

上 水 工 學

大 阪 市 技 師

工 學 士 加 藤 恒 雄 著

工 業 圖 書 專 門

淀屋書店出版部發行

上 水 工 學

定價金壹圓六拾錢

昭和九年九月三十日 初版發行

昭和十三年七月一日 參版印刷

昭和十三年七月五日 參版發行

~~~~~  
著 作 權 所 有

著 者 者 加 藤 恒 雄

大 阪 市 住 吉 區 阪 南 町 西 一 丁 目

發 行 兼  
印 刷 者

淀 屋 書 店 出 版 部

代 表 者 佐 藤 廉 平

發 行 所

大 阪 市 住 吉 區 阪 南 町 西 一 丁 目

淀 屋 書 店 出 版 部

振 替 大 阪 七 九 三 五 七 番

電 話 天 王 寺 五 一 九 五 番

---

大 賣 捌 所 丸 善 株 式 會 社 · 東 京 神 田 飯 島 照 林 堂 · 東 京 堂 · オ ー ム 社  
大 阪 柳 原 書 店 · 大 阪 新 正 堂 · 京 城 大 連 奉 天 新 京  
大 阪 屋 號 書 店 · 臺 北 新 高 堂



## 序

上水工學を極めて平易に概念的に全般に互り簡潔に一編の書としたものが本書である。要するに水道に關し初學者に殊に工業學生に取つて上水工學の全概念と全形態を知悉せしめる様努力した積りである。成る可く冗長な説明によるよりも圖面を多くして實例を以つて此の目的を達成せしむる事とした。

著者素より淺學菲才の徒、加ふるに繁多なる公務の餘暇に編著せしものなれば内容の完璧を期する點については讀者の切なる御忠言を仰ぎ度い。

昭和九年盛夏

著 者 識

## 淀屋書店發行土木圖書目 (一)

|          |                          |              |
|----------|--------------------------|--------------|
| 佐藤麻平著    | 橋臺と橋脚の設計                 | 價 2.80 円 .21 |
| 同        | トラスの設計                   | 〃 2.60 〃 .21 |
| 同        | 基礎の設計及施工                 | 〃 1.80 〃 .21 |
| 同        | 實用・鐵筋混凝土計算法              | 〃 1.40 〃 .15 |
| 同        | プレートガーダーの設計              | 〃 3.00 〃 .21 |
| 同        | 木桁橋の設計                   | 〃 2.50 〃 .21 |
| 同        | 最新・鐵道工學                  | 〃 2.30 〃 .21 |
| 土木研究會編   | 七桁の對數表                   | 〃 1.70 〃 .15 |
| 同        | 整數の平方, 平方根<br>立方及立方根 計算法 | 〃 1.20 〃 .15 |
| 同        | 土木建築設計机上便覽               | 〃 1.30 〃 .15 |
| 近藤泰夫著    | 土木英語讀本                   | 〃 1.00 〃 .15 |
| 同        | コンクリート配合の合理化             | 〃 2.00 〃 .21 |
| 栗岡薰著     | 單徑間無鉸橋鐵筋混凝土アーチの設計法       | 〃 2.30 〃 .21 |
| 横山辰次郎著   | 最新・隧道工學                  | 〃 3.50 〃 .21 |
| 河村協著     | 道路橋の設計(實例編)              | 〃 1.60 〃 .15 |
| 同        | 道路橋の設計(續編)               | 〃 2.00 〃 .21 |
| 同        | 道路橋の設計・改訂版               | 〃 2.20 〃 .21 |
| 同        | 道路橋設計圖表・附資料              | 〃 1.80 〃 .15 |
| 同        | 道路測量設計用表                 | 〃 2.00 〃 .15 |
| 武原秀雄著    | 鋼 鉸 拱 橋                  | 〃 3.30 〃 .21 |
| 工業英語研究會編 | 土木英語の研究(一)               | 〃 1.20 〃 .15 |
| 村上元紀著    | 近世・道路工學                  | 〃 2.60 〃 .21 |
| 大野諫著     | 橋 梁 汎 論                  | 〃 4.00 〃 .33 |
| 同        | 圖式靜力學・上卷                 | 〃 4.00 〃 .33 |
| 同        | 圖式靜力學・下卷                 | 〃 4.00 〃 .33 |
| 小陳彌一郎著   | 應用力學・問題集(靜力學編)           | 〃 2.60 〃 .21 |
| 同        | 水力學・問題集並解説               | 〃 1.70 〃 .15 |
| 上野正夫著    | 鋼並鐵筋コンクリート不靜定橋           | 〃 3.60 〃 .21 |
| 岩井四郎著    | 最新・土木構造力學                | 〃 2.00 〃 .21 |

## 淀屋書店發行土木圖書目 (二)

|          |                |        |       |
|----------|----------------|--------|-------|
| 良本正勝著    | コンクリート堰堤       | 價 2.70 | 〒 .21 |
| 同        | 道路學及都市計畫       | 〃 2.00 | 〃 .21 |
| 丹羽健藏著    | 下水工學           | 〃 1.50 | 〃 .15 |
| 川原兵一著    | 橋梁工學・上卷        | 〃 2.50 | 〃 .21 |
| 同        | 橋梁工學・下卷        | 〃 2.20 | 〃 .21 |
| 岩崎重三著    | 日本土木地質學        | 〃 3.00 | 〃 .21 |
| 同        | 土木地質學教科書       | 〃 1.20 | 〃 .15 |
| 光永一三男著   | 鋼道路橋の設計        | 〃 3.00 | 〃 .21 |
| 高橋逸夫著    | 銲接構造物計算法       | 〃 .90  | 〃 .15 |
| 山下直一著    | 土工木事施工法        | 〃 2.50 | 〃 .21 |
| 同        | 土工木事仕様歩掛及見積法   | 〃 1.20 | 〃 .15 |
| 同        | 新制・土木應用力學      | 〃 2.60 | 〃 .21 |
| 同        | 土工木事材料         | 〃 1.60 | 〃 .15 |
| 岡崎武夫著    | 河海工學           | 〃 2.50 | 〃 .21 |
| 丸山新藏著    | 實用・土工木事要覽      | 〃 3.20 | 〃 .21 |
| 同        | 實用・道路橋各種設計實例   | 〃 2.50 | 〃 .21 |
| 中間清著     | 最新・道路工學        | 〃 2.50 | 〃 .21 |
| 白井喜一著    | 鐵筋コンクリート工學     | 〃 1.70 | 〃 .15 |
| 吉松群七著    | 鐵筋混凝土府縣道路橋設計圖集 | 〃 1.80 | 〃 .15 |
| 加藤恒雄著    | 上水工學           | 〃 1.60 | 〃 .15 |
| 平石利太郎著   | 道路曲線布設表        | 〃 1.40 | 〃 .15 |
| 森田虎起著    | 新訂・測量法講義       | 〃 2.80 | 〃 .21 |
| 江藤禮著     | 鐵筋量決定圖表        | 〃 .75  | 〃 .15 |
| 同        | 不靜定構造物の解法      | 〃 2.10 | 〃 .21 |
| 工業畫法研究会編 | 教科用・土木設計製圖     | 〃 1.30 | 〃 .15 |
| 武田英一著    | 鐵筋コンクリート斷面決定圖表 | 〃 .95  | 〃 .15 |
| 山里尙行著    | 發電水力學大意        | 〃 1.60 | 〃 .15 |
| 中村猪市著    | 混泥土道路篇         | 〃 2.60 | 〃 .21 |
| 大阪市土木部   | 大阪市橋梁總攬        | 〃 3.80 | 〃 .33 |

## 淀屋書店發行建築圖書目

|                |               |              |
|----------------|---------------|--------------|
| 篠原太郎著          | 鐵筋コンクリート構造    | 價 2.20 円 .21 |
| 同              | 鐵筋コンクリート構造計算法 | " 1.90 " .21 |
| 同              | 建築大意          | " 1.30 " .15 |
| 福井義長著          | 和風建築構造        | " 3.50 " .21 |
| 同              | 建築施工法         | " 1.60 " .15 |
| 同              | 教科用・建築製圖・上卷   | " .95 " .15  |
| 同              | 日本建築構造        | " 1.50 " .15 |
| 三浦尙史著          | 建築構造力學        | " 2.30 " .21 |
| 同              | 建築構造力學教科書     | " 1.50 " .15 |
| 福井義長<br>廣瀨勇共著  | 最新建築構造        | " 2.00 " .21 |
| 森田虎起著          | 實用・測量法講義      | " 1.60 " .21 |
| 建築研究會編         | 洋風建築構造各部詳細圖編  | " 2.00 " .21 |
| 同              | 和洋建築設計實例編     | " 1.50 " .21 |
| 同              | 商店建築設計編       | " 1.60 " .21 |
| 中尾保著           | 西洋建築史概要       | " 1.60 " .15 |
| 鈴木忠五郎著         | 施工位建築構造學      | " 2.50 " .21 |
| 同              | 建築製圖法講義・上卷    | " 1.80 " .15 |
| 同              | 建築製圖法講義・下卷    | " 2.60 " .21 |
| 堀口甚吉著          | 最新鐵骨構造        | " 1.80 " .15 |
| 芝田知重著          | 施工用・機械設備      | " 3.80 " .33 |
| 佐藤佐著           | 日本建築史概要       | " 1.30 " .15 |
| 藤枝良一著          | 木工工具          | " .90 " .15  |
| 同              | 實用日本建築構造學     | " 1.60 " .15 |
| 黑澤喜長<br>鶴田勝共著  | 建築材料          | " 2.50 " .21 |
| 鶴田勝著           | 建築設備          | " 2.20 " .21 |
| 花輪正虎<br>高田新七共著 | 建築事仕樣積算教科書    | " 1.90 " .21 |
| 坂本啓一著          | 建築計畫畫         | " 2.20 " .21 |
| 同              | 洋風建築構造        | " 1.80 " .21 |
| 吉田信武著          | 住宅讀本          | " 1.60 " .15 |

# 目 次

## 第一編 總 論

|                |    |
|----------------|----|
| 第一章 緒 論        | 1  |
| 第一節 上水道の必要と發達史 | 1  |
| 第二章 所要水量       | 4  |
| 第二節 給水人口と將來の豫想 | 4  |
| 第三節 給水量と其の變化   | 7  |
| 第三章 水 源        | 11 |
| 第四節 地 表 水      | 11 |
| 第五節 地 下 水      | 12 |
| 第四章 一 般 水 理    | 14 |
| 第六節 單位及び基礎式    | 14 |
| 第七節 地 下 水      | 15 |
| 第八節 導水渠を流るる水   | 20 |
| 第九節 噴 出 孔      | 25 |
| 第十節 堰の上を流るる水   | 23 |
| 第十一節 管内を流るる水   | 30 |
| 第十二節 河 流 水     | 36 |
| 第五章 水 質        | 40 |
| 第十三節 水 質 の 檢 査 | 40 |
| 第十四節 物理學的檢査    | 40 |
| 第十五節 化學的檢査     | 41 |
| 第十六節 細菌學的檢査    | 44 |
| 第十七節 顯微鏡檢査     | 45 |

## 第二編 淨 水 設 備

|              |    |
|--------------|----|
| 第六章 取 水 工    | 46 |
| 第十八節 地表水の取水工 | 46 |



|          |               |     |
|----------|---------------|-----|
| 第十九節     | 河川に於ける取水工     | 46  |
| 第二十節     | 湖に於ける取水工      | 47  |
| 第二十一節    | 貯水池           | 49  |
| 第二十二節    | 地下水の取水工       | 58  |
| 第二十三節    | 伏流水の取水工       | 62  |
| 第七章      | 浄水工           | 64  |
| 第二十四節    | 概論            | 64  |
| 第二十五節    | 自然浄化          | 64  |
| 第二十六節    | 沈澱工           | 65  |
| 第八章      | 濾過工           | 72  |
| 第二十七節    | 緩速濾過法         | 72  |
| 第二十八節    | 急速濾過法         | 79  |
| 第二十九節    | 其他の浄化法        | 91  |
| 第三十節     | 硬水の軟化法        | 99  |
| 第三十一節    | 配水池           | 102 |
| 第三編 配水設備 |               |     |
| 第九章      | 配水管           | 108 |
| 第三十二節    | 鑄鐵管           | 108 |
| 第三十三節    | 鋼管            | 119 |
| 第三十四節    | 其他の管          | 122 |
| 第三十五節    | 塗料            | 123 |
| 第十章      | 配水管線路         | 125 |
| 第三十六節    | 配水管線          | 125 |
| 第三十七節    | 配水管の敷設        | 125 |
| 第三十八節    | 配水管に屬する器具並に用途 | 130 |
| 第三十九節    | 配水管の直徑定め方     | 139 |
| 第四十節     | 配管線の選び方       | 141 |
| 第十一章     | 給水設備          | 142 |
| 第四十一節    | 給水管           | 142 |
| 第四十二節    | 給水管の接合        | 142 |

|       |            |      |
|-------|------------|------|
| 第四十三節 | 止水栓及給水栓    | 144  |
| 第四十四節 | 給水工事       | 145  |
| 第四十五節 | 量水器        | 147  |
| 第十二章  | 豎管及配水塔     | 148  |
| 第四十六節 | 豎管         | 148  |
| 第四十七節 | 配水塔        | 148  |
| 第四十八節 | 壓力槽        | 148  |
| 第四十九節 | 豎管及び配水塔の計算 | 51   |
| 附 錄   |            |      |
|       | 上水道條例      | 1—5  |
|       | 協定上水試験法    | 6—23 |

# 第一編 總 論

## 第一章 緒 論

### 第一節 上水道の必要と發達史

① **上水道の必要** 水は空氣と共に諸生物には缺くべからざるものでその良不良は直に生物の發育状態にかかわり古來惡疫流行する原因は主に不良飲料水によることが多い。

上水道の必要はかゝる所から生じたるもので、その他防火用、工業用、撒水用等文明都市として重要な役割を務めておるもので

第一表 上水道完成前後に於ける三種傳染病死亡率

| 都 市 名     | 改良前一年平均   |                  | 改良後一年平均   |                 | 上 水 道<br>完成年度 |
|-----------|-----------|------------------|-----------|-----------------|---------------|
|           | 調査年數      | 人口十二萬人<br>に對する割合 | 調査年數      | 人口十萬人に<br>對する割合 |               |
| 東 京       | 明治23~31   | 10.4人            | 明治32~44   | 2.6人            | 明治32年         |
| 横 濱       | 1~20      | 8.0              | 21~"      | 1.5             | 20            |
| 大 阪       | 23~28     | 14.9             | 29~"      | 2.0             | 28            |
| 神 戸       | 22~31     | 25.3             | 32~"      | 4.9             | 32            |
| 岡 山       | 30~38     | 14.7             | 39~"      | 7.5             | 37            |
| 廣 島       | 19~31     | 27.4             | 32~"      | 3.3             | 31            |
| 長 崎       | 19~23     | 95.0             | 24~"      | 2.0             | 24            |
| フィラデルフィヤ  | 1880~1901 | 52.5 *           | 1911~1924 | 5.2             | 1912          |
| シ カ ゴ     | 1880~1912 | 47.2             | " ~ "     | 4.9             | "             |
| デ ト ロ イ ド | 1880~1912 | 28.9             | " ~ "     | 8.9             | "             |
| ジ エ ル シ イ | 1880~1907 | 52.6             | 1908~"    | 5.8             | 1907          |

\*米國の都市は10萬人に對する割合にしてチブスのみとす。

三種傳染病とは赤痢、チブス、コレラの三病なり。

ある。

② **古代の水道** 古代には飲料水として主に湧出水を用ひ従つ

て泉のほごりに人々は移り住み之を神として崇めておつた。

他に井戸を堀つて飲料水にしておることもあつた、その中カイロのジョセフの井戸は有名なもので、古エジプト人の熟達せる技術により深さ90米もあつた、その他ベルシヤ、アツシリヤ、印度、支那にも井戸の古蹟があり、特に支那には450米餘にも達するものがあつた。又貯水及び導水の工事も興り、印度では雨水を貯へて使用し羅馬では紀元前312年已にタイバー河等より引水しておつた、後水質悪化したため遠地に水源を求め隧道、拱等をつくり山を越え谷を渡つて驚くべき立派な水路を建設した、その長さ11哩もあり後屢々増設して紀元前270年にはその長さ359哩にもなり、その偉大さを誇つておつたが羅馬滅亡と共に破壊せられ悪疫流行する様になつた。

③ **上水道の發達史** 歐洲、巴里は1183年小規模の水道としてセヌ河より引水し、倫敦では1235年湧出水を鉛管にて導水し飲料としておつたが1582年初めて唧筒を据へて鉛管で給水を始めた。蒸汽唧筒の出現は巴里は1781年倫敦は1787年で一般に十七、八世紀頃迄は巴里、倫敦を除き上水道の發達は見るべきものがなかつた。倫敦は1904年上水道を統一して市の經營とし漸次發達して1912年には人口7,000,000人に給水して今日に至つた。

米國は1652年ボストン市に初めて水道生れ、續いて1772年シェーフアースタウンに、1761年ベルサレムにおこり1800年には17箇所となつた、1875年243箇所となつてから急速に増加し1885年に1000箇所、1895年には3000箇所、1924年には遂に10,000箇所となつた。

我國は天正18年徳川家康公江戸に居を構へた時、良水なきを憂へ神田上水をつくり、ついで承應2年玉川上水が生れた、元祿年間には千川上水、三田上水電有上水が出来、萬治三年には青山上水がつくられた、後三田、電有、青山の三上水は享保年間に停水せられ、

他の三上水を擴張して明治まで續いた、明治21年8月、東京では玉川上水より引水して上水道工事に着工し同32年落成したのが初めてで後屢々擴張して今日に至つた。

横濱は明治2年私設水道をつくり玉川の水を使用しておつたが、後これを放棄し現在は明治18年より20年に落成したるものの擴張である。

大阪は明治28年創設せられ、大正3年第二回、大正11年第三回、昭和五年第四回擴張落成せるものである。

昭和五年三月末日現在、内務省衛生局の調査によれば次の通りである。

| 經營者   | 認可又は許可數 | 同上中給水開始のもの |
|-------|---------|------------|
| 市 設   | 84      | 71         |
| 町 村 設 | 217     | 185        |
| 町村組合設 | 6       | 5          |
| 私 設   | 64      | 56         |
| そ の 他 | 2       | 1          |
| 合 計   | 373     | 318        |



## 第二章 所要水量

## 第二節 給水人口と將來の豫想

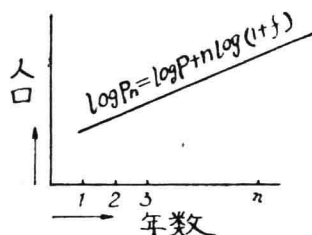
① 都市の人口 我國のみならず歐米各國に於ても都市の人口は年々増加する傾向がある、故に上水道の計畫に基本ともなるべき人口を決定するに當つては、この増加即ち何年か將來を見込む事が必要である、その年限を如何にすべきかは、その都市の經濟狀態土地の狀況等によつて異なるも、十年乃至十五年先きの人口を豫想して計畫するのが普通である。

② 將來の豫想 將來の人口を豫想するには、過去數年或は數十年より、その都市の人口を調べ、増加率を決定して將來の人口を求め、例へば、人口の増加率を $f$ 、 $n$ 年後の人口を $P_n$ 現在の人口を $p$ とすれば、 $P_n = p(1+f)^n$

$$\log P_n = \log p + n \log(1+f)$$

第二表

$P_n$ と $n$ とを縦横距にすれば直線となつて現はれる。



又大正14年國勢調査の後、内閣統計局にて發表した方法は次の如くである。

$$\text{全國人口増加率} = \sqrt[5]{\frac{\text{全國大正十四年總人口}}{\text{全國大正九年總人口}} - 1}$$

$$\left( \begin{array}{c} \text{都計内} \\ \text{昭和}n\text{年} \\ \text{推計人口} \end{array} \right) = \left( \begin{array}{c} \text{都計内} \\ \text{大正十四年} \\ \text{人口} \end{array} \right) + \left[ \left( \begin{array}{c} \text{日本全國} \\ \text{昭和}n\text{年} \\ \text{總人口} \end{array} \right) - \left( \begin{array}{c} \text{日本全國} \\ \text{大正十四年} \\ \text{總人口} \end{array} \right) \right]$$

$$\frac{\left( \begin{array}{c} \text{都計内} \\ \text{大正十四年} \\ \text{人口} \end{array} \right) - \left( \begin{array}{c} \text{都計内} \\ \text{大正九年} \\ \text{人口} \end{array} \right)}{\left( \begin{array}{c} \text{日本全國} \\ \text{大正十四年} \\ \text{總人口} \end{array} \right) - \left( \begin{array}{c} \text{日本全國} \\ \text{大正九年} \\ \text{總人口} \end{array} \right)}$$

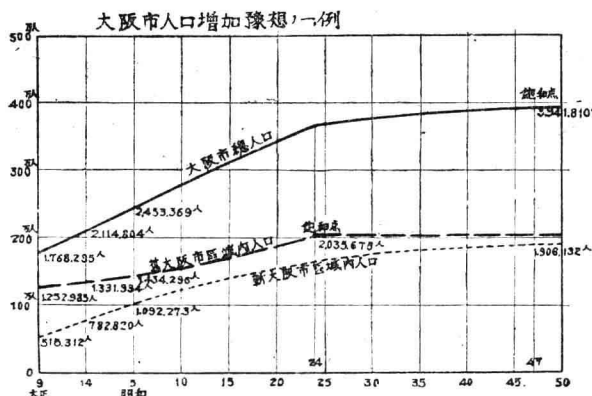
注意 都計内とは都市計畫區域内の略。

但し昭和五年第三回の國勢調査も出來た事故別の法式が近く發表される事と思ふ。

又過去數年間の人口を縦距に年數を横距にとり、あらかじめ曲線を作り線を延長して將來を豫想するか、或はこの曲線に類似の曲線式を最小二乗法によつて算出して、將來を豫想する。

今大阪市人口増加豫想一例を示せば第三表の通りである。

第 三 表



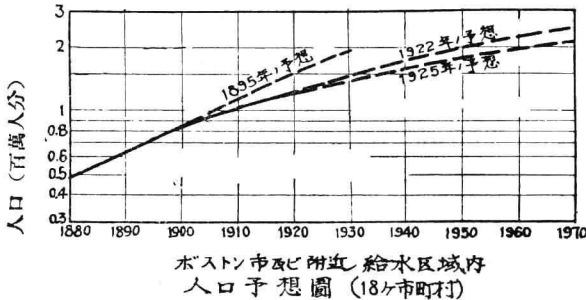
然しながら人口の増加率は必ずしも一定のものではない。例へば新に近效町村が市に合併されたり、交通機關が急に開けたり官公署が出來たりすれば人口は急激に増加し、又天變地異とか、會社工場が他の地方へ移轉したりすれば反對に著しく減少するものである。

又年々増加しつつある人口もある年限に達すれば、その増加率は漸次に減少し、遂には停止するものである。これはその都市の人口が飽和点に達したことを示すもので、都市によつてその密度は違ふものである、例へば大阪は舊市は一人に付き23.76平方メートル、新市は一人に付き64.79平方メートルの人口密度となれば飽和すると豫想し、東京は市内一人に付き33平方メートル近效町村66平方メートル外郊町村

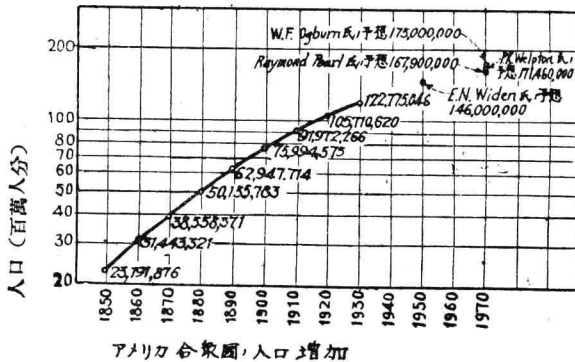
132平方米の人口密度にて飽和するものと見てをる。

故に 將來の人口を豫想する時は、前述の如く十年内至十五年先を考へて定め、若しその年限の中に飽和点に達するものと豫想されるならば、この飽和人口を以て基本とすべきである。

第 四 表



第 五 表



③ 給水人口 かやうにして都市の人口が分かれば次は給水人口である。今迄井戸水を用ひておつた住民が水道が出来たからとて、直ちに皆が使ふことはない。總人口の何分の一かが最初使用し年を逐ふて増加するものである、故に當事者も都市衛生の爲め成可く早く水道を利用する様、悪質性の井戸をぞしぞし埋め又は衛生思想と水道の効果を宣傳して使用者の増加をはかるべきであ

る、然しながら大都市と雖ども全人口が給水人口となることは餘程將來のことで、普通小都市で70%から90%、大都市でも90%から98%位で年々少しつゝ増加しつゝあるものである。

第六表 各都市の給水人口

| 都市名      | 給水人口      |           |           |           |           |
|----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
|          | 1925      | 1926      | 1927      | 1928      | 1929      |
| シカゴ      |           |           |           | 3,157,400 | 3,214,400 |
| デトロイト    |           |           | 1,711,770 | 1,814,350 | 1,916,930 |
| ルイスビル    | 306,000   | 310,000   | 312,000   | 315,000   | 230,000   |
| 紐育       | 5,542,000 | 5,641,000 | 5,752,000 | 5,843,000 | 5,980,000 |
| フィラデルフィヤ |           |           | 2,060,000 | 2,088,000 | 2,108,000 |
| ワシントン    |           |           |           | 552,000   | 566,300   |
| 東京       | 1,952,714 | 2,051,946 | 2,095,800 | 2,070,505 |           |
| 大阪       | 1,843,368 | 1,973,562 | 2,051,263 | 2,189,133 |           |
| 京都       | 562,080   | 553,866   | 575,704   | 624,241   |           |
| 神戸       | 576,765   | 593,335   | 619,220   | 640,790   |           |
| 名古屋      | 426,198   | 462,830   | 476,240   | 499,942   |           |
| 横濱       | 362,173   | 383,968   | 432,785   | 457,810   |           |

### 第三節 給水量と其の變化

① 一人當り一日平均給水量 給水量は普通一年を通し一人當り一日平均給水量を以て表はす、故に總給水量はこれに給水人口を乗じたものである、一人當り給水量は其の國の都市習慣又は都市の状態によつて異なる、例へば工場地帯と住宅地帯とは一人當りとして大なる差があり、又は寒國は暖國よりも其量少なくなり、雨量の多い所と少い所とは又大に異なるものである、故に一人當りの給水量を定めるにはよく諸方面より考へる必要がある、一般に歐洲は米國に比して其量少く(第七表及び第八表)日本は其中間にて第

九表の示す如くである。

第七表 歐洲各都市の一人一日最大給水量

| 都 市 名     | 1925年  | 1926年  | 1927年  |
|-----------|--------|--------|--------|
| 倫 敦       | 166.9立 | 167.2立 | 167.3立 |
| グ ラ ス ゴ ー | 256.7  | 260.4  |        |
| マンチェスター   | 164.3  | 157.9  | 160.1  |
| 巴 里       | 170.0  | 174.1  | 173.7  |
| ベ ル リ ン   | 133.6  | 133.6  | 143.1  |
| ハ ン ブ ル グ | 137.0  | 140.1  | 140.1  |

第八表 米國各都市の一人一日最大給水量

| 都 市 名     | 最大のおこ<br>りし月日 | 1928年  | 最大のおこ<br>りし月日 | 1929年  |
|-----------|---------------|--------|---------------|--------|
| シ カ ゴ     | 8月9日          | 1,382立 | 7月31日         | 1,408立 |
| デ ト ロ イ ト | 8 8           | 617    | 9 4           | 715    |
| ル イ ス ビ ル | 2 3           | 784    | 8 22          | 757    |
| 紐 育       | 7             | 617    | 6 18          | 655    |
| フィラデルフィヤ  | 8 3           | 757    | 7 31          | 727    |
| ワ シ ン ト ン | 7 31          | 556    | 7 31          | 635    |

第九表 我國に於ける一人一日給水量

| 都 市 名 | 最大のおこ<br>りし月日 | 一日最大給水量       | 一人一日<br>平均給水量 | 一人一日<br>最大給水量 |
|-------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| 東 京   | 7月28日         | 450,60<br>立方米 | 183立          | 227立          |
| 神 戸   | 9 9           | 126,284       | 144           | 198           |
| 横 濱   | 8 31          | 93,125        | 165           | 214           |
| 堺     | 7 12          | 12,312        | 108           | 144           |
| 西 宮   | 7 28          | 7,400         | 127           | 235           |

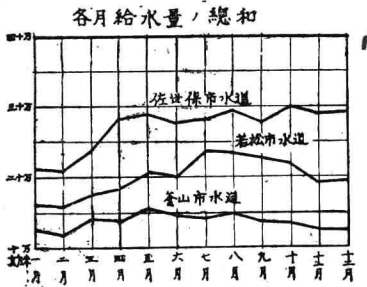
一人當り平均給水量も年々増加するもので、その率は地方によつて異なるも約五年間に1%位つゝ増すものと見られておる。



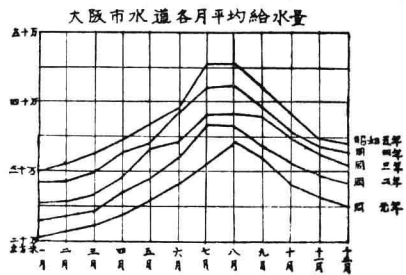
② 一日最大給水量 給水量は季節によつて大に異り一般に冬期少く夏季最大となるものである，故に上水道を設計する時標準水量はこの一年を通じての一日最大給水量をさねばならぬ。

第十表，第十一表及び第十二表にて見る如く，各都市とも略一定の變化をするもので，其量は一日平均給水量の約1.5倍に當る，但し極寒の都市では，冬期最大となることがある，これは止水栓の氷結を防ぐ爲め水を放流することによるものである。

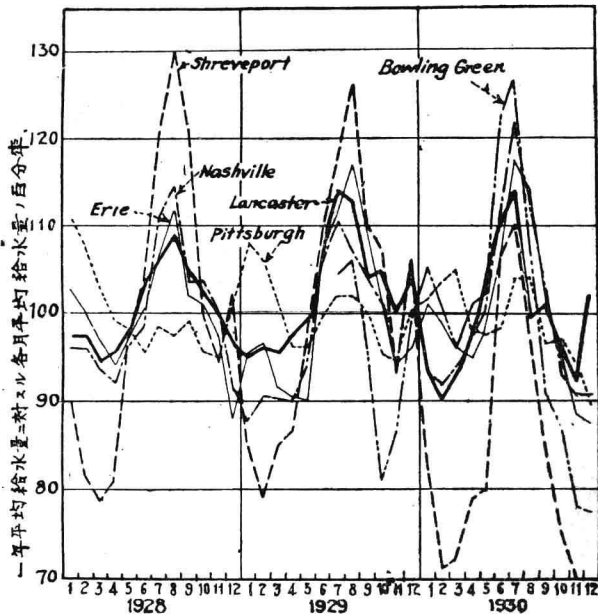
第十表



第十一表



第十二表



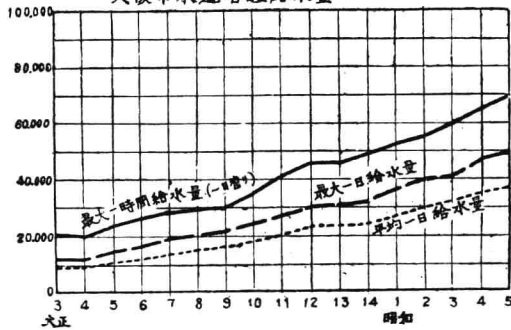
③ 一時間最大給

水量 給水量は一日の中時間によつて差があり、日本では食事前後が最大となつておる。

即ち午前7時3時、午後6時7時頃であ

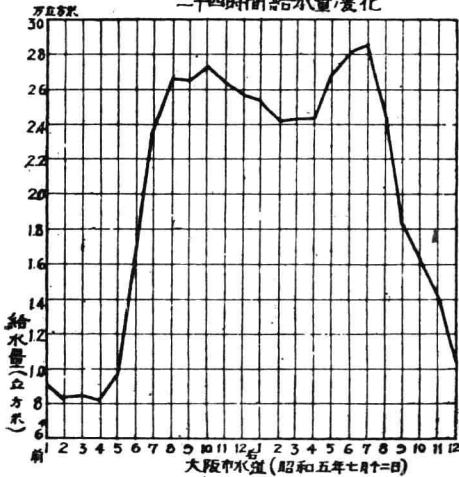
第十三表

大阪市水道各種給水量



第十四表

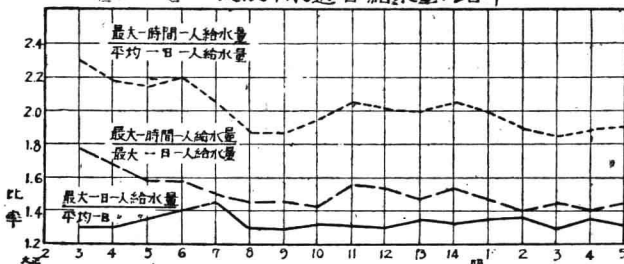
二十四時間給水量変化



る、故に配水設備として水道管の設計には、この一日最大給水量中の一時間最大給水量を標準にせらねばならぬ、この量は一日最大給水量の約1.5倍、又は一日平均給水量の約2.25倍に當る。

十五表

大阪市水道各給水量ノ比率



## 第三章 水 源

### 第四節 地 表 水

① **河水** これは普通に用ひらるる水源であつて、都市の近くより取水する時は普通唧筒で汲み揚げる、又遠く上流より取水する時は、水位高き爲め開渠或は暗渠により自然流下で導水する、勿論その地形によつて變化するものである、第一の場合は建設費は廉くてすむが、維持費は唧筒等によつて相當大きくなる、第二の場合は建設費が大になるが維持費は少くて足りる、水質より云へば上流で取水する方が一般に下流で取水するよりも良好である、然し河水は流れつゝある間に空氣中の酸素をこつて自然淨化をなしつゝあるから、取水口より上流に人家工場等あるも相當距離あればその水質は非常に改良せらるゝものである。

又河によつては同一地点であつても、右岸と左岸とによつて水質が非常に異なることがある、その他出水の時、土砂の崩壊の恐れある所、河心が常に變はる所等は避けねばならぬ、一般に河水は硬度は高いが濾過装置によつて飲用、工業用になり得るものである。

② **湖水** 河水の次によりよく用ひらるゝもので性質も略ぼ似ておる、但し水が静かであるから水草が発生しやすく温度の變化も少ないが、浮遊物はよく沈澱し細菌も共に沈澱することが多い。

然しながら静かな爲め冬期水面の氷結することがあり、自淨作用は少ない、これらの理由で取入口は岸より相當離れた沖に設ける方が宜しい、京都市の水道はこの例で琵琶湖より引水しておる。

③ **貯水** ある河等で一年を通じての水量は給水量に對して充分であるも、ある時期には不足を感じる様な場合には河に堰堤を

つくり剩餘水を蓄積して水の不足する時に用ふることがある。

普通山間にて田地、家屋の少い所が利用せられる。

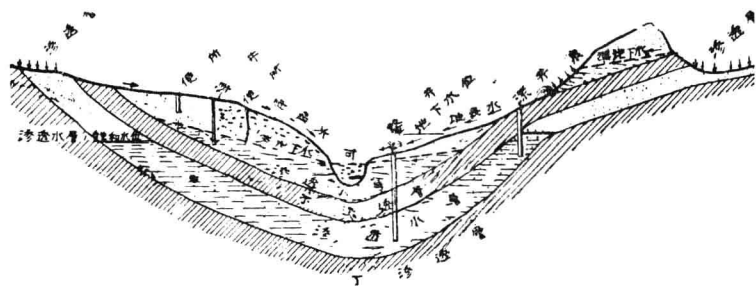
河水量は降水量と流域とに關係するもので、降水量の $\frac{1}{3}$ 或は $\frac{2}{3}$ に流域面積を乗じたものが河水量となるわけである、勿論水道用の貯水池をつくる時はその下流の灌漑用水、工業用水等を考へ又貯水池よりの蒸發漏水等も考慮して大きさを定めねばならぬ。

④ 雨水 その他雨水等を飲用にする爲め家根上の雨水を集めたりすることがあるも、我國には用ひられない。

## 第五節 地 下 水

① 井戸水 水道の設備のない都市の飲用水は多くは井戸水である。これは餘程井戸側を防水壁としておかぬと、便所下水等の汚水が流れ込む、概して井戸水は、浅い地下を流るゝ水であるから地質周圍等によつて、危険物を含むことがあるからその水質には大に注意せねばならぬ。

② 鑿井水 鑿井水は一般に地下數十米の深所にて、二つの不滲透性地層に挟られた地下水であるから自然に濾過されて水質の良好なる場合が多い、若しその水に汚水等が含まれておれば、途中より流入したのかその他の原因があるから、調査して除く様に



第 1 圖

せねばならぬ、佐賀市の水道はこの一例である。

若しこの地下水に圧力があれば地上に噴出する。

③ **泉水** 地形上の種々なる状態によつて地下水面が地表に現はれたものである、斷層等によつても生ずることがある、鹿兒島の水道はこの一例である。

④ **伏流水** 河側又は濕潤砂地に暗渠を埋め、所々に穴をあけて、地下水を集めるもので、東京の荒玉水道はこの一例である。

## 第四章 一般水理

### 第六節 單位及び基礎式

- ④ 水の重さ 1立につき1疋 質度最も密なる4Cの時  
1立方米につき1,000疋

重力の加速度(Acceleration of gravity) =  $g = 9.8$ 米/秒<sup>2</sup>

$$\sqrt{2g} = 4.427 \quad \frac{1}{2g} = 0.05102$$

- ② 水頭及び水壓(Water head and water pressure)

$$p = 0.1h, \quad h = 10p \dots\dots\dots (1)$$

茲に  $p$  = 水壓(疋/種<sup>2</sup>),  $h$  = 水頭(米)

即ち 1. 1米の水頭は0.1疋/種<sup>2</sup>の水壓に當る。

2. 1疋/種<sup>2</sup>の水壓は10米の水頭に當る。

- ③ 流速と水頭 物體落下の法則に  $V = g^t, h = \frac{1}{2}gt^2, V = \sqrt{2gh}$ ,

$h = \frac{V^2}{2g}$ があるが、これを水理に轉すれば

$t$  = 水の流れた時間

$u$  = 初めの流速

$V = t$  時間後の流速

$h$  = 流速に要する水頭 とすれば

$$V = u + g^t, \quad h = ut + \frac{1}{2}gt^2, \quad V = \sqrt{2gh + u^2}, \quad h = \frac{V^2 - u^2}{2g}, \quad u = 0 \text{ なら}$$

れば

$$V = g^t, \quad h = \frac{1}{2}gt^2, \quad V = \sqrt{2gh}, \quad h = \frac{V^2}{2g} \dots\dots\dots (2)$$

$V$ 及 $u$ を米/秒,  $t$ を秒,  $h$ を米にて表せば  $g = 9.8$ 米/秒<sup>2</sup> を用ふることになる。

第七節 地下 水

① 流速 滲透層を流るる地下水の速度は、層の粒が一定で、一様の緻密度であれば粒の徑の平方に正比例する、若しこの緻密度を空隙の率で現はすなれば殆んどこの率の平方に正比例する、ダルシイ(Darcy)氏の研究によれば

$$v = cd^2s = ks \dots\dots\dots (3)$$

$v$  = 地下水の流速 (糧/秒)

$d$  = 砂粒の徑 (糧)

$s$  = 地下水の水面勾配

$c$  = 係數

この  $c$  の値はヘーゼン氏 (A. Hazens) の研究によれば砂の有効大小 (砂粒を大小の順に並べ、その大きさが小さい方より 10% の所にあつて、それより大きい砂粒は 90% と云ふ程度の大きさ) で  $s=2$  迄温度  $10^\circ C$  の時の實驗で  $c=116$  であつた。

この  $c$  はかくの如く砂粒、温度、緻密度によつて非常に違ふものであるから、實際に當つては下の如き諸氏の實驗の結果を參酌し適宜にその値を定めた方が實際に近いものと思ふ。

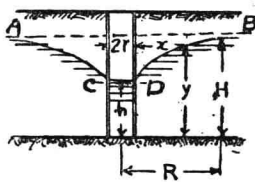
第十六表  $v$  は糧,  $c = k/d^2$ ,  $k$  は糧/秒

| 研究者 | Havrez |    | Seelheim |    | Hagen | Seelh. | Kröb | Seelh. | Kröber |    |    |     |
|-----|--------|----|----------|----|-------|--------|------|--------|--------|----|----|-----|
|     | 1000d糧 | 8  | 15       | 16 | 23    | 28     | 48   | 54     | 68     | 70 | 90 | 135 |
| $c$ | 128    | 90 | 57       | 36 | 36    | 38     | 42   | 38     | 41     | 49 | 36 | 41  |

$d=0.055$ 糧としてメーソ=氏 (U. Masoni) の實驗

|            |      |      |      |       |       |       |
|------------|------|------|------|-------|-------|-------|
| $s$        | 0.46 | 3.94 | 7.62 | 19.65 | 35.54 | 107.3 |
| $v$        | 0.19 | 1.29 | 2.43 | 4.80  | 7.64  | 14.6  |
| $k = cd^2$ | 0.42 | 0.33 | 0.32 | 0.24  | 0.22  | 0.14  |

② 掘井戸の水量 第二圖の様に井戸を掘つた時、地下水の初



第 2 圖

めの水位は  $A \sim B$  であるが、水を汲み上げれば、水位は  $CD$  迄下り井戸より遠ざかるに従つて  $A \sim B$  に近づく、計算上この水位が  $A \sim B$  に等しくなつた距離  $R$  を半径とした圓を干涉圓 (Circle of influence)

と云ふ。即ちこの圓内の水は水位の變化に従つて砂粒の抵抗に打ち勝つて井内に流入するものである。

第3式により地下水の流速は  $v = cd^2s = ks$

井戸の周圍  $x$  の距離にある圓筒形の表面積は  $2\pi xy$  水面勾配は  $\frac{dy}{dx}$  である、故に井戸内に流入する量を  $Q$  とすれば

$$Q = vA = 2\pi cd^2xy \cdot \frac{dy}{dx}$$

$$\text{又は } dy = \frac{Q}{2\pi cd^2y} \cdot \frac{dx}{x}$$

これを積分し且つ  $y = h$  米の時  $x = r$  米

$y = H$  米の時  $x = R$  米 とすれば

$$H^2 - h^2 = \frac{Q}{\pi cd^2} \log_e \frac{R}{r} \dots\dots\dots (4)$$

$$Q = \frac{\pi cd^2 (H^2 - h^2)}{2.3 \log \frac{R}{r}} = k' \frac{H^2 - h^2}{\log \frac{R}{r}} \text{ 立/秒} \dots\dots\dots (5)$$

$$k' = \frac{\pi cd^2}{2.3} \times 10 = 13.66 cd^2 = 13.66 k \dots\dots\dots (6)$$

$k'$  は第十七表より次の如く求むることが出来る。

第 十七 表  $k'$  の 値

|       |     |     |           |     |     |     |           |      |           |      |      |      |      |           |     |     |      |      |      |      |
|-------|-----|-----|-----------|-----|-----|-----|-----------|------|-----------|------|------|------|------|-----------|-----|-----|------|------|------|------|
| $d$ 耗 | .1  | .15 | 細砂<br>.20 | .25 | .30 | .35 | 中砂<br>.40 | .45  | 粗砂<br>.50 | .55  | .60  | .70  | .80  | 細礫<br>.90 | 1.0 | 1.2 | 1.4  | 1.6  | 1.8  | 2.0  |
| $k'$  | .13 | .16 | .21       | .30 | .45 | .62 | .81       | 1.03 | 1.30      | 1.58 | 1.88 | 2.68 | 3.55 | 4.9       | 6.1 | 9.0 | 12.5 | 16.3 | 20.3 | 24.5 |

$R$  の値はあまり流量には影響せぬものである、今  $R$  の近似値をさつて見れば



$$R = 1.366 \frac{H-h}{s \log \frac{R}{r}} \dots \dots \dots (7)$$

式中水面勾配  $s$  は大体  $\frac{1}{250}$  乃至  $\frac{1}{500}$  位のものである、 $s$  を定めてから  $R$  は試算によつて求め得られる、通例  $R$  は 300 米乃至 3000 米であるが、前述の如くその差が大であつても水量に大なる變化がない。第十八表に見るやうである。

第十八表  $\frac{1}{\log \frac{R}{r}}$  の 値

| R 米  | 井 戸 の 半 徑 種 |      |      |      |      |      |      |
|------|-------------|------|------|------|------|------|------|
|      | 5           | 10   | 15   | 20   | 30   | 60   | 100  |
| 50   | 0.33        | 0.37 | 0.40 | 0.42 | 0.45 | 0.52 | 0.59 |
| 100  | 0.30        | 0.33 | 0.35 | 0.37 | 0.40 | 0.45 | 0.50 |
| 200  | 0.28        | 0.30 | 0.32 | 0.33 | 0.35 | 0.40 | 0.43 |
| 300  | 0.27        | 0.29 | 0.30 | 0.32 | 0.33 | 0.37 | 0.40 |
| 400  | 0.26        | 0.28 | 0.29 | 0.30 | 0.32 | 0.35 | 0.38 |
| 600  | 0.25        | 0.27 | 0.28 | 0.29 | 0.30 | 0.33 | 0.36 |
| 800  | 0.24        | 0.26 | 0.27 | 0.28 | 0.29 | 0.32 | 0.34 |
| 1000 | 0.23        | 0.25 | 0.26 | 0.27 | 0.28 | 0.31 | 0.33 |
| 2000 | 0.22        | 0.23 | 0.24 | 0.25 | 0.26 | 0.28 | 0.30 |
| 3000 | 0.21        | 0.22 | 0.23 | 0.24 | 0.25 | 0.27 | 0.29 |

**例題** 第三圖の如き場合水量を求む、但し層は中砂とす。

地下水の水面勾面を  $\frac{1}{400}$  と假定し、第7式により  $R$  を求むれば 550 米を得。

滲透層は中砂なるより先づ 0.3 耗徑と考ふれば第17表により  $k = 0.45$

故に第5式により

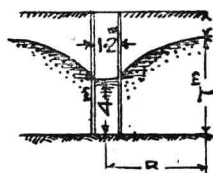
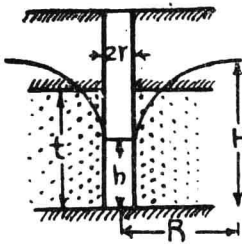


圖 3 第

$$Q = K' \frac{H^2 - h^2}{\log \frac{R}{r}} = 0.45 \times (7^2 - 4^2) \times 0.335 = 5 \text{ 立/秒}$$

一晝夜については

$$5 \times 60 \times 60 \times 24 \times \frac{1}{1000} = 432 \text{ 立方米/日}$$



第 4 圖

③ 鑿井の水量 滲透層が二つの不滲透層に挟まれておる時である、従つて動水壓の勾配は上の不滲透層内にあつて、地下水は滲透層内にて壓力を有しておる、流量式の普通井戸と異なる所は唯滲透層の厚さ  $l$  だけである。

$$Q = 2K'l \frac{H-h}{\log \frac{R}{r}} \dots \dots \dots (8)$$

$K'$  は第十七表と同一のものである。

④ 横井戸の水量(伏流水) 前と同じ様な方法にて流量式を求める。

$$Q = cby \frac{dy}{dx}$$

$b$  米は横井戸の長さ

$$Q dx = cby \cdot dy$$

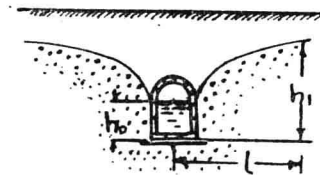
積分して

$$Qx = cb \frac{y^2}{2} - \frac{cbh_0^2}{2}$$

$$y^2 = \frac{2Qx}{cb} + h_0^2$$

故に  $Q = \frac{cb}{2l} (h_1^2 - h_0^2) \dots \dots \dots (9)$

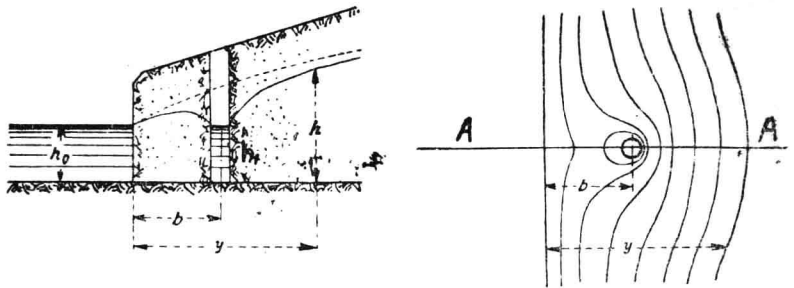
$c$  は第十六表より求め得られる。



第 5 圖

⑤ 井戸の附近に河川等のある場合

第 6 圖



河に近き井戸より水を汲出す時、水位と水量との關係式は次の通りである。

$$h_1^2 - h_0^2 = \frac{2q_0 b}{k} - \frac{Q}{k'} \log \frac{2b}{r} \dots\dots\dots(10)$$

茲に  $h_1$  = 井戸内の水位(米)

$h_0$  = 河の水位(米)

$q_0$  = 河の中へ流入する流量(立/秒)

$Q$  = 井戸より汲揚ぐる流量(立/秒)

$b$  = 井戸と河岸との距離(米)

$k' = 13.66k$  にて第十七表による。

今垂直に  $A \sim A$  面にて切つて見れば、地下水表面は下の曲線式で表はされる。

$$h^2 - h_0^2 = \frac{2q_0}{k} y - \frac{Q}{k'} \log \frac{b+y}{b-y} \dots\dots\dots(11)$$

この曲線と河岸とのなす角度即  $\left(\frac{dh}{dy}\right)_{y=0}$  の時は

$$\left(\frac{2q_0}{k} - \frac{Q}{k'} \cdot \frac{2}{b}\right) : 2h_0 \dots\dots\dots(12)$$

但し  $Q < b q_0$

即ち地下水表面と河岸となす角度は常に正號(上向き)であるがあまり井戸水を汲揚げれば角度は負號となり河水が井戸内に流入することとなる。

⑥ **二個以上の井戸が存在する場合** 二個以上の井戸が互に同じ層にあつて、干涉圓が相交はる時にはその水量に減少を來すものである、その率は井戸の深さ大さ間隔、及び干涉圓の大きさによつて異り一定しないが今 Slichter 氏の實驗によつて略想像することが出来ると思ふ。

第十九表 水量の減少率 井戸の徑15釐、水位低下は  
唧筒にて3米、干涉圓180米

| 二 個 の 井 戸 |       | 三 個 の 井 戸 |       | 一 列 に 數 個 の 井 戸 |       |
|-----------|-------|-----------|-------|-----------------|-------|
| 井 の 間 隔   | 減 少 率 | 井 の 間 隔   | 減 少 率 | 井 の 互 の 間 隔     | 減 少 率 |
| 1.5米      | 38%   | 1.5米      | 55%   | 30米             | 66%   |
| 3         | 35    | 3         | 51    | 60              | 45    |
| 30        | 20    | 30        | 31    | 120             | 24    |
| 60        | 16    | 60        | 22    | 180             | 14    |
| 120       | 11    | 120       | 12    | 300             | 6     |
| 300       | 6     | 300       | 8     |                 |       |

### 第八節 導水渠を流るる水

流速を求める基本的公式は チニツジイ氏の公式(Chezy's formula)である。

$$v = c \sqrt{rs} \dots\dots\dots(13)$$

$$r = \text{動水半徑} = \frac{a}{p} = \frac{\text{斷面積}}{\text{濕潤周界長}}$$

$$s = \text{水面勾配} = \frac{h}{l} = \frac{\text{全水頭}}{\text{全延長}}$$

$c$  = 渠の形壁の粗密その他によつて變る係數

① **圓型渠** 圓型渠の斷面積に一杯になつて流れる時又は半分の高さで流れる時は動水半徑  $r = \frac{d}{4}$  であるから、

$$v = c \cdot \frac{1}{2} \sqrt{s} \dots\dots\dots(14)$$

$$q = c \cdot \frac{1}{2} \cdot a \sqrt{s} \dots\dots\dots (15)$$

茲に $q$ は流量 $a$ はその時の断面積 $c$ の値は第二十表の通りで平均70位である。

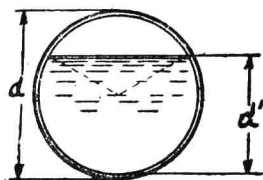
第二十表 圓形渠に對する $c$ の値

| 管 徑  | 流 速 米/秒 |     |     |     |     |     |
|------|---------|-----|-----|-----|-----|-----|
|      | 0.3     | 0.6 | 0.9 | 1.5 | 3.0 | 4.5 |
| 0.3米 | 53      | 57  | 60  | 63  | 67  | 68  |
| 0.5  | 57      | 61  | 64  | 67  | 71  | 73  |
| 0.7  | 61      | 65  | 68  | 71  | 76  | 78  |
| 0.9  | 64      | 68  | 70  | 74  | 79  | 81  |
| 1.1  | 66      | 70  | 72  | 76  | 81  | 83  |
| 1.3  | 68      | 72  | 74  | 78  | 83  |     |
| 1.6  | 72      | 74  | 77  | 80  |     |     |
| 2.0  | 74      | 77  | 79  | 83  |     |     |
| 2.4  | 76      | 79  | 82  |     |     |     |

圓形渠で第七圖の様に $d'$ の高さにて流れる時には、

$$\begin{aligned} \text{濕潤周界長} = p &= \frac{1}{2} \pi d + \\ & \arcsin \frac{2d' - d}{d} \dots\dots (16) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{断面積} = a &= \frac{1}{8} d^2 \pi + \\ & \left( d' - \frac{1}{2} d \right) \sqrt{d'(d - d')} \dots\dots\dots (17) \end{aligned}$$



第 7 圖

今 $d'$ の種々の値に對して流速、流量を求めれば第二十一表の通りである。

これは唯係數を表はしたもので、例へば $d'/d$ が0.9の時の流速は

$$v = c \times 0.546 \times \sqrt{s}$$

流量は  $q = c \times 0.406 \times \sqrt{s}$  である。

第二十一表 圓形渠の断面

| 深<br>$d'/d$ | 濕潤周界長<br>$p$ | 断面積<br>$a$ | 動水半徑<br>$r$ | 流速<br>$\sqrt{r}$ | 流量<br>$a\sqrt{r}$ |
|-------------|--------------|------------|-------------|------------------|-------------------|
| 滿 1.00      | 3.142        | 0.7854     | 0.25        | 0.5              | 0.393             |
| 0.95        | 2.691        | 0.7703     | 0.286       | 0.535            | 0.413             |
| 0.90        | 2.493        | 0.7745     | 0.293       | 0.546            | 0.406             |
| 0.81        | 2.240        | 0.6815     | 0.3043      | 0.552            | 0.376             |
| 0.80        | 2.214        | 0.6735     | 0.3042      | 0.552            | 0.372             |
| 0.70        | 1.983        | 0.5874     | 0.296       | 0.544            | 0.320             |
| 0.60        | 1.772        | 0.4920     | 0.273       | 0.527            | 0.259             |
| 半滿 0.50     | 1.571        | 0.3927     | 0.25        | 0.5              | 0.193             |
| 0.40        | 1.360        | 0.2934     | 0.214       | 0.463            | 0.136             |
| 0.30        | 1.159        | 0.1931     | 0.171       | 0.414            | 0.082             |
| 0.20        | 0.927        | 0.1112     | 0.121       | 0.343            | 0.0389            |
| 0.10        | 0.643        | 0.0408     | 0.0335      | 0.252            | 0.0103            |
| 空 0.00      | 0.0          | 0.0        | 0.0         | 0.0              | 0.0               |

流速は  $d'/d$  が 0. の時最大で流量は 0.95 の時最大である。

この  $c$  を求めるにはガルシイ氏及びバザン氏の次の様な實驗の結果から大体知るここが出来る。(第二十二表)

第二十二表 水面勾配  $s=0.0015$ , 直径  $d=1.25$  米

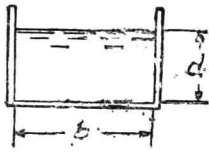
| セメント仕上げ |       |         |     | モルタル仕上げ |       |         |     |
|---------|-------|---------|-----|---------|-------|---------|-----|
| $d'$ 米  | $r$ 米 | $v$ 米/秒 | $c$ | $d'$ 米  | $r$ 米 | $v$ 米/秒 | $c$ |
| 0.625   | 0.314 | 1.85    | 75  | 0.625   | 0.312 | 1.60    | 78  |
| 0.491   | 0.24  | 1.61    | 81  | 0.515   | 0.275 | 1.51    | 75  |
| 0.314   | 0.185 | 1.57    | 76  | 0.332   | 0.194 | 1.18    | 69  |
| 0.180   | 0.112 | 0.92    | 71  | 0.186   | 0.116 | 0.83    | 66  |

この表により  $c=c_1-30\left(\frac{1}{2}d-d'\right)$

$c_1$  は半分の高さにて流るゝ時の  $c$  の値である、即ち、表によれば

85或は78である、但  $d'$  が  $0.8d$  より大なる時は不正確となる。

② 矩形渠



第 8 圖

$$\text{動水半径} = r = \frac{a}{p} = \frac{bd}{b+2d} \dots\dots\dots (18)$$

$$\text{流速} = v = c \sqrt{s} \sqrt{\frac{bd}{b+2d}} \dots\dots\dots (19)$$

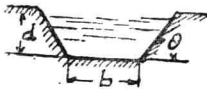
$$\text{流量} = q = c \sqrt{s} \sqrt{\frac{b^3 d^3}{b+2d}} \dots\dots\dots (20)$$

最大流速及び流量の時は  $b=2d$  の時である。

$c$  の値

|          |       |
|----------|-------|
| 削らざる板    | 55~66 |
| 滑らかなる混凝土 | 50~61 |
| 滑らかなる土   | 33~40 |
| 石交りの土    | 22~33 |
| 雑草の繁れる所  | 17~28 |

③ 梯形渠



第 9 圖

$$\text{斷面積} = a = d(b + d \cot \theta) \dots\dots\dots (21)$$

$$\text{濕潤周界長} = p = b + 2d / \sin \theta \dots\dots\dots (22)$$

これを  $r = \frac{a}{p}$ ,  $v = c \sqrt{rs}$ ,  $q = ca \sqrt{rs}$  に當てはめて求める。

$d=2r$  の時が斷面積最小の時である、又これは

$$b + 2d \cot \theta = 2d / \sin \theta$$

よりして水面の幅が勾配邊の和に等しい時である、 $c$  の値は矩形渠と同じである。

④  $c$  の値

(a) クッター氏の公式 (Kutter's formula)

チュツジイ氏公式  $v = c \sqrt{rs}$ ,  $c$  の値に對して、クッター氏が1869年に次の様な公式を考へた。

$$c = \frac{\frac{1}{n} + 23 + \frac{0.00155}{s}}{1 + \frac{n}{\sqrt{r}} \left( 23 + \frac{0.00155}{s} \right)} \dots\dots\dots (23)$$

sは水面勾配

nは壁の粗密の係數

|     |                  |       |
|-----|------------------|-------|
| nの値 | よく削つた板或は滑らかなセメント | 0.010 |
|     | 普通の板             | 0.012 |
|     | よく接合せられた煉瓦       | 0.013 |
|     | 粗い構造物            | 0.017 |
|     | 土や石の河等           | 0.025 |
|     | 障害物ある流れ          | 0.030 |

動水勾配 r によつて c の値は、變ずるものであるから、最初 r を假定して c を求め繰返し試算によつて c を求める。

(b) **バザン氏の公式**(Bazin's formula)

クッター氏の公式と同じく c の値を求める公式である。

$$c = \frac{87}{1 + m/\sqrt{r}} \dots\dots\dots (24)$$

|     |               |      |
|-----|---------------|------|
| mの値 | 滑らかな板及びコンクリート | 0.06 |
|     | 板又は煉瓦         | 0.16 |
|     | 石 造 物         | 0.46 |
|     | よい土床          | 0.85 |
|     | 上等の水路         | 1.30 |
|     | 悪い水路          | 1.75 |

(c) **その他の公式**

その他一般暗渠(馬蹄型、卵型等)の平均流速を算出するにも

$v = c \sqrt{rs}$  を用ふる、但し暗渠の型又は特に實驗の結果より

$v = c r^x s^y$  の x, y の値の變化してをる場合もある。

例へば米國ニユークロトン水路の馬蹄型暗渠は



$$v = cr^{.66} s^{.55}$$

石疊みの所は  $v = cr^{.57} s^{.5}$  等である。

暗渠のみならず管、導水渠にも、よく用ひられるものにウィリアムヘーゼン氏(William Hazen's formula)公式がある、これは

$$v = .84935 cr^{.63} s^{.54} \dots\dots\dots (25)$$

の形であつて、 $c$ は鑄鐵管新管 120~100, 古管 90~70位である。

第二十三表  $c$  の 値

| 材料及び潤邊の性質      | $c$ の 値 |
|----------------|---------|
| 1. 内面塗布せる新鑄造鐵管 | 95~125  |
| 2. 内面腐蝕せる古 "   | 15~95   |
| 3. 鋳 綴 管       | 80~120  |
| 4. 鉋削せる桶管      | 95~110  |
| 5. 新 煉 鐵 管     | 95~115  |
| 6. 内面ゴム塗布蛇管    | 95~ 20  |
| 7. 煉 瓦 暗 渠     | 85~110  |
| 8. 混凝土管及び壓力隧道  | 100~120 |
| 9. 土砂地盤掘込水路    | 30~60   |

### 第九節 噴 出 孔(Orifice)

① 噴出孔は水量をはかる爲めに用ひられる、普通は水槽の壁に矩形或は圓形の孔をつくり噴出する水量をはかる、稀に底部に孔をつくることがある、孔の位置は相當の深さ即ち孔の大きさの三四倍の水頭を有せねばならぬ。

流量は理論的には

$$q = a \sqrt{2gh}$$

$a$ は孔の斷面積

$h$ は平均水頭



第10圖

(a) 收縮係數 (Coefficient of contraction) 孔より出る水の斷面積  $a'$  は孔の斷面積  $a$  よりも普通小さくなる, この  $\frac{a'}{a}$  を收縮係數と云ふ, その平均値は 0.62 である, これを  $c_c$  にて表す。

Judd and King 氏の實驗の結果は次の通りである。

|          |        |        |        |        |        |
|----------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 孔の徑      | 1.9 吋  | 2.54   | 3.81   | 5      | 6.35   |
| $c_c$ の値 | 0.6134 | 0.6115 | 0.6051 | 0.6032 | 0.5955 |

(b) 流速係數 孔より出る時の流速も, 理論よりも小さくなる  
この流速係數  $c_v$  の平均値は 0.98 である。

従つて, 孔より出る流量の係數  $c$  は

平均値  $c = c_c \times c_v = 0.62 \times 0.98 = 0.61$  である。

## ② 圓形垂直噴出孔 (Circular vertical orifice)

第二十四表 圓形噴出孔の係數  $c$  の値

| 水頭(米) | 噴 出 孔 の 徑 (吋) |       |       |       |       |
|-------|---------------|-------|-------|-------|-------|
|       | 1             | 2     | 3     | 6     | 18    |
| 0.1   | 0.642         | 0.626 | 0.619 |       |       |
| 0.2   | .639          | .619  | .613  | 0.601 | 0.593 |
| 0.3   | .64           | .613  | .608  | .600  | .595  |
| 0.5   | .626          | .609  | .605  | .600  | .596  |
| 0.7   | .620          | .607  | .603  | .599  | .593  |
| 1.0   | .619          | .605  | .602  | .599  | .598  |
| 1.5   | .614          | .604  | .601  | .598  | .597  |
| 2.0   | .611          | .603  | .600  | .597  | .596  |
| 3.0   | .607          | .600  | .593  | .597  | .596  |
| 6.0   | .600          | .597  | .596  | .596  | .596  |
| 15.0  | .596          | .595  | .594  | .594  | .594  |
| 30.0  | .593          | .592  | .592  | .592  | .592  |

水頭が孔徑の二三倍以上大である時の流量式は

$$q = ca_1 \sqrt{2gh} = 4.427ca \sqrt{h} \dots\dots\dots(26)$$

水頭が孔径の二三倍以下の小である時の流量式は

$$q = \left[ 1 - 0.007812 \left( \frac{d}{h} \right)^2 - 0.000306 \left( \frac{d}{h} \right)^4 \right] \times 4.427ca \sqrt{h} \dots\dots\dots(27)$$

$d$ は孔径(米),  $h$ は水頭(米),  $q$ は流量(立方米/秒)

$a$ は孔の断面積(平方米)

③ 矩形垂直噴出孔(Square Vertical orifice)

第二十五表 矩形噴出孔の係数  $c$  の値

| 水頭<br>(米) | 噴出孔の邊長(厘米) |       |       |       |       |
|-----------|------------|-------|-------|-------|-------|
|           | 1          | 2     | 3     | 6     | 12    |
| 0.1       | 0.652      | 0.632 | 0.622 |       |       |
| 0.2       | .648       | .624  | .617  | 0.605 | 0.598 |
| 0.3       | .636       | .619  | .613  | .605  | .601  |
| 0.5       | .628       | .618  | .610  | .605  | .602  |
| 0.7       | .625       | .612  | .607  | .605  | .604  |
| 1.0       | .620       | .610  | .607  | .605  | .604  |
| 1.5       | .618       | .609  | .606  | .604  | .603  |
| 2.0       | .614       | .608  | .605  | .604  | .603  |
| 3.0       | .611       | .606  | .604  | .603  | .602  |
| 6.0       | .605       | .603  | .602  | .602  | .601  |
| 15.0      | .601       | .601  | .600  | .600  | .599  |
| 30.0      | .598       | .598  | .598  | .598  | .598  |

水頭が孔の一邊の二三倍以上大である時の流量式は

$$q = cb^2 \sqrt{2gh} = 4.427cb^2 \sqrt{h} \dots\dots\dots(28)$$

水頭が孔の一邊の二三倍以下の小である時の流量式は

$$q = 2.951cb \left( h_2^{\frac{3}{2}} - h_1^{\frac{3}{2}} \right) \dots\dots\dots(29)$$

$b$ は孔の幅(米),  $h$ は平均水頭(米)

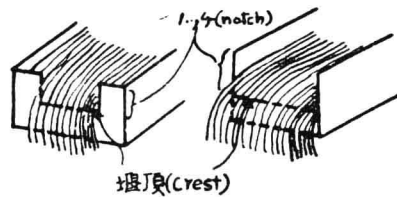
$h_1$ は孔の上端よりの水頭(米)

$h_2$ は孔の下端よりの水頭(米)

$q$ は流量(立方米/秒)

## 第十節 堰の上を流るる水

① 堰 (Weir) は導水渠の一端に設備して水量をはかるに用ひられる, 主に矩形であるが三角形のものもある, 普通堰頂の上の水頭は堰頂の幅よりも小さくその範囲は水頭は3呎より140呎, 幅は15呎より600呎迄である。



第 11 圖

一般の流量式は

$$q = c \frac{2}{3} \sqrt{2g} b H^{\frac{3}{2}} \dots \dots \dots (30)$$

$$q = c \frac{2}{3} \sqrt{2g} b (H + nh)^{\frac{3}{2}} \dots \dots \dots (31)$$

$c$ は流量係數,  $b$ は堰頂の幅(米),  $H$ は堰頂上の水頭(米),  $n$ は係數,  $h$ は接近流速を水頭に直したものの即ち  $h = \frac{v^2}{2g} = 0.05102v^2 \dots \dots (32)$

この $h$ を見出すには初め  $h=0$  と見なして  $q$  を第三十式より求め後

$$v = \frac{q}{\text{断面積}} = \frac{q}{\text{幅(堰頂の高さ+水頭)}} = \frac{q}{B(G+H)}$$

この $v$ より第三十二式により  $h$  を求める。

② 矩形收縮端堰 (Square weir with end contraction)

$$q = c \frac{2}{3} \sqrt{2g} \cdot b H^{\frac{3}{2}} \dots \dots \dots (33)$$

或は  $q = c \frac{2}{3} \sqrt{2g} \cdot b (H + 1.4h)^{\frac{3}{2}} \dots \dots \dots (34)$

附號は以前と同じである。

第二十六表 収縮端堰の  $c$  の値

| 堰の長さ<br>有効水頭 | 0.2米  | 0.3   | 0.6   | 0.9   | 1.5   | 3.0   | 5.8   |
|--------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 3堰           | 0.633 | 0.640 | 0.647 | 0.653 | 0.654 | 0.656 | 0.657 |
| 5            | 0.613 | 0.624 | 0.634 | 0.633 | 0.640 | 0.641 | 0.642 |
| 7            | 0.616 | 0.613 | 0.622 | 0.625 | 0.627 | 0.629 | 0.630 |
| 9            | 0.601 | 0.608 | 0.616 | 0.619 | 0.621 | 0.624 | 0.625 |
| 12           | 0.596 | 0.602 | 0.609 | 0.613 | 0.615 | 0.618 | 0.620 |
| 15           | 0.591 | 0.597 | 0.605 | 0.608 | 0.611 | 0.615 | 0.617 |
| 18           | 0.538 | 0.593 | 0.601 | 0.605 | 0.608 | 0.613 | 0.615 |
| 22           |       | 0.583 | 0.597 | 0.603 | 0.606 | 0.612 | 0.614 |
| 26           |       |       | 0.594 | 0.599 | 0.604 | 0.610 | 0.613 |
| 30           |       |       | 0.590 | 0.595 | 0.601 | 0.608 | 0.611 |
| 35           |       |       | 0.585 | 0.592 | 0.597 | 0.605 | 0.610 |
| 45           |       |       |       | 0.585 | 0.593 | 0.601 | 0.608 |

③ 矩形無収縮端堰(Square weir without end contraction)

第二十七表 無収縮端堰の  $c$  の値

| 堰の長さ<br>有効水頭 | 5.8米  | 3.0   | 2.0   | 1.5   | 1.2   | 0.9   | 0.6   |
|--------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 3堰           | 0.658 | 0.659 | 0.659 | 0.660 |       |       |       |
| 5            | .642  | .613  | .644  | .645  | 0.617 | 0.649 | 0.652 |
| 7            | .632  | .633  | .634  | .635  | .637  | .640  | .643  |
| 9            | .626  | .628  | .629  | .631  | .633  | .636  | .639  |
| 12           | .621  | .623  | .625  | .628  | .630  | .633  | .636  |
| 15           | .619  | .621  | .624  | .627  | .630  | .633  | .637  |
| 18           | .618  | .620  | .623  | .627  | .630  | .634  | .638  |
| 22           | .618  | .620  | .624  | .628  | .632  | .636  | .640  |
| 26           | .619  | .622  | .627  | .631  | .635  | .639  | .645  |
| 30           | .619  | .624  | .623  | .633  | .637  | .641  |       |
| 35           | .620  | .626  | .631  | .635  | .640  | .645  |       |
| 45           | .622  | .630  | .635  | .641  | .645  |       |       |

③ 矩形無收縮端堰

$$q = c \frac{2}{3} \sqrt{2g} \cdot b H^{\frac{3}{2}} \dots\dots\dots (35)$$

或は  $q = c \frac{2}{3} \sqrt{2g} \cdot b \left( H + 1 \frac{1}{3} h \right)^{\frac{3}{2}} \dots\dots\dots (36)$

④ フランシス氏の公式 (Francis' formula)

フランシス氏の實驗は主に堰は3米, 水頭は 0.012米~0.5米 に行つたものである。

收縮端堰  $q = 1.84(b - 0.2H) H^{\frac{3}{2}} \dots\dots\dots (37)$

無收縮端堰  $q = 1.84 b H^{\frac{3}{2}} \dots\dots\dots (33)$

⑤ 三角堰 (Triangular weir)



第 12 圖

トムソン氏 (Thomson) の實驗による。

$$q = 1.4 H^{\frac{5}{2}} \dots\dots\dots (39)$$

これは

$$q = c \cdot \frac{8}{15} \sqrt{2g} H^{\frac{5}{2}} \text{の係数を一括したものである。}$$

第十一節 管内を流るる水

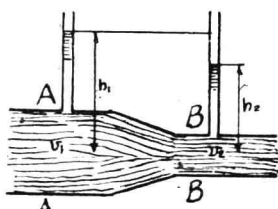
① 損失水頭 第十三圖の様な場合にて  $w$  を管内を一秒間に流れる水の重さとするれば

$$\left. \begin{array}{l} A \sim A \text{断面のエネルギー} \text{--- 静的 } wh_1 \\ \text{動的 } w \frac{v_1^2}{2g} \end{array} \right\} wh_1 + w \frac{v_1^2}{2g}$$

$$\left. \begin{array}{l} B \sim B \text{断面 エネルギー} \text{--- 静的 } wh_2 \\ \text{動的 } w \frac{v_2^2}{2g} \end{array} \right\} wh_2 + w \frac{v_2^2}{2g}$$

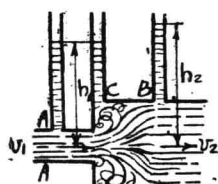
この兩断面のエネルギーの差は、その間で消費した量で、これを  $w$  にて除したるものが損失水頭である。

$$\begin{aligned} \text{損失水頭} = h &= h_1 - h_2 + \frac{v_1^2}{2g} \\ &\quad - \frac{v_2^2}{2g} \dots\dots\dots (40) \end{aligned}$$



第 13 圖

② 断面拡大による損失水頭



第 14 圖

自然的に管径が擴大すればその爲めの損失水頭は極少であるが、急激の變化であれば流水が惑流となり水頭を消費する。

第十四圖にて A~A 断面にては流速  $v_1$ 、水頭  $h_1$ 、断面積  $a_1$  であるも C~C 断面では水頭は  $h_2$  であるが断面積は  $a_2$  となり又 B~B 断面に於ては

流速  $v_2$  となる。

$$\text{その損失水頭 } h' = \left( \frac{a_2}{a_1} - 1 \right)^2 \frac{v_2^2}{2g} \dots \dots \dots (41)$$

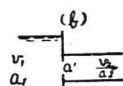
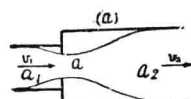
第十五圖の様に突縁ある時は

$$\text{損失水頭 } h' = \frac{\xi v_2^2}{2g} = \frac{v_2^2}{2g} \left( \frac{a_2}{\mu a'} - 1 \right)^2 \dots \dots \dots (42)$$

$$\mu = \frac{a_2}{a'} \cdot \frac{1}{1 + \sqrt{\xi}}$$

第二十八表  $\xi$ 、 $\mu$  の 値

| $\frac{a'}{a_2}$ | 0.1              | 0.2   | 0.3   | 0.4   | 0.5   | 0.6   | 0.7   | 0.8   | 0.9  | 1.0   |
|------------------|------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|-------|
|                  | (a) の 場 合 (第15圖) |       |       |       |       |       |       |       |      |       |
| $\xi$            | 231.7            | 50.9  | 19.78 | 9.612 | 5.256 | 3.077 | 1.876 | 1.169 | .734 | .480  |
| $\mu$            | .616             | .614  | .612  | .610  | .607  | .605  | .603  | .601  | .598 | .596  |
|                  | b) の 場 合 (第15圖)  |       |       |       |       |       |       |       |      |       |
| $\xi$            | 225.9            | 47.77 | 17.51 | 7.801 | 3.753 | 1.796 | .797  | .290  | .060 | .000  |
| $\mu$            | .624             | .632  | .643  | .659  | .681  | .712  | .755  | .813  | .892 | 1.000 |



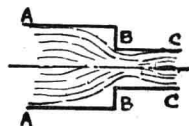
第 15 圖

③ 断面縮少による損失水頭

第十六圖 A~A 断面積  $a_1$ 、流速  $v_1$

B~B "  $a'$  "  $v'$

C~C "  $a_2$  "  $v_2$



第 16 圖

とすれば

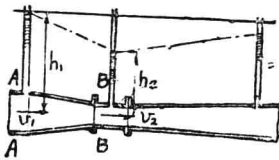
$$\text{損失水頭 } h = \left( \frac{a_2}{a'} - 1 \right)^2 \frac{v_2^2}{2g} = \left( \frac{1}{c'} - 1 \right)^2 \frac{v_2^2}{2g} \dots\dots\dots (43)$$

$c'$ は縮小係数で $a_1, a_2$ の差が大であれば $c' = .62$ である。

今各管徑を $d_1, d_2$ とし  $\frac{d_2}{d_1} = r$ とすれば  $c' = .582 + \frac{.0418}{1.1-r}$

|      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| $r$  | 0.0  | 0.4  | 0.6  | 0.7  | 0.8  | 0.9  | 0.95 | 1.00 |
| $c'$ | 0.62 | 0.64 | 0.67 | 0.69 | 0.72 | 0.79 | 0.86 | 1.00 |

④ ベンチュリメーター (Venturimeter)



第 17 圖

管内を流れる水の水頭の差で流量を計るもので第十七圖の通りである。

$$h = h_1 - h_2 = \frac{v_2^2 - v_1^2}{2g}$$

$$= \frac{v_2^2}{2g} \left( \frac{a_1^2}{a_2^2} - 1 \right)$$

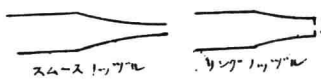
$a_1 a_2$ は各々  $A \sim A, B \sim B$  の断面積

$$v_1 = \frac{\sqrt{2gh}}{\sqrt{\frac{a_1^2}{a_2^2} - 1}} \dots\dots\dots (44)$$

$$\therefore Q = a_1 v_1 = \frac{a_1 a_2}{\sqrt{a_1^2 - a_2^2}} \sqrt{2gh} \dots\dots\dots (45)$$

實際の流量は  $q = cQ$  でこの  $c$  は  $0.97 \sim 0.99$  である。

⑤ ノズル (Nozzle)



第 18 圖

火災時に水を打ちつける口であつて第十八圖の如く二種あるが、その流出係数は、リングが $0.74$ 、スムーズ

が $0.57$ であるから、普通スムーズを用ふる。

$$\text{その流出量は } q = 65.96 D^2 \sqrt{\frac{p}{\left( \frac{1}{c} \right)^2 - \left( \frac{D}{d} \right)^4}} \dots\dots\dots (46)$$

$p$ はノズル前の水壓(圧/欄<sup>2</sup>)

$D$ はノズル出口の徑(欄)

$d$ は管徑 (欄)



$q$  は流出量 (立/分)

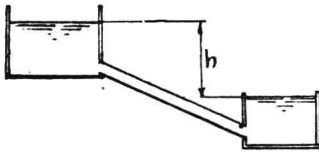
$c$  の値

|        |    |       |       |       |       |
|--------|----|-------|-------|-------|-------|
| ノズル径   | 2種 | 2.5   | 3     | 3.5   |       |
| $c$ の値 |    | 0.983 | 0.972 | 0.973 | 0.959 |

⑥ 配水管の總損失水頭

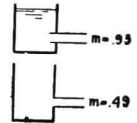
(a) 入口の損失水頭(Loss due to entrance)

$$h' = m \frac{v^2}{2g} \dots \dots \dots (47)$$



$h'$  は損失水頭

入口が内面に入り込むもの  
の  
入口がきつちりついているもの



第 19 圖

(b) 管内摩擦による損失水頭(Loss due to friction)

管内摩擦による損失水頭は次の通りである。

1. 管の長さに比例する
2. 流速の二乗に比例する
3. 管徑に反比例する
4. 水壓に無関係である
5. 管内面の粗なる程増大する

これを式にて表はせば

$$h' = f \frac{l}{d} \cdot \frac{v^2}{2g} \dots \dots \dots (48)$$

$h'$  は損失水頭

$l$  は管の長さ

$d$  は管徑

$v$  は流速

$f$  は摩擦係數

この  $f$  は管質によつて、或は年限によつて異なるもので第二十九表に示す。

第二十九表 新しき鐵管に對する  $f$  の値

| 管徑(吋) | 流 速 (米/秒) |       |       |       |       |       |
|-------|-----------|-------|-------|-------|-------|-------|
|       | 0.3       | 0.6   | 1.0   | 1.5   | 2.5   | 4.5   |
| 15    | 0.047     | 0.041 | 0.036 | 0.033 | 0.030 | 0.028 |
| 30    | 0.038     | 0.032 | 0.030 | 0.027 | 0.025 | 0.023 |
| 80    | 0.031     | 0.028 | 0.026 | 0.024 | 0.023 | 0.021 |
| 160   | 0.027     | 0.026 | 0.025 | 0.023 | 0.021 | 0.019 |
| 300   | 0.025     | 0.024 | 0.023 | 0.021 | 0.019 | 0.017 |
| 400   | 0.024     | 0.023 | 0.022 | 0.019 | 0.018 | 0.016 |
| 600   | 0.022     | 0.020 | 0.019 | 0.017 | 0.015 | 0.013 |
| 900   | 0.019     | 0.018 | 0.016 | 0.015 | 0.013 | 0.012 |
| 1200  | 0.017     | 0.016 | 0.015 | 0.013 | 0.012 |       |
| 1800  | 0.015     | 0.014 | 0.013 | 0.012 |       |       |

## (c) 屈曲による損失水失 (Loss due to curvature)

$$h''' = f_1 \frac{l}{d} \cdot \frac{v^2}{2g} \dots \dots \dots (49)$$

$h'''$  は損失水頭

第三十表  $f_1$  の 値  $R$ =彎曲半徑(管の中心より)  
 $d$ =管徑

|                  |                |       |      |      |      |      |      |      |
|------------------|----------------|-------|------|------|------|------|------|------|
| Weisbach 小鐵管     | $R/d$          | 20    | 10   | 5    | 3    | 2    | 1.5  | 1.0  |
|                  | $f_1$          | .004  | .003 | .016 | .030 | .047 | .072 | .184 |
| Williams Hubbel  | $R/d$          | 24    | 16   | 10   | 6    | 4    | 2.4  |      |
|                  | $f_1$          | .036  | .037 | .047 | .060 | .062 | .072 |      |
| Fenkell 大鐵管      | $R/d$          | 20    | 15   | 10   | 6    | 5    | 2    |      |
|                  | $v=1.5$<br>米/秒 | $f_1$ | .008 | .004 | .010 | .020 | .018 | .049 |
|                  | $v=4.9$        | $f_1$ | .008 | .009 | .011 | .021 | .022 | .059 |
| Brightmor 100 吋徑 | $R/d$          | 10    | 6    | 5    | 4    | 2    | 1    |      |
|                  | $v=1.5$<br>米/秒 | $f_1$ | .023 | .024 | .027 | .032 | .081 | .323 |
|                  | $v=3.0$        | $f_1$ | .027 | .051 | .052 | .058 | .144 | .394 |

$l$  は曲線の長さ

$f_1$  は曲線係数

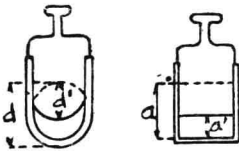
$$f_1 \frac{l}{d} = m_1 \text{ とすれば } h'' = m_1 \frac{v^2}{2g} \dots\dots\dots (49)'$$

(d) 制水扉及び制水弁の損失水頭

$$h''' = m_2 \frac{v^2}{2g} \dots\dots\dots (50)$$

$m_2$  は係数

$a, a'$  は断面積

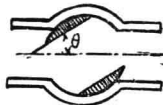


第 20 圖

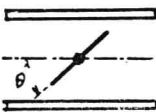
第三十一表 制水扉の係数  $m_2$  の値

|                |      |      |      |      |      |      |      |      |      |     |
|----------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-----|
| $\frac{d'}{d}$ | 1/8  | 1/4  | 3/8  | 1/2  | 5/8  | 3/4  | 7/8  |      |      |     |
| $m_2$          | 0.07 | 0.26 | 0.81 | 2.1  | 5.5  | 17   | 98   |      |      |     |
| $\frac{a'}{a}$ | 0.1  | 0.2  | 0.3  | 0.4  | 0.5  | 0.6  | 0.7  | 0.8  | 0.9  | 1.0 |
| $m_2$          | 193  | 44.5 | 17.8 | 8.12 | 4.02 | 2.08 | 0.95 | 0.39 | 0.09 | 0.0 |

第三十二表 バルブの係数  $m_2$  の値



コックバルブ



ロスツトルバルブ

第 21 圖

| θ  | コックバルブ |          | ロスツトルバルブ |          |
|----|--------|----------|----------|----------|
|    | 断面積比   | 係数 $m_2$ | 断面積比     | 係数 $m_2$ |
| 5° | 0.926  | 0.05     | 0.913    | 0.24     |
| 10 | 0.850  | 0.29     | 0.826    | 0.52     |
| 15 | 0.772  | 0.75     | 0.741    | 0.90     |
| 20 | 0.692  | 1.56     | 0.658    | 1.54     |
| 25 | 0.613  | 3.10     | 0.577    | 2.51     |
| 30 | 0.535  | 5.47     | 0.500    | 3.91     |
| 35 | 0.458  | 9.68     | 0.426    | 6.22     |
| 40 | 0.385  | 17.3     | 0.357    | 10.8     |
| 45 | 0.313  | 31.2     | 0.293    | 18.7     |
| 50 | 0.250  | 52.6     | 0.234    | 32.6     |
| 55 | 0.190  | 106      | 0.181    | 58.8     |
| 60 | 0.137  | 206      | 0.134    | 118      |

|                                |       |     |       |     |
|--------------------------------|-------|-----|-------|-----|
| 65                             | 0.091 | 486 | 0.094 | 256 |
| 70                             |       |     | 0.060 | 750 |
| 82 <sup>1</sup> / <sub>8</sub> | 0.000 | ∞   |       |     |
| 90                             |       |     | 0.000 | ∞   |

⑦ 平均流速

管内を平均流速  $v$  を以て流れるものとすれば流速に要する水頭  $\frac{v^2}{2g}$  を全水頭から引き去つたものが、前述の種々の損失水頭の和である。

$$\begin{aligned} \text{即ち } h - \frac{v^2}{2g} &= h' + h'' + h''' + h'''' \\ &= m \frac{v^2}{2g} + f \frac{l}{d} \frac{v^2}{2g} + m_1 \frac{v^2}{2g} + m_2 \frac{v^2}{2g} \end{aligned}$$

$$\therefore v = \sqrt{\frac{2gh}{1 + m + f\left(\frac{l}{d}\right) + m_1 + m_2}} \dots\dots\dots(51)$$

若し大した彎曲もなく、バルブも全開で  $m=0.5$  であれば

$$v = \sqrt{\frac{2gh}{1.5 + f\frac{l}{d}}} \dots\dots\dots(52)$$

普通用ひる一般式である、但し短管の時  $m=0.56$

長管の時  $m=0.5$

第十二節 河 流 水

流速流量共に  $v=c\sqrt{rs}$ ,  $q=ca\sqrt{rs}$  より求められる。

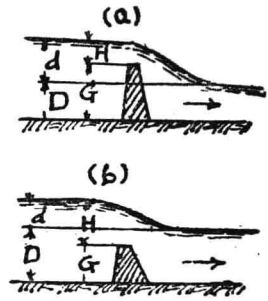
① 河流の物体を運ぶ力 河床を、ころがして行く流水の力は流速の二乗と表面の面積とに略比例する、物体の徑を  $d$  とすれば

$$\text{力 } F = cd^2v^2 \dots\dots\dots(53)$$

然しながら一旦物体が動き始めれば、物体の重さにも比例する物体の重さは徑の三乗に比例する故  $d^3 = cd^2v^2$

$d=cv$  即ち力は流速の6乗に比例する、故に流速が少しにても増せばその物体を運ぶ力は數倍になる分けである。

② 堰堤の影響 河心に直角に堰堤を設くれば水面は隆起する，第二十二圖 (a)は普通堰堤で (b)の如く在來水面以下に堰頂のあるものを溺堤 (Submerged dam) と云ふ，その隆起の程度は次の式による。



第 22 圖

$$(a) \text{ の場合 } G = D + d + 1 \frac{1}{3} h - \left( \frac{q}{M_0} \right)^{\frac{2}{3}} \dots \dots \dots (54)$$

$$(b) \text{ の場合 } G = D + \frac{2}{3} d - \frac{2}{3} \cdot \frac{q}{M b \sqrt{d}} \dots \dots \dots (55)$$

$d$ を算出する爲めには

$$(a) \text{ の場合 } d = G - D - 1 \frac{1}{3} h + \left( \frac{q}{M b} \right)^{\frac{2}{3}} \dots \dots \dots (54)_1$$

$$(b) \text{ の場合 } d^{\frac{3}{2}} + \frac{3}{2} (D - G) d^{\frac{1}{2}} = \frac{b}{M} \dots \dots \dots (55)_1$$

$q$ は流量 (米<sup>3</sup>/秒),  $G$ は堰の高さ (米),  $D$ は在來水面高 (米)

$d$ は隆起高 (米),  $b$ は堰の幅 (米)

$M$ は係数にて,  $a$ の時1.84,  $(b)$ の時1.71

$h$ は接近流速に對する水頭にて  $h = \frac{v^2}{2g} = 0.05102v^2$  による。

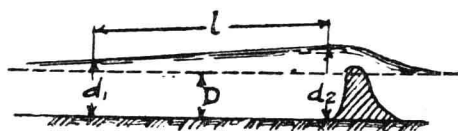
堰堤の頂より隆起水面迄の高さ  $H$ を求めるには

$$H = d + D - G$$

③ 背水曲線 前述の様に河心に直角に堰堤を設くれば水面は隆起する，その影響は，遙か上流にも及び漸次在來の水面に近づくこの水面を背水曲線と云ふ。此算式は

$$l = \frac{d_2 - d_1}{i} + D \left( \frac{1}{i} - \frac{c^2}{g} \right) \left[ \phi \left( \frac{d_1}{D} \right) - \phi \left( \frac{d_2}{D} \right) \right] \dots (56)$$

$l$ は堰より上流への距離 (米)



第 23 圖

$d_1, d_2$ は各々深さ(米)

$D$ は在來の深さ(米)

$i$ は水面勾配

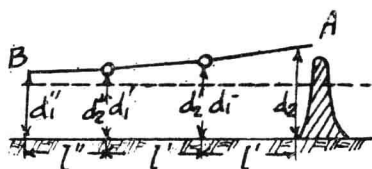
$c$ はクッターの係數 70~60

$g$ は重力加速度 9.8米/秒<sup>2</sup>

$\phi\left(\frac{d}{D}\right)$ は第三十三表による。

實際に計算するには、第二十四

圖の如く、初め  $l$  の距離を假定し  
既知數  $d_2$  より  $\frac{D}{d_2}$  を知り  $\phi\left(\frac{d_2}{D}\right)$   
を求め、第五十六式より試算によ  
つて  $d_1$  を求める、次に  $d_1$  を  $d_2'$  とし



第 24 圖

同に様  $d_1'$  を求め順次  $d_1'' \dots$  を求めて、背水曲線  $A \sim B$  を得ることが出来る。

第三十三表 背水曲線各係數の値

| $\frac{D}{d}$ | $\phi\left(\frac{d}{D}\right)$ | $\frac{D}{d}$ | $\phi\left(\frac{d}{D}\right)$ | $\frac{D}{d}$ | $\phi\left(\frac{d}{D}\right)$ | $\frac{D}{d}$ | $\phi\left(\frac{d}{D}\right)$ |
|---------------|--------------------------------|---------------|--------------------------------|---------------|--------------------------------|---------------|--------------------------------|
| i.            | $\infty$                       | 0.954         | 0.9073                         | 0.845         | 0.5037                         | 0.61          | 0.2058                         |
| 0.999         | 2.1834                         | .952          | .8931                          | .840          | .4932                          | .60           | .1980                          |
| .998          | 1.9523                         | .950          | .8795                          | .835          | .4831                          | .59           | .1905                          |
| .997          | 1.8172                         | .948          | .8665                          | .830          | .4733                          | .58           | .1832                          |
| .996          | 1.7213                         | .946          | .8539                          | .825          | .4637                          | .57           | .1761                          |
| .995          | 1.6469                         | .944          | .8418                          | .820          | .4544                          | .56           | .1692                          |
| .994          | 1.5861                         | .942          | .8301                          | .815          | .4454                          | .55           | .1625                          |
| .993          | 1.5348                         | .940          | .8188                          | .810          | .4367                          | .54           | .1560                          |
| .992          | 1.4902                         | .938          | .8079                          | .805          | .4281                          | .53           | .1497                          |
| .991          | 1.4510                         | .936          | .7973                          | .800          | .4198                          | .52           | .1435                          |
| .990          | 1.4159                         | .934          | .7871                          | .795          | .4117                          | .51           | .1376                          |
| .989          | 1.3841                         | .932          | .7772                          | .790          | .4039                          | .50           | .1318                          |
| .988          | 1.3551                         | .930          | .7675                          | .785          | .3962                          | .49           | .1262                          |
| .987          | 1.3284                         | .928          | .7581                          | .780          | .3886                          | .48           | .1207                          |
| .986          | 1.3037                         | .926          | .7490                          | .775          | .3813                          | .47           | .1154                          |
| .985          | 1.2807                         | .924          | .7401                          | .770          | .3741                          | .46           | .1102                          |
| .984          | 1.2592                         | .922          | .7315                          | .765          | .3671                          | .45           | .1052                          |
| .983          | 1.2390                         | .920          | .7231                          | .760          | .3603                          | .44           | .1003                          |
| .982          | 1.2199                         | .918          | .7149                          | .755          | .3536                          | .43           | .0955                          |
| .981          | 1.2019                         | .916          | .7069                          | .750          | .3470                          | .42           | .0909                          |
| .980          | 1.1848                         | .914          | .6990                          | .745          | .3406                          | .41           | .0865                          |
| .979          | 1.1686                         | .912          | .6914                          | .740          | .3343                          | .40           | .0821                          |
| .978          | 1.1531                         | .910          | .6839                          | .735          | .3282                          | .39           | .0779                          |
| .977          | 1.1383                         | .908          | .6766                          | .730          | .3221                          | .38           | .0738                          |
| .976          | 1.1241                         | .906          | .6695                          | .725          | .3162                          | .37           | .0699                          |
| .975          | 1.1105                         | .904          | .6625                          | .720          | .3104                          | .36           | .0660                          |
| .974          | 1.0974                         | .902          | .6556                          | .715          | .3047                          | .35           | .0623                          |
| .973          | 1.0848                         | .900          | .6489                          | .710          | .2991                          | .34           | .0587                          |
| .972          | 1.0727                         | .898          | .6427                          | .705          | .2937                          | .33           | .0553                          |
| .971          | 1.0610                         | .896          | .6367                          | .700          | .2883                          | .32           | .0519                          |
| .970          | 1.0497                         | .895          | .6305                          | .695          | .2830                          | .31           | .0485                          |
| .968          | 1.0282                         | .890          | .6173                          | .690          | .2778                          | .30           | .0455                          |
| .966          | 1.0080                         | .885          | .6025                          | .685          | .2728                          | .29           | .0425                          |
| .964          | 0.9890                         | .880          | .5884                          | .680          | .2677                          | .28           | .0395                          |
| .962          | 0.9709                         | .875          | .5749                          | .675          | .2628                          | .27           | .0365                          |
| .960          | 0.9539                         | .870          | .5619                          | .670          | .2580                          | .26           | .0335                          |
| .958          | 0.9376                         | .865          | .5494                          | .665          | .2533                          | .25           | .0305                          |
| .956          | 0.9221                         | .860          | .5374                          | .660          | .2486                          | .24           | .0275                          |
|               |                                | .855          | .5258                          | .655          | .2440                          | .23           | .0245                          |
|               |                                | .850          | .5146                          | .650          | .2395                          | .22           | .0215                          |
|               |                                |               |                                | .645          | .2350                          | .21           | .0185                          |
|               |                                |               |                                | .640          | .2306                          | .20           | .0155                          |
|               |                                |               |                                | .635          | .2262                          | .19           | .0125                          |
|               |                                |               |                                | .630          | .2218                          | .18           | .0095                          |
|               |                                |               |                                | .625          | .2175                          | .17           | .0065                          |
|               |                                |               |                                | .620          | .2133                          | .16           | .0035                          |
|               |                                |               |                                | .615          | .2091                          | .15           | .0005                          |

## 第五章 水 質

### 第十三節 水 質 の 檢 査

上水道を計畫しその水源を湖、河川或は地下水等より求むるに當りては、その水量と共に水質をも調査して、淨水方法を研究するの必要あるのみならず上水道完成後と雖も常に原水及び淨水の水質を試験して合理的作業を行ひ以て飲料水としての權威を保つべきである。

水質検査の方法は1890年頃迄理化學的のみであつたが現在ではこの外細菌學的及び顯微鏡學的の方面よりも嚴密なる検査を行つてをる。

### 第十四節 物 理 學 的 檢 査

① 温度 地表水の温度は大氣の温度の影響をうけて不定であるが、地下水特に地下15米乃至20米の所のものは、四季を通じて殆んど一定しておつて、その温度は約12°Cである、故に斯かる地下水の温度に變化ある時は地殼の變動か又は地表水の滲透に起因するものである。

② 濁濁 水の濁濁は粘土等の微細粒子の浮遊によることが一番多い、これらはその量が過多でないならば有害ではないが外見美を損する濁度の測定方法は種々あるも、日本では陶土1厘を1立の水に溶かしたるものを1度としておる、又現今濁度を計る時には濁度桿(Turbidity)と云ふものを用ふると便利である、これは直径1耗の白金線(簡單なる時は、ピンを用ふ)を桿の下端に突差し1.2米離れた桿の他端に針金の輪をつけ、そこに眼をあて、桿を水中に沈め白金線の見えなくなる所の深さで、度を計るものである、普通100耗の深さで、白金線の見えなくなつた時を濁度100度とし、桿に細かく目盛がしてある。



③ 色 水の色は主に沼地等の水質に多く、有機物が膠状又は溶解しておる爲めに生ずることが多い、かゝるものは、稍々黄色を帯びておつて染物とか製紙等には不向である。

④ 臭味 水中の微生物が腐敗し又は細胞より分泌する油状のものから發することが多く特に地表水には、よくあることで夏なご殊に烈いものである。

味は瓦斯状の有機物又は鑛物性を含む時に生ずる、純水は無味無臭であつて飲料には反つて多少でも味のある方が宜しい、炭素類を含む水は舌に壯快味を感せしめる、又浅い貯水池等では水生植物が繁茂する爲め色々のものを溶かし込み不快の味を呈することがある。

### 第十五節 化學的検査

① 一般 水の化學的性質は非常に複雑なもので、相當の期間を置いて屢々検査せねば、その水の化學的性質は分らないものである。動物類の排泄物を含む水は勿論飲料として不適當のものであるが、時を經過すれば自然に化學的に分解して遂には無害のものになるものであるが、その間には色々の形となつて現はれ有害ともなり無害ともなつて來る。今化學的分解の順に述べれば次の様である、即ち有機物は窒素の四つの形になつて現はれる、それは蛋白性アムモニヤ、遊離アムモニヤ、亞硝酸鹽及び硝酸鹽である。

蛋白性窒素は類蛋白質様の有機物の一部が尙残つておる窒素を含んでおる。これは動物或は野菜より出る所の不溶解性の窒素含有有機物である。

遊離アムモニヤ窒素は化學分解して礦物化する第一階梯を徑た窒素であつて、長くは有機物と結合しておらぬものである、礦物化する第二階梯に於ては亞硝酸が出来る、故に亞硝酸は不安定のも

ので現在化學變化が行はれつゝある道程である、故に地表水等に遊離アムモニヤや、亞硝酸を見出す時はこの水は下水か何にかによつて汚されておるから注意せねばならぬ、深井等に亞硝酸を發見することがあるが、これは無機物の不完全な還元と見て宜しく害はない要は亞硝酸を見出した時、その源を疑ふことが大切である。

次に硝酸は窒素の酸化、即ち完全に礦物化したる最後に現はれたものである、井戸水等にはよく10瓩/立~30瓩/立位含むことがあるが、若し水の他の性質が下水等より出來た疑ひさへなければ差支へないものである、即ち硝酸を見出した時、若しそれが糞便等より生じたものとすればこの汚れた水が地層を通過する間に酸化作用が迅速に行はるその間にチブス、コレラ菌を全く除去しきれないことがある。

この含有水は醸造、砂糖の精製等には不適當である。

② 鹽化物(Chlorides) すべて地表水、地下水には色々の鹽表があつてその化合物は多くは食鹽の形である、その原因は地層中の岩鹽から來るものと、海水より來るものことがある、海水から來る時にはマグネシウムと共に現はれる、亦汚水中にも鹽素を含むものであるが、この時は亞硝酸や硝酸と共に現はる、病原菌が附隨するから避けねばならぬ、但しこの水でも完全に濾過して酸化されてしまへば差支えない、然し鹽素化合物を多量に含む時には、鐵管を犯し且つ味覺にも感ずるから不適當である。

③ 酸素吸收(Oxygen consumption) 前述の様に有機物の存在は自然に酸化されつゝあるものであるから、これを化學的に分解しその有機物の量を計ることが出来る、この検査は先づ一定量の採酌水をとり過マンガン酸加里の定量酸性溶液を逐々に加へて熱し紫色の消えない所で止め、この過マンガン酸加里の所要量によ

つて、有機物の量を求めるのである、但し有機物種類によつてはその反應に遲速があつて第一鐵鹽、亞硝酸鹽等は、反應速くその他の有機物には數時間後に漸く反應を呈するものもある。

別に採酌水を蒸溜してその殘留物を檢査して、有機物或は無機物の量を知ることもある、この殘留物を燃焼して黑色を呈すれば有機物の多量あることを示しておる、而してその臭が鳥の羽を焼く様な時は動物性であることが分かる。

又鐵分があれば赤褐色となり、他の礦物質の時は白色の灰となる。

④ **硬水**(Hard water) 硬水とはカルシウム、マグネシウムの鹽類の含有量大なる水を云ひ其の程度を表はすに硬度なる言葉を用ひる。

一般に湧出水は硬水であるが、花崗岩、玄武岩、石英等より湧出する水は軟水で石灰岩等より出る水は硬度が高い。

硬度は英、獨、佛、米、各國によつて異なるが、日本では英國式を用ひておる、これをクラーク氏法とも云ふ。

水一英ガロン中に1グレーン、炭酸カルシウムヲ含むものを1度とする、即ち1立中に14.26庭を含有する時である、各國の硬度を比較すれば、英：佛：獨：米=1°：1.43°：0.8°：14.3°である。

硬水には一時的硬水と永久的硬水の二種類がある。

(a) **一時的硬水**(Temporarily hard water) 重炭酸マグネシウム、或は重炭酸カルシウムを含有する水に炭酸( $CO_2$ )を含む時はよく溶解しこの水を煮沸すれば炭酸鹽は固結する、硬度の高いものは常温度でも固着するから汽罐や鐵管等を痛める。

(b) **永久的硬水**(Permanent hard water) カルシウム、マグネシウムの硫酸鹽、鹽化物或は硝酸鹽を含む水を云ふのである。

飲料水としては餘り害にはならぬが、時に軟水の常用者が硬水

を飲むと胃腸を害することがある、亦反對に軟水を用ふる人々よりも硬水を常用しておる者の方が、健康體であることもある、故にその利害は一定しないけれども、結局その硬度の高さによることと思ふ。

家庭用としては、料理には硬水は適當でない茶等を入れても、中々よい味にならない、又洗濯する時も石鹼中のステアリン酸と結合して不溶解性となり使用量が多くなるばかりでなく、洗濯物の目を覆ふ様になるから効果がない、工業用としても染物蒸溜業、ナメシ業、ゼラチン業等には皆不向である。

### 第十六節 細菌學的検査

培養基を用ひて水中に存在する微生物の數、性質を知る方法である。顯微鏡にて認めることも出来るが、困難なことが多いので培養基を用ひ細菌を發育させて検出する。培養基は肉越幾斯膠質又は寒天を用ひ、採酌水中に入れて於けば、微生物は生育し、一つのバクテリアに付き細胞の聚合體を形成する、之をコロニーと云ふ、普通20°C.位の溫度にて、48時間放置してその細菌數を検出する。

細菌數のものは飲用不適としておるけれども、場合に依つては200でも差支えないことがある。(協定上水試験法參照)

コレラ、チブス、赤痢、その他の病菌は常に大腸菌を伴ひ、然かも時には大腸菌が、チブス菌と類似しておることがある、殊に高溫度の時は一層のことである、唯大腸菌は、チブス菌より抵抗力が強いので、大腸菌を除去すれば自然にチブス菌も除去することが出来る、大腸菌は水が汚濁された時は、必ず存在するもので時には地下水にも、稀れにおることがある、然しながら培養基によつて全部細菌が遊離することは出来ないし、又一小部分の試験水

で全體を知ることゝも難いことである、故にこの試験の最上のものとしては源水と浄水との比較試験を常に行ふべきであると思ふ。

### 第十七節 顯微鏡的検査

水の汚濁色、及臭味の原因を検べて見るのに、この方法を用ふる例へば礦物質や野菜の枯れたもの、動物の腐敗したるもの等の浮遊物がよく色や臭味を醸すことがある、粘土質の微細も、濁度を増すものである、又この検査によつて毛、綿、その他の纖維質等を水中に発見すればこの水は、糞便下水の混入のあつたことを明示しておる、又その上に臭味や、色度を生ずる有機物の發育状態のある形を決定し得ることも出来る、故に之等有機物の大多數を発見出来れば、それによつて生じた不快なる臭味及色は取除き得る譯である。

## 第二編 淨水設備

### 第六章 取水工

#### 第十八節 地表水の取水工

河或は湖より取水する時、注意すべき事は前に述べた通りであるがその取入口の設計には、次の事柄を考へに入れねばならぬ。

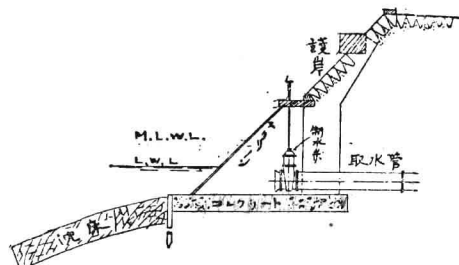
第一に、河或は湖よりの導水路の一部に異變起りし時、直ちに締切をして全導水を止めることが出来る様に、第二にその地点に於て最も優良なる水を得る様に即ち魚類や浮遊物を避け砂利、砂の浸入を防ぐ様に、第三その上工費は最廉なる様にすべきである。

取入口は普通導水管或は導水渠、隧道に、取入口の保護物、瓣、及びスクリーン等より成立す、その他取水唧筒導水路の終りに取水槽又は沈砂池等を必要とすることがある。

#### 第十九節 河川に於ける取水工

河岸より直ちに取水出来るならば第二十五圖の様浮遊物を避ける柵中に取水管を設備する、又塵埃類が多ければ前面にスクリーンを設ける、河岸より相當離れた所より取水するには塔を建て、第二十六圖の様にする、この際水位の上下に従つて取水出来る様に取水口は上下に設ける、

水はこれを通じて、自然流下によつて、取水槽或は沈砂池又は取水唧筒を用ふる時は、唧筒井(Suction well)に導かる、その流速は1米/秒以内が宜しい。



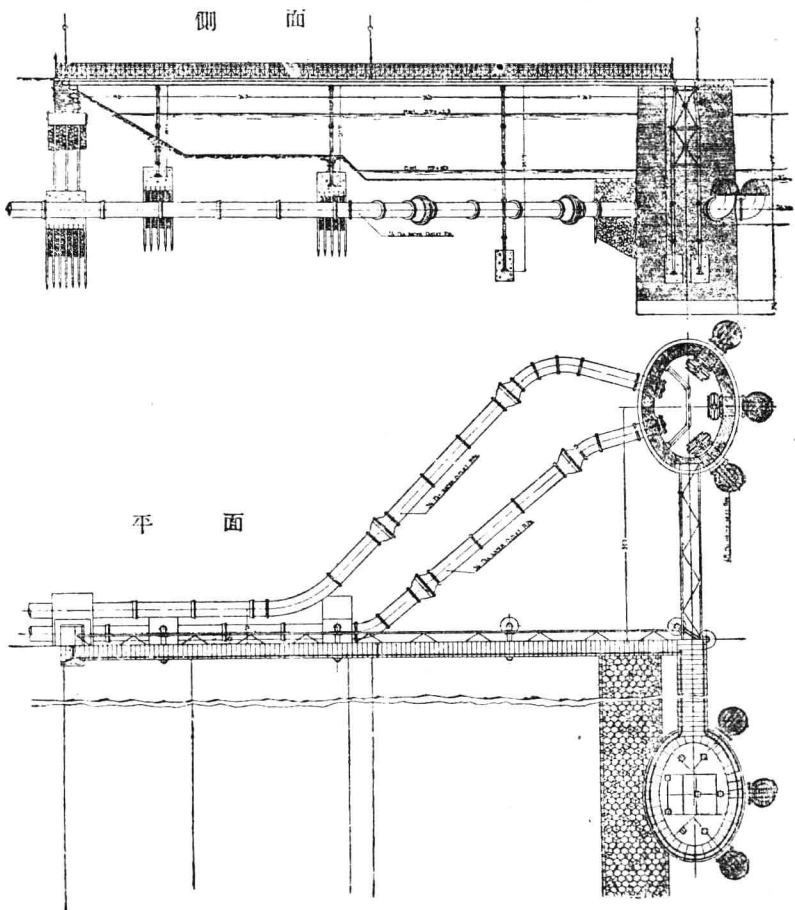
第 25 圖

その他取水塔でも取水管でも河床の埋設箇所に砂利を盛り一度濾

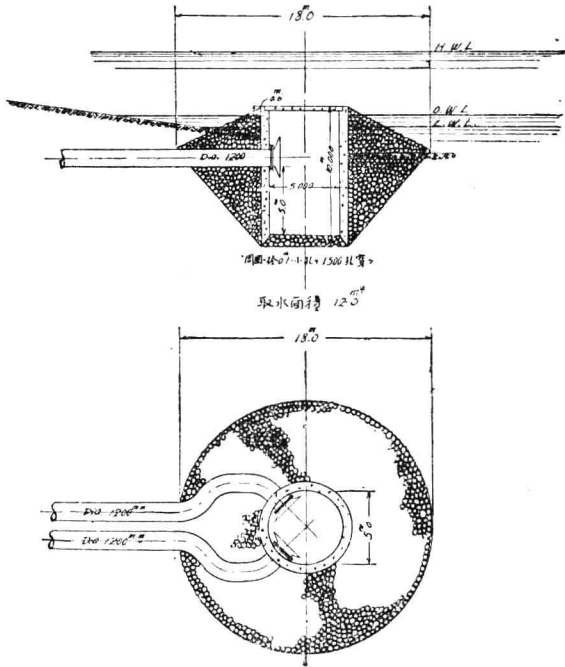
過した水を採ることもある、第二十七圖はこの例である。

第二十節 湖に於ける取水工

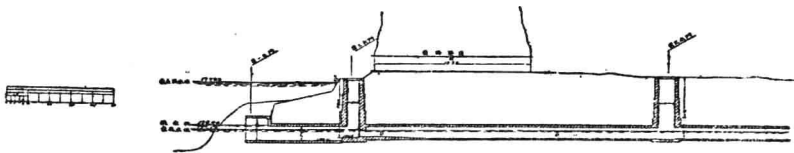
湖水は静止しておるのが普通であるから氷が張りやすく、又波も相當あるものであるから、取水には岸より離れた沖合に深く設置する方が宜しい。故に導水路は一般に長くなり水頭損失が相當大になるから導水路の斷面積は可成り大きなものを得策とする他の状態は河川の場合と殆んど同じである。



第 26 圖 大阪市水道取水塔

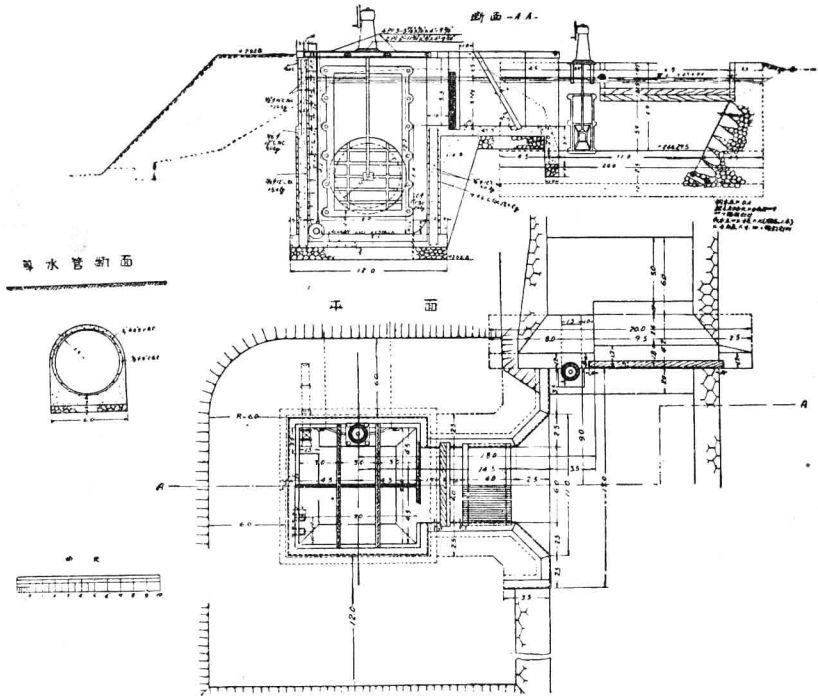


第 27 圖 河底よりの取水工



第 28 圖 名古屋市水道取水入口





第 29 圖 京都市水道取入口

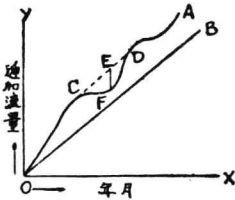
### 第二十一節 貯水池

① 貯水量の決定 山間の河川で水量のあまり豊富でない所は堰堤をつくつて貯水して給水用とすることは、前述した通りであるがその貯水量を決定するには、次の諸状件を知る必要がある。

1. 過去数年間の降水量
2. 河川の流域面積
3. 今迄に起りし洪水量最低水量平均水量及び各々の水位等
4. 上流に人家、田畑があるかないか、あれば戸數、面積、河水を汚損すべきものの有無、下流に於ける灌漑用水、工業用水等の水の所要量等
5. 堰堤を設くる地点

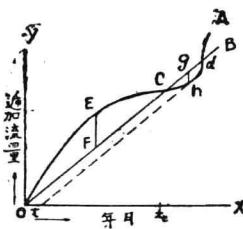
今河川の流量を $Q$ 、降水量を $R$ とすればその関係式は  $Q = aR + C$  にて表はされる、これを数年間の統計によつて $Q$ 及び $R$ を知り、最小二乗法によつて係数 $a$ 及び $c$ を決定すれば、降水量と流量との関係は明かになる、次に流量と給水量との関係は次のリップル氏方法(Rippl's method)によるのが便利である。

② **リップル氏の方法** 過去數ヶ年間の流量 (一ヶ月間或は十日間づつの流量、蒸發、滲海水等を引き去りし眞の流量) を縦距( $y$ )に年月を横距( $x$ )にこり、流量を加算しつゝ



第 30 圖

圖上に表はせば、第三十圖の $O \sim A$ なる曲線となる。又給水量を同様に圖上に示せば $OB$ 線となる、この $OB$ 線は給水量を或數年後の量とし毎年毎月同量とすれば直線となる。



第 31 圖

この曲線圖を説明するに $OA$ 線の接線と $OB$ 線となす角が正號であれば流量は所要給水量よりも大である、接線が $OB$ 線と平行であればその量は相等しく角が負號であれば所要給水量の方が流量よりも、大であることを示しておる、第三十一圖について今一度説明して見るに、 $C$ 点に於て $OA$ 線

と交るものとせばその年月も年間には若し $EF$ なる貯水量があつたならば量に過不足ないことを意味する、又 $OA$ 線全年を通じても、 $h$ 点より $OB$ 線に平行線を引き $OX$ と交らしめて $t$ 年を得れば、貯水後 $t$ 年後より所要水量をこるも決して水量に不足を感じることはない、云ひ變へれば、 $EF + gh$ なる貯水量があれば不足を感じないことを示めておる、この方法をリップル氏の方法と云ふのである。

③ **貯水池の深さ** 堰堤の高さにより貯水容積を計算するには

等高線のある地圖による、等高線内の面積は、プラニメーター (Planimeter) で、計る然しながら勾配の緩なる地勢ではこの方法は不正確になりやすい、この時はプリズモイドの公式 (Prismoidal formula) を應用する。

$a$  を最初の等高線内の面積、 $c$  を最後の等高線内の面積、 $a$  をその中間の等高線内の面積の和とし、 $d$  を最初より終り迄の等高線の間隔とすればその容積  $V = (a + 4b + c) \frac{d}{3} \dots \dots \dots (57)$

貯水池の底部迄全部の水量は利用出来ぬから高さの約  $\frac{1}{50}$  乃至  $\frac{1}{40}$  はこれを見込まないことにする。

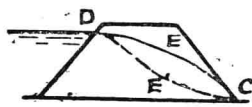
且つ水質によつて沈澱の多い所は尙其以上、その地の状況により、餘裕をさらねばならない。

又數個の貯水池よりなり立つ時にその經濟的の深さは、各々貯水池の工費の比較によるものでこの工費は建設費以外に、土地買収費、一般補償費、水利權補償費等を含むものである。

④ 堰堤の種類 堤には土盛り、メーソンリー、石疊、木造及鋼或は鐵製等があるが、皆それぞれその地の状態によつて、適否があるから設計に當つて採擇をあやまらぬ様にせねばならぬ。

(a) 土堰堤 (Earthen dam) 土堰堤は材料が比較的廉く又施工も容易であるし、相當地盤の軟弱な所でも建設し得られ、温度の影響による龜裂も少ない、唯その缺点是絶対に不滲透性とすることは出来ず断面も大になり、且つ洪水の時堰頂を水の超ゆる時は非常な危険を來たすものである、故に施工に當つてはなるべく同質の土砂をよくつき固め堰頂は、洪水時の水面より高くする必要がある、又滲透水面を下げることに即ち第三十二圖の様に  $DEC$  面を  $DE$   $C$  とする事も肝要である、これは漏水を少なくし基礎の安定を増す元來基礎の安定度は、その堰堤の重さによるものであるが滲透

された部分は盛土の総量だけの水の重さだけ軽くなる、今盛土の



第 32 圖

空隙を40%とすれば土の重さ1600 $\text{kg}/\text{m}^3$ は

$$1600 - (1 - 0.40) \times 1000 = 1000 \text{ kg}/\text{m}^3$$

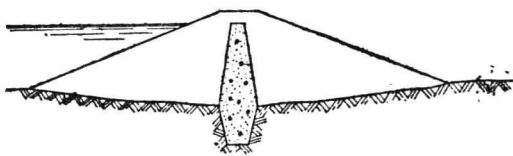
に減することになり、それだけ安定度を

失ふことになる、この水面を下げるには

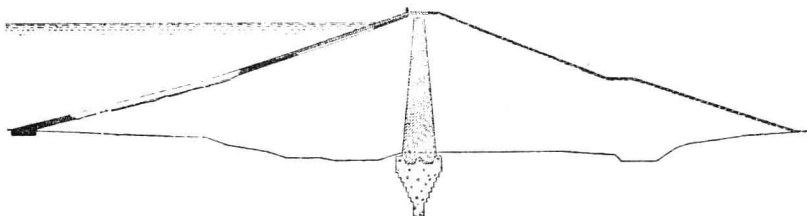
下部は割合に粗なる土質を上部は密なる土質でよくつき固めるか又は堰の中心に心壁(Core wall)を入れて、効果をなさしむることが出来る。

土堰堤の最良の土質は、粘土であるが実際にはこれのみは取りがたく粗砂、細砂、粘土を混合して用ふる、これは粗砂の空隙は細砂が埋めその空隙は粘土が埋めるもので、粘土の量は15%、20%位にて足りる。

心壁は普通捏土質(Puddle)であるが、他にメーソソソイ、木等を用ふることがある、パツドルを用ふる時は第三十三圖の如く、上端は1米~2米 下端は、堰堤の高さの $\frac{1}{3}$ 位でなほ地盤下に堀下げて設ける、兩壁面は多少の勾配を付ける方が宜しい、これは沈下した時に面に沿ふて空隙の出来るのを防ぐことになる。

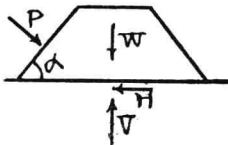


第 33 圖



メーソソライの心壁は堅固で不滲透性であるから、薄く出来且つ地盤が水中でも建設することが出来る、その上大洪水にて水が堰頂を超えることがあつても、捏土の心壁よりも餘程長く耐えることが出来る、唯工費は多少高くなり且つ堰全體が、不均一質になるから、沈下が同様にならず、建設に餘程注意を要するものである  
土堰堤の安定は次の様に考へる。

**心壁なきもの** 滲透水なきものと考へる、若しあれば前述の様に重さを減じて計算する。



第 34 圖

外力は水壓  $P$ 、堰の重さ  $W$ 、地盤の反力  $V$  及び滑力に對する反力  $H$  である。

$C$  を地盤と堰底との摩擦係數とすれば滑抵抗力は  $Vc$  となる。

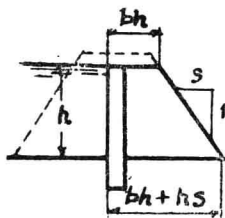
$$V_c = W + p \cos \alpha$$

滑らんとする力は  $p \sin \alpha$  である。

故に土堰堤の安定度は次の式の成立する時である。

$$V_c \geq p \sin \alpha \dots \dots \dots (53)$$

**心壁あるもの** 堰の上流側半分は、水が自由に滲透するものと考へて省略し水深  $h$  以下の下流半分の斷面のみを計算する。



第 35 圖

$h$  = 水深  $h$  の堰の上幅

$s$  = 堰の側面の勾配

$w$  = 水の單位重量

$w'$  = 堰の土質の單位重量

$W$  = 堰の單位長の重量

$p$  = 水壓 (單位長に對する)

とすれば 
$$p = \frac{wh^2}{2}$$

$$\text{堰の重 } W = w'h \left( bh + \frac{bs}{2} \right)$$

$$\text{滑力に対する安定度は } \frac{w'h \left( bh + \frac{hs}{2} \right) c}{\frac{wh^2}{2}} = \frac{w'}{w} c (3+2b) \dots (59)$$

摩擦係数  $c$  が  $\frac{1}{s}$  に等しいものと假定すれば …………… (60)

$$\text{安定度は } \frac{w'}{w} (1+2bc) \text{ となる。}$$

土堰堤の寸法

両側面勾配は粗き土質の時は 2:1 微粒の時は  $2\frac{1}{2}:1$  或は 3:1 であつて時に 4:1 のもある。

最高水位より堰頂迄の高さは、面の霜や氷に荒らされる部分の下から波の最高迄1米乃至2米あれば宜しい、堰頂の幅は低いもので2米乃至3米、25米~30米の高さの堰では7米~8米位である、大體の標準は  $\left( \frac{1}{5}h + 2 \right)$  米にすれば宜しい ( $h$  は堰の高さ(米))

貯水池側の勾配面は波等の爲め犯されやすいから 20種~30種の敷砂利の上に50種ばかりの厚さに敷石をする、下流側は芝付け等すれば、保護のみならず、外観美もよくなる、敷石の末端には石或は混泥土塊をおくか捨石を多くして、氷等の激衝から保護する様に注意せねばならぬ。

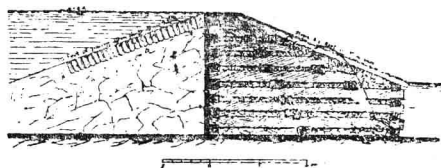
第三十四表 土堰堤の標準寸法

| 地盤よりの堰堤の高さ | 洪水位より堰堤の高さ     | 堰頂の幅 | 上流側の勾配 | 下流側の勾配 | 洪水位点の堰堤の幅     |
|------------|----------------|------|--------|--------|---------------|
| 4.5米以下     | 米 米<br>1.2~1.5 | 1.8米 | 2:1    | 1.5:1  | 米 米<br>6~7.05 |
| 4.5~7.5    | 1.5~1.8        | 1.8  | 2.5:1  | 2:1    | 8.55~9.9      |
| 7.5~15.0   | 1.8            | 2.5  | 3:1    | 2:1    | 11.5          |
| 15~22.0    | 1.8~2.1        | 3.0  | 3:1    | 2:1    | 12~13.5       |

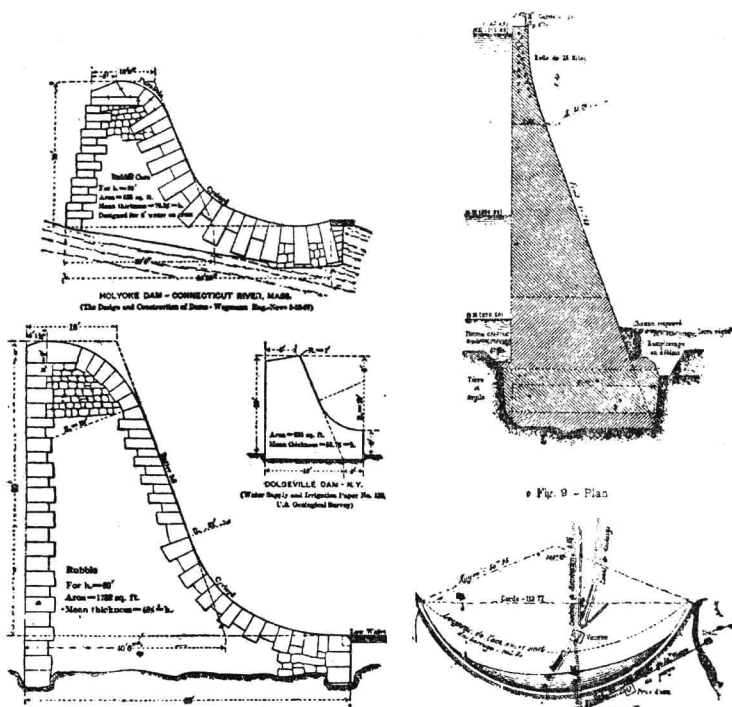
(b) **メーソンリー堰堤** (Masonry dam) これは可成り高い堰

にもつくり厚さが薄く取水口、排水口或は堰頂を水が超えても堰の破壊せられる心配がない、唯この缺点是基礎の地盤が頑丈でなければ堰そのものに損傷を來し、少しの沈下でも龜裂を生じ影響する所が大きい、故にメーンソリイ堰堤を建設する地点は、岩盤の露出或は淺部に岩盤のある場合に限るものである。

メーンソリイ堰に重力のみにて耐えるもの、即ち水壓は、皆な堰



第 36 圖

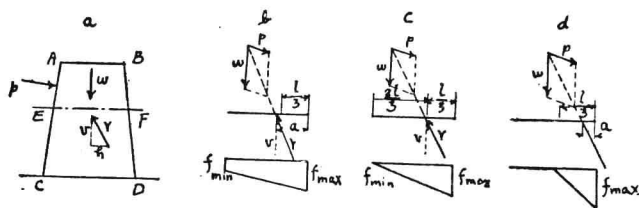


第 37 圖

の側面に垂直に互ひに平行に働くものと、堰の平面はある拱形をなして水壓は、丁度拱の荷重として働くものがある、重力のみ働くものは、最も簡單であるが高い堰になれば材料が不經濟になる、拱形のものはこの点非常に經濟的であるが、堰の一ヶ所でも、變形することがあれば全體に對して應力を生じ甚だ危険のものになる、この兩堰堤の缺点を補ふ爲めに重力によつてたゞ且つ平面は拱形をなしておるものもある。

### メーソンリイ堰堤の安定度

重力堰堤では、外力は土堰堤と同じく水壓( $P$ )堰堤の重さ( $W$ )、反力( $R$ )の三つである、今堰堤 $ABCD$ のある斷面(地盤に平行) $EF$ をとり、その斷面より上に働く外力を各々 $p, w, r$ とする。



第 38 圖

反力 $r$ は、 $p$ と $w$ との平行四邊形の理によつてその大きき働点を求めることが出来る、 $EF$ 斷面に働く應力は第三十八圖(b)の様に働点が $EF$ の中央三分の一以内にある時は

$$f_{max} = (4l - 6e) \frac{v}{l^2} \dots\dots\dots (61)$$

$$f_{min} = (6a - 2l) \frac{v}{l^2} \dots\dots\dots (61_1)$$

(c)の様に中央三分の一の所にある時は

$$f_{max} = \frac{2v}{l} \dots\dots\dots (61_2)$$

$$f_{min} = 0 \dots\dots\dots (61_3)$$

(d)の様に中央三分の一以外にある時は



$$f_{max} = \frac{2v}{3a} \dots \dots \dots (61_4)$$

となり、他端部は張力を生ずることになる、故にこの場合は鉄筋等にて張力に耐える様にせねばならぬ。

この様にしていくつも断面をとり、各々反力の働点を結びつけた線即ち反力線が各々断面の中央三分の一以内にあつて尚ほ單位面積内の壓力が許容耐力以内であることを要するのである。

全體としての安定たるべき條件を示せば次の如くである。

1. 垂直反力( $v$ )に對する最大應壓力は許容壓力以内なること。  
普通メーソソリー許容應壓力は80噸~150(一平方米毎に)
2. 各断面に張力を生ぜしめないこと。  
反力の働点が中央三分の一以内にあること。
3. 剪力或は滑力に對する抵抗力は、各断面の横力より大なること。

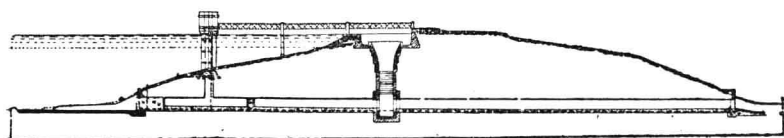
滑力は  $Pc \cos \alpha$  で、これに抵抗する力は  $V_c$  である。

|        |         |      |
|--------|---------|------|
| $c$ の値 | 凝 固 土 塊 | 0.66 |
|        | 煉 瓦 積   | 0.64 |
|        | 花 崗 岩 積 | 0.58 |
|        | 石 灰 岩 積 | 0.33 |

⑤ 一般的構造 堰堤によつてつくられた貯水池より水を取り出す爲め取水口を設ける、この取水口は初め堰堤をつくる時河水をこの渠によつて流出させておき、堰堤をつくり上げ最後にこれを取水口とするこゝも出来るもので管或は暗渠を用ふる。

取水口は貯水池の最下底部に設けるが流入する口は堰堤より相當距離を離して設け、流入水が堰堤を破壊することを防ぐ様にす、普通は堰堤より10米位はなして貯水池中に取水塔を建てその中に取水口を開かしめる、塔内に流入する水は水面より約1米下方に取り付けた數個のラツバ管を通じて流入する。このラツバ管の

位置は各高さを變へて取付けられ貯水池の水位が下がるに従ひ下方のラツバ管より取水するもので各々制水弁によつて制御せられておる、塔と堰堤との間には、人道橋を以て繋ぎ係員はこれによつて制水弁の開閉作業、塔の掃除等をするのである、又貯水池の水位が計畫水位より高まつた場合には、吐水口より水を流出さす、この吐水口(Waste way)は、なるべく堰堤と關係なく又は堰堤に危害を及ぼさぬ様な位置を擇ぶべきである、堰堤中につくるとしても、土堰堤なればその部分をメーソソリイ堰堤として、それから水を溢流させる、溢流さすべき水の深さは普通0.6米内至1.5米で、それより幅を定める。

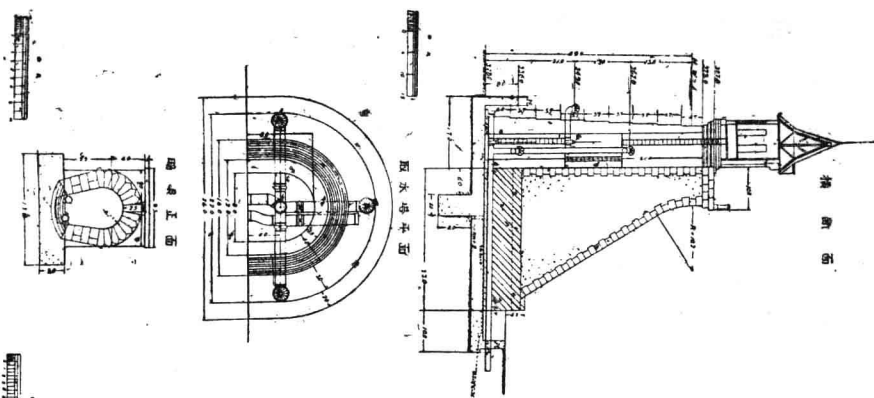


第 39 圖

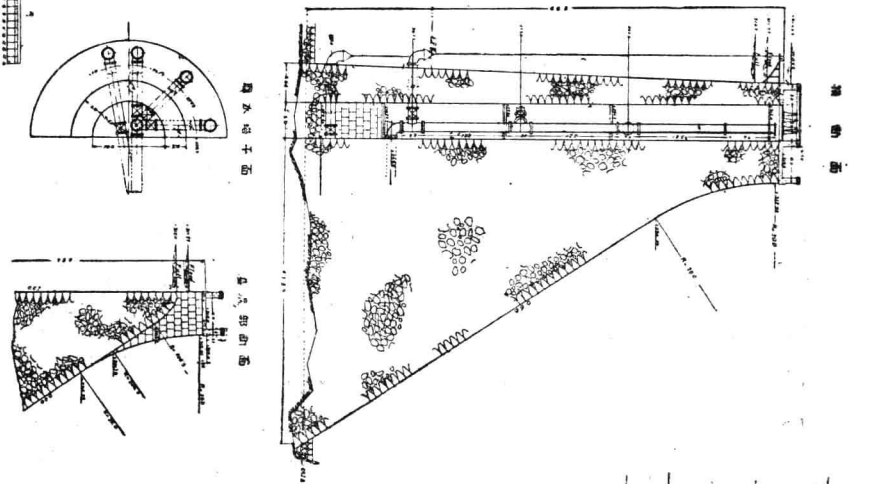
堰堤を建設せんとする時に當り、主務省の認可條件として、渴水期には下流へある一定の水量を流下せしめなければならぬ場合には、この吐水口も下方に、つくり制水扉等により普段閉めておく様にする、又吐砂口をつくるには池底にその口を開かしめる。第四十圖は各都市の例である。

## 第二十二節 地下水の取土工

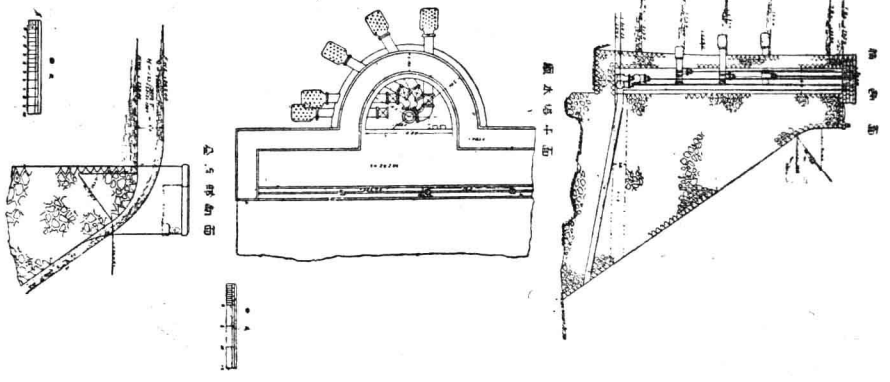
① 一般 地方の家庭用工業用或は附近に他の水源なく地下水が比較的豊富で水質良好なる小都市等には井戸(Well)を掘つて水源とする、最も簡單なるものは、一つの井戸を掘り、唧筒により汲上げて使用するが、相當の水量を要する時は、地下水の水面に影響しない距離に幾くつも掘り、それを管により一ヶ所に集めて使用する。(第一編第三章八節参照)



別府市水道貯水池堰堤



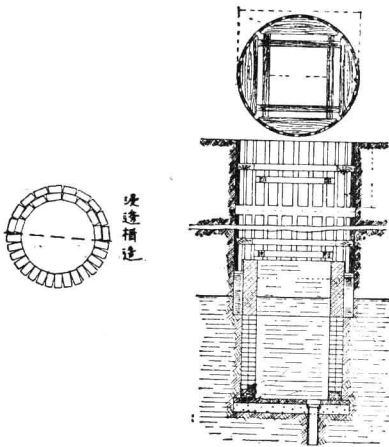
尾道市水道貯水池堰堤



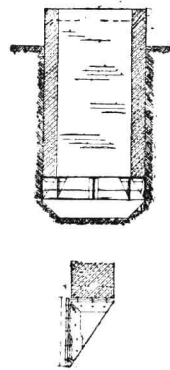
鳥取市貯水池堰堤

第 4) 圖

普通井戸の間隔は8米乃至30米位である。



第 41 圖



第 42 圖

井戸はその深さによつて**浅井** (Shallow well), **深井** (Deep well) に區別せられる, 深さ約8米位が境である, 又**廣井** (Large open well) と**管井** (Tube well) とにも大別せられる, 然し井戸が大でも小でも, 地下水位于渉圓 (Circle of influence) には關係ないから水量には變化はないが, 井戸が大であれば貯えられておる水量が大きいから, 井戸自身が水槽の代りをする, 又地下水が井戸へ流入する速度が小さくなるから, 砂の流れ込みが少なくなる利益がある, 但し工費は管井に比して大となるから, 浅井にて水量豊富の時は廣井となし深井の時は管井とする方が一般的には得策である, 廣井の構造は, 第四十一圖の如く井戸圍は普通圓形であつて, 下方地下水層帯は浸透性の構造とし, 上方は悪水の浸入せぬ様混凝土等にて防水圍とし粘土を填充する, 浸透性の構造は混凝土圍に小孔を無數につくるか, 又は煉瓦を積んで砂の浸入せぬ程度に空隙をつくることもある。

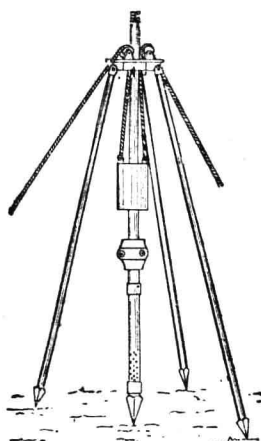
若し地盤の性質上普通に堀鑿の出來ぬ時は第四十二圖の様に,

下端に鐵靴をおき井戸圍を沈めつゝ内部を堀下げ順次井戸圍を上部に置いて所定の深さに達することも出来る。

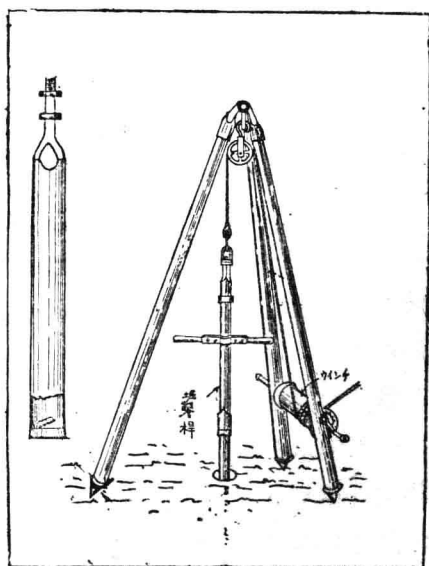
② 管井(Tuben 1 well), 鑿井(Boreholes) 管井は深さ3米内至10米, 徑4糎乃至10糎位迄用ひられる, 最も簡單にして工費の掛らぬ井戸である。

先づ一番始めに地盤に打込まれる部分は, 長さ1米の圓管に徑2糎乃至4糎の小孔を無數に穿ち一般に打込みやすい様に鐵製の尖端をつける, この尖端靴は管徑より稍々大にしておく, この1米の圓管が地内に打込まれてしまへば, 同徑の圓管約2米のものを, 繋ぎ合せて再び打込み順次同様の方法にて所定の深さに達せしめ, 地上に唧筒をおいて汲み上げれば, 水は最下端の圓管の小孔を通じて汲み上げられる。(第四十三圖)

若し地質が堅く且つ地下水層の深い時には, この管井は用ひられないから鑿井とする, 鑿井は, 深さ100米或は200米位迄も管を降



第 43 圖

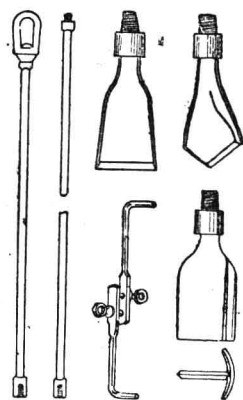


第 44 圖

すことが出来るものでその方法は次の様である。

始め地上を3米位堀鑿し井戸と略同じなる圓管を埋込む、地上には足場を組み圓鑄内に莢管を入れ上方は、ロープにて吊り第四十四圖の様に捲上機に連結する。

この莢管(Shell)は長さ1米ばかりの圓鑄形で下端は双型をなし瓣がついておる、これを捲上機にて吊して圓管内に入れ打ち降せ



第 45 圖 鑿

ば莢管の自重により双型は地盤に食ひ込み瓣は開いて内部に土砂が浸入する、莢管を吊し上げれば、瓣は閉じて地上に土砂を運び出す、これを繰返し順次に井戸管を沈めて所定の深さに達するのである、若し地盤が岩盤にて、莢管のみにては堀鑿出来ぬ時は始めに鑿(Chisel)を用ひて地盤を毀した後莢管を用ひる、又地盤がもつと堅く鑿を打込むだけでは、破壊出来ぬ様な時は鑿を廻轉さして岩盤を打ち毀す、これを廻轉式

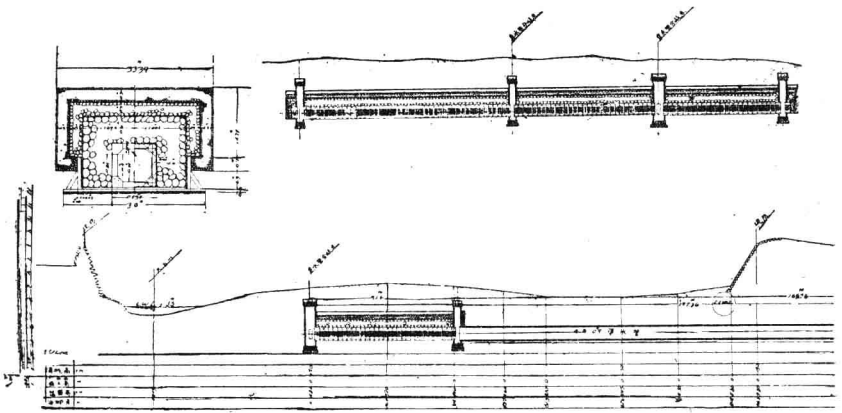
(Rotary system) と云つて、石油井の様に200米以上もある深井に用ひられておる。

### 第二十三節 伏流水の取水工

河川の底部が砂層或は浸透性の地質の場合は、その附近地層内を流るゝ流量も相當大なるものである、この水は、地表水に比して不純物も少く簡單なる淨化装置によつて飲料水となるから、かような状態に恵まれておる小都市では、この方法を用ひる所が多い。

この伏流水を集水するには、地層内に横井戸を敷設する、横井戸の構造は種々あるも、主なるものは混凝土製の開渠をつくり、覆蓋を浸透性の構造物とする、又單に土管をカラツギとなし、或は混凝土管に無數の小孔を穿ちこれより集水する、第四十六圖はその一

例である。



第 46 圖 伏流水の集水工

## 第七章 淨 水 工

### 第二十四節 概 論

水の淨化程度に依り工業用と家庭用との二方法あるが、工業用は浮遊物の除去、硬度の低下のみにて事足る場合が多い。

茲に述べる淨化方法は主として家事用飲料用としてのものであるこの方法を大別すれば

1. 浮遊物汚濁の除去
2. 水に溶解せる不純物の除去

(1)は沈澱と濾過とによつて目的が達せられる、(2)は水の軟化等を意味するもので、主に藥物によつてなされる、勿論(1)の場合でも沈澱を速成する爲め藥物(凝集劑)を用ひることもある、今源水の性質によつて淨化方法を大別すれば次の如くである。

1. 山間溪谷等の水にて、何等不純物を含まぬものはそのまま飲料とする。

2. (1)と同じ水源或は大湖にて、僅かばかり汚損されておるものは唯鹽素滅菌のみを行ふ。

3. 湖或は河川等の水にて比較的汚損されず且つ細菌數も微少の時は濾過装置のみをする。

4. (3)と同じ水源にて可なり汚濁しておる時は沈澱・濾過時には鹽素滅菌もする、沈澱には藥物沈澱とすることもある。

5. 地下水等にて汚損されてはいないが、鐵分マンガン等を含有し臭氣等ある時は曝氣(Aeration)するか藥物により化學的に不純物を凝結せしむるか又はその上濾過もすることがある。

### 第二十五節 自 然 淨 化

① 貯水 大貯水池又は湖に水を湛えておけば浮遊物は沈澱する。而して時間の長い程又流速の小さいほど効果が大きく、この



浮遊物の沈澱と同時に細菌も含まれたまゝ沈澱するから場合によつてはこの方法は非常な有利のものである。

又水が有色等の時、この方法によつて退色することがある、これは色が有機物を原因としておる時に、これが日光の爲め分解され酸化して退色するもので、又色素の有する電氣イオンの中性化することも一原因である、その他水質一定ならざる源水を均一質にしたり病原菌を分解減少せしむる効果もある。

② 曝氣(Aeration) この方法を行ふには、水を堰より放流するか又はノツツルによつて空中に噴水せしめよく空氣と接觸せしめるもので、溶解せる瓦斯の爲め種々の色素、臭氣、味を有しておる水には、非常に効果のあるものである、但し已に酸素を充分含んでおる流水等には殆んど効力はない、河流水等が流れつゝある間にこの曝氣によつて自然淨化をしておることは、前に述べた通りである。

## 第二十六節 沈 澱 工

① 自然沈澱(Plain sedimentation) 地表水は普通多くの浮遊する微小物を含んでおるが、その主なるものは砂、粘土の無機物であるが有機物も相當あつてその中には細菌が存在しておる、殊に洪水の時には河岸、地表の有機物が流入し従つて細菌數も多數となる、これらの微小物は比重から云へば1より大であるから沈澱する可能性はあるが、唯流れの爲めに浮遊しておるものである、この微小物沈澱速度についてヘーゼン氏は次の如く述べておる。

直徑0.1耗以上の微小物の沈澱速度は主に摩擦によつて支配せられ徑が0.1耗以下であれば、粘着力によつて支配せられる、この兩者の間にあるものは約直徑に比例してその速度を變化させる。

又底部に接する所の水の流速は微小物の沈澱速度より小でなければならぬ、この底部に接する所の流速は平均流速の約 $\frac{1}{3}$ である

から沈澱池を通して平均流速は沈澱速度の約3倍迄は許し得られることになる、今微小物の沈澱速度を示めせば第三十五表の如くである。

第三十五表 微小物の沈澱速度

| 直 徑<br>耗 | 沈澱速度<br>耗/秒 | 直 徑<br>耗 | 沈澱速度<br>耗/秒 | 直 徑<br>耗 | 沈澱速度<br>耗/秒 | 直 徑<br>耗 | 沈澱速度<br>耗/秒 |
|----------|-------------|----------|-------------|----------|-------------|----------|-------------|
| 1.00     | 100         | 0.10     | 8           | 0.010    | 0.154       | 0.0010   | .000154     |
| .80      | 83          | .08      | 6           | .008     | .098        | .0001    | .000154     |
| .60      | 63          | .06      | 3.8         | .006     | .055        |          |             |
| .50      | 53          | .05      | 2.9         | .005     | .0385       |          |             |
| .40      | 42          | .04      | 2.1         | .004     | .0247       |          |             |
| .30      | 32          | .03      | 1.3         | .003     | .0138       |          |             |
| .21      | 21          | .02      | .62         | .002     | .0062       |          |             |
| .15      | 15          | .015     | .35         | .0015    | .0035       |          |             |

これで見ると沈澱速度は、微小物の徑が極少になれば極めて遅いものとなり沈澱地をつくるに、それ迄沈澱せしめようとするれば非常に大きなものとなる、故に貯水池としても用ふるならば宜しいがそうでなければ、或る程度迄の微小物を沈澱させることとして池の大きさを定めるべきである、普通沈澱時間は24時間としておるが場合によつてはが10時間位迄は差支へない。

微小物を沈澱せしむる方法に二つある、一は連続沈澱(Continuous sedimentation)と云ひ、沈澱池の一方より水を入れ他方より取出す途中流速を小さくして連続的に微小物を沈澱せしむるもので、常に一定の水量を得る利があるが、多少なりとも流速がある爲め沈澱を妨げる傾向はある。

第二の方法は間歇沈澱(Intermittent sedimentation)と云ひ、沈澱池に水を満たし一定時間締切つて放置して沈澱せしめる、この方

法は完全ではあるが、水を充たすのご出すに時間が掛り且つ沈澱池の底迄水を出すから水頭の損失も大である、故に普通は連続沈澱方法を用ひておる。

② 薬物沈澱(Sedimentation with coagulation) 水にある薬物を投入して攪拌すれば自然沈澱で取除くことの出来ぬ様な微粒子と結合して膠状となるものである。

この凝集剤としての働きは微粒子を稍々大なる形状に結合させ沈澱或は濾過によつて全く取除くことが出来る様にする、又色度はこれによつて除去される場合が多い。

この凝集剤使用の沈澱方法は、急速濾過をなす前に行つておつたものであるが後緩速濾過でも源水が非常に濁つた場合にはこれを使用する様になつた、又もつと有効に働かさうとすれば、初め自然沈澱をさせ、形状の大きな微粒子を除きたる後、凝集剤を加えて再び沈澱さすれば薬剤の節約となり一層確實に沈澱作用をするものである、これを二重沈澱法と云ふ。

沈澱の時間、凝集剤の種類、分量、濾過程度、浮遊微粒子の多寡等によつて異なるも、普通急速濾過方法では2時間乃至4時間位である、この方法で細菌も相當除去せられ普通45%乃至75%位の除去は可能である。

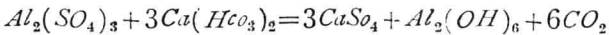
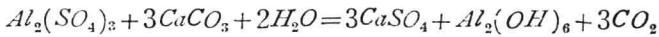
凝集剤を働かす時間は薬剤の種類、分量、水の温度、混和方法等によつて異り長いものは3時間も4時間もするのがあるが、普通20分至乃1時間位のものである。

混和池内の流速は毎秒10糎乃至50糎、沈澱池の流速は毎分30糎乃至50糎位であるが、その所々の状態によつて異なることは勿論である。

### ③ 凝集剤(Coagulants)

硫酸礬土(Sulphate of Alumina) 一般によく用ふる凝集剤で

アルミナと稱しておる水が石灰、マグネシウム、炭酸鹽を含む時「アルミナ」は分解し硫酸は石灰、マグネシウムと結合し炭酸瓦斯を發散する、而してアルミナは水と結合して膠狀水化勿(Hydrate)となり、これが凝結せんとして微粒を包み沈澱するものである、この化學變化の式は次の通りである。



マグネシウムは時も同様の式が成立つ。

普通の地表水は凝集剤が働き得るだけのアルカリ度を有するものであるが、洪水の時往々減ずるものであるから、かゝる時には、前以て石灰を加えてアルカリ度を増さしめる必要がある。

凝集剤の分量は濁度、性質、沈澱時間等によつて一定しないが、一般に水1立に付き2グリーン乃至1グリーンである。

今各都市に於ける凝集剤使用量を示せば第三十六表の如くである。

第三十六表 凝集剤使用量 (昭和四年中)

| 水道名     | 凝集剤種類                     | 使用日数 | 使用量                                  |
|---------|---------------------------|------|--------------------------------------|
| 東 京 市   | 硫 酸 礬 土                   | 5    | $\frac{1}{4.2}$ 萬                    |
| 京 都 市   | "                         | 365  | $\frac{1}{15}$ 萬                     |
| 大 阪 市   | "                         | 29   | $\frac{2}{10}$ 萬                     |
| 神 戸 市   | "                         | 365  | $\frac{1}{3}$ 萬 ~ $\frac{1}{8}$ 萬    |
| 名 古 屋 市 | "                         | 19   | 平均 $\frac{1}{5}$ 萬                   |
| 川 崎 市   | "                         | 7    | 濁度10度の時 $\frac{1}{5}$ 萬 内外           |
| 仙 台 市   | "                         | 300  | $\frac{1}{8}$ 萬 ~ $\frac{1}{10}$ 萬   |
| 松 江 市   | 明 礬<br>ク ロ ル キ<br>カ ル キ イ | 62   | $\frac{1}{10}$ 萬 ~ $\frac{1}{250}$ 萬 |

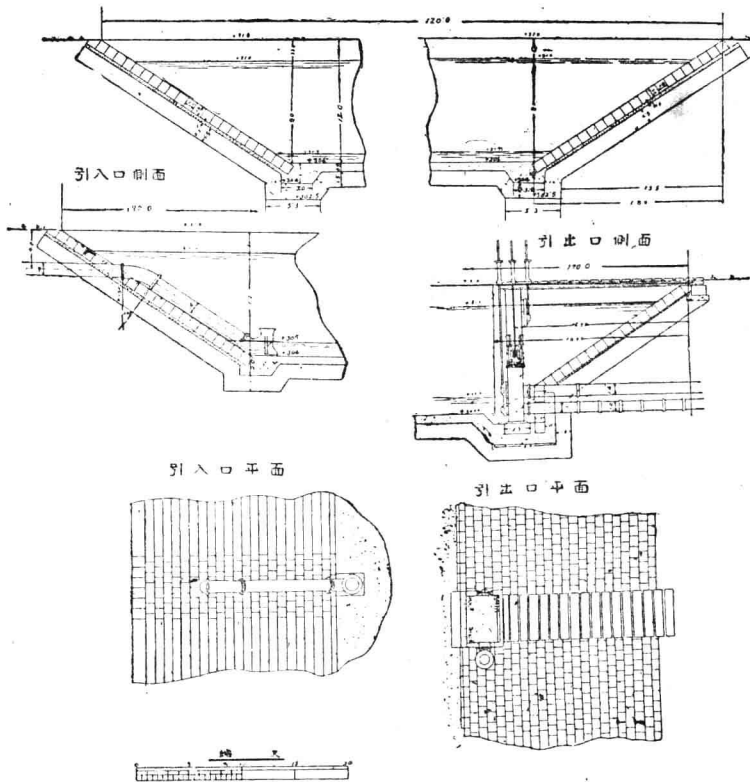
その他凝集劑として鐵(第二水酸化鐵を生ぜしめて働かすもの)明礬( $K_2SO_4 \cdot Al_2(SO_4)_3 \cdot 24H_2O$ )を用ふるもの等あるも一般に少いからこゝでは省略する。

④ **沈澱池の構造** 連続沈澱池にては、その幅は沈澱池内の流速によつて定まる、例へば流速を毎分30糎とすれば所要水量を沈澱池の有効深さと30糎とで割れば全體の幅が分かる、それを適當の池數に分ければ一池の幅が定まる。

沈澱池の深さは餘り淺い時は水藻類の發生が盛になるから普通3米乃至5米とし池の側壁の天馬は水面上約0.3米乃至0.5米とする、池の數はその所要水量によつて幾何でもよいが、間歇沈澱の時は少くとも二つを要する、勿論連続沈澱でも、平常五個の池を要するならば別に池を掃除する時の爲めに豫備池を必要とするものである、一池の大きさは經濟的に考ふれば幅と長さの比が3:4或は2:3であるから、これを標準にして沈澱時間から長さを求め、流速から全幅を求めて池の數を定むれば簡單である、底部の勾配は $\frac{1}{100}$ 乃至 $\frac{1}{500}$ で一般に流入管のある側を低くしておく、從て排泥管も、この側の方におかしむる可きである、沈澱池への流入管は水をなるべく攪亂せぬ様に配置し、流れに垂直に池中に中間壁を設け水がそれに當つて勢を減じ且つ一様に流れる様にするこゝともある、流出管の方も同様であつて最も澄んだ表面水を取る爲め堰を設けて溢流水を導水渠に導くか、流出管の端を可動的とし上部に浮子をつけて水位が下がつても、それに應じて表面水を取り得る様にする、その他細部の注意もあるが圖例によつて知られたし。

⑤ **混和池** 凝集劑を用ふる時は沈澱池へ導く途中の導水路へ投入するか別に混和池をつくる、凝集劑の投入は常に一定量である様にし且つ濁度によつてその量を變化出來得る様にすべきであ

## 機 器 圖



第 47 圖 高 崎 市 水 道 沈 澱 池

る、その装置は二つの槽があつて、一方の槽に凝集剤の既知定量の溶液を入れ唧筒によつて他の槽へおくる、この槽内には小さいオリフィスがあつて、常に一定の水位を保ち餘分の溶液は再び元の槽へ歸る様になつておる、この槽から一定の水位即ち一定の流速となつて混和池へ導かれるのである、このオリフィスは數個あるものがあり、その數も色々變化出来るし且つオリフィスの高さも變へることが出来て必要量の溶液を容易に送ることが出来る。これらのオリフィスや、管は凝集剤の爲め腐蝕することがあるから、眞銅或は「ガラス」でつくり尙時々検査する、混和池は凝集剤と水

とがよく混和する様に一米おき位に堰を入れ水は左右或は上下に攪亂されつゝ沈澱池に入る様にする。

大阪市の急速濾過に附屬する混和池は幅3.35米、水深5米、延長約58米のもの二池より成り兩池共1.2米間隔に水流に直角に木製阻流板を挿置し上下に流下する様になつておる、その流下時間は流速を毎秒15厘とし約25分間に相當しておる。

## 第八章 濾 過 工

### 第二十七節 緩 速 濾 過 法

① **濾過による効果** 地下水或は大湖等の水で比較的良好で細菌數も僅少なものは、沈澱及び曝氣作用のみにて飲料とすることも出来るが普通の地表水は地表の汚物、下水等の爲め濁度細菌數も多いのであるから一度砂層を濾過して飲用水とすべきである。

水を濾過すると云ふことは、機械的に汚物有機物の殘骸を除去するのであるが、又別に細菌學的に有機物そのものを除去する働きをもつものである、濾過面の砂は細菌の巢の様なもので、そこを通る水中の有機物を喰ひ止めてしまふ、新しい濾過面を通過した濾過水は濾過前の水質と大した改善を認めないが、しばらく濾過を續けてから水を比較して見れば非常なる淨化作用の行はれたことが分かる、これは濾過を續けておる中に水中の細菌 (Algae, zooglea) よりなる膠膜が発生し、砂面を覆ひ濾過する抵抗は増すが源水の微粒有機物の滲透を防ぎ完全なる水が濾過されてくる爲めである。かくして長い間濾過を續ければ膠膜は益々厚くなり水質も愈々良好となるが、抵抗が増して水頭損失を高め、又は所々膠膜の剥げる様なことになる、かような時には、濾砂面をかきとり再び濾過作用を始め、しばらくは濾過水を放流し膠膜の完全に来るに及んで眞の濾過作業を行ふものである、この際新しい砂面に膠膜を速成さす爲め多少池中にかきとり屑を残しておく方が結果が良好の様である。

② **濾過池の構造** 濾過用の砂の大きさは、微粒なるほど細菌除去に効果はあるが、あまりに水頭を要するから實際には徑 0.2 耗を最低とし 0.4 耗を最大とする程度のもを使用する、而して砂は常にある程度の同一大を有せねばならぬ、これを表はす方法にアレ



ンヘーゼン氏は

同一大係數(Coefficient of uniformity)

$$= \frac{\text{見本の60\%がそれよりも微粒である様な砂の徑}}{\text{見本の10\%がそれよりも微粒である様な砂の徑}}$$

で表はしておる。

この同一大係數が2或は2.5位のものが最良である。

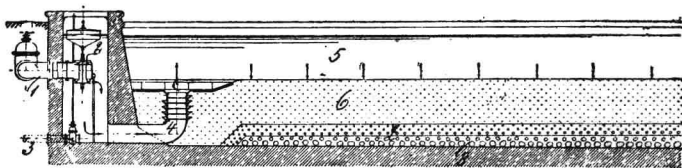
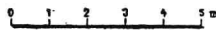
砂の層の厚さは前述の如く濾過作用は表面にて行はれるものであるから厚さには関係ないが一般に60糎内外とし、上部の水層と約等しくしておく、而して表面をかきとつて漸次薄くなつても30糎位となれば新に砂を補給せねばならぬ、この砂層を支えるものは礫でその層も上より下に向つて漸次徑が増してくる、一例を示めせば次の通りである。

層の厚さ

|        |                      |    |   |  |  |
|--------|----------------------|----|---|--|--|
| 60糎濾過砂 | 徑. 3糎                |    |   |  |  |
| 10 砂利層 | 10糎目篩を通過して3糎目篩に止まるもの |    |   |  |  |
| 15 "   | 20 "                 | 10 | " |  |  |
| 20 "   | 40 "                 | 20 | " |  |  |
| 30 "   | 60 "                 | 40 | " |  |  |

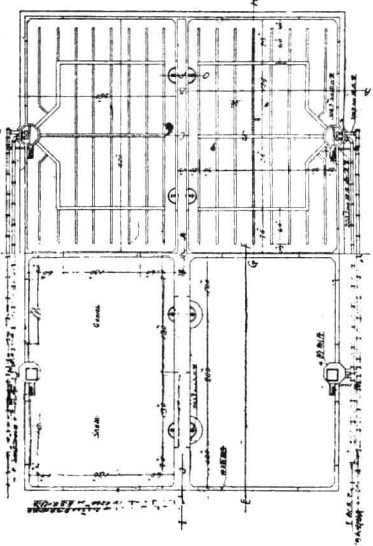
135糎 全體の厚さ

その他圖例によつて見られたし。



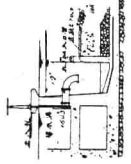
第 48 圖(a) 濾過池の構造

一級平頂圖

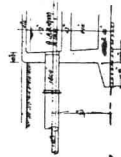


二級平頂圖 圖式 1-212  
註 1. 池底坡度 1:30

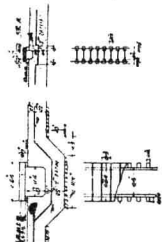
附圖 C-D



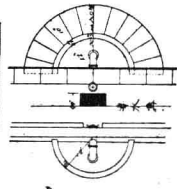
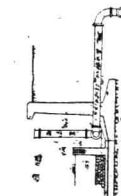
附圖 I-II



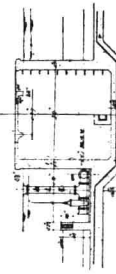
最大過濾池用埋入式



附圖 K-L



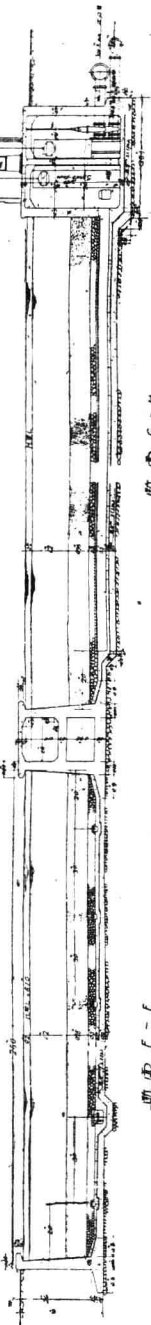
附圖 K-L



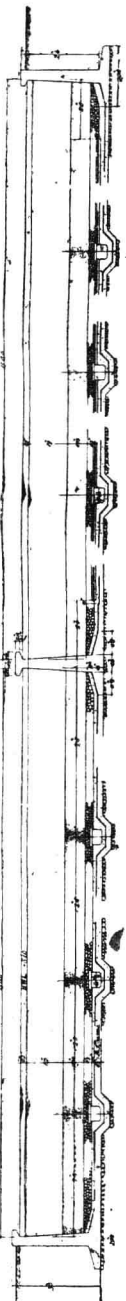
埋入式之埋入式



附圖 A-B



附圖 F-I



第(48)圖(b) 大分市水道濾過池之

第三十七表 各種濾砂の比較

| 水道名 | 比重   | 氣孔容積 | 有效粒大   | 重量60%<br>最大直徑 | 同大係數 | 直徑0.5m<br>m 次下<br>重 量 % | 容積50%<br>最大直徑 |
|-----|------|------|--------|---------------|------|-------------------------|---------------|
| 小 樽 | 2.17 | 42%  | 0.37mm | 0.53mm        | 1.56 | 45%                     | 0.50mm        |
| 秋 田 | 2.67 | 40   | .49    | .76           | 1.55 | 12                      | .75           |
| 東 京 | 2.62 | 45   | .33    | .66           | 2.00 | 39.5                    | .55           |
| 横 濱 | 2.45 | 38   | .33    | .57           | 1.50 | 37                      | .54           |
| 神 戸 | 2.43 | 40   | .42    | .60           | 1.62 | 35                      | .55           |
| 岡 山 | 2.37 | 44   | .33    | .51           | 1.54 | 53                      | .47           |
| 廣 島 | 2.46 | 44   | .43    | .67           | 1.55 | 28                      | .57           |
| 京 城 | 2.45 | 40   | .36    | .50           | 1.39 | 60.8                    | .46           |

最下部の床上には煉瓦或は石製の渠をつくり濾過水を導く、中央大集水渠は30°角位で半分は床の中に入つておつて上部は、隙のある様に蓋をする支渠は15°角位で約3米おき位に中央渠に直角につくられ全底床の濾過水を中央渠へ導く、渠の勾配は約 $\frac{1}{250}$ 位である。

濾過池の側壁及び底部は鉄筋混凝土でつくられ完全に防水出来るようにする。

側壁の勾配は普通 $\frac{1}{5}$ 乃至 $\frac{1}{10}$ であるが厚さを減らす爲め一割勾配とすることもある、なほ垂直の場合もあるがこれは周囲から濾過されぬ水が通過する恐れがあるから、これを防ぐ爲め周囲に排水渠をつくることもある。

又濾過池全體に蓋をするものがあるが工費も嵩み日本内地にはその例がない。

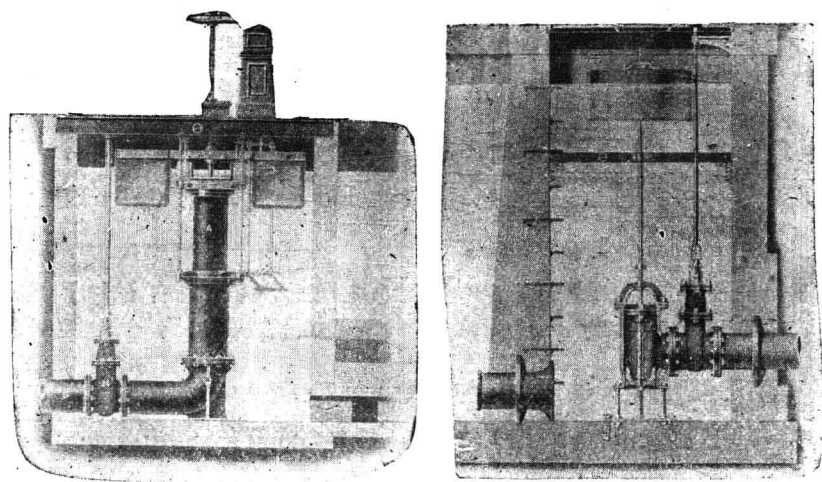
③ 濾過作業 濾過池に初めて水を入れる時に、理想としては、下底部より水を除々に流入せしめ、砂中の空気を追ひ出し水面が一定の高さ迄來た時に初めて上部より流入せしめる方が宜しい、

併しこれは浄水の冗費、高低の關係等でやり難く普通は、上方よりごく静かに水を入れて、砂中の空氣を追出し一定水面に達してから制水瓣を全開して豫定の水量を流入せしめる。

流入口は導水渠より分岐した鐵管によるもの、又は別に流入井をつくりしもの等にて別に制水瓣或は制水扉にて水量を統禦しておる。

濾過速度は1日2米から5米一般に4米位であるが漸次に速くなる傾向があつて、或る水道の如きは1日9米としても、なほ水質の惡化を認め得ないと云ふことであるから、この流入管や導水渠は將來の擴張を見込んで充分大きくしておくことが肝要である。

濾過速度は常に一定にしておくべきであるが、濾過膜が段々厚くなつてくるに従ひ、一定速度を保つ爲めには相當の水頭を要する、流入する水の表面が一定であればこの調整は流出口にて行ふ、色々の方法があつて、節制井或は濾水井を設け中に堰をつくり、これを上下することによつて水位をかえる。又垂直管とし延び縮み出来るようにして、上部に浮子をつけ自由に水位を變える(第四十



第 49 圖 水 位 調 整 装 置

九圖参照)。

かくして水位の差が2米乃至3米となり、あまりに不経済となれば砂面を厚さ2.5糎乃至5糎位熊手にてかるくかきとり、濾過膜を取り去り再び水を入れて濾過膜をつくり浄水作業を始める。

掃除する期間は水質、氣候、濾過速度等によつて異なるも一般に一ヶ月内外で、良いものは2ヶ月間も濾過を繼續することが出来る。

④ 濾過池の大きさ 濾過池の大きさを定むべき所要水量は、1日最大給水量をこれば宜しい。別に1時間最大給水量の時には、浄水池より補給する。

故に濾過池の總面積を求むるには、この1日最大給水量を濾過速度にて割れば得られる、一池の大きさは、大きい程工費は廉いが池を掃除する時暇がかゝり、その間遊ばしておく爲め反つて不経済なるから普通10アールから大きいもので30アール位である。而して少くとも一つ以上の豫備濾過池を有せねばならぬ、又次ぎの様な數學式があるが、これは地方の状態によつて一様には云へないが參考にはなることと思ふ。

$$n = \frac{A}{a} + 1$$

$$a = \sqrt{A \frac{P_2}{P_1}}$$

茲に  $n$  = 池の數

$A$  = 池の總面積

$a$  = 一池の經濟的面積

$P_1$  = 面積に比例する工費の單位工費(底部側壁掘鑿、盛土等)

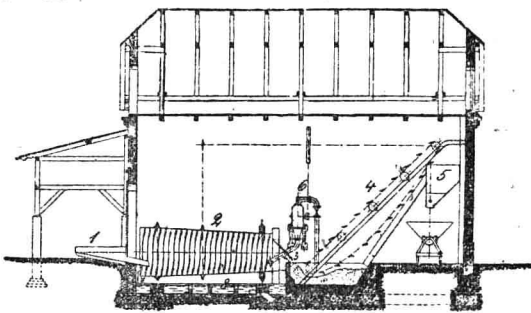
$P_2$  = 池の數に比例する " (管、瓣、隔壁等)

凡そ  $\frac{P_2}{P_1}$  は  $\frac{1}{9} \sim \frac{1}{16}$  の間にあるから  $a$  は  $\frac{1}{4} \sqrt{A} \sim \frac{1}{3} \sqrt{A}$  の間である。

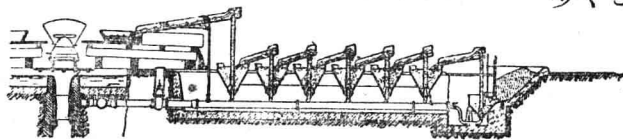
池の形は普通矩形形であるが、圓形も相當にある、又土地の關係によつては他の色々の形にした方が、反つて經濟的のこともある。

⑤ 洗砂 濾過池用の砂の採取が比較的困難なる所にては洗砂機を用ふ、これは濾過池よりかき取つた汚砂を洗滌するもので最も簡單なるものは、汚砂を一定の場所に運び低い縁のついた傾斜盤の上に砂をおき、嘴孔のついたホースで水を吹きつけて洗滌す。洗滌機には種々あるがその中廻轉式洗砂機は、鋼鐵製の箱型で中に翼車のついた車が廻轉し砂を洗ひながら一端から他端に運び出す、これは水量は砂の約7~8倍要する。

又放射式洗滌機は汚砂を洗滌用漏斗に投げ込めば、下部の噴出嘴孔から噴出水によつて次の洗滌用漏斗へ運ばれる、漏斗内では砂は盛に躍動し汚水は上部より溢出する、かく順次に洗滌用漏斗へ運ばれ遂に清砂とするもので第五十圖はその断面の一部である。かくの如くにして洗滌された砂は、一定の場所へ貯えられ必要に應じて濾過池へ入れる。

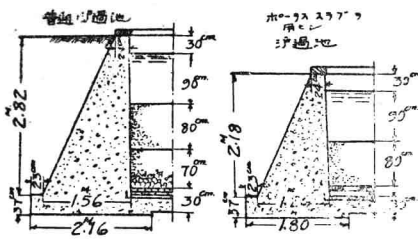


第50圖(a) 廻轉式洗砂機



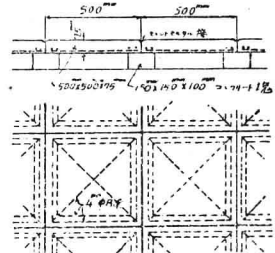
第50圖(b) 放射式洗砂機

但し砂を洗滌する間に細砂は汚物と一緒に流れ去り割合に粗き砂のみ残るものであるから補給すべき新しい砂は細粒を擇び少くとも徑0.35耗



第51圖 (a) 濾過層比較圖

角厚さ7糎乃至10糎の混凝土板で、配合1:6又は1:6.5砂利の大きさは徑3糎より17糎で鐵筋を以て補強しておる、これを濾過池の地上に15糎角高さ10糎位の混凝土塊で四隅を支え床全體に敷きならべ接手はモルタルにて、充分接合する、その上に直ちに濾過砂をおくもので、その結果は毫も普通濾過池よりの水質と變らず、然も池の深さを減じ従つて掘鑿、側壁等の工費を非常に低めた、久留米市、下關市、松江市ではこの式を採用しておる。



第51圖 (b) ポーラス・スラブ

### 第二十八節 急速濾過法(機械濾過法, Rapid or mechanical sand filters)

① 一般 急速濾過法は濾過速度を早めたもので緩速濾過法の30倍乃至50倍、即ち1日100米乃至150米の速度を有する、従つて所要水量を淨化する爲めに狭い場所にて足り且つ建設費があまり掛らない、但し藥品又は濾砂洗滌等の爲め維持費は、緩速式より大なる。

この急速濾過法は米國に創設せられて未だ長年月を経ておらぬが、今や歐洲はもとより日本にも漸次のこの法が採用されつゝある。

以下のものどすべきである。

⑥ 其の他の構造 最近九大教授西田博士の實驗せられて好結果を得たるものに濾過池の砂利層を全く廢し替りに滲透性板(Porous slab)を用ふる、これは50糎

急速濾過法を採用するか否かは、その工費維持費等の比較によるは勿論であるが、又次の様な場合にも、急速濾過法が有利である

1. 源水が混濁、着色等強く又は鐵分等含んで緩速濾過法では、除去出来時。
2. 沈澱池濾過池に充分なる敷地を得ること困難なる時。
3. 氣候寒冷にて緩速濾過法では氷結する場合又は源水に藻類の發生し易き時。
4. 明礬或は硫酸礬土の様な藥品及動力費の廉價なる時。

急速濾過法には二つの型がある、一は開放或は重力式で他は密閉或は壓力式である。

重力式は、矩形或は圓形の鐵筋混凝土構造が多く内面が見えるから濾床の状態、淨化の工程を検することが出来る利がある、而して普通の水頭で作業されておるから、供給水の壓力の上下によつて濾過効率には變化を來たさない。

壓力式は、普通鋼製にて壓力に耐え壓力管の途中に設置することが出来る水頭の損失は、小さくて足りる。

何れも一長一短あるが、米國では主に重力式にて、歐洲にはよく壓力式を採用しておる、殊に英國は最も多い。

② 一般構造 濾過砂の大きさは一般に大きく0.35粒乃至0.44粒 有效大で可成砂粒は一様でその質も堅き純石英が一番宜しい、砂粒の小さきものは、洗滌の際流出する恐れがある、砂層は60粒乃至80粒で、これを支えるものは、普通砂利層である、この砂利層は上部徑.2粒、下部1.5粒位で厚さは30粒乃至50粒である、又全く砂利層を省いたものもある。

集水設備は種々あつて、ストレイナー(Strainer)を有する眞鍮の管、下面に一行乃至二列の穴を有する管、混凝土或は鋼製床に取付けた眞鍮のストレイナー、底床を二重とし上床に窪を有し窪の中

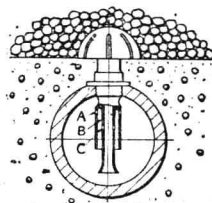


中央に眞鍮の管あるもの等である、何れも濾過水を集めると共に洗滌の際下より清水を噴出し一様に洗滌出来得る様な装置である、洗滌するには上方の流入管を制水弁の切替にて排水管に接続し、下方集水装置より清水を壓力水として噴出せしめて洗滌する、又水洗する前に空気を噴出せしめて洗ふもの、洗滌中砂層を掻き廻して洗滌促進を計るもの等がある。

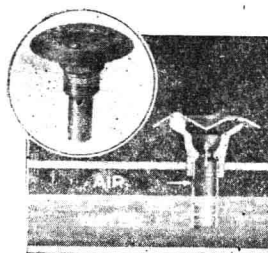
集水装置各種は第五十二圖に示す通りである。



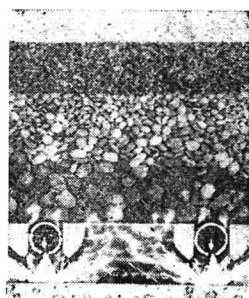
ボイラー型



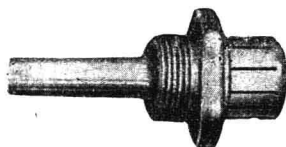
エハラ型



アムブレラ型



ワグナー型



L. L. 型

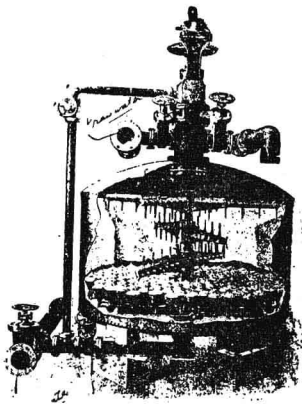
第 52 圖

洗滌水の流速は砂層の厚さ、水の性質、洗滌方法の差等に關係するが普通30糎乃至60糎の上向速度で初めは靜かに水を送り漸次流速を早める、この最大速度は排水中に砂の流出することなく、然も全砂層が浮遊状態になる程度が理想である、洗滌水の量は濾過水に對して100分の2乃至5で、100分の2は最良と見られておる、洗滌回数は濾過速度、水質等によつて異なるも二日に一回又は一日一回位である、結局濾過水頭が漸増し2米乃至3米となれば洗滌すべきでこの洗滌時間は4分乃至6分位とし、多少沈澄劑の一部分が残つておる方が、濾過膜を速製するに便である。

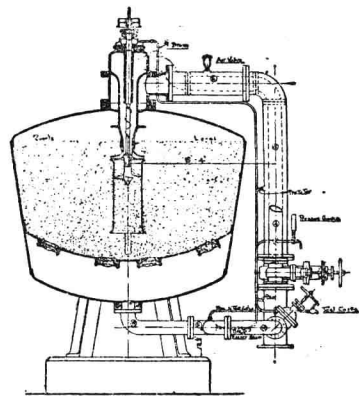
洗滌終れば再び制水弁を切替へ上方より除々に源水を入せしめ濾過水は30分位放流せしめ、完全に濾過膜の出來上つた後初めて淨水池へ導水するものである。

### ③ 急速濾過機の種類

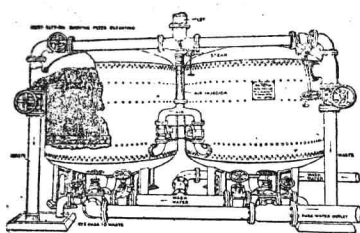
(a) 壓力式にはバターソン(Paterson)、キャンデイ(Candy)、ベル(Bell)、ターンオーバー(Turnover)、マザーエンドプラット (Mother & Platt)、ホルマン(Bollman)等がある、バターソン及びキャン



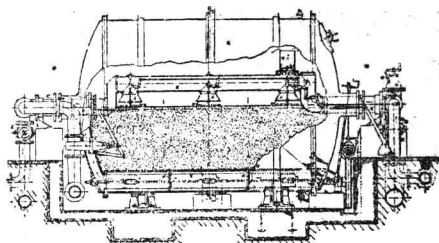
マザーアンドプラット濾過機



ベル濾過機



第54圖 パターソン濾過機

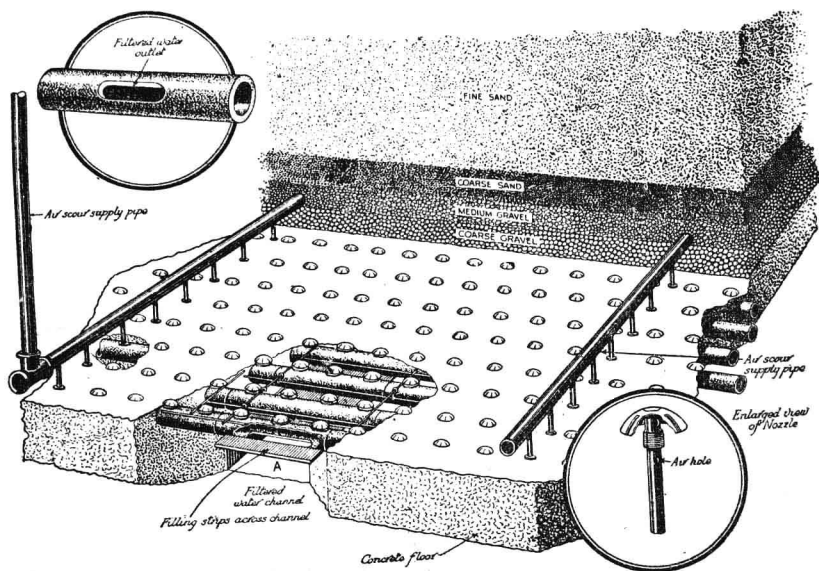


第55圖 ターンオーバー濾過機

デイは垂直或は横式のポイラー型にて、壓搾空氣及び壓力水を集水用ノヅルより逆に噴出せしめて洗滌する、キャンデイ型は、洗滌後の濾過を開始する時、水栓の開きを自動的に漸次擴大する装置(Slow starter)を有しておく。

ベル型は垂直ポイラー型にて壓力水のノヅルを有する腕金を回轉し砂を攪拌洗滌するものである。

マザーエンドブラットは洗滌の時壓力水を逆流さし翼車を回轉



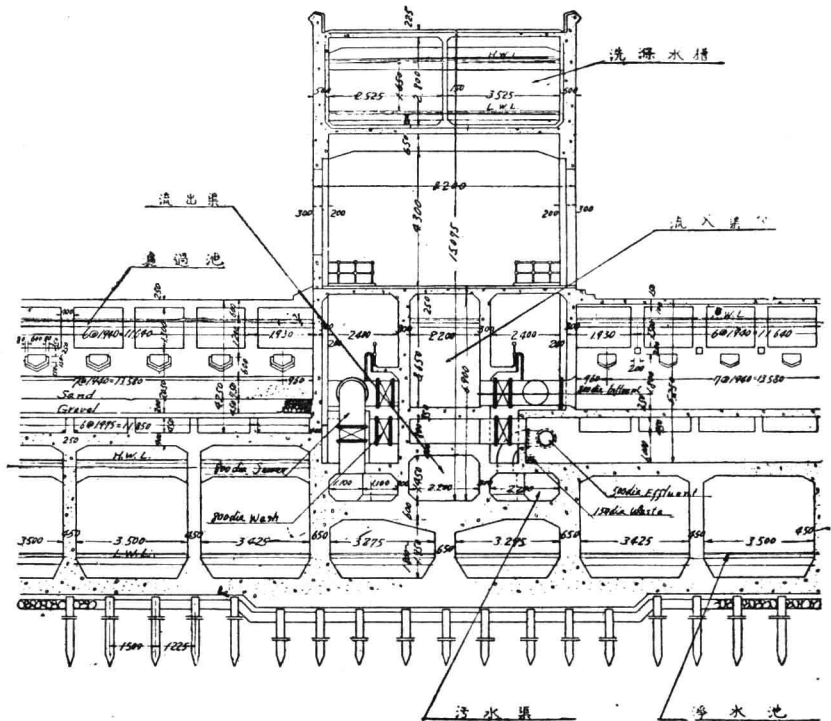
第56圖、キャンデイ濾過機

して機械的に砂を中央筒中を上に向つて移動せしめるものである。

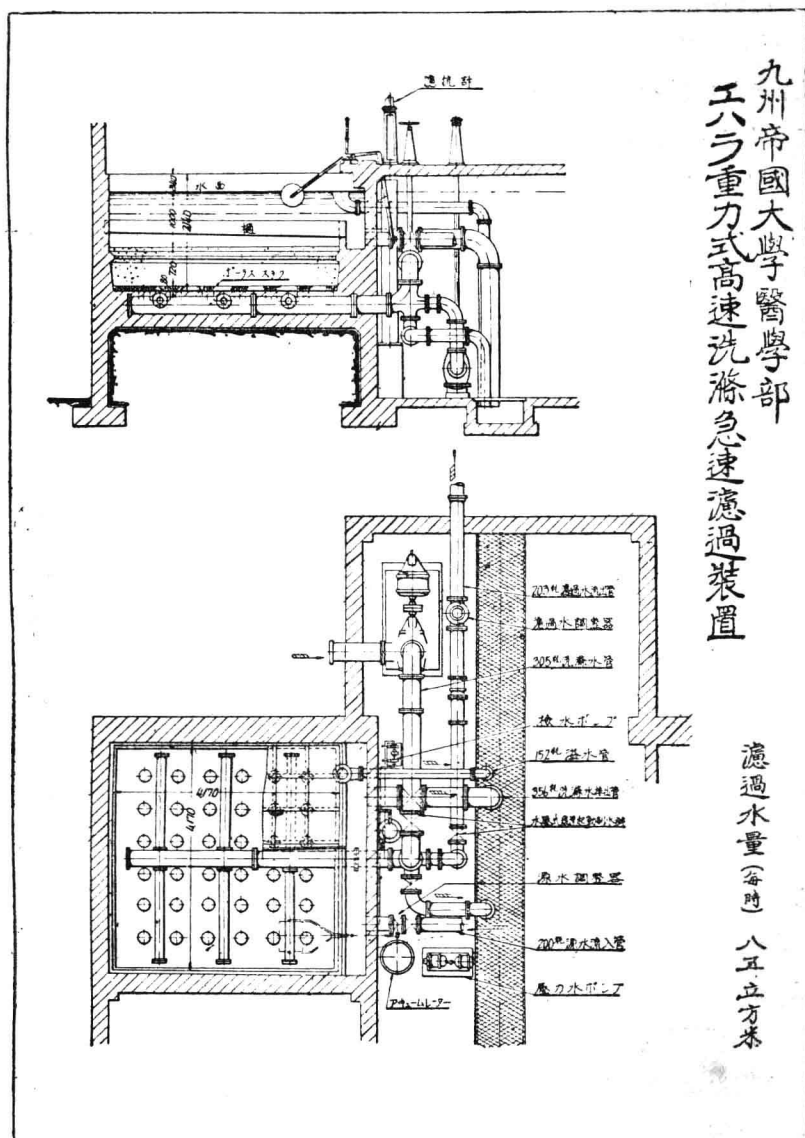
デウリフティングサンド型(Drifting sand) は翼車の代りに 壓力水を以て砂を押し上げて洗滌する。

ターンオーバー型はボイラ型にて全体を回轉し砂を移轉せしめてその摩擦によつて洗滌する, 砂利層はなく, 又集水用ストレイナーとして小さい目のある板のみで噴孔の必要なく洗滌の方法によつて一様に洗滌出來且つ所要水量は少量である。

(b) 重力式中主として用ひられておるものは, バターンソン, キャンデイ, ジェウェル(Jewell) 等である, 何れもその集水装置, 洗滌



第 57 圖 重力式濾過池一般断面圖



第 58 圖

装置に特徴を有してゐる、主に矩形で殆んど總て鐵筋混凝土の構造物である、その集水及び噴出孔の形は第五十二圖の通りである

がその他の特徴としては次の様である。

バターソンは清水のみを噴出孔を通じ一様に噴出せしめて洗滌し、キャンディは初め壓搾空気を送つて砂層を攪亂して後清水を送る、又ジュエールは、一旦砂層を棒状にて搔き交せてから清水を噴出せしめる。

キャンディの如く空気と水とを用ふる時は水量は減するが別に壓搾空気槽を作る必要を生じ、又ジュエールには攪拌機を取付ける必要を生ずるから何れにしても一長一短を免れない、但し最近に於ては、この攪拌機を取付ぬ様になつておる。

其他ホイラー式の如く陶土製の玉を用ふるもの、ワグナーボックスの如く、混凝土塊を用ふるもの等がある(第五十二圖)。

重力式の一池の大きさは普通濾過速度を平均毎日120米とし一池の能力一日2,000立方米乃至14,000立方米である、故に一池の大きさは小さきものは3米×5米、5米×6米……大なるもので10米×12米迄である、一般に濾過池の設計は幾分餘裕を含むべきで、かくすれば沈澄剤の量を減じて經費を軽くするに利がある。

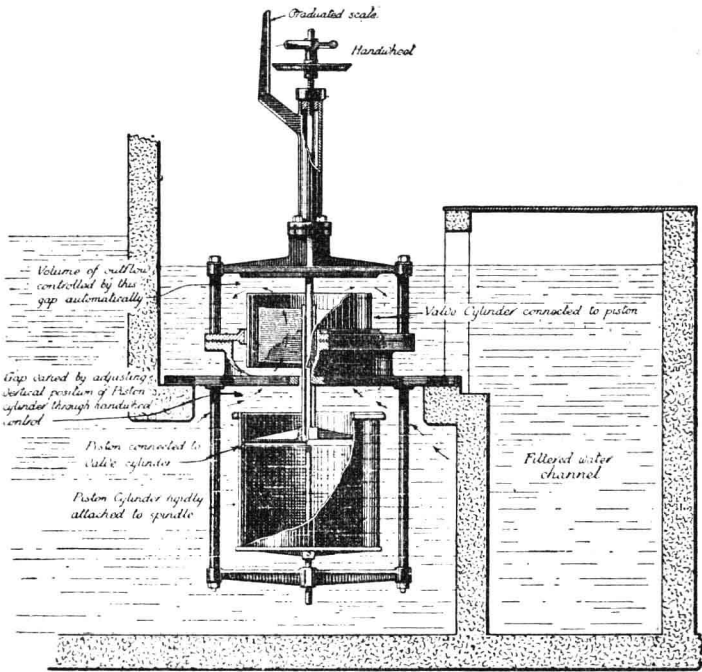
制水弁類は小規模のものは、人力によるも大なるものは、電動式或は水壓式が普通である、而してこれらの操作、計量類、濾過水の見本をとる装置等を一ヶ所にまごめて、操作卓の上に自由にこれらの操作が出来得る様にする。

即ち卓上には損失水頭計、濾過速度計、バルブの制働柄子及指示器、檢水汲揚装置等を便利よく整列せしめる。

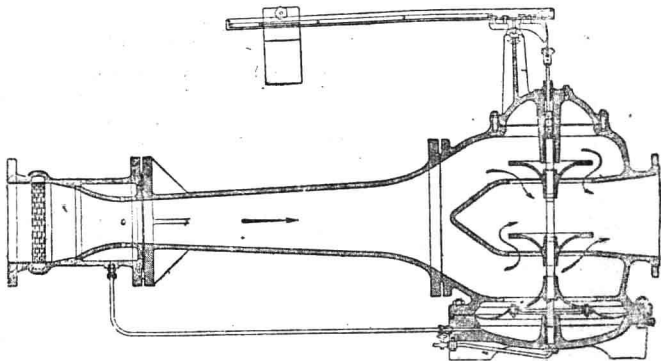
#### ④ 附屬器具

洗滌水自動調節機(Wash controller) 濾過砂層を洗滌するのに一定の壓力を要する爲め水塔を設けるのが普通であるが、流速及び流量を制御する爲め洗滌水自動調節機を用ふる、これはベンチラー型のものご浮子を用ひてるものごあり、何れも流量計、指示

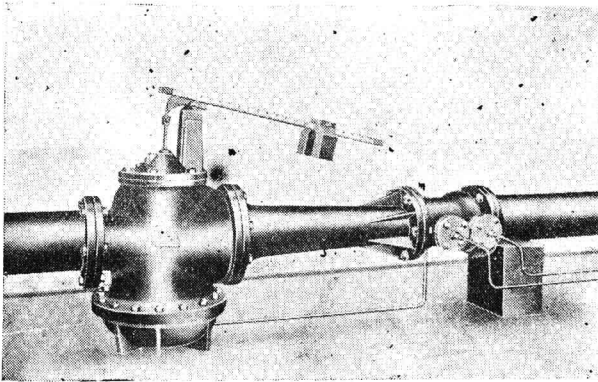
計, 記録計等を有しておる。



第 59 圖 (1) モジュール水量調節機



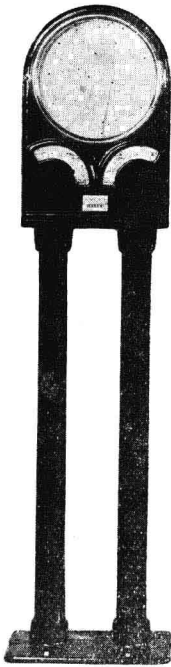
第 59 圖 (b) ベンチュリ式浄水流出自動調節器



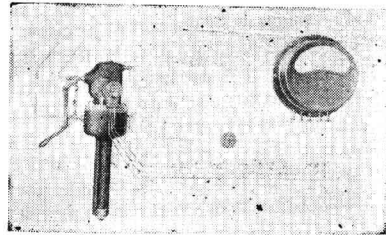
第 59 圖 (c) メンチユリ式浄水流出自動調節器

流水自動調節機も同様の構造である。

**検水汲揚装置** 濾過されつゝある浄水が、果して良質なるか否



第60圖(a) 損失水頭指示及記録器



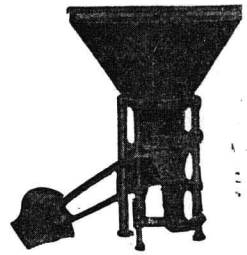
第60圖(b) 損失水頭指示器

かを検する爲め操作台上にて採取するもので、台上に瓶子盃を伏せゼットにより真空となし浄水流出管よりの分岐管によつて管内に導かれる様にしたものである。

**水頭計** 濾過膜の厚くなるに従ひ濾過水頭の増大するのを示す計器で普通指示及び記録する様になつておる。



**薬品投入器** これは混和池にて源水に一定量の硫酸礬土等を混入せしむる爲めに、定量液をつくる器械である、乾式と湿式と二種あつて乾式は圖の如く上方ホッパーに硫酸礬土を投ずれば定量づつ下に落ち、ジェットによつて水に混入し管により混和池に導かれる、湿式は硫酸礬土を一定量の水に溶解せしめ定量水として混和池へ導かれるものである。



第61圖 硫酸礬土溶解器

⑤ **大阪市の例** 大阪市第四回擴張工事に於ては昭和五年三月新に機械濾過池を完成した、その大體の構造は、濾過池數12内 2池を豫備とし、各長11米、幅8.5米、深3.3米、濾過面積79.33平方メートルの鐵筋混凝土造矩形槽で管廊を隔て、六池宛兩側に配置してある。

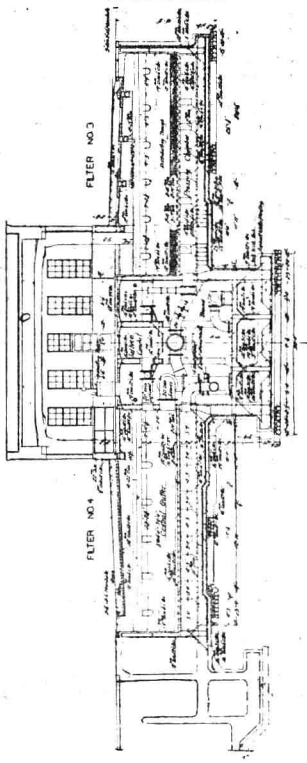
管廊は幅6.1米、長65米餘とし廊内には流入渠、流入管、流出管、洗滌水管、排水管、汚水管並に濾過速度調節機等を配置し、床下は淨水渠及汚水渠に充てゝある、管廊上部には兩側に濾過池の一部を取入れて上家を設け上家の外側部の濾過池表面は鐵筋混凝土覆蓋を設け塵除凍結その他に備ふ。

濾過池の構造は中央を劃して縦に幅8.61米の混凝土水渠を設け兩側に濾層を配置せるものにして、池の底部は複床式とし上床は、厚76厘の砂層下に35.6厘の砂り層より成る、濾層を支持して心々30厘に配列にしてある漏斗形窩による集水装置を形成して下床との間に深75厘餘の壓力水室を設けてある濾過作業用各種瓣類は總て水壓開閉式であつて一池毎に操作台を置き、開閉用把手、濾過水量指示並に記録計、損失指示計並に檢水汲揚装置を配列してある。

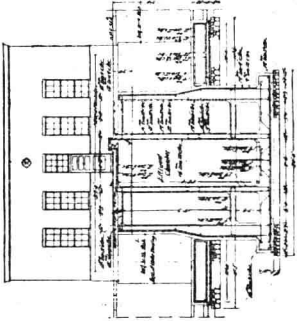
濾過速度は一日約120米で各池の濾過水流出管には、米國シムプレックス、バルブエンド、メーター會社製濾過速度調節機を備へ速度を一定に維持して流出量を自働的に調節してある。

SCALE FOR SECTIONS

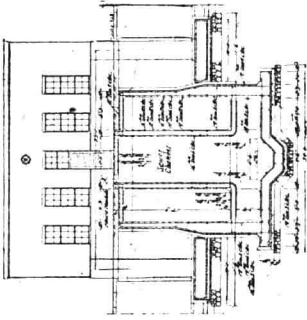
SECTION B-B.



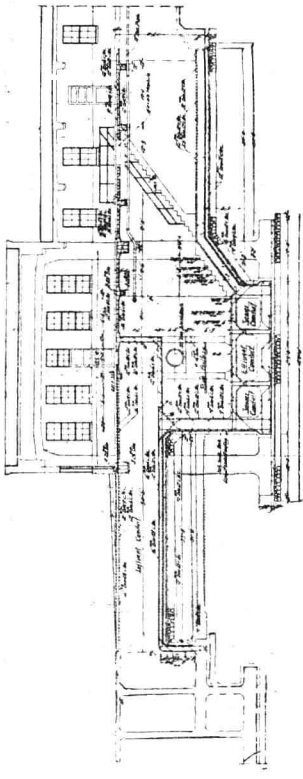
SECTION D-D.



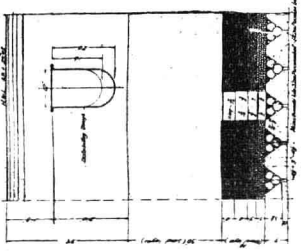
SECTION E-E.



SECTION C-C.



DETAIL OF FILTER BOTTOM.



SCALE

濾過の洗滌は壓力水のみによるもので、濾過場本館頂部に設備してある水槽(容量280立方米)より洗滌水量調節機を経て淨水を濾過池底部の壓力水室に導き集水装置を通じて濾層の全面に逆流せしむるもので、洗滌後の汚水は濾層上部に1.8米おきに配列しておる、側樋によつて中央水渠に集められ排水管を経て排除せられ汚水溜に到るものである。

洗滌水槽への給水は配水本管より分岐しておる水管によるもので、槽内常水位は濾過池側樋面以上約11.5米とし、槽の入口には自動調整瓣及水位計を取付け水位の調節及指示に便しておる。

### 第二十九節 其他の淨化法

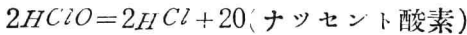
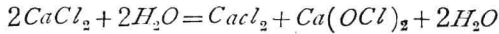
① 鹽素滅菌 細菌の大部分は沈澱及び濾過によつて混濁と一所に除去せらる、通常之を飲用することが出来るけれども、地表水を源水とする場合には、殘存細菌中に病原菌が存在しておる場合があるかも知れぬ、これが爲め最近十數年來滅菌法は、水道に於て重要視せらるゝ様になつた。

滅菌法として用ひらるゝ方法に、オゾン滅菌、紫外光線滅菌、鹽素滅菌等であるが、經費の点より鹽素滅菌が最も廣く用ひられておる、1924年の調査によれば、北米合衆國の人口の七割は、液體鹽素にて殺菌した水を飲用しておると云ふことである。

又は源水が大湖溪川等にて、清淨であつて、何等淨化處理をほごす必要はないが、萬一の爲めに滅菌法をなす場合もある。

鹽素滅菌は、主として漂白粉(Bleaching powder) ( $CaOCl_2$  或は  $CaCl(OCl)$  或は液體鹽素にて、最近後者を使用する方が多くなつて來ておる。

漂白粉は、その中に含む有效鹽素(Available chlorine)は、普通35%位で40%或は44%は石灰(Lime)である、化學作用は次の通りである。



残留 發 散 水

鹽素そのものは滅菌作用はないもので、化學式で見る如く次亞鹽素酸 (Hypochlorous acid  $HClO$ ) より遊離したナツセント酸素が、烈しい滅菌作用をするものである、この点では、鹽素瓦斯も同様である。

漂白粉の使用量はその中に含む有効鹽素量によつて定まるもので、水質、溫度、人の味覺等によつて異なるが水1立につき0.6甁以内なれば味覺に感じることはない。

漂白粉を加へるのに濾過前にすれば残留物を除去する效力があるが、多量を要し且つ多少濾過作用を害する恐れがある、故に一般に淨水池へ入る前に作用せしめるか、唧筒井の底に近く作用せしめておる。

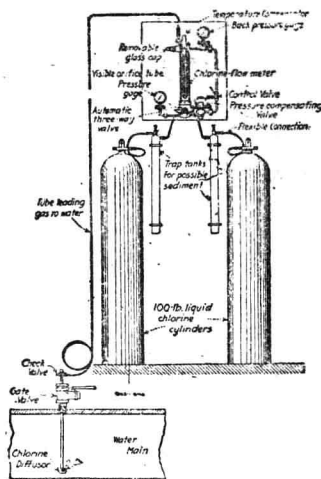
近時漂白粉の使用は漸次減少し現今主として液體鹽素を用ふる様になつた、これはその注入装置が簡單であり鹽素の量が明瞭で效力は長く不快の残留物を残さない、歐米に於ても、新計畫の淨水場で全部この液體鹽素を用ひておる。

この液體鹽素は鹽素瓦斯を壓縮して液體となし鋼鐵製筒に貯へられておる、筒内の壓力は攝氏零度に於て 3.8甁/噸、50度に於て 15甁/噸、普通 7~8甁/噸であつて溫度によつて壓力は變化するがこの貯藏筒より調節鹽素注入器へ連絡し一定量を注入することが出来る様になつておる、この鹽素注入器は二種あつて、一つは鹽素を瓦斯體のまま水管内に挿入してある噴出口より注入するもの他は

塩素瓦斯をある一定溶液として注入するものがある、第六十三圖は、その一例である。

注入量は一般に100萬分の0.2乃至0.5で、有機物の多い時は、100萬分の1.0に及ぶことがある。

各都市塩素注入量を示せば次の通りである。



第63圖 鹽素注入器

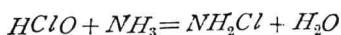
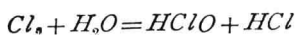
#### 鹽 素 注 入 量

| 水 道 名         | 鹽素注入量      | 摘 要                          |
|---------------|------------|------------------------------|
| Torsdaie ph.  | 100萬分の0.26 | 注入器<br>Wallace & Tiernan 會社製 |
| Walton London | 100萬分の0.26 | Paterson 會社製                 |
| 大 阪 市         | 100萬分の0.2  | Wallace & Tiernon會社製         |

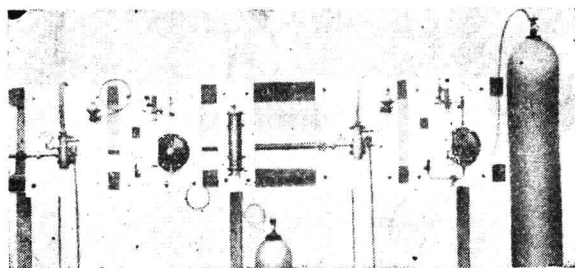
② **クロー・アミン滅菌機** これは、液化塩素及液化アムモニアを注入して滅菌するもので、源水が石炭酸を含む工場排水等を混じておる時は塩素滅菌のみにては、浄水にクロロホルム臭又は沃度ホルム臭を残す、この場合クローアミンに依る時は完全にこの臭味を除去することが出来る。

又クローアミン滅菌は細菌の復活現象を起さず、従つて藻類の發生を防止し、且つ塩素のみの滅菌には往々塩素臭味を残すことがあるが、これによる時は、絶対に臭味を減じない。

クローアミン滅菌法に於ける塩素とアムモニアとの割合は



化學式に示す如く71對17即ち4對1なれど3對1の比にあるを有効とせられておる。



第 64 圖 クロル・アミン滅菌機

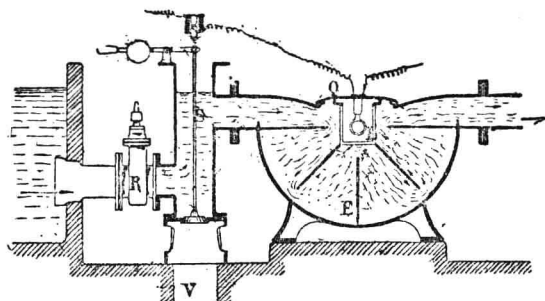
然しながら鹽素は水にある不快の味を残す傾きがある、殊に漂白粉の時は液體鹽素の場合より遙かに感ずるものである、この不快を除くものに無水亞硫酸(Sulphur dioxide)がある、これは壓縮瓦斯として圓筒内に貯えられ定量を出すことが出来る、この無水亞硫酸が鹽素に作用すれば鹽酸及硫酸となつてこれは極く稀薄なる溶液では、殆んど味覺に感じないものである。

### ③ 紫外光線による滅菌法(Sterilization by ultra-violet rays)

紫外光線による水の滅菌法は、水銀燈の高價なる爲め費用の掛る方法である。

紫外線はその水銀燈の周圍を通る水の中へ僅かに浸透して瞬間にして、水中の細菌を殺してしまふ、若し水銀燈の溫度が華氏1450°に達した時は最も效力を發するものである。

この紫外線は不透明體には吸收されて働かない、故に濁度の強い水には利用されないが一度豫備濾過をなした水には最も適しておる。



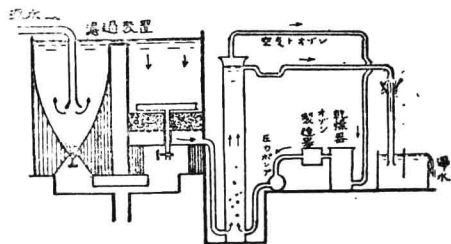
第 65 圖 紫外光線殺菌器

④ **オゾン(Ozone)による滅菌法** オゾンも亦水の滅菌用として用ひられておる、オゾンは乾燥状態に於ては効力は小さいが、一旦水中に入れば非常なる強力となり有機物を酸化する強大なる働きをなすものである。

然しながら經濟價値が充分なる様に、オゾンを作ることは、困難なことで、一般にオゾン産出器(Ozone producer)を用ふる、これは澤山の電極板に高壓電氣(6500ボルト乃至15000ボルト)を通し、その間を乾燥した空氣を通過せし、空氣中の酸素( $O_2$ )をオゾン( $O_3$ )に変化せしむるものである。

この空氣を乾燥せしめん爲めには、生石灰或鹽化カルシウムの中を通過せしめる。

注意すべきことはもし電極板に火花の出ることがあれば、オゾンは製造されず滅菌作用のない窒素の酸化物を生ぜしめる恐れがあ

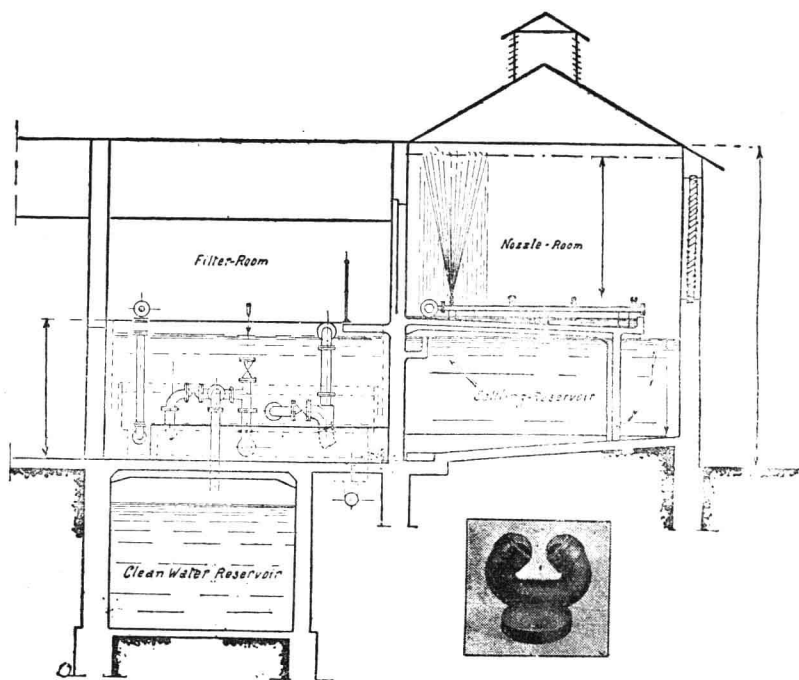


第 66 圖 オゾン殺菌装置

る、又乾燥空氣の温度があまり高い時は能率が上がらず攝氏270度に至れば全然オゾンとならぬものである。

⑤ **鐵分を有する水の淨化** 鐵の化合物は至る所廣く土壤或は

岩石に分布しておつて、炭酸等に溶解せられて水に混する、又は水酸化鐵の状態で水中に膠狀體となつて浮遊する、僅かに水1立中に0.05グレーン鐵分があつても不快の味を感じる、然もこの量の十分の一でも或鐵バクテリアを繁殖せしめて、遂には水管等を閉ぐ様なことになる。



第 67 圖 鐵分アムモニヤ除去濾過機

又酸化鐵で飽和しておる膠狀片が漸次増すに従ひ、暫時にして粉末となり分離し不愉快な臭をして給水管内に流れ込み配水池等で沈殿して細菌の發達を助ける。

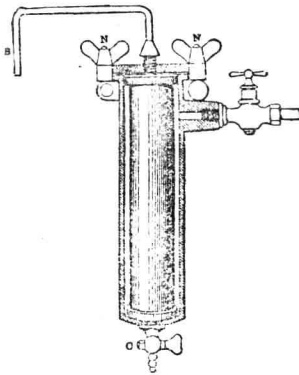
然し鐵の溶解しておる水は、有機物や細菌等の汚染等に關係なく全く別で、唧筒で汲み上げた時は非常に綺麗であるが、暫くすると濁つて錆色になつてきて、且硫化水素様の臭ひがする、これは初



めは溶解性の重炭酸第一鐵(Ferrous bicarbonate)であるが空気に觸れて徐々に酸化し不溶解性の水酸化第二鐵(Hydrated ferri-coxide)となる爲めである。

これを除去するには、酸化作用であるが大氣に放置しておけば、その作用が徐々にあつて實用に適しない、實際にはコークスの詰めてある曝氣塔をつくり、水はコークスの中を通り充分空気に觸れながら小瀑となつて流れる、其の後で普通の緩速濾過によつて淨化せしめる。

⑥ 家庭用濾過機 家庭に於ては炊事用飲料用等として、多量の水を用ひており、家庭の最重要部を占めておるが、上水道のない土地の人々でも一般にその水を淨化して用ふると云ふことを考えない、清淨なる水は天然自然でなければ求め得られぬと確信し淨化法は考えず自己の土地より出る水で甘んじておる實際に於て清淨



第68圖 ベルケフェルト濾過器

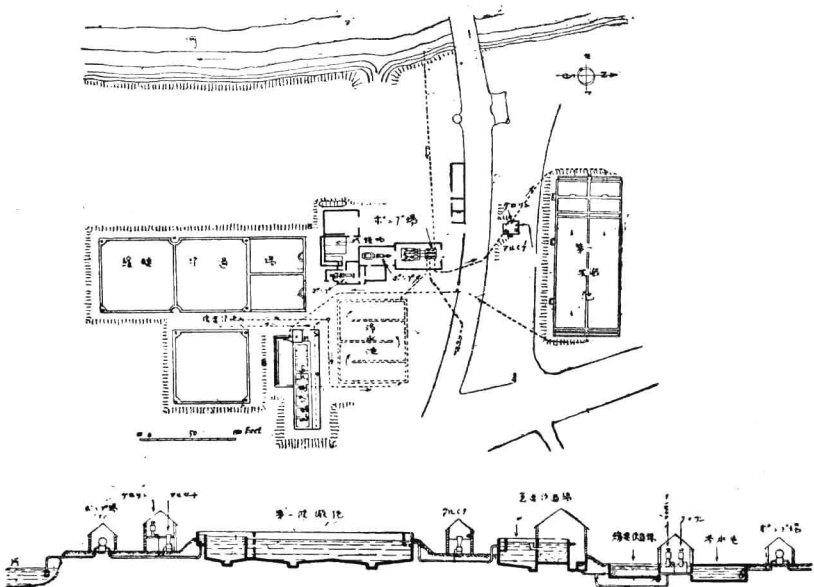
なる水は稀れで多くは何等かによつて、汚濁されておるもので中には人體に危害を與えるものもある。故に家庭に於て井戸、流水或は湧水を飲料水その他に使用する時、その水が果して適當なるか否かを専門家を通じて検査し若し不適當なる時には如何なる處置を

とればよいかと云ふことを知り、それに対して簡單なる方法を講じて後飲料とすべきである、この方法は水質によつて大に異なるも、木炭の如きは最も有效なるものゝ一つである、これは有機物を酸化せしめ水を無色となし且つ汚水より、アムモニヤを吸収する働きがあつて、その處置が適當であれば濾過層として大に利用さるべきである、然しながら家庭に於てこれを使用する時取扱ひ不知の爲め反つて

水を悪化せしめることが往々にある，殊に骨炭(Animal charcoal)を使用する時は，反對に細菌を無數に繁殖せしめることになる。

家庭用として最も安全有效なるものにベルケフェルド濾過器(Berkefeld filter)がある，この濾過材料は珪土を素焼にしたもので空隙多く土管型である，これを同型の鋼製の圓筒に入れ外側より水を入れるれば，この素焼の空隙を通して濾過され内部より取り出す，この素焼の外側面にすべての不純物を残しておる，この効力は二週間位で圓筒を取り出し，表面をブラシで軽くこすり，又湯にて殺菌し再び使用する。

⑦ 二重濾過法 これは獨逸ブレーメンのチッツ氏が考案せられたもので，二個の濾過池を並べ，洪水時普通の濾過速度では不完全なる場合，もう一度濾過する，或は洗滌砂を補給した場合に使用し平素は各池とも獨立して働いておるものである。



第 69 圖 二重濾過法の一例

その他に數回濾過する方法もある、これは第一濾過、中間濾過と完全濾過を行ふもので第一濾過に於ても數個の連続してゐる濾過池よりなり濾砂は第一のもの徑20耗~30耗濾過速度毎時8米の位のもから濾砂徑10耗、濾過速度毎時1.2米位迄あつて順次浮遊物を除去し、その間少しばかりの細菌も取り去る。

中間濾過は濾砂徑3耗位、濾過速度毎時0.3米で水を濾過し大體に於て清淨になつた濾過水を完全濾過池へ送る。

この濾過池は濾砂徑1.5耗、濾過速度は普通で毎時0.1米乃至0.15米である。

掃除方法も普通濾過池と同様にて完全濾過池は年に1回位にて足りる、主に歐洲の工場等にて行はれておるものである。

### 第三十節 硬水の軟化法

① 一般 硬水の軟化法は繁雜なことも無く大きな費用の掛ることもない、軟化剤は廉く又操作も非常に簡單である、石灰はすべての重炭酸鹽にとつては最も廉い抽出附着剤で、炭酸曹達と共に硫酸鹽又は永久硬水とする諸鹽類を抽出附着せしめる。軟化費用はその必要によつて種々異なるものであるが、製造業者は屢々上水道を使用するよりも、唧筒で汲出せる硬水を軟化使用の方が經濟的であることがある。

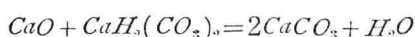
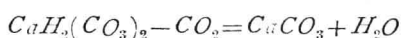
故に水道權威者は、常にかゝる事に意を用ひ硬水であつても、軟化せしめて、一般水道として配水するも、經濟上採算出来るならば國民健康上にも宜しきことである。

然しながら前に述べた様に飲料用としては、硬水は軟水より味のよいものである、而して健康には害はなく、反つて子供の爲めには、その生長を助けることもある。

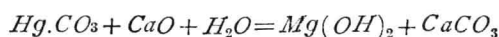
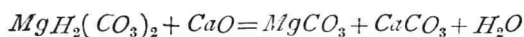
② 一時的硬水の軟化法 カルシウム鹽その他一時的硬水をつ

くる鹽類は炭酸を含む水には溶解するが、その瓦斯體が水中にあつても溶解しない、故に一時的硬水は炭酸が中に溶解しておる間だけ存在する、故にこれを沸騰せしむるを炭酸瓦斯となつて發散し軟水とすることが出来る、然しながらこれば不經濟なもので、大規模の時には行はれない、普通水中に石灰を投入せしめ炭酸と結合して重炭酸カルシウムとなり、遂に炭酸カルシウムとなつて水底に固結沈澱する、この方法で硬度1.5度以上を除去することが出来る。

投入すべき量は硬度1度に對して水1立方メートルにつき石灰19瓦乃至21瓦であつて、石灰乳或は汁として、作用せしめるもので反應は次の如くである。



重炭酸マグネシヤも、亦石灰によつて摘出せられる、然し炭酸マグネシヤは、少量水に解けるから、確定的には行はれない、加ふべき石灰も不溶性の水酸化マグネシヤの形で残る様に加えねばならぬ。



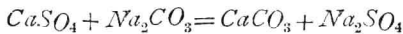
反應は、投劑後直ちに始まるが、完全に化學變化し終るには時間を要する、且つその沈澱するにも餘程の時を要する故反應室は、初めから餘裕を見込みて使用前沈澱せしめる爲め貯水し得る様にせねばならぬ。

③ 永久的硬水の軟化法 永久的硬水を軟化せしむるには、精煉せる曹達灰を加へることが必要である、この曹達灰は石灰石や石炭と共に硫酸曹達を焼いて産出せる炭酸曹達である、かくして出來た黒い灰の水にて處理すれば苛性曹達、炭酸曹達及び硫

化ソジウムの溶液となる、これを熱してある炭酸瓦斯内を通過させ苛性曹達、硫化ソジウムを除去し、後煮詰めて曹達灰をつくる。

この曹達灰の量は  $Na_2O$  の含有量によつて定まるもので純良なるものは58%を含むものである。

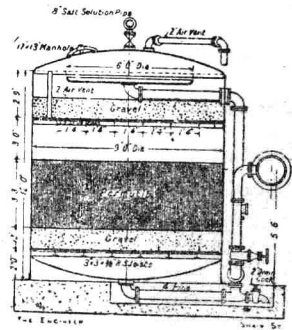
鑛物質の摘出するのは硫酸カルシウムと硫酸マグネシヤが、曹達灰によつて除去し得る炭酸鹽に變化する爲めである、これによつて硬度1.5°迄下げることが出来る、故に石灰汁と曹達灰と両方を用ふれば一時的及び永久的全硬度を3°度迄下げ得ることが出来る、使用すべき曹達灰の量は硬度1°に對して水1立方米につき21瓦位で、その反應は次の如くである。



但し曹達灰の過量の際は、飲料とすれば時に軽い下痢を催すことがある、軟化された水を検査するには、硝酸銀を滴下する、若しこの軟化剤が過少なる時には、水は乳白色となり過多の時は暗褐色を呈し若し過不足なき時には淡黄色となる。

硬水軟化機に デスルマウックス (Desrumaux) 軟化機がある、これは圓筒で大小二つに分かたれ、硬水は流速を利用して、一定の曹達灰又は石灰を混入し簡単な濾過層を通して硬水を軟化せしめるものである。

④ パームチツト劑使用 (Permutit system) 現在まだ廣く行はれておらぬが、硬水を零度迄下げ得る效がある、これは人工沸石で伯林のGaus 教授の研究になつたものである、パームチツトは一般ガラス製造に用ふる竈に陶土3、砂6、曹達12の割合に混じ熱してつくられ、その成分は  $SiO_2$  46%、 $Al_2O_3$  22%、 $Na_2O$  13.6%、水 ( $HO_2$ ) 18.4%であ



第70圖 パームチツト使用機

る。

これを用ふるには、密閉せる圓筒槽に1米内外の層に、ソシウムバームチットを敷き硬水を濾過せしむれば、水中のカルシウムやマグネシウムは、バームチットのソジウムと替り鹽化カルシウム、或はマグネシウム、重碳酸鹽 硫酸曹達を残す、これは純化學變化であるから洗滌物等をのこすことはないがバームチットの活動性は、漸次に失はれる、この時は單に鹽の溶液を加ふれば再生するものである；このバームチットは、實際上は殆んど永久的のもので再生をくり返しても、變化を認めないが洗滌する度に少量づつ流れ去るから少しづつ補充する必要がある、それは一年につきバームチット全量の約3%位である。

その他硬水軟化機にはバターソン、スティームプーリファイヤー、マザーエンドプラット型等がある。

何れも、藥劑を加へて軟化せしむるものであるが、緩速式と急速式があつて、何れかと云へば、緩速式の方が確實味がある。

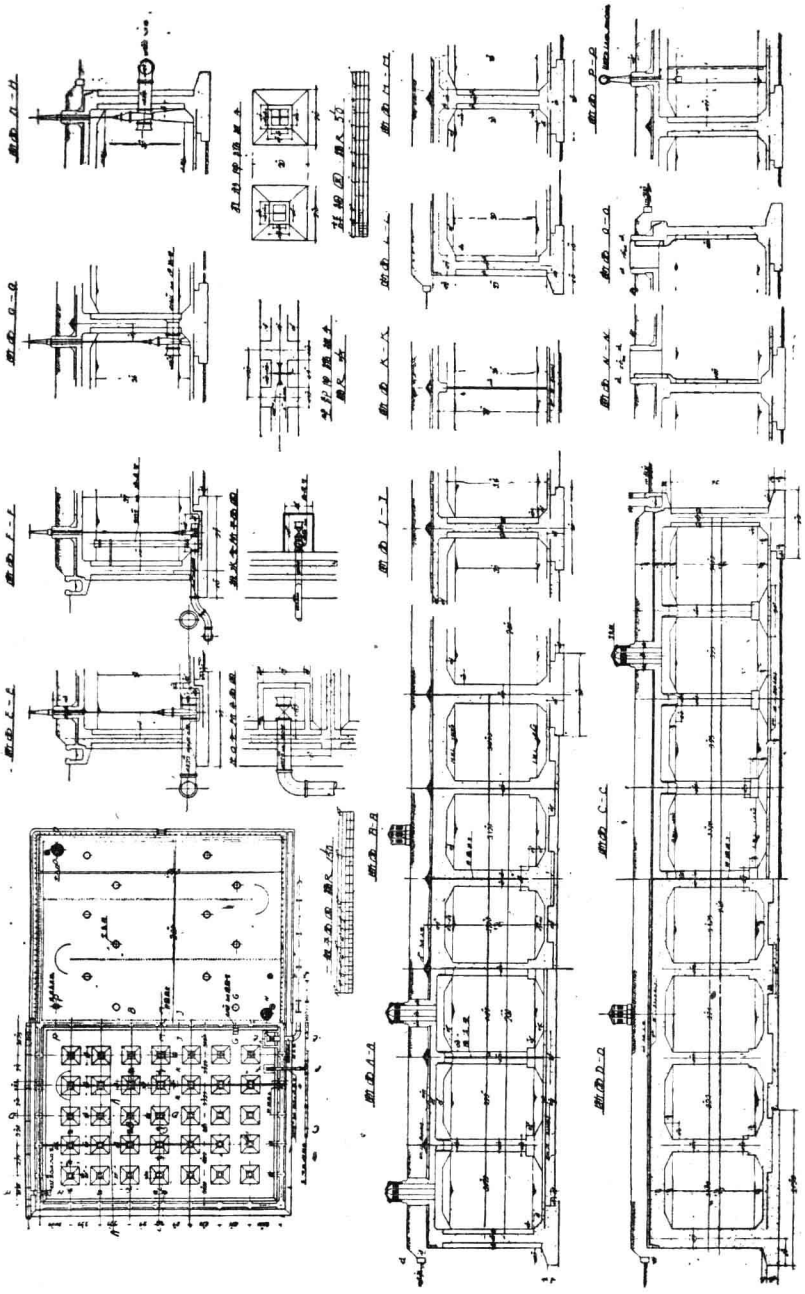
### 第三十一節 配 水 池 (Service reservoirs)

配水池の用途は濾過速度一定にて水量は常に變はらざるに反し所要給水量は第二章第二節に於て述べたる様に一日中に於ても變化する、その變化に應じて調節する様に又一旦火災を生じて多量の水を要する時等に必要で、かような必要によつてつくられる配水池の大きさは1日最大給水量の3時間分乃至4時間分にて足る。又水源が遠く導水路は長く時々故障の生ずる恐れある時、又はその他に修繕を要することが考えられる時には、配水池の大きさは、少くとも1日最大給水量の3日分又は10日分とする必要がある、要は土地の状況によるが我國では、3時間乃至5時間のものが多い。

配水池に二通りあつて、一つは自然ながらに高位地に作られるか或は高位地に作つて、淨水を唧筒によつて汲揚げる場合自然流

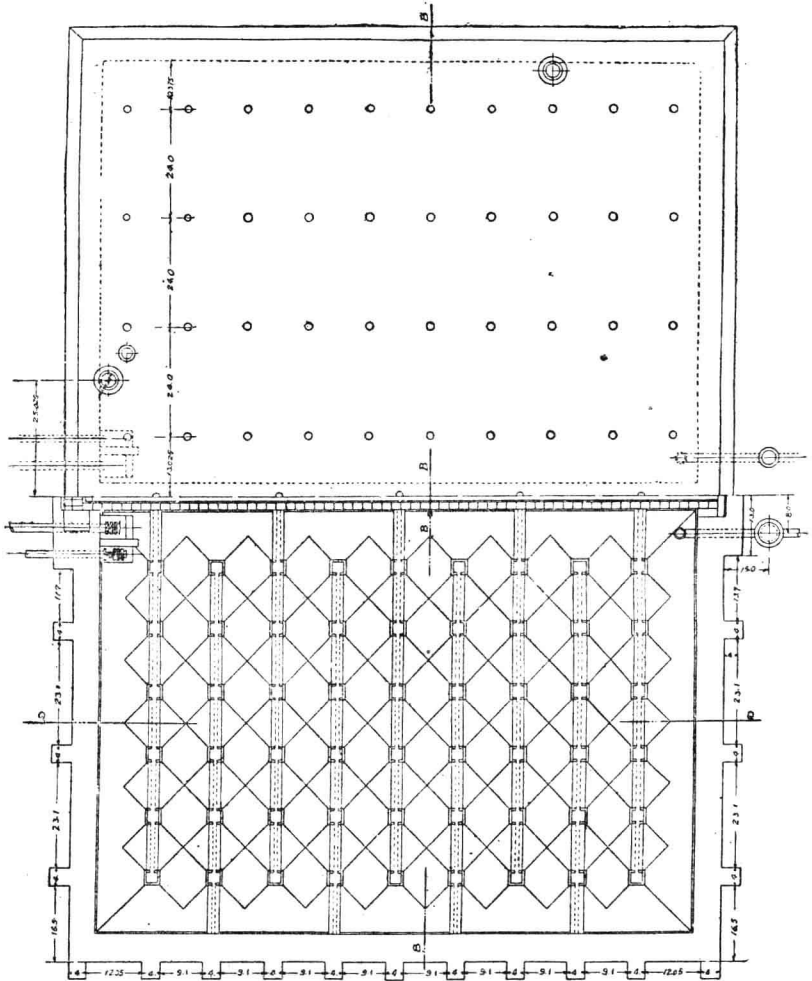
配水池之圖

配水池 竣工圖

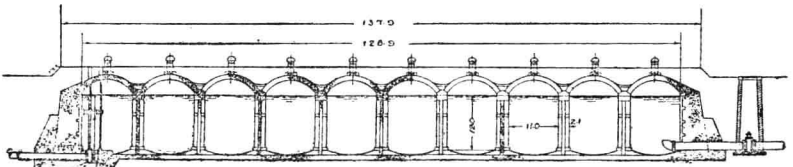


第 71 圖 六分市水道配水池之圖

平面



Q-Q断面

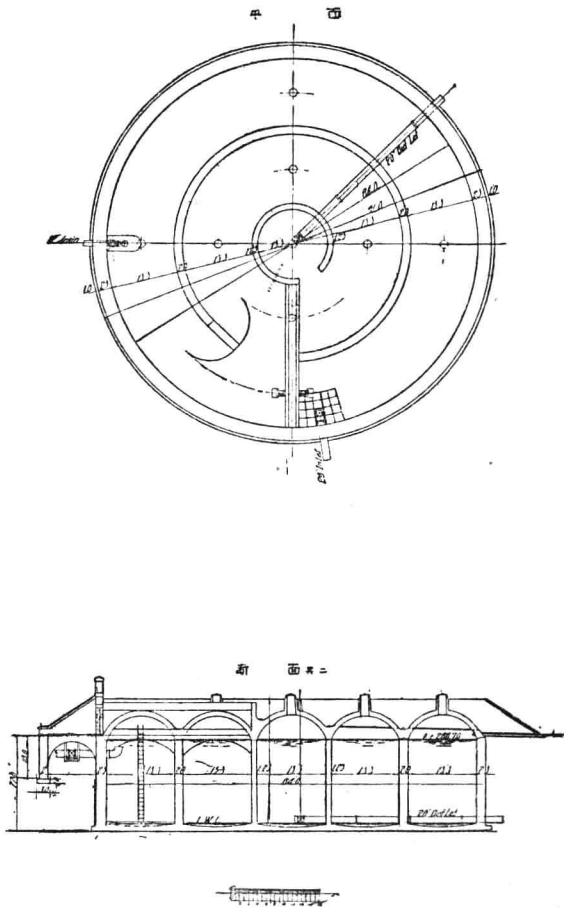


第12圖(a) 仙台市水道配水池



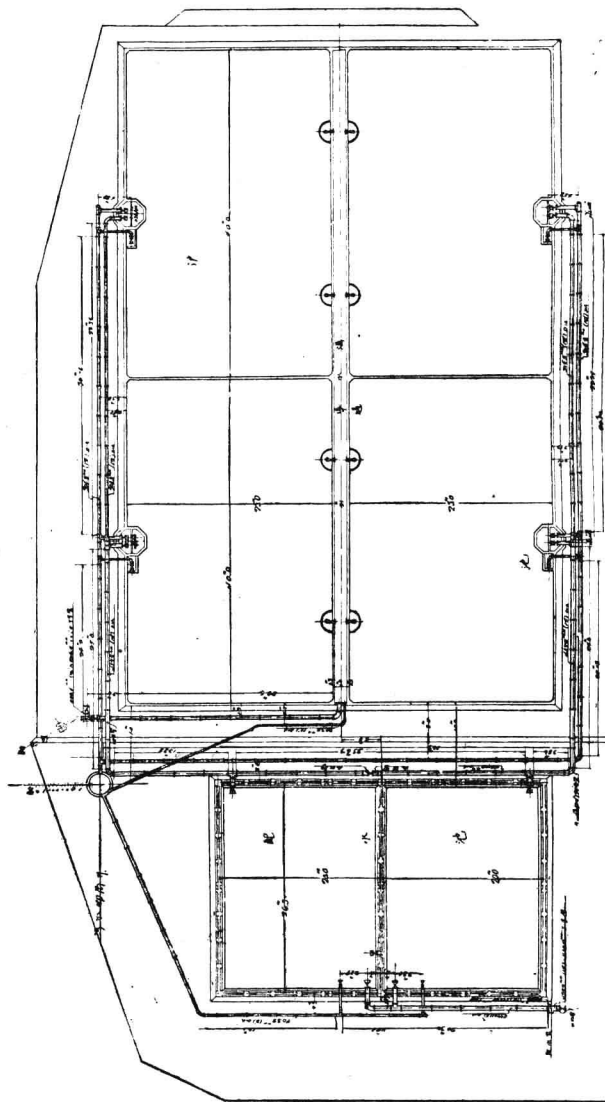
下によつて市内に配水する、一つは濾過水が自然流下によつて流入し得る位置に配水池をつくり唧筒によつて市内に配水する。

前者は停電等により唧筒が停止しても、ある時間市内に配水し得られ、且つ水の衝撃も少ないが、土地の状況によつては不可能であつたり、出来ても工費が非常に大になる、後者は普通に出来得る方法であるが、唧筒の停止或は配水の急激な変化のある時には水の衝撃の起る缺点がある。



第72圖(b) 京城水道配水池

# 淨水場鐵管配置圖



第 12 圖(c) 大分市水道淨水場鐵管配置之圖

配水池の形は主に正方形或は矩形であるが正方形の方が經濟的である、又側壁を節約する爲め圓形とすることもある、一般に全部有蓋としその上厚さ約0.5米乃至1米の土覆とする、これは温度の變化及び藻類の發生を防ぐもので所々空氣抜きをつくる、配水池は水のない時地下水浮力に抵抗出来る様且つ側壁も土壓に耐え得る様に設計する、水を入れた場合にもやはり安全であるか否かを檢算する、蓋は主に拱形であつたが近時鐵筋混凝土のスラブ式とするものが多くなつた。

流入管は配水池の片隅に設置し制水弁にて水を統禦する池内は隔壁にてさへぎり、水は循環しつゝ停滯することなく流出管に至る、流出管には別に流出井を設け、自動的に水量を調節することもある、又所々に溢管を設け水位の過高するを防ぐ様にする、普通深さ2.5米乃至5米である。

近時池内の隔壁は、水頭を増す欠点があるので廢止される傾向がある。

流入管の大きさは最大濾過能力に對する大きさであるが流出管の大きさは、一時間最大配水量に相當するものが必要である。

## 第三編 配水設備

### 第九章 配水管

#### 第三十二節 鑄鐵管(Cast iron pipes)

鑄鐵管は、水道用として古くより使用せられておるもので、色々な形(異形管)に鑄造せられる爲め支管或は曲屈する時に非常に便利である、又その接手は多小屈曲延縮が自由であるから、少しの曲線には異形管を用ひずして曲げられ又温度の變化による伸び縮みに耐え得る。

近來材質、鑄法共に進歩して在來の鑄鐵管に比して、その材質が緊密となり、同じ水壓に對しても管の厚さを薄くすることが出来る様になつて來た、これを高級鑄鐵管と稱しておるが、今後の水道鑄鐵管は、全部これに代るものと考へられる。

現在徑75耗乃至1500耗迄鑄造せられ、長さは3米乃至4米である、比較的腐蝕されないが、石灰、石炭骸等の多く含む地質には、犯されやすい、又管内を流れる水に $H_2CO_3$ を含むか、あまり軟水過ぎる時は内面に酸化鐵( $Fe_2O_3$ )の隆起物を生じて水流を防げることがある。

管の厚さを定むる一般式は

$$T = \frac{Pd}{2S}$$

茲に  $T$ =管の厚さ

$P$ =水壓

$d$ =管徑

$S$ =許容應力

これを鑄鐵管に應用するには、 $s$ を250噸/釐<sup>2</sup>とし、水壓も使用水壓と衝擊水壓とをさる、この衝擊水壓は使用水壓の約 $\frac{3}{4}$ に相當

する。

又腐蝕に對する餘裕も見込み我國水道調査委員會に於て決定したる式は、次の通りである。

$$T = \frac{(P+P')}{2 \times S} + 8.5 \left( 1 - \frac{d}{2125} \right)$$

茲に  $T$  = 管厚さ (耗)

$P$  = 使用水壓 (呎/標<sup>2</sup>)

$P'$  = 衝擊水壓 "

$S$  = 鑄鐵許容應力 (250呎/標<sup>2</sup>) 高級鑄鐵 (400呎/標<sup>2</sup>)

$d$  = 管内徑 (耗)

普通高壓管と低壓管とに區分し、高壓管は使用水頭 75 米 (7.5 呎/標<sup>2</sup>)、衝擊水頭 55 米 (5.5 呎/標<sup>2</sup>) とし、低壓管は使用水頭 45 米 (4.5 呎/標<sup>2</sup>) 衝擊水壓は同じとすれば

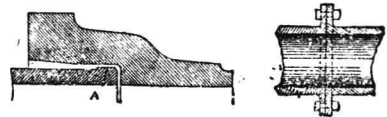
高壓管の場合 普通鑄鐵管  $T_{耗} = 0.022d + 8.5$

高級 "  $T = 0.013d + 7.5$

高壓管の場合 普通 "  $T = 0.016d + 8.5$

高級 "  $T = 0.009d + 7.5$

鑄鐵管には第七十三圖の如く、一端は挿口他端は承口となつておるもの、又はフランジ型

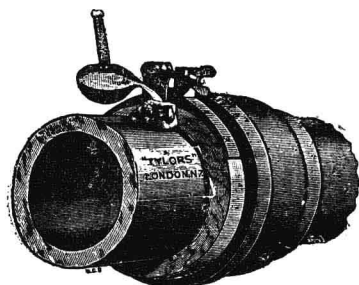


第 73 圖

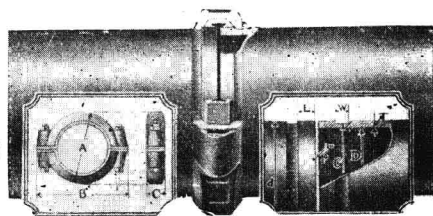
となつておるものがある。

鐵鑄管の接手法は、承口 (socket) へ他の鐵管の挿口 (Spigot) を軽く挿入し、ヤーン又はジュートと稱する麻を固く打込み、承口の中ばを埋めて後鉛注入帶を接手に、取付け一方口より鉛を注入し、よく搗き固めて (Coaking) 防水帶とするこの鉛に二種類あつて、一つは溶解せしめて注入するもの、一つは鉛糸 (Lead wool) と云つて糸の様に細い鉛を束にしたもので、これはそのまま接手に入れてかきめる、これも結果は良好であるが、管徑の小さい時には高價と

なる、注意すべきは、ジュート(ヤーン)が防水の主要物であることで、これを完全に詰め込まぬ限り如何に鉛を、かしても有効とはならない。



第74圖 鉛の注入法



第75圖 ビクトリック接手

その他リーダイト(Leadite)と稱し接手に注入後たゞき固めなしにて防水帯となるもの、又ヴィクトリックジョイントと云ふ屈曲自由の金物の帯を接手に締めつけて防水帯とするもの等ある、但しこれは普通の承口挿口には應用出來ず管の兩端が突縁になつておる場合に限るものであるが、幅の狭い堀鑿箇所にあつてもよく仕事が出来得る得点がある。

鑄鐵管の埋設後の生命は明かでないが、普通の状態であつては50年位は安全と見られておる、但し古くなれば管の内面に隆起物その他のものが附着し流速を防げる爲め、初めに管徑に於て餘裕を見込んで置く必要がある、第四章第八節③に於ける様に管内の流速は

$$v = C r^{0.63} S^{0.54}, \quad Q = A.v. = C.A.r^{0.63} S^{0.54}$$

通水年數により通水量の減度は係數Cにて表はせるが、實驗の結果大體次の如き結果である。

第三十八表 C の 値

| 管 徑      | 新   | 通   | 水   | 年   | 數  | 一  | 年   |
|----------|-----|-----|-----|-----|----|----|-----|
|          |     | 4年  | 9年  | 15年 | —  | 26 | 30年 |
| 250耗     | "   | 5   | 10  | 17  | 26 | 37 |     |
| 300      | "   | 5   | 11  | 18  | 27 | 39 |     |
| 400      | "   | 5   | 11  | —   | 29 | 42 |     |
| 600      | "   | 6   | 12  | 19  | 30 | 43 |     |
| 700      | "   | "   | "   | 20  | 30 | 44 |     |
| 900      | "   | "   | "   | "   | 30 | 45 |     |
| 1000     | "   | "   | "   | "   | 30 | 45 |     |
| 1200     | "   | "   | "   | "   | 31 | 47 |     |
| 1500     | "   | "   | "   | "   | 31 | 47 |     |
| 使用すべきCの値 | 130 | 120 | 110 | 100 | 90 | 80 |     |

これによつて見れば大體小鐵管の時は90, 大鐵管の時は100を用ひて計算すれば大過なきことと思ふ。

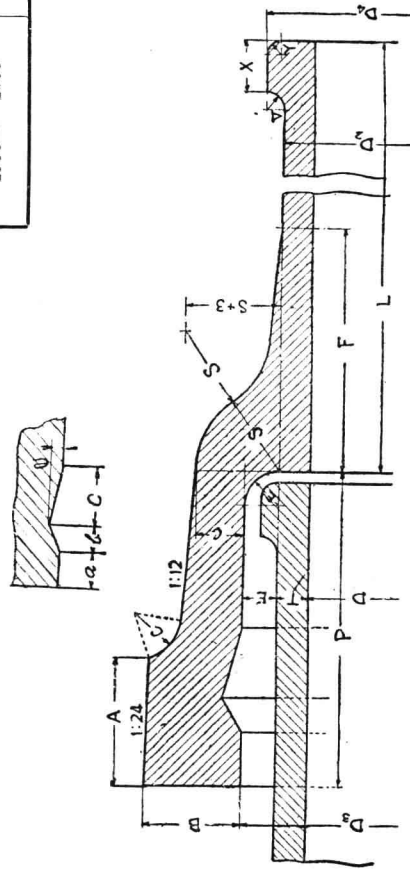
普通直管  
壓管

靜水頭.....75m

$$T = 0.013D + 7.5mm$$

$$D = D_1$$

| 公稱內徑<br>$D$ | 各 部 寸 法 |     |     |
|-------------|---------|-----|-----|
|             | $a$     | $b$ | $c$ |
| 75—450      | 15      | 10  | 20  |
| 500—900     | 18      | 12  | 25  |
| 1000—1500   | 20      | 14  | 30  |



第 76 圖 (a)



直 管

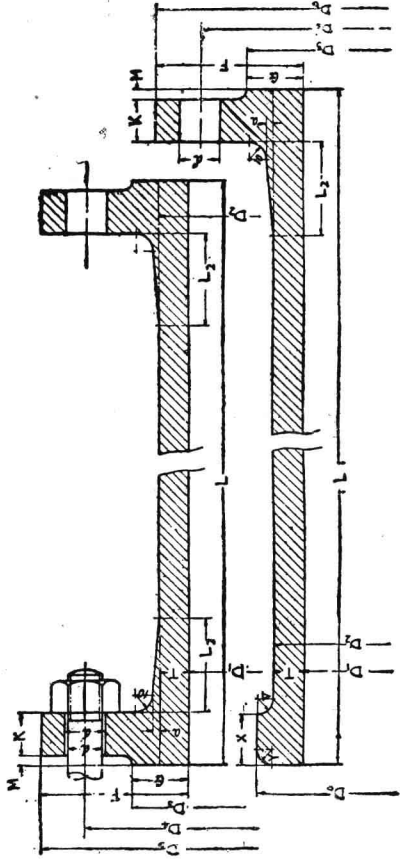
| 公稱<br>內徑 | 管厚   | 實外徑            |                | 承 口 |    |    | 寸 法 |    |     | 插 寸 法 |                |   | 有勁長 | 重 量 |      |        | 公稱<br>內徑 |          |          |          |
|----------|------|----------------|----------------|-----|----|----|-----|----|-----|-------|----------------|---|-----|-----|------|--------|----------|----------|----------|----------|
|          |      | D <sub>2</sub> | D <sub>3</sub> | A   | B  | C  | P   | E  | F   | S     | D <sub>4</sub> | V |     | X   | Y    | L      |          | 承口<br>突部 | 插口<br>突部 | 直部<br>丁米 |
| 75       | 9.0  | 93.0           | 113.0          | 36  | 28 | 14 | 90  | 10 | 70  | 24    | 103.0          | 5 | 15  | 4   | 3000 | 7.02   | 0.166    | 17.1     | 58.5     | 75       |
| 100      | "    | 118.0          | 133.0          | "   | "  | "  | 95  | "  | "   | "     | 128.0          | " | "   | "   | "    | 8.70   | 0.209    | 22.2     | 75.5     | 100      |
| 125      | "    | 143.0          | 163.0          | "   | "  | "  | "   | "  | "   | "     | 153.0          | " | "   | "   | 4000 | 10.10  | 0.251    | 27.3     | 119.0    | 125      |
| 150      | 9.5  | 169.0          | 189.0          | "   | "  | "  | 100 | "  | "   | "     | 179.0          | " | "   | "   | "    | 12.00  | 0.295    | 34.3     | 149.0    | 150      |
| 200      | 10.0 | 220.0          | 240.0          | 38  | 30 | 15 | "   | "  | 71  | 25    | 230.0          | " | "   | "   | "    | 16.30  | 0.382    | 47.5     | 207.0    | 200      |
| 250      | 10.8 | 271.6          | 293.6          | "   | 32 | "  | 105 | 11 | 73  | 26    | 281.6          | " | 20  | "   | "    | 21.30  | 0.626    | 63.7     | 277.0    | 250      |
| 300      | 11.4 | 322.8          | 344.8          | "   | 38 | 16 | "   | "  | 75  | 27    | 332.8          | " | "   | "   | "    | 26.10  | 0.741    | 80.3     | 348.0    | 300      |
| 350      | 12.0 | 374.0          | 396.0          | 40  | 34 | 17 | 110 | "  | 77  | 28    | 384.0          | " | "   | "   | "    | 32.00  | 0.857    | 98.3     | 426.0    | 350      |
| 400      | 12.8 | 425.6          | 447.6          | "   | 36 | 18 | "   | "  | 78  | 29    | 435.6          | " | 25  | 5   | "    | 39.00  | 1.460    | 120.0    | 519.0    | 400      |
| 450      | 13.4 | 476.8          | 498.8          | "   | 37 | 19 | 115 | "  | 80  | 30    | 486.8          | " | "   | "   | "    | 46.90  | 1.640    | 140.0    | 610.0    | 450      |
| 500      | 14.0 | 528.0          | 552.0          | "   | 38 | "  | "   | 12 | 82  | 31    | 540.0          | 6 | "   | "   | "    | 52.70  | 1.810    | 163.0    | 706.0    | 500      |
| 600      | 15.4 | 630.8          | 654.8          | 42  | 41 | 20 | 120 | "  | 84  | 32    | 642.8          | " | "   | "   | "    | 63.80  | 2.160    | 214.0    | 928.0    | 600      |
| 700      | 16.5 | 733.0          | 757.0          | "   | 43 | 21 | 125 | "  | 86  | 33    | 745.0          | " | "   | "   | "    | 86.00  | 2.510    | 267.0    | 1160.0   | 700      |
| 800      | 18.0 | 836.0          | 860.0          | 45  | 46 | 23 | 130 | "  | 89  | 35    | 848.0          | " | "   | "   | "    | 109.00 | 2.860    | 333.0    | 1440.0   | 800      |
| 900      | 19.5 | 939.0          | 963.0          | "   | 50 | 25 | 135 | "  | 92  | 37    | 951.0          | " | "   | "   | "    | 136.00 | 3.210    | 406.0    | 1760.0   | 900      |
| 1000     | 20.5 | 1041.0         | 1067.0         | 50  | 52 | 26 | 140 | 13 | 96  | 39    | 1053.0         | " | "   | 6   | "    | 162.00 | 3.550    | 473.0    | 2030.0   | 1000     |
| 1100     | 22.0 | 1144.0         | 1170.0         | "   | 54 | 27 | 145 | "  | 98  | 40    | 1156.0         | " | "   | "   | "    | 191.00 | 3.900    | 558.0    | 2430.0   | 1100     |
| 1200     | 23.0 | 1246.0         | 1272.0         | "   | 56 | 28 | 150 | "  | 99  | 41    | 1258.0         | " | "   | "   | "    | 221.00 | 4.250    | 636.0    | 2770.0   | 1200     |
| 1350     | 25.0 | 1400.0         | 1426.0         | 52  | 60 | 30 | 160 | "  | 103 | 43    | 1412.0         | " | "   | "   | "    | 282.00 | 4.770    | 778.0    | 3400.0   | 1350     |
| 1500     | 27.0 | 1554.0         | 1580.0         | 54  | 64 | 32 | 164 | "  | 106 | 45    | 1566.0         | " | "   | "   | "    | 343.00 | 5.290    | 933.0    | 4030.0   | 1500     |

# 普通壓管 兩鍔管及び片鍔管

静水頭.....75m

$$T = 0.013D + 7.5mm$$

$$D = D_1$$



第 76 圖 (b)

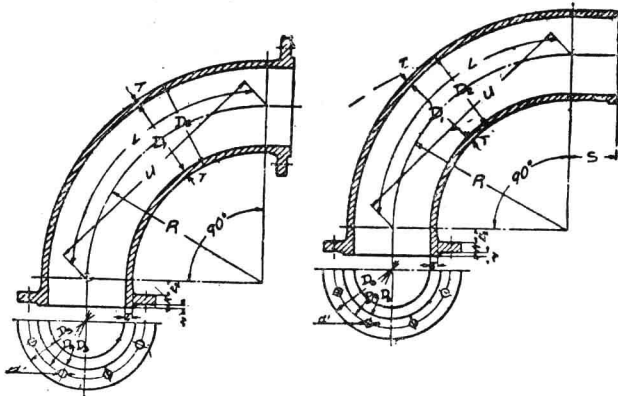
## 兩 鈔 管 及 片 鈔 管

| 公稱<br>內徑<br>D | 管厚   |    | 實外徑            |                | 鈔 寸 法 |                |      |                |   |   | 法 寸 法 |                |                | 插 口 寸 法 |    | 有 效 長 |        | 重 量   |    | 註 |      | 公稱<br>內徑<br>D |       |       |        |        |      |
|---------------|------|----|----------------|----------------|-------|----------------|------|----------------|---|---|-------|----------------|----------------|---------|----|-------|--------|-------|----|---|------|---------------|-------|-------|--------|--------|------|
|               | T    | T' | D <sub>2</sub> | D <sub>1</sub> | F     | D <sub>9</sub> | K    | D <sub>8</sub> | G | M | a     | L <sub>2</sub> | D <sub>4</sub> | 時       | 徑  | 孔徑數   | N      | V     | X  | Y | L    |               | 鈔部    | 插口    | 直部     | 兩鈔管    | 片鈔管  |
| 75            | 9.5  |    | 93.0           | 68             | 211   | 19             | 125  | 25             | 3 | 4 | 50    | 168            | 5/8            | 15.876  | 18 | 4     | 103.0  | 5     | 15 | 4 | 4000 | 4.10          | 0.166 | 17.1  | 59.5   | 55.6   | 75   |
| 100           | "    |    | 113.0          | 69             | 238   | "              | 152  | 26             | " | " | "     | 195            | "              | "       | "  | "     | "      | 128.0 | "  | " | "    | 4.94          | 0.209 | 22.2  | 76.4   | 71.7   | 100  |
| 125           | "    |    | 143.0          | "              | 263   | "              | 177  | "              | " | " | "     | 220            | "              | "       | "  | 6     | "      | 153.0 | "  | " | "    | 5.61          | 0.251 | 27.3  | 98.1   | 87.7   | 125  |
| 150           | 9.5  |    | 169.0          | 70             | 290   | 20             | 204  | 27             | " | " | "     | 247            | "              | "       | "  | "     | "      | 179.0 | "  | " | "    | 6.75          | 0.295 | 34.3  | 116.0  | 110.0  | 150  |
| 200           | 10.0 |    | 220.0          | 71             | 342   | 21             | 256  | 28             | " | " | "     | 300            | "              | "       | "  | 8     | "      | 230.0 | "  | " | "    | 8.72          | 0.382 | 47.5  | 207.0  | 199.0  | 200  |
| 250           | 10.8 |    | 271.0          | 80             | 410   | 22             | 308  | 29             | " | " | "     | 300            | 3/4            | 19.051  | 21 | "     | 281.6  | "     | 20 | " | "    | 12.40         | 0.626 | 63.7  | 280.0  | 268.0  | 250  |
| 300           | 11.4 |    | 322.8          | 82             | 464   | 23             | 362  | 31             | 4 | 5 | 60    | 414            | "              | "       | "  | 10    | 332.8  | "     | "  | " | "    | 15.70         | 0.741 | 80.3  | 353.0  | 338.0  | 300  |
| 350           | 12.0 |    | 374.0          | 90             | 530   | 24             | 414  | 32             | " | " | "     | 472            | 7/8            | 22.226  | 24 | "     | 384.0  | "     | "  | " | "    | 20.40         | 0.857 | 98.3  | 484.0  | 444.0  | 350  |
| 400           | 12.8 |    | 425.6          | 91             | 582   | 25             | 466  | 33             | " | " | "     | 524            | "              | "       | "  | 12    | 485.6  | "     | 25 | 5 | "    | 23.70         | 1.460 | 120.0 | 525.0  | 508.0  | 400  |
| 450           | 13.4 |    | 476.8          | 101            | 652   | 26             | 518  | 34             | " | " | "     | 585            | 1              | 25.401  | 28 | "     | 486.8  | "     | "  | " | "    | 30.30         | 1.640 | 140.0 | 622.0  | 594.0  | 450  |
| 500           | 14.0 |    | 528.0          | 103            | 706   | 27             | 572  | 36             | " | " | "     | 639            | "              | "       | "  | "     | 540.0  | 6     | "  | " | "    | 35.10         | 1.810 | 163.0 | 721.0  | 688.0  | 500  |
| 600           | 15.4 |    | 630.8          | 105            | 810   | 28             | 676  | 38             | " | " | "     | 748            | "              | "       | "  | 16    | 642.8  | "     | "  | " | "    | 42.40         | 2.160 | 214.0 | 942.0  | 902.0  | 600  |
| 700           | 16.5 |    | 733.0          | 114            | 928   | 29             | 780  | 40             | " | " | "     | 854            | 1 1/8          | 28.576  | 31 | "     | 745.0  | "     | "  | " | "    | 54.00         | 2.510 | 267.0 | 1181.0 | 1130.0 | 700  |
| 800           | 18.0 |    | 836.0          | 117            | 1034  | 31             | 886  | 43             | 5 | 6 | 70    | 960            | "              | "       | "  | 20    | 848.0  | "     | "  | " | "    | 67.70         | 2.860 | 333.0 | 1470.0 | 1400.0 | 800  |
| 900           | 19.5 |    | 939.0          | 128            | 1156  | 33             | 990  | 45             | " | " | "     | 1078           | 1 1/4          | 31.751  | 34 | "     | 951.0  | "     | "  | " | "    | 87.40         | 3.210 | 406.0 | 1800.0 | 1710.0 | 900  |
| 1000          | 20.5 |    | 1041.0         | 131            | 1262  | 34             | 1096 | 48             | " | " | "     | 1179           | "              | "       | "  | 24    | 1053.0 | "     | "  | 6 | "    | 100.00        | 3.550 | 473.0 | 2090.0 | 2000.0 | 1000 |
| 1100          | 22.0 |    | 1144.0         | 133            | 1366  | 36             | 1200 | 50             | " | " | "     | 1283           | "              | "       | "  | "     | 1156.0 | "     | "  | " | "    | 116.00        | 3.900 | 558.0 | 2470.0 | 2350.0 | 1100 |
| 1200          | 23.0 |    | 1246.0         | 135            | 1470  | 38             | 1304 | 52             | " | " | "     | 1387           | "              | "       | "  | 28    | 1258.0 | "     | "  | " | "    | 133.00        | 4.250 | 636.0 | 2810.0 | 2630.0 | 1200 |
| 1350          | 25.0 |    | 1400.0         | 146            | 1642  | 40             | 1462 | 56             | 6 | 7 | 80    | 55             | 1 3/8          | 34.9    | 38 | "     | 1412.0 | "     | "  | " | "    | 171.00        | 4.770 | 778.0 | 3450.0 | 3290.0 | 1350 |
| 1500          | 27.0 |    | 1554.0         | 150            | 1800  | 42             | 1620 | 60             | " | " | "     | 1710           | "              | "       | "  | 32    | 1566.0 | "     | "  | " | "    | 200.00        | 5.290 | 933.0 | 4130.0 | 3940.0 | 1500 |

## 曲 管 (90°)

90°兩鏢曲管

90°片鏢曲管



第 77 圖 (a)

「ボルト」孔の配置は管の總ての軸線を水平に爲したる場合に其の鏢面の垂直中心線に對し振分とす。鏢及挿口の寸法は直管に同じ  $L_2'$  は異形管鏢寸法に同じ。

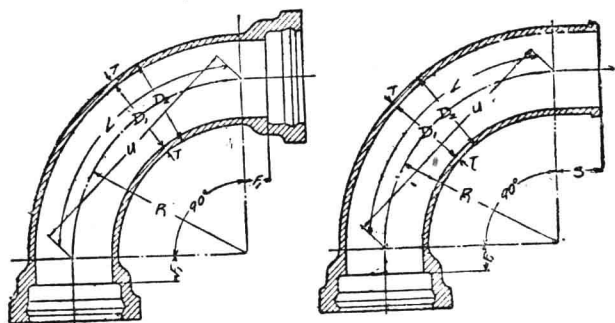
### 90°兩鏢曲管及片鏢曲管

| 公稱<br>内徑 | 管 厚  |       | 實外徑   | 實内徑   | 各 部 寸 法 |        |        |     | 重 量 斤  |        | 公稱<br>内徑 |
|----------|------|-------|-------|-------|---------|--------|--------|-----|--------|--------|----------|
|          | $T'$ | $T_1$ |       |       | $D_2$   | $D_1$  | $R$    | $U$ | $L$    | $S$    |          |
| 75       | 10   | 14    | 93.0  | 73.0  | 250     | 353.5  | 392.7  | 150 | 17.1   | 15.2   | 75       |
| 100      | "    | "     | 118.0 | 98.0  | "       | "      | "      | "   | 21.5   | 19.4   | 100      |
| 125      | "    | "     | 143.0 | 123.0 | 300     | 424.2  | 471.2  | 200 | 27.9   | 27.3   | 125      |
| 150      | 11   | 15    | 169.0 | 147.0 | "       | "      | "      | "   | 35.4   | 35.1   | 150      |
| 200      | "    | "     | 220.0 | 198.0 | 400     | 565.6  | 628.3  | "   | 54.7   | 54.5   | 200      |
| 250      | 12   | 16    | 271.6 | 247.6 | "       | "      | "      | 250 | 75.5   | 78.1   | 250      |
| 300      | 13   | 18    | 322.8 | 296.8 | 550     | 777.8  | 863.9  | "   | 119.0  | 123.0  | 300      |
| 350      | 14   | 19    | 374.0 | 346.0 | "       | "      | "      | "   | 151.0  | 154.0  | 350      |
| 400      | 15   | 20    | 425.0 | 395.6 | 600     | 848.5  | 942.4  | "   | 194.0  | 199.0  | 400      |
| 450      | 16   | 21    | 476.8 | 444.8 | "       | "      | "      | "   | 236.0  | 240.0  | 450      |
| 500      | 17   | 22    | 528.0 | 494.0 | 700     | 989.9  | 1099.5 | "   | 309.0  | 313.0  | 500      |
| 600      | 18   | 23    | 630.8 | 594.8 | 800     | 1131.3 | 1256.6 | 300 | 427.0  | 447.0  | 600      |
| 700      | 19   | 24    | 733.0 | 695.0 | 900     | 1272.7 | 1413.7 | "   | 580.0  | 601.0  | 700      |
| 800      | 20   | 26    | 836.0 | 796.0 | 1000    | 1414.2 | 1570.8 | "   | 765.0  | 786.0  | 800      |
| 900      | 22   | 28    | 939.0 | 895.4 | 1100    | 1555.6 | 1727.8 | "   | 1030.0 | 1050.0 | 900      |

# 曲 管 (90°)

90° 兩承曲管

90° 曲 管



第 77 圖 (b)

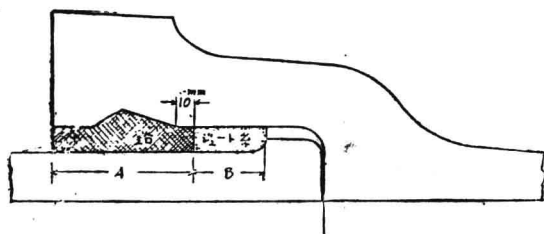
承口及挿口の寸法は直管に同じ。

$D_1$ は異形管承口寸法に同じ。

## 90° 兩 承 曲 管 及 曲 管

| 公稱<br>内徑 | 管厚  | 實外徑   | 實内徑   | 各 部 寸 法 |        |        |     | 重 量 距  |        | 公稱<br>内徑 |
|----------|-----|-------|-------|---------|--------|--------|-----|--------|--------|----------|
|          |     |       |       | $R$     | $U$    | $L$    | $S$ | 兩 承    | 曲 管    |          |
| $D$      | $T$ | $D_2$ | $D_1$ |         |        |        |     |        |        | $D$      |
| 75       | 10  | 93.0  | 73.0  | 250     | 253.5  | 392.7  | 150 | 22.6   | 18.0   | 75       |
| 100      | "   | 118.0 | 98.0  | "       | "      | "      | "   | 28.6   | 23.0   | 100      |
| 125      | "   | 143.0 | 123.0 | 300     | 424.2  | 471.2  | 200 | 36.4   | 31.5   | 125      |
| 150      | 11  | 169.0 | 147.0 | "       | "      | "      | "   | 45.2   | 40.0   | 150      |
| 200      | "   | 220.0 | 198.0 | 400     | 565.6  | 623.3  | "   | 68.9   | 61.6   | 200      |
| 250      | 12  | 271.6 | 247.6 | "       | "      | "      | 250 | 92.2   | 86.5   | 250      |
| 300      | 13  | 322.8 | 296.8 | 550     | 777.8  | 863.9  | "   | 138.0  | 132.0  | 300      |
| 350      | 14  | 374.0 | 346.0 | "       | "      | "      | "   | 173.0  | 165.0  | 350      |
| 400      | 15  | 425.6 | 395.6 | 600     | 848.5  | 942.4  | "   | 221.0  | 213.0  | 400      |
| 450      | 16  | 476.8 | 444.8 | "       | "      | "      | "   | 265.0  | 254.0  | 450      |
| 500      | 17  | 528.0 | 494.0 | 700     | 989.9  | 1099.5 | "   | 340.0  | 329.0  | 500      |
| 600      | 18  | 630.8 | 594.8 | 800     | 1131.3 | 1256.6 | 300 | 475.0  | 471.0  | 600      |
| 700      | 19  | 733.0 | 695.0 | 900     | 1272.7 | 1413.7 | "   | 636.0  | 629.0  | 700      |
| 800      | 20  | 836.0 | 796.0 | 1000    | 1414.2 | 1570.8 | "   | 839.0  | 823.0  | 800      |
| 900      | 22  | 939.0 | 895.0 | 1100    | 1555.6 | 1727.8 | "   | 1120.0 | 1090.0 | 900      |

第三十九表 普通 高級 鐵管継手材料断面寸法表(單位mm)



第 78 圖

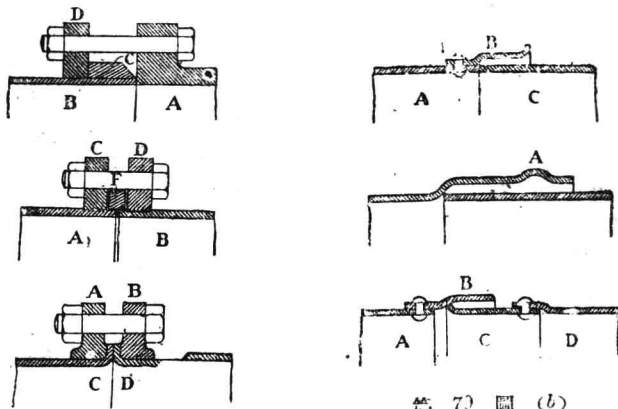
| 管の稱呼<br>(耗) | 鉛の深さ<br>A | ジュート糸<br>の深さB |
|-------------|-----------|---------------|
| 100         | 55        | 25            |
| 125         | 55        | 25            |
| 150         | 55        | 30            |
| 200         | 55        | 30            |
| 250         | 55        | 30            |
| 300         | 55        | 30            |
| 350         | 55        | 25            |
| 400         | 55        | 30            |
| 450         | 55        | 35            |
| 500         | 65        | 25            |
| 600         | 65        | 30            |
| 700         | 65        | 35            |
| 800         | 65        | 40            |
| 900         | 65        | 45            |
| 1000        | 74        | 41            |
| 1100        | 74        | 46            |
| 1200        | 74        | 51            |
| 1350        | 74        | 61            |
| 1500        | 74        | 65            |

第三十三節 鋼管(Steel pipes)

鋼管は水道用として廣く用ひられる、殊に近年種々改良せられてその使用量は激増しておる、佛國の如き10年前迄は鑄鐵管萬能であつたが、近來埋設用としても盛に用ひられ、その延長1000萬米と云はれておる、その利点は鋼板を以て製作するから質が均一で信頼しやすく、強靱なれば薄くて足り重量軽く水管橋用、又は遠方に運搬する時にも便利である、缺点としては鋼板の質如何によつては腐蝕されやすく又異形管をつくるに困難である、然し最近に於てはこの缺陷を大部分改良せらるゝ様になつた、初めは主として鐵板を以て製作しておつたが、これは内面の摩擦を増し、流速を妨げる傾向があつたが、近時は鎔接によつて製作するか小さいものは引拔管をも容易に出来る様になつた、その厚さを決定するには次の式による。

$$T = \frac{Pd}{2S} + 3$$

茲に  $T$  = 管の厚さ(耗),  $P$  = 水壓使用水壓に水の衝擊水壓を加えたもの(噸/釐<sup>2</sup>),  $d$  = 管の内徑(耗),  $S$  = 鋼の許容應力1000(噸/釐<sup>2</sup>)



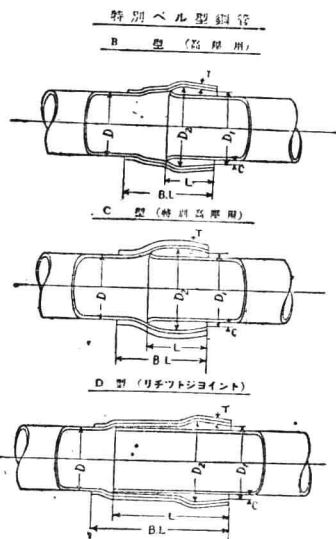
第 79 圖 (a)

第 79 圖 (b)

3耗は腐蝕その他に對する餘裕である、然しながら管内が空であ

つて相當深く埋設せられておるか、又は特別の外力を受ける時には外壓から厚さを決定しなければならぬ、或は鋼管の周圍を山形鋼にて補強するか、周圍を全部或は一部分を混凝土にて包み安全を期せねばならぬ。

接手は一般に突縁としてボルトにて連結せしめておるが、又鑄鐵管の如く挿口、承口をつくつて接ぐことが最近多くなつた、茲に殊に注意すべきは鑄鐵管の時は挿口を承口に入れた時多少餘裕(2耗乃至3耗)のある方が安全であるが、鋼管の場合は完全に挿し込んで餘裕を残さぬ方が丈夫である。その他種々の接手法あるも第八十圖によつて見られたい。



第 80 圖

第四十表 佛蘭西に於ける最近十年間に水道用鋼管延長の増加表

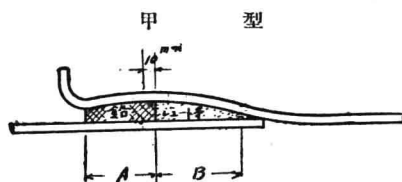
| 年度   | 延長       | 目的  | 年度   | 延長         | 目的  |
|------|----------|-----|------|------------|-----|
| 1921 | 0        | 水道用 | 1926 | 1,106,000M | 水道用 |
| 1922 | 112,500M | "   | 1927 | 1,636,000  | "   |
| 1923 | 234,000  | "   | 1928 | 2,085,000  | "   |
| 1924 | 424,000  | "   | 1929 | 2,500,000  | "   |
| 1925 | 700,300  | "   | 1930 | 3,000,000  | "   |

第四十一表 日本に於ける使用鋼管延長

|         |         |             |         |
|---------|---------|-------------|---------|
| 京 部 市   | 24,000米 | 青 島         | 12,500米 |
| 横 濱 水 道 | 6,000   | 臺 北         | 3,700   |
| 神 戸 市   | 1,300   | 京 城         | 6,000   |
| 製 鐵 所   | 17,498  | 鎮 南 浦       | 10,400  |
| 八 幡 市   | 64,850  | 瓦斯及石油會社     | 150,000 |
| 東 京 市   | 1,500   | 各 遞 信 局     | 20,000  |
| 川 崎 市   | 22,634  | 各 地 簡 易 水 道 | 35,000  |
| 戶 畑 市   | 8,238   | 其 他 都 市 水 道 | 50,000  |
| 岐 阜 市   | 46,041  |             |         |



第四十二表 鋼管継手材料断面寸法表 (単位=mm)



第 81 圖

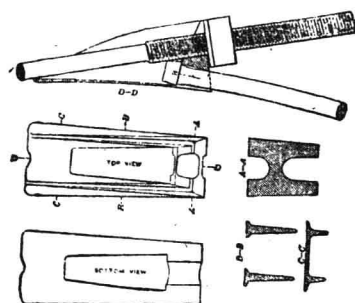
| 種別<br>部位<br>管の稱呼 | 普通 壓 管     |              | 高 壓 管      |              |
|------------------|------------|--------------|------------|--------------|
|                  | 鉛 の 深<br>A | ジュート糸の深<br>B | 鉛 の 深<br>A | ジュート糸の深<br>B |
| 300mm            | 51.0       | 55.0         | 51.0       | 55.0         |
| 350              | 51.7       | 56.3         | 51.7       | 56.3         |
| 400              | 53.7       | 57.3         | 53.7       | 57.3         |
| 450              | 57.0       | 58.0         | 57.0       | 58.0         |
| 500              | 56.0       | 62.0         | 56.0       | 62.0         |
| 600              | 57.5       | 64.5         | 59.0       | 63.0         |
| 700              | 59.0       | 67.0         | 59.5       | 66.5         |
| 800              | 63.2       | 67.8         | 63.5       | 68.5         |
| 900              | 64.0       | 72.0         | 64.0       | 72.0         |
| 1.000            | 66.5       | 75.5         | 66.5       | 75.5         |
| 1.100            | 69.5       | 76.5         | 70.0       | 77.0         |
| 1.200            | 72.0       | 78.0         | 72.0       | 79.0         |
| 1.350            | 74.3       | 82.7         | 75.0       | 82.0         |
| 1.500            | 78.0       | 88.0         | 78.0       | 89.0         |

## 第三十四節 其 他 の 管

① 錬鐵管 (Wrought iron pipes) 昔は用ひたが現今はない。

② 木管 (Wooden pipes) これは木材の容易に手に入りやすき地方で行はれるもので、特点として廉價なること、運搬に便なること、電氣分解のなきこと、温度の變化少きこと、酸鹽に犯されないこと等であるが、高壓管は反つて高價となるから我國では、北海道その他では低壓管に少しばかり用ひておる、種類には、クリ抜き型 (Bore type) とて、くり抜き壓力に應じて、鐵線のまいてあるもの、ステーブ型 (Stape type) とて桶式に木片を以て管をつくり鐵線のバンドあるもの、又は鐵線を機械的に連続してまきつけてあるもの等である。

接手は別に輪をはめるかモルタルで接ぐ、又は鑄鐵で特別の接手をつくる。



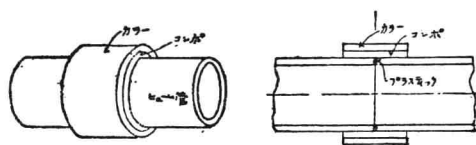
第82圖 木管用バンド

③ ヒューム管 ヒューム管は最近發達したるもので、鐵線にて管をつくりこれを型に入れ特種の製管機械によつて型を回轉せしめ錬りたてのコンクリートを投込む、コンクリートは遠心力の作用により平均に撒布せられ鐵筋に密着して出來上る、その特点とする所は品質均整堅緻且つ無氣泡なれば腐蝕作用を受くることなく高壓に耐え廉價である点である。

又内面が滑かなる爲め流速係數は大である、下は1928年桑港で開かれた水道協議會で發表された結果である。

|                  | ヘーゼン氏公式 | クッター氏公式 |
|------------------|---------|---------|
| ヒューム管            | 140     | 0.011   |
| 普通コンクリート管に上塗せるもの | 120     | 0.012   |
| 金属型又は上等木型を用ひしもの  | 110     | 0.013   |
| 普通流し込みコンクリート管    | 90      | 0.015   |

接手方法は先づ管端のダイヤモンド型の中へプラスチック（黒色瀝青状の護膜の如く弾力あるもの）を填め他の管をこれに突合せ外からヒュームカラー（ヒューム管の輪）を嵌め管とカラーとの間隙に、固練りのモルタルを詰めてかしめるのである。



第83圖 ヒューム管

### 第三十五節 塗料(Coating)

鑄鐵管及び鋼管をそのまま埋設する時は錆を生ずるから塗料を施す、この塗料は鑄鐵管によく用ひられる、主剤はコールタールでその配合は Robert Angus Smith 氏の考案したもので現今では、その配合が變化してゐるが殆んど全鑄鐵管はこの塗料を施してゐる、この配合の結果のよいものはコールタール $3\frac{1}{2}$ 樽、石油 $\frac{1}{2}$ 樽、ピッチ亞麻仁油 $\frac{1}{2}$ 樽を混合したるものである。

鑄鐵管に塗布するにはこの塗料を華氏300度位に熱しその中へ管をつける、この際注意すべきは管の内面に一様に塗布する様よく内面を掃除し、塗布後氣泡等の生じない様にする、最良の方法は二度塗布することで一度の時の氣泡缺点を二回目に補ふことにす

る。

鋼管もよくこの塗料を用ふることがある、それにはこの液中に二回ひたし管の熱しておる間に砂の中を轉がして三度塗料液内にひたす、この上をジュート麻布にて巻き四度塗料を施して再びジュート麻布にて巻き最後に最一度塗料液にひたし砂の中をころがす

然しながら鋼管にはこの塗料はあまり有効でない、故に今ではアスファルト塗料を用ふ方が多くなつておる、これは精選せるアスファルトを華氏の300度位に熱しその中につけるものでその、他にアスファルト中にクレオソートを混するもの又はアスファルトとコールタールとを半々に混するもの等がある、注意としては鑄鐵管と同様にてよく掃除し氣泡の生せぬ様にすることである。

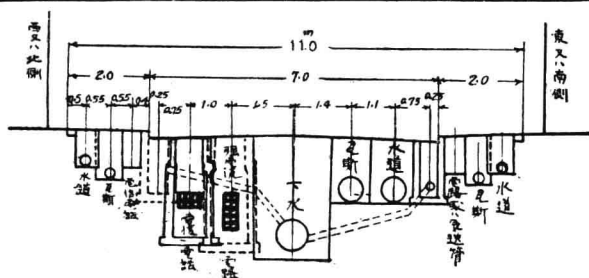
## 第十章 配水管路線 (Distributing pipe lines)

### 第三十六節 配水管線

配水幹線は一般に一道路に一線であるが、配水管線は道路の兩側に二條埋設する、幹線も道路の中央に入れる時は、修繕等の時車馬の交通の妨害となるから、どちらかの側に選定するが便利である。

道路には水道線の他に下水電線等種々の埋設物があるから、その都市によつて各々の位置を協議決定しておく方が都合が宜しい、我國でも大都市に於ては大體協定してあるが大阪市は第八十四圖の如く配水幹線は道路の東又は南側に近く埋設し配水管は兩側の歩道の下に埋設する、而して道路幅に對し水道管の占用し得る幅も定つておる。

|            |       |       |       |       |             |             |       |       |            |            |
|------------|-------|-------|-------|-------|-------------|-------------|-------|-------|------------|------------|
| 道路幅(米)     | 11    | 13    | 15    | 18    | 22          | 22          | 24    | 25    | 27         | 27         |
| 水道管専用路幅(米) | 0.925 | 1.125 | 1.375 | 1.800 | 2.700       | 1.400       | 1.400 | 1.400 | 1.650      | 1.350      |
| 摘 要        |       |       |       |       | 下水渠が中央にあるとき | 下水渠が兩側にあるとき |       |       | 中央平面電車するとき | 中央高迅電車するとき |



第 84 圖 地下埋設物配置圖 道路幅11米の例

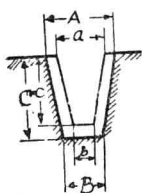
### 第三十七節 配水管の敷設 (Pipes to be laid)

配水管を敷設する深さは土地の状況によつて異り寒氣の嚴き滿洲等では2米位であるが内地では1米が一般的である。

配水管を敷設するには豫め管徑によつて敷設堀方標準表、敷設土工容積表、敷設材料表等を作つておけば一々計算する必要なく便利である、一例を示めせば第四十三表より第四十六表の如くであるが、深幅及管の位置を同時に知ることが出来る。

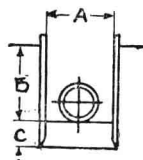
第四十三表 敷設堀方標準表 其一

| 管徑   | 丁堀   |      |      |        |      | 接手箇所 の堀方 |      |      |        |         |  |
|------|------|------|------|--------|------|----------|------|------|--------|---------|--|
|      | a    | b    | c    | 長一米當堀土 | A    | B        | C    | 底長   | 一ヶ所當堀土 | 延長一米當堀土 |  |
| 100  | 0.57 | 0.56 | 1.03 | 0.479  | 0.82 | 0.58     | 1.18 | 0.90 | 0.343  | 0.116   |  |
| 200  | 0.88 | 0.49 | 1.29 | 0.884  | 1.17 | 0.73     | 1.47 | "    | 0.556  | 0.189   |  |
| 300  | 1.03 | 0.61 | 1.59 | 1.140  | 1.34 | 0.83     | 1.69 | 1.05 | 0.871  | 0.218   |  |
| 400  | 1.16 | 0.71 | 1.49 | 1.593  | 1.53 | 0.97     | 1.87 | "    | 1.203  | 0.301   |  |
| 500  | 1.30 | 0.82 | 1.60 | 1.696  | 1.76 | 1.14     | 2.05 | "    | 1.652  | 0.413   |  |
| 600  | 1.68 | 0.9  | 1.85 | 2.424  | 2.16 | 1.24     | 2.30 | 1.20 | 2.327  | 0.587   |  |
| 800  | 1.97 | 1.15 | 2.06 | 3.214  | 2.45 | 1.45     | 2.51 | "    | 2.662  | 0.666   |  |
| 1000 | 2.31 | 1.40 | 2.27 | 4.211  | 2.87 | 1.78     | 2.72 | 1.35 | 3.738  | 0.935   |  |
| 1200 | 2.65 | 1.69 | 2.48 | 5.419  | 3.32 | 2.15     | 2.93 | "    | 4.665  | 1.166   |  |



第四十四表 敷設堀方標準表 其二

| 管徑   | 丁堀   |      |        | 接手箇所 の堀方 |      |        |         |
|------|------|------|--------|----------|------|--------|---------|
|      | A    | B    | 長一米當堀土 | C        | 長    | 一ヶ所當堀土 | 延長一米當堀土 |
| 500  | 1.39 | 1.60 | 2.224  | 0.45     | 1.05 | 0.657  | 0.164   |
| 600  | 1.54 | 1.85 | 2.849  | "        | 1.20 | 0.832  | 0.208   |
| 800  | 1.90 | 2.06 | 3.914  | "        | "    | 1.026  | 0.257   |
| 1000 | 2.16 | 2.27 | 4.903  | "        | 1.35 | 1.312  | 0.328   |
| 1200 | 2.37 | 2.48 | 5.878  | "        | "    | 1.440  | 0.360   |



第四十五表 鐵管敷設土工容積表

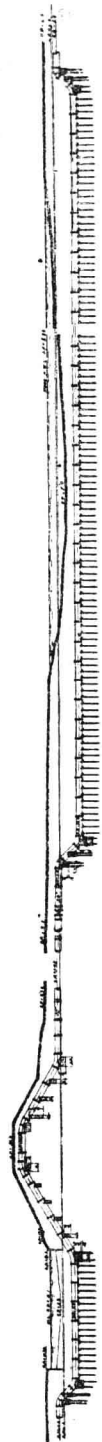
| 管 徑      | 敷設鐵管一本當                        |                                |                                | 敷設延長一米當                        |                                |                                |
|----------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|
|          | 堀 土                            | 埋 土                            | 殘 土                            | 堀 土                            | 埋 土                            | 殘 土                            |
| 耗<br>100 | 1.785 <sup>米<sup>3</sup></sup> | 1.749 <sup>米<sup>3</sup></sup> | 0.036 <sup>米<sup>3</sup></sup> | 0.595 <sup>米<sup>3</sup></sup> | 0.583 <sup>米<sup>3</sup></sup> | 0.012 <sup>米<sup>3</sup></sup> |
| 200      | 4.092                          | 3.932                          | 0.160                          | 1.023                          | 0.933                          | 0.0 0                          |
| 300      | 5.432                          | 5.088                          | 0.344                          | 1.353                          | 1.272                          | 0.086                          |
| 400      | 6.776                          | 6.184                          | 0.592                          | 1.694                          | 1.546                          | 0.148                          |
| 500      | 8.436                          | 7.524                          | 0.912                          | 2.109                          | 1.881                          | 0.228                          |
| 600      | 12.024                         | 10.724                         | 1.300                          | 3.006                          | 2.631                          | 0.325                          |
| 800      | 15.520                         | 13.240                         | 2.280                          | 3.880                          | 3.310                          | 0.570                          |
| 1000     | 20.584                         | 17.048                         | 3.536                          | 5.146                          | 4.262                          | 0.884                          |
| 1200     | 26.340                         | 21.276                         | 5.064                          | 6.585                          | 5.319                          | 1.266                          |

第四十六表 鐵管敷設材料表

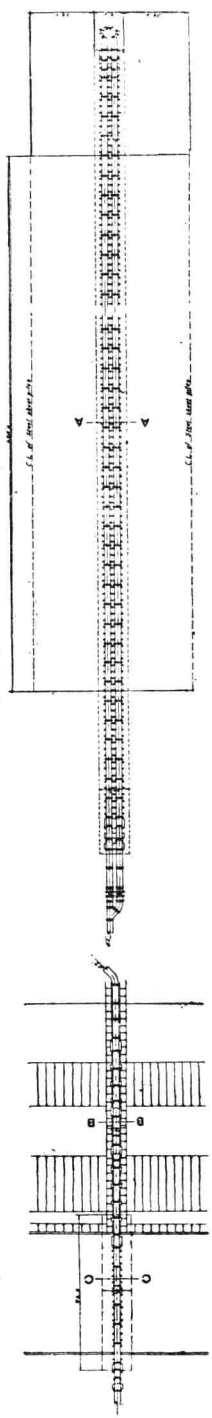
| 管 徑      | 鉛                 | ジート糸              | コークス              | 木 炭   | 松 薪   |
|----------|-------------------|-------------------|-------------------|-------|-------|
| 耗<br>100 | 3.66 <sup>斤</sup> | 0.09 <sup>斤</sup> | 2.20 <sup>斤</sup> | 1.46  | 0.73  |
| 200      | 6.53              | 0.19              | 3.92              | 2.61  | 1.31  |
| 300      | 10.22             | 0.30              | 6.13              | 4.09  | 2.04  |
| 400      | 13.33             | 0.40              | 8.00              | 5.33  | 2.67  |
| 500      | 21.58             | 0.52              | 12.95             | 8.63  | 4.32  |
| 600      | 25.64             | 0.64              | 15.38             | 10.26 | 5.13  |
| 800      | 23.78             | 1.12              | 20.27             | 13.51 | 6.76  |
| 1000     | 52.52             | 1.55              | 31.51             | 21.01 | 10.50 |
| 1200     | 62.71             | 2.30              | 37.63             | 25.08 | 12.54 |

配水管が河川或は構造物の下を通る時には特別の方法を講せねばならない。

河底を通じて埋設するには種々なる方法があつて最も完全なものは河を締切り唧筒で水をくみ出して堀鑿し鐵管を埋設する、若



PLAN

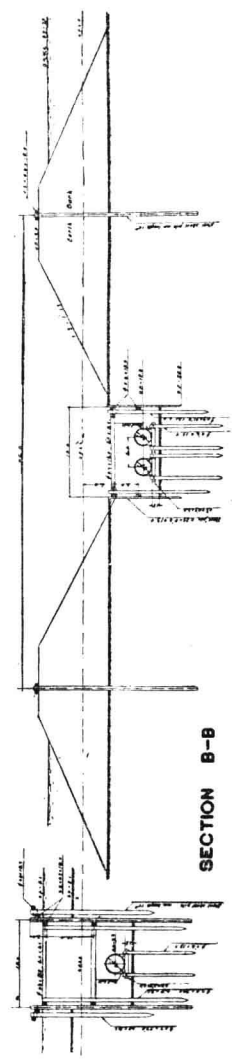


DETAILS OF COFFER-DAM

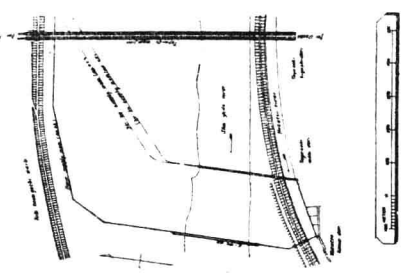
SECTION C-C

SECTION A-A

SECTION B-B



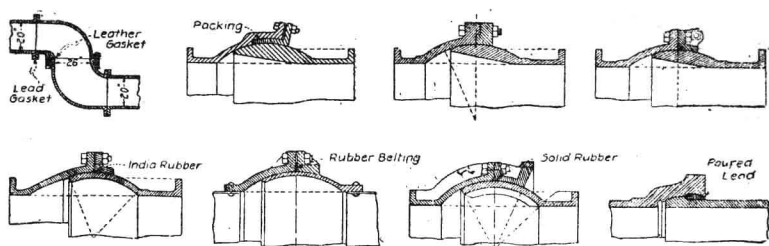
PLAN OF SITE



SCALE FOR DETAILS

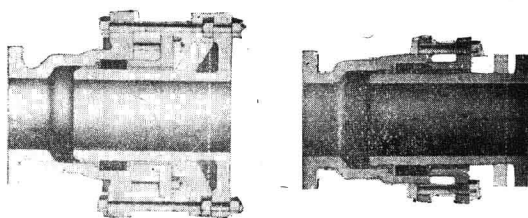
SCALE FOR GENERALS





第 86 圖 ボールジョイント

し船舶の航行等で全く締切りの出来ぬ所は、堀鑿船によつて堀鑿し鐵管を積んだ船に鋼製或は木製のクレードル(Cradle)と稱する鐵管滑り籠をとりつけ順次河底に卸し潜水夫によつてこれを接合する。



第 87 圖 伸 縮 管

鐵管の接手は地盤に副ふ様に屈曲自在のボール接手(Ball joint)とする方が安全である、又は河底に杭を打ち台をつくつて、その上に鐵管をおくこともある。

又河の上を渡る時には側の人道橋の中に入れる、人道橋に入れることが出来なければ別に水管橋をつくる、この時鐵管は温度の變化を少からしめる爲め、漆喰或はおが屑にて覆ひその上を鐵板にて被覆する、又鐵管の伸縮を自由にする爲めに一ヶ所に特別の伸縮管を用ふる、かゝる時の配水管はその重量を軽くする爲め鋼管を用ふる方が有利である。

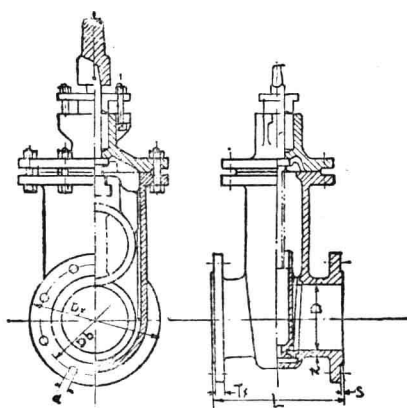
鐵道電車等の軌道下に敷設する時は、その重量が配水管に掛らぬ様に暗渠をつくつて中を通すか地中に橋桁をおいて、その上に軌條の乗る様にする。

すべて障害物を横切つて配水管を敷設する時は、安全率の少ないものであるから特に入念に仕事をし、その距離の長い時には配水管を二條に分ちて兩側に制水瓣をそなへ故障時に一方を閉しても配水することが出来る様にする。

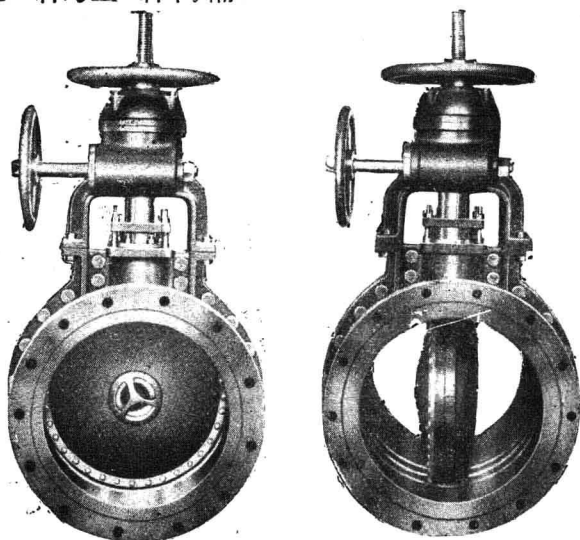
### 第三十八節 配水管に附屬する器具並に用途

#### ① 制水瓣(Sluice valve)

配水管が各道路に敷設せられ互に連絡されておる時には所々に制水瓣をおく、これは故障の際一部分の閉水にて済む様に配置されねばならぬ、即ち分岐点故障の起りやすき場所、河川或は軌道横斷の箇所等である、その他の必要な所でも1杆乃至2杆間隔に



第38圖(a) 制水瓣



第38圖(b) ウシオバルブ

設置する、制水弁の普通の形は第八十八圖の如く鑄鐵製である、これを設置するには、煉瓦或は混凝土にて箱をつくり地表に蓋を設けて開閉に便する。

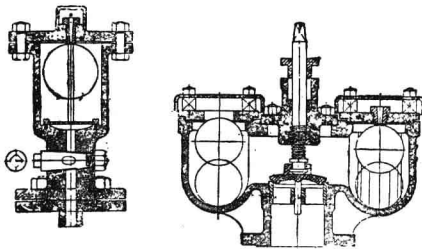
② 排氣弁(Air valve) 配水管線が高低ある地盤に敷設せられ、或は河川の上を横斷する時にはその管の最高部に空氣が集まり

水流を阻害する、かゝる所へ排氣弁を設置して空氣を除去する、普通鑄鐵製の箱中にゴム球があつて水壓によつて上方の排氣口に密着してゐるが、空氣が溜れば重みによつて下がり空氣

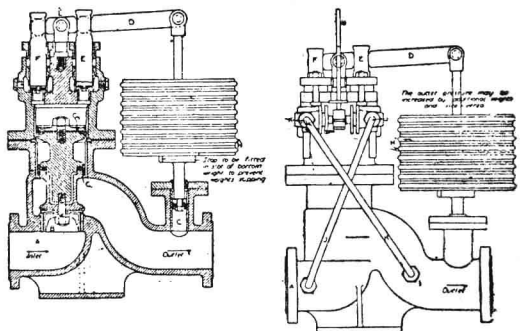
を排出する、ゴム球一個の装置を單排氣弁と云ひ、二個の場合を複排氣弁と云ふ、簡單にするには設置箇所止水栓を設け時々弁を開いて事足ることもある。

③ 安全弁(Safety valve, Reducing valve) 配水管に初めて通水する時、又は配水用

唧筒を使用する時、その近くの配水管は水の衝撃等により異常の水壓を受けて危険に瀕することがある、斯様な場合の爲め安全弁を取付けてこの高壓を緩和する調節は鋼製發條或は對重(Counter weight)によつて水壓を一定にする。

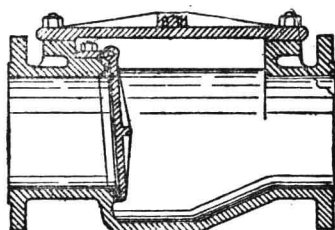


第 89 圖 排 氣 弁



第 90 圖 安 全 弁

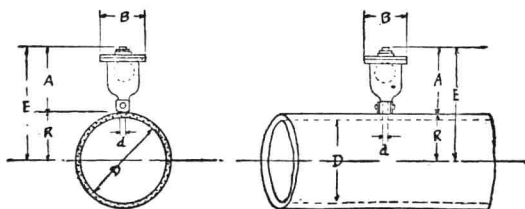
④ 逆瓣 (Check valve) 鐵管等が破裂して急に逆流をおこす時閉止して水を止めるもので瓣が鉸 (hinge) によつてとりつけられておる、あまり配水管線中には用ひざるも淨水池、貯水池等の入口に用ひられておる。



第 91 圖 逆 瓣

第 四 十 七 表

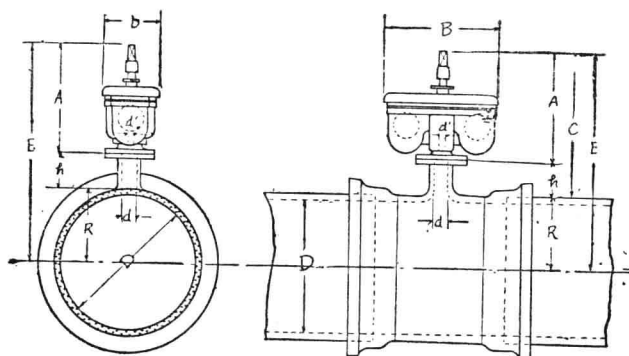
單口排氣瓣甲取付寸法表 (單位=mm)



| 鐵 管         |            | 排 氣 瓣      |            |          | 鐵管中心より<br>排氣瓣頂点迄<br>の高さ $E$ |
|-------------|------------|------------|------------|----------|-----------------------------|
| 公稱内徑<br>$D$ | 外半徑<br>$R$ | 口 徑<br>$d$ | 高 さ<br>$A$ | 幅<br>$B$ |                             |
| 100         | 60.7       | 16         | 261.5      | 180      | 322.2                       |
| 125         | 73.8       | 16         | 261.5      | 180      | 335.3                       |
| 150         | 86.8       | 16         | 261.5      | 180      | 348.3                       |
| 200         | 112.9      | 20         | 281.0      | 190      | 393.9                       |
| 250         | 139.0      | 20         | 281.0      | 190      | 420.0                       |
| 300         | 165.1      | 25         | 301.0      | 190      | 466.1                       |
| 350         | 191.2      | 25         | 301.0      | 198      | 492.2                       |

第四十八表

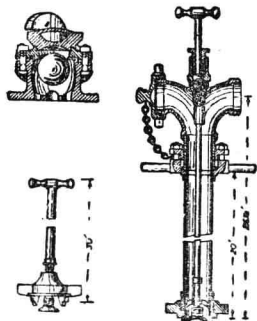
双口排氣瓣取付寸法表 (單位=mm)



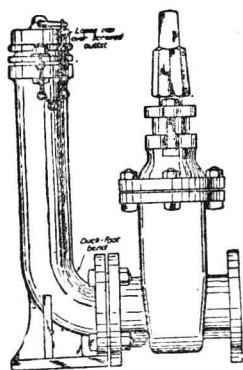
| 排氣瓣用丁字管 |     |       |       | 排 氣 瓣    |        |            |            | 鐵管上より<br>排氣頂点<br>迄の高 | 鐵管中心より<br>排氣頂点<br>迄の高 |
|---------|-----|-------|-------|----------|--------|------------|------------|----------------------|-----------------------|
| D       | d   | R     | h     | 徑口<br>d' | 高<br>A | カバー<br>長 B | カバー<br>幅 b | C                    | E                     |
| 400     | 75  | 217.3 | 174.7 | 50       | 438    | 472        | 184        | 612.7                | 830                   |
| 450     | 75  | 243.4 | 173.6 | "        | "      | "          | "          | 611.6                | 855                   |
| 500     | 75  | 269.5 | 172.5 | "        | "      | "          | "          | 610.5                | 880                   |
| 600     | 75  | 321.7 | 170.3 | 75       | 450    | 502        | 192        | 620.3                | 942                   |
| 700     | 75  | 373.9 | 178.1 | "        | "      | "          | "          | 628.1                | 1002                  |
| 800     | 75  | 426.1 | 175.9 | "        | "      | "          | "          | 625.9                | 1052                  |
| 900     | 100 | 478.3 | 186.7 | 100      | 522    | 548        | 218        | 708.7                | 1187                  |
| 1000    | "   | 530.5 | 184.5 | "        | "      | "          | "          | 706.5                | 1237                  |
| 1100    | "   | 582.7 | 192.3 | "        | "      | "          | "          | 714.3                | 1297                  |
| 1200    | "   | 634.9 | 190.1 | "        | "      | "          | "          | 712.1                | 1347                  |
| 1350    | "   | 713.2 | 196.3 | "        | "      | "          | "          | 718.8                | 1432                  |
| 1500    | 150 | 791.5 | 198.5 | 150      | 606    | 368        | 294        | 804.5                | 1596                  |

⑤ 消火栓(Fire hydrant) 道路の配水管に取付て火災の際、それからホースを接ぎ消火用に備へる栓にて色々な型がある、第九十二圖はボールバルブ型にて、ゴム球が栓となり開く時には下に

押へてやる、第九十三圖はスィスバルブ型にて普通の制水瓣による、又第九十四圖はスクリュウダウン型にて、ネジにより蓋を上下して開閉する、最も結果の良い型である、又これらも道路上に



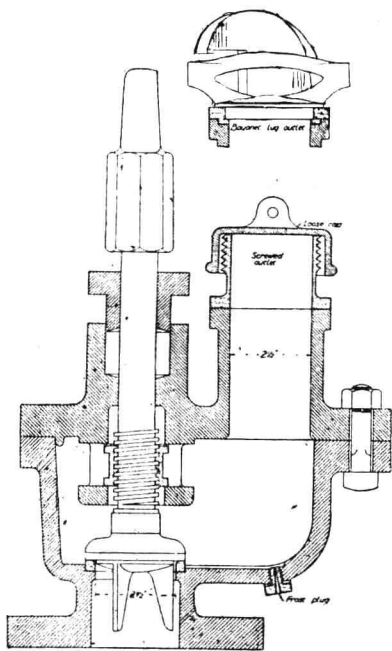
第92圖 ボール型消火栓



第93圖 スィスバルブ型消火栓

突き出ているもの又は全部地下の箱中であつて路面に現はれぬものがある、ホース取付口も一つのものご二つのものである、何れも管の屈曲を圓形として水壓の減することを防ぐ様工夫され我國にも種々何々式と稱して特許品がある消火栓を取付ける配水管は少くとも100耗以上の徑のものではなければ流量が大なる爲め水壓が著しく下つて用をなさない。

取付け場所は町の繁華なる所は道路の辻々に郊外部は間



第94圖 スクリューダウン型消火栓

隔を大にし普通全消火栓の三分の二を町の中央に三分の一を周囲に配置する程度である。

全消火栓の数はその町の状態即ち道路の幅建物の性質、密集限度等に関係するものであるが、クイックリング氏(Kuickling)は次の様な式を作つた。

$$\text{全消火栓数} = 2.8 \sqrt{\text{千位の全人口}}$$

その他フリーマン氏、ファニング氏、シェッド氏等の研究もあるがこれは第四十九表に示した通りである。

一消火栓の消費水量は、嘴孔、水壓によつて異り大體、第五十表の如くである。

第四十九表 同時に開かるべき消火栓の數

| 都市の人口   | 同時に開かるべき消火栓數 |       |      |         |
|---------|--------------|-------|------|---------|
|         | フリーマン        | ファニング | シェッド | クイックリング |
| 1,000人  | 2~3          |       |      | 3       |
| 4,000   |              | 7     |      | 6       |
| 5,000   | 4~8          |       | 5    | 6       |
| 10,000  | 6~12         | 10    | 7    | 9       |
| 20,000  | 8~15         |       | 10   | 12      |
| 40,000  | 1~18         |       | 14   | 18      |
| 50,000  |              | 22    |      | 20      |
| 60,000  | 15~22        |       | 17   | 22      |
| 100,000 | 20~30        | 18    | 22   | 23      |
| 150,000 |              | 25    |      | 34      |
| 180,000 |              |       | 30   | 38      |
| 200,000 | 30~50        |       |      | 40      |
| 250,000 |              |       |      | 44      |
| 300,000 |              |       |      | 48      |

第五十表 水壓によるスミスノzzleよりの噴水状態の變化

| 噴孔に入る前の水壓<br>kg/cm <sup>2</sup> | 19耗( $\frac{3}{4}$ 吋)ノzzle |                 |             | 25耗(1吋)ノzzle    |                 |             | 32耗( $1\frac{1}{4}$ 吋)ノzzle |                 |             |
|---------------------------------|----------------------------|-----------------|-------------|-----------------|-----------------|-------------|-----------------------------|-----------------|-------------|
|                                 | 垂直に噴出する有効高<br>米            | 水平に噴出する有効長<br>米 | 噴出水量<br>立/分 | 垂直に噴出する有効高<br>米 | 水平に噴出する有効長<br>米 | 噴出水量<br>立/分 | 垂直に噴出する有効高<br>米             | 水平に噴出する有効長<br>米 | 噴出水量<br>立/分 |
| 1                               | 7.6                        | ....            | 233         | 7.9             | ....            | 416         | 8.2                         | ....            | 662         |
| 2                               | 14.0                       | 27.9            | 329         | 14.6            | 32.2            | 591         | 15.5                        | 35.5            | 933         |
| 3                               | 18.6                       | 35.2            | 407         | 20.2            | 42.2            | 727         | 21.3                        | 47.0            | 1158        |
| 4                               | 21.6                       | 40.6            | 469         | 23.6            | 49.5            | 840         | 25.1                        | 55.2            | 1338        |
| 5                               | 23.3                       | 44.6            | 524         | 26.0            | 54.8            | 939         | 27.9                        | 61.7            | 1493        |
| 6                               | 24.5                       | 48.2            | 575         | 27.7            | 59.2            | 1030        | 29.7                        | 67.2            | 1635        |
| 7                               | 25.3                       | 50.8            | 619         | 29.1            | 62.5            | 1113        | 30.8                        | 71.6            | 1764        |

63.5耗( $2\frac{1}{2}$ 吋)ホースの摩擦係数  $f$  の値

| 流速 毎秒 米  | $v$ | 1     | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     |
|----------|-----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 亞麻系製ホース  | $f$ | 0.033 | 0.033 | 0.037 | 0.033 | 0.035 | 0.034 |
| 粗面ゴム巻ホース | $f$ | 0.031 | 0.031 | 0.031 | 0.030 | 0.030 | 0.029 |
| 滑面ゴム巻ホース | $f$ | 0.024 | 0.023 | 0.022 | 0.020 | 0.019 | 0.018 |
| 流出量 毎分立  | $q$ | 189   | 379   | 568   | 757   | 946   | 1136  |

## 第三十九節 配水管の直徑定め方

人口に對する水量は第二章第三節に述べた如く一時間最大給水量を基準におく、即ち一日平均給水量の約2.25倍の水量である、消火栓の所要水量は第四十五表で見ると如く相當大なるもので大都市にては影響少いが、小都市で消火栓の水量のみにて常時に給水し得らるゝことにもなる、故に小都市では防火用として唧筒を備へ水道設計としては別にこれを含めぬ方が經濟的である。

又大都市にても、給水用、防火用、二種類の水道管の敷設することがあるが我國には未だない、而して給水と防火と兩用しても、



常時高水壓にしておくことは不經濟であるから、火災の時は消火栓に唧筒のホースを接ぎ高壓にして使用する方が便利經濟である。

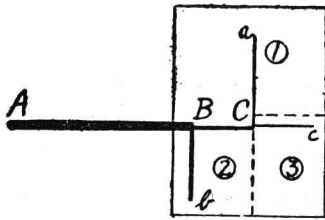
又都市の高低の非常に大なる所では低地區と高地區とを分ち、水壓の平均する様にしておる、神戸市はその例であるが、大阪市も天王寺區一帶の高地を分離し別に唧筒によつて高壓として給水しておる。

水壓の程度は高層建築の多い米國では3.5 $\frac{\text{呎}}{\text{秒}}$ より5 $\frac{\text{呎}}{\text{秒}}$ であるが、高いものにはアルバニイ、バーミンガムの如く6 $\frac{\text{呎}}{\text{秒}}$ 以上のものがあるが我國では一般に1.5 $\frac{\text{呎}}{\text{秒}}$ 乃至2 $\frac{\text{呎}}{\text{秒}}$ である。

第五十一表 配水管の流速並に流量

| 管 徑<br>耗 | 管の斷面積<br>平方米 | 最大流速<br>米/秒 | 適當な流速<br>米/秒 | 適當な流量<br>立方米/秒 |
|----------|--------------|-------------|--------------|----------------|
| 100      | 0.0078       | 0.94        | 0.52         | 0.004          |
| 125      | .0123        | 1.08        | .59          | .007           |
| 150      | .0177        | 1.19        | .66          | .012           |
| 200      | .0314        | 1.37        | .76          | .024           |
| 250      | .0491        | 1.52        | .84          | .041           |
| 300      | .0707        | 1.66        | .91          | .064           |
| 350      | .0962        | 1.76        | .99          | .095           |
| 400      | .1257        | 1.84        | 1.03         | .129           |
| 450      | .1590        | 1.90        | 1.07         | .170           |
| 500      | .1964        | 1.96        | 1.10         | .216           |
| 600      | .2327        | 2.04        | 1.20         | .30            |
| 700      | .3348        | 2.11        | 1.32         | .508           |
| 800      | .5027        | 2.15        | 1.47         | .739           |
| 900      | .6362        | 2.19        | 1.65         | 1.050          |
| 1000     | .7854        | 2.22        | 1.86         | 1.471          |

今一例によつて配水管の決定方法を説明する。



第 95 圖

第九十五圖の如く人口 50,000 人を有する小都市がありとし、A 淨水池より自然流下によつて配水せんとする、地勢の關係上三區に分ち各分岐配水管によつて配水する、然も配水管の末端に於ても最低水頭

は地盤上 20 米以上でなければならぬ。

地勢及び人口の分布は次の通りであるとする。

|              |      |             |
|--------------|------|-------------|
| A 淨水池点高海面上   | 80 米 |             |
| ①區の最高地点(a) " | 40   | 人口 25,000 人 |
| ②區の " (b) "  | 50 米 | 15,000 人    |
| ③區の " (c) "  | 45 米 | 10,000 人    |

A~B 間 1 500 米, B~C 間 500 米, C~C 間 500 米

C~a 700 米, B~b 間 600 米

よつて各配水管の大きさを求む。

先づ A より B 迄の配水管の大きさは

1 人 1 時間最大給水量を 0.25 立方米と定むれば

全人口について毎秒水量は

$$0.25 \times 50,000 \times \frac{1}{24 \times 60 \times 60} = 0.145 \text{ 立方米}$$

同時に開かるべき消火栓の数は クイックリング氏公式により 20 一栓當りの所要水量を 600 立/分とせば  $0.6 \times \frac{1}{60} \times 20 = .2 \text{ 立方米/秒}$

斯様な小都市に消火水量を見込むことは不經濟であるから、別に消火用唧筒を備え、水道は夜間或は給水量の少き時のみ消火に用ひ水道設計には、これを見込まず。

故に A~B 間流量は 0.145 立方米/秒である、第五十一表を参考とし

適當なる管徑を求むれば地盤は相當に水頭の差が大であるから經濟的に考へ徑400耗鑄鐵管を採用する。

損失水頭の計算 チェツヂイ氏公式を用ふる。

$$v = C \sqrt{rs} \quad C \text{は相當年數經たる時}$$

$$\text{即ち90をとる} \quad s = \frac{v^2}{rc^2} = \frac{v^2}{\frac{d}{4} \times 90^2} = \frac{v^2}{2025d}$$

$$v = \text{流速米/秒} \quad d = \text{管徑 米}$$

$$s = \text{延長1米につき損失水頭 米}$$

$$\text{これによれば} \quad v = \frac{\text{流量}}{\text{斷面積}} = \frac{0.145}{0.1257} = 1.15 \text{米/秒}$$

$$s = \frac{1.15^2}{2025 \times 0.4} = 0.00163 \text{米}$$

$$A \sim B \text{間の延長は1500米故に} \quad 0.00163 \times 1.500 = 2.45 \text{米}$$

$$\text{故に} B \text{点に於ける水頭高は海面上} \quad 80 - 2.45 = 77.55 \text{米}$$

②區の人口は10,000人なるより  $B \sim b$  配水管の流量は

$$0.25 \times 10,000 \times \frac{1}{24 \times 60 \times 60} = 0.029 \text{立方米/秒}$$

これに對し250耗鑄鐵管を用ふれば前と同様に

$$v = \frac{0.029}{0.0491} = 0.59 \text{米/秒}$$

$$s = \frac{0.59^2}{2025 \times 0.25} = 0.00069 \text{米}$$

$$\text{延長600米に對し} \quad 0.00069 \times 600 = 0.414 \text{米}$$

$$\text{故に} b \text{点に於ける水頭高は地盤上} \quad 77.55 - 0.414 - 50 = 27.146 \text{米}$$

最高地点  $b$  に於て 27.146米あれば制水瓣、屈曲等の水頭損失を見込むも尙20米以上であると考えらる。

$$\text{次に} B \sim C \text{間の流量は} \quad 0.145 - 0.029 = 0.116 \text{立方米/秒}$$

これに對し350耗鑄鐵管を用ふ。

$$v = \frac{0.116}{0.09 \div 2} = 1.21 \text{米/秒}$$

$$s = \frac{1.21^2}{2025 \times 0.35} = 0.0024 \text{ 米}$$

延長500米につき  $0.0024 \times 500 = 1.2$  米

C点の水頭高海面上  $77.55 - 1.2 = 76.35$  米

①區の人口25,000人故に流量は

$$0.25 \times 25,000 \times \frac{1}{24 \times 60 \times 60} = 0.073 \text{ 立方米/秒}$$

300耗鑄鐵管を用ふれば

$$v = \frac{0.073}{0.0707} = 1.03 \text{ 米/秒}$$

$$s = \frac{1.03^2}{2025 \times 0.3} = 0.00175 \text{ 米}$$

C~a間延長700米に對し  $0.00175 \times 700 = 1.225$  米

a点に於ける水頭高地盤上  $76.35 - 1.225 - 40 = 35.125$  米

C~c間の流量は  $0.146 - 0.073 = 0.043$  立方米/秒

即ち人口15,000人に相當する。

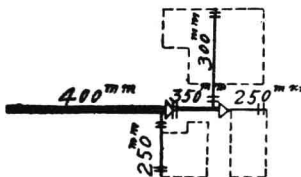
これに對し250耗鑄鐵管を用ふれば

$$v = \frac{0.043}{0.0491} = 0.876 \text{ 米/秒}$$

$$s = \frac{0.876^2}{2025 \times 0.25} = 0.00153 \text{ 米}$$

C~c間延長500米に對し  $0.00153 \times 500 = 0.765$  米

c点の水頭高は地盤上  $76.35 - 0.765 - 45 = 30.585$  米



○ 制水弁  
 ▷ 管径の小サナル時  
 ---- 結合水管

第 96 圖

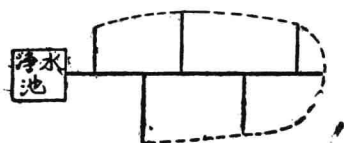
かくして第九十六圖の様になる、管径の變り目又は端には制水瓣を取付ける、又給水管はよく水が循る様。死端(Dead end)の出來ぬ様に端を結ぶ。

又最高地点にて水頭高が豫定の20米以下となつた時は、管径を大にし

損失水頭が小さくなる様に設計する。

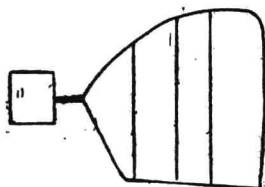
#### 第四十節 配水管路線の撰び方

町の形が細長く一方の端に浄水池のある場合には中央に一本



第 97 圖

の幹線を敷設し、要所々々に分岐線を出しその端は小管にて連絡せしめておく、第九十七圖の如きである、又一般に幅廣い町では周圍に幹線を敷設し、内に向つて分岐線を出す方が水頭損失も少く結果が良好である、この形式をグリディロン式(Gridiron system)と云ふ、第九十八圖の如きである。



第 98 圖

何れにしても管線の端が行き詰らぬ様小管にて連絡することは大切なことである、この連絡管は徑100耗位が適當である。

## 第十一章 給 水 設 備

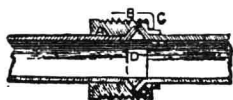
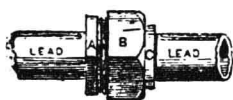
### 第四十一節 給 水 管

配水管より家屋内に分岐せる給水管即ち引込み管は主に鉛管と瓦斯管(鋼管)とである。

鉛管は屈曲自在で取付けに便であるが高壓の時は、相當厚さを増す爲め高價なものになる、鉛は酸或は鹽を水中に含む時は犯されやすいが、普通水道水は炭酸或は遊離酸を含まぬものであるから安全である、但しその鉛の純不純には大に關係がある、瓦斯管は鋼管にてその内外とも亞鉛鍍金がほどこされておる、この屈曲は別に異形管により直角或は、それ以下の角度にまげることが出来る、引込み線管徑は12耗乃至25耗である。

### 第四十二節 給 水 管 の 接 合

鉛管の接手は鉛を溶解し接合部を球狀に固めて接合するか、又は量水器の前後等はユニオンにて接ぐ(第九十九圖)瓦斯管は兩端



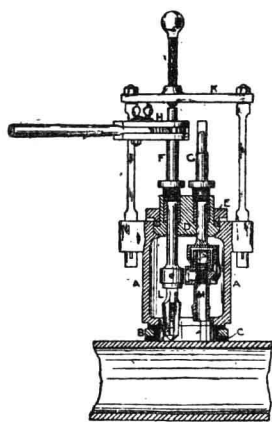
第99圖 ユニオン

はネジ切りとなつておつて、別に環管をはめてこれで接合する、この環管は普通ソケットと

稱しておる。

配水管と給水管との接合は配水管の水を空にして行へば容易であるが、その爲め水を澤山浪費し、その上火災でもあれば一大事であるから、配水管内に水壓があるまゝにて接合するのが普通である。

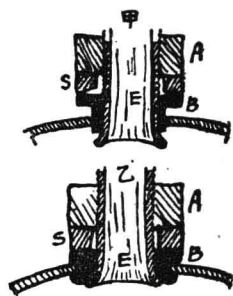
これは色々の形式があるが第百圖は Penney の開栓器(Penney's tapping machine)である。



第100圖 螺旋閉栓器

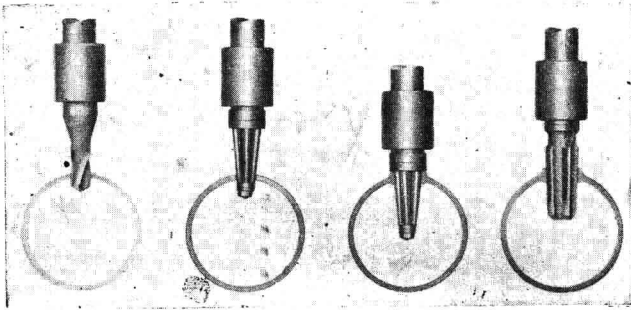
その構造は鑄鐵製の箱(A)を鎖で固く配水管にとりつけ、護謨(C)金環(B)によつて箱と管との取付けは、漏水せぬ様にする、蓋(D)はその中央を中心として廻轉出来る様になつておる、今Hによつて穿孔器(L)をまはし配水管に孔を穿つと同時にネジ切りをする、それからDを廻轉して孔の上にもつてくる、螺旋栓(M)には、上下する栓があつて、初は下にあつて通路を閉じておる、これを孔に漏水せぬ様差し込み、後箱Aをとり去り横側に給水管を取り付けて栓を上にあげれば完全に通水することが出来る。

鋼管に給水管を連絡せしめるのは、管が薄い爲め難しい仕事であるこれに對して Woodall-Parkinson 式取付器等がある、最近佛國では、螺旋栓を簡単に第百一圖の如くにし(E)なる給水管の端を圖の如く開かせ、上部に鉛とアンチモニーの合金の填充物(B)をおき上よりSなる金環にて押へる、而してEが動かぬ様にAを廻せば乙圖の如くBは間隙を填めて漏水せぬ様になる實驗の結果 35<sup>噸</sup>/<sup>釐</sup> 以上の水壓に耐へると云ふことである。



第 101 圖

最近日本にてこれに改良を加え水壓があつても、取付けることの出来る藤井式と云ふのが考案された。第百二圖はその順序を示めすものである。



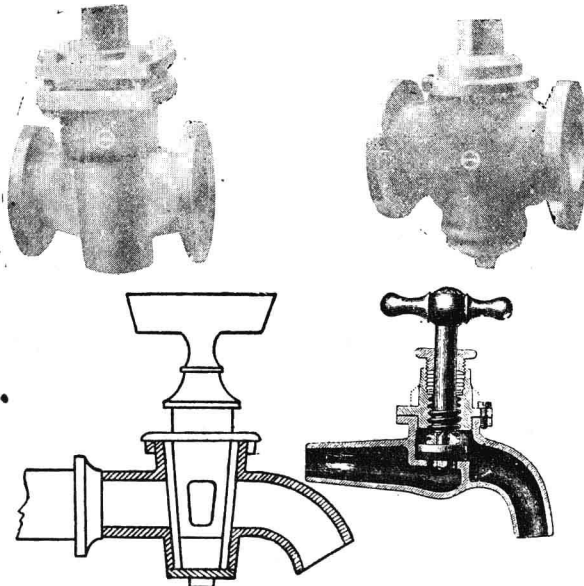
第 102 圖 藤井式分岐口形並順序

### 第四十三節 止水栓及び給水栓

(Stop tap & draw off tap bib tap)

止水栓は給水管が家屋内に入る前に取付けるもので、主に真鍮製である、家屋内の給水装置完備後これを開いて通水するものである。

給水栓も主に真鍮製或はニッケル鍍金のしてあるもので、色々



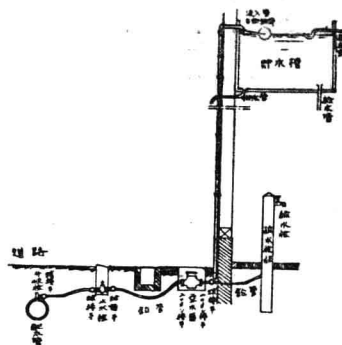
第 103 圖 給 水 栓



の形がある。

#### 第四十四節 給水工事

家屋内の給水装置は普通は止水栓を通過後屋内にて直ちに給水栓によつて用を足すものであるが高層家屋或は一時に多量の水を要する所では、家根の上或は別に塔をつくりその上に貯水槽を設けて一旦この内に水を入れ後使用することもある。第百四圖は給水設備の一例である。



第104圖 給水設備一例

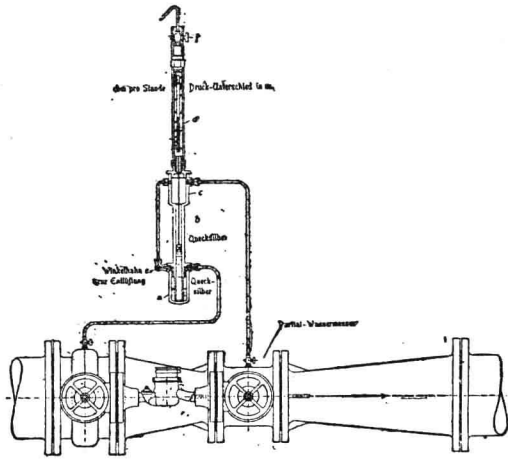
#### 第四十五節 量水器 (Water meter)

水道を使用する目的が、工業用である時は主にその料金は使用水量によつて計算されるけれども、家庭用としては使用水量によるものと家の状態によるもの即ち家族の人数家の大きさ、或は高さ、給水栓の數等によつて料金を徴収する、これは衛生上宜しく且つ簡単で便利であるが、水の浪費を大にする傾向があるから、漸次量水器を備えて水量によつて料金をとる方が多くなつて來つゝある。

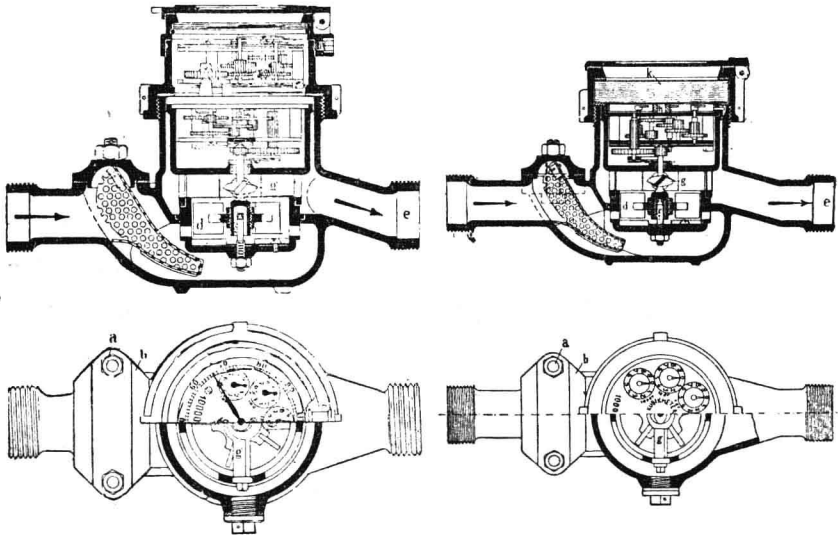
この量水器には種々あるが水量の大なる幹線等には、前に述べたる如きベンチェリメーターを用ひ、取入口、貯水池等にはウェーヤーを主に用ひておる、水量の小なる所又は各戸に備へる量水器には大別して二種類ある、即ちインフェレンシャルとポジティブとである。

インフェレンシャル量水器 (Inferential meter) は、その中を通過する水の壓力或は流速から水量を量るもので、タービンの如く水流によつて軸を廻轉さして流量を知る、ポジティブ量水器は一定の容量のある箱に水を満たし空になる毎にピストンが上下或は左右

に動いて流量を知らせる、一般にはインフェレンシャル量水器を用ひておる、その誤差は2%以下であるが流の極めて遅き時等は、軸の廻轉が思ふ様に行かず誤差は大である、量水器には又表示板

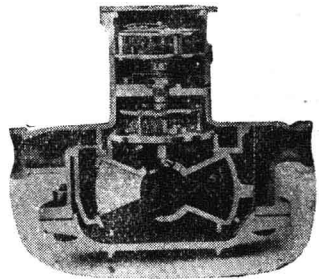
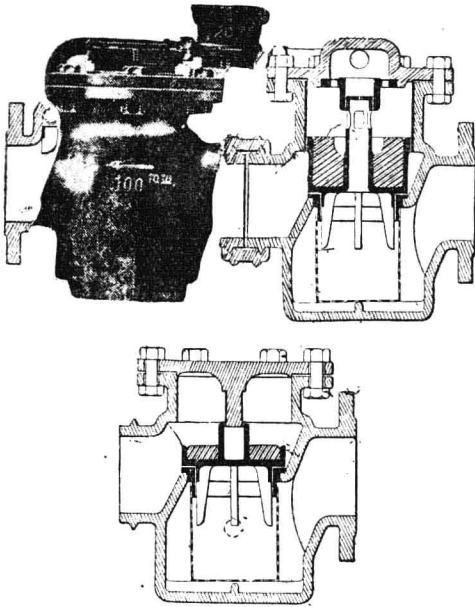


第105圖(a) ベンチユリ式



第105圖(b) 乾式ペーンホルイー式量水計

第105圖(c) 濕式ペーンホルイー式量水計



第105圖(d) デスクメーター

第105圖(e) インフエレンシアル型聯結量水器

(Dial) の上に水の来るものと然らざるものがある、前者を濕量水器(Wet meter)後者を乾量水器(Dry meter)と云ふ、濕量水器は水頭損失が少く、構造も簡單で正確でもあるが、水蒸氣の爲め表示板が曇り又ガラス板も水壓に耐える様に丈夫にせねばならぬ。第百五圖は各種量水器の一例である。

## 第十二章 堅管及び配水塔

### 第四十六節 堅 管(Stand pipe)

堅管は小都市に於ては配水池の代用として用ひられておるが、大都市では配水の平衡或は水壓の緩和用としてつくられておる、即ち配水管の径が600耗であれば堅管の径を1200耗とすれば水壓の變化は $\frac{1}{4}$ に緩和される。

普通堅管の容積は200立方メートルから大なるものでは、5000立方メートル位迄ある、大體の寸法は高さに對して幅或は径は二分の一乃至四分の三の程度である。

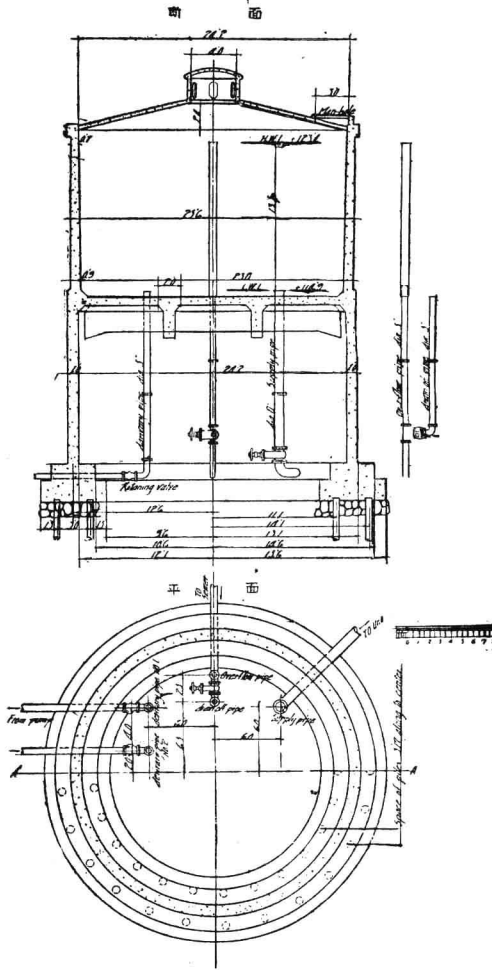
堅管は流入管と流出管とは一本にて足りるもので小都市の配水池代用には、市内の配水量の大なる時は、唧筒と堅管内の用量と共に配水し配水量の小なるときは、堅管内に流入して貯水となる。

### 第四十七節 配 水 塔(Elevated tank)

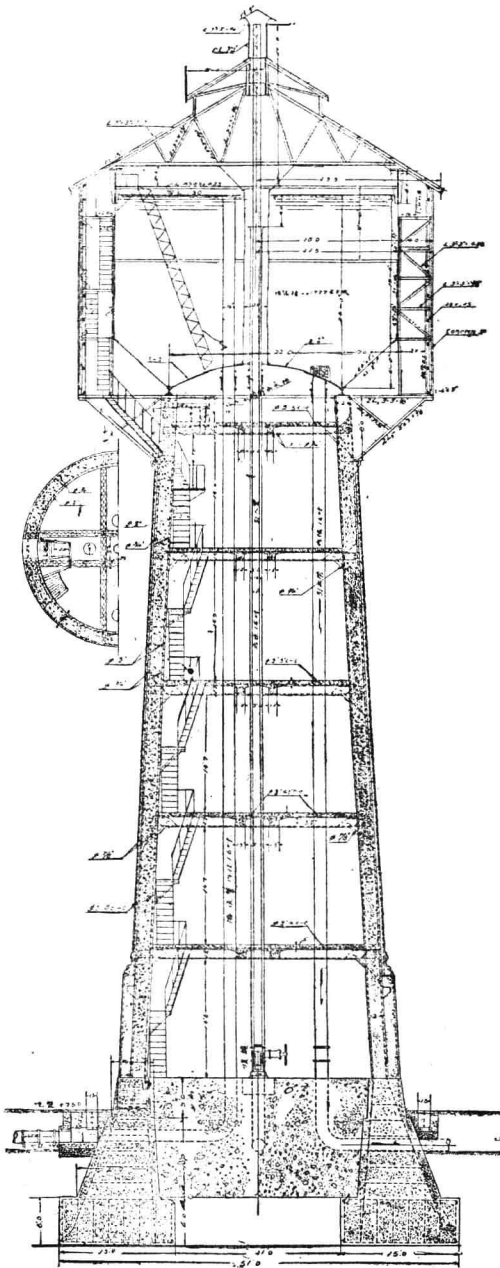
堅管の下方部は水壓の爲めには效用少いから、下部を剛鐵或は混凝土の基礎脚となし上部に水槽を置いたものである、水槽も主に鋼鐵或は混凝土にてつくられ幅或は径に對して、高さは少し大にする、底部は半圓或は橢圓形とするのが普通で、又は拱形とするこもある。

### 第四十八節 壓 力 槽(Pressure storage tank)

小都市にて堅管や配水塔の代りに壓力槽を用ふることがある、これは主に鐵製で空氣の壓力を利用する、即ち流入管より送水すれば、槽内の壓力は、増大し一定の壓力となれば自働的に唧筒のスイッチが切れて、送水は停止する、而して流出管により配水され槽内の壓力が減すれば再び自働的にスイッチが入つて、唧筒を運轉し送水するものである。



第106圖 宇野港水道配水池竖管



第107圖 長岡市水道配水塔

第四十九節 堅管及び配水塔の計算

各公式に用ふる符號は次の通りである。

- $h$  = 水槽の頂点より任意の距離(米)
- $d$  = " の直徑(米)
- $r$  = " の半徑(米)
- $t$  = " の厚さ(糎)
- $p$  = " の任意点の水壓 $=0.1h$ ( $\text{疋}/\text{糎}^2$ )
- $S$  = " の垂直長一糎に付き應力(疋)
- $s$  = " の垂直斷面に於ける單位應力( $\text{疋}/\text{糎}^2$ )
- $S'$  = " の水平長一糎に付き應力(疋)
- $s'$  = " の水平斷面に於ける單位應力( $\text{疋}/\text{糎}^2$ )
- $S''$  = " の圓周に沿ふ長一糎に付き風力に對する應力(疋)
- $s''$  = " の " 風力に對する單位應力( $\text{疋}/\text{糎}^2$ )

堅管に於て垂直一糎に付き應力は

$$S = \frac{1000hd}{2 \times 100} = 5hd \dots \dots \dots (62)$$

$$\therefore s = 5hd/t \dots \dots \dots (63)$$

水平一糎に付き應力は

$$S' = \frac{W}{100\pi d} = 0.01W/d \dots \dots \dots (64)$$

$$s' = 0.01W/dt \dots \dots \dots (65)$$

$W$ は堅管の重さ(疋)である。

風壓は普通  $150\text{疋}/\text{米}^2$  が全面の  $\frac{2}{3}$  に働くものとするか  
 $100\text{疋}/\text{米}^2$  が全面に働くものとする。頂部より  $h$  の距離の力率は  
 ( $100\text{疋}/\text{米}^2$  が全面に働くものとして)

$$M = 100 \times d \cdot h \times h \times \frac{1}{2} = 50dh^2(\text{疋米}) \dots \dots \dots (66)$$

故に端の應力  $s''$  は

$$s'' = \frac{M \cdot y}{I} \dots\dots\dots(67)$$

茲に  $y = 100r$   $I = 100^3 \pi r^3$

$$\therefore s'' = \frac{50d h^2 \times 100 \frac{2}{d}}{100^3 \pi \left(\frac{d}{2}\right)} = \frac{h^2}{50^2 \pi d}$$

亦  $S'' = \frac{h^2}{50^2 \pi d} \dots\dots\dots(69)$

配塔水塔の壁部の應力も次の通りである。

$$S = 5hd$$

$$s = 5hd/t$$

**球形底部の應力** 底部が半圓形の場合は周邊應力  $T_1$  は合水壓、同半徑の圓筒部の應力の半分である。

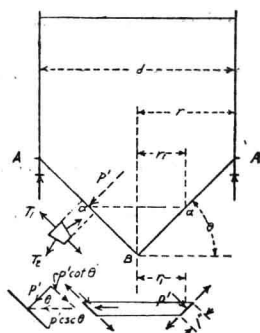
$$T_1 = \frac{5hd}{2t} = 5hr/t \dots\dots\dots(70)$$

**底部が欠圓形の場合は**

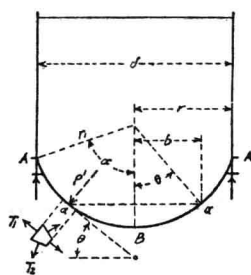
$$T_1' = \frac{W \operatorname{cosec} \theta}{2 \times 100 \pi b t} = \frac{W \operatorname{cosec}^2 \theta}{200 \pi r_1 t} \dots\dots\dots(71)$$

$$W = 1000 h \pi b^2 = 1000 b r_1^2 \sin^2 \theta$$

$$\therefore T_1' = 5hr_1/t \dots\dots\dots(72)$$



第108圖 圓錐形底部



球形底部

### 圓錐形底部の應力

$$T_1'' = \frac{W \operatorname{cosec} \theta}{2 r_1 \pi 100 t}$$



$$W = 1000h\pi r_1^2$$

$$\therefore T_1'' = 5hr_1 \cos \theta / t \dots \dots \dots (73)$$

圓錐形底部に於て水平斷面をとれば單位長(寸)に水壓  $p'$  が働く。

圓垂に沿ふ單位壓力を  $p_1$  とすれば  $p_1 = p' \cot \theta$

水平の單位壓力を  $p_2$  とすれば  $p_2 = p' \operatorname{cosec} \theta$

故に周邊の單位應力は

$$\begin{aligned} T_2'' &= 100p_2 r_1 / t = 100p' r_1 \operatorname{cosec} \theta / t \\ &= 100 \times 0.1hr_1 \operatorname{cosec} \theta / t \\ &= 10hr_1 \operatorname{cosec} \theta / t \dots \dots \dots (74) \end{aligned}$$

底部が半圓形或は欠圓でも曲率半徑が等しく且つ周邊應力が等しい場合には次の通りである。

$$T_1' = T_2' = 5hr_1 / t \dots \dots \dots (75)$$

**壁部と底部との結合点** 圓錐形に於ては底部の面に沿ふて張力が生ずる。

$$T_1''' = 5hr \operatorname{cosec} \theta \dots \dots \dots (76)$$

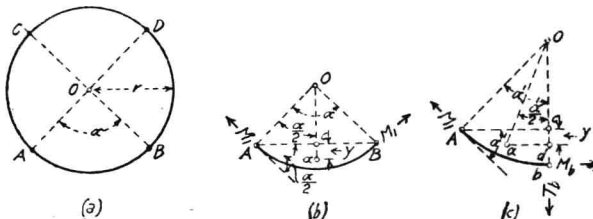
而して底部の水平斷面部の壓力は  $T_1'''$  の水平分力に等しい。

$$P' = T_1''' \cos \theta \cdot r \times 100 = 500hr^2 \cot \theta \dots \dots \dots (77)$$

半圓形に於ては  $T_1'''$  も  $P'$  も生じない。

**水槽支桁の應力**

支桁は輪をなして水槽を支えるもので、一様に荷重を受け四本或は五本の柱脚の上に取り付けられる。



第109圖 支桁に働く力の方向圖

支桁の支点柱脚の所の彎曲力率は

$$M_1 = -\frac{Wr}{n} \left( \frac{1}{a} - \frac{1}{2} \cot \frac{\alpha}{2} \right) \dots\dots\dots (78)$$

支点の中間最大彎曲力率は

$$M_2 = M_1 \cos \frac{\alpha}{2} + \frac{Wr}{2n} \left( \sin \frac{\alpha}{2} - \frac{2 \sin^2 \frac{2\alpha}{4}}{\frac{a}{2}} \right) \dots (79)$$

扭力(Torsion)に對する力率は $M_1, M_2$ の點にては値は零で支桁の中間にて彎曲力率の零である所で最大である。

扭力に對する力率

$$T_b = M_1 \sin \alpha' - \frac{Wr}{2n} (1 - \cos \alpha') + \frac{W\alpha'r}{4} \left( 1 - \frac{\sin \alpha'}{a} \right)$$

$W$ は水槽全部の重さ、 $n$ は柱脚の數である。柱脚の計算方法は橋脚と同様にすれば容易に求め得られる。

# 水道條例

(明治二十三年二月十三日) 改 (明治四十四年三月法律第四三號, 大正二年)  
 (法律第九號) 正 (四月同第一五號, 十年四月八日同第五六號)

- 第一條 水道トハ市町村ノ住民ノ需要ニ應ジ給水ノ目的ヲ以テ布設スル水道ヲ云ヒ  
 水道用地トハ水源地, 貯水地, 濾水場, 唧水場及水道線路ニ要スル地ヲ云フ
- 第二條 水道ハ市町村其公費ヲ以テスルニ非サレハ之ヲ布設スルコトヲ得ス但當該  
 市町村ニ於テ其資力ニ堪ヘサルトキハ市町村以外ノ企業者ニ水道ノ布設ヲ許可ス  
 ルコトアルヘシ
- 第三條 市町村ニ於テ水道ヲ布設セントスルトキハ命令ノ定ムル所ニ依リ其目論見  
 書ニ左ノ事項ヲ詳記シ地方長官ヲ經テ内務大臣ノ認可ヲ受クヘシ
- 第一 水道事務所ノ所在地
- 第二 水源ノ位置河川池湖又ハ堀井ノ別其周圍ノ概況及其水量ノ概算但圖面及水  
 質ノ試験表ヲ添フヘシ
- 第三 水道線路及水道線路ニ沿フタル地名貯水地, 濾水場, 唧水場ノ位置但圖面ヲ  
 添フヘシ
- 第四 給水ノ區域其人口及其一人一日ニ對スル平均給水量
- 第五 人口増殖及多量ノ水ヲ用フル製造場等ニ對スル給水量増加ノ見込
- 第六 水壓ノ概算
- 第七 工事方法
- 第八 起工並竣工期限
- 第九 工費ノ總額其收入支出ノ方法及其豫算
- 第十 水料ノ等級, 價格, 水料徵收ノ方法及經常收支ノ概算市町村ニ非サル企業者  
 ニ在リテハ前掲各號ノ外企業ノ組織, 資本ノ總額及許可年限ヲ記載スヘシ
- 第四條 内務大臣ハ前條ノ圖面書類ヲ審査シ不都合ナシト認ムルトキハ水道布設ノ  
 認可狀又ハ許可書ヲ與フヘシ
- 市町村ニ非サル企業者ノ出願ニ對シテハ内務大臣ハ必要ト認ムル事項ヲ許可書ニ  
 附シテ命令スルコトヲ得
- 第五條 水道用地ハ國稅其他ノ公課ヲ免除ス
- 第六條 官有ノ土地ニシテ水道用地ニ必要ナルモノハ之ヲ拂下ケ又ハ貸付スヘシ
- 第七條 水管ヲ官有地又ハ公道ノ地下ニ布設セントスルトキハ當該行政廳ノ許可ヲ  
 受クヘシ

- 第八條 地方長官ハ隨時當該官吏又ハ技術官ヲ派遣シテ水道工事及水質水量ヲ検査セシメ其改築修理ヲ要シ又ハ水質不良、水量不足ナリト認ムルトキハ相當ノ猶豫期日ヲ定メテ之カ改良ヲ市町村ニ命スヘシ
- 第九條 市町村ハ工事落成又ハ改築修理ヲ了リタルトキハ地方官廳ニ届出監査ヲ受クヘシ
- 第十條 水道ノ給水ヲ受クル者ハ水質水量ノ検査ヲ市町村長ニ請求スルコトヲ得
- 第十一條 家屋内ノ給水用具及本支水管ヨリ之ニ接續スル細管ハ市町村ノ所定ニ從ヒ之ヲ設置シ其費用ハ水道ノ給水ヲ受クル家主ノ負擔トス但市町村ハ命令ノ定ムル所ニ依リ之ヲ設置シ其費用ヲ負擔スルコトヲ得
- 第十二條 市町村ノ水道掛ハ午前八時ヨリ午後五時迄ノ内ニ於テ家屋内ノ給水用具ヲ検査スルコトヲ得但水道掛ハ其証票ヲ携帶スヘシ
- 第十三條 市町村長ハ水道掛ノ報告ニ依リ家屋内ノ給水用具不完全ナリト認ムルトキハ相當ノ猶豫期日ヲ定メテ之カ修繕ヲ爲サシムヘシ  
家主若シ其修繕ヲ怠ルトキハ市町村ニ於テ之ヲ修繕シ其費用ヲ徵收スルコトヲ得
- 第十四條 家主ハ家屋内給水用具ノ設置又ハ其修繕ヲ了リタルトキハ市町村ノ水道掛ニ届出ツヘシ水道掛ハ速ニ之ヲ検査スヘシ
- 第十五條 市町村ハ一家専用ノ給水用具ヲ設クル能ハサルモノノ爲メニ共用給水器ヲ設クヘシ
- 第十六條 市町村ハ消防用ノ爲メニ消火栓ヲ設置スヘシ消防用ニ消費シタル水ハ水料ヲ徵收スヘカラス
- 第十七條 市町村ニ非サル企業者ノ布設シタル水道ニシテ許可年限ノ滿了シタル後ハ關係市町村ハ水道布設ニ要シタル費用ヲ支拂ヒ其水道經營ニ必要ナル土地物件ヲ買收スルコトヲ得但水道及水道經營ニ必要ナル土地物件ニシテ布設當時ニ比シ價格ヲ減損シタルモノアルトキハ水道布設ニ要シタル費用ヨリ之ヲ控除ス  
前項費用ノ範圍及金額ニ關シ當該市町村ト企業者トノ間ニ爭アルトキハ地方長官之ヲ決定ス其決定ニ不服アル者ハ内務大臣ニ訴願スルコトヲ得
- 第十八條 市町村ニ非サル企業者ノ布設シタル水道ニシテ關係市町村ニ於テ必要ト認ムルトキハ許可年限ノ滿了前ト雖之ヲ買收スルコトヲ得  
前項ノ買收價格ハ協議ニ依リ之ヲ定ム協議調ハサルトキハ鑑定人ノ意見ヲ徵シ地方長官之ヲ決定ス其決定ニ不服アル者ハ内務大臣ニ訴願スルコトヲ得
- 第十九條 本法又ハ本法ニ基キテ發スル命令ニ依リ市町村又ハ市町村ニ非サル企業者ニ於テ履行スヘキ事項ヲ履行セス又ハ之ヲ履行スルモ充分ナラスト認ムルトキ又

ハ必要ノ時限内ニ履行シ得スト認ムルトキハ地方長官ハ府縣費ヲ以テ之ヲ施行シ  
其費用ヲ市町村又ハ市町村ニ非サル企業者ヨリ之ヲ追徴スルコトヲ得  
前項ノ處分ハ豫メ履行期間ヲ指定シテ戒告スルニ非サレハ之ヲ爲スコトヲ得ス但  
第八條ノ場合ハ此ノ限ニ在ラス

第二十條 市町村ニ非サル企業者ニシテ前條ノ費用ヲ指定ノ期限内ニ納付セザルトキ  
ハ國稅徵收ニ關スル規定ニ依リ之ヲ徵收ス

第二十一條 內務大臣ハ必要ト認ムルトキハ水道ノ布設ヲ市町村ニ命スルコトヲ得

第二十一條ノ二 內務大臣ノ職權ノ一部ハ勅令ノ定ムル所ニ依リ地方長官ニ之ヲ委任  
スルコトヲ得

第二十二條 本法中市又ハ市長トアルハ（北海道區制又ハ沖繩縣區制ニ依ル區ニ在リ  
テハ區又ハ區長）トシ府縣費トアルハ北海道ニ在リテハ北海道地方費トス  
附 則（明治四十四年法律第四十三號）

第八條乃至第十六條ニ於テ市町村長トアルハ市町村以外ノ企業ニ係ル場合ニハ其ノ企  
業者ニ之ヲ準用ス

本法ハ公布ノ日ヨリ之ヲ施行ス

附 則（大正十年四月法律第五六號）

本法施行ノ期日ハ勅令ヲ以テ之ヲ定ム（大正十年八月一日ヨリ施行）

## 水道條例第三條及第十一條但書ノ規定ニ依ル

命令ニ關スル件(大正十年七月十九日  
内務省令第二二號) 改(昭和三年八月四日  
内務省令第二九號)

第一條 水道條例第三條ニ規定スル目論見書ニ添附スヘキ水質ノ試験表ニハ左ノ事項ニ關スル試験ノ結果ヲ記載スヘシ

- 一 色及清濁
- 二 臭味
- 三 沈滓
- 四 反應
- 五 亞硝酸
- 六 アムモニア
- 七 過マンガン酸カリウム消費量
- 八 クロール
- 九 硝酸
- 十 硬度
- 十一 蒸發残渣
- 十二 細菌聚落數

前項各號ニ掲クルモノノ外異常成分混在ノ疑アルトキハ特ニ其ノ試験ノ結果ヲ記載スヘシ

第二條 水道條例第三條ニ規定スル目論見書ニハ工事方法ニ關スル左ノ圖面及書類ヲ添附スヘシ

- 一 實測平面圖縮尺六千  
分一以上
- 二 實測縱斷面圖縮尺長六千分一以上高二百分一以上但シ  
配水管支管ニ限り本圖ヲ省略スルコトヲ得
- 三 取水口、取水管又ハ取水渠、隧道、沈砂池、貯水池、堰堤、筒水路、排泥管又ハ排泥渠、送水管又ハ送水渠、沈澱池、濾水池、殺菌裝置、配水池、配水塔、唧水場、量水室、配水管又ハ配水渠、橋梁、伏越等水道設備ノ構造ニ關スル圖面其ノ他必要ナル細分圖縮尺百分  
一以上
- 四 取水量決定ノ理由書
- 五 一位代價表
- 六 工事計算書
- 七 計畫説明書

第三條 實測平面圖ニハ郡市區町村ノ名稱及境界、道路、河川、視形線其ノ他地形ヲ表スニ必要ナルモノ、取水口、取水管又ハ取水渠、隧道、沈砂池、貯水池、堰堤、餘水路、排泥管又ハ排泥渠、送水管又ハ送水渠、沈澱池、濾水池、殺菌裝置、配水池、唧水場、量水室、配水管又ハ配水池、橋梁、伏越、排氣弁、消火栓、制水弁、配水區劃等ヲ記載スヘシ但シ管又ハ渠ニ付其ノ徑又ハ幅員ノ異ナルモノハ適宜ノ符號ヲ以テ之ヲ區別スヘシ

第四條 實測縱斷面圖ニハ地盤高、計畫線ノ高低、取水管送水管及配水本管ノ大サ勾配、動水勾配線、水平距離、水源貯水池沈澱池濾水池唧水場配水池配水塔量水室等ノ標高竝其ノ水位排氣弁排泥管又ハ排泥渠橋梁及伏越ノ位置等ヲ記載スヘシ

第五條 第二條第三條ニ規定スル水道設備ノ構造ニ關スル圖面ニハ地盤線及斷面其ノ他構造ヲ表スニ必要ナル事項ヲ記載スヘシ

第六條 取水量決定ノ理由書ニハ水源ノ狀態、湯水量既設水利事業又ハ灌溉ニ必要ナル分水量及消火用其ノ他給水量(各設備ノ設計ノ基礎トナルヘキ水量)法定ノ理由ヲ記載スヘシ貯水池又ハ調整池ヲ設クルモノニ在リテハ其ノ容量流域ノ面積及狀況、雨量觀測表等計畫ノ基礎トナルヘキ事項ヲ記載スヘシ

第七條 計畫説明書ニハ施工箇所ノ地形及地質、給水區域、現住人口及將來増殖スヘキ豫定人口、基本計畫給水人口、豫定給水人口、給水量、清淨方法、配水方法、配水本管線選定ノ理由、管渠ノ斷面及水壓ノ計算方法、各種構造物設計ノ根據其ノ他水道計畫ニ關スル必要ナル事項ヲ記載スヘシ

第八條 地方長官ニ於テ大正十年七月勅令第三百三十一號各號ニ掲クル事項ノ認可又ハ許可ヲ爲ス揚合ニハ水道條例第三條第一項第三、第五及第六竝本令第二條第二號乃至第七號ニ規定スル事項ヲ省略セシムルコトヲ得

第九條 市町村ハ左ノ各號ノ施設ヲ爲シ其ノ費用ヲ負擔スルコトヲ得

一 本支水管ヨリ家屋内ノ給水用具ニ接続スル細管ニシテ公道ノ地下ニ屬スル部分

二 衛生上特ニ必要アリト認メ設置スル家屋内ノ給水用具及本支水管ヨリ之ニ接続スル細管

前項ノ規定ハ市町村ニ非サル企業者ニ之ヲ準用ス

#### 附 則

本令ハ大正十年八月一日ヨリ之ヲ施行ス

# 協定上水試験法

## 第一 採 酌 法

1. 上水試験用ノ採酌ハ左ノ三部ヨリスルコト。

### (1) 水 源

毎年春秋ノ二季ニ水源適宜ノ地ニ就キ採酌ス。

水源地ニ沈澄池ヲ有スルモノハ本條ニ據ル。

其他ハ必要ニ應ジ臨時採酌ヲ行フベシ。

### (2) 淨 水 場

濾池、淨水池、溜井及沈澄池ハ毎日一回採酌スルコト。

濾池、淨水池、溜井等甚ダ遠隔スルモノハ其ノ給水栓ニ就キ本條ヲ適用ス。

事情ニ依リ一週一回迄ハ略省スルコトヲ得。

### (3) 給 水 栓

適宜ノ部分ニ就キ時々採酌スヘシ。

2. 採水器具ハ「ハイロート」氏法或ハ「エスマルヒ」氏法ニ據ルモノヲ用フルコト。但シ細菌學ノ検査用ノモノハ各個ノ瓶ニ所屬スル全装置ヲ殺菌スベシ。

3. 濾池、淨水池、溜井等ニ於テハ可成周圍及ビ深サノ中央ヨリ採酌スルコト。

4. 給水栓ヨリ採酌スルトキハ充分開放シテ五分時以上放流セシメタル後採酌スルコト。

5. 一定所ニ於ケル採酌ハ細菌學ノ検査用ノモノヲ先ニシテ化學ノ検査用ノモノヲ後ニスルコト。

6. 濾池、淨水池、溜井ニ於テ採酌スル場合ニ被蓋アル部ニシテ降雨ノ際ナルトキハ開放ノ爲ニ汚水混入ノ虞アルヲ以テ暫時ノ後水質平均スルヲ待ツテ採酌スルコト。

## 第二 理化學的試験

### 凡 例

1. 本試験法ニ於テ使用セル略字、記號、度量衡ハ總テ第四改正日本藥局方ノ規定ニ據ルコトトセリ。

2. 試薬ハ製法及ヒ含有量ニ關シ特別ノ記載アルモノ竝ニ現行日本藥局方外ノモノヲ除ク外、第四改正日本藥局方ノ規定スルモノヲ使用スルモノトス。

3. 單ニ「プロセント」トアルハ重量「プロセント」ヲ示スモノニシテ、溶液百重量中ニ



存スル藥品ノ重量ヲ指スモノトス。

4. 容量「プロセント」ハ溶液百容積中ニ存スル藥品ノ容積ヲ指スモノトス。

## 試 験 法

### 1. 温 度

水温ハ探酌所ニ於テ「ベツテンコーフェル」氏探水検温器ヲ以テ測リ、気温ハ可成探酌所ニ近キ處ニ於テ日光ノ直射ヲ避ケテ測ルベシ、而シテ其ノ測定時間ハ10分時間、示度ハ攝氏ニヨルモノトス。

### 2. 濁 度

檢水100立方センチメートル(100c.cm.) (濁濁基ダシキ場合ハ少量ヲ採リ蒸餾水ヲ以テ100立方センチメートル(100c.cm.)ニ稀釋ス)ト濁度既知ノ標準液トヲ各別ノ「ネスレル」管(無色平底硝子管ニシテ管底ヨリ20センチメートル(20cm.ノ所ニ100立方センチメートル(100c.cm.)ノ度目ヲ有スルモノ)ニ採リ、黒紙上ニテ上方ヨリ透視シテ濁度ヲ定ム。但シ、濁度ハ蒸餾水1リートル(1L)中ニ白陶土1ミリグラム(1mg.)ヲ含ムモノヲ以テ1度ト定ム。

### 3. 色 度

檢水100立方センチメートル(100c.cm.)ト色度既知ノ標準液トヲ各別ノ「ネスレル」管ニ採リ白紙上ニ置キ上方ヨリ透視シ比色檢定ス。但シ色度ハ40,000倍「ピスマルクブラウン」水溶液1立方センチメートル(1c.cm.)ヲ蒸餾水ヲ以テ稀釋シ全容積ヲ1リートル(1L)トナシタルモノヲ1度ト定ム。

### 4. 臭 味

檢水150立方センチメートル(150c.cm.)ヲ内容500立方センチメートル(500c.cm.)ノ共口「エルレンマイエルコルベン」ニ採リ、栓塞シ重湯煎又ハ熱板上ニテ殆ンド沸騰スルニ至リ、5分間放冷シ振盪シテ臭味ヲ檢ス。

### 5. 反 應

反應ハ「ロゾール」酸溶液ヲ以テ檢ス。評語ハ「弱酸性」「中性」「弱アルカリ性」トス。

#### 「ロゾール」酸溶液製法

「ロゾール」酸1グラム(1g.)ヲ50容量「プロセント」「アルコール」500立方センチメートル(500c.cm.)ニ溶解シ茲ニ得タル橙黄色ノ液ニ「バリット」水ヲ加ヘテ液色ノ正ニ赤色ニ變セントスルノ度ニ至ラシム。

#### 「バリット」水ノ製法

「アルカリ」ヲ含マザル純粹ナル水酸化「バリウム」3.5グラム(3.5g.)及ビ「クロールバリウム」0.2グラム(0.2g.)ヲ蒸餾水ニ溶解シ、全量ヲ1リートル(1L)トナシ静置シテ偶々存在スル炭酸「バリウム」ヲ沈定セシムベシ。

(イ)「アルカリ」度ノ測定

檢水100立方センチメートル(100c.cm.)ヲ内容250立方センチメートル(250c.cm.)ノ共口「コルベン」ニ採リ、「エリトロシン」溶液1立方センチメートル(1c.cm.)及ビ中性「クロロホルム」5立方センチメートル(5c.cm.)ヲ加ヘ振盪シ、此際「クロロホルム」ガ薔薇紅色ヲ呈セバ(水酸化物、重炭酸鹽、又ハ炭酸鹽、存在ノ徵)之ニ5分ノ1定規硫酸ヲ滴下シ、振盪シテ「クロロホルム」ノ脱色スルニ至ラシム。而シテ其ノ「アルカリ」度ハ炭酸「カルチウム」トシテ計算シ、消費セル50分ノ1定規硫酸ノ立方センチメートル數ニ、10ヲ乗シタル數ヲ以テ示ス「エリトロシン」溶液ハ「エリトロシン」(ナトリウム鹽)0.5グラム(0.5g.)ヲ新タニ煮沸シタル蒸餾水1リートル(1L)ニ溶解シタルモノナリ。

(ロ)酸度ノ測定

檢水100立方センチメートル(100c.cm.)ヲ磁製蒸發皿或ハ白紙上ニ置キタル「エルレンマイエルコルベン」ニ採リ「フェノールフタレイン」溶液四滴ヲ加ヘ、50分ノ1定規炭酸「ナトリウム」溶液ヲ以テ滴定ス。總酸度ハ消費セル炭酸「ナトリウム」溶液ノ立方センチメートル數ニ、10ヲ乗ジタル數ヲ以テ示ス。

50分ノ1定規炭酸「ナトリウム」溶液製法

無水炭酸「ナトリウム」1.06グラム(1.06g.)ヲ煮沸シテ炭酸瓦斯ヲ驅逐シタル蒸餾水ニ溶解シ、全容積ヲ1リートル(1L)トシタルモノニシテ其ノ1立方センチメートル(1c.cm.)ハ炭酸「カルチウム」1ミリグラム(1mg.)ニ對應ス。

「フェノールフタレイン」溶液製法

「フェノールフタレイン」5グラム(5g.)ヲ50容量「プロセント」ノ「アルコール」ニ溶解シ、全容積ヲ1リートル(1L)トナシ10分ノ1定規苛性「カリ」ヲ以テ中和シテ製ス。

尙酒精ハ煮沸シテ炭酸瓦斯ヲ驅逐シタル蒸餾水ヲ以テ稀釋シタルモノナリ。

6. 「クロール」ノ定量

檢水50立方センチメートル(50c.cm.)ヲ直徑15センチメートル(15cm.)ノ磁製蒸發皿又ハ白紙上ニ置キタル「ベーヘル」ニ採リ「クローム酸カリウム」溶液1立方センチメートル(1c.cm.)ヲ加ヘ、標準硝酸銀溶液ヲ以テ滴定シテ徵ニ赤色ヲ呈スルニ至ラシム。其ノ終末点ヲ知ルニハ檢水ト同様ノ器ニ蒸餾水50立方センチメートル

(50c.cm.)及び「クローム酸カリウム」溶液1立方センチメートル(1c.cm.)ヲ入レタルモノノ色相ト比較セバ容易ナリ。「クロール」ノ含量大ニシテ標準硝酸銀溶液25センチメートル(25c.cm.)以上ヲ消費スル時ハ検水ヲ少量ニ採リ、蒸留水ニテ稀釋シテ用ヒ、之ニ反シ「クロール」ノ含量甚ダ少ナル時ハ検水250立方センチメートル(250c.cm.)ヲ採リ蒸發シテ50立方センチメートル(50c.cm.)ニ濃縮シテ試験ス。検水ノ色度30度以上ナル時ハ水酸化「アルミニウム」ヲ以テ脱色シタル後試験ヲ行ヒ、検水酸性ナル時ハ炭酸「ナトリウム」溶液ヲ以テ中和シ之ニ反シ「アルカリ」性ナル時ハ「フェノールフタレイン」ヲ標示薬トシテ硫酸ニテ中和シタル後滴定ス。標準クロールナトリウム溶液製法

純粹ナル「クロールナトリウム」16.48グラム(16.48g.)ヲ蒸留水ニ溶解シテ全容積ノ1リートル(1L)トナシ其ノ100立方センチメートル(100c.cm.)ヲ採リ蒸留水ヲ以テ稀釋シテ1リートル(1L)トナス、其ノ1立方センチメートル(1c.cm.)ハ「クローム」0.001グラム(0.001g.)ヲ含ム。

#### 標準硝酸銀溶液製法

硝酸銀2.4グラム(2.4g.)ヲ蒸留水ニ溶解シテ全容積ヲ1リートル(1L)トナシ、前記「クロールナトリウム」溶液ヲ以テ本液ノ1立方センチメートル(1c.cm.)ガ正シク「クロール」ノ0.0005グラム(0.0005g.)ニ對應スル様力價ヲ定ム。

#### 「クローム酸カリウム」溶液製法

「クローム酸カリウム」50グラム(50g.)ヲ少量ノ蒸留水ニ溶解シ、之ニ微赤色ノ沈澱ヲ生ズルニ至ルマデ硝酸銀液ヲ加ヘテ濾過シ其ノ濾液ニ蒸留水ヲ加ヘテ1リートル(1L)トナス。

### 7. 硫酸

検水20立方センチメートル(20c.cm.)ニ鹽酸ヲ加ヘ酸性トナシタル後「クロールバリウム」溶液ヲ加ヘ12時間放置シタル後上清ヲ傾斜シ殘留セル硫酸「バリウム」ノ量ニヨリ其ノ多少ヲ定ム。評語ハ微痕跡、痕跡、極少量、少量トス。但シ多量ノ場合ニハ定量ヲ行フベシ。

### 8. 硝酸

検水20立方センチメートル(20c.cm.)ニ「サリチール酸ナトリウム」溶液(1:100)1立方センチメートル(1c.cm.)ヲ加ヘテ蒸發乾燥シ、冷後硫酸1立方センチメートル(1c.cm.)ヲ加ヘテ殘留物ノ全面ヲ濕シ、後蒸留水及び「アンモニア」水、各10立方センチメートル(10c.cm.)ヲ加ヘテ比色スベシ。

### 9. 亜硝酸

## (イ)定性法

檢水50立方センチメートル(50c.cm.) = 稀硫酸(硫酸 1容積及ビ水 2容積ヨリナル)1立方センチメートル(1c.cm.)ノ割合ヲ以テ、密閉シ得ベキ硝子圓筒ニ採リ之ニ沃度亞鉛濃粉溶液ヲ加ヘテ試験ス。

## (ロ)定量法

檢水50立方センチメートル(50c.cm.)ヲ「ネスレ」管ニ採リ、(若シ著色セル時ハ亞硝酸鹽ヲ含マサル水酸化「アルミニウム」ニテ脱色ス)別ニ數個ノ「ネスレ」管ニ夫々標準亞硝酸溶液 0.0, 0.1, 0.2, 0.4, 0.7, 1.0, 1.4, 1.7, 2.0 及ビ 2.5立方センチメートル(0.0, 0.1, 0.2, 0.4, 0.7, 1.0, 1.4, 1.7, 2.0, 2.5c.cm.)ヲ入レ亞硝酸ヲ含有セザル水ヲ以テ50センチメートル(50c.cm.)ニ稀釋シ、檢水及ビ標準液ノ各々ニ「スルファニール」酸及ビ「アルファナフチールアミン」溶液各1立方センチメートル(1c.cm.)宛ヲ加ヘ、ヨク混和シ10分間放置シタル後比色ス。但シ比色試験ハ試薬注加後30分以上ヲ經過スベカラズ。檢水50立方センチメートル(50c.cm.)ヲ使用セシ時ハ檢水ト同一色相ノ標準液中ノ標準亞硝酸溶液ノ立方センチメートル = 0.01ヲ乘ズレバ檢水1リートル(1L)中ノ亞硝酸性窒素ノ「ミリグラム」數ヲ得。

## 試薬の製法

## (1)亞硝酸「ナトリウム」原液

亞硝酸銀1.1グラム(1.1g.)ヲ亞硝酸ヲ含有セザル蒸留水ニ溶解シ、「クロールナトリウム」溶液ヲ加ヘテ銀ヲ沈澱セシメ濾過シタルモノニ蒸留水ヲ加ヘ全容積ヲ1リートル(1L)トナス。

## (2)標準亞硝酸「ナトリウム」溶液

前記原液ノ100立方センチメートル(100c.cm.)ヲ1リートル(1L)ニ稀釋シ其ノ50立方センチメートル(50c.cm.)ヲ滅菌シ且ツ亞硝酸鹽ヲ含有セザル水ヲ以テ全容積ヲ1リートル(1L)ニ稀釋シ之ニ「クロロホルム」1立方センチメートル(1c.cm.)ヲ加ヘテ滅菌瓶中ニ貯フ。此ノ1立方センチメートル(1c.cm.)ハ窒素0.0005ミリグラム(0.0005mg.)ヲ含ム。

## (3)「スルファニール」酸溶液

純粹ナル「スルファニール」酸8グラム(8g.)ヲ5定規醋酸(比重1.041)ヲ以テ溶解シ全容積ヲ1リートル(1L)トナス、5定規醋酸ニ代フルニ鹽酸50立方センチメートル(50c.cm.)ヲ蒸留水ヲ以テ1リートル(1L)ニ稀釋シタルモノヲ以テスルモ可ナリ。

## (4)「アルファナフチールアミン」溶液

「アルファナフチールアミン」5グラム(5g.)ヲ5定規醋酸=溶解シ1リートル(1L)トナシ、脱脂綿ヲ以テ濾過ス。

此際5定規醋酸=代フル=鹽酸8立方センチメートル(8c.cm.)ヲ1リートル(1L)=稀釋シタルモノヲ以テスルモ可ナリ。

## 10. 「アムモニア」

(イ)水100乃至150立方センチメートル(100—150c.cm.)=對シ「ネスレル」氏試薬1立方センチメートル(1c.cm.)ノ割合ヲ以テ注加シ、白紙上ニ置キ反應ノ有無ヲ檢ス。但シ水層ノ高サハ24センチメートル(20c.cm.)トナス。

## 「ネスレル」氏試薬製法

「沃度カリウム」50グラム(50g.)ヲ可及的少量ノ蒸餾水=溶解シ、之レ=昇汞ノ飽和水溶液ヲ加ヘ少量ノ沈澱ヲ生セシメ、之=證明ナル50プロセント(%)苛性「カリ」溶液400立方センチメートル(400c.cm.)ヲ加ヘ蒸餾水ヲ以テ、1リートル(1L)=稀釋シ、靜置シタル後傾斜法ニヨリテ沈澱ヲ除去ス。

## (ロ)「アムモニア」性窒素定量法

内容1.5乃至2リートル(1.5—2L)ノ蒸餾「コルベン」=還流冷却器ヲ連テ蒸溜ヲ行フ、即チ此ノ「コルベン」=檢水500立方センチメートル(500c.cm.)或ハ之ヨリ少量ノ檢水ヲ採リ、之レヲ「アムモニア」ヲ含有セザル蒸餾水ニテ、500立方センチメートル(500c.cm.)=稀釋シタルモノヲ容レ、此際檢水若シ酸性ナルカ、或ハ尿素含有ノ疑ヒアルトキハ蒸餾前(0.5グラム(0.5g.)ノ炭酸「ナトリウム」ヲ加ヘ、1分時間6乃至10立方センチメートル(6—10c.cm.)ノ割合ニテ蒸溜ヲ行フ。此ノ蒸溜液各50立方センチメートル(50c.cm.)ヲ4本ノ「ネスレル」管ニトル、次ニ標準鹽化「アムモニウム」溶液ヲ種々ノ割合ニ「ネスレル」管ニ採リ、「アムモニア」ヲ含有セザル水ニテ50立方センチメートル(50c.cm.)=稀釋シ、斯ノ如クシテ得タル標準液及ビ、蒸溜液ノ各ニ「ネスレル」氏試薬1立方センチメートル(1c.cm.)ヲ加ヘ攪拌スルコトナク試薬添加後少ナクモ10分時間放置シタル後比色檢定ス。

若シ蒸溜液ノ着色ガ標準液ノ何レヨリモ濃厚ナルモノアル時ハ其ノ蒸溜液ヲヨク攪拌シ、色相ノ濃淡ニ應ジ其ノ2分ノ1、4分ノ1、或ハ8分ノ1容積ヲトリ、之ヲ50立方センチメートル(50c.cm.)=稀釋シテ比色檢定ス。而シテ初メ檢水500立方センチメートル(500c.cm.)ヲトリタル場合ニハ、各蒸溜液ノ色相ト同一ノ色相ヲ呈スル標準液中ノ鹽化アムモニア溶液ノ立方センチメートルノ數ノ合計ニ0.02ヲ乘セハ檢水1リートル(1L)中ノ「アムモニア」性窒素ノ「ミリグラム」數ヲ得ベシ。

## 標準鹽化「アンモニウム」溶液製法

昇華法ニヨリテ得タル純粋鹽化「アムモニウム」3.52グラム(3.52%)ヲ「アムモニア」ヲ含有セザル蒸餾水ニ溶解シ、全容積ヲ1リートル(1L)トナシ、此ノ溶液ノ10立方センチメートル(10c.cm.)ヲ「アムモニア」ヲ含有セザル蒸餾水ヲ以テ全容積ヲ1リートル(1L)ニ稀釋ス。此ノ1立方センチメートル(1c.cm.)ハ0.00001グラム(0.0001%)ノ窒素ヲ含有ス。

## 11. 蛋白アムモニア性窒素定量法

「アムモニア」性窒素検定ニ於ケル殘留液ニ「アルカリ性過マンガン酸カリウム」溶液50立方センチメートル(50c.cm.)ヲ加ヘ「アムモニア」性窒素検定ノ場合ト同様ノ方法ニテ蒸餾シ、比色シテ検定ヲ行フ。

## 「アルカリ性過マンガン酸カリウム」溶液ノ製法

蒸餾水1200立方センチメートル(1200c.cm.)ヲ磁製蒸發皿ニ容レ、10分時間煮沸シタル後加熱ヲ止メ、之ニ純過マンガン酸カリウム16グラム(16%)ヲ加ヘ攪拌シテ、完全ニ溶解シタルモノニ澄明ナル50プロセント(50%)苛性カリ溶液800立方センチメートル(800c.cm.) (或ハコレニ當量ノ苛性ソーダ液)ヲ入レ、尙蒸餾水ヲ加ヘテ、2500立方センチメートル(2500c.cm.)トフシタル後、蒸發シテ、2000立方センチメートル(2000c.cm.)トナス。尙溶液中ノ「アムモニア」ノ有無ヲ檢定シ、若シ存在セバ試験ノ結果ニ修正ヲ施スベシ。

## 12. 過マンガン酸カリウム消費量

檢水100立方センチメートル(100c.cm.)ヲ内容300立方センチメートル(300c.cm.)ノ「ペーヘル」ニトリ、之レニ稀硫酸5立方センチメートル(5c.cm.)及ビ、100分定規過マンガン酸カリウム溶液10立方センチメートル(10c.cm.)ヲ加ヘ、(煮沸後濃赤色ヲ呈セザル時ハ更ニ多量ヲ加フ)沸騰重湯煎上ニテ、7分間加熱シタル後100分定規醋酸液10立方センチメートル(10c.cm.)ヲ加ヘテ褪色セル液ニ更ニ100分定規過マンガン酸カリウム溶液ヲ滴下シ微ニ紅色ヲ呈スルニ至ラシム。

而シテ茲ニ費シタル100分定規過マンガン酸カリウム溶液ノ總立方センチメートル數ヨリ、100分定規醋酸溶液10立方センチメートル(10c.cm.)ニ對スル100分定規過マンガン酸カリウム溶液ノ立方センチメートル數ヲ減シタル差ハ、檢水100立方センチメートル(100c.cm.)ニ要スル100分定規過マンガン酸カリウム溶液ノ量ナリ檢水1リートル(1L)中ノ被酸化物ノ酸化ニ要スル過マンガン酸カリウムノ量ハ次ノ如クシテ算出ス。

$$x = (K' - K'') \frac{0.0316}{K'}$$

茲に  $K$  ハ 100 分定規過マンガン酸カリウム溶液ノ總立方センチメートル數、 $K'$  ハ 100 分定規尿酸溶液 10 立方「センチメートル」ニ對スル過マンガン酸カリウム溶液ノ立方センチメートル數ヲ示ス。

## 試 藥

### (1) 稀 硫 酸

濃硫酸 1 容積蒸餾水 2 容積ヨリ成ル。

### (2) 100 分定規尿酸溶液ノ製法

純結晶尿酸 0.63 グラム (0.63g.) ヲ蒸餾水ニ溶解シ全量ヲ 1 リートル (1L) トナス。

### (3) 100 分定規過マンガン酸カリウム溶液製法

結晶過マンガン酸カリウム 0.32 乃至 0.34 グラム (0.32—0.34g.) ヲ蒸餾水ニ溶解シ、全量ヲ 1 リートル (1L) トナシタルモノニシテ、其ノ力價ヲ檢定センニハ蒸餾水 100 立方センチメートル (100c.cm.) ニ前記ノ稀硫酸 5 立方センチメートル (5c.cm.) ヲ加ヘ熱シ煮沸スルニ至リ、之ニ「ビユレット」ヲ用ヒテ過マンガン酸カリウム溶液 5 立方センチメートル (5c.cm.) ヲ注加シ、更ニ暫時間熱シタル後加熱ヲ止メ 100 分定規尿酸溶液 10 立方センチメートル (10c.cm.) ヲ加ヘテ褪色セシメタル後、過マンガン酸カリウム溶液ヲ滴下シ、再ビ消失セザル紅色ヲ呈スルニ至リ、之レニ尿酸液 10 立方センチメートル (10c.cm.) ヲ注加シテ脱色セル液ニ過マンガン酸カリウム溶液ヲ滴加シテ微紅色ヲ呈スルニ至ラシム。而シテ茲ニ費シタル過マンガン酸カリウム溶液ノ量ハ尿酸 10 立方センチメートル (10c.cm.) ニ對スル量ナリトス。

## 13. 硬 度

水 100000 分中ニ含有スル酸化「カルチウム」(CaO) 1 分ヲ以テ 1 度トナス。内容 200 立方センチメートル (200c.cm.) ノ共口「エルレン、マイエルコルベン」ニ檢水 100 立方センチメートル (100c.cm.) ヲトリ、標準石鹼液ヲ「ビユレット」ヨリ滴下シ、烈シク振盪シテ 5 分時間消滅セザル微細ノ泡沫ヲ生ズルニ至リテ滴下ヲ止メ、消費シタル石鹼液ノ量ヨリ總硬度ヲ算出ス、總硬度 6 度以上ナルトキハ永久硬度ヲ測定スベシ。

## 永 久 硬 度

内容 200 立方センチメートル (200c.cm.) ノ「エルレン、マイエルコルベン」ニ檢水 100 立方センチメートル (100c.cm.) ヲ採リ、30 分時間静カニ煮沸シタル後放冷シテ濾過シ、濾液ヲ 100 立方センチメートル (100c.cm.) ニ稀釋シタル後前記ノ如ク石鹼溶液ニテ滴定シテ永久硬度ヲ定ム。

## 試 薬

## (1) 石鹼原液製法

單鉛硬膏150グラム(150g.)ヲ磁製蒸發皿ニ採リ、重湯煎上ニテ軟化シ、之ニ炭酸「カリウム」粉末40グラム(40g.)ヲ加ヘ、研和シテ均等ノ物質ヲ生ズルニ至リ、強度ノ「アルコール」ヲ加ヘ生成セル脂肪酸「カリウム」ヲ浸出シ、能ク沈澱セシメタル後濾過シ、此ノ濾液ヲ蒸發シテ「アルコール」分ヲ除去シタルモノヲ、56容量「プロセント」ノ「アルコール」ニ溶解ス。

## (2) クロールバリウム溶液

空氣中ニテ乾燥シタル純「クロールバリウム」( $BaCl_2 + 2H_2O$ )0.523グラム(0.523g.)ヲ蒸餾水ニ溶解シテ全容積ヲ1リートル(1L)トナス。

## (3) 標準石鹼液

「クロールバリウム」溶液100立方センチメートル(100c.cm.)ニ對シ、石鹼溶液45立方センチメートル(45c.cm.)ヲ消費スル様、石鹼原液ヲ56容量「プロセント」ノ「アルコール」ヲ以テ稀釋ス、而シテ本液45立方センチメートル(45c.cm.)ハ水100立方センチメートル(100c.cm.)中ノ酸化「カルチウム」( $CaO$ )12ミリグラム(12mg.)即チ硬度1<sup>2</sup>度ニ相當ス。

## 14. 蒸發殘渣

豫メ秤量セル磁製蒸發皿ニ檢水250立方センチメートル(250c.cm.)ヲトリ、重湯煎上ニ蒸發乾燥シ、之レヲ蒸氣乾燥器ニ移シ100度ノ温ニテ1時間乾燥シタルモノヲ除濕器ニ入レ冷却シテ秤量シ、更ニ蒸氣乾燥器ニテ1時間乾燥シテ秤量シ、コレヲ反覆シテ前後ノ重量ノ差異ナキニ至リ茲ニ得タル重量ヨリ蒸發皿ノ重量ヲ減ジタル差ニ、4ヲ乘ズル時ハ檢水1リートル(1L)中ノ蒸發殘渣量ヲ得ルモノトス。

## 15. 鉛

檢水3乃至4リートル(3-4L) (鉛ノ含量少ナルトキハ更ニ多量)ヲ蒸發シテ、30立方センチメートル(30c.cm.)トナシ、之ニ「クロールアンモニウム」溶液10乃至15立方センチメートル(10-15c.cm.)及ビ「アンモニア」水1滴ヲ加ヘ、硫化水素ヲ通ジタル後數時間(出來得ベク半日2時間)放置シ、尙少量ノ「アンモニア」水ヲ加ヘ硫化水素ヲ通ジタル後數分時間煮沸シテ濾過シ沈渣ハ熱湯ヲ以テ數回洗滌シタル後濾紙ト共ニ蒸發皿ニ入レ稀硝酸ヲ加ヘテ煮沸シテ沈渣ヲ溶解シ再び濾過洗滌シタル後、濾液及ビ洗滌液ヲ蒸發皿ニ入レ蒸發シテ10乃至15立方センチメートル(10-15c.cm.)ニ濃縮シ、放冷シタルモノニ硫酸5立方センチメートル(5c.cm.)ヲ加ヘテ硫酸蒸氣ノ



發生スルニ至ル迄加熱ス。此ノ残渣ヲ水ヲ以テ僅ニ潤シ、5(容量プロセント)ノ「アルコール」150立方センチメートル(150c.cm.)ヲ加ヘ、數時間(出來得ベクンバ2時間)放置シテ硫酸鉛ヲ濾別シ、沈渣ハ50容量プロセント)ノ「アルコール」ヲ以テ洗滌ス。而シテ沈渣ヲ濾紙ト共ニ蒸發皿ニ入レ、醋酸アンモニウム溶液ヲ加ヘ煮沸シテ溶解シ濾過シテ、少量ノ醋酸「アンモニウム」ヲ含ム熱湯ヲ以テ沈渣ヲ洗滌シ、濾液及ビ洗滌液ヲ合シテ「ネスレル」管ニ入レ之レヲ2分シ其ノ1分ハ硫化水素水ヲ以テ處理シテ鉛ノ量ヲ概知シ、他ノ1分(若シ鉛ノ量大ナル時ハ其ノ2分ノ1, 4分ノ1等)ニハ醋酸數滴並ニ硫化水素水ノ過剰ヲ加ヘテ生ジタル色相ヲ含量概知ノ鉛標準液ヲ右ト同様ニ處理シテ得タル液ノ色相ト比較ス。

## 試 藥

1. 鉛ノ標準溶液、純硝酸鉛( $Pb(NO_3)_2$ )1.6グラム(1.6g.)ヲ蒸溜水ニ溶シ全容積ヲ1リットル(1L)トス、此ノ溶液1立方センチメートル(1c.cm.)ハ鉛(Pb)1ミリグラム(1mj.)ヲ含ム。
  2. 鹽化アンモニウム溶液、25プロセント溶液。
  3. 醋酸アンモニウム溶液、50プロセント溶液。
  4. アンモニア水、比重0.96。
  5. 醋酸、50プロセントノモノ。
  6. 硫化水素、
  7. 稀硝酸、
  8. 硫酸、
16. 鐵

檢水100立方センチメートル(100c.cm.)ヲ採リ蒸發乾燥シ、鐵ノ不溶性酸化物ヲ生ゼザル様注意シテ赤熱シ、放冷シタル後、鹽酸5立方センチメートル(5c.cm.)ヲ加ヘ蒸發皿ノ内面ヲ、ヨク濕シ、2乃至3分時間温メテ残渣ヲヨク溶解シタルモノヲ「ネスレル」管ニ移シ50立方センチメートル(50c.cm.)ニ稀釋シ、必要アラバ豫メ蒸溜水ヲ以テ濕シタル濾紙ニテ濾過シ、5分ノ1定規過マンガン酸カリウム溶液3滴ヲ加ヘ硫チアンカリウム溶液1立方センチメートル(5c.cm.)ヲ加ヘヨク混和シタルモノヲ、標準液(標準鐵鹽溶液ノ0.05乃至4立方センチメートル(0.05—4c.cm.)ニ鹽酸5立方センチメートル(5c.cm.)ヲ加ヘ、50立方センチメートル(50c.cm.)ニ稀釋シ、5分ノ1定規過マンガン酸カリウム溶液3滴及ビ硫チアンカリウム溶液5立方センチメートル(5c.cm.)ヲ加ヘテ混和シタルモノ)ト比色檢定ス。

若シ檢水ノ有機物含量少ナル時ハ檢水50立方センチメートル(50 $l$ . $cm$ .)ニ硝酸5立方センチメートル(6 $l$ . $cm$ .)ヲ加ヘ5分時間煮沸シタル後放冷シ、5分ノ1定規過マンガン酸カリウム溶液1乃至2滴及ビ流チアンカリウム溶液5立方センチメートル(5 $l$ . $cm$ .)ヲ加ヘ標準液ト其ノ色相ヲ比較スベシ。但シ此際標準液ニハ鹽酸5立方センチメートル(5 $l$ . $cm$ .)ニ代フルニ硝酸6立方センチメートル(6 $l$ . $cm$ .)ヲ以テスベシ。過マンガン酸カリウム及ビ酸ハ「クロール」含量大ナル水ニ於テハ鹽素ヲ遊離シテ黃色ヲ呈セシムルガ故ニ檢水ハ先ヅ適當ニ稀釋スル必要アリ。

尙過マンガン酸カリウム」ヲ過剰ニ加フル時ハ鹽素ト作用シテ同様ノ惡結果ヲ齎スモノトス。

鹽酸及ビ硫チアンカリウム溶液ノ容積ハ可及的精密ナルヲ要ス、コレ鹽酸ノ過剰ハ色相ヲ淡クシ硫チアンカリウム溶液ノ過剰ハ色相ヲ濃厚ナラシムルガ故ナリ。

## 試 薬

### 1. 標準鐵鹽溶液

純粹ナル硫酸酸化鐵アンモニウム[ $NH_4Fe(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$ ] 0.863グラム(0.863 $l$ )[或ハ硫酸酸化鐵カリウム[ $KFe(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$ ]ナラバ(濾紙間ニ壓シテ充分濕氣ヲ除キタルモノ) 0.901グラム(0.9 $l$ g.)ヲトリ稀鹽酸20立方センチメートル(20 $l$ . $cm$ .)ヲ加ヘテ蒸餾水ニ溶解シ全容積ヲ1リートル(1 $l$ .)トナス。

本液1立方センチメートル(1 $l$ . $cm$ .)ハ0.1ミリグラム(0.1 $l$ mg.)ノ鐵ヲ含有ス。

### 2. 硫チアンカリウム溶液

硫チアンカリウム」ノ結晶20グラム(20 $l$ g.)ヲ蒸餾水ニ溶解シ、全容積ヲ1リートル(1 $l$ .)トナス。

### 3. 稀 鹽 酸

比重1.1ノモノニシテ約20「プロセント」ノ「クロール」水素ヲ含ムモノ。

### 4. 5分ノ1定規過マンガン酸カリウム溶液

過マンガン酸カリウム」6.6グラム(6.6 $l$ g.)ヲ蒸餾水ニ溶解シ、全容積ヲ1リートル(1 $l$ .)トナス。

### 5. 鹽 酸

### 6. 硝 酸

17. 本法、5ノ(イ)、(ロ)、8、9ノ(ロ)10ノ(ロ)11、13、15及ビ16ハ必要ニ應ジテ施行スルモノトス。

但シ毎年源水及ビ濾過水ニ就キテハ全試験ヲ施スベシ。

### 第三 細菌學的試験

#### 試 験 法

##### 1. 試験用器具

- イ. 採水罐 細菌試験用採水罐ハ密接スル磨合セタル硝子栓ヲ有スルモノニシテ、充分ニ洗滌シ紙ヲ以テ包ミタル後滅菌ス。尙運搬ニハ適當ノ函ニ入ルベシ。
- ロ. ビベット
- ハ. 稀釋用罐
- ニ. ベトリー氏シヤレー、直徑9センチメートル(9cm.)ニシテ底部ハ可及的平坦ナルベシ。
- ホ. 醗酵管 内容ハ少ナクトモ試験スベキ水ノ3倍容量ノ培養基ヲ入レ得ルモノヲ用フ。

##### 2. 培養基ノ材料

- イ. 肉越幾斯 リービヒ氏肉越幾斯ヲ用フ。
- ロ. ペプトン 照内「ペプトン」其他同一ノ結果ヲ與フルモノナラバ他ノ「ペプトン」ヲ用フルモ可ナリ。
- ハ. 糖類 最モ純良ナルモノヲ用フ。
- ニ. 寒天 使用スル寒天ハ良質ノモノヲ用フ。
- ホ. 膠質 使用スル膠質ハ淡色ニシテ防腐劑ヲ含マズ膠質培養基ノ融点ハ25度或ハ其以上ノモノトス。
- ヘ. 一般藥品 其他培養基ニ用フル他ノ藥品ハ總テ化學的ニ純粹ナルモノヲ得ル様特別ノ努力ヲ要ス。

##### 3. 培養基ノ調製

###### イ. 寒天培養基

「リービヒ」氏肉越幾斯10分、食鹽5分、ペプトン10分、並ニ寒天15分ヲ水1000分ト共ニ、「コルベン」ニ入レ「アウトクラフ」ニテ130度ニ加熱溶解セシメ、反應ヲ中性若クハ微弱アルカリ性(標示藥ハ「ロゾール」酸ヲ用フ)ニ調整シテ、60度以下ニ冷却シタル時、卵白2個ヲ加ヘテ充分攪拌シテ再ビ「アウトクラフ」ニテ150度ニ加熱シ後濾過シテ得タル澄明液ヲ滅菌試験管ニ分チ綿栓ヲ施シ、更ニ「アウトクラフ」ニテ消毒ヲ行フ。

「リービヒ」氏肉越幾斯ノ代リニ、牛肉煎汁ヲ用フルモ可ナリ、其ノ製法左ノ如シ。

牛肉500グラム(500g.)ヲ取り髓及脂肪ヲ去リ之ヲ細切シテ「コルベン」ニ入レ1リートル(1L)ノ水ヲ注ギ直チニ重煎湯又ハ「コツホ」氏蒸氣消毒釜ニテ1乃至3時間煮沸シテ後濾過シ液量減少セル時ハ更ニ水ヲ加ヘテ1リートル(1L)トナス。

#### ロ. 膠質培養基

肉越幾斯10分, 食鹽5分, 及ビ「ペプトン」10分ヲ水1000分ト共ニ鍋ニ容レ, 次ニ秤量前1時間105度ニテ乾燥シタル膠質100乃至250グラム(100-250g.)ヲ加ヘテ65度ニテ膠質ガ全部溶解スルマデ除々ニ熱シ消失シタル蒸發水量ヲ補足シ反應ヲ中性或ハ微弱アルカリ性(標示藥ハ「ロゾール」酸ヲ用フ)トナシ, 之レヲ澄明ニナルマデ濾過シ, 次イデ滅菌試験管ニ分チ更ニ之レヲ三日間30分宛「コツホ」氏蒸氣消毒釜ニテ滅菌ス, 或ハ「アウトクラフ」ニテ15ボンド(120度)ノ壓ニテ15分間滅菌ス。

#### 4. 検水ノ採酌及保存

検水ハ必ラズ滅菌採水罐ニ採リ, 採酌後可及的早ク試験スベシ。採酌位置ニ於テ培養ヲ實行シ能ハザル場合ニハ可検水ヲ氷ヲ詰メタル冷器内ニ保存スベシ。但シ此ノ場合ト雖モ3時間ヲ超過スベカラズ。

#### 5. 平板培養法

聚落數検査ニ用フル平板培養ニハ寒天培養基又ハ膠質培養基ヲ用フ, 但シ使用シタル培養基ノ種類ハ備考欄ニ記スベシ。

濾過水ハ各一種ニツキ1立方センチメートル(1c.cm.)宛2個ノ「ペトリ」氏皿ニ注ギ之レニ豫メ溶解シタル45度内外ノ寒天又ハ膠質培養基ヲ加ヘ, 靜カニ動搖シテ能ク混和セシム。

源水又ハ沈澱池ノ水ニシテ, 細菌含量多數ナルモノハ殺菌水ヲ以テ適宜稀釋シ, 然ル後培養ヲ行フモノトス。

培養溫度ハ寒天培養基ナルトキハ攝氏37度, 膠質培養基ナルトキハ20度トス。

#### 6. 聚落數計算法

イ. 聚落數ノ計算ハ寒天平板ノ場合ハ, 培養後24時間, 膠質平板ノ場合ハ48時間ニ於テス。

但シ本文以上ノ時間ヲ經過シタル時ハ其ノ旨ヲ備考欄ニ記スベシ。

ロ. 聚落多數ニシテ, 各個ノ計算困難ナルトキハ平均法ヲ用フルコトアルベシ。

ハ. 絲狀菌ノ聚落ハ加算セズ。

## 第四 飲料適否ノ判定

左ノ數項ノ一ニ該當スルモノハ飲料ニ適セサルヲ以テ直ニ改善ノ方法ヲ實行シ其ノ間ハ必ズ煮沸ノ後飲料ニ供セシムヘシ。

1. 外觀ノ異常アルモノ。
2. 異臭味アルモノ。
3. 直ニ亞硝酸及「アムモニア」ノ反應ヲ呈スルモノ。
4. 過マンガン酸カリウム消費量10ミリグラム以上ノモノ。
5. 細菌叢落數101個以上ノモノ、但シ土地ノ狀況ニ依リ51又ハ201個以上トナスコトアルベシ。(第26回上水協議會ニ於テ「寒天平板培養ノ適合ハ細菌叢落數70個以上ノモノ」ト協定)。
6. 反應、クロール、硫酸、硝酸、固形物總量、硬度ノ異狀アルモノ又ハ鉛ヲ檢出スルモノハ適宜其ノ良否ヲ判定シ、其ノ他異狀成分、病原の細菌混在ノ疑アルトキハ特ニ試験ヲ施シ判定ノ上改善ノ方法ヲ施行スルコト。

## 附 1

### 大腸菌試験法

大腸菌ハ乳糖ヲ分解シテ瓦斯ヲ發生シ、且ツ固形培養基上ニテ好氣的ニ生育スル所ノ無芽胞性桿菌ヲ包含スルモノトス、本試験ニ要スル培養基及ビ其ノ製法左ノ如シ。

#### イ. 遠藤氏培養基

3プロセント(3%)ノ中性寒天培養基1000立方センチメートル(1000c.c.m.)=10プロセント(10%)炭酸ナトリウム液、10立方センチメートル(10c.c.m.)ヲ加ヘテ「アルカリ」性トナシ、次テ純良ナル乳糖10グラム(10g.)「フクシン」ノ酒精抽出液5立方センチメートル(5c.c.m.)ヲ加ヘ然ル後新製シタル10プロセント(10%)無水亞硫酸「ナトリウム」液25立方センチメートル(25c.c.m.)ヲ加ヘテ微カニ淡紅色トナシ、「コッホ」氏蒸氣消毒釜ニテ消毒シ、或ハ滅菌試験管=10立方センチメートル(10c.c.m.)宛注ギ、或ハ滅菌「ベトリ」氏皿=注ギテ平板トナシ固定後逆轉シテ冷暗處ニ貯フベシ。

#### ロ. 乳糖加「ペプトン」水

「ペプトン」10分、食鹽5分、ヲ水1000分ニ溶解シ、之レヲ「アフトラフ」ニテ滅菌シテ反應ヲ中性トナシ、冷後0.5プロセント(0.5%)ノ乳糖ヲ加ヘ各10立方センチメートル(10c.c.m.)宛試験管ニ分與シ「アフトラフ」ニテ15「ポンド」ニ

15分、又ハ「コッホ」氏蒸氣消毒釜ニテ30分宛3日間消毒ス。

### 1. 遠藤氏寒天平板培養法

檢水1立方センチメートル(1c.cm.)ヲ「ペトリ」氏皿ニ注キ豫メ溶解シタル遠藤氏寒天培養基ヲ加ヘ、靜カニ動搖シテ能ク混和セシム。

培養溫度及ビ聚落數計算ハ前記ニ從フ、但シ聚落ハ遠藤氏寒天培養基ヲ赤變スルモノノ中大腸菌トシテノ其他ノ性質ヲ具備スルモノノミヲ計算スベシ。

### 2. 推定試験

イ. 醱酵管ニ檢水ノ適當量ヲ容レ次ニ檢水ノ少クトモ3倍量ノ乳糖加「ペプトン」水ヲ加フ。

ロ. 之等ノ醱酵管ヲ37度ニ於テ48時間培養シ、24時間、48時間毎ニ檢シ、瓦斯發生量ヲ記スベシ。

其ノ記入ノ要項ハ次ノ如シ。

1. 瓦斯發生ノ有無。

2. 閉管部ノ10プロセント(10%)以下ノ瓦斯發生量。

3. 閉管部ノ10プロセント(10%)以上ノ瓦斯發生量。

ハ. 24時間以内ノ瓦斯發生量ガ醱酵管ノ閉管部ノ10プロセント(10%)以上ナル時ハ推定試験陽性ナリトス。

ニ. 24時間ニテ瓦斯發生量皆無ナルカ、或ハ10プロセント(10%)以下ナレバ更ニ24時間培養ヲ持續ス。

ホ. 48時間培養後瓦斯ナキ場合ハ試験ハ陰性ナリトス。

### 3. 部分的確定試験

イ. 48時間培養後檢水ノ量少量ヨリ瓦斯發生ヲ示ス所ノモノニツキ、遠藤氏培養基ニテ平板培養ヲ作ル。例ヘバ試験ニ用ヒタル水ノ量ガ10立方センチメートル(10c.cm.)1立方センチメートル(1c.cm.)0.1立方センチメートル(0.1c.cm.)ナル時瓦斯ノ發生ガ10立方センチメートル(10c.cm.)、1立方センチメートル(1c.cm.)ノモノニ於テ發生シ、0.1立方センチメートル(0.1c.cm.)ニ發生セザル時ハ此ノ試験ハ唯1立方センチメートル(1c.cm.)ノモノニツキ行フ。

ロ. 平板ハ37度、18乃至24時間培養ス。

ハ. 此ノ時間内ニ平板上定型の赤變聚落ヲ見ル時ハ部分的確定試験ハ陽性ナリトス。

ニ. 併シ24時間以内ニ定型の聚落ガ現ハレザル場合ト雖モ、必ラズシモ陰性ナリト決定スルヲ得ズ、何トナレバ大腸菌ハ遠藤氏培養基ニ於テ其ノ出現ガ徐

々ナル事アルヲ以テナリ。斯カル場合ハ次ノ試験ヲ行フベシ。

#### 4. 完全試験

- イ. 前二項ノ遠藤氏平板培養ヨリ定型的聚落ヲ少クトモ、2個鈎菌シ、各々寒天斜面及ビ乳糖肉汁醱酵管培養ヲ行フ。
- ロ. 前二項ニ於ケル24時間以内ニ遠藤氏平板上ニ定型的聚落ヲ生ゼザル場合ハ更ニ24時間培養シ、然ル後縱令定型的ノモノナラズトモ、最モ大腸菌ニ近キ聚落ヲ、少ナクトモ2個鈎菌シテ寒天斜面ト乳糖肉汁醱酵管試験ヲ行フ。
- ハ. 斯クシテ接種シタル乳糖肉汁醱酵管ハ瓦斯發生ガ生ズル迄培養シ(但シ48時間ヲ超過スル要ナシ)寒天斜面ハ37度、48時間培養ス。乳糖肉汁ニ於テ瓦斯ヲ發生シ、且顯微鏡ノ試験ノ結果無芽胞性桿菌ヲ證明スル時ハ陽性、然ラザル場合ハ試験ノ結果ハ陰性ナリトス。

## 附 2. 生物學的試験法

### 1. 試験用器具

#### イ. 浮游生物網

源水及濾水ノ浮游生物ヲ採集スルニ用ヒコノ網ハ上部口径20センチメートル(20cm.)下端口徑3センチメートル(3cm.)深サ40センチメートル(40cm.)ノ繪絹製倒圓錐形ノモノニシテ、ソノ上端ニ曳網ヲ附シ、下端ニ高サ10センチメートル(10cm.)ノ眞鍮製圓柱形漏斗部ヲ附シタルモノナリ、漏斗部ニハ側面ニ窓アリテ繪絹ヲ張り、水ヲ濾過シ終リタル時ソノ下端ニ於ケル殘留量約10立方センチメートル(10c.cm.)ナラシム、網ノ全重量ハ曳網ヲ除キテ(500g.)上部眞鍮環ノ重量230グラム(230g.)下部金屬部ノ重量約240グラム(240g.)トス。

#### ロ. 硝子製管燭

採集セル浮游生物ヲ保存スルニ用ヒ、口径2センチメートル(2cm.)高サ8センチメートル(8cm.)ノ圓筒形硝子燭ニシテコルク栓ヲ附ス。

#### ハ. 計數用具

採集濃縮セル生物ノ計數ニ用フルモノニシテ載物硝子、眞鍮製杵〔深サ1ミリメートル(1mm.)内容1立方センチメートル(1c.cm.)〕及覆蓋硝子ヨリナル。

### 2. 採集法

- イ. 沈澱池及濾過池源水ノ浮游生物ヲ採集スルニハ前記ノ浮游生物網ヲ以テ池畔ニ立チ、先ヅ曳網ノ上端ヲ手頭ニ縛シ置キ、岸ニ直角ヲナセル方向ニ曳網ノ

全長ヲ引張ル様ニ投ゲ出シ、網ガ水面ニ落テテ沈マントスル時ヲ見計ヒ曳網ヲ引キテ網カ水面下約10乃至20センチメートル(10-20cm.)ノ邊ヲ横ニ動ク様ニ手探リ寄セ岸ヲ離ルル1メートル(1m.)許リノ所ニ來レル時急ギ引揚ゲテ流出スル水ヲナルベク地上ニ落スヤウニス。右ノ採集ニ當リ網ガ水中ヲ動ク距離ハ1回ニ5米(5m.)ナル様ニシ、同法ヲ反覆スルコト6回ニシテ止メ水ノ充分濾出シ去ルヲ待テテ下端ノ活栓ヲ開キテ残留セル水及採集生物ヲ豫メ10パーセント(10%)「フオルマリン」水5立方センチメートル(5c.cm.)ヲ入レタル保存容器ニ移ス。

- ロ。濾過層内ノ生物ヲ採集スルニハ底土押取器ヲ竿ノ先ニ固定シ濾過池中ノ代表的地点ヲ選ビテ25立方センチメートル(25c.cm.)ヲ採取スルカ又ハ濾過池削取前水ヲ落シタル直後砂層ノ垂直斷面ヲ作り表面ヨリ一定ノ距離ヲ置キテ25立方センチメートル(25c.cm.)ノ砂ヲ採リ之ヲ硝子圓筒ニ移シ清水ヲ加ヘテヨク振盪シ上部ノ細微生物ヲ細砂又ハ泥土ヨリ傾瀉法ニヨリテ分離シイ項ニ示セル方法ヲ以テ保存スベシ、池底ノ場合モ亦之ニ準ス。
- ハ。濾水ノ生物ヲ採取スルニハ給水栓ヲ全開シ流出スル水1立方メートル(1c.m.)以上ヲ前記浮游生物網ニテ採取ス、其ノ保存方法ハイ項ニ同ジ。
- ニ。附著生物ノ検査ハ之ヲ一定セス各地ニ於テ適當ニ之ヲ施行スベシ。

### 3. 試験法

採集生物ノ試験ハ左記甲乙ノ二法ノ何レカニ據ルベシ。

- 甲。右法ニヨリ保存硝子管中ニ採集セル生物ハ各々之ヲヨク混和シ、其1立方センチメートル(1c.cm.)ヲ所定ノ計數室ニ收メテ個數計算法ヲ行フ。則チ生物ノ種屬ヲ辨別シ各生物ノ個數ヲ計測シ之ヲ10倍シテ記録スベシ。
- 乙。浮游生物ノ總量ヲ定ムルニハ「フオルマリン」投入後管燻ヲ直立シテ30分ヲ經テ沈澱量ノ多少ニヨリ左ノ等級ヲ附ス。(コレヲ總量示數ト稱ス)
1. 少量
  2. 稍々多量
  3. 多量
  4. 甚ダ多量
  5. 極メテ多量
- 細微ナル採集物ヲ檢鏡スルニハ採集物ノ容レル管燻ヲトリ「ピペット」ニテ適當ニ攪伴シタル後ソノ中心部ニテ水約0.5立方センチメートル(0.5c.cm.)ヲ「ピペット」内ニ吸ヒ上ゲコレヲ小時計皿又ハ種痘皿内ニ吹き出シ、顯微鏡下ニ暫シ動植物ノ屬種ヲ檢定シ、其ノ結果數量ノ多少ニヨリテ各種毎ニ左ノ五等級ノ一ニ植當セシム。(コレヲ種屬量示數ト稱ス)



1. 稀ニアルモノ
2. 少シアルモノ
3. 稍々多クアルモノ
4. 多キモノ
5. 甚ダ多キモノ

一方ニ種屬名ヲ記シ他方ニ時日ヲ記シテ作りタル表中ニ前記兩示數ノ積ノ數字ヲ記入ス。

例ヘバ某日ノ採集物中ニナル動物「稍々多ク」アリ(即チ種屬量示數<sup>3</sup>)テ同日ノ總量「稍々多量」(即チ總量示數<sup>2</sup>)ナリトセバ $3 \times 2 = 6$ 即チ6ヲ記入スルモノトス。生物名ノ記入ハ屬名ヲ單位トシ其ノ不明ナルモノハ科、亞目、又ハ目名ヲ記入ベシ。