552
4

# 市町村の水道

序 工學博士 中島鋭治

著 八幡製鐵所技師 龜井重麿

大正
15. 2. 5
內交

早稻田大學出版部發行

千秋洽澤

大西十六年夏

題

寒碧山房 宏仁武

552-4

# 序

都市健全の發達を圖る、其の途固より多々ありと雖とも、然かも潤澤なる良水を普及せしむるの一事は、衞生、産業、防火等の關係上、殊に其の最も急務たるを感ぜずんばあらず。歐米先進國の諸都市が水道給水の普及せると否とを以て、一國文化の程度を測知するの晴雨計(バロメーター)となし、競ふて水道の普及に努力しつゝあるもの、誠に以ありと謂ふべし。思ふに水道の事業たる、其の効果の及ぶ處頗る大なると同時に其の經營の困難亦尠しとせず。輓近我國に於ても、其の都市町村の發展上、先づ水道の施設を必要なりとし、之が實現を以て都市町村改善の第一歩となすの傾向あるは、邦家の爲、眞に慶賀に堪へざるなり。

抑も工業の進歩は、理論と實驗との親和に因るべきは、敢て多辯を要せずして明かなる處なるが、殊に水道事業の如きは、一層此感深きものあり。理論固より必要

なりと雖ども、實驗亦輕視するを許さず。兩々相待て始めて好結果を見得べきなり。龜井君は我國の水道事業界に最も長き經歷を有する一人なり。嘗て横濱、函館、東京若松、大阪等の諸市及宮内省、農商務省製鐵所の給水事業に參加し、得たる多年の經驗を基礎となし、斯業の計畫及經營に必要なる事項に就き、頃日其の蘊蓄せる實驗と理論とを記述して一書を著し、名けて「市町村の水道」と云ふ。今茲之を世に公にせんとし來りて序を余に求む。余受けて之を讀むに、水道に關する百般の事項を網羅蒐集して遺漏なく、所說亦繁簡精粗宜しきを得、實用上參考となるべきもの尠なからざるが如し。故に世人此書を精讀せば水道事業が如何に吾人人類の生活上に至大の關係を有する大問題なるかを知るを得べく、又以て水道企業者及水道技術者の好侶伴たり、好顧問たる、敢て疑を容れざるなり。聊か所感の一端を陳べて序辭に代ふと云爾。

大正十二年八月

東京に於て

工學博士　中島鋭治　撰

# 自敘

余往年自ら忖らず水道新書と題する一小册子を著述して之を世に公にしたることあり。當時工業に關する書籍の出版界は未だ極めて幼稚なるものにして、浩瀚なるものは之を忌み、挿圖多きものは之を喜ばず。然かも其技亦拙劣なりしを以て、從て其書の内容も自然貧弱杜撰なるを免れず。今日より之を看れば轉慚愧に堪へざるなり。余常に之を遺憾とし適當の時機に於て、改竄補修を加へ、以て時世の進運に伴ふものたらしめんことを欲して未だ果さず。然れども餘暇ある毎に、徐々起稿をなし、或は材料の蒐集に努め、早くも既に十餘年を經過せり。

甲寅の秋余偶二豎の侵す處となり、乙卯の春に至り、益健康の勝れざるを覺ゆるを以て、一旦總ての職務を抛擲し專ら健康の恢復を圖らんと決意し、乙卯四月斷然公職を辭して鄕關に退き、只管靜養を加ふるを以て唯一の目的となし、魚竿を清波に

# 市町村の水道

## 例　言

一、市町村の給水卽ち上水道建設のことたる、衞生工學に屬し、其理論學說共に廣汎深遠にして、到底斯る小冊子に詳述し得べき處にあらず。此書は著者が多年斯の事業に從事して得たる經驗と、實用上必須の學理とを綜合して一篇となし、土木實業家及學生、衞生當務者、其他人身健康の事に注意する社會の人々をして、上水道の事業に關する一般の智識を得せしむるの考科に供するを目的とす。

一、篇中其一斑の理論學說及構造取扱等を記述し、且つ著者の卑見をも併記し、以て研究の資に供す。

一、譯語は大概工學字彙に依れりと雖とも、其先例なきものは著者自ら之を選定せり。故に其妥當を缺くもの少なからざるべきも、異日之を改訂することあるべし。

大正十二年六月

著　者　識

# 目次


第一章　上水道の沿革……一
外國に於ける水道の沿革……日本に於ける水道の沿革……東京市水道……横濱市水道……函館市水道

第二章　水とは何ぞや……三

第三章　硬水軟水の得失……二八

第四章　給水の豫定……三七
ランキン氏所説水量……日本各市の給水量……大阪市に於ける實驗給水量……家事、湯屋、汽罐、船舶、官公署兵營の消費水量……料理屋、飲食店、旅人宿の消費水量

第五章　水道の水源……四七
地表水……河川……沼湖……雨水……聚水地……有效雨量と降雨總量の比……貯水池……石堰堤……土堰堤……地下水……鑿泉……倫敦市の地下水……伯林

市の水源地……ミュンヘン市の水源……布哇島の水……喞筒場……臺北水道の水源　二

**第六章　水の清淨法**……六八

沈澄法……藥物沈澄……沈澄池……緩速砂濾法……內外各市水道の濾過床……汚砂洗滌……濾過速度……機械的濾過法……濾水機械の利益……濾水機械の構造……殺菌法……オゾーン殺菌法……晒粉殺菌法……紫外光線殺菌法……紫外光線應用の注意……紫外光線殺菌器械の構造

**第七章　淨水池**……一一六

淨水池の構造……水塔……竪管

**第八章　水管線路の撰定**……一二三

線路選定の要件

**第九章　水道用水管**……一三五

鑄鐵管に關し工學會の調査……鐵管製造者の意見……水道用鑄鐵管に關する術語……水道鐵管の重量計算法……鐵管の仕樣書標準（工學會撰）……上水協議會

決定鐵管仕樣書標準

**第十章　鐵管布設法**……一八二

接合に熔鉛鑄入……接合仕上……湧水個所に於ける接合……フランヂ接合……附屬器具の布設……鐵管布設費用……河川橫斷の場合……囮水瓣、排氣瓣、伸縮繼手

**第十一章　鐵管鑄造法一斑**……一九五

鑄型……突緣管

**第十二章　鐵管防銹法**……一九九

**第十三章　鐵管の試驗檢査**……二〇一

鑄造試驗……水壓試驗

**第十四章　喞筒機の設計**……二〇三

**第十五章　給水裝置**……二〇八

給水細管……鐵管穿孔作業……分水栓……止水栓……水栓柱……給水栓……鉛

管の大さ……共用給水栓……公用給水栓……船舶給水栓……汽罐給水……防寒設備……鉛工用具……ハンダ……給水材料の試驗檢査……給水管の流出水量表

**第十六章　水道に必要なる水理の計算**……二三六

堰……溜堰……溝渠……チューブ……管槍……管の總水頭……各種の損失水頭……管内に於ける流水の平均速度……管の流量……管の直徑……短管……長管……複管……管内流水の壓力……動水勾配線……動水勾配線の實用……サイホン……管槍を附せる管……鋼鐵管、木管及蛇管……管の流速に關する實驗公式……配水管……給水管……管の厚さ……水管内の通水量に關する公式の比較

**第十七章　量水器**……三五六

喞子式量水器……翼車式量水器……圓盤式量水器……乾式及濕式量水器……優良なる量水器……量水器の試驗……量水器の修繕

**第十八章　各戸給水法及水料徵收**……三六五

スプリング、ウワルレー水道……ローウエル市水道……トロイ水道……倫敦ケント水道……ニューリバー水道……東倫敦水道……サウスワーク、エンド、ウヨークス、ホール水道



**第十九章　水質試驗**……三九七

上水試驗法……採酌法……化學的試驗法……細菌學的試驗法……飲料適否の判定

**第廿章　上水道工事に於ける諸設備の命數**……四一〇

貯水池、堰堤、導水溝、隧道……鑄鐵管……鋼鐵管、鍛鐵管……木管……小徑配水管……給水管……小配水池……竪管……弇……消火栓……量水器……喞筒機……機關……汽罐……發電機及發動機……濾過設備……建物……煙突

**第廿一章　電流分解作用と地中埋設の金屬**……四一八

**第廿二章　鉛管と瓦斯との關係**……四一九

**第廿三章　簡易水道**……四二一

追記

**震災に對する水道の設備に就て**……四二八

# 市町村の水道

龜井重麿著

## 第一章　上水道の沿革

### 外國に於ける水道の沿革

上水道の沿革

外國に於ける水道の沿革

海外諸國に於て、田園の灌漑及飲料に供するの目的にて水道を建設せしは太古草昧の時代に起りしものと見え、南米の白露國、亞細亞の印度國等には今尚其巨大なる灌漑水道の遺跡ありと雖ども、其起業の年代に至りては今其確據を得ず。彼の有名なる猶太王ソロモンの如きは、西暦紀元前凡そ一千年の頃既にベスレヘムより其國の首府ゼルサレムに至る六哩間に水道を設け、内徑十吋の管を以て府民の飲料に供せしが、今も尚ほ之を利用しつゝありと云ふ。埃及、巴比倫尼の如き古國も亦多く此例に倣へりと雖も、強大なる羅馬帝國興りて後四百年、アッピアス、クローデアスの建

設せし水道を第一とし、デンテータス、バビリアス等の水道陸續建設せらる。思ふに其規模宏大にして然も其築造に巧緻を極めたるは羅馬時代の水道なるべし。蓋し羅馬の古帝國滅亡の後、其水道も亦荒廢に委したれども、之等の殘墟は今も猶ほ壯麗にして人目を驚かすに足るものあり。ネルバア帝の世に至ては既設の水道九個ありしが、帝は尙ほ此上五個の水道を新設し、其後更に又次第に增加し、遂に二十個の多數に上れり。試に其一二の例を擧んに、アクア、マルシアの如きは、羅馬城より三十三哩を距る處の淸泉より發源し、迂回して三十八哩の水道となり、內徑十八呎の管を高さ七十呎其數七千許の拱形上に載せて之を都城に送致せり。其管には氣孔を穿ち內部に鬱積せる空氣を排除し、又石室を設けて水を沈澱せしむる等の裝置あり。ニュー、アニヲの水道は六哩間一連に築造したる拱形を以て谷を踰えしめたり。此他の水道一として宏壯ならざるはなし。故にスダラボ氏は「諸川溶々として流れて羅馬城に入る」と謂ひしも亦決して誇大の言にあらざるなり。フロンチアスの記載せしものに依れば。羅馬に引用されたる九個の水道の總水量は一日に二千八百萬立方尺卽ち四十四萬八千石なりしと云へり。故に二十個の水道にては其水量優に五千萬立方尺卽ち八十萬石以上に上りしなるべし。實に驚歎すべき偉業ならずや。然るに羅馬人は特に其都城にのみ斯る偉業を企てしのみならず、其征伏侵掠せし諸州の都府にも亦盛に水道を布設せしめたり。彼のメチス（現今の獨逸國メッツ市）に設けたる水道は、其貯水池に於て海軍の練練を試みたりと云ふを以ても如何に其規模の巨大なりしかを想像するに足るべきなり又佛國のニメス水道はオーガスタス時代に竣成せしものなりと云ふ。其他西班牙のセゴビア、タラゴナの如きも著名なるものしてに其遺跡今猶ほ存在す。又羅馬帝國の末代に成りたるものにして著名なるは、君坦丁堡のビルゴス水道なり之れ等は皆橋梁式の建設法に依れり。又希臘の水道は稍其建設法を異にし、隧道を開鑿し溝渠を穿ちて導水したるものなるが故に其殘墟は大概地下に埋沒し今日に於て敢て人目を驚すもの少しと雖も其當時にありて如何に其技術の巧妙を極めしものなりしかは推測するに餘りあり。彼のエガラ水道は紀元前六百二十五年に竣工せるものなるが、其隧道の延長は實に四千二百呎ありしと云ふ。又アゼンには紀元前五百六十年の交に完成したる三個の水道ありて、其內ヒメタスの湧泉を導きたるものはイリッス河の河底に穿ちたる隧道を流通せり。シシリー島のシラカス水道はアゼン人の侵略を受けたる際之を破壞せられたりしが、其後之れに修理を加へ今尙之れを使用せり。此水道の支線にしてオルチギア島に分派供給するものは海底に隧道を堀鑿して通水せりと云ふ。

中世紀の遺跡にして有名なるはヂャスチニアン水道なるべし。エヂプト、バビロン等は地勢平坦なるが故に、希臘、羅馬の如く敢て技術の巧妙なるものなしと雖ども、貯水池等の設備頗る宏

大なるものあり。前者はナイル河の水流を導き、後者はチグリス、ユーフレッツの兩河より導水せり。佛國にては羅馬風の水道數多あり。彼の路易十四世の代に竣成したる、マインテノン水道橋の如き、或は一千八百三十九年に起工し四十七年に完成したるマルセイルス水道の如きは、前段に述べたるニメス水道と伯仲の間にある大工事と稱せられ、一分時間に能く十九萬八千有餘「ガロン」の水を輸送し得るものなりと云ふ。

羅馬帝國漸く衰退に歸せし際には全歐洲の天地再び分裂し、群雄割據の狀態を出現し、戰亂止むときなく、水道事業の如きは又全く顧みる者なきに至れり。其頃より一種の宗教盛に行はれたりしが、其所說に曰く、凡そ人間は總て天然の儘に棲息するを最も能く天理に叶へりと云ふを主たる教義としたりしかば、之を信ずるの徒は皆家屋の掃除をなす者なく煮沸したる飲食物を採る者なく、又沐浴を行ふ者なく、衣食住共に不潔汚穢を極め、惡疫の流行頗る頻繁にして其慘狀實に想像も及ばざる域に達せり。然るに斯る狀態を以てしては到底人類社會の安寧を維持し福祉を增進すると能はずと覺醒し來る者次第に增加し、衞生のことは片時も苟且に附すべかざるものなるを痛切に感じ、一旦荒廢に屬したる上水道及下水道の設備をも復舊せざるべからざる趨勢に傾き來れり。

近世に至り人智大に開發し、百般の工業日に進歩するの氣運に際會し、衞生に防火に將た製造工業等の爲上水道の設備益〻必要となり、歐米の諸都市皆之を建設せざるなきに到りしかども、其進歩は誠に遲々たるものにして、其完備の域に達せしは實に輓近にあり。佛國巴里の例を以て見るに該市は一千百年の頃は政府の官吏と富豪とのみ自由に清水を得るに止り、一般市民は一千五百年に至り、僅かに一人一日一「パイント」半(約四合)の少量を供給せらるゝこととなれり。然して其水は皆セイン河より汲揚したるものなりしが、市街の汚水は皆此河に流入しつゝありしを以て其水の不潔なりしと想像に難からず、其後一千六百年代に至り、政府に於て羅馬の古例に倣ひて、水道を布設し、他より水を引用するか或はセイン河の水を喞筩機にて汲み揚ぐるか何れの方法を採るべきかに就き調査研究すること數十年に渉り、竟にセイン河より汲揚するに決し、市民は一人一日約五「パイント」(一升五合)の水を供給せらるゝに至りしかども、其水質は尙不潔なるを免れざりし。

一千七百年同國革命の頃には、市住民は二十「パイント」(約五升五合)の水を供給さるゝことゝなれり。一千八百年の頃始めてウルク水道の工を起し、同三十七年之を竣成し、其後又市を距る六十哩餘の地より水を引用するの工事を完成したる有樣なり。

往古の水道は皆石材、煉瓦、陶管等のものを以て築造せしものなるが故に、水をして高低起伏ある土地を經過せしむるは、極めて至難の事業なりしが、一千七百年の末に至り製鐵の業漸く盛

大なるに及び、鐵管を使用するの途始めて起り、復昔日の困難なきを以て水道引用上益〻其便を得以て今日の盛況を見るに至れり。

## 日本に於ける水道の沿革

日本に於ける水道の沿革

地方に旅する人は今も屢〻目擊さるゝならん。彼の山腰山腹の地を卜し、旅客を慰むる目的にて茶店を設くる老翁老媼が、山間の溪流を竹樋の類にて導き、之を空樽の如き水槽に貯溜し、客にすゝむる澁茶より自家日常の炊事其他に要する用水まで、皆悉く之を以て辨ずる者あり。之れ卽ち一個の上水道なり、人口少き處にありては、斯る簡易なる設備によりて敢て不便を感ずることなしと雖も、人家稠密の都會にして多數人の群居する處にありては、到底斯る姑息なる水道にては其用を辨ずるに足らざるなり。茲に於てか規模の大なる中央給水の方法行はるゝに至れるなり。

東京水道

我日本に於ても田園灌漑の目的にて用水を貯溜し、或は河川等より引用したるの事實は、今尙ほ存在する遺跡に依りて、往古より施工されつゝありしが如しと雖も、其今日の所謂上水道として市街の地に引用せられたるは蓋し東京水道を以て嚆矢となす。東京は元江戸と稱し、武藏野と稱する廣漠たる原野の一部なりしが、彼の一世の英傑德川家康が此地に居城を移し、次で覇府を開きしより、庶民の此土に移住するもの踵を接して至り、遂に世界的大都市たるの形勢をなすに至れり。然るに此地元來地質粗惡にして、沮洳たる沼澤の如き部分多く、井戸を掘鑿するも大概不潔汚水のみにして、日常の用水に乏しく、僅に赤坂溜池及び神田山の下を流るゝ水を汲みて其用を辨じたりしが、常に涸濁涸渴の憂あり。人口の益〻增殖するに從ひ、彌用水の缺乏を感ずることゝなり、四民大に苦む。茲に於てか遂に神田、玉川等の上水道を引用さるゝに至れり。

▲玉川上水　今を距ること約二百六十年前、承應元年德川幕府は江戸町奉行神尾備前守に命じ水道開設のことを督せしむ。奉行は廣く水理の事に通ずる者を求め、多摩川沿岸の住民にて庄右衞門、淸右衞門の二人を得、以て此工事に當らしむ。二人は乃ち地勢水理を踏査し、武藏國西多摩郡羽村地先より多摩川の水を分岐し、江戸四谷大木戸に達すべき線路を觀測決定し上申せしが、更に旨を承けて承應二年四月其工事實施に着手し、同年十一月中水路の開鑿成る。次で又四谷大木戸より虎の門まで溝渠を開通し、共に好結果を得たり。然して此新設水路に依り全部通水を了りしは同三年四月なり。幕府は其工費として金九千兩を下附し、又二人の功を賞し玉川の姓を賜ひ、且つ永世上水役を命じ、切米二百石を給す（明治年間に至り兩人共正五位を贈らる）。其羽村引入口より四谷大木戸に達する露渠の延長は十里三十餘町にして、市内に屬する溝渠樋管の延長は大約

五萬二千間なり。尚ほ露渠に屬する部分は爾來幾多の改修を加へ今も之を利用せり。

玉川上水助水　西多摩郡箱根ヶ崎村に池あり狹山池と稱す。其流末は玉川上水路に流入せり。往古は清流漾々たる一條の泉流をなし、羽村引入口に於ける堰堤崩潰等の事變あるに際し、一時此水を以て補充するの便を取れり。故に助水の稱ありしが、年を經るに從ひ次第に埋沒して池域甚しく狹小となり、僅かに汚濁の潴水を存するのみなるも、一朝降雨に際しては附近の耕地より來る汚水を綜合して流下し、本流の水質を汚濁すること甚しきを以て、明治四十年の交に於て之を他に排流せしむるの工事を施行せり。

▲神田上水　は源を北多摩郡三鷹村（吉祥寺と牟禮との間にあり）井の頭辨天池に發し、豐多摩郡井荻村字下井草善福寺池及び同村字上井草妙正寺池の流末と淀橋に於て玉川上水路より分岐する助水とを合して一體となり、流れて小石川關口に至る。其間沿道の用に供すること玉川上水に同じ。蓋し本水路は低地に位せるを以て、一旦田園灌漑の用に供したる汚水も回旋混入するを免れず。加之附近の地域に降りたる雨水も亦之に流入するなり。小石川關口より市内に入り給水す。井の頭より關口に達する水路の長さは五里二十六町餘にして、其他の露渠及樋管の長さは大約四萬一千間なり。

神田上水開鑿の起源は其確徴を見ず、隨て其說一ならざるも、要するに往時の小石川水道にして、稍〻信すべき一說を揭げんに、天正十八年大久藤五郎德川家康の命を承け上水源を檢し、井の頭池水の飲用に適すべきを發見して具申す。家康之を嘉賞し命じて其名を主水と改めしむ。且つ水は濁らざるを要す、宜しく「モンド」を「モント」と唱へよとあり。又此池水を以て清茗を芝野に試みられ、賞翫の餘り宮島の銘ある茶釜を賜ひ、子孫之を傳へ、夫れより益田孝氏の所有に歸し今に現存せり。

因に誌す、松尾桃青（芭蕉と號す）が寛文年中江戸に來れる時適々水道工事の擧あるに際せり。其事を掌理せる中坊某之を官に薦め其工事に從はしめしが、工事竣成の後薙髮引退せり。蓋し桃青は水理自然の法を得以て中坊氏等を助け補益する處尠なからざりしと。今の目白芭蕉堂は其普請小屋の古跡なりと云ふ。又以て名流先覺の夙に事に此に從へるを知るなり。

▲千川上水　は武藏國新座郡保谷村（明治年間該村は北多摩郡に變換せらる）地先に於て玉川上水を分岐し之を巢鴨溜池に致す。沿渠各村落に供給して市内に入り、本郷、下谷の一部に給水せしものなり。其開鑿の起源は元祿年間にして、彼の河村瑞賢の計畫に係り、多摩郡仙川村の農民德兵衞太兵衞の兩人此工事に從ひ、元祿九年竣成す。依て彼の村名を以て上水の名とし、文字を千川に改め、事を

奉ぜし村民二人の姓に賜り、且つ江戸府中に邸宅を給ひしと云ふ。然るに享保七年上水としての供給を廢し、單に田用水となせしが、後安永九年再び之を興し、本郷湯島、下谷、淺草等に給水せしも、爾後興廢一ならず。明治十三年岩崎彌太郎等、千川水道會社を起し、舊渠を修理開通し、改良水道給水開始の頃迄營業を繼續せり。保谷新田分水口より巣鴨沈澄池に至る其間水路延長五里餘、其他露渠樋管の長さは三千九百餘間に達せり。

▲三田上水　は玉川上水の分派にして白金御殿に掛りし上水なり。代々木村より澁谷、目黑、白金の諸村及び豐澤村を經て麻布近傍に給水せしものなりと云ふ。今尚ほ之れ等の村落に上水跡と傳ふるもの處々あり。起工の年代は詳かならざれども、元祿十一年白金御殿造營の頃の事なるべし。享保七年同御殿を廢せられし後は品川領各村の用水に賜ひしと云ふ。

▲青山上水　は玉川上水を四谷大木戸邊にて分水し、南流して青山近傍より赤坂一ッ木町、麻布龍土町、六本木町及市兵衞町等を經て飯倉に掛り、其末流は芝新堀に至る。此上水は萬治三年始めて成功したりしが、享保七年に至り停止せらる。

▲龜有上水　は元祿年中始めて其工事を起し、本所方面に水を供給したりしが、享保七年に至り廢せらる。

以上は東京市水道の沿革にして、之れ等水道の竣成したるは西暦千六百五十年の頃に該當し、泰西諸國に於ても羅馬の外、英國倫敦、佛國巴里等に頡々たる水道ありし時代なるに、斯る大事業を完成したるは眞に賞讃に餘りあり。然れども往古の水道は東西何れの國に於ても、唯他より水を引用せしと云ふまでにて、源水を其儘使用しつゝありしものなるが故に、一朝降雨等に依り源水溷濁するときは、其都市は源水の清澄し來るまで濁水を以て日常の用を辨ずるの外途あらざりしなり。之を以て東京に於ても明治維新後此水道改良の必要を認め、斯道に堪能なる內外の技師をして屢設計立案せしめたるも、多額の工費を要する大事業なるを以て容易に起工の運に至らず、荏苒歲月を經過したり。然りと雖ども水道改良の必要は益々市民の痛切に感ずる處となり、或は官憲の手に依り或は民間事業家の手に依り、種々に設計調査を重ねられつつありしが、斯る公益に關する事業は少數人士或は會社等の獨占に委すべきものにあらざるを以て、東京市區改正委員會は特に之れが調査委員を設け、斯道の學者及技師をして其設計に當らしめ、按成るに及び有名なる獨逸國伯林市の水道技師長たりしギル氏に囑して之れが批評を求め、其意見を聞くこととなれり。而して同氏の意見書が本邦に到着するに及び、之を審査したる上同氏の忠告を入れ、多少設計に修正を加へ、彌東京市をして之を實施せしむることに決せり。而して此大工事を擔任せしむには何

人を以てすべきかに付き、外國技師を招聘すべしとの說をなすものありしが、大日本帝國首府の水道工事は是非日本技術者の力に依り完成せしめたしとの希望を有する者頗る多かりしかば、當時衞生工學研究の爲數年前より歐米諸國に留學中の理學士中島鋭治氏（現に東京帝國大學名譽教授工學博士たり）に之れが擔當を托するを以て、最も適任なりと爲すは官市共に意見相一致せる以て、遂に同氏に依賴して歸朝を促し、迎へて技師長となす。氏は歸朝就任の後、嘗て東京市區改正委員會が決定せる東京市水道改良の設計書に就き詳に調査する處あり、又實地をも踏査して、淨水場の位置を千駄ヶ谷に決定せるを淀橋町に、又給水場の位置が麻布區今井町及小石川區傳通院附近なるを芝區榮町及本郷區元町に變更するを、市百年の爲利益する處多きを發見し、案を具して市區改正委員會の同意を求め之れを變更し、又諸般の構造物等に對し夫々實施の設計、計畫を立て、明治二十五年を以て起工し、同三十二年に至り落成を告げ、各戸に給水をなすこととなり、始めて全市に亙り淨水を供給し得るに至れり。然りと雖も市の住民は年々歲々增加し來り、隨て用水の需用も年一年と增加し、遂に明治四十四五年の交よりは從來の設備にては到底其需用を充すこと能はざるに至り、更に大なる擴張工事を計畫し、目下尙ほ施行中に屬す。

次で起れるものを橫濱市水道となす。橫濱は元海濱の一小部落にして橫濱村と稱し、土民多く



は漁を以て業とす。土地不毛にして潮水常に浸入せり。井戸を堀鑿するも鹽分を含有せざるもの殆んど絕無と云ふべき有樣なりしと云ふ。明治維新以前歐米の諸國來りて我れと通商條約を締結するに際し、先づ橫濱港を開きて互市場と定めらる。此を以て內外人の此地に移住するもの頗る多く、彈丸黑子に等しき橫濱村は忽ち人家稠密し、殆んど寸尺の地をも餘さざるの狀況となり、漸々海面を埋築し、近村野毛村、元村、石川村に連絡して屋宇を建築し、日ならずして人家櫛比の都會を形造るに到れり。玆に於てか彌用水の必要を感じ、頻りに之を苦慮するものありと雖も、內外の商政繁劇にして未だ之れが協議を遂ぐるの暇を得ず。此時市民の多くは石川近傍の山麓にある井水を運搬して僅に其用を充し、其近傍に住する細民は此井水を運搬販賣するを以て一の營業となすに至り、一時同業を營むもの無慮二千有餘戸に達せりと云ふ。斯る狀態なるを以て市の有志者相會し水道を布設せんことを計畫し、神奈川縣廳に請願せしに、官亦其企を贊成し、直ちに之れを認許せり。此に於て新に水道會社を起し、其組織の成れるは實に明治三年のことなりしなり。此時に當り未だ土木の技に長じたるものなく、縣廳にありても唯官名あるのみにして、普通の文官皆其事を所理せり。斯の如き有樣なるを以て、水道會社は其施工方法に付き頗る苦心焦慮するのみにして何等の方針をも立て得ざりしなり。

當時橘樹郡市場村の名主役を務むるものに添田七郎右衞門なる人あり、夙に横濱に上水道引用の計畫あるを聞き、多摩川の水を引用するの容易にして利なるを發見し、窃かに其線路及工法を定め縣廳に上申せり。縣廳は直ちに之を水道會社に下附し、其設計の適當なるべきを諭示す。茲に於て會社は大に之を喜び相議して速に之れが起工をなすに決せり。

其引入口は二箇所に分る。卽ち其一は橘樹郡上川原村よりし、他の一は同郡宿河原村よりし、共に多摩川の水を露渠にて導き、同郡登戸村に至り兩渠相會して一渠となる。元來此水路は元稻毛、川崎二ヶ領の田園灌漑の爲に設けられたる用水路なるを以て、會社は先づ其關係各村に協議して承諾を得たり。然して之れが用途の多少に應じて夫々分疏せしむることとなり、同郡久地村に一の分量扉を置き、各村及横濱水道の分水量を定む。之れより横濱水道の分流は小杉村を經て鹿島田村に來り、素堀、砂溜を造りて固形物其他の沈澱を圖り、夫れより木樋を布設し、小倉、子安の兩村を通じ、横濱に導水せり。鹿島田村は横濱市街を距る行程四里餘なり。明治七年櫻橋（櫻橋は櫻木町一丁目より大江橋に並び港町六丁目に架設せるものなりしが今は之を撤廢せり）以北竣成す。茲に於て通水を試みしに工事用材料の粗惡なるが上に、施工亦瑕疵多くして漏水甚しく、到底横濱全市に給水の見込なく、僅かに高島町、櫻木町に供給するに過ぎざりしかば、其維持保存の費用すら支ふるを得ず、收支相償はざりければ、遂に水道會社を解散し、之れが管理を區役所に委任せり。區役所も一旦之を引受くるの止むを得ざるに至りしと雖も、資金なく技術者なく術の施すべき手段なければ、此營造物を擧て縣廳に托し、其改良維持の方法を囑せり。茲に於て縣廳は衆議を凝らし、百方改修の途を研究せり。時に一面横濱在留の外國人より屢請願し、上水の供給を促す頻なり。而して彼れ外國人等は常に述べて曰く、若し日本政府にして我々居留の外國人に上水を供給すること能はざれば我々は別に上水道を新設すべければ地所の使用權と之に對する相當の保護とを與へられんことを以てす。斯る有樣なるが故に、縣廳は何れか其一を斷行せざるべからざる事情に迫られ、遂に事の姑息なるをも顧ず、現在の樋管に對し改修を加ふることとなせり。

明治十一年始めて改修の工を起し、從來布設しある樋桝を盡く堀起して一々之を點檢し、其用に足るべきものは之を使用し、不完全なるものは除去して別に之を補ひ、更に配水線路を延長增設し、大岡川の川底に鐵管を布設し、再び木樋を以て港町、眞砂町、尾上町、常盤町、住吉町、相生町、太田町、本町、南仲通、北仲通、辨天通、海岸通、元濱町、堺町、及外國人居留地の各一部に給水せり。茲に於て舊來の面目少しく改まれりと雖も、元より一時の姑息手段に過ぎざれば、日ならずして漏水の個所を生じ、漸次に其度を擴大し來り、潮水爲に浸入し、年々歲々補修を要する

部分を増すのみなり。斯る狀況なるを以て、斯の上水道は決して良水にはあらざるも、他の用水總て不潔なる汚水にあらざれば潮水に等しきものなれば、猶ほ之れが供給を仰がんとするもの多く、遂に又吉田橋際より鐵管を以て川底を通し、吉田町、福富町、姿見町、羽衣町、蓬萊町等の各一部に給水し、櫻木町二丁目より木樋を川底に布設し、花咲町に給水せり。然れども年を經るに從ひ送水量減少するを以て、爾後數次鹿嶋田村以南及市内の一部に就き樋桝の修理を行ひ來りしも、迚も久しきを保たしむべき樣もなく、殊に頻年惡疫非常に流行し、死亡するもの實に數千人の多きに至る。其原因主として飲料水の不良なるにありとて衞生上一層の注意を喚起し、縣廳も亦上水道の改良等閑に附すべからざる大問題なりとし、百方劃策する處ありたり。適々明治十六年の初夏、英國陸軍工兵中佐ローヤルエンヂニーアスエッチ、エス、バーマー氏（後工兵少將に累進せり）清國（現今の支那）を漫遊し、歸國の途次横濱に寄港滯留せるを聞き、就きて氏が意見を叩き、乞ふて其計畫の事に當らしむ。氏が計畫成るに及び、縣廳は直ちに其意見を横濱に實施せんことを其筋に上請せり。經ること數月、内務省は特に雇外國技術者を派遣して其計畫に就き實地を調査せしめ、以て其所見を開陳せしむ。後十數月にして漸く其上請を允許せらる。此に於て縣廳は英國政府に照會し、再びバーマー氏を招聘して專ら横濱水道改築工事實施の任に當らしめんことを以てす。英國政府之を諾し、バーマー氏招きに應じて來朝するや、當初の意見に依り内外の技師數名を助手となし、材料の蒐集、水管線路の細測等着々其歩を進め拮据經營せり。

其水源は遠く相模國津久井郡三井村の山中相模川の北岸に取り、總て泰西の風に則り、此處に揚水喞筩機を使用し、一旦水を沈澄池に導きて固形物等を沈澱せしめ、夫れより更に鐵管を布設して導水し、同郡三井村、中澤村、川尻村、高座郡大嶋、田名、上溝、下溝、當麻、磯部、上鶴間の各村及南多摩郡鶴間村、鎌倉郡瀬谷村を經て郡筑郡上川井村の丘上（里俗此山を龜の甲山と稱せり）に至り、一の泡起井（Bubbling well）を設置し、再び鐵管を以て導き、都筑郡上川井、下川井、今宿、上星川、下星川の諸村落及橘樹郡佛向、阪本、程ヶ谷の各村並に久良岐郡戸部町を經て野毛山々上（海拔百六十餘呎）に至り、茲に三個の濾池を設けて水を濾過清淨ならしめ、又一個の貯水池を置きて濾水を此處に貯溜し、給水上の便利と不時の出來事に供ふる準備となせり。其水源より野毛山巔に達する距離は實に二十有七哩餘に渉れりと云ふ。之れより鐵管を横濱市内に布設して火災に備ふるに消火栓あり、細民に分つに共用栓あり、一家の用途、營業製造の用に供するに、鐵管より細管を連絡分岐して、自在に水を供給するの便あり。噴水泉池の設ありて園囿の趣を添へ、二十有餘年間用水の不良を嘆じたる横濱は、全市良水を得られざる處なく、衞生上は勿論製造工業等の上にも大なる利

便を得ることとなれり。此工事は明治十八年四月を以て起工し、同二十年十月竣成せり。我國にありて歐米の施工法に依り上水道を布設したるは、實に横濱を以て嚆矢となす。

其後相模川の水が洪水の度毎に溷濁甚しく容易に清澄せざるゝ、揚水喞筩機を使用することの不便且不經濟なるとより、其水源を道志川に變更し、自然流下法に依りて導水することに改造し、又人口增殖して給水量に不足を來せるより擴張工事を施して諸般の設備を增大せり。

函館は北溟の南端渡嶋國にありて北門の鎖鑰たり。北海道は明治維新前は蝦夷と稱し、廣漠たる原野にして、地味豐饒なりと雖とも氣候寒冷なるが故に移住するもの甚だ少し。明治政府は夙に當道の我國富源なるを觀破し、開拓使を置きて專ら開拓の事業を奬勵せり。玆に於て當道に移住するもの漸次に增加するに至れり。是れより先き函館は歐米の諸外國と交通貿易を開くに當り、横濱、長崎、神戸、新潟の諸港と共に互市場と定められ、内外の船舶常に輻湊し、帆檣林立俄かに繁榮を來せり。故に商估の内地を去て此土に居を構ふるの徒踵を接して至り、人家次第に增加し、忽ち一大商港となれり。

抑此地形を按ずるに三面海に面し、津輕海峽を隔てゝ陸奥と相對し、一面は地峽を以て北海本道に連接し、後に臥牛山脈を背ひ、旋回して港灣をなし其狀恰も巴の如し。故に又巴港の稱あり。

地は所謂半島に屬し、亦日常の用水に乏し。井戸を掘鑿するも山麓の地は水なく、平地にありては海潮干滿を恣にし、鹽分を含有すること甚しく、良水を得るの道を得ず。函館山麓の湧水は、文化年中函館奉行所調役富山元十郎保高の發見に係り、市内に引用せしと雖も、其量僅少にして十數戸の用に出でず。市街の東北を貫き赤川の下流を分岐せし露渠は、萬延年間本願寺の掘鑿に係り、其信者に給水するの目的にて開鑿せられたるものにして、漸く地峽砂磧の地に用水を得たりしかども、人家の增加するに從ひ、下水、汚水等を混入し、殆んと飲料に供するを得ざるに至れり。是を以て赤川の水を全市街に引用するの議起り、久しく工費の出所を得ず、荏苒歲月を經過せり。由之考之は水道布設を渴望せし起因遠しと云ふへし。而して此水道起工の事を公然開拓使廳に請願せしは實に明治六年なり後五年を經て明治十一年函館區長は赤川引水起工の必要を開拓使長官黑田淸隆に内申し、工事は區の事業となし、財源は本港輸出入物品步合金を徵收塡補するものとし、一時官金貸下げを乞ふ。次で又各町總代三十餘名連署し之を函館支廳長に公願す。支廳長は一方に於ては步合金の調査を命じ、一方に於ては水道線路の測量に着手せしむ。越えて十二年一月開拓使雇米國人土木師クローホルド氏をして工法の調査をなさしむ。氏は既往の水利及將來需用の水量等を調査して工事の設計をなし、同年二月二十七日付を以て調書を呈出せり。

同三月歩合金に對する調査成り、再び一時官金貸下げのことを出願せり。

函館支廳は常に水道布設法調査の勞を取り、明治十二年六月各種の工法を區民に示し、其果して如何なる方法に據らんとするかを諮問せられ、區民は皆其永久的計畫法を採用せんことを答申する等、着々整頓の域に近づきつつありしに、其十二月區内堀江町より出火し、全區の大半烏有に歸し、殆んど衣食住の安寧を失ふの不幸を見たり。尋で道路改正、家屋改築等剴下の急施を要する工事に追はれ、頓に水道の事業に及ぼすの遑を得ざりしが、後明治十六年に至り、函館縣廳は再び區民に恰當の方法を定むることを命ず。依て函館區會は工法竝に財源に對する從來の方針に修正を加へ、一時官金貸下げのことを出願するの議決をなせしかども、未だ允許を得るの機熟せず、成立の見込なきを以て、區の費用を節約し、水道起業の財源として年々若干金を蓄積することを決議し、之れが實行を開始せり。

明治十九年又一法を定め、北海道廳長官函館出張所に請願せしも其目的を達せざりしが、區費蓄積の法は依然繼續實行せり。同二十年北海道廳長官は時の神奈川縣雇英國陸軍工兵大佐ローヤルエンヂニーアス、バー・マー氏に函館水道工事設計の事を托せり。經る數旬にして其設計成りて之を奉呈せり。茲に於て函館區長は百方苦慮區民と相謀り、時到れり機失ふべからずとなし、財源其他の事を確定し上申せしに、同二十年一月六日漸く之れが認可を得、更に工事の設計監督を非職北海道廳二等技師工學博士平井晴二郎氏に命ぜらる。爰に至つて起業萬般の事始めて緒に就き、鐵管其他外國より購入すべき材料器具等は總て某商社に托し購入することゝなし、工事は北海道廳の經營を仰げり。

其水源は渡島國龜田郡赤川村なる赤川に取り、川中に一の小堰を築造し、自然流下法（グラビテーション・システム）に依り直ちに鐵管を布設して導水す。其大體はバーマー氏の設計に從ひ、水源引入口より約三千餘呎を隔たりたる處に二個の沈澱池を設け、水中に含有せる固形物の沈澱清淨を圖り、再び鐵管を布設して函館市街の中央に當れる山麓の高所に設けたる配水池に導く。其距離大約五哩餘なり。之れより又鐵管にて各町に配水し、家屋内の給水、消火栓、共用栓等の配置皆曩に横濱に成れるものと等しく、供給自在にして爰に積年の宿望を達し、區民皆安堵の思をなせりと云ふ。此工事は明治二十一年四月を以て起工し同二十二年九月落成せり。

其後函館の人口增加して給水に不足を告くるに至りしかば、之れが擴張工事を施行したりしが、數年前より亦其水量に缺乏を來せるを以て、目下第二次の擴張工事を施行中なりと云ふ。

此他大阪、長崎等の地も用水乏しくして、或は餘り清淨ならざる河水を酌みて僅かに其用を充た

し、或は不完全にして然かも其規模小なる水道等に依り、辛うじて日常の用を辨じ來れる有樣なりしかば、横濱水道の完成するを見るや、直ちに其工法に倣ふて水道を新設せられたり。夫れより内地に於ける諸都市は勿論臺灣、朝鮮、南滿州の各市等續々水道工事の起工を見るに到り、今や其工事竣成して其利便に因る處數十箇所に及べり。

## 第二章　水とは何ぞや



抑も水は生活體新陳代謝の媒介物にして、宇宙の動植物は水なくして生存繁殖を營み得るもの一として存在することなし。吾人人類の身體は其百分中の七十は水を以て成れりと云ふ、然して此水分の比例に些少の差異を生ずるも忽ち身體の健全を保つことを得ざるなり。即ち身體に輸送する水の量大に減少するか、又は全く杜絶するの不幸に遭遇するときは、數日にして生力全く衰盡し斃死するに至らん。彼の癲狂者が毫も食物を取らず只水のみを飲用する者尚ほ四十餘日の久しきに生存したる例ありと聞けり。若し之れに水の飲用を併止したらんには、恐らく其死決して一週日を出でざりしなるべし。醫家は謂ふ、健全なる大人は一晝夜に大約一升五六合の水を尿或は呼吸作用に依て水蒸氣となりて失ひ、又皮膚の蒸發作用に依て汗となり體外に排泄するものなれば、之れに等しき水量は日々體内に補給せざるを得ず。即ち之れを補給するには渴の感覺に依て其の儘直ちに飲むことあり、又茶、液汁或は酒等の水分を含有せる飲料に依て間接に水を飲用するにあり。就中飲用液體中最も汎用せられ、最も重要なるは飲料水なり。然るに此飲料水は總ての場合に於て其儘飲用さるゝものなれば、此水中に吾人の身體に有害なる物を混入するときは、人生に須要の靈液却て人の健康を害し、生命を失ふ原因となるに至るべし。凡そ物其用廣く其量大なれば、之れに伴ふ處の利害關係も亦甚大ならざるを得ず。飲料水の如き即ち其一なり。日々身體の榮養を助くる上に於て、純良の水質なれば可なるも、若し之れに反し有害の水質ならんには、其害毒の及ぶ處決して尠少ならざるなり。彼の虎列刺病及び腸窒扶斯の如き疾病は、其病芽を水中より傳播するの學説あり。現に之れを證明するに足るべき實例は屢社會に公報さるゝ處なり。古諺に水能く船を浮ぶれども亦能く船を覆すと。水の飲料たる關係も亦之れと甚相似たり。其質良好なれば人身生育の要資となり、其質不良なれば忽ち災害を釀成す。故に吾人が日常必須の用水は實に等閑に附し去るべき問題にあらざるなり。

茲に於てか衞生の重要視さるゝ文明諸國の都市にありては、上水道の設備をなさゞる處なき所

以なるべく、又衞生上最も安全なる水を多數人に供給する最上の手段なるべし。

抑も水とは如何なるものなるかを吟味するに、純粹なるものは全く水素と酸素の二原素より成立す。然れども天然の水には決して純粹なるものあることなし。必や種々なる物質を混入せるものなり。如何となれば水は種々の物質を溶解せしむるの性質を有するが故なるべし。而して其水に多量のカルシュム鹽類、マグネシュム鹽類を含有せるものを硬水と云ひ、又之れ等の鹽類を含むこと少きものを軟水と稱す。

水は三種の狀態となりて存在するものなり。即ち固形體、液體、瓦斯狀體にして、水は此三の有樣を反覆しつゝあるなり。設令ば土地河海若くは沼湖等より太陽の熱に依りて蒸發し、水蒸氣と稱する瓦斯體となり大氣中に飛散す。然して大氣中に水蒸氣を含むの力は其溫度に關係するものにして、溫度高きときは多量の水蒸氣を含むことを得べく、溫度低きときは其力を減少す。例へば夏日は大氣溫暖なるが故に水蒸氣を含むこと多量なれば、大氣は濕氣を帶ぶ。之れに反し冬季は大氣寒冷なるを以て濕氣なく常に乾燥せるなり。之を以て濕氣を含みたる大氣が寒冷に逢ふときは、其水分を悉く瓦斯狀體として保有すること能はず、濕氣の一部は忽ち收縮して種々なる形狀を表はす。即ち地上に近きときは霧と云ひ、地上に遠きときは雲と云ふ。又充分水蒸氣を含有する處の大氣が甚しく冷却さるゝときは雨と稱する液體となり、或は雪と稱する固形體に變化す。斯の如くして間斷なく此變化を反覆し、始め地上より蒸發したる水が、再び元の位置に復歸循還するものなり。

元來大氣なるものは、主として酸素及窒素より成立せるものなれども、他の種々なるものを混入せり。即ち水蒸氣あり炭酸あり、時としては硫化水素、亞硫酸、安母尼亞、亞硝酸等を含むことあり。亞硫酸は硫黃を燻蒸すれば忽ち發生し、安母尼亞は不快なる臭氣ある瓦斯なり。亞硝酸は臭氣なく、安母尼亞又は硝酸より變化して發生するものなり。故に大氣中には以上の物質及び礦物性又は有機性物質より成る處の塵埃を含有するものなり。然して水は水蒸氣と化して大氣中に飛散せる間に、之れ等種々なる物質中溶解性のものは之を溶解し、又は不溶解性のもの設令ば塵埃又は細菌の如きものは其儘之を混有す。之を以て雨水の腐敗し易きは斯る細菌を含有するに起因するものなり。又雨水は其質軟水にして味宜しからず。之を多量に飲用すれば消化機能に障害を釀するの虞ありと云ふ。

雨若くは雪が地上に降下するときは、三個の方向に向て進むものなり。其一部は地表水となつて河海に注流し、又一部分は蒸發して水蒸氣となり大氣中に飛散す。而して他の一部分は地中に

滲透するなり。此最後の一部分なる水の變化こそ最も興味あるものなり。即ち地中に浸滲する處の水は、地中の空隙を通過して漸次に地底深き處に到り、遂には極めて緻密なる不滲透性の地層即ち岩石或は粘土の地層に達すれば、其水は全く此處に貯溜せらるゝなり。然して地層の傾斜に添ふて其層を流る。之を地下水と稱す。水道の設備なき地方に於て、吾人が日常使用せる井戸なるものは人工的に地中を鑿穿して得たる地下水なり。又此地下水が山谷の斜面に逢着して地上に出現して湧出することあり、之を泉と云ふ。

上來述べたる處の變化中、水は地中を通過する際に於て其地層の如何に依り種々なる變化を受くるものなり。即ち、

(イ)石灰鹽類の如き地中の礦物性鹽類を溶解す。
(ロ)其土地は濾過の作用をなす。
(ハ)地中を通過するに當り水中の不溶解物即ち塵埃等のものを土中に止む。
(ニ)土地の表面にある處の細菌は水中の有機性成分に腐敗作用を起す。
(ホ)地中に存在する酸素も之れ等の物質に酸化作用を起す。
(ヘ)有機物の如き複雜なる物體は水と炭酸に變化す。
(ト)窒素に含有する處の有機物は最初は安母尼亞となり次に亞硝酸となり、最後に硝酸に變化す

斯の如く水中に在る處の汚物は漸次礦物性の物質に變化して消失するなり。

(チ)地中を通過するに際し、地中に存在する有機物の分解に依て生ずる處の炭酸を吸收するものなるが故に水に溶解せざる大理石の如き炭酸石灰を溶解するに至る。

元來炭酸石灰なるものは水に溶解するものにあらず。然るに之れに今一回炭酸に加ふるときは忽ち水に溶解するに至る。即ち石灰鹽類が水中に存在する所以なり。故に井水を煮沸するときは、始めは如何に透明なるものにても白色の物體を浮游するに至るものなり。如何となれば水は煮沸に依て炭酸を失ふものなるが故に、從て炭酸石灰は再び不溶解性となるを以てなり。

斯の如くにして地層なるものは水を清淨ならしむる作用をなすものなり。然して深き地層又は深き地下水には總て細菌を含有せざる道理なるが故に、深き井戸水は通常の場合に於ては皆良好なり。されども地層なるものは一方に於ては種々なる原因に依りて汚染さるゝものなるのみならず、水を清淨ならしむる處の作用にも亦一定の制限あり。設令ば下水若くは其他種々なる排泄液又は汚穢物の多量を以て土地の表面を汚瀆すれば、其汚物は全然地層に於て清淨無垢のものたらし

むること能はざるを以て、從て之れを地下水中に混入するに至る。殊に地下水にして地の上層にある場合卽ち淺き井戸に於ては最も此虞あるものなり。又良好なる水を生ずべき深き井戸なりとも、其周圍の構造不完全なるときは、其表面又は周圍より汚水の混入するものなれば、爲めに井水を不良ならしむることあり。

## 第三章　硬水軟水の得失

硬水とは前既に略説したる如く水中に多量のカルシユム鹽類、マグネシユム鹽類を含有するものを云ひ、又之れ等のもの含むこと少きものを軟水と云ふ。

此硬水と軟水とは飲料及び工業用水として何れが適當なるやを吟味するに、其硬度著しく高きものは元より有害なれども、さりとて過度の軟水も亦有益のものにあらず。要は硬軟各其程度あり。過硬なるも過軟なるも共に害あり。本問題に關し京都帝國大學教授理學博士近重直澄氏は、電氣評論第三號に、工業並に飲料用水と題し評論せられたるものあれば。今論旨の中硬水及軟水に對する大略を左に轉載すべし。



化學的に所謂純水には他の瓦斯體、固形體等を溶解する性質あり。又溶解せざるも尙ほ之を浮游狀態に於て保持することを得。浮游物は濾過により除去するを得べきも、溶質は然らず。而して其中特にカルシウム鹽、並にマグネシウム鹽は、所謂硬度の原因をなすものにして、分ちて一時性硬度と恆久性硬度とす。自然水に硬度の別あるは其已に經過せる歷史に依る。今一般諸水の硬度は左の如し。

| 雨水 | 石灰層を通過せざる河水 | 石灰層を通過せる河水 | 耕地を通過せる河水 | 下水の混入せる河水 | 淺井水 | 深井水 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 0—1.7 | 0.4—8.7 | 7.5—15. | 20.0 | 4.0—57.0 | 3.0—150.0 | 3.6—35.0 |

上表に依り河水を使用せる場合、其水質は土質によりて一定せずと雖も、多きも平均一二に達し、低きも尙ほ平均四・一となる筈なり。然るに不幸我邦に於ける河水は凡て平均軟水の標準以下に落つるを常とす。今大正四年度に於ける各地上水の分析表中より硬度に關し摘記す。

| 京都 | 東京 | 長崎 | 横濱 | 神戸 | 甲府 | 長野 | 青森 | 若松 | 基隆 | 淡水 | 嘉義 | 打狗 | 臺北 | 彰化 | 京城 | 平壤 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 2.6 | 1.4 | 0.97—2.16 | 1.26 | — | 0.5 | 1.24 | 0.43 | 2.97 | 1.03 | 2.4 | 3.7 | 8.3 | 1.3 | 3.1 | 1.8 | 3.1 |

打狗の八・三は獨り超越し、嘉義、彰化、平壤及若松は最高部に屬し、京都の如き寧ろ高き方なりとす。而も僅々二・六を出でず。神戸は何故に硬度數を掲げざるや其理由を知らずと雖も、聞く處に據れば一〇以上に及び日本全國中無比の硬度を示すものなりと云へり。然れども余の見る處を以てすれば、一〇内外の硬度は寧ろ喜ぶべきものにして毫も特に隱蔽するの必要あることなし。要するに水源を河川に取りたる我邦の諸上水が、一二の例外はあるも、多くは皆格外なる過軟水なることは蔽ふべからず。加之若し其清淨法として明礬水を滴加する場合に在ては、カルシウム分は爲に幾分を沈澱せしめられ益軟化するの傾向を生ずるは、蓋し必然の數なり。現に京都水道にて原水の硬度平均二・八にして、上水のそれは二・六なるが如き以て見るべきなり。

硬水を使用するときは、蔬菜は煮沸に因り完全に軟柔とならず、汽罐には被垢を生じ、又石鹼の溶解し難き等の困難あり。故に之れ等の點より觀察せば、硬水は忌むべきものなり。然れども、一般井水に視るに其硬度一〇内外を示し、河川すら尚ほ四以上一二なるに於ては、使用上決して障害を來すものにあらざるを知る。此故に上記硬水難は唯主として特別硬度なる水質に向て發せられたるものなるを知るに難からず。從て普通には水の過硬性なるを避けんが爲め、特に水質を局限し、硬度は必ず三乃至二以下となさゞるべからざる理由なし。獨り其理由なきのみならず、斯る過軟水は却て飲料として風味を具へず、又汽罐の銹化を促進し、工業上の禍害を醸す等、種々の缺點あり。要するに上水の硬度は過軟なるを要せず。海外の事例に徴するも一〇内外を最とし、昇て二〇に達する迄は尚ほ甚しき支障なきなり。

更に衞生學上より或論者は曰く、カルシウム分の存在は骨質生成の爲必要なりと。之に反對する論者は曰く、一定量内の存在は敢て妨けずと雖も、過多の存在は人體を害するに至るべしと。又或論者は曰く、カルシウムあらば同時にマグネシウム分ありて、爲めに危害の原因となり得と。更に或論者ありて從來高硬度の上水を使用する市民と、低硬度のそれを使用する市民とに就き、一般的衞生狀態の如何を比較するに、未だ甚しき差別あるを認めずと。斯の如く衞生問題に關し甲是乙非紛々として未だ定論に達せざるものゝ如し。唯最近に至り、カルシウム分の存在を以て絶對に必要なりとし、軟水は齒牙を損じ、又保健上にも宜しからずと說くものあるを見ると雖も、今は暫く之を度外に措き、吾人が現今下し得べき最も支障なき論斷は、上水の硬度は其過大ならざる限り硬軟に衞生的には無關係なりと云ふの外なし。

然るに此無關係なりと云ふ結論よりして、吾人の低硬度の水は使用するも甚しき故障を見ず

とは云ひ得べけんも、高硬度の水は避けて迄も必ず低硬度のものを選べよとは到底言ひ得ざるものなり。然るに世に偶々過硬水を嫌ひ軟化操作すら加ふる者ありと云へる事實ありて、知らず識らず吾人を驅て遂に如何なる硬水も皆忌むべきものなりとの迷想に陷らしめんとはなきか。過硬水固より恐るべし。然かも其程度の問題たることを忘るゝことなくんば幸なり。

夫れ斯の如く、水に適度の硬度あることは工業、衞生兩方面より視て毫も支障あるものに非らず。否啻に支障なきのみならず、過軟水は却て有害なるものなり。

過軟水を以て煮沸せる蔬菜の軟化し難きと一般、過軟水を以てせば著しく其風味を損するとは、庖丁の常に經驗する處なり。茶味も亦大に硬度に關係し、過硬、過軟共に宜しからず。硬度一〇なるを以て最も適當とすと云へり。

ロエセー氏の所説によれば、軟水は齒質を害すと。尙又過軟水の衞生に無害なると云へるは誤謬にして、確かに健康を損ずと云へる説さへあり。共に最近の事實として報道せらるゝ處なり。

鐵器の銹化する原因に就ては諸説尙ほ一定せず。然れども水と空氣の接觸する處に於て銹化作用の進行するは毫も疑を容れず。故に若し水に相應の硬度あり、煮沸せらるゝに從ひ、被垢として鐵面に附着し、之を保護するに至らば、水及び空氣の直接之に接觸するを妨げ、以て銹化作用の發生を防遏するの働あるべし。然るに若し之に反し過軟水を使用するものあるときは、長く被垢の生成を來さず、銹化は不斷に進行し、遂には器物の破損を伴ふに至るべし。況んや軟水は本來鹽基の缺乏に基き、爲めに往々にして遊離炭酸を含めるものあらんとす。古來工業家の軟水を好むことありと雖ども、其竟に進んで蒸餾水を使用するに至らざる事實は、又宜しく採て吾人の參考に資すべきものにあらずや。

想ふに本邦の如く家庭用として甚しく鐵器を使用するものは稀なり。鐵瓶、鍋、釜の類皆然らざるはなし。凡て之れ等の什器は過軟水の爲め日々銹化の害を蒙り、長く被垢を生ぜず。其上水完成以前より使用せられ、既に被垢を生ぜる什器にても、更に幾年の使用を經ば、被垢は再び溶解し去らん。遂に他の新器と同樣の運命を荷ふに至るべし。而して其結果は獨り什器の破損のみに止まらず、吾人は日々鐵氣ある湯水に苦めらるゝの不幸に遭遇することゝなるなり。

果して然らば過軟水の害あるは遂に過硬水の夫れと選ばず、世人は何故に獨り過硬水の害を説て未だ過軟水の失に及ばざるや。

此過軟水の失を救ふべき手段として採るべき方法少くとも二あり。一は器物の改作にして一は水質の改善なり。

汽罐類の内面に被覆物を施すことの可否は暫く論ぜず。鍋、釜類に琺瑯を附着することは一部既に行はる。但し其理由は主として鹽醬の作用を防禦するにありて水にあらず。故に從來單に水を目的とせる器物、設令ば釜、鐵瓶等の類に至りては、未だ之に施工せるものあるを知らず。況んや鐵瓶の如く歴史的習慣ありて、特に其被垢を喜ぶの傾きさへあり、俄かに改作して琺瑯附けとなさんことは如何にや。然れども尙ほ他に良法なきにしもあらず、工風に値すべき問題なるべし。

水質の改善は困難なり。敢て方案なきに非ず、唯水量の過大なるが爲めに困難なりとなすのみ。然れども除菌の目的を以てしては各地の上水一として之か設備をなさゞるはなく、藥品の使用をも避けず、進んで過硬水の軟化さへ行へる個所ありと聞けり。斯くの如くして余の方案も亦必ずしも行ふて行ふべからざるものならざるを信ぜんと欲す。

先づ濾過池には普通砂層の下に、更に大理石又は石灰石の層を設くべし。水にして若し炭酸を溶存せば、カルシウムは可溶性鹽となりて爲めに水の一時的硬度を增進するの用をなすべし。又若し炭酸の量大ならず、以て硬度を昂むるに足らざる時は、上記の處置の外更に次の方法を行ふべし。



礬水滴加後、其水（試藥を用ひざる場合は原水）の一部を支流とし、徐行して竟に再び沈澱池に合せしむ。支流中には大理石又は石灰石塊を積み、上部は必ず水面以上に出でしむ。然る後上流に當て純鹽酸を滴加し、適度の濃度となし、流して石塊に觸れしむれば、容易に次の如き反應を起す。

$$CaCO_3 + 2HCL = CaCL_2 + H_2CO_3$$

鹽化カルシウムは容易に溶液に入る。而して炭酸は更に炭酸カルシウムに作用して可溶性重炭酸カルシウムを作ること次式の如し。

$$CaOC_3H_2(CO_3 = CaH_2(CO_3)_2$$

何れも增硬の要素たり。支流の水量は鹽酸の甚しく稀釋せられざる程度に於てし、且つ增硬の多少を考へて調節すべし。而して流出の速度は可成緩徐とし以て上記の反應の充分に行はれ、遊離鹽酸の殘存せざらんことを期すべし。若し斯くの如くして尙ほ反應に入らざる分ありとするも、夫は濾過池に入りて必ず其石灰層に反應すべし。之に反應する能はざる程の稀釋酸は好しや在るとも最早恐るゝに足らざるなり。

大理石及鹽酸の使用量は左の概算により推知するを得べし。

京都市上水豫定日額約百七十五萬立方尺卽ち五百二十五億立方粍なり。而して其硬度二・六にして卽ち十萬立方粍中二・六瓦あるの義なれば、前記日額中の酸化カルシウム總量約一・四噸となる。故に若し現在硬度の二倍を得んと欲せば、更に同量の酸化カルシウム分を加へざるべからず。從て吾人は日々二・五噸の大理石を要すべく、之を溶解する爲に費さるべき鹽類（比重一・二）の量約二噸なり。

細心なる當事者は言はん、海外に增硬法を行へる例ありやと。而して余は之に答へんとす、否有るなし。然れとも其我邦に於けるが如き過軟水を使用する例も亦殆んど絕無なり。唯フランクフルト、アム、マイン市水道水の硬度〇・五なるが如き實に稀有の例にして、他は多くは皆五、乃至一〇、の間に往來す。倫敦市民の如きは硬度二〇、の上水を使用して平然たり。斯の如く硬度に關しては海外諸國皆既に多少の注意を拂へるの形迹あり。吾が邦の如く漫然觀過し來れるものゝ如きはあらず。



# 第四章　給水量の豫定

水道を布設して給水をなすの目的にて、先づ設計技師の考究決定を要するは給水量なり。此給水量に因り沈澄池、濾過池、導水管其他喞筩機等の大さは皆之を基礎として算出さるゝなり。

凡そ人々の生活狀態は戸々相異り、比隣又同じからず、況んや他鄕異邦に於てをや。此故に水道の給水量も自然同一なる能はず、必ず其市町村に就き充分の調査研究をなし、以て其量を決定すべきなり。而して之れが調査をなすには先づ其土地に於ける生活の狀態を觀察して、日常家事用の水量を推定し、又各種製造、工業の多少、營業上に要する水の消費額及び既往に於ける火災の數、並に車馬、船舶の出入、其他特に多量の水を要する事業、若くは習慣の有無等を調査して、其所要水量を豫想し、以て一人一日に要する水量の平均を求めて、其市町村の全體に對する所要水量の總額を算出し、猶ほ既往十數年間の統計に依り、將來增殖すべき人口の多寡を考察して、之れに備ふる水量の餘裕を見込み、然して後水源より引き入れ來るべき量を算定すべきなり。ランキン氏は種々なる習慣に依り一人一日の所要水量は概略左表の如くなるべしと云へり。

ランキン氏所説水量

| 用途＼水量 | 一人一日に要する水量「ガロン」 最小 | 平均 | 最多 |
|---|---|---|---|
| 家事用 | 七、 | 一〇、 | 一五、 |
| 街路洗用、消火用、噴水用 | 三、 | 三、 | 三、 |
| 商業及製造用 | 七、 | 七、 | 七、 |
| 損失 | 二、 | 二、 | 二、五 |
| 合計 | 一九、 | 二二、 | 二七、五 |

水の供給をして充分ならしむるときは、之を浪費濫用するの傾向を生ず。而して之れと同時に一人一日に要する水量は自然相伴ふて増加するものなり。故に給水不充分なる時に於ける其地の所要水量よりは漸次増加するを免れざれば、給水工事の設計をなすに當りては、事情の許す限り充分なる餘裕を見込み置かざるべからず。

現今日本に於ける既設の水道にありて、其工事設計に當り豫定されたる一人一日の平均給水量は左の如し。

日本各市の給水量

| | | | |
|---|---|---|---|
| 東京市 | 四、立方尺 | 京都市 | 三、五立方尺 |
| 大阪市 | 三、五立方尺 | 横濱市 | 四、立方尺 |
| 神戸市 | 三、立方尺 | 長崎市 | 三、立方尺 |
| 新潟市 | 三、立方尺 | 廣島市 | 二、五立方尺 |
| 岡山市 | 三、立方尺 | 堺市 | 三、立方尺 |
| 青森市 | 三、立方尺 | 秋田市 | 二、五立方尺 |
| 甲府市 | 五、五立方尺 | 小倉市 | 三、五立方尺 |
| 下關市 | 三、立方尺 | 門司市 | 三、立方尺 |
| 若松市 | 四、立方尺 | 函館市 | 三、立方尺 |
| 基隆 | 三、立方尺 | 淡水 | 三、立方尺 |
| 彰化 | 三、五立方尺 | 臺北 | 三、立方尺 |
| 打狗 | 四、立方尺 | 京城 | 四、立方尺 |
| 仁川 | 四、立方尺 | 平壤 | 四、立方尺 |
| 釜山 | 三、立方尺 | 木浦 | 三、立方尺 |

大阪市に於ける實驗給水量

大連　内外人一、四、立方尺　支那人一、五立方尺　旅順　内外人一、四、立方尺　支那人一、五立方尺

以上に示す處の水量は、皆一人一日に要する平均水量なれども、其一日中にありても毎時に於ける實際の使用量は頗る不同なるものにして、家事用水の如きは、朝夕に於て最も多量を要し正午より午後四時頃まで、及び午後九時頃より翌午前四五時頃までは其使用量最も少きものなり、

凡そ一日中の最多量を要する時の如く、間斷なく水を使用するものとすれば、一日分の所要水量は僅々八時間に消費すと云ふ。之れを換言すれば家事用の最大一時間の水量は平均一時間に要する量の二倍乃至二倍半となすべきなり。又一年中に就て云ふときは、夏季一日には一年中の平均一日の量に比し二倍を増加し、冬季一日には二割を減ず。之れを以て水道の設計をなすに當りては、毎時平均一日の量の八分の一を送水し得る大さとなさゞるべからず。即ち最大一時間の水量は一年中の毎時に要する水量の三倍なり。今大阪市水道に於て調査せし給水の狀況を示せば、次の如し。

| 年次 | 一人一日の平均給水量 | 一人一日の最大給水量 |
|---|---|---|
| 明治四十年 | 三斗四升〇合 | 四斗一升 |
| 明治四十一年 | 三斗二升三合 | 三斗九升 |
| 明治四十二年 | 三斗四升三合 | 四斗四升 |
| 明治四十三年 | 三斗四升七合 | 四斗五升 |
| 明治四十四年 | 三斗二升八合 | 四斗二升 |
| 明治四十五年 | 三斗五升一合 | 四斗六升 |
| 平均 | 三斗三升九合 | 四斗三升 |

此表中の平均三斗三升九合は約二立方尺一九七六餘に當り、又四斗三升は約二立方尺七八七六に相當す。

尚ほ前表中、明治四十二年までは給水量不足の爲め、一年中に於て二百四五十回づゝ斷水を執行しつゝありしが、明治四十二年六月より送水管増設の爲め、一日に約七萬二千石の給水力を増加したると、全戸計量供給となしたる結果、水量の餘裕を生じ、明治四十三年よりは一日も斷水を行ひたることなし。故に四十三年以後の分稍正確なるに近からん。

今又大阪市水道に於て調査したる家事用其他の各給水栓に就き、其一栓一日に消費したる平均

量官汽家の公庫事、消費、船湯屋、水兵、

水量は次表の如し。

| 年 | 月 | 區別 | 事用家事營業用 | 共用家事營業用 | 湯屋 | 汽罐用水 | 船舶 | 官公署 | 兵營 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 大正四年 | 自一月至三月 | | 石 3.004 | 石 0.977 | 石 189.026 | 石 116.750 | 石 257.902 | 石 21.909 | 石 232.602 |
| | 自四月至六月 | | 2.580 | 1.490 | 126.910 | 110.090 | 212.710 | 27.810 | 299.840 |
| | 自七月至九月 | | 3.050 | 1.670 | 138.710 | 92.940 | 256.750 | 38.200 | 354.200 |
| | 自十月至十二月 | | 2.300 | 1.160 | 177.150 | 119.150 | 261.880 | 30.900 | 236.600 |
| 大正五年 | 自一月至三月 | | 2.050 | 1.030 | 197.390 | 135.730 | 217.110 | 27.050 | 270.000 |
| | 自四月至六月 | | 2.650 | 1.390 | 195.440 | 127.040 | 326.100 | 34.320 | 313.120 |
| | 自七月至九月 | | 3.560 | 1.860 | 156.330 | 144.490 | 403.640 | 52.330 | 356 150 |
| | 自十月至十二月 | | 2.720 | 1.370 | 198.830 | 156.330 | 356.600 | 58.460 | 287.500 |
| 大正六年 | 自一月至三月 | | 2.240 | 0.980 | 160.140 | 154.490 | 444.190 | 33.900 | 256.960 |
| | 自四月至六月 | | 2.770 | 1.380 | 219.480 | 182.420 | 764.360 | 31.670 | 362.410 |
| | 自七月至九月 | | 3.800 | 1.900 | 184.130 | 206.520 | 906.110 | 39.670 | 418.560 |
| | 自十月至十二月 | | 2.880 | 1.360 | 207.110 | 222.990 | 879.910 | 29.300 | 258.020 |
| 大正七年 | 自一月至三月 | | 2.370 | 1.000 | 215.740 | 224.710 | 865.040 | 26.360 | 247.430 |
| | 自四月至六月 | | 2.930 | 1.360 | 223.040 | 265 120 | 101.560 | 36.040 | 297.900 |
| | 自七月至九月 | | 3.910 | 1.920 | 189.780 | 284.260 | 111.560 | 45.360 | 348.300 |
| | 自十月至十二月 | | 3.040 | 1.360 | 202.820 | 259.130 | 114.200 | 72.180 | 260.400 |
| 大正八年 | 自一月至三月 | | 2.550 | 1.060 | 206.690 | 251.200 | 107.830 | 35.170 | 248.200 |
| | 自四月至六月 | | 3.210 | 1.400 | 230.660 | 303.350 | 113.700 | 43.800 | 379.150 |
| | 自七月至九月 | | 4.030 | 1.780 | 200.030 | 368.010 | 101.630 | 52.230 | 416.260 |
| | 自十月至十二月 | | 3.180 | 1.380 | 212.500 | 360.670 | 107.640 | 39.660 | 284.450 |
| 大正九年 | 自一月至三月 | | 2.650 | 1.020 | 222.270 | 369.920 | 114.800 | 44.010 | 265.120 |
| | 自四月至六月 | | 3.490 | 1.380 | 234.000 | 357.350 | 112.970 | 35.560 | 352.080 |
| | 自七月至九月 | | 4.080 | 2.000 | 202.840 | 352.860 | 97.750 | 51.660 | 358.190 |
| | 自十月至十二月 | | 2.860 | 1.420 | 231.240 | 297.910 | 87.700 | 43.840 | 289.220 |
| 大正十年 | 自一月至三月 | | 2.620 | 1.110 | 249.770 | 321.740 | 110.340 | 37.410 | 281.620 |
| | 自四月至六月 | | 3.060 | 1.380 | 258.440 | 317.700 | 125.050 | 43,370 | 340.720 |
| | 自七月至九月 | | 4.210 | 1.930 | 229.810 | 312.000 | 128.150 | 51.900 | 399.500 |
| | 自十月至十二月 | | 3.190 | 1.400 | 248.770 | 383.410 | 122.050 | 46.320 | 264.100 |

量宿食料の店理屋、消費、旅、水人飲

又同市に於て明治四十五年一月より大正元年十二月に至る一箇年間に料理屋、飲食店、旅人宿等にて消費したる水量は左表の如し。

| 區別／營業別 | 戸數 | 消費水量 | 一ヶ月平均消費高 | 一日平均消費高 | 一ヶ月一戸平均消費高 | 一日一戸平均消費高 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 料理屋 | 474. | 725,824. | 60,485. | 1,989. | 128. | 4.2 |
| 飲食店 | 1237. | 931,417. | 77,618. | 2,552. | 62.8 | 2.06 |
| 旅人宿 | 444. | 553,110. | 44,593. | 1,467. | 1,00.4 | 3.3 |
| 旅人宿料理屋 | 15. | 28,836. | 2,403. | 79. | 1,60.2 | 5.3 |

次に研究すべき問題は、現在は勿論將來に於ける人口なり。凡そ市町村にありて其人口增殖の割合は土地の狀況に依り、各相異るものなれば、既往十數年間の統計に鑑み、以て其增加率を推定すべきものにして、通例二割乃至五割の間にあるもの多しと雖ども、時としては十割以上の增加率を有てる處あり。彼の大阪市の接續町村たる鷺洲町、中津町、豐崎町、鶴橋町、中本町、鮫江町、天王寺村、今宮村、津守村、北新開莊村、榎並村、傳法町等の人口增加率は現に十割以上の統計を示せり。

思ふに水道の給水消費量は其市街若くは部落の進步發達するに伴ふて益增加するは、敢て多言を要せざる處なるが、一は又其使用方法の便利なると、生活狀態の變化に隨ひ、自然に多量となるの傾向を免れず。然りと雖ども一面に於ては之れと同時に浪費濫用の弊風を生じ來るの事實あり。若し夫れ吾人の生活上必要なる水量は、之を制限するの要なきも、其不必要なる浪費濫用は充分之れが取締をなすこと最も肝要なり。如何となれば其の水道の給水量をして如何に大なる餘裕あらしめ置きたりとて、殆んど無限に消費量を增加し來るに於ては、當初二十年後にありて人口增加の結果其水道擴張の實施を豫期し置きたるものも、未だ全市に給水普及せず、給水開始後十年を出でざるに早く既に擴張工事を施さざれば、安全に給水を持續すること能はざるが如き有樣に逢着することなきを保し難く、加之下水道の設備なきか、或は之れ有るも其設備不完全なる土地に於ては、爲に汚水氾濫又は停滯して衞生上有害の原因を釀生する恐れあればなり。

英國にて製造工業の盛なる大都市にては、其消費する水量の平均概數は一人一日凡そ二十一「ガロン」なりと云ふ。然して夏季に於ては稍右の高より超過し、冬季に於ては稍減少するの傾向あり。此消費水量は公私の各用に供するものにして、普通家事用及商業、製造、消火、並に溝渠の掃除、市街道路の撒水、鐵道、公衆便所、汽罐等の用途及以上各用途にて徒費する水量をも含有す。其總量二十一「ガロン」中十四「ガロン」は家事用に屬し（圍厠用をも含む）五「ガロン」は商業及製造に屬し、二「ガロン」は自餘の用途に屬せり。日本にては製造の爲に彼れが如く多量の水を要することなく、又牛馬並に馬車等も其數少く、且市街道路の撒水には潮水等を汲みて使用するもの多く、

殊に水を用ひて不淨物を掃除する圓則は稀有の有樣なりと雖ども、英國の市街にては、家事用の一項として之れに多量の水を要す。卽ち其量一人一日實に「三ガロン」なり。之を家事用消費額中最も多量を要するものとす。之に反し日本人は貴賤貧富の別なく、一般に流行する處の習慣卽ち殆んど毎日入浴をなすの國風あるが故に、充分考慮すべき問題なるべし。假令多數人にて同一浴槽を使用するも、他國に於ける夫れに比し、此項に付ては遙に大なる消費をなすべきは敢て疑を容れざるなり。依て其入浴の都度、男女小兒等にて使用する水量の平均概量を洗濯營業者の家に就き調査したるに、一人に付凡そ九「ガロン」二二なり。又自家浴槽にて使用する水量は平均一人に付十一「ガロン」なるを見出せり。故に總人口の十分の一は假に此水量を要するものとするときは、一般の平均水量は各入浴者の爲に凡そ九「ガロン」四なるべし。夏季炎熱の交、人々の八分は殆んど日々入浴す。之を基礎として計算するときは、一人一日の最大平均水量は七「ガロン」五二なりとす。故に此用途に向て相當の用意をなし置かざるべからざるなり。

然り此國風より來す處の大なる消費水量はあるありと雖とも、洗滌用として水を使用することは、歐米人より其度數僅少ならんか、或は僅少ならずとするも、日本人は此用途に對し少量の水にて事足るべきなり。又洗濯の項に付ても、些少の差違あるを見る。之を要するに日本人の衣服は一物を數度重ねて洗濯するの必要なければなり。之を約言すれば、入浴の爲に七「ガロン」五二の水を消費するも、製造及商業上に使用するものに付五「ガロン」、圓則用にて二「ガロン」五及前段に指示せる用途より一「ガロン」五の省略をなし得らるべしと思量せらる。

夫れ水の使用量は世の開明進步に伴ひ百事多端となり、益增加を來すべきなり。我日本に於ける生活の狀態も次第に變化しつゝあれば、將來起工さるべき水道工事の設計に就ては、之に順應するの考慮と注意を怠るべからざることなるべし。



## 第五章　水道の水源

凡そ上水道の水源として利用し得べきものは、種々あるべしと雖も、之を大別する時は左の二種に分類することを得べし。

第一、地表水

第二、地下水

卽ち是れなり。而して此兩種の水に就ても各得失あり。殊に地下水は其土地の狀況に依り絕對

に利用すること能はざる場合あり。地表水も亦非常に遠隔なる地方より導き來るにあらざれば利用すること能はざる場合あるも、要するに水道の水源となすべき水は可成四季其水量に多大の變化なく、然かも可成清淨なるものを選定すること最も必要なりとす。以下少しく之を詳說すべし。

## 第一　地表水

地表水

地表水とは土地の表面を流るゝ處の水にして、卽ち河川、湖水、瀑布、若くは雨水等のものを云ふ。

河川

河川を流下する處の水を水道の水源として利用するには、其市町村に必要なるべき水量を取り去るも、爲めに其航路若くは田園灌漑等地方人民の利益を害するに至らざれば、以て水道の水源に充つるを得べし。而して斯の如く河川の水を引用せんとするに際しては、其河川の沿岸に於て左記の如き種類の工事をなすこと必要なるべし。

(一)河川の一部分卽ち引入所近傍に於て常に殆んど同一の最低水面を有たしむる爲の堰堤
(二)若し止むを得ざれば水を汲揚ぐべき喞筩機の設備
(三)引入れの爲に便する取水塔若くは取水管

沼湖

又沼湖等の水を水源として利用する場合も略ば同一の施工を要するなり。

雨水

水を引入るべき河川沼湖の位置にして、其水を供給すべき市町村より高き處にありて、充分の落差ある場合には、自然流下法に依り、送水の樋管を通じて自然に導水するを得れども、若し充分の落差なきときは、喞筩機を用ひて水を汲揚するの必要生ずるなり。然れども地勢上止むを得ざる時は、詮方なしと雖ども、出來得べくんば、多少其距離延長し、一時布設の工費增加することあるも、可成自然流下法に依るを、其維持保存上最も有利にして、然かも取扱極めて簡易なる方法なりとす。之れを要するに喞筩機は水道竣成後、年々歲々修繕を要し、之に附屬する汽罐も亦同一の運命を有し、且つ若干年月の後には全く改造せざるべからざることゝなる。加之日々に消費すべき燃料、油等の費用甚だ少なからずして、水道維持に必要なる經常費全額の約二分の一は喞筩機運轉に費す割合なり。之を換言すれば、喞筩機を使用せる水道の經常費は自然流下法に依りて引用せる水道の夫れに比し約二倍の費用を要することゝなるなり。

河川、沼湖等のものにして、水源に利用し得べきものなきときは、降雨を利用するなり。卽ち降雨蒐集の區域を定め、其地域內に流下する雨量を貯溜し、以て之を水源に充つるなり。又此雨量を貯溜せんとするには其流域內に於て溪流、瀑布、噴泉等のものを併用することあり。

降雨を貯溜して給水の用に充てんとする場合に於ては、第一其地方の降雨量を知ること必要なり。而して此量を測定するには、聚水地（Catchment Basin）と名くる其地方の面積及び或る時間に於ける降雨量を知ること必要なり。

聚水地

聚水地は大抵山脊線（Ridge）即ち分水界（Watershed Line）を以て圍まれたる處の面積なり。而して大概分水界にて多くの小區域に分れ、各其支流に沿ふて流下し、本流に相合するなり。此聚水地の面積にして廣きときは、其小區域に就き各其降雨量の異るに從ひ、個々別々に其量を測定せざるべからず。

抑も降雨の量は、土地に依り、年に因り、氣候に因り大なる差異あるものなり。凡そ一國の各部に於ける降雨は年中最も多き風の方向に因ること最も多きものなり。而して開豁なる地より森林多き地方に降雨多く、其比例は殆んど一、と一、五の割合なるが如し。本邦にありて畿内、及び山陽道方面は降雨少き處にして、太平洋より來る雨は大抵四國、九州に降り、又日本海より來る處の雨は山陰道に落つ。而して加賀、能登、越中等の地方に於ては、北若くは西の風なるとき多く降雨あるを見る。开は日本海より直ちに來る處の雨雲は、白山、立山等の高山に會ひて進行を妨げられ、俄かに降下するに因るものなり。

實地に適せしむべき目的にて、其地方に於ける降雨量を調査するに必要なる事項は左の如し。

(一)最小年雨
(二)平均年雨
(三)最大年雨
(四)最大漲雨即ち短時間の連雨
(五)四季に於ける降雨の量殊に最長連旱

以上五項中必要なる順序は、其企業せんとする工事の目的に因るものにして、若し其目的給水の工事なれば、第一項及び第五項必要にして、排水工事なるときは第三項及び第四項最も必要なり。

實驗上より考察するに、一地方に於て以上の如き紀事を完全に知らんと欲せば、少くとも二十ヶ年間雨量計を以て觀測するを要す。然りと雖ども、望む處の地方に於て斯る長年月の觀測をなせしものあらざる場合に於ては、其望む所の地方に觀測所を設置し然して其日々觀測したる所のものを、其地に最も近き所にありて連年觀測をなせる測候所の成績と比較し、二ヶ所に於ける降雨の比例を見出し、之を以て多年觀測を繼續し居る測候所の成績に乘ずれば、望む處の地方の雨量の概略を知るを得るなり。

降雨の全量中、蒸發或は土地に滲入するの量及び植物の爲めに吸收せらるゝ量等の消失を除きたるものを有効雨量(Availeble rain fall)と云ふ。

有効雨量と降雨總量の比

有効雨量と降雨總量との比例は、降雨の遲速、土地の粗密、地面の平斜、耕植物の性質及び多少、大氣の溫度及び濕度、人工疏水溝の有無等に依て變ずるものにして、其全雨量を一とし概略の比例を擧ぐれば次の如し。

| 土地の種類 | 有效雨量と全雨量の比 |
|---|---|
| 花崗石、片麻石、及び石盤石の急表面 | 殆んど　一、〇〇 |
| 澤地及び山岳多き牧地 | 〇、八乃至〇、六 |
| 平坦なる耕植地 | 〇、五乃至〇、四 |
| 白堊地 | 〇 |

深き泉水及び井戸は降雨全量の〇、五乃至〇、四に當るべし。而して給水工事には一般に全雨量の三分の一を有効雨量として計算するを常とす。

又降雨を水道の水源として利用するには、貯水池(Storage reservoir)を設置せざるべからず。

貯水池

貯水池は降雨に際し過量なる雨を貯へ、旱魃の時漸次に之を流出せしむる爲に貯水する處なり。而して其目的は左の如し。

(一)漲雨の爲に貯水池より下位にある土地の損害を防ぐこと
(二)旱魃より起るべき害を防ぐこと
(三)貯水池の全量若くは一部を加へて或る水流の平水卽ち有効流水を增さしむること
(四)有形汚物を沈澱せしむること

貯水池の有効容積卽ち貯室は、水の最高及び最低實用水面間に存する容積にして、全容積より最低實用水面以下に屬するものを減じたるものなり。其最低水面以下の部分は則ち泥滓の集積する處にして、常に水に充さしめ、掃除或は修繕を要する場合等、止むを得ざる時にあらざるよりは、之を流し盡すことなきなり。斯の如く泥土等を沈澱せしむべき處卽ち所謂底部の容積を定むるには、其良好なる先例に由て考ふるに、貯水池の最も深き部分の水の深さの大約六分の一に當れり。

貯水池に要する完全なる貯室を定むるには、二個の有樣卽ち給水量及び供給すべき人口の增減に依り、其大小を決定するなり。而して給水量は大概日々平等なるを常とす。實驗によれば大略

百二十日分の給水量を容るゝに足るものは、最小なる貯水池なり。又現今存在せる處の貯水池及聚水地の廣さ竝に雨量に由て考ふれば、其貯室は有効年雨の三分の一乃至二分の一の水を貯ふるものたるべし。

貯水池の位置を選定するには、主として次の四項に注意するを要す。

(一)貯水池の高低

(二)形狀

(三)物料殊に水を容るべき堰堤の基礎の物料

(四)水質を汚濁するものゝ有無

第一項　位置の高低は、水を流れしむべき管或は他の材料にて造れる水道の爲に、充分なる落差を與ふる樣高からしめざるべからず。而して又之れと同時に最高水面より上に充分なる聚水地あらしむる程に低からざるべからず。

第二項　最も能く貯水池の位置に適する土地の形狀は、狹隘なる地を横斷して堰堤を築き、能く大なる區域を圍繞し得べき處とす。

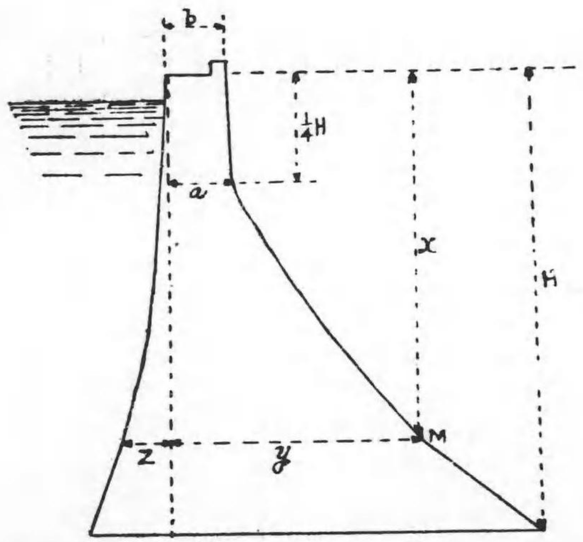
第三項　貯水池の位置の物料は、水の滲入せざるものならざるべからず。而して其質は鑛孔(Boring)若くは試驗坑井(Trial pit)に依りて知ることを得べし。

多くの場合に於て、此試驗法を貯水池の位置のみに限らずして必ず其近傍の地をも充分調査するを要す。然して貯水堤の基礎として最良なる物料は粘土にして、之れに次ぐものは裂目なき岩石なりとす。

第四項　貯水池を設置する處にして、各種の鑛山に接近し、或は他の惡水等を流入するの地方に當れるときは、鑛毒及び有機物等の爲に、其水質を汚濁し、率て吾人の衞生上に危害を及ぼすものなれば、之れが設計をなすに際しては之れ等の事項を充分吟味せざるべからず。

第一圖は石造貯水池堰堤の横斷面にして、其高さ水面まで$x$呎なるとき其敷幅$yz$の寸法を決定するには左の公式に依りて計算する

第一圖



を得べし。

$$y=\sqrt{\frac{0.05x^3}{p+(0.03x)}}=0.6x$$

$$z=\left(\frac{0.09x}{p}\right)^1$$

圖中

Hは堰堤の高さ幾呎

$x$は水面以下某點M迄の深さ幾呎

$y$は其點に於て堤の内縁より垂直に引きたる線まで幅幾呎

Zは堤の内面と堤の内縁より垂直に引きたる線までの幅幾呎

bは堰堤の馬踏の幅幾呎

aは馬踏より堰堤の高さを垂直に四分の一下りたる處の堰堤の幅幾呎

pは其用材が一平方呎に付安全に支持することを得べき重壓力幾噸

此公式に依り計算をなし、若しyの幅が$x$の六割以下となりたるときには、之を增して六割以上となすべし。

石堰堤

土堰堤

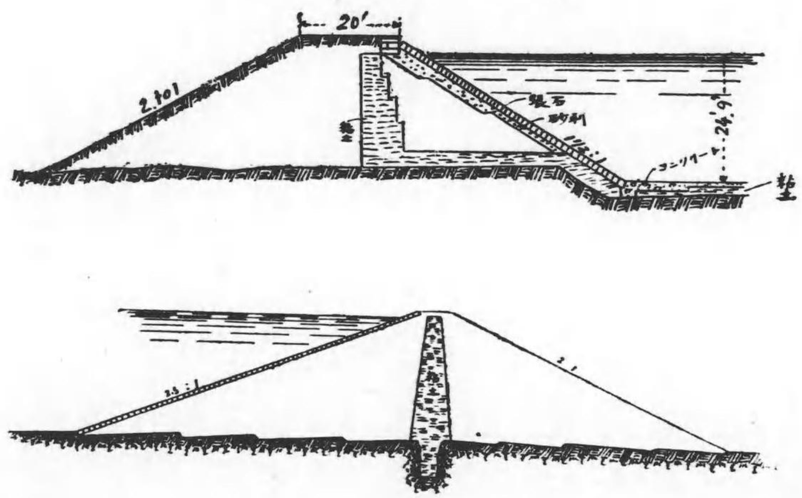
右に示す公式はモルスウヨールス氏(Molesworth)「工學公式」ニ掲載せる處のものなるが、尙ほ堰堤に關する各種の計算法及組立法を知らんと欲せば、ウエグマン(Wegmann)氏の著書「堰堤の設計及組立」と題する書籍を一讀するを要す。

石堰堤は石材を以て疊甃し、或は煉瓦又はコンクリートを以て築造し、又時としてコンクリート中に野面石若くは山石等を混入して築造することあり。其基礎は安全なる岩石層に達するまで掘下げ其上に築造すべし。

又土を以て堰堤を築造するに際しては、石堰堤の場合の如く、計算に依りて其大さを決定することを能はず。故に各地に於て實施されたる實例に依り、適宜斟酌して其大さを定むるの外なきなり。

土堰堤(Earthen Dam)は第二圖の如く其中心に粘土壁或は煉瓦壁或はコンクリート壁等のものを設け、以て水の滲透漏洩するを阻止せしむるにあり。又時としては其中心に斯る阻止壁を設くる外、池の内部に面する法面にも亦粘土壁を設くることあり。然して其阻止壁の左右には可成良質の土砂を選擇して盛土築堤をなし、其厚さ七八寸毎に搗締め、或はローラーにて挽き固め、充分締め固めたる後、次層を置き、漸次所要の高さに達せしむるなり。其堰堤左右の法勾配は、水に

第二圖




接する面卽ち池の內面は二割五分乃至三割となし、池水の動搖する爲土砂の洗ひ去らるゝを防止する目的にて、間知石を其法面に張り、或は煉瓦を疊甃す。又水面に屬せざる外側の法は、其勾配を二割乃至二割五分となし、筋芝若くは張芝となすなり。古來農家に於て設置せる灌漑用の溜池の堰堤の如きは、大抵此土堰堤となし、然かも其工事の如きも極めて粗造のものにして年々歲々補修を加へざるべからざるもの多く、往々にして缺壞するものあれども、其貯水量も少く、堰堤の高さも餘り高からざる爲め、被害の程度も僅少なりと雖ども、一都市、一町村の給水用の貯水池にありては、貯水量も多きが故に、萬一堰堤缺壞等の不幸に遭遇するときは、



其被害の及ぶ處決して尠少ならず。加之其都市町村は其堰堤の復舊さるゝ迄長時日の間斷水の慘狀を呈するに至るべければ、是れ等營造物の建設工事に當りては、細心の注意を拂ひ、充分鄭重に入念施工すべきなり。偖諺にも蟻の孔より堤塘の缺壞することありと云へば、深く誡むべきことなりとす。

總て貯水池には充分の大さを有する溢流口を設け置くこと肝要なり。如何となれば、多年觀測したる降雨量を基礎として設計したる池なりとも、長年月の內には往々にして既往の觀測に表はれざる大豪雨を持ち來たすことあり。斯る場合に其溢流放水路小なる時は、其貯水量は俄然增大し、忽ち堰堤を打越す如き有樣に至り、其堤塘を破壞し、或は四方に氾濫して非常なる慘事を惹起するの不幸を見ることなきを保せざれば、此溢流放水路にも充分の餘裕を見込み置かざるべからざるなり。

斯の如くして建造したる貯水池の水を引出すには、池中の或位置に煉瓦、石材若くはコンクリートにて水塔を設け、之れに依りての池の水位の高低に拘らず自在に配水をなし得べき構造となし、且其送水を容易に閉止し得らるべき設備をなし置かざるべからず。而して此水塔より鐵管の類を埋設して、目的の地に送致せしむるなり。此鐵管は從來堰堤を橫斷して布設したるもの多き

が如しと雖ども、鐵管の外側又は其鐵管を通ずる爲に設けたる暗渠の附近より漏水すること少なからざるを以て、別に其堰堤に隣接せる丘陵等に、隧道を開鑿し、鐵管を通ずる手段を取れる技師もあるなり。又其水塔も池中に設置せず、堰堤外に築造することあり。之れ等は必竟其地勢と擔任技術者の考按に依り、種々に計畫さるゝものなり。尚ほ今一個の忘るべからざるものは排水路の設備之なり。之れ卽ち貯水池内の掃除或は修繕等をなすに當り、池底の水を排除せしむるの用に供するなり。故に其排水口は可成此目的に適合せしむる樣充分低き位置を選定して設置するを良とす。

## 第二　地下水

水道の水源として其附近に適當の地表水なきときは、地下の湧水を以て水源となすことあり。其方法は地質調査の場合に施行する鑽孔(Boring)と同一の手段に依り、地下數百尺乃至千數百尺の深さに鑽鑿し、之に鐵管を沈下し、其湧水を喞筩機にて汲揚し、以て水源に充つるなり。地質學者の說に依れば、鑿泉をなすに際し第三期層に達すれば大抵若干の湧水を得らるゝものなりと云ふ。最も其層に達する以前に於て、一回若くは二三回も湧水層に遭遇することあれども、之れ等は大概中水と稱するものにして、地表を距ること深からざるを以て、其水質不良なるもの多しと云へり。然して恰當の地層に達し、地質良好なる土地に於て、豐富なる湧水に逢着するときは、其水質は極めて純良にして、再び之を濾池に依りて濾過するの必要なきものあり。斯る鑿泉を得たる場合には、水道の建設費を著しく節減するを得るのみならず、其維持保存の費用をも節約するを得べきなり。去りながら其湧水量にして其全市街の給水に不充分なるときは、之れと同一なる鑿泉を數個所若くは數十ヶ所も鑽穿するの要を生ずるなり。又湧水の水質が餘り良好ならざるときは、矢張濾池を設くるか或は機械的濾過法に依りて之を濾過淸淨ならしめざるべからざることあり。斯の如く濾過の手段を施すも尙ほ良水とならざるものは到底水道の水源に充當するを得ざるなり。

鑿泉は前段既に陳ぶるが如く、第三期層に達すれば大抵は若干の湧水層に逢着するものなるが、處に依りては其第三期層まで掘鑿するも適當の湧水を得ざることあり。斯る場合に猶ほ一層深く掘鑿すれば多量の湧水に遭遇することあるも、此は極めて稀有のことにして、通例第三期層以下に於ては、學理上湧水なき場合多きものなりと云ふ。故に第三期層に達し適當の湧水を得ざる際には、其鑿泉は之を斷念し、他に相當の位置を選定し、新に鑿泉をなさゞるべかず。又二ヶ所以

上鑿泉をなす必要ある場合にありて、其各井の間隔は地勢に因りて差違あれども、概略八百間乃至千間以上の距離を有たしめざるべからざるなり。上來述べたる鑿泉の方法と異り、山に横穴を穿ち、隧道の如き構造となし、聚水せる變態の鑿泉を施行することあり。獨逸國ミュンヘン市水道の水源は此方法に因り地下水を使用せり。

鑿泉式の水源は、大抵其個所毎に喞筩機、聚水池、濾池等のものを點々設備せざるべからざるのみならず、最も不安の感を起さしむるものは、其湧水量が年月を經過するに隨ひ次第に減少し來るの傾向を生ずること之れなり。故に地下水を以て其市町村水道の水源となさんとするに際しては、豫め充分の費用を投じ、事情の許す限り長年月に渉り精細に調査研究を遂げ愼重に考按設計せざれば、遺憾の場合後日に到來するを免れざるべし。今左に鑿泉を以て水道の水源となせる二三の實例を掲載して參考に供せんとす。

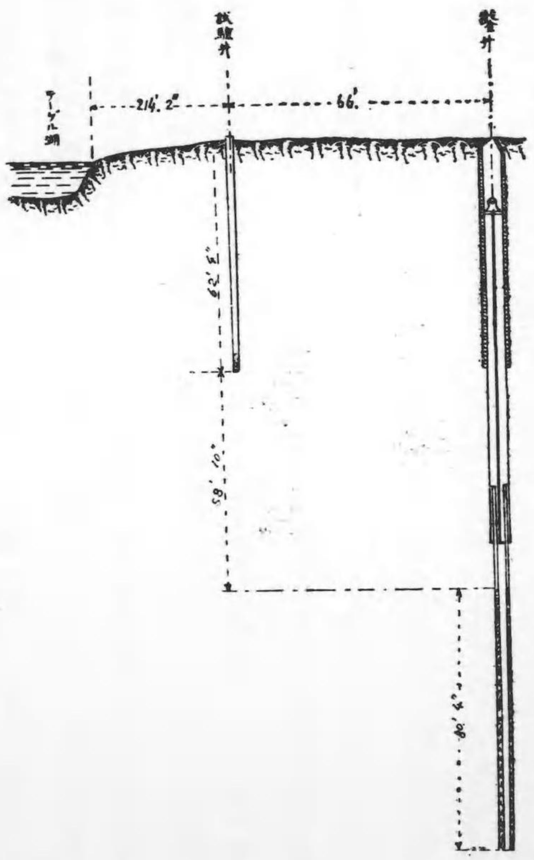
倫敦市の地下水

倫敦市の地下水面が往年に比して著しく低下せるの事實は殆んど公知のことなりとす。由來倫敦市の地下水は其水源を遠隔の地に有し、市の近郊二十八哩は地表厚さ三百呎の粘土を以て覆はれ、其下層に滯水層なる白堊及砂層を有し、粘土層は四周に展開して地表に現はれ其下層に涸水層の岩盤を有し、地形上市の地下に地下水の集合貯溜する形勢をなすを以て、鑿泉には最も便宜なる地層なり。

伯林市の水源地

伯林市水道水源地は、集水區域の雨水が湖水附近に集合する地勢なるが故に、一部の地表水は湖水を經由し、一部の地下水は湖水附近の地下層を經過す。而して其地質は砂層より成り、且地下水面と湖水面と相連絡す、鑿泉の位置は湖岸を距ること百間乃至四百間にして、其深さは湖水面を下ること二百尺餘なり。斯の如き地勢なるを以て、湖水の一部の水が湖水より砂層を通過して鑿泉に達せざるを得ず。又最近デットルン氏及ルエルッセン氏が細菌の地下透

第三圖



過力を試驗せんとして、第三圖に示すが如くテーゲル湖畔、伯林水道鑿泉と湖中との間に、深さ六十呎餘の管井を穿ち、之より細菌を培養せる水を注入せしに、九日の後鑿泉の吸水中より該細菌の出現を見たり。之を以て見るに、伯林水道に於て絶對的に湖水の水が透過して鑿泉に達せずと云ふを得ざるなり。ミュンヘン市の水道はガレリート稱するものにして、鑿泉と其趣を異にす。即ち天然に其地形が集水區域の雨水を集合し、兩岸近く相迫りたる溪谷の地下淺く通過する地域を横斷して暗渠を設け、地下水を遮斷集合して導水するものにして、大連の水道と同一設計なり。又堺市の水道も之に類似せり。

ミュンヘン市の水源

布哇島の水

米領布哇島の構成は、今も此島に聳ゆる死火山が、往昔數次に噴出せる燒石層の重積して成れるものなれば、地層從て粗鬆にして、海濱地方に於ける谷水層の有する水は、山嶺地方に降下せし雨水の地中に浸透し來りて集積せるものあり。地下水と山嶺地方の降雨と密接なる關係ある證左には、山嶺地方に豪雨あるときは、後數時にして堀拔井戸の水が突然變色することあり。海濱地方に斯く地下水の集積する所以は、此島の海濱の地盤には、海岸線の下に堅緻なる珊瑚及粘土の層ありて、地下水の海中に流出するを支ふればなり。斯る地層を有せざる他の島にては、地下水の湧出する處なきが如し。地下水は海面高より五呎乃至八呎深き吸水井より喞筒を以て汲み上げられる。吸水井内の水高は、此地方の潮汐干滿の差二呎乃至四呎に對して亦一二呎の干滿を呈す。而して餘り急激に汲水するときは、吸水井内の水高を落し、水中の鹽分を增加せしむるの恐れあり。但し此島の地下水は普通水一「ガロン」に付き八乃至二十「グレーン」の鹽分を有す（即ち約百萬分の百六十七乃至四十七）。

喞筒場

喞筒場は喞筒を能ふ丈け低く置き、普通五十吋の間隔にて掘られたる内徑十二吋の堀拔井戸より、此徑以上の大なる口徑を有する吸水管を喞筒に導く。各井戸の湧水量は一樣ならざれども、一日に百萬「ガロン」（十三萬立方呎）内外にして一千萬「ガロン」（百三十三萬立方呎）の喞筒には掘拔井戸十個にて充分なり。喞筒より排出する水は内徑二十四吋乃至三十吋の給水管より押上げられ、所要の地に供給せらる給水地の高さは三百呎を超えざるを常とすれども、往々四百五十呎に及ぶものあり。而して其經費は普通の喞筒を用ひて一千萬「ガロン」の水を三百呎の高さに揚ぐるに十五噸の石炭を要するが故に、石炭一噸の代價八弗とするときは、此水を揚ぐるには燃料のみにて一日の消費高百二十弗を要す。運轉費には此外勞銀及注油等の諸雜費を加へざるべからず。

之れ等の實例に徵するも、鑿井は地下に水を貯溜せしめ得べき特別の地質と地勢とを有するにあらざれば水源として有望なるものにあらず。

左に臺灣總督府が公報せる臺北水道工事の緒言を摘錄して參考に供すべし。

英國人技師バルトン氏の鑽井を以て水源とする臺北市街の給水計畫は、市街の低所にして市の中心に近き所に水源地を選定し、數ヶ所の大なる鑽井を掘鑿し、該噴水を喞筩式に依りて必要なる高さと容積を有する水槽中に集め、更に鐵管を以て全市街に配給せんとするにあり。素と鑽井は其水源地下にあるを以て、容易に地下貯水の狀況を知り難く、從て將來に於ける噴水量の增減水位の高下を詳知すること能はず。只地上に顯はれたる諸現象に依り、數年の調査を待て之れが大體を推斷するの外なし。且つ臺北鑽井の水質は家事用として必ずしも善良なりと云ふこと能はず。臺北百年の大計たる給水を單に鑽井水に待つは果して恰適のものなりや否やは當時頗る不明に屬せり。

尋てバルトン氏は鑽井を以て臺北水道の第一期水源と豫定し、將來第二期の擴張工事に伴ふ水源を攻究し置くの必要ありとし、明治三十一年淡水水道水源の東北二十町を距る水梘頭庄の噴泉を踏査し、又同年淡水河の上流視察の途に上り、新店街の上流附近に於て水源として適當の箇所を發見し、猶ほ衞生上に及ぼす新店溪上流の狀況を査竅するの必要を感じ、小租坑屈尺を經て今の第一發電所龜山に到りしが、當時龜山附近は獰猛なる生蕃の跳梁するあり、到底之より上流を探檢すること能はざりしに、バルトン氏は實に斯業に熱心なりしを以て、當時生蕃土匪兩ながら危險なる新店溪上流の踏査に雨天炎暑を厭はず、山野河溪を跋涉中、不幸にも急激なる惡性麻拉里亞の侵す所となり、遂に明治三十二年八月五日を以て逝去せり。

鑽井調査は明治三十二年以來明治四十年まで其事業を續行せり。抑も臺北鑽井地下水脈の區域は殆んど東西七哩、南北七哩半に亙る廣大なる水源なるを以て、臺北市街の外四圍の各村落に於て年々試掘をなし、以て其水量水位の關係、地質の狀態、水質試驗、地下水脈の狀況等を調査せり。試掘は金棒掘、上總掘等を以て深さ三尺毎の地質を取調べ、水盤に於ける砂及砂利を採取せり。又明治三十五年一月、米國式ボーリング機械を大稻埕日新街派出所構內に据付け、鑿井して、六吋鐵管を挿入したりしに、多量の噴水を見たり。爾來此ボーリング機械鑿井は、市內十數個所の多きに及び、鑽井の性質を明かにする上に於て、多大の便益を與へたるのみならず、爲に市街の給水上其利益を受けたることも少なからず。然るに明治三十七年十二月、大稻埕日新街派出所構內に自動水位測定器を据付け、水位變化を調査したる結果に依れば、逐年水位の減退に從ひ噴水量の減少するは著明なる現象なりとす。之れが原因を考究するに、一は掘鑿井數の增加と一は噴水流出に放任したる結果に依らずんばあらず。

總督府は以上の鑽井水位の減退の傾向を察し、三十六年四月臺北廳に訓令して鑿井取締法を設定せしめ、同時に總督府内に臺北市街給水調査委員會を設置するに至れり。

給水調査委員は淡水水源地及新店溪水源地等實地を踏査し、數回會議を重て、公館街觀音山下に淨水工場を設け、山下の新店溪より直に揚水し、觀山淨水池に揚水し、以て臺北市街に給水せんとする設計を採用せり。

此報告は明らかに鑿井水道の不確實不安心にして、結局豐富なる水源を有する河川に依るの外なきを示すものなり。

之を要するに、水道の水源として其附近に適當の地表水あれば、可成之を利用するの手段を講じ、萬止むを得ざる場合に於て地下水利用の方法に依るを最も安全なるべしと思ひぬ。

## 第六章　水の清淨法

抑も水道に依りて供給する處の水は、如何なるものが最も適當なるべきかを吟味するに、大略左の三項の要件に適合するものを以て、先づ理想的良水と云ふを得べし。



第一　無色透明にして外觀所謂麗朧たるものなるべきこと

第二　無味無臭にして之を直接飲用するも、毫も人々に不快の感覺を與ふることなきものたること

第三　化學的成分に於て有害なる物質を含有せず、又細菌學的に於ても無害なるものにして吾人身體の健康を保つ上に支障なきのみならず、染色其他の工業製造等の用水として差支なきものたること

然りと雖ども、天然に斯る要件を具備する處の良水は殆んどあることなし。稀に之れあるも其量極めて僅少にして到底都市多數人口の需用に應ずべき水道の水源として充用すること不可能なるが故に、止むを得ず人工的に水の清淨を圖り、以て可成前述の要件に近づかしむるの必要生ずるなり。然して其人工を以て水を清淨ならしむるの手段として、世界各都市の水道に汎用せられ、或は試驗されつつある處の方法は、左の四項に外ならざるが如し。

一、沈澄法
二、緩速砂濾法
三、機械的濾過法

### 四、殺菌法

以上に示す四項中、殺菌法は唯單に此方法のみを施したりとて決して前段に述べたる三要件を具備する處の清淨水とはならしむること能はず。必竟第二、第三の濾過法中何れか其一を採用し一旦濾過したる水に第四の殺菌法を補足して、始めて完全なる上水となし得るものなり。之れを要するに二種の濾過法に於ては、水中に存在する細菌の百分の九十八九位までは除去せしむるを得れども、全然無菌の水とならしむること能はざるが故に、此殺菌法併用の水の清淨法(Clarification)に必要なるを稱導さるるに至れる所以なり。

又此二種の濾過法中、何れが優秀なるべきかは、元より土地の情況、源水の有樣等に依り、擔任技師の研究選擇に待たざるべからざるものにして、到底理論にのみ依るを得ざるものなり。今左に沈澄の方法及其濾過法の發達したる徑路並に其構造、作用、取扱等に就き詳說し、併せて著者が卑見をも概說すべし。

## 沈澄法

沈澄法は沈澄池(Settling Basin)を造り、源水を引き入れて若干時間靜止せしめ、水中に含有する處の固形物、浮游物を沈澱せしむるの作用をなさしむる爲めに設くるものなり。其池の大さは源水の清淨なる度合と需用水量とに依て決定さるべきものなるも、其大さは可成的大なるものとなすこと稍理想に近く、又慥に有効なりと雖も、之れを築造するに廣き土地と多額の工費とを要するのみならず、其維持保存の費用も亦大なるべきを以て、如何に有効なりとも無限に廣大なるものを築造することは、經濟上到底不可能なれば、結極或る程度の大さなる池を築造し置きて、之を都合好く運用するの外なかるべし。從來我國各市の水道に於て建設されたる沈澄池の大さは、其市街に供給すべき一晝夜間の總水量を常に十二時間乃至四十時間沈澱せしめたる後、其上は澄みの部分より漸次引き出して濾過給水するに適當なる大さなるもの多きが如し。然れども源水の清澄なる際には、三十時間の沈澱も過多なるが如き感あるも、一朝霖雨又は雪解けの場合に於て、源水著しく溷濁したる時は、到底三十時間や五十時間沈澱せしめたりとて、平時に等しき水とならしむること能はず。斯る際には勢ひ尙ほ濁れる儘の水を引き出して濾過せしめざるべからざることあるが、其濁度輕微なれば、濾池に於て能く之れを清澄なる淨水とならしめ得べきも、其濁度甚しきときは、之れを濾過せしむるも充分清淨なる水とならしむること能はずして、濾過水に稀薄の白濁色を止むる場合あり。斯くては完全なる淨水と云ふを得ずして、需用者に不快の感を抱

かしむるのみならず、濾過床も亦甚しく汚瀆さるるを以て、短時日に濾過の作用を失ふことあり。

上來述ぶるが如き有樣なるを以て、上水道の源水としては可成清淨なるものを選擇すること必要にして利益多しと雖ども、處に依りては降雨等の場合にあらざるも常に溷濁せる河水の外水源となすべき水無きことあり。彼の米國のミゾリー、カンザスシチー、清國上海、營口等の水道は卽ち夫れである。斯る水を源水とせる水道の沈澱池を充分に清澄せしめ得る迄の大さたらしむるには、實に驚くべき巨額の工費を要するを以て、到底云ふべくして行ふべからざるものなれば、斯る水には常に藥物を混入して沈澄を促し、短時間に沈澱清淨ならしめ、以て濾過せしむるの方法を採るなり。又不斷溷濁し居らざる河川の水を源水とせる上水道にあつても、降雨等の場合には、著しく溷濁を來すものなること既に述べたる處なるが、此場合にも亦藥物を混入して其清澄を計ること多し。然れども藥物沈澄の手段は出來得る限り之を避け、萬止むを得ざる時期に於てのみ利用するを好しとす。

米國人ヂョーヂ、ダブリュー、フッルラー氏は米國シンシンナチーなるオハヨー河の水に對し、濁度の試驗をなしたることあり。此河水は常に極めて微細なる粘土を含める濁水なるが、同氏の說く處に依れば、普通の沈澱及び濾過の方法にては到底滿足なる結果を得ること能はず。而して其水の性質は時々相異ると雖ども、粘土の分子は直徑〇、〇〇〇二五「ミリメートル」より尙ほ一層細きものを含有せりと云ふ。故に普通の濾過法に於ては、水中の浮游物百萬分中三十乃至七十以內なるときは、清澄なる良水を得べきも、之れより多くの浮游物を含むときは、藥物を用ひて沈澱を促し、後之れを濾過せしむるにあらざれば充分の結果を得ること能はざるなりと。然して藥物を混じて沈澱せしめ、後之れを濾過したる水の試驗成績を平均すれば結果左の如し。

| | | |
|---|---|---|
| 河水 | 細菌集落數 | 一〇、二〇〇、 |
| 沈澱したる水 | 同上 | 二、一〇〇、 |
| 濾過したる水（第十六號濾池にて） | 同上 | 四一、 |
| 同　上（第十七號濾池にて） | 同上 | 三二、 |

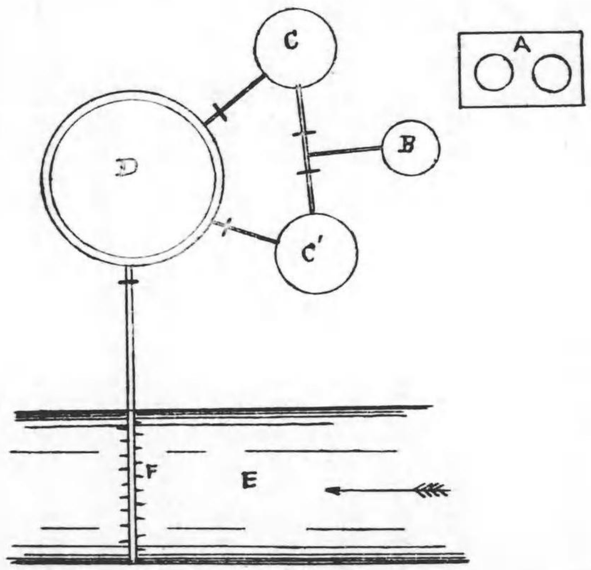
さて此濁水の沈澱を促す爲めに混入する藥物は、如何なるものを使用するかと云ふに、大抵明礬若くは硫酸礬土を使用せり。然れども硫酸礬土は明礬に比し効力劣れるの感あり。其之れを混入するの度は勿論水の溷濁せる程度に依るものなるが、餘り多量に之れを混入すれば、衞生上有害なるのみならず、工業上殊に染色などの仕事に大影響を及ぼし、又水道の鐵管等を腐蝕せしむる傾向を生ず。我國の東京市水道及大阪市水道にては、源水溷濁の模樣に依り十四萬分の一乃至三萬

五千分の一の範圍に於て明礬を混入し、（硫酸礬土は十萬分の三を最大限度とす）促澄の手段を採れり。斯くの如くして沈澄池に引き入れたる濁水は、之れを靜止せしむること僅に五六時間にして清澄し、稍青味を帶ぶるが如き水と化するなり。以上の如き分量の藥物混入ならば、何れの方面にも何等影響を及ぼすことなく、有効無害なるは、各地の水道にて經驗せらるる處なるのみならず、衞生學者も亦之を認むる處なり。

濁水に藥物を混入して促澄をなさしむるに當り、吾人の先づ知らんと欲するものは、其の水の溷濁せる程度如何を定むる標準なり。之を測定するの方法は種々あるべきも、其の最も簡單にして要を得たる法は、直徑一「ミリメートル」の白金線を乘直に其の濁水中に浸漬沈下し、其の深さ五吋まで白金線頭を認め得れば之を五吋の濁度と稱し、三吋の深さまで認め得れば之を三吋の濁度と云ふが如くし、其の度を定む。卽ち白金線頭を水中深く沈下して、線頭を認め得る丈夫れ丈其の水は清淨なる譯にて、之に反し沈下の深さ淺きにも拘らず、線頭を認め能はざるは其の濁度甚しきの證なり。然して八吋以上の濁りにありては、藥物を混入し、又八吋以下の稀薄なる濁度に於ては、普通の沈澄法にて充分の結果を得らるべきなり。

藥物を濁水中に混入するの方法も亦種々あるべしと雖ども、最も簡易なる手段は、先づ蒸汽を利用し得れば、之を用ゐて藥物を溶解すること最も輕便迅速なれども、若し之を利用し得ざるときは第四圖の如くAなる部分の如き位置に竈を設け、釜の類にて催澄藥品卽ち生明礬又は硫酸礬土を水に和して煮沸溶解し、後之を汲み出してBの容器にて其量を計り、之れが混入を便ならしむる爲めにC若くはC′の容器に移し、之れに水を入れて稀薄なる液となし、Dなる槽中に移し、此處にて常に一定の水位を有たしむる樣に努め、Fなる管を通じてEの水流中に混入せしむるにあり。此Eなる水路には一定の水量を引入れ、一秒時間に幾許の量が流下するかを測り置き、以て藥物混入の量を定むるなり。

第四圖




之れに使用する容器樋管の類は、可成鐵類を避け、木材、竹、或はコンクリートを以て造るを良とす。又C及C′は各Bの容器

の三倍とか五倍とか云ふ大さに作り置くを便なるべしと思はる。圖中只直線を以て示せるは樋管にして、之れに交叉せる短線は阻水弇の所在を表示せるなり、

以上は專ら河川湖水等より水を引用せる場合に就て、遭遇すべき有樣を以て說明したるものなれども、若し山谷等に降る雨を水源とせる水道に於ては、必ず大なる聚水池を設くるが故に、此池にて貯水池の働きをなすと同時に、沈澱の働きをもなすものなれば、沈澄池は强て建設するの要なかるべく、又建設したりとて決して上來說くが如き大なるものを要せざるべし。

沈澄池は常に濾過池より其池の深さ丈は少くも高き位置に築造せざるべからず。然らざれば折角沈澱清澄せしめたる水を、充分引出し利用すること能はざるを以てなり。

沈澄池は上來陳ぶるが如く、其用唯水を沈澱せしむるの目的と、場合に依りては貯水的作用をなさしむるに過ぎざるを以て、其形狀の如きは如何なるものとなすも、敢て差支なしと雖も、餘り異りたるものとなすときは、體裁宜しからずして、工費亦多額を要すべきが故に、長方形若くは方形のものとなす方宜しかるべく、其數は掃除、修繕等を要する場合あれば二個以上となすを便なりとす。

沈澄池

沈澄池は大概無蓋の池となす。源水を湛へて沈澱せしむるにあるが故に、其築造法も他の濾過池、配水池等の如く叮嚀なる工法にあらざるも差支なかるべきも、漏水をなさゞる丈の注意は怠るべからず。其漏水を來すは多く基礎の沈下等主なる原因となり、從て側壁及び底部に龜裂破損を來し漏水することあれば、此の點には最も注意を要す。然して地質良好ならざる處には、杭打地形又は鐵筋コンクリートを以て堅固なる基礎を造り、粘土又は土瀝青等の材料を以て耐水的築造となし、其上にコンクリート若くは張石をなすなり。其水の引入口には鐵扉若くは阻水瓣を使用して、水の引入及引出をなすに便ならしむ。又池の水位が豫定の容水面以上に高まることを防止する爲めに、溢流管を設け、且つ掃除等の場合に池中の水を排除せしむる爲めに、池底に排水口を設くること必要なり。又引出口にはフローチング、アーム(Floating Arm)を設備すること最も便利なるべし。フローチング、アームは池中の水位が如何に變化するも、常に水面以下二尺とか二尺五寸とか、望む處の部分より清澄したる水を自働的に引出すの作用をなすものなり。

沈澄池に於て其引入れたる水を清淨ならしむる作用を助勢せしむるの目的にて、魚類を飼養するの利害に就ては、諸方面に於て多少研究されたる處なるが、其結果は水中に棲息する蟲類は細菌を食し、魚類は亦其蟲類を食するが故に、水の清淨を助けしむる目的には合致すべきも、其魚類は水中に於て脫糞をなすを以て、一面には又水を不潔ならしむる傾向あり。其數多きときは一

種の惡臭を生ずるに至るものなれば、餘り多數の魚類を放養するは決して奬勵すべきことにあらざるなり。

沈澄池の掃除をなすの度數は、源水の屢溷濁することあると否とに依り、長短相同じからずと雖ども、一年間に於て其源水が著しく溷濁すること二三十回位の程度にあるものは、二三年毎に一回の掃除を行へば充分なるべきも、若し其源水常に幾分の濁度を有てるか、或は全く不斷溷濁の狀態にある如き場合に於ては、少くも一年に一回の掃除をなすこと必要なるべし。然して其時季は給水量の少き際、即ち秋の終り又は冬季若くは春の初めに於て行ふを宜しとす。

## 緩速砂濾法

緩速砂濾法は、最初唯溷濁せる水を外觀上奇麗ならしむる目的にて、西暦一千八百二十九年の頃、英國倫敦市のチエルシー水道會社の技師ゼームス、シンプソン氏が同會社の水道に砂にて水を濾過するの方法を開始せり。然るに其後二十餘年を經て、倫敦市に虎列刺病の流行を來したることありしが、其當時不思議にも此砂にて濾過したる水道を使用せる方面の市街には、虎列刺病患者極めて少く、之に反し砂濾法を採用し居らざる水道を使用せる方面の街衢には、患者頗る多數なりしかば、其理由は未だ判明せざるも、砂にて水を濾過するときは、其水質を著しく衛生的に改善せしむる作用をなすものなることを、偶然實驗し得たるより、英國議會の一問題となり、遂に政府は今後倫敦市の水道には、悉く砂濾法を採用すべしとの命令を發するに至れり。爾後英國は勿論佛蘭西、獨逸等に於ても、專門の學者は此問題に就き研究する處あり、殊に細菌學の發達に伴ひ、虎列刺、腸窒扶斯等流行病の病原菌は、飲料水の媒介に依り傳染する場合多きを發見せられ、水道に砂濾法の設備をなす時は、之れ等病原菌をも除去するに甚だ有効なる作用をなすものなること一般に認められ、歐洲各國諸都市の水道にも盛に採用さるゝに至れり。斯る有樣にて英國於て創始されたるより、此砂濾法を英國式濾過法とも稱するなり。

次に此砂濾法の作用に就き說明を試みんに、水にして砂層を通過せしめたりとて、直ちに完全なる清淨の目的を達するを得るの結果を生ずべきものにあらざるが、水をして引續き此砂層を通過せしめつゝある內には、其水中に含有する處の有機物、泥土其他のものが、砂の表面に堆積し、夫れが次第に分解して一種の粘膜を生じ、此膜の生じたるとき始めて濾過の作用有効となるものなり。斯るが故に、砂の細き目に依りて水を濾過清淨ならしむるものにあらずして、砂上に生じたる膜に依りて浮游物其他各種の細菌までも防止さるゝものなれば、最初濾池に水を入るゝ場合、

若くは濾池の掃除をなしたる場合には、若干時間其濾過床を素通りしたる水を、排除放流し、此膜の發生するを待て有効濾過水としての取扱をなすべきなり。然して此膜は極めて軟弱なるものなるを以て、破壞され易く、若し一部分たりとも破壞さるるときは、其部分にて濾過されたる水は、細菌等も素通りをなすべければ、此膜の保護上より、濾過の速度も亦自然急激ならしむる能はざるの必要生ず。之れ即ち緩速砂濾法と名くる所以なり。日本にありては、内地に於ける東京、大阪、横濱、長崎、神戸、廣島、岡山、下關、門司、小倉、若松、新潟、秋田、青森、高崎、小樽、佐世保、長野、名古屋、堺等の各市、朝鮮に於ける京城、仁川、平壤、鎭南浦、釜山、木浦、群山、元山等の各地、臺灣に於ける臺北、基隆、淡水、彰化等各地の水道は皆此濾過法を採用せり。

此砂濾法に於ける濾過池の大さは、其供給すべき水量に應じて濾過面積を決定するものなり。設令ば玆に人口五十萬人を有する都市の水道を建設するに當り、其一人一日の給水量を四立方尺と定めたる場合に於て、其濾池は幾許の大さに築造すべきかを計算するに、其濾過速度を一晝夜に十尺となすときは、

$$\frac{500,000.\times 4}{10} = 200,000.\text{平方尺}$$

即ち二十萬平方尺の濾過面積を要することとなるなり。然れども斯る大面積の濾過池を一個に築造するときは、取扱上非常に不便なるが故に、之を都合よく十個なり將た十五個なりに分ちて築造するなり。今假に之を十個に分ちて造るものとすれば、其一池の濾過面積は平均二萬平方尺となるが故に、長さ二百尺幅百尺の大さを有する池十個を築造せざるべからざる割合となるなり。猶ほ掃除等の場合に充つる爲、同一の大さを有する池一二個を餘分に造り置くこと必要なりとす。又其深さは濾過床の厚さと、湛水の深さと上部の餘裕二三尺とを合したるものとなせば足れるなり。尤も池の大さは各個必ずしも同一のものたらしむるの要なし。畢竟其用地の模樣如何に依り、大小相異る大さのものたらしむるも敢て差支なく、各池の面積を合して必要なる濾過面積を得れば充分其目的を達し得らるゝなり。

濾池の構造は其底部は大抵コンクリートを以て築造し、其下部には粘土を布置し、側壁は煉瓦、石材を疊甃するか、或はコンクリートを以て築造し、裏面には亦粘土を塡充す。池底には各一個の主渠を設け、中央及引出口に向て若干の傾斜を有たしむ。最も池を築造すべき部分の地質不良なるときは、充分の基礎工事を施し置くこと必要なり。尙ほ此處に充分の注意を要するは粘土工なり。之れ等の池に於て漏水なからしむるは粘土の力にあるが故に、其施工に當りては、先づ第

一に粘着力強大にして、塵芥木石草根等のものを混せざる良質のものを選みて採集し、使用一二日前之れに充分の水を注ぎ、莚の類にて覆ひ置き、鍬にて切り返し、更に之を練臺上に移して薄く廣げ、足にて踏み練り、毫も塊狀の部分を存ぜざるやう入念練り合せ、後之を適宜の大さとなし、所定の場所に打ち付けて、又足にて踏み均らし搗き締め、其表面を莚或は莚の類にて覆ひ、日光又は風の爲に乾燥して罅裂を生ずることを防止するなり。然して其厚さ二尺の粘土を布置すべきときは、之を三四層の薄層に分ちて施工す。殊に池底の粘土には各層毎に清淨なる少許の砂利を切込み混和し、以て耐荷力を增加せしめ、若干の日時を經過し、少しく硬固なる有樣となりしとき、其上層にコンクリート等を施工するなり。此施工中に於て、乾燥等の爲に粘土に破れ目を生ずることあるときは、後日如何に水氣を含むとも、決して再密着するものにあらずして、往々漏水の原因となることあれば、工事中に龜裂を生ぜしめざる樣、深く注意すること肝要なり。又前日施工したる粘土工に接續して粘土を布置する場合に於ては、先づ其表面を清掃し、之に多數の細渠を造り、洽く水を注ぎて後、次層を重ぬるものとし、以て新舊の膠着を完全ならしむべきなり。コンクリート工事又は石材煉瓦等の疊甃に際しても。强き日光强き風等の爲め、其コンクリートやモルタルの早乾きをなし、或は寒氣の爲に氷結する等のことなからしむる樣、充分の

内外各市水道の濾過床

注意を怠るべからず。

次に濾過床のことに就き、言し置かんとす。濾過床の組織は、其水道工事擔任技師の考にて多少異れりと雖ども、大抵濾池の中央に設けたる主渠に石蓋をなし、其主渠の左右全底面に煉瓦を空積みにして、此主渠に向ひ多數の小導水渠を造り、濾水をして悉く主渠に集注せしむる樣にし、其下層には拳大の玉石を置き、上層に上るに從ひ漸次粒狀細き砂利を重ね、然して其最上層には細砂厚二尺以上を置きて濾過床となし、此床の上層より三四尺の深さに水を湛へ、濾過せしむるなり。然して之に使用すべき砂利、砂、礫等の材料は、其質硬固なるものを選擇し、泥土其他不潔物の附着混入せざること必要にして、充分清淨に洗滌したる後池中に配置すべきなり。今濾過床の組織に就き內外國に於ける數種の例を示せば次表の如し。

| 濾過床 / 水道名 | 上層 | 二層 | 三層 | 四層 | 五層 | 六層 | 七層 | 厚合計 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 細砂 吋 | 粗砂 吋 | 細き砂利 吋 | 中砂利 吋 | 粗砂利 吋 | 小石 吋 | 大石 吋 | 吋 |
| 海牙市水道 | 一二 | 一〇 | — | — | 一〇 | — | 六 | 三八 |
| アムステルダム市水道 | 三一 | 五 | 一、二 | 五、六 | 二四 | — | — | 五六、八 |

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ハンブルヒ市水道 | 三三 | — | — | — | 二〇 | — | — | 五三 |
| 伯林市水道 | 二二 | 二 | 六 | 六 | 五 | 三 | 四 | 一二 | 五四 |
| ズーリッヒ市水道 | 三二 | 六 | 四 | — | — | 六 | — | — | 四八 |
| ワルソウ市水道 | 二四 | — | 二 | — | — | 三 | 一二 | 一二 | 五三 |
| 倫敦市 チェルシー水道 | 五四 | — | 貝殻 三 | 三九 | — | — | — | — | 九六 |
| 倫敦市 サウスウオーク、エンド、バウクスホール | 三六 | 一二 | 九 | — | 九 | — | — | — | 六六 |
| 倫敦市 ランベット水道 | 三六 | — | 貝殻 一二 | — | 三六 | — | — | — | 八四 |
| 倫敦市 ダブリュー・ミッドル、セッキス | 二七 | 一二 | — | — | 二七 | — | — | — | 六六 |
| バーミンハム市水道 | 三〇 | 一二 | 八 | 八 | 八 | — | — | — | 六六 |
| 紐育市 ハドソン水道 | 六 | 貝殻 一八 | 六 | 六 | 六 | 六 | 二四 | 二四 | 七二 |
| 紐育市 ボーキープシー水道 | 二四 | — | — | 一八 | — | — | 六 | 二四 | 七二 |
| シンシンナチー市水道 | 三〇 | 一五 | 六 | — | 一五 | — | — | — | 六六 |

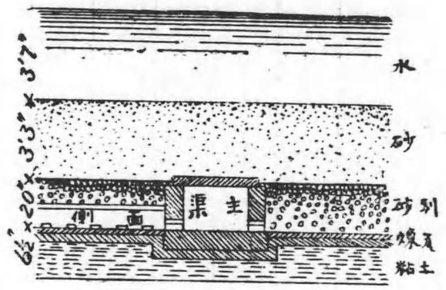
又日本に於ける水道の濾過床の二三の實例を示せば次の如し。



| 水道名 ＼ 濾過床 | 上層 細砂 寸 | 二層 粗砂 寸 | 三層 細き砂利 寸 | 四層 中砂利 寸 | 五層 大玉砂利 寸 | 厚合計 寸 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 東京市水道 | 二三 | 四 | 五 | 五 | 五 | 四二 |
| 大阪市水道 | 二五 | 五 | 五 | 五 | 五 | 四五 |
| 若松市水道 | 二二 | 五 | 五 | 五 | 五 | 四二 |
| 岡山市水道 | 二五 | — | 五 | 五 | 五 | 四〇 |
| 堺市水道 | 二五 | 五 | 五 | 五 | 五 | 四五 |
| 横濱市水道 | 二五 | 五 | 五 | 五 | 五 | 四五 |
| 長崎市水道 | 二六 | 六 | 六 | 一〇 | 二〇 | 六八 |

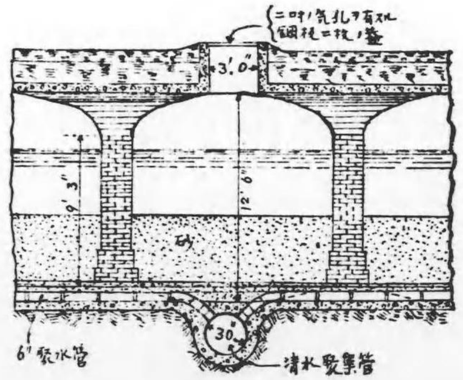
第五圖はハンブルヒ市(Hamburg)水道の濾池及濾過床の構造の一部にして、又第六圖はオルバニイ市水道、第七圖はシンシンナチー市水道の、何れも濾池及濾過床の一部を圖示したるものなり。而して第八圖は獨逸國伯林市水道の濾池に設けたる水の調節器にして、Aはテーゲル水源に屬するものにして、Bはミューゲル水源に屬するものなり。又第九圖は同國ハンブルヒ市水道の

第五圖

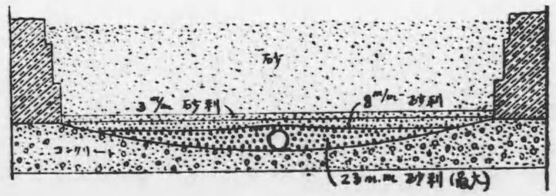



第六圖

A



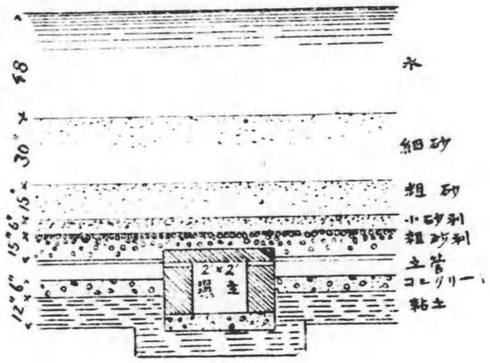

B





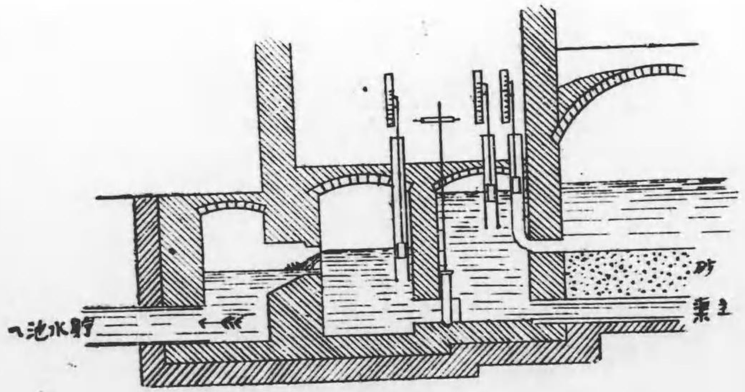


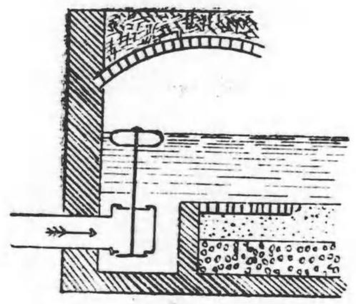

第七圖




第八圖

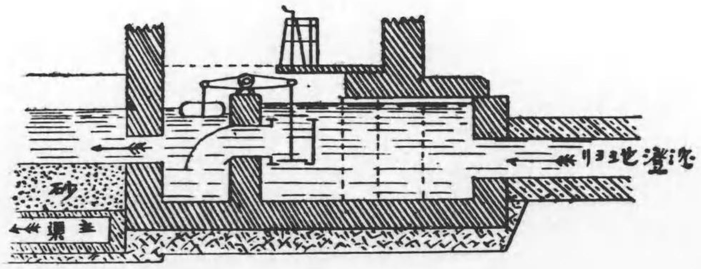
A



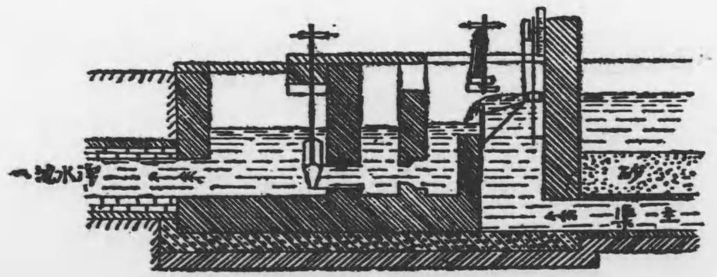


第九圖

A




B

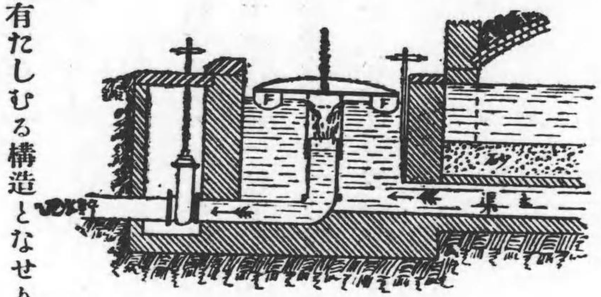





濾池に裝置せる水の調節機にして、Aは其引入口に設けたるもの、Bは引出口に設けたるものなり。又第一〇圖に示せるものはワルソウ市（Warsow）水道濾池に設けたるレンドレー氏式の水の整調機なり。

東京市水道の濾池は一個の大さ長二百九十八呎、幅百六十八呎、深さ九呎二にして、池の中央にて引入口より引出口に向て內法一呎二幅三呎五の主渠を煉瓦空積にて造り、之に花崗石にて蓋をなし、又此主渠に向ひ左右より各十七條の小溝を煉瓦空積にて內法高さ四寸幅二寸に造り、煉瓦にて蓋をなし濾水をして此小溝より主渠に集注せしむ。濾池の池底は周圍より引出口に向ひ五寸の傾斜を有たしむる構造となせり。

第一〇圖




大阪市水道の濾池は、一個の大さ長幅各二百四十尺、深さ九尺五寸にして、其內部に煉瓦、砂利、砂を入れ、濾過床を設く。其厚四尺五寸なり。砂面上水を湛ふること四尺にして水を濾過せしむ。

堺市水道の濾池は、一個の大さ長百尺、幅六十尺、深さ八尺にして、池底の中央に幅一尺二寸

高一尺の主渠を煉瓦にて積み、花崗石にて覆ふ主渠の左右には各八條の支渠あり。煉瓦二枚空積にして、覆ふに煉瓦を以てし、濾水を集注して中央の主渠に導流す。

岡山市水道の濾池は、一個の大さ百十二尺の正方形にして、深さ平均八尺なり。池内に内徑十二尺の瓣井を設け、隔壁を以て之を二分し、之に徑六吋四分の一の潛口を穿ち、硝子管を以て隔壁上流の水を下流に導き、上下水面の差に依りて、濾過水量を知らしむると共に、其調節をもなすを得せしむるものとなせり。

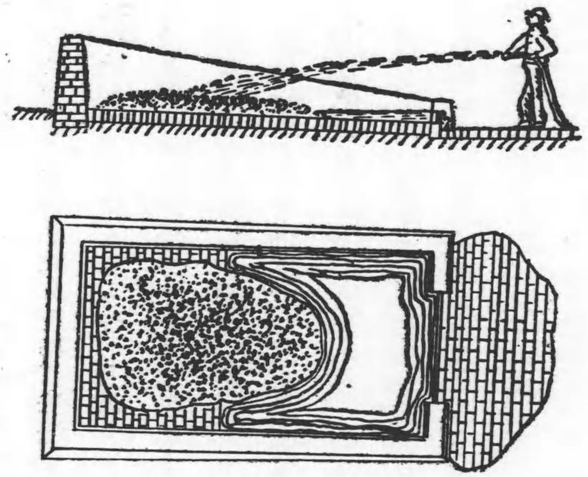
濾過床の最上層なる細砂は、水を濾過せしむる爲め、連續四五十日も使用したる後には、種々なる不潔物砂面に堆積して、濾水の作用を不可能ならしむることあり。此場合には、濾池内の水を全然排除し、其の砂層の上部を一分乃至三分の厚さに削り取りて、其汚砂を排出し、再び注水濾過せしむ。又此汚砂削り取りの厚さは、源水著しく溷濁したる場合の如き、水を濾過せしめたる後等にして、汚染の度甚しき時には厚さ五分乃至一寸位まで鋤取り排除せざるべからざることあり。而して此排除したる汚砂は之を清淨に洗滌し置き、他日此層を補足するの用途に充當するなり。

前段の如くして屢〻汚砂の削り取りをなすときは、其最上層の細砂の厚さは著しく薄層となるが故に、其細砂の層が當初の厚さの二分の一位までも薄くなりたるときは。汚砂の清洗したるもの又は新なる清砂を補足せざるべからず。此場合には在來の殘層を最上層となし清砂を其下層に補足する如くなすを宜しとす。最も斯の如くなさんとするには、多少多くの費用と手數とを要するを以て、濾池使用の急なる場合には、清砂を最上層に補足することあり、且つ十年或は十數年使用の後には、濾過床の全部を引揚げ洗滌を施せば尚ほ良好なり。

又濾池に始めて水を引入るる時、上部より水を注入するときは、濾過床内にある處の空氣遁出する爲め、上層の砂面を攪拌さるるの恐れあるより、以前は濾池の側壁に沿ふて排氣管を設置したるものなるが、水が砂の上面を浸漬するまで、池底より徐々に水を逆入せしむれば、此虞なきを以て、近時築造さるる濾池には、此排氣裝置を全く省略せるもの多し。

前段述ぶる處の濾池より削り取りたる汚砂は、之を洗滌するの費用と、新たに砂を購買する價格とを比較し、新に購買若くは採集する方廉なる場合は、其汚砂は其儘他に放棄する方無論得策なるべきも然らざる場合には、幾度にても之を洗滌して使用せざるべからず。然して多數の濾池を有し其汚砂多量なる水道にありては、相當の洗滌機械を設備して、急速に洗滌を行ふの手段を講ぜざるべからざ　も、之れが設備をなすには、可なり多額の工費を要するが故に、小規模の

第一一圖



水道に於ける濾池の汚砂は差して多量のものにあらざれば、斯る水道にありては、第一一圖に示すが如き簡易なる設備をなし、多少水壓を保てる水を利用して洗滌すること輕便なるべし。

尙ほ濾池に就て是非一言し置かざるべからざるは、水を濾過せしむるの速度之れなり。緩速砂濾法に於ては、後段陳ぶる處の機械的濾過法の場合と異り、餘り速かなる速度を以て濾過するは勿論、其結果宜しからず、又餘りに遲緩なる速度を以て濾過するも、亦決して良好なる結果を得る能はざるなり。之れを以て萬國衞生會議に於ては、往年緩速砂濾法の濾過速度を、一晝夜に八呎の深さより速かならしむべからずと決議せしことありしより、緩速砂濾法を採用せる上水道にありては、大概其速度八呎を最大限度と規定せるもの多きが、其地の水道の給水量に不足を告げて、設備の擴張增設を要する場合に立ち



至りし際、此速度を嚴守する時は、斷水の時間を長からしめ、給水引用者に非常なる不便を與ふるの止むを得ざるに至ること多きが故に、寧ろ其速度を增加して斷水の苦境を免かるるか、或は斷水の度數と時間とを輕減せしむるの手段を採ることあり。斯る場合に遭遇して、著者が實驗する處に依れば、其濾過速度を一晝夜に十呎乃至十二呎に增加して濾過給水したるに、其結果は意外にも頗る良好にして、化學的及細菌學的試驗檢査に於ても、何時も八呎內外の速度にて濾過せる場合の夫れに比し、敢て差違なきを認めたり。此は元より源水の淸濁度如何により、多少の變化は免れざるべきも、普通八呎の速度にて淸淨なる水となるべき程度の源水にありては、非常手段として十二呎の速度位までは增加したりとて、何等支障なきものの如く思量せり。

又以上說く處の場合に反し、濾池の設備充分にして、未だ給水量が差のみ大ならざる時には、一晝夜の速度を三四呎となすも、猶ほ剩餘を見るが如きこと往々あり。斯る場合に於ける試驗檢査の結果は、甚だ宜しからざるものなるをも實驗せり。故に濾過の速度一晝夜に五六呎以上を保ち得ること能はざる程度の給水量なるときには、其使用濾池の數を減じて五六呎以上の速度にて濾過せしむること肝要なるべし。

## 機械的濾過法

機械的濾過法は、元米國に於て工夫されたる方式にして、漸く二十餘年を經過せるに過ぎずと雖ども、多方面に採用さるるに至り、尙は將來漸次此方式の採用せられんとする傾向あるが如し。我國に於ては京都市、朝鮮の龍山、滿洲の營口の水道に於て此式を用ひ居れり。此機械的濾過法には、重力式のものと壓力式のものとの二樣あり。重力式のものは、其濾過に必要なる濾過水頭を、自然流下に依りて與へ得る場合のものを云ひ、濾過の機械は之を開放したる構造なり。又壓力式のものは、濾過せしむべき水に喞筩機にて壓力を加へ、濾過機內に輸送せしむるものにして、重力式のものゝ如く、開放を許さず、大抵鋼鐵を以て製作し、之を密閉したる構造なり。故に內部の砂を取扱ふに不便あり。且其砂が如何なる狀態にあるかを常に監視する能はざるのみならず、壓力の變化に原因して濾過に必要なる膜を破壞さるゝの憂あり。然れども一面には、亦河川等の水を喞筩機にて直ちに濾過機を經て高所に汲揚し得るの利あり。要するに前者は大なる都市の水道に適し、後者は町村等の小水道に適當なるべし。此機械的濾過法は最初米國にて案出せられたるより、之を米國式濾過法とも云ひ、又非常に急なる速力にて水を濾過せしむるより、之





を急速濾過法とも稱することあり。若し夫れ水道を建設せんとする都市にして、大なる濾池を築造するに適當ある地域なきか、或は恰當の土地あるも、價格非常に不廉なる等の爲め買收頗る困難なる事情ある市町村に於て、此濾過法を採用すれば、比較的狹隘なる地域にて、然かも同一の目的を達するを得るの便あれば、極めて好都合多き場合あるべしと信ず。

方今米國及英國に於て製出されたる濾過機の種類を調査するに、米國にありてはジュウェル式最も早く案出せられ、次でワーレン式ヒアット式或はプレッシング式等のもの出で、何れも其國の專賣特許を得たりしが、輓近之れ等の製造諸會社は合同してジュウェル、エキスボルト、フイルター會社を組織し、同一會社に於て製作するに至りしと云ふ。又英國に於てはベル式、ギアンデイ式、マザー、エンド、プラット式、バルソメーター式或はバタアソン式等、其主たるものなるが如し。

由來此機械的濾過法なるものが、如何なる動機に依りて案出せられたるものなるかに就て、少しく之を吟味するに、米國にて水道を必要とする都市の附近にある河川の水は、平時にありても常に溷濁甚しきもの多し。彼のミスシッピー河、オハヨー河の如き、不斷濁流澎々たる有樣は、皆人々の熟知せらるゝ處なり。殊に米國人は、一般に他國人に比し非常に多量の水を消費する習慣あり。然るに水道の源水となすべき水流、皆我國に於ける洪水の場合と同樣なる濁度のものにして、

緩速砂濾法にては、假令二日や三日沈澱せしめたる水を濾過せしめたりとて、到底充分なる効果を得る能はざるは、既に數多實驗さるゝ處なり。されども無限に廣大なる沈澄池を築造することも、經濟上許さゞる事情あり。斯る有樣なるより、米國人は此濁度甚しき水を簡易に清淨ならしめ、衞生上支障なき水を得ることに、少なからざる苦心をなしたるものゝ如し。然るに水を清澄ならしむることに就きては、古來支那人が明礬を混入して水の清澄をなすの習慣あるが、米國人も亦明礬に就て試驗をなし、又硫酸礬土の如きものも水に混入して試驗をなしたるに、何れも速かに水を清澄せしむるの効果あり。又其清澄したる水を砂濾しに掛くるも亦頗る清淨なる水を得らるゝより、遂に之を學理的に研究する學者も出でたるが、其研究の結果、硫酸礬土を溷濁せる源水中に混入せしむるときは、其源水中に存在せる炭酸鹽類と化合し、一種の硫酸鹽類に變じ、之と同時に水酸化アルミニュームを生ず。然かも其容積非常に多く、又水に溶解せず、比重も亦割合に重きが故に、直ちに沈下す。其沈下をなすに當り、水中の浮游物をも共に誘致して沈下せしむるが故に、濁水も爲めに速かに清澄するの効果を生ず。又更に此水酸化アルミニュームを含有せる水を砂濾しに掛くるときは恰もゼラチン狀の物質が砂濾法の場合に於て自然に生ずる水滓の粘膜と酷似のものなるを以て、之れが代用として浮游物及細菌を抑留するの作用をなし、尚ほ相當の彈力性をも含有するが故に、早き速度を以て濾過するも破碎さるゝことなきを認定せられ、遂に機械的濾過法が案出さるゝに至りし所以なり。此機械的濾水機は、前段既に陳ぶるが如く、其種類構造種々ありと雖ども、之を大別すれば左の三類に外ならざるが如し。

(一)化學的作用に依る濾水機械
(二)機械的に砂或は硅砂の如きものを用ひたる濾水機械
(三)化學的、機械的雙方を併用したる濾水機械

然れども現今世界各國の水道にて採用せる濾水機械は、大概硅砂又は砂を用ひ、之に化學的作用の物を附加併用したるもの多きに居るが如し。

今濾水機械の構造及其作用に關し、概括的に之を說明せんに、其壓力式のものは前既に陳べたる如く、專ら鋼鐵製のものなるが、重力式のものに至ては、其外筐を木材、鋼鐵、若くはコンクリートにて作りたるものあり。何れも圓筒狀竪罐の如き形狀を有し、之に細粗種々なる硅砂、或は砂を入れ、上部より水を注入し、下底より濾水を引出すなり。圓筒の直徑は大小各種あり。大なるものは七八尺より十五六尺のものあり。又小なるものは壓力式のものにて、直徑一尺位のものあり。重力式のものにては直徑二尺位が最小なる形狀なり。濾過の速度は砂濾法に比し遙かに

濾過機械の利益

早く、約四十倍近くの速さを以て濾過す。

此機械の利益の主なる點を數ふれば大略次の如し。

第一、大なる面積の土地を要せざること

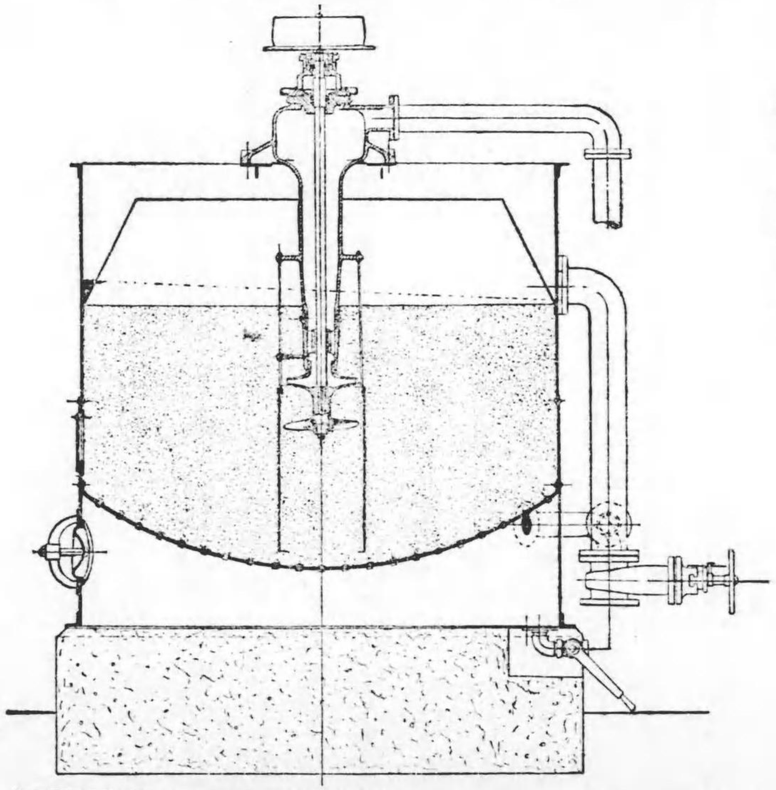
第二、砂を洗滌する方法の簡易なること

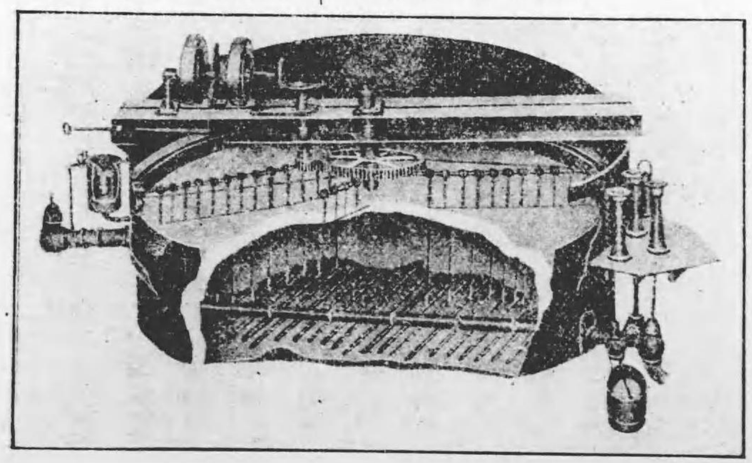
第三、緩速砂濾法の濾池にては池の面積大なるが故に、最初砂或は砂利の詰り居らざる部分なきにしもあらず、若し然る場合には水は其最も砂や砂利の少き部分を盛に通過する傾向を生ず、且つ又砂の入れ初めには所々孔を生じて砂の充分落着かざることあり、斯る際には濾水の目的を完全に達する能はざるに、機械的濾過法には毫も之れ等の憂なきこと

第四、極めて簡單に狹小なる場所にて濾水をなし得ること

以上列擧する處の如く、砂を簡易に洗滌し得るは、此機械の主なる利益の一に數へ得らるゝと同時に、亦失敗の大原因たるなり。之を要するに、此機械に於て濾水作用の當初に於て充分の効果あるは、普通の砂濾法と敢て異ることなし。然れども斯の如き狀態は永遠に持續するものにあらずして、砂は漸次汚濆さるゝの程度高まり、濾水不可能となる。此場合に機械の下部より水を逆流せしめて、其砂を洗滌するに、之を外部に取出して洗ふ時の如く、完全に清淨なるものとならしむること能はず。即ち機械的濾過法に於ては、砂を簡易に洗ひ得ると共に、如何にすれば完全に清淨のものたらしむるを得るかゞ、一個等閑に付すべからざる問題なり。此點に就き多少注意を拂ひたる構造となせるは、ベル式(Bell type)濾水機なり。此式は總て壓力式にして、鋼鐵製なり。即ち砂層の洗滌には、濾過せられたる淨水を砂層の下部より逆送するのみならず、砂層中に鐵管の通ずるあり、其左右に腕形管出て居り、其管中に水の入り得る裝置なり。此腕形管の附きたる鐵管を廻轉すれば、其腕形管に穿たれたる小孔より水を噴出し、猶ほ諸所に突起せる部分ありて水の噴出と共に砂層を攪拌す。其攪拌器は唯に上層のみならず、砂層の内部にも設備し、以て砂を可成清淨に洗滌せしめんとの用意をなせり。之れ此式の他の式に異りて、此點に注意せる處なり。人は云ふ、凡そ濾水機にて水を濾過せしむるは、總て上部より水の通過するものなる故、泥土其他の浮游物が堆積し、或は砂の汚濆さるゝは、砂層の上部のみにて、内部は汚濆さるゝものにあらざれば、其上層のみ洗滌さるれば足れりと。若し果して然りとすれば、下方に砂を置くの要なきに至るべきも、下層の砂も亦多少濾過の効果あるなり。既に効果ある上は、下層の砂も濾水をなせば汚濆さるゝを以て、上下二段に攪拌器の設備をなしたるは、決して無用のものにあらざるべしと信ず。

第一二圖　A





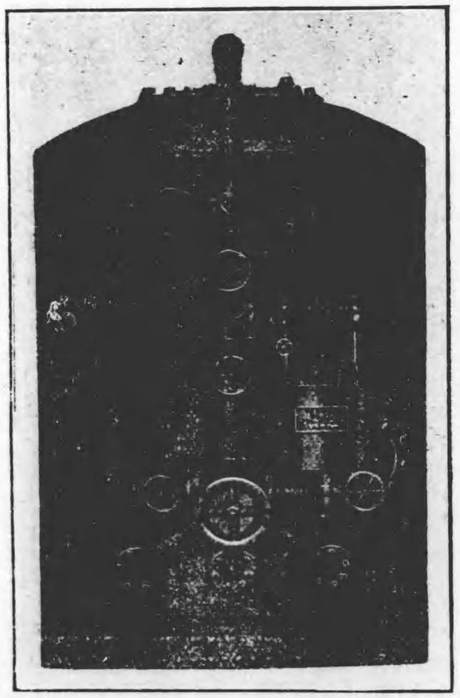
B







C



方今市場に販賣さるゝ處の濾水機械の種類及其構造の一例を圖にて示せば第一二圖の如し。

## 殺菌法

近世細菌學の發達と共に、日常吾人の使用する水中にも、多數の細菌あるは一般に認めらるゝ處なり。されども其細菌は悉く身體に有害なるものにあらざるも、若し其内に一個なりとも、虎列刺、窒扶斯等の有害菌混入したらんには、忽ち健康を害するのみならず、病毒爲めに諸方面に傳播して、非常なる慘狀を極むることなしとも圖られざれば、水道に因りて水を供給せる都市にありては、不斷其給水に對し、化學的試驗は勿論、細菌學的試驗をも施行し、若し其成績不良なれば直ちに其水を排除し、良水を供給するの手段を取れり。然れども濾池又は濾水機械にて、水中の細菌を除去し得る割合は、百分の九十八九にあるが故、源水の清淨なるものにありては、極めて僅

少なる數に過ぎざるも、源水清淨ならざるものにありては、其殘留せる細菌の數決して尠少にあらざるなり。假令ば一立方「センチメートル」中にある細菌聚落數三百なる源水が、濾過の爲めに其細菌が百分の九十八まで除去せられたりとすれば、其濾過水の細菌數は百分の二卽ち一立方「センチメートル」中に僅々六個の割合に過ぎざるも、若し同一の割合にて源水が一萬二千の細菌を含有せるものならんには、其百分の二は二百四十となる割合なり。斯の如く濾過の効力が無菌の水とならしむる能はざるものなりせば、濾過の爲めに除去されたる多數の細菌は、普通の水中菌にして多くは有害菌にあらざるが、濾し漏らされたる僅少なる數の内に、存外有害なる細菌混入せるやも未だ謀り知るべからず。然れども吾人の身體に有害なる細菌は、其無害なる細菌に比し、生活が弱きものなりとの說あれば、上述の如きは全く杞憂に過ぎざるべきも、亦全く絕無のことなりとも斷定するの根據なければ、結極無菌の水にあらざれば、安全なりとは云ふを得ざることとなるなり。果して然らば、濾過　際、素通りをなし、淨水中に殘留せる細菌は、如何にして全滅せしむべきかゞ一の問題なり。さりながら、飲料水のことなれば、石炭酸や昇汞水にて消毒すると云ふが如き亂暴なる方法は之を施すこと能はず。是非共衞生上は勿論、其他にも何等危害を及ぼさゞる方法に依て、其細菌の生活機能を奪ふことゝなさゞるべからず。玆に於てか殺菌法は

オゾーン殺菌法

案出さるゝに至りしなり。

先づ第一に如上の目的を以て生れたるは、オゾーン殺菌法なり。然るに其オゾーンを發生せしむるには、何れの裝置構造に依るものも、皆非常に高壓の電流を取扱はざるべからず。從て其調整等頗る複雜なるが上に、之を大なる水道に使用せんとするには、多額なる費用をも要するを以て、試驗的には從來各所に於て試みられ、有効なるを認められつゝあるにも拘らず、廣く採用さるゝに至らざるなり。嘗て和蘭國ニヴーベルスルイスに於て、技師ウヲスマー氏に依りて此オゾーン殺菌試驗の行はれたる模樣を聞くに、最初先づオゾーンを造り、之を壓搾して、高さ十三「メートル」の處にある鐵槽中に入れ、上より水を降雨の如き狀態に注ぎ、其オゾーンに接觸せしむれば、水中の細菌は悉く死滅するの好結果を得たりと云ふ。又獨逸國伯林市の接續地たるシャロッテンバルグに於て、シーメンス、シュルケット會社が、三ヶ年間も繼續してオゾーン殺菌試驗をなしたるに、頗る良好の成績を得たりと云へり。然るに白耳義國ブランケンベルグは有名なる海水浴場にして、此地の水道は同國政府に於て建設したるものなるが、往年巨額の工費を投じてオゾーン殺菌設備をなしたりしが、如何なる理由なりしか其結果甚だ不良なりしを以て、其後全く此設備を撤廢したりと聞けり。

晒粉殺菌法

次に近時米國に於て案出せられたる方法は、彼の晒粉（カルシュム、ハイポクロライト）を混入して殺菌を行ふなり。今其作用を聞くに、元來晒粉は鹽化カルシュムとカルシュム、ハイポクロライトとが殆んど等分に混和せる白色の粉末なり。然して之を水中に混入するときは、鹽化カルシュムの方は、何等の作用をも起さゝれども、ハイポクロライトは水中に在る炭酸と化合してハイポクロラス酸を生ず。此物は著しき酸化作用を有するものにて、其附近に酸化さるべき物質あれば、忽ち分解して遊離酸素を起して鹽酸となる。其鹽酸は直ちに水中の炭酸鹽類と化合して鹽類となるなり。

此分解して生じたる遊離酸素は、極めて强烈なる酸化作用を有するものにして、恰も前段に述べたるオゾーンと同じく、直に水中の細菌に働き、能く其生活機能を失はしめ、殺菌の目的を達し得るなり。此方法はオゾーン殺菌法に比し、取扱其他總て簡易なれば、廣く應用さるゝに至るべきかと思はる。現に米國各都市の水道にては漸次此殺菌法の併用さるゝに到るべき氣運に向へりと云ふ。

紫外光線殺菌法

此他紫外光線に依り殺菌をなすの法あり。此は未だ試驗時代にして、實地に應用し得るまでに發達し居らざるも、試驗の結果は有效なるものゝ如し。今參考の爲め其概略を左に紹介すべし。

抑も紫外光線の滅菌作用を始めて驗知したるは、西暦一千八百七十七年英國人ダウンス(Downes)及プラント(Blunt)兩氏なり。爾來諸學者に依り其作用を確められ、一千九百九年の頃、コヲルモント(Courmont)及ノギール(Nogier)氏等に依り、極めて精密に且つ秩序的に試驗を遂行せられたり。

紫外光線の源として、最初種々なる金屬導子より成立せる燈を使用せしが、其後水銀燈は紫外光線の光源として頗る有效に、然かも强力なることを研究せられたりしが、次で又石英は能く紫外光線を透過し、外方に放射せしむるの作用あるを知り、水銀石英燈なるものが廣く世に用ひらるゝに至れり。而して紫外光線會社は、佛國諸學者の研究したる成績により、水銀石英燈を、水及び牛乳の殺菌法に應用することゝせり。

今紫外光線を以て水中の殺菌をなしたる主たる試驗成績を示せば次の如し。

(一)水中に含有せる細菌は完全に生活機能を失ふ。又此光線を大腸菌に應用したる場合に於ける殺菌時間及燈と水面との距離關係を示せば左表の如し。

| 燈と水面との距離 | 百十「ボルト」三「アンペヤー」燈を以てせる殺菌時 | 二百二十「ボルト」三「アンペヤー」燈を以てせる殺菌時 |
|---|---|---|
| 四吋 | 四秒 | 一秒 |
| 八吋 | 二〇秒 | 四秒 |

| 十六吋 | 一八〇秒 | 一五秒 |
|---|---|---|
| 二十四吋 | 三〇〇秒 | 三〇秒 |

此試驗に用ひたる水は、照射前一立方「センチメートル」中に一萬乃至十萬個の菌を含有せり。

紫外光線に對する細菌の感受性は、其細菌の種類に依りて各差違あり。今サーノボデユー(Cernovoleau)及ヘンリイ(Henri)二氏により、燈と水面との距離を八吋として試驗されたる成績左の如し。

| | | | |
|---|---|---|---|
| ○化膿菌 | 五乃至十秒 | ○虎列刺菌 | 十乃至十五秒 |
| ○大腸菌 | 十五乃至二十秒 | ○窒扶斯菌 | 十乃至二十秒 |
| ○赤痢菌 | 十乃至二十秒 | ○肺炎菌 | 二十乃至三十秒 |
| ○枯草菌 | 三十乃至六十秒 | ○破傷風菌 | 二十乃至六十秒 |
| ○脾脱疽菌 | 二十乃至三十秒 | | |

(二)照射後の水は熱せらるゝことなゝ、水は清淨新鮮にして、水質は理化學的變化を起さず。

(三)水中に極めて微量のオゾーン及過酸化水素を發生す。

更に紫外光線の殺菌作用に就き概略を説述せんに、紫外光線は前述の如く、其照射に依り、水中に極めて微少のオゾーン及過酸化水素を發生すれども、之を以て水中菌或は大腸菌を殺滅せしむること能はず。卽ち此光線の殺菌作用はオゾーン及過酸化水素等の酸化作用とは全然無關係なるが如し。プリル氏は紫外光線をラヂウムのB放射線に類似せるものなりと云ひ、又レナルド氏は本光線がカトーデ線を發するを驗出せり。要するに其殺菌作用は尙ほ不明にして、本光線の理化學的作用に歸すべきものと考へらる。ウルバイン氏が此光線を分光器に依りて分析したるに、甚短小なる波長を有する多數の光線より成り、三千九百八乃至二千二百三十四「アングストローム」(1Angstrom = $\frac{1}{10,000,000}$ mm)に、三十九の波線が存在せるを認めたりと云ふ。

今若し紫外光線をして一「ミリメートル」の厚を有する普通の硝子板を通過せしむるときは、三〇二五「アングストローム」以下の全光線を遮斷す。此場合に於ける大腸菌の殺菌に要する時間は十五秒乃至二十秒の代りに、三時間乃至四時間を要す。又石英板の厚〇、二「ミリメートル」なるものを以てすれば、二七五九以下の「ビスコーゼ」は二四八三以下の光線の通過を妨げ、殺菌作用大に減ず。之れに反して、石英は全光線を透過せしむ。又溷跡の肉汁を氷水中に混ずるも殺菌作

用著しく減じ。二九二五以下の光線を阻止す。

以上述べたる處により、紫外光線の有效光線は二八〇〇「アングストローム」よりも、尙ほ短き處の諸光線なるを知るべし。元來細胞の原形質なる蛋白、膠質、血清は二九〇〇よりも、尙ほ短小なる光線を吸收する性あり乃ち細胞原形質によりて吸收せらるゝ光線こそ、是れぞ細胞の生活機能を殺滅する作用をなすものなり。

紫外光線應用の注意

太陽の光線中には、多量の紫外光線を有するものなれども、其大部分は空中にて吸收せられ、地上に到達するは僅かに其一部分に過ぎざるも、然かも尙ほ能く有害なる細菌を殺して、天然清潔法を行ひ、吾人々類の其恩惠に浴すること廣大なり。彼の河水の自淨作用の如き、或は傳染病が自然に撲滅する如きは、皆此光線の力に依ること多し。古人も亦不知不識の間に太陽の光線を利用し衞生の道を講じたり。設令ば寢具を日光に曝すが如き其一例なり。卽ち紫外光線の殺菌作用の應用は、近世的最新法たると同時に、古來行ひ來りたる最陳腐の方法なり。

紫外光線の應用に關し、注意すべき要件は左の如し。

(イ)紫外光線に依り殺菌すべき水は、清澄のものたるを要す。若し其水が溷濁着色せる時は殺菌力著しく減少す。如何となれば、本光線は水中に混入せる物質の爲に吸收せらるゝが爲なり。

紫外光線殺菌器械の構造

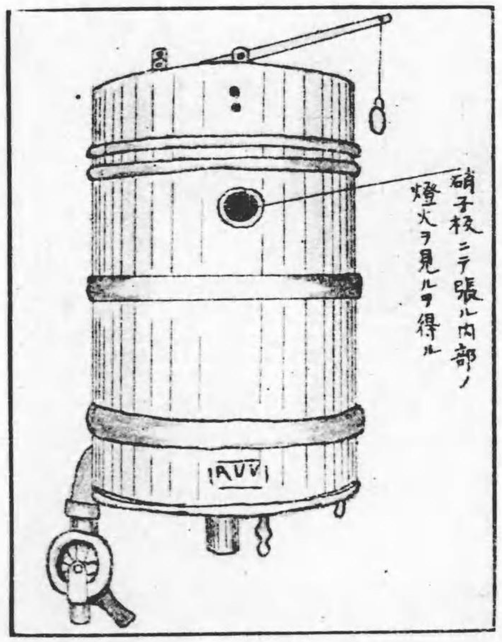
(ロ)紫外光線を發生するに要する燈は、水銀石英管を用ひ、平流、高壓の電氣を必要とす。

(ハ)紫外光線は水中にて深部に達するも、空氣中にては吸收せらるゝを以て、燈と水面との距離は短少なるを良とす。

(ニ)紫外光線は吾人の眼に有害作用を及ぼすものなれども、硝子板は能く之を遮斷す。

今左に紫外光線會社の製造に係る飲料水殺菌器械の構造に就き、其概略を說明し、尙ほ佛、獨等の諸國に於て試驗せし成績の一斑を示さんとす。

第一三圖




(甲)紫外光線會社製殺菌器械の$B_2$形は第一三圖に示すが如く簡單なる裝置にして、高さ二十吋、直徑十二吋の琺瑯質を燒付けたる金屬製水槽と其覆蓋より成立す。

下部一側の導管によりて殺菌すべき水は、器内に流入し、殺菌の

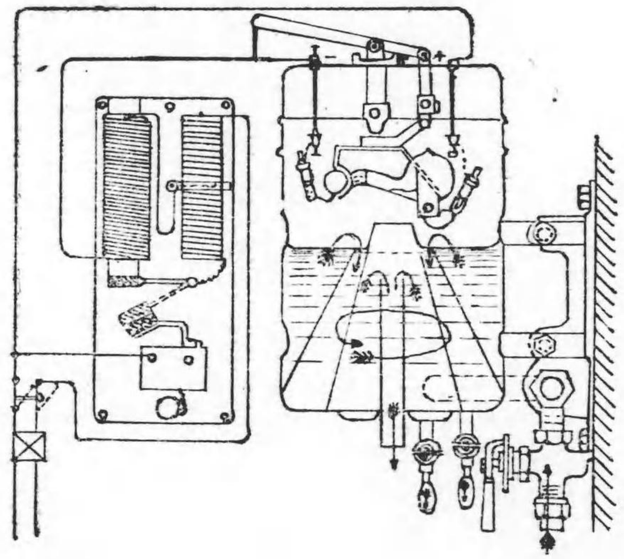
後、水は器底の中央にある管より流出す。又底面にある其他の活嘴は流水の速度を調整するに用ゆ。

覆蓋部に水銀石英燈を裝置し、水面に接近して懸垂せり。

器内に流入したる水は、第一四圖に示すが如く、圓錐狀障壁によりて水流回轉昇降し、約五秒間光線に照射せられて後流出す。

此器械に依り殺菌せらるゝ水量は、一時間に三石三斗餘にして、電量百十「ボルト」三・五「アンペアー」を要す。但電壓百乃至二百五十「ボルト」に於ても使用することを得ると云ふ。

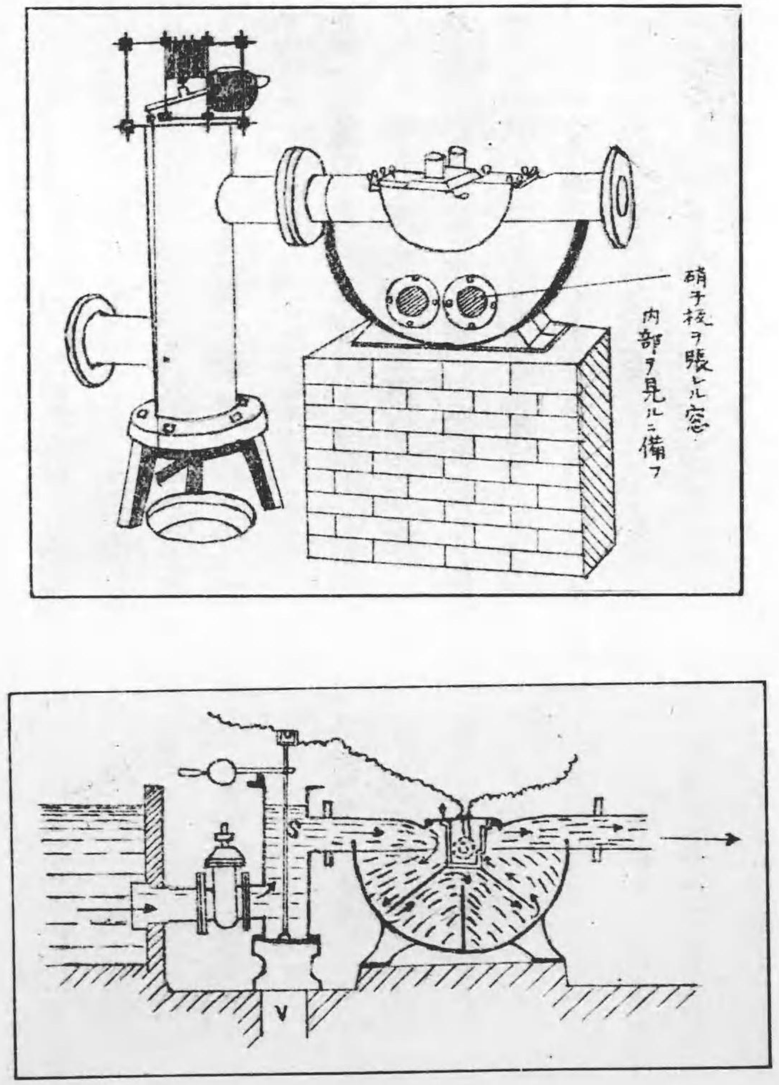
第一四圖



(乙)同會社製$C_3$形の器械は、大規模の飲料水殺菌用にして、第一五圖に示すが如く、徑約十二吋



第一五圖



厚さ約八吋の半圓形をなせる鑄鐵より成り、其外面は琺瑯燒付けとなせり。內部には燈を裝置し、其外部は石英板を以て三面を圍繞し、殺菌器の內部は燈函の周圍より突出する二障壁を以て圓錐狀の三房に分たる。

濾池より流入する清水は先づSなる安全瓣室を通過したる後、殺菌器の第一房に入り、紫外光線によりて照射せられ、更に第二房、第三房と次第に轉移し、前後三回の照射を受け、殺菌せられたる水は配水管に流出するなり。

安全瓣は石英燈に異狀なき間は、本室の下孔閉鎖するも、若し消燈せる場合には、安全瓣は忽ち下垂し、下孔を開き、水の全部はVなる導管に流下して、同時に警鐘を報ずる裝置となり、以て此光線の照射を受けざる水の配水管に入るを防止せり。而して本器の石英燈には、二百二十「ボルト」三・五「アンペアー」の高壓電氣を要す。

一千九百十年、佛國マルセーユに於て開設せられたる飲料水殺菌器共進會に於て、本器は砂礫濾過裝置に依り一旦濾過されたる水に就き試驗せられたり。當時本器は約六週間晝夜間斷なく使用せられ、二十四時間內に平均六百立方「メートル」卽ち一時間に二十五立方「メートル」の水を殺菌し、電量は水一立方「メートル」に對し二十六「ワット」時の割合にて消費せり。而して此間十八回の細菌檢査を行はれしが、照射前一立方「センチメートル」中に三十乃至三百の水中菌と、一「リートル」中に五十乃至千個の大腸菌を含有せし水は、照射後無菌なる成績を得たること、試驗回數の半に達し、其最多數の細菌を存留せし場合に於ても、一立方「センチメートル」中僅々十個を算せしに過ぎずして、各回の成績を通じ、平均一立方「センチメートル」中一個の水中菌を有したるのみにて、大腸菌は存在せざりき。此共進會に於ては、オゾーン殺菌裝置と對峙して敢て優劣なき好成績を示したり。尙ほ此他に於ても、常に滿足なる結果を得たりと云ふ。

此他同會社製のノヂール(Nogier)式殺菌器は、石英燈を水中に裝置し、紫外光線の全利用を計りしものなるも、燈は水の冷却を受くること甚しき爲め、水銀管內の熱量高まらず、從て電量の費用高價に上り、加之燈は水中に在るが爲め、燈管の外面に水中の鑛物質沈着し、光線の放射を妨げ、著しく其作用を減ずるを以て、前二者の如く試みらるゝに至らず。

又千九百十一年獨逸國伯林に設置さるゝ王國水質檢査所に於ては、グリム(Grimm)及ウェルデルト(Weldert)氏がハナウの石英燈會社製の電氣卽ち燭管の長約六「センチメートル」、光度約千二百燭光、電量百十「ボルト」を用ひ、同氏等の考案せし方法にて、水器內に燈を裝置し、水

は下より上に流れて光線に照射せらるゝ如くし、試驗水は上水及之に大腸菌を混じたるものを用ひたり。水の理化學的性狀は、照射により變化せざるも、照射後、水溫稍高まり、且つ長時間の照射によりて、硝酸の痕跡を認めたりと云ふ。其殺菌の成績は左の如し。

(一)一立方「センチメートル」中百個以下の水中菌を含有する清澄なる上水は、一時間〇、五五立方「メートル」の水量以下の速度を以て流出せしむるときは、完全なる殺菌を行ひ得るも、若し其水量を二倍乃至三倍としたるときは、一立方「センチメートル」中に十個の細菌存在したり。

(二)一立方「センチメートル」中に十六萬個の細菌聚落數ある清澄なる水を殺菌するには、一時間の流出水量〇、四五立方「メートル」を限度とす。又上水中に大腸菌を混じたる場合の試驗成績も亦之と相同じ。

(三)上水中に牛乳或は粘土を混じ、中等度或は强度に溷濁セシメ、之に大腸菌を混じたる水にては、光線の殺菌作用甚しく減少し、一時間〇、一一四の水量をすら完全に殺菌せず。

(四)トルフの浸汁を以て黃色に着色せし水に大腸菌を混じ、殺菌法を行ひ、之を檢するに、(三)の成績よりも尙ほ劣等を示せり。

之を以て同氏等は水の溷濁着色せる場合には、此紫外光線の殺菌法は不適當にして、唯々清澄なる水に對してのみ有效なることの結論をなし、次で其費用問題に論及して曰く、石英燈會社の定價表により水銀石英燈及豫備品、抵抗器、水槽竝に電氣費用を計上し、一時間に〇、四五立方「メートル」の割合を以て殺菌水を作るときは、其一立方「メートル」の水に對し獨貨三十二「ペンニヒ」（一「ペンニヒ」は我通貨の約四厘八毛に當る）に當り、若し其水量を二倍乃至三倍とし稍不完全なる程度の殺菌を以て滿足せば、一立方「メートル」の水に對し其費用十一乃至十六「ペンニヒ」に低下せしむるを得べしと云へり。而して之を他の給水法による水の價格と比較すれば左表の如し。

| 區別＼費用 | 水量千立方「メートル」の清淨費 | | |
|---|---|---|---|
| | 營業費獨貨「マーク」 | 總費用獨貨「マーク」 | |
| オゾーン法 | 五、一七 | 一五、〇八 | |
| 緩速砂濾法 | 一、一三 | 九、五三 | |
| 機械的濾過法 | 五、二五 | 一〇、五八 | |
| 紫外光線法 | 三二〇、〇〇〇～一六〇、〇〇〇 | | |

卽ち同氏等の計算によれば、紫外光線に依る水の殺菌は、其の費用多額に過ぎて、他の給水

法と到底競爭の位置に立つこと能はず。然れども、其の費用を顧みず專ら殺菌水を得んとする目的には充分有效なる一の方法たるなり。

今日までに研究されたる紫外光線の殺菌法は、上來説明したる程度にあるを以て、之を廣く實に應用さるるに至るは、前途尙ほ一段の進歩改良を施さるべきものたるべきも、此も亦殺菌の一手段として、斯道研究者の參考に供するのみ。

## 第七章　淨水池

淨水池 (Clean water reservoir) は濾池に於て水を濾過清淨ならしめたるものを貯溜せしむる爲に設置するものなり。

淨水池は總て有蓋の池となし、日光の投射及塵芥雨露の混入を防止せしむること必要なり。若し之れが設備なきときは、折角清淨ならしめたる水も、此池に入りて再び汚濁さるるに至るべければなり。加之日光は水の表面より約四呎の深さまでは透射し、此水をして著しく腐敗を速かならしめ、且つ濾過に依て除去されたる細菌の數をして再び繁殖增加せしむるが故に、是非共此池



内は暗室となし置かざるべからずと雖ども、排氣の裝置は之を充分ならしめざるべからず。

元來水中に於ける細菌の多くは、大抵無害の細菌なれども、萬一其中に設令一個にても有害なる病源菌を含有するときは、由々敷大事を惹起するに至るべければ、別項に述べたる如く、殺菌法を行はるるに至れる次第なるが、此細菌が繁殖する有樣を仔細に調査するときは、或る日時を經過する間は、非常なる勢を以て增加し、然して此日時を過ぐれば其細菌は漸次其數を減少し來るなり。今其一例を示せば次の如し。

| | 一立方センチメートル中の細菌聚落數 |
|---|---|
| 水を採酌したる即時 | 143. |
| 二十四時間を經過したる後 | 12,457. |
| 三日間を經過したる後 | 328,543. |
| 八日間を經過したる後 | 233,453. |
| 十七日間を經過したる後 | 17,436. |
| 七十日間を經過したる後 | 2,500. |

斯の如く最初水を採酌したるときには、一立方「センチメートル」中に於ける細菌聚落數は百四

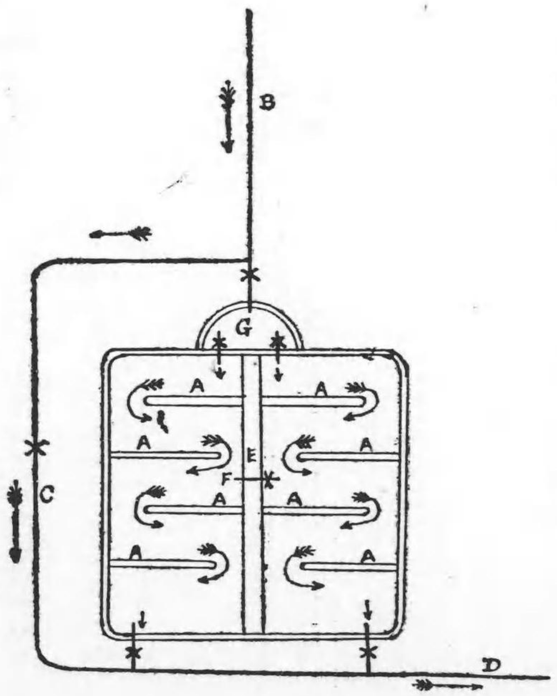
十三個なりしに、同一の水を二十四時間經過したる後之を調査すれば、俄然一萬二千四百五十七個となり、更に採酌後三日間を經過して細菌數を檢すれば、無慮三十二萬八千五百四十三個の多數を算す。然るに更に八日間を經過したる後之を檢すれば二十三萬三千四百五十三個に減じ、十七日間經過の後には更に著しく減じて一萬七千四百三十六個となり、七十日間經過の後には僅々二千五百個に減少し來れり。此或日數を經過し、細菌數の減少し來るは、短命なる菌が死滅するものもあるべく又細菌が細菌を食し、其菌と菌との間に優勝劣敗の行はるゝ結果なるべし。然れども若し此水を暗室中に貯ふれば決して前陳の如く多數の細菌は繁殖せざるなり。此點よりするも淨水池には覆蓋を必要とする次第なり。

淨水池は又之を配水池若しくは給水池 (Service Reservoir) とも呼ぶことあり。卽ち此池より市街の各方面に配水給水をなすを以てなり。抑も人々の水を使用するの量は、四六時中同一なるものにあらずして、朝、晝、夕の食事前後が最も多量の水を要するなり。此故に若し淨水池等のものなきときは、水管は常に最大需用水量を送致するに餘りあるものを布設し置かざるべからずと雖ども淨水池の設けあれば、需用少き時刻の餘水は之を此池に貯溜し、需用多き際に補足供給する如く調節をなす。又火災等の爲に一時に多量の水を要する場合にも、能く之を調整し得るなり。



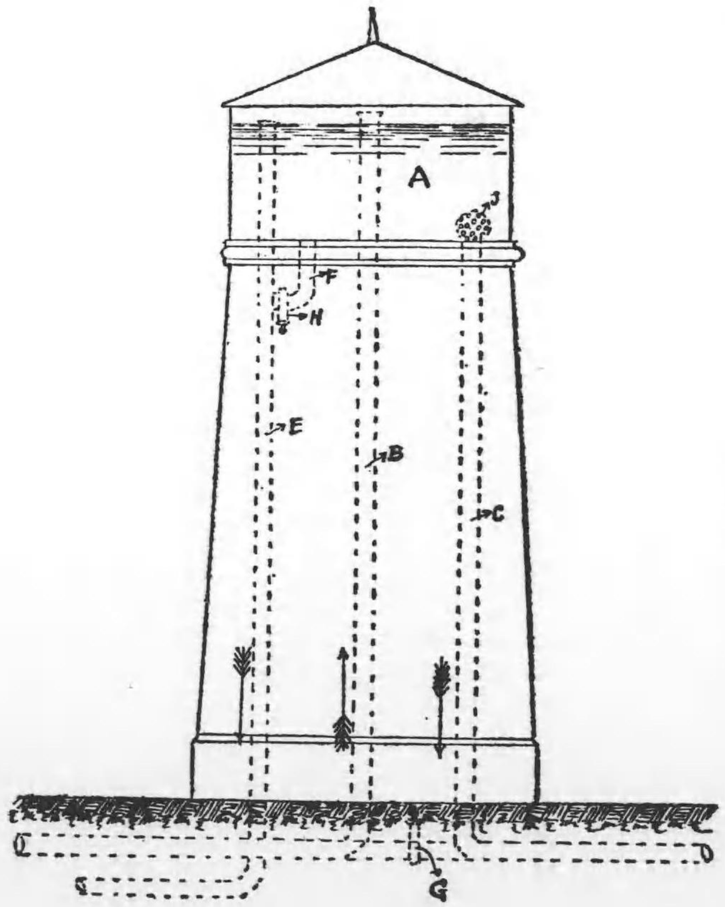
淨水池を設置するには、其市町村の人家ある位置より、百呎乃至百八十呎高き土地を選定して之を築造し、此池より配水給水をなし、或は火災消防の用に供するに、總て自然流下法に依りて供給をなし得れば、非常に便なりと雖ども、都合よく其附近に斯る高地なき土地にありては、止むを得ず之を平地に造り、此池水を更に喞筩機にて竪管 (Stand Pipe) 又は水塔 (Water Tower) に汲揚し、池を高地に設けたると同一の働きをなさしむるなり。而して其市街が著しく高地に屬する部分と、低地に屬する部分とあるときは、其給水區域を高地と低地との二區に分ち、隨つて其淨水池、配水池を各給水區域に便なる地點を選みて別々に築造することあり。

第一六圖



第一六圖は淨水池の平面にして、其覆蓋を除去し內部の構造を示せるものなり。圖中Bは濾池より來る送水鐵管にして、Cは復管なり。淨水池に引入れをなさず、直接給水をなす場合に之を使用す。Eは中仕切の壁にして、Fは此兩池の水を連絡せしむる際に用ゆる連絡

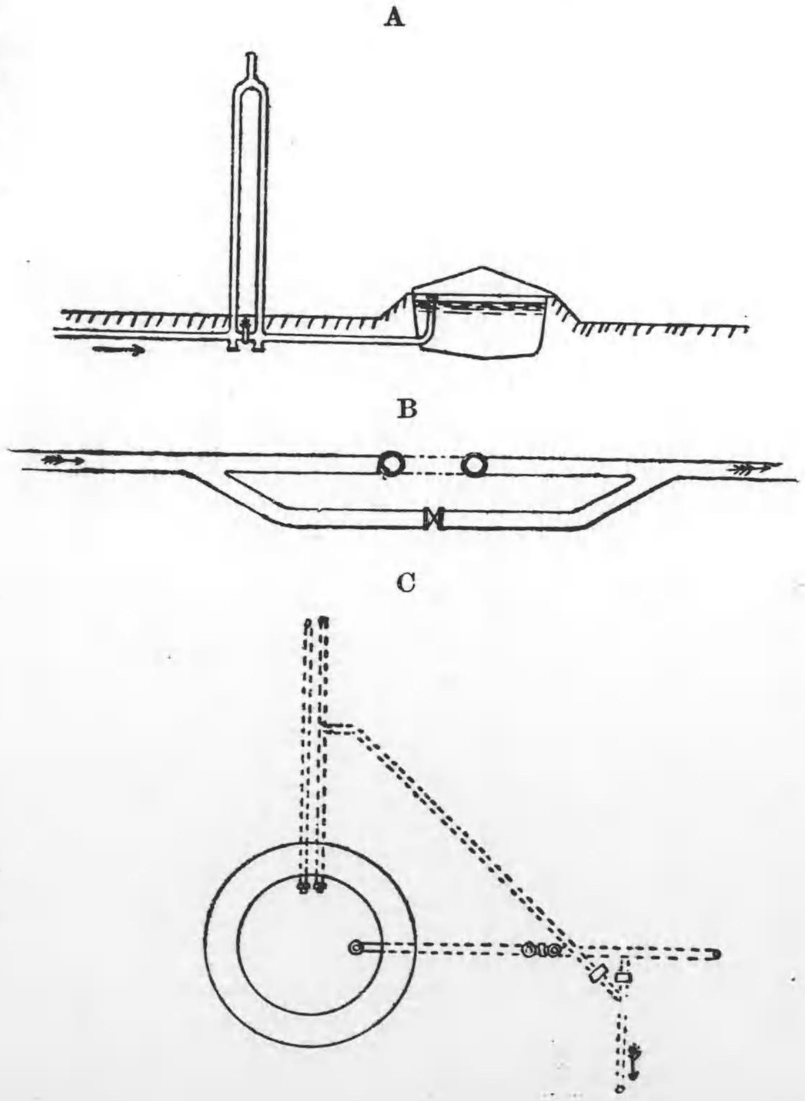
第一七圖








第一八圖



管なり。又Aは池内の水を停滯腐敗せしむることなからしむる爲の循導壁にして、Dは市街に向て送水すべき鐵管、然して×印を附するは阻水瓣の位置を示せるものにして、Gは受水井なり。

水塔

又第一七圖は水塔の略圖にして、Aは水を貯溜すべき水槽、Bは此水槽内に送水すべき鐵管、Cは此水槽より給送すべき鐵管、Eは溢流管とFなる排水管とを連結したるもの、G及Hは阻水瓣、Jは除塵器なり、

竪管

淨水池は煉瓦若くはコンクリート等にて築造し、其基礎及周壁の裏面には粘土工を施し、以て漏水を防止す。而して其覆蓋は拱形を疊甃し、或は鐵材、木材等にて屋構をなすことあり。又水塔は煉瓦を以て築造し、或は鐵材、鐵筋コンクリート等にて構成することあり。又竪管は鐵管を以て第一八圖の如き形狀に組立つるなり。而して管の最頂部には必ず排氣裝置を具備せしむることと肝要なり。

# 第八章　水管線路の選定

水管線路の選定

水源の位置及沈澄池、濾池等のものを設置すべき場所決定したるときは、之を連絡送水すべき水管を布設する線路の選定をなさゞるべからず。然して此線路選定の當を得ると否とは、忽ち其建設工費と維持費とに多大の關係を生ずるものなれば、充分精査を遂げ、彼是幾樣にも之を豫選し、其豫選したる線路に向て實測をなし、交互に其利害得失を研究調査し、以て其最善の線路に決定し施工をなすべきなり。

線路選定の要件

先づ此線路を豫定するには、最初席上に於て陸軍參謀本部にて出版され居る如き地圖にして、其地方の地形を知るに便なるもの丶内、可成大なる縮尺にて作りたる圖面を求め、其圖中に記入せる同高線(Contour Line)に依り、大體土地の起伏高低を知るを得るが故に、其圖上にて幾條かの線路を計畫し、後之を携へて實地を踏査し、大なる相違の點なければ之に向て夫々豫測を行ひ、以て其各線に就き比較考定するにあり。然して此選定の標準としては、其建設工費の成るべく少きこと、施工の容易なること、成功後多額の維持費を要せざること等にあり。且つ之れ等の目的に向ては、左記の如き條件を具備せざるべからざるなり。

第一、其線路の延長成るべく短きこと

第二、線路開通に際し大なる切取又は盛土工事なきこと

第三、隧道或は石山を開鑿する工事なきこと

第四、河川水路等を横斷する場合少きこと
第五、家屋其他を移轉せしむるを要する部分なきこと
第六、墓地若くは社寺の地内を通過することなきこと
第七、田園灌漑用の溜池或は沼澤の一部を通過するを要せざること
第八、成功後土地陷落又は地滑り等の憂なきこと
第九、成功後其線路の崩壞、破損の原因となるべきものなきこと
第十、水管の破裂等に依り水の噴出することあるも他に害を及ぼすこと成るべく少なきこと
第十一、線路に急なる高低の部分を生ずることを避け且強き屈曲を成るべく少なからしむること

と

然りと雖とも斯る條件を悉く滿足せしめんことは到底不可能事なれば、努めて之を忌避し、出來る丈之に近づかしむる樣になし、選擇することに向て常に最善の手段と注意を怠らざること頗る肝要なる一事なりとす。

又水を自然流下法に依りて引用するか、或は機械力即ち喞筩機を使用して送水をなすか、之れ等の點は特に愼重なる調査をなして決定すべきなり。



# 第九章　水道用水管

水道を建設して水を導く處の樋管は、往古は外國にて大概石材、若くは煉瓦を以て疊甃し、或は陶管を布設して其用を辨じ、又我國にありては、木樋、竹管の類を使用したりしが、西曆千七百年の末に至り、製鐵の事業漸く盛大なるに至り、鐵管を使用するの途始めて起り、爾來今日に至るも世界各國に於ける都市の水道用管は、鑄鐵管を採用せざるものなきに到れり。我國に於ても、明治三十年頃より以前は外國より鐵管を輸入して其用に充てたりしが、其後斯道の技術大に進歩發達し、外國品に比し敢て優劣なき製品を出すに至り、又其價格に於ても寧ろ低廉なるを以て、全國に於ける各市の水道にありては、悉く內國製の鐵管及び其附屬器具を採用するは勿論、支那方面に輸出するの域に達せり。

而して從來此鑄鐵管及附屬品の形狀、寸法、名稱、仕樣書等は、各水道の主任技術者が皆思ひ〳〵に計畫せし處なりしが、之を一定するの議全國上水協議會に於て多年の懸案たりしが、遂に工學會に託し調査することゝなり、工學會に於て之を承諾せらるゝと同時に、斯道の學者に水道

鑄鐵管に關し工學會の調査

鐵管調査委員を囑託し大正三年六月其調査なりて、報告書を上水協議會に交付せらる。同協議會は大正三年十月新潟市に於て開催したる第十一回の協議會にて夫々協議を遂げ、更に委員を設けて審査の末、同委員は東京に於て工學會の委員諸氏と會見して其説明を聞き、疑義を正し、以て修正案を決定せられたり。今左に工學會調査に係る鑄鐵管の形狀、寸法及び附屬品名稱等一定に關する調査書、鑄鐵管の重量計算法竝に上水協議會修正に係る鑄鐵管仕樣書標準等を示すべし。

○水道用鑄鐵管の形狀寸法及鑄鐵管附屬品の名稱一定に關する調査書（工學會水道鐵管調査委員報告）

第一章　調査の事項、順序、標準尺度等

一、調査事項は直管、異形管の形狀寸法を定むることを主とし、之に伴ひて鐵管に關する名稱を定め、然る後器具の名稱に及ぶことゝせり。

二、調査の順序方法は米國水道協會の選定に係る水道鐵管標準仕樣書に據ることゝせり。

三、標準尺度に就ては東京市長（上水協議會より諸般の交渉を東京市に委托す）の要求に依り、左の事項に就き當業者の意見を徵し之れを參考として審査することゝせり。

(1) 標準尺度は日本尺、英尺、「メートル」尺の何れを現在使用せらるゝか（英尺とは英國尺度法）

(2) 英尺を採用するとせば二ツ割分數（假令ば四分の一吋、八分の一吋、十六分の一吋の如し）と十割小數（假令ば〇、二五吋、〇、五吋、〇、七五吋の如し）と何れが便なりや

(3) 假りに(イ)十割小數の英尺、(ロ)日本尺、(ハ)「メートル」尺の內何れか其一を用ゐるとせば、普通習慣の二つ割分數吋に比して實際上如何なる不便ありや、又後來如何なる利益あるべきか。

右の質問に對し鑄鐵管製造業者六名の總代として東京堅鐵製作所常務取締役植田六郎平氏より左の主旨の回答ありたり。

(1) 標準尺は多く英尺を使用せり。

(2) 二つ割分數の方法を用ひられたし。

(3) (イ)(ロ)(ハ)共舊來の慣行上二つ割分數吋に比し不便を感ずること大なり。

理由　內地各工場に於ける職工は永年の慣習上英尺二つ割分數吋に據て養成し來り、此習慣は到底數年の間に之を一掃して十進法に改むること困難なり。而して需用者側に於ける仕樣注文も亦二つ割分數にして、十進法は極めて少數なるが故に、一般需用者に對する取引上に於ても、亦十進法を採用すること不便なりと信ず。

前記回答を參照して左の通決定せり。

第一項　標準尺度は英尺を用ゐること。

第二　重量は英國の衡法なる常用「ポンド」を用ゐること。

第三項　吋の十割小數を本位とし之に二つ割分數の對照を附すること。

第四項　二つ割分數の最小限度は三十二分の一吋とすること。

第五項　十割小數の最小限度は吋の小數點以下二位に止むること。

第二章　管の種類、大さ等

四、鐵管の長さは內徑六吋以下は九呎、內徑八吋以上は十二呎とすること。

五、鐵管は二種とし、水頭二百呎に對するものを普通壓管と稱し、水頭百呎に對するものを低壓管と稱すること。

六、普通壓管の內徑を標準とし、其外徑を定め、低壓管の場合には、其外徑を標準とし其內徑を定むること。

七、鐵管の太さは公稱內徑に依り稱へ、左の十八通りとすること。

三吋、三吋半、四吋、五吋、六吋、八吋、十吋、十二吋、十四吋、十六吋、十八吋、二十吋、二十二吋、二十四吋、二十七吋、三十吋、三十六吋、四十二吋。

八、鑄鐵の標準重量を一立方吋に付〇、二六「ポンド」と定むること。

第三章　管の厚さの算式一定の事

九、鐵管の標準厚さを定めんが爲め、各地水道鐵管の表、圖面、及び數工場の製品目錄より、壓力、直徑及び厚さを抄錄し、又諸種の既定公式より厚さを計算して、前記の三數を求め、總て之を數字表に編成し、更に之を線圖と爲して比較研究したる上、大體の方針を次の如く定めたり。

內徑十吋以上の鐵管の厚さは Fanning（ファンニング）氏の公式に從ひ其以下の鐵管の厚さは同公式よりも稍や薄き寸法を得べき公式を作成すること。

十、水道用鑄鐵管の厚さを定むる公式は J. T. Fanning 氏に從へば、

$$t = \frac{(p+100)d}{7200} + \frac{1}{3}\left(1-\frac{d}{100}\right)$$

なり式中

$t$ 吋は管の厚さ

$d$ 吋は管の內徑

$p$「ポンド」は一平方吋に付き使用壓力なり。

此式に於て使用壓力$p$に百「ポンド」を加へたるは水其物の衝擊作用が一平方吋に付百「ポンド」に達することありと假定したればなり。壓力に對して必要なる厚さに、更に三分の一吋を加へたるは、鑄造上厚さの不平均、土砂などの壓力に由て生ずる曲げ作用、手荒き取扱の爲めに生ずる激動力等を豫想して餘裕を見込みたるなり。直徑の百分の一を一吋より減じ、其殘數を因子と爲したるは管の直徑大なるに隨ひ、右の如き餘裕を見込むべき必要次第に減ずればなり。然るに Fanning 氏の前記公式を簡約に書き直せば次の如し。

$$t = \frac{(p+76)d}{7200} + \frac{1}{3}$$

是れ卽ち一般に用ひられるゝ所の公式と其形相同じ。

前記の大體方針に適合すべき左記公式三通りを案出して審議の末其第三式を採用せり。

$$t = \frac{(p+75)d}{7200} + 0.34 - \frac{1}{(d+1)^2} \cdots\cdots\cdots\cdots(1)$$

$$t = \frac{(p+66)d}{7200} + \frac{0.39d}{d+1.2} \cdots\cdots\cdots\cdots(2)$$

$$t = \frac{(p+p')d}{7200} + 0.274 + \frac{d^2}{2100} \cdots\cdots\cdots\cdots(3)$$

右の第三式に於て$p'$「ポンド」は一平方吋に付水の衝擊壓力なり。而して其値は次の如し。

$$p' = \frac{500}{\sqrt{d}+8.8}$$

十一、異形管の厚さは普通壓直管の厚さの一割增とす。

## 第四章　鐵管接手の形狀一定の事

十二、各地水道鐵管接手の實例、當業者の提出に係る接手形狀、及び從來世に行はれたる接手形式を比較して、之を五種に大別し、其優劣を實驗せんが爲め、各種何れも四吋管及び六吋管の二組を蒐集し、相當の鉛接手を爲したる後、水壓試驗及び切斷を行ひ、其成績を審査し、尙ほ右五種に就き其得失を考へ、仕樣書標準第一表の如く定めたり。

## 第五章　異形管の形狀一定の事

十三、異形管は曲管、丁字管、片落管、及び接ぎ輪の五種と爲し、其形狀を定めんが爲め、各地水道用異形管の實例を比較研究して左の通り決定せり。

第一項　九十度曲管挿口の直線部の長さは、內徑十吋以上は承口の深さの二倍半、內徑八吋以下は同じく二倍とし、四十五度及び二十二度半曲管に在りては、米國水道協會選定の通りとすること。

第二項　曲管の半徑は、九十度管に在りては、內徑八吋以下は十六吋、內徑十吋以上は其內徑に六吋を加へしもの。

四十五度管に在りては、內徑八吋以下は二十四吋、內徑十吋以上は其內徑の二倍に四吋を加へしもの。

二十二度半管に在りては、內徑八吋以下は四十八吋、內徑十吋以上は其內徑の四倍に八吋を加へしもの。

十一度四分の一管に在りては、內徑二十吋以上を表示することゝし、其半徑を總て二百四十吋とす。

以上各項に依り算出したる半徑が九十六吋以上なる場合には九十六吋若くは三十吋の倍數と爲すこと。

第三項　丁字管及び十字管は、內徑三十吋迄を表示することに定め、其支管の厚さは一般に本管の厚さに等しくする事。但し支管承口の胴の厚さが本管の厚さよりも薄き場合には支管の厚さを支管承口の胴の厚さに等しからしめ、之を本管の厚さに合するまで漸增せしむる事。

十四、丁字管及び十字管の本支管連接部曲線の半徑を定めんが爲め、本管六吋支管四吋及び本支管共に四吋なる二種の十字管を種々の方向に切斷し、審査の末各部の寸法割合を左の通り定めたり。

第四項　各部寸法の割合（仕樣書標準第四表參照）

$R = .03(3d + D) + 1\frac{1}{2}$　R吋は逆接部の半徑

$H = \frac{1}{2}d + R + \frac{1}{8}D + 4\frac{1}{2}$　H吋は支管の中心線より本管承口底に至る距離

$I = \frac{1}{2}D + R + \frac{1}{8}d + 2\frac{1}{2}$　I吋は本管の中心線より支管承口底に至る距離

$J = \frac{1}{2}D + 18$　J吋は支管の中心線より本管挿口端に至る距離

但しRは半吋止め、H、I、Jは一吋止めのこと。　D吋は本管の內徑　$d$吋は支管の內徑

第五項　片落管は兩端各九吋を直管とし、中央傾斜部の長さは內徑十八吋以下は十八吋、內徑二十吋乃至三十吋は二十四吋、內徑三十六吋以上は三十六吋とすることゝし、種類は大徑口に承口を有するものと小徑口に承口を有するものとの二とすること。

第六項　接ぎ輪の兩端は直徑に於ける承口の底以外の形狀と等しくし、中央の厚さは仕樣書標準第一表に示す所の厚さCに等しくすること。

第六章　當業者の意見書審査の事

十五、當業者より別紙甲號の通り水道用鑄鐵管標準尺度調査に關する意見書を提出せしに依り、之れを逐條審議し、其決定せる事項は左記の趣旨に從ひ仕樣書標準中に記載することゝせり。

第一項　大體に於て之を認む

第二項　荷重及應撓力は幅二吋、厚さ一吋、長さ二十六吋の試驗棒を徑間二十四吋の支へ及に載せ、中心荷重千八百「ポンド」に耐へ、且つ折摧前〇、二七吋の撓みあるものとし、抗張力は斷面一平方吋に付一萬八千「ポンド」とす。

第三項　否認

第四項　試驗水壓は內徑二十吋以上は低壓管に對しては百五十「ポンド」、普通壓管に對しては二百「ポンド」、內徑十八吋以下は總て二百五十「ポンド」とす。

試驗に用ゐる鎚は軟質の鐵類を以て製し、重量二「ポンド」以內、柄の長さ一呎半以下とし、之を以て管を輕く敲くことゝす。

第五項　重量の變差に對しては、直管は規定より百分の三以下、異形管は同じく百分の六以下とす。

鐵管製造者の意見

承口の內徑及び挿口の外徑の變差に對しては、內徑十六吋以上は〇、一三吋以內、內徑十四吋以下は〇、〇六吋以內とす。

厚さの變差に對しては、直管にありては內徑十六吋以上は〇、〇九吋以內、內徑十四吋以下は〇、〇六吋以內とす。

異形管にありては以上各項の五割增とす。

第六項　契約書中に規定すべき事項なるを以て仕樣書標準には之を記載せず。

第七章　術語選定の事

十六、各種水道鐵管及び附屬品の名稱並に仕樣書の用語は別紙乙號に記載の通り選定せり。

第八章　重量計算の事

十七、重量の計算は別紙丙號に記載の通りの方法にて算出せり。

以　上

大正三年六月

◎水道用鑄鐵管標準尺度調査に關する意見書

第一、鑄鐵管製作仕樣書中、鑄鐵管の形狀、寸法及重量等は別表の如く制定せられたし。

第一ソケット、エンド、スピゴット直管表（略す）

第二フランヂ直管表（略す）

理由

鑄鐵管中殊に其承端は尤も少材料を使用して尤大强度のものを成作し得る如き形狀を選定せば、自他共に有利なること言を俟たず。而して承端の强度は必しも其厚さと正比例するを得ず。然るに近頃所々に採用されし鐵管中には、鑄造上堅實なる鑄物を得るの難易の如きは、全く度外視され、單に外力に應ずる抵抗力に正比例して其厚さを定めたるもの決して尠からざるが如き感あり。假令厚さは充分なりとも、若し鑄造困難にして堅實なる鑄物を得られざるに於ては、其强度は却て薄肉にして堅實なる鑄物に劣ること數等なるが如き場合屢之れあり。

右の事實より承端形狀の選定に就ては鑄造業者として左の如き希望あり。

(一)承端を形造る曲線は鑄滓及氣泡の管壁に停滯することなく、容易に管壁に沿ふて上昇し得る如く成る可く緩にすること。

(二)承端を形作る直線は模型の拔け易き爲め必ず勾配を付くること。若し之を附せざる時は模型を拔き取るの際、砂型の一部を破壞するを免れず。其破壞せし部分は土鏝にて修理するも、修理を施せる個所は鐵湯の打擊に抵抗する力少なき爲め、少くも其一部を破壞され、其破片鐵管中に滯留するを以て、堅實なる鐵管を得る能はず。

(三)ソケット外面に鑄出すべき種々の記號及文字等多きは、卽ち砂型に小凸凹多きは、之なきに比し、熱湯の打擊に對する耐力著しく減じ、爲に夥多の小なる土砂粒を鑄造に包造さるゝを以て、之れ亦鑄物堅實なるを期し難し。依て必要止むを得ざるものゝ外之を省略するの要あり。

(四)鐵管壁の厚さに急激なる變化ある時は、それより厚き處に接し居る部分は、未だ冷却せずして牽引力甚だ微弱なる折に、鐵管の收縮の爲め切斷さるゝ恐れあり。幸に切斷を免れ、外見に異狀なきも、其部分は已に引延され、自然の收縮をなし居らざるを以て、其點は著しく脆弱なり。

第二、鑄鐵の材料、試驗片の寸法及荷重力、應撓力は左の通一定せられたき事。

一、荷重應撓力　幅二吋厚一吋長二十六吋の供試體を徑間二十四吋の支脚上に於て荷重一千五百封度に耐へ、四分の一の撓度あるもの。

理由

從來各市の仕樣區々に渉れりと雖ども、以上は實行上の適度なりと信ず。

第三、鐵管の外面に鑄出する文字は、工場の名稱若くは商標に止め、市の徽章、番號、鑄造の年月は省略せられたき事。

理由

第一項の(三)に記述したる如き鑄造上に於ける缺點と、且つ標準尺度制定後は、各工場に於て貯藏品製造の便宜調節を得ば、生產費を節減し、可成廉價に供給することを得るに依れり。

第四、鐵管水壓試驗の方法は左記の如く一定せられたき事。

一、水壓試驗は別表の鐵管表の厚に於て一平方吋に付貳百五十封度を極度となす事。

二、試驗に用ゆるハンマーは銅又は軟鐵を以て製し、二十吋以上は五封以內、二十吋以下は三封度以內を使用することゝなし、而して其柄長及振子の間隔を一定する事。

理由

從來各市の仕樣書を見るに、ハンマーの重量五封度の規定あるも、之れが檢査に當る職工人夫等は多くは規定の主旨を解せず、之に加ふる力の强大なるを以て良しとするの結果、打擊の際非常の力を之に加へ、爲めに完全なる鐵管を破碎するの例極めて多し、若くは打擊の際、表面罅裂を發見せざるも、內部に罅裂を生ずるものあり。依て此缺點を補ふ爲め、ハンマーの地金を鐵に代ふるに銅若くは軟鐵を以てすること必要なりと信ず。而して水壓試驗の目的は、所定の壓力を加へ、之に對し一定の時間一定の震動を與ふるものなるが故に、如此檢査員の體力又は臂力により、非常の差異を生ずるべき檢査の方法は甚だ弊害ありと信ずるが故に、比較的之れ等の缺點を補ふ方法としては、ハンマーに加ふる力の制限を爲すため、單にハンマーの重量のみならずハンマーの柄の長及振子の間隔を一定することを寧ろ其ハンマーの重量より重大なる問題なりとす。

備考ハンマーに加ふる力を一定にするの方法としては、肱が體を離れざる程度に定むるか、又はハンマーと鐵管の距離二尺五寸以內と定むることを適當なりと信ず。

第五、鑄鐵管の寸法及重量の公差は左の通り一定せられたき事。

一、重量の公差　直管の重量は規定重量百分の五以上、異形管は百分の十以上不足するものは不合格とす。

一、寸法の公差　管の直部及挿口承口の内外徑公差

| 直管内徑 | 自二吋至六吋 | 自七吋至十二吋 | 自十三吋至二十四吋 | 自二十五吋至三十五吋 | 自三十五吋至四十吋 | 自四十一吋至四十八吋 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 内徑及外徑の過大若くは過小 | 3″/32 | 3″/32 | 1″/8 | 1″/8 | 5″/32 | 5″/32 |
| 斷面眞圓ならずして管の内徑の差 | 1″/8 | 5″/32 | 3″/16 | 7″/32 | 1″/4 | 3″/8 |

一、直管の厚さ過小なるもの

| | 自二吋至十二吋 | 自十三吋至二十四吋 | 自二十五吋至四十八吋 |
|---|---|---|---|
| | 3″/32 | 1″/8 | 5″/32 |

理由

從來の仕樣書に於ては、概して大小管を通じ同一率の公差を認めらるゝも、例へば鐵管の周延四十八吋管は百四十四吋、三吋管は九吋にして各其大小に應じて銑鐵の性質と眞型土及外型土の性質、其締り加減乾燥の具合によりては、鐵湯の收縮百分の一の標準を增減すること、實例の證する所にして、外國製鐵管の實例に徵するも、亦然りとす。故に大小管を通じ同一率とするは正當ならず、以上の區別を設けらるゝを適當と信ず。

一、異形管は總て前項に五割を增加するを適當と信ず。

第六、左記條項は標準尺度制定に直接の關係なしと雖ども、仕樣書條項御制定上の御參考として當業者の希望を列記せり。

一、鐵管製作上疑義を生じたるときは、工場に臨檢を請求する事を得。

二、鐵管檢査偏頗の所爲あるものは、忌避の申立を請求することを得。

以上二項を規定せられたき事。

三、代金計算の方法は、左記の通り一定せられたき事。

一、鑄鐵管代金計算の方法は、一本算價に依らずして噸價に據る事。

一、合計重量百分の三以内過不足を示すときは、重量を以て計算する事。

四、鑄鐵管左記のものは特に減價を以て採用せられたく、及其減價率は左の如く一定せられたき事。

一、減價採用の程度

切管は全長の八割以上使用に堪ゆるもの……三、〇

同　六割以上使用に堪ふるもの……七、五

規定重量より百分の五以上七以内不足のもの

管の内徑規定より　過小

管の厚

承口の内徑

挿口の外徑

二、五

些少鑄疵

五、檢査の設備

注文者の都合に依り檢査及受渡を遲滯し依て代金の支拂を遲滯したるときは、其遲滯日數に對し遲滯日歩を支拂ふものとす。

六、保證金及代金支拂方法

分納期あるものは分納期終了と共に之に對する代金を支拂ふものとす。

又其割合の保證金を還付するものとす。

鑄鐵管製造業者總代

植田六郎平

水道用鑄鐵管に關する術語

工學會御中

## 水道用鑄鐵管に關する術語

工學會　水道鐵管調査委員選定

| 英語 | 術語 | 英語 | 術語 |
|---|---|---|---|
| Actual diameter | 實直徑 | Air chamber | 空氣室 |
| Admixture | 交せ物 | Air furnace | 反射爐 |
| Air pump | 空氣ポンプ（空氣喞筒） | Air tight *adj.* | 氣密の |
| Air valve | 空氣瓣 | Air vessel | 空氣室 |
| Allowance | 餘裕 | Antifreezing *adj.* | 防寒の |
| Apparatus | 裝置、器具 | Approximate weight | 概略重量 |
| Arrangement | 配置 | Automatic *adj.* | 自働の |
| Ball and socket joint | 球接手 | Ball hydrant | 球式消火栓 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| Ball joint | 球接手 | Band | 帶、箍 |
| Bar | 棒 | Bath | 液槽 |
| Bell | 承口 | Bell mouth | 喇叭口 |
| Bend | 曲管 | Blank flange | めくらフランヂ |
| Blister | 氣泡 | Blow hole | 氣泡 |
| Blow off branch | 掃除用丁字管 | Bolt | ボルト |
| Bolt *v.* | ボルト締めにす | Bolt head | ボルトの頭 |
| Boss | 穀(こしき) | Branch pipe | 枝管 |
| Breat *v.* | 折摧す | Brittle *adj.* | 脆き |
| callipers | カリバス | Cap (for manhole pipe end, etc.) | 蓋 |
| Cast iron | 鐵鐵 | Casting pit | 鑄込み坑 |
| Caulking set | かしめ道具 | Centre | 中心 |
| check valve | 逆止め瓣 | Chisel | 鏨(たがね) |

| | | | |
|---|---|---|---|
| Cinder | 爐滓 | Cinder iron | 劣等の鐵類 |
| Circular gauge | 圓形定規 | Clip | クリップ |
| Clip joint | クリップ接手 | Coal tar | コールター |
| Coating | 被覆 | Cock | コック |
| Colour of heat | 火色 | Collar | 接ぎ輪 |
| Concentric circle | 同心圓 | Contraction | 收縮 |
| Contractor | 請負人 | Coupling | カップリング |
| Cover (for manhole, pipe, end, etc.) | 蓋 | Crack | 罅裂 |
| Cross pipe | 十字管 | Cupola | 鎔爐 |
| Cutting | 切斷 | | |
| Dead head | 押し湯 | Decreaser | 片落管 |
| Deflection | 撓み | Diameter | 直徑 |
| Dimension | 寸法 | Dirt box | 塵承け |
| Drilling | 錐揉み | Dry sand mould | 焙り型 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| Elbow | エルボー | End | 端 |
| Expansion joint | 伸縮接手 | Exposure | 暴露 |
| Face *v.* | 仕上ぐ | Faucet | 承口 |
| Ferrule | 分水嘴 | Filling | 塡め金 |
| Fire line | 消防用給水管 | Flange | フランヂ |
| Flask | 型枠 | Foot | 呎 |
| Foot valve | 底瓣 | Foundry | 鑄物場 |
| Foundry pit | 鑄込み坑 | Four way branch | 十字管 |
| Gauge | 定規 | Grain | きめ、粒狀 |
| Groove | 溝 | Gun metal | 砲金 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| Half round | 半圓形 | Hammer | 鎚 |
| Handle | 柄 | Head of water | 水頭 |
| High pressure service | 高壓用給水管 | Hose | ホース、蛇管 |
| Hose coupling | 蛇管カップリング | Hub | 承口 |
| Hydraulic test | 水壓試驗 | Hydrostatic pressure | 水壓 |
| Inch | 吋 | Increaser | 片落管 |
| Inlet | 引入口 | Inner surface | 內面 |
| Inside diameter | 內徑 | Inspection | 檢査 |
| Intake | 取入口 | | |
| Joint | 接手 | | |
| Key | キー | Knife edge | 支へ刄 |
| Ladle (for lead) | 鉛わかし | Lathe | 旋盤 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| Lead joint | 鉛接手 | Length | 長さ |
| Load | 荷重 | Lug | 耳 |
| Lump | 瘤 | | |
| Machine tool | 工作機械 | Manhole | マンホール |
| Material | 材料 | Metre | メートル |
| Mild steel | 軟鋼 | Mould | 鑄型 |
| Nominal inside diameter | 公稱内徑 | Nozzle | ノヅル |
| Nut | ナット | | |
| Offset pipe | うねり管 | One heat or run of metal | 湯一流シ |
| Outer surface | 外面 | Outlet | 出口 |
| Outside diameter | 外徑 | Oven | 爐 |
| Overflow pipe | 餘水管 | | |
| Paint | ペンキ、塗料 | Pig iron | 銑鐵 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| Pillar fountain | 給水栓 | Pitch | ピッチ |
| Plan | 圖面、平面圖 | Plug | プラッグ |
| Plugging | 詰め金 | Pound avoirdupois | ポンド |
| Pressure | 壓力 | Pressure gauge | 壓力計 |
| Puddle plate | 漏止め鍔 | Pump | ポンプ、喞筒 |
| Quality | 品質 | | |
| Ratchet brace | 追歯錐 | Recorder | 記錄器 |
| Reducer | 片落管 | Reducing valve | 減壓瓣 |
| Reflux valve | 逆止め瓣 | Regulator | 調整器 |
| Relief (letters and figures cast in) | 鑄出し | Relief valve | 安全瓣 |
| Remelt *v.* | 鑄返す | Riser | 押し湯 |
| Rising head | 押し湯 | Rust | 銹 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| Safety valve | 安全瓣 | Sand hole | 砂疵 |
| Scale | かなこけ | Scal off *v.* | 剝がる |
| Screw plate | 牝ねぢ切り | Screw tap | ねぢ切り羽子板 |
| Screw thread | ねぢ山 | Section | 斷面 |
| Shear legs | 叉脚 | Size | 大さ |
| Sleeve | 接ぎ輪 | Sluice valve | 阻止瓣 |
| Socket | ソッケット。承口 | Socket and spigot joint | 印籠接手 |
| Soldering | はんだ着け | Spanner | ねぢ廻し。スパナ |
| Special pipe | 異形管 | Specification | 仕様書 |
| Specimene bar | 試驗棒 | Spigot | スピゴット、挿口 |
| Standard | 標準 | Stop cock | 止めコック |
| straight pipe | 直管 | Street stand post | 共用栓 |
| Street fountain | 共用栓 | Support | 支へ |
| Surface | 面 | Surface box | 鐵蓋 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| Syphon pipe | サイホン管 | | |
| Tap | タップ、瓦斯ねぢ | Taper pipe | 片落管 |
| Tensile strength | 抗張强 | Test | 試驗 |
| Test bar | 試驗棒 | Testing | 試驗 |
| Testing machine | 試驗機械 | Thickness | 厚さ |
| Thimble | 接ぎ輪 | Three way branch | 丁字管 |
| Tool | 工具 | Tough *adj.* | 强靭なる |
| T pipe | 丁字管 | True circle | 眞圓 |
| Variation | 變差 | | |
| Washer | 座金 | Water hammer action | 水の衝擊作用 |
| Water level indicator | 水位表示器 | Water meter | 水量計、量水器 |
| Water supply | 水道 | Water works | 水道 |
| Weight | 重量 | Wrench | レンチ |

| Wrought iron | 鍛鐵 | |
|---|---|---|
| Y branch | Y字管 | 以上二百十語 |

工學會

大正三年六月　　工學會　水道鐵管調査委員

## 水道用鑄鐵管の重量計算法

一、仕様書標準中の諸表に記載せる重量は次の方法に據り計算せり。

管の大さは總て普通壓管の外徑を標準とす。承口及び挿口の形狀、寸法は普通壓管、低壓管、異形管に共通なり。

二、直管の重量は附屬圖第一圖に示すが如く、管の本體と承口と挿口との三部に區分し、次の方法にて、各部の重量を算出せり。

(a)一様なる横斷面を有する本體の重量を$W_1$「ポンド」とすれば

$$W_1 = w\pi(D-t)tl$$ なり。

式中、$w$は鑄鐵一立方吋の重量〇、二六「ポンド」、D吋は管の實外徑、$t$吋は管の厚さ、$l$吋は管の本體の長さなり。圓周率$\pi$の値には3.1416を用ゐたり。

(b)承口をば管の軸線を通過する任意斷面の數倍大に描き、之を幅狹き梯形$n$個に細分し、各梯形の面積Aと其面積の重心の軌跡なる圓の直徑$d$とを求め、之を用ゐて次の如く重量を算出せり。

$$W_2 = w\pi(A_0d_0 + A_1d_1 + A_2d_2 + \cdots\cdots + A_nd_n)$$

式中$W_2$「ポンド」は承口の重量なり。

(c)挿口の重量計算法は承口に同じ。$W_3$「ポンド」を挿口の重量とすれば

直管全體の重量は

$$W_1 + W_2 + W_3 \text{「ポンド」}$$ なり

三、曲管は其曲軸線に等しき長さの直軸線を有する直管と重量相等し。

$\theta$ラヂアンを曲りの角度とし、R吋を曲りの半徑とし、S吋を一端なる直部の長さとす、然るときは曲管の本體部の長さ$l$吋は次の如し。

$$l = \theta R + S$$

而して重量計算法は直管の場合に同じ。

四、丁字管及び十字管の重量を計算せんには、互に直角なる圓壔二個の外面積を知ることを要す。

二個圓壔の軸線が同一平面上に於て直角に相交るとき

(a)大圓壔の面上に於て小圓壔の周邊にて圍まれたる部分の面積を求ること（附屬圖面第二圖(a)(b)參照）

$S_1$を所要の面積とし、Rを大圓壔の半徑とし、$r$を小圓壔の半徑とし、$\theta$及び$\varphi$を方向角とす。大圓壔の軸線を極軸とし、其半徑Rを後光半徑(Radius vector)とし、小圓壔の軸線を起算線として測りたる角度が$\theta$なり。又小圓壔の軸線を極軸とし、其半徑$r$を後光半徑とし、大圓壔の軸線を起算線として測りたる角度が$\varphi$なり。然るときは

$$S_1=4\int_0^{\theta_1}\sqrt{r^2-R^2\sin^2\theta}\;Rd\theta$$
$$=4\int_0^{\frac{\pi}{2}}\frac{r^2\cos^2\varphi d\varphi}{\sqrt{1-\frac{r^2}{R^2}\sin^2\varphi}}$$

式中 $\sin\theta_1=r/R$ なり。右の式は何れも楕圓積分にして簡單なる形と成らず、因て之を展開して級數となす。

$$S_1=\pi r^2(1+0.125m^2+0.047m^4+0.024m^6+0.015m^8+0.010m^{10}+\cdots\cdots)$$

式中 $m=\sin\theta=r/R$ なり。半徑Rが半徑$r$に等しきときは$m$は一個となり、面積$S_1$は極めて簡單なる形と成る。即ち

$$S_1=4r^2$$

(b)大圓壔に接觸して小圓壔の軸線に直角なる平面と大圓壔面との間に挾まれたる小圓壔面上の面積を求むること（附屬圖面第三圖參照）

$S_2$を所要の面積とすれば

$$S_2=4\int_0^{\frac{\pi}{2}}\{R-\sqrt{R^2-r^2\sin^2\varphi}\}rd\varphi.$$

之れ亦楕圓積分にして簡單なる形と成らず。因て之を展開して級數となす。

$$S_2=2r\cdot R\pi\{0.25m^2+0.047m^4+0.020m^6+0.011m^8+0.007m^{10}+0.005m^{12}+\cdots\cdots\}$$

半徑Rが半徑$r$に等しきときは$m$は一個となり、面積$S_2$の値は次の如し。

$$S_2=4R\cdot r\cdot\left(\frac{\pi}{2}-1\right)$$

(a)項及び(b)項の諸式を重量計算に應用するときR及び$r$は厚さの中央まで測りたる平均半徑なりと知るべし。

丁字管及び十字管は其支管の厚さを一般に本管の厚さに等しくす。但し支管承口の胴の厚さが本管の厚さよりも薄き場合には、支管の厚さを支管承口の胴の厚さに等しからしむ。

右の規定に據り支管の厚さは其公稱内徑に對する標準厚さよりも一般に增加す。而して其增加が八分の一吋以上なるときは、承口の尾端卽ち半徑Sにて描きたる凹み曲線部（仕樣書標準中第一表の圖面參照）を支管の本體に直ちに連接せり。

斯くして形狀の變りたる承口の重量計算は直管承口の方法に據れり。

五、片落管の傾斜部の重量は次の公式に據り算出せり（附屬圖面第四圖參照）。

傾斜部に於て管の軸線と管の内面の傾斜線との間の角を$\theta$とし、管の内面に直角に測りたる厚さを、大徑口に於ては$t_1$とし、小徑口に於ては$t_2$とすれば、軸線に直角なる方向に之れ等の厚さを測り

$$t'_1=t_1\sec\theta \qquad t'_2=t_2\sec\theta$$

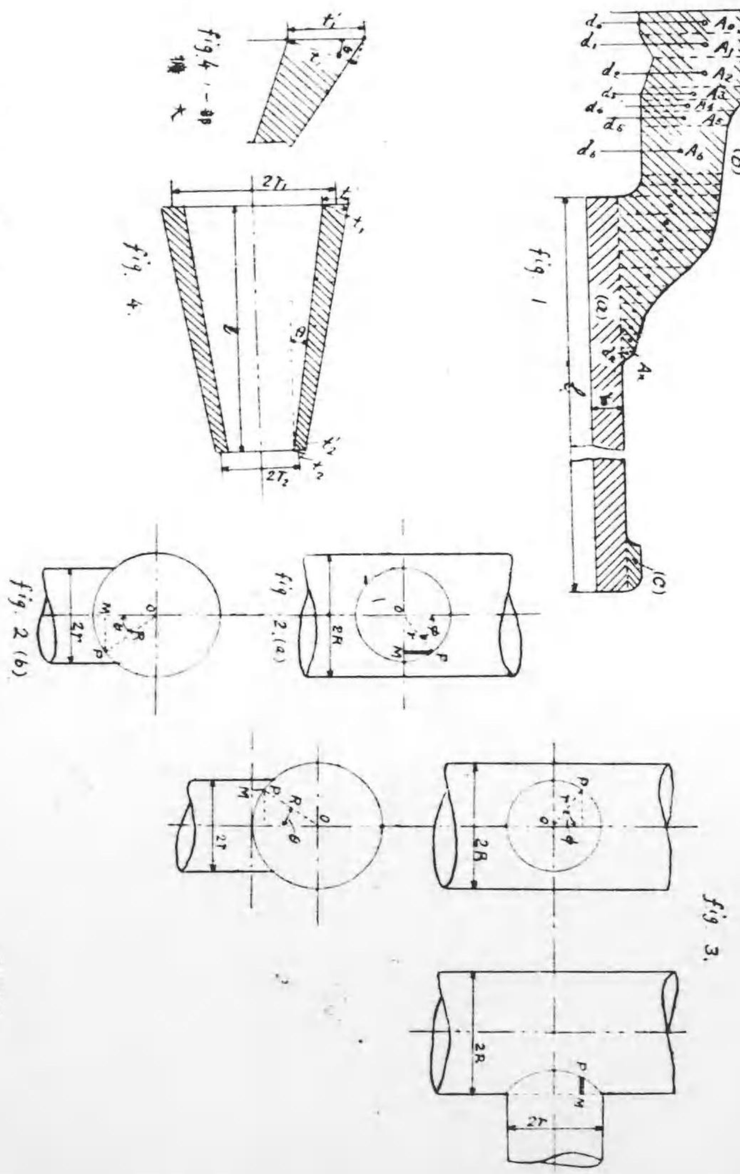
を得。$t'_1$及び$t'_2$の中央まで測りたる半徑を夫れ々々$r_1$及び$r_2$とし、傾斜部の長さを$l$とすれば其重量W「ボンド」は

$$W=\frac{1}{3}w\pi\{r_1(2t'_1+t'_2)+r_2(2t'_2+t'_1)\}l \text{ なり}$$

以上

大正三年六月





## 水道用鑄鐵管仕樣書標準

工學會　水道鐵管調査委員撰定

第一條　直管は印籠接手に造り、附屬寸法表に適合することを要す。

管體は眞直とし、其斷面眞圓にして內外面は同心圓たるべく、且つ外徑に於て標準寸法を有すべし。

管の長さは承口を除き、內徑六吋以下のものは九呎とし、內徑八吋以上のものは十二呎とす。

管は之を二種に別ち、水頭二百呎に對するものを普通壓管と謂ひ、第一表の形狀寸法を有し、水頭百呎に對するものを低壓管と謂ひ、第二表の形狀寸法を有す。

第二條　異形管は第三表乃至第六表の形狀寸法に適合することを要す。

丁字管及び十字管は連接部の鑄造に注意し、形狀寸法等不規則ならざることを要す。尙本管三十吋、支管二十四吋以上のものは强さ不充分となり易き虞あるを以て、特に注意すべし。

第三條　直管の厚さは標準寸法に對し、內徑十四吋以下の管には〇、〇六吋以上の變差、內徑十六吋以上の管には〇、〇九吋以上の變差を許さず。



異形管に對しては、前項の變差に其五割以內の增加を許すものとす。

第四條　直管の承口內徑及び挿口外徑は標準寸法に對して、內徑十四吋以下の管には〇、〇六吋以上の變差、內徑十六吋以上の管には〇、一三吋以上の變差を許さず。

異形管に對しては、前項の變差に其五割以內の增加を許すものとす。

第五條　フランヂ管のフランヂ寸法は內徑二十四吋以下のものは英國標準(British standard)に適合するを要す。

第六條　直管の重量は標準重量に對し百分の三以上の不足、異形管は同じく百分の六以上の不足許さず。

第七條　直管及び異形管の外側一定の場所に註文者の記號、製造所の名稱又は記號、鑄造年號、鑄造番號の四種及び場合に依りては註文者の指定する文字四個までを高さ〇、一三吋以上に鑄出すべし。

第八條　直管及び異形管に用ゐる鑄鐵は鎔爐にて鑄返し、劣等なる金屬を含まず。其性質良好强靭にして粒狀平等に錐揉みし易く切斷し易きものなるべし。

第九條　强さ試驗の爲め鐵一流し每に試驗棒三個を造り、之を折撓することを要す。而して其試

驗成績は三個の平均に依り之を定む。

前項の試驗棒は幅二吋、厚さ一吋、長さ二十六吋に造り、徑間二十四吋の支へ及に載せ、其中心に一千八百「ポンド」の荷重を置きて之に耐へ、且つ其折撓前〇、二七吋よりも少からざる撓みを示すものなるべし。

規定寸法に適合せざる試驗棒に對しては、試驗成績を相當に加除すべし。

註文者に於て必要を認むるときは、抗張强を試驗すべし此場合に於て、其强さは斷面一平方吋に付一萬八千「ポンド」よりも少からざるを要す。

第十條　直管は總て焙り型を用ゐ、承口を下にし、相當の押し湯を附し、垂直の位置に於て鑄造すべし。

管は火色の未だ褪めざる間は、鑄込み坑より取り出すべからず。又空氣に觸るゝ爲めに生ずる不等の收縮を避くるに必要なる時間は型枠の儘存置すべし。

押し湯の部分は、工作機械を以て叮嚀に切取るべし。

第十一條　直管及び異形管は、內外面共に滑かにして瘤、氣泡、砂疵、其他の缺點なきを要す。

疵穴に詰め金又は塡め金することを許さず。

第十二條　挿口不完全なる爲め之を切捨てたる管、左の一に該當するときは、同徑管總數の一割二分まで之を採用することあるべし。

一、長さ九呎の管に在りては切捨長さ一呎まで

二、長さ十二呎の管に在りては切捨長さ二呎まで

前項に依り短縮したる管の標準重量は從て變更するものとす。

第十三條　直管及び異形管は充分に掃除したる後に、小形の鎚を以て製品檢査を行ふべし。

異形管は監督技師に於て必要を認むる場合には、切斷若くは破壞して其形狀寸法等を檢査することあるべし。

掃除幷に銹落しを終らざる前に塗料を施すべからず。

第十四條　直管及び異形管は、內外面共にーコルタールピッチ及び亞麻仁油の混合塗料を以て覆被すべし。被覆は滑かにして光澤を有し、寒暑に耐へ、異狀を呈せざるものなるべし。

塗料を施す前に、爐に於て管全體を華氏三百度に熱し、同溫度の塗料液に浸すまで此溫度を保有せしむべし。

前項の塗料液は相當なる液槽に於て華氏三百度に熱し置くべし。

第十五條　直管及び異形管は其塗料乾燥したる後に、水壓試驗を行ひ、且つ其水壓を保ちつゝ鎚打ち檢査を行ふものとす。

前項の鎚は軟質の鐵類にて製し、重量二「ポンド」以内、柄の長さ一呎半以下とし、之を以て管體を輕く敲くものとす。

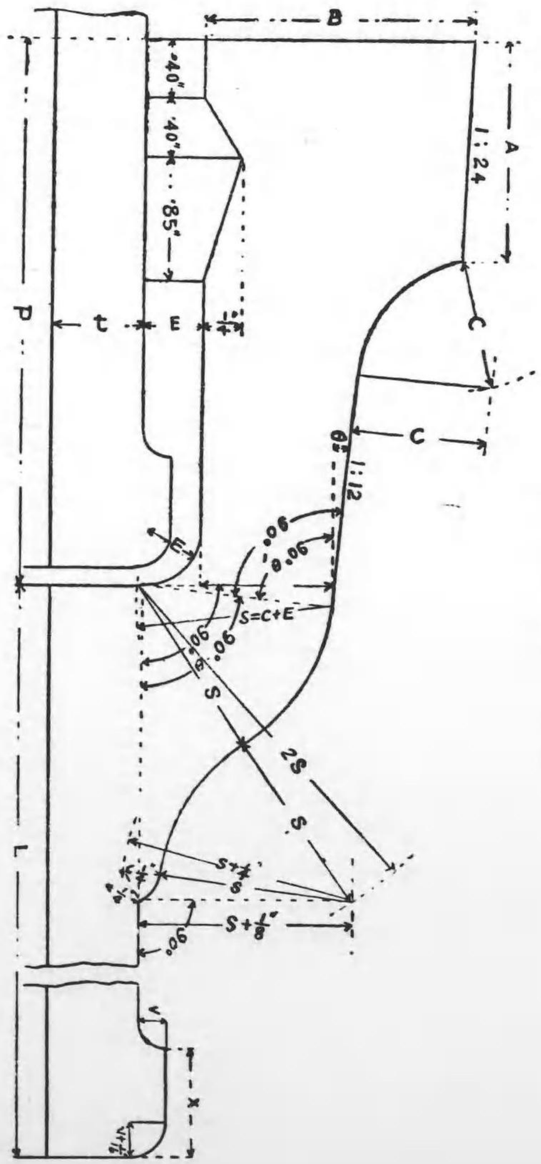
試驗水壓は内徑二十吋以上の低壓管には一平方吋に付百五十「ポンド」同じく普通壓管には一平方吋に付二百「ポンド」とし、内徑十八吋以下の管には總て一平方吋に付二百五十「ポンド」とす。

以上

大正三年六月

工學會






承口斷面の畫き方

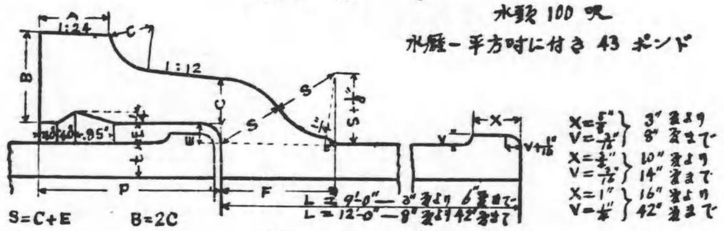
— 3 —

# 標準直管

## 低壓管

水頭 100 呎

水壓一平方吋に付き 43 ポンド




第二表

| 公称内径 吋 | 管の厚さ t 吋 | 実外径 吋 | 承口の内径 吋 | 承口の寸法 吋 A | B | C | P | E | F | S | 重量 ポンド 管の重部一呎に付き | 一本に付き |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 3 | .35 11/32 | 3.74 3 3/4 | 4.34 4 11/32 | 1.50 1 1/2 | 1.12 1 1/8 | .56 9/16 | 3.25 3 1/4 | .40 2/5 | 1.58 1 17/32 | .96 29/32 | 11.65 | 120.0 |
| 3½ | .36 3/8 | 4.28 4 9/32 | 5.08 5 1/32 | 〃 | 1.16 1 5/32 | .58 29/32 | 〃 | 〃 | 1.62 1 5/8 | .98 29/32 | 13.85 | 142.0 |
| 4 | .38 3/8 | 4.80 4 13/16 | 5.60 5 19/32 | 〃 | 1.20 1 3/16 | .60 19/32 | 3.50 3 1/2 | 〃 | 1.65 1 21/32 | 1.00 1 | 16.45 | 169.0 |
| 5 | .40 13/32 | 5.86 5 7/8 | 6.66 6 21/32 | 〃 | 1.26 1 1/4 | .63 5/8 | 〃 | 〃 | 1.70 1 11/16 | 1.03 1 1/32 | 21.4 | 219 |
| 6 | .42 13/32 | 6.92 6 27/32 | 7.72 7 23/32 | 〃 | 1.30 1 5/16 | .65 21/32 | 〃 | 〃 | 1.74 1 3/4 | 1.05 1 1/16 | 26.8 | 272 |
| 8 | .46 15/32 | 9.02 9 1/32 | 9.82 9 13/16 | 〃 | 1.40 1 13/32 | .70 11/16 | 〃 | 〃 | 1.82 1 13/16 | 1.10 1 1/32 | 38.6 | 505 |
| 10 | .50 1/2 | 11.12 11 1/8 | 11.92 11 25/32 | 〃 | 1.50 1 1/2 | .75 3/4 | 3.75 3 3/4 | 〃 | 1.91 1 29/32 | 1.15 1 5/32 | 52.0 | 691 |
| 12 | .54 17/32 | 13.22 13 9/32 | 14.02 14 1/32 | 〃 | 1.60 1 9/16 | .80 13/16 | 〃 | 〃 | 2.00 2 | 1.20 1 3/16 | 67.1 | 876 |
| 14 | .57 9/16 | 15.30 15 5/16 | 16.10 16 1/32 | 〃 | 1.70 1 11/16 | .85 27/32 | 〃 | 〃 | 2.08 2 1/32 | 1.25 1 1/4 | 82.3 | 1075 |
| 16 | .60 19/32 | 17.40 17 13/32 | 18.30 18 5/16 | 1.75 1 3/4 | 1.80 1 13/16 | .90 29/32 | 4.00 4 | .45 9/16 | 2.26 2 1/4 | 1.35 1 11/32 | 98.8 | 1300 |
| 18 | .64 5/8 | 19.50 19 1/2 | 20.40 20 13/32 | 〃 | 1.90 1 29/32 | .95 15/16 | 〃 | 〃 | 2.34 2 11/32 | 1.40 1 13/32 | 118.5 | 1535 |
| 20 | .67 21/32 | 21.58 21 19/32 | 22.48 22 15/32 | 〃 | 2.00 2 | 1.00 1 | 〃 | 〃 | 2.43 2 7/16 | 1.45 1 7/16 | 137.5 | 1805 |
| 22 | .70 11/16 | 23.68 23 11/16 | 24.58 24 17/32 | 〃 | 2.10 2 1/32 | 1.05 1 1/16 | 〃 | 〃 | 2.52 2 17/32 | 1.50 1 1/2 | 157.5 | 2070 |
| 24 | .74 3/4 | 25.76 25 3/4 | 26.66 26 21/32 | 〃 | 2.20 2 3/16 | 1.10 1 3/32 | 〃 | 〃 | 2.60 2 5/8 | 1.55 1 9/16 | 181.5 | 2380 |
| 27 | .78 25/32 | 28.98 28 7/8 | 29.88 29 7/8 | 2.00 2 | 2.30 2 5/16 | 1.15 1 5/32 | 4.50 4 1/2 | .50 1/2 | 2.78 2 25/32 | 1.65 1 31/32 | 215 | 2850 |
| 30 | .83 13/16 | 32.02 32 1/32 | 33.02 33 1/32 | 〃 | 2.50 2 1/2 | 1.25 1 1/4 | 〃 | 〃 | 2.95 2 15/16 | 1.75 1 3/4 | 254 | 3370 |
| 36 | .92 23/32 | 38.28 38 9/32 | 39.28 39 9/32 | 〃 | 2.70 2 11/16 | 1.35 1 11/32 | 〃 | 〃 | 3.12 3 1/8 | 1.85 1 27/32 | 337 | 4460 |
| 42 | 1.02 1 1/32 | 44.54 44 17/32 | 45.54 45 17/32 | 〃 | 3.00 3 | 1.50 1 1/2 | 5.00 5 | 〃 | 3.38 3 3/8 | 2.00 2 | 435 | 5800 |





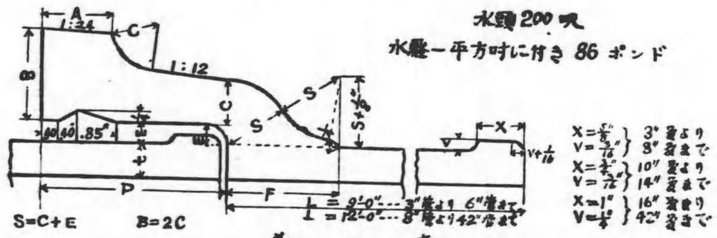
— 2. —

# 標準直管

## 普通壓管

水頭 200 呎

水壓一平方吋に付き 86 ポンド




第一表

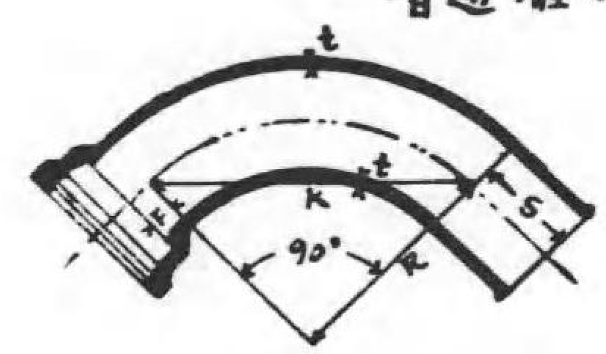
| 公称内径 吋 | 管の厚さ t 吋 | 実外径 吋 | 承口の内径 吋 | 承口の寸法 吋 A | B | C | P | E | F | S | 重量 ポンド 管の重部一呎に付き | 一本に付き |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 3 | .37 3/8 | 3.74 3 3/4 | 4.34 4 11/32 | 1.50 1 1/2 | 1.12 1 1/8 | .56 9/16 | 3.25 3 1/4 | .40 2/5 | 1.58 1 17/32 | .96 29/32 | 12.20 | 125.5 |
| 3½ | .39 13/32 | 4.28 4 9/32 | 5.08 5 1/32 | 〃 | 1.16 1 5/32 | .58 29/32 | 〃 | 〃 | 1.62 1 5/8 | .98 29/32 | 14.35 | 151.5 |
| 4 | .40 13/32 | 4.80 4 13/16 | 5.60 5 19/32 | 〃 | 1.20 1 3/16 | .60 19/32 | 3.50 3 1/2 | 〃 | 1.65 1 21/32 | 1.00 1 | 17.25 | 176.5 |
| 5 | .43 7/16 | 5.80 5 7/8 | 6.66 6 21/32 | 〃 | 1.26 1 1/4 | .63 5/8 | 〃 | 〃 | 1.70 1 11/16 | 1.03 1 1/32 | 22.9 | 232. |
| 6 | .46 15/32 | 6.92 6 27/32 | 7.72 7 23/32 | 〃 | 1.30 1 5/16 | .65 21/32 | 〃 | 〃 | 1.74 1 3/4 | 1.05 1 1/16 | 29.1 | 293 |
| 8 | .51 1/2 | 9.02 9 1/32 | 9.82 9 13/16 | 〃 | 1.40 1 13/32 | .70 11/16 | 〃 | 〃 | 1.82 1 13/16 | 1.10 1 1/32 | 42.5 | 552 |
| 10 | .56 9/16 | 11.12 11 1/8 | 11.92 11 25/32 | 〃 | 1.50 1 1/2 | .75 3/4 | 3.75 3 3/4 | 〃 | 1.91 1 29/32 | 1.15 1 5/32 | 58.0 | 752 |
| 12 | .61 5/8 | 13.22 13 5/32 | 14.02 14 1/32 | 〃 | 1.60 1 9/16 | .80 13/16 | 〃 | 〃 | 2.00 2 | 1.20 1 3/16 | 75.4 | 976 |
| 14 | .65 21/32 | 15.30 15 5/16 | 16.10 16 1/32 | 〃 | 1.70 1 11/16 | .85 27/32 | 〃 | 〃 | 2.08 2 1/32 | 1.25 1 1/4 | 93.3 | 1205 |
| 16 | .70 11/16 | 17.40 17 13/32 | 18.30 18 5/16 | 1.75 1 3/4 | 1.80 1 13/16 | .90 29/32 | 4.00 4 | .45 9/16 | 2.26 2 1/4 | 1.35 1 11/32 | 114.5 | 1490 |
| 18 | .75 3/4 | 19.50 19 1/2 | 20.40 20 13/32 | 〃 | 1.90 1 29/32 | .95 15/16 | 〃 | 〃 | 2.34 2 11/32 | 1.40 1 13/32 | 132.0 | 1790 |
| 20 | .79 25/32 | 21.58 21 19/32 | 22.48 22 15/32 | 〃 | 2.00 2 | 1.00 1 | 〃 | 〃 | 2.43 2 7/16 | 1.45 1 7/16 | 161.0 | 2090 |
| 22 | .84 27/32 | 23.68 23 11/16 | 24.58 24 17/32 | 〃 | 2.10 2 3/16 | 1.05 1 1/16 | 〃 | 〃 | 2.52 2 17/32 | 1.50 1 1/2 | 188.0 | 2440 |
| 24 | .88 7/8 | 25.76 25 3/4 | 26.66 26 21/32 | 〃 | 2.20 2 1/4 | 1.10 1 3/32 | 〃 | 〃 | 2.60 2 5/8 | 1.55 1 9/16 | 215 | 2780 |
| 27 | .94 15/16 | 28.88 28 7/8 | 29.88 29 7/8 | 2.00 2 | 2.30 2 5/16 | 1.15 1 5/32 | 4.50 4 1/2 | .50 1/2 | 2.78 2 25/32 | 1.65 1 31/32 | 257 | 3360 |
| 30 | 1.01 1 | 32.02 32 1/32 | 33.02 33 1/32 | 〃 | 2.50 2 1/2 | 1.25 1 1/4 | 〃 | 〃 | 2.95 2 15/16 | 1.75 1 3/4 | 307 | 4010 |
| 36 | 1.14 1 1/8 | 38.28 38 9/32 | 39.28 39 9/32 | 〃 | 2.70 2 11/16 | 1.35 1 11/32 | 〃 | 〃 | 3.12 3 1/8 | 1.85 1 27/32 | 415 | 5400 |
| 42 | 1.27 1 1/4 | 44.54 44 17/32 | 45.54 45 17/32 | 〃 | 3.00 3 | 1.50 1 1/2 | 5.00 5 | 〃 | 3.38 3 3/8 | 2.00 2 | 539 | 7040 |

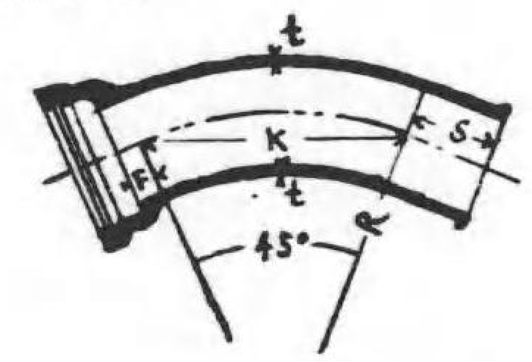
4

# 標準異形管

## 曲管

普通壓及び低壓用




承口及び挿口の寸法は直管に同じ

### 第三表(一)

| 公称内径 吋 | 管の厚さ t 吋 | F 吋 | 90° 曲管 R 吋 | 90° 曲管 K 吋 | 90° 曲管 S 吋 | 90° 曲管 重量ポンド | 45° 曲管 R 吋 | 45° 曲管 K 吋 | 45° 曲管 S 吋 | 45° 曲管 重量ポンド |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 3 | .41 13/32 | 1.58 1 19/32 | 16 | 22.62 22 5/8 | 6.50 6 1/2 | 52.4 | 24 | 18.37 18 3/8 | 6 | 44.9 |
| 3 1/2 | .42 13/32 | 1.62 1 5/8 | 〃 | 〃 | 〃 | 61.7 | 〃 | 〃 | 〃 | 52.8 |
| 4 | .44 7/16 | 1.65 1 21/32 | 〃 | 〃 | 7.00 7 | 74.0 | 〃 | 〃 | 〃 | 62.6 |
| 5 | .47 15/32 | 1.70 1 11/16 | 〃 | 〃 | 〃 | 96.0 | 〃 | 〃 | 〃 | 80.9 |
| 6 | .50 1/2 | 1.74 1 3/4 | 〃 | 〃 | 〃 | 119.5 | 〃 | 〃 | 〃 | 100.5 |
| 8 | .56 9/16 | 1.82 1 13/16 | 〃 | 〃 | 〃 | 173.0 | 〃 | 〃 | 〃 | 145.0 |
| 10 | .61 5/8 | 1.91 1 29/32 | 〃 | 〃 | 9.38 9 3/8 | 247 | 〃 | 〃 | 〃 | 197.0 |
| 12 | .67 21/32 | 2.00 2 | 18 | 25.45 25 7/16 | 〃 | 343 | 28 | 21.43 21 7/16 | 〃 | 277 |
| 14 | .72 23/32 | 2.08 2 3/32 | 20 | 28.28 28 9/32 | 〃 | 454 | 32 | 24.49 24 1/2 | 〃 | 371 |
| 16 | .77 25/32 | 2.26 2 1/4 | 22 | 31.11 31 1/8 | 10.00 10 | 604 | 36 | 27.55 27 9/16 | 〃 | 497 |
| 18 | .82 13/16 | 2.34 2 11/32 | 24 | 33.94 33 15/16 | 〃 | 761 | 40 | 30.62 30 5/8 | 〃 | 633 |
| 20 | .87 7/8 | 2.43 2 7/16 | 26 | 36.76 36 3/4 | 〃 | 941 | 44 | 33.68 33 11/16 | 〃 | 789 |
| 22 | .92 29/32 | 2.52 2 17/32 | 28 | 39.59 39 19/32 | 〃 | 1145 | 48 | 36.74 36 3/4 | 〃 | 971 |
| 24 | .97 31/32 | 2.60 2 19/32 | 30 | 42.42 42 13/32 | 〃 | 1380 | 52 | 39.80 39 13/16 | 〃 | 1175 |
| 27 | 1.04 1 1/32 | 2.78 2 25/32 | 33 | 46.66 46 21/32 | 11.25 11 1/4 | 1825 | 58 | 44.39 44 3/8 | 〃 | 1555 |
| 30 | 1.11 1 1/8 | 2.95 2 15/16 | 36 | 50.90 50 29/32 | 〃 | 2310 | 64 | 48.99 49 | 〃 | 1985 |
| 36 | 1.25 1 1/4 | 3.12 3 1/8 | 42 | 59.39 59 3/8 | 〃 | 3460 | 76 | 58.17 58 5/32 | ---- | 2790 |
| 42 | 1.40 1 13/32 | 3.38 3 3/8 | ---- | --- | --- | ---- | 88 | 67.36 67 3/8 | ---- | 4150 |



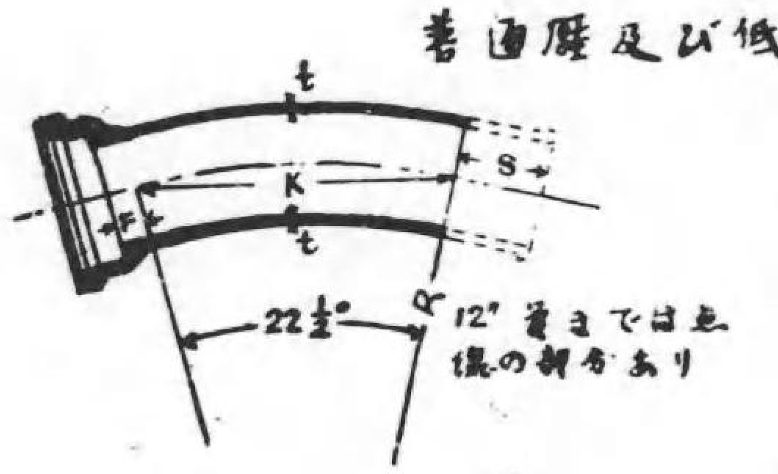


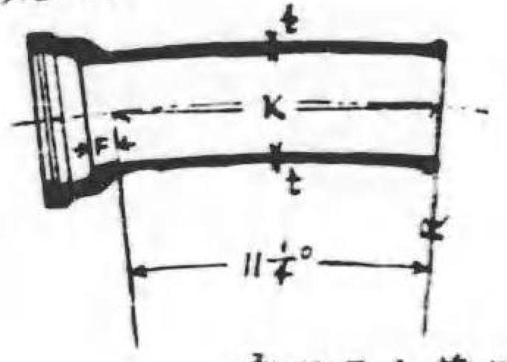
— 5 —

# 標準異形管

## 曲管

普通壓及び低壓用




承口及び挿口の寸法は直管に同じ

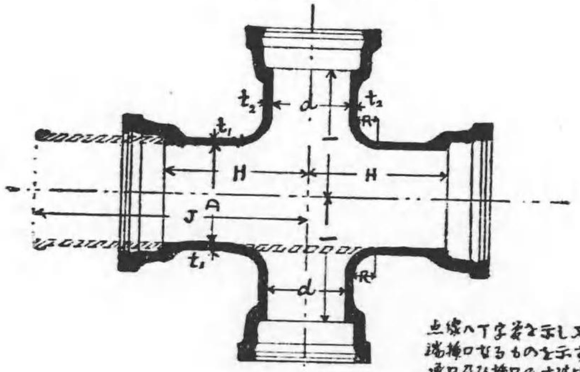
### 第三表(二)

| 公称内径 吋 | 管の厚さ t 吋 | F 吋 | 22 1/2° 曲管 R 吋 | 22 1/2° 曲管 K 吋 | 22 1/2° 曲管 S 吋 | 22 1/2° 曲管 重量ポンド | 11 1/4° 曲管 R 吋 | 11 1/4° 曲管 K 吋 | 11 1/4° 曲管 重量ポンド |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 3 | .41 13/32 | 1.58 1 19/32 | 48 | 18.73 18 23/32 | 6 | 44.1 | --- | --- | ---- |
| 3 1/2 | .42 13/32 | 1.62 1 5/8 | 〃 | 〃 | 〃 | 52.8 | --- | ---- | ---- |
| 4 | .44 7/16 | 1.65 1 21/32 | 〃 | 〃 | 〃 | 62.6 | ---- | ---- | ---- |
| 5 | .47 15/32 | 1.70 1 11/16 | 〃 | 〃 | 〃 | 80.9 | ---- | ---- | ---- |
| 6 | .50 1/2 | 1.74 1 3/4 | 〃 | 〃 | 〃 | 100.5 | ---- | ---- | ----- |
| 8 | .56 9/16 | 1.82 1 13/16 | 〃 | 〃 | 〃 | 145.0 | --- | --- | --- |
| 10 | .61 5/8 | 1.91 1 29/32 | 〃 | 〃 | 〃 | 197.0 | ---- | --- | --- |
| 12 | .67 21/32 | 2.00 2 | 56 | 21.85 21 27/32 | 〃 | 277 | --- | --- | --- |
| 14 | .72 23/32 | 2.08 2 3/32 | 64 | 24.97 24 31/32 | ---- | 320 | ---- | --- | ---- |
| 16 | .77 25/32 | 2.26 2 1/4 | 72 | 28.09 28 3/32 | ---- | 434 | --- | --- | --- |
| 18 | .82 13/16 | 2.34 2 11/32 | 80 | 31.22 31 7/32 | ---- | 558 | --- | --- | --- |
| 20 | .87 7/8 | 2.43 2 7/16 | 88 | 34.34 34 11/32 | --- | 701 | 240 | 47.04 47 1/32 | 886 |
| 22 | .92 29/32 | 2.52 2 17/32 | 96 | 37.46 37 15/32 | --- | 868 | 〃 | 〃 | 1030 |
| 24 | .97 31/32 | 2.60 2 19/32 | 96 | 37.46 37 15/32 | ---- | 937 | 〃 | 〃 | 1180 |
| 27 | 1.04 1 1/32 | 2.78 2 25/32 | 120 | 46.82 46 13/16 | ---- | 1450 | 〃 | 〃 | 1450 |
| 30 | 1.11 1 1/8 | 2.95 2 15/16 | 120 | 46.82 46 13/16 | .. | 1725 | 〃 | 〃 | 1725 |
| 36 | 1.25 1 1/4 | 3.12 3 1/8 | 150 | 58.53 58 17/32 | ---- | 2760 | 〃 | 〃 | 2320 |
| 42 | 1.40 1 13/32 | 3.38 3 3/8 | 180 | 70.24 70 1/4 | ---- | 4230 | 〃 | 〃 | 3070 |

# 標準異形管

## 枝管

書連壓及び低壓用




点線ハ十字管ヲ示シ又一端挿口なるものを示す
承口及び挿口の寸法は直管に同じ

第四表

| 公称内径 吋 | | 管の厚さ 吋 | | R | 枝管の長さ 吋 | | | 重量 ポンド | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | 丁字管 | | 十字管 | |
| D | d | $t_1$ | $t_2$ | 吋 | H | I | J | 承口二個 | 承口三個 | 承口三個 | 承口四個 |
| 3 | 3 | .41 13/32 | .41 13/32 | 2.00 2 | 8 | 6 | 20 | 65.8 | 67.1 | 84.9 | 86.2 |
| 3½ | 3 | .42 13/32 | .42 13/32 | 2.00 2 | 8 | 7 | 20 | 74.8 | 75.8 | 94.8 | 95.8 |
| 〃 | 3½ | 〃 | 〃 | 〃 | 9 | 7 | 〃 | 79.2 | 81.5 | 102.0 | 104.5 |
| 4 | 3 | .44 7/16 | .44 7/16 | 2.00 2 | 8 | 7 | 20 | 84.7 | 86.0 | 104.5 | 106.0 |
| 〃 | 3½ | 〃 | 〃 | 〃 | 9 | 7 | 〃 | 89.3 | 92.2 | 112.0 | 115.0 |
| 〃 | 4 | 〃 | 〃 | 〃 | 9 | 7 | 〃 | 93.3 | 96.2 | 120.0 | 123.0 |
| 5 | 3 | .47 15/32 | .47 15/32 | 2.00 2 | 9 | 7 | 21 | 107.5 | 107.5 | 126.5 | 126.5 |
| 〃 | 3½ | 〃 | 〃 | 〃 | 9 | 7 | 〃 | 110.0 | 110.5 | 132.5 | 132.5 |
| 〃 | 4 | 〃 | 〃 | 〃 | 9 | 8 | 〃 | 116.0 | 116.0 | 143.5 | 143.5 |
| 〃 | 5 | 〃 | 〃 | 〃 | 10 | 8 | 〃 | 124.5 | 126.5 | 157.0 | 161.0 |







第四表 續き

| 公称内径 吋 | | 管の厚さ 吋 | | R | 枝管の長さ 吋 | | | 重量 ポンド | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | 丁字管 | | 十字管 | |
| D | d | $t_1$ | $t_2$ | 吋 | H | I | J | 承口二個 | 承口三個 | 承口三個 | 承口四個 |
| 6 | 3 | .50 ½ | .50 ½ | 2.00 2 | 9 | 8 | 21 | 129.5 | 127.5 | 149.5 | 147.5 |
| 〃 | 3½ | 〃 | 〃 | 〃 | 9 | 8 | 〃 | 132.5 | 130.5 | 155.5 | 153.5 |
| 〃 | 4 | 〃 | 〃 | 〃 | 9 | 8 | 〃 | 136.5 | 134.5 | 163.5 | 161.5 |
| 〃 | 5 | 〃 | 〃 | 〃 | 10 | 8 | 〃 | 145.5 | 146.5 | 179.0 | 179.5 |
| 〃 | 6 | 〃 | 〃 | 〃 | 10 | 8 | 〃 | 152.0 | 152.5 | 191.5 | 192.5 |
| 8 | 4 | .56 9/16 | .56 9/16 | 2.00 2 | 10 | 9 | 22 | 193.0 | 187.0 | 220 | 214 |
| 〃 | 5 | 〃 | 〃 | 〃 | 10 | 9 | 〃 | 199.0 | 193.0 | 233 | 226 |
| 〃 | 6 | 〃 | 〃 | 2.50 2½ | 11 | 10 | 〃 | 212 | 210 | 255 | 252 |
| 〃 | 8 | 〃 | 〃 | 〃 | 12 | 10 | 〃 | 231 | 233 | 289 | 291 |
| 10 | 4 | .61 5/8 | .60 19/32 | 2.00 2 | 10 | 10 | 23 | 257 | 243 | 285 | 270 |
| 〃 | 5 | 〃 | .61 5/8 | 2.50 2½ | 11 | 10 | 〃 | 268 | 260 | 302 | 293 |
| 〃 | 6 | 〃 | 〃 | 〃 | 11 | 11 | 〃 | 278 | 269 | 321 | 312 |
| 〃 | 8 | 〃 | 〃 | 〃 | 12 | 11 | 〃 | 298 | 294 | 355 | 352 |
| 〃 | 10 | 〃 | 〃 | 〃 | 13 | 11 | 〃 | 322 | 323 | 398 | 400 |
| 12 | 4 | .67 21/32 | .60 19/32 | 2.00 2 | 10 | 11 | 24 | 332 | 304 | 359 | 331 |
| 〃 | 5 | 〃 | .63 5/8 | 2.50 2½ | 11 | 11 | 〃 | 345 | 324 | 378 | 357 |
| 〃 | 6 | 〃 | .65 21/32 | 〃 | 11 | 12 | 〃 | 354 | 333 | 397 | 376 |
| 〃 | 8 | 〃 | .67 21/32 | 〃 | 13 | 12 | 〃 | 383 | 375 | 441 | 433 |
| 〃 | 10 | 〃 | 〃 | 3.00 3 | 14 | 13 | 〃 | 414 | 413 | 496 | 495 |
| 〃 | 12 | 〃 | 〃 | 〃 | 15 | 13 | 〃 | 441 | 447 | 542 | 549 |
| 14 | 4 | .72 23/32 | .60 19/32 | 2.50 2½ | 11 | 12 | 25 | 422 | 385 | 449 | 412 |
| 〃 | 5 | 〃 | .63 5/8 | 〃 | 11 | 12 | 〃 | 428 | 391 | 461 | 424 |
| 〃 | 6 | 〃 | .65 21/32 | 〃 | 12 | 13 | 〃 | 446 | 417 | 488 | 459 |
| 〃 | 8 | 〃 | .70 11/16 | 〃 | 13 | 13 | 〃 | 467 | 450 | 527 | 507 |

— 8 —

## 第四表續き

| 公称内径 吋 D | d | 管の厚さ 吋 $t_1$ | $t_2$ | R 吋 | 枝管の長さ 吋 H | I | J | 重量 ポンド 丁字管 承口二個 | 承口三個 | 十字管 承口三個 | 承口四個 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 14 | 10 | .72 $\frac{23}{32}$ | .72 $\frac{23}{32}$ | 3.00 3 | 14 | 14 | 25 | 503 | 492 | 585 | 574 |
| 〃 | 12 | 〃 | 〃 | 〃 | 15 | 14 | 〃 | 531 | 529 | 632 | 629 |
| 〃 | 14 | 〃 | 〃 | 〃 | 16 | 14 | 〃 | 560 | 566 | 682 | 688 |
| 16 | 4 | .77 $\frac{25}{32}$ | .60 $\frac{19}{32}$ | 2.50 $2\frac{1}{2}$ | 11 | 13 | 26 | 528 | 479 | 555 | 505 |
| 〃 | 5 | 〃 | .63 $\frac{5}{8}$ | 〃 | 11 | 14 | 〃 | 537 | 488 | 572 | 523 |
| 〃 | 6 | 〃 | .65 $\frac{21}{32}$ | 〃 | 12 | 14 | 〃 | 554 | 515 | 595 | 557 |
| 〃 | 8 | 〃 | .70 $\frac{11}{16}$ | 〃 | 13 | 14 | 〃 | 579 | 551 | 635 | 607 |
| 〃 | 10 | 〃 | .75 $\frac{3}{4}$ | 3.00 3 | 14 | 15 | 〃 | 615 | 597 | 697 | 679 |
| 〃 | 12 | 〃 | .77 $\frac{25}{32}$ | 〃 | 16 | 15 | 〃 | 655 | 658 | 756 | 759 |
| 〃 | 14 | 〃 | 〃 | 〃 | 17 | 15 | 〃 | 689 | 699 | 810 | 821 |
| 〃 | 16 | 〃 | 〃 | 3.50 $3\frac{1}{2}$ | 18 | 16 | 〃 | 739 | 763 | 903 | 927 |
| 18 | 4 | .82 $\frac{13}{16}$ | .60 $\frac{19}{32}$ | 2.50 $2\frac{1}{2}$ | 11 | 14 | 27 | 636 | 563 | 663 | 590 |
| 〃 | 5 | 〃 | .63 $\frac{5}{8}$ | 〃 | 12 | 15 | 〃 | 657 | 597 | 692 | 632 |
| 〃 | 6 | 〃 | .65 $\frac{21}{32}$ | 〃 | 12 | 15 | 〃 | 664 | 603 | 704 | 644 |
| 〃 | 8 | 〃 | .70 $\frac{11}{16}$ | 3.00 3 | 14 | 15 | 〃 | 703 | 667 | 757 | 722 |
| 〃 | 10 | 〃 | .75 $\frac{3}{4}$ | 〃 | 15 | 16 | 〃 | 740 | 717 | 820 | 797 |
| 〃 | 12 | 〃 | .80 $\frac{13}{16}$ | 〃 | 16 | 16 | 〃 | 773 | 763 | 874 | 863 |
| 〃 | 14 | 〃 | .82 $\frac{13}{16}$ | 3.50 $3\frac{1}{2}$ | 17 | 17 | 〃 | 816 | 818 | 947 | 949 |
| 〃 | 16 | 〃 | 〃 | 〃 | 18 | 17 | 〃 | 861 | 876 | 1025 | 1040 |
| 〃 | 18 | 〃 | 〃 | 〃 | 19 | 17 | 〃 | 901 | 928 | 1090 | 1120 |
| 20 | 4 | .87 $\frac{7}{8}$ | .60 $\frac{19}{32}$ | 2.50 $2\frac{1}{2}$ | 11 | 15 | 28 | 756 | 654 | 782 | 680 |
| 〃 | 5 | 〃 | .63 $\frac{5}{8}$ | 〃 | 12 | 16 | 〃 | 780 | 692 | 814 | 726 |
| 〃 | 6 | 〃 | .65 $\frac{21}{32}$ | 〃 | 13 | 16 | 〃 | 800 | 728 | 840 | 768 |
| 〃 | 8 | 〃 | .70 $\frac{11}{16}$ | 3.00 3 | 14 | 16 | 〃 | 828 | 770 | 882 | 824 |





— 9 —

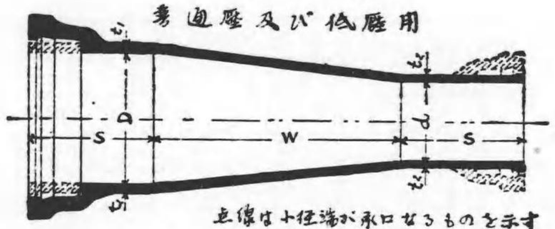
## 第四表續き

| 公称内径 吋 D | d | 管の厚さ 吋 $t_1$ | $t_2$ | R 吋 | 枝管の長さ 吋 H | I | J | 重量 ポンド 丁字管 承口二個 | 承口三個 | 十字管 承口三個 | 承口四個 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 20 | 10 | .87 $\frac{7}{8}$ | .75 $\frac{3}{4}$ | 3.00 3 | 15 | 17 | 28 | 867 | 824 | 945 | 902 |
| 〃 | 12 | 〃 | .80 $\frac{13}{16}$ | 〃 | 16 | 17 | 〃 | 902 | 873 | 1000 | 971 |
| 〃 | 14 | 〃 | .85 $\frac{27}{32}$ | 3.50 $3\frac{1}{2}$ | 17 | 18 | 〃 | 948 | 935 | 1080 | 1065 |
| 〃 | 16 | 〃 | .87 $\frac{7}{8}$ | 〃 | 19 | 18 | 〃 | 1010 | 1030 | 1175 | 1190 |
| 〃 | 18 | 〃 | 〃 | 〃 | 20 | 18 | 〃 | 1050 | 1080 | 1240 | 1270 |
| 〃 | 20 | 〃 | 〃 | 4.00 4 | 21 | 19 | 〃 | 1110 | 1155 | 1340 | 1385 |
| 22 | 6 | .92 $\frac{29}{32}$ | .65 $\frac{21}{32}$ | 2.50 $2\frac{1}{2}$ | 13 | 17 | 29 | 938 | 835 | 977 | 875 |
| 〃 | 8 | 〃 | .70 $\frac{11}{16}$ | 3.00 3 | 14 | 17 | 〃 | 968 | 882 | 1020 | 935 |
| 〃 | 10 | 〃 | .75 $\frac{3}{4}$ | 〃 | 15 | 18 | 〃 | 1010 | 940 | 1085 | 1015 |
| 〃 | 12 | 〃 | .80 $\frac{13}{16}$ | 〃 | 16 | 18 | 〃 | 1045 | 994 | 1140 | 1090 |
| 〃 | 14 | 〃 | .85 $\frac{27}{32}$ | 3.50 $3\frac{1}{2}$ | 18 | 19 | 〃 | 1110 | 1090 | 1235 | 1220 |
| 〃 | 16 | 〃 | .90 $\frac{29}{32}$ | 〃 | 19 | 19 | 〃 | 1160 | 1160 | 1320 | 1320 |
| 〃 | 18 | 〃 | .92 $\frac{29}{32}$ | 4.00 4 | 20 | 20 | 〃 | 1220 | 1235 | 1420 | 1440 |
| 〃 | 20 | 〃 | 〃 | 〃 | 21 | 20 | 〃 | 1265 | 1300 | 1495 | 1530 |
| 〃 | 22 | 〃 | 〃 | 〃 | 22 | 20 | 〃 | 1315 | 1365 | 1575 | 1630 |
| 24 | 6 | .97 $\frac{31}{32}$ | .65 $\frac{21}{32}$ | 3.00 3 | 13 | 18 | 30 | 1090 | 950 | 1125 | 988 |
| 〃 | 8 | 〃 | .70 $\frac{11}{16}$ | 〃 | 14 | 18 | 〃 | 1120 | 1000 | 1170 | 1050 |
| 〃 | 10 | 〃 | .75 $\frac{3}{4}$ | 〃 | 16 | 19 | 〃 | 1185 | 1105 | 1255 | 1175 |
| 〃 | 12 | 〃 | .80 $\frac{13}{16}$ | 3.50 $3\frac{1}{2}$ | 17 | 19 | 〃 | 1220 | 1160 | 1315 | 1255 |
| 〃 | 14 | 〃 | .85 $\frac{27}{32}$ | 〃 | 18 | 20 | 〃 | 1270 | 1230 | 1390 | 1350 |
| 〃 | 16 | 〃 | .90 $\frac{29}{32}$ | 〃 | 19 | 20 | 〃 | 1325 | 1300 | 1480 | 1460 |
| 〃 | 18 | 〃 | .95 $\frac{15}{16}$ | 4.00 4 | 20 | 21 | 〃 | 1385 | 1385 | 1595 | 1585 |
| 〃 | 20 | 〃 | .97 $\frac{31}{32}$ | 〃 | 22 | 21 | 〃 | 1455 | 1475 | 1685 | 1720 |
| 〃 | 22 | 〃 | 〃 | 〃 | 23 | 21 | 〃 | 1505 | 1565 | 1765 | 1825 |

# 標準異形管

## 片落管

高圧及び低圧用




点線は小径端が承口なるものを示す
承口及び挿口の寸法は直管に同じ

S = 9″

### 第五表

| 公称内径 吋 | | 管の厚さ 吋 | | W | 重量 ポンド | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| D | d | $t_1$ | $t_2$ | 吋 | 大径端に於て承口 | 小径端に於て承口 |
| $3\frac{1}{2}$ | 3 | .42 $\frac{13}{32}$ | .41 $\frac{13}{32}$ | 18 | 57.3 | 55.7 |
| 4 | 8 | .44 $\frac{7}{16}$ | .41 $\frac{13}{32}$ | 18 | 63.7 | 60.1 |
| 〃 | $3\frac{1}{2}$ | 〃 | .42 $\frac{13}{32}$ | 〃 | 67.5 | 65.5 |
| 5 | 3 | .47 $\frac{15}{32}$ | .41 $\frac{13}{32}$ | 18 | 75.6 | 69.0 |
| 〃 | $3\frac{1}{2}$ | 〃 | .42 $\frac{13}{32}$ | 〃 | 78.5 | 74.5 |
| 〃 | 4 | 〃 | .44 $\frac{7}{16}$ | 〃 | 84.0 | 81.0 |
| 6 | 4 | .50 $\frac{1}{2}$ | .44 $\frac{7}{16}$ | 18 | 96.6 | 90.9 |
| 〃 | 5 | 〃 | .47 $\frac{15}{32}$ | 〃 | 106.0 | 103.0 |
| 8 | 4 | .56 $\frac{9}{16}$ | .44 $\frac{7}{16}$ | 18 | 125.0 | 118.0 |
| 〃 | 5 | 〃 | .47 $\frac{15}{32}$ | 〃 | 134.5 | 125.5 |
| 〃 | 6 | 〃 | .50 $\frac{1}{2}$ | 〃 | 144.5 | 138.5 |
| 10 | 4 | .61 $\frac{5}{8}$ | .44 $\frac{7}{16}$ | 18 | 157.0 | 137.0 |
| 〃 | 5 | 〃 | .47 $\frac{15}{32}$ | 〃 | 167.0 | 152.0 |
| 〃 | 6 | 〃 | .50 $\frac{1}{2}$ | 〃 | 172.5 | 163.0 |
| 〃 | 8 | 〃 | .56 $\frac{9}{16}$ | 〃 | 201. | 172.5 |
| 12 | 4 | .67 $\frac{21}{32}$ | .44 $\frac{7}{16}$ | 18 | 193.5 | 165.5 |







### 第四表続き

| 公称内径 吋 | | 管の厚さ 吋 | | R | 枝管の長さ 吋 | | | 重量 ポンド | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | T字管 | | 十字管 | |
| D | d | $t_1$ | $t_2$ | 吋 | H | I | J | 承口二個 | 承口三個 | 承口三個 | 承口四個 |
| 24 | 24 | .97 $\frac{31}{32}$ | .97 $\frac{31}{32}$ | 4.50 $4\frac{1}{2}$ | 24 | 22 | 30 | 1580 | 1655 | 1890 | 1970 |
| 27 | 6 | 1.04 $1\frac{1}{32}$ | .65 $\frac{21}{32}$ | 3.00 3 | 14 | 20 | 32 | 1395 | 1225 | 1435 | 1265 |
| 〃 | 8 | 〃 | .70 $\frac{11}{16}$ | 〃 | 15 | 20 | 〃 | 1430 | 1285 | 1485 | 1335 |
| 〃 | 10 | 〃 | .75 $\frac{3}{4}$ | 〃 | 16 | 20 | 〃 | 1470 | 1350 | 1540 | 1420 |
| 〃 | 12 | 〃 | .80 $\frac{13}{16}$ | 3.50 $3\frac{1}{2}$ | 17 | 21 | 〃 | 1520 | 1420 | 1615 | 1515 |
| 〃 | 14 | 〃 | .85 $\frac{27}{32}$ | 〃 | 18 | 21 | 〃 | 1565 | 1485 | 1675 | 1600 |
| 〃 | 16 | 〃 | .90 $\frac{29}{32}$ | 4.00 4 | 20 | 22 | 〃 | 1655 | 1625 | 1910 | 1780 |
| 〃 | 18 | 〃 | .95 $\frac{15}{16}$ | 〃 | 21 | 22 | 〃 | 1705 | 1700 | 1890 | 1885 |
| 〃 | 20 | 〃 | 1.00 1 | 〃 | 22 | 23 | 〃 | 1775 | 1795 | 2010 | 2030 |
| 〃 | 22 | 〃 | 1.04 $1\frac{1}{32}$ | 4.50 $4\frac{1}{2}$ | 23 | 23 | 〃 | 1835 | 1880 | 2100 | 2150 |
| 〃 | 24 | 〃 | 〃 | 〃 | 24 | 23 | 〃 | 1890 | 1955 | 2180 | 2250 |
| 〃 | 27 | 〃 | 〃 | 〃 | 26 | 24 | 〃 | 2040 | 2150 | 2440 | 2550 |
| 30 | 6 | 1.11 $1\frac{1}{8}$ | .65 $\frac{21}{32}$ | 3.00 3 | 14 | 21 | 33 | 1680 | 1455 | 1715 | 1495 |
| 〃 | 8 | 〃 | .70 $\frac{11}{16}$ | 〃 | 15 | 22 | 〃 | 1720 | 1530 | 1775 | 1580 |
| 〃 | 10 | 〃 | .75 $\frac{3}{4}$ | 3.50 $3\frac{1}{2}$ | 17 | 22 | 〃 | 1795 | 1655 | 1865 | 1725 |
| 〃 | 12 | 〃 | .80 $\frac{13}{16}$ | 〃 | 18 | 22 | 〃 | 1840 | 1730 | 1925 | 1815 |
| 〃 | 14 | 〃 | .85 $\frac{27}{32}$ | 〃 | 19 | 23 | 〃 | 1895 | 1810 | 2010 | 1925 |
| 〃 | 16 | 〃 | .90 $\frac{29}{32}$ | 4.00 4 | 20 | 23 | 〃 | 1950 | 1900 | 2100 | 2040 |
| 〃 | 18 | 〃 | .95 $\frac{15}{16}$ | 〃 | 21 | 24 | 〃 | 2020 | 1995 | 2200 | 2180 |
| 〃 | 20 | 〃 | 1.00 1 | 〃 | 22 | 24 | 〃 | 2080 | 2080 | 2290 | 2300 |
| 〃 | 22 | 〃 | 1.05 $1\frac{1}{16}$ | 4.50 $4\frac{1}{2}$ | 24 | 25 | 〃 | 2190 | 2250 | 2450 | 2510 |
| 〃 | 24 | 〃 | 1.10 $1\frac{3}{32}$ | 〃 | 25 | 25 | 〃 | 2250 | 2340 | 2550 | 2640 |
| 〃 | 27 | 〃 | 1.11 $1\frac{1}{8}$ | 5.00 5 | 27 | 26 | 〃 | 2410 | 2550 | 2820 | 2960 |
| 〃 | 30 | 〃 | 〃 | 〃 | 28 | 26 | 〃 | 2510 | 2680 | 2980 | 3160 |

## 第五表 続き

| 公称内径 吋 D | 公称内径 吋 d | 管の厚さ 吋 $t_1$ | 管の厚さ 吋 $t_2$ | W 吋 | 重量 ポンド 大径場に於て承口 | 重量 ポンド 小径場に於て承口 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 12 | 5 | .67 $\frac{5}{8}$ | .47 $\frac{15}{32}$ | 18 | 203 | 178.5 |
| 〃 | 6 | 〃 | .50 $\frac{1}{2}$ | 〃 | 214 | 192.0 |
| 〃 | 8 | 〃 | .56 $\frac{9}{16}$ | 〃 | 238 | 222. |
| 〃 | 10 | 〃 | .61 $\frac{5}{8}$ | 〃 | 263 | 255. |
| 14 | 6 | .72 $\frac{23}{32}$ | .50 $\frac{1}{2}$ | 18 | 253 | 222. |
| 〃 | 8 | 〃 | .56 $\frac{9}{16}$ | 〃 | 277 | 252. |
| 〃 | 10 | 〃 | .61 $\frac{5}{8}$ | 〃 | 302 | 286 |
| 〃 | 12 | 〃 | .67 $\frac{21}{32}$ | 〃 | 332 | 323. |
| 16 | 6 | .77 $\frac{25}{32}$ | .50 $\frac{1}{2}$ | 18 | 303 | 258. |
| 〃 | 8 | 〃 | .56 $\frac{9}{16}$ | 〃 | 327 | 288. |
| 〃 | 10 | 〃 | .61 $\frac{5}{8}$ | 〃 | 353 | 322. |
| 〃 | 12 | 〃 | .67 $\frac{21}{32}$ | 〃 | 383 | 359. |
| 〃 | 14 | 〃 | .72 $\frac{23}{32}$ | 〃 | 414 | 399. |
| 18 | 8 | .82 $\frac{13}{16}$ | .56 $\frac{9}{16}$ | 18 | 376 | 325. |
| 〃 | 10 | 〃 | .61 $\frac{5}{8}$ | 〃 | 402 | 359. |
| 〃 | 12 | 〃 | .67 $\frac{21}{32}$ | 〃 | 432 | 397. |
| 〃 | 14 | 〃 | .72 $\frac{23}{32}$ | 〃 | 463 | 436. |
| 〃 | 16 | 〃 | .77 $\frac{25}{32}$ | 〃 | 498 | 487. |
| 20 | 10 | .87 $\frac{7}{8}$ | .61 $\frac{5}{8}$ | 24 | 511 | 456. |
| 〃 | 12 | 〃 | .67 $\frac{21}{32}$ | 〃 | 547 | 500. |
| 〃 | 14 | 〃 | .72 $\frac{23}{32}$ | 〃 | 584 | 546. |
| 〃 | 16 | 〃 | .77 $\frac{25}{32}$ | 〃 | 626 | 602. |
| 〃 | 18 | 〃 | .82 $\frac{13}{16}$ | 〃 | 669 | 657. |
| 22 | 12 | .92 $\frac{29}{32}$ | .67 $\frac{21}{32}$ | 24 | 610 | 550. |
| 〃 | 14 | 〃 | .72 $\frac{23}{32}$ | 〃 | 648 | 596. |
| 〃 | 16 | 〃 | .77 $\frac{25}{32}$ | 〃 | 689 | 653. |
| 〃 | 18 | 〃 | .82 $\frac{13}{16}$ | 〃 | 733 | 708 |







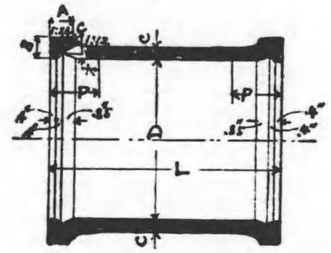
## 第五表 続き

| 公称内径 吋 D | 公称内径 吋 d | 管の厚さ 吋 $t_1$ | 管の厚さ 吋 $t_2$ | W 吋 | 重量 ポンド 大径場に於て承口 | 重量 ポンド 小径場に於て承口 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 22 | 20 | .92 $\frac{29}{32}$ | .87 $\frac{7}{8}$ | 24 | 780 | 766 |
| 24 | 14 | .97 $\frac{31}{32}$ | .72 $\frac{23}{32}$ | 24 | 715 | 650 |
| 〃 | 16 | 〃 | .77 $\frac{25}{32}$ | 〃 | 757 | 707 |
| 〃 | 18 | 〃 | .82 $\frac{13}{16}$ | 〃 | 801 | 762 |
| 〃 | 20 | 〃 | .87 $\frac{7}{8}$ | 〃 | 847 | 821 |
| 〃 | 22 | 〃 | .92 $\frac{29}{32}$ | 〃 | 898 | 884 |
| 27 | 16 | 1.04 $1\frac{1}{32}$ | .77 $\frac{25}{32}$ | 24 | 876 | 792 |
| 〃 | 18 | 〃 | .82 $\frac{13}{16}$ | 〃 | 920 | 848 |
| 〃 | 20 | 〃 | .87 $\frac{7}{8}$ | 〃 | 967 | 907 |
| 〃 | 22 | 〃 | .92 $\frac{29}{32}$ | 〃 | 1015 | 970 |
| 〃 | 24 | 〃 | .97 $\frac{31}{32}$ | 〃 | 1070 | 1035 |
| 30 | 18 | 1.11 $1\frac{1}{8}$ | .82 $\frac{13}{16}$ | 24 | 1050 | 943 |
| 〃 | 20 | 〃 | .87 $\frac{7}{8}$ | 〃 | 1095 | 1000 |
| 〃 | 22 | 〃 | .92 $\frac{29}{32}$ | 〃 | 1145 | 1065 |
| 〃 | 24 | 〃 | .97 $\frac{31}{32}$ | 〃 | 1200 | 1130 |
| 〃 | 27 | 〃 | 1.04 $1\frac{1}{32}$ | 〃 | 1285 | 1250 |
| 36 | 20 | 1.25 $1\frac{1}{4}$ | .87 $\frac{7}{8}$ | 36 | 1655 | 1510 |
| 〃 | 22 | 〃 | .92 $\frac{29}{32}$ | 〃 | 1725 | 1575 |
| 〃 | 24 | 〃 | .97 $\frac{31}{32}$ | 〃 | 1795 | 1680 |
| 〃 | 27 | 〃 | 1.04 $1\frac{1}{32}$ | 〃 | 1905 | 1820 |
| 〃 | 30 | 〃 | 1.11 $1\frac{1}{8}$ | 〃 | 2020 | 1975 |
| 42 | 20 | 1.40 $1\frac{13}{32}$ | .87 $\frac{7}{8}$ | 36 | 2050 | 1825 |
| 〃 | 22 | 〃 | .92 $\frac{29}{32}$ | 〃 | 2120 | 1905 |
| 〃 | 24 | 〃 | .97 $\frac{31}{32}$ | 〃 | 2190 | 1990 |
| 〃 | 27 | 〃 | 1.04 $1\frac{1}{32}$ | 〃 | 2300 | 2140 |
| 〃 | 30 | 〃 | 1.11 $1\frac{1}{8}$ | 〃 | 2420 | 2290 |
| 〃 | 36 | 〃 | 1.25 $1\frac{1}{4}$ | 〃 | 2680 | 2600 |

## 標準異形管

### 接ぎ輪

高壓及び低壓用




第六表

| 管の公称内径 吋 | 接ぎ輪の内径D 吋 | A 吋 | B 吋 | C 吋 | P 吋 | L 吋 | 重量 ポンド |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 3 | 4.54<br>4 5/32 | 1.50<br>1½ | 1.12<br>1⅛ | .56<br>9/16 | 3.25<br>3¼ | 10 | 31.8 |
| 3½ | 5.08<br>5 3/32 | 〃 | 1.16<br>1 5/32 | .58<br>19/32 | 〃 | 10 | 36.5 |
| 4 | 5.60<br>5 17/32 | 〃 | 1.20<br>1 3/16 | .60<br>19/32 | 3.50<br>3½ | 10<br>15 | 41.6<br>56.8 |
| 5 | 6.66<br>6 21/32 | 〃 | 1.26<br>1¼ | .63<br>5/8 | 〃 | 10<br>15 | 51.2<br>70.0 |
| 6 | 7.72<br>7 25/32 | 〃 | 1.30<br>1 5/16 | .65<br>21/32 | 〃 | 10<br>15 | 60.5<br>82.7 |
| 8 | 9.82<br>9 13/16 | 〃 | 1.40<br>1 11/32 | .70<br>11/16 | 〃 | 12<br>15 | 93.7<br>111.5 |
| 10 | 11.92<br>11 23/32 | 〃 | 1.50<br>1½ | .75<br>¾ | 3.75<br>3¾ | 12<br>18 | 121.5<br>168.0 |
| 12 | 14.02<br>14 1/32 | 〃 | 1.60<br>1 25/32 | .80<br>13/16 | 〃 | 14<br>18 | 175.0<br>210 |
| 14 | 16.10<br>16 3/32 | 〃 | 1.70<br>1 11/16 | .85<br>27/32 | 〃 | 15<br>18 | 219<br>255 |
| 16 | 18.30<br>18 7/16 | 1.75<br>1¾ | 1.80<br>1 13/16 | .90<br>29/32 | 4.00<br>4 | 15<br>24 | 270<br>397 |
| 18 | 20.40<br>20 13/32 | 〃 | 1.90<br>1 29/32 | .95<br>15/16 | 〃 | 15<br>24 | 317<br>466 |
| 20 | 22.48<br>22 15/32 | 〃 | 2.00<br>2 | 1.00<br>1 | 〃 | 15<br>24 | 367<br>540 |
| 22 | 24.58<br>24 19/32 | 〃 | 2.10<br>2 1/32 | 1.05<br>1 1/16 | 〃 | 15<br>24 | 421<br>619 |
| 24 | 26.66<br>26 21/32 | 〃 | 2.20<br>2 1/16 | 1.10<br>1 3/32 | 〃 | 15<br>24 | 478<br>702 |
| 27 | 29.83<br>29 7/8 | 2.00<br>2 | 2.30<br>2 1/16 | 1.15<br>1 5/32 | 4.50<br>4½ | 15<br>24 | 576<br>837 |
| 30 | 33.02<br>33 1/32 | 〃 | 2.50<br>2½ | 1.25<br>1¼ | 〃 | 15<br>24 | 692<br>1005 |
| 36 | 39.28<br>39 9/32 | 〃 | 2.70<br>2 11/16 | 1.35<br>1 11/32 | 〃 | 15<br>24 | 886<br>1290 |
| 42 | 45.54<br>45 17/32 | 〃 | 3.00<br>3 | 1.50<br>1½ | 5.00<br>5 | 15<br>24 | 1150<br>1670 |



## 英國標準管フランジ

（英國標準管フランジ委員報告）

一、ボルトの數　フラジのボルトの數は總ての場合に於て四の倍數なることを要す、おもなる中心線がボルト孔の心心距離を等分すること を要す。

二、ボルト　ボルトの大さを定めんが爲め次の假定を爲せり、接手から漏洩が始まらんとする有様に於てはボルト孔の内側に接觸する圓の全面積に使用壓力が加はること。而して此場合に於てねぢの谷底の斷面積は充分なる大さを有す、小き管に對しては接手を締め附くるが爲に生ずる過分の内力を見込み餘裕を附したり、ナットは總てフランジに接する側に於て淺く角を削り去る（めんを取る）をよしとす。又ボルトの頭、ナット、及フランジは其受壓面の陸（ろく）を正しくすべし。

三、フランジの徑　フランジの寸法は堰止め瓣及び之に類する取附け物の製造者が必要と認むる大さに依て自ら定まるべきものなり、本表に掲載せる直徑は右の必要に適合する最小寸法なり。

四、フランジの厚さ　フランジ委員の意見に依れば本表に掲載せる標準厚さは各種のフランジ接手に對し實際上の要求に適する最小寸法なり。

— 16 —

## 英國標準

### 管フランジ

蒸汽の壓力　一平方吋に付き　55ポンド
水　壓　一平方吋に付き　200ポンド

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 管の内徑 吋 | フランジの徑 吋 | ボルト円の徑 吋 | ボルトの數 | ボルトの徑 吋 | フランジの厚さ 吋 | | |
| | | | | | 鑄鐵及び銅又は鍊鐵わかし着け | 鑄鋼及び砲金 | 鍊鐵又は鋼色打ち型或は水造りにて着けたる |
| 1/2 | 3 3/4 | 2 5/8 | 4 | 1/2 | 1/2 | 3/8 | 3/16 |
| 3/4 | 4 | 2 7/8 | 4 | 1/2 | 1/2 | 3/8 | 3/16 |
| 1 | 4 1/2 | 3 1/4 | 4 | 1/2 | 1/2 | 3/8 | 3/16 |
| 1 1/4 | 4 3/4 | 3 7/16 | 4 | 1/2 | 5/8 | 1/2 | 1/4 |
| 1 1/2 | 5 1/4 | 3 7/8 | 4 | 1/2 | 5/8 | 1/2 | 1/4 |
| 2 | 6 | 4 1/2 | 4 | 5/8 | 3/4 | 9/16 | 5/16 |
| 2 1/2 | 6 1/2 | 5 | 4 | 5/8 | 3/4 | 9/16 | 5/16 |
| 3 | 7 1/4 | 5 3/4 | 4 | 5/8 | 3/4 | 9/16 | 3/8 |
| 3 1/2 | 8 | 6 1/2 | 4 | 5/8 | 3/4 | 9/16 | 3/8 |
| 4 | 8 1/2 | 7 | 4 | 5/8 | 7/8 | 11/16 | 3/8 |
| 5 | 10 | 8 1/4 | 8 | 5/8 | 7/8 | 11/16 | 1/2 |
| 6 | 11 | 9 1/4 | 8 | 5/8 | 7/8 | 11/16 | 1/2 |
| 7 | 12 | 10 1/4 | 8 | 5/8 | 1 | 3/4 | 1/2 |
| 8 | 13 1/4 | 11 1/2 | 8 | 5/8 | 1 | 3/4 | 1/2 |
| 9 | 14 1/2 | 12 3/4 | 8 | 5/8 | 1 | 3/4 | 5/8 |
| 10 | 16 | 14 | 8 | 3/4 | 1 | 3/4 | 5/8 |
| 12 | 18 | 16 | 12 | 3/4 | 1 1/8 | 7/8 | 5/8 |
| 14 | 20 3/4 | 18 1/2 | 12 | 7/8 | 1 1/4 | 1 | 3/4 |
| 15 | 21 3/4 | 19 1/2 | 12 | 7/8 | 1 1/4 | 1 | 3/4 |
| 16 | 22 3/4 | 20 1/2 | 12 | 7/8 | 1 1/4 | 1 | 3/4 |
| 18 | 25 1/4 | 23 | 12 | 7/8 | 1 3/8 | 1 1/8 | 7/8 |
| 20 | 27 3/4 | 25 1/4 | 16 | 7/8 | 1 1/2 | 1 1/4 | 1 |
| 21 | 29 | 26 1/2 | 16 | 7/8 | 1 1/2 | 1 1/4 | 1 |
| 24 | 32 1/2 | 29 3/4 | 16 | 1 | 1 5/8 | 1 3/8 | 1 1/8 |

ボルトの孔:— ボルトの徑1/2″及び5/8″に対してはボルトの徑よりも1/16″大きくす。
5/8″よりも大なるボルトに対しては同じく1/8″大きくす。





## 水道用鑄鐵管仕様書標準

上水協議會　決定

第一條　直管は印籠接手に造り、附屬寸法表に適合することを要す。

管體は眞直とし、其斷面眞圓にして内外面は同心圓たるべく、且つ外徑に於て標準寸法を有すべし。

管の長さは承口を除き内徑五吋以下のものは十呎とし、内徑六吋以上のものは十二呎とす。

管は之を二種に別ち、水頭二百呎に對するものを普通壓管と謂ひ、第一表の形狀寸法を有し、水頭百呎に對するものを低壓管と謂ひ、第二表の形狀寸法を有す。

第二條　異形管は第三表乃至第六表の形狀寸法に適合することを要す。

丁字管及び十字管は連接部の鑄造に注意し、形狀寸法等不規則ならざることを要す。尙本管三十吋、支管二十四吋以上のものは、强さ不充分となり易き虞あるを以て特に注意すべし。

第三條　直管の厚さは標準寸法に對し、内徑十四吋以下の管には十六分の一吋以上の不足、内徑十六吋以上の管には三十二分の三吋以上の不足を許さず。