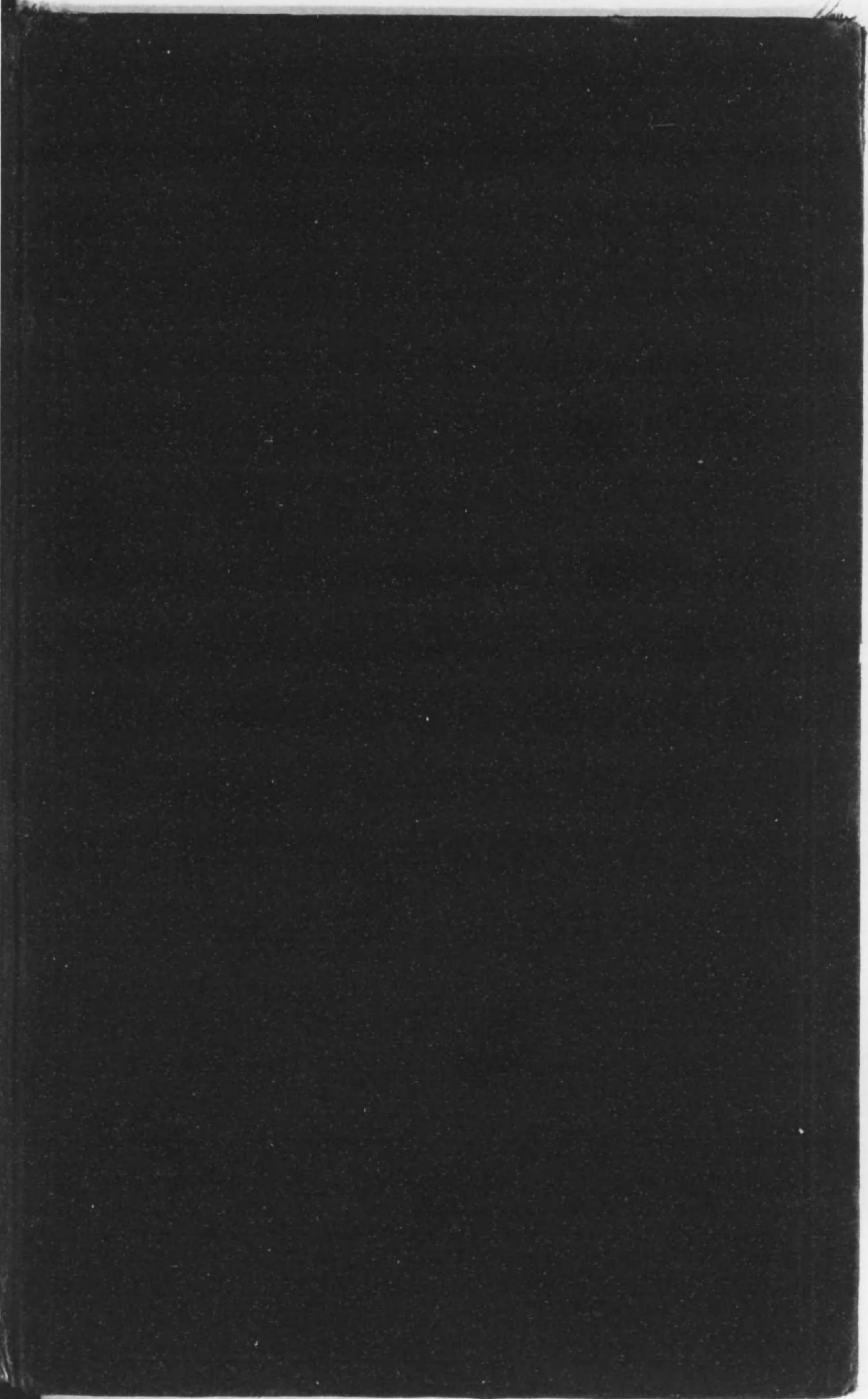




始



381
200

工學士 森慶三郎著

訂增
正補

最新

上水道



東京 丸善株式會社

381-2000

序 言

上水道ニ關スル著ニシテ最近公刊セラレタルモノ無シ 誠ニ遺憾トスル所ナリ 幸ニ公務ノ餘暇ヲ得テ本著ヲ公ニスルヲ得タリ 斯道ニ志ス人士ノ好指針トナラバ著者ノ幸之ニ過ギザルベシ

本著ニ關シ恩師大藤博士ヨリ有益ナル御注意ヲ辱クシ尙ホ安田靖一氏ヨリ多大ノ御便宜ヲ賜ハリタル事ヲ深謝ス

大正十一年十一月 著 者 識

本書編纂ニ際シ引用セル参考書ヲ下ニ列記シ茲ニ感謝ス

Mason.

Water Supply.

Flinn Weston and Bogert.

Waterworks Handbook.

Wegmann

Conveyance and Distribution of
Water for Water Supply.

- Don and Chisholm. Water Purification.
- Vernon-Harcourt. Sanitary Engineering with respect to Water Supply and Sewage Disposal.
- J. T. Fanning. A Treatise on Hydraulics and Water Supply Engineering.
- F. C. Uren. Waterworks Engineering, A Practical Treatise.
- Merriman. Elements of Sanitary Engineering.
- Harold Collet. Water Softening and Purification.
- Stein. Water Purification Plants and Their Operation.
- Turneaure-Russell. Public Water-Supplies.
- Gibson. Hydraulics and Its Applications.
- Daniel. W. Mead. Water Power Engineering.
- Merriman. Treatise on Hydraulics.
- Lüeger. Die Wasserversorgung Der Städte. Handbuch Der Ingenieurwissenschaften III Teil III Band. Engineering News-Record.
- Burton. The Water Supply of Towns.
- Glenfield and Kennedy. Iron Founders and Hydraulic & Sanitary Engineers.

- 高谷武助氏著 最近水力電氣
- 小山柳一氏著 水力電氣上卷及中卷
- 君島八郎氏著 河海工學
- 田中不二氏著 應用力學
- 福田豐氏著 水力發電所
- 京都市水道要誌
- 神戸市水道擴張工事報告
- 横濱水道ノ概要
- 大阪市水道擴張工事目論見書
- 東京市水道小誌
- 名古屋市上水道工事概要

序 文

(第四版)

此ノ書ニ於テハ本文中、十六頁ヲ増注シ三十五頁ニ互リテ改訂シ、全卷ニ就キテハ索引、目次、頁番號等ノ改變ヲ行ヒ、此ノ外ニ新タニ卷末ニ附録トシテ本文ト對照シテ水理學ノ米突式諸公式ヲ掲ゲ、尙ホ英和對譯索引ヲ附加シテ讀者ノ便益ヲ計リタリ。

増注改竄ノ目的ハ此ノ書ヲシテ最新ノ進歩ト並行シテ進ミ學生及ビ技術家諸賢ノ用途ニ對シテ前版ヨリモ、更ニ有價値ナル物タラシメントスルニアリ。

本書ノ目的トスル所ハ前版ニテ既ニ述ベタリ、再言スレバ上水道問題ニ關スル基礎的一般概念ヨリ説述シテ取水方法次ニ淨化法ニ及ビ更ニ淨水ノ配給ニ關スル萬般ヲ述ベ、以テ上水道問題ニ關スル所有ル一般の知識ヲ專ラ平易簡明

ヲ旨トシテ詳述シテ、學生諸氏ハ其ノ勉學ニ臨ミテ、技術家諸賢ハ上水道ノ敷設、維持ニ際シテ好指針タラシメン事ヲ期待シタルモノナリ、著者ノ淺薄ナル知識、遲鈍ナル頭腦ヲ以テシテハ到底、此ノ目的ヲ達スル事能ハザレドモ、幸ニシテ其ノ幾分ニテモ貫徹スルヲ得バ余ニ取リテハ大ナル收穫ヲ得タルモノナリト言ヒ得ベシ。

昭和三年十一月

著 者 識

最近 上水道目次

第 一 章 緒 論	1
第 一 節 往時ノ水道	1
第 二 節 水ト疾病	5
第 二 章 所要水量	13
第 三 節 單 位	13
第 四 節 給水人口	13
第 五 節 使用水量	18
第 六 節 使用水量ノ變化	22
第 三 章 水 源	26
第 七 節 分 類	26
第 八 節 雨 水	26
第 九 節 河 水	28
第 十 節 地表水ノ品質	32
第 十 一 節 地下水ノ形成	35
第 十 二 節 地下水位ノ一般形狀	35
第 十 三 節 土壤ノ空隙	36
第 十 四 節 地下水ノ流レ	37
第 十 五 節 利用シ得ベキ水量	40
第 十 六 節 泉ノ形成	40

第十七節	掘抜き井戸	41
第四章	水質ノ試験	43
第十八節	水中ノ不純物	43
第十九節	試料ノ採取	43
第二十節	水ノ物理試験	45
第二十一節	水ノ化學試験	50
第二十二節	水ノばくteriあ試験	56
第二十三節	水ノ顯微鏡試験	61
第五章	貯水及配水ガ水ノ品質ニ 及ボス影響	63
第二十四節	貯水ガ水ノ品質ニ及ボス影響	63
第二十五節	配水ガ水ノ品質ニ及ボス影響	66
第六章	水道ノ一般配置	68
第二十六節	集水工事	68
第二十七節	淨水工事	68
第二十八節	送水及配水工事	68
第二十九節	重力式ト唧筒式	68
第七章	水理學	71
第三十節	噴出孔ト流量	71
第三十一節	小噴出孔ト流量	72
第三十二節	矩形大噴出孔ト流量	72

第三十三節	圓形垂直噴出孔ト流量	73
第三十四節	堰ト流量	74
第三十五節	水路ニ於ケル流速及流量	80
第三十六節	水路ノ經濟的断面	82
第三十七節	水路中ノ許容最大速度	85
第三十八節	べんちりめーた	86
第三十九節	水管中ノ損失落差	87
第四十節	平均速度ノ公式	94
第四十一節	流量ノ計算	94
第四十二節	直徑ノ計算	95
第四十三節	短管	97
第四十四節	長管	98
第四十五節	動水勾配線	99
第四十六節	のつづる付ほーす	101
第四十七節	消火のつづる	103
第四十八節	消火ほーす	105
第四十九節	給水管	106
第八章	集水工	107
第五十節	河川ヨリ引水スル方法	107
第五十一節	湖ヨリ引水スル方法	108
第五十二節	地下水ヲ集ムル方法	109
第五十三節	掘井周圍ノ地下水水位	111

第五十四節	水平地下道ニ流入スル水量	114
第五十五節	掘抜キ井ニ流入スル水量	115
第五十六節	井ノ深サノ影響	116
第五十七節	數多ノ井ノ相互ノ干涉	116
第五十八節	井ノ構造	117
第五十九節	井ノ配置及間隔	123
第六十節	水平地下道	124
第九章	貯水池	126
第六十一節	概論	126
第六十二節	貯水池ノ容量	127
第六十三節	貯水池容積ノ計算	128
第十章	背水曲線	130
第六十四節	背水曲線ノ一般公式	130
第六十五節	背水曲線ノ計算	131
第十一章	堰堤	135
第六十六節	土堰堤	135
第六十七節	積疊堰堤	139
第六十八節	曲線堰堤	143
第六十九節	積疊越水堰堤	146
第七十節	木堰堤	147
第七十一節	鐵堰堤	148

第七十二節	岩屑堰堤	149
第七十三節	鐵筋混凝土堰堤	150
第十二章	淨化ノ目的及方法	152
第七十四節	家事用トシテノ水ノ淨化	152
第七十五節	淨化法ノ概要	153
第十三章	沈澱及藥物沈澄	154
第七十六節	概論	154
第七十七節	浮遊物質ノ性質	154
第七十八節	沈澱方法	155
第七十九節	沈澱	155
第八十節	藥物沈澄	157
第十四章	沈澱池	164
第八十一節	概論	164
第八十二節	沈澱池作業	164
第八十三節	池ノ數及大サ	165
第八十四節	管ノ配置,連續式	169
第八十五節	管ノ配置,間歇式	171
第十五章	緩速濾過(又ハ英式濾過)	174
第八十六節	概論	174
第八十七節	砂層中ノ摩擦	176
第八十八節	濾過池ノ一般構造	177

第八十九節	濾過池ノ數及大サ	181
第九十節	緩速式ト急速式トノ工費ノ比較	183
第九十一節	水深、濾過速度及其ノ調節	186
第九十二節	濾過砂ノ洗滌	189
第九十三節	濾過ノ效果	193
第九十四節	水ノ注入及砂ノ凝固	194
第九十五節	砂ノ品質	195
第九十六節	雜論	197
第十六章	急速又ハ機械濾過法	201
第九十七節	概論	201
第九十八節	急速濾過床	202
第九十九節	沈澄劑	203
第一百節	沈澄藥ノ製法及調節	207
第一百一節	濾過槽ノ洗滌	209
第一百二節	あらかり度不足ノ處理	211
第一百三節	源水處理ノ際ノ注意	211
第一百四節	ばくてりあ效果	212
第一百五節	針尖沈澄	212
第一百六節	溫度ト濾過作用トノ關係	213
第一百七節	過剩沈澄法	213
第一百八節	緩速濾過式ト急速濾過式ノ採否	214
第一百九節	雜論	215

第十七章	あんだーそん法	219
第一百節	詳論	219
第十八章	堆積砂濾過床	222
第一百一節	詳論	222
第十九章	びゆえしゅしゃる濾過法	224
第一百二節	詳論	224
第二十章	鹽素滅菌	226
第一百三節	詳論	226
第二十一章	おぞーん滅菌	231
第一百四節	詳論	231
第二十二章	莖外光線滅菌	238
第一百五節	詳論	238
第二十三章	蒸溜法	241
第一百六節	詳論	241
第二十四章	氣曝及氣曝ト濾過法	243
第一百七節	氣曝	243
第一百八節	氣曝ト濾過法	243

第二十五章 無水炭酸除去	247
第百十九節 詳 論	247
第二十六章 家庭濾過機	248
第百二十節 詳 論	248
第二十七章 諸濾過機	250
第百二十一節 石濾過機	250
第百二十二節 動物炭	250
第百二十三節 ふいしーたいる濾過機	251
第百二十四節 めーぐねんすくらばー	252
第二十八章 水ノ軟化法	254
第百二十五節 詳 論	254
第二十九章 過酸化水素滅菌	257
第百二十六節 詳 論	257
第三十章 硫酸銅滅菌	258
第百二十七節 詳 論	258
第三十一章 配水池	259
第百二十八節 概 論	259
第百二十九節 雜 論	260
第三十二章 豎 管	263

第百三十節 詳 論	263
第三十三章 圓壩形水槽	265
第百三十一節 概 論	265
第百三十二節 鋼鐵製水槽ノ設計	266
第百三十三節 球形底	269
第三十四章 水 路	271
第百三十四節 概 論	271
第百三十五節 水路ノ形狀	271
第百三十六節 蓋 渠	272
第百三十七節 隧 道	272
第三十五章 配 水	274
第百三十八節 概 論	274
第百三十九節 平坦ナル地ニ配水スル方法	274
第百四十節 高低ノ差大ナル地ノ配水方法	277
第百四十一節 配水管ノ設計	279
第三十六章 水道用水管	281
第百四十二節 水管材料	281
第百四十三節 水管ノ受クル應力	281
第百四十四節 鑄鐵管ノ厚サ	282
第百四十五節 鑄鐵管ノ接手	284
第百四十六節 れっとうーる	286

第百四十七節	りーだいと	289
第百四十八節	水管ノ布設	291
第百四十九節	鑄鐵管ノ塗料	292
第百五十節	管ノ検査	293
第百五十一節	異形管	294
第百五十二節	鑄鐵管ノ生命	295
第百五十三節	鍛鐵及鋼鐵管	296
第百五十四節	鋼鐵ノ性質	297
第百五十五節	管壁ノ厚サ	297
第百五十六節	りべつと管ノ伸縮	298
第百五十七節	鍛接管及引拔鋼管	299
第百五十八節	鋼管ノ塗料	301
第百五十九節	木管	302
第百六十節	組子管ノ設計	304
第百六十一節	連續組子管ノ經濟的割合	306
第百六十二節	組子管ノ生命	307
第百六十三節	鐵筋混凝土管	308
第三十七章	給水管ノ材料	310
第百六十四節	詳論	310
第三十八章	水管屬具	312
第百六十五節	するーすぼるぶ	312
第百六十六節	空氣瓣	313

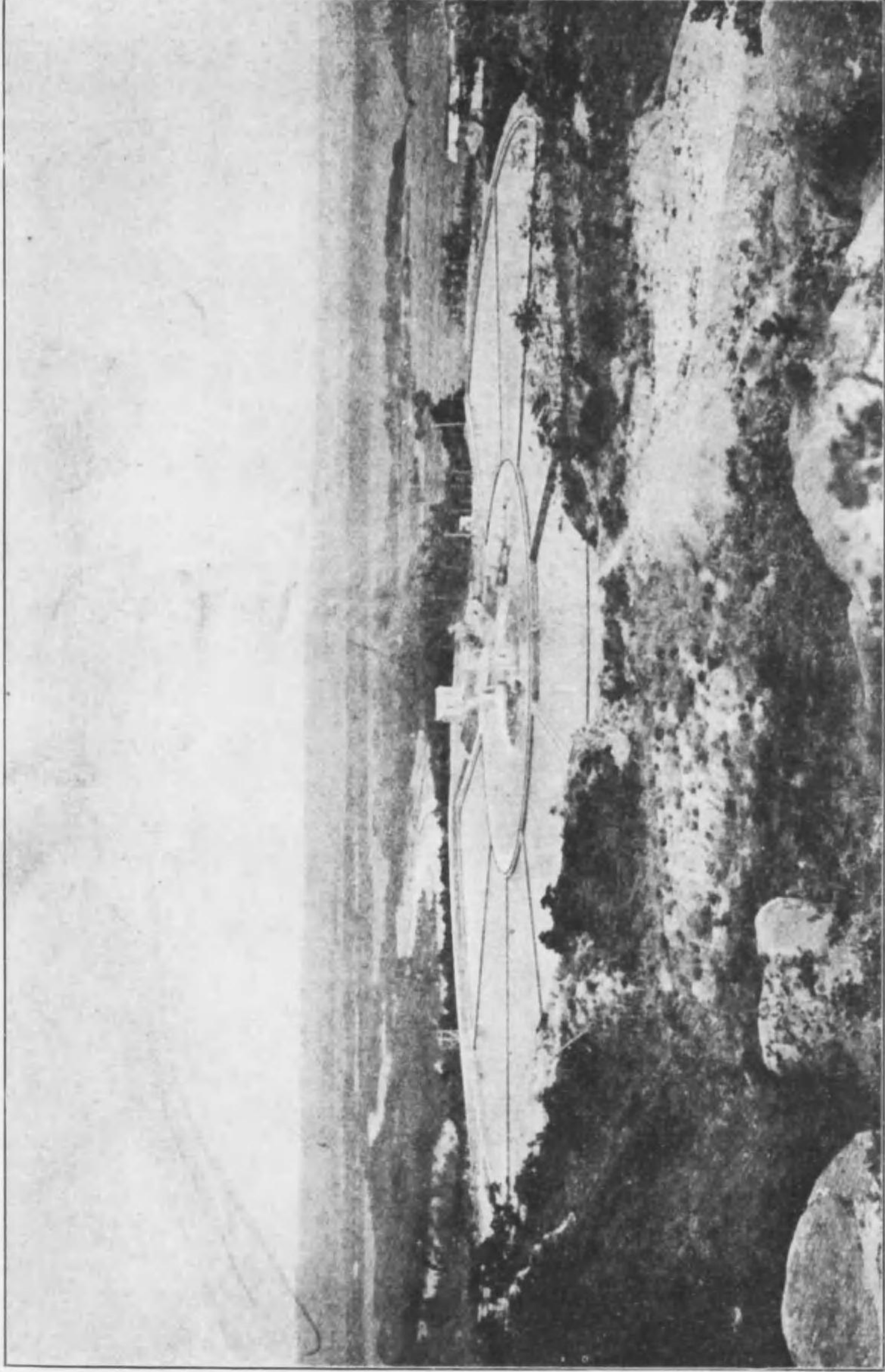
第百六十七節	掃除瓣	315
第百六十八節	するーとるぼるぶ	315
第百六十九節	安全瓣	316
第百七十節	逆止瓣	316
第百七十一節	減壓瓣	317
第百七十二節	本管ト給水管トノ連絡	317
第三十九章	防火	320
第百七十三節	防火流水ノ數及大サ	320
第百七十四節	はいどらんと	322
第四十章	電氣分解	325
第百七十五節	概論	325
第百七十六節	電氣分解ノ防禦法	328
第四十一章	量水器	330
第百七十七節	概論	330
第百七十八節	ほしていーぶでいすぶれーすめんと めーたー	332
第百七十九節	いんふれんし。るめーたー	333
第百八十節	量水器試験機	335
第四十二章	雜錄	338
第百八十一節	水道條例	338
第百八十二節	鐵管並屬具埋設工事方法	345

第百八十三節	いんふれんしる式量水器購入仕様書	346
第百八十四節	上水協議會規定抜萃	349
増 補 之 部		
第四十九節ノ一	給水管中ノ摩擦損失	351
第四十九節ノ二	管計算ノ圖表	354
第五十二節ノ一	しんしんなてい水道ノ取水口	358
第六十節ノ一	ぶるぷりん市ノ給水井	358
第六十六節ノ一	東京市水道村山貯水池	359
第六十七節ノ一	積壘堰堤ノ設計	363
第百九節ノ一	京都市水道設計計算書	381
第百二十五節(續)	水ノ軟化法	388
第百二十九節ノ一	配水池ノ深サ	391
第百三十三節ノ一	鐵筋混凝土水槽ノ設計	392
第百三十七節ノ一	唧筒揚水ヲ必要トスル場合ノ管ノ經濟的大サ	399
第百三十七節ノ二	水中管	403
第百四十一節ノ一	複管ヲ通ル流水ニ關スル一般問題	405
第百四十七節ノ一	水道用鑄鐵管一本當リ印籠接手材料表及水道用ふらんち鐵管繼手一個當リ材料表	409

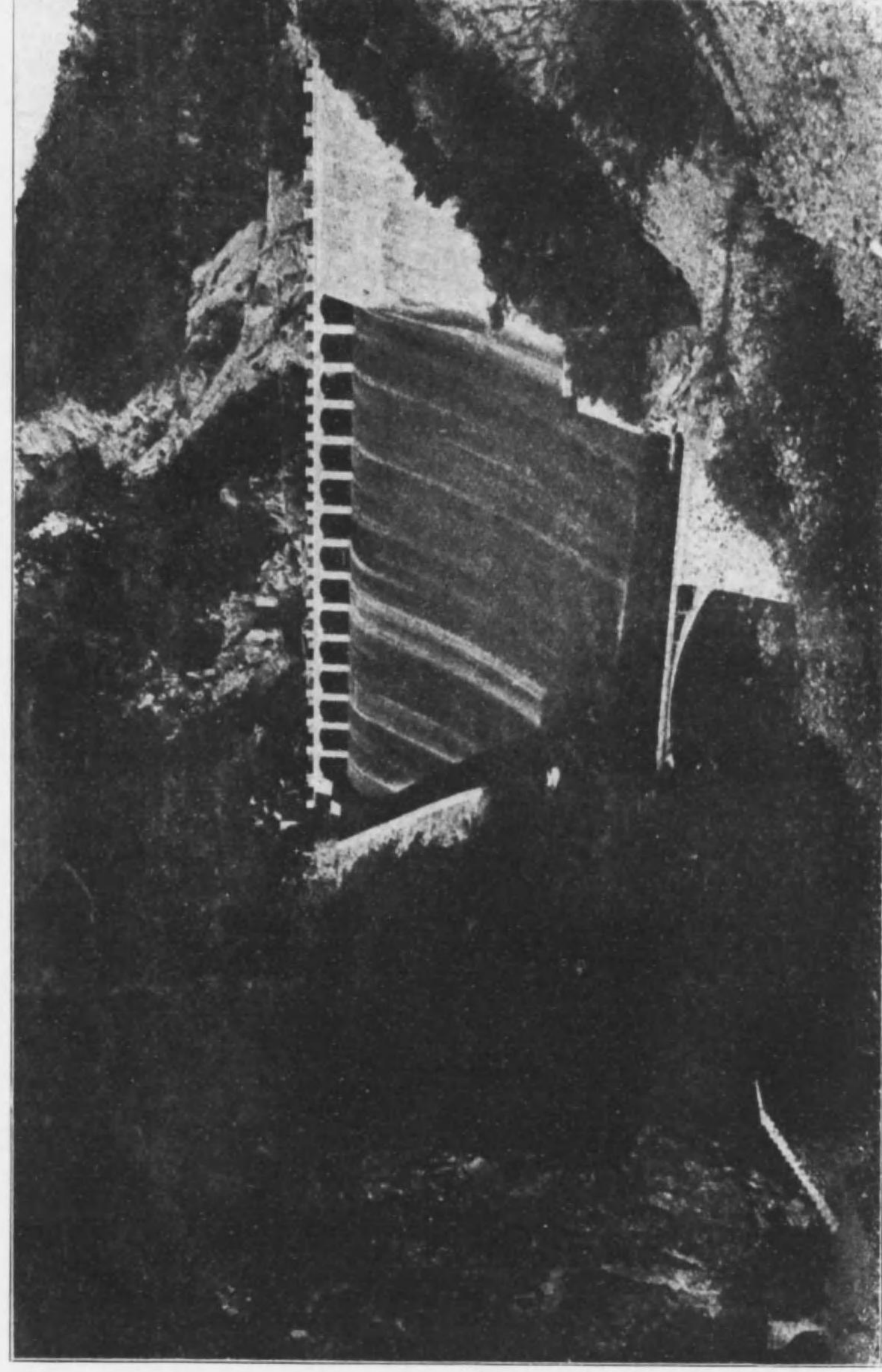
第百四十八節ノ一	屈曲部ニ於ケル應力	411
第百四十八節ノ二	土ノ填充及他ノ外力ニ基因スル應力	413
第百四十八節ノ三	溫度變化ニ基因スル應力其他	416
第百四十八節ノ四	上水協議會撰定、工學會型水道用鑄鐵管仕様書標準	417
第百七十四節ノ一	消火栓ノ位置ノ設定	429
第百七十四節ノ二	消火用ノ水ノ流速	432
附 録	水理學ノ米突式諸公式	439

目 次 終

[Faint, illegible text on the left page of the notebook, possibly bleed-through from the reverse side.]



神戸市水道上ヶ原浄水操場全景



神戸市水道千疋堰堤ノ圖

最近

水道

工學士 森 慶三郎 著

第一章 緒論

第一節 往時ノ水道

古人モ多量ノ清潔ナル水ヲ得ル爲ニ種々ノ努力ヲ拂ヘリ、從テ斯カル水ノ得易キ所ハ人口ノ中心トナリ、自然ニ水ノ得ラレス所ニテハ多クノ勞力工費ヲ拂ヒテ遠方ヨリ引水セントセリ。當時ノ一人一日當リ水量ハ甚多キノミナラズ、様ナ古キ時代ニテモ不淨ナル水中ニ潛在セル危險ヲ熟知セリ。

例ヘバ、ひばくらち一ツ氏ハ紀元前約四百年純粹清淨ナル水ノ價值ヲ論ジ、飲ム前不淨ナル水ハ煮沸スルカ又ハ濾過スルヲ宜シト云ヘリ。

ぶりに一氏ハローマノ種々ノ水道ニ就キテ論ジタルガ、此ハ今日尙飲料水トシテ用ヒラル。りばびあす氏ハ千五百九十五年水ノ重量ハ其ノ飲料水トシテノ適否ニ比例スルト云フ如キ不可思議ナル說ヲ述ベタリ。

中世ニ至リテ水ガ鉛管ヲ通リテ給水セラル時有毒

ナル作用ヲ起ス事アルヲ発見セリ。

水道ト共ニ計畫セラレタル者ハ灌溉用水ナリ。此ノ大ナル工事ノ規模ハ荒廢ノ跡ヨリ推測スル事ヲ得。えちぶどノもえりす湖ハ紀元前二千年ニ造ラレシ物ニテ大サハないの河洪水ノ時其ノ過剰ノ水ヲ受ケ河ガ收穫ヲ灌溉シ得ヌ時ニ其ノ缺乏セル水ヲ供給シテ年々ノ洪水ヲ調整スルニ充分ナリト云フ。之ト洪水ノ他ノ大ナル貯水池ト共ニないの河ノ流域ニ二千萬人ノ人口ヲ棲息スルヲ得シメタリ、併シ今ハ唯其ノ四分之一ヲ支ヘ得ルノミト謂フ。今ハ殆沙漠ノ如キモゆーふらち一つ及ちぐりす河流域ハ昔ハ人口甚稠密ナル地ナリキ。四千年前あつしりあノ統治者ハ此ノ河ノ氾濫セシ水ヲ蓄フル巨大ノ人工的湖及灌溉用水路ヲ造リテ不毛ノ平野及谿谷ヲ豊饒ナル花園ト化セシメタリ。ちぐりす河ヨリ水ヲ受クル此レ等水路ノ一ツハ長サ四百哩幅二百尺乃至四百尺ニテ此ノ時代ノ船舶ノ航行ニハ充分ナル深サナリキ。

印度ニテハ貯水池、灌溉用水路ハ紀元前數百年ニ造ラレタリ。人工的湖ハ數百哩ニ互リ其ノ深サモ往々五十尺ニ達セリ。

にゆーめさしこ及ありぞなニテハ有史以前今ハ絶滅セルガ或ル種族ハ廣大ナル灌溉用構作物及耕作地ヲ有シタル證據アリ。

昔ノカーセーちニ未ダニ大ナル水溜アリテ其ノ數十八ニシテ各長サ約百尺、幅二十尺、深殆二十尺ナリ。飲用水ハ古ノカーセーちニざつぐあうん山ノ一ノ泉ヨリ供給セラレタリ。其ノ水路ハ斷面積十呎平方ニテ長キ距離ノ間山腹ヲ迂廻シ時々地下ヲ通り海岸ニ近ヅキテ斯カル小ナル水路トハ外觀上釣合ヒノ取レヌ大サノあーちノ上ニ運バル。此ノ古ノ水路ノ十乃至十五きろめーとるハ今モ尙殘存セリ。

しんぐはれす民ノ古ノ不思議ナル記念物ノ中ニ廢殘ノたんくアリ。此レハ他ニ類例無ク三十ノ巨大ナル貯水池ト約七百ノ小ナルたんくハ今モ尙存在シテ其ノ大部分ハ荒廢セリ。

吾人ハ此レ等ノ構作物ガ蒸氣、電氣又ハ爆藥ヲ用ヒズニ完成セラレタルヲ思ヘバ少クトモ堅固ナル忍耐ヲ以テスレバ如何ナル物モ成功シ得ル自信ヲ有シ得。尙更ニろーまニ引水セラレタル水道ヲ顧ミル時ハ古ニ對スル尊敬ハ更ニ大トナル。

次ノ表ハろーま水道ニ關スルほーぶす氏ノ講義ヨリ拔萃セシモノナリ。

	造リタル日	長サ(哩)
Appia	312. B.C	11
Anio Vetus	272. "	43
Marcia	145. "	61
Herculea branch	.....	3
Teputa	126. "	13

Julia	34	..	15
Virgo	21	..	14
Augusta	10.	A.D.	6
Alsietina	10.	..	22
Claudia	50.	..	46
Anio Novus	52	..	58
Neronian branch	97.	..	2
Traiana	109. to 200.	A.D.	42
Hadriana	117. to 1585	..	15
Aurelia	162.	..	16
Severiana	200	..	10
Antoniniana branch	215.	..	3
Sabina-Augusta	130. to 300.	..	15
Alexandrina	226.	..	15

右ノ表ハ年代ノ順ニ配列セリ。又上記哩ハローマノ四千八百五十四呎ノ哩ニテ英哩ニスレバ全水路ノ延長ハ三百八十一哩ナリ。

給水量ハ一日三億三千二百三十萬六千六百がろんニテ百萬ノ人口ヲ單位トスレバ三百三十二がろんトナル。

ローマノ水路ノ或ルモノハ六世紀及七世紀ノ戦争ニテ損害ヲ蒙リシガ給水ハ十四世紀迄ハ中止セザリキ。此處ニかすてらニ就キテ述ベシ。此レハローマ水路ニ沿ヒテ屢々発見セラレルモノニテほーぶす氏ハ之ヲ濾過場ト稱セルモ少クトモ近來ノ意味ニテハ濾過場ト謂フ能ハザルベシ。此レ等ハ大サニテモ又室ノ數ニテモ異リ或ルモノハ唯四室又或ルモノハ十二室モアリ。最小ノ大サノモノノ一ニ就キテ述ベ

シ。

水ハA室ニ入り床中ノ孔ヨ

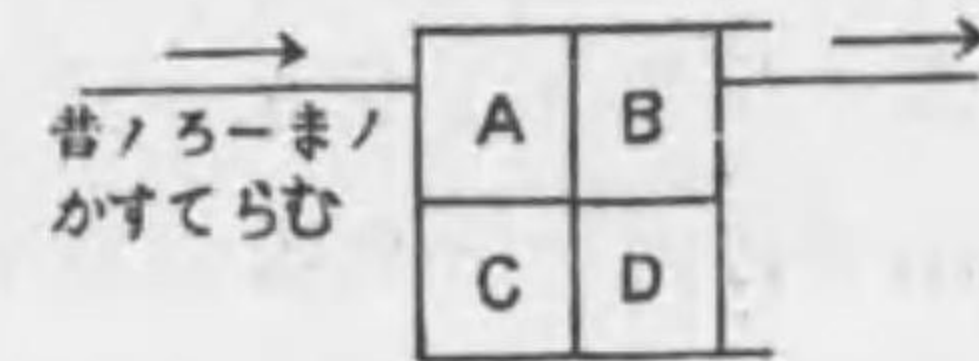
リCニ入り次ニ壁中ノ孔ヲ

通リテDニ入ル。其レヨリ

床中ノ孔ヲ通過シテBニ上

ル。此レヨリローマニ到ル。此レ等ノ室ヲ通ル利益ハ沈澱スル機會ヲ多ク與フル事ナリ。

水ノ品質ヨリ述ブル時ハ昔ノ水ハ今日吾々都市ニ給スルモノノ平均ヨリ良シ。此レハ唧筒ニテ水ヲ押し揚グル事ヲ知ラザリシ爲近クニ河川アルモ此レガ低クテ豫定ノ場所迄給水シ得ラレス時ハ遠クノ清淨ナル上流ノ水源ヲ求メシヲ以テナリ。



第二節 水ト疾病

汚レタル水ハ色々ノ病源トナリ之ヲ飲用セシ多クノ人ガ死亡セシ實證甚多シ。一例ヲ舉グレバ千八百八十七年ノ秋ししりノめつしな市ニ虎列拉大流行シテ九月ノ十日ヨリ十月二十五日迄引續キ患者ノ數五千死亡者二千二百人ニ及ベリ。一時ハ一日ノ患者數ハ高キハ四百ヲ算シ普通一日七十人位ナリキ。從テ人口ハ七萬一千人ヨリ約二萬五千人ニ減退シ政府ハ此原因ヲ不淨ナル飲料水ニ歸セリ。此ノ水ガ山地ヲ出デシ當初ハ清淨ナル水ナリシガ此レガ掩蓋ナキ水

路ニテ市迄流レ來リ途中めつしなノ洗濯女ノ爲ニ水ノ一部ハ水路ヲ曲ゲテ近クノ洗濯用水溜ニ注グ。洗濯ニ使用セシ後水ハ元ノ水路ニ戻リ市迄流ル。更ニ水ガ汚レタル原因ハ配水管ノ幹線ガ釉藥ヲ施サヌ土管ニシテ其ノ接手モ不完全シカモ近クノ釉藥ヲ施サヌ土管中ニ下水ガ流レ居リタル爲ナリ。此ノ下水管ハ配水幹線ノ上ニ來リ又ハ平行セリト謂フ。

此處ニ於テ政府ハ本陸ニたんく船ヲ送り此レニ清潔ナル水ヲ載セ給水セシタメ虎列拉ノ患者ハ迅速ニ減少シ一日七十人ナリシモノガ五人ニ減少セリ。恰モ魔術ノ如クニ見エタリ。シカモ配水方法ヲ改善シ開渠ハ近頃ノ水管ニ換ヘタルヲ以テ虎列拉ハ全滅セリ。

此ノめつしなニテ洗濯女ノ爲虎列拉病ガ流行セシ事ヨリ連想スルハ伊太利ノくねおニテ千八百八十四年大ニ傳染病流行シ全患者三千三百四十四人ニ及ビタルガ其ノ原因ハ前述ト同様ニシテ病毒ヲ有スル麻ヲ水道ノ水ト連絡セル小河ニテ洗ヒシ事ニ基因ス。

千八百九十年乃至九十一年ノ夏ト冬トノ間ニはどそん河ノ上流ノ流域ニ窒扶斯ガ流行セリ。もーほーく河トはどそん河トノ合流點又ハ其ノ近クニ多クノ都市アリ。此レ等人口ノ中心ハ下水ヲ此ノ川ニ流入シらんしんぐばーぐヲ除ク他ノモノハ唧筒ヲ以テ此

ノ河ヨリ直接全部又ハ大部分ノ水道用水ヲ引用セリ。此處ニ注意スベキハう。ーたーふ。ーどトとろいとハもーほーく河合流點ヨリ上流ノはどそん河水ヲ取リ入レらんしんぐばーぐハ東部山岳ヨリノ水ニテ給水セラレぐりーんあいらんどハ井水及砂層中ノ濾過水路ヨリ給水セラレ其ノ他ハもーほーく又ハもーほーく、はどそん河水ニテ給水セラレタル事ナリ。

第一圖ノ小四角形ハ取入口ノ位置ヲ示スモノトス。千八百九十一年四月しねくたで、ニ於ケル調査ニ因レバ窒扶斯ハ千八百九十年七月ニ著シク増加シ丁度今終熄シ此ノ間約三百人ノ患者ヲ生ジ醫師ハ此レヲ充分ニ報告セズ特徴ノ疑ハシキ異様ノ熱病者ハ甚多數ニ及ビ報告セラレシ者ハ七十人ノ死亡者ナリト謂フ。

しねくたで、ハ甚古キ市ニテ其ノ當時二萬ノ人口ヲ有シ其ノ下水ハもーほーく河ニ其ノ儘流入セリ。

窒扶斯ハこほーす市ニ千八百九十年ノ十月ノ末ニ始マリ翌年三月中旬終熄セリ。其ノ



間ニ約千人ノ患者ヲ發生シ病ノ性質ハ急激ニアラズシテ死亡者モ亦甚少數ナリキ。

こほ一すハも一ほ一く河ヨリ全部給水セラレ其ノ下水モ之ニ注グ。水ヲ煮沸シテ飲用スル事ガ大ニ獎勵セラレ此レニ從ヒタル家ニハ患者ハ發生セザリシト謂フこほ一すノ一部ハ大ハ一もににいていんぐみるすノ所有ニシテ數百ノ雇人ノ爲ニ建テラレタル家屋ハ充分修理セラレシガ臺所ノ走リ又排水設備ノミガ設ケラレテ便所ハ無ク唯各人ノ家ハ後庭ニ個人ノ便所代用ノ穴ヲ設ケタルノミナリ。此ノ地方ニハ窒扶斯ハ猛烈ヲ極メタリ。うすたとろいはどそん河畔ニ位スルモ其ノ水ハこほ一すヨリ上流ノも一ほ一く河ヨリ取り入レ人口ハ一萬三千人ナリキ。窒扶斯ハ十一月ノ末ニ始マリ十二月十五日ノ患者數ハ五十人ニシテ此ノ中四十二人ハも一ほ一く河水ヲ使用シ他ハ井水ヲ用ヒタリ。十二月二十日モ一ほ一く河水ヲ使用スル事ヲ禁ジぐり一んあいらんど村ノ井水ノ一部ヲ取ル設備ヲ施セリ。此レヨリ一週間ノ後一週毎ノ報告ニ因レバ患者十五

人ニテ次ノ一週ノ報告ニ因レバ唯一人ナリシト謂フ。斯クテぐり一んあいらんどノ水ヲ一ヶ月使用シ翌年正月ノ中旬ニモ一ほ一く河水ヲ再使用セシガ患者ノ増加ハ甚僅少ナリキ。全患者數ハ百ヲ超過シ其ノ病ノ性質ハ穩カニシテ死者ハ唯十人ナリシト謂フ。

とろいはうすたとろいの真向ヒニ位シ人口當時六萬五千人ニシテ其ノ水ハ一部山岳ノ後ノ湖水ヨリ一部モ一ほ一く河合流點ノ上流はどそん河ヨリ取り入レタリ。其ノ年ノ患者數甚少クシカモ此ノ大部分ハしねくたでい一及うすたとろいヨリ輸入セラレ：者ナリ。とろいは日々はどそん河ニ八百萬がろんノ下水ヲ流入シツツアリト謂フ。

とろいの下流六哩ノ所ニおるばに一市アリ。人口十萬ニテ當時市ノ前面ノ埠頭ヨリ取水シ上流はどそん及も一ほ一く河ノ下水ガ此レニ向ヒテ流入セシノミナラズ浮標ノ運動ニ因ルト差シ潮及南風ノ時ニ下水吐口ヨリ市自身ノ下水ガ逆流スル事ヲ知レリ。おるばに一市ニ千八百九十年十二月末ニ窒扶斯發生シ其ノ病ノ性質ハ穩カニシテ千八百九十一年ノ一月、二月、三月ノ間ニ於ケル死者六十二人ナリキ。

患者數ハ四百十一人ナリト謂フ。斯クノ如クおるばに一市ハ千八百九十年ト九十一年トノ冬ニ激烈ナル流行病ニ侵サレ市ノ小部分ハ内地水源ヨリ重力ニ

因リテ水ヲ取リ此部分ニハ患者少ク三月末ニハ唯十八人ナリシト謂フ。おるばに一市ニテ其ノ後はどそん河ニ洪水起リ濾過池ハ水中ニ没セシタメ源水ノママ使用シ窒扶斯ガ流行セリ。即チ千九百十三年三月二十六、二十七、二十八日ニ河水ハ急速ニ非常ニ増水シ四月十日窒扶斯ニ襲ハレ十六日頂上ニ達シ又急速ニ減少シ全患者百八十人ヲ生ゼリ。濾過池ガ河水ニテ没スルヤ住民ハ飲料水ヲ煮沸スルニ勉メ患者發生前山上ノ貯水池ノ水ヲ鹽化カルシ一ヒヲ以テ消毒スル設備ヲ施セシモ最初數日ノ傳染病ヲ防グ事能ハザリシタメニ病毒諸所ニ傳播スルニ至レリ。

勉メテ飲料水ヲ煮沸スレバ此ノ流行病ハ避ケ得ラレシナランモ公衆ガ之ニ冷淡ナルノミナラズ又醫師ガ患者ヲ報告スル事遅キ事ガ大ナル原因トナリシモノナラン。此ノ例ニヨリテ濾過池ガ如何ニ上流ノ下水汚染ノ危険ヲ防止セルカヲ知ルニ足ル。

次ニ水ヲ濾過セヌ時及濾過セシ時トノ死亡率ノ關係ヲ示スタメおるばに一市及とらいノ例ヲ擧グ。

第 一 表

おるばに一市(濾過前及後)

人口十萬ニ對スル平均一年率	1,894-98	1,900-04	差	減 率
窒 扶 斯	104	26	78	75

下 痢 病	125	53	72	57
五 歳 以 下 小 兒	606	309	297	49
全 死 亡 者	2,246	1,868	378	17

第 二 表

とらい(同時期、濾過セズ)

人口十萬ニ對スル平均一年率	1,894-98	1,900-04	差	減 率
窒 扶 斯	57	57	0	0
下 痢 病	116	103	14	12
五 歳 以 下 小 兒	531	435	96	18
全 死 亡 者	2,157	2,028	129	6

家庭用井水ヲ水道ニ換ヘシタメ窒扶斯死亡率ノ減退ヲ次ノ表ニテ示サン。

千八百六十七年ヨリ七十六年迄ニ水道ヲ敷設セシマツルニセト市ノ人口十萬ニ對スル窒扶斯死亡率ノ變化

第 三 表

	平均一年 1,859-68	水道敷設 ノ年代	一年平均 1,878-89	平均率
Fall River	77,8	1,874	63,2	81
Springfield	96,7	1,875	52,9	55
Taunton	61,2	1,876	50,2	82
Northampton	109,8	1,871	40,4	37
Lynn	90,6	1,871	38,7	43
New Bedford	77,7	1,869	38,0	49
Newton	65,7	1,876	36,5	56
Malden	80,4	1,870	35,4	44
Fitchburg	105,9	1,872	31,6	30
Woburn	82,9	1,873	29,5	36
Somerville	42,8	1,867	29,5	69
Chelsea	59,7	1,867	28,9	48
Waltham	81,2	1,873	24,2	30
平 均	79,4		38,3	

紐育市ニテ人口千人ニ對スル一年間ノ死亡率ノ減少ハ下ノ如シ。

千人ニ對スル死亡率	
1,872	30,96
1,882	28,06
1,892	25,38
1,902	18,58
1,912	14,11

此ノ死亡率ノ減少ハ勿論衛生的設備ノ改善ニ基因スルモノナリ。

水道ヲ敷設スルモ傳染病ガ絶滅スル事ナシ。

べってんこふ、一氏ノ説ニヨレバ多クノ例ヲ見ルニ傳染病ハ善良ノ水ノミニテハ全滅セズト謂フ。即チ下水道敷設ト相俟ツテ初メテ全滅シ得ルト謂フ。傳染病ハ單ニ水ノミヨリ傳ハルト謂フ能ハズ。牛乳、野菜、洗濯物、衣類、器具等ヨリモ傳染スルモノナルヲ以テ上下水道ガ完成スルモ全ク撲滅スル事ハ出來ザルモ著シク危険ノ程度ヲ減少シ得ル事ハ確カナリ。

第二章 所要水量

第三節 單位

1立方尺=1斗5升4合=6,13英がろん=7,35米がろん

1石=6,37立方尺=6,48立方尺

1リ-た- = 5合54 = 0,22英がろん = 0,264米がろん = 0,0353立方尺

1英がろん=1,2米がろん=0,16立方尺

1米がろん=0,834英がろん=0,134立方尺

1立方尺=1斗5升7合=6,24英がろん=7,48米がろん

第四節 給水人口

先ヅ水道敷設計畫ニ於テハ第一ニ給水スベキ都市ノ現在ヨリ或ル年數ノ後ノ人口ヲ見積ル必要アリ。此レヲ見積ル方法ハ種々有リ。

例ヘバ給水スル都市ト大サ及其位置等ガ相似タル他ノ都市ノ人口増殖ヲ判断シ又ハ數理的方法又ハ圖式的方法ヲ以テ見積ル事ヲ得。

P = 現在ヨリ n 年後ノ人口

a = n 年間ニ於ケル推定シタル一年ノ平均増加人口

A = 水道建設當初ノ人口

$$P = A + na \dots\dots\dots(1)$$

又 p = n 年ノ間ニ於ケル一年ノ人口平均増加率トスレバ

$$P=A(1+p)^n \dots\dots\dots(2)$$

又過去各年次ニ於ケル人口ヨリ最小自乘法ニヨリテ人口ト年次トノ間ノ關係ヲ表ハス曲線ヲ求メ之ヨリ設計年次ノ人口ヲ假定スルモヨシ。

年次ト人口トノ關係ヲ次ノ如キ拋物線ヲ以テ表ハスモノトス。

$$y=a+bx+cx^2 \dots\dots\dots(3)$$

x = 年次

y = 各年次ノ人口

途中ノ計算ヲ省略シテ最小自乘法ニヨリテ下ノ式ヲ得

$$\left. \begin{aligned} na + b\Sigma x + c\Sigma x^2 - \Sigma y &= 0 \\ a\Sigma x + b\Sigma x^2 + c\Sigma x^3 - \Sigma yx &= 0 \\ a\Sigma x^2 + b\Sigma x^3 + c\Sigma x^4 - \Sigma yx^2 &= 0 \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots(4)$$

n = 過去ノ知ラレタル記録ノ數。

例ヘバ大正一年ヨリ六年迄ノ人口ガ知レテ居ル時ハ n ハ 6 トナル。

右ノ三ツノ方程式ヨリ a ト b ト c トヲ求ム

次ニ年次ト人口ノ割合ヲ次ノ如キ對數曲線ト假定ス。

$$y=p(1+P)^m \dots\dots\dots(5)$$

p ハ人口 y ノ年ヨリ一年前ノ人口

y = 人口

$$1+P=x \text{ トシテ}$$

$$1+P=x = \frac{\Sigma py}{\Sigma p^2} \dots\dots\dots(6)$$

$$p = \frac{\Sigma yx^n}{\Sigma x^{2n}} \dots\dots\dots(7)$$

n ノ意味ハ後ノ例題ヲ見レバ明白トナル。

何レノ方法ヲ用ヒルトモ將來郊外ノ給水必要ナル工業ノ勃興等特別ノ地方的狀態ニ留意セネバナラヌ。或ル町ガ下ノ如キ人口ヲ有スル時水道ヲ敷設スルニ當リ其ノ給水人口見積方法ヲ種々ノ方法ヲ以テ次ニ示サン。

第 四 表

年 次	人 口	前 年 人 口 ト ノ 比 較			
		増	減	増 減 ノ 割 合	
				増	減
明 治 三 十 六 年	11,250	—	—	—	—
同 三 十 七 年	11,835	585	—	0,052	—
同 三 十 八 年	11,918	83	—	0,007	—
同 三 十 九 年	12,645	727	—	0,061	—
同 四 十 年	12,082	—	563	—	0,044
同 四 十 一 年	12,645	563	—	0,046	—
同 四 十 二 年	12,748	103	—	0,008	—
同 四 十 三 年	15,190	2,442	—	0,191	—
同 四 十 四 年	16,377	1,187	—	0,078	—
大 正 元 年	21,635	5,258	—	0,321	—
同 二 年	21,970	335	—	0,015	—
平 均	—	1,072	—	0,0735	—

大正十四年迄ノ給水設備ヲ施サントス。

第一ニ大正十四年ニ於ケル人口ヲ概算スル必要ア

リ。右ノ表ヨリ各年次平均ノ増加ハ一年一千七十二人ナリ。

$$P = A + na$$

$$A = \text{大正二年人口} = 21,970 \text{人}$$

$$n = 12$$

$$a = 1,072$$

$$P = 21,970 + 12 \times 1,072 = 34,834 \text{人}$$

即チ三萬五千人分ノ設備ヲスレバヨシ

次ニ

$$P = A(1+p)^n \quad \text{ニヨレバ}$$

$$P = 21,970(1+0,0735)^{12} = 51,409 \text{人}$$

即チ五萬二千人ニ對スル設備ヲスレバヨシ。

$$y = p(1+P)^m \quad \text{ニヨレバ}$$

計算ヲ簡略ニスルタメ明治三十六年ヨリ二年毎ノ人口ヲ取ル。

$$y_1 = 11,918$$

$$p_1 = 11,250$$

$$y_2 = 12,082$$

$$p_2 = 11,918$$

$$y_3 = 12,748$$

$$p_3 = 12,082$$

$$y_4 = 16,377$$

$$p_4 = 12,748$$

$$y_5 = 21,970$$

$$p_5 = 16,377$$

$$1 + P = x = \frac{\sum py}{\sum p^2}$$

$$\sum py = 11,918 \times 11,250 + 12,082 \times 11,918 + 12,748 \times 12,082$$

$$+ 16,377 \times 12,748 + 21,970 \times 16,377 = 1,000,668,798.$$

$$\begin{aligned} \sum p^2 &= 11,250^2 + 11,918^2 + 12,082^2 + 12,748^2 + 16,377^2 \\ &= 845,293,581. \end{aligned}$$

$$1 + P = x = \frac{1,000,668,798}{845,293,581} = 1,183.$$

$$\text{故ニ} \quad P = 0,183.$$

$$p = \frac{\sum yx^n}{\sum x^{2n}}$$

$$n=1 \quad y_1 = 11,918.$$

$$n=2 \quad y_2 = 12,082$$

$$n=3 \quad y_3 = 12,748.$$

$$n=4 \quad y_4 = 16,377.$$

$$n=5 \quad y_5 = 21,970.$$

$$\sum yx^n = 11,918 \times 1,183 + 12,082 \times 1,183^2 + 12,748 \times 1,183^3$$

$$+ 16,377 \times 1,183^4 + 21,970 \times 1,183^5 = 135,067.$$

$$\sum x^{2n} = 1,183^2 + 1,183^4 + 1,183^6 + 1,183^8 + 1,183^{10} = 15,302.$$

$$p = \frac{135,067}{15,302} = 8,826$$

$$y = 8,826(1+0,183)^m$$

m ガ零ノ時即チ y ガ八千八百二十六ノ時ハ明治三十六年ノ人口ニ相等シ m ガ一ヲ増ス毎ニ年次ハ二年ヲ經過スルヲ以テ m ガ十一ノ時ハ大正十四年ニ相當ス。

$$y = 8,826 \times 1,183^{11} = 56,045 \text{人}$$

大正十四年ノ人口五萬六千人ニ對シテ設計スレバ

ヨシ。

第一、第二、第三ノ方法ニテ計算セシ結果ハ夫々三萬五千人、五萬二千人、五萬六千人トナル。

各計算ノ方法ニヨツテ結果ガ異ル。然ラバ何レノ方法ニヨリテ設計スルヲ善シトスルヤハ其ノ都市ノ狀況ヲ充分考慮シ適當ナル方法ヲ用フルヲヨシトス。何レノ方法ニヨルモ果シテ大正十四年ニ正確ニ其ノ人口ニ達スルヤ否ヤハ不明ナリ。尙ホ都市ノ給水人口ハ今後適當ナル年數ノ將來(例ヘバ三十年又ハ五十年)ニ於ケル都市發展ノ範圍内ニ於ケル人口ナル事勿論ナリ。

第五節 使用水量

給水人口ガ定マレバ次ニ決定スベキモノハ使用水量ナリ。新シク水道ヲ敷設スル時又ハ擴張スル時第一ニ考フベキモノハ近キ將來ニ必要ノ水量ナリ。即チ一日平均使用水量ノ外ニ月々、週、日々各時ノ水量ノ變化ヲ考フルヲ要ス。或ル部分ノ設計ニハ一年ニ對スル平均消費量ニテ充分ナルモ他ノ部分例ヘバ唧筒、配水鐵管等ニハ甚短キ時間ノ使用水量ノ最大量ヲ知ル事ガ肝要ナリ。

都市工業ノ種類、住民ノ貧富、慣習、噴水、芝生及市街撒水、公共的設備等ハ水量ヲ決定スルニ大ナル關係アリ。

尙ホ最重要ナル關係ヲモツモノハ浪費ナリトス。

(一) 平均一人一日使用水量

第五表ニ千九百十二年乃至千九百二十年ノ亞米利加都市ノ使用水量ヲ掲グ。

第五表

亞米利加都市ノ使用水量

都 市	人 口	平均一人一日使用水量
Jersey City, N. J.	300,000 (1914)	147 米がろん
Milwaukee, Wis.	500,000 (1920)	134 "
New Orleans, La.	360,000 (1914)	57 "
St. Louis, Mo.	760,000 (1920)	137 "
Washington, D. C.	353,000 (1914)	163 "
Baltimore, Md.	589,000 (1912)	121 "
Reading, Mass.	5,500 (")	37 "
Chicago.	2,701,212 (1920)	264 "
Buffalo.	510,000 (")	277 "

次ニ第六表ニ歐洲都市ノ使用水量ヲ掲グ。

第六表

都 市	人 口	平均一人一日使用水量
Leipzig	579,000 (1909~11)	68 リーター
Berlin	2,200,000 (")	22 米がろん
Dresden	540,000 (")	25 "
Düsseldorf	343,000 (")	37 "
Hamburg	888,000 (")	37 "
Liverpool	944,963 (1913~14)	41 "
Manchester	1,200,000 (")	42 "
Lyons	459,099 (1911)	50 "

第五表ト第六表トヲ比較スルニ使用水量ハ亞米利加都市ヨリ歐洲都市ノ方ガ遙ニ小ナリ。此レハ後者ハ主トシテ量水器ヲ設備セルヲ以テナリ。

(二) 目的ノ異レル使用水量。

水ヲ使フ目的ニハ次ノ種類アリ。

家事用 (Domestic use)

商工業用 (Commercial and industrial use)

公共用 (Public use)

損失及浪費 (Loss and waste)

家事用使用水量ハ亞米利加ニテ一人一日二十米がろん乃至五十米がろんナリ。普通ハ平均トシテハ三十五米がろんナリ。此レハ量水器ヲ取り付ケタル所ニシテ此ノ設備無キ所ニテハ右ノ數字ノ數倍トナル事アリ。英國ニテハ一人一日平均十英がろんナリ。獨逸ニテハ飲料用、割烹、洗濯用ニ二十り一ター乃至三十り一ターナリ。

商工業用ハ汽車、汽船、工場、ほてる、其他化學工業用ニ用フル。大都會ニテハ此ノ目的ニ用フル水ハ小都會ヨリモ大ナリ。此ノ水量ハ亞米利加大都市ニテハ十米がろん乃至五十米がろんナリ。獨逸ニテハ工業用トシテ十五り一ター乃至三十り一ターナリ。

公共用ハ學校其他ノ公共的建造物、市街撒水、噴水、下水洗滌、防火用等ナリ。ふんにんぐ氏ハ三がろん乃至十

がろんガ噴水ニ十分之一がろんガ防火用ニ市街及庭園ノ撒水ニ十がろんノ水ヲ使用スルト謂フ。ペルりんニテハ使用水量ノ二・五ば一せんトガ市街撒水ニ三ば一せんトガ下水洗滌ニ七ば一せんトガ噴水ニ用ヒラルルト謂フ。防水用ハ大都市ニテハ全水量ニ對シテ餘リ大ナル割合トナラザルモ小ナル町村ニテハ水道ヲ設計スル時之ガ水量ニ大ナル關係ヲ及ボス。西曆千九百十四年ノ亞米利加まっさち、一せつと州ふをーるりば一ニ於ケル使用水量ハ次ノ如シ。

即チ其ノ概略ノ値ハ次ノ如シ。

第七表

公共的建造物	3.38	米がろん一人一日
公園及ビ公共用墓地	1.19	"
市街撒水	2.74	"
溝渠、下水流掃、防火、水道部用	5.43	"
合計	12.74	"

要スルニ亞米利加ニテハ公共用トシテ五乃至十五米がろんヲ使用シ平均十がろんニテ獨逸ニテハ五り一ター乃至十四り一ターヲ消費ス。

損失及浪費。此レハ水道工事ノ竣工後永年ノ間ニハ淨水池又ハ鐵管等ヨリ水ガ漏レ又ハ使用者ガ無益ニ水ヲ消費スル事ナリ。此ノ水量ハ亞米利加ニテハ量水器ヲ取り付ケタル者デ少クトモ一人一日十五米がろんナリ。

らんきん氏ハ注意シテ取扱ヘバ二英がろん位ノ浪費ナリト云フ。

亞米利加ニ於ケル計量給水ニテハ以上ノ各用途ノ水量ノ割合ハ左ノ如キモノナリ。

第 八 表

用途	最小	最大	平均
家事用	20米がろん	50米がろん	35米がろん
商工業用	10 "	50 "	30 "
公共用	5 "	15 "	10 "
損失	15 "	40 "	25 "
合計	50 "	155 "	100 "

第六節 使用水量ノ變化

一年ヲ通ジテノ平均使用水量ハ已ニ述ベタリ。

以下月、週、日、時ノ變化ニ就キ述ベントス。

(一) 月變化

大抵使用水量ハ夏ガ最大ナリ。此レハ主トシテ市街、芝生等ノ撒水ノ爲ニテ最高使用水量ハ普通二三ヶ月ニ亙ル。又ハ冬ニ最高使用水量ガ顯ハルル事アリ。是レハ水ノ氷結ヲ防グ爲ニ水ヲ出シ放シ置クニ因ルモノニテ此レヲ防グニハ量水器ヲ取り付ケバ容易ナリ。

次ニ最大月ノ消費量ト最大日ノ消費量トヲ平均消費量ノパーセントニテ表ハス。

第 九 表

都 市	最大月使用水量ヲ平均 使用水量ノパーセント ニテ表ハス	最大日使用水量ヲ平均 使用水量ノパーセント ニテ表ハス
Chicago	108	116
Boston	114	119
Philadelphia	110	122
Cincinnati	124	133
Columbus	114	157
Fall River	115	—
Newton	125	143

上ノ表ヲ見レバ最大月使用水量ガ平均使用水量ノ百二十五パーセントヲ超過スル事ハ稀ナリ。非常ニ大ナル消費量ハ大抵二三ヶ月續イテ起リ此ノ間平均消費量ハ一年平均ノ百十乃至百十五パーセントナリト謂フ。

(二) 日變化

最大日使用水量ハ普通平均使用水量ノ百五十パーセントナリ。

(三) 週變化

最大週使用水量ハ平均使用水量ノ百三十パーセント乃至百四十パーセントナリ。

(四) 時變化

浪費又ハ漏水ガ無ケレバ夜ノ數時間ハ消費量ハ零ナリ。一日ノ數時間ノ消費量ハ其ノ一日平均使用水量ノ二倍乃至三倍ナリ。

第十表ニ亞米利加諸市ノ最大時使用水量ト其ノ平均時使用水量トノ關係ヲ示サン。

第十表

部 市	人 口	年・月 日	最 大 平 均
Holyoke, Mass.	51,000	1,905年11月17日	129
Springfield, Mass.	87,500	1,910年 月 日	141
Fall River, Mass.	119,295	1,910年 8月14日	134
Hartford, Conn.	121,644	1,911年 8月 7日	167
Woonsocket R. I.	38,125	1,911年 8月19日	155
Peoria Ill.	66,950	1,910年 7月 7日	155

此ノ表ニヨレバ最大時使用水量ハ平均時使用水量ノ百六十七ば一せんとニモ達ス。一般ニ最大時使用水量ハ年平均使用水量ノ二倍ヲ取ルガ普通ナリ。

大正七年本邦各都市使用水量ハ第十一表ノ如シ。

第十一表

	一人一日平均 使用水量	最大一人一日 使用水量	最大一時間一人 使用水量	最大一人一日 使用水量 一人一日平均 使用水量	最大一時間一人 使用水量 一人一日平均 使用水量
	石	石	石		
岡山市	0,58	0,74	1,95	127%	336%
廣島市	0,63	0,94	1,80	149	285
新潟市	0,59	0,96	1,83	162	310
大阪市	0,46	0,66	0,96	143	209
東京市	0,68	0,90	1,12	132	164
神戸市	0,60	0,69	—	115	—
佐世保市	0,25	0,39	0,96	156	384
長崎市	0,56	0,70	1,03	125	184
小倉市	1,75	2,27	3,74	130	213

門司市	1,01	1,34	1,96	132	194
下ノ關市	0,69	0,93	0,96	134	140
横濱市	0,69	0,93	—	134	—
平 均	0,707	0,954	1,631	136%	242%

第三章 水源 (Source of water supply)

第七節 分類

水源ヲ左ノ如ク分類ス。

(一) 地表水

屋根等ヨリ集メタル水。

河水。

天然湖水ヨリノ水。

貯水池ヲ以テ集メタル水。

(二) 地下水

泉ノ水

浅キ井戸ノ水。

深キ井戸又ハ掘抜キ井戸ノ水。

水平地下道ニテ集メタル水。

第八節 雨水

雨水ハ或ハ地表ヲ流レ或ハ地下ニ浸入シテ泉又ハ井戸トナリテ凡テノ水道ノ水源トナル。

雨量ヲ表ハスニハ水平表面上ノ垂直ノ深サヲ以テ表ハス。之ヲ計ルニハ普通ニ雨量計ヲ用フル。普通ノ雨量計ヲ以テ短時日ノ間ノ雨量ノ割合ヲ定ムル事ハ宜シカラズ。此ノ如キ雨量計ヨリ得シ記録ハ各二

十四時間ノ全雨量ヲ示スノミナリ。小ナル面積ヨリ出デシ洪水量ヲ見積ルニハ一日以下ノ短時日ノ雨量ノ割合ヲ知ル事ガ必要ニシテ之ニハ自動記録雨量計ヲ用ヒル。此レハ雨量ヲ連続的ニ記録スルカ又ハ實用ニ適スル程度ノ短時間毎ニ記録スルモノニテ其ノ形ハ色々アリテ或ルモノハ雨量ノ重量ヲ示シ或ルモノハ其ノ容積ヲ記録ス。

最小年雨量ハ平均年雨量ノ三分ノ二ニシテ最大年雨量ハ平均年雨量ノ三分ノ四ナリ。

堰堤又ハ貯水池ヲ設計スルニ必要ナル小河流ノ最大洪水量ヲ見積ル場合ニハ數時間又ハ一日ノ間ノ最大雨量ヲ知ルヲ宜シトス。

二十四時間ニ於ケル最多雨量ハ田邊(紀州)ノ九百二耗ヲ最大トシテ尙ホ二三ノ地點ニ於ケルモノヲ擧グレバ次ノ如シ。

第十二表

地名	一日ノ最多雨量
基隆	340,0耗
宮崎	490,2"
福岡	257,6"
東京	171,5"
銅路	902,0"
京城	153,5"
大連	141,4"

一時間ノ最大雨量ハ五十耗以上ノ強雨ハ五年間ニ

約一回四十耗以上ノモノハ二年半ニ約一回ト謂フ割合ナリ。外國ニテハばたびやニ一時間九十七耗まいでんへど(英)ニ九十二耗ノ例アリ。

第九節 河水

河水ヲ水道ノ水源トスルニハ其ノ河ノ特徴例ヘバ最小、最大流量及ビ種々ノ時期ニ於ケル全流量ヲ知ル必要アリ。雨水ハ一部蒸發シ一部地中ニ滲入シテ残りハ河水トナル。

雨水ハ深サヲ時又ハ耗ニテ表ハシ其ノ割合ハ毎時又ハ毎二十四時間何時、何耗トシテ表ハス。比較ノ目的ヲ以テ河川流量ヲ表ハスニ其ノ全流域面積上深サ何時トシテ表ハス事モアリ。又ハ他ノ目的ノタメ流量ヲ流域面積ノ毎平方哩何立方呎トシテ表ハシ又ハ其ノ割合ヲ毎平方哩毎秒何立方呎トシテ表ハス事アリ。

雨量ト河川流量トヲ比較換算ニ便ナラシムルタメ次ノ表ヲ掲グ。

第十三表

深(吋)	每平方哩 立方呎	時 每 時	立 方 呎 毎秒每平方哩	時每二十 四 時 間	立方呎毎秒 每 平 方 哩
0,1	232,320	0,1	64,5	1	26,9
0,2	464,640	0,2	129,0	2	53,8
0,3	696,960	0,3	193,5	3	80,7

0,4	929,280	0,4	258,1	4	107,5
0,5	1,161,600	0,5	322,6	5	134,4
0,6	1,393,920	0,6	387,1	6	161,3
0,7	1,626,240	0,7	451,7	7	188,2
0,8	1,858,560	0,8	516,2	8	215,1
0,9	2,090,880	0,9	580,7	9	242,0
1,0	2,323,200	1,0	645,3	10	268,9

河ノ流量ヲ次ノ三ツニ分チテ考フ。

- (一) 最小流量
- (二) 最大即チ洪水量
- (三) 相續ケル數月又ハ數年ノ流量ノ變化

最小流量ハ貯水池ヲ通ラズニ河川ヨリ直接水ヲ引用シ得ルヤ否ヤヲ考フル時ニ大切ナリ。最大即洪水量ハ凡テノ河ノ工事ノ設計及施工ニ必要ニシテ特ニ溢流堰ノ大サヲ決定スルニ大切ナリ。相續ケル數月又ハ數年ノ流量ノ變化ハ其ノ河川ノ流域面積ヨリノ供給水量及貯水池ノ大サヲ決定スルニ必要ナリ。

最小流量 河川ノ渇水時流量ハ全ク地下及地表ノ貯水ヲ以テ持續セラレ各流域ハ其ノ貯水量ヲ異ニセルヲ以テ其ノ最小流量モ異ル。

渇水量トハ一年ノ中十日以内位ハ此ノ水量トナルモ其レヨリ以上ハ此レヨリ少クハナラヌト云フ流量ナリ。發電水力調査書ヨリ本邦河川ノ渇水量分布ノ状態ヲ摘出スレバ次ノ如シ。

日本海沿岸。北陸道ノ中,中央山脈ヨリ發源セル諸川ハ其ノ湧水量最大ニテ一方里十五個以上ニテ二十個ノ所モ多ク三十個ノ所モ少カラズ。併シ日本海ニ曝露セル高山地方ヨリ海ヲ遠カルニ從ヒテ流量ハ減少セルモ尙飛騨ノ高原,信州ノ國境地方ニテハ一般ニ十五個以上ノ湧水量ヲ有セルガ二十個以上ニ達セズ又往々十五個以下ノ所モアリ。

太平洋沿岸。富士火山地帯ノ如キ特別ナル地方ヲ除ケバ一般ニ湧水量ガ十個位ノ所多ク往々十五個ニ達セル所アレドモ十個以下ノ所モ少カラズ。北海道ハ十勝,北見ノ三個内外,西部半島地方ノ十個ヲ除キ其他ハ平均六個トス。

九州南部ハ降雨量多ク從テ山間部ニアリテハ十五個以上ニシテ中流ニ下リテモ尙七個乃至八個ヲ下ラズ。瀬戸内海附近ハ降雨量少ク且ツ蒸發量大ナルヲ以テ普通五個以上ノモノアリ。他ハ皆之レ以下ナリ。四國ハ降雨量比較的大ナレドモ流量十個ヲ下リ更ニ五個ヲ下ルモノモ少カラズ。畿内地方ハ其ノ南部ハ割合ニ森林状態良好ニシテ且ツ降雨量モ大ナル故湧水量モ六個乃至十個ヲ下ラズ。山陰道ハ瀬戸内海附近ト反對ニテ湧水量十個内外ナリ。

洪水量 此レヲ推算スルニハ洪水痕トカ流速,水面勾配及斷面積又ハ流量ノ實測等ヨリ決定スル事ヲ得。

時ニハ之ヲ公式等ヨリ推定セネバナラス事モアリ。次ニ外國ニテ作ラレタル洪水量推算ノ公式ヲ擧ゲン。

Q = 洪水量(個)

A = 流域面積(平方哩)

A₁ = 同上(え - か -)

B = 流域平均幅(哩)

L = 流域ノ延長(哩)

C = 係數

Fanning 氏 $Q = C_1 A^{1.5}$ 米國New England 及 Middle state 流域

Cooley 氏 $Q = C_2 A^{2.3}$ Upper Mississippi ノ流域

Dicken 氏 $Q = C_3 A^{2.3}$ Bengal 及 北印度地方

$c_1 = 200.$ $c_2 = 180$ $c_3 = 200 \sim 825.$

Dredge 氏 $Q = 1300(A \div L^{1.5})$

Craig 氏 $Q = 440 \times B \times C \times \text{hyp. log} \frac{8L^2}{B}$ $c = 1.95 \sim 0.27$

Kuichling 氏 $Q = \frac{44,000}{A+170} + 20$ 時々起ル洪水量

$Q = \frac{127,000}{A+370} + 7.4$ 稀ナル洪水量

(8)

其他色々ノ公式アレドモ之ヲ直チニ我國河川ニ應用スル事ヲ得ズ。之レ等公式ヲ取捨改善シテ適當ノ公式ヲ案出スルヲヨシトス。

第十四表

河 川	流域面積 平方哩	平均年流量 雨量(吋)	年流量 雨量ノ ばーせん	旱魃年 雨量(吋)	年流量 雨量ノ ばーせん
Cochituate	18,87	47,08	43,2	31,20	31,3
Croton	338,0	48,38	50,8	38,52	37,8
Genesee	1,060	39,82	32,5	31,00	21,5
Perkiomen	152,0	47,98	49,2	38,67	40,4
Potomac	11,043	45,47	52,7	37,03	39,2

Savannah	7,294	45,41	48,9	43,10	37,7
Upper Mississippi	3,265	26,57	18,4	22,86	7,1

年流量

第十四表ハ雨量ト對照シテ河川ノ一年ノ流量ヲ示ス。此ノ表ヲ見ルニ早魃ノ年ハ雨量ノばーせんとハ平均年流量ヨリモ遙ニ小ナリ、即チ此ノばーせんとハ流域氣候等ノ状態ニヨリテ大ニ異リ流域面積ヨリノ蒸發が大ナレバ其レダケ流量ハ減ズ。草地ノ多キ流域面積ハ岩石ノ多キ不毛ノ丘阪ヨリモ蒸發少シ。險阻ナル山岳多キ流域ハコノばーせんとハ多ケレドモ其ノ流量ハ甚不規則ナリ。平坦ナル草地ハ草木ガ繁茂スル季節ニハ河川ニ殆ト水ヲ與ヘズ。

月流量

月流量ニ就キ述ブレバ早魃ノ年ハ夏期ノ雨量ヨリ集ル水ハ甚少シ 殆ト凡テノ一年ノ河水ノ供給ハ十一月ヨリ五月ノ間ナリ。一般ニ一年流量ノ四分ノ三ハ十一月カラ五月ノ間ニ得ラレテ四分ノ一ハ六月ヨリ十二月迄ニ得ラル。而シテ大早魃ノ年ニハ夏期ノ流量ハ殆ト實際上皆無ト云フモ差支ナシ。

第十節 地表水ノ品質

水道ノ水源トシテ用フル地表水ハ主トシテ河水及湖水ナリ。河川ヲ水源トスルモノヲニツニ分テバー

ハ直接ニ流量ノ多キ河川ヨリ引水スルモノト流量ノ小ナル河水ヲ貯水池ニテ集メ之ヨリ引水スルモノトアリ。

地表ノ水ノ品質ヲ下ノ諸點ニ就キ考究セン。

- (一) 外觀
- (二) 鑛物性物質ノ存否
- (三) 病源トナル有機體ノ存否

外觀ハ粘土ガ殊ニ浮遊ノ状態ニテ含マレタル時ハ水ガ甚濁リテ見ユ。此ノ水ハ外觀甚汚レタル如ク見ユレドモ人體ニ大ナル害アリト一般ニ斷言スル事能ハズ。此レハ普通ノ沈澱法ニテハ容易ニ除去スル事能ハザルヲ以テ硫酸礬土ヲ其ノ水ノ濁度及あるかり度等ニ應ジテ一定量ヲ加ヘテ沈澱ヲ促進セシム。沼澤地ヲ通レル地表水ハ一般ニ色ヲ帶ブ。之レハ主トシテ植物性物質ノ中水ニ溶ケ易キ著色性物質ガ混入スルニ因ル。

斯カル水ハ外觀甚惡シキモ必シモ健康上有害ナリト云フ事ヲ得ズ。

地表水ハ地下水ノ如ク多クノ鑛物性物質ヲ含有セザルモ通過スル地層ノ性質ニ應ジテ相當ニ之ヲ含メルコトアリ。其ノ中主ナルモノハ炭酸カルシウムナリ。叙上ノ如ク地表水ハ鑛物性物質ヲ含ム事地下水ヨリ少キヲ以テ臺所用、製造用等ニハ地下水ヨリモ優

レルモノト云ヒ得。

水ノ性質ニ關シテ最大切ナルモノハ健康上有害ナリヤ、否ヤナリ。虎列拉、窒扶斯ノ如キ病氣モばくてりあト稱スル微細ノ有機體ニ原因スルモノニシテ斯カルばくてりあハ下水ノ中ニ多數ニ生存セルヲ以テ下水ガ町ノ水道ニ流入スレバ甚危険ナリ。地表水ヲ引用スルニ人家ノ無キ所ヨリスレバ甚安全ナレドモ流域ニ人家ガ稠密シ特ニ村落ガ谿谷ニ有ル時ハ水道ニヨツテ病氣ヲ傳染スル事ハ甚多シ。一般ニ大ナル河川ハ多少町又ハ都市ヨリ下水ヲ受クルヲ以テ危険ハ比較的大ナリ。要スルニ地表水ヲ水源トスルモノハ其ノ水ヲ人工的ニ適當ナル方法ヲ以テ淨化スルヲ要ス。

湖水ヲ水源トスルモノハ河川ヲ水源トセルモノヨリ水質ハ優ル。之レハ河水ト共ニ湖水中ニ流入セシ不純物ハ直チニ湖底ニ沈澱スルヲ以テナリ。尙ホ實驗ニヨレバ粘土及砂粒ガ沈澱スル時ばくてりあノ一部モ共ニ沈澱ス。斯クノ如ク湖水ガ河水ヨリ良キト同ジ理由ニテ小ナル河水ヲ引用スルニ貯水池ヲ造リ之ヨリ引水スル時ハ此ノ中ニテ粘土、砂粒ノ沈澱ガ行ハレ從テばくてりあノ一部モ沈澱スルヲ以テ水質ハ比較的良好トナル。

第十一節 地下水ノ形成

地表ニ落ツル雨ハ三ツニ分レーハ直チニ河川ニ流入シーハ蒸發シーハ地中ニ滲透ス。地下ニ入リシ水ハ重力ノ作用ニヨリテ不透性ノ地層ニ達ス。斯クテ地中ニ存スル水ハ集マリテ地下水トナル。此ノ表面ヲ地下水位ト云フ。

石灰岩地方ニテハ屢地下ニ大ナル流レアリテ之レガ大ナル凹地ニ流入シテ地下ノ湖水トナル事アリ。此ノ水ヲ以テ水道ノ水源トスル事ハ稀ナリ。此所ニ水源トナルベキモノハ地下ニ滲入シテ土壤、岩石ノ空隙ヲ流レルモノニテ其ノ流量ハ全ク降雨量及動水學ノ原則ニ依リテ定マル。

第十二節 地下水位ノ一般形狀

重力ノ作用ニテ地下水位ハ常ニ水平トナラントスル傾向アリ。地表水ナレバ勾配小ニテモ相當ノ流速ヲ生ズレドモ地下ニテハ種々ノ抵抗ガアルタメ甚大ナル勾配ニテモ尙水ノ速度ハ甚僅少ナリ。

今地盤ガ一樣ナル空隙ヲ有スルト假定スレバ地下水位ハ地盤ノ表面ト大體一致スルモ地表面ノ變化程ニ大ナル變化無シ。第二圖ニ示ス如クナリ。實際ニ於テ土質ハ一樣ニアラズシテ細粗相交レルヲ以テ地

下水位モ色々凹凸アリ。雨量ガ多キ時ハ地下滲透モ増シ從テ地下水位モ高マル。

第十三節 土壤ノ空隙 (Porosity of soil)

地球表面近クノ

凡テノ土又ハ岩石

ハ多少トモ水ヲ吸

收スル事ヲ得。砂

土ノ粒ガ凡テ一様

ノ大サニシテ完全ナル球ニテ充分緻密ニ配置セラレタル時ハ空隙ハ約全容積ノ二十六ば一せんとナリ。然ルニ形状又ハ配置ノ不規則ノタメニ空隙ハ普通之ヨリ大トナル。相當一様ナル大サノ砂ニテ三十五ば一せんと乃至四十ば一せんとナリ。

砂ト砂利ト交レルモノハ之ヨリ小ナル空隙ヲ有シ此ノ減少ハ各粒ノ大サノ變化ニヨツテ異ルモ二十五ば一せんとヨリ小ナル事ハ稀ナリ。岩石ハ或ル種ノ花崗岩ニテハ一ば一せんとニテ又或ル種類ノ砂岩ハ二十五ば一せんと乃至三十ば一せんとナリ。細カキ緻密ナル土壤中ニテハ水ノ流れハ甚緩カニテ其ノ水ノ大部分ハ毛管現象ニテ抑留セラレテ水源トシテノ價值ハ甚小ナリ。經濟的ニ水道用水ノ多量ヲ得ルニハ水ヲ湛フル物質ハ甚空隙ノ大ナルヲ要シ從テ砂及



第二圖

砂利層又ハ甚空隙ノ多キ岩石以外ノ物質ヨリ多量ノ水ヲ得ル事ハ極メテ稀ナリ。

第十四節 地下水ノ流れ

地下水ノ流れヲ決定スル方法。

水道ニテ地下水ヲ水源トスル時ニ第一ニ其ノ水ガ豊富ナリヤ否ヤヲ決定スルヲ要ス。

此ノ量ヲ知ル實際的ノ最善ノ方法ハ長キ間唧筒ニテ水ヲ汲ミ揚ゲテ水位ガ大ナル變化ナキヤ否ヤヲ見ルニアリ。此ノ唧筒試験ハ短時日ニテハ無効ナリ。之レハ往々地下水ハ殆流動セザル恰モ地上ノ沼ノ如キ貯水池ヲ有シ實驗ノ際ニ少クトモ一時多量ノ水ヲ出ス事アルヲ以テナリ。

地下水ノ速度ヲ決定スル公式。

地下水ノ速度ハ動水勾配及土壤ノ粒子ニヨリ與ヘラレル水流ニ對スル抵抗ノ函數ナリ。

勾配ヲ決定スルニハ地下水表面ニ造ば一りんぐヲ行フヲヨシトス。コノ時最大傾斜ノ方向ニ測ルヲ要ス。若シ空隙多キ地層ノ上ニ多少不滲透性ノ層ガアル時ハ下層中ノ水ハ大氣ヨリ大ナル壓力ヲ以テ流ル。コノ時動水勾配ヲ知ルニハ空隙多イ層ニ迄管ヲ沈下シコノ中ニ昇リ來ル水ノ高サヲ測レバヨシ。コノ時管ト上層ノ間ヨリ水ガ逸出スルヲ防グベシ。同時ニ

土質即其粒ノ大サ及空隙モ知リ得

だーしー、へーちん、へーせん氏等ノ實驗ニヨレバ或ル一定ノ溫度ニテ水ガ砂又ハ細砂利ヲ通リテ流ルル速サハ約 $\frac{h}{l}$ ニ比例ス。 h ハ水頭ニテ l ハ水ガ流レル距離ナリ。

此ノ物質中ヲ水ガ一樣ノ勾配ニテ流ルル時ハ $\frac{h}{l}$ ハ勾配角ノ正弦ナリ。

又一樣ノ大サニテ一定ノ緻密サヲ有スル砂ニテハ速度ハ砂粒ノ直徑ノ自乗ニ比例ス。

$$v \propto d^2$$

へーせん氏ハ實驗ヨリ次ノ公式ヲ提案セリ。

此ノ公式ハ砂ノ〇・一乃至〇・三耗ノ有效大サヲ有スルモノニ適用スル事ヲ得。

$$v = cd^2 \frac{h}{l} \left(\frac{t(\text{華氏}) + 100}{60} \right) \dots\dots\dots(9)$$

v = 砂ノ中ヲ垂直ニ流ルル水ノ速度(米突每一日)

c = 定數(400乃至1,000)

d = 砂粒ノ有效大サ(耗)

h = 流レテ生ズル水頭

l = 砂層ノ厚サ($\frac{h}{l}$ = 地下水位ノ勾配)

t = 溫度(華氏)

砂ノ有效大サトハ砂粒ノ十ばーせんとハ之ヨリ小テ九十ばーせんとハ之ヨリ大ナル如キ粒ノ大サナ

上ノ方程式ニテ定數 c ノ値ハ砂ノ緻密サ及粒ガ揃

ヘルヤ否ヤニテ異ル。一樣ノ大サノ新シキ砂ニテハ c ノ値ハ七百乃至千ニシテ古キ緻密ナル砂ニテハ四百位ナリ。

空隙ヲ四十ばーせんとト假定シ空隙ヲ流ルル實際ノ平均速度ハ上式ノ二五倍ナリ。

溫度ヲ無視シテ次ノ式ヲ呎單位ニテ得。

$$v = 8,2cd^2s = k.s \dots\dots\dots(10)$$

v = 砂ノ空隙ヲ流ルル實際ノ平均速度

(呎一日)

d = 砂ノ有效大サ

s = 動水勾配

$$k = 8,2cd^2 = s \text{ガ1ナル時ノ速度} \dots\dots(11)$$

〇・一耗ノ有效大サノ砂ハ甚細カキ砂〇・三耗ノ砂ハ普通ノ大サノ砂〇・五耗ノ砂ハ甚粗ナル砂ナリト云フ事ヲ得。

砂ノ粒ガ充分一定ニアラズシテ又砂ト砂利トガ交レル時ハ速度ハ細カキ粒ノ大サニテ決定スルヲヨシトス。若シ有效大サヲ定ムル時ニ大ナル石ヲ無視スレ右バノ式ハ概算ニハ差支ナク用フル事ヲ得

地下水ノ流量。

地下水ノ速度、空隙、及流レノ方向ニ直角ナル横斷面積ヲ知レバ流量ハ此レ等ノ乘積ヨリ求メ得。

$$Q = \text{速度} \times \text{横斷面積} \times \text{空隙}$$

= vAp = k.s.Ap(12)

單位ハ呎及日ナリ。

實際ニ於テ横斷面積、勻配地層ヲナセル土質ハ一樣ナラズシテ不規則ナルヲ以テ上ノ公式ノ結果ハ多少不正確トナルモ地下水ノ流量ヲ見積ルニハ大ナル差支ナキモノト看做ス事ヲ得。

第十五節 利用シ得ベキ水量

一年中毎日引用シ得ル水量ハ平均流量ヨリモ寧ロ最小流量ニヨツテ決定ス。從テ流量ヲ見積ルニハ出來得ルダケ早魃ノ時季ヲ選ムベシ。地下ニ天然ニ貯ヘラレタル水アレバ流量ヲ充分一樣トスルノミナラズ引水シ得ル流量ヲ最小流量ヨリモ多少多カラシム。

第十六節 泉ノ形成

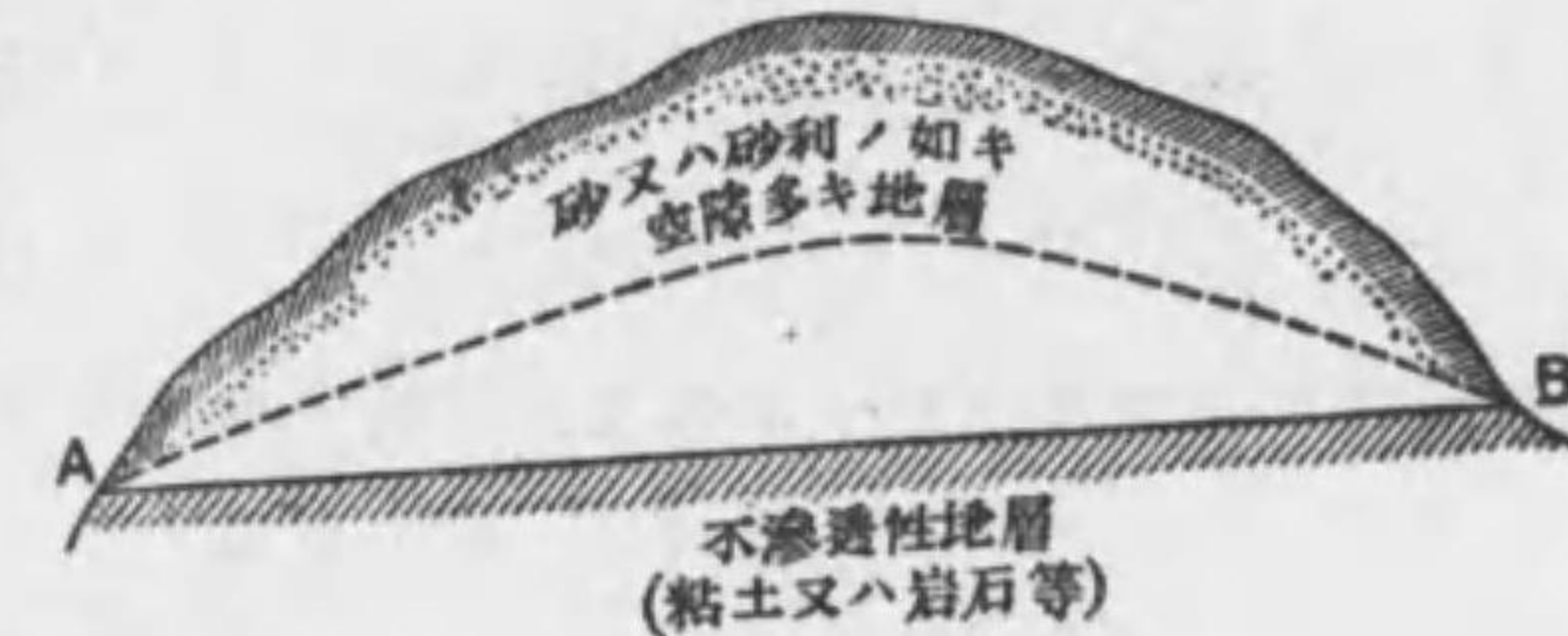
泉ハ地下水ガ地表ニ湧出セシモノナリ。

一般ニ泉ノ生成スル現象ハ次ノ第三圖及第四圖ニ示スガ如シ。

うゐんノ西南約六十哩ノ所ニ多クノ泉アリ。此ノ中最大ナルモノハかいせるふるんねんニテ每秒百五十米がろんノ流量アリト謂フ。

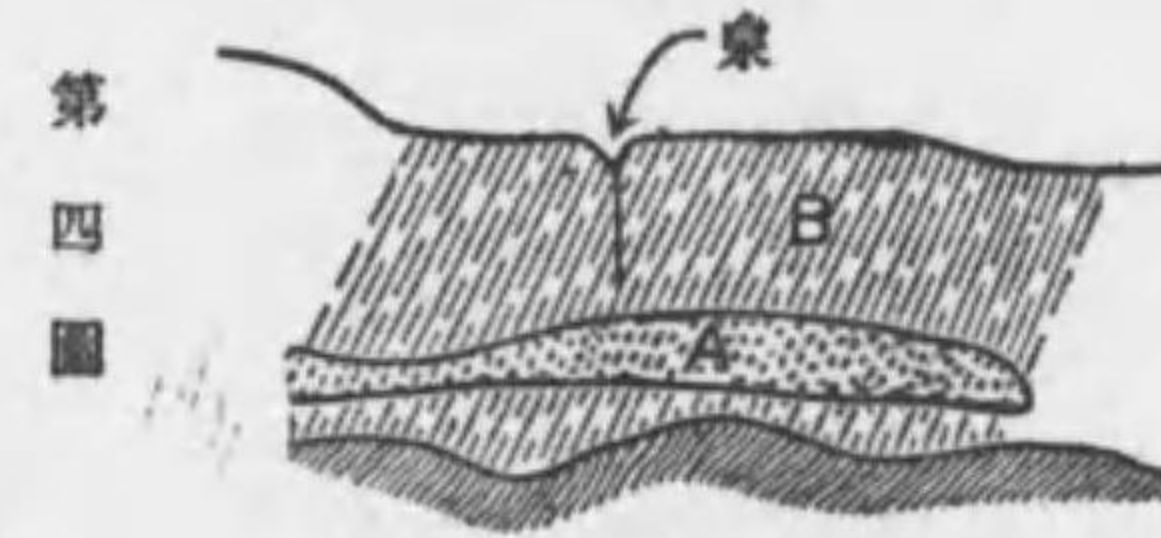
第三圖ニ於テハA及Bニ泉ヲ生ズ。第四圖ニ於テAハ砂ノ如キ層ニテBハ粘土ノ如キ層ナリトス。

地下水ガAノ如キ空隙ノ多キ層中ニ飽和シテ上向キノ壓力ヲ増シ



第三圖

テBノ如キ不滲透性ノ層中ノ弱點ヲ破リテ水ガ上ニ噴キ出デ此處ニ泉ガ出來ル。

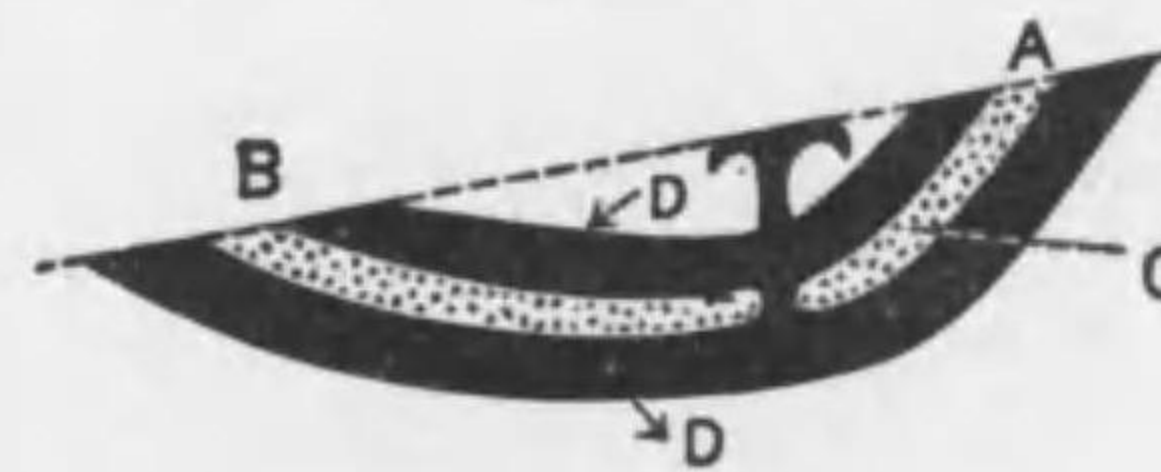


第四圖

第十七節 掘抜キ井戸 (Artesian well)

第五圖ニ於テCハ水ヲ湛フル空隙ノ多キ地層トシ

Dハ不滲透性ノ地層ナリト假定スレバCノ部分ハ不滲透性地層ニテ圍マレタル暗渠ノ如クニナリテ此

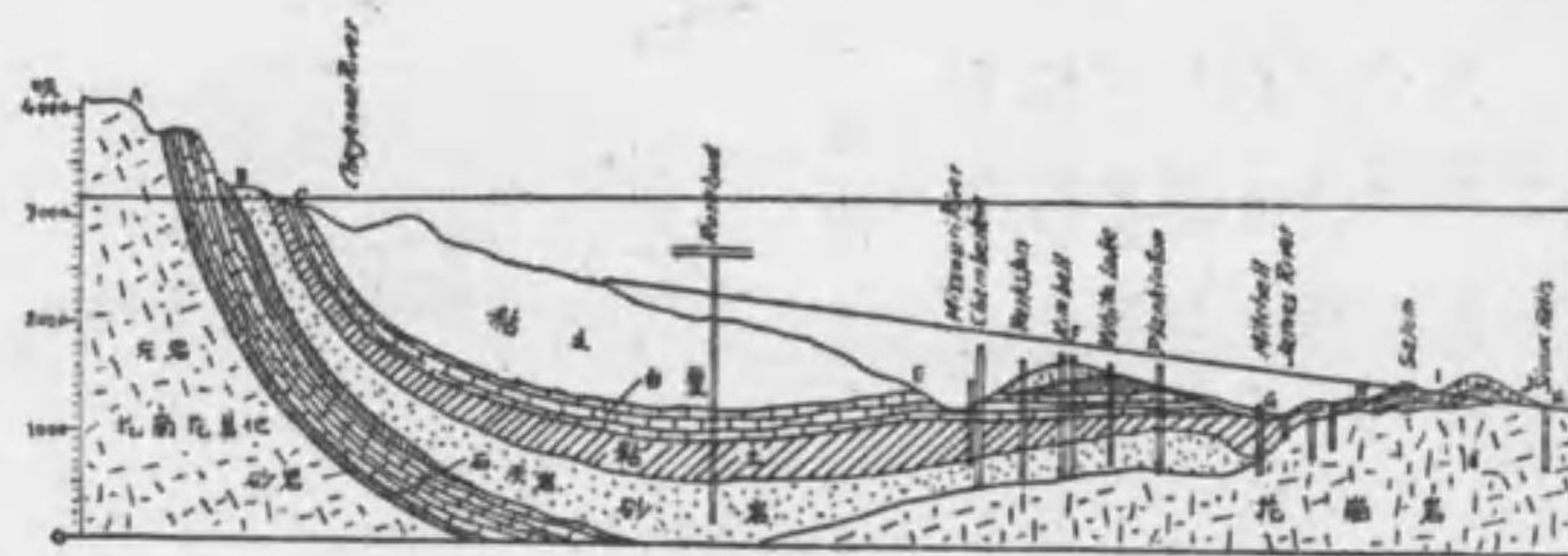


第五圖

ノ形ガ曲レルタメ或ル壓力ヲ水ガ有スルニ至ル。井戸ヲ掘レバ水ハコレヨリAB線迄アガル。又時ニヨリテハBノ出口ノ所ニテ地質ガ特ニ密ナルカ又ハBノ所ニテ多孔性地層ガ甚薄キ時ハ此處ニテ抵抗ガ増

シ水ノ壓力ハ増大シテ水ハAB線ヨリモ高ク噴キアガ
ル。又若シBニテ全ク塞ガレル時ハ水ハ尙ホヨリ
高ク迄アガル理ナリ。

亞米利加合衆國ニ於ケル掘抜井面積ノ中ニテ其ノ高壓ナル事
ト井ノ數ノ大ナル事ニテ著名ナル甚ダ重要ナル掘抜井面積ハ東
方北及ビ南だこた(North and South Dakota)州ニ於ケルちヌー
ミす河流域ノ其レナリ。此ノ面積ハ白堊系(Cretaceous Formation)ノだこた



第五圖(續)

砂岩ヨリ主トシテ給水セラル砂岩層ハ海面上三千尺又ハヨリ高
キ所ニ於テぶらっくひる(Black Hills)及ビろっきー山(Rocky Mountains)
ノ勾配ニ沿ヒテ露出シテ約一萬四千平方哩ト見積ラレタル滲透
面積ヲ供ス此レヨリ層ハ平原ノヨリ近世ノ岩層以下ニ降り稍
再ビ昇リテ約千呎ノ高サニテみすーり(Missouri)河及ビすー
河ニ沿ヒテ層ノ南東端ニテ露出ス更ニ北方ニ至レバ層ノ端ハ蔽
ハレ此處ニテハ水ハ大ニ逸出スル事ヲ妨ゲラル。ちヌーミす及ビ
みすーり河流域ニ於ケル如ク地表ノ低キ諸所ニテ此層迄沈下シ
タル井戸ハ或ル場合ニハ百五十封度毎平方吋ノ靜水壓ノ如キ高
壓ヲ有ス併シ南部及ビ東部ニ至リテハ壓力ハ急速ニ低下ス。第
五圖(續)ハ層ノ配置ヲ示セル南だこたヲ通セル断面ナリ。種々
井戸ニ於ケル靜水頭ハ太線ヲ以テ示サル

第四章 水質ノ試験

第十八節 水中ノ不純物

河、湖、井戸等ノ水ハ相等ノ量ノ不純物ヲ或ハ浮遊ノ
状態ニテ或ハ溶液トシテ含有ス。即チ其ハ鑛物性物
質ノミナラズ生存セル有機體及有機物質ノ廢棄物等
ナリ。化學者ノ立場ヨリ見ル時ハ此等ノ物質ハ勿論
不純物ナリト謂ヒ得ルモ水ヲ家事用又ハ工業用ニ適
スルヤ否ヤニ關シテ判斷スル時ニハ健康上有害又ハ
家事及工業用ニ不適當或ハ外觀、味、臭等ガ不愉快ナル
モノヲ不純物ト稱スル事ヲ得。實際化學的純粹ナル
水ハ寧ロ味良カラズシテ實驗ニヨレバ或ル普通ノ鑛
物性物質ガ含マレタル方ガ飲用ニ對シテ良シト謂フ。

第十九節 試料ノ採取

試料採取ノ法宜シキヲ得ザル時ハ此レヲ以テ試験
シタル結果モ正シカラザルヲ以テ採取ハ大ナル注意
ヲ要ス。

化學分析ノ目的ニ採取スル試料。

此ノ目的ニハ約 $\frac{1}{2}$ ガろんノ容積ノ硝子ノ栓アル壺
ヲ用意シ之ヲ完全ニ洗ヒテ塵芥等ノ附着セルモノヲ
除ク。硝子ノ栓アルモノヲ得ラレヌ時ハ新シキこる

くノ栓アルモノヲ用フル。壺ニ殆ト一杯水ヲ充タス。但シ温度上昇ノ時ニ膨脹シ得ル様ニ少シ空氣ノ部分ヲ殘シ置ク。こるくノ栓ヲ用フレバばらふん等ニテ封セザルヲ宜シトス。井戸ノ水ヲ採取スルナレバ井戸管中ニ殘レル水ヲ凡テ唧筒ニテ汲ミ上グシ後ノ新シキ水ヲ採ルベシ。若シ開井戸ナレバ井戸中ニ元ヨリ在リシ水ノ一部分ヲ汲ミアゲ新シキ地下水ヲ湧出セシメ之ヲ採ルヲ宜シトス。水道ノ水ヲ水栓ヨリ採ルニモ暫シノ間ハ放流シテ後ニ採ル。

はくてりあ分析ニ對スル試料。

此ノ目的ニハ尙ホ大ナル注意ヲ要ス。試料ヲ採レバ可成的早ク試験ヲシテ試験スル迄ニはくてりあノ繁殖スルヲ防グベシ。普通ノ硝子壺ニハ其ノ内壁ニ多少はくてりあヲ附着セルヲ以テ充分洗ヒシ後モ之ヲ撲滅スル事ガ必要ナリ。即チ一時間約華氏二百八十度乃至三百度ノ温度ニテ乾殺菌器中ニテ焙ルカ又ハ華氏二百十二度ニ於ケル蒸氣ニ曝露ス。若シ斯クノ如キ熱殺菌ガ出來ヌ時ハ化學殺菌ヲナス。

即チふらすニテ稀鹽酸ノ如キ無機酸ヲ以テ殺菌ス。次ニ試験スベキ水ヲ以テ少クとも四回充分ニふらすこヲ洗ヘバ此ノ酸氣ヲ取り去リ得。水ノ試験ハ次ノ四ツニ分ツ。

物理試験

化學試験

細菌試験

顯微鏡試験

第二十節 水ノ物理試験

色。地下水ハ大部分無色ナレドモ地表水ハ水中ニ溶解セル溶解性有機物質ヲ含メルヲ以テ甚シク色ヲ帯ベル事アリ。此ノ原因ニテ色ヲ帯ベル水ハ人體ニ大ナル害ナシ

色ヲ決定スルニハ或ル任意ノ標準ヲ作り之レト比較スルヲ常トス。此レニハ色々ノ標準ガ用ヒラレタリ。初メハあむもにあノ試験ニ用フルねすら一標準ニテ生ズル色ヲ用ヒタリ。

黄色ノ水ニ對シテハ此ノ標準ハ可成リ満足ナル結果ヲ與ヘタリ。

最近ノ方法ニテ完全ナル方法ハ次ノ如シ。

標準液ハ白金ノ〇・五瓦ヲ含メル鹽化加里白金($\text{PtCl}_4 \cdot 2\text{KCl}$)ノ一・二四六瓦トこばるとノ〇・二五瓦ヲ含メル結晶鹽化こばると($\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$)ノ一瓦ヲ百立方寸ノ濃鹽酸ヲ有スル水ニ溶カシ蒸溜水ニテ之ヲ一リ一タ一(千立方寸)ニ薄メタルモノナリ。此ノ標準溶液ハ五百ば一つば一ミリ、ん (Parts per million) ノ色ヲ有スルモノトス。此レヲ薄メテ自然ノ種々ノ水ノ色ト同ジクナル様ニ

シテ比較ス。

又此ノ外かろめる溶液ヲ用フル事アリ。

かろめるハ砂糖ヲ焼キタルモノニテ之ヲ水ニ溶カス。

又第六圖ノ如クニ下ニ白紙ヲ置キ之ヲ一ハ標準硝子ヲ通シテ視他ハ試験スベキ水ヲ通シテ見テ其ノ色ヲ比較ス。又ハ第六圖ノイノ中ニ蒸溜水ヲ入レ試験

スベキ水ト同ジ色ト

ナル迄かろめる溶液

ヲ少シツツ入レル方

法アリ。要スルニ色

ノ試験ハ水ノ良否ヲ

知ルヲ得ズ。有害ノ

モノニテモ無色ノモ

ノアリ。無害ノモノニテモ有色ノ者アリ。

濁リ。地表水殊ニ河川等ノ水ハ浮遊物質ノタメニ

多少濁リテ見ユ。此ノ濁リハ流域ノ地質ニ因リテ砂

又ハ粘土ニ原因ス。若シ砂ニテ濁レル時ハ水ガ全ク

不透明トナルニハ多クノ砂ガ含マレザルベカラズ。

之ニ反シテ粘土バ甚少量含有セララルモ大ナル濁リ

ヲ生ズ。

一般ニ濁リハ無機物質ガ水中ニ含マルルニ因ルガ

時ニハ藻類、硅藻ノ如キ植物性微生物ニ原因スル事ア

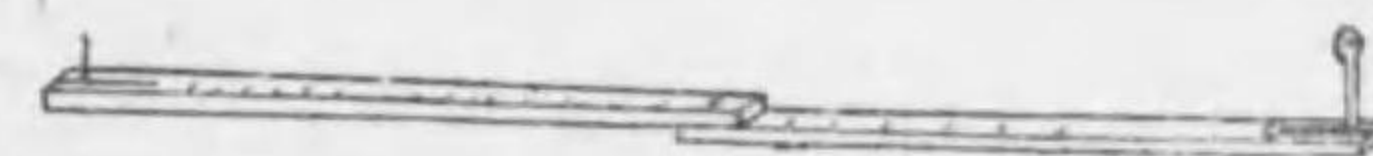


第六圖

リ。濁度ノ試験ハ第七圖ニ示スガ如キ濁度桿(turbidity rod)ヲ以テス。

第七圖ノ如ク断面二分ノ一吋平方ニテ長サ四呎位ノ大サノ木ノ棒

ニテ一端近クニ



直徑一耗(〇・〇四



七吋)ノ白金線ア

第七圖

リ。他端ニハ白金線ヨリ一、二米突(四十七吋四分ノ一)ノ所ニ小ナル孔アリ。此レヲ使用スル方法ハ眼ヲ此ノ孔ニ置キ試験スベキ水中ニ棒ノ白金線ノ方ヲ水ノ表面ニ直角ニ入ル。斯クテ追々棒ヲ水中ニ深ク入レテ白金線ガ丁度見えナクナル時ニ止ム。濁度ハ棒ノ水中ノ深サニテ測ル。百耗沈メテ白金線ガ見えナクナル如キ濁度ヲ百ト稱ス。他ノ濁度ハ棒ノ上ニ記セリ。

第十五表

濁度	白金線ノ深サ(耗)	濁度	白金線ノ深サ(耗)
10	794	160	69
15	551	180	62
20	426	200	57
25	350	250	49
30	296	300	43
40	228	350	39
50	187	400	35
60	158	500	31

70	138	600	28
80	122	500	23
90	110	1,000	21
100	100	1,500	17
120	86	2,000	15
140	76	3,000	12

濁度ノ測定ハ日中ニ明ルキ所ニテ行フヲヨシトス。ルモ直接日光ニ當ラヌ所ニテ行ハザルベカラズ。濁度大ナル時ハ直徑六吋深サ八吋乃至十吋ノ硝子罎ヲ用ヒ濁度小ナル時ハ直徑三呎深サ四呎ノ水槽ヲ用フルベシ。非常ニ濁レル時ハ正確ナル結果ヲ得ルタメ試料ニ清澄ナル水ヲ二倍又ハ其レ以上加ヘテ得タル結果ニ相應ナル係數ヲ乗ズ。

今日本邦水道ニテ用ユル方法ハ多クかをりん溶液 ($Al_2O_3 \cdot 2SiO_2 + 2H_2O$) ヲ用ユル。かをりんノ一瓦ヲ水一リ一ターニ溶カセシモノヲ標準トシテ之レト水トヲ比較シテ濁度ヲ測ル。かをりんハ品質ガ一樣ニアラズシテ尙ホ粉末ニ大小アリ。從テ溶液ノ濁度ハ異ルヲ以テ餘リ之ノ方法ハ良シト云フ能ハズ。

臭及味 自然ニ心地ヨキ味ヲ呈スルモノハ酸素又ハ無水炭酸ヲ含メル水ニシテ却テ蒸溜水ナドヨリ善シ。泉ノ水ノ如キハ上層ヨリ吸收セル揮發性物質ニヨリテ土臭キ臭ヲ呈スル事アリ。又ハ種々ノ礦物性物質ヲ含ミテ色々ノ味ヲ呈ス。地表水ハ多ク動植物

性物質ヲ含有シ色々ノ味臭ヲ呈ス。水ノ臭ヲ充分認知スルニハ水ノ入レル罎ヲ完全ニこるくニテ栓シテ華氏六十五度位ニ温メテ臭ヲ良シトス。又味ヲ知ルニハ攝氏十五度乃至二十度ニ水ヲ温ムルヲ宜シトス。

● 温度。水ノ温度ハ之レヲ使用スル人ニトリテハ大切ニシテ主トシテ水源ノ狀況ニヨリテ決定ス。地表水ハ一般ニ大氣ノ變化ニ從フモ水ハ比熱大ナルヲ以テ空氣ノ變化程大ナラズ。

冬季水道ノ水ハ殆ド氷點ニ達スル所アリテ夏季ハ屢華氏八十度ヲ越エ使用者ニトリテ不便ナリ。強キ風ノ作用ナキ深キ湖水ニテハ下部ノ水ハ水ノ傳導度小ナルタメ其ノ温度ノ變化小ニシテ上部ノ淺キ所ノ水ハ大氣ノ温度ニ從ヒテ變化大ナリ。地下水ハ之ニ反シテ温度比較的一樣ニシテ四十尺乃至五十尺ノ深サニテハ殆ド定温度ノ地帯ニ達シ此處ヨリ汲ミシ水ハ一年ヲ通ジテ華氏四十八度乃至五十二度ノ一樣ノ温度ヲ保ツ。若シ地下水ノ温度ニ大ナル差ガアル時ハ他ヨリ差シ水ノアル事ヲ示ス。掘抜キ井戸ノ如キ甚ダ深キ井戸ニテハ屢地球ノ内部熱ヲ受ケテ高キ温度ヲ有スルコトアリ。

又都市水道ニテ初メ水源ニテハ適當ナル温度ヲ有セシ水ガ此レガ送ラレル配水幹線ガ地表ヨリ淺キニ

過ギ又ハ其距離大ニシテ爲ニ使用者ニ達シタル時溫度が高キニ過ギ又ハ低キニ過グル事アルモ普通一般ニ使用者ニ給水セラルル水ノ溫度ハ水源ノ溫度ニ關係ス。

第二十一節 水ノ化學試験

化學試験ノ目的ハ水ガ下水ニテ汚濁セラレタルヤ否ヤヲ知ラントスルナリ。主トシテ窒素化合物ガ如何ナル状態ニテ存在セルヤヲ知ルニアリ。謂ヒ表ハシ方ハ昔ハ一がろんニ付キぐれーんノ數 (Grains per gallon) ヲ以テセリ。

一英がろんニ付キ一ぐれーんハ七萬分ノ一入レルヲ示シ一米がろんニ付一ぐれーんハ五萬八千三百五十分ノ一入レルヲ示ス。

近來ハ十萬分中ノ部分 (Parts per 100,000) 又ハ百萬分中ノ部分 (Parts per 1,000,000) ヲ以テ表ハスヲ普通トス。

以上ハ勿論重サニ付キテナリ。

全固形體。水中ニ含有セララルル固體ハ炭酸鹽、硫酸鹽等ノ無機物質及動植物性ノ有機物質等ナリ。水中ノ無機物質ハ水ノ硬度ヲ決定シ即チ炭酸カルシウムノ如キ熱シテ沈殿セシメ除去シ得ル物質ヲ含ム水ハ一時的硬度 (Temporary Hardness) ノ水ト謂ヒ硫酸鹽等ヲ含ム水ヲ永久硬度 (Permanent Hardness) ノ水ト謂フ。

飲料水トシテハ普通ノ人體ニハ軟水(硬水ノ反對ノ語即前述ノ鹽類ヲ含マヌモノ)ヨリモ相當ノ硬度ヲ有スル水ノ方ガ善シ。但シ時ニハ硬度大ニシテ工業及家事用トシテ不適當ナル事アリ。此ノ時ニハ化學處理法ニテ之ヲ軟水トスレバ可ナリ。

硬度ノ表ハシ方ハ英國ニテハ水ノ一英がろん中ノ炭酸カルシウムノぐれーんノ數ニテ表ハシ佛國ハ水ノ十萬分中ノ炭酸カルシウムノ部分ニテ又米國ハ水ノ百萬分中ノ炭酸カルシウムノ部分ニテ又獨逸ハ水ノ十萬分中ノ酸化カルシウムノ部分ニテ表ハス。

此レ等各ノ關係ハ左ノ如シ。

佛1度=獨0,56度

英1度=佛1,43度=獨0,8度=米14,3度

獨1度=佛1,79度=英1,25度

本邦ハ英國ノ標準ヲ用フ。此ノ測リ方ヲくらーくす、すけーる (Clarke's Scale) ト云フ。

炭酸カルシウムガ水ノ一英がろん中ニ一ぐれーんアル時硬度一度ナリ。

大ナル硬度ノ水ハ衛生上安全ナラズト云フ漠然タル說アリ。硬水ハ腸ノ障礙主トシテ秘結ヲ此ノ水ヲ慣用セザル人ニ起スコトアリ。

純粹ノ軟水ヲ用ヒシ人ガ急ニ純粹ノ硬水ヲ用フルカ又ハ此レト反對ノ場合ニハ一時的ノ腸ノ障礙ヲ起

スハ一般ニ認メラルル事ナリ。

英國河川汚漬調査委員ハ一般ノ生活状態ガ同様ナル同階級ノ都市ノ間ニ於テ軟水ヲ飲用スル都市及硬水ヲ飲用スル都市ノ死亡率ヲ研究シ其ノ間ニ大差ナキ事ヲ發見セリ。即チ其ノ統計ヨリ結論トシテ主ナル衛生状態ガ同様ナル時ハ死亡率ハ實際上水ノ硬軟ニ關係セザル事ヲ知レリ。

一時的硬度ト永久硬度トノ和ガ全硬度ナリ。

ばるとん氏ハ水道ノ水ハ全硬度ガくらくすすけーるニテ八度又ハ十度以内ニテ此ノ中永久硬度ガ三度乃至四度以内ナルヲ善シト云フ。くらくすすけーるニテ六度ヨリ高キヲ硬水ト謂ヒ六度以内ヲ軟水ト謂フ。

水ノあるかり度。

水ノあるかり度トハ炭酸(CO₂)ニヨリテ水ニ溶ケタル炭酸カルシ-む、炭酸まぐねし-むノ存在ヲ謂フ。

灼熱減量。全固形體ノ量ヲ知ルニハ一定量ノ水ヲ蒸發シテ殘リシ固形體ノ重量ヲ計レバヨシ。此ノ殘滓ヲ追々ト赤熱迄熱スレバ有機物質ハ漸次驅逐セラレ燒ケズニ殘レルモノノ重量ヲ計リ先ノ重サトノ差ヲ知レバ此レガ灼熱減量ナリ。此ノ最後ノ殘滓ガ白色ナレバ礦物性固形體ノ存在ヲ示ス。但シ鐵ガ存在スレバ此ノ殘滓ノ色ヲ無クスル事アリ。多クノ有機

物質ガ存在スレバ黒クナリ動植物質ニ固有ノ特殊ノ臭ヲ發生スル事屢アリ。

全固形體ノ重サト灼熱後ノ殘滓ノ重サトノ差ハ有機物質ノ量ナルモ時ニ或ル無機鹽類ハ熱セララル時ハ分解シ從テ重サヲ減少スル事アルヲ以テ兩者ノ差ヲ以テ全部有機物質ナリト云ヒ得ザル時アリ。

鹽素。地表水及地下水ハ色々ノ割合ニテ鹽素ヲ含ム。其ノ大部分ハ食鹽トシテ含有セララル。鹽素ハ下水ノ中尿ガ最多ク含ミ〇・七五乃至一ぱーせんとも含マル。水中ニ鹽素ガ多ク含マル時ハ尿等ニテ多ク汚サレタルヲ示シ少量ノ鹽素ガ含マル時ハ尿等ニテ汚サル事比較的少キヲ示ス。人ノ多ク住メル土地ハ鹽素ヲ含ム事多キヲ以テ地下水ハ人口ノ少キ所ノ地下水ヨリモ多クノ鹽素ヲ含ム。或ル人ノ研究ニヨレバ一平方哩ニ百人住メバ平均約〇・五ぱーつ、ぱー、みりんノ鹽素ヲ増スト云ヒすれじ、氏ハ英國ニテ之ヲ見積リ一平方哩ニ百人ノ人口増加アレバ〇・四三ぱーつ、ぱー、みりんノ鹽素ヲ増加スルト云フ。水中ニ含マルル鹽素ノ許容最低限度ハふらんくらんど氏ノ説ニヨレバ五十ぱーつ、ぱー、みりんナリト謂フ。

有機物質。衛生上水中ニ含マルル物質中最危険ナルモノハ有機物質ナルヲ以テ此レノ決定ハ甚大切ナリ。水中ノ有機物質ハ動物性又ハ植物性ニシテ純粹

ノ植物質ハ時ニ甚ダ多ク含マルル事アルモ衛生上大ナル害ナキ事アリ。

人間ノ排泄物等ハ最危険ナレドモ化學分析ニヨリテ此ノ有機物質ガ動物又ハ人間ヨリ來レルモノナリヤヲ決定スル事ハ容易ニアラズ。

有機物質ガ分解シテあむもにあヲ生ジコレガ酸類ト化合シテ鹽類ヲ生ズ。此ノ生成物ハ遂ニ他ノばくてりあノ作用ニ因リテ亞硝酸鹽次ニ硝酸鹽トナル。水ヲ試験シテあむもにあガ含マレテアレバ有機物質ニテ水ガ汚サレタルヲ示ス。有機物質ノ量ヲ測ルニハニツノ方法アリ。一ハふらんくらんど氏ノ燃燒法他ハわんくりん氏ノあるぶみのいど あんもにあ法 (albuminoid ammonia method) ナリ。ふらんくらんど氏ノ方法ハ灼熱減量ヲ以テ有機物質ノ量トス。わんくりん氏ノ方法ハ水ノ一定量ヲ蒸溜スレバ遊離あむもにあハ蒸氣ト共ニ水ヨリ出ヅ。此レヲねすら一法ニテあむもにあヲ計ル。次ニ上ノ如ク蒸溜セシ水ニ過まんがん酸加里 ($K_2Mn_2O_8$) ノ苛性加里ヲ加ヘテ強キあるかり度ヲ與ヘタル液ヲ加フ。

之ヲ更ニ蒸溜スレバ未ダ分解セザル有機物質ハ分解シテあむもにあヲ生ズ。之ガ蒸氣ト共ニ出ルヲねすら一法ニテ量ル。斯ノ如クシテ生ゼシあむもにあヲあるぶみのいどあむもにあト謂フ。多クノ水中ニ

ハあむもにあガ炭酸あむもにあニテ含マル。之レハ動植物性物質ガ腐敗シ又ハ尿等ガ分解シテ生ジタルモノナリ。

亞硝酸鹽。亞硝酸鹽ガ水中ニ在レバ有機物質ガ分解ノ途中ニ在ルヲ示ス。從テ此レノ存在ハ水ガ有機物質ニテ現在汚漬セラレテ居ルヲ示ス。此ノ鹽類ハ硝化ばくてりあ (nitrifying bacteria) ニテあむもにあ生成物ガ不完全ノ酸化ヲナシテ生ズルカ又ハ分解セル有機物質中ニ多クアル脱硝化ばくてりあ (denitrifying bacteria) ニヨリテヨリ安定ナル硝酸鹽ガ還元セラレテ生ズルモノナリ。普通斯カル物質ハ良キ井水中ニハ無ケレドモ若シ存在スレバ還元法ニヨリテ生ゼシモノニテ此ノ變化ハ屢第一酸化鐵ノ如キ無機物質ニヨリテ遂行セラル。

水ノ中ニ多クノ亞硝酸鹽及遊離あむもにあガ含マレテ居レバ此ノ水ハ地表又ハ地下ノ水中ノ下水ニヨリテ汚漬セラレテ居ルヲ示ス。りーす氏ノ標準ニヨレバ百萬分中〇・〇〇三以上アルヲ禁ズ。

硝酸鹽。水中ニ此レガ存在スル事ハ生物學的作用ニヨリテ窒素ガ最後ノ状態ニ變化セシヲ示シ過去ニテ汚漬セラレタルヲ表ハスモ現在ニテハ危険ナシ。屢深キ井戸ノ水ハ多量ノ硝酸鹽ヲ含ム。若シ此ノ外ニ遊離あむもにあ又ハ亞硝酸鹽ガ存在スレバ不完全

酸化ヲ意味ス。

酸素消費。有機物質ノ量ヲ決定スルノ方法ニシテ水中ニ存在スル有機物ヲ酸化スルニ要スル酸素ノ量ニテ有機物ノ量ヲ決定ス。

有機物質ノ外ニ第一鐵鹽、亞硝酸鹽等ガ含まレタル水ニ過まんがん酸加里ノ酸性溶液ヲ加フル時ハ初メノ十分乃至十五分間ハ酸化シ易キ亞硝酸鹽、第一鐵鹽等ガ酸化セラレ次ニ比較的酸化シ難キ有機物質ノ炭素ガ過まんがん酸加里中ノ酸素ヲ取リテ酸化ス。斯クテ過まんがん酸加里ヲ一滴ヅツ水中ニ加フレバ初メノ中ハ此レノ紫色ハ直チニ消ユルモ最早紫色ガ消エザル時ニ達ス。此レ迄ニ加ヘタル過まんがん酸加里ノ量ニテ有機物質ノ量ヲ計ル。

第二十二節 水ノばくてりあ試験

水ヲ化學的ニ研究スル事ニ比スレバばくてりあ試験ハ最近ノ進歩ニシテ第十八世紀ノ初メコホ氏ノ新紀元ヲ開ク發見ニ基ク。此ノ方法ハ追々進歩シテ今日ノ發展ヲ見ルニ至レリ。

ばくてりあニモ有害ノ物ト無害ノ物トアルヲ以テ水中ニばくてりあガ多クモ直チニ此ノ水ヲ以テ不衛生的ナリト斷言シガタキモばくてりあガ多キ事ハ少クモ水中ニ此レノ營養素トナル有機物質ガ多キ

事ヲ意味スルヲ以テ此ノ水ハ下水等ニテ汚瀆セラレシ水ナリヤ大ニ注意セザルベカラズ。

ばくてりあノ數ヲ決定スル方法。

ばくてりあハ非常ニ小ナルヲ以テ單ニ直接顯微鏡ヲ以テ此ノ數ヲ明ニ數フル事能ハズ。

水中ノばくてりあノ數ハ其ノ水一立方種中ノばくてりあノ數ヲ以テ示ス。

ばくてりあノ數及其ノ一般ノ性質ヲ知ルニハ試験スベキ水ニばくてりあノ營養トナル培養物ヲ加ヘ此レニヨリばくてりあハ生育シテ各一ノばくてりあヨリノ聚合體(Colony)ヲ形成ス。之ハ肉眼ニテ見得ル大ナルヲ以テ此ノ數ヲ讀ミテばくてりあノ數ヲ知ル。出來シ聚合體ハばくてりあノ種類ニ應ジテ特徴アリ。

牛肉ノ絞リ汁ヲ膠ニテ固メテ培養基ヲ作ル之ヲ管ノ中ニ入レテ湯ノ中ニツケテ溶カシ此ノ管中ニ試験スベキ水ヲびべとニテ分量ヲ計リテ入ル。此レヲ能ク混和シテ徑三吋半高サ六分乃至七分位ノ皿ノ上ニアケテ薄ク擴グ。

培養基ハ固マル。此ノ皿ヲ暗所ニ置キテ攝氏二十二度ニシテ二日間放置スレバばくてりあハ自身發育ノ都合ヨキ状態ニテ發育シ聚合體ヲ形成ス。此ノ數ヲ調べテばくてりあノ數ヲ知ル。

試験スベキ水ヲ常温ニテ培養基ヲ作ル前長ク放置スレバ此ノ間ニ水中ノばくてりあハ甚迅速ニ發育シテ試験ハ不正確トナル。故ニばくてりあノ數ヲ調ブル定量試験ニテハ試料ヲ取ル前ニナルベク培養基ヲ作り置クヲ宜シトス。若シ同時ニ培養基ヲ作り直チニ試験スル事能ハザル時例ヘバ試料ヲ遠キ試験所迄運バザルベカラザル如キ時ハ運搬中壺ニ一杯水ヲ充タシ水ニテ冷シテ氷點トスレバばくてりあノ發育甚少シ。凡ソばくてりあノ數ハ水一立方種中二百以内ナレバ善良ナル水ナリト云ヒ得ルト云フ。本邦水道ニテハ細菌聚落數百以内ノモノヲ飲料ニ適スルモノトシ土地ノ狀況ニヨリテ百五十又ハ二百以内ノモノ迄飲料ニ適スルモノトスル事アリ。

ばくてりあノ數ヲ調ブルノミナラズ之レガ病原菌ナリヤ否ヤヲモ調べザルベカラズ。

人間又ハ動物ノ腸ノ内容物ヲ試験スレバ大抵ハ大腸菌(Bacillus Coli Communis, B. Coli)ヲ見出ス。

此ノばくてりあハ排泄物ト共ニ體外ニ出ヅ。水中ニ大腸菌ガアレバ此ノ水ハ排泄物ニテ汚サレテ居ルヲ示ス。大腸菌自身ハ甚危険ナルモノニアラザルモ病原菌ガ之ト密接ノ關係アルヲ以テ注意ヲ要ス。

京都市水道ニ於ケル各種水質試験成績ハ第十六表ノ如シ。

第十六表 各種水質試験成績 (自大正四年一月至大正四年十二月)

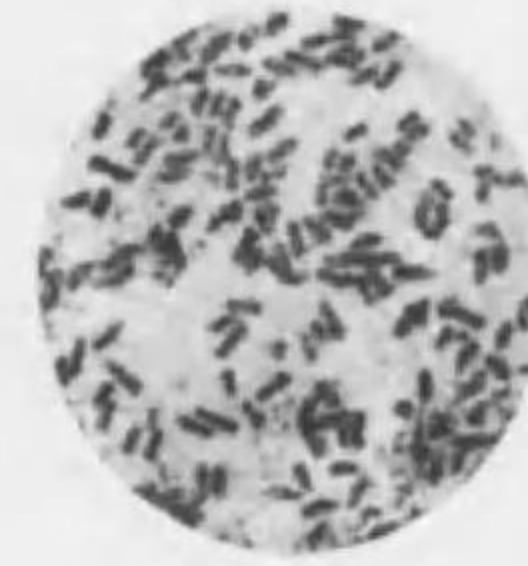
大正四年	一月	二月	三月	四月	五月	六月	七月	八月	九月	十月	十一月	十二月
試驗回数	8	8	9	8	7	9	9	8	8	9	9	7
色濁度	36	36	43	30	33	42	24	16	16	18	18	16
臭味	8	8	9	8	7	9	9	8	8	9	9	7
反酸	8	8	9	8	7	9	9	8	8	9	9	7
カルシウム	8	8	9	8	7	9	9	8	8	9	9	7
最高濃度	4.693	4.693	4.693	4.693	4.615	4.615	4.615	4.615	4.615	4.693	4.615	4.693
最低濃度	4.615	4.615	4.615	4.615	4.615	4.615	4.615	4.438	4.438	4.615	4.615	4.615
平均濃度	4.954	4.683	4.684	4.644	4.615	4.615	4.615	4.549	4.593	4.624	4.615	4.626
硫酸	5	7	6	8	7	9	9	8	8	8	9	6
磷酸	3	1	3	8	7	9	9	8	8	8	9	6
硝酸	8	8	9	8	7	9	9	8	8	9	9	7
亞硝酸	8	8	9	8	7	9	9	8	8	9	9	7
アンモニア	8	8	9	8	7	9	9	8	8	9	9	7

鹽基度	最高			最低			平均		
	最高	最低	平均	最高	最低	平均	最高	最低	平均
2.600	2.600	2.500	2.563	2.600	2.500	2.544	2.600	2.500	2.500
2.500	2.500	2.500	2.538	2.500	2.500	2.513	2.500	2.500	2.500
2.586	2.586	2.586	2.586	2.586	2.586	2.586	2.586	2.586	2.586
54.005	53.000	49.000	53.000	52.500	51.000	51.000	51.000	51.500	54.000
48.000	46.500	49.000	46.500	46.500	50.000	48.500	50.000	50.000	50.000
49.286	50.625	50.500	50.500	50.278	50.375	50.143	50.611	52.000	51.813
0.859	0.948	1.106	0.948	0.948	0.869	0.869	0.869	1.106	0.869
0.761	0.761	0.761	0.761	0.790	0.790	0.761	0.761	0.761	0.761
0.789	0.815	0.862	0.843	0.862	0.859	0.797	0.791	0.910	0.793
46	96	87	98	98	59	53	62	86	38
22	26	21	25	25	20	16	19	17	20
33	44	47	56	56	31	28	33	34	26
2.600	2.600	2.600	2.600	2.600	2.600	2.600	2.600	2.600	2.600
2.500	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500
2.589	2.589	2.589	2.589	2.589	2.589	2.589	2.589	2.589	2.589
55.000	58.500	56.000	56.000	56.000	51.500	54.000	54.000	55.000	55.000
53.500	53.000	48.500	53.000	50.000	50.000	48.500	50.000	50.000	53.000
54.167	54.556	54.375	54.375	54.375	50.375	50.143	50.611	52.000	51.813
0.790	0.790	0.869	0.869	0.869	0.869	0.869	0.869	1.106	0.869
0.761	0.761	0.761	0.761	0.790	0.790	0.761	0.761	0.761	0.761
0.789	0.820	0.777	0.820	0.820	0.859	0.797	0.791	0.910	0.793
66	50	50	50	50	62	86	38	86	38
20	21	19	21	21	19	17	20	17	20
30	31	25	31	31	26	26	33	34	26

備考
 一、細菌ノ培養期間ハ三日間トス
 一、表中ノ*符號ヲ付セルモノハ試験回数ヲ示ス
 一、本表ノ濾過水ハ濾過槽ニ就キ採取試験セルモノヲ云フ
 一、表中各月成分ノ平均數ハ該月中ニ施行セル各個試験成績ノ和ヲ試験回数ヲ以テ除シタル數ナリ
 一、京都市上水道水質検査ハ明治四十五年四月ヨリ開始ス

第十六表中濁度及色度ハ白陶土及かろめる溶液一
 みるぐらむヲ水一り一た一中ニ溶解セシモノヲ一度
 トス。固形物ハ水一り一た一中ニ含有スルみるぐら
 びナリ。鹽基度ハ水十萬分中ニ於ケルあるかりノ含
 有量ニテ一度ハ水百立方櫃ニ費シタル五十分ノ一定
 規硫酸溶液一立方櫃ニ當ル。細菌數トハ檢水一立方
 櫃中ニ存在スル數ヲ云フ。

次ニちぶす菌、これら菌、大腸菌、赤痢菌ヲ示ス。



赤痢菌



ちぶす菌



大腸菌



これら菌

第二十三節 水ノ顯微鏡試験

*此ノ試験ニテばくてりあ以外ノ浮遊物質ヲ調べ
 トス。此レニハ無機及有機體アリ。前者ハ衛生上大
 ナル關係ハ無ケレドモ水ノ物理的性質ニ關係スル事
 大ナリ。後者ハ大ナル關係アリ。水中ニ布毛等ノ織
 維アレバ少クトモ此ノ水ハ人類廢棄物ヲ以テ汚レタ

ルヲ示シ人間又ハ動物ノ寄生蟲ノ卵ガアレバ大便ニテ汚サレタルヲ示ス。此ノ外水中ニハ種々ノ微生物アリ。ばーふら、藻類、硅藻、甲殻類等ナリ。

水中ニ此レ等微生物ガアルトモ人間ノ健康ニ大ナル影響無ケレドモ味、臭、色等ガ大ナル變化ヲ受ケ又ハ微生物ハ一般ニ繁殖力大ナルヲ以テ濾過池ノ砂ノ空隙ヲ充タシテ濾過作用ヲ妨ゲ又ハ水管ノ内壁ニ附着シテ流レヲ妨グル如キ事アリ。

水中ニ存在スル量ニ關シテ明確ナル報告ヲ得ルタメニ有機體ヲ集中スル事ガ普通必要ニシテ此レハ一般ニせぢういっくらふた一法 (Sedgwick-Rafter Method) ヲ以テ爲ス。即チ或ル量ノ水ヲ細砂ヲ通シテ濾過シ次ニ其ノ砂ヲ注意シテ洗滌シ、洗滌水ノ一立方糎ヲ特別ニ作りタル板ノ上ニ流シ此ノ上ニテ顯微鏡ヲ以テ試験ス、此ノ試験ニテ存在スル有機體ノ種々ノ種類ヲ決定ス。

此レ等試験ノ定量結果ハ每立方糎中ノ或ル數ニテ普通ニ言ヒ表ハサル。一個ハ四百平方みくろん(一みくろんハ0.001耗ニ等シ)ノ面積ニヨリテ表ハサル故ニ顯微鏡試験ハ存在スル顯微鏡的有機體ニ關スル定性及ビ定量ノ知識ヲ與フ

第五章 貯水及配水ガ水ノ品質ニ及ボス影響

第二十四節 貯水ガ水ノ品質ニ及ボス影響

貯水池ヲ設ケテ此レヨリ水ヲ取り入ル事アリ。斯クノ如ク貯水セル間ニ水ハ善ク又ハ悪ク變化ヲ受ク。貯水中水ノ品質ガ良クナルハ一般ニ地下水ヨリモ地表水ノ場合ニ多ク地表水ヲ貯水セル間ニ沈澱作用ガ起リテ浮遊物質ト共ニ種々ノばくてりあ又ハ溶解セル有機物質ノ一部ガ沈澱ス。多クノ河川ガ特ニ洪水期中ニ有スル多量ノ礦物性物質ガ浮遊セル時ハ沈澱ニヨリテ水ガ淨化セラルル程度ハ浮遊固形體ガヨリ少キ時ヨリモ大ナリ。

せんとりいすニ於テハ水道用水ハみぞり河ヨリ引水シ一年ノ中アル時季ニハ容積ニテ二ばーせんとノ浮遊固形體ヲ含有ス。此ノ約九十五ばーせんとハ貯水池中ニテ二十四時ノ間ニ沈澱シ此ノ結果ばくてりあノ數モ大ニ減少ス。水ガ有機物質ニテ色ヲ帯ベル時ハ其ノ色ハ貯水中ニ減少セラル。此レハ太陽ノ光線ノ作用ニ因ルモノナレドモ非常ニ深キ所迄ハ急速ニハ此ノ作用ハ及バズ。

以上ハ貯水中水ガ良化セラルル場合ナリ。

次ニ悪化セラルル場合ニツキ述ベントス。

地表水ハ或ル狀況ニ於テ貯水中悪化セラルル事アリ之レハ水ヲ停滯セシムルニ因ルモノニテ或ル溫度狀態ニテ甚靜穩ナル時例ヘバ池ガ氷ヲ以テ覆ハルガ如キ時ニ貯水池中ノ水ハ上下ノ循環セズシテ下層ノ水ハ沈滯シ池ノ底ニ多量ノ有機物質ガアル時即チ水ガ人工的ニ造ラレタル湖中ニ貯水セラルル如キ場合ニハ水中ニ溶解セル酸素ハ迅速ニ盡キテ凡テノ有機體ヲ死滅セシメ屢水ガ惡臭ヲ放ツ。池底ノ上層土壤中ノ有機物ヲ地表水ヲ貯フル前ニ除去スレバ此ノ困難ハ起ラズ。砂利又ハ砂ノ底ヲ有スル湖中ニテハ此ノ事ハ起ラズ。

地下水及人工的濾過法ニテ淨化セラレタル水ハ開貯水池ニテ貯水スルモ良化セラレズ。

實際土壤ノ層ヲ通リテ濾過ハラレ淨化セラレテばくてりあノ含有數甚減少シタル水ハ貯水ニテ良化セラルルヨリモ悪化スル事大ナリ。

地表水及地下水兩方ニテノ給水ハ純粹ノ地下水ノヨリモ困難大ナリ。此レ地表水ガ混入セルタメ生活セル有機體ヲ混入シ此レガ迅速ニ水中ニテ發育スルヲ以テナリ。

淨化セシ水ヲ靜ニ放置スレバばくてりあハ豊富ニ發育スルモ此ノばくてりあハ普通ノ水ばくてりあナ

ルヲ以テ水ガ良化セラルル事ハ無キモ衛生上大ナル危険ナシ。

地下水ハ地層ヲ通過セルヲ以テ多量ノ溶解性礦物質ヲ含有ス。從ツテ此ノ水ハ或ル種類ノ植物性物質ノ發育ニ適ス。

池底ニ有機性沈澱物ガ沈積スルタメアル種ノ微生物ノ發育ヲ増進スル事アリ。此ノ中あすてりをねらノ如キ硅藻ハ特殊ノ臭ヲ發スルヲ以テ最有害ナリ。

藻類ノ發育ヲ防止セントスレバ池ニ屋根ヲ造リ此レ等植物ノ發生ニ必要ナル直接ノ日光ヲ遮ギルカ又ハ硫酸銅等ヲ加フベシ。大ナル池ニテハ後者ヲ適用シ得ルモ充分ナル注意ヲ要ス。或ル種類ガ死滅シテ却テ他ノ者ガ發育スル事アリ。

屋根ノアル池ニテハ或ル地下水ハ影響ヲ受ク。ばくてりあ及有機物ヲ食物トセル動物體等ハ生活スルニ日光ヲ要セザルヲ以テ都合ヨク生存シ得。最モ注意スベキモノハ鐵ばくてりあ(Iron bacteria)ニシテ鐵及有機物質ヲ含有スル水中ニ非常ニ發育シ屢植物性發生物ノ集團ニヨリテ給水管ヲ閉塞スル事アリ。時々此ノ水ベすと(Water pest)トモ謂ヒ得ベキ者ガ非常ニ繁茂シテ給水ノ方針ヲ變化セザルベカラザル如キ事アリ。例ヘバ伯林ニ於テハ此ノタメニ水ヲ配水管ニ送ル前ニ水中ノ鐵ヲ除去スル方法ヲ講ジタリ。

第二十五節 配水ガ水ノ品質 ニ及ボス影響

配水管中ニテ水ノ品質ノ變化ガ起ル事アリ。

溫度ハ水管ヲ通過スル間ニ非常ニ變化シ生存セル有機體ニ影響ヲ與フ。水ガ鐵管ニ及ボス作用ハ大ニシテ若シ石灰及まぐねしお鹽ニ乏シキ水ナレバ特ニ然リトス。管ハ相當ノ保護ヲセザル時ハ錆ヲ生ジ所謂鐵瘤 (Iron Tubercle) ガ内面ニ生ズ。配水管ノ死端ニテハ水ガ沈滯セルタメ鐵氣ノ味ヲ呈シ鐵ノ錆ヲ含ミテ外見甚惡シ。此ノ狀況ハ若シ水自身ガ溶液トシテ鐵化合物ヲ含メル時更ニ甚ク此ノ場合鐵ばくてりあガ大ニ繁殖ス。

無水炭酸又ハ有機酸ニ豐富ナル水ハ鉛管ナレバ溶解作用ヲ及ボシテ鉛毒 (Lead poisoning) ヲ生ズ。

大抵ノ顯微鏡的有機物ハ配水管中ニテ減少ス。水源ガ貯水池又ハ地表ヨリナレバ屢藻類ヲ含ムガ之レハ暗中ニテハ生活シ得ザルヲ以テ死滅シ直チニ管中ニテ腐敗シ其ノ量多キ時ハ不愉快ナル惡臭ヲ放チばくてりあノ食物トナル。多クノ有機體ハ沈澱シ特ニ高キ建物ノ管中等ニ沈積ス。有機物ヲ食物トセル動物體ハ斯カル狀況ノ下ニ發育シ得。地表ノ源ヨリ給水セラレル水ニテハ海綿原生動物及苔蟲類ヨリ成レ

ル管苔ノ厚キ層ニテ配水管ノ内壁ガ蔽ハルル事アリ。地下水ニテハ大ナル困難無キガ如シ。

配水中ニ水中ノばくてりあノ數ハ變化ス。

即チ或ハ増加シ或ハ減少シばくてりあノ作用ニ關シテハ一定ノ法則無シ。

第二十五節(續) 唧筒送水ノ影響

井ヨリ水ヲ連續的ニ唧筒揚水スレバ水ノ品質ハ或ハ良化シ或ハ惡化ス、例ヘバ若シ汚染ガ構造中ノ汚穢ニ因リテ新井中ニ存スレバ連續揚水ハ汚染水ヲ除去シ一般ニ水ノ品質ハ良化ス、併シ或ル狀況ノ下ニテハ唧筒揚水ハ地下水ノ靜水狀況ヲ低下シ且ツ變化シ斯クテ遠方ノ源ヨリノ汚濁ガ低下ノ圓錐 (Cone of Depression) 中ノ地下水位ノ低下及ビ種々ノ地層ヲ通ル増加流速ニ基因シテ清水中ニ現ハル。尙ホ地下水ノ靜水狀態ニ於ケル此ノ如キ變化ハ標準狀況ノ下ヨリモ全然異レル源ヨリ引水スル結果ヲ生ジ從テ水ノ品質ハ大ニ變化ス。ういすこんしん州までいそん市ニテハ上水ヲ得タル井ハ元ハ自流井ナリシモ連續的ニ用ヒタル爲ニ靜水位ハ年々約一呎ノ低下ニ相當シテ西曆千九百二十三年ニ表面下四十三呎ト四十四呎ノ間ニアリ。

第六章 水道ノ一般配置

第二十六節 集水工事

水源ノ性質ニ因リテ異リ或ハ大ナル河川又ハ天然ノ湖ヨリ集水シ時ニハ地下水ヲ取リ又ハ貯水池ヲ設ケテ小ナル河ヨリ水ヲ取ル事アリ。

第二十七節 浄水工事

此ノ方法ハ水ニ含マルル不純物ノ種類ニ因リテ異リ。例ヘバ地表水ナレバ浮遊物質、ばくてりあ等ハ沈澱池ニテ一部除去セラレ次ニ種々ノ型ノ濾過池ニテ除カレ不愉快ナル瓦斯ハ氣曝 (Aeration) ニヨリテ除去セラル。地下水ノ場合ハ鐵ハ氣曝及濾過法ニテ硬度ハ化學沈澱等ノ方法ニテ除カル。

第二十八節 送水及配水工事

水源ヨリ水ヲ引ク水路ハ送水工事ニテ配水池ヨリ鐵管ニテ市中ニ水ヲ配ルハ配水工事ナリ。

第二十九節 重力式ト唧筒式

重力式ハ唧筒ノ力ヲ藉ラズ重力ノミニヨル。唧筒式ハ左ノ如ク分ツ。

(一) 配水池迄唧筒ニテ水ヲ揚ゲ之ヨリ市中ニ重

力ニテ配水ス。

(二) 豎管 (Stand Pipe) 又ハ高架水槽 (Elevated Tank) 迄水ヲ揚グ。

(三) 直接水道鐵管中ニ唧筒ニテ水ヲ押シ込ム。
多クノ場合配水池又ハ豎管ノ作用ハ唧筒ノ揚水量ガ需要ヨリ多キ時ニハ其ノ過剰ノ水ヲ蓄ヘ需用ガ唧筒ノ揚水量ヲ超過スル時ニ此ノ貯水ヲ配水ス。

諸種ノ式ヲ安全、經濟、便利等ノ諸點ニ就キテ比較セントス。安全即チ作業ノ確實ナル事ハ重力式ガ優ル。此レ凡テ自然ノ重力ニ依レルモノナルヲ以テナリ。次ニ安全ナルハ高キ配水池迄唧筒ニテ揚水スル法ナレドモ時々汽鐘ノ破裂等ヲ災厄アリ。次ニ配水池ノ代リニ小ナル水槽又ハ豎管ニテ僅ニ數時間分ノ貯水ヲ有スルモノヲ作レル水道多クアレドモ若シ高キ所ニ相當ナル大サノ配水池ヲ設クルヲ得バ此ノ方法ハ可成避クルヲ宜シトス。次ニ直接唧筒ニテ配水スル方法ハ唧筒ヲシテ凡テノ消費水量ノ變化ニ應ジテ送水セシムル必要アルノミナラズ火災ノ時一時ニ多量ノ水ヲ送り得ル様ニ設備スル必要アリテ安全ノ點ニテハ最後ニ位スルモノナリ。

次ニ經濟、便利ハ其ノ土地ノ狀況ニヨル。重力式ハ引水スル水路費大ニシテ又貯水池ヲ要スル時ハ高キ堰堤ヲ要スル如キ時ニハ工費甚大ナリ。唧筒式ニテ

ハナルベク配水池ヲ造リ之レニ向ヒテ唧筒ニテ揚水スルヲ可トス。配水池ハ之ヲ建設スル初メノ工費ハ大ナルガ唧筒ノ働ガ一樣ナル利益アリ。又鐵管ガ細クテ濟ム事トナル。小ナル水道ニテハ唧筒ヲ一日便宜ニ從ヒテ八又ハ十又ハ十二時間運轉セシメ残りノ時間ハ休マシテ置ク便利アリ。

壓力ノ一樣ニ關シテ述ブレバ重方式ト配水池式トハ共ニ良好ナリ、唧筒直送ハ最モ望マシカラザルモ全然ニ不利ナリト斷言スルヲ得ズ何トナレバ壓力ガ要求ニ適スル様ニ迅速ニ改變シ得ルヲ以テナリ、斯クシテ防火ニ對シテ必要ナル高壓ハ必要ナルマ、ニ供スルヲ得又他時ニテハヨリ少ナル壓力ヲ用ヒ得ルガ、此レハ經濟的ニ甚ダ重大ナル事ナリ。堅管ト直壓式トヲ組合セタルモノニモ同様ノ利益ガ存在シ此ノ場合ハ尙ホ平時ニテ唧筒ヲヨリ自在ニ作業シ得ル利アリ。

第七章 水理學

第三十節 噴出孔ト流量

收縮係數 (Coefficient of Contraction) 水量餘リ多量ナラザル時ニ之レガ測定ノ爲メニ噴出孔 (Orifice) ヲ用フル事アリ。

此ノ時噴出孔ヨリ噴出スル水ノ横斷面ハ必シモ噴出孔ノ面積ト一致セズ。此ノ現象ヲ“Vena-contracta,” 又ハ“Contracted vein,” ノ現象ト云フ。而シテ斯クシテ收縮シタル面積ト噴出孔面積トノ比ヲ收縮係數ト云フ。

噴出孔ノ周縁形狀ニハ種々アレドモ收縮係數ヲ完全ニシ最モ精密ナル流量測定ヲナサンタメニ第九圖Aノ如キ噴出孔ヲ使用ス。即チ周縁ハ薄金屬性ノモノヲ用ヒ且ツ其ノ縁ヲ鋭クシ噴出水ハ其ノ内側縁ノミニ觸レテ出ヅル様ニシ其ノ上此ノ薄縁ト水槽ノ内面トヲ能ク一平面ニ馴染マシムルコトヲ要ス。

水量測定用噴出孔ハ水槽ノ垂直側邊ニ設ケルヲ普通トシ時ニ底部ニ設ケル事アリ。前者ニ於テ噴出孔上ノ水頭ハ少クトモンノ垂直高サノ三倍乃至四倍タルヲ宜シトス。第九圖ノ如キ標準噴出孔ハ普通水量測定ニ用ヒラルル形ナリ。

第三十一節 小噴出孔ト流量

小噴出孔トハ孔口ノ面積ガ水頭ニ比較シテ小ナル場合ニシテ今Aヲ噴出孔ノ面積、vヲ速度、Qヲ流量トセバ理論上ニ於テ

$$v = \sqrt{2gh} \quad Q = A.v$$

實際ニ於テハ、

$$v = C_v \sqrt{2gh}$$

$$Q = C_c A.v = C_c A C_v \sqrt{2gh}$$

$$= C A \sqrt{2gh} \dots\dots\dots(13)$$

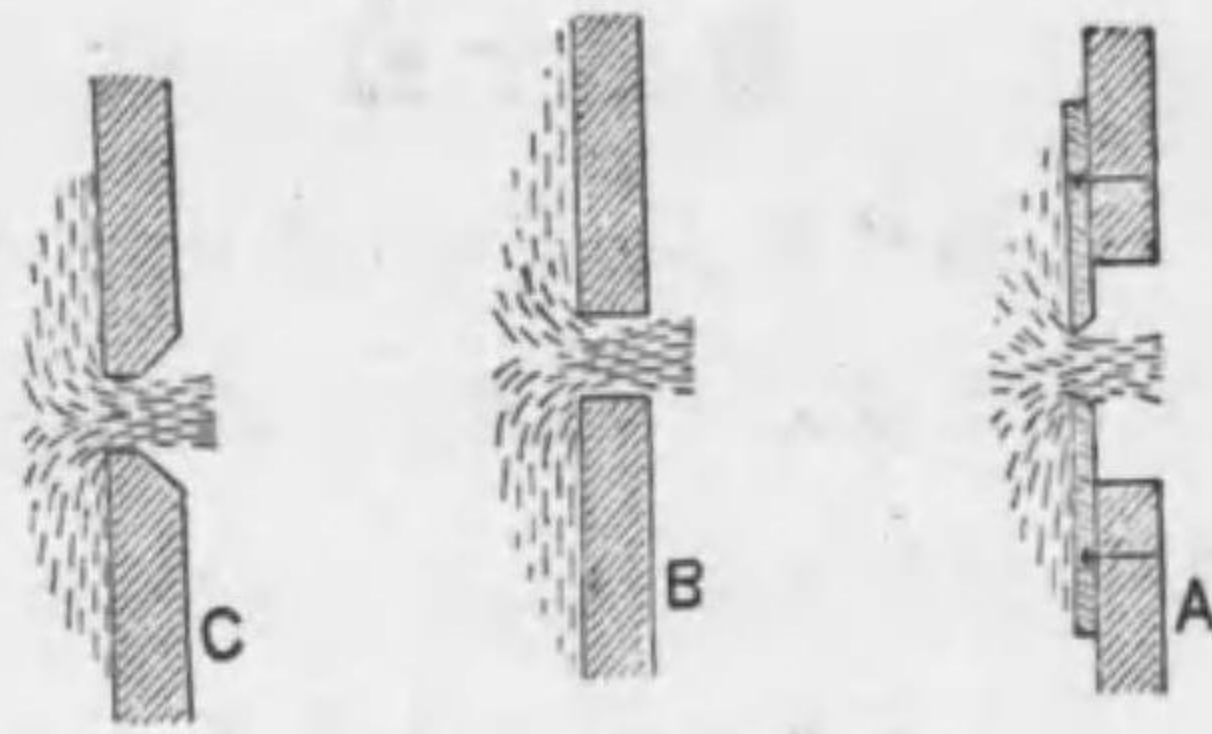
上ノ式中、

$\left\{ \begin{array}{l} C_v = \text{速度係數} \\ C_c = \text{收縮係數} \\ C = \text{流量係數} \end{array} \right.$	普通	0,98
	"	0,62
	"	(0,59~0,63), 平均 0,61

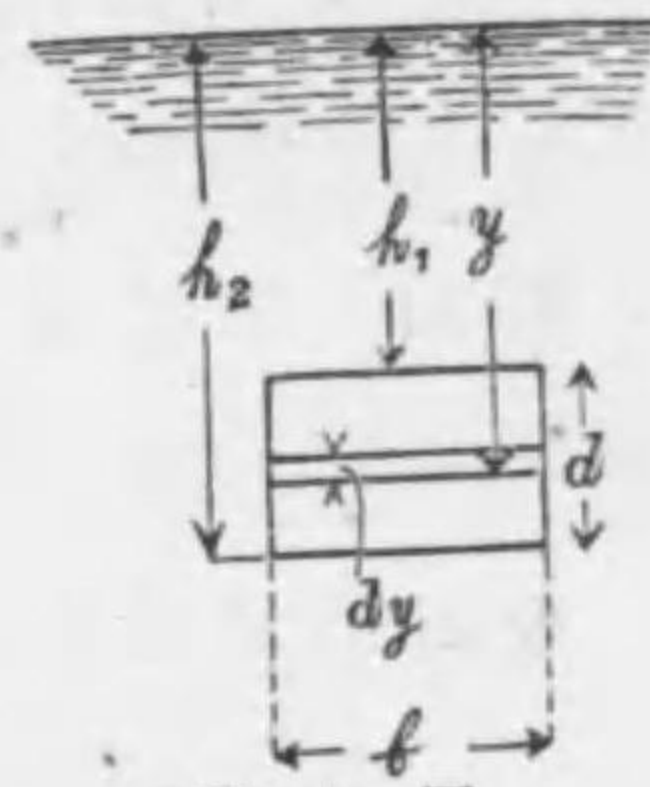
一般ニCハ高落差ヨリモ低落差ニ於テ大方形ヨリモ矩形ニ於テ大及圓形ヨリモ方形ニ於テ大ナリト云フ。

第三十二節 矩形大噴出孔ト流量

此ノ場合ハ前述セル公式ニヨレバ多少誤差ヲ生ズ



第九圖



第十圖

ルヲ以テ次ニ之レヲ示サン。(第十圖参照)

理論公式 $Q = \int_{h_2}^{h_1} dQ = b \int_{h_2}^{h_1} \sqrt{2gy} dy$

$$= \frac{2}{3} b \sqrt{2g} (h_2^{\frac{3}{2}} - h_1^{\frac{3}{2}}) \dots\dots\dots(14)$$

實際公式 $Q = C \frac{2}{3} b \sqrt{2g} (h_2^{\frac{3}{2}} - h_1^{\frac{3}{2}}) \dots\dots\dots(15)$

大抵ノ場合方形垂直噴出孔ヨリ噴出スル實際流量ハ概約次ノ如キ公式ヨリ求ムルコトヲ得。

$$Q = C b^2 \sqrt{2gh} = 8,02 c b^2 \sqrt{h} \dots\dots\dots(16)$$

上式中Qハ流量、gハ重力加速度、Cハ流量係數及hハ噴出孔ノ中心ニ於ケル水深ニシテbハ正方形ノ一邊ノ長サナリ。

第三十三節 圓形垂直噴出孔ト流量

dヲ噴出孔ノ直徑トシhヲ孔口ノ中心ニ於ケル水深トスル時ハ、

理論公式 $Q = \frac{1}{4} \pi d^2 \sqrt{2gh} \left[1 - \frac{(d/h)^2}{128} - \frac{5(d/h)^4}{16384} - \text{etc} \right]$

$$\approx \frac{1}{4} \pi d^2 \sqrt{2gh} \left[1 - \frac{(d/h)^2}{128} \right] \dots\dots\dots(17)$$

實用公式 $Q = C \frac{1}{4} \pi d^2 \sqrt{2gh} \dots\dots\dots(18)$

C=流量係數。

噴出孔ガ圓形ナル場合ノ流量係數ハ第十七表ニ示

スガ如シ。

第十七表 (Hamilton Smith)

噴水孔中心上 ノ水頭(呎)	噴出孔ノ直徑(呎)			
	.40	.60	.80	1.0
1.0	.597	.595	.593	.591
2.0	.599	.597	.596	.535
4.0	.598	.597	.597	.596
6.0	.598	.597	.596	.596
10.0	.597	.596	.596	.595
20.0	.596	.596	.595	.594
100.0	.592	.592	.592	.592

第三十四節 堰ト流量

堰ニハ種々ノ形アリテ流量測定ニ用フルモノハ垂直ニ立チタル板ノ頂上ヨリ水ヲ流スモノナリ。此レニ二種アリテ第十一圖Bノ如キ收縮端堰 (weir with end contraction) 及Cノ如キ無收縮端堰 (weir without end contraction) トアリ。堰ノ水ノ越ユル口ヲ切口 (notch)。

切口ノ水平ナル部分即チ水越板ノ上端ヲ堰峰 (crest) ト云フ。切口ハ矩形ガ普通ナレドモ時ニ三角形アリ。

堰下流ノ水面ハ堰峯ヨリ低キヲ常トスレドモ時々高キ事アリ此レヲ潛堰 (submerged weir) ト云フ。

次ニ最多ク用ヒラルふらんしす及ばざん氏公式ヲ掲グ。

ふらんしす氏公式。之レふらんしす氏が西曆千八

百五十四年ニ多數ノ實驗ヲ基トシテ案出セシモノニテ現今最廣ク用ヒラル。同氏ノ實驗ハ堰ノ幅十呎ノモノヲ用ヒ水深ハ〇・四呎乃至一・六呎ニ於テ之ヲ行ヒシモノナルヲ以テ該公式ハ寧ロ短小ナル堰ヨリモ長大ナルモノニ適シ水深モ一・六呎以下ニ於テ精密ナリ。今堰ノ幅ヲ b 呎、水頭ヲ H 呎、流量ヲ Q 立方呎毎秒トス。

無收縮端堰 $Q = 3.33 b H^{3/2}$ 立方呎毎秒

同上接近速度ヲ有スル時

$Q = 3.33 b \left[(H+h) \frac{3}{2} h^{3/2} \right]$ 立方呎毎秒

收縮端堰 $Q = 3.33 (b - 0.2H) H^{3/2}$ 立方呎毎秒 (19)

同上接近速度ヲ有セル時

$Q = 3.33 (b - 0.2H) \left[(H+h) \frac{3}{2} h^{3/2} \right]$ 立方呎毎秒

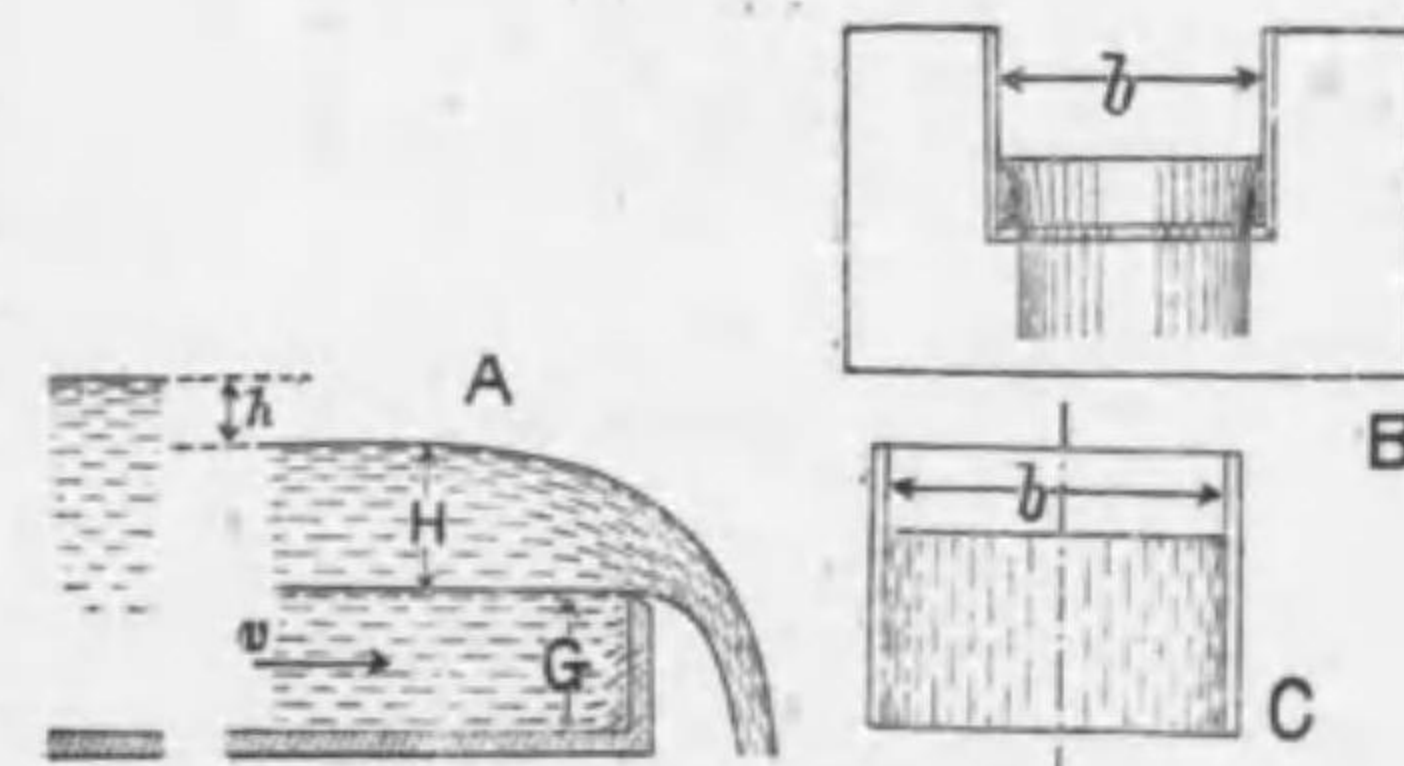
第十一圖B及

Cハ直方形堰ニ

テBハ收縮端堰

ニテCハ無收縮

端堰ナリ。



はざん氏公式

堰上ヲ流ルル水

第十一圖

量ニ對スル最近ノ公式中最ヨク用ヒラルルハばざん公式ニテ銳堰峯ニテ高サ〇・七九乃至三七二呎長サ一

六四乃至六五六呎ノ堰ヲ以テ實驗セリ。

水底ヨリ堰峯迄ノ高サヲ G 呎トス。

$$Q = \mu \sqrt{2g} b H^{\frac{3}{2}} \text{ 及 } Q = m \sqrt{2g} b H^{\frac{3}{2}} \dots (20)$$

上公式中前者ハ接近速度ナキ時後者ハ接近速度ヲ有スル場合ニ用ヒラル。

m, μ ト H トノ間ノ關係ハ次ノ如シ。

$$\left. \begin{aligned} m &= \mu \left[1 + 0,55 \left(\frac{H}{G+H} \right)^2 \right] \\ \mu &= 0,405 + \frac{0,00984}{H} \end{aligned} \right\} \dots \dots \dots (21)$$

m ハ G ト H ト共ニ μ ハ H ノミト共ニ變化ス。

ばざん係數ノ m ノ値ハ第十八表ニ示スガ如シ。

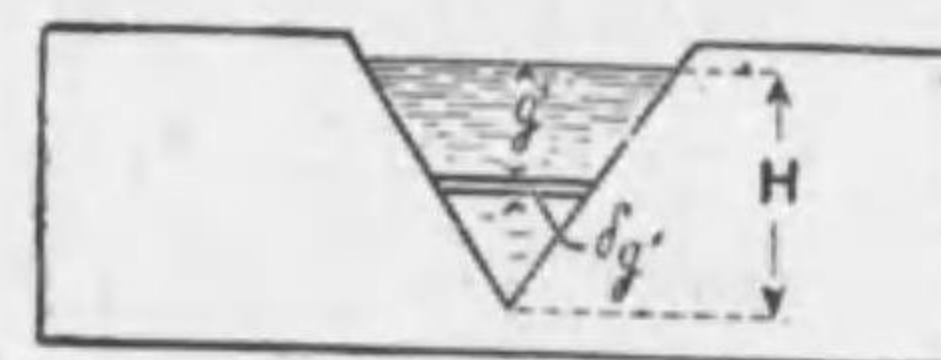
第 十 八 表

水 頭 H (呎)	堰 峯 高 G (呎)				
	0,79	1,15	1,64	2,46	3,72
0,20	0,447	0,445	0,444	0,444	0,443
0,39	0,447	0,440	0,435	0,433	0,431
0,59	0,458	0,446	0,438	0,432	0,427
0,79	0,470	0,455	0,443	0,434	0,426
0,98	0,482	0,464	0,418	0,437	0,427
1,18	0,495	0,473	0,454	0,441	0,428
1,38	—	—	0,460	0,441	0,429

堰ニヨリテ流量ヲ測定スル時側縁及堰峯ノ形ニヨリテ種々異ル値ヲ生ズルヲ以テ側縁及堰峯ハ極メテ薄ク鋭ク作り之レヲ鋭縁堰又ハ標準堰トイヒ精密ナル流量測定ニ使用ス。

三角形堰。 b ヲ水面ニ於ケル堰ノ幅トシ H ヲ三角堰ノ頂部ノ水頭トス。

水面以下 g' ナル水深ノ所ニ $\delta g'$ ナル水幅ヲ考フ。



第 十 二 圖

相似三角形ヨリコノ小面

積ノ長サハ $(H-g')b/H$ ニシテコノ小面積ヲ通ル水量ハ

$$\delta Q = \frac{b}{H} (H-g') \delta g' \sqrt{2g g'} = \frac{b}{H} \sqrt{2g} (H g'^{\frac{1}{2}} - g'^{\frac{3}{2}}) \delta g'$$

此レヲ H ト 0 トノ間ニテ積分スレバ三角堰ヲ通ル理論公式ヲ得。即チ

$$Q = \frac{4}{15} b \sqrt{2g} H^{\frac{3}{2}} \dots \dots \dots (22)$$

三角ノ兩側ガ垂直ト同角ヲナシテ傾キコノ角ヲ α トスレバ表面ノ幅 b ハ α ト H トニテ表ハシ得。即チ前ノ公式ハ左ノ如クナル。

$$Q = \frac{8}{15} \tan \alpha \sqrt{2g} H^{\frac{5}{2}} \dots \dots \dots (23)$$

三角ノ頂點ニ於ケル角ヲ直角トスレバ毎秒ノ實際流量ハ次ノ如シ。

$$Q = c \cdot \frac{8}{15} \sqrt{2g} H^{\frac{5}{2}} \dots \dots \dots (24)$$

とむそん氏ノ實驗ニヨレバ C ノ平均値ハ $0,2$ 及 $0,8$ 呎ノ間ノ水頭ニ對シテハ $0,592$ ト取ルヲヨシトスト云フ。故ニ毎秒立方呎ニ於ケル平均流量ハ直角三角堰ニ對シテハ次ノ如シ。

$$Q=2.53H^{3/2} \quad H(\text{呎}) \dots\dots\dots(25)$$

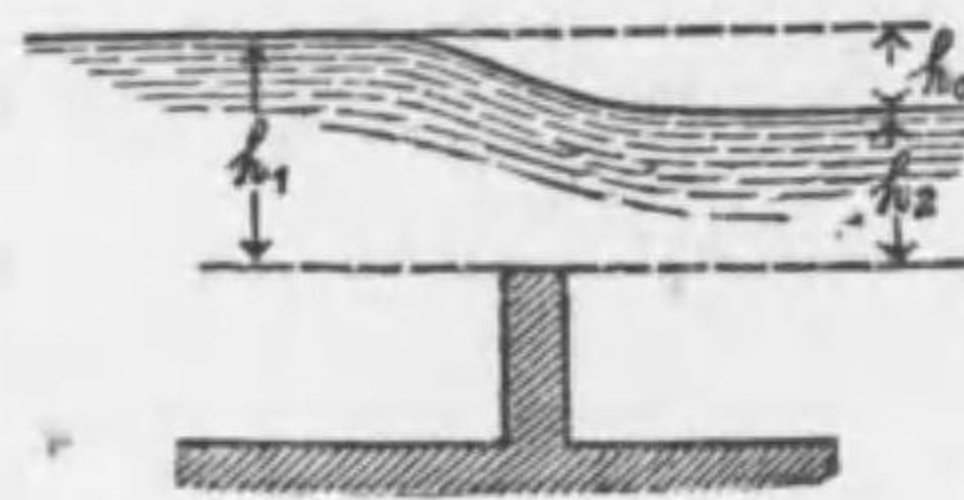
實際應用シ得ベキHノ最大値ハ四呎ニシテ此レニテ流量ハ八十一立方呎毎秒トナル。

若シ接近速度ガアル時ハ前式ノHヲ(H+1,4h)ニテ置換スレバ可ナリ。

潜ミ堰。下流ノ水面ガ堰ノ峯ヨリ高キ時其流量ハ次ノ如シ。

$$Q=Cb\sqrt{2gh_0} \left(h_1 - \frac{h_0}{3} \right) \dots\dots\dots(26)$$

側部ニ收縮ナキ時Cノ値ハ〇・六二ニナリ(第十三圖参照)



第十三圖

種々ノ形ノ堰。堰堤上ヲ流ルル水嵩ヲ測リテソノ水量ヲ知ラントスル時アリ。又ハ逆ニ排水堰(wasteweir)ノ設計ニ當リ其ノ大サヲ決定スル方法ガ必要ナルコトアリ。

ばざん氏ハ種々ノ形ノ堰ヲ以テ實驗ヲ行ヒ用ヒタル高サハ一米突及一米突半ニテ水頭ハ最大約二分ノ一米突ニ達シ凡テノ場合ニテ無收縮堰ナリキ。

第十九表ニばざん氏實驗ヨリ推論セシ種々ノ形ノ堰ニ對スル公式 $Q=CWh^3$ 中ノ係數Cノ値ヲ示ス。水頭hハ凡テノ場合堰上ノ實際ニ測定セシ水頭ニシテ此ノ係數ハばざん氏結果ヨリ設計セラレタル曲線ヨ

リ得タルモノナリ。

第十九表

No	Section of Weir	Height on Weir in Feet					
		0.4	0.6	0.8	1.0	1.2	1.4
1		4.06	4.20	4.20	4.18	4.15	4.12
2		3.40	3.70	3.88	3.98	4.05	4.10
3		3.18	3.37	3.54	3.68	3.80	3.88
4		3.26	3.70	4.06	4.31	4.00	3.80
5		3.41	3.74	4.00	4.20	4.18	4.24
6		3.20	3.68	4.02	4.26	4.42	4.20
7		3.47	3.72	3.87	4.01	4.13	4.23
8		3.20	3.38	3.56	3.74	3.85	3.95
9		3.14	3.44	3.67	3.83	3.83	3.86
10		2.68	2.90	3.13	3.35	3.52	3.64
11		3.74	3.81	3.88	3.93	3.98	4.02
12		3.66	3.87	3.92	4.02	4.08	4.15
13		3.44	3.64	3.80	3.94	4.04	
14		3.18	3.34	3.49	3.65	3.79	3.90
15		2.77	2.83	2.92	3.05	3.16	3.29
16		3.08	3.33	3.49	3.54	3.60	3.64
17		3.24	3.40	3.60	3.76	3.86	3.97

第三十五節 水路ニ於ケル 流速及流量

開渠ニ於ケル水ノ速度ハシガ一氏ノ公式ニヨリテ決定シ得。此ノ公式ハ

$$v = C\sqrt{rs} \dots\dots\dots(27)$$

r = 動水平均半径 (hydraulic mean radius)

s = 水表面ノ勾配ノ正弦

C = 定數

C ノ値ハくった一ノ公式ヨリ求メ得。此ノ公式ハ次ノ如シ。

$$C = \frac{\frac{1,81}{n} + 41,65 + \frac{0,0028}{s}}{1 + \frac{n(41,65 + \frac{0,0028}{s})}{\sqrt{r}}} \dots\dots\dots(28)$$

r = 動水半径呎

n = 粗面係數 (Coefficient of roughness)

n ノ値ハ第二十表ノ如シ。

第二十表

水路ノ種類	粗面係數
能ク削リシ板張	0,009
内面ヲ純セメントニテ塗リタルモノ	0,010
上切石積及丁寧ナル煉瓦積	0,013
野面石積	0,017
普通ノ土	0,025

石、雜草等交レル土	0,030
甚滑カナル鑄鐵管	0,011
鑄鐵管及木管	0,0125
新シキ紙釘管及使用管(中古)	0,014

C ノ値ハ r 及 s ト共ニ變化ス。

v ヲ知レバ流量 Q ハ直チニ見出サル。

$$Q = A.v.$$

はざん氏ノ公式。西曆千八百六十五年佛國工師はざん氏ハ開渠中ノ速度及流量ニ對シテ一ノ公式ヲ案出セシガ千八百九十七年コノ公式ヲ種々ノ實驗ノ結果ト合致スル様改善セリ即下ノ如シ。

$$v = \left[\frac{87}{0,552 + \frac{m}{\sqrt{r}}} \right] \sqrt{rs} \quad Q = A.v. \dots\dots\dots(29)$$

m = 粗面係數

v = 流速(毎秒呎)

r = 動水半径(呎)

s = 水表面勾配

A = 水ノ通ル斷面積(平方呎)

Q = 立方呎(毎秒)

はざん氏公式 m ノ値ハ第二十一表ノ如シ。

第二十一表

開渠ノ性質	m
瓦ク削リタル木又ハ滑カナルセメント	0,06
削ラザル木又ハ丁寧ニツミタル煉瓦又ハ混凝土	0,16
粗石積又ハ粗雜ナル煉瓦積	0,46
齊一ナル土壁	0,85
普通ノ土壁	1,30

第三十六節 水路ノ經濟的斷面

土中ニ設ケラレタル開渠ニシテ内面ヲ石材其他ノ材料ニテ保護セラレザルモノハ一般ニ梯形ヲナス。即チ底面ハ平坦ニシテ兩側ハ路線ノ通過スベキ土壤ノ性質ニヨリテ適當ノ勾配ヲ附スルヲ普通ノ方法ナリトス。斯クシテ水路ノ側面勾配ヲ決定セル上ハ次ギニ水路ノ深サト幅トノ間ニ於ケル最經濟的ナル關係ヲ研究セン。

第十四圖ニ於テ B ハ水表面ノ幅、 b ハ底部幅、 d ハ水深、 C ハ側邊ノ長サ、 a ハ斷面積

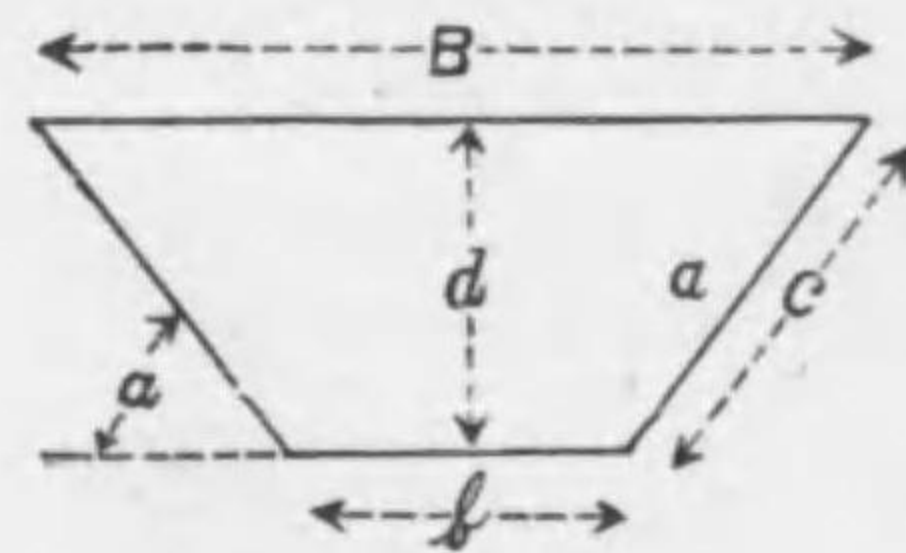
トシ、 p ヲ水潤周邊トス。

$$a = bd + d^2 \cot \alpha$$

$$p = b + 2d \operatorname{cosec} \alpha$$

上ノ兩式ヨリ。

$$a = dp - 2d^2 \operatorname{cosec} \alpha + d^2 \cot \alpha.$$



第十四圖

上ノ方程式ハ面積、深サ、水潤周邊及此ノ場合定數タル勾配角ノ函數ヲ含ム。水路斷面ノ最大能率ノ條件ハ水潤周邊ガ最少ナルカ又ハ與ヘラレタル水潤周邊ニ對シテ面積 a ガ最大トナルベキモノナリ。 a ヲ最大トスル d ノ値ハ次ノ如クニシテ得ラル。

$$\frac{d(a)}{d(d)} = 0.$$

$$\frac{d(a)}{d(d)} = p - 4d \operatorname{cosec} \alpha + 2d \cot \alpha.$$

$$0 = p - 4d \operatorname{cosec} \alpha + 2d \cot \alpha.$$

$$d = \frac{p}{4 \operatorname{cosec} \alpha - 2 \cot \alpha}$$

上ノ式中ノ p ノ値ニ $p = b + 2d \operatorname{cosec} \alpha$ ヲ代入シテ

$$d = \frac{b + 2d \operatorname{cosec} \alpha}{4 \operatorname{cosec} \alpha - 2 \cot \alpha}$$

上ノ式ニ $a = bd + d^2 \cot \alpha$ ノ b ノ値即チ $b = \frac{a - d^2 \cot \alpha}{d}$ ヲ代入シテ

$$d = \frac{\frac{a}{d} - d \cot \alpha + 2d \operatorname{cosec} \alpha}{4 \operatorname{cosec} \alpha - 2 \cot \alpha}$$

$$\text{即チ } 4d^2 \operatorname{cosec} \alpha - 2d^2 \cot \alpha = a - d^2 \cot \alpha + 2d^2 \operatorname{cosec} \alpha.$$

$$\text{即チ } d^2 = \frac{a}{2 \operatorname{cosec} \alpha - \cot \alpha}$$

$$= \frac{a}{\frac{2}{\sin \alpha} - \cos \alpha \operatorname{cosec} \alpha}$$

$$= \frac{a}{\frac{2 - \sin \alpha \cos \alpha \operatorname{cosec} \alpha}{\sin \alpha}} = \frac{a \sin \alpha}{2 - \cos \alpha}$$

$$\text{即チ } d = \sqrt{\frac{a \sin \alpha}{2 - \cos \alpha}}$$

$$b = \frac{a - d^2 \cot \alpha}{d} \text{ ナカキカヘテ}$$

$$b = \frac{a}{d} - d \cot \alpha.$$

第二十一表ハ次ノ如キ公式ヨリ計算セリ

$$\left. \begin{aligned} d &= \sqrt{\frac{a \sin \alpha}{2 - \cos \alpha}} \\ b &= \frac{a}{d} - d \cot \alpha. \end{aligned} \right\} \dots \dots \dots (30)$$

$$B = b + 2d \cot \alpha$$

$$p = b + \frac{2d}{\sin \alpha}$$

第二十一表ニ於テ實際上普通ニ用ヒラルル勾配ニ對スル此レ等函數ノ關係ヲ半圓形断面ニ對シテモ同様計算セリ。此ノ表ノ用ヒ方ハ次ノ如シ。

流スベキ水ノ量ハ問題ノ條件ニヨリ又ハ測定ニヨリテ決定ス。水路中ノ速度ハ實際ノ勾配、水路ノ材料ノ性質、摩擦水頭等ニヨリテ決定ス。速度 v ヲ以テ流量 q ヲ流スベキ断面積ハ $a = \frac{q}{v}$ ナリ。水路ヲ作ルベキ材料ニ對シテ勾配角ヲ選定セシ後ハ相應セル種々ノ値ハ第二十一表ヨリ求メ \sqrt{a} ヲ乘ズレバ宜シ。カクシテ得タル結果ガ求ムル寸法ナリ。

第二十一表

種々ノ勾配ニ於ケル水路横断面ノ經濟的寸法、横断面積ノ函數トシテ寸法ヲ表ハス。

側部 勾配	勾配 角	$\cot \alpha$	深サ d	底部 幅 b	水表面 ノ幅 B	側部邊 ノ長サ a	水潤 周邊 p	動水 半徑 r	側部材料 ノ性質
垂直	90°00'	0,0000	$707\sqrt{a}$	$1,414\sqrt{a}$	$1,414\sqrt{a}$	$707\sqrt{a}$	$2,828\sqrt{a}$	$353\sqrt{a}$	混凝土及石造
1:1 $\frac{1}{2}$	60°15'	0,5714	$760\sqrt{a}$	$0,882\sqrt{a}$	$1,750\sqrt{a}$	$875\sqrt{a}$	$2,633\sqrt{a}$	$380\sqrt{a}$	空積石垣
1:1	45°00'	1,0000	$740\sqrt{a}$	$613\sqrt{a}$	$2,093\sqrt{a}$	$1,046\sqrt{a}$	$2,705\sqrt{a}$	$369\sqrt{a}$	粘土交リノ砂利
1 $\frac{1}{4}$:1	38°40'	1,2560	$716\sqrt{a}$	$503\sqrt{a}$	$2,293\sqrt{a}$	$1,146\sqrt{a}$	$2,795\sqrt{a}$	$358\sqrt{a}$	能ク突き固メタル粘土
1 $\frac{1}{2}$:1	33°41'	1,5000	$689\sqrt{a}$	$418\sqrt{a}$	$2,485\sqrt{a}$	$1,243\sqrt{a}$	$2,904\sqrt{a}$	$344\sqrt{a}$	粗砂利
2:1	26°34'	2,0000	$636\sqrt{a}$	$300\sqrt{a}$	$2,844\sqrt{a}$	$1,422\sqrt{a}$	$3,144\sqrt{a}$	$318\sqrt{a}$	普通ノ土、粗砂
2 $\frac{1}{2}$:1	21°48'	2,5000	$588\sqrt{a}$	$230\sqrt{a}$	$3,170\sqrt{a}$	$1,584\sqrt{a}$	$3,398\sqrt{a}$	$294\sqrt{a}$	軟カキ土
3:1	18°26'	3,0000	$549\sqrt{a}$	$173\sqrt{a}$	$3,471\sqrt{a}$	$1,738\sqrt{a}$	$3,649\sqrt{a}$	$274\sqrt{a}$	軟カキ土、砂
半圓	.....	.....	$798\sqrt{a}$	.....	$1,596\sqrt{a}$	.....	$1,773\sqrt{a}$	$563\sqrt{a}$	煉瓦混凝土金屬

第二十一表ハ理論的計算ニヨツテ得タルモノニシテ断面積小ナル水路ニハ最適當ナル寸法割合ヲ與フルモノナレドモ少シク大形ノモノ或ハ其他實際ニ當ツテハ種々ノ狀況ニヨリ之ヲ伸縮スベキ必要アリトス。即チ流速、流量ノ諸係數、流速ノ大小ト洗掘ノ關係、深サト漏水ノ多少、深サト掘鑿工費ノ多少、断面積ノ大小ト雜草繁茂ノ多少等之レナリトス。

第三十七節 水路中ノ許容 最大速度

水路中ノ水ハ大抵砂、砂利等ヲ流シソノ底部ヲ砂利、石等ヲ以テ摩滅ス。其ノ流速小ニ過グル時ハ沈澱ガ底又ハ水路ノ兩側ニ生ジ之ニ反シテ流速大ニ過グレバ此レ等ハ水ニ押シ流サレテ水路ノ底、兩壁等ヲ破壊ス。此レガ爲メ水路ヲ設計スルニ當リテハ流速ハ或ル最小、最大速度ノ範圍中ニ在ル様注意スベシ。平均流速ガ毎秒二呎—三呎ナル時ハ或ル範圍迄ハ沈澱ハ起ル事ナク又水路中ニ水草ノ生ズルヲ妨グ。

次ニ磨滅ヲ生ゼザル最大平均流速ヲ掲グ。

第二十二表

材 料	平均速度(呎毎秒)
甚輕キ密テナキ砂	1,00~1,50
甚輕キ純砂	0,75~1,00
粗砂又ハ輕キ砂交リノ土	1,50~2,00

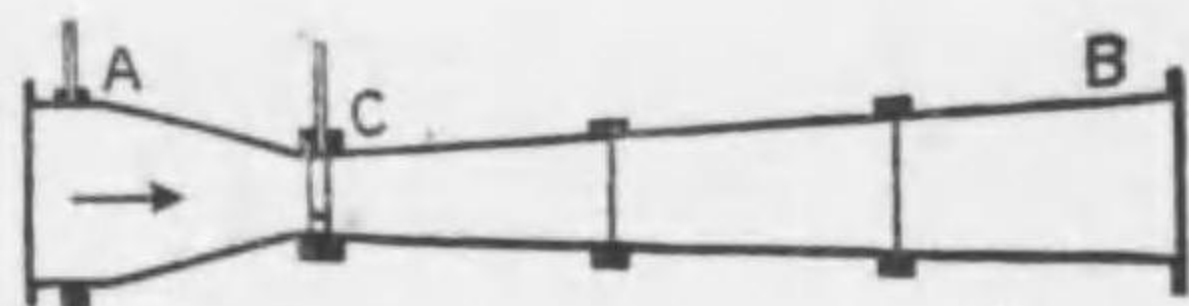
砂交リノ土	2,00~2,50
砂交リノ壤土	2,50~2,75
壤土	2,75~3,00
堅キ粘土、普通ノ砂利交リノ土	4,00~5,00
粗砂利、小石	5,00~6,00
礫岩、軟カキすれーと、軟カキ水成岩等	6,00~8,00
硬キ岩	10,00~15,00
混凝土	15,00~20,00

第三十八節 ベんちりめーたー

べんちりめーたーハ Clemens Herschel 氏ノ考案ニ成リ管中ヲ流ルル水量ヲ計ル装置ナリ

此レハ管ノ收縮部ヨリナリ第十五圖ニ示スガ如ク A 及 C ニぶれしあげーちヲ有ス。

V_1 及 V_2 ヲ A 及 C ニ於ケル速度トシ h_1 及 h_2 ヲ壓力、 a_1 及 a_2 ヲ面積トスレバ次ノ如キ方



第十五圖

程式ガ成立ス。

$$h_1 + \frac{V_1^2}{2g} = h_2 + \frac{V_2^2}{2g}$$

Q ヲ理論上ノ流量トスレバ。

$$V_1 = \frac{Q}{a_1} \text{ 及 } V_2 = \frac{Q}{a_2}$$

コレヲ代入シテ多少ノ式ノ變更ヲスレバ。

$$Q = \frac{a_1 a_2}{\sqrt{a_1^2 - a_2^2}} \sqrt{2g(h_1 - h_2)} \dots\dots\dots(31)$$

q ヲ實際ノ流量トスレバ $q = CQ$

C ハ實驗ヨリ決定スル係數ニテ約 〇・九七位ナリ。

第三十九節 水管中ノ損失落差

水ガ管中ニ流レ込ム際ニ先ヅ管口ニテ損失落差ヲ生ジ次ニ管内ヲ流ルルニ當ツテ管内摩擦ニヨル損失落差、次ニ管ノ彎曲、或ハ屈折ニヨル損失落差其他種々ノ損失落差ヲ生ズ。

管口ニ於ケル損失落差 (loss of head at entrance)

水管ノ入口ニ於ケル落差ノ損失ハ入口ノ形狀ニ由ルモノニシテ今之ヲ h_1 ニテ示セバ次ノ如シ。

$$h_1 = \left(\frac{1}{c^2} - 1 \right) \frac{v^2}{2g} = m_1 \frac{v^2}{2g} \dots\dots\dots(32)$$

上式中 v ハ水管中ノ流速ニシテ c ハ水管口ト同形ナル短管ノ流量係數ニシテ c 及 m_1 ノ値ハ次ノ第二十三表ニ示スガ如シ。

第二十三表

	c	$m_1 = \frac{1}{c^2} - 1$
(1)=inward projecting pipe	0,72	0,93
(2)=standard end	0,82	0,49
(3)=perfect mouthpiece	0,98-1,0	0,04-00,0

水管内摩擦ニ由ル損失落差 (loss of head due to friction in pipe)

水管ノ内面ト流水トノ摩擦抵抗ニヨリテ生ズル損失

落差ニシテ諸種ノ實驗ノ結果

此ノ落差ハ管長ニ正比例シ管徑ニ逆比例シ水流速度ノ平方ニ比例シ及管内面ノ粗雜ノ程度ノ大ナルト共ニ増加ス。

今 h_2 ヲ以テ此ノ損失落差(呎)ヲ示セバ

$$h_2 = f \frac{l}{d} \frac{v^2}{2g} \dots \dots \dots (33)$$

f = 摩擦係數 (friction factor)

l = 管長(呎)

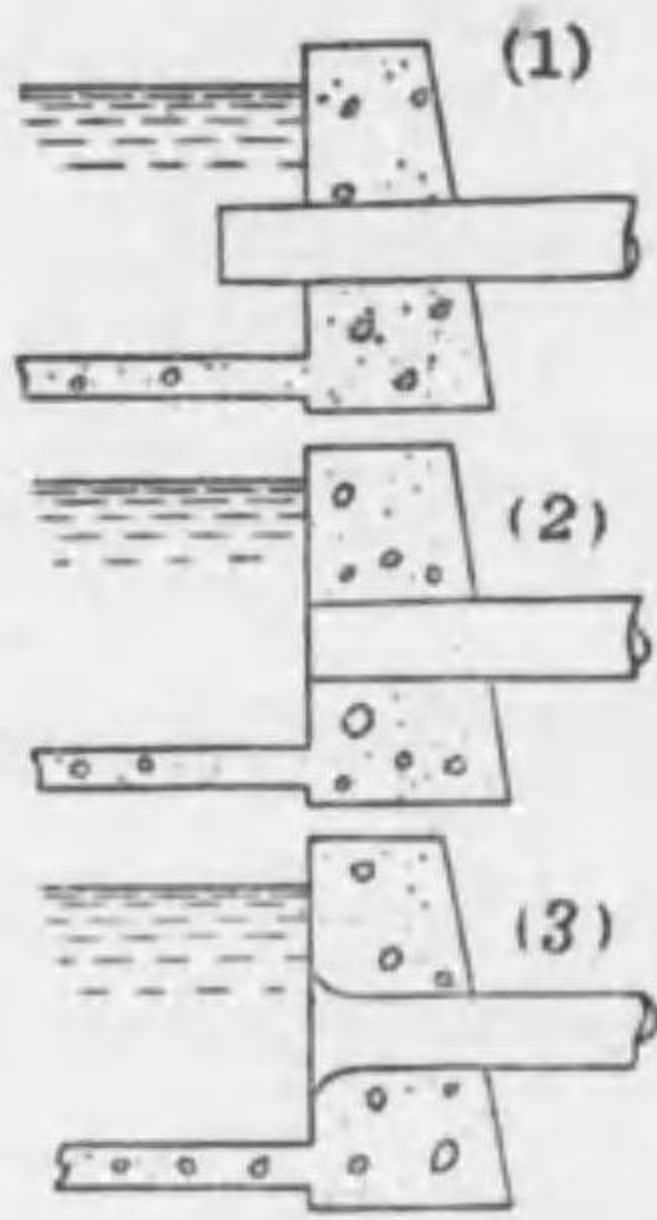
g = 32,2呎/(秒)²

d = 管ノ直徑(呎)

v = 流速(呎毎秒)

次ニ第二十四表ニふんにんぐすみす氏等ニヨリテ研究セラレタル f ノ値ヲ示ス。此ノ値ハ滑カナル又ハこーるたーヲ以テ塗料ヲ施シ丁寧ナル接手ヲ施セル新シキ鑄鐵管及鍛鐵管ニ適用シ得。

第二十五表ニ鑄鐵管ノ年齢ト共ニ摩擦係數ガ大ナルヲ示ス。



第十六圖

第二十五表

鑄鐵管ニ對スル實際ノ摩擦係數

直徑(吋)	年 齡	速 度 (呎 毎 秒)			参 考
		2,0	3,0	4,0	
12	0	0,021	0,019	,018	Trans. Am. Soc. C. E., Vol.47
12	15	0,076	—	—	Hering's kutter.
12	22	0,121	0,127	—	Hering's Kutter.
20	5	0,019	0,022	—	Trans. Am. Soc. C. E., Vol.35
20	22	0,069	0,071	0,074	Hering's Kutter.
36	1½	—	—	0,015	Trans. Am. Soc. C. E., Vol.44
36	3½	—	—	0,059	Trans. Am. Soc. C. E., Vol.44
48	0	—	—	,013	Trans. Am. Soc. C. E., Vol.35
48	7	0,028	—	—	Trans. Am. Soc. C. E., Vol.23
48	16	0,023	0,023	0,023	Trans. Am. Soc. C. E., Vol.35

第二十四表

新シキ鐵管ニ對スル摩擦係數

直 徑 (呎)	速 度 (呎 毎 秒)						
	1	2	3	4	6	10	15
0,05	0,047	0,041	0,037	0,034	0,031	0,029	0,028
0,10	0,038	0,032	0,030	0,028	0,026	0,024	0,023
0,25	0,032	0,028	0,026	0,025	0,024	0,022	0,021
0,50	0,028	0,026	0,025	0,023	0,022	0,020	0,019
0,75	0,026	0,025	0,024	0,022	0,021	0,019	0,018
1,00	0,025	0,024	0,023	0,022	0,020	0,018	0,017
1,25	0,024	0,023	0,022	0,021	0,019	0,017	0,016
1,50	0,023	0,022	0,021	0,020	0,018	0,016	0,015
1,75	0,022	0,021	0,020	0,018	0,017	0,015	0,014
2,00	0,021	0,020	0,019	0,017	0,016	0,014	0,013
2,50	0,020	0,019	0,018	0,016	0,015	0,013	0,012
3,00	0,019	0,018	0,016	0,015	0,014	0,013	0,012

3,50	0,018	0,017	0,016	0,014	0,013	0,012	—
4,00	0,017	0,016	0,015	0,013	0,012	0,011	—
3,00	0,016	0,015	0,014	0,013	0,012	—	—
6,00	0,015	0,014	0,013	0,012	0,011	—	—

りべと管ノ係數、りべと管ノ係數ハ管ノ厚サ及接
手ヲ作ル方法ニヨリテ異ル。一般ニ係數C(次ニ説明
ス)ハ直徑又ハ速度ノ變化ト共ニ變化スル事甚僅少ニ
シテ此ノ點ニ於テ鑄鐵管ノ變化大ナルト大差アリ。
普通ノ速度ニテハ新シキ管ニ對スルCノ値ハ百十乃
至百十五ナリ。Cニ對スルくた一氏公式ハ甚屢用ヒ
ラレヌノ値ハ〇・〇一三乃至〇・〇一五ナリ。

第二十六表ニCノ値ヲ示ス。

$$h_2 = f \frac{l}{d} \frac{v^2}{2g} \text{ヲ變形シテ}$$

$$v = \frac{\sqrt{2gh_2}}{\sqrt{f \frac{l}{d}}} = \frac{16,04}{\sqrt{f}} \sqrt{r \cdot s} = C \sqrt{r \cdot s} \dots\dots\dots(34)$$

r = 動水半徑(呎)

$$s = \text{勾配} = \frac{h_2}{l}$$

管ノ彎曲及屈折ニ由ル損失 (loss of head due to bend or curvature)

管ノ彎曲ニヨル損失落差ニツキテ Weisbach 氏ノ公
式ヲ擧グレバ左ノ如シ。h₂ヲ以テ損失落差トスレバ

第二十六表

りべと管ニ對スル係數Cノ値

實 驗 ノ 數	管 ノ 直 徑 (吋)	速 度 (呎 毎 秒)										
		1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0
1	11	—	—	—	—	—	—	—	107,1	—	—	110,6
2	14	87	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
3	15	—	—	—	—	—	—	—	—	111,6	—	—
4	16	—	—	—	—	—	—	—	110,0	—	—	—
5	24	—	—	—	—	—	78,5	—	—	—	—	—
6	33	—	—	—	—	—	—	123,2	—	—	—	—
7	35	—	—	—	—	—	126,8	—	—	—	—	—
8	36	86	90,8	95,2	99,4	103,3	107,0	110,6	114,0	117,2	120,4	123,6
9	36	—	—	—	—	—	—	—	—	106,3	—	—
10	38	—	—	—	—	—	116,6	—	—	—	—	—
11	38	—	—	—	—	—	—	109,2	—	—	—	—
12	42	—	—	—	115,9	—	—	—	—	—	—	—
13	42	96,0	103,0	107,9	111,0	112,6	113,0	112,8	111,8	110,8	110,2	110,0
14	42	101,0	102,8	104,3	105,5	106,4	107,2	107,8	108,2	108,4	108,5	108,5
15	48	101,2	105,4	108,8	111,2	112,8	113,4	113,2	112,4	112,0	111,7	111,6
16	48	78,0	84,6	89,6	92,4	93,0	93,2	94,0	94,2	94,4	94,7	94,9
17	48	97,2	100,8	103,3	104,9	105,3	104,8	104,0	103,7	103,7	103,7	103,7
18	48	97,1	98,7	100,3	101,6	102,2	103,6	104,2	104,7	105,1	105,2	105,2
19	72	110,0	111,0	110,0	108,0	108,0	110,0	111,0	—	—	—	—
39	72	81,6	92,0	98,0	101,3	102,4	103,2	103,8	104,3	104,7	105,0	—
21	103	116,6	112,7	110,3	108,8	107,7	106,9	106,2	105,6	—	—	—

$$h_2 = \left\{ 0,131 + 1,847 \left(\frac{d}{2R+d} \right)^{\frac{7}{2}} \right\} \frac{\theta}{180} \frac{v^2}{2g} = m_2 \frac{v^2}{2g} \dots\dots(35)$$

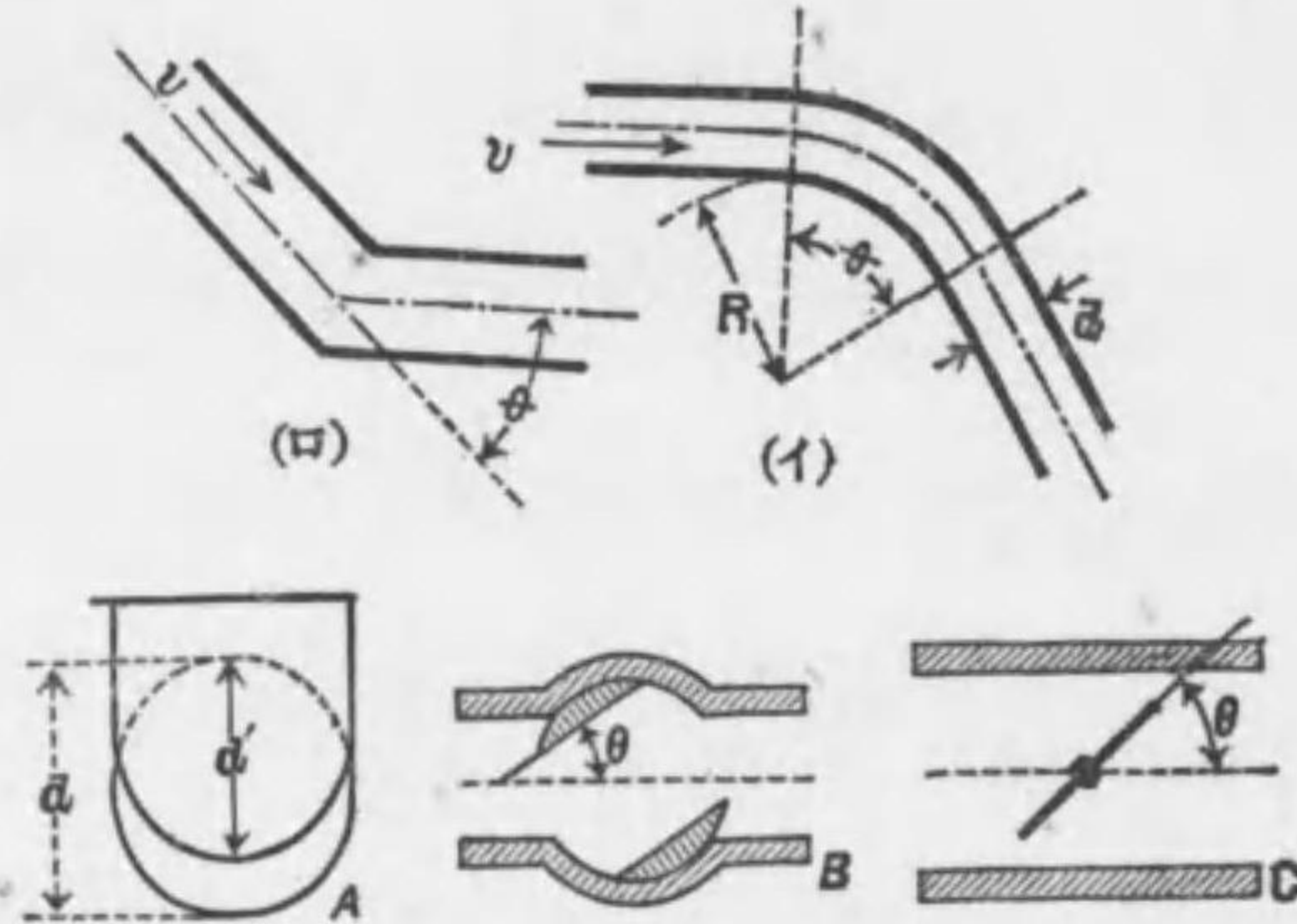
管ノ屈曲ニ由ル損失落差ヲh'₂トシテ Weisbach 氏
ノ公式ヲ擧グレバ

$$h'_3 = \left(0,946 \sin^2 \frac{\theta}{2} + 2,05 \sin^4 \frac{\theta}{2} \right) \frac{v^2}{2g} = m'_2 \frac{v^2}{2g} \dots \dots \dots (36)$$

其他ノ損失落差。管ガ瓣又ハソノ他ノ妨害物ヲ有セル時ニモ損失落差ヲ生ズ。

第十七圖

ハ管中ノ水流ヲ調節スル三種ノ瓣ヲ示ス。Aハ垂直滑走門扉ヨリナル瓣ニシテBハ二ツノ



第十七圖

廻轉スル缺圓ニテナレルこゝクニシテCハすろゝとる瓣ナリ。

此レ等瓣ニテ生ズル損失水頭ハ水流ニ突然ノ變化ヲ生ズル程ニ充分閉塞スル時ニハ甚大ナリ。此レヲ h_4 ニテ示セバ左ノ如シ。

$$h_4 = m_3 \frac{v^2}{2g} \dots \dots \dots (37)$$

小直径ノ管ニ對シテ Weisbach 氏ノ實驗ヨリ決定セル m_2 ノ値ハ次ノ如シ。げーとばるぶニ對シテハ d' ヲげーとガ管ノ頂上以下ニオロサレタル垂直距離トスレバ m_3 ノ値ハ次ノ如シ。

$d'/d=0$	$\frac{1}{8}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{3}{8}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{5}{8}$	$\frac{3}{4}$	$\frac{7}{8}$
$m_3=0,0$	0,07	0,26	0,81	2,1	5,5	17	98

こゝク瓣ニテハ θ ヲ其レガ廻サレタル角トスレバ m_2 ノ値ハ次ノ如シ。

$\theta=0$	10°	20°	30°	40°	50°	55°	60°	65°
$m_2=0$	0,29	1,6	5,5	17	53	106	206	486

すろゝとる瓣ニ對シテハ m_2 ノ値ハ次ノ如シ。

$\theta=5^\circ$	10°	20°	30°	40°	50°	60°	65°	70°
$m_2=0,24$	0,52	1,5	3,9	11	33	118	256	750

m_2 ナル數ハ急ニ増大シ瓣ガ凡テ閉塞スル時ハ甚大トナルガ此時速度ハ零ナルヲ以テ水頭ノ損失ナシ。此處ニ云フ v ハ管ノ本管中ノ速度ニシテ瓣ノタメ收縮セル部分ノ速度ニアラズ。

二十四吋管ニ對スルげーとばるぶニツキ Kuichling 氏ノ實驗ニヨレバ直径二吋ヨリ小ナル管ヨリ Weisbach 氏ニヨリテ案出セラレシ値ヨリモ m_2 ノ値ハ稍大ナリ。其結果ハ次ノ如シ。

$d'/d=\frac{1}{3}$	$\frac{5}{12}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{5}{8}$	$\frac{3}{4}$	$\frac{59}{72}$
$m_2=0,8$	1,6	3,3	8,6	22,7	41,2

而シテ d'/d ガ $\frac{7}{8}$ ナル時彼レノ計算ニヨレバ m_2 ノ値ハ七五・六ナリ。

第四十節 平均速度ノ公式

$$v = \sqrt{\frac{2gh}{1+m_1+f(l/d)+m_2+m_3}} \dots\dots\dots(38)$$

h = 全水頭

上ノ式ハ一定ノ横斷面積ノ管中ノ平均速度ノ公式ナリ。

最普通ニ起ル場合ハ曲線ガナキカ又ハ曲線ノ半径甚大ニシテ其ノ影響極メテ小ナル時又ハ一部分開ケル瓣其他色々ノ水ノ流レニ對スル障害物ガ無キ時ナリ。コノ場合 m_2 及 m_3 ハ零ニシテ m_1 ヲ〇・五トスレバ公式ハ次ノ如クナル。

$$v = \sqrt{\frac{2gh}{1,5+f(l/d)}} \dots\dots\dots(39)$$

コノ公式ハ實際的多クノ場合ニ用ヒラル。

第四十一節 流量ノ計算

與ヘラレタル直径ノ水管ノ毎秒ノ流量ハ流速ニ管ノ横斷面積ヲ乗ジテ得ラル。即チ

$$q = \frac{1}{4} \pi d^2 v = 0,7854 d^2 v \dots\dots\dots(40)$$

速度 v ハ前節ノ公式ヨリ求メ得。

例題。徑三吋、長サ千五百呎ニテ水頭六十四呎ナル時ノ流量ヲがろん毎分ニテ見出セ。

$$d = 0,25 \quad l = 1,500 \quad h = 64 \quad f = 0,02$$

$$v = \sqrt{\frac{2gh}{1,5+f(l/d)}} = \sqrt{\frac{2 \times 32,2 \times 64}{1,5 + 0,02 \times \frac{1500}{0,25}}} = 5,30 \text{ 呎毎秒}$$

$$q = 0,7854 \times 0,25^2 \times 5,30 = 0,26 \text{ 立方呎毎秒}$$

$$= 116,7 \text{ がろん毎分}$$

$$q = \frac{1}{4} \pi d^2 \sqrt{\frac{2gh}{1,5+f(l/d)}} \text{ ヲリ}$$

$$h = \frac{8}{\pi^2 g} (1,5+f(l/d)) \frac{q^2}{d^5} \dots\dots\dots(41)$$

即與ヘラレタル流量ヲ生ズルニ要スル水頭ハ上ノ公式ヨリ求メラル。

第四十二節 直径ノ計算

水頭、水管ノ長サ、及水量ガ與ヘラレタル時管ノ直径ヲ求ム。

曲線及瓣ノ抵抗ヲ省略シテ下ノ式ヨリ求メ得。

$$d^5 = \frac{8}{\pi^2 g} (1,5d+fl) \frac{q^2}{h} \dots\dots\dots(42)$$

英式單位ヲ用フレバ

$$d = 0,4789 \left[(1,5d+fl) \frac{q^2}{h} \right]^{\frac{1}{5}} \dots\dots\dots(43)$$

h, l, d ハ凡テ呎ニテ q ハ立方呎毎秒ナリ。

摩擦係數 f ノ値ハ最初〇・〇ニトリ上ノ式ノ右項ノ d ヲ省略シテ d ヲ概算スル事ヲ得。

次ニ速度ヲ次ノ公式ヨリ求ム。

$$v = \frac{q}{ka} = \frac{q}{0,7554d^2} \dots\dots\dots(44)$$

第二十四表ヨリ f ノ値ヲ求ム。次ニ此ノ f ノ値ヲ用ヒ d ノ概算値ヲ右項ニ入レテ d ノ計算ヲ繰リ返ス。斯クテ一ニ回計算ヲ試ミテ得タル直徑ガ與ヘラレタル條件ヲ満足スレバ宜シ。

例題。長サ四千五百呎水頭二十四呎、ナル時毎秒五百がろんヲ流ス新シキ管ノ直徑ヲ決定セヨ。

$$q = 500/7,481 = 66,84 \text{ 立方呎毎秒}$$

$$d = 0,479 \left(\frac{0,02 \times 4500 \times 66,84^2}{24} \right)^{\frac{1}{5}} = 3,35 \text{ 呎}$$

$$v = \frac{66,84}{0,7854 \times 3,35^2} = 7,6 \text{ 呎毎秒}$$

第二十四表ヨリ此ノ直徑及速度ニ對スル f ノ値ヲ求ムレバ〇・〇一三トナル。

$$d = 0,479 \left[(1,5 \times 3,35 + 0,013 \times 4500) \frac{66,84^2}{24} \right]^{\frac{1}{5}} \\ = 3,125 \text{ 呎}$$

d ノ此ノ値ヲ以テ速度ヲ求ムレバ八・七一呎トナリ f ノ値ニ變化ナシ。故ニ管ノ所要直徑ハ三一呎即三十七吋ナリ。但シ市場ニ三十七吋管ハ無キヲ以テ安全ヲ計リテ四十二吋管ヲ用フル事トス。

此處ニ注意スベキハ管ノ内面ガ腐蝕及錆ノタメニ粗トナリテ摩擦係數が大トナリ流量ヲ減少スル事ナリ。水ニヨリテハ錆等ヲ生ジテ數年ナラズシテ摩擦

係數ノ値ハ第二十四表ニ示セルモノノ二倍ヨリ尙大トナル事アリ。

斯クノ如ク管ノ年齢ト共ニ f ガ増大スル事ハ第二十五表ニ示スガ如シ。此ノ原因ヨリ f ガ大トナル事ハ大管ニテハ小管程大ナラズ。

前例ニ於テノ f 〇・〇三ニ取ルガ適當ナリ。

f 〇・〇三トスレバ直徑ハ三・六呎即四十三吋トナル。

第四十三節 短管

管ノ長サガ其ノ直徑ノ五百倍ヨリ小ナル時ニハ此レヲ短管ト云ヒ其ノ長サガ直徑ノ五十倍ヨリ小ナルモノヲ甚短カキ管ト云フ。

何レノ場合ニテモ C ナル係數ハ出來ルダケ上端ノ狀況ニ應ジテ見積リ長サ L ノ中、管ノ直徑ノ最初ノ三倍ダケハ除クベキナリ。斯カル管ニ對スル流量ヲ計算セントスルニ速度ハ第二十四表ニ與フルモノヨリ大ニシテ從テ摩擦係數ノヲ確カメ得ラレヌ事屢ナリ。此ノ理由ニ由リテ水頭が大ナル短管ノ流量ニツキテ正確ナル見積リヲナス事能ハズ。但シ幸ニモ實際上之ヲ用フル事ハ極メテ稀ナリ。

例ヘバ直徑一呎ニテ長サ百呎水頭百呎ナル管中ノ速度ヲ求ムル時ニ上端ハ C 〇・八ト假定スレバ m ハ

○五六トナル。 m_1 及 m_2 を無視スレバ(曲線モ彎モ無シトス)速度ハ下ノ如シ。

$$v = \sqrt{\frac{2gh}{1.56 + f(l/d)}} \dots\dots\dots(45)$$

f を 0.02 トシ l を 九十七呎トスレバ平均速度ハ四二・九呎毎秒トナル。鐵管中ニテ斯カル大ナル速度ニ對スル摩擦係數 f ノ値ニ關スル實驗ナシ。但シ表ヨリ判斷シテ f を 0.01 一五トスレバ v ハ四十六呎毎秒トナル

甚短カキ管ニ對スル水ノ速度ノ式ハ l ノ代リニ $l-3d$ トシ m 項 c ノ項ニテ表ハシテ v ハ下ノ如クニナル。

$$v = \sqrt{\frac{2gh}{\frac{1}{c^2} + f\frac{l-3d}{d}}} \dots\dots\dots(46)$$

コノ式ニテ若シ l ガ $3d$ ニ等シキ時ハ $v = c\sqrt{2gh}$ トナリ此ノ式ハ短カキ圓壙形管ノ場合ト一致ス。

第四十四節 長管

長管ニ對スル速度ノ公式ハ下ノ如シ。

$$v = \sqrt{\frac{2gh}{1.5 + f(l/d)}} \dots\dots\dots(47)$$

コノ公式ニ於テ管ノ長サ l ガ甚大ナル時ハ一・五ヲ無視シ得。此レヲ無視スルモ其ノ爲ニ起ル誤差ガ一

ば一せんト以內ニ止マル様ニスルニハ l ノ長サヲ如何ニスレバ宜シキヤ。

f を 0.02 トシ

$$\frac{\sqrt{1.5 + f\frac{l}{d}}}{\sqrt{f\frac{l}{d}}} = 1.01 \quad f = 0.02$$

上ノ方程式ヨリ

$$\frac{l}{d} = 3750$$

即チ l ガ其ノ直徑ノ三千七百五十倍ヨリ大ナレバ一・五ヲ無視スルモ誤差ハ一せんト以內ニ過ギズ。一・五ヲ無視スレバ

$$v = \sqrt{\frac{2ghd}{fl}}, \quad q = \frac{\pi}{4} \sqrt{\frac{2ghd^5}{fl}} \dots\dots\dots(48)$$

英式單位ヲ用フレバ

$$v = 8.02 \sqrt{\frac{hd}{fl}}, \quad q = 6.30 \sqrt{\frac{hd^5}{fl}} \dots\dots\dots(49)$$

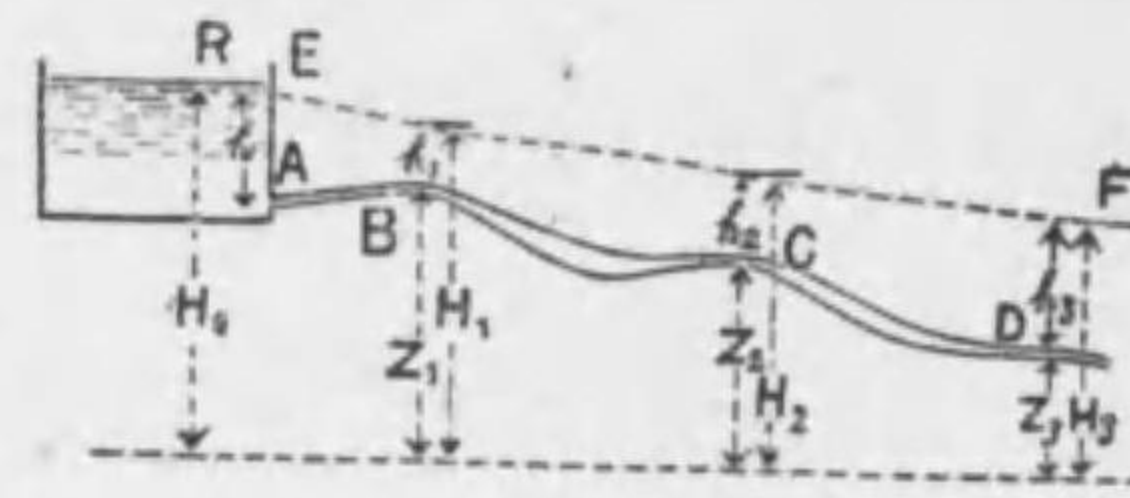
q ニ對スル此ノ公式ヨリ流量長サ、水頭ガ與ヘラレタル時管ノ直徑ヲ計算スル公式ハ下ノ如シ。

$$d^5 = \frac{8}{\pi^2 g} \frac{flq^2}{h}, \quad d = 0.479 \left(\frac{flq^2}{h} \right)^{\frac{1}{5}} \dots\dots\dots(50)$$

第四十五節 動水勾配線

(Hydraulic grade-line)

第十八圖 = 於テ A
B C D ヲ池ヨリ出デ
タル水管トス。 h_1 h_2
等ヲ B, C, D 點等ニ於
ケル管中ノ壓力トス。



第十八圖

z_1 z_2 z_3 等ヲ任意ノ平面上ノ B, C, D 點等ノ高サトシ H_0
ヲ同平面上池中ノ水面ノ高サトス。

v_1 v_2 v_3 等ヲ種々ノ點ニ於ケル速度トス。

前述ノ平面ニ關シ高サノ項ニテ表ハシタル任意ノ
與ヘラレタル容積ノ水ノ位置及運動ノえねるぎ一即
チ全えねるぎ一ハ次ノ如シ。

$$h+z+\frac{v^2}{2g} \text{ 又ハ } H+\frac{v^2}{2g}$$

水管中諸點ヲ流ルル間ニえねるぎ一ノ損失ナケレ
バ

$$h+z+\frac{v^2}{2g} = \text{定數} \dots\dots \text{ベルぬーりノ定理}$$

管中ヲ水ガ流ルル時アルえねるぎ一ノ損失ガ起ル
モノトスレバ上ノ式ハ定數ニアラズシテ水ガ追々ト
遠ク流ルルニ從ヒテ小トナル。

h_f ヲ B ト C 點トノ間ノ摩擦損失水頭トスレバ

$$h_1+z_1+\frac{v_1^2}{2g} = h_2+z_2+\frac{v_2^2}{2g}+h_f$$

第十八圖ニテ E F 線ハ管ノ動水勾配線ト云フ管ノ

断面一定ナレバ v_1 v_2 v_3 等ハ等シキ故ニ $h_1+z_1=h_2+z_2+h_f$
トナル、即チ任意ノ二點ニ於ケル動水勾配線ノ高サノ
差ハコノ二點間ノ摩擦ニテ失ハレタル水頭ヲ表ハス。

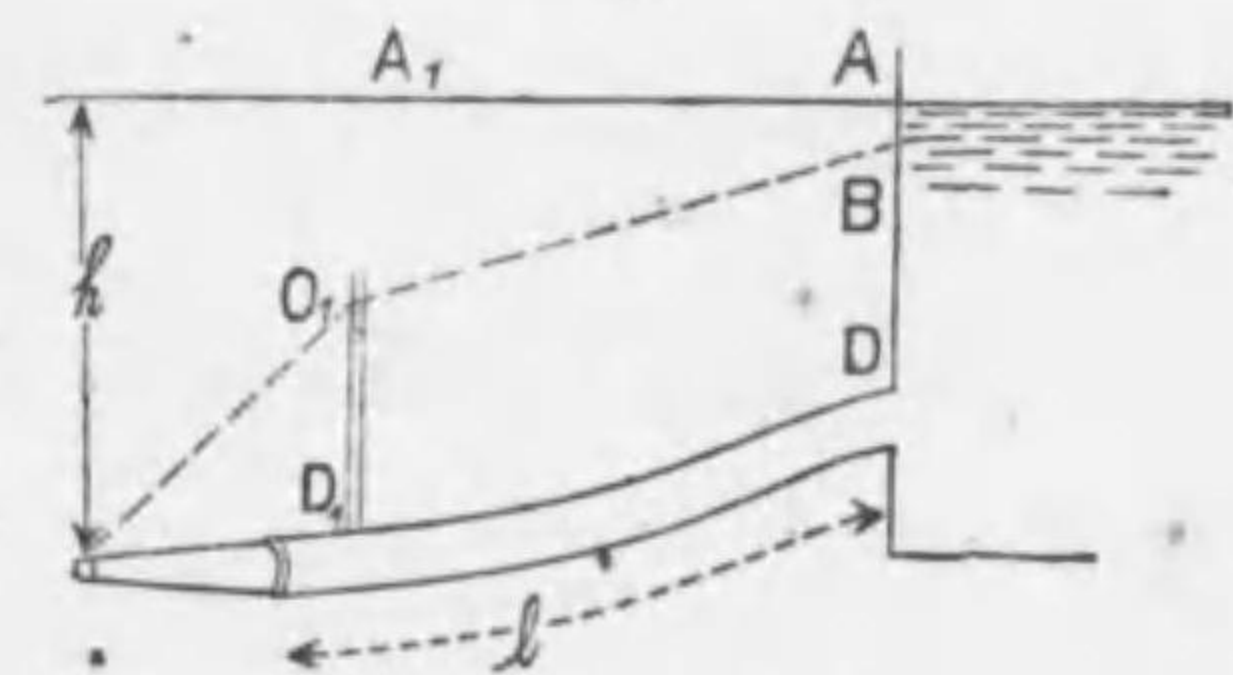
動水勾配線ノ高サハ管ノ高サニ無關係ナルヲ以テ
 $H_1=H_2+h_f$ トカク事ヲ得。 モシ管ガ任意ノ點ニ於テ
動水勾配線以上ニアル時ハソノ點ノ壓力ハ大氣ノ壓
力ヨリ小トナリ水中ニ含マレタル空氣ハカカル點ニ
集マリ遂ニ水ノ流レヲ妨グルニ至ル。

尚ホ $H_0-H_1=\frac{v_1^2}{2g}+h_f$ 又管中ノ任意ノ二點間ニテハ

$$H_1-H_2=\frac{v_2^2}{2g}-\frac{v_1^2}{2g}+h_f \text{ ナリ。}$$

第四十六節 のつづる付ほ一す

第十九圖ニ於テ管
ノ末端ニ設ケタル硝
子管 O_1 D_1 中ノ水位ヲ
 O_1 トス。 高サ A_1 O_1 ハ
損失水頭ト速度水頭
トノ和ナリ。



第十九圖

h ヲのつづるノ末端ニ於ケル全水頭トシ D ヲソノ直
徑、 V ヲ噴出スル水流ノ速度トス。 d 及 v ヲ水管ノ直
徑及速度トシ其ノ長サヲ l トス。

然ル時ハ噴出スル水流ノ有效速度水頭ハ $\frac{V^2}{2g}$ ニシテ

損失水頭ハ $h - \frac{V^2}{2g}$ ナリ。損失水頭ハ種々ノ部分ヨリ
ナリ即チ入口 D ニ於ケル損失、管中ノ摩擦ニ由ル損失、
曲線及彎ニ由ル損失及のづるニ由ル損失等ナリ。え
ねるぎノ原理ニヨリテ下ノ式ヲ得。

$$h - \frac{V^2}{2g} = m_1 \frac{v^2}{2g} + f \frac{l}{d} \frac{v^2}{2g} + m_2 \frac{v^2}{2g} + m_3 \frac{v^2}{2g} + m' \frac{V^2}{2g}$$

m' ハのづるニ對スルモノニシテ m ガ管ニ對シテ見
出サルルト同様ニシテ得。即チ

$$m' = \left(\frac{1}{c}\right)^2 - 1$$

c ニのづるニ對スル速度係數。

此ノ m' ノ値ハのづるニ於ケル凡テノ損失水頭ヲ考
ニ取レル者ナルヲ以テ其ノ長サヲ考フル必要ナシ。
完全ナルのづるニ對シテハ c ハ一ニシテ即チ m' ハ零
トナル。

$$V = v(d/D)^2$$

此ノ値ヲ前ノ方程式ニ入レテ m_2 ト m_3 トヲ無視シテ
ソニ對シテ解ケバ次ノ式ヲ得。

$$v = \sqrt{\frac{2gh}{m_1 + f(l/d) + \left(\frac{1}{c}\right)^2 \left(\frac{d}{D}\right)^4}} \dots\dots\dots(51)$$

のづるヨリ噴出スル水ノ速度及其ノ流量ハ次ノ式
ヨリ求メラル。

$$V = (d/D)^2 v \quad q = \frac{1}{4} \pi D^2 V \dots\dots\dots(52)$$

噴キ出ス水ノ速度水頭ハ $\frac{V^2}{2g}$ ナリ。

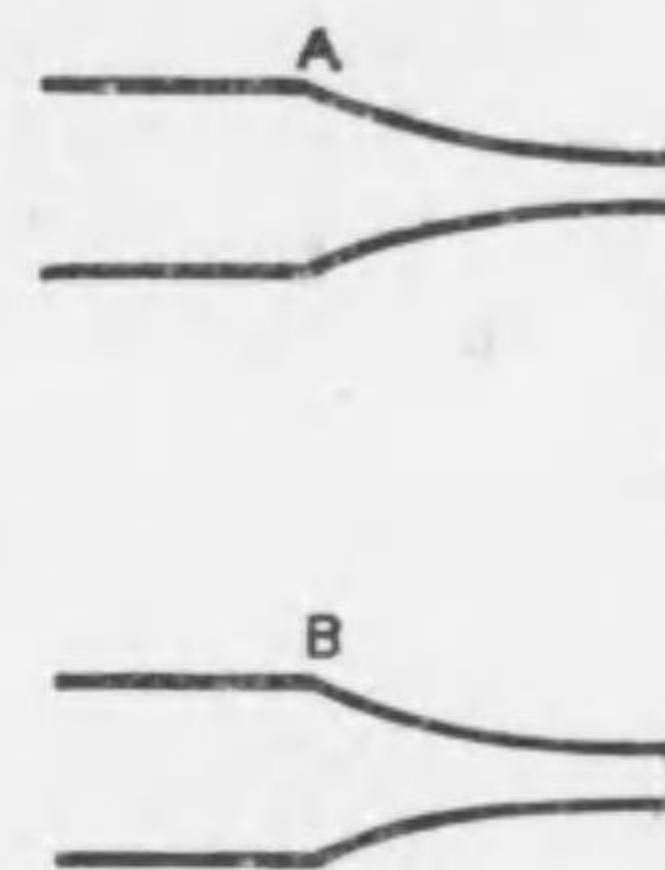
此レ等ノ方程式ニヨリテ V ノ最大値ハ D ガ d ニ比
シテ出來ルダケ小ニシテ最大流量ハ D ガ d ニ等シキ
時ニ起ルヲ知ル。

のづるノ目的ガ噴キ出ス水ノ速度水頭ヲ利用スル
ニアル時ハ大ナル管ヲ用ヒ小ナルのづるヲ附スルヲ
宜シトス。若シ目的ガ水車ニヨリテ動力ヲ生ズルニ
於テ射出スル水ノえねるぎヲ利用スルニアル時ハ
此レヲ最大トスルニハ D ト d トノ間ニ或ル關係アリ。
(此處ニハ省略ス)

第四十七節 消火のづる

此レハ消火ノタメ水ノ噴出スル速度ヲ大トスルタ
メノ短管ナリ。此レニ二種ア

リーハ滑のづる、一ハ環狀のづ
るナリ。第二十圖 A ハ前者ニ
屬シ B ハ後者ニ屬ス。以上ノ
二種ノのづるニ對スル平均流
量係數ハ滑のづるニ對シテハ



第二十圖

○・九七四ニシテ環狀のづるニ
對シテハ○・七四○ナリ。

のづるヨリ噴出スル流量 Q ハ次ノ式ヨリ求ムル事
ヲ得。



$$Q = 29.83 C_1 D^2 \sqrt{\frac{P_1}{1 - c_1^2 \left(\frac{D}{d}\right)^4}} \dots\dots\dots (53)$$

- Q = がろん 毎分
- C₁ = 速度係數
- D = のづるノ先ニ於ケル直径
- P₁ = のづる入口ニ於ケル壓力(封度毎平方吋)
- d = ほ一すノ直径

C₁ノ値ハふりーまん氏ノ實驗ニヨレバのづるノ入口ノ壓力水頭ガ四十五呎乃至百八十呎ナル時ハ滑圓錐のづるニ對シテハ次ノ表ノ如シ。

D(吋)	$\frac{3''}{4}$	$\frac{7''}{8}$	1''	$1\frac{1''}{8}$	$1\frac{1''}{4}$	$1\frac{3''}{8}$
C ₁	0.983	0.982	0.978	0.976	0.971	0.959

以上ハ滑のづるニ付キテナレドモ環狀のづるニテハ出口ガ $\frac{1}{16}$ 吋乃至 $\frac{1}{8}$ 吋程直径ガ小トナレルヲ以テ流出量ハ幾分減少ス。ソノ代リ水ハ幾分高クアガル。

$$\frac{1}{4} \pi d^2 v = c' \frac{1}{4} \pi D^2 V = c' c_1 \frac{1}{4} \pi D^2 \sqrt{2gH}$$

- c' = 收縮係數
- c' c₁ = 流量係數
- H = のづる入口ニ於ケル有效水頭

滑のづるヲ上ニ向ケテ如何程高ク水ガアガルヤハ次ノ式ニテ計算シ得。

$$\frac{V^2}{2g} = \frac{c_1^2 h_1}{1 - c_1^2 \left(\frac{D}{d}\right)^4} \dots\dots\dots (54)$$

h₁ = のづる入口ニテノ壓力水頭

ふりーまん氏ノ實驗ニ由レル滑のづるヨリ垂直ニ噴出スル水ノ高サハ次ノ第二十七表ニ示ス如シ。

第四十八節 消火ほ一す

のづるヲ取付タル蛇管ノ直径ハ通例二吋二分ノ一ナリ。成ルベク摩擦抵抗ヲ減少スルタメ内面ニこむヲ塗ル。

第二十七表

のづる入口ニ於ケル壓力(封度毎平方吋)	3吋のづる		1吋のづる		1吋のづる				
	噴出ノ高(呎)		噴出ノ高(呎)		噴出ノ高(呎)				
	A	B	A	B	A	B			
10	20	17	52	21	18	93	22	19	148
20	40	33	73	43	35	132	44	37	209
30	59	48	90	63	51	161	66	53	256
40	78	60	104	83	64	186	86	67	296
50	93	67	116	101	73	208	107	77	331
60	104	72	127	117	79	228	126	85	263
70	114	76	137	130	85	246	140	91	392
80	123	79	147	140	89	263	150	95	419
90	129	81	156	147	92	279	157	99	444
100	134	83	164	152	96	295	161	101	468

- A = 風ノ無キ時水滴ノ達スル高
- B = 軟風ノ際水流ノ達スル高

二時二分ノ一ノほ一すノ摩擦係數ハ第二十八表ノ如シ。

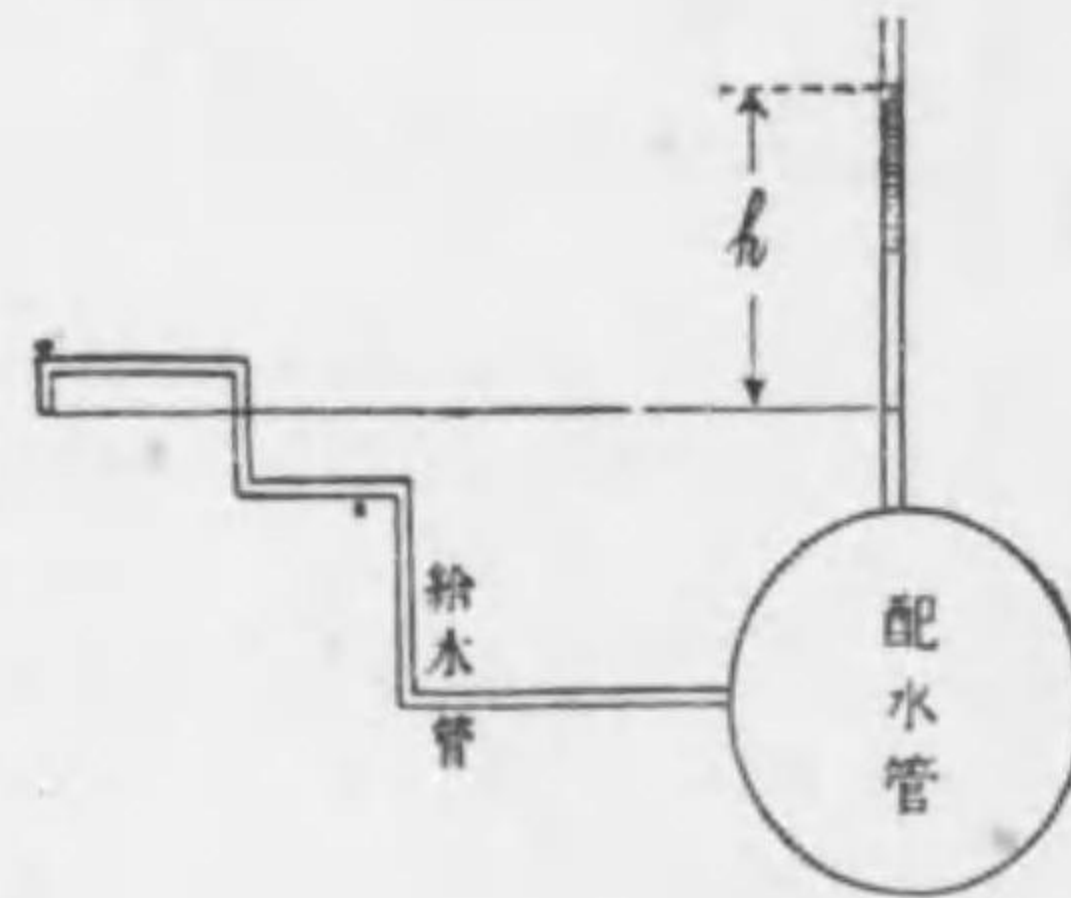
第二十八表

ほ一すノ種類 \ 速度 (呎毎秒)	4	6	10	15	20
内面塗布セ×亞麻布ほ一す	0,038	,038	,037	,035	,034
粗ナルこむヲ塗布セル木綿	0,030	,031	0,031	,030	,029
滑カナル "	0,024	,023	,022	,019	,018
流出量(がらん毎分)	61	92	153	230	306

ほ一すが長キ時ハ水ガ流レテ摩擦ノ爲メ失フ水頭大トナルヲ以テ成ルベク短クスルヲ宜シトス。

第四十九節 給水管 (Service pipe)

給水管ノ直径ヲ求ムルニハコレガ出ル所ニテ給水本管ノ壓力ヲ見出ス。給水管ヲ流ルル水ハ第二十一圖ニ示ス如クハナル水頭ヲ有スルヲ知ルヲ以テ此ノ徑ヲ見出ス事ヲ得。



第二十一圖

第八章 集水工

第五十節 河川ヨリ引水スル方法

取入口ノ位置ハ水ノ品質、建設費、維持費等ニ甚大ナル關係ヲ有ス。品質ニ關シテハ其ノ上流ニテ他ノ都市ヨリノ下水ヲ受クルガ如キ所ハ宜シカラズ。ナルベク之ヨリ上流ニ選ムヲ宜シトス。又河ガ潮ノ差シ引キアル時ニハ差シ潮ノ時ニ潮ガ何處邊迄及ブヤヲ考ヘ之ヨリ上流ニ位置ヲ選ムベシ。取入口ハ勿論河ノ最低水位以下ニ在ルベキモノニシテ都合ニヨリテハ往々種々ノ深サヨリ水ヲ取入ルルタメ最低水位以上ニ數個ノ取入口ヲ設クル事アリ。

取入口ノ位置ヲ決定スルニ河床ノ變化セズ流速ノ餘リ大ナラズ、尙ホ唧筒ニテ汲上グル必要アル時ハ之ヲ近クニ設ケ得ル所ヲ選ムベシ。

水位ノ變化大ナル河川ヨリノ取入口。

此ノ時ニハ取水管ハ低水位ノ際ニ差支ナキ様ニ岸ヨリ遠ク迄延長セザルベカラズ。取水管ノ水ニ接セル端ハ簡單ナルくりぼうぐ (Crib-work) ニテ支ヘラレ河床ヨリ以上二尺乃至三尺ノ高サニ管ノ先端アリ。今其一例ヲ示セバ第二十二圖ノ如シ。

取水管ノ先端ニハ金物ノ網ヲ取リ付ケテ塵芥、砂等

ノ入ルヲ防グ又取水塔 (Intake-tower) ニ取水管ノ末端
ヲ入レテ數段

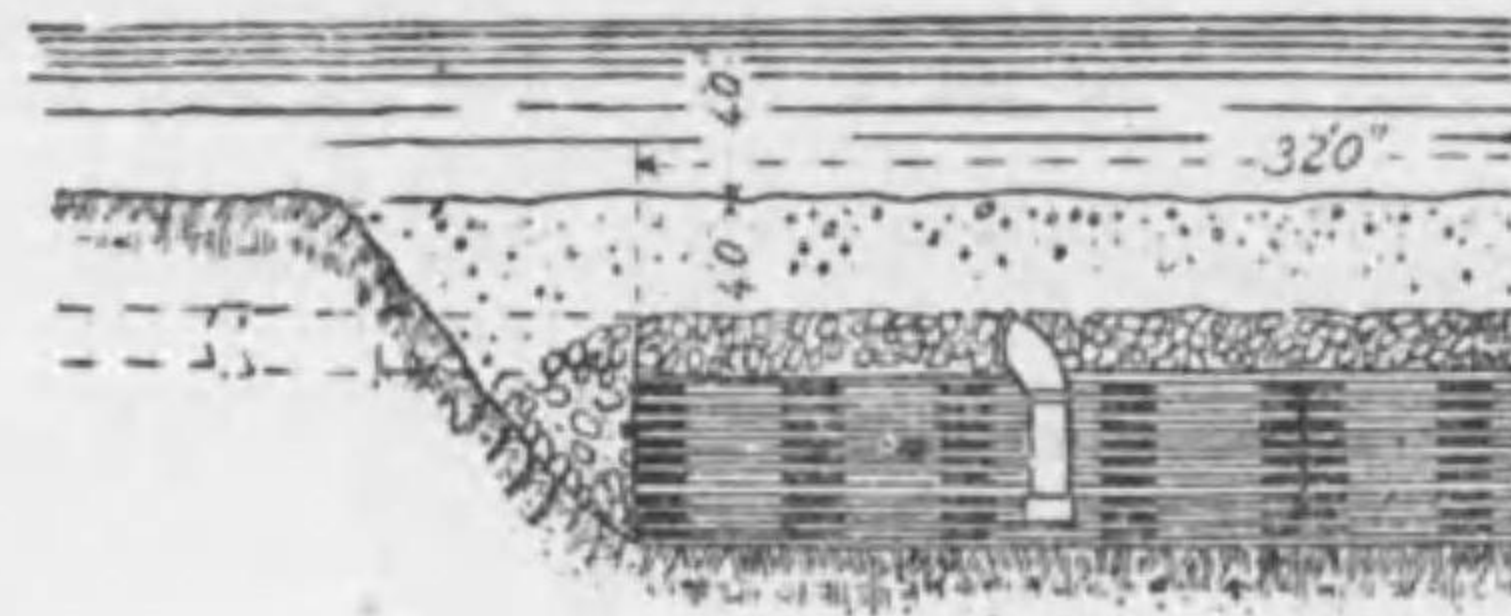
ノする一すげ

一とヲ以テ川

ノ種々ノ水位

ヨリ取入レル

モノアリ。耐



第二十二圖

久及安全ニ水ヲ取リ入レ得ル點ニテハ取水塔ハくり、
ぶうぐーくニ優リ尙ホ河ノ種々ノ水位ヨリ取水シ得ル
便利アルモ工費大ナルヲ以テ比較的大規模ノ大切ナ
ル水道ニ用ヒラル。

第五十一節 湖ヨリ引水 スル方法

湖水ヨリ水ヲ取リ入レル時ハ其ノ位置トシテハ常
ニ最良ノ水ヲ得尙ホ取入レニ妨害ナキ所ヲ選ムベシ。
下水ニテ汚濁セラレザル湖ニテハ考究スベキ事次ノ
如シ

湖ニ流入スル諸川ノ河口ノ位置及此レ等河川ガ運
ビ來ル物質、風及流レノ方向竝ニ其レガ湖底ノ泥ヲ攪
拌シテ沈澱物ヲ諸所ニ流散セザルヤ又水ノ性質例ヘ
バ温度、色等ニツキテモ充分考究スルヲ要ス。又取入
口ハ相當深キ所ニ設ク波ノ作用ノ及バヌ様ニスベシ。

小ナル池沼ニテモ風ハ十五尺乃至二十尺ノ深サ迄モ
水ヲ攪拌スルヲ以テ此ノ深サガ取入口ノ最小深サト
モ云ヒ得。大ナル湖ニテハ波ノ作用ハヨリ深キ所迄
及ビ從テ取入口ハ四一尺乃至五十尺ノ深サニ設クル
必要アル事アリ。

ぐれ一とれ一くニ沿ヘル大抵ノ都市ハ都合ヨキ所
ヨリ直接下水ヲ之ニ放流セルヲ以テ此レヨリ水道用
水ヲ取リ入ル場合其ノ下水ニツキ注意ヲ要シ都市ガ
發展スルニ從ヒテ取入口ヲ追々ト岸ヨリ遠クニ設ケ
タリ。

第五十二節 地下水ヲ集 ムル方法

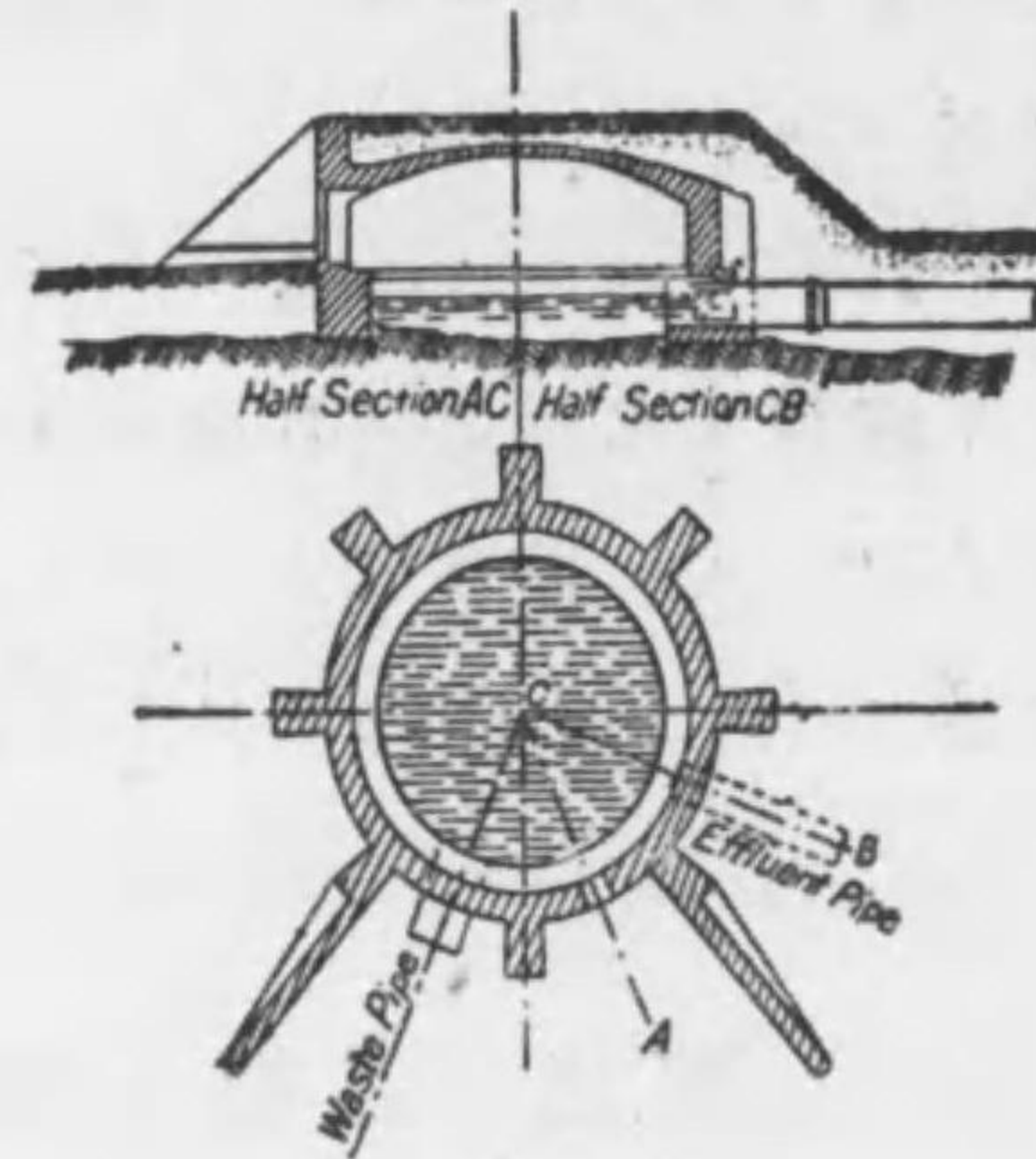
泉ヨリ取入ル方法

構造物トシテハ下水ニテ汚濁セラレズ多クノ水ガ
集マル様ニ造ルベシ。水量ガ充分豊富ナル時ハ一個
又ハ數個ノ泉ヨリ引水シ之ヲ共通ノ導水管ニ導ク。
簡單ナルハ小ナル石造井又ハ池ニテ之ニテ泉ヲ圍ヒ
之ヨリ導水管ヲ出ス。植物性有機物質ガ發生シテ水
ガ汚サルヲ防グ爲ニ此ノ池ハ常ニ光線ノ當ラヌ様
ニ掩蓋ヲ施ス。小ナル泉ニハ圓形ノ井ニ石造ノ蓋ヲ
施シ尙ホ人孔ヲ設クル方法ガ簡單ニテ有效ナリ。大
ナル泉ニハ石造掩蓋ヲ設ケ此ノ上ニ二尺乃至三尺ノ

土ヲ被フ。溢水管ヲ設ケテ之ヨリ餘分ノ水ヲ排出シ
尚ホ池ノ掃除又ハ修繕ヲスルタメニ瓣ヲ有スル廢棄
管ヲ設ケ之ヨリ水ヲ流出シテ池ヲ空ニス。

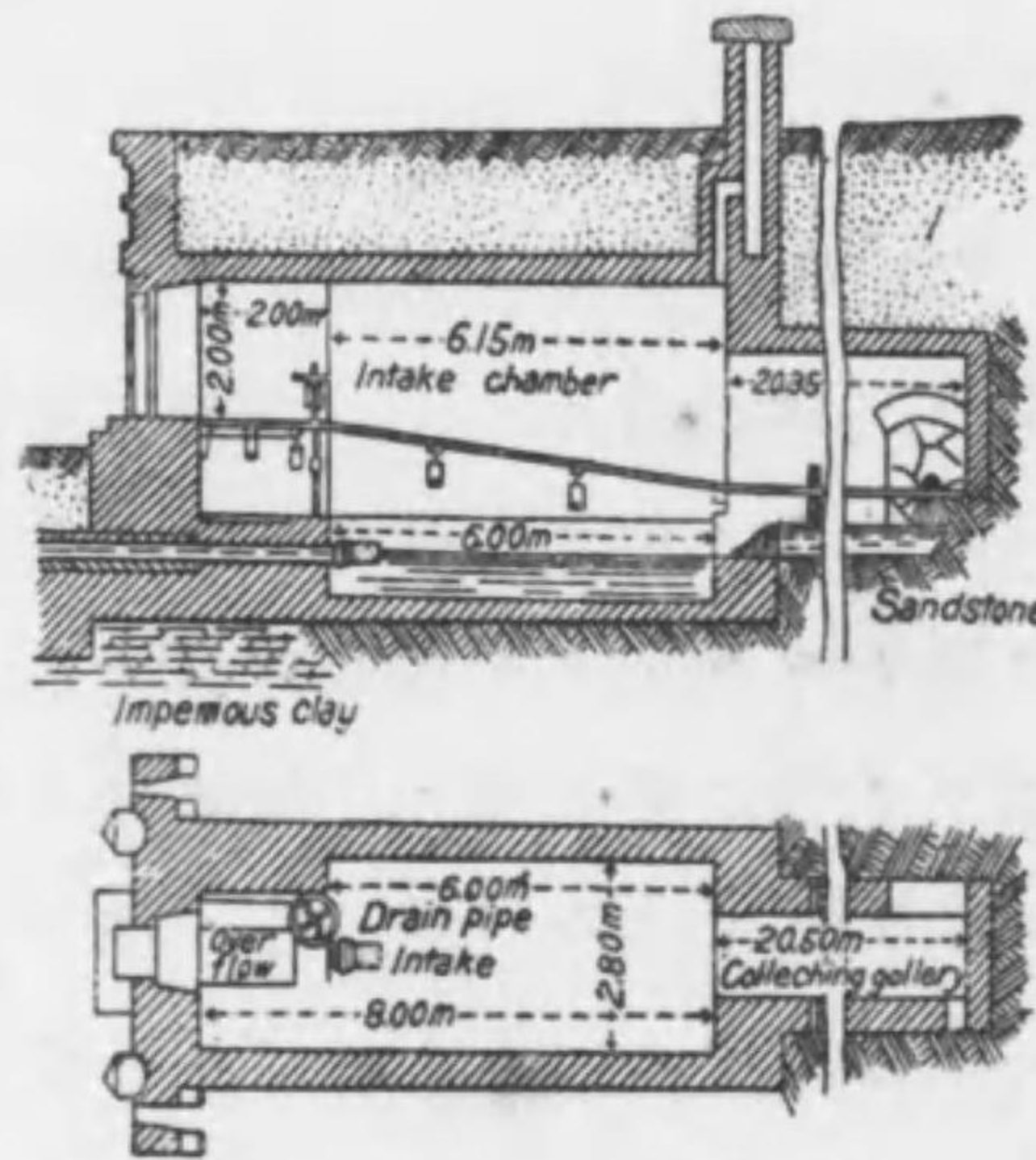
第二十三圖ハ
一例ヲ示スモノ
ニテ簡單ナル屋
根ヲ有スル池ニ
テ地盤ハ全ク水
平ナリ。

第二十三圖



第二十四圖ハ
丘坂上ニアル集
水室ヲ示シ之ニ
ハ堰沈澄室、す
れ一な一附キノ
導水管、溢水管及
廢棄管アリ。

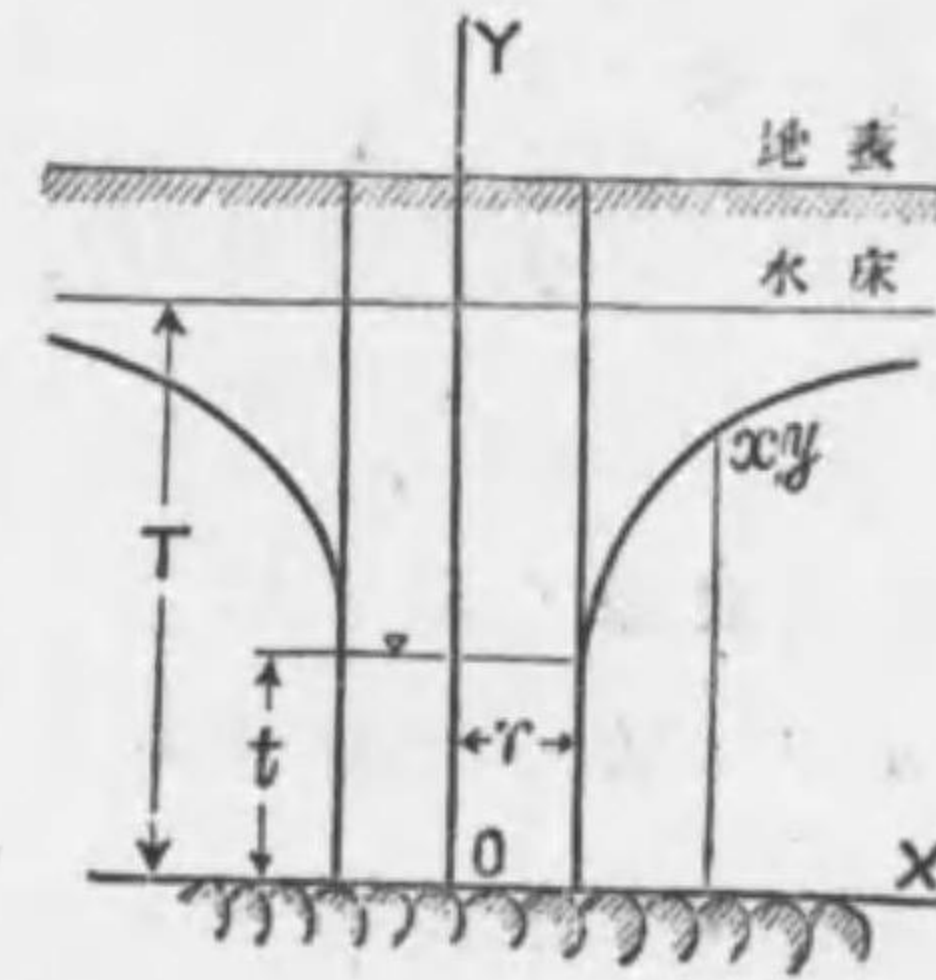
第二十四圖



第五十三節 掘井周圍ノ
地下水水位

第二十五圖ノ如ク元來
或ル水位ニ水面或ハ水床
ガ達セルモノガ井ノ水ヲ
汲出セシタメニ周圍ノ地
下水水面ハ一ノ凹窪曲線
ヲナス。

今井ノ水量ハ半徑 x 高
サ y ナル圓筒ノ周圍ヨリ
集マルト假定ス。



第二十五圖

Hazen 氏公式ヨリ $Q = ksAp$ 立方呎毎日

k = 考フル砂ニ對シテ定數 s = 勾配

A = 横斷面積(平方呎) p = 空隙

コノ場合 $A = 2\pi xy$ $s = \frac{dy}{dx}$

故ニ $Q = 2\pi kpxy \frac{dy}{dx}$

即チ $Q \frac{dx}{x} = 2\pi kpy dy$

積分シテ $Q \log_e x = \pi kpy^2 + C$

$x = r$ ナレバ $y = t$ トナル。コレヨリ

$C = Q \log_e r - \pi kpt^2$

コレヲ代入シ $y^2 = \text{對シテトキテ}$

$$y^2 = \frac{Q}{\pi k p} \log_e \frac{x}{r} + t^2$$

コレガ求ムル方程式ニシテ單位ハ呎及日ナリ。

上ノ式ヨリ

$$Q = \frac{\pi k p (y^2 - t^2)}{\log_e \frac{x}{r}} \dots\dots\dots(55)$$

凹窪曲線ノ形ガ知ラルレバ流量ヲ見出ス事ヲ得。

y ガ $T = \text{等シキ時}$ x ハ $R = \text{等シトス}$ 。

コノ R ヲ干涉圓 (Circle of influence) ノ半徑ト云フ。

$$Q = \frac{\pi k p (T^2 - t^2)}{\log_e \frac{R}{r}}$$

$$\log_e x = 2.302585 \log_{10} x$$

$$Q = \frac{\pi k p (T^2 - t^2)}{2.3 \log_{10} \frac{R}{r}} \text{ 立方呎毎日} \dots\dots\dots(56)$$

1 立方呎 = 7.5 米がろん

$$\text{故} = Q = \frac{\pi k p \times 7.5}{2.30} \frac{T^2 - t^2}{\log_{10} \frac{R}{r}} = k' \frac{T^2 - t^2}{\log_{10} \frac{R}{r}} \text{ 米がろん毎日} \dots\dots\dots(57)$$

$$k' = \frac{\pi k p \times 7.5}{2.30}$$

k' ハ物質ノ細カサ及空隙ニ關係スル定數ナリ。

$$Q = k' \frac{T^2 - t^2}{\log_{10} \frac{R}{r}} \text{ ヨリ } Q \propto (T-t)$$

即チ井ノ湧出量ハ殆其水位ノ沈下ニ比例ス。

第二十九表ニ砂粒ノ細カサ及空隙ノ種々ノ價ニ對スル k' ノ値ヲ掲グ。

次ニ R ヲ求ムル方法ヲ示ス。 R ノ變化ニ從フ Q ノ變化ハ小ナルヲ以テ R ハ概算見積リニテ可ナリ。

途中ノ計算ヲ省略シテ

第二十九表

$$k' \text{ ノ 値 } Q = k' \frac{T^2 - t^2}{\log_{10} \frac{R}{r}}$$

空隙 %	砂ノ有效大サ (耗)								
	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.8	1.0	2.0	3.0
25	71	286	643	1140	1785	4560	7140	28600	64250
30	132	525	1180	2090	3270	8380	13200	52500	117900
35	218	870	1955	3470	5430	13900	21840	87000	195500
40	336	1345	3025	5380	8400	21525	33600	134500	302600

$$R = 1.36 \frac{T-t}{S \log_{10} \frac{R}{r}} \dots\dots\dots(58)$$

コノ式ヨリ R ヲ求ムルニハ勾配 S ト水位ノ沈下 $(T-t)$ ヲ知レバ R ヲ假定シテ前式ニ挿入シコノ式ヲ満足スル迄何回モ計算ヲ試ミ最後ニコノ式ヲ満足スル R ノ値ガ實際ノ價ナリ。

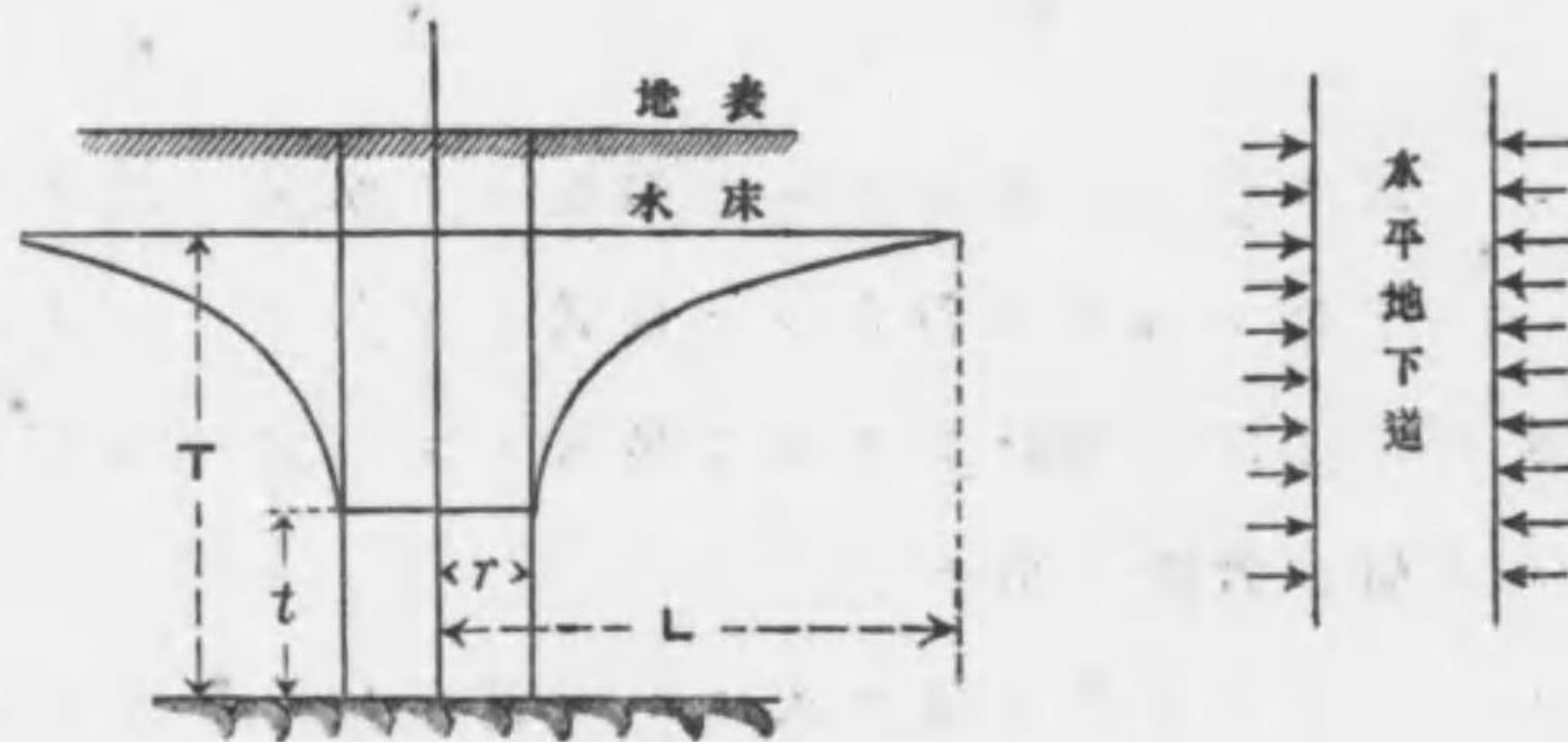
カクシテ k' ト R ノ値ヲ求ムレバ湧出量 Q ヲ求ムル事ヲ得。第三十表ハ種々ノ r 及 $\frac{T-t}{S}$ ニ對スル R ノ値ヲ示ス。

第三十表

Rノ値 $R=1,36 \frac{T-t}{S \log_{10} \frac{R}{r}}$

$\frac{T-t}{S}$	井ノ直径 = 2r					
	6"	1'	2'	4'	10'	20'
200	104	115	129	146	176	207
400	189	208	230	258	305	352
600	269	295	325	362	423	48
800	347	378	415	461	536	610
1000	422	459	503	556	645	730
2000	779	843	919	1010	1150	1290
4000	1450	1560	1690	1840	2030	2300
6000	2080	2240	2410	2620	2950	3250
8000	2700	2890	3120	3370	3780	4150
10000	3280	3530	3800	4110	4590	5030

第五十四節 水平地下道ニ流入スル水量



第二十六圖

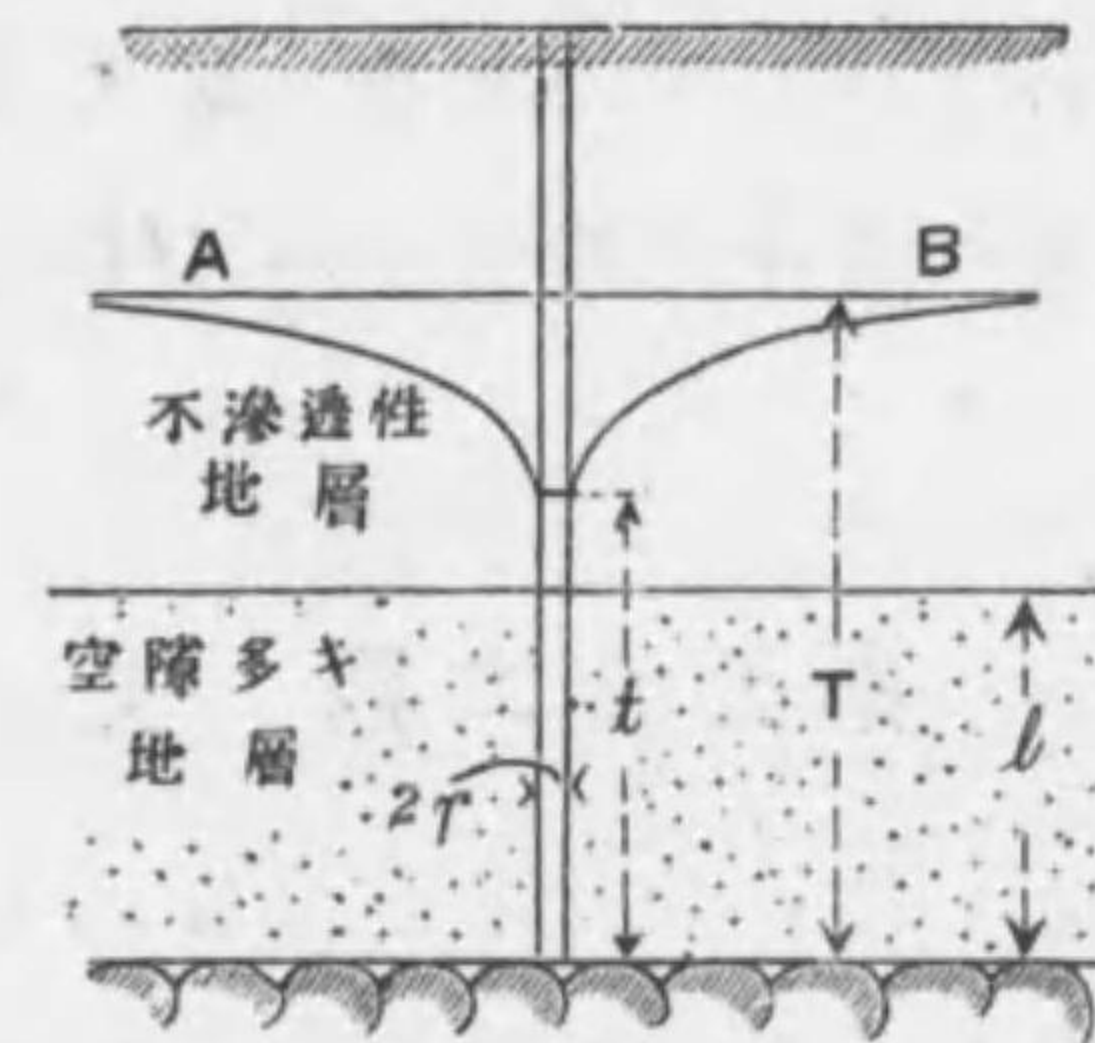
流入スル流量 Q ハ次ノ公式ヲ以テ求メ得第二十六

圖参照)

$Q = kp \frac{T^2 - t^2}{L - r}$ (單位長サニ對シテ).....(59)

第五十五節 掘抜き井ニ流入スル水量

第二十七圖ノ場合ニテ空隙多キ地層ノ水ハ或ル壓力ヲ有ス。此處ニ井ヲ掘レバ壓力ハ減少シ水ハアル高サ迄井中ニ上リ來ル。此時井中ニ流入スル水量ハ次ノ如シ。



第二十七圖

$Q = 2kl \frac{T-t}{\log \frac{R}{r}}$ がろん毎日.....(60)

kノ値ハ砂ノ有效大サ及空隙ニ因リテ異ル。即チ第二十九表ノkト同ジ。lハ空隙多キ地層ノ厚サニテTハ層底ニ於ケル初ノ壓力水頭、tハ水流ル時ノ井底ニ於ケル水頭、Rハ干渉圓ノ半径ニテrハ井ノ半径ナリ。式(60)ノ2lノ代リニ(T+t)ヲ代入スレバ式(57)ヲ得。此處ニ注意スベキハ井筒即チ井ニ水ガ入ラントスル時ノ摩擦、井筒自身ノ摩擦、及速度水頭ナリ。井ニ入

ル通路ノ面積ガ小ナルカ又ハ初メ大ニテモ年ヲ經ルニ從ヒテ鏽等ノ爲ツマリテ小トナレバ相當大ナル損失水頭ヲ生ズ。

速度水頭ハ普通小ナルヲ以テ考ヘニ取ラズトモ大ナル差支ナシ。此ノ水頭ハ $\frac{v^2}{2g}$ ナリ。

深サ五十尺乃至百尺迄ノ井中ノ摩擦水頭ハ小ナルヲ常トスルモ小直徑ノ深キ井ニテハ此レハ相當注意ヲ要スル事トナル。此ノ考ヨリ管ハ少クトモ六吋以上ノモノヲ用フルヲ宜シトス。

第五十六節 井ノ深サノ影響

此レ迄ハ井ハ不滲透性地層迄貫キタリト假定セシモ若シ此レ迄ニ到達セザル時ハ井ノ近クニテ抵抗ガ増シテ同ジ水頭ニ對シテモ流量ハ減少ス。又水ヲ湛フル地層ハ種々ノ異ル空隙率ノ層ヨリ成レルヲ以テ一層ヨリ他層ニ水ガ流ルルニ對スル抵抗ハ大ニシテ從テ井ノ深サガ流量ニ與フル影響ハ至大ナリ。

第五十七節 數多ノ井ノ相互ノ干涉

ニツ以上ノ同ジ地層迄貫ケル井ガ隣接シ同時ニ汲ミ揚ゲラレル時ハ各井ノ水量ハ減少ス。

井ノ直徑ヲ六吋トシテ水ヲ唧筒ニテ揚グルタメニ

十呎水位ガ低下シテ六呎ト假定シテ二個、三個及多數ノ井ヲ一例ニ配置シタル時ノ相互ノ干涉ハ次ノ第三十一表ノ如シ。

例ヘバ二個ノ井ノ間隔ヲ二百呎トスレバ二個ノ井戸ニテ單一ノ井ノ水量ノ $(100-16) \times 2 = 168\%$ ノ水量ヲ出ス。若シ第三ノ井ヲ此ノ中間ニ置ク時ハ水量ハ單一ノ井ノ量ノ $(100-31) \times 3 = 207\%$ トナル。多數ノ井ヲ百呎ノ間隔ニ置ク時ハ各井ノ水量ハ單一ノ井ノ三十四パーセントニ減少ス。

第三十一表

六吋井相互ノ干涉

二 個 ノ 井		三 個 ノ 井		多 數 ノ 井 (一列ニ配置ス)	
井ノ間隔 (呎)	干 渉 %	井ノ間隔 (呎)	干 渉 %	井ノ間隔 (呎)	干 渉 %
5	38	5	55	100	66
10	35	10	51	200	45
100	20	100	31	400	24
200	16	200	22	600	14
400	11	400	12	1000	6
1000	6	1000	8	-	-

第五十八節 井ノ構造

井ニハ三種アリ。

大ナル開井 (Large open well)

淺キ管井 (Shallow tubular well)

深キ井及掘抜キ井 (Deep and artesian well)

大ナル井ト小ナル井トノ得失。

井ノ大サハ水量ニ大ナル影響ナケレドモ大ナル井ハ貯水量が大ニシテ若シ唧筒ヲ色々ノ異ル速度ヲ以テ運轉スル時ハ數多ノ小ナル管井ヨリモ其容量大ナル利アリ。尙唧筒ノ運轉ニ於テ一ノ井又ハ二乃至三個ノ井ヲ相近ク設ケテ之ヨリ大ナル水量ヲ得又吸水管モ從ツテ短カキ利アルノミナラズ大井ハ唧筒ヲ下グル必要アル時ニハ其ノ唧筒ノ最經濟的ノ型ヲ用ヒ得ル利アリ。尙大井ニテハ水ノ入ル速度小從ツテ摩擦損失水頭少ク又細微ノ物質ガ沈澱シ得ル機會多シ。此處ニ大井ノ不利トスル所ハ小管井ニ比シテ同ジ水量ニ對シテモ工費ノ大ナル點ナリ。此ノ不利ハ深サ増加スルニ從ヒテ急激ニ大ナルヲ以テ例ヘバ唧筒びつとトスベキ大ナル井ヲ或ル深サ迄ハ造ルトモ經濟上差支ナケレドモ之ヨリ尙深ク掘ル必要アル時ニハ此ノ井ノ底ヨリ小ナル數多ノ管井ヲ設クル方ガ經濟的ナル事多キヲ常トス。

唧筒びつとトシテ用フル場合ノ外ハ三十尺乃至四十尺以上ノ井ヲ掘ル時ニハ大井トスレバ概シテ不經濟ナル事多シ。要スルニ大井ハ水ガ相等ナル深サニテ得ラレ掘鑿ガ至難ニアラズシテ一ノ大井ヨリ所要水量ヲ得ラレ尙唧筒ヲ唯一日ノ數時間運轉スル場合ニ

適合ス。

管井ハ大ナル面積又不規則ナル地層ヨリ水ヲ受ケ深キ地層ヲ貫通スル場合ニ特ニ適合ス。

大開井 井戸ノ大サ及深サ。

水道ニテ大井ト謂フハ直徑十尺乃至百尺ニテ普通ハ三十尺乃至五十尺ナリ。井ノ工費ハ直徑ガ増加スルニ從ヒテ大ナル事ハ其ノ水量ガ増加スルヨリモ大ナルヲ以テ非常ニ大ナル直徑ヲ採用スルニハ充分ノ考慮ヲ要ス。

井戸ノ最小深サハ旱魃ニ對シテ相當ノ餘裕ヲ見込ミテ水ヲ湛フル地層ニ達シ之ヲ貫通スルニ必要ナル深サニ因リテ決定スル理ナリ。

しーとばいりんぐニテ中ヲ掘リ又ハ輪形ニ穴ヲ掘リテ井筒ノミヲ造リ中ノ土ヲ後ニ取除ク。又ハ地盤ガ餘リ堅硬ナラザル時ハかーふしーヲ下シテ掘鑿ス。

一例ヲ舉グレバベをりあニテ直徑三十六呎ノ井戸ヲ粘土層ヲ貫通シテ水ノアル地層迄四十四呎ノ深サ迄掘リ此ノ井戸ノ沈下中一日千百萬乃至千三百萬米ガろんノ水ヲ唧筒ニテ汲ミ揚ゲタリ。又あちそんニテ直徑十二呎半深サ二十三呎ノ井ヲ掘リシニ甚軟カキ地層ナルヲ以テ井ハ必要ノ深サニ至ラズシテ沈下ヲ止メ此ノ井ノ底ヨリ下七呎乃至二十呎ノ水ノアル地層迄二十三本ノ $1\frac{1}{2}$ 吋ノ管ヲ以テ到達セリ。

浅キ管井 浅キ管井即チ小直径ノ井ハツノ井ノ大
サ、深サ及地層ノ性質ニヨリテ沈下ノ方法ヲ異ニス。
次ニ述ベントスルハ軟キ地層中ニ浅キ井ヲ沈下スル
場合ナリ。

多量ノ水ヲ得ントスレバ數多ノ井ヲ要シ此ノ外配
置、間隔、連絡、作業法等ハ大切ナル事項ナリ。浅キ井ニ
テ貫キタル地層ノ性質ガ掘抜キ井ナルモ此ノ事ハ今
考フルニ當リ重大ナル關係ナシ。此レ壓力小ニシテ
構造ノ方法及作業法ハ普通ノ地下水ヲ汲取ル場合ト
同様ナルヲ以テナリ。

沈下ノ方法 ニツノ主ナル方法アリ。一ハ閉端井
(Closed-end well) 他ハ開端井 (Open-end well) ナリ。

閉端井 此レハ井管ハ直径一時乃至四時ノ鍛鐵管
ニテ一端ハ塞ガリテ尖リアル長サノ間孔ガアリテ此
レヨリ水ガ浸入スルニ便トス。

管ヲ沈下スルハ木ノぶらぐヲ上ヨリ落下スル如キ
普通ノ杭ヲ打ツト同様ノ方法ヲ用フ。

上端ハ唧筒ニ連結シカクテ井ハ完成ス。

貫キタル地層ガ砂ナレバ管ノ孔ハ砂ノ入ラヌ様ニ
金網ヲ以テ蓋フ。此ノ網ヲ破ラヌ様又孔ニ泥ナドガ
ツマルヲ防グタメニ尖レル一端ハ普通管ヨリモ太ク
ス。第二十八圖ハ井ノ先端及二人ニテ打チ込ミ得ル
重リニテ管ヲ沈下スル方法ヲ示ス。管ハ又杭打チ人

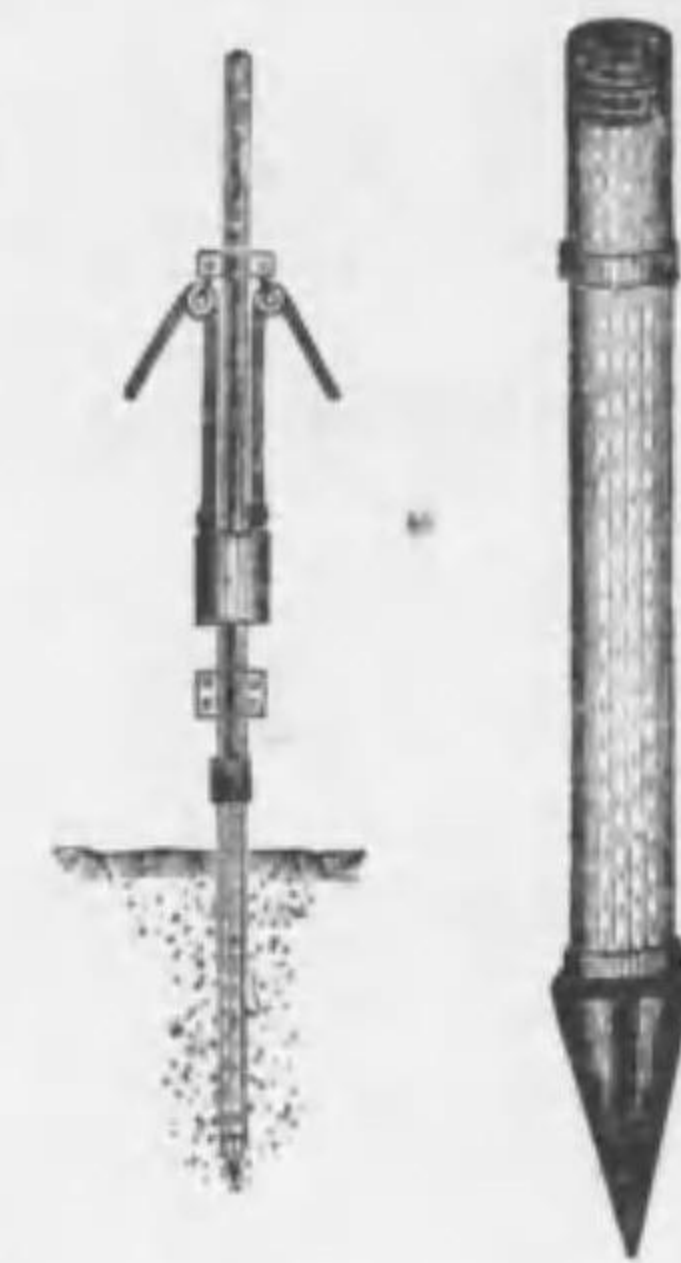
夫ニテ木ノぶらぐヲ以テ沈下ス
ル事モアリ。

以上ノ井ハ軟カキ土又ハ砂ニ
テ約七十五尺ノ深サニ適ス。又
沈下シ易ク又引抜キ再ビ打チ込
ム事モ容易ナルタメ浅キ深サニ
テ水ノ有無ヲ探ルニ便ナリ。

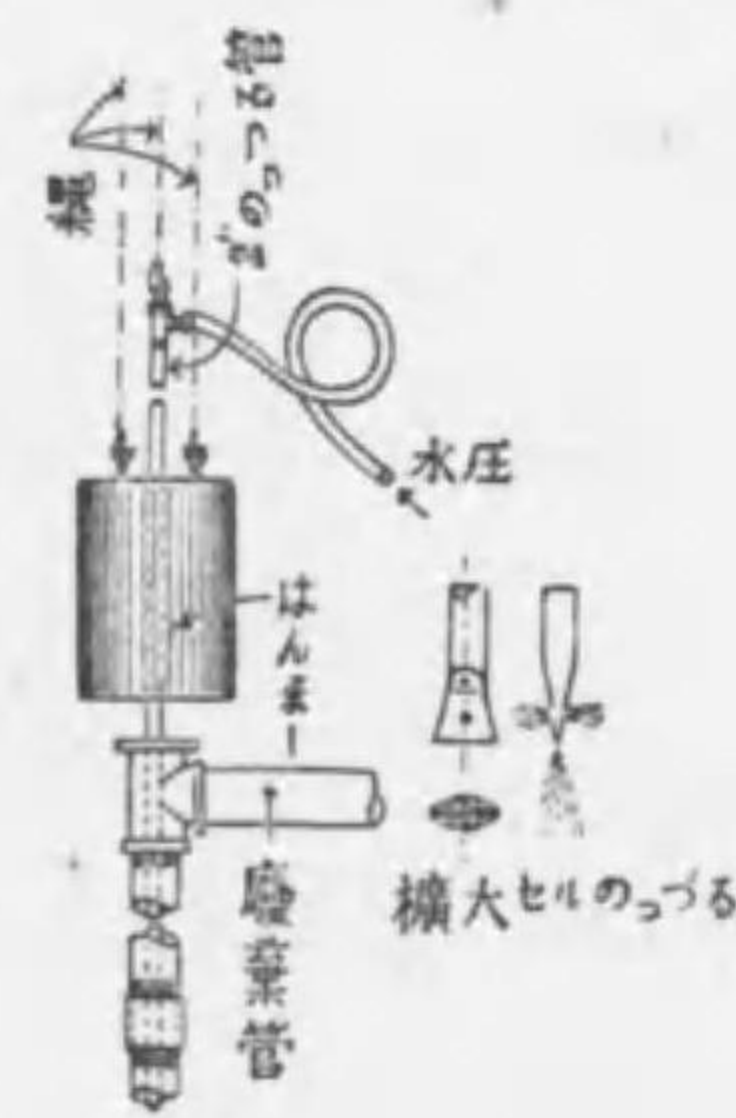
開端井 地質ガ硬クシテ大ナ
ル井ニハ開端管ヲ用フルヲ宜シ
トス。此レヲ沈下スルニハ内部

ヨリ土ヲ取除キ同時ニ管ヲ打込ム。最普通ノ方法ハ
水ノ射出ニヨル。此ノ方法ニテハ強キ水ノ流レヲ管
井中ノ小管ヨリ壓入シ從テ水ハ管ノ末端近クニテ射
出シ同時ニ管ヲ上ヨリ叩ケバ其ノ先ニハ鑿ノ如ク尖
レルモノアルヲ以テ周圍ノ土ヲ

弛メ土ハ小管ト管井トノ間ニア
ル輪形ノ場所ヨリ水ノタメニ地
表迄上リ來リ外部ニ流出ス。第
二十九圖ハ六時ノ管井ヲ九十尺
乃至百三十尺ノ深サ迄沈下セシ
例ナリ。打チ込ミハ千封度ノ錘
ニヨリ射出管ハ七十五封度ノ水
壓ニテ働ク。



第二十八圖



第二十九圖

深キ井 深サガ七十五尺乃至百尺以上ナレバ小ナル開端井ハ實用的ニアラズ。地層ハ深キ程一樣ニシテ地表近クノ地層ヨリ其ノ擴ガリ大ナルヲ以テ已ニ充分調査セル所ニテハ深井ハ淺井ニ比シ成效スル事多シ。深井ヲ沈下スル方法ハ前述ノ方法ト種々ノ點ニテ異リソノ間隔、管ノ摩擦、連絡等ハ淺井ノ場合ヨリモ大切ナリ。七百尺又ハ八百尺乃至千尺ノ如キ深キ井ノ掘リ方ハぼーりんぐト似タルモノナリ。

一般ニ地盤ノ軟硬ニヨリテ沈下ノ方法異ル。

軟カキ地盤中ノ沈下法 此ノ場合勿論全深サニ互リテ井筒ヲ要ス。二百尺乃至三百尺ノ深サニ對シテハ普通ノ井掘リノ裝置ヲ用ヒ得。筒ハ鑿井ノ後ニ沈下ス。井筒ガ最早沈下セヌ時ハ之ヨリ小ナル大サノモノヲ挿入シ沈下ヲ續ク斯クノ如クシテ望ミノ深サニ達ス。掘鑿セシ土ハさんどばけつと又ハ水射出ニヨリテ地表ニ揚ゲ水ハ中空ノ錐棒ヨリ錐ノ末端迄導キ孔ヲ常ニ清潔ニ保チ併セテ孔ノ進行ヲ早ム。

廻轉法ヲ用フル時ハ井筒ト土トノ摩擦ハ減少シ從テヨリ深キ所迄沈下シ得。此ノ方法ニテハ井筒ノ下端ニ管ヨリ少シ大ナル直徑ノ硬鋼ノしゅー(Shoe)ヲ附シ上端ハ水管ニ連結シ之ヨリ水ヲ唧筒ニテ壓入ス。井戸ヲ掘ルニハ管ヲ廻轉シ井筒ノ内側ヨリ水ヲ送リコノ水ニテ土ヲ弛メ之ヲ水ト共ニ井筒ト土壤トノ間ヲ

通リテ地表ニ流出ス。水壓ガアレバ土ト管トノ間ノ摩擦ハ甚小ニシテ管ハ容易ニ廻轉シ同時ニ沈下シ得此ノ方法ニヨリテ沈下ノ速度毎時二十尺乃至三十尺ニテ千尺ノ深サ迄沈下セシ例アリ。地盤ガ硬キ時ハ重キモノヲ上ヨリ落下シテ下ノ地ヲ割ル方法ヲ用フル。

第五十九節 井ノ配置及間隔

數多ノ小井ヲ配列スルニハ地下水ノ流レノ方向ニ直角ナル線中ニ設ク。一定ノ數ノ井戸ヨリ最大量ノ水ヲ得ルニハ其ノ干涉圓(circle of influence)ガ重ナリ合ハヌ様ナ間隔ヲ保タシムベキナレドモ管ノ工費、摩擦損失水頭等ノ考慮ヨリ云ヘバ必シモ最經濟的間隔ト謂フ能ハズ。

井戸ガ深クシテ打ち込ムニ大ナル工費ヲ要スルナレバ間隔ヲ廣クシテ井戸ノ數ヲ減少シ若シ淺クシテ工費ガ大ナラザレバヨリ密接ニ置ク。淺キ井ニテハ經濟的ノ間隔ハ二十五尺乃至百尺ナリ。尙ホ甚大ナル深キ井ニテハ間隔ハ一層大トナル。二十五尺以下ノ間隔トスル事屢アルモ之ハ勿論不經濟ナリ。井戸ノ大サト間隔トハ同時ニ考フベキモノニテ淺キ井ニ對シテハ多少大キクシ少シノ工費ガ増スコトアルモ速度ヲシテ毎秒二呎乃至三呎タラシメ從ツテ摩擦水

頭ヲシテ數吋又ハ多クトモ一呎乃至二呎ニ止ムルヲ以テ却テ經濟的ナル事アリ。摩擦水頭小ナル時ハ唧筒ヲ經濟的ナラシムル外ニ唧筒ノ吸水限度ヲ増加シ從テ井ノ容量ヲ増大ス。

例ヲ舉グレバ三十個ノ七吋直徑深サ八百呎ノ井ヲ五百六十呎ノ間隔ニ置キ各井毎ニ約二十五萬米がろんノ水量ヲ出セシ事アリ。又十二吋直徑ニテ五百呎ノ深サノ井ヲ三百呎ノ間隔ニ置キ各井毎日八十萬米がろんノ水量ヲ出セシ事アリ。

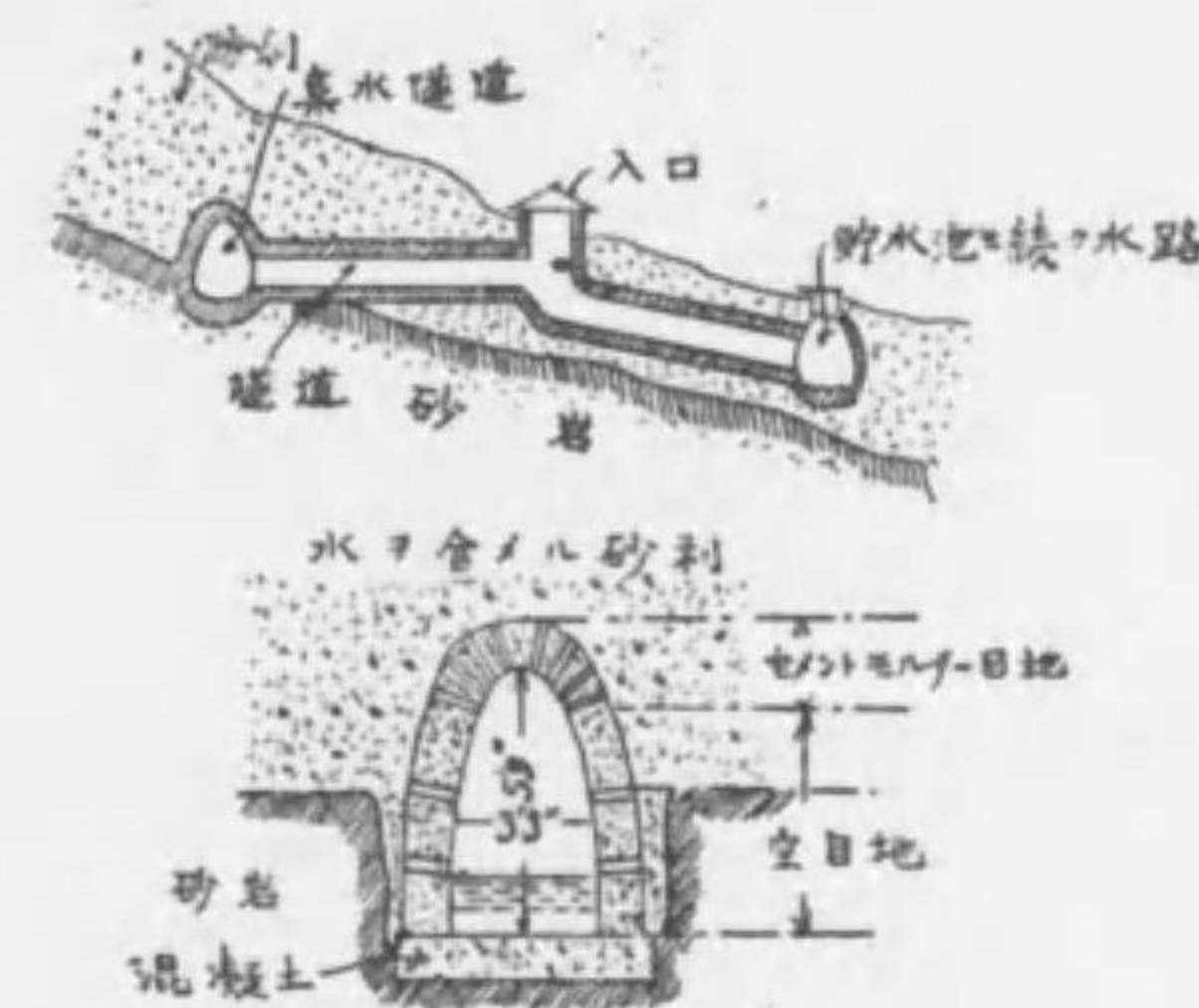
第六十節 水平地下道 (Horizontal gallery)

地下水ガ餘リ深クナキ所ニアレバ流レノ方向ニ直角ニ地下道ヲ造リ水ヲ集ム。此ノ形狀ハ唯ノ開溝又ハ石、木、鐵、土管等ノ暗渠ニシテ地下水ヲ流入セシムル爲メ多クノ小ナル孔ヲ有ス。

地下道ハ普通開溝中ニ造ル。コノ中ニ細カキ物質ガ入ルヲ防グタメ孔ノ近クハ數段ノ大サノ砂利ヲ置クヲヨシトス。

孔ヲ底部ノミニ設ケバ此ノ患少シ。又人孔ヲ諸所ニ作リテ監視及掃除ニ便トス。地下道ノ大サハ所要水量ヲ流シ得ルモノニテヨキ筈ナレドモ細カキ砂ナドガ入リテ掃除ノ必要アレバ人ガ中ニ入り得ル大サトスルヲ可トス。

地下道ノ工費ハ同様ノ土質ニ於ケル下水溝ト同ジ。深サト共ニ増加スル事早キモ二十尺乃至二十五尺ノ深サ迄ハ構造容易ナルヲ以テ甚低廉ナリ。普通開溝トシテ仕事スル事多キモ地質ガ岩石又ハ水層ガ甚深キ時ハ隧道ヲ以テス。又時ニハ甚深キ井ノ底ヨリ横ニ孔ヲ掘リ井ヨリ出ル水量ヲ増加スル様ニセルモノアリ。獨逸ノみーにひ市ハあるぶすノ麓ノ泉及地下道ニテ給水セラル。水ハ砂岩ノ層ノ上ニアル砂利層中ニ起リ約水平ナル集水隧道ニテ集メラレ、隧道ハ一部砂岩中ニ一部上部砂利層中ニ在リ。此ノ地下道ヨリ水ハ市ニ續ケル水路ニ流入ス。第三十圖ハ集水隧道ノ一般配置及横斷面ヲ示ス。



第三十圖

第九章 貯水池 (Impounding reservoir)

第六十一節 概論

水道ノ水源タル河川ノ最小流量ガ所要水量ヨリ小ナル時ハ此ノ不足ノ分ヲ補足スルタメ他ノヨリ流量大ナル時ニ餘分ノ水ヲ貯水シテ置ク。

地表水ヲ以テ水源トスル時流量ハ甚變化大ニシテ全流量ノ五十パーセントモ使用セントスレバ甚大ナル貯水池ヲ要ス。地表水ヲ人工的ニ貯フルニハ河川ノ豁谷ヲ横ギリテ堰堤ヲ築設セザルベカラズ。一個ノ池ニテ充分ノ水量ヲ貯フル事困難ナルカ又ハ不經濟ナル時ハ同一カ又ハ異ル流域ニ數個ノ池ヲ設ク。

天然ノ湖又ハ池沼ヲ貯水池トシテ用フル事アリ。貯水池ヲ設クルニ當リ考フベキ事ハ

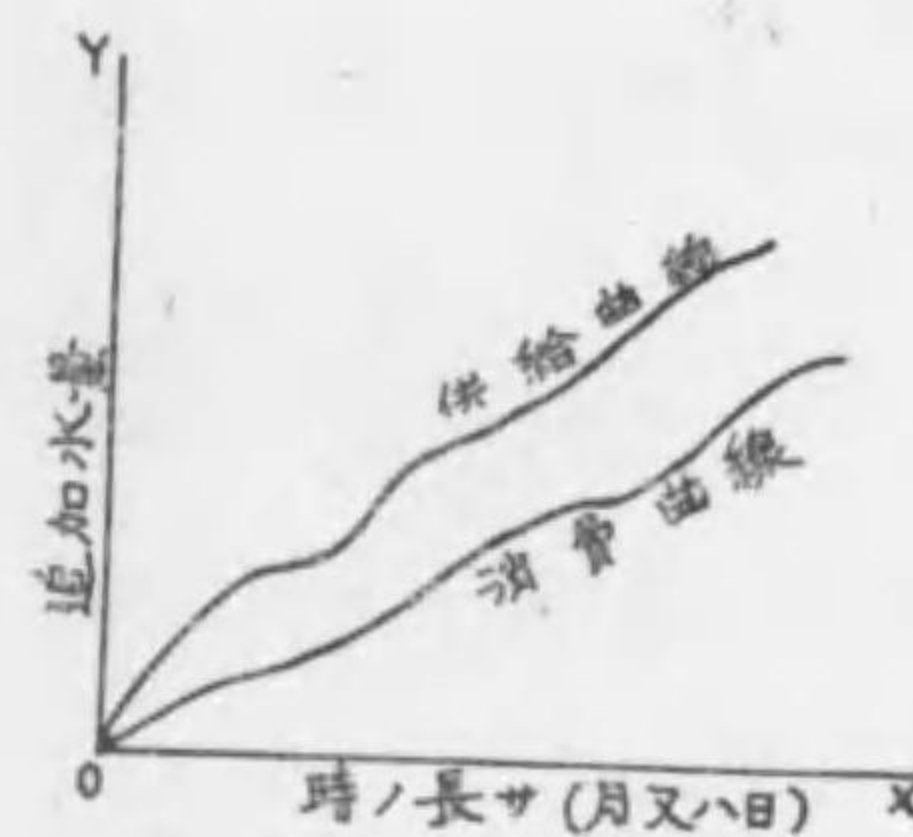
- 一定期間中ノ水源ノ流量。
- 同期間中ノ凡テノ目的ニ對スル需要。
- 必要ナル貯水量。

考フベキ需要ハ給水スベキ都市ノ消費水量ノミナラズ河川流量ノ見積リ中ニ含マレザル水面ヨリノ蒸發等ニヨル水ノ損失例ヘバ貯水池自身ヨリノ蒸發、漏水、滲透等及下流ノ河岸ノ地主ノ需要等ヲ考ヘザルベカラズ。堰堤ヨリ漏ルル水ハ普通一般ハ甚小ナリ。

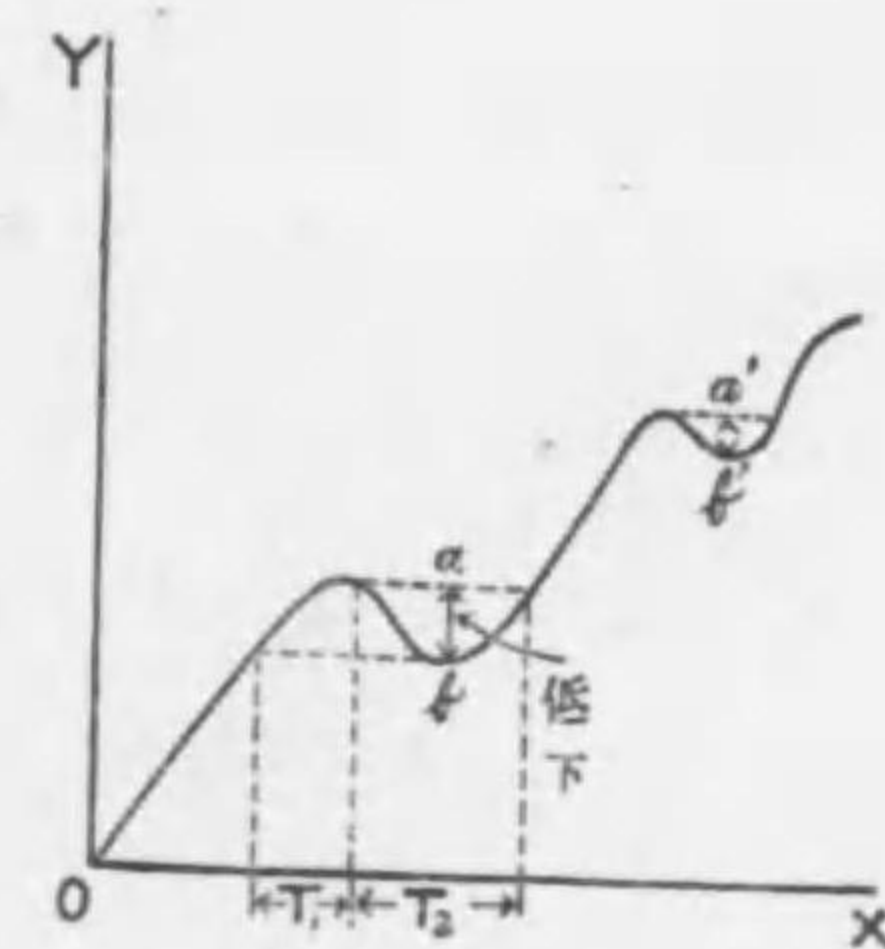
滲透ノ損失ヲ見積ルニハ貯水池、堰堤ノ位置等ノ地質ヲ調査セザルベカラズ。第四ニ貯水シタル爲メニ水質ニ如何ナル影響アリヤヲ考フルヲ要ス。

第六十二節 貯水池ノ容量

貯水池ニ貯水スベキ量ヲ決定セントスルニハ其河川ニ於ケル十數年間又ハ數年間ノ日々ノ流量ヲ調査シ其中渇水期ノ最モ永ク續キ且ツ渇水ノ最モ甚シキ時ヲ知ル事必要ナリ。



第三十一圖



第三十二圖

圖式的ニ貯水スベキ容量ヲ決定スル方法ヲ示ス。第三十一圖ニ示スガ如ク川ノ流量ヲ順々ニ加ヘ行ケ

バ供給曲線 (Curve of yield) が出来ル。次ニ消費水量ヲ順々ニ遞加シ行ケバ消費曲線 (Curve of consumption) が出来ル。コノ二ツノ曲線ノ間ノ縦線ノ長サハソノ時ニ於ケル蓄積セル餘リ水ノ量ヲ示ス。

コノ縦線ニテ更ニ曲線ヲ畫ク。

第三十二圖ニ於テ曲線ノ凡テノ部分ニツキ a b 又ハ a' b' ノ如キ低下セル部分ヲ求メコノ最大ナルモノダケノ水量ヲ少クトモ貯水セザルベカラズ。

a b ノ最大ナル低下ト假定スレバコノ水量ヲ一日消費水量ニテ除スレバ幾日分ノ貯水量ナルカヲ知ル。 T_1 ハ池ヲ充タスニ要スル時間ニテ T_2 ハコノ時間中ニ引水スベキヲ示ス。

消費水量ガ一樣ナレバ消費曲線ハ直線トナルモ然ラザル時ハ一ノ曲線トナル。

尙ホ貯水池水面ヨリノ蒸發池ノ滲透漏水等アルヲ以テ貯水量ニ相當ノ餘裕ヲ見込ミ置クヲ可トス。此ノ方法ハリップル (Ripple) 氏ノ方法ナリ。

第六十三節 貯水池容積ノ計算

適當ナル堰堤ノ位置ヲ求メ次ニ貯水池ノ大サヲ決定スルニハ概地點ノ地形測量ヲ行ヒテ等高線平面圖ヲ作製ス。而シテぶらにめーたーヲ以テ各等高線内

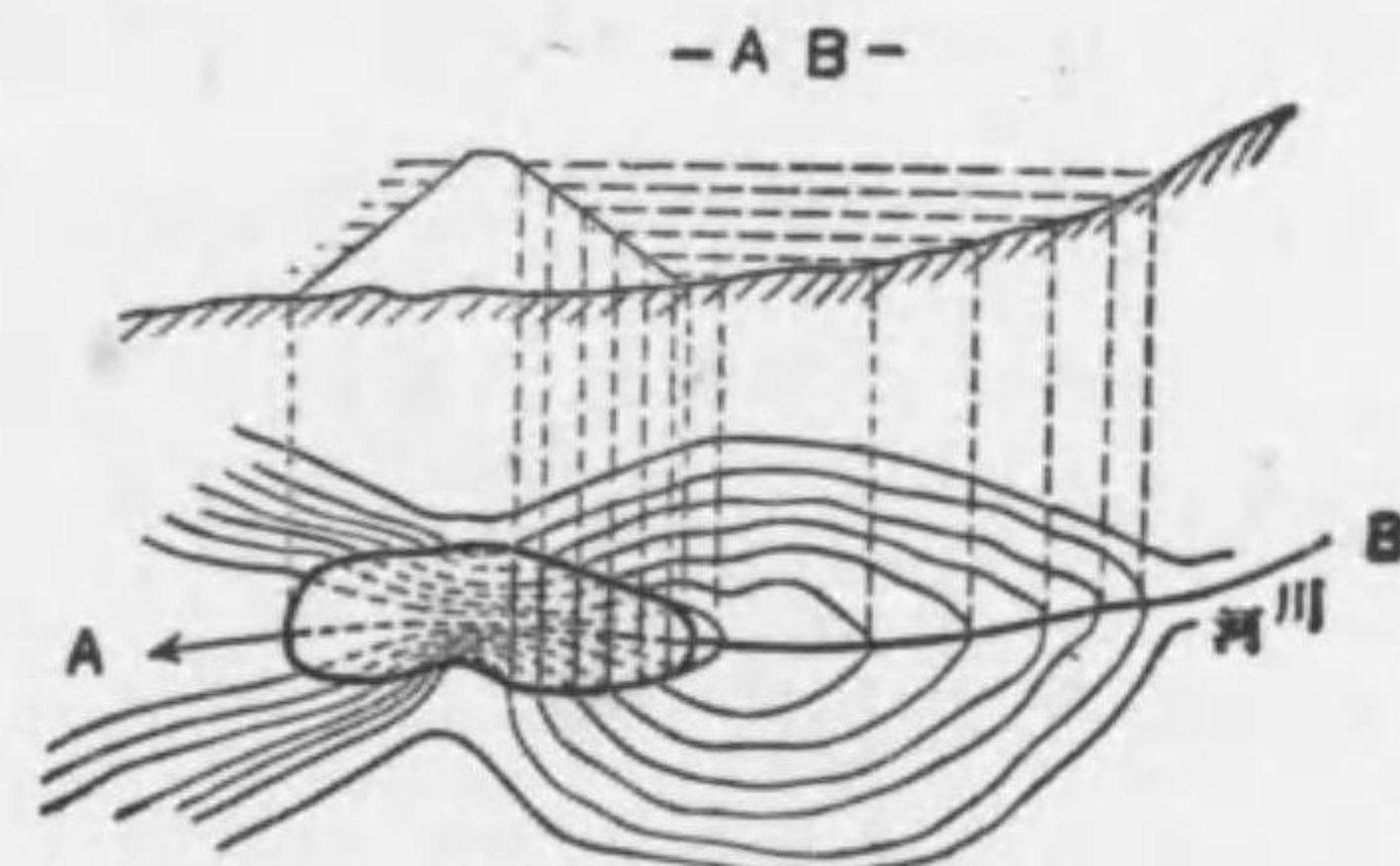
ニ含マルル數多ノ面積ヲ計算ス。コノ面積ヲ夫々 $A_0, A_1, A_2, \dots, A_n$ トシ各等高線間ノ垂直距離ヲ l トシ V ノ求ムル貯水池ノ容積トスレバ次ノ如キぶりすもいどノ公式、えんどえりあノ公式、みどるえりあノ公式等アリ。(第三十三圖參照)

$$\text{ぶりすもいどノ公式 } V = \frac{l}{3} \left\{ A_0 + A_n + 4(A_1 + A_2 + \dots + A_{n-1}) + 2(A_2 + A_4 + \dots + A_{n-2}) \right\} \quad \left. \begin{array}{l} \text{等} \\ \text{中} \\ \text{間} \end{array} \right\}$$

$$\text{みどるえりあノ公式 } V = l(A_{m_0} + A_{m_1} + \dots + A_{m_{n-1}}) \quad \left. \begin{array}{l} m_0, m_1, \dots \text{ハ夫々 } A_0, A_1, \dots \text{等ノ中間} \\ \text{ノ面積} \end{array} \right\} \dots (61)$$

$$\text{えんどえりあノ公式 } V = l \left(\frac{1}{2} A_0 + A_1 + A_2 + \dots + A_{n-1} + \frac{1}{2} A_n \right)$$

貯水池ハ底部迄ノ水ヲ使用セザルヲ以テ底部ヨリ數尺ノ間ハ考ニ取ラザルヲ宜シトス。



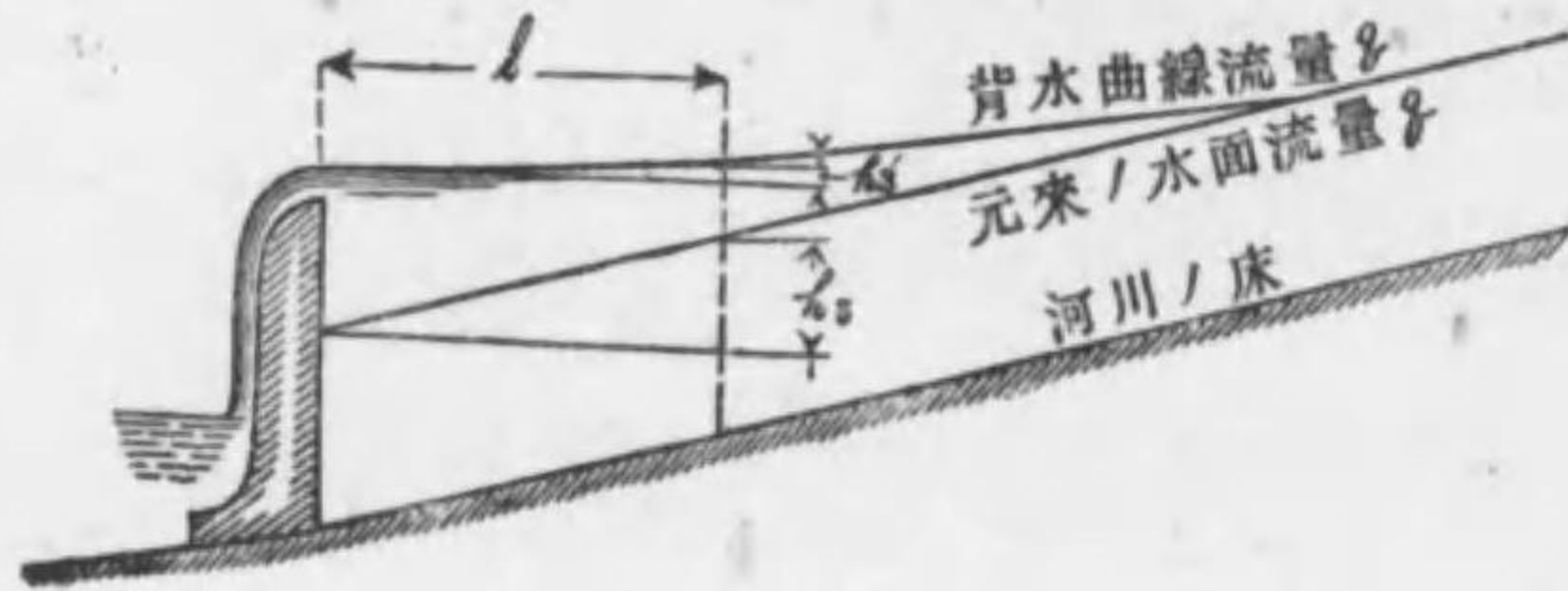
圖面平

第三十三圖

第十章 背水曲線 (Back water curve)

第六十四節 背水曲線ノ一般公式

河川水路中ニ突然堰堤ヲ築設スレバ其上流若干距離迄水位ノ嵩上スルヲ見ルベシ。此ノ水位ヨリ生ズル曲線ヲ背水曲線ト云フ。



第三十四圖

假定セシ條件及與ヘラレタル流量 q ヲ以テ水面ガ新タニ嵩上セシ高サハ設計ノ假定ヨリ正確ニ決定シ得、堰堤ニ於ケル水面ノ増加嵩上ハ從テ知ラル事トナル。コノ新シキ狀況ノ下ニテ堰堤ノスグ上流ニテ開渠ノ深サ及横断面ハ増加スルヲ以テ流速 v ハ減少シ從テ勾配 s モ減少シテ堰堤上流諸點ニテ新水面ハ舊水面ニ追々ト接近シ遂ニ兩水面ハ一致ス。即チコノ新水面ガ背水曲線ナリ。

背水曲線ニ對スル大抵ノ公式ハ特別ノ開渠ヲ除キテハ全く不正確ナル假定ニ基キ從テ不規則ナル開渠等ノ流レニ對シテハ適用スル事能ハズ。概算的ノ背

水曲線ハ次ノ公式ヨリ求メ得。

$$h_s = C' \frac{v^3 p l}{a} \text{ 又 } v = C \sqrt{\frac{a h_s}{p l}}$$

p = 水潤周邊

a = 横断面積

v = 流速

$$q = av \quad q = \text{流量}$$

兩式ヨリ $q^2 = a^2 v^2 = \frac{C^2 h_s a^3}{p l}$

$$h_s = \frac{q^2 p l}{C^2 a^3} = \frac{q^2 l}{C^2} \times \frac{p}{a^3} \dots\dots\dots(62)$$

断面ノ小ナル變化アル時、

$$h_s : h'_s = \frac{p}{a^3} : \frac{p'}{a'^3}$$

即チ $\frac{h_s}{h'_s} = \frac{p/a^3}{p'/a'^3}$

故ニ $h'_s = \frac{h_s p' / a'^3}{p/a^3} = \frac{h_s p' a^3}{p a'^3} = \frac{h_s a^2 r}{a'^2 r'} \dots\dots\dots(63)$

断面ノ大ナル變化アル時

$$h_s : h'_s = \frac{p}{C^2 a^3} : \frac{p'}{C'^2 a'^3}$$

$$h'_s = \frac{h_s p' a^3 C^2}{p a'^3 C'^2} = \frac{h_s a^2 r C^2}{a'^2 r' C'^2} \dots\dots\dots : (64)$$

第六十五節 背水曲線ノ計算

規則正シキ開渠等ニ特ニ適用シ得ル背水曲線ノ計

算方法ハ次ノ如シ。

但シ此ノ方法ハ概算ナレバ自然ノ水路ニ用ヒテ大ナル差支ナシ。

Cノ値ハばざん公式ヨリ求メ得。

$$C = \frac{87}{0,552 + \frac{m}{\sqrt{r}}}$$

コノCノ値ヲ

$$v = C\sqrt{rs} = C\sqrt{\frac{ah_3}{pl}} \quad \text{ニ用ヒテ}$$

$$h_3 = \frac{v^2 pl}{C^2 a} = \frac{v^2 l}{C^2 r} \dots\dots\dots(65)$$

例題 梯形断面ヲ有スル土壤ノ開渠アリテ底幅二十呎深サ五呎、側邊ノ勾配ハ $1\frac{1}{2}$ to 1、ニシテ開渠ノ勾配ハ二千分ノ一ナリトス。鋭堰峯ノ堰堤ノタメニ水面ガ二呎嵩上シタリトス。

コノ時堰堤ヨリ上流各千呎毎ノ距離ニ於ケル水面ノ嵩上ヲ見出シテ背水曲線ヲ計算セヨ。

元來ノ横斷面積 = 137,5 平方呎

水潤周邊 = 38,02 呎

動水半徑 = 3,615 呎

$$C = \frac{87}{0,552 + \frac{1,30}{\sqrt{3,615}}} = 70,4$$

$$v = C\sqrt{rs} = 2,99 \text{ 呎毎秒}$$

$$q = av = 411,4 \text{ 立方呎}$$

コノqノ値ハ常ニ不變ナリ。水面ハ堰堤ノタメニ二呎高マリシヲ以テ堰堤ヨリスグ上流ニテノ新シキ

深サハ七呎ナリ。此ノ特別ノ點ニ於テ

$$a' = 213,5$$

$$p' = 45,24$$

$$r' = 4,72$$

$$v' = \frac{q}{a} = 1,93$$

次ニ堰堤ヨリ千呎上流ノ點ヲ考ヘコノ點ノ深サヲ六六五呎ト假定スレバ

$$a' = 206,45 \text{ 平方呎}$$

$$v' = 1,99 \text{ 呎毎秒}$$

$$r' = 4,64$$

$$C' = 75,0$$

コノ値ヲ $h_3 = \frac{v^2 l}{C^2 r}$ ニ入レテ

$$h_3' = \frac{1,99^2 \times 1000}{75^2 \times 4,64} = 0,152$$

$$\text{堰堤ニ於ケル開渠ノ底ノ高サ} = 00,0$$

$$\text{堰堤ニ於ケル水面ノ高サ} = 7,0$$

$$\text{堰堤ヨリ千呎上流ノ水面ノ高サ} = 7,152$$

$$\text{堰堤ヨリ千呎上流ノ開渠ノ底ノ高サ} = 0,50$$

$$\text{堰堤ヨリ千呎上流ノ水ノ深サ} = 6,652$$

次ニ堰堤ヨリ上流二千呎ノ點ヲ考フ。深サヲ六三四呎ト假定ス。

$$a' = 193,36 \text{ 平方呎}$$

$$v' = 2,13 \text{ 呎每秒}$$

$$r' = 4,450$$

$$C' = 74,4$$

$$h'_3 = \frac{2,13^2 \times 1000}{74,4^2 \times 4,45} = 0,184$$

$$\text{堰堤ヨリ千呎上流ノ水面ノ高サ} = 7,152$$

$$h'_3 = 0,184$$

$$\text{堰堤ヨリ二千呎上流ノ水面ノ高サ} = 7,336$$

$$\text{堰堤ヨリ二千呎上流ノ開渠底ノ高サ} = 1,000$$

$$\text{堰堤ヨリ上流二千呎ノ水深} = 6,336$$

次ニ堰堤ヨリ三千呎上流ノ點ヲ考フ。此ノ點ノ深サヲ六〇四呎ト假定ス。

$$a' = 181,27 \text{ 平方呎}$$

$$v' = 2,27 \text{ 呎每秒}$$

$$r' = 4,275$$

$$C' = 73,6$$

$$h'_3 = \frac{2,27^2 \times 1000}{73,6^2 \times 4,275} = 0,222$$

$$\text{堰堤ヨリ二千呎上流ノ水面ノ高サ} = 7,336$$

$$h'_3 = 0,222$$

$$\text{堰堤ヨリ三千呎上流ノ水面ノ高サ} = 7,558$$

$$\text{堰堤ヨリ三千呎上流ノ開渠底高サ} = 1,500$$

$$\text{堰堤ヨリ三千呎上流ノ水ノ深サ} = 6,058$$

一般ニハ深サノ假定ハ數回行ヒテ初メテ計算セシ結果ト合致スルヲ普通トス。

第十一章 堰堤 (Dam)

第六十六節 土堰堤 (Earthen dam)

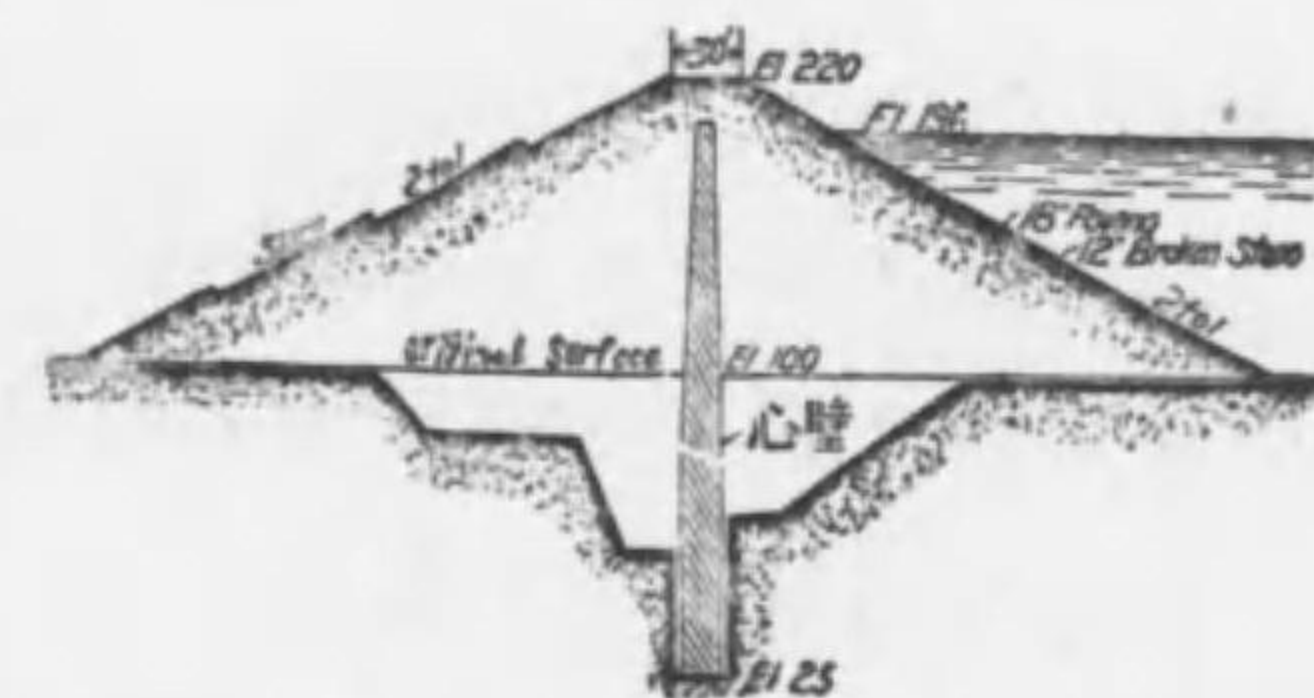
土堰堤ヲ以テ貯水スル事ハ最古キ方法ニシテ幾多ノ不便アルヲ免レザルモ基礎ノ地質良好ナラザル時ハ他ノ材料ヲ用フル事能ハズ。

且ツ場合ニ依リテハ極メテ廉價ニ築造シ得ルヲ以テ今猶盛シニ用ヒラレ殊ニ近來ニ於テハ水力築堤法ノ技展ケ大規模ノモノモ容易ニ築造セララルニ至リ。

土堰堤ハ一般ニ貯水堰堤ニノミ用ヒラレ此レニ附屬スル餘水吐等ハ積疊工ソノ他ヲ用フ。土堰堤ニモ内部ニ心 (Core) ヲ有スルモノト然ラザルモノトアリ。前者即チ有心堰堤ハ第三十五圖ノ如ク漏水ヲ防グタメ内部ニ埴土、石材、鐵板、混凝土等ヲ挿入ス。後者即チ無心堰堤ハ第三十六圖ニ示ス如ク不滲透性ノ土ヲ以テ全部堰堤ヲ造ル。

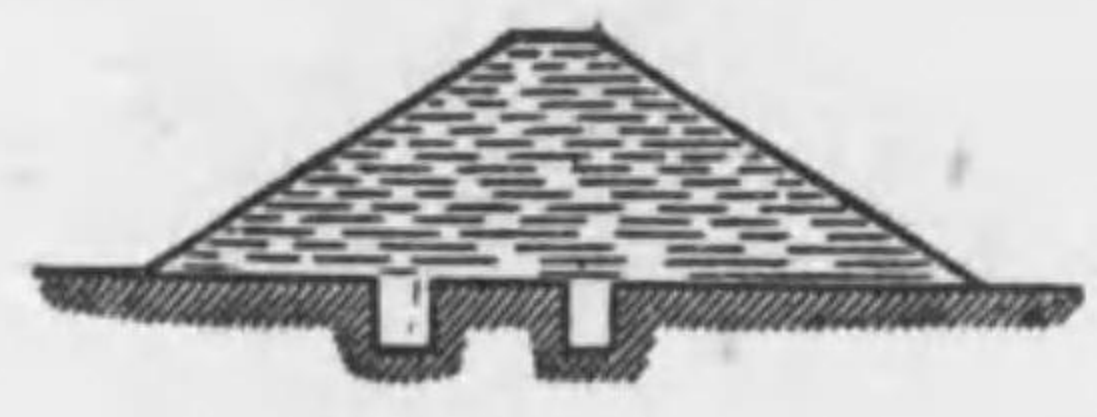
築堤用土砂之レニハ砂交リノ粘土、砂、砂利及粘土等ヲ種々ノ割合ニ混合シテ用フ。

初メノ三者ニ對



第三十五圖

シテハ不滲透性トスル
 タメニハ粘土ヲ加ヘザ
 ルベカラズ。ソノ量ハ
 ヨリ粗大ナル粒ノ大サ
 ニヨリテ異ル。普通ニ



第三十六圖

〇%乃至三〇%ヲ以テ適當ナリト稱スルモ此レヨリ
 遙ニ尠キ五%乃至二〇%ニテモ充分ソノ目的ヲ達ス
 ルモノアリ。要スルニ各場合ニ應ジテ實驗上定ムル
 ヲ宜シトス。

モシ不滲透性トスベキ適當ナル土ヲ見出スコト能
 ハザル時ハ心壁トシテ英式ニテハ砂利ノ混合セザル
 粘土ヲ用ヒ米國式ニテハ砂利ノ交レル粘土ヲ用フ。
 其ノ他場合ニヨリテハ前述ノ石材、鐵板、混凝土等ヲ用
 フ。

心壁 埴土心壁ハ最經濟的ナルモ不安全ナリ。粘
 土ノ容量ハ全材料ノ五乃至一〇%ヲ超過スベカラズ。
 普通用ヒラルル最小厚ハ頂上ニテ四呎乃至八呎ニシ
 テ底部ニテハ水深ノ約三分ノ一ニテ勾配ハ兩側一樣
 トス。

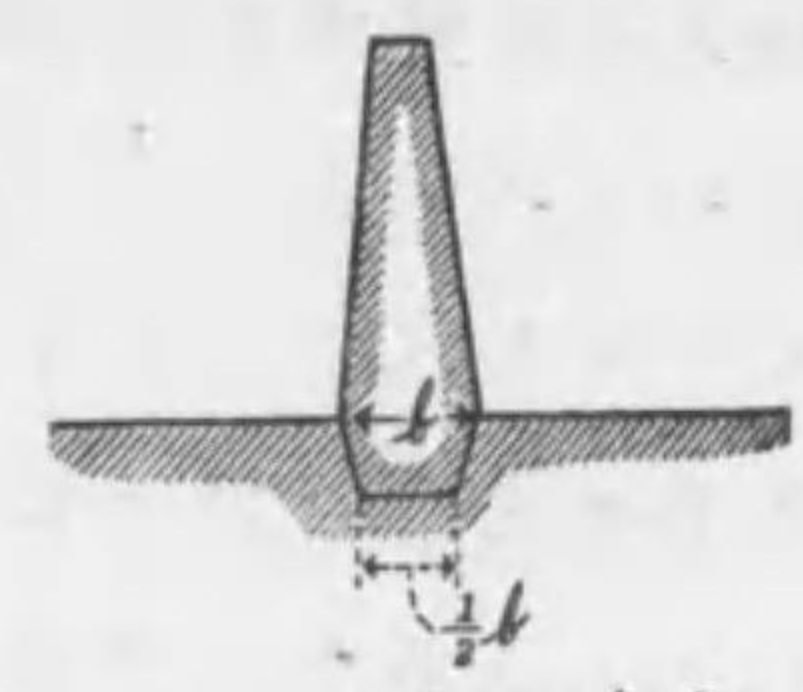
又勾配ヲ附シタル溝 (Trench) 形ニ天然地盤以下ニ
 切り込ムヲ常トス(第三十七圖參照)

第三十八圖ハソノ實例ナリ。

埴土心壁 (Puddle-core) ハ堰堤表面以上ニ出セバ冬季

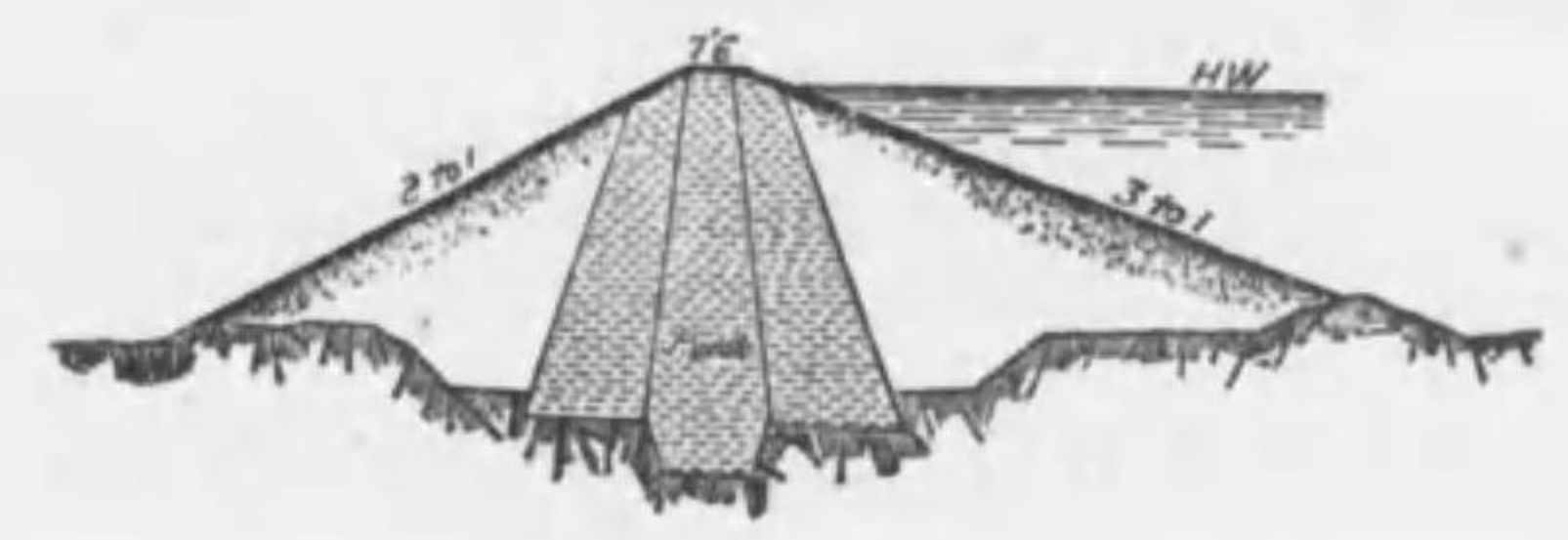
氷結スル恐アルヲ以テ四呎位
 土ヲ以テ覆フヲヨシトス。

積疊工心壁ハ埴土心壁ニ比
 シテ不廉ナルモ安全ナリ。心
 壁ニハ勾配ヲ附シ又ハ階段ヲ
 附スルヲヨシトス。



(最小4~5')
第三十七圖

普通心壁
 ハ頂上ニ
 於テ二呎
 乃至四呎
 厚ニシテ



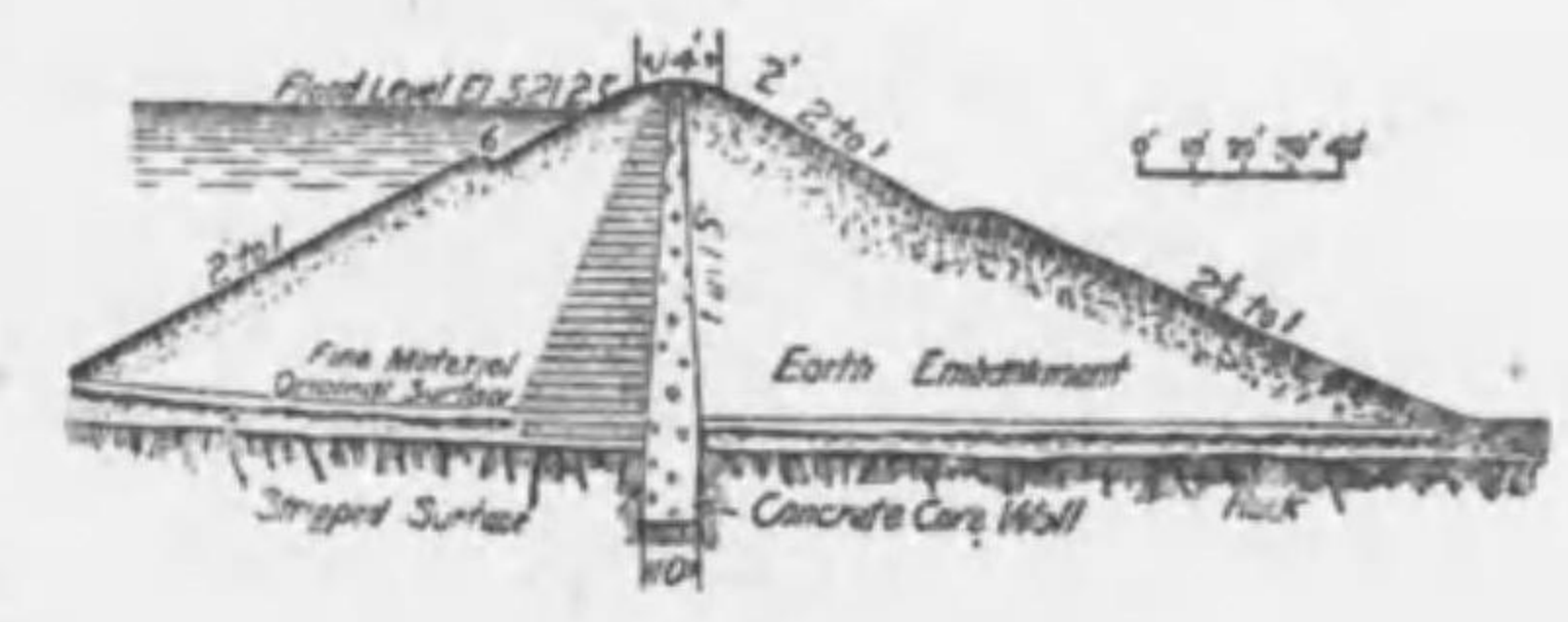
第三十八圖

兩側勾配ハ一呎毎二分ノ一乃至四分ノ三吋ヲ附シ地
 盤以下ニ溝形ニ切り込ム。

第三十五圖ハに、一くろとん堰堤ノ土壤ノ分ノ断面
 ニシテ積疊心壁ハ堅キ岩石ニ迄達ス。

第三十九圖ハぼすとん水道ノ土壤ノ部分ノ堰堤ノ
 断面ニテ此

ノ構造ノ型
 トシテハ最
 モ進歩シタ
 ルモノナリ。



第三十九圖

築堤兩側

法ハ土壤ノ性質ニヨリ異レドモ普通水際ノ勾配ハ粗

大ナル物質ナレバ 2tol, 細カキ物質ナレバ $2\frac{1}{2}$ tol. 又ハ 4tol トス,

外側ノ勾配ハ普通 $1\frac{1}{2}$ tol ~ $2\frac{1}{2}$ tol ナレドモ若シ其ノ 堰堤ハ中心壁ヲ有セスカ又ハ漏水ノ恐アル時ハ之ヨリ 一層扁平トスル事アリ。

水平線上ノ堰堤ノ高サハ實際ニ於テ五呎乃至十五 呎ナリ。

堰堤頂上ノ幅ハ高サニヨリテ異リ甚低キ堰堤ニ對シテハ六呎乃至八呎ニシテ高サ八十呎乃至百呎ナレバ二十呎乃至二十五呎トス。

一般ノ公式ハ次ノ如シ。

$$\text{幅} = \frac{1}{5}h + 5 \text{ 呎} \quad h = \text{堰堤ノ高サ(呎)}$$

但シ上幅ヲ道路トスル時ハソノ條件ヨリ幅ハ自ラ決定ス。

水力築堤法 (Hydraulic dam-construction) コノ方法ハ強 壓ヲ有スル水ヲ筒先ヨリ噴出セシメ之レヲ掘鑿セン ト欲スル岡崖ニ噴キ付ケテソノ土壤、砂礫ヲ崩シテソ ノ土砂ト水ト混ゼル半流動體ノ泥水ヲアル勾配ヲ有 スル木樋、鐵樋又ハ鐵管等ニテ必要ノ場所迄流シココニ沈澱セシム。

てきさすノたいらニ於ケル堰堤ハ長サ五百七十 五呎ニテ高三十二呎、容量二萬四千立方ヤードナリ。 水ハ六吋管ヨリ唧筒ニテ上ゲ岡崖ニ毎平方吋百封度

ノ壓力ヲ以テのづるヨリ噴出セシ カクテ洗ヒ落 セシ物質ハ砂ノ六十五% 及三十五%ノ粘土ヲ含有シ タリト云フ。

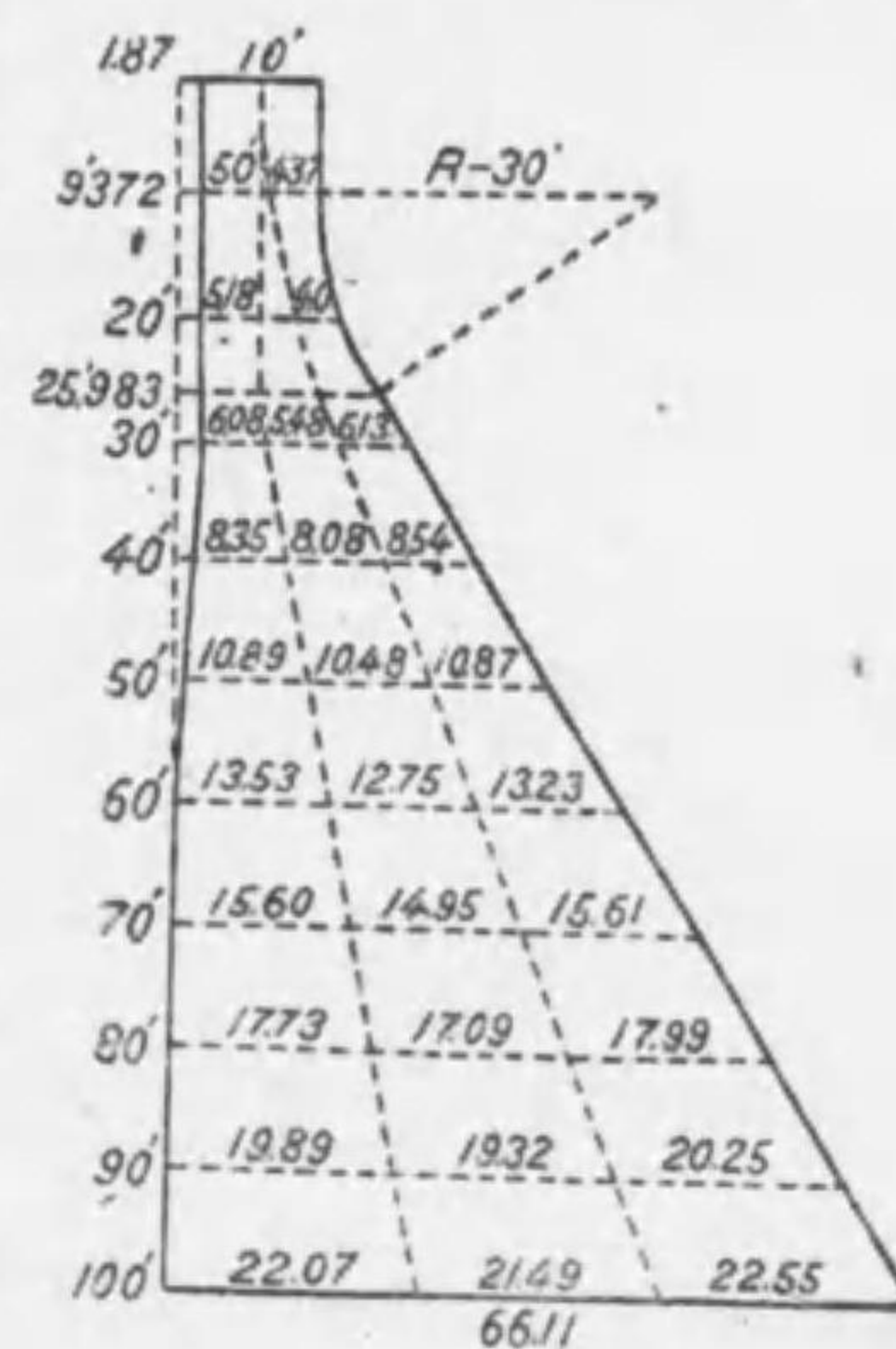
斯クノ如キ方法ヲ以テ造リタル堰堤ヲ水力築造堰 堤 (Hydraulic fill dam) ト云フ。

第六十七節 積疊堰堤 (Masonry dam)

石疊堰堤ハ甚堅固ナル基礎ノ上ニ造ルベシ。

高サ二十呎乃至三十呎ノ如キ低堰堤ハ土壤ノ上ニ 造リ得ルモ高キ積疊堰堤ハ堅キ岩石ノ上ニ設クベシ。 石疊堰堤ニテ沈下スルガ如キ事アレバ龜裂ヲ生ズル ヲ以テ沈下ヲ防グ方法ヲ講ズベシ。基礎堅固ナル地

點ニ堰堤ヲ設クル時ニハ 積疊堰堤ハ一般ニ土堰堤 ヲリモ設計調査共確實タ ルヲ得。引水口ノ取付ケ 其他貯水溢流ノ際等ニモ 遙カニ安全ニテ且高堰堤 ナレバ工費モ比較的小ト ナル。故ニ高サ百呎以上 ナレバ積疊堰堤ヲ選ブヲ ヲシトス。積疊堰堤ノ横 斷面積決定ノ計算方法ヲ



第四十圖

表 第三十二 (第四十圖参照) (積疊工ノ比重 = 2.3)

堤頂ヨリノ水深(呎)	水積立方呎ノ率	水積立方呎ノ率	層堤頂上流端直垂軸ヨリ		全断面積(平方呎)	壓力線ニ至ル距離(呎)		最大壓力		摩擦係數	安定率
			右側	左側		全長	自前滿	自後面空	滿水(米噸)			空虛(米噸)
0,000	0	0	10,00	0,00	00,0	5,00	5,00	0,00	0,00	0,00	0,0
9,372	19	59	10,00	0,00	43,7	4,37	5,00	0,95	0,95	0,20	8,0
15,000	48	241	10,54	0,00	151,0	3,93	5,03	1,84	1,84	0,31	3,4
20,000	86	571	11,95	0,00	206,8	4,00	5,18	2,52	1,77	0,41	2,4
25,000	145	1253	15,02	0,00	286,6	5,04	5,60	2,77	2,45	0,50	2,1
30,000	193	1929	17,69	0,00	352,3	6,13	6,08	2,80	2,82	0,54	2,1
35,000	262	3063	21,02	0,31	449,8	7,36	7,16	2,97	3,06	0,58	2,1
40,000	343	4571	24,34	0,63	565,6	8,54	8,35	3,13	3,30	0,61	2,1
45,000	434	6509	27,66	0,94	699,5	9,70	9,60	3,51	3,55	0,62	2,0
50,000	535	8929	30,99	1,25	851,6	10,87	10,89	3,81	3,81	0,63	2,0
55,000	648	11884	34,32	1,56	1021,9	12,05	12,20	4,13	4,08	0,3	2,0
60,000	771	15429	37,64	1,87	1210,2	13,23	13,53	4,45	4,35	0,63	2,0
65,000	905	19616	40,97	1,87	1416,1	14,43	14,55	4,78	4,73	0,64	2,0
70,000	1049	25000	44,29	1,87	1638,6	15,61	15,60	5,11	5,11	0,64	2,0
75,000	1205	30130	47,62	1,87	1877,7	16,78	16,66	5,45	5,48	0,64	2,0
80,000	1371	36571	50,94	1,87	2133,4	17,94	17,73	5,78	5,86	0,64	2,0
85,000	1547	43864	54,27	1,87	2405,8	19,10	18,80	6,13	6,22	0,64	2,0
90,000	1735	52071	57,59	1,87	2694,8	20,25	19,89	6,48	6,59	0,64	2,0
95,000	1933	61241	60,92	1,87	3000,4	21,40	20,98	6,82	6,96	0,64	2,0
100,000	2141	71429	64,24	1,87	3322,7	22,55	22,07	7,16	7,33	0,64	2,0

省略シテラウズマン氏ノ同堰堤實用断面表ヲ次ニ掲グル事トス。第四十圖ハ高サ百呎堰頂ノ厚サ十呎ナリ。

又第四十一圖ハ高サ二百呎堰頂ノ厚サ一八・七四呎ナリ。

結氷ニ依ル壓力ニ對シテハ堰堤ノ水際ニ於テ長サ一呎ニ付四三〇〇〇封度ニ採ルヲ至當トス。又波浪ノ衝擊ニ依ル壓力ハすてべんそん氏がすけりぼあ島ニテ實驗セル値ハ六一〇〇封度毎平方呎ニシテ貯水池ガ可ナリノ廣サヲ有スレバ水際ノ長サ一呎ニ付一〇〇〇封度ト採レバ可ナラン。

波浪ノ高サハすてべんそん氏ニ依レバ左式ヲ以テ表ハサルト云フ。

$$X = 1,5\sqrt{F} + (2,5 - F^{\frac{1}{2}}) \dots\dots\dots(66)$$

X = 波浪ノ高サ(呎)

F = 堰堤ヨリ直線ニテ最遠キ對岸ノ距離(哩)

右ノ如ク波浪ノ強サ、

高サ、結氷、流

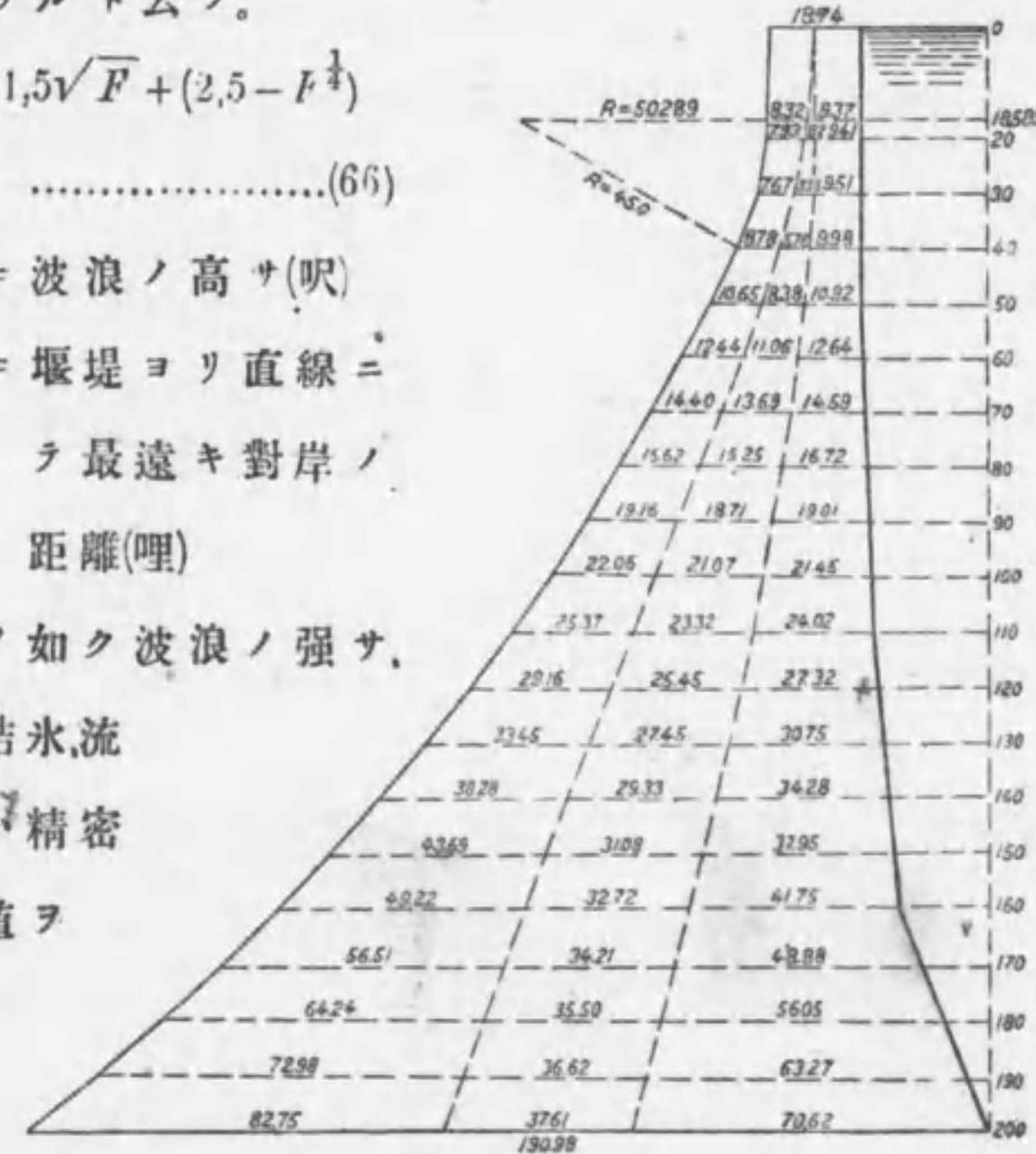
木等、精密

ナル値ヲ

得難

キモ

ノナ



第四十一圖

d = 水平面以下層迄ノ深サ

r = 堰堤ノ曲線ノ半径

コノ壓力ガ層ノ断面ニ一様ニ配布セラルト假定ス
レバ一平方呎ノ壓力 p ハ

$$p = \frac{wdr}{t}$$

$t = d$ ナル深サニ於テ壁ノ厚サ

p ノ一定ノ値ニ對シテ厚サ t ハ d ト共ニ變化ス。

$$t = \frac{wdr}{p}$$

今 p ヲ十噸即チ二萬封度トシテ

$$t = \frac{62,5dr}{20,000} = 0,0031dr$$

t ハ r ト共ニ變化ス、即チ銳キ曲線トスル程經濟的ナリ。

重力及あーち作用 以上ノあーち作用ノ外ニ堰堤自身ノ重量ガ水壓ニ抵抗シテ倒レヌ様ニスルヲ以テ曲線堰堤ハあーち作用ト重力作用ト合シテ安定トナル。

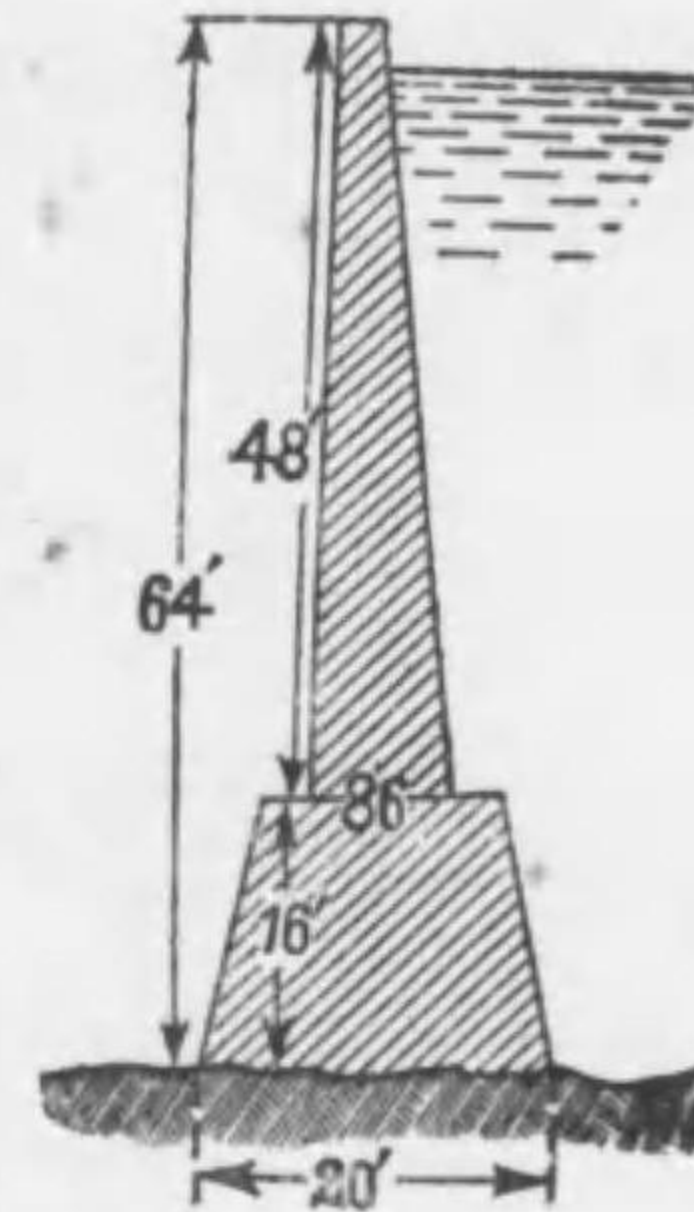
實際ノ設計方法 實際ノ設計ニハ次ノ三ツノ方法アリ。

- (一) 堰堤ヲ直線トス即チ重力式トス。
- (二) 狀況ガ許セバ堰堤ニ銳キ曲線ヲ與ヘテ多少あーち作用ニ信頼ス。

(三) 重力堰堤ニ曲線ヲ與ヘあーち作用ヲ唯安全度ヲ附加スルモノト考フ。

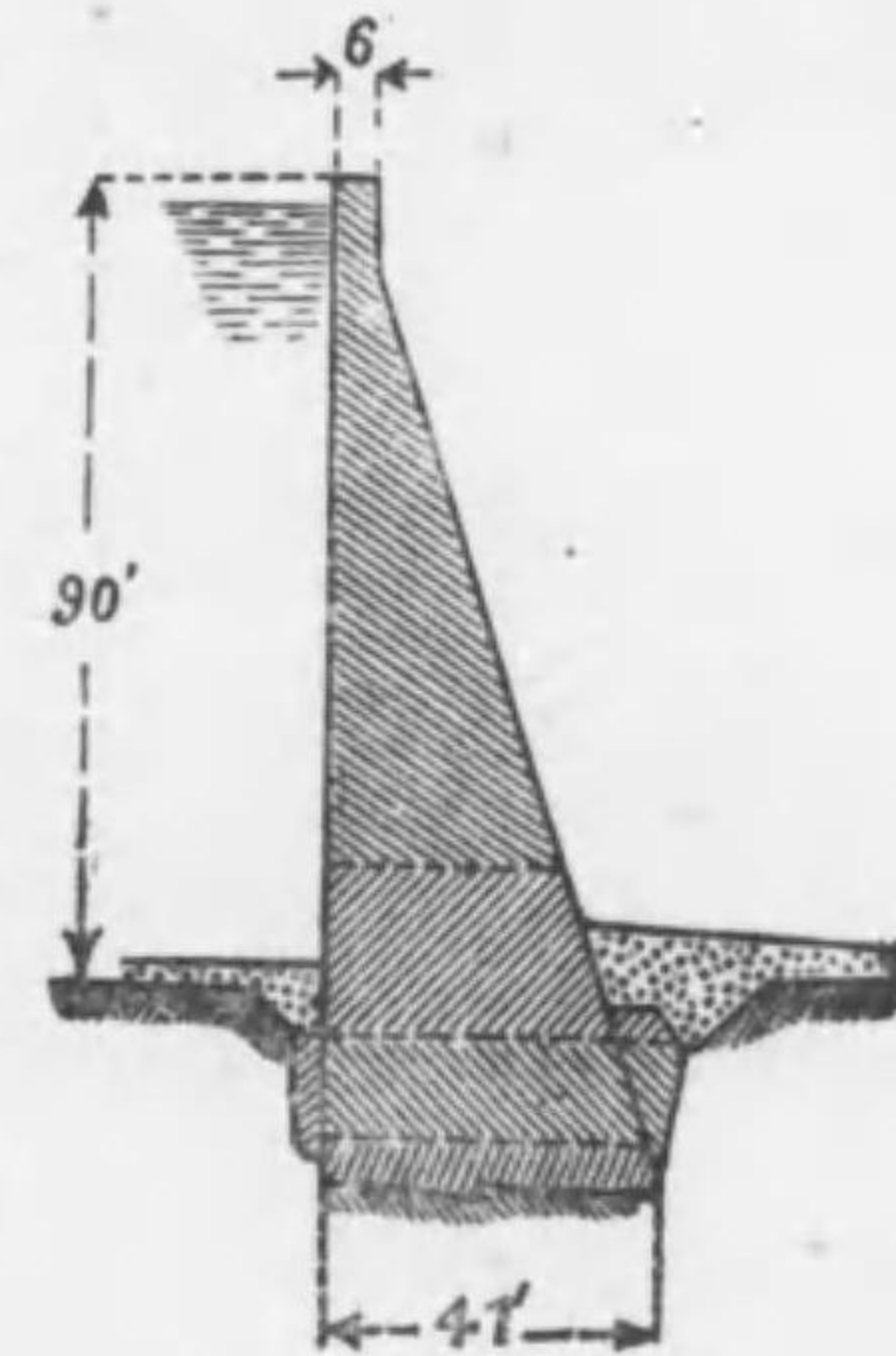
相當ニ短カキ堰堤ニテハ第三ノ方法ヲ最良トス。

長キ堰堤ニハ長キ半径ノ曲線ヲ用ヒテ得ル利益ハ甚僅少ニシテ曲線トスルタメ生ズル施工上ノ困難及大ナル工費ヲ考フレバ其ノ利ヤ甚小ナリ。半径二百尺乃至三百尺位ヲ用ヒ得ル場合ノ甚短カキ堰堤ニハ第二ノ方法ヲ用ヒテ可ナリ。茲ニ注意スベキハ狭キ露谷ノ底ニ於テ重力堰堤ノ厚サガ其ノ長サヨリ大ナル時あーち作用ハ直線堰堤ニモ生ズル事ナリ。



第四十二圖

かりふるにあノべあーはれ一堰堤ハ第四十二圖ノ如シ。頂上ノ半径ハ約二百五十呎ニシテ粗石積ナリ。若シ重力式堰堤ト假定スレバ合成壓力線ハ底部ノ遠ク外ニ出ヅ。あーち堰堤トシテ計算スレバ底部近クノ壓力



第四十三圖

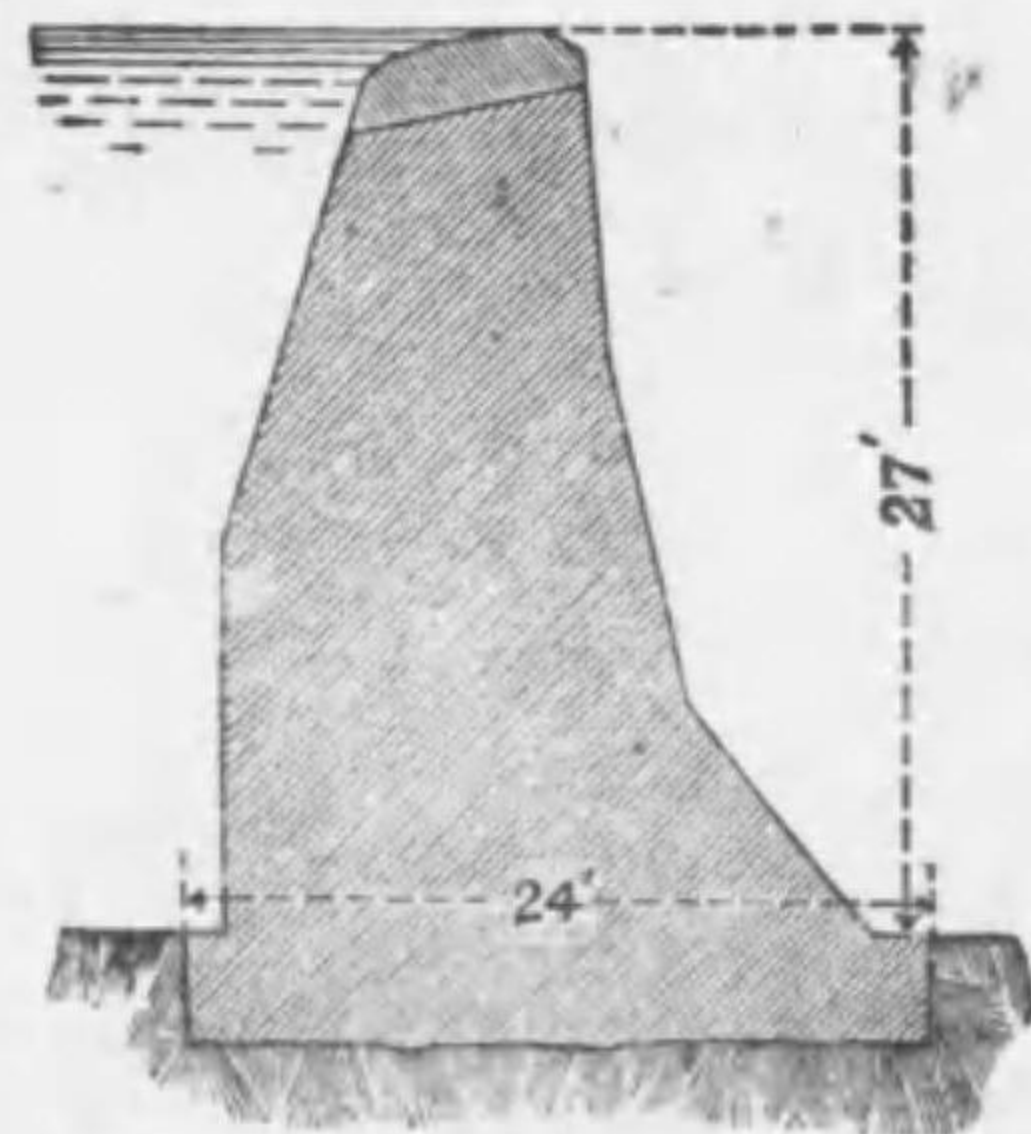
ハ一平方呎四十噸以上ニ及ブ。

南おーすとらりあノばろさ堰堤ハあーち型ノ堰堤ニテ第四十三圖ノ如シ。

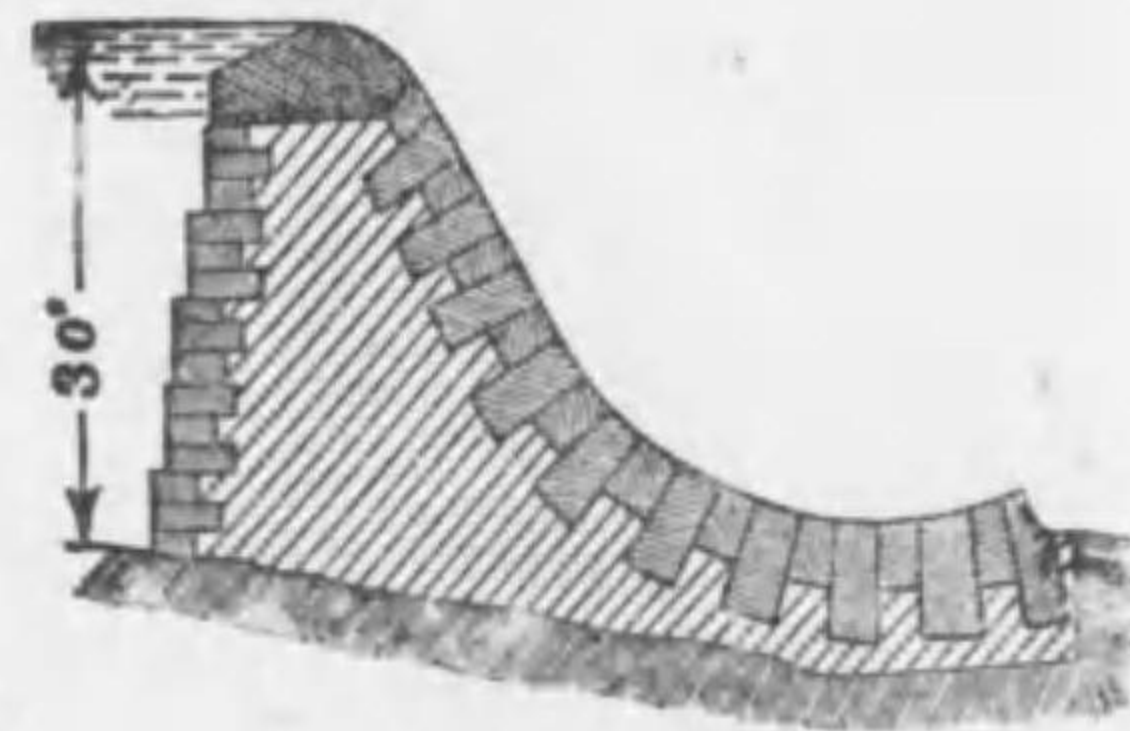
堰堤ノ半径ハ二百呎ナリ重力式ト比シテ約五十%ノ工費ヲ節約セリ。混凝土積ニテ堰堤ノ上部ニハ數多ノ四十封度ノ鋼鐵軌條ヲ入レテ強度及堅固サヲ増ス。溫度ノ變化ニ由ル動キヲ觀察セシニ頂上ニテ五十度(華氏)ノ溫度變化ニテ $\frac{1}{8}$ 吋ノ動キヲ見タリ。

第六十九節 積疊越水堰堤

越水堰堤ハ貯水堰堤ト異リ頂部ヲ越エテ水ガ奔下スルモノナルヲ以テ其ノ構造ニ於テモ多少異ル所アリ。次ニ數例ヲ示ス。



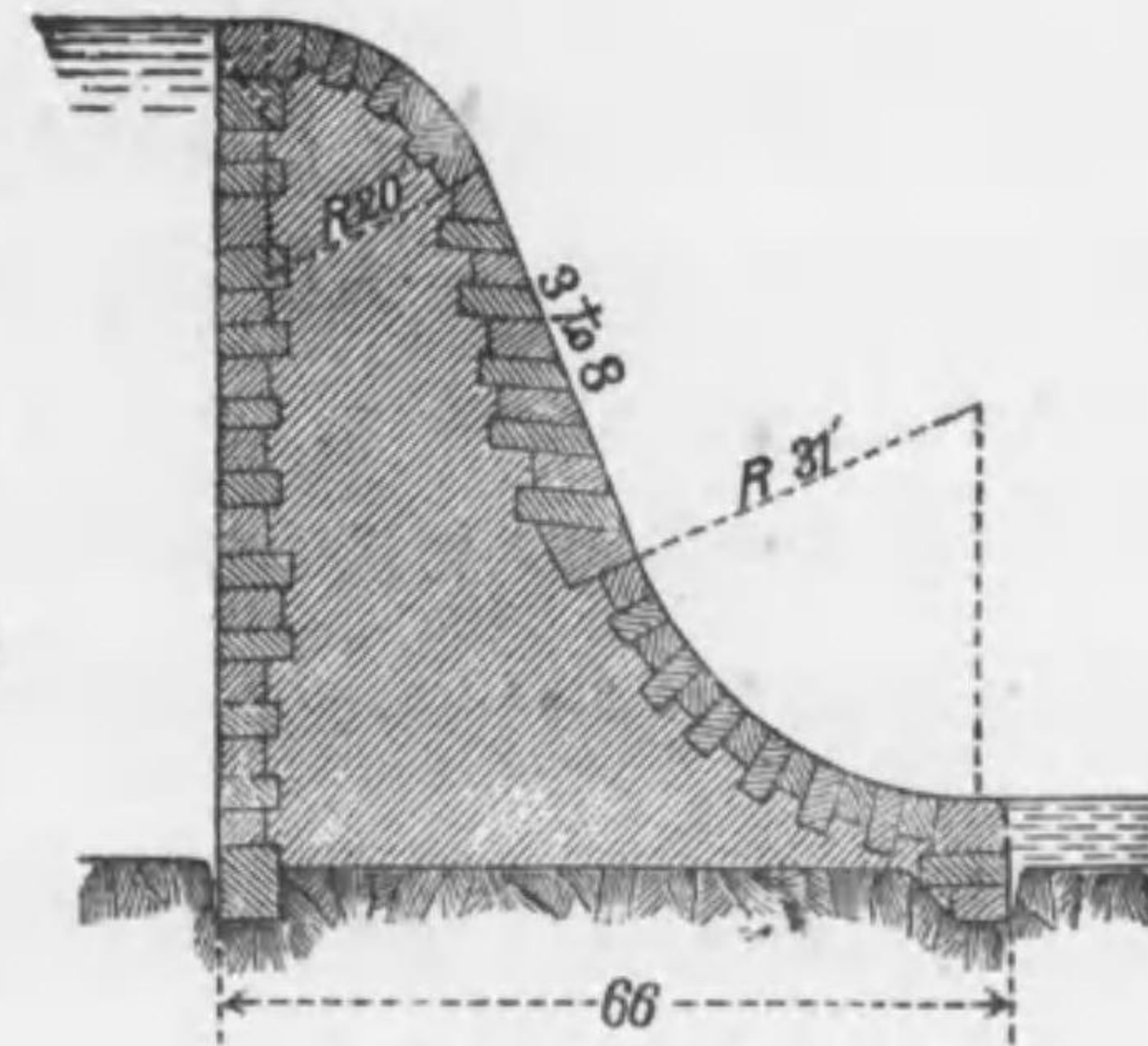
第四十四圖



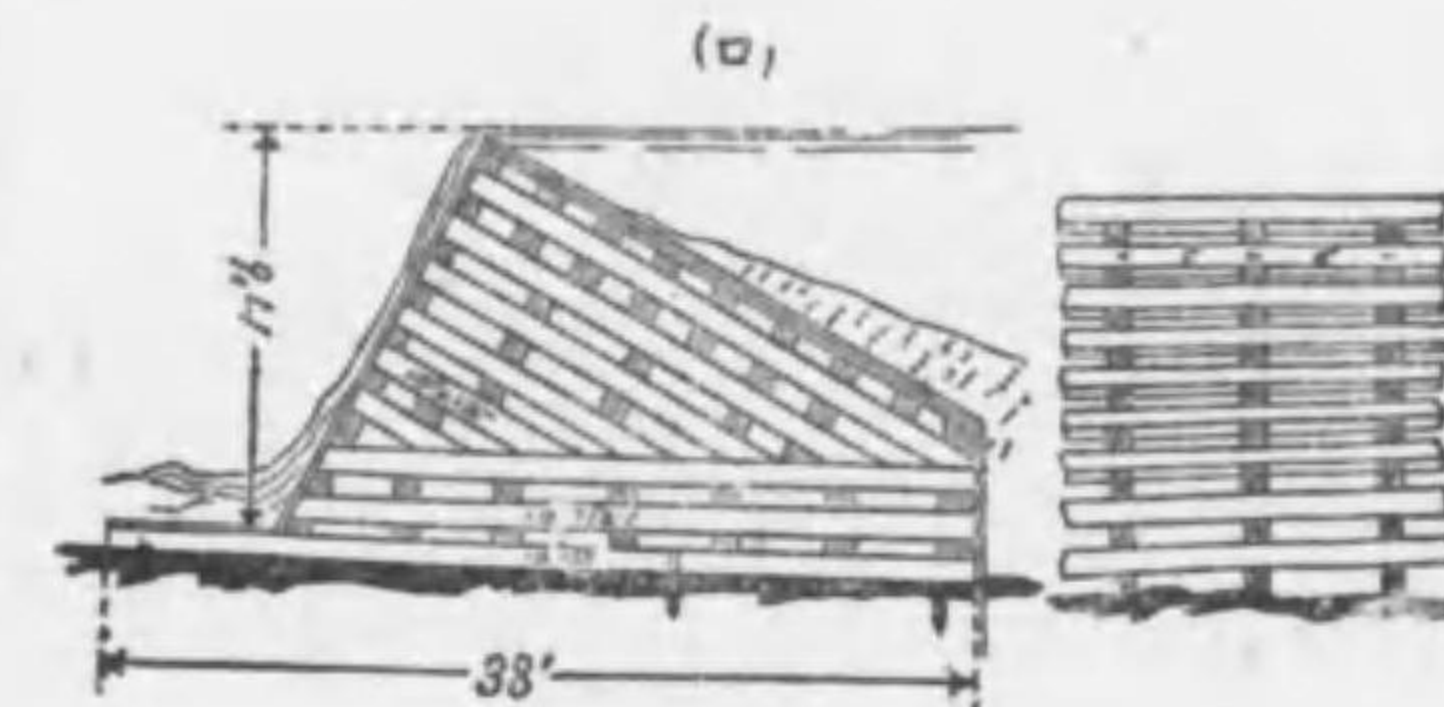
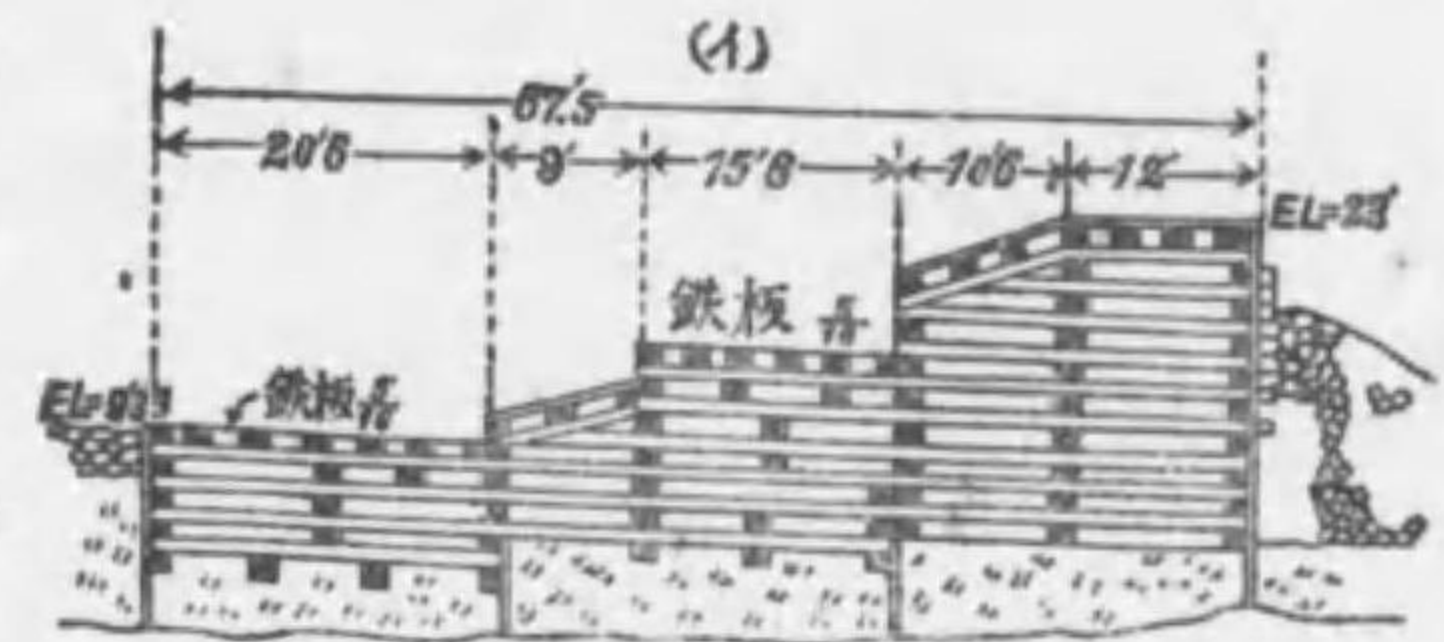
第四十五圖

第七十節 木堰堤 (Timber dam)

木堰堤ハ粗朶丸太角材、板等ノ木材ヲ使用シテ造リタル堰堤ニシテ海外ニテハ長サ數千尺高サ二三十尺ノモノ無キニアラザルモ堅牢ヲ缺キ耐久力ニ乏シク一時的ノモノカ又ハ小規模ノモノノ外用ヒラレズ。木堰堤ハ材料ヲ精選シ構造宜シキヲ得ル時ハ二三十年間ノ使用ニ堪ユルモ多クハ洪水ノタメ壽命ヲ全ウセズシテ破壊セララルニ至ル。



第四十六圖



第四十七圖

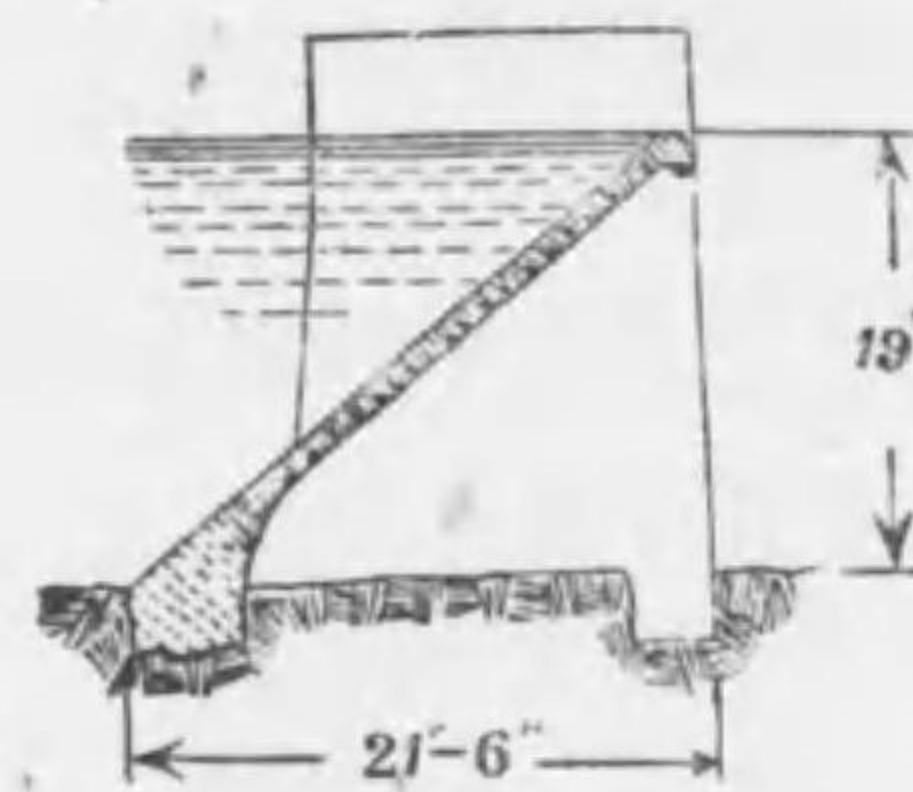
第七十三節 鐵筋混凝土堰堤

(Reinforced concrete dam)

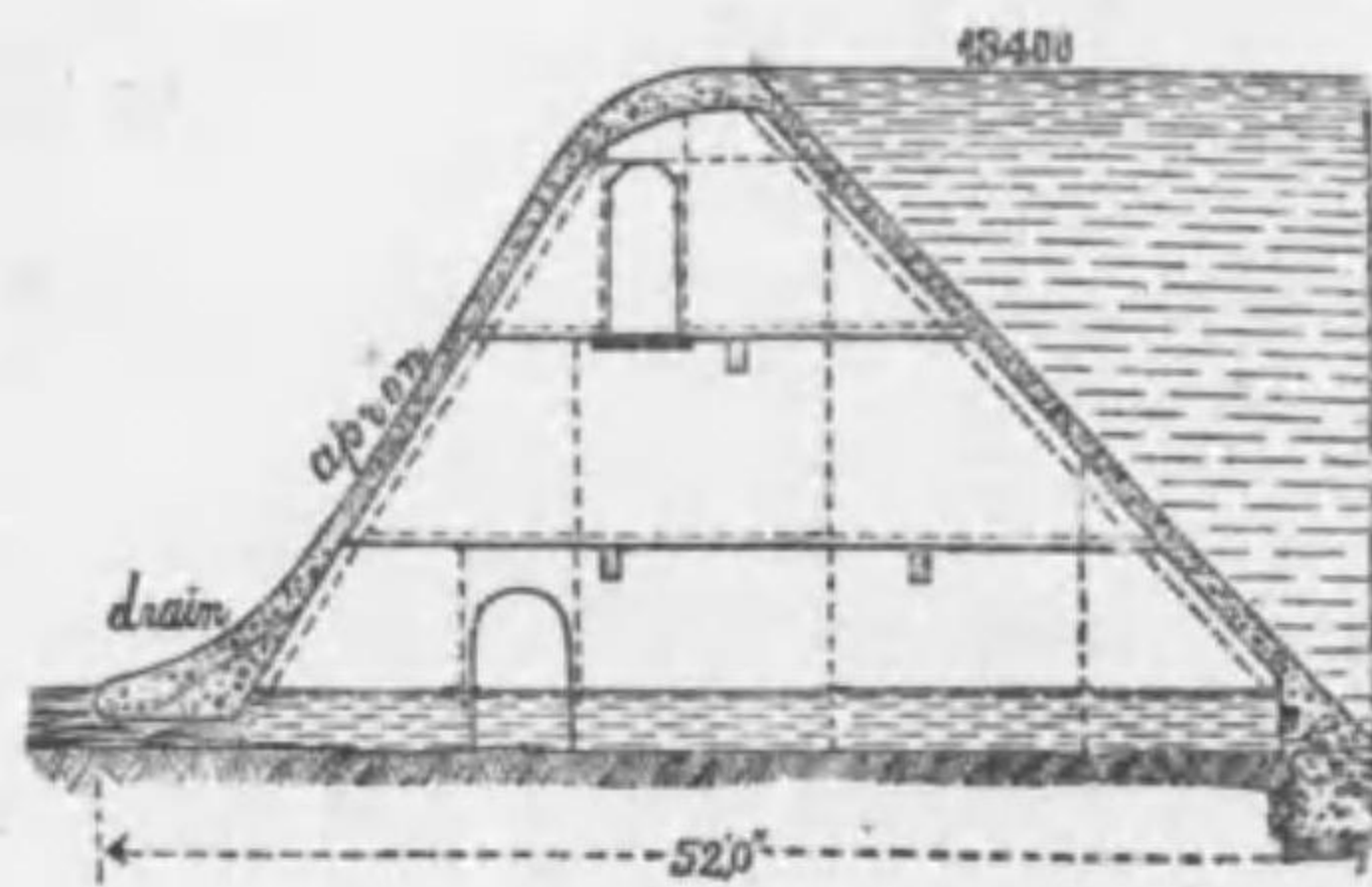
最近ニ於テ鐵筋混凝土堰堤ハ漸次貯水目的其他水力發電等ニ用ヒラルルニ至レリ。該堰堤ハ一般ニ中空ナルタメ上向水壓ノ影響ヲ受クル事少キコト堰堤内部ノ検査ニ便ナルコト諸種ノ附屬設備ヲ内部ヨリ容易ニ動カシ得ルコト材料ノ經濟ナルコト堰堤内部ニ通路ヲ造リ得ルコト堰堤内部ヲ諸種ノ目的ニ使用シ得ルコト等ノ得點アリ。

第五十圖ハElls-Worth, Me.ノ鐵筋混凝土堰堤ニシテ最普通ノ形ナリ。水ハ頂上ヲ自由ニ落下シ又ハ頂上ヲ越ユル水無キコトモアリ。

扶壁ハ八呎間隔ニ設ケ混凝土ヨリ造ラレ鐵筋混凝土ノ傾斜セル板ヲ支持ス。設計ノ方法ハ甚明確ナリ。斯カ



第五十圖



第五十一圖

ル構造物ニ對シテハ安全率ヲ大トシ衝擊ヲ受クル凡テノ箇所ハ重サヲ充分大トスルタメ靜荷重ヨリ必要ナルヨリモ甚大ナル寸法ヲ與フルヲヨシトス。

第五十一圖ハ紐育州しゅいらーびる (Schuylerville, N. Y.)ノ堰堤ニシテ下流側床即チ護牀 (Apron) ヲ有ス。

堰堤ノ扶壁型 (Buttress Type) ノ設計ニ於テハ扶壁ハ全壓力ニ對シテ寸法ヲ定ム。高堰堤ニ對シテハ從テ扶壁ハ此レノ無イ断面ノ堰堤ノ基底ヨリモ甚ダ廣クナル。壓力線ノ位置ハ面ノ勾配ヲ變化スル事ニヨリテ容易ニ變化セラル事ヲ得。或ル場合ニ堰堤ノ此ノ型ノ特種ノ利益トスル所ハ別々ノ支柱トシテ扶壁基礎ヲ構築シ得シムル事ナリ。鐵筋ヲ用ヒル場合ニハ堰堤ハ混凝土ノ厚層ヲ以テ完全ニ保護セラルベキナリ。

土基礎上ニ構築セラル、時ハ扶壁ヨリ扶壁迄ヲ鐵筋混凝土ノ連續床トシテ荷重ヲ配布シ又洗掘ヲ防グ、此ノ如クシテ總構造物ハ一體トナリテ非常ニ強固アリ又不撓ナリ、此ノ如クシテ其レハ安全ニ杭基礎上ニ構築スルヲ得、而シテ混凝土ニ完全ニ連結シタル板杭 (Sheet Piling) ニヨリテ上流側趾ニ於ケル水ノ滲入ヲ遮斷スル様ニ注意スル事ガ大切ナリ。〔第 143 頁ノ圖ハブーンとん堰堤 (Boonton Dam) ナリ〕

第十二章 淨化ノ目的 及方法

第七十四節 家事用トシテ ノ水ノ淨化

硬水ヲ以テスレバ石鹼ハ分解セラレテ脂肪酸(Fatty acid)ハかるし。-む及まぐねし。-む鹽ト合シテ不溶解性化合物ヲ生成スル爲ニ充分ノ洗滌ノ目的ヲ達スルニハ多量ノ石鹼ヲ使用セザルベカラザルコトナル。飲用水ヲ淨化スルニハ二ツノ目的ヲ有ス。最大切ナルハ有害ナル有機物質ヲ除ク事ニテ他ハ物理的外觀ヲ改善スルニアリ。地下水又ハ泉水ハ人工的淨化ヲスル必要ナキ事往々アリ。之レハ自然力ニヨリテ淨化セラレルヲ以テナリ。但シ時ニハ鐵分ヲ除去スルヲ要スルコトアリ。概シテ有害ばくてりあニ關シテ普通ノ地下水ハ安全ナリト云ヒ得。人工淨化ヲ要スル水ハ大抵ハ土壤ノ表面ト常ニ相接觸セルモノナレドモ往々完全ニ衛生的ナル水ヲ地表水ヨリ得ルコトアリ。

人口密度増加スルニ從ヒテ地表水ハ一般ニ益、危険トナリ人工淨化ヲ施サズシテ用ヒ得ルモノハ益減少ス。此ノ状態ハ淨化セズ地表水ヲ使用セル都市ノちぶす死亡率ノ増加スルヲ見テ知ルベシ。

第七十五節 淨化法ノ概要

淨化作用ノ種々ノ方法ハ之ヲニツニ大別シ得。一ハ浮遊不純物ヲ除キ他ハ溶解セル不純物ヲ除去ス。前者ニ對シテハ二法アリテ即チ沈澱及濾過法ナリ。沈澱作用ニテ水中ノ多少ノばくてりあヲ含有セル浮遊物質ヲ除ク。此レハ大ナル池ニテ人工的ニ又ハ小ナル特別ノ沈澱池ニテ行ハシム。コノ時或ル種ノ藥物ヲ加ヘテ甚微細ノ浮遊物質ヲ沈澱セシムルコトアリ。濾過法ニモ種々ノ方法アリテ最普通ニ行ハルルハ人工砂濾過床ニテ大ナル池又ハ小ナル急速濾過槽ノ如キたんく中ニテ行フ。ソノ主ナル目的ハ浮遊物ヲ除キ尙ホばくてりあヲ除去スルニアリ。

溶解不純物ヲ除ク方法ハ即チ軟化方法 (Softening process) 及鐵除去法等ニシテ前者ニテハかるし。-む及まぐねし。-むヲ化學沈澱作用ニテ取り除ク。之レ等ノ方法ヲ用フレバ次ニハ此ノ沈澱物ヲ沈澱作用又ハ濾過法ニテ除カザルベカラズ。

氣曝 (Aeration) 即チ水ヲ空氣ト能ク接觸セシムル方法ハ水ニ不充分ナル酸素ヲ供給シ有害ナル溶解瓦斯ヲ驅逐スルコトナリ。上述ノ諸法ノ外ニ水ヲ蒸溜シテ實際上凡テノ不純物ヲ除キ又ハ種々ノ殺菌法ニテばくてりあヲ簡單ニ死滅セシムル方法アリ。

第十三章 沈澱及藥物沈澱

(Sedimentation and Coagulation)

第七十六節 概論

多クノ地表水ハ多量ノ浮遊物ヲ含ムノミナラズ往
往下水ナドヲモ含メルコトアリ。淨化ノ大部分ハ此
ノ浮遊物ヲ除キ尙ホ水ノ物理的外觀ヲ改善セントス
ルニアリ。

第七十七節 浮遊物質ノ性質

浮遊物質ハ主トシテ無機物ニシテ砂又ハ粘土ノ如
キモノアリ。尙ホ少量ノ有機質及病氣ニ密接ノ關係
ヲ有スルバくてりあ等ナリ。河水ガ甚濁セル時期
ニ於テハばくてりあノ數モ從テ多ク又下水ガ河川ニ
流入シテばくてりあヲ増ス事アルモ此ノばくてりあ
ハ河ノ濁リガ最小ナル低水位ノ時期中ニテ甚多キヲ
常トス。

浮遊物質ノ大サハ種々異リ或ル源水中ノ粘土ノ細
微ナルモノハ直徑 $\circ\circ\circ\circ\circ$ 一吋ヨリ小ニシテ即チ
ばくてりあヨリモ尙小ナリ。此ノ源水中ノ不純物ノ
量及種類ガ異ルコトハ河水ヲ源水トスル淨水方法ニ
對シテ考慮ヲ要スルコトナリ。

第七十八節 沈澱方法

沈澱方法ニハ二種アリ。一ハ水ヲソノママ沈澱セ
シムル方法 (Plain sedimentation) 他ハ或ル沈澱藥 (Coagul-
ant) ヲ以テ沈澱ヲ促進セシムル方法ナリ。

第七十九節 沈澱 (Plain sedimentation)

砂及粘土ノ比重ハ二・六ナルヲ以テ水ニ流レガアル
時ハ浮遊セルモ此ノ流レガ止ム時ハ浮遊物質ハ追々
ト沈澱ス。此ノ沈澱スル早サハ粒ノ大サ及形ニヨリ
テ異ル。粒ノ重サハ其ノ直徑ノ三乗ニ比例シ表面積
ハ其ノ直徑ノ自乗ニ比例スルヲ以テ沈澱ニ對スル抵
抗ハ粗ナル物質ヨリモ細微ナル者ノ方ガ大ナリ。流
速ガ甚弱キ時ハ細カキ物質ハ浮遊シ粗大ナルモノハ
直チニ沈下スルヲ以テ細微ノモノモ沈澱セシムルニ
ハ水ヲナルベク靜止ノ状態ニ保タシムルヲ要ス。

粘土ノ甚細微ノ粒ヲ含メルモノハ單ナル沈澱方法
ノミヲ以テハ沈澱セシムル能ハザルヲ以テ水ハ澄明
トナラズ。此レハ粘土分子ノ膠狀性 (Colloidal character)
ニ依ルモノニテ此ノ状態ハ殆溶液ノ状態ニアルモノ
ト考フルヲ得此ノ時ニハ藥物沈澱ヲ要ス。

沈澱ニ要スル時間 完全ニ沈澱作用ヲセシムル時
間ハ水質ニヨリテ異リ此レノ決定ハ實驗ニマツテ最

モ宜シトス。或ル水ハ凡テノ濁リヲ除去スルニ一週又ハ數月ヲ要シ他ノ水ハ一日乃至二日ニテ充分ナル結果ヲ得。單ナル沈澱ニテハ此ノ時間ハ稀ニ一日以下ノ事アルモ普通二十四時間ヲ以テ最小ナリト云ヒ得。

かんさす市ニテ二十四時間ノ沈澱時間ニテ浮遊物ノ八十三パーセントヲ除去シ得タリト云フ。に^o-おるれあんすニテハ浮遊物質ハ甚微細ニテう^sすとん氏ノ實驗ニヨレバ次ノ如シ。

第三十四表

沈澱時間 (時)	浮 遊 物 質 百萬分中ノ部分(p.p.m)	除去セラレシ%
0	650	0
12	435	33
24	360	45
48	300	54
72	265	59

又 Louisville ニテノ實驗ヨリふら^o-氏ハ單ナル沈澱法ノ經濟的沈澱時間ハ二十四時間ニシテ此ノ間ニ浮遊物ノ七十五パーセントヲ除去シ得タリト云フ。

沈澱作用ノはくてりあ効果。

掩蓋ナキ池ニテ沈澱セシムレバ光線等ノ影響ヲ蒙ルヲ以テ單ニ沈澱ノミヨリ起ルはくてりあ効果ヲ實驗セントスレバ掩蓋アル沈澱池ヲ用ヒザルベカラズ。但シ大ナル池ニ掩蓋ヲ設クルガ如キハ莫大ナル工費

ヲ要スルヲ以テ此ノ實驗ヲ完全ニ行フ能ハザル事トナル。

以下掩蓋ナキ普通ノ沈澱池ニテノ實驗ヲ述ベン。ふら^o-氏ノ實驗ニヨレバしんしん^o-ニテ三日間ノ沈澱ニテはくてりあノ七十五パーセントヲ除去セリト謂フ。之ニ反シテに^o-おるれあんすニテハ十二乃至七十二時間みしし^o-び^o-河水ヲ沈澱セシメテはくてりあノ含有數ニ殆影響無カリキ。一般ニ長キ間沈澱セシムレバ相當ノ良結果ヲ得ルモ下水ニテ汚漬セラレシ水ハ沈澱ノミニテ満足スル事能ハズ。

此ノ一例ハろ^o-れんすノ沈澱池ニテ水ヲ十日乃至十四日沈澱セシメテ源水中ノはくてりあハ九十パーセントモ減少セシガ此ノ町ニテちぶす死亡率ハ多年ノ間特ニ多カリキ。

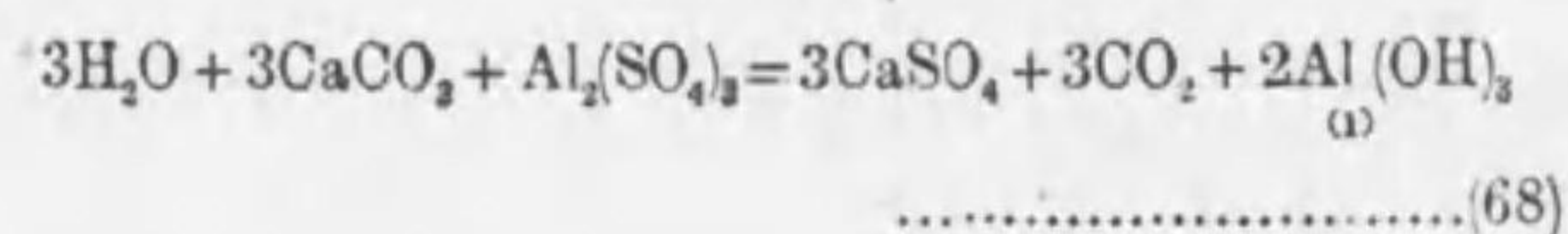
第八十節 藥物沈澱

(Sedimentation with coagulation)

源水ガ粘土ノ如キ細微ノ粒ニテ非常ニ濁セル場合ハ單ナル沈澱ノミニテハ水ハ澄明トナラズ。此ノ場合ニハ或ル藥品ヲ加ヘテ膠狀沈澱物 (Gelatinous precipitate) ヲ生ゼシメバ之ガ沈澱スル時ニ水中ノ細微ノ浮遊物ヲモ相共ニ包容シテ沈澱シ從テ水ハ短時間ニ澄明トナル此ノ藥品ヲ沈澱藥 (Coagulant) ト云フ。此

レハ主トシテ急速濾過法ニテ用ヒシガ近來ハ普通ノ緩速砂濾過法ニテモ用フ。大正八年起工セル大阪柴島水源地沈澱池ニ於テモ淀川ノ源水ガ甚濁セル時ハ取水塔ヨリ水ヲ砂除池ニ導キ此ノ池中ニ硫酸礬土ヲ水質ニ應ジテ(普通十萬分ノ一)鉛管ヨリ滴下シテ混入シ此レヨリ沈澱池ニ達スル迄ニヨク水ト混和セシメ沈澱池ニテ約十時間以上ノ沈澱時間ヲ與ヘテ水ヲ澄明トセント計畫セリ。

沈澱藥ヲ用フレバ水ガ帯ベル色ハ相當除キ得ル利益アリ。沈澱藥ニハ種々アレドモ最普通ニ用フルモノハ硫酸あるみな(硫酸礬土 $Al_2(SO_4)_3 \cdot 18H_2O$)ニシテ此レヲ水中ニ加ヘタル時ノ化學變化ハ次ノ如シ。



(1)ハ水酸化あるみにゆ一むノ膠狀沈澱ニテ沈澱ヲ促進セシムルモノナリ。水ガ炭酸カルシウムヲ含マズシテ炭酸まぐねし一むヲ含メル時モ同様ノ化學變化ヲ起ス。

若シ多量ノ硫酸あるみなヲ加ヘタル時之ニ化合セル炭酸鹽ガ水中ニ不足セル時ハ一部ノ硫酸あるみなハ水中ニ溶ケタルママニテ變化セズシテ其ノママ鐵管中ニ流レテ鐵管ノ錆ヲ促進スルガ如キ惡結果ヲ生ズ。斯クノ如ク水ガ沈澱藥ノ必要量ヲ分解スルニ足

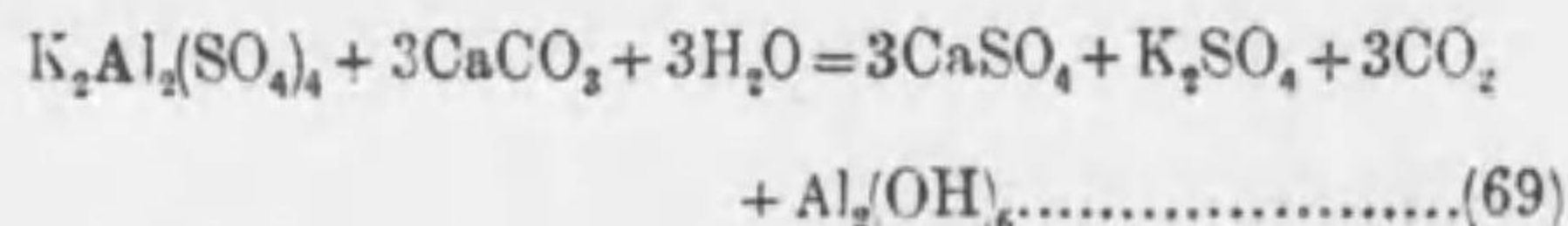
ルダケノ充分ナルあるかり度 (Alkalinity) ヲ有セザル時ハ石灰ヲ前以テ水ニ加フル事アリ。理論上一ぐれ一ムノ硫酸あるみなガ炭酸カルシウムノ百萬分中八部分ヲ分解ス。ふら一氏ノ説ニヨレバ生ジタル水酸化あるみに一むハ沈澱作用ヲナス前ニ幾分ハ微細ノ粘土ニ吸收セラルト云フ。

浮遊物ガ粗大ナルヨリモ細カキ方ガ多クノ沈澱藥ヲ要ス。前述ノ化學變化ニヨリテカルシウム又ハまぐねし一むノ硫酸鹽ヲ生ジ從テ水ニ永久硬度ヲ與フル事トナル。普通ニ用フル沈澱藥ノ量例ヘバーがろ一ムニ付キ一乃至二ぐれ一ムヲ用フレバ硬度ノ増加ハ百萬分中九乃至十八部分ニ達ス。又前述ノ化學變化ニテ生ジタル炭酸瓦斯ハ水ニ吸收セラレ餘リ大ナル影響ナケレドモ塗料等ヲ施サザル鐵板ニ腐蝕作用ヲ營ム。

又沈澱藥トシテ鐵ヲ用フルコトアリ。第二水酸化鐵ヲ生ジ之ガ水酸化あるみに一むト同様ノ沈澱作用ヲナス。第二硫酸鐵ヲ用フレバ容易ニ水酸化あるみに一むヲ生ズルモ高價ナルヲ以テ實際餘リ用ヒズ。又純鐵ヲ以テ水酸化鐵ノ沈澱ヲ得ラル。恰モ後述ノあんだ一そん法ノ如シ。此ノ時鐵ハ水中ノ無水炭酸ト合シテ第一炭酸鐵ヲ生ジ次ニ水中ニ溶解セル酸素ト化合シテ第二水酸化鐵トナル。

最近鐵溶液ヲ製スルニ鐵片ヲ有スル水ニ燃燒セル硫黃ノ煙ヲ吸收セシメタリ。此ノ方法ハじ。う。るふ。るた。一。會。社。ノ。特。許。ニ。シ。テ。諸。所。ニ。用。ヒ。テ。成。功。セ。リ。

又明礬(Alum, $K_2SO_4 \cdot Al_2(SO_4)_3 \cdot 24H_2O$)ヲ用フル事アリ。ソノ化學變化ハ次ノ如シ。



石灰ヲ沈澄藥トシテ用フルコトアリ。水ヲ軟化スル目的ニ用フル普通ノくら。く。法(Clark process)ニテ石灰ヲ用フレバソノ效果ハ大ナルモ尙ホ相當過量ニ之ヲ用フレバヨリ良結果ヲ得。炭酸カルシ。ウ。ミ。ガ沈澱スル時ニばくてりあ及細微ノ粘土等ヲ共ニ沈下セシムルガ水酸化あるみに。ウ。ミ。ノ如ク膠狀沈澱ニアラザルヲ以テ之ニ比シ效果ハ小ナリ。

しんしん。な。て。一。ニ。テ。此。ノ。方。法。ニ。テ。實。驗。セ。シ。結。果。ハ。次。ノ。如。シ。

第三十四表

河水	沈澱池ヲ出テシ水	除去セラレシ%
浮遊物(百萬分中部分) 273	35	87,2
ばくてりあ(一立方尺中ノ) 23,800	1,300	94,5

平均沈澱時間ハ十四時間ニテ石灰ノ平均量ハ一。ガ。ろ。ん。ニ。付。キ。四。七。ぐ。れ。一。ん。ナ。リ。

沈澄藥ノ量 沈澄藥ノ量ハ浮遊物ノ量及性質淨化

ノ程度沈澱時間等ニヨリテ異ル。實際上一。ガ。ろ。ん。ニ。付。硫。酸。鹽。ノ。四。分。ノ。三。ぐ。れ。一。ん。ヨ。リ。三。乃。至。四。ぐ。れ。一。ん。ナ。リ。最。適。當。ナル。量。ハ。實。驗。ニ。ヨ。リ。テ。決。定。ス。ル。ノ。外。ナ。シ(第三十五表參照)

第三十五表

種々ノ濁度ノ水ヲ沈澱スルニ要スル硫酸あるみな(17,5% Al_2O_3)ノ量

濁度 p.p. m	鹽基性硫酸あるみな(17,5% Al_2O_3 所要)								
	百萬分中部分			一。ガ。ろ。ん。ニ。付。ぐ。れ。一。ん			百萬。ガ。ろ。ん。ニ。付。キ。封。度		
	平均	最大	最小	平均	最大	最小	平均	最大	最小
10以下	10	17	5	0,60	1,00	0,30	86	143	43
15	14	20	8	0,83	1,19	0,48	119	170	69
20	17	22	11	1,00	1,30	0,61	143	186	87
40	19	25	13	1,12	1,47	0,74	160	210	106
60	21	28	14	1,21	1,61	0,83	173	230	119
80	22	30	15	1,29	1,74	0,90	184	249	129
100	24	32	16	1,39	1,87	0,96	199	267	137
120	25	34	17	1,45	2,00	1,01	207	286	144
150	27	37	18	1,59	2,18	1,07	227	311	153
200	30	42	19	1,76	2,47	1,14	251	353	163
250	33	47	20	1,92	2,74	1,19	274	391	170
300	36	51	21	2,08	2,99	1,23	297	427	176
400	39	62	22	2,25	3,60	1,28	321	514	183
500	42	70	23	2,45	4,08	1,33	350	583	190
600	47	77	24	2,75	4,50	1,37	393	643	196
700	50	—	24	2,92	—	1,41	417	—	201
800	53	—	25	3,06	—	1,45	437	—	207
900	55	—	26	3,19	—	1,49	456	—	213
1000	56	—	26	3,28	—	1,52	469	—	217

沈澱時間 沈澱ノ早サハ主トシテ用フル沈澄藥ノ

量ニヨリテ異ル。勿論藥物ヲ用ヒザル時ヨリモ早ク沈澱シ大部分ハ數時間ニテ沈澱ズ。此ノ方法ヲ行ヒ次ニ急速濾過槽ニテ濾過セントスル時ハ此ノ沈澱時間ハ二時間乃至六時間位ニ止ムベシ。此ノ場合ニテハ完全ニ水ガ沈澱ニヨリテ澄明トナルヲ欲セズ。却テ沈澱セザル水酸化あるみに一むノ少量ガ濾過槽ニ行ク方ガ宜シキ結果ヲ得。京都水道ニテハ急速濾過法ヲ用フルヲ以テ沈澱時間モ比較的小ニテ二時間ナリ。

第三十六表

種々ノ色ノ水ヲ沈澱スルニ要スル硫酸あるみな(17.5%)ノ平均量

色 (p. p. m)	所要平均硫酸あるみな		
	百萬分中部分	がろんニ付くれ一ム	百萬がろんニ付封度
10以下	14	0,81	116
20	19	1,13	161
40	27	1,59	227
60	33	1,93	276
80	38	2,22	317
100	42	2,45	350
120	45	2,64	377
150	50	2,90	414
200	57	3,30	471

藥物沈澱ノ效果 此ノ效果ハ時間、沈澱藥ノ量、浮遊物ノ性質ニ大ニ關係ス。後ニ急速濾過槽ニテ濾過スル前ノ藥物沈澱時間二時間乃至六時間ニテハばくてりあノ除去セラルル量ハ五十パーセントヨリ九十バ

一せんと乃至九十五パーセントナリ。Louisvilleノ急速濾過法ニテ沈澱池ヨリ出デシ水ヲ試験セシニ一時間ヨリ小ナル短時間ニテばくてりあノ四十パーセント乃至七十五パーセントヲ除去セリ。

一般ニ藥物沈澱法ハ下水ニテ汚濁セラレタル水ニ對シテハ更ニ次ノ處分法ヲ講ズルニアラザレバ安全ナル方法ト云フ事能ハズ。

水ガ有スル色ヲ除クコトハ水ノ品質ニヨリテ異リ普通適當ナル量ノ藥物ヲ用フレバ普通ノ水ノ色ノ七十乃至九十パーセントハ除去シ得ルモ特ニ色ノ濃キ水ハ此ノ方法ニテ容易ニ除ク事能ハズ(第三十六表參照)

第十四章 沈澱池 (Settling-basin)

第八十一節 概 論

水ヲ天然ノ湖ヨリ引水シ又ハ川ヲシメキリテ貯水池ヲ造リ之ヨリ引水スル如キ時ハ自然ニ沈澱作用ヲナシ得ルヲ以テ沈澱池ヲ要セス時アルモ普通川ヨリ直接引水スルガ如キ時ハ一般ニ沈澱池ヲ設ク。

第八十二節 沈澱池作業

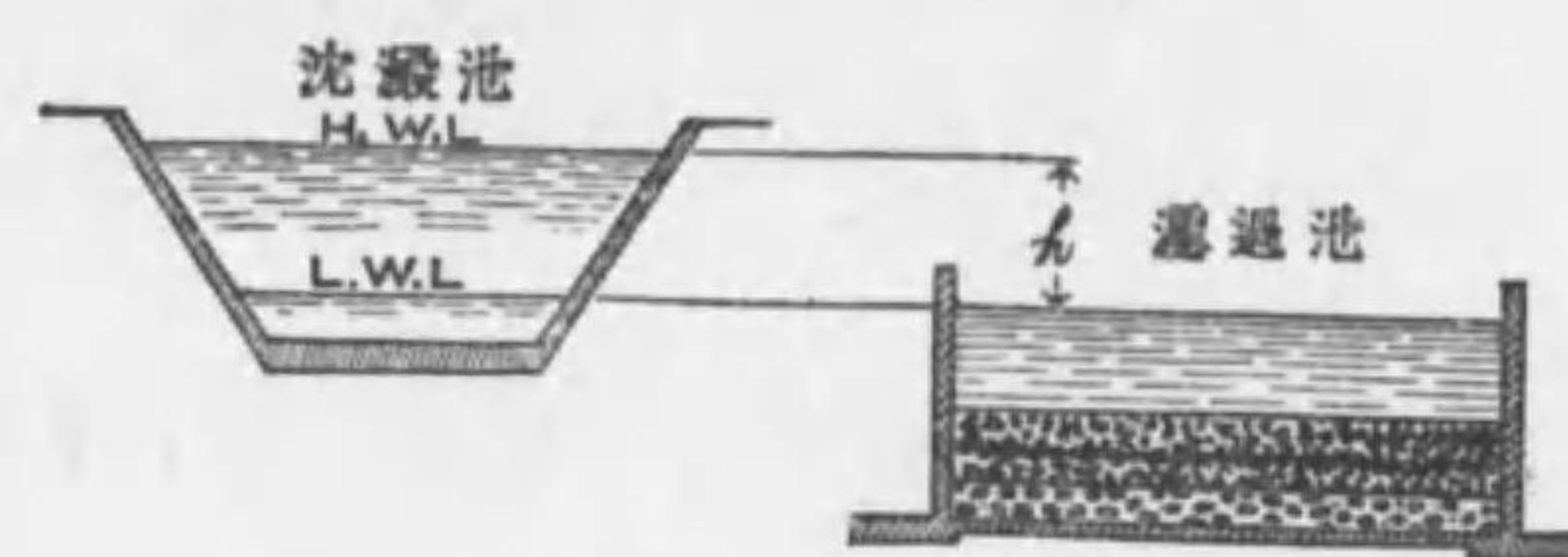
沈澱池ヲ働カス方法ニアリ。

連続式 (Continuous-flow method)

間歇式 (Intermittent or fill-and-draw method)

連続式ハ甚緩キ速度ヲ以テ水ヲ絶エズ沈澱池中ヲ流ス方法ニシテ此ノ間ニ沈澱作用ガ行ハル。間歇式ハ水ヲ沈澱池ニ充タシ此ノ後アル一定時間ノ間水ヲ静止セシメテ之ヨリ引水セズ。從テ其ノ間ニ沈澱作用ハ行ハル。水ガ完全ニ澄明トナリテ後ニ之レヨリ引水シ從テ池ハアル水位迄空トナル。次ニ再ビ水ヲ入レテ同様ノ作業ヲ繰リ返ス。此ノ方法ニテハ微細ノ浮遊物ハ水ヲ池ニ充滿セシ後ニアラザレバ沈澱セザル故ニ沈澱時間ヲ減少スル事トナル。一方水ハ他式ヨリモ静穩ニシテ沈澱スルニ便宜多シ。又水頭ノ損失大ナリ。

第五十二圖ニ於テハ損失水頭ナリ。濾過



第五十二圖

池ニテ濾シタル水ヲ配水池迄唧筒ニテ揚グルガ如キ時ニ唧筒ノ費用ヲ増スコトトナル。

連続式ニテハ殆此ノ損失水頭ナシ。但シ間歇式ノ沈澱池ハ多少貯水池ノ役目ヲナス便アリ。要スルニ連続式ハ便宜多ク藥物沈澱法ノ如キ沈澱時間比較的短カキ時ハ殆一般ニ用ヒラルル方法ナリ。

第八十三節 池ノ數及大サ

連続式ニ於テ沈澱作用ガ濾過ニ對シテ單ニ豫備作業ナル如キ比較的清潔ナル水ニ對シテハ單一ナル池ニテ充分ナル理ナリ。水中ニ浮遊物ガ多キ時ハ少クトモ二池ヲ要シ一池ヲ掃除セル中ハ他ヲ以テ之ニ換フル餘裕ヲ見込マザルベカラズ。同ジ容量ニテモ一池トスルヨリモ二乃至三池ニ分テ之ヲ竝列シテ用フル方ガ宜シ。

間歇式ニテハ水ヲ充タシツツアル池ハ役ニ立タズ。又引水シツツアル池ハ半分ダケ役ニ立ツト考ヘテ各池ノ容量トシテ選定セシ沈澱時間中ノ消費水量

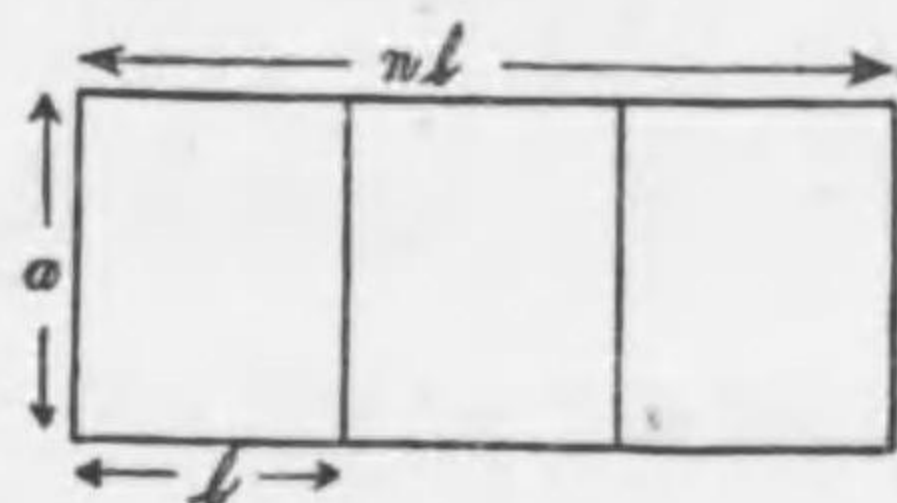
トシ n ヲ池ノ數トスレバ次ノ式ヲ得。

$$n = \frac{A}{q} + 1 \frac{1}{2}, \dots \dots \dots (70)$$

q ノ値ガ大ナル程 $\frac{A}{q}$ 池ノ工費ハ小トナルモ $1 \frac{1}{2}$ 池ノ工費ハ大トナル。

最善ノ容量及數ハ色々ノ場合ヲ試ミテ決定セザルベカラズ。

池ノ形 與ヘラレタル面積ノ唯一ツノ池ニ對シテハ正方形ヲ以テ最善トス。數多ノ池ヲ造ル時ニハ色々試ミテ工費ノ廉ナルヲ選ムベシ。大體ノ見當ヲ付ケルハ次ノ如キ方法ニヨル。



第五十三圖

n = 池ノ數, 一池ノ巾及長サハ b , 及 a ,

c_e = 外壁一尺ノ工費

c_i = 内壁一尺ノ工費

C = 全工費

$$C = (2nb + 2a)c_e + (n-1)ac_i$$

$ab = A = \text{定數}, b = \frac{A}{a}$ 之ヲ上式ニ入レテ

$$C = (2n \frac{A}{a} + 2a)c_e + (n-1)ac_i$$

a = 關シテ微分シテ零ト置キテ C ノ最小値ニ對スル a ノ値ハ次ノ如シ。

$$a = \frac{2nbc_e}{2c_e + (n-1)c_i}$$

コレヨリ $\frac{b}{a} = \frac{2 + (n-1) \frac{c_i}{c_e}}{2n} \dots \dots \dots (71)$

モシ $c_e = c_i$ ナレバ $\frac{b}{a} = \frac{n+1}{2n} \dots \dots \dots (72)$

$n=2$ ナレバ $b = \frac{3}{4}a;$

$n=3$ ナレバ $b = \frac{2}{3}a;$

此ノ結果ハ面積ニ無關係ニテ從テ第五十三圖ノ如ク配置シタル如何ナル大サノ池ニモ適用シ得。

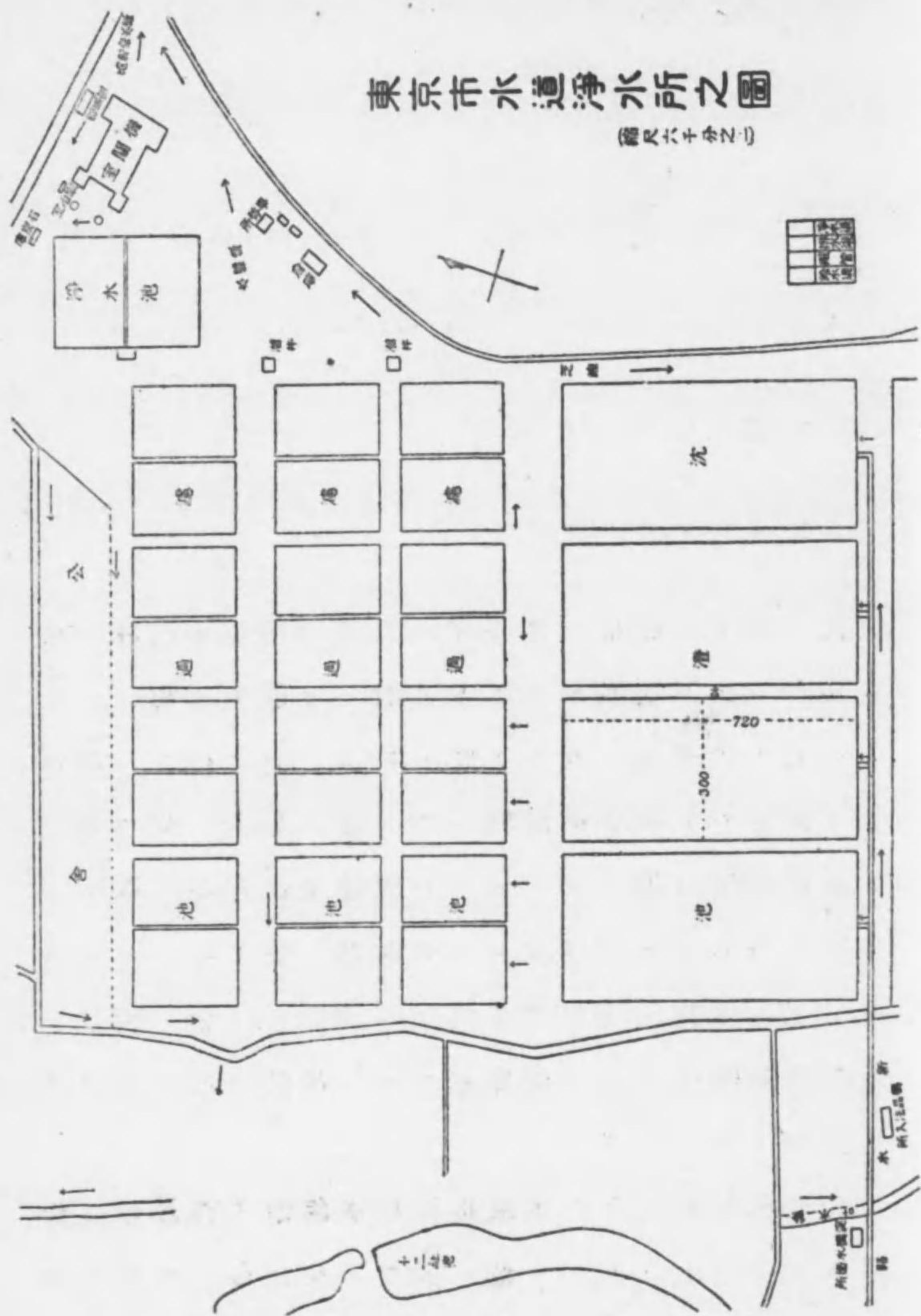
一般ニ沈澱池ハ大ナル時ハ普通ノ池ノ如ク一部切取一部盛土トシ最經濟的トナル様ニ造ル。壁ヲ土トシ相當勾配ヲ附シタルモノハ混凝土煉瓦造リ等ヨリハ廉價ナレドモ間歇式ニテハ前者ハ池ヲ空ニスル時ハ日光ニ曝露シ苔草等ヲ生ズル害アリ。池ノ深サハ最經濟的構造トスル様定ムベシ。甚淺キ池ハ避クルヲ良シトス。

大正八年起工セシ大阪市柴島水源池ノ沈澱池ハ矩形ニシテ三池アリ。一池ノ大サハ長三百三十六尺, 幅二百五十八尺, 水深十一尺, 有效水深九尺ニシテ池ハ全

部混凝土造トシ特ニ周壁ハ鐵筋ヲ加ヘ且ツ池底ニ

東京市水道淨水所之圖

縮尺六十分の一



第五十四圖

東京市水道浄水所

縮尺六十分の一



第五十五圖