2)	25(88·3)	30(108·0)	30(132·0)
5	20(81·8)	25(95·0)	30(115·0)	35(135·0)
6	20(109·0)	25(107·0)	30(141·0)	35(153·0)
8	20(135·0)	25(133·0)	30(160·0)	35(187·0)
10	20(165·0)	25(161·0)	30(186·0)	35(232·0)
12	25(165·0)	25(209·0)	30(218·0)	35(269·0)
平面	30(124·0)	35(135·0)	40(167·0)	45(193·0)

第　146　表

硅藻土級絶縁材料

$\lambda=0.088\ kcal/m\,h°C$, $P=240\ yen/m^3$ 及び $\frac{\lambda}{P}=0{\cdot}000367$ を滿足する他の絶縁材

（括弧内は損失熱量 Q の値を示す　單位 $kcal/m\,h$ 或は $kcal/m^2h$）

管徑 (in)	$\theta_1=80°C$ (溫水)	$\theta_1=100°C$	$\theta_1=133°C$	$\theta_1=170°C$
½	15(31·5)	20(37·0)	20(59·0)	25(61·5)
¾	15(39·0)	20(43·7)	25(57·6)	25(74·4)
1	20(39·0)	20(49·4)	25(65·3)	25(84·4)
1¼	20(45·7)	20(57·9)	25(73·0)	30(87·6)
1½	20(52·5)	25(58·9)	25(79·4)	30(96·0)
1¾	20(56·2)	25(63·6)	25(85·8)	30(106·0)
2	20(60·0)	25(67·5)	30(89·7)	30(116·0)
2½	20(69·0)	25(81·6)	30(104·0)	35(136·0)
3	25(72·6)	25(96·0)	30(118·0)	35(143·0)
3½	25(82·5)	25(99·8)	30(128·0)	35(149·0)
4	25(91·5)	30(90·0)	35(122·0)	40(149·0)
4½	25(98·4)	30(103·0)	35(133·0)	40(155·0)
5	25(105·0)	30(115·0)	35(141·0)	40(172·0)
5½	25(112·0)	30(125·0)	35(149·0)	40(177·0)
6	25(119·0)	30(133·0)	35(156·0)	40(187·0)
8	25(150·0)	30(170·0)	35(195·0)	40(248·0)
10	25(180·0)	30(200·0)	40(230·0)	45(264·0)
12	30(183·0)	30(238·0)	40(256·0)	45(300·0)
平面	40(135·0)	45(154·0)	55(172·0)	60(205·0)

4. 冷却或は加熱防止用絶縁材料の厚さ

熱絶縁を施したる容器或は管内の流體の冷却或は加熱の程度は近似的に次式を以て計算出來る。

(i) 平面の場合

$$\theta=(\theta_1-\theta_r)\times e^{-\frac{A}{B}t}+\theta_r \quad \cdots\cdots(92)$$

$$A=\frac{\lambda}{S+\Delta S} \quad \cdots\cdots(93)$$

平面

$$B=c_1w_1+c_2w_2+c_3fw_3 \quad \cdots\cdots(94)$$

$$h=1-\frac{1}{2}\cdot\frac{S}{S+\Delta S}\cdot\frac{1}{2} \quad \cdots\cdots(95)$$

但し　S＝絶縁材の厚さ m

w_1＝容器壁面單位面積當りの流體の重量 kg/m^2

w_2＝容器壁板の重量 kg/m^2

w_3＝絶縁面積當りの絶縁材の重量 kg/m^2

c_1＝流體の比熱 $kcal/kg\,°C$

c_2＝容器壁材料の比熱 $kcal/kg\,°C$

c_3＝絶縁材の比熱 $kcal/kg\,°C$

θ_1＝流體の最初の溫度（容器壁面の溫度と同一とみなす）$°C$

θ_r＝室　溫 $°C$

$\theta=t$ 時間後の流體の溫度 $°C$

λ＝絶縁材の熱傳導率 $kcal/m\,h°C$

α＝絶縁材の表面傳熱係數 $kcal/m^2h°C$

$$\Delta S=\frac{\lambda}{\alpha}$$

(ii) 管の場合

$$\theta=(\theta_1-\theta_r)\times e^{-\frac{A}{B}t}+\theta_r$$

$$A=\frac{\log_e\dfrac{2\pi\lambda}{r_2+\Delta r_2}}{r_1} \quad \cdots\cdots(96)$$

$$B=c_1w_1+c_2w_2+c_3fw_3$$

$$h=\frac{(r_2+r_1)(r_2+3\,\Delta r_2)-2\,r_1^2}{3\,(r_2+r_1)\{r_2+\Delta r_2)-r_1\}}$$

$$\fallingdotseq\frac{1}{3}\cdot\frac{2\,r_1+r_2}{r_2+r_1} \quad \cdots(97)$$

玆に　r_1＝管外徑 m

r_2＝絶縁材の外半徑 m

$$\Delta r_2=\frac{\lambda}{\alpha}$$

例　題　7.

厚さ 3 *mm* の鐵板にて作れる直徑 1 *m*, 長さ 1 *m* の圓筒狀水槽に湯度 80°*C* の湯を一杯に滿し外部を熱傳導率 0.05 *kcal/m h°C* の絕緣材にて厚 25 *mm*, の絕緣施工せる場合、氣溫 5°*C* とせば 2 時間後の湯の溫度は幾何降下するや、但し絕緣材の重量は 210 *kg/m*³, 比熱を 0·2 *kcal/kg °C*, 鐵板の比熱を 0·11 *kcal/kg, °C* とす。

水槽の全容積＝0·785 m^3

水槽の全表面積＝4·71 m^2

$$w_1=\frac{785}{4\cdot71}=167\ kg/m^2$$

$$w_2=27\cdot2\ kg/m^2$$

$$w_3=210\times0\cdot025=5\cdot25\ kg/m^2$$

$$c_1=1,\quad c_2=0\cdot11,\quad c_3=0\cdot2$$

$$\Delta S=\frac{\lambda}{\alpha}=\frac{0\cdot05}{10}=0\cdot005$$

$$h=1-\frac{1}{2}\times\frac{0.025}{0\cdot025+0\cdot005}$$

$$=1-\frac{1}{2}\frac{0\cdot025}{0\cdot03}=0\cdot583$$

$$A=\frac{0\cdot05}{0\cdot03}=1\cdot668$$

$$B=1\times167+0\cdot11\times27\cdot2+0\cdot2\times0\cdot583\times5\cdot25$$

$$=170\cdot63$$

$$\frac{A}{B}t=\frac{1\cdot668}{170\cdot63}\times2=0\cdot01955$$

$$e^{-0\cdot01955}=0\cdot98$$

$$\therefore\quad\theta=(80-5)\times0\cdot98+5=78\cdot5°C$$

水管の凍結を防止するための必要なる絕緣材の厚さも上式を以て計算出來る。

最初の水の溫度＝5°*C*, 氣溫＝−3°*C*, 管內水の流動停止時間＝12*h* とせる場合管內の水の凍結を防止するに必要な絕緣材の厚さは第 147 表の如くである。

此の如き目的に使用する絕緣材は單に熱傳導率が小なるのみにては充分ならず (92) 式の $\frac{A}{B}$ の小なること卽ち $\frac{\lambda}{c\rho}$ なる溫傳導率の小なる事を必要とする。然し一般に λ の小なる物は ρ は小さく、c の値も非常に大なるものは絕緣材料中には少ない。其處で λ の小なる絕緣材料中に熱容量の大きな薄い層を挿入すると効果がある。第 146 表の右欄と左欄とを比較すれば分かる。管が太い場合には內部の水の熱容量が大きく絕緣材料の熱容量は大きな影響なく一方アスファルト層挿入により熱傳導率が大となるため有効でない

第　147　表

管　徑 *in*	絕　緣　材　料	
	獸毛フエルト *mm*	獸毛フエルト 12 *mm* 每にアスファルト層（約 3 *mm* 厚）を挿入せる場合
½	115	70
¾	100	65
1	85	60
1¼	70	55
1½	60	50
1¾	45	45
2	35	—
2½	25	—
3	20	—
3½	15	—
4	15	—
4½	15	—
5	10	—
5½	10	—
6	10	—

5. 熱絕緣材料各論

熱絕緣材料の撰擇の目標は次の如きものである。

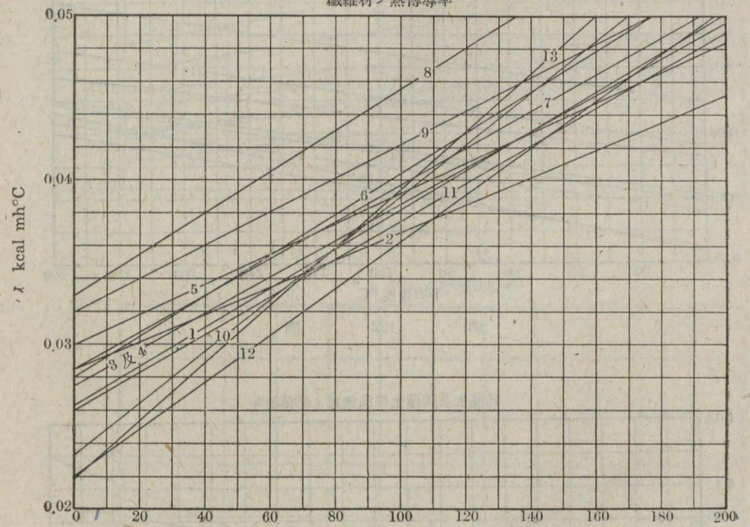
1. 長時間所要溫度にて加熱さるゝも材質の變化せざること。
2. 熱傳導率の小なること。
3. 低溫度に使用するものは吸濕性ならざること
4. 冷却防止用に使用するものに於ては比熱の大なること。
5. 輕量なること。

一般に氣體の熱傳導率は液體、固體より小で、空氣の熱傳導率は 20°*C* に於て 0·0215 *kcal/mh °C* である。今日熱絕緣材料として用ひられるものは自然に氣泡を有するものか、或は人工的に小なる氣泡を作り空氣の對流を行はしめず、單に傳導のみ起り得る如くせるものかである。卽ち空氣の低熱傳導率を利用したものが多い。從つて一般に密度小なるもの程熱絕緣性が大である。

第 147 表は各種熱絕緣材料の性能を示したものであり、第 120 圖より第 128 圖迄は其等の熱傳導率を示したものである、炭酸マグネシウム及硅藻土を主材とした水練り保溫材は施工時に於ける添加水量の大小により出來上りの密度異なり、又一つの保溫材に對する最大吸水率と此の保溫材に最大吸水率の添加して仕上げた場合の密度との間に一定の關係がある。此の關係を示したものが第 129 圖である。第 130 圖は仕上り密度と傳導率との關係を示したものである。例へば最大吸水率 250% の硅藻土に此の率の水を添加して水練り乾燥したるものは密度 0·43 *gr/cm*³ となり其熱傳導率は

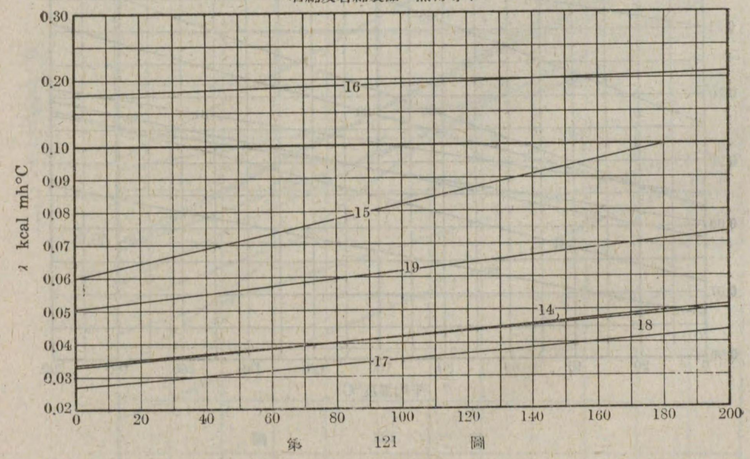
100°*C* に於て 0·086 *kcal/mh°C* を有する。第 129 圖の關係は又一つの水練り保溫材に異る割合の水を添加して仕上げた場合の添加水量と、出來上り密度との間にも保れる。例へば前記最大吸水率 250% の硅藻土でも之に 200% の水を添加し仕上げる時は其密度は 0·48 *g/cm*³ となる。從つて熱傳導率は 0·095 *kcal/mh°C* となる。普通實際施工する都合良い添加水量は最大吸水率の 6～8 割位である。

纖維材ノ熱傳導率



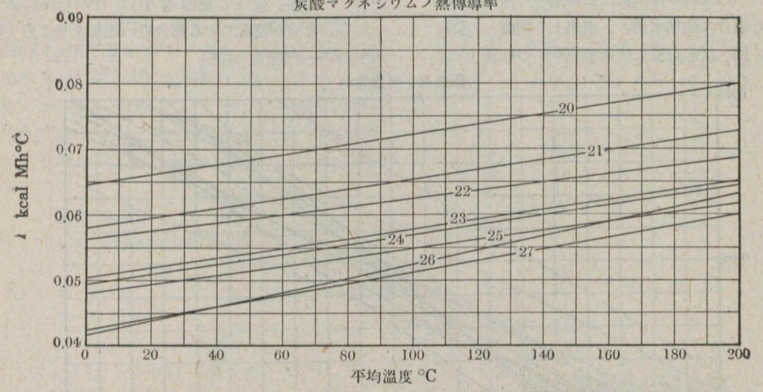
第　120　圖

石綿及岩綿製品ノ熱傳導率



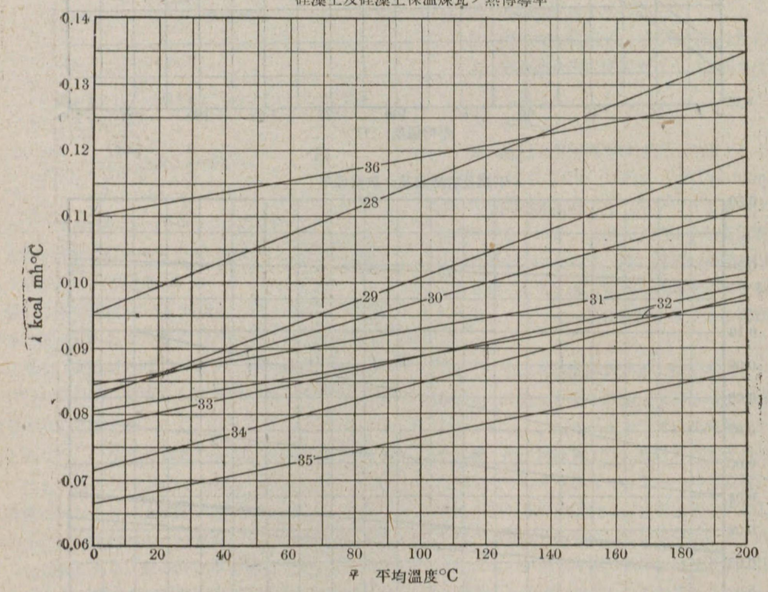
第　121　圖

炭酸マグネシウムノ熱傳導率



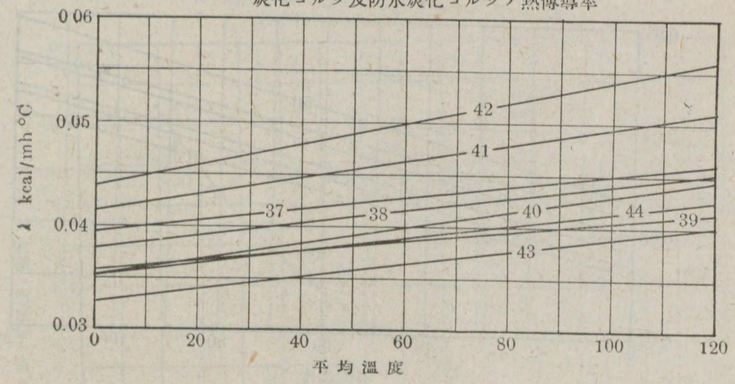
第　122　圖

硅藻土及硅藻土保温煉瓦ノ熱傳導率



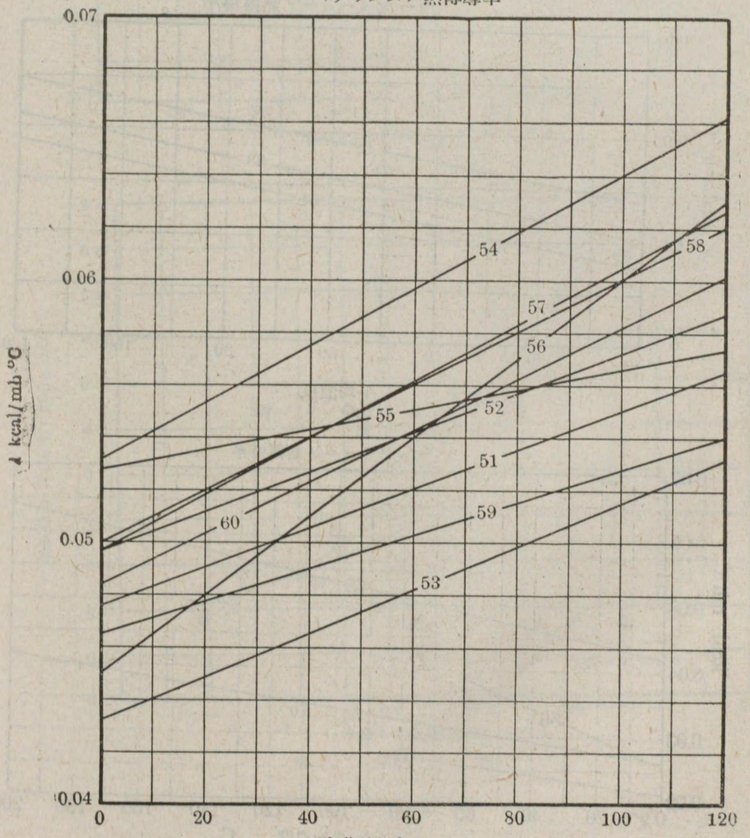
第　123　圖

炭化コルク及防水炭化コルクノ熱傳導率



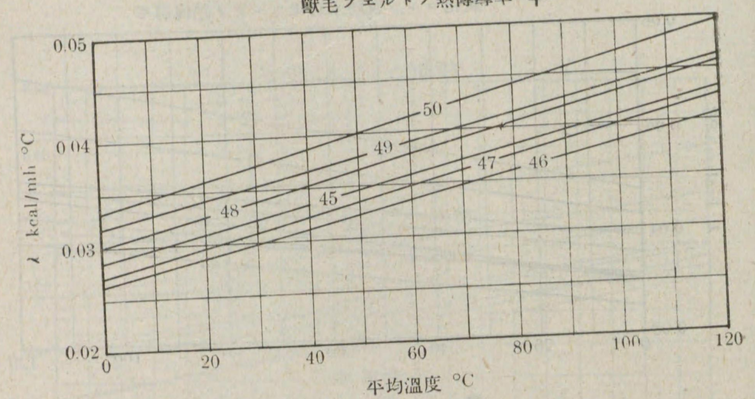
第　124　圖

テックスノ熱傳導率



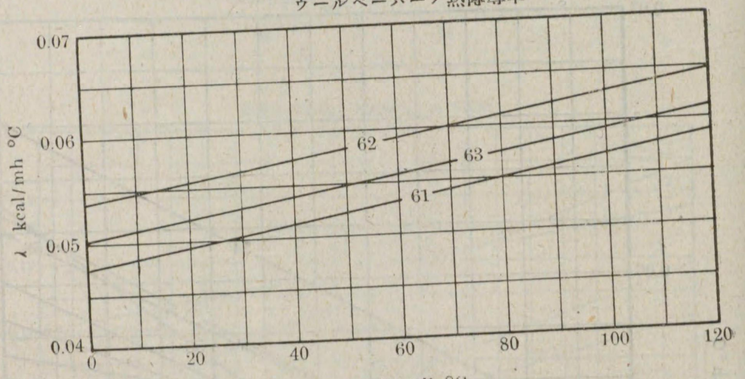
第　125　圖

獸毛フエルトノ熱傳導率 **率**



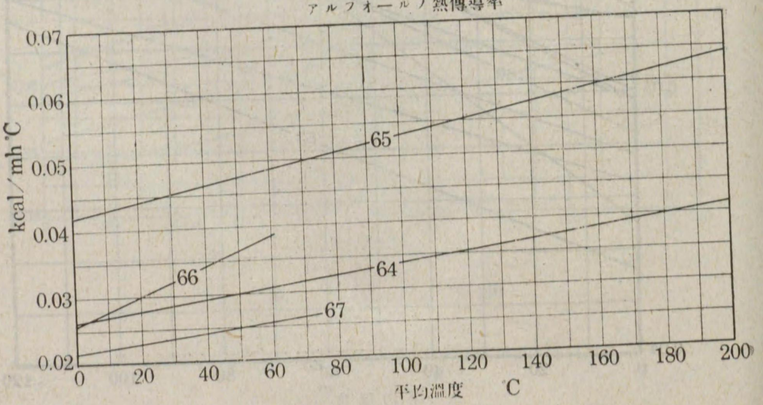
第 126 圖

ウールベーパーノ熱傳導率

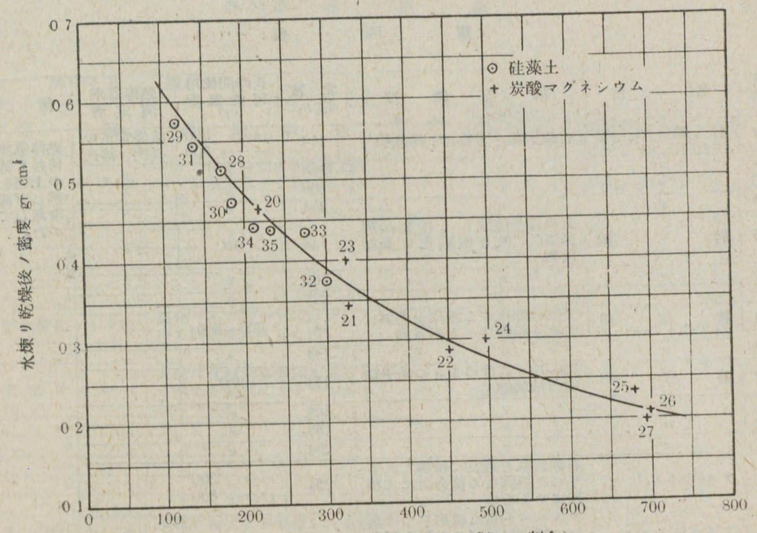


第 127 圖

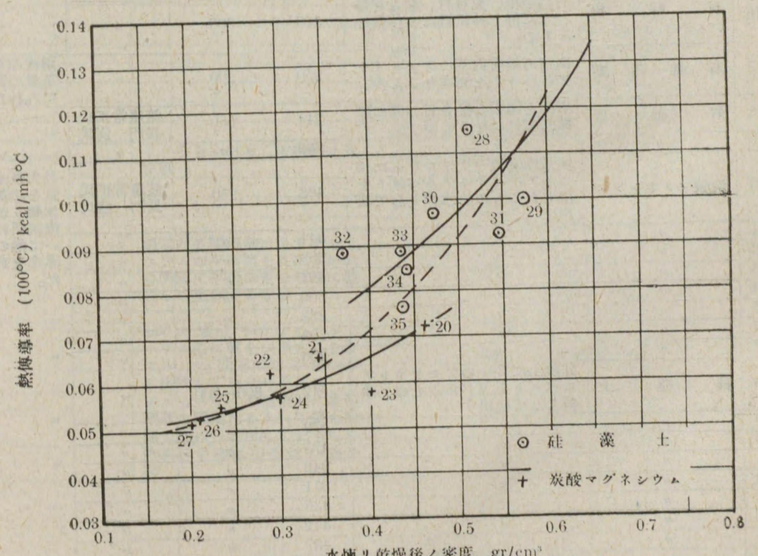
アルフオールノ熱傳導率



第 128 圖



第 129 圖



第 130 圖

第　143　表

番號	名稱	構造概要	密度 kg/m^3	長時間使用可能温度 °C	熱傳導率測定者	備考
1	石綿繊維（アスベスト　フアイバー）	石綿繊維を開綿せる綿狀物	114	アモサイト 300 クリソタイル 500	渡邊常正氏 長門　清氏	熱傳導率は何れも試料の上面を加熱し下面を冷却して行つた。
2	〃	〃	158	〃	〃	
3	〃	〃	199	〃	〃	
4	〃	〃	254	〃	〃	
5	岩綿	玄武岩を熔融しこれを高壓蒸氣にて吹き繊維化せる綿狀物	148	550	〃	
6	〃	〃	162	〃	〃	
7	〃	〃	223	〃	〃	
8	鑛滓綿（シリケート　コットン）	製鐵の際生ずる鑛滓を蒸氣にて吹き繊維化せる綿狀物	147	300～500	〃	
9	〃	〃	184	〃	〃	
10	硝子綿	10～15 μ 程度の太さの硝子繊維の綿狀物	114	300	〃	
11	〃	〃	158	〃	〃	
12	〃	〃	198	〃	〃	
13	〃	〃	254	〃	〃	
14	アスベストスポンヂ	石綿繊維を適當に梳綿したるものを適當なる接合材にて板狀にせるもの	224	アモサイト 300 クリソタイル 550	〃	
15	アスベストエヤーセルペーパー	アスベスト紙に波形をつけ裏面に更にアスベスト紙を張りつけたるもの波の高さ約 6～7 mm, 波の歩み約 12～14mm	161	150	抜山四郎氏	
16	石綿板（アスベスト　ミルボード）	石綿繊維、充塡材、結合材等を水に混じ抄紙機にて抄紙せるもの	106	600	〃	
17	石綿蒲團	兩面石綿布内部にアモサイトアスベストを充塡せるもの	250	300	〃	兩面の布も重量の計算に入れた。
18	岩綿板	岩綿を適當な接合材と共に壓縮し板狀にせるもの	214	550	渡邊常正氏 長門　清氏	
19	〃	〃	330	〃	〃	
20	炭酸マグネシウム	鹽基性炭酸マグネシウムに 3％のアモサイトアスベストを混じたるもの、水練りして使用す	463	250	渡邊常正氏 長門　清氏	最大吸水水量を添加し水練り乾燥後試料に就いて熱の傳導率を求めた。
21	〃	〃	344	〃	〃	
22	〃	〃	288	〃	〃	
23	〃	〃	401	〃	〃	
24	〃	〃	300	〃	〃	
25	〃	〃	233	〃	〃	
26	〃	〃	209	〃	〃	
27	〃	〃	200	〃	〃	
28	硅藻土	硅藻土に 3％のアモサイトアスベストを混じたるもの、水練りして使用す	512	800～900	〃	
29	〃	〃	572	〃	〃	
30	〃	〃	473	〃	〃	
31	〃	〃	543	〃	〃	
32	〃	〃	371	〃	〃	
33	〃	〃	435	〃	〃	
34	〃	〃	442	〃	〃	
35	〃	〃	437	〃	〃	
36	保温煉瓦	天然の硅藻土塊を燒成し煉瓦狀に整形せるもの	598	〃	關部一雄氏 渡邊常正氏	

（續く）

第 148 表　（續き）

番號	名稱	構造概要	密度 kg/m^3	長時間使用可能温度 °C	熱傳導率測定者	備考
37	炭化コルク板	コルク粒を金型に入れ壓縮しつゝ加熱炭化せしめ成形したる板	165	100～120	抜山四郎氏	炭化温度 220°C
38	〃	〃	166	〃	〃	〃 250
39	〃	〃	169	〃	〃	〃 300
40	〃	〃	184	〃	〃	〃 〃
41	〃	〃	241	〃	〃	〃 275
42	〃	〃	261	〃	〃	〃 200
43	防水炭化コルク板	炭化コルク粒をアスファルトにて固着成形せるもの	199	〃	〃	〃 200~250
44	〃	〃	251	〃	〃	〃 〃
45	獸毛フエルト	充分に洗滌清淨處理を施したる獸毛を縮絨によりフエルト狀にせるもの	99	100～120	〃	
46	〃	〃	103	〃	〃	
47	〃	〃	130	〃	〃	
48	〃	〃	140	〃	〃	
49	〃	〃	145	〃	〃	
50	〃	〃	158	〃	〃	
51	テックス	木材パルプより製造したる板狀物	254	100～120	〃	
52	〃	〃	254	〃	〃	
53	〃	〃	260	〃	〃	
54	〃	〃	282	〃	〃	
55	〃	〃	284	〃	〃	
56	〃	〃	288	〃	〃	
57	〃	〃	300	〃	〃	
58	〃	〃	311	〃	〃	
59	〃	〃	328	〃	〃	
60	〃	〃	358	〃	〃	
61	ウールペーパー	ボロ等を主材として抄紙せる原紙	409	100～120	〃	
62	〃	〃	438	〃	〃	
63	〃	〃	446	〃	〃	
64	アルフオール	適當なる間隔物によりアルミニウムの平面箔を互に 10mm の間隔に平行に重合せ互に接觸して重合せるもの		500	Zeitschrift fur die gesamte Kalte Industrie Sept., 1937,	
65	〃	8.33 μ 或は 6.65 μ のアルミニウム箔に皺をつけ之れを互に 10 mm 間隔になる様に互に接觸して重合せるもの		500	長岡順吉氏	
66	〃	アルミニウム平面箔間に紙製網狀の間隔片を入れて箔の間隔を互に 10 mm にせるもの		120	〃	
67	〃	燃料協會誌第 19 卷第 28 號參照		〃	〃	

第II編　衛　　生

第II編　衛　生

第1章　給水設備　(木下委員)

I. 水に關する要項

(1) 水の硬度

水中の無機物質は水の硬度を決定する。炭酸カルシウムの如く熱して除去し得る物質を含む水を一時的硬度の水と云ひ硫酸鹽等を含む水を永久硬度の水と稱す。硬度大なる水は工業用及家事洗濯用として不適當な事があるが飲用としては之に慣れれば衛生上の害はない。

第1表は炭酸カルシウムの量を基本とする硬度の表である。

(2) 各種硬度の換算

硬度を表はすに次の如き各種の標準がある。

i　百萬分中の炭酸カルシウム ($CaCO_3$) の部分又は1米ガロン中の炭酸カルシウムのグレーン數、此の標準は多く米國にて行はれる。

ii　1英ガロン中の炭酸カルシウムのグレーン數、此の標準はクラーク法と稱し英國式である。

iii　100,000分中の炭酸カルシウムの部分　此の標準は佛國にて行はれる。

iv　100,000分中の酸化カルシウム (CaO) の部分　之れは獨逸標準である。

以上各標準を比較對照すると第2表の如くなる。

(3) 水頭及壓力換算

水壓は水深に比例して變化する。之等の關係及壓力を水銀柱にて表はす場合の關係は第3表の通りである。

(4) 積量單位比較

水の單位容積に對する重量は古來重量の單位として一般に使用せらる。

各種體積及重量單位の比較は第4表の通りである。

第1表　水の硬度

硬度の關係	軟水(極度)	軟水(最)	軟水	軟水(適度)	硬水(適度)	硬水	硬水(最)	硬水(極度)	硬水(不適使用)
水百萬分中の炭酸カルシウム	15	30	45	90	110	130	170	230	250

第2表　各種硬度の換算

	百萬分中の部分	1ガロン中のグレーン數	クラーク氏度	フランス式度	ドイツ式度
百萬分中の部分	1·0	0·058	0·07	0·1	0·056
1ガロン中のグレーン數	17·1	1·0	1·2	1·71	0·96
クラーク氏度	14·3	0·83	1·0	1·43	0·8
フランス式度	10·0	0·583	0·7	1·0	0·56
ドイツ式度	17·8	1·04	1·25	1·78	1·0

第3表　水頭及壓力換算

水頭			水銀柱		kg/cm^2	lbs/in^2	atm
m	ft	in	cm	in			
1	3·28	39·4	7·353	2·895	0·1	1·422	0·0968
0·305	1	12	2·243	0·882	0·0305	0·433	0·0295
0·0254	0·0833	1	0·1869	0·0735	0·00254	0·0361	0·00246
0·0136	0·4461	5·353	1	0·3937	0·0136	0·1934	0·01316
0·3454	1·133	13·6	2·54	1	0·03445	0·490	0·0333
10	32·8	393·7	73·55	28·95	1	14·22	0·9673
0·7045	2·31	27·74	5·182	2·04	0·0703	1	0·068
10·34	33·9	406·8	76	29·9	1.034	14·7	1

第 4 表　積量單位比較

立方米	立	立方呎	英ガロン	米ガロン	立方尺	石
1	1,000	35·317	220·2	264·2	35·937	5·544
0·001	1	0·03532	2·2202	0·2642	0·03594	0·00554
0·02832	28·315	1	6·228	7·481	1·0176	0·157
0·004546	4·5459	0·1605	1	1·201	0·1632	0·0252
0·003785	3·7846	0·1337	0·8327	1	0·136	0·021
0·02783	27·826	0·9827	6·126	7·351	1	0·1543
0·1804	180·39	6·3707	39·712	47·655	6·483	1

2. 水 量 測 定

水量の測定にはベンチユリメーター、水速計、水量メートル、ノツチ箱等あれ共建築給水に關係深きは後の二つである。

(1) 水量メートル

普通各箇給水に用ひられるメートルには翼車式及デスク式の2種があり、更に兩者共濕式及乾式の兩式がある。

第 5 表　水量メートルの通水量及誤差

A. 小 型 メ ー ト ル

口徑 ＼ 通水量	標準最大通水量	商工省檢定流速	
	量水器前後の水壓差2·8 kg/cm² の時	大流試驗（許容誤差±4%）	小流試驗（許容誤差±4%）
mm	m³/h	m³/h	m³/h
13	3,750	1·0	0·180
16	4,150	1·5	0·220
20	6,300	2·0	0·300
25	9,000	2·5	0·300
30	14,500	3·0	0·500
40	20,300	6·0	0·700

B. 聯 結 式 メ ー ト ル

主量水器口徑	副量水器口徑	標準最大通水量	商工省檢定流速	
		量水器前後の水壓差2·8 kg/cm² の時	大流試驗（許容誤差±4%）	小流試驗（許容誤差±4%）
mm	mm	m³/h	m³/h	m³/h
50	13	38	10	1
65	13	55	12	1
75	20	75	15	2
100	20	120	30	4
125	25	160	40	5
150	25	240	50	7
200	30	480	100	10
250	40	700	150	15
300	40	1,000	150	20

（注意）副量水器の檢定流速は各口徑に定められたる流速に依る。

之等メートルの通水量及許容誤差等に關し商工省規定がある。卽ち第5表の通りである。

水量メートル內の通水損失水頭は通水量增加と共に相當大なる値となる。

第6表は小型翼車式（乾式）メートル各種通水量に對するメートル內損失水頭表である。

第 6 表　翼車式水量メートル內損失水頭

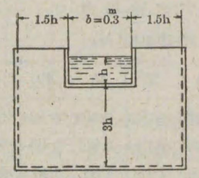
口徑 (mm) ＼ 損失水頭 (m)	通水量 lr/mn					
	1	2	3	5	7	10
13	16 mm に同じ					
16	20	28	34	45	53	63
20	30	43	53	68	81	97
25	32	45	55	71	84	100
30	66	92	112	144	—	—
40	91	128	157	201	—	—

次にメートル口徑2in以上のものに對する通水量損失水頭は第7表の通りである。

第 7 表　デスク式水量メートル內損失水頭

口徑 (in)	通水量 (lr/mn)	損失水頭 (m)
2	129	0·7
2	424	8·4
3	424	1·4
3	901	8·4
3	1,136	15·4
4	424	1·4
4	965	4·2
4	1,446	11·2
6	1,703	4·9

(2) ノ ツ チ 箱



ポンプ水量の測定、墜井揚水試驗等には此のノツチ箱を使用するのが一般である。

ノツチの形狀には矩形及三角の2種がある。

矩形ノツチ水量算式としては多くフランシス公式を採用する。本式に基き計算した結果が第8表の通りである。

第 8 表　矩形ノツチ水量

水槽長 $L>20h$

h: 水 高 (m)　　Q: 水 量 (m^3/h)

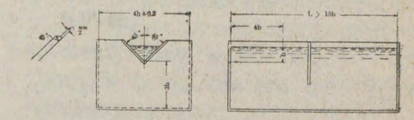
h	Q	石/24時間	h	Q	石/24時間
0·05	21·5	2,859	0·16	113·5	15,091
0·06	28·0	3,723	0·17	123·4	16,407
0·07	35·0	4,654	0·18	133·4	17,737
0·074	37·6	5,000	0·19	143·6	19,093
0·08	42·5	5,651	0·197	150·4	20,000
0·09	50·4	6,701	0·20	153·9	20,463
0·10	58·6	7,791	0·21	164·3	21,845
0·11	67·1	8,922	0·22	174·8	23,241
0·119	75·2	10,000	0·23	185·4	24,651
0·12	75·9	11,092	0·24	196·1	26,073
0·13	85·0	11,302	0·25	206·8	27,496
0·14	94·3	12,538	0·26	217·5	28,919
0·15	103·8	13,801	0·27	228·4	30.368

次に三角ノツチ水量算式として數種の公式があるが茲にはストリツクランド公式を採る事とした。本式に依る計算表は第9表の通りである。

第 9 表　三角ノツチ水量

h: 水 高 (m)　　Q: 水 量 (m^3/h)

h	Q	石/24時間	h	Q	石/24時間
0·05	2·9	386	0·17	59·4	7,898
0·06	4·5	598	0·18	68·4	9,094
0·07	6·6	878	0·187	75·2	10,000
0·08	9·2	1,223	0·19	78·2	10,397
0·09	12·3	1,635	0·20	88·9	11,820
0·10	15·9	2,114	0·21	100·3	13,336
0·11	20·2	2,686	0·22	112·6	14,971
0·12	25·0	3,324	0·23	125·7	16,713
0·13	30·5	4,055	0·24	139·8	18,588
0·14	36·6	4,866	0·247	150·4	20,000
0·142	37·6	5,000	0·25	154·7	20,569
0·15	43·5	5,784	0·26	170·5	22,670
0·16	51·1	6,794	0·27	187·2	24,890



3. ポ　ン　プ

建築給水に使用するポンプの中比較的多く使用せられるものは下記數種である。

(1) 橫型タービン・ポンプ

本機はビルヂング建築の上水道水加壓用、一般淺井戶揚水用等に廣く使用せられる。本機の長所は電動機直結に適する事で其の結果、形態は小型で運轉圓滑、故障も比較的少い。其の效率は揚水量、總揚程等に應じて異なるが一般に小容量のものは 50% 內外、容量大なるものは70% 內外にも達する。第10表は各揚程及水量に對するポンプの理論馬力表である。本表に依り求めたる理論馬力に效率を乘ずれば所要軸馬力を得る譯である。

ポンプの送出し揚程は幾何にも設計し得るが吸揚高には限度があり、理論上絕對眞空以上には吸ひ揚げる事は出來ない。卽ち理論上よりすれば大氣壓に相當する水頭迄は吸ひ揚げ可能であるが各種の摩擦損失其他の關係で實際は之よりも吸揚高を相當減ずる。然し吸揚高は大氣壓に大體比例する。從て低地は山上よりも吸揚高が大である。第11表は斯る吸揚高に關連ある高度及氣壓の關係を示す表である。

普通のタービンポンプの實際吸揚高は7m內外であり、吸揚高8m以上の場合は深井戶用ポンプを使用しなければならぬ。

(2) プランジヤー・ポンプ

深井戶用としてタービンポンプを使用する場合は竪軸型としポンプ胴體部を井內に挿し込む構造とする。

深井戶用ポンプとしては後記の如く空氣揚水裝置、或は稀に噴射式のものもあるが家庭用其他比較的小容量のものにはプランジヤー式を使用する場合が多い。

本機は上部に於ける原動力を竪棒によつて井內シリンダーのバケツトの上下運動に傳達する構造のものである。本機の揚水量を求むるにはシリンダー內ピストンデスプレースメントに回轉數を乘じ（複動の場合は2倍）更に之れに容積效率を乘ずる。第12表は此のピストンデスプレースメントの數値を lr 單位にて示したものである。

第 10 表　ポンプ理論馬力

Q(水量 $l/r/sec$)　H(總揚程 m)

H / Q	2	3	5	8	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60
1	0·026	0·039	0·065	0·104	0·131	0·196	0·262	0·327	0·393	0·458	0·524	0·589	0·655	0·72	0·786
2	0·052	0·078	0·131	0·209	0·262	0·393	0·524	0·655	0·786	0.917	1·05	1·18	1·31	1·44	1·57
3	0·078	0·117	0·196	0·314	0·393	0·589	0·786	0·982	1·18	1·38	1·57	1·77	1·97	2·16	2·36
4	0·104	0·157	0·262	0·419	0·524	0·786	1·05	1·31	1·57	1·83	2·10	2·36	2·62	2·88	3·14
5	0·131	0·196	0·327	0·524	0·655	0·982	1·31	1·64	1·97	2·29	2·62	2·95	3·28	3·60	3·93
6	0·151	0·235	0·393	0·628	0·786	1·18	1·57	1·97	2·36	2·75	3·14	3·54	3·93	4·32	4·72
7	0·183	0·275	0·458	0·733	0·917	1·38	1·83	2·29	2·75	3·21	3·67	4·13	4·59	5·04	5·50
8	0·209	0·314	0·524	0·838	1·05	1·57	2·10	2·62	3·14	3·67	4·19	4·72	5·24	5·76	6·29
9	0·235	0·353	0·589	0·943	1·18	1·77	2·36	2·95	3·54	4·13	4·72	5·31	5·90	6·48	7·07
10	0·262	0·393	0·655	1·05	1·31	1·97	2·62	3·28	3·93	4·59	5·24	5·90	6·55	7·21	7·86
15	0·393	0·589	0·982	1·57	1·97	2·95	3·93	4·91	5·90	6·88	7·86	8·84	9·83	10·8	11·8
20	0·524	0·786	1·31	2·10	2·62	3·93	5·24	6·55	7·86	9·17	10·5	11·8	13·1	14·4	15·7
25	0·655	0·982	1·64	2·62	3·28	4·91	6·55	8·19	9·83	11·5	13·1	14·7	16·4	18·0	19·7
30	0·786	1·18	1·97	3·14	3·93	5·90	7·86	9·83	11·8	13·8	15·7	17·7	19·7	21·6	23·6
35	0·917	1·38	2·29	3·67	4·59	6·88	9·17	11·5	13·8	16·0	18·3	20·6	22·9	25·2	27·5
40	1·05	1·57	2·62	4·19	5·24	7·86	10·5	13·1	15·7	18·3	21·0	23·6	26·2	28·8	31·4
45	1·18	1·77	2·95	4·72	5·90	8·84	11·8	14·7	17·7	20.6	23·6	26·5	29·5	32·4	35·4
50	1·31	1·97	3·28	5·24	6·55	9·83	13·1	16·4	19·7	22·9	26·2	29·5	32·8	36·0	39·3

第 11 表　高度及氣壓の關係

高度(海拔)　(m)	0	100	200	300	400	500	1.000
水銀柱　(cm)	76·0	75·1	74·2	73·3	72·4	71·6	67·4
水　柱　(m)	10·33	10·20	10·08	9·97	9·83	9·7	9·0

第12表　ピストンデスプレースメント (l/r)

シリンダー徑 (in) ＼ ストローク (in)	4	5	6	12	18
2	0·205	0·257	0·308	0·617	—
2½	0·321	0·402	0·482	0·965	—
3	0·463	0·579	0·695	1·390	—
3½	—	0·788	0·946	1·892	3·838
4	—	1·030	1·236	2·472	3·708
4½	—	1·303	1·563	3·127	4·690
5	—	1·609	1·931	3·862	5·794
6	—	2·316	2·780	5·560	8·340

尙ほ容積效率は 95% 內外と見ればよい。

(3)　空氣揚水裝置

本裝置は壓縮空氣を井內管に送り込む事に依り水の比重を輕くなし、氣泡と共に揚水せられる原理のものである。

茲に　h_d＝井內運轉水位より排出口迄の揚程

h_s＝空氣管の運轉水位下の沒入深

V_w＝揚水量（體積にて）

V_a＝揚水量 V_w に要する空氣體積（大氣壓に於ける）

然る時は h_s が $1{\cdot}5\,h_d$ 內外の場合が良好なる運轉狀態を呈し。此の場合の揚水量、揚程、所要空氣量等の關係は第 13 表の通りである。

第 13 表　空氣揚水裝置所要空氣量

揚　程 h_d (m)	3	6	9	15	30
空氣量/水量 V_a/V_w	1·0	1·5	2·0	2·5	3·0

第 14 表は米國インガーソールランド會社の標準管徑其他を引用したものであつて、沒入率とは前記記號に於て h_s と h_d+h_s との比率に相當する。

第 14 表　空氣揚水裝置標準管徑

鑿井內徑 (in)	管徑 (in) 揚水管	管徑 (in) 空氣管	揚水量 ($u.s.\ gal/mn$) 沒入率 70%	60%	50%	40%
4	1½	½	18—37	16—29	12—21	12—19
5	2	¾	34—65	30—54	22—40	22—35
6	2½	1	53—100	46—84	36—60	36—55
6	3	1	90—130	80—120	60—105	60—95
6	3½	1	130—250	115—180	90—150	90—130
8	4	1¼	180—325	160—250	125—200	125—180
8	4½	1½	240—480	210—375	160—280	160—250
10	5	1½	300—600	270—475	210—360	210—300
10	6	1½	500—900	425—775	340—575	340—500

4. 配管材料

給水配管として使用する管材には次の各種がある。

(1)　鑄鐵管

管徑は 75 mm 以上が普通であるが特殊のものは 50 mm, 65 mm 等の小徑のものもある。一般に使用せられるのは挿受接手にて鉛鉸め接合法に依るもので從前より使用せられる普通鑄鐵の JES 第 80 號水道用鑄鐵管、又は之より稍薄肉なる JES 第 272 號水道用高級鑄鐵管等が主なるものである。尙此の外接合にゴム輪を使用する新案のものも次第に實用せられるに至つた。

鑄鐵管は比較的耐久力に富み且つ管厚も相當あつて之れに分水栓を立て込むに適する等の利益があるから地中埋設管として多く使用せらる。

(2)　鉛　　管

鉛管は管徑 13 mm 乃至 50 mm の比較的小徑の配管に使用する。鉛管は腐蝕にも耐へ且つ可撓性に富むので從來より使用せられてゐるが管及其の接合用半田共高價であるから次第に他の管材（鋼管の如き）に依り置替へられつゝある。鉛管に關しては JES 第 81 號水道用鉛管の規格がある。

(3)　亞鉛めつき鋼管

鋼管は管徑 ⅜ in 以上各徑のものあり其の接合法は捻子接合である。給水用としては錆止めの目的を以て亞鉛めつきを施したるものが廣く使用される。亞鉛めつきの外に內面アスファルト燒付けしたるもの、或は內面に鉛裏張りしたるもの等があるが其使用は何れも全般的のものではない。

鑄管は鉛管に比して價格も極めて割安で且つ建築物內配管用としては外傷に弱い鉛管よりも强度が優れてゐるので最も多く使用せられてゐる。亞鉛めつき鋼管及管接手類に關しては JES 第 271 號水道用亞鉛めつき鋼管規格がある。

(4)　銅管及黃銅管

銅管は水質に依りては衞生上有害なりとの說があるので未だ全般に使用するに至らない。

銅管の接合法には靑銅製接手を使用する壓縮接合法と半田流し込法とがあるが後者の方が確實なる接合法である。斯の如き接合法である爲め管厚は鉛管、瓦斯管等に比して極めて薄いもので管徑 75 mm 以下のものは其厚 1~2 mm 位である。

次に黃銅管は其の管厚は瓦斯管と同樣捻子接合法に依る式のものが多いが、此種配管は寧ろ高級なる工事に屬すべきものである。

(5)　エタニツト・パイプ及ヒユーム管

エタニツト・パイプは石綿とセメントとを混合して之をロールに薄層を成して捲き付けつゝ製作するもので內壓に對しては相當强いけれ共運搬中或は敷設後の土壓荷重等外壓に對して弱い缺點がある。接手としてはゴム輪を使用するギボルト接手が最も確實である。

次にヒユーム管は鐵筋コンクリート管で特に遠心力に依り組織緻密なるコンクリート造と爲したるものである。接合法としてはカラーを使用し硬練モルタルを塡充するのが普通である。

之等金屬管以外の管は其の材質の關係上概して彈性少き爲め水槌作用を伴ふ如き場合には不適である。之等は鑄鐵管の代用となるべきものであるが、外壓、損傷等に關し細心の注意を以て設計並に施工しなければ

ならぬ。

5. 水の使用量

(1) 各都市給水量

全國20都市の1日1人當り最大及平均給水量に關する昭和10年調査の結果は第15表の通りである。

第15表　我國各都市に於ける給水量
(昭和10年)

都市名	給水人口	1日1人當最大給水量 (*lr*)	1日1人當平均給水量 (*lr*)
東京	4,762,632	231	178
大阪	2,870,672	213	169
名古屋	864,028	179	135
京都	707,228	214	165
神戸	837,880	234	177
横濱	598,347	262	215
廣島	258,703	299	213
福岡	170,804	163	108
吳	127,856	112	76
八幡	88,266	275	194
仙臺	107,840	216	180
長崎	152,543	169	140
函館	150,822	120	104
*靜岡	(不明)	671	456
横須賀	117,633	(不明)	61
熊本	91,965	202	149
佐世保	122,991	105	85
金澤	58,505	172	132
鹿兒島	88,492	127	79
和歌山	83,072	158	112

* 水量多きは開始後日尙淺く取締緩かなる爲

(2) 各種建築物給水量

第16表　各種建築物給水量

建築種別	1日平均使用量 (m^2)	使用者
事務所建築	0·10～0·20	在勤者1人當り
官廳建築	0·15～0·20	職員1人當り
百貨店 (10,000坪以下)	0·012	入場者1人當り
同 (5,000坪以下)	0·008	同上
病院建築	0·55	病床1人當り
劇場	0·15	客席1人當り

各種建築物別給水量に關しては精確なる記錄は無いが數種のものに付き其の實績を調査し尙多少の考察を加へたる結果は第16表の通りである。

6. 給水配管

給水配管設計に當つては各種衞生器具水栓類に對して適度の流量を與ふべく、之等水栓類の同時使用率、管内壓力損失等を考慮に入れなければならぬ。

鐵管内の流量、流速及摩擦抵抗は第2圖に示す如くである。

各種衞生器具水栓に對する適當なる流量は第17表の通りであるが、玆に流量とは單位時間に於ける水量の意である。大便器に於て所要洗淨水量は 15 *lr* であるが之に洗淨弁を使用する場合は流量毎分 180 *lr* の大量を要するに對し、洗淨水槽なれば流量 20 *lr/mn* の割合でよいのである。

給水配管は前記の如く各種條件に基き設計すべきであるが各種衞生器具の水栓の連結管徑は略一定であつて、第18表の通りである。

第17表　各種衞生器具水栓に對する流量

衞生器具名	流量 (*lr/mn*)
大便器 (洗淨弁)	180
同 (洗淨水槽)	20
小便器(丸型)、洗淨弁	75
同 (ストール)、洗淨弁	90
自動洗淨水槽 (15 *lr*)	8
同 (22 *lr*)	10
洗面器	80
手洗器	8
料理場流し	20
配膳室流し	8
洗濯流し	40
掃除用流し	40
浴槽	40
如露 (浴用)	25
同 (針射浴)	75
爪磨臺	4
洗頭水栓	4
水呑器	3
散水栓	50
靴洗 (5人用)	8

第18表　各種衞生器具水栓に對する連結管徑

衞生器具名	管徑 (*in*)
手洗器	½
洗面器	½
痰吐器	½
大便器(洗淨弁の場合)	1
汚物流し(洗淨弁の場合)	1
小便器(洗淨弁の場合)	½
洗濯水槽	½
ビデー	½
浴槽	¾
如露風呂	½
料理場流し	½
洗濯流し	¾
掃除用流し	¾

又異れる給水管徑に對し受持ち得る ½ *in* 水栓の數は第19表の如くである。

第19表　同一抵抗を生ずる爲に受持ち得る ½ in 水栓の數

鐵管徑 (*in*)	½ *in* 水栓數	速度 (*m/sec*)
½	1	1·0
¾	2	1·2
1	4	1·5
1¼	9	1·8
1½	13	2·0
2	26	2·4
2½	51	2·8
3	80	3·2
3½	120	3·6
4	162	3·8
4½	225	4·0
5	290	4·5
5½	365	4·5
6	460	5·0

但し ½ in 水栓の水量を 12 *lr/sec* とす

7. 水の濾過

水の濾過法には各種の方法があるが建築給水關係で比較的多く行はるゝ方法は、砂による重力濾過法と砂其他特殊の濾過材を使用する壓力濾過法とである。

重力濾過法は砂層の間を原水を重力によつて降下せしめ濾過するもので、此際の通過損失水頭は砂の粒大、通過水量等によつて相違する。此の損失水頭は第20表に依りて求むることが出來る。

次に壓力濾過槽は一般に鋼板製圓筒槽内に濾過材を充填し之に有壓水を導き濾過するもので、其の形態は小型で建築物内に設置するに便である。

第20表　重力濾過槽損失水頭

砂粒大さ (*mm*)	通過水量 (*lr/m²/h*)										
	3·9	9·7	19·5	29·2	39·0	58·6	78·0	117·0	156·0	312·0	390·0
0·10	2·86	7·14	14·28	21·40	28·50	42·70	57·00	85·50	114·00	228·00	285·00
0·20	0·70	1·80	3·57	5·34	7·15	10·70	14·25	21·40	28·60	57·00	71·50
0·30	0·30	0·79	1·59	2·38	3·17	4·75	6·35	9·52	12·70	25·40	31·70
0·40	0·18	0·46	0·88	1·34	1·77	2·65	3·55	5·30	7·09	14·18	17·70
0·50	0·12	0·27	0·55	0·82	1·13	1·71	2·26	3·39	4·52	9·04	11·30
1·00			0·12	0·18	0·27	0·43	0·55	0·82	1·10	2·20	2·74
3·00					0·03	0·04	0·06	0·09	0·12	0·24	0·30

第 2 章　給 湯 設 備

(櫻 井 委 員)

1. 使用湯量及同時使用率

各種建築物には給水設備と同様給湯設備を必要とする。殊に病院、ホテル或は高級な住宅、アパートメント・ハウス、倶樂部及事務所建築等にあつては缺く可からざるものとされてゐる。即ち之等の建築物の洗面所、化粧室、調理所或は洗濯室等には給湯設備が必要とされてゐる。一般に 70～80°C の温度の湯を造り、飲*料用としては 50°C 以上、洗面或は洗淨等の雜用には 43°C 內外の湯として供給、使用される。

給湯設備を行ふには給湯量を豫想し、之に相當した裝置を設ける。一般に比較的高熱のものを送り水を加へて使用する。建築物の使用目的、性質等で給湯量は相異するが 10～20 *lr/c/d* 內外あれば略々足り得るものゝ如くである。第 21 表は米國に於て採用してゐる使用湯量及同時使用率の例である。

第 21 表　使用湯量 (*lr/h*) 及同時使用率
(括弧內は同時使用率)　(米國の例)

建物名稱 / 器具	アパートメント	倶樂部	病院	ホテル	工場	洗濯所	事務所	住宅	學校	Y.M.C.A.
個人用洗面器	10(½)	10(½)	10(½)	10(½)	10(½)	10(1)	10(¼)	10(½)	10(½)	10(½)
公衆用洗面器	20(½)	30(¾)	30(¾)	40(¾)	60(¾)	40(1)	30(½)	—	75(½)	40(¾)
浴槽	75(⅓)	75(⅓)	75(⅓)	110(⅓)	110(⅓)	—	—	75(½)	—	110(⅓)
皿洗流シ	55(⅓)	110(⅓)	110(⅓)	110(⅓)	110(⅓)	—	—	55(⅓)	55(⅓)	110(⅓)
足浴槽	10(⅓)	10(⅓)	10(⅓)	10(⅓)	45(½)	—	—	11(⅓)	—	—
臺所流シ	40(1)	75(1)	75(1)	110(1)	75(1)	—	—	11(1)	40(⅓)	75(½)
洗濯流シ	100(⅓)	130(⅓)	130(⅓)	130(⅓)	—	170(1)	—	95(⅓)	—	130(⅓)
配膳室流シ	40(⅓)	75(⅓)	75(⅓)	75(⅓)	—	—	—	40(⅓)	75(⅓)	75(⅓)
如露風呂	150(¼)	600(1)	150(1)	150(⅓)	450(½)	—	—	150(½)	450(⅓)	450(⅓)
掃除用流シ	75(1)	75(1)	75(1)	110(1)	75(1)	40(1)	60(¼)	60(1)	75(1)	75(1)

病院	病室の浴槽	每時	570
	私室の一浴槽	每時	75
洗濯機に依る洗濯		每時	15

2. 各種の熱水設備

給湯設備は大別して局所及中央給湯法の 2 種がある。局所給湯法とは給湯せんとする場所附近に於て湯を沸し之れを供給する簡單なものであり、中央給湯法とは大規模の場合に行ふ方法で 1 箇所で大量の湯を造り之れを必要な個所に供給するものである。

局所給湯法には自動瞬間湯沸器及貯湯槽に依るものとがあり、中央給湯法は密閉した貯湯槽を設け之れに依つて行ふのが一般である。

自動瞬間湯沸器は器內に納められたコイルの一端を給水管に直結し、他端に水栓を連結しその水栓の開閉に依り瓦斯栓を自動的に開閉し、これと同時に火を點滅せしめて湯を瞬間的に沸す裝置で廣く用ひられてゐる。

貯湯槽に依るものは 5～40 *lr* の湯を入れ得る大さの金屬板製でコックが取り付けてあり、これより直接給湯する。貯湯槽に依る湯沸器は瓦斯、電氣或は蒸氣を以て加熱するが、湯の温度の昇降に依つて自動的に加熱或は之中止せしむることが出來る。

中央給湯法は主として金屬板製圓筒型の密閉した貯湯槽內に蒸氣コイルを挿入して湯を沸す式のものが用ひられる。又時として密閉貯湯槽と蒸罐とを直結して直接に湯を沸す場合もある。此の貯湯槽は汽罐室に設け、これより給湯管を取り出し必要な給湯箇所に導き又逆に返湯管を槽に連結して常に湯水を循環せしめて給湯するのである。本法には重力に依る自然循環式及ポンプに依る强制循環式とがある。

3. 各種熱水法の計算

熱水法には種々な形式のものがある。即ち電氣、瓦斯、蒸氣コイル、蒸氣吹込を熱源としたもの、或は湯罐を貯湯槽に直結して石炭を燃料とするもの等之れである。

(1) 電氣ヒーターの計算

加熱せんとする水の温度を t_w°C、その重量を W*kg* とし、これを t_h°C に温めるには電力量 H*kwh* を要するものとする。電氣ヒーターの効率を η とすれば 1 *kwh* の電力は 860 *Kcal/h* の熱量を有するから $W\times(t_h-t_w)=860\times H\times\eta$ の關係がある。

即ち　$$H=\frac{W(t_h-t_w)}{860\times\eta} \quad \cdots\cdots(1)$$

となる。

(2) 瓦斯ヒーターの計算

加熱せんとする水の温度を t_w°C、その重量を W*kg*、之れを t_h°C に温めるに要する瓦斯消費量を Q*m*³、h を瓦斯 1*m*³ の有する熱量、η を瓦斯ヒーターの効率とすれば $W\times(t_h-t_w)=Q\times h\times\eta$ の關係がある。即ち瓦斯消費量は、

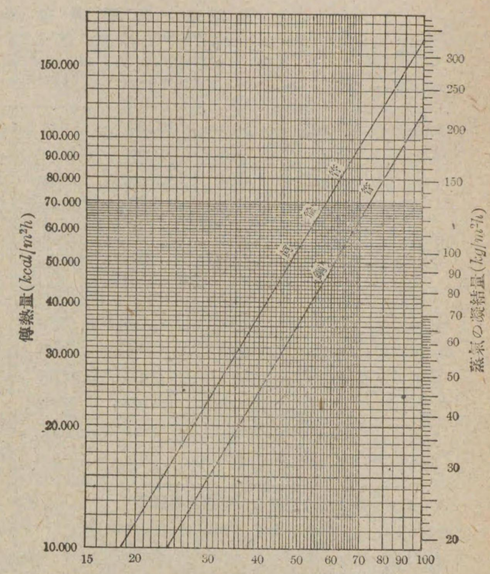
$$Q=\frac{W\times(t_h-t_w)}{h\times\eta} \quad \cdots\cdots(2)$$

から求められる。

(3) 蒸氣コイルの計算

コイルに用ふる材料は主として黃銅管及靑銅管であるが又亜鉛めつき瓦斯管を用ふることもある。その大さは發散する熱量に依つて決定するもので次式に依り求められる。管の傳熱量は第 1 圖に示す如くである。蒸汽コイルに要する表面積 A(*m*²)、冷水の重量 W*kg*、T は t_h-t_w (但し t_h は所要温水温度 °C、t_w は冷水の温度 °C)、$t_a=\frac{t_h+t_w}{2}$、t_s は蒸汽の温度 °C、h はコイルの傳熱量 *kcal/m²/h* とすれば

$$A\times h\times(t_s-t_a)=W\times T$$



第　1　圖
黃銅管及び銅管の傳熱量(湯槽中に蒸氣管がある場合)

即ち　$$A=\frac{WT}{h(t_s-t_a)} \quad \cdots\cdots(3)$$

よりコイルの表面積を求めることが出來る。コイルには普通 32, 40, 50 *mm* の管徑のものが使用される。依つて適當なる管徑を選べば前記の式より求められた表面積に依りコイルの長さを知ることが出來る。

(4) 蒸氣を吹込む場合の蒸氣量の計算

貯湯槽內に蒸氣管を挿入し蒸氣を吹込み冷水を所要の温度に上昇せしむる方法である。水が一定の温度に上昇した場合はタンク・レギュレーターに依り蒸氣の供給を斷ち加熱を中止せしめる。今加熱せんとする水の温度を t_w°C、水の重量を W*kg* とし之れを t_h°C の温度に上昇せしめるには Q*kg* なる蒸氣量を要するのであるが、之に使用する蒸氣は第 22 表の如くその温度即ち壓力に依つて熱量を異にする。次に 1*kg* の蒸氣の有する熱量を h *kcal/kg* とすれば加熱に要する熱量は hQ となり次式を得る。$W\times(t_h-t_w)=hQ$

即ち　$$Q=\frac{W\times(t_h-t_w)}{h} \quad \cdots\cdots(4)$$

第22表　低壓蒸氣表（モリエル）

絶對壓力 kg/cm²	絶對壓力 lb/in²	溫度 (°C)	比容積 (m³/kg)	比重 (kg/m³)	比熱	熱量 (kcal) 液體熱	潛熱	全熱
0·0125	0·145	10·0	106·62	0·0094	0·476	10·0	589·4	599·4
0·10	1·422	45·6	14·920	0·0670	0·481	45·7	570·4	616·0
0·25	3·560	64·6	6·307	0·1568	0·486	64·8	559·8	624·6
0·50	7·125	80·9	3·294	0·3036	0·492	81·2	550·5	631·7
1·00	14·21	99·1	1·722	0·5807	0·501	99·6	539·7	639·3
1·033	14·78	100·00	1·670	0·5987	0·502	100·5	539·1	639·7
1.10	15·66	101·8	1·575	0·635	0·503	102·3	538·0	640·3
1·20	17·10	104·2	1·452	0·689	0·504	104·8	536·5	641·3
1.30	18·50	106·5	1·347	0·742	0·506	107·1	535·1	642·2
1·40	19·90	108·7	1·257	0·795	0·507	108·4	533 7	643·1
1·50	21·40	110·8	1·178	0·849	0·512	111·5	532·4	643·9
2·00	28·50	119·6	0·901	1·110	0·516	120·4	526·8	647·2
5·00	71·20	151·0	0·282	2·618	0·546	152·6	505·5	658·1

（5）湯罐を貯湯槽に直結したる場合の計算

貯湯槽と湯罐とを直結して湯を沸す場合に必要なる罐の大さは次式に依つて求むる事が出來る。加熱せんとする水の重量を $W kg$、冷水の溫度 t_w°C、所要湯の溫度を t_h°C、湯罐の爐床面積 $G m^2$、石炭 1 kg の發生熱量を h kcal/kg、1 時間に燃燒する石炭量を $Q kg/m^2$、罐の効率を η とすれば $W(t_h-t_w) = G \times h \times Q \times \eta$

即ち　$$G=\frac{W(t_h-t_w)}{Q\times h\times \eta} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots(5)$$

本式より爐床面積を求め從つて必要な湯罐の大さを知ることが出來る。h は第1編第2章參照。

4. 給湯配管法

局所給湯法に於ては水栓と附近の湯沸器との間を連絡すれば良いので特別の設備を要せぬ。連結距離が大なる場合は屈曲を出來得る限り少くし、冷却せぬ樣考慮せねばならぬ。中央給湯法には一管式及二管式の配管法がある。前者は貯湯槽と各水栓間を給湯管のみに依つて連絡するもので湯の循環することがない。從つて小規模の設備以外には用ひられない。後者は貯湯槽より給湯管を出し所要個所迄配管し、更に之れを延長して湯を槽に復歸せしむる還水管を取付けたものである。即ち湯は常に循環するから熱水を隨時得られる特徵がある。還水管は一般に給湯管より一廻り小さい管徑のものを使用する。

蒸氣コイルに依つて水を熱する場合は溫度調節弁を蒸氣管に取り付け槽内溫度が一定に達した場合に弁が閉ぢ蒸氣を止め、溫度の降下した時は弁が開いて蒸氣を送り加熱する裝置を設けることがある。

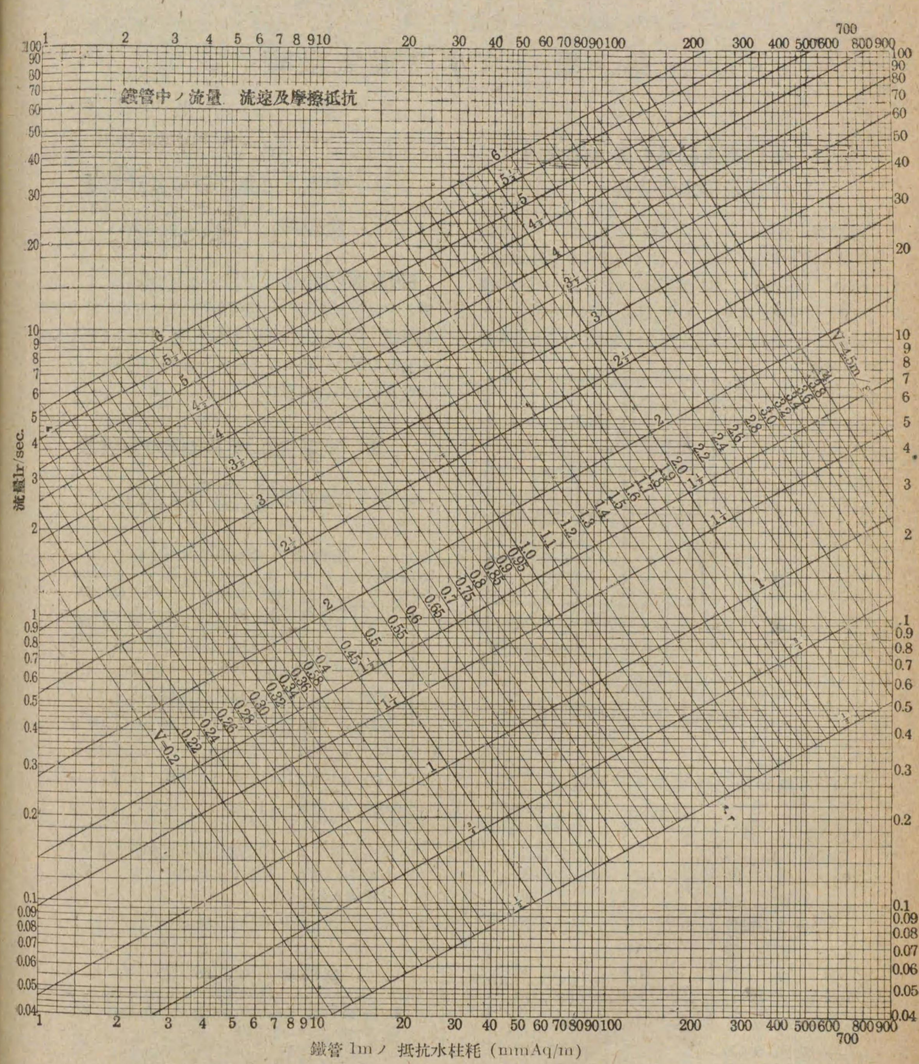
配管を行ふには給湯管を先上り、還水管は先下り、其の配管勾配は $\frac{1}{100}$ 內外として湯の循環或は空氣拔を容易ならしめる必要がある。貯湯槽からは湯の膨脹に備へ膨脹管を出し上方に設けられた膨脹槽に連絡せしむるものである。

配管材料は主として亞鉛めつき瓦斯管を使用するが、黃銅管、銅管等をも使用することがある。給湯設備の配管を行ふ場合、その管徑を決定するには、水量、流速並に管內壁、接手及弁類の摩擦抵抗等に依るものであるが、湯煖房設備の配管と略々同樣であるから第I編第4章第6節及第2圖を參照せられたい。

5. 保　　溫

給湯管の保溫裝置は主としてアスベスト及硅藻土の混合物を水で練つた塗料で行ふ。

尙之れ以外マグネシヤ・カバリング、エヤーセル・カバリング、獸毛フエルト等に依る場合がある。之等に關する性質、効率等に就いては第1編第15章を參照せられたい。



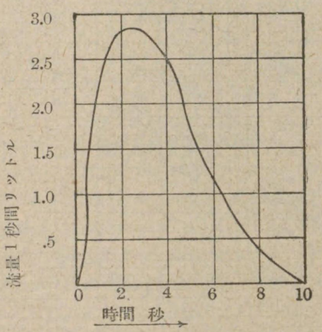
第2圖　鐵管の摩擦抵抗圖

第3章　排水及通氣設備

（小川委員）

1. 各種衞生器具の最大排水時流量及排水管管徑

大便器1回分の洗淨水量は約 15*lr* であり又その洗淨時間は約 10*sec* である。しかしその毎秒の流量は平均してはおらぬ。即ち第3圖の如くであつてその排水競合の最大の場合は 1*sec* 間に 2.8*lr* であることが判る。この排水量の最大なる瞬間に於ける水量を最大排水時流量と云ふ。衞生器具の排水管はこの最大排水時流量に適應した管徑を必要とする。



第3圖　大便器の排水流量

第23表　排水量及排水管徑

器具	最大排水時流量 (*lr*/*sec*)	排水管徑（器具1個毎に *mm*）
大便器	2·8	75～100
小便器	0·9	40
ストール小便器	1·4	50
洗面器	0·5	30
手洗器	0·3	30
掃除用流し	1·9	65～75
料理場流し	0·7～1·4	40～75
洗濯用流し	1·4	40
如露風呂	1·4	50
住宅用浴槽	0·9	40
公衆浴槽（錢湯）	1·9	75
床排水	1·4～2·8	50～100

2. 排水及通氣配管に於ける注意圖解（第4圖、5圖參照）

衞生設備工事中最も注意を要し且つ複雜なるは排水管と通氣管、及それらの關聯に就てである。參考資料部所載、衞生設備工事取締規程（本規程には解說もある）、及米國フーバースコードは是非研究理解しなくてはならぬものである。

3. 東京市私設下水道の施設設計標準（東京市下水道條例及同施工細則參照）

第24表　合流管渠及雨水管渠

排水面積 (m^2)	圓管內徑 (*cm*)	半圓管內徑 (*cm*)	溝形渠 上幅 (*cm*)	溝形渠 深 (*cm*)
150以下	10以上	15以上	15以上	8以上
300 〃	15 〃	18 〃	18 〃	9 〃
600 〃	18 〃	24 〃	24 〃	12 〃
1,500 〃	23 〃	30 〃	30 〃	15 〃
3,000 〃	30 〃	36 〃	36 〃	18 〃
6,000 〃	38 〃	42 〃	42 〃	21 〃

汚水と雨水とを共に流し得る下水道を合流式と云ひ、汚水と雨水とを各別に流す下水道を分流式と云ふ。

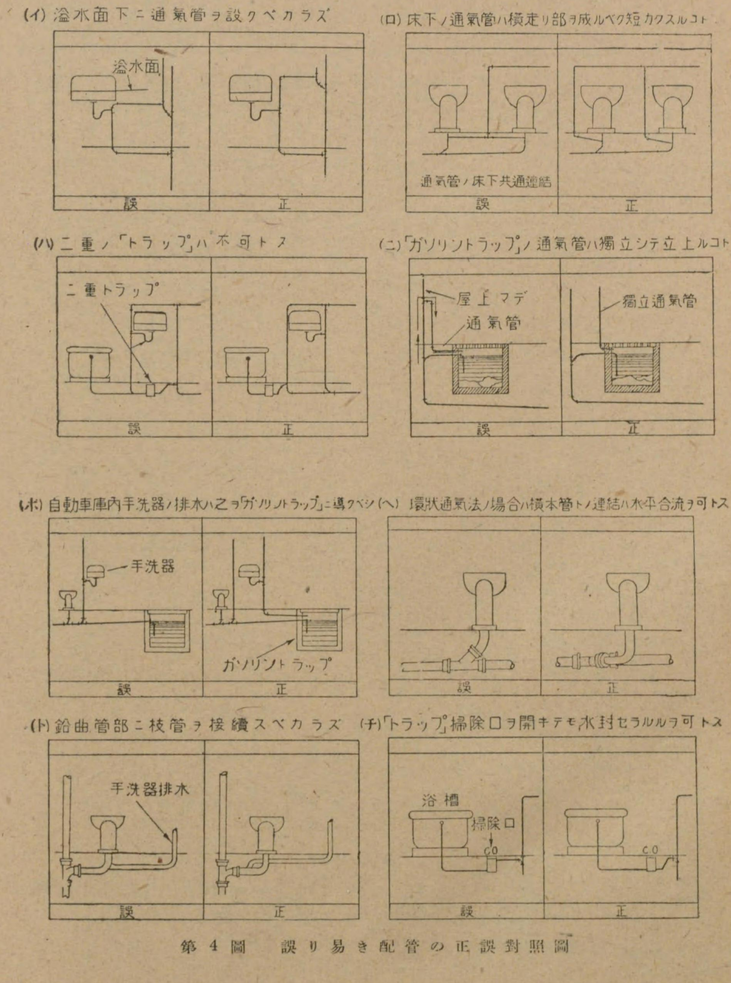
第25表　汚水管徑

排水地區人口（人）	圓管內徑 (*cm*)	半圓管內徑 (*cm*)	溝形渠 上幅 (*cm*)	溝形渠 深 (*cm*)
150以下	10以上	15以上	15以上	8以上
500 〃	15 〃	18 〃	18 〃	9 〃
700 〃	18 〃	24 〃	24 〃	12 〃

第26表　管渠の勾配

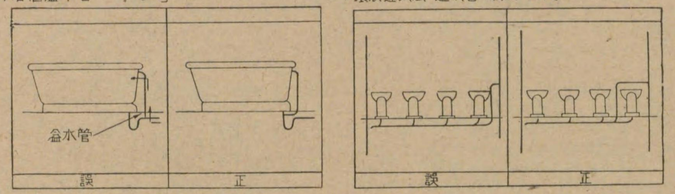
圓管內徑 (*cm*)	半圓管內徑及溝形渠上幅 (*cm*)	勾配 千分率	勾配 近似分數	圓管內徑 (*cm*)	半圓管內徑及溝形渠上幅 (*cm*)	勾配 千分率	勾配 近似分數
7·5	12	30以上	$\frac{1}{33}$以上	23	30	8以上	$\frac{1}{125}$以上
10	15	20 〃	$\frac{1}{50}$ 〃	30	36	7 〃	$\frac{1}{143}$ 〃
15	18	15 〃	$\frac{1}{67}$ 〃	38	42	6 〃	$\frac{1}{167}$ 〃
18	24	10 〃	$\frac{1}{100}$ 〃				

（近似分數は千分率より換算せるもの）

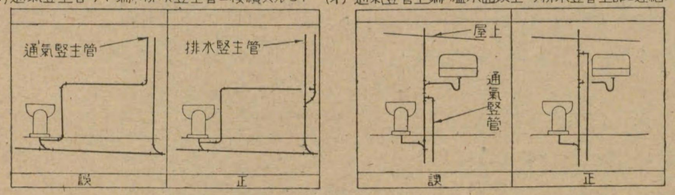


第4圖　誤り易き配管の正誤對照圖

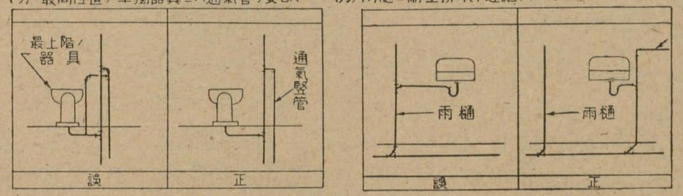
(ロ) 浴槽溢水管ハ「トラップ」ヲクグラシメルコト　(ヌ) 環狀通氣法ノ通氣管ハ最後ノ器具ノ手前ヨリ立上ル



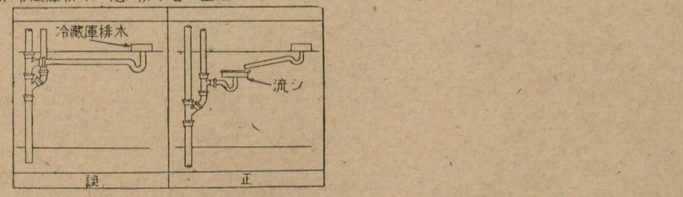
(ル) 通氣竪主管ノ下端ハ排水竪主管ニ接續スルコト　(オ) 通氣竪管上端ハ溢水面以上ニテ排水竪管上部ニ連結ノコト



(ワ) 最高位置ノ單獨器具ニハ通氣管ヲ要セス　(カ) 雨樋ニ衛生排水ヲ連結スベカラズ



(ヨ) 冷藏庫排水ハ他ノ排水管ニ直結スベカラズ



第 5 圖　誤り易き配管の正誤對照圖

尙ほ、暗渠の起端、集合、屈曲又は內徑或は種類の異つた管渠の接續箇所には枡を設置する事。但し簡易なる個所には枝附管又は觸管を用ふることが出來る。

又暗渠の直線部には內徑の 120 倍以內の間隔に枡を設置する事が要求せられてゐる。

4. 水洗便所よりの汚水を放流し得る下水道を有する都市及其の條例

(下水道法及同施行規則參照)

第 27 表　各地の下水條例　(昭和14年10月現在)

都市名	條例名稱	發布番號及同年月日
東京市	東京市下道條例	市條例第 7 號(大正10.12.21) 同　第 1 號改正(昭和9.2.1)
	同上施行細則	市告示第104號(大正11.6.21)、市告示第216號(大正11.12.13)、第48號改正(昭和9.2.1)
大阪市	(立案中)	
京都市	京都市下水道條例	市條例第13號(昭和12.4.8)、市條例第 1 號改正(昭和13.2.3)、市條例第24號改正(昭和13.12.28)
	同上施行細則	市告示第327號(昭和13.4.1)
	水洗便所築造ニ關スル條例	市條例第 7 號(昭和13.4.1)
	同上施行細則	市告示第328號(昭和13.4.1)
	京都市水道下水道工事請負者公認ニ關スル規程	市告示第332號(昭和13.4.1)
名古屋市	名古屋市下水道管理條例	市條例第15號(昭和6.10.9)
	同上施行細則	市告示第329號(昭和6.10.9)
	水洗便所築造ニ關スル條例	市條例第16號(昭和7.12.23)
	同上施行細則	市告示第207號(昭和9.9.27)
豐橋市	豐橋市下水道管理條例	市告示第35號(昭和7.4.6)、市條例第 1 號改正(昭和11.4.21)
	同上施行細則	市告示第110號(昭和7·10.21)、市告示第32號改正(昭和11.4.25)
岐阜市	岐阜市下水道條例	市條例第 1 號(昭和13.3.30)
	同上施行細則	市告示第24號(昭和13.3.30)
	市費施行ニ係ル水洗便所給水料免除特例	

5. 最大雨量

各地に於ける最大雨量はを示せば第28表の如くなる。

第 28 表　各地最大雨量

地名		1日間		1時間		短時間	
		m.m	年月日	m.m	年月日	m.m	年月日
臺灣	臺南	385	明治44. 8.27	93·1	昭和 3. 6.23		
	臺北	359	昭和 5. 7.28				
	臺東	468	大正 7. 7.30				
	花蓮港	306	昭和14. 7.22				
	恒春	408	昭和 4. 7.29				

(續く)

第 28 表（續き）

地名		1日間		1時間		短時間	
		m.m	年月日	m.m	年月日	m.m	年月日
沖繩	那覇	427.	明治39.11.12	92·6	明治43. 8. 8		
九州	鹿兒島	306	大正 6. 6.16	77·6	大正 1.10. 2		
	宮崎	490	明治19. 9.24				
	熊本	298	大正12. 7. 5	65·5	大正 3. 6. 6		
	福岡	258	明治38. 7.26	59·0	明治35. 8.25		
	大分	444	明治41. 8.10				
	長崎	385	昭和 3. 6.28	87·8	大正12. 9. 5		
四國	松山	157	明治26.10.14				
	高知	364	大正 9. 8.15				
	德島	463	大正 1.10. 2	85·4	大正 1.10. 2		
	多度津	187	大正 8. 9.14	46·8	明治42. 9. 1		
本州	下關	337	明治37. 6.25	66·2	明治42. 8.27		
	廣島	340	大正15. 9.11	79·2	大正15. 9.11		
	宮津	256	明治40. 8.25				
	伯耆境	290	明治27. 8.23				
	岡山	177	明治25. 7.23	35·7	大正14.8某日		
	大阪	183	昭和10. 6.29	61·8	明治29. 8.30	(5分間) 14·1	大正 3. 8.23 P.M.5.16.～21.
	神戸	199	明治43. 9. 7	80·0	昭和14. 8. 1		
	京都	282	昭和10, 6.29	84·3	大正 7. 8.15	(5分間) 12·0以上	昭和10. 6.29
	潮岬	421	昭和14.10.17				
	名古屋	323	昭和12. 7.15	92·0	大正 8. 7.18	(5分間) 17·1	日時不詳
	沼津	261	明治43. 8.10				
	東京	278	昭和13. 6.29	88·7	昭和14. 7.31	(1分間) 3·22	昭和11. 7.19 P.M.7時頃
	父島	232	明治44.10.22				
	水戸	277	昭和13. 6.29	56·0	大正 2. 7.24		
	銚子	240	大正10. 8. 3	123·3	大正10. 8. 3		
	金澤	179	昭和10. 7.16				
	松本	156	明治44. 8. 4				
	前橋	164	明治44. 8. 9	52·1	明治45. 7 .9		
	宇都宮	153	明治43. 8.11				
	新潟	221	大正 5. 9.22				
	仙臺	149	昭和14.10.27				
	山形	218	大正 2. 8.27				
	石卷	152	大正 7. 8.30				
	宮古	285	明治32.10.29				
	秋田	187	昭和12 8.31				
	青森	188	昭和10. 8.22				

（續く）

第 28 表（續き）

地名		1日間		1時間		短時間	
		m.m	年月日	m.m	年月日	m.m	年月日
北海道	札幌	140	昭和12. 9.12	50·2	大正 2. 8.28		
	函館	176	昭和14. 8.25	63·0	大正 3. 9.18		
	旭川	128	明治31. 9. 7				
	根室	135	大正12. 9.25				
千島	紗那	170	昭和 2. 8.31				
樺太	大泊	84	大正 4. 8.12				
	敷香	135	大正13. 8.22				
朝鮮	釜山	251	明治45. 7.17				
	木浦	200	明治40. 7.15				
	仁川	348	大正11. 8.22	74·6	明治43. 9.23		
	江陵	306	大正10. 9.24				
	元山	243	明治38. 9. 3				
	城津	187	大正 3. 9.12				
滿洲	新京	108	大正12. 8. 6				
	奉天	149	明治44. 8.13				
	大連	190	大正 9. 7.16				
北支	天津	122	昭和13. 7.22	76·0	昭和13. 7.22		
中支	上海	200	明治 9.10.24	71·0	昭和 2. 8.11 P.M1.～2.	(15分間) 47·0	日時不詳

第4章　消火設備

（水志委員）

1. 消火設備一般

消火設備器具の重なるものは屋外及屋内消火栓、薬品消火器、消火撒水器、水幕撒水器、火災警報装置等であつて、之等を建築物の性質、規模の大小に應じ設備し、防火及消火に備へるべきである。而して監督官廳に於ては消火設備に關し建物の性質に應じて次の如き規定が設けられてゐる。

警視廳令百貨店規則

第2條

12. 床面積ノ合計1000平方メートル以上ノ建物ニ在リテハ賣場、厨房等ニ適當數ノ「スプリンクラー」（註、消火撒水器トモ云フ）ヲ設クルコト
13. 床面積ノ合計3000平方メートル以上ノ建物ニ在リテハ床面積500平方メートル以内毎ニ1箇所以上ノ消火栓ヲ設クルコト
14. 床面積ノ合計5000平方メートル以上ノ建物ニ在リテハ必要ト認ムルトキハ自働火災報知又ハ火災報知ノ設備ヲ爲サシムルコトアルベシ
15.「スプリンクラー」ノ設備ヲ有シ支障ナシト認ムルモノニ在リテハ第8號及第13號ノ適用ニ付斟酌スルコトアルベシ

第5條　防火、避難上必要ナル器具ノ設備ハ左ノ各號ニ依ルベシ

1. 適當ノ位置ニ消火器ヲ配備シ有効ニ之ヲ保持スルコト
2. 救助袋其ノ他適當ナル避難用具ヲ配備シ且窓其他適當ノ場所ニ之ガ取付裝置ヲ設クルコト

警視廳令興行場及興行取締規則

第45條　興行場ニハ觀客定員50人毎ニ9立入藥液消火器1箇以上ヲ備ヘ又ハ之ト同等以上ノ効力アル消火設備ヲ爲シ適當ノ箇所ニ配置スベシ但シ其1部ハ10立入「バケツ」（消火用ト赤書スルコト）ニ水ヲ湛ヘタルモノヲ以テ之ニ代フルコトヲ得

興行場ニハ適當ノ消火栓ヲ設ケ水管、筒先等ヲ之ニ附屬セシムベシ　但シ觀客定員1000人以下ノモノニシテ土地ノ狀況ニ依リ支障ナシト認ムルトキハ此ノ限リニ在ラズ

映寫室ニハ第1項ノ消火器1箇以上及乾燥セル砂ヲ以テ充シタル「バケツ」（消火用ト赤書スルコト）2個以上ヲ備フベシ

警視廳令アパート建築規則

第3條

8. 床面積ノ合計3000平方メートル以上ノ建物ニ在リテハ必要ト認ムルトキハ床面積500平方メートル以内毎ニ1箇所以上ノ消火栓ヲ設置セシムルコトアルベシ

第6條　防火、避難上必要ナル器具ノ整備ハ左ノ各號ニ依ルベシ

1. 適當ノ位置ニ消火器ヲ配備シ有効ニ之ヲ保持スルコト
2. 適當ナル避難用器具ヲ配備シ且窓其他適當ノ場所ニ之ガ取付裝置ヲ設クルコト

2. 消火栓設備

(1) 屋内消火栓設備

屋内に設くる消火栓は一般に鋼板製又は木製の箱内に消火栓弁、布ホース、青銅ノツヅル等を納めたものを廊間、廊下等の取扱に便利な位置を選定し配置するのであつて其配置は大略建物床面積330 m^2 乃至500 m^2 毎に1個位の割合に配置するのが普通である。

尙一般には屋内消火栓を設くると同時に建物外部には消防署ホース連結口（サイヤミーズコンネクション）、を裝置し失火の際消防署ポンプの應援を受る樣にするのが普通であつて、其連結口は一口用のものと二口用のものとあり、口徑は消防署ホースと同徑の63 mmのものが多く用ひられる。

第29表　消火栓箱の大略大さ

ホース		消火栓箱		
徑 (mm)	長 (m)	高 (cm)	巾 (cm)	深 (cm)
40	15	115	69	20·4
50	25	122	79	25·4
63	30	130	94	28·0

(2) 屋外消火栓設備

屋外消火栓には地上式のものと地下式のものがあるが、地上式の方が其の所在が明瞭で非常時に際し容易に取扱ひ得るが、地下式のものは消火栓が埋込みとなる爲其の附近に位置標示板の如きものを設けなければ其所在不明瞭となる恐れがある。

屋外消火栓は嚴寒地方に於ては不凍式消火栓を使用する必要がある。

屋外消火栓の配置及數に就ては建物の性質及其周圍の狀況に依り決定すべきであるが、本邦火災保險協會の規定は次の如きものにして參考とすべきである。

1. 建築物の外壁に沿ひ延長 45.4 m 以内毎に一個所を設くること、但し其外壁よりの距離は15 m を超えざる範圍とす。
2. 消火栓には毎分 908·2 l の水量をポンプ又は他の水源に依つて建築物の最高層に對して放水し得る事を必要とす。
3. 消火栓2箇所毎に全長 30 m 以上のホースとノツヅルとを具備せしめ、少くとも8名以上の消防夫の訓練したものを常備すべきものとす。

3. 消火栓附屬品

(1) 消火栓弁

消火栓弁は仕切弁又は球形弁であつて屋内消火栓の場合は常にホースの一端を弁に取付けて置くことが普通である。

(2) ホース

ホースは一般に麻布製が用ひられ屋内用のものは其徑多く 40 乃至 50 mm で長さは 15 乃至30 m である。

(3) ノツヅル

ノツヅルは靑銅製であつて其の一端はホースと同徑で他端は屋内用は10乃至20 mm の大きさのものが一般に用ひられる。

(4) ホース掛

屋内消火栓のホース掛は一般に懸垂式の綰掛及びピン掛等が多く用ひられる。又ピン掛式で半自動式及自動式のものがあるが、前者は消火栓弁を開きたる後ホースを所要の位置迄引出せば直ちに放水するもので、後者は唯ホースを引出し所要の位置に至れば自動的に放水を始めるもので取扱が便で1人にても容易に操作

第30表　ノツヅルよりの噴出水量（毎分）（消火栓用）

靜水頭 (m)	水壓 (kg/cm^2)	各種ノツヅル口徑 (mm)					
		3/8 in (10 mm)		1/2 in (13 mm)		3/4 in (20 mm)	
		噴出高 (m)	水量 (l/r)	噴出高 (m)	水量 (l/r)	噴出高 (m)	水量 (l/r)
3·0	0·3	2·7	37·8	3·0	54·8	3·0	130·0
6·0	0·6	5·5	54·7	5·8	77·9	5·8	174·6
9·0	0·9	7·6	65·9	8·2	95·3	8·5	214·7
12·0	1·2	9·8	77·1	10·7	111·9	11·3	247·6
15·0	1·5	11·3	86·9	12·8	122·9	13·7	277·7
18·0	1·8	12·8	94·5	15·0	134·6	15·9	303·6
24·0	2·4	14·0	109·6	18·3	155·7	20·4	350·0
30·0	3·0	16·5	124·0	21·1	174·3	24·1	392·0
36·0	3·6	16·8	135·3	22·9	190·5	27·5	429·0
42·0	4·2	17·7	145·5	24·1	206·0	31·2	474·0
48·0	4·8			24·4	219·6	32·3	496·0
54·0	5·4				232·7	34·1	525·8
60·0	6·0				246·5	36·4	553·4

し得るものである。

其他卷車式又は疊込式のものがあるが、本邦の如き濕氣多き地方では通氣惡く不適當である。

4. 消火用ポンプ

相當高壓の給水を要する屋内消火栓には消火用ポンプとして一般に多段式渦卷ポンプが用ひられる。而してノツヅルの先端に於ける壓力は毎平方糎 2·5 乃至 5 *kg* を有する樣になすのが普通である。

ポンプの動力は電動機又はガソリン發動機が用ひられるが、ガソリン發動機は多く電動機の豫備として裝置せられる。其の水量は同時使用の消火栓個數に依り決定し所要の全揚程は最終端消火栓に於て最小 2.5 *kg*/*cm*² 以上ある樣決定し其結果に依り馬力數を決定すべ*きである。(第 31 表參照)

5. 消火栓設備設計

(1) 消火栓用給水管の決定

給水主管の大さを求むるにはノツヅルより噴出水量を假定し、消火栓を同時に何個所開放すべきかを豫想して之に應ずる太さの主管を決定するのである。

ノツヅルの先端は一般に 10. 13. 又は 20 *mm* のものが用ひられるが、此噴出水量は第30表に依て求めることが出來る。第30表に依り求めた水量は消火栓 1 個所よりの水量であるから同時に何個使用するかに依り全水量を定め第31表に依り給水主管は何 *mm* を要するやを求めるのである。

第 31 表　鐵管及ホースの流水量摩擦損失及水速の關係　(30 *m* に付)

管徑 40 *mm*			管徑 50 *mm*			管徑 63 *mm*		
給水量 (*lr*/*mn*)	水速 (*m*/*sec*)	摩擦損失 (*m*)	給水量 (*lr*/*mn*)	水速 (*m*/*sec*)	摩擦損失 (*m*)	給水量 (*lr*/*mn*)	水速 (*m*/*sec*)	摩擦損失 (*m*)
90	1·14	2·34	200	1·65	3·46	300	1·62	2·38
100	1·28	2·90	220	1·82	4·11	350	1·81	3·07
115	1·46	3·40	240	1·99	4·82	390	2·06	3·80
130	1·65	4·39	260	2·14	5·51	450	2·39	5·19
150	2·02	5·68	280	2·32	6·22	540	2·84	6·94
管徑 80 *mm*			管徑 100 *mm*			管徑 125 *mm*		
330	1·08	1·20	700	1·45	1·24	1,140	1·39	0·89
380	1·26	1·23	850	1·75	1·63	1,190	1·46	0·98
480	1·49	3·04	900	1·86	1·88	1.350	1·65	1·22
540	1·98	2·87	1000	2·07	2·24	1,500	1·85	1·52
600	2·19	3·58	1100	2·26	2·60	1,750	2·14	1·95

(2) 配管工事

消火栓用の給水主管は普通竪主管なすを以て、消火栓は各階共成るべく同一場所に設くる必要がある。

屋上に水槽がある場合は給水主管を之と連結し消火ポンプの起動前多少の水でも給水し得る樣にするのが普通である。尙消火栓箱には消火ポンプ起動用のボタン イツチを裝置し置く事もある。

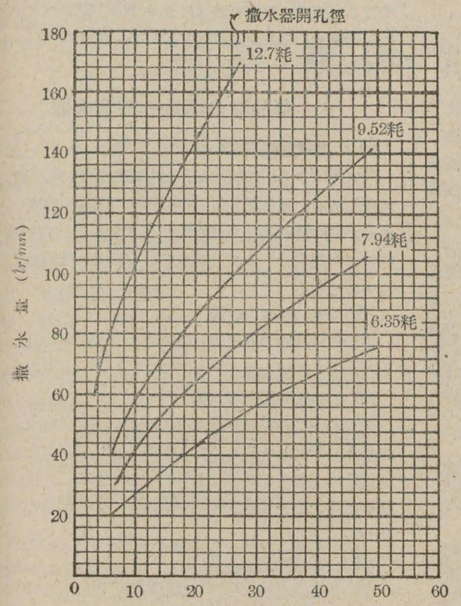
消火用給水管は亞鉛めつき鋼管又は鑄鐵管が一般に使用されて居る。

6. 消火撒水器及水幕撒水器

(1) 消火撒水器

消火撒水器は建物の天井に鐵管を配管し其の鐵管は一定の間隔に撒水器を配置したもので、撒水器は普通内徑 12.7 *mm* の開孔を有し、其の開孔を蓋、押打及可熔合金片等を以て閉鎖し置き、出火に際し 68°C 内外にて可熔片を熔解せしむる樣になし置き、自動的に開孔して水を噴出せしむる裝置である。

其給水裝置は屋上に水槽を設けたる重力式に依るもの、壓力水槽に依るもの、消火ポンプに依るもの、水道直結として其壓力に依るもの等があり、又其通水方法には配管内に常に水を通して置く濕式のものと非常時にのみ通水せしむる乾式のものとの 2 種がある。



第 6 圖　消火撒水器より撒水する大略水量

撒水器の配置間隔は建物の構造及平面的條件を考慮して決定すべきであるが、其詳細に就ては本邦火災保險協會に於て規定されてゐる。次の第32表は建物の構造により其配置間隔を指定した表である。

(2) 水幕撒水器

水幕撒水器は隣接家屋よりの失火に備へる爲め窓、出入口又は軒先等に多數のノツヅルを取付け之に給水管を連結して水を噴出せしめ水幕を作り防火をなすもので其の操作は手動に依るものが一般である。

撒水器の口徑は 9·5 *mm*、7·9 *mm*、6·4 *mm* の 3 種であつて、例へば窓に 1 列に取付る場合は 9·5 *mm* のものを使用するが 2 列、3 列と多數に配置する場合は第33表の如く漸次其口徑を變じて配列するのである。

又撒水器には其取付個所により窓及側壁用軒先用、棟用、軒裏及出入口用等の種類がある。

第 32 表　撒水器配置間隔表

天井屋根の構造	各梁間の間隔	撒水器の列數	最大限の撒水器の間隔			
			横列	縱列	天桁又は壁面よりの距離	最端列の壁面よりの距離
漆喰塗、板張、鐵板張又は木造にして根太の露出せぬ場合	2·44 *m* 以内	1	2·44 *m*	3·66 *m*	1·83 *m*	1·83 *m*
	2·44 *m* 以上 3·05 *m* 以内	1	3·05	3·35	1·83	1·83
	3·05 *m* 以上 3·35 *m* 以内	1	3·35	3·35	1·83	1·83
	3·35 *m* 以上 6·71 *m* 以内	2	3·35	3·66	1·83	1·83
根太、棰木の露出したる場合	2·44 *m* 以内	1	2·44	3·05	1·52	1·52
	2·44 *m* 以上 3·05 *m* 以内	1	3·05	3·05	1·52	1·52
	3·05 *m* 以上 3·35 *m* 以内	1	3·35	2·44	1·68	1·22
	3·35 *m* 以上 6·71 *m* 以内	1	3·35	3·05	1·68	1·52
耐火構造	3·35 *m* 以内	1	3·35	3·66	1.83	1·83
	3·35 *m* 以上 3·66 *m* 以内	1	3·66	3·51	1.83	1·52
	3·66 *m* 以上 7·32 *m* 以内	2	3·66	3·66	1.83	1·73