抄　　錄

第22卷第6,7號　昭和11年7月

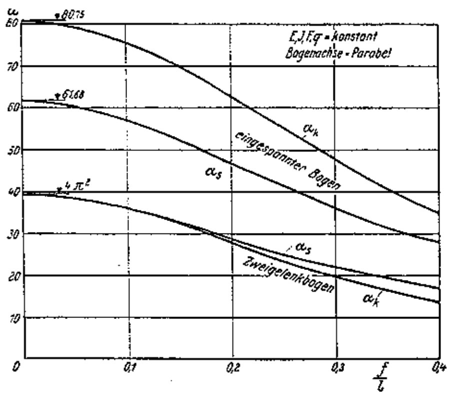
2. 應用力学

(10) 充腹アーチの挫屈及び其の基本振動數

(F. Kollbrunner, "Versuche über die Knicksicherheit und die Grundschwingungszahl vollwandiger Bogen." Bautech. 13 März 1936, S. 186～188.)

R. Mayer 及び J. Fritsche 氏の充腹アーチの挫屈に就ての理論的實驗の結果と，DIN 1075 に規程して居る計算方法とを比較すれば，兩者の間に非常に違つた結果を得る事が分る。アーチの挫屈の簡單な實驗を Karlsruhe 大学の E. Gaber が 1933 年初に爲し，之に刺戟をされて F. Stüssi は L. Vianello の實驗の結果を基として，アーチの挫屈荷重の簡單な計算方法を出した。又夫に加へて基本振動數の研究をも發表した。等布荷重を受けた斷面一様の二次拋物線アーチに就ての計算の結果は図-1 に示される様なものである。Gaber

図-1.



の結果が常に Stüssi の理論的方法に依る結果よりも大きく出るが，此の開きを明にする爲に著者は 1935 年の 2 月から 6 月迄次に述べる 80 の實驗を爲した。實驗に供した材料としては厚さ 1 mm，幅 12 mm の鍛鉄片を用ひた。彈性係數は $E=2\,200\,000\,\mathrm{kg/cm^2}$ 材料の伸びは Huggenberger の伸張計モデル B で測定した。測定した撓から求めた鉄片の EJ は $220\,\mathrm{kg\text{-}cm^2}$ となり，斷面積は一様なりとしても實用的には十分な正確さを持つて居るもので有る。アーチは普通の狀態では二次の對稱形の拋物線を成して居る。圧力線とアーチ軸線は各斷面で一様な圧縮應力を生ずる樣に一致して居る。實驗したアーチは固定アーチ及び 2 鉸アーチに就て夫々 $f/l=0.1$, 0.2, 0.3, 0.4 ($l=60\,\mathrm{cm}$) の場合に對して行ひ，又各々一つの場合には 10 回の實驗をして居る。起供點の固定をなす爲には bolt で計算で求めた最初のアーチ軸のタンゼントの方向に調整した。一様な荷重としてはスパンを 12 等分して，5 cm 間隔に P なる集中荷重を加へる。荷重としては 10～100 gr が用ひられ，細い荷重は bearing ball で爲した。種々の異つた長さの拱肋片の自重を調整した後に危險荷重を 20～30 の階程に分けてかけ最初の中は荷重を急に上げるが，危險荷重近くに成ると gramm 程度に増して行つた。又拱肋の振動を起す爲には 1/4 點に鉛直な力を與へて静止の位置より動かしめ，即これに依つて位置のエネルギを得て力が去つた後には運動のエネルギに変ずる理で有る。この一つの拱肋に就ての振動持續時間は荷重の大きに依つて変るもので有る。荷重が大になる程振動時間は長くなり，挫屈荷重に至ると接續時間は非常に大となつて拱肋は原の位置には最早歸らなくなる。實驗の結果は図-2 に示して有る。こゝで H_{kr} は挫屈荷重 P_{kr} より計算出來る。

$$H_{kr}=1.491\,P_{kr}\,l/f$$

實驗より得た結果が總て Stüssi 氏に依る値より下に來る。之は實驗の上で避ける事が出來ない妨げと成る因子がはいつて來る爲で有る。挫屈荷重に至ると拱肋は其の對稱形を離れて右或は左に挫屈しようとする。図-3, 4, 5 は $f/l=0.4$ の 2 鉸アーチの場合，図-6 は $f/l=0.1$ の

図-2.

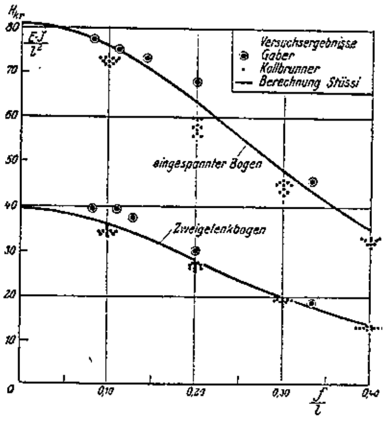


図-3.

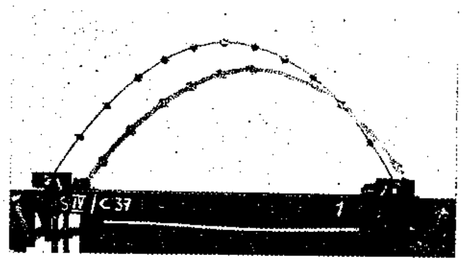


図-4.

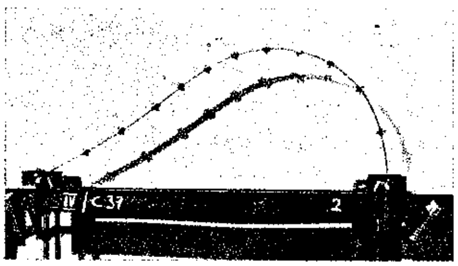


図-5.

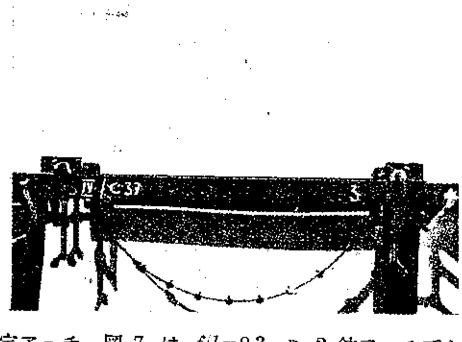


図-6.

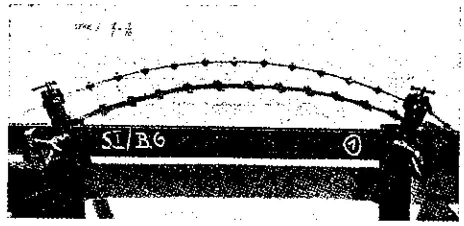


図-7.

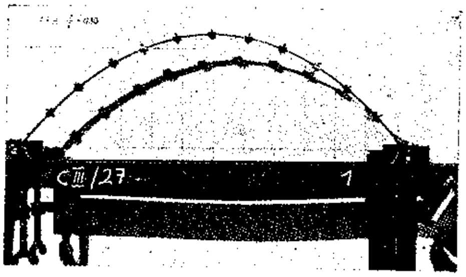
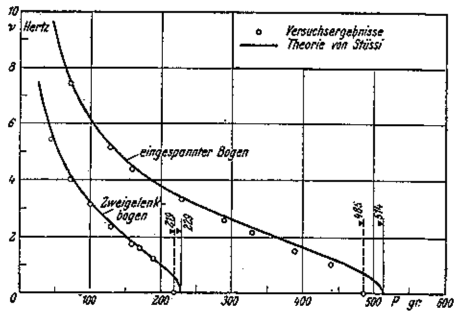


図-8.



固定アーチ，図-7 は $f/l=0.3$ の 2 鉸アーチである。図-8 には $f/l=0.2$ の場合に就て Stüssi に依り計算した振動数と實驗から得た結果とを上げて居るが理論と實驗とはこゝでは良く一致して居る。要するに實驗の結果と Stüssi に依る計算の結果とを比較すればアーチ挫屈荷重の基本振動數の大体の見當をつける計算では信頼するに足るもので有る。 （住友　彰）

3. 土 質 工 学

(4) 粘土地盤に於ける基礎圧力

(Maurice A. Ravenor, "The Determination of Foundation Pressures on Clay." Engineering, Dec. 13, 1935, p. 642～643.)

M. A. Ravenor 氏は，粘土地盤に於ける等量沈下の場合，荷重强度と構造物沈下の關係を，次の如き實驗式で示した。

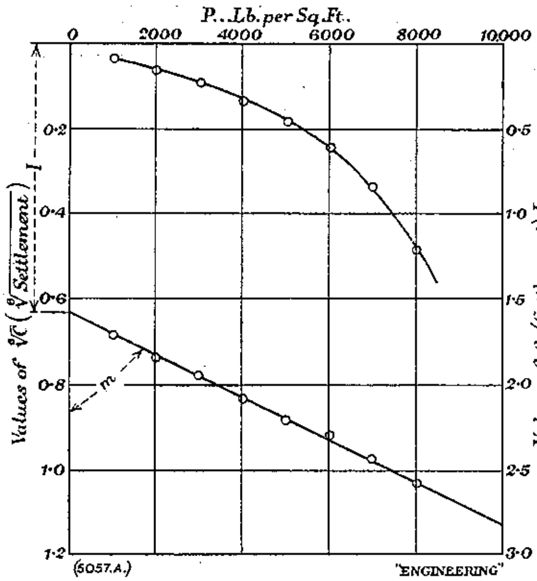
$$C=\left(\frac{P}{m}+I\right)^{6} \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots (1)$$

但し C：沈下量（吋） I：彈性歪（吋）
P：荷重强度（封度/呎^2 又は t/呎^2）
m：係數（封度·吋又は t·吋）

(1) 式の形狀，及び之に依つて表はされる應力歪曲線は，恰も軟鋼の引張試驗の如く，彈性限度以內の部分は粘土地盤も彈性歪をなす。彈性限度を越えれば引張試驗の供試体が伸びると同樣に基礎地盤では沈下が起る。

(1) 式に於て $I=\sqrt[6]{C}-P/m$ であるから I を求むるには，異る P に對して $\sqrt[6]{C}$ の値を數多く實驗により求めて，之をプロットして $\sqrt[6]{C}$ 軸との交點を求むれば良い (図-9)。又 $m=P/(\sqrt[6]{C}-I)$ であるから，$\sqrt[6]{C}$ をプロットして得た直線の勾配から m を知る事が出來る (図-9)。次に P に就ては，從來基礎支持面の面積を A とし上載荷重を W とし，$P=W/A$ としてゐた。然し圧縮されたる粘土地盤に於て，不等沈下を生ぜざる場合

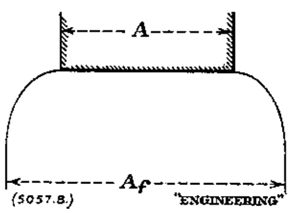
図-9.　(1) 式の図的關係



は，A の代りに図-10 に示す如き有效支持面 A_f を考へ得る。即ち P の代りに次の如き p を使用してよい。

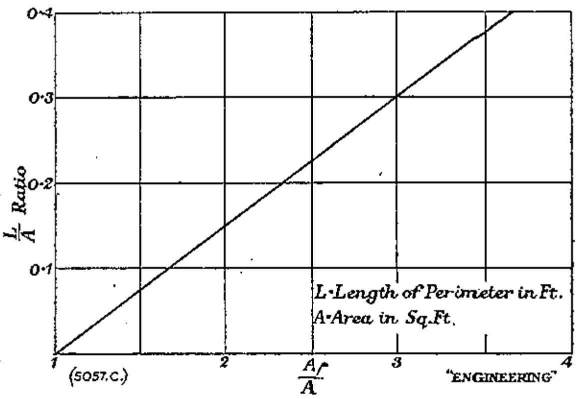
$$p=W/A_f \cdots(2)$$

図-10.　A と A_f の關係



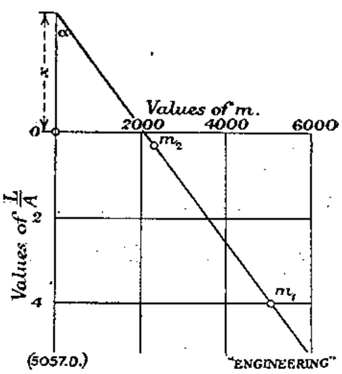
A_f と A との關係は基礎斷面の周邊長 (perimeter) L の大さ，斷面の形狀等により同一軟質粘土の場合でも異つて來る。之を實驗の結果を主としてグラフにしたのが図-11 である。

図-11.　L/A と A_f/A の關係



今図-12 に於て，$m=\left(\dfrac{L}{A}+x\right)\dfrac{m_0}{x}$

図-12.　L/A と m の關係



之の値を (1) 式に挿入すれば

$$P=(\sqrt[6]{C}-I)\left(\frac{L}{A}+x\right)\frac{m_0}{x} \quad \cdots\cdots\cdots(3)$$

(3) 式を A 倍すれば $W=(\sqrt[6]{C}-I)(L+xA)m_0/x \cdots(4)$

沈下量を或一定値に假定すれば $(\sqrt[6]{C}-I)$ 及び m_0/x も一定となる。$k=p/x$ 即ち $kx=p$ とおけば

$$W=kxA+kL$$

又，

$$W=pA+\frac{p}{x}L=p(A+L/x)$$

從つて

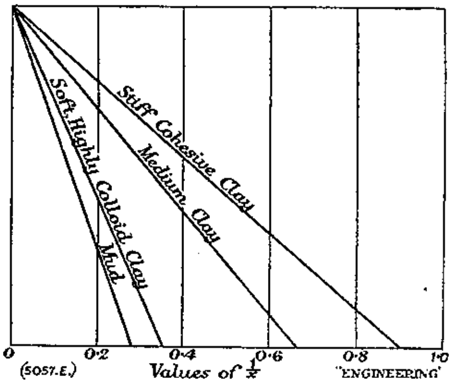
$$p=\frac{W}{(A+L/x)}=\frac{W}{A_f} \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots(5)$$

(5) 式に依れば p は A_f を求めなくても計算出來る。然しその爲には $1/x$ を知らねばならない。$1/x$ の近似値は図-13 より知る。然し正確には小面積の粘土を使用して實驗するのが良い。今二つの實驗を W, A, L を異にし沈下量を等しくせしめて行ふ。その結果

$$p=\frac{W_2}{A_2+L_2/x},\quad p=\frac{W_1}{A_1+L_1/x}$$

とし之等よりの p を等置すれば次の如くなる。

図-13. 各土質に於ける $1/x$ の値



$$x=\frac{W_2L_1-W_1L_2}{W_1A_2-W_2A_1}$$

上記の x の求め方は沈下を等しくせしめると云ふ難事がある。之を避けるには，数學的には全く同一の事だが次の樣にすればよい。

(1) 式より或構造物に對して　$m_2=\dfrac{P_2}{\sqrt[6]{C_2}-I}$

試驗すべき面積に對して　$m_1=\dfrac{P_1}{\sqrt[6]{C_1}-I}$

之等 m_1, m_2 の値を図-12 の相應せる L/A に對してプロットすれば，x を図上に測定し得る。或は，$x=m_0/\tan\alpha$ より計算する。m_0 は明らかに定數であるが，之に依つて粘土の壓縮或は壓縮固化の度合が判る。軟質粘土では m_0 の値が小で x の値大，硬質粘土では m_0 の値が大で x の値は小である。

之の理論に基いて實際に計算した例を示せば次の如くである。試驗に於ける支持面は直徑 12 吋の軟質粘土，荷重 $W=2\,040$ 封度，$x=2.8$ とすれば (5) 式より

$$p=\frac{2\,040}{0.7854+\dfrac{3.1416}{2.8}}=1\,070\text{ 封度/呎}^2,$$

$$P=\frac{2\,040}{0.7854}=2\,600\text{ 封度/呎}^2$$

實際には基礎面積 792 呎^2，その周邊長 288 呎とし，$p=1\,070$ を用ひ，前と同量の沈下を生ずべき構造物の重量を求めれば，$W=1\,070\left(792+\dfrac{288}{2.8}\right)=957\,456$ 封度

許容壓力は　$P=\dfrac{W}{A}\times\dfrac{957\,456}{792}=1\,207$ 封度/呎^2

尚ほ各部が等量の沈下をする場合には，同一構造物の 1 點の P を知り，異る部分の P を知る事も出來る。

$$\frac{P_2}{P_1}=\frac{x+(L/A)_2}{x+(L/A)_1}\cdots\cdots\cdots\cdots(6)$$

今長い壁体の底版に於て或 1 點の壓力 $P_1=4$ t/呎^2 が判明する時，その部分の底版幅が 8 呎ならば，同一壁体で幅 4 呎なる他の點に於ては，(但し $x=1.5$)

$$P_2=4\times\frac{1.5+0.5}{1.5+0.25}=4\frac{1}{2}\text{ t/呎}^2$$

となる。　(比田　正)

5. 測　　量

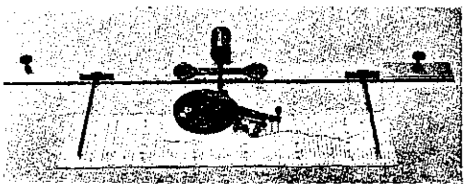
(1) 流量測定用測面器

("Planimeters for Records from Flow Meters and Weirs." Engineering, Jan. 3 & 17, 1936 p. 1~3 & 56~57.)

元來測面器は $\int y dx$ なる積分を機械的に行ふもので其の數學的意義より此の積分が面積を表はすから図形の面積測定に用ひられて居る。尙他に特殊の工夫を施して $\int y^2dx$, $\int y^3dx$, $\int y^4dx$ 等の正整數指數に對する積分を行ふべき各種の積分器が工夫せられ實用に供せられて來たが，分數指數に對するものは未だ作られなかつた。只 Adler-Ott の平方根積分器のみが古くから用ひられたが，之は指數 $\frac{1}{2}$ に限るものであつた。從つて管或は流出口よりの流出量を知る爲時間に對し自記せられた記錄図より之を求める事は出來るが，矩形堰又は矩形断面の水路の流量を求めるには $\int y^{\frac{3}{2}}dx$ を，又三角形缺口堰の流出量を知るには $\int y^{\frac{5}{2}}dx$ なる積分を行はなければならない。近時工學的に此要求が相當重大となり，一般に $\int y^{\frac{m}{2}}dx$ を求める積分器の出現を期待されるに至つた折柄，スイスの Dr. Dubois に依つて我々の希望を充すべき測面器が發明せられた。

$\int y^{\frac{1}{2}}dx$ に對しては図-14 又は図-15, 16 の如き測面器を用ふ。図-14 は直角坐標に對して描かれた記錄図に

図-14.



用ひるものであり，図-15 及び図-16 は記錄図が極坐標を以て円板上に描かれたものに對して用ひる。図-14 を使用するには溝のある導錘 (guide) を x 軸卽ち零線に平行に置き動桿 (tracing arm) の先端の測針を x 軸に一致せしめて讀みを取る，(此時動桿と導錘上を走る遊動桿とは一直線を成してゐる)。次に零線から最初の縱

図-15.

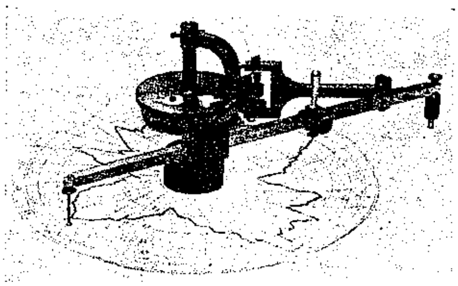
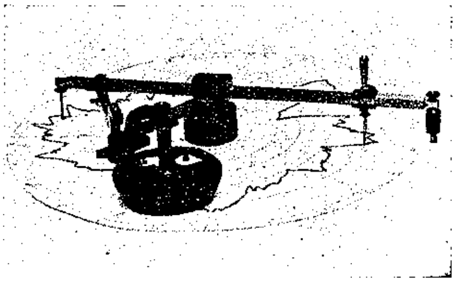


図-16.

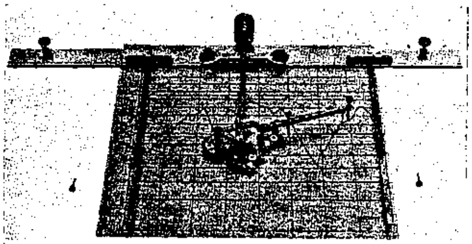


距に沿ひ曲線の始點に達し曲線を辿り最後の點の縦距に沿うて零線に歸りその時の讀みを取り最初の讀みとの差を求めればよい。此際必らず時針の方向に辿らなければならない。尙零線上を最後の點から最初の點迄歸る必要はない。之は x 軸に沿うて測針を動かすとも測輪は廻転しないからである。尙此の測面器には更に普通の測面器の如く面積も求め得る樣に動桿に別の測輪が附いてゐる。

記錄図が円板上に描かれる場合，記錄棒が半径の方向に動くか又は円の中心を通る円弧上を動くかの 2 種があり，更に図-14 の零線に相當する零円が板の外縁に一致するか中心に近くあるかの 2 種がある。図-15 は零円が板の外縁に一致する場合であり図-16 は中心に近い場合である。卽ち前者ならば半径方向の縦距は外縁から中心に向ひ增大し後者の場合は反對である。この使用法は極を円板の中心と一致せしめ動桿と，測輪を有する桿とを一直線にして，その時測針が丁度零円に一致する樣調整し，(零円の位置により測針を置くべき位置に相異あり)，然る後は図-14 と同樣の操作による。

次に矩形堰或は矩形水路の流量を求めるには直角坐標に對する水位の記錄図を作り之を測るに図-17 の如き測面器を使用する。之は測輪 2 個を有し兩者の讀みを其の公式に代入して求める。理論的には更に三角形缺口堰に對する $\int y^{\frac{5}{2}}dx$ を求める測面器も作り得る筈であつて此時は測輪 3 個を必要とする。しかし工学的に利用價値の多いのは之よりも図-17 の矩形堰に對するものである。

図-17.



（米谷榮二）

7. コンクリート及鉄筋コンクリート

(13) 鉄筋コンクリート管の配筋法

(D. B. Gumensky, "Design of Reinforcement in Circular Concrete Siphons." E. N. R. March 12, 1936, p. 380-382.)

鉄筋コンクリートサイフォンは Colorado 河水路工事中特筆すべきもので，その構造は設計上幾多の興味ある問題を提供して居る。サイフォンの型式及び寸法の經濟的選定，その他諸般の條件に關しては E. N. R. June 27, 1935, p. 899. に掲載されて居るから，茲には總延長 24.36 哩，直径 11 呎 5 吋～16 呎のサイフォンの配筋法に就て述べる。

十分な鉄筋量を使用し且之を正しく配置すれば管の安全性と機能を確實ならしめる事は言ふ迄もない。鉄筋コンクリート管の設計に當つては先づ管に働く荷重及び管殼 (pipe shell) 内の応力の分布狀態を知らなければならぬ。又管の强度，水密性及び工費に就て考慮を拂はねばならぬ。

管に働く力： 管に働く總ての力は (1) 管の軸に添ふて働き縦方向の圧縮応力，引張応力及び曲げ応力を生ずる力と，(2) 軸に直角に働き管殼に直接応力或は曲げ応力を起す力とに分ける事が出來る。

縦方向の力は土地の不同沈下，收縮及び温度変化に伴ふコンクリートの容積変化，或は重量又は水圧の縦方向分力の不平衡等に依つて起るものであつて，之等の力に對しては場所打の場合は縦鉄筋を挿入し，precast pipe の場合は漏水なくして管の多少の移動を許す樣な接手を設け或は十分な anchor を設けて抵抗させなければならぬ。

管軸に直角な面内には内部水圧によつて生じ，管を破裂させ樣とする力と，管自体の重量，管内水の重量，被

覆土から來る圧力及び動荷重に依つて起る圧力の爲に，管を内方に押しつぶさうとする力とが存在する。図-18には円管破壊の代表的な二つの場合を示す。之に依つて見るも，鉄筋は水圧のみに抵抗させる爲には，管殻と同心の circular hoop を管殻の外周面に近く挿入すべきである事が判る。又曲げに依る破壊に抵抗させる爲には，管の上部及び下部に於ては管殻の内面に近く，両側に於ては管殻の外面に近く鉄筋を挿入する必要がある。之には水平な長軸を有する楕円形の hoop が最も適當である。實際問題として水圧管は内部水圧の爲に直接張力を受け，外部から來る荷重の爲に曲げモーメントを受けるから，設計に當つては之等兩者に抵抗すべき配筋法を採らねばならぬ。

図-18.

PIPES FAIL from two principal causes, bending due to external loading or tension due to hydrostatic pressure.

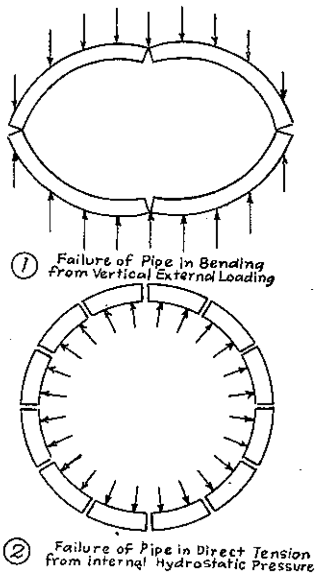


図-19 ①,② には管に働く二つの代表的な荷重及び管殻内の応力分布狀態を示すべき推力線 (thrust line) を示す。

図-20 ③,④ には夫々 low head 及び high head に對する推力線の狀態を示す。

low head の場合には推力線は管殻の外にはみ出して曲げ応力の大なる事を示し，high head の場合には推力線は管殻内に在つて直接張力の優れて居る事を示して居る。

張力と曲げとの組合せ： 管殻の軸に關する推力線の位置に依つて鉄筋を 1 層にすべきか或は 2 層にすべきかが決まる。曲げモーメントが大きく直接張力線が断面の外に在る場合は断面のコンクリートの一部は圧力を受ける。かゝる場合には 1 層の鉄筋が適當であつて，圧力側に鉄筋を入れる事は是認出來ない。図-19 ① はこの狀態を説明するものである。直接張力が増加するに從つてその作用線（推力線）は断面の中心に向つて移動する。直接張力線が鉄筋と一致すれば図-19 ② に示す如く，コンクリート内の応力は零となり，① の極根の場合となる。

直接張力線が鉄筋を越えて更に断面の中心に向つて

図-19.

TYPICAL CASES of combined bending and tension.

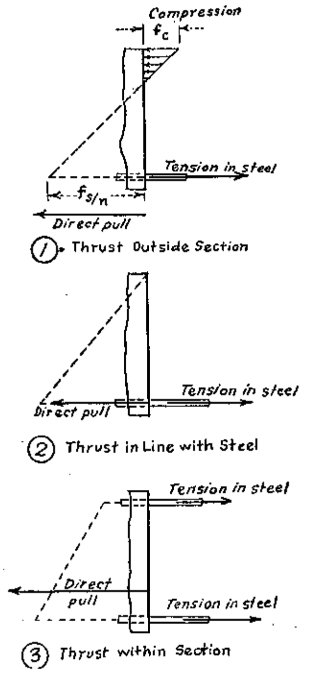
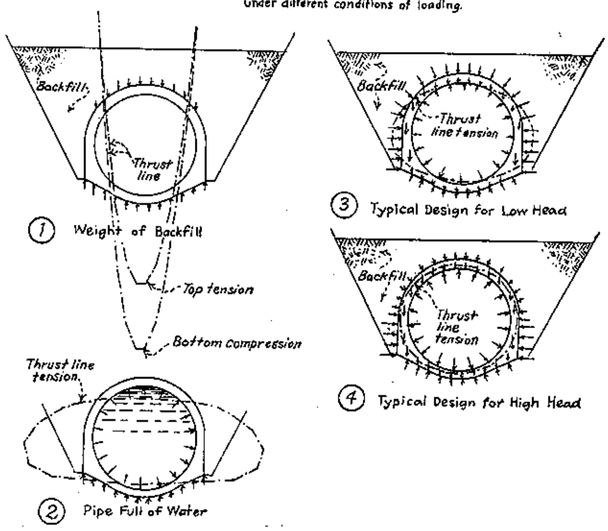


図-20.

THRUST LINES in concrete pipe under different conditions of loading.



移動すれば，図-19③に示す如く，コンクリートの他の面に近くもう1層の鉄筋が必要になつて來る。

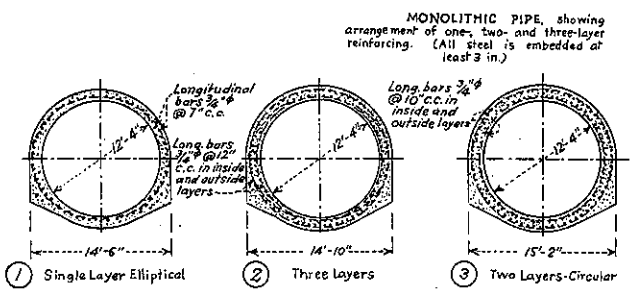
直接張力線が有效断面に在つて而も2層の鉄筋を必要とする場合には，各層の鉄筋の單位應力を等しくする爲には，各層の鉄筋量は直接張力線から鉄筋迄の距離に逆比例する。直接張力線の位置が断面の中心又は略ゝ中心に在る時は等量の鉄筋を2層使用すればよい。然し直接張力線が中心から可なり偏して居る時に等量の鉄筋を2層挿入すれば，直接張力線に接近した方の鉄筋は過剰の力を受け，離れた方の鉄筋は餘り力を受けない事になる。

アケダクトサイフォンの鉄筋: Colorado河アケダクトのコンクリートサイフォンは，岩盤隆起部上の2箇所を除いては總て地中に埋設し，被覆土の厚さは少くとも3呎とした。但し排水渠の下の如く深く洗掘される恐れのある所では之を増し，10呎に達した箇所もあつた。

サイフォンの鉄筋は水圧による直接張力並に被覆土，管殻，及び管内水の重量に依つて起る曲げモーメントに抵抗する様に設計した。

鉄筋は low head 及び moderate head に對しては水平長軸を有する1層の楕円形 hoop を用ひ，high head に對しては管殻の内側面及び外側面に近い2層の円形 hoop と，更に管の上部及び下部に於ては内側の円形 hoop の間，兩側に於ては外側の円形 hoop の間を通る楕圓形 hoop との3層を用ひた。2層の円形 hoop と1層の楕円形 hoop とを併用すれば，鉄筋を最も必要とする部分に鉄筋を集中する事が出來，よく平衡の取れた經濟的な設計が得られるものと信ずる。図-21にはアケダクトサイフォン中の代表的な配筋を示す。其の③は max. head が153呎で被覆土なく露出してゐる爲に主として直接張力を受けてゐる Eagle Lift siphon に用ひたものである。

図-21.



鉄筋の單位應力: 周張力を受ける場合にはコンクリートは管の強度には與つて力なく，應力は總て鉄筋が受持つ事になる。張力を受ければ環狀筋はその單位應力に比例した量だけ伸長し，コンクリートは鉄筋に添ふて徴細な龜裂を生ずる。若し鉄筋内の單位應力が高ければ之等の龜裂は擴大して遂に漏水するに至るから，かゝる狀態に陥るのを防ぐ爲には鉄筋内の單位應力を低くする様にしなければならぬ。

總ての水圧に對して鉄筋の單位應力が等しくなる様に設計すれば，龜裂の大きさ及び分布も總ての水圧に對して略ゝ等しい譯である。然し乍ら水の浸透力は圧力と共に増加するものであるから，總ての水圧に對して一様の單位應力を用ひて設計したならば，例へば30呎の head に對しては水密であつても100呎の head に對しては漏水を來すかも知れないと言ふ結果になる。若し150呎の head に於ても漏水のない程單位應力を低くし，之を以て head 30呎の管を設計すれば，過剰の鉄筋が入つて不經濟となる。之等の狀態からして，管内圧力が増すに從つて單位應力を低くするのが適當であると考へられる。

直接張力と曲げとが組合はされた或る場合(low head 及び moderate head の場合)にはコンクリートの一部は圧力を受け曲げに抵抗する事がある。かゝる場合には鉄筋は16 000封度/吋^2 (1 120 kg/cm^2) 或は18 000封度/吋^2 (1 260 kg/cm^2) 迄應力を出す事が出來，而も尚コンクリートは水密性を保つであらうと言へるかも知れない。張力と曲げと組合せられた場合には鉄筋の單位應力を比較的高くし，同時に水圧管の水密性の必要から鉄筋の最小量を制限すると言ふ方法が提唱される。precast pipe ではこの考慮が重要であるが，場所打の場合にはコンクリートの品質を完全に調整する事が出來ないから，張力と曲げと組合はされた時も張力のみの時と同じ單位應力を採用する。

円壔形鉄鈑を用ひた precast pipe では漏水の心配はなく，直接張力に對して單位應力を13 500封度/吋^{2}とする。此の値は使用した鉄板の弾性限度の1/2である。

縦筋: 場所打の管では縦筋は温度の變化，コンクリートの収縮或は土地の不同沈下に依つて生ずる力に抵抗しなければならぬ。其の鉄筋量は埋設管ではコンクリート總面積の1%の1/4，露出管では同じく1%の1/2である。precast pipe では縦鉄筋量は環狀筋を互に緊結するに必要なだけあれば十分である。

(古河順治)

(14) 竹筋コンクリート

(K. Datta, Chittagon. Indien. "Versuche über die Verwendung von Bambus im Betonbau." Bauing. 24 Jan. 1936, S. 17～27.)

印度特に Bengal 地方には竹が豐富に存在し，百姓又は中流階級の大多數は殆んど竹藪を私有してゐると同時に農村ではこの竹が各方面に利用せられてゐる。竹は比重が小く，比較的强度大であり且加工が簡單であるから極めて便利な材料であり，又全体一樣な格好をし强度も各部平均してゐるから是の方面からも大きな利用價値がある。故に家屋は殆んど竹を用ひて作り，周圍を土壁とし，屋根を竹細工としてゐる他小さな橋梁，竹垣，其他雨天時の道路に使用して，鋪裝代用とする等小さな町の内でさえ竹の家を見ることが出來る。

竹の壽命は他の木材同樣餘り長くを期待することは出來ない。之は濕度の影響を受けること非常に大であつて，濕度如何に依て壽命が決る程である。それ故家の中で濕り氣の多い部分卽ち柱，竹垣等の恒に濕氣に觸れる所は，又一面蟲の害も考慮して恒に取替得る樣にしておく。タール等を塗つて上記兩缺點を補ふことが出來るが之も極く短期間のことである。唯燃へ易い事は竹の最も大きな缺點である。以上の樣に構造材料として多々利點あるにも拘らず，腐蝕，蟲害，火災の缺點がある爲是等に對し適當な防護を講じ得ない限り餘り利用の途は開けない譯である。コンクリートを以て竹の周圍を圍むことは確かに以上の缺點を除くに足ると考へられる。次に印度に於て同方法に依る"竹筋コンクリート"なるものの使用に當つての Bauman 氏の實驗の結果を述べる。印度ではセメントの需要なく，ヨーロッパ，日本等の樣にセメント工業が盛でないから，自然セメントを使用するには外國品を用ひなければならない。山砂川砂は得られるけれ共殆んど 1 mm 以下の小粒のものである。又印度の大部分特に Bengal 地方には砂利は全く無く，假令コンクリートを作るにしても碎石砂利は非常に高くつくから，大底割煉瓦を用ひてゐる。コンクリートに關する智識卽セメント—水比，粒度率等の技術的進歩全然無く，混合比さえも出鱈目である。斯樣に印度ではセメント及骨材が國内に產出しないためコンクリート構造物は經濟的に見て不利益なるのみならず一面技術的の確實性が無いためその方面でも餘り利益とする所はない。依て，下記 a) 乃至 d) の條件の下に竹とコンクリートとを組合せて構造物を作り得る可能性があるか否かを考へて見る。

a) 別々に作用する竹の橫斷面を組合せて一緒に作用する樣にする。b) 竹をその加害者から保護する。c) 構造物を目的に合ふ樣な形に作る。d) 力の一部分特に應圧力を受けしめる。

是等の要求は次の性質の存在に依て滿足され得る。

1) 兩物質は決して互に侵し合はない。2) コンクリートに埋込んだ竹は蟲菌等の害を受けることはない。3) 竹はコンクリート内部に固定され，從て兩物質が共同作用することが出來る。

木材同樣竹は周圍から濕氣を吸收して軟化膨脹する。この膨脹力は非常に大きく爲にその際生ずる力に依て打ち立てのコンクリートに龜裂を生ぜしめる。又乾燥に際しては（コンクリート乾燥硬化の際）再び濕氣を失つて收縮する。この收縮がコンクリートの夫に比して非常に大きいため又特に竹の收縮が迅速であるため兩物質間の結合が緩くなり密着し得ないことになる。又，枝，節の隔板が兩物質の滑りを防ぐには役立つけれ共構造物が大きくなればなる程それを長期間の壽命とさせ度いから，その間には竹は何度か乾燥吸濕の作用を繰返し非常に强度を減じて來る。故に竹を斯樣な濕氣から完全に遮斷することが出來れば目的を達することが出來る。コンクリートは注入後乾燥狀態に放置すれば急激に濕氣を放失し數日後には少量の水分しか殘らない，且又乾燥するに從つて收縮する。故に注入後最初の 1 日間竹をして出來る丈濕氣に對し鈍感にしてやれば都合がよい。それに依て竹に厚，長，幅の變化を生ぜしめコンクリート內に密着せしめ得る理である。この目的は竹の外側に塗料を塗つて達し得られるし，同時に菌，蟲害をも豫防出來，1) 乃至 3) の基本條件が滿足される。竹とコンクリートとが同一体として作用し得るかに關し Bauman 氏の實驗を見ると，氏は空中乾燥した丸竹を用ひて實驗を行ひ，次の結果を得てゐる。この際濕氣に就ては調査しなかつた。

圧縮試驗に於ける竹の彈性係數＝189 000～199 000 kg/cm²，30 cm 長，外徑 3 cm，肉厚 0.45 cm 材の圧縮强さ＝794～863 kg/cm²，曲げに依る彈性係數＝170 000～220 000 kg/cm²，外徑 $d=7.2$ cm，支間 $25d$ に依る曲げ强さ 763～2 760 kg/cm²．卽同氏の實驗に依れば Ea＝189 000～199 000 は丁度コンクリートのそれと同じであり，又圧縮强度に於ては コンクリートのそれよりはるかに大である，故に竹筋コンクリートの圧縮强さは夫と同一斷面を有するコンクリートの圧縮强さよりも大であると言へる。且曲げに對して同一のことが言へる理である。卽丸竹はコンクリートと同樣の Ea をもつてゐ

図-22.

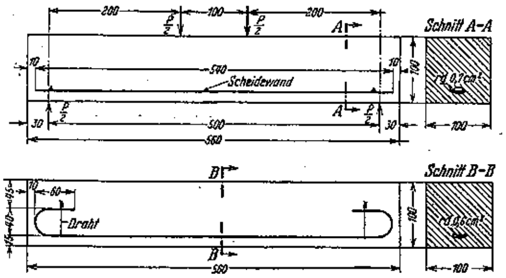


図-23.

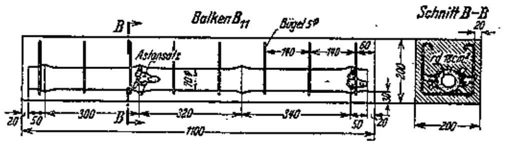
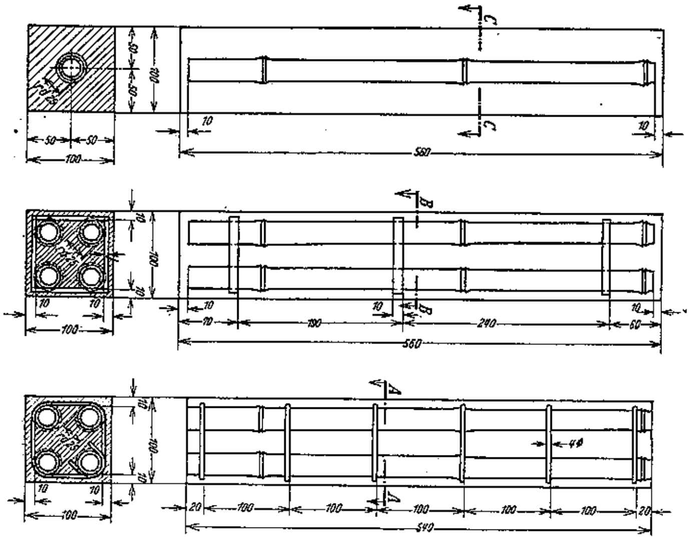


図-24.



るが圧縮强さに於てコンクリートより大であるから鉄筋コンクリートの圧縮側に使用して有利であることを推論し得る。

引張强さに於ては勿論コンクリートより大きい。故に鉄筋コンクリート梁引張部分の鉄筋の上部に挿入することも可能である。即ちこの方法に依つて構造物を軽くし且强度を高めることが出來る。而し竹は鉄に比し E_a が小さいから鉄筋コンクート同様の强度を得るには約 10 倍の竹を挿入するを要する。これは困難なことであるから結局竹筋コンクリートは極めて小応力を受ける部材に適用して有利であるといふことになる（図-22～24参照)。

（糸川一郎）

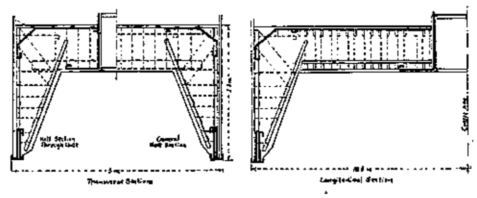
8. 施　　工

(4) Soviet Russia に於ける圧氣潜函工法

(M. A. Kienia, "Pneumatic-Caisson Practice in Soviet Russia." E. N. R. March 21, 1935, p. 418～421.)

Soviet Russia に於ては，橋梁の基礎工事には開潜函 (open caisson) 及び矢板圍堰 (sheet pile cofferdam) を使用する以外，大部分圧氣潜函 (pneumatic-caisson) が使用されてゐる。是は多くの建築工事の爲にクレーン, clamshell, 及び鉄矢板等の缺乏を來たしたことに原因してゐる。圧氣潜函は主として橋脚に用ひられるも亦工場建築の基礎にも使用され，現に Moscow 地下鉄道にも亦宮殿建築の基礎としても使用されてゐる。1927 年以來 Soviet Russia に於ては 70 の大橋梁が架設せられ 300 以上の大橋脚が設置された。そのうち Dnepropetrovsk の Dnieper 河に架かる延長 5 350 呎の鉄道橋, Saratov の Volga 河に架かる延長 5 570 呎の鋼橋, Golgi の Volga 河に架かる延長 3 280 呎の橋梁, Leningrad の Weva 河に架かる街路橋其他の橋脚には總て圧氣潜函を使用されたが之等橋梁に使用された圧氣潜函の寸法は色々であり，断面積も最小 560 呎^2 より最大 4 750 呎^2 である。近く 7 100 呎^2 のものが製作される豫想である。Saratov 橋梁工事ではケーソン 6 個を設置したがその最大深度は水中，及び基礎地盤下各 49 呎であり，断面積は 1 470 呎^2 であつた。Leningrad の Weva 河の橋梁工事では 2 個のケーソンを使用せしも，その深度は水中 52.5 呎基礎地盤下 39 呎であつた。Soviet Russia に於て橋梁工事の大々的活動の開始された當時には圧氣潜函は主として鉄筋コンクリートであつたが 1929 年

図-25.

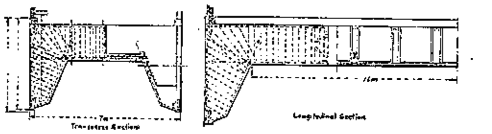


Mogilov に於て Dnieper 河の橋梁工事中ケーソンの構造に大変化を來たした。即ち筆者の設計になる木筋コンクリートケーソン (timber concrete caisson) が製作設置されたが夫は図-25 に示す如く鉄筋の代りに松と樅の板及び角材が使用されてゐる。設計の原理は鉄筋補强の場合と同様なるもたゞ弾性係数及び単位応力が相違してゐる。最初製作されたケーソンは断面 485 呎^2 で地下 33 呎の深さに設置された。Sarator で Volga 河の橋梁工事に於ては断面平均 775 呎^2, 幅 24.6 呎の 9 個の木筋コンクリートケーソンが設置され結果は良好であつた。かゝる大成功以來特別に深い水中にケーソンを設置する以外はすべて圧氣潜函は木筋コンクリートで製作されることになつた。Moscow Dorbas 鉄道の Oka 河に架かる鉄筋コンクリート鉄道橋工事に使用されたものは幅 41 呎, 深度は水中及び基礎地盤下各82 呎であつた。現在まで 200 個以上の木筋コンクリート圧氣潜函が設置されすべて好成績を示してゐる。

木筋コンクリート・ケーソンの製作: ケーソンの刃口が出來上ると内部架構をなし貫板及び垂直板によつて補强をなす。内壁及び下部補强を終つて外壁及び上部補强にかゝる。剪断応力は鉄筋スタラップによつて抵抗せしめる。筆者の實験によれば木材のスタラップは好結果を示さなかつた。木材は完全に乾燥せしめ乾燥度の高い程木材とコンクリートの接合がうまくゆく。木材の引張応力は 2 130 封度/吋^2, 許容附着応力は 35 封度/吋^2 である。木材, コンクリートの弾性係数比は最初設計では 0.5 であつたが實験の結果 1.0～1.5 と結論され, 現在 1.0 と假定されてゐる。

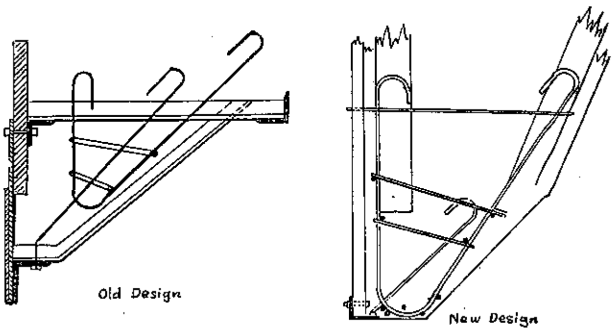
中空壁をもつ浮函: 海岸または淺い水中に設置する場合にはケーソンは固体型に作られるが深い水中に設置する場合には鉄筋補强の薄壁をもち浮遊出來得る様に中空に造る。図-26 は鉄筋補强を有する Saratov 橋

図-26.



のケーソン設計の一例である。是等中空のケーソンの壁の厚さは 4～6 吋にして梁, 肋材は共に 12～16 吋である。コンクリートは充分水密に造る。若し作用応力が 510～710封度/吋^2 であれば最大强度 2 850封度/吋^2 のものを使用せねばならない。Leningrad の場合にはケーソンを水密性に造る爲にズックで包んだ。かゝるケーソン補强の爲には 0.6％～1.2％の鉄筋が使用されてゐる。ケーソンの刃口の設計は最近数年間に大変化を來した。図-27 は刃口の新舊兩型を示してゐる。舊型は重量 120～133封度/呎であつたが Dnepropetrovsk の Dnieper 橋工事に於ては重量僅か 27 封度/呎の新型の刃口をもつ

図-27.



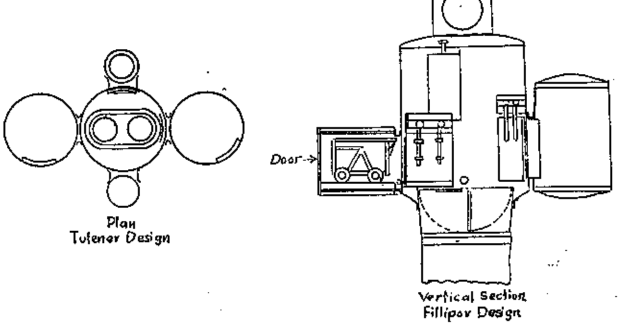
ケーソンが難なく岩石及び転石を切り通した。

ケーソンの沈め方: ケーソンの沈め方に3様式ある。1) 河岸に沈める場合若し地下水が許すならばケーソンを沈める爲に 5～7 呎深く掘り下げる。2) 人工の島の上に沈める場合。3) 海岸または乾船渠で製作し之を浮遊せしめて後沈める場合。人工の島の上にケーソンを沈める方法は水深 16.5 呎迄の河口に使用される。特別例として Ob 河の橋梁工事では 21.3 呎の場合にも使用された。島は吸揚式浚渫機で作られ島の上流側は矢板によつて急流を遮ぎる様に造る。吸揚式浚渫機は細粗により 1/7～1/10 位の自然勾配に砂を堆積させる。ケーソンは洗流作用によつて危険に瀕する様なことがない。この方法の信頼するに足る事實は Moscow-Doubas 鉄道の Kashira の Oka 河の橋梁工事に於て證明された。水深 16.5 呎～23 呎の河では矢板圍ひの中に築島する。水深 23 呎以上の處にケーソンを沈める場合は専ら floating method を用ひる。1930～1931 年 Saratov の Volga 河橋梁工事で断面各 1 460 呎^2 の 16 箇の浮函 (floating caisson) を筆者指揮のもとに沈めた。1933 年 Weva 河の橋梁工事では断面各 4 750 呎^2 の大浮函を沈めた。水深は一方は 52 呎他では 42.5 呎であつた。Saratov に於ては Volga 河の水深は 39 呎～50 呎に上昇した。全部で 17 箇のケーソンを Saratov 橋工事の爲に沈めたが内 6 箇は floating method によつて沈め, 1 箇は水深 14.8 呎の處で人工島の上で造り, 殘り全

部は陸上で沈めた。浮函は浮船渠で製作し鉄筋補强してゐる。浮函の吃水 18 呎であつたが浮船渠の甲板は水面下 13.8 呎以下に下げる事は出來なかつた。それ故に船渠より浮函を浮び動かす爲には作業室の外部から空氣圧搾法によつて浮函の吃水を減少せしめた。ケーソンが自由に浮ぶ樣になれば之を深處に引き入れる。ケーソンの高さは 15.6 呎で頂きには水密性の木製潜函を作る。潜函は 2 吋板を二重に張りめぐらしてあり，浮力 350 t の浮き足場でケーソンを沈め樣と計畫された。足場には直径 2.5 吋のネヂが 21 個あり之にかけられた鎖によつてケーソンは沈む間中支へられる樣になつてゐる。かゝる方法に依つて 6 箇の中 1 箇のみを沈めた。他の 5 箇の浮函は適當な場所に引き出し，ケーソンのコンクリート部分の頂部に連絡せる綱で止めた後，深い水中に沈めた。コンクリートは圍堰の内部に連續的に卽ち環狀に堆積し第 7 ケーソンにのみ稍異つた方法をとつた。卽ちコンクリートを絶へず注入する方法で行つた。この場合圍堰に對する靜水圧力は 16.4 呎に達したがポンプ使用の必要はなかつた。浮き足場の方法に依る沈め方の不利なる點は 1) 堅牢な浮き足場製作に多大の費用を要する事。2) 鎖及ネヂの爲に費用の要する事。3) ケーソンを沈める場合種々の困難を伴ふこと卽竪管の高さ增加するにつれ，ケーソンを低くすることの出來難いこと。4) 一時に充分な高さに圍堰を作ることの不可能なる事である。然し是等の不利の點は鎖なくして沈めることに依つて補はれ費用は少量で濟む。またケーソンを堅牢に製作するならば，たとひ洪水時に於ても水圧に對しては充分安全である。尙この方法に依れば數箇のケーソンを同時に沈め得られる利點がある。之は chain and screw method では到底不可能な事である。ケーソンを沈める場合冬期を作業期間とすれば容易であり，且つケーソンを氷に錨泊さして置く事が出來る。コンクリートは海岸で混合し丸いバケットに入れて狭軌のトラックで現場に運搬し氷上に置く。コンクリートは蒸氣で溫め，混合機から注出する時の溫度を 50°～60° (F) とする。運搬の途中で 2.0～3.6° は失はれるがコンクリートは堆積後發散する熱により溫度上昇し，3～4 時間は 59～68° (F) である。Leningrad 橋のケーソンは海岸で製作しケーソンを浮かすに充分な深さに沈めた後，吸揚式浚渫機によつて航路を造り主要航路に導き入れ錨索で艀に繋いだ。ケーソンは断面 4 750 呎^2 幅 36 呎にして水中 52.5 呎に沈め各場所に固定せしめるに强い錨具が必要であつた。錨は鉄筋コンクリートで作り各重量 6.6 t である。

氣閘: Soviet Russia に於ては 1926 年以前には數種の異つた氣閘組織が用ひられてゐたが，それ以來 Tulnev, Fillipov の 2 樣式が最上のものとして廣く一般に用ひられる樣になつた。後者は前者程廣く使用されない。Tulnev 式氣閘は図-28 の樣である。竪管が二つに分れて 2 箇のバケットが上下する樣になつてゐる。各バケットの容量 3.5 呎^3 にして作業員も同じ竪管を上下する。氣閘には中央に 1 部屋と周圍に 4 部屋あり。内 2 部屋は人氣閘にして 2 部屋は材料氣閘である。Tulnev 式では上下する 2 箇のバケットが竪管内で同じ高さに止つた場合作業員は人氣閘に全く通路を失ふ不便がある。それ故かゝる樣式の氣閘組織を改作する意向である。Fillipov 式氣閘の原理は竪管内で 1 箇のバケットのみ上下する。バケットの容積 3.5 呎^3，氣閘は作業員用と材料用との 2 室よりなる。バケットに掘鑿物が充滿すると之を頂上に上げて材料室からの小さい車に掘鑿物を落す。車は材料氣閘に戻り氣閘内に運搬せらる。車が外に出ると如何なる場所にでも都合よく動き底が開いて空にすることが出來る。この式の能率は Tulnev 式の 75% である。この式では作業員にとつて人氣閘に自由な通路のある事が好都合であるが，熟練なる作業員を必要とする。Soviet Russia に於ては作業員の爲に完全に人氣閘，材料氣閘に分離した氣閘組織なく現在使用のものは，人間，材料兩方に適應する樣設計されてゐる。作業室は結局この同じ氣閘からコンクリートで塡充される。その爲には Tulnev 式には特殊なコンクリートバケットを使用しなければならない。（福西正男）

図-28.



9. 橋梁及構造物

(23) 自碇吊橋

(Howard Mullins, "The Self-Anchored Suspension Bridge." E. N. R. Jan. 9, 1936, p. 45-49.)

自碇吊橋は墺太利の技師 Josef Langer 氏に依つて創意され 1870 年同氏に依つて Franz Joseph 鉄道の Wrsowic 橋に初めて架設されたが，之はケーブルが補剛桁の兩端以外に主径間中央に於て碇着されて居り通常の自碇吊橋とは形式の異つたものである。1899 年に Lübeck の Elbe-Trave 河に架設された Mühlenthor 橋（図-29）は通常の自碇吊橋の最初のものである。1915 年に竣工した Rhine 河の Cologne-Deutz 橋（図-30）は此の形式の最初の長径間のものであつて，之は曾て架設された吊橋中最も美しいものゝ一つである。引續いて此形式の長径間吊橋が歐米各國に於て架設される樣になり，現在世界に於て 13 橋に上るがその概要は表-1 の通りである。

自碇吊橋の經濟的径間に就いては其の橋梁の高さ，錨碇部の費用，活荷重，ケーブルの形式並びに架設狀態に依つて異るが，水平或ひは僅少の反りを付けた補剛桁を有する自碇吊橋では約 800 呎までは外方鎖碇式のものに比較して經濟的となる樣である。

図-29.

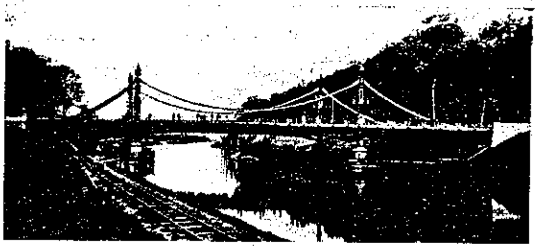


図-30.

Gregory G. Krivoshein 教授は Quebec の St. Lawrence 河橋梁に吊橋と拱橋を合成した径間 1 758 呎の自碇式橋梁の設計を 1910 年に發表した。引續いて同教授は Russia の Tver 河に架設する径間 236 呎の

表—1.

SELF-ANCHORED SUSPENSION BRIDGES OF THE WORLD

Name and Location	Year Built	River	—Length, Ft.— Main Span	Side Span	Sag of Suspension Member, Ft.	Suspension Member	Depth of Stiffening Member, Ft.	Stiffening Member	Towers	Side-Span Condition	Literature
European Bridges											
Mühlenthor Lübeck, Germany	1899	Elbe-Trave Canal	137.75	64 51	18.79	Riveted	4.30	Continuous Warren Truss	Rocker	Loaded	*Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure*, 1900. *Eiserne Brucken*, 1911.
Napagela Austria	1910	March	118.11	68 90	13.12	Riveted	5.62	Continuous Truss	Rocker		*Eisenbau*, 1910.
Koln-Deutz Cologne, Germany	1915	Rhine	605 18	302.59	70 67	Eyeplate	10 50	Continuous Girders	Rocker	Loaded	*Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure*, 1920.
Lippstadt Germany	1917	Lippe	181.07	37 72		Riveted		Three-hinged Truss			*Die Bautechnik*, 1923.
Admiral Scheer Berlin, Germany	1927	Spree	315.95	121 07	35.11	Eyeplate	7.18	Continuous Girders	Rocker	Loaded	*Die Bautechnik*, 1932.
Forst Germany	1927	Neisse	129 89	64.94		Eyeplate		Continuous Truss			
Koln-Mülheim Cologne, Germany	1929	Rhine	1,033.46	298.65	113.19	Prestressed Locked-Wire Strands	19.69	Cantilever Girders	Rocker	Unloaded	*Der Bauingenieur*, 1929; Mohringer, *Bridges of the Rhine*
King Alexander I Belgrade, Yugoslavia	1934	Save	856.31	246.07	92.08	Prestressed Locked-Wire Strands	14.04	Cantilever Girders	Rocker	Unloaded	*Der Bauingenieur*, 1930.
Asiatic Bridges											
Kiyosu Tokyo, Japan	1928	Sumida	300 00	150.00	42.00	Eyeplate	8 5	Three-hinged Girders	Rocker	Loaded	*ENR*, Oct. 3, 1929. *World Engineering Congress*, Tokyo, 1929, Vol. X, Part 2, Public Works
American Bridges											
Seventh St. Pittsburgh, Pa.	1926	Allegheny	442.08	221.36	54.29	Eyebar	9.21	Continuous Girders	One Fixed One Movable	Loaded	*ENR*, Dec. 18, 1924; Sept. 23, 1926.
Ninth St. Pittsburgh, Pa.	1927	Allegheny	430.00	215.00	52.80	Eyebar	9.04	do	do	Loaded	
Sixth St. Pittsburgh, Pa.	1928	Allegheny	430.00	215.00	52.80	Eyebar	9.04	do	do	Loaded	
Little Niangua Macks Creek, Mo.	1933	Little Niangua	225.00	112.50	25.00	Prestressed Wire Strands	2.75	Two-hinged Girders	Fixed	Loaded	*ENR*, Sept. 28, 1933.

ものより Golden Gate 橋の徑間 4000 呎のものに到る種々の設計を發表したが，夫等の結果から同教授は“補剛桁を有する普通の吊橋は，吊橋と拱橋を合成した自碇式橋梁より約 70% 高價であるが，ケーブルが岩盤に鎭碇される場合には兩者の費用は同じになる”と言つて居るが，然し實際には此の様な大なる節約が出來るものとは思はれない。圖-31 は Krivoshein 教授の

圖-31.

設計した合成自碇橋の一例である。

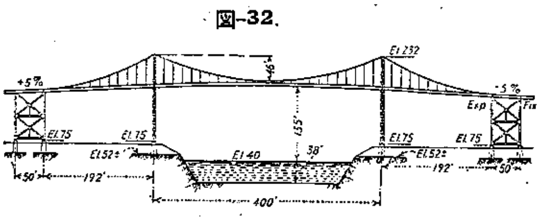
自碇吊橋の利點：　自碇吊橋の主なる利點を擧ぐれば次の如きものである。

1）全ての外方鎭碇を要せず橋梁を一つの自己支持のものとなす故通常の構又は突桁橋が一般に考慮される場所に架設可能である。

2）經濟上或ひは美觀上より吊橋の架設が切望されるが水平張力に抵抗する基礎材料に對して充分信を置けない場合には此の形式のものに限る。

3）舟運のある河川を越へる場合，頭空の關係より橋梁を高く架設する必要が屢々起る。斯かる場合外方鎭碇式のものでは一般に側徑間の端より鎭碇部までの距離が長くなりケーブルとかロッカー，ベント等の餘分の材料を必要とするから，此の場合には圖-32 に示す如き自

圖-32.



碇吊橋を採用すれば經濟的となる。

4）幅員の大なる道路橋に自碇(又は外方鎭碇)吊橋を採用すれば全ての頭上綾構を必要としないから材料の節約にもなり，又美的價値をも增す。

5）外方鎭碇吊橋に於ける鎭碇部に要する材料の一部を自碇吊橋の上部構造に振り向けることに依つて建築學的の趣向を凝らし此の形式の橋梁の固有美を發輝することが出來る。

6）塔が固定式である場合を除けば，自碇吊橋では溫度の一様な變化に依つてケーブル並びに補剛桁に應力を生じない。

7）自碇吊橋の計算は彈性理論に依つて正確に求められる故，外方鎭碇式吊橋の計算より早く出來る。

自碇吊橋の缺點：　自碇吊橋の經濟を考察する場合には次の缺點に就いて充分吟味する必要がある。

1）自碇吊橋の補剛桁の架設は一般に足場上にてなさねばならない。從つて水深の大なる場合とか舟航上特に廣い通路を必要とする場合には此形式の吊橋は足場に多額の費用を要し架設困難となる。然しアイバー又はアイプレートのケーブルを使用する場合には，先づ側徑間を足場上にて組み立て主徑間の部分は各々の塔から突桁として架設し中央にて結び付ける工法があるが，之は特殊の場合に限る。ワイヤー又は撚子ケーブルを用ふる場合には此の方法は適用出來ない。

2）自碇吊橋に於ては先づ補剛桁を組み立て次にケーブルを架設するを以て，足場を相當期間洪水の危險に曝すこととなり，架設作業は外方鎭碇式のものより危險である。

3）補剛桁に作用された水平力は外方鎭碇式の場合の如くケーブルより鎭碇部に傳へられずに，一つの塔を通じて橋脚に又は桁を通じて橋臺の一つに傳へられる。

4）同一の剛性を有する場合には自碇吊橋に於ける曲げモーメントは外方鎭碇式の場合より大であつて，其の差は大凡彈性理論及び撓度理論に依る夫々の値の差に等しくなる。此差は主として徑間の減小と共に減じ，尙一部分は反りを付けることに依つて修正することが出來る。

設計細目：　床組織，木製の床組織以外は如何なる形式のものでもよいが成るべく輕いものが望ましい。

綾構，自碇吊橋の綾構は通常の圧縮材の綾構と類似である。

補剛桁，自碇吊橋に於ける補剛桁或ひは構は應力を傳へる主要なる部分であるから，設計並びに製作に於て特に注意する必要がある。補剛材の主なる形式は 1）鈑桁(單腹又は箱型)，2）ワーレン構，3）プラット構，並びに 4）フィレンディール構で，その内鈑桁が多く採用されて居る。特に剛性を必要としない徑間 250 呎以下の輕い道路橋では圧延材のもので充分であるが，250 呎以上のものでは充分な剛性を得るために鈑桁を採用するのがよい。又補剛桁は 3 鉸，2 鉸，突桁或ひは連續桁の各形式を採るが，特殊の場合を除いては連續補剛桁が最も科學的且經濟的である。

吊材，自碇吊橋に於ける吊材には種々異つた型式のものがあるが普通アイバー又はアイプレートを使用して居る。ワイヤー又は撚子ケーブルを用ふる場合にはケーブルの端が溫度の變化に從つて移動するのでケーブル

架設中に種々の計算並びに調節を必要とし，又同時に垂矢並びに徑間の變化を生ずるので餘り用ひられない。

(本城信治)

---

(24) 洪水の際取外し得る橋梁欄干

(J. W. Beretta, "Bridge Railings removable in Case of Floods." E. N. R. Jan. 23, 1936, p. 121～123.)

Texas の Laredo と Mexico Tamaulipas の Nuevo Laredo 間を架する Rio Grande 橋では，過去の 2 度の大洪水で，水が橋梁上を越流したが，その際從來のコンクリー構造の欄干では，流水及び漂流物に對して非常な障害となり，全抵抗の約 50 % をも占める事が分明した，依つて今度，災害の復舊工事には，取外し自在の欄干を設け，洪水警報があるや直ちに除去するやうにした。

然し從來かうした實例がなかつたので，新欄干の設計には種々考究された。

いざ取外しといふ際は無手で不熟練人夫がやること故，簡單であることは絕對必要である。

又橋梁の長さ貯藏所迄の距離の關係，各區間を手で取扱はなければならないこと等から輕量であることも必要である。

尙强度，便益，意匠，建設費，維持費等の見地から見ても適當なものでなければならない。

次に述べるものは，即ち此等の條件に最も適せるものとして採用せられたものである。

53ST として知られた合金で製造した構造アルミニウムの圧延圧出形を使用するものであつて，欄干を 173 區間に分ち，各區間は平均長さ 10 呎步道版上高さ 46 吋である。橋梁外端の梁に受金具を固定し，之に各區間の端柱を挿入する (圖-33, 34)。

圖-33.

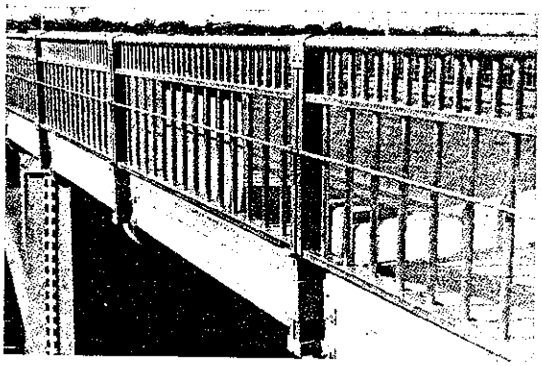
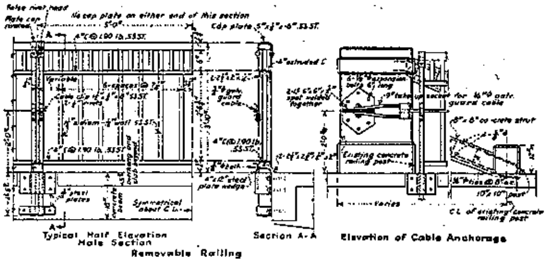


圖-34.



一方の端柱には長孔を有する楔をボルトに依り取付け，端柱と受金具との間の間隙を調節し，且つ欄干取外しの際の逸脫を防止せしめた。

アルミニウムの膨張係數は，コンクリートの約 2 倍であるから，突合せ端部の餘裕を $\frac{1}{2}$ 吋とした。

欄干の笠木には卵形の圧出管を用ひ，各端柱には圧延溝形を用ひた。

尙美觀を增す爲に，笠木から 8 吋下部に用ひた中間横木には，圧出溝形を使用した。

下部横木には，圧延溝形を用ひ，之と笠木との間には，束柱としての圧出管を用ひた。

尙笠木と中間横木との間には，束柱間中央に短柱を挿入した。

各區間の連結には，雌雄嵌合式の接手を用ひた。即ち交互に雄區間と雌區間とを設け，雌區間には兩端に蓋板をリベット打ちにし，組立の際雄區間の端部を覆ふやうに，少しく外方に突出せしめた。尙突出部にはリベットと並んで，隆起部を設け，宛も此處にもリベットを打つたかの如き觀を與へしめた。

以前のコンクリート欄干の親柱 4 基は，その儘殘して使用することにした。即ち步道上 2 呎の所に，全長に亙つて欄干外側に張つたケーブルの錨碇用に供した。

錨碇を强固にする爲，步道版と親柱とに隅束 (knee-brace) を塡込んだ。

ケーブルは鍍金した鋼製のもので，32 t の破壞强度を有し，各端柱のクリップ板に依つて支持され，兩端に到つて承口に取付けられる。

このケーブルを使用した主要目的は，車体に依る衝擊に抵抗させるにあつたが，これは同時に欄干の鎖錠の役をなし，從つて誰でも欄干を外すことが出來ない效果をも齎らすものである。

(吉藤幸朔)

---

13. 上水道

(4) 硫酸銅の新注入方法

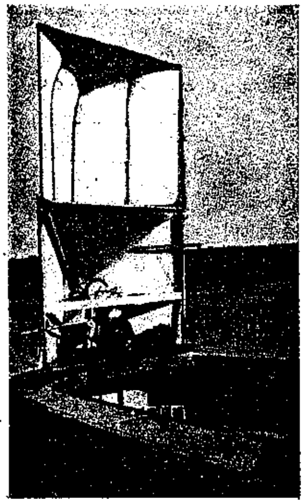
(R. F. Goudey "a New Method of Copper Sulphating Reservoirs." Journal of the A. W. W. A. Feb. 1936, p. 163〜179.)

貯水池に藻類が發生すると水質を惡化するのみならず，濾過池を速に閉塞して淨水作業の障害となる。1900年頃 Moore は硫酸銅溶液によつてかゝる浮游微生物を死滅沈澱せしめることに成功し，今日に至る迄之が廣く行はれてゐる。其の方法は硫酸銅の粗粒結晶を麻袋或は金網籠に入れてボートに吊下げ池中を曳き廻すのである。然し硫酸銅は池水の水温，アルカリ度，炭酸瓦斯含有量及び發生せる藻類の種類によつて使用量を異にすべきであるが，之を調整する爲には池水全体に均等に分布せしめることが困難となる。更に此の方法にては水深が或る程度以上の水を處理することは不可能である。

以上の缺點を除去するために，著者は硫酸銅の比較的微粒結晶を空氣中に撒布する新しい方法を試みた。即ち空氣中に撒布すれば風及び船の進行に從つて廣範圍に均等に分散し，又藥劑は水面に達すると直ちに溶解を始めるが，結晶の大きい程溶解に時間を要し池中の深所に到達することが出來る。

圖-35 は此の目的の爲に造られたボートにして船尾に藥劑貯蓄槽と撒布器を設け，船の前進する際に硫酸銅を後方に吹き出す。但し風の方向によつて船中に吹込むことを防ぐために，船尾に布を張つて作業員を保護する。貯蓄槽は250封度の容量があり，撒布器は毎分1 400回転½馬力4サイクルガソリンモーターの送風器にして毎分 5〜50 封度の硫酸銅を撒布する。而して藥劑の分散する範圍は無風靜穩の時に幅 40〜50 呎強風の際には幅 100〜200 呎の水面に擴がる。尚水中に於ける硫酸銅の溶解狀態を檢査すれば，16番篩を通る結晶は水深3呎迄に 70 %，15 呎迄に 17 %，30 呎迄に7 % を溶解して 60 呎迄には完全に溶解し盡し，又 5 m.g. 位の大きな結晶は大部分水面近くで溶解するが其の 2 % は水面下 150 呎の深所に達することが明らかとなつた。

圖-35.



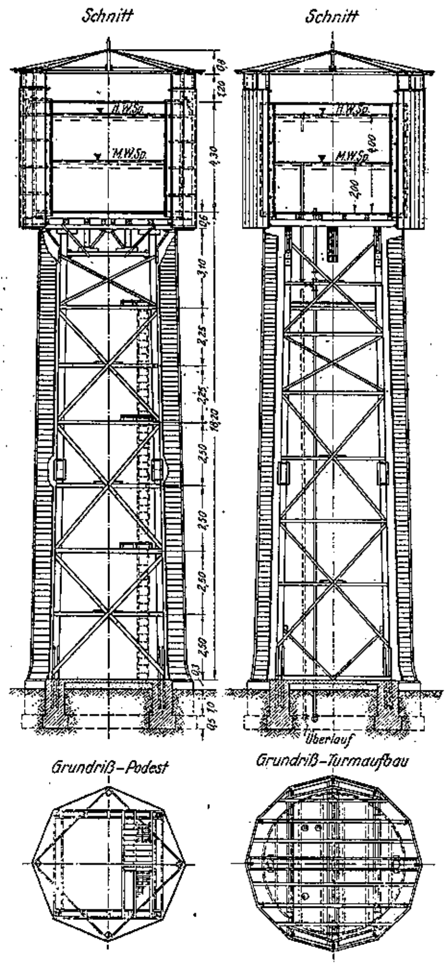
次に此の新注入方法の利點を擧げれば，硫酸銅所要量に於いて新方法は池面積 1 エーカ當り約 10.0 封度舊方法は 1 エーカ當り約 27.2 封度であるから 67 % の節約となり，作業能率に於いても大体舊方法の 1/3 で足りるから人件費其他が 66 % 安くなる。　(米屋秀三)

(5) 木製の水槽塔

(L. Naumann, "Hölzerner Wasserturm der Gemeinden Oberzetzscha und Rautenberg (Thüringen)." Bautech. 13. März 1936, S. 182〜183.)

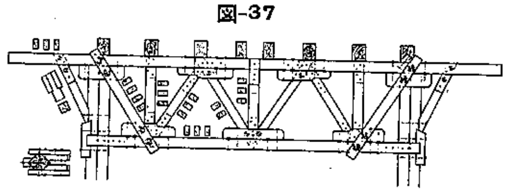
Thüringen の小都市の上水配水で，1 日の使用水量

圖-36.



50 m³ に對して高さ 18.5 m 容量 100 m³ の水槽を最も簡易な方法に依る設計にかゝつたが，之に對して鉄筋コンクリート製，鉄製及び木製に就いて夫々比較を爲し結局鉄筋コンクリートに比べて 1/3 廉價である木製の塔及木製の水槽に決定した。図-36 に示す塔は良質の松材，水槽は白太の無い水密性の落葉松を用ひて居る。すべて木材は架設の前に防腐剤 Fluralsil を施し，組立後防火剤 Pyromors を塗布した。水槽の内径 5.45 m 高さ 4.32 m 槽の板は厚さ 7.5 cm 底板は 8 cm で有る。箍は径 19 mm の円鈃で，塔の平面は図-36 の如く 8 邊形で水槽の圍ひは成るべく円形に近からしむる様に 12 邊形を形作り，此の圍ひ板の厚さは 2.5 cm で有る。水を満した圍ひ板を含めた此の水槽の總重量は 114.5 t で此の荷重は上方で 24×24 cm 下方で 26×26 cm の 8 本の角柱で支へて居る。図-37 に示す如き桁 3 本につ依

図-37



て荷重を支柱に傳へて居る。漏水で侵されるのを防ぐ爲に水槽を受けて居る 8 本の 20×26 cm の桁は亜鉛板で覆はれて居て，各支柱の下方に取付けた山形鋼 75×75×10 は輪狀をしたコンクリート基礎に埋め込んで碇着して居る。勿論塔内部には水槽に至る梯子有り又，水槽上部の空間は消火用ホースを乾かすのにも利用されて居る。 （住友　彰）

(6) 上下水道用計量器としての主要諸器械

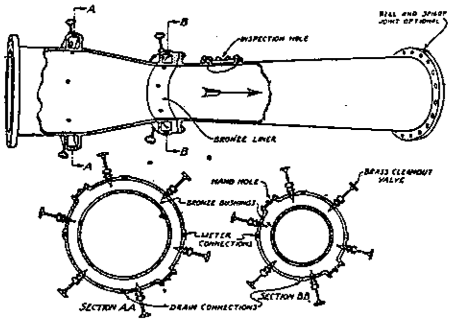
(L. D. Carlyon, "Primary Elements for Sewage and Water Works Meters." Water Works and Sewerage Nov. 1935, p. 375～378)

近代の上下水道に於て，計量設備は現在それが有用なる操縦操作に重要な役割を演じてゐる事が認められてゐる。大型計量器及指示器は型の如何に拘らず其操作に對して所謂"venturi"原理に基いてゐる。普通用ひられる器械は 3 種，即ち venturi 管，flow nozzle 及 thin plate orifice である。各々断面を縮少して流動を生ぜしめ，それに依り其點に於て圧力に於ける相応の局部的減少と共に流速の增加を生ずる。其結果が venturi 管の 2 面積の間，又は flow nozzle, orifice の兩側の圧力差である。図-40 は orifice 挿入に依り生じた圧力差を示す。

計量器械は與へられた裝置に對して最大流量の時一定の圧力差の生ずる様設計製造される。是は測定さるべき液体，圧力，最大容量及指示器の型に依り 10 吋以下の圧力差（水）から 200 吋以上の圧力差（水）まで変る。venturi 管，flow nozzle 又は plate orifice の中どれが用ひられても，3 者の中何れか一つは目下の要件に必ず適當するものである。

Venturi 管： venturi 管は長年使用されて居り，図-38 に示す如く管の入水部端に於て短円壔形断面となつ

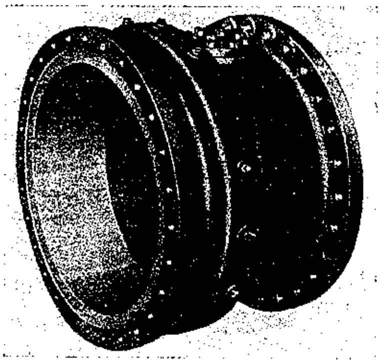
図-38.



て居り，内部は滑かに鑄造されてゐる。此點の圧度環中に高圧側接続がなされる（図-38 断面 A-A)。次に入水部断面は total angle 約 21° の円錐形で別の圧度環に依り低圧側接続が作られてゐる所の短円壔形最狭少部管に至る。最狭少部に於ては管はフレンヂ接ぎされ，最狭少部管径の正確なる測定並びに最狭少部の検査の爲の孔及圧度孔を有する。最狭少部に続いて約 5° の total angle を有する流出部円錐形となり其終端はフレンヂに終る。或場合には長 venturi 管の布設長又は價格の理由に依り"短 veuturi 管"が用ひられる。是は流出部円錐形の角度が非常に大きく（普通 total angle 13°～15°)，且つ當然水頭損失が少ない所の同径の長 venturi 管より全長が短いと言ふ事に於て根本的に長 venturi 管と違つてゐる。大多数の venturi 管は鑄鉄で作られて居り，最狭少部中は眞鍮又は青銅で覆れてゐる。径 1～2 吋の少管は全部眞鍮又は青銅で作られ内面の全長は全部完全に機械仕上げされる。非常に大きなものは図-39 に示す如く機械仕上の青銅捲立を有する鑄鉄製最狭少部と共にコンクリート又は鋼鈑で造られる。

Flow Nozzle： 多くの點に於て flow nozzel は簡單なる Venturi 管と考へられる。入水部は略ゞ 4 分の 1 楕円曲線よりなり，流れる短円壔形最狭少部中に滑かに

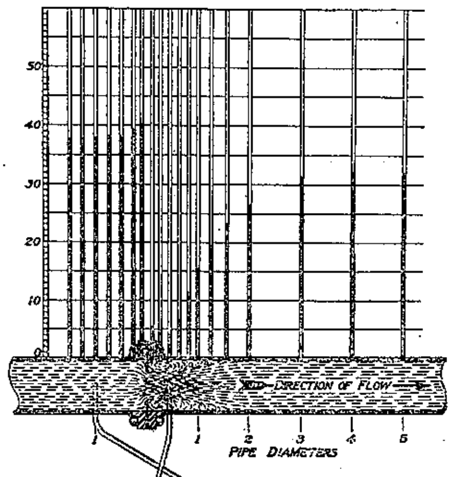
図-39.



導く，從つて射出水は收縮なく最狹少部自身と同径となる。flow nozzle の装置はそれを 1 對のフレンヂ間に挿入してなされ，上流の高圧接續は普通之等のフレンヂから管径丈後ろに於て管口を開けて造られ，低圧側接續は nozzle の最狹少部の丁度反對の點に口を開けて造られる。水，空氣，下水又は汚泥の測定に對しては flow nozzle は通常青銅で造られ内面は正確に機械仕上げされる。

Thin Plate Orifice：図-40 に示す thin plate orifice

図-40.

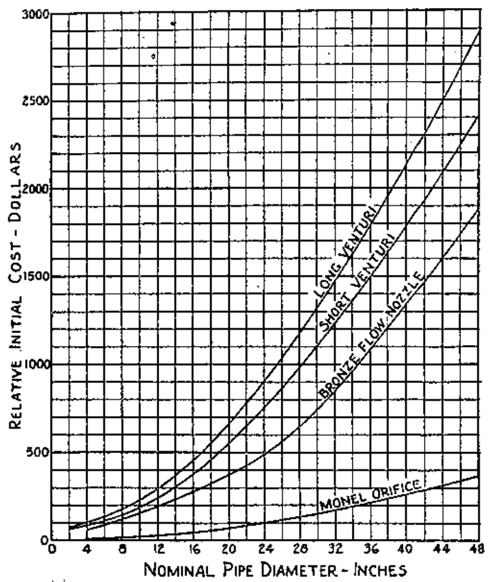


は流量測定のため古くより用ひられて居り，venturi 管及 flow nozzle と同原理で働くと言ふ事は多くの實験が證明してゐる。orifice 板の厚みは其径に依るが 1/16 吋以上のものでありニッケル，monel 鋼，鋼又は他の適當な材料より造られてゐる。図-40 に依ると orifice 板の下流測に vena contracta がある事が分る。vena contracta の位置は如何なる装置に於ても流量に拘らず一定であるが，併しそれは管内径と orifice の径との比の異ると共に幾分違つた位置を取る。與へられた比に對して其相對的位置は管の寸法に關しない。高圧側接續は orifice から約管径丈後ろに造られ，低圧側接續は全く反對に vena contracta に造られる。

考慮すべき事項：計量器械を装置する際次の事項を考慮せねばならぬ，即ち 1) 購入價格，2) 設置，3) 精密度，4) 確實性，5) 圧力損失及び容量変化である。但し上記の事項は重要程度の順に擧げたのではない。

(1) 購入價格：器械の購入價格は廣範圍に変つてゐる。図-41 は長 venturi 管，短 venturi 管，青銅製 flow nozzle 及 thin plate orifice の時價の間の大体の關係

図-41.



を示す。orifice の價格は同寸法の長 venturi 管の約 1/9 である。24 吋以上の大寸法の orifice に於てはニッケル捲き鋼製のものを求むる事に依り図に示されたより 20～25% も低い價格の orifice を得る事が出來る。非常に大なる venturi 管は扱ひにくゝ且つ高價となるがため屢々其位置に於て鋼鈑又はコンクリートで造られ，最狹少部のみ計量器製造者より購入される。

(2) 設置：orifice 及 flow nozzle は設置が容易な

ため venturi 管に代つて選ばれる。是等は管水路中の 1 對のフレンヂ間に單に挿入する丈で良いが,併し正確な位置で圧力測定のための接続をするためと,孔を作る結果として管水路内側に突起を殘さない樣見るために注意を拂はねばならぬ。venturi 管は比較的大にして重いがため設置に際して更に時間と勞力が掛る。若し管水路が既に布設後であるなら 1~2 本の管は取除き,venturi 管が管水路の一部たり得る樣正確な長さの切合管を設くる必要がある。

(3) 精密度: 適當な條件下に裝置された場合此の3種の計量器械は其精密度を比較するに殆んど等しい,即ち ±1% 以内である。併し指示器に依る少誤差のため製造者は普通 ±2% 以内に保證する。實際上精密度は常に保證限度内に在る。正確なる計量を保證するために,總ての計量器は位置選定に先立ち或長さの直線部を必要とする。venturi 管に對しては普通管徑の 5~10倍が適當である。flow nozzle 又は orifice に對しては管内徑と orifice の徑との比及管布設とに依り管徑の 8~20 倍である。時に管の布設關係上上述の如く据付けなし得ない事があるが其時には短 venturi 管が同徑の長 venturi 管より 30~45% 短い故適してゐる事が分る。指示器上の高い讀みを避けるため空氣又は液体の流れが急激に脈動する性質のものである場合,計量器を設置してはならぬ。是は往復動ポンプ及或種の送風器により引起される。時には脈動を除いたり鈍らせたり出來るが,併し此の脈動が問題である樣に思はれる場合には此の點に關して製造者に注意を與へねばならぬ。

(4) 確實性: 計量器は設置後其精密度を保ち常に滿足的に働く事が大切である。スクリーンを通つた下水及下水汚泥はその含有する固形物又は瓦斯のため側定上問題である。是等を計量するには venturi 管の圧度環に孔に支障ない樣隨時に容易に掃除出來る所の掃除瓣(図-38)を備へる。低速度に於ては venturi 管の最狹少部は入水部円錐形の底に種々物質を沈澱せしむる堰堤として働き從つて精密度に影響を及ぼす事となる。是は

図-42.

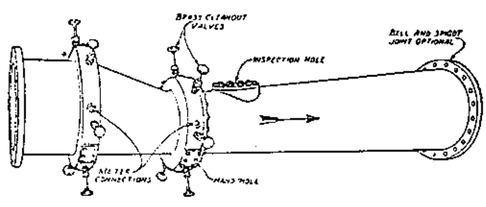
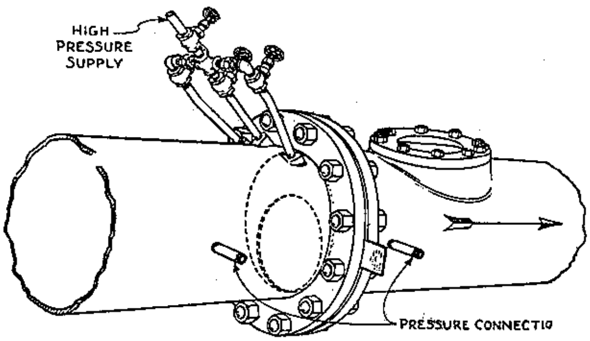


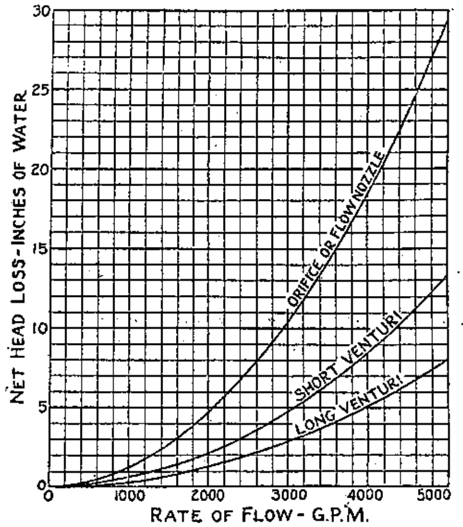
図-43.



eccentric venturi 管を用ふる事に依り避けられる。図-43 に下水管路に於ける orifice の設置を示す。是に於ても離心型の物は固形物を支障なしに流しうる特點がある。orifice 板の入水側には沈澱物の集る可能性があるから水道の圧力水で時々流れる樣水道と連絡する事が望ましい。特別の事情のない限り flow nozzle は下水計量には避けたい。何となれば最狹小部に物質が沈澱したり入水部に蓄積したりするから,但し清掃手段が講ぜられるなら支障はない。スクリーンに掛けざる下水の計量は避けるべきである。大きく重い固形物は計量器に磨損や腐蝕を與ふる原因となり,orifice の場合には歪みを生ずる樣な危險がある。送風管路や水道管では比較的注意を要しなく實際的に良く働く。

(5) 圧力損失及び容量変化: 3 種の主要器械に依り生ずる圧力差は圧力の局部的低下のみを表はし図-40に示す如く器械に続く少距離で定流に回復する。長 venturi 管では如何なる流量に於ける圧力損失も,其流量に於て計量器により生ずる實際圧力差の約 15% に過ぎないが,之に反し短 venturi 管では其損失は約 25% である。orifice 又は flow nozzle により生ずる損失率は管内徑と最狹少部との比に依る,即ち最狹少部又は orifice の少さい程損失は大きい。容量等の同一條件に對し設計される時,損失は orifice 並びに flow nozzle に對しても實質上同じである。例として,最大圧力差 53 吋 (水) で働く上水計量器が徑 20 吋の本管に用ひられて最大容量 5 000 g.p.m. を持つと假定すると,図-44 の曲線に示される如く種々の計量器により最大流量の際生ずる圧力損失は長 venturi 管, 7.95 吋 (0.15×53) 短 venturi 管, 13.25 吋 (0.25×53) orifice 又は flow nozzle, 29.15 吋 (0.55×53) 2 500 g.p.m. (最大の 1/2) で生ずる損失は,圧力差が流量の自乗に正比例する故,上の値の僅か 1/4 である。既設の計量器は時に

図-44.



流量の増加に應ずるため最大容量の増加を必要とするが，之は次の 3 方法で達せられる。——新しく計量器を設くる事，より大量を取扱ふため既設のものを修正する事，又は指示器の働く最大圧力差を必要程度増加する事。venturi 管では最初の 2 方法は高價（特に大寸法の物）であるため指示器の圧力差が普通増加される。orifice 及 flow nozzle の場合には新しいものが手頃の價格で設置する事が出來る。（西村義一）

14. 下　水　道

(12) 下水處分に關する時事問題

("Current Notes on Sewage Disposal." E.N.R. Dec. 26, 1935, p. 889～890.)

Bio-Zeolites: 活性汚泥粒子の機能及それに依る促進汚泥法の機構に關する學説は，押摩り作用，電氣的變化の中和に依る下水膠質の相互的凝集，純粋な生物學的機能，嚴密な物理—化學的作用又は是等活動性の組合せ，等として種々異つて解釋されてゐる。Theriault 氏は研究に於て (Public Health Reports, Nov. 8, 1935) 細菌，酵素及汚泥粒子と共生する顯微鏡的動物から離れ，極微細膠質物の重要吸着劑として汚泥粒子それ自身に注意を向けたと述べてゐる。斯くの如き見解は是迄一般に細菌の不溶解成分と考へられてゐた膠狀細胞間室の性質に關して問題を難しくする。氏は活性汚泥に於ける吸着原理は化學的には淨水法の zeolite と同じである鹽基置換物質と明かに同一視されてゐる事を示してゐる。

汚泥消化を助くる腐蝕葉: 全く腐蝕せる葉と混ぜる生下水汚泥の消化實驗に依ると未接種固形物の消化の際生ずる臭氣も酸生成も無くして汚泥の分解を早める事を示した。下水で汚染された池中に落ちた葉が早い分解階段を通ると言ふ事を觀察して，Reichle 及 Sander 兩氏は腐蝕葉が消化貧弱なる酸性汚泥に加へらるゝ時酸性消化よりアルカリ性消化に變じて瓦斯發生が急に增した事を發見した。(Gesundheits Ingenieur, No. 58, 1935) 酪農工業汚水に腐蝕葉を加へた時 3～4 日でアルカリ性反応になり良好な消化を生じた。新處理場に於ける未接種汚泥槽に又は消化貧弱なる物に腐蝕葉を加へる事はアルカリ性消化を起す經濟的方法として實際上興味が在る。

下水に於ける活性炭: 活性炭は上水に於ける味臭抑制上急に用ひらるゝに至つたが，最近は下水處理にも亦有效なる事が分つた。Rudolfs 及 Trubnick 兩氏の實驗に依ると (Sewage Works Journal, Sept. 1935) 活性炭を消化不充分なる汚泥槽に加ふる時其消化を早め，瓦斯發生を增し且つ良脱水性汚泥及澄んだ分離液を得た事を示してゐる。活性炭は汚泥の酸性となるを防ぎ或點に於ては石灰と同作用を爲した。沈澱槽に活性炭を加ふる時浮渣の生成と臭氣の發生を著しく減じた。活性炭は溶解性有機化合物を除く事が出來る故，不完全酸化放流水及藥品處理下水よりの放流水の酸素要求量は低められる。併し何の類の活性炭も等しく有效とは言へぬ。

沈澱槽の新役割: 米國に於ける沈澱槽の設計は，下水を腐敗させざるため沈澱時間は最も重い沈澱性固形物の除去に要する最少時間に制限されねばならぬと言ふ事に基く。英國に於けるは，Whitehead 及 O'Shaughnessy 兩氏に依り最近發表された如く (The Surveyor, Oct. 13 and 25, 1935) 色々の意見があるが沈澱槽の重要機能は混合及調節槽として役立つ事に在ると指摘されてゐる。長沈澱時間 (12～15 時) を採れば最弱夜間下水と强晝間下水との混合物を得る事が出來る故處理場の生物處理への荷重は强度に於て調節される。是は撒水濾床を用ふる時特に重要である。操作結果に依ると沈澱槽の長沈澱時間中に下水の自淨作用が可成行はれる事を示す。

工場汚水と活性汚泥: 促進汚泥法に於ける汚泥粒子の形成及淨化は相當量の鹽，大量の精錬工場汚水，石炭粉及極少量のクロールフェノールに依り妨げられる。

Sartorius 氏の實驗に依ると適量の食鹽，硫酸ナトリウム及他のナトリウム鹽類は各〻別に作用するが凡て有害である事を示す，即ち終局の結果は用ひられる鹽の種類及量に依つた。少量のフェノールは良作用を及ぼした。石炭粉は助けとはなるが其效力は直ちに減じ其生成汚泥は変じた。此種の工場汚水を連續的に加ふる事は累積的に有害であつた。

有毒汚水の處理：工場汚水には極端に處理困難なものが在り，未だ經濟的且つ有效方法は考へられてゐない。技術者及研究者はフェノール及クレゾールを含む瓦斯工場汚水又はシヤン化物を含む他の汚水の處分問題に當面してゐる。アムモニア回收の間接手段を用ふれば瓦斯工場汚水の處理は有用である。シヤン化物は除却困難で少量に於てすら生物處理を覆す。英國 Water Pollution Board では鹽化第一鉄での處理に依りシヤン化物をシヤン化鉄に変へる事は容易なる事を發見した。シヤン化物の有毒作用は洗酸水（鉄工業汚水）及石灰を加へ其混合物を完全强攪拌する事に依り減少され，或場合には完全に破壞される。

魚類，酸素並に工場汚水：魚類の移棲と死は大体酸素の缺乏に依る。Tees 河での報告に於て英國 Water Pollution Board は次の如く述べてゐる，鱒は溶存酸素僅か 37～58％ の水中に 34 日間生棲し，他の短期間實驗に依ると鱒に對し必要な最少溶存酸素は更に此値以下であると。一方に於て，シヤン化物 0.2 p.p.m. の濃度は鱒を 15 分以内で充分殺す事が出來る。0.4～0.6％ のフェノール又はクレゾールは約 500 分で魚類を斃す。Tees 河口に移棲する鮭及鱒は瓦斯工場及藥品工場よりの放流水に依り非常に影響を受けた。

活性汚泥中の鉄：鉄鹽の影響に關する實驗に依ると活性汚泥への其想像的刺戟性質に關し重大な疑問が存在する事を示す様である。是迄は多くの研究者は鉄が急速なる安定を助くると言つてゐたが，Nesmejanoff 氏は種々の鉄化合物を量を変へて加へた所，是等は其混合物の酸化にも淨化にも影響なく明かに有害であつた (Gesundheits Ingenieur, No. 58, 1935)。

下水での人造雨：獨國では下水中の肥料要素の保存と利用のため，農場灌漑に對し都市及工場汚水の廣い利用に注意を向けた。Schonnopp 氏は (Vom Wasser, No. 9, 1935) 射水管を有する可動管路で揚水された下水を土地に定期的に撒くと言ふ人造雨の計劃を提出した。此方法は作物に水分を與ふるのみならず下水中の肥料要素を與へる事になる。

消化時間の短縮：第 1 段高溫消化 (130° F) 及第 2 段低溫消化 (80° F) を用ふる 2 段汚泥消化法に關する研究に依ると，是は下水固形物の分解を早める方法である事を示す。過去 10 年間に汚泥消化法は，完全消化するに數箇月を要した信頼出來ない面倒な方法から現在の如き 30～40 日の瓦斯發生方法に迄改良されてゐる。是等の結果は溫度を適當に保つて得られる。1931 年實驗室での實驗では溫度を 130°～140° F に保つ時は消化時間を 4～5 日に減ずる事が出來た，が消化汚泥は臭氣を有し脱水困難であつた。Cleary 氏に依り報告された如く，最近試みられた 2 段汚泥消化法 (Sewage Works Journal, Sept. 1935) は高溫槽低溫槽何れの操作にも幾多の利益を示した。消化時間は 12 日に減じ，汚泥は殆んど留まらず，瓦斯發生に增加があつた。瓦斯の 3/4 以上は高溫消化に於ける最初の 5 日で生じた。

接種された活性汚泥：長年間細菌で活性汚泥を接種する問題は論ぜられてゐるが未だ結論が表はされてゐない。Sartorius 氏は (Archiv f. Hygiene, No. 114, 1935) 工場汚水を受ける下水と汚泥の混合物に種々細菌の濃縮浮游物を加へた結果，二つの有機体即ち B. fluorescence 及 B. proteus が殆んど働き他の細菌は殆んど又は全く影響がなかつたと結論してゐる。土壤が苜蓿（ウマコヤシ）の發育を助くるために根瘤菌で屢接種される事から，工場汚水等の原因で處理困難に在る促進汚泥處理場に特種有機体の培養物を加へる事は可能と思はれる。

臭氣の抑制：下水がイムホフ槽中で沈澱せられ，其放流水が撒水濾床に送られる前に曝氣される時は，臭氣が豫期される，特に暖い地方では。Mahlie 氏はイムホフ槽放流水の曝氣は返送汚泥の有無に拘らず可成臭氣を發したと報じてゐる (1935 Report of the Fort Worth, Tex., sewage disposal plant)。イムホフ槽放流水を直接撒水濾床に導く時放流水の性質は少々変つたが臭氣問題は一度も起つてゐない。是は沈澱を受けた下水を撒水濾床通過後曝氣する場合と匹敵するものである。

（西村義一）

(13) 下水道及下水處理場に對する Illinois 州衛生局の推薦

("Health Board Recommendations for Sewers and Treatment Plants." E. N. R. March 19, 1936, p. 414～415.)

下水計畫に當り Illinois 州衛生局の是認を得べき下水

道及下水處理技術者に對する指導が最近 Department of Public Health の Klassen 氏に依り發表されてゐる。其重要項目は次の如し。(1) 計劃說明, (2) 現在及將來の下水排除面積, (3) 現在人口及計劃人口資料, (4) 現存上下水道の記述, (5) 現在の塵芥處分方法及將來下水と共に處分し得る可能性, (6)下水の性質及計量に基く流量調査, (7) 工場汚水の性質と量, (8) 受放流河川の性質に基く處理程度及州衞生局の方針, (9)敷地と處理の型式の比較, (10) 下水道及處理式の設計基礎, (11) 必要な圖面添附, (12) 築造費豫算, (13) 經常費豫算, (14) 財源の研究比較, (15) 技術者の意見。

下水道設計要項： 合流法に對しては新計劃のものにても，現在の合流法式の擴張にしても許可は發せられぬであらう。汚水量は今後 40 年の將來を見越し，工場汚水に對する餘裕を見込んで少くも 300 gal./日,人 であらねばならぬ。管路は地下水の滲入せざる樣水密構造たるべし。最少管徑 8 吋にして，流速は Kutter 公式に於て $n=0.013$ として計算し 2 呎/秒以上たるべし。最少勾配は次の如し。

管徑 (吋)	8	10	12	15	18	24	27	30
勾配 (%)	0.40	0.28	0.22	0.15	0.12	0.08	0.07	0.06

人孔間の管路は直線且つ同一勾配にして，人孔は管徑，勾配，方向の變る所及管路の始端に設け，管徑 18 吋以下の場合には 300 呎，18 吋以上に對しては 400 呎每に人孔を設ける。伏越管は徑 6 吋以上にして 2 列以上とし，點檢，塵除，洗滌及其他維持に必要なる附屬品を備へるべし。水頭及管徑は平均晴天時流量に對し流速少くとも 3 呎/秒維持しうるものたるべし。現存合流式に對しては，遮集渠及分水槽は受放流河川の性質と使用上晴天下水量の 3～5 倍迄は溢流せざる樣設計すべし。分水槽には浮流物及他の障害物の河川に入らざる樣細目濾格を設くべし。

下水處理： 喞筒は信頼出來るもの，塞らざるもの，濾格通過後は自動調整型のもので，揚水前に切裂裝置又は沈澱槽の使用が望ましい。沈砂路は二つで，流速 1 呎/秒と通過時間 30 分を保つため比例堰又は他の流量調節裝置を設くる事が望ましい。腐敗槽は禁制である，卽ちイムホフ槽は酪農工場や釀造工場の汚水の如き特殊汚水の處理には不適である。沈澱槽は撒水濾床又は砂濾床處理の場合は最少沈澱時間 2.5 時，促進汚泥法の時は 1.5 時とすべきである。汚泥消化槽容量は家庭汚水のみの場合は最少 2.5 呎^3/人，撒水濾床の場合の合流法の時は 3 呎^3/人，促進汚泥法の場合の家庭汚水のみに對しては 5 呎^3/人及合流法の場合には 6 呎^3/人とすべきである。露天砂床は撒水濾床が二次處理である場合は 1 呎^2/人，促進汚泥法である場合は 15 呎^2/人とすべし，但し硝子覆蓋である時は乾燥面積は各々 0.75～1.25 呎^2/人まで減じうる。濾材の厚みは 12 吋(その中砂 4～6 吋)が望ましい。促進汚泥法に依る處理操作に於ては，最少曝氣時間 6 時間及空氣量下水 1 gal に付き 0.5～2 呎^3 が望ましい。機械攪拌式に於ては，曝氣時間 8 時間返送汚泥 25% が望ましい，併し何の型に於ても返送汚泥 10～50% の變化に對する設備を要する。或種の工場汚泥に對する又は脫脂に對する豫備曝氣は望ましい。最後沈澱槽は 2.5 時の沈澱時間とする。臭氣抑制のため鹽素處理を用ふるなら，硫化水素 3 p.p.m. 以上の點まで用ふべし。尙鹽素處理は下水管の出口又は最初沈澱槽の入口か出口で行ひうる。分割投入の場合は溶液投入器が用ひられねばならぬ。放流水の鹽素處理に對しては，接觸時間 15 分以上の混合機を用ふる。鹽素處理設備の位置は低溫にならざる樣，他設備の腐蝕を受けざる樣又は作業者に事故無き樣注意すべし。藥品沈澱の場合に用ふる藥品は他の實例か又は完全な實驗の何れかに依り有效性の證明された物でなければならぬ。混合時間は一般に 15 分以上で，沈澱槽は少くとも 2 時間であらねばならぬ。汚泥消化，貯藏及乾燥場は藥品の投量及藥品との操作時間に依り普通の汚泥より幾分大きく取らねばならぬ。

（西村義一）

(14) New Brunswick 下水處理場に用ひられる藥品沈澱

("Chemical Precipitation to be used at New Brunswick Sewage Plant." E. N. R. March 26, 1936, p. 448～449.)

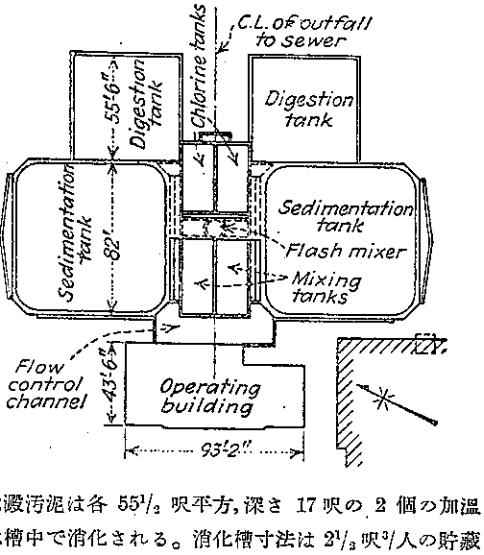
New Brunswick, N. J. では下水道の擴張と，藥品沈澱，分離汚泥消化槽及眞空濾過を用ふる 9 m.g.d. 下水處分場の築造とを始めた。此計劃は New York 港に注ぐ主な河川の中の一つである Raritan 河の汚染防止のため始められた第 2 期計劃である。河口に近い Perth Amboy 機械，藥品處理場の設置と密接な關係を持つて，其河口より上流 10 哩に位する新處理場は多くの工場及處理人口 38 000 人から生ずる汚染荷重を減ずるための重要要素である。現在の下水流量は 6 m.g.d. で其內 1 1/2 m.g.d. は工場汚水である。

現在沿岸地に沿ひ 7 つの放流口で河に注ぐ生下水は長さ 2.7 哩，寸法 16～30 吋の下水道幹線に轉ぜられる。

市街の地形的條件のため，下水の一部は 16 吋の鑄鐵管壓力幹線を通して $1^1/_2$ 哩の間ポンプで揚水され，30 吋の下水管になつて自然流下に依り處分場のポンプ場に入る。ポンプは容量 4, 6 及 8 m.g.d. の竪軸渦卷ポンプで下水を約 25 呎揚水し沈澱槽に送る。沈澱槽は藥品注加される處の混合池の兩側に 1 個宛ある。此配置は，適當なる配管と瓣を取付くれば，槽が豫備藥品注加及混合の有無に拘らず列にも行にも操作され得る樣，操作に自在性を持たして設計してある。

chlorinated copperas 又は石灰は混合池で下水に加へられ，混合池では flash mixer が 1 分間の急激なる攪拌をする。次に流れに直角に動く水攪車により 20 分攪拌する。混合槽は隔壁に依つて各幅 17 呎，長さ 40 呎，深さ 11 呎の二つの水路に分けられる。沈澱槽は 82 呎平方，平均深 $11^1/_2$ 呎で円形汚泥掻寄機を備へ，最大流量 9 m.g.d. に於て各 1.25 時の沈澱時間を基として設計されてゐる。そこで浮游固形物の減少平均 70% と豫期される。放流水は河に放流する前に鹽素殺菌される。

圖-45. New Brunswick 下水處理場平面圖



沈澱汚泥は各 $55^1/_2$ 呎平方，深さ 17 呎の 2 個の加溫消化槽中で消化される。消化槽寸法は $2^1/_3$ 呎³/人の貯藏容量に基く。瓦斯が採取され槽加溫に利用される。消化汚泥は塩化第二鐵で處理され，各容量 135 呎²/時の 2 個の眞空濾過機で脱水される。乾燥せる濾過固塊は低地埋立に用ひられる。

操作家屋内には，ポンプ，電動機，眞空濾過機，加熱汽罐，及計量機械が納められる。是等は全部 1 階に置かれ，其他塩素貯藏，事務室及實驗室も 1 階の餘地に置かれる。2 階は藥品の貯藏に使用され藥品は夫々の槽に對して自然流下で供給される事になつてゐる。

全設計費は約 500 000 弗で其內處分場築造費は 280 000 弗，下水管及 3 m.g.d. のポンプ場は 130 000 弗で殘り 90 000 弗は土地收用費及技術者給料に當てられる。

（西村義一）

(15) 汚泥及分離水の取出しに簡易なる消化槽配管

(Daniel M. Vail, "Digestion Tank Piping Simplifies Sludge and Supernatant Draw-off." E. N. R. March 26, 1936, p. 449.)

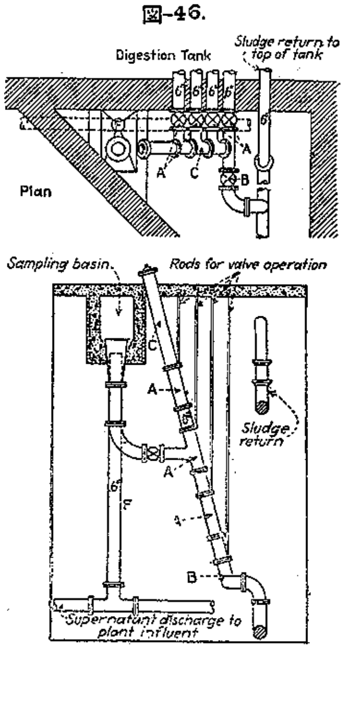
分離汚泥消化槽の操作經驗に依り，分離水の除去，汚泥の再循環又は試料採酌に對し，槽の何れの深さに於てもその內容物を自在に取出し得る方法を見出した。New Brunswick N. J. の新處理場の消化槽設計に當り，圖-46 に示す如き管と瓣の簡單なる配置が此目的に考案されてゐる。

各槽に接して管，瓣及試料採酌池を含む處の操縱室が設置されてゐる。消化槽の 4 つの違つた深さに對し普通の管寄管 C から瓣 A に依つて連絡されてゐる。此管寄管は亦試料採酌池と汚泥ポンプとに連絡してゐる。A なる瓣と B なる 1 個の瓣が全操作を制御する。

汚泥を再循環せんとする時には，汚泥ポンプに連絡する瓣 B が開けられ，次に瓣 A の一つを開ける事に依り汚泥は選ばれた深さから取出され，槽の表面まで返されるか又は隣りの槽に送られる。斯くして消化過程は容易に制御され，各槽は殆んど困難なくして適當に接種され得る。

分離液は管寄管 C に依り槽から試料採酌池の中に取出される。試料採酌池には円形堰が取付けてあり，此堰は豫備鹽素處

圖-46.



理人孔に連絡する管 F の中に溢流して處理場の流入水に至る。分離液は斯くして其取出しと共に直ちに鹽素殺菌され得る。瓣 A を適當に取扱へば 4 つの違つた深さの何れからでも汚泥は亦試料採酌池に導きうる。試料が得られた後には，その池は處理場流入水に至る管に連絡して空にされる。

円形堰は槽の水面下約 1 吋なる樣に置かれる。是で靜力学的水頭は充分であつて，種々の瓣 A を操作する時分離水又は汚泥の試料は何れも採酌池に流れる。C の頂に於ける取付物は管，用具及瓣等の洗滌の爲の上水連絡である。　　　　（西村義一）

(16) 各種汚泥處分法の經濟的比較

(A. J. Fischer, "The Economics of Various Method of Sludge Disposal." Water works & Sewerage, March 1936, p. 67～77.)

汚泥の處分法として消化，砂床乾燥，眞空濾過，燒却等の諸法の優劣を處理汚水量，2, 5, 10, 25 乃至 100 m.g.d. に亘る各種處理場の實績より (1) 第一沈澱池 (2) 第一沈澱池と撒布濾床 (3) 第一沈澱と混藥沈澱池 (4) 第一沈澱池と促進處理，により生ずる 4 種に就て述べる。扨て建設費，操作費其他の算定の基礎をなすものは消化槽，濾過床，眞空濾過機，燒却機の容量であるが之は 1 日最大汚泥量により定まる。

Chicago, Cleveland, Columbus, Syracuse, Rochester 等の各處理場にて調査した結果によれば眞空濾過機並に燒却機の容量次の如く定められる。

（イ） 生汚泥を直接濾過，燒却する時は 1 日最大汚泥量の 3.75 倍。

（ロ） 濾過並燒却前に 20 日間消化を行ふ時は 1 日最大汚泥量の 1.4 倍。

（ハ） 第一次消化 20 日間，第二次消化 30 日間を行ふ時は 1 日最大汚泥量の 1.25 倍。

1. 設計要項： 設計上必要なる事項は表-2 に示す如きものであるが，尚各種裝置に就て述ぶれば次の如くである。

(1) 汚泥脱水槽： 2 日間貯溜，深さは 3 呎の餘裕を取り表水の沈澄に供へる。底部勾配 1/12。

(2) 消化槽：

a) 第 1 次消化槽の容量は 1 日汚泥注加量と消化期間（大体 20 日）の積。

b) 第 2 次消化槽の容量は

イ）第一沈澱池汚泥の時は 1 日の固形物量（封度）の　　3.25 倍

ロ）撒布濾床並藥品沈澱汚泥の時は之の　4.05 〃

ハ）促進汚泥の時は之の　　4.80 〃

として消化期間は眞空濾過をなす場合は 30日，砂床乾燥の時は 60 日とす，底部勾配は 1/4.

(3) 眞空濾過機： 處理汚泥の種類により濾速，藥品注加量，及脫水後水分等に非常な差異があり表-3 に示す如きものである。生汚泥（促進汚泥を除く）は石灰と過鹽化鉄，消化汚泥は過鹽化鉄のみ又は石灰を併用して處理する。

(4) 燒却機： 表-3 の汚泥脱水後の水分に基き計算する，之際脱水後の固形物量增加は注加藥品が完全に水酸化カルシウム及び水酸化鉄になるものとして，石灰 1% 當り 1.78%，過鹽化鉄 1% 當り 0.66% の重量を增加する。

(5) 乾燥砂床： 面積は 1 呎² 當り 1 年に乾燥される固形物量（封度）で決定する。空中乾燥汚泥の水分は第一沈澱池，撒布濾床，藥品沈澱，汚泥では 60% 促進汚泥では 65% である。

表-2. 設 計 資 料

（處理汚水量 1 人當り 100 gal
流入下水固形物量 1 人當り 0.17 封度，纖維物量は之の 70%）

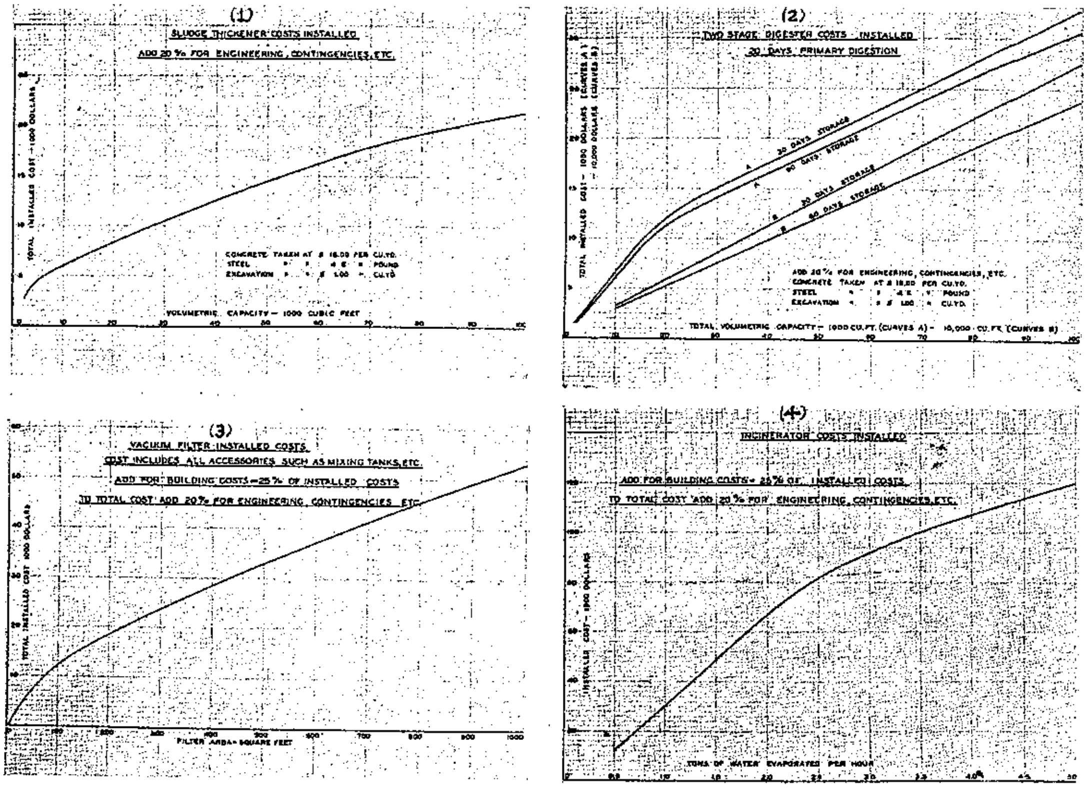
	第一沈澱法	撒布濾床法	藥品沈澱法	促進汚泥法
浮游物減少率 (%)	60	85	80	95
生汚泥 固形物量（封度/m.g.d)	1 020	1 310	1 525	1 615
生汚泥 水分率 (%)	94	95	95	96
生汚泥 濃縮後水分率 (%)	90	92	92	93
消化汚泥 固形物量（封度/m.g.d)	555	710	905	1 035
消化汚泥 水分率 (%)	91.2	93.1	93.1	94.5
消化 固形物減少率 (%)	45.5	45.5	41.0	36.0
消化 纖維物 ,, (%)	65	65	58.5	51.5
消化 瓦斯發生量（呎³/m.g)	7 900	10 200	10 650	9 850
消化槽全容量（呎³/人）				
第二次消化 30 日のもの	13.7	16.7	21.2	20.1
第二次消化 60 日のもの	17.2	20.4	22.6	24.6
乾燥汚泥量（封度/呎²/年）				
無蓋砂床	75	30	30	25
有蓋砂床	70	60	60	50
燒却機乾燥水量 (t/呎²/m.g)				
生 汚 泥	1.30	2.08	2.48	2.97
消化汚泥	0.70	1.02	1.18	1.93

表-3. 汚泥の濾過（上段は 生汚泥 下段は 消化汚泥）

汚 泥 の 種 類	藥品量 (%) CaO	藥品量 (%) Fecl₃	濾速 封度/呎²/時	濾過後水分 (%)
第一沈澱池	10 (10)	3 (2)	5 (6)	68 (68)
第一沈澱池＋撒布濾床	12 (12)	3 (2)	4 (6)	72 (70)
藥品沈澱池	8 (10)	3 (2)	6 (6)	66 (68)
促進汚泥	0 (0)	6 (10)	2.5 (2.5)	80 (80)
消化第一沈澱汚泥＋未消化促進汚泥	0	6	4.5	75

2. 建設費： 汚泥脱水槽，消化槽，眞空濾過機，燒却機の建設費は夫々図-47 に示す如きものである。乾燥砂

図-47. 建設費 (1) 汚泥脱水槽 (2) 消化槽 (3) 眞空濾過機 (4) 燒却機



床の建設費は呎²當り無蓋のもの 50 セント，有蓋のもの 1.80 弗である。之の外設備の据付費として工費を 5%見る可く又附屬設備として配管其他に工費の 15%を採る。コンクリートは 1 碼³ 18 弗，鉄筋は 1 封度 4 セント，掘鑿費は 1 碼³ 1 弗とし，用地費は含んでゐない。図-48 は，處理場建設費の比較を示すもので第一沈澱處理のみ行ふものでは消化後眞空濾過をなす場合が最も經濟的で生汚泥燒却の場合が最も不經濟である。撒布濾床處理のもの並藥品沈澱處理のものは共に前と同傾向であるが，促進汚泥處理の場合は生汚泥のみを消化し濃縮せる促進汚泥を混じて眞空濾過する場合が最も經濟的で，有蓋乾燥床が最も不經濟である。

表-4. 操　作　費

建設費利子	総建設費の 7.5%
勞 力 費	1 人 1 時間 60 セント
動 力 費	1 K.W/時 1 セント
薬 品 費	後　述
燃 料 費	石油 1gal 5 セント
補 修 費	設備費の 1.5%
維持，修繕費	同　上 2%
砂 補 充 費	1t 1.15 弗
汚泥掻取費	乾燥汚泥 1t 50 セント
汚泥搬出費	同　上

表-5. 勞力，動力並燃料費

a) 勞力費 (1 日 1 人勞働時間)

處理量(m.g.d) / 類別	5	25	100
汚泥脱水槽	4	12	24
消 化 槽	8	24	36
其 他 雜 用	8	16	32
眞空濾過機	1 臺に付 1 人，後 1 臺を増す毎に 0.25 人増加		
燒 却 機	同 上 ,, 0.5 人 ,,		

b) 動力費 (KW—時)

槽直徑 (呎) / 類別	20	60	100
汚泥脱水槽	0.23	0.68	1.02
消 化 槽	—	2.2	6.6
汚泥ポンプ	揚程 30 呎 50 gal/分當り 2.24 K.W		
眞空濾過機	濾過面積 100 呎² 當り 6.5 K.W		
燒 却 機	水 1t 蒸發するに 6.875 K.W		
消化槽瓦斯換算動力量	18 呎³の瓦斯が 1 HP に相當		

c) 燃料費

水 1t 蒸發： 5.94+10⁶ B.T.U を要す
汚泥燃燒値： 可燃物 1 封度當り 10^4 B.T.U
消化槽瓦斯燃燒値： 1 呎³ 當り 650 B.T.U

3．操作費： 操作費の算出は表-4 に基くが，大處理場の如く汚泥の處分に莫大な經費を要する場合と，中，小各處理場の如き汚泥肥料としての販賣により相當經濟的にめぐまれる場所とは同一に断ずる事は出來ない。

図-48. 各處理場建設費（用地費を含まず） (1) 第一沈澱池，(2) 混薬沈澱池，(3) 撒布濾床，(4) 促進汚泥

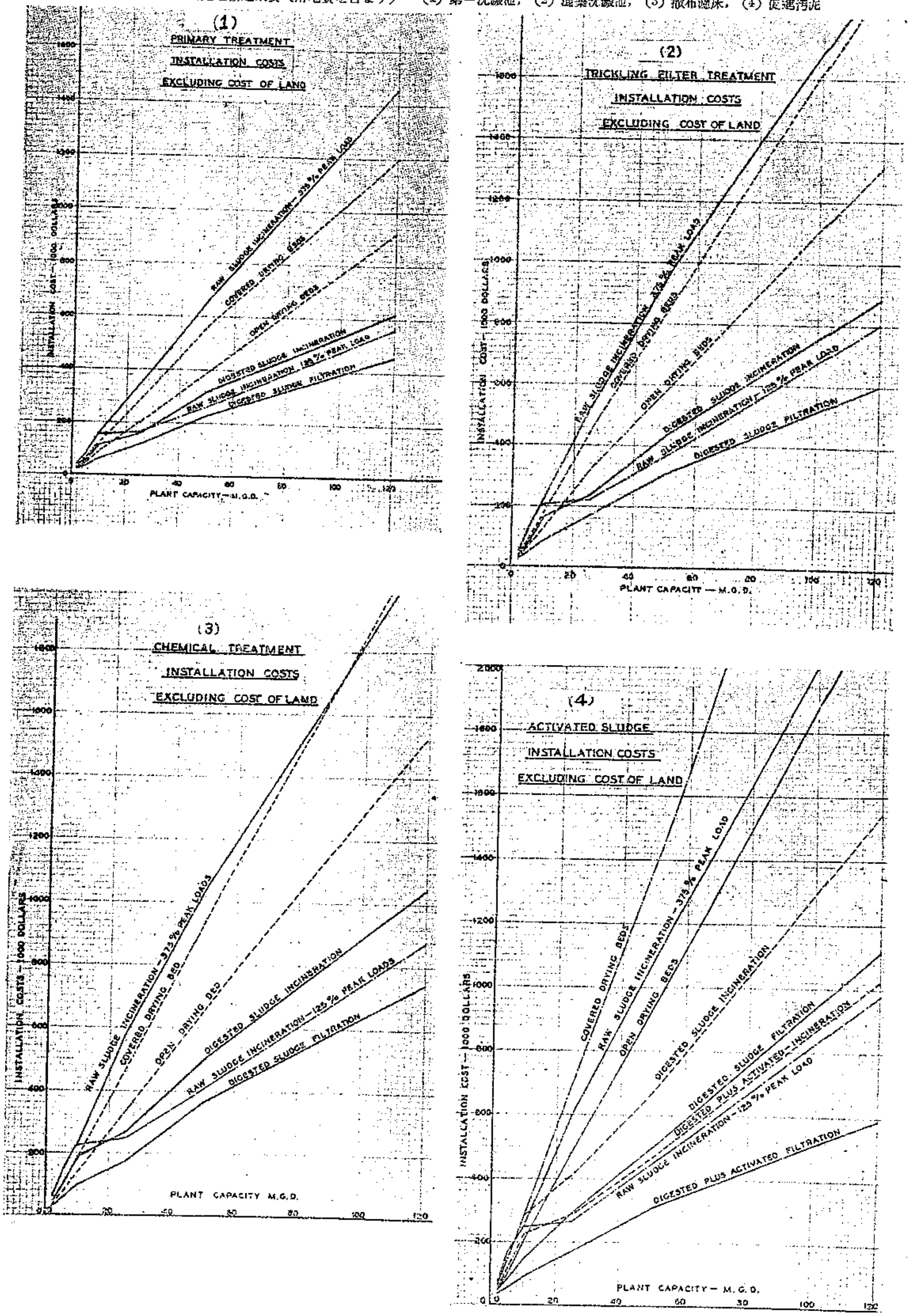


図-49. 各處理場操作費（建設費利子を含む） (1) 第一沈澱池 (2) 混薬沈澱池 (3) 撒布濾床 (4) 促進汚泥

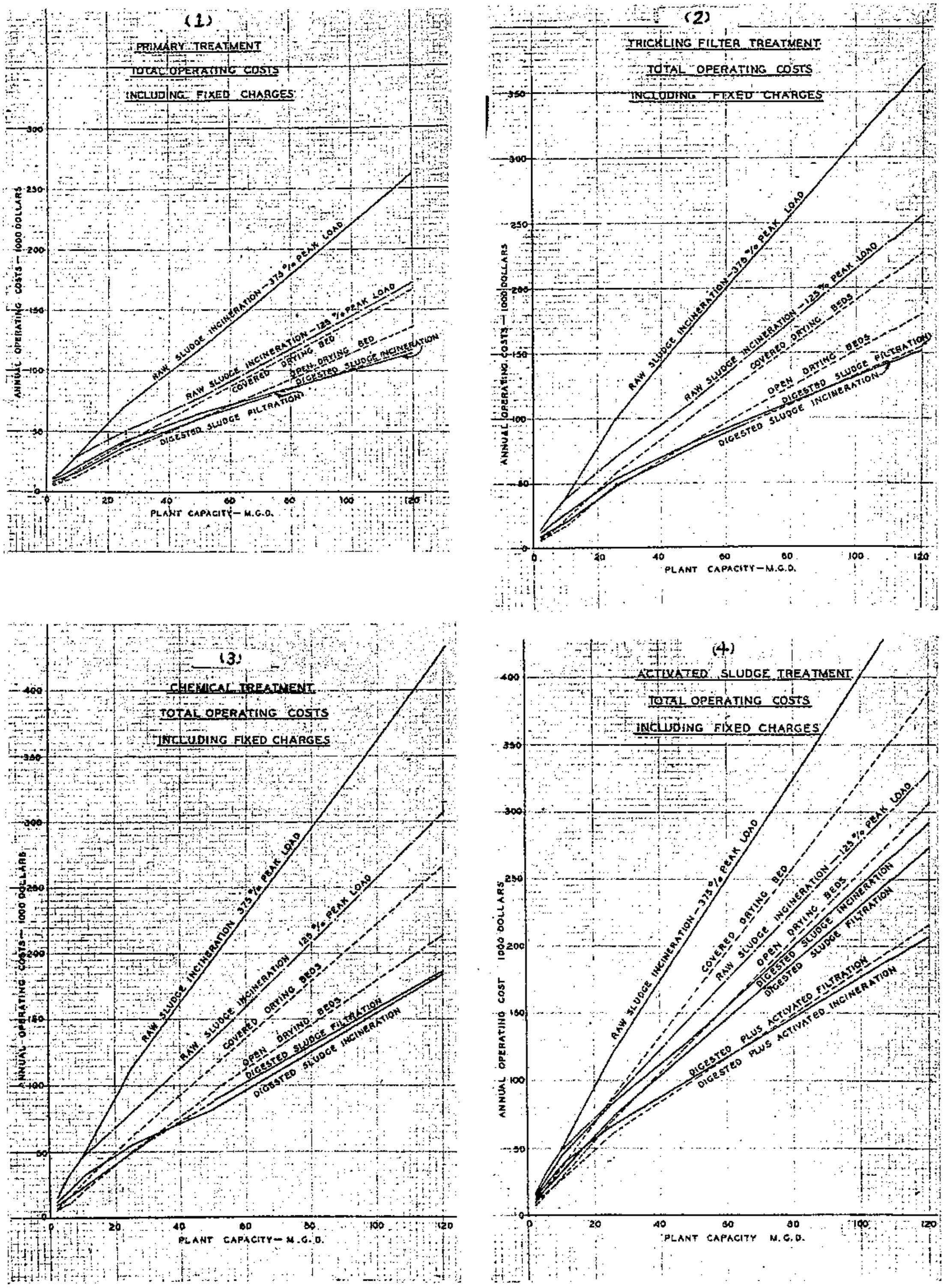


表-6.　汚泥並に灰分の處分

項目 ＼ 種別	第一沈澱	撒布濾床	藥品處理	促進汚泥
砂補充（年 1 t/m.g.d）	7	9	11.5	14.8
汚泥量（年 碼^3/m.g.d）（55 封度/呎^3）				
a) 砂濾過	340	436	554	724
b) 眞空濾過	510	720	860	1 136
灰分量（年 碼^3/m.g.d）（45 封度/呎^3）				
a) 生汚泥	130	166	216	162
b) 消化汚泥	110	144	196	162

又汚泥に注加する藥品量も重大な關係を有するもので，地理的關係，年使用量，引込線の有無等により過鹽化鉄は 1 封度當り粉末のもの 3.15～4.25 セント液狀のもの 1.5～2.4 セント，石灰は 1 t 當り 10～20 弗である。勞力，動力及び燃料費は表-5 に示す如きもので，乾燥汚泥及び燒却灰分の處分費は表-6 の如きものである。但し，乾燥床への注入汚泥深は 12 吋とし，乾燥汚泥除去の際の砂の減量は 1 回 1/16 吋とした。

圖-49 は各種處理法，操作費の比較を示すもので，第一沈澱處理のみを行ふものでは，生汚泥燒却の場合が最も不經濟で，小處理場を除いては消化後燒却又は眞空濾過する場合が最も經濟的である。撒布濾床處理のもの及び藥品沈澱處理のものは共に前と同傾向であるが，促進汚泥處理のものでは生汚泥のみ消化し之と濃縮促進汚泥を混じて燒却又は濾過するが最も經濟的である。

4. 結語：以上の結果次の如く述べることが出來る。處理場の大小を問はず建設費操作費共生汚泥を燒却する場合が最も不經濟であり，消化後眞空濾過をなす場合が最も經濟的である。但し促進汚泥處理の場合のみは異り，生汚泥消化に未消化促進汚泥を混じ濾過する場合が最も經濟的である。　　　　（松見三郎）

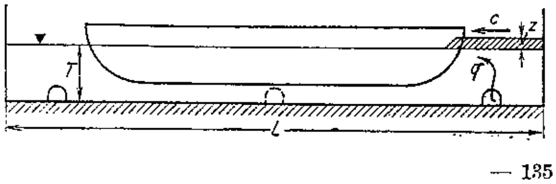
15. 港　　灣

(7) 閘門内に於て船舶を安定せしむる爲の貯水池の改良

(R. Winkel, "Sparbeckenausbildung zur Erzielung einer ruhigen Lage des Schiffes während der Schleusung." Bautech. 24. Jan. 1936, S. 53～54.)

閘門に於て使用水量節約の爲に設けられた貯水池は閘室壁内上から下へ分布し圖-50 に示す如くである。上

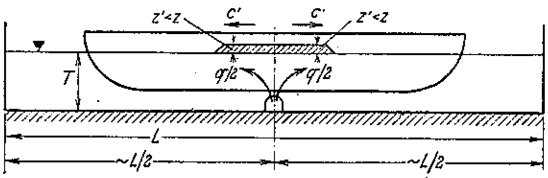
圖-50.　從來の方法に依る閘室流入の開始



流に通過する場合には一番水位の低い貯水池から給水を開始する。この貯水池は地形，水位差を充分利用する爲に閘室の低水頭附近にあり，その流出入口も亦下の方にある。

圖-50 に於て q m^3/sec の流入量に依り z なる高さの溢漲波が生ずる。この波は閘門の長さの方向に c なる速度で進行し，船舶に當り危險に至る振動を與へることがある。この好ましくない波動の作用は簡單な方法でなくなせる，それは流出入口を圖-51 に示す如く中央に置

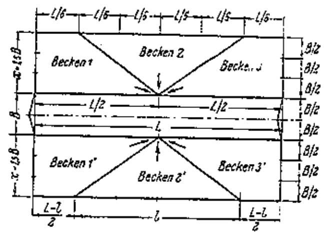
圖-51.　閘室中央流入口より流入開始



けばよい。圖-51 に於て中央から出た q は 2 方向に分れ，$q/2$ づゝ左右に流れる。この結果として高さ z' の溢漲波が生じる。ここに $z>z'>1/2z$ である。この z' の波動は船舶の安定度に全然影響はないわけで，その上閘室に於て兩側より加へる水量を等しくすれば，通過船を閘室の中央に容易に保つことが出來る。

さて實際に中央から給水する場合の貯水池の配列を考へて見やう。圖-52 は 3 組の貯水池で解決せられたものであつて貯水池 1 が最も水位高く，貯水池 3 が最も水位が低い。そして兩側の對応せるものはそれぞれ等しい。貯水池の條件として各貯水池共に閘室の面積の半分であることが必要である。次に數個の例を示してみる。

圖-52.　新考案の貯水池配列平面圖



1)　$n=3$（圖-52）三角形の貯水池 2 の一邊を l，高さを x とすれば

$$\frac{xl}{2}=\frac{BL}{2}\quad 又は\quad x=\frac{BL}{l}$$

又貯水池 1 又は 3 に於て

$$\frac{BL}{2}=\frac{x}{2}\cdot\frac{l}{2}+x\left(\frac{L-l}{2}\right)=\frac{xl}{2}$$

之より l と L の關係を求めると　$l=2/3L$

卽ち $x=BL/l=1.5B$ となる。

2)　$n=4$（圖-53）

図-53. 4組の貯水池を用ふる場合

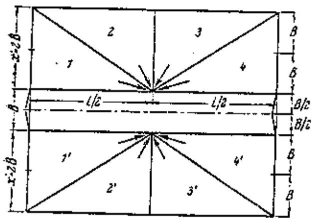
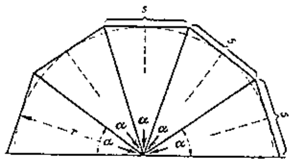


図-54. 扇状の貯水池配列の例



$$\frac{1}{2}\left(x'\frac{L}{2}\right)=\frac{BL}{2} \quad 故に \quad x'=2B$$

3) $n=5$ (図-54) n の多いものにては次の如くする。

n を貯水池1組の數として $\alpha=\frac{180^\circ}{n}$ とする。

然らば r を半徑, s を邊長とし

$$\frac{sr}{2}=\frac{BL}{2} \quad 又は \quad s=\frac{BL}{r}$$

$$\frac{s}{2r}=\tan\frac{\alpha}{2}=\tan\left(\frac{90}{n}\right)$$

$$\frac{BL}{2r^2}=\tan\frac{\alpha}{2}$$

故に
$$r=\sqrt{\frac{BL}{2\tan\frac{\alpha}{2}}}$$

(藤森謙一)

(8) Liverpool 港

("The Port of Liverpool." The Dock and Harbour Authority, Nov. 1935, p. 9～22.)

1. 最近の出入貨物噸量: 1933 年輸出入合計 13 230 000 t, 1934 年 13 600 000 t.

2. 主要入貨品種: 綿花, 果實, 穀物, 雜貨, 革類, 肉類, 金屬, 油類, 食料品, 砂糖, 木材, 煙草, 羊毛。

3. Mersey 河畔の主要工業: 製粉, 造船(修船), 製糖, 煙草製造, 人絹。

4. 現在の情勢: 港灣用地全面積 1 400 エーカー; 港內全水面積 646 エーカー; Gladston Dock より最南端の Herculaneum Dock までの距離 6.5 哩; 埠頭總延長 38.5 哩; 上屋敷地 300 エーカー; 300～500 t/hr の能力を有する石炭用ホイスト, クレーン又はコンベーヤー合計 23; 臨港鉄道延長 118.75 哩; 乾船渠 18; 泊船渠 (wet dock) 及び修船渠 (graving dock) に關しては表-7～10 參照。

5. 入渠可能船舶形狀: Gladstone Dock には最大 70 000 t 1 隻を入渠せしめ得る。從來の最大來港船舶は

図-55. Liverpool 港図

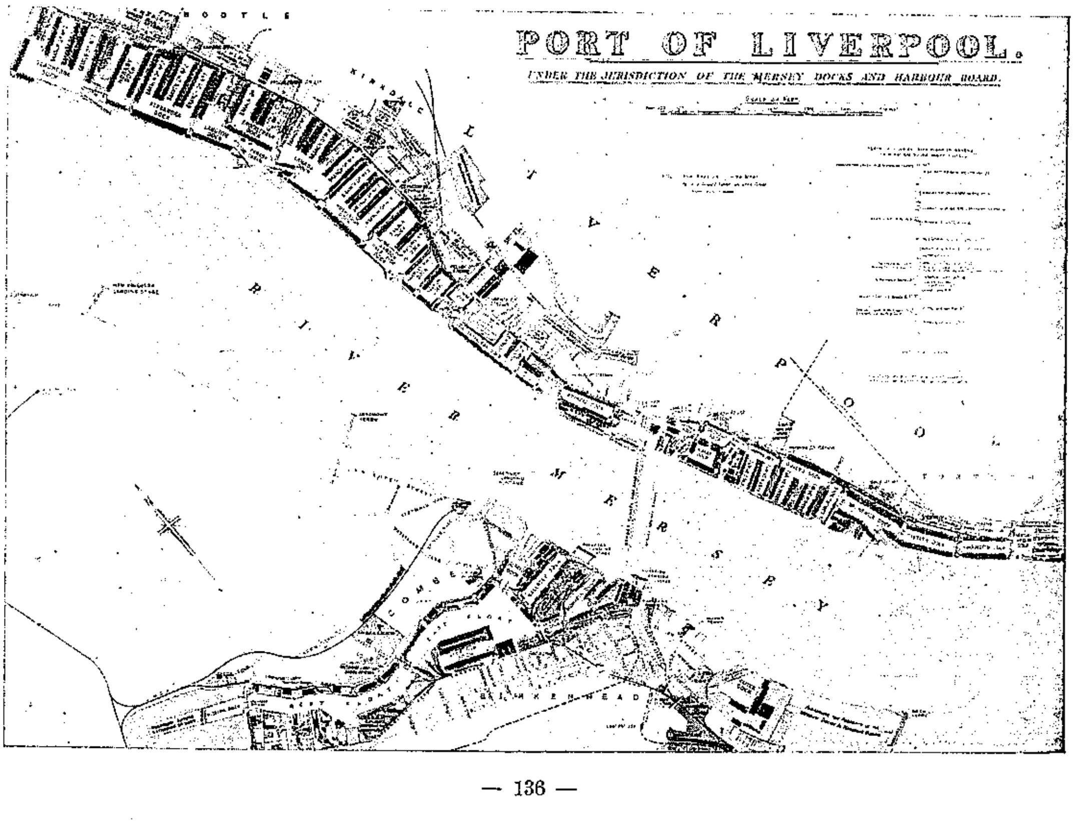


表-7. リバプール港ドック表（リバプール側）

註：1 cwt=1 hundred weight=1/20 英噸=112 封度
表中副何 m の次の東西南北は入口又は通路の位置

ドック名	枝渠又は閘門	長及入口位置入口幅（呎）	底部ノ高（基準面上）呎	吋	水面積 エーカー	碼²	埠頭延長 哩	碼	荷役及陸上設備
Gladstone Dock	枝渠 No. 2	—	—		11	3 950	0	945	3t. ルーフ・クレーン 19 基 20 cwt クレーン 12 ,,
	枝渠 No. 1	—	—		13	520	0	1 043	3t. ルーフ・クレーン 10 基 3t. ポータル・クレーン 12 ,, 20 cwt 11 ,,
	閘門	長 1 070 幅 130 南	−20	0	3	1 427	0	790	
Hornby Dock	Hornby 閘門	長 645 幅 89	−10	0	1	2 200	0	460	5t 蒸汽クレーン 2 ,,
Alexandra Dock		幅 90 南	−2	0	16	4 454	0	1 461	30 cwt クーレン 5 基
		幅 {91 東 60 西}	{−9 −1	11 6	17	4 281	0	1 068	電力コンベーヤー
	枝渠 No. 3	—	—		7	3 420	0	846	
	,, No. 2	—	—		9	2 657	0	1 024	
	,, No. 1	—	—		9	573	0	983	
Langton Dock		幅 90 東, 南	−4	1	18	1 317	0	1 244	30 cwt ルーフ・クレーン 4基
	閘門	長 238 幅 65 東, 西	−1	5	0	1 719	0	160	
	閘門	長 119 幅 65 西	−1	6	0	860	0	81	
	枝渠	幅 60 西	−1	5	2	4 549	0	671	
Carriers Dock		幅 110	—		2	4 763	0	691	5t 電力ガントリー・クレーン 4 基 特殊荷揚式クレーン
Brocklebank Dock		幅 80 南	−4	3	10	3 687	0	808	30 cwt クレーン 4 基 3 t 電力移動式クレーン 2 基
	枝渠	—	—		9	2 860	0	848	30 cwt ルーフ・クレーン 9 基宛, 水圧式 "loading off" ウオール・クレーン 9 基, 20 cwt クレーン 8 基, 10 cwt クレーン 1 基, 5t. 蒸氣クレーン 1 基, 30t. 石炭用可動ホイスト1 基, $22\frac{1}{4}$t 石炭用クレーン1基。
Canada Dock		幅 90 北	−3	7	24	1 409	0	1 345	
	閘門	長 600 幅 90.5 南	−3	6	1	2 018	0	469	
	枝渠 No. 3	—	—		7	1 625	0	802	
	,, No. 2	—	—		6	2 560	0	732	
	,, No. 1	—	—		7	2 313	0	823	
Huskisson Dock		幅 90 南	−10	1	12	4 273	0	711	30cwt 水圧ルーフ・クレーン 51 基, 30cwt 電力ルーフ・クレーン 6 基, 20cwt "loading off" クレーン 13 基, 15 t. 蒸汽クレーン 1 基。
	枝渠 No. 3	—	—		8	780	0	990	
	,, No. 2	—	—		7	592	0	910	
	,, No. 1	—	—		9	1 125	0	983	
Sandon Dock		幅 90 西	−10	1	10	1 189	0	950	30 cwt 水圧ルーフ・クレーン14基, 30 cwt 電力ルーフ・クレーン 5 基, 20 cwt水圧 "loading off" クレーン 2 基
	半潮泊渠	—	—		14	466	0	1 081	
	閘門	長 130 幅 80 北	−10	1	0	1 155	0	117	
	,,	長 130 幅 100 南	−10	1	0	1 444	0	124	
	,,	長 160 幅 40 中央	−10	1	0	733	0	125	
Wellington Dock		幅 70 西	−3	10	7	4 120	0	820	石炭積高架式クレーン
Bramley-Moore D.		幅 {60 北 60 南}	−4	4	9	3 106	0	935	同上 6 基
Nelson Dock		幅 60 南	−3	11	7	4 786	0	803	
Stanley Dock		幅 51 西	+4	10	3	3 343	0	562	
Collingwood Dock		幅 60 西	+3	9	5	244	0	553	
Salisbury Dock		幅 60 西	+3	5	3	2 146	0	406	
Trafalger Dock	枝渠	幅 60 南北	+2	0	10	1 016	0	1 451	
		—	—		4	2 336	0	501	
Victoria Dock		—	—		4	2 286	0	507	
West Waterlov D.		幅 60 南	+2	4	3	2 146	0	533	
East ,, ,,		幅 60 南	+2	3	2	3 375	0	506	
Prince's 半潮泊渠	閘門	幅 {65 北 65 南 32 中央}	{+2 +1 +2	0 11 3	4	3 250	0	434	
		長 110 幅同上	同上		,,	,,			
Prince's Dock		幅 60	+2	0	8	2 336	0	1 151	
Canning Dock		幅 44 西	+4	3	4	2 016	0	680	
Canning 半潮泊渠		幅 {44,5 北 44.75 南}	+3 +3	9 10	2	2 688	0	429	
Albert Dock		幅 44.75 北	+4 +4	1 7	7	3 542	0	885	
Salthouse Dock		,, ,, 北東	+4	4	6	2 019	0	784	
Dukes Dock ,, Dock		幅 {40 西 39.75 中央}	+6 +6	0 4	2	1 336	0	1 138	
Wapping Basin		幅 {50 北 49.75 南 40 西}	+4 +4 +4	8 8 7	1	3 151	0	454	
,, Dock		幅 99.75 南	−7	1	4	4 607	0	427	30 cwt トランスポーター 6 基
Kings Dock	No. 1	—	—		4	3 263	0	685	30 cwt ラッフイング・クレーン 6 基
	No. 2	—	—		4	2 055	0	670	No. 1 に 30 cwt 水圧ルーフ・クレーン 12 基, 20 cwt "loading off" クレーン 10基, No, 2 に 30 cwt 水圧ループ・クレーン 13 基.
		幅 100 南	−6	11	11	3 326	0	945	
Queens Dock	No. 1	—	—		4	4 314	0	654	
	No. 2	—	—		5	140	0	662	
Coburg Dock		南	—		7	3 157	0	939	
Brunswick Dock		幅 100 北	−7	0	15	4 547	0	1 498	
	閘門	長 240 幅 {80 北 100 南}	−9	0	0	2 133	0	190	
	,,	長 350 幅同上	−9	0	0	3 889	0	272	
Toxteth Dock		幅 60 南	−1	2	10	4 738	0	1 179	30 cwt 水圧ルーフ・クレーン 9 基, 20 cwt 水圧 "loading off" クレーン 4 基, 20 cwt 電力ウオール・クレーン 6 基
Harrington Dock		幅 59 南	−1	3	9	256	0	1 023	30 cwt 水圧ルーフ・クレーン 8 基
Herculaneum Dock		幅 {80 北 60 南}	−1 −1	0 1	7	2 581	0	596	$22\frac{3}{4}$~19t 炭庫用移動式クレーン 2 基, 能力毎時 100t 石炭用固定ホイスト
	枝渠	—	—		2	854	0	577	

表-8. リバプール港ドック表 (Birkenhead 側)

註: 各ドック，閘門は何れも 30 呎の水深あり 1 cwt=1/20 英噸=112 封度

ドック名	名稱	長及入口幅 (呎)	水面積		埠頭延長		荷役設備その他
			エーカー	碼²	哩	碼	
Alfred Dock	ドック	—	8	3 276	—		
〃	閘門	長 480 及ビ 600	—		—		
Wallasey Dock	ドック	入口幅 49	13	0	0	1 495	一般貨物の外に殊に穀物荷役設備あり
Egerton Dock	〃	〃 69.75	4	469	0	704	
Morpeth Dock	〃	〃 69.75	11	2 404	0	1 299	
〃	閘門	長 398 入口幅 85	0	3 777	0	441	11 t 水圧式起重機 1 基，27 cwt 水圧式起重機 1 基，5 t 電力起重機 1 基，3 t 起重機 1 基 他に石炭用固定ホイスト能力每時 200 t のものあり
East Float	ドック	—	4	243	0	673	
Vittoria Dock	〃	入口幅 100	11	467	0	1 192	電力式コンベーヤー，5 t 電力起重機 8 基，87 t 蒸汽起重機 1 基，27 cwt 水圧式起重機 1 基，3 t 人力起重機 1 基，石炭荷役能力最大每時 500 t
Wert Float	〃	長 1 000 全幅 450 入口幅 100	—		—		
Bidston Dock	〃	—	10	3 354	0	867	

表-9. 修船渠表 (リバプール側)

修船渠名，位置		入口幅		底部高(基準面より)		笠石の高さ(基準面上)		渠長		修船渠延長	
		呎	吋	呎	吋	呎	吋	呎	吋	呎	吋
Gladstone		120	0	−15	0	43	0	—		1 050	4
Langton, No. 1	内	60	0	+4	6	37	0	451	10		
	外	60	0	+4	5	32	0	500	9		
〃 No. 2	内	60	0	+4	6	37	0	500	10		
	外	60	0	+4	4	32	0	451	11	1 905	4
Brocklebank		93	3	−2	9	37	0	—		799	5
Canada		94	0	−2	11	38	0	—		926	0
Clarence, No. 1		52	0	+6	0	37	0	443	10		
〃 No. 2	内	45	0	+7	6	37	0	270	0		
	外	32	9	+9	11	30	6	286	3	1 000	1
Princes		44	9	+8	1	38	0	—		283	9
Canning, No. 1		35	3	+13	1	33	9	436	10		
〃 No. 2		35	0	+11	0	33	8	482	8	919	6
Queens		80	0	−6	2	38	0	—		634	0
Herculaneum, No. 1		60	0	+6	8	36	6	759	5		
〃 No. 2		60	0	+6	9	36	6	934	9		
〃 No. 3		59	6	+6	7	36	7	768	10		
〃 No. 4		80	0	+2	7	36	10	754	1	3 217	1

リバプール側修船渠延長 合計 10 735 呎 6 吋

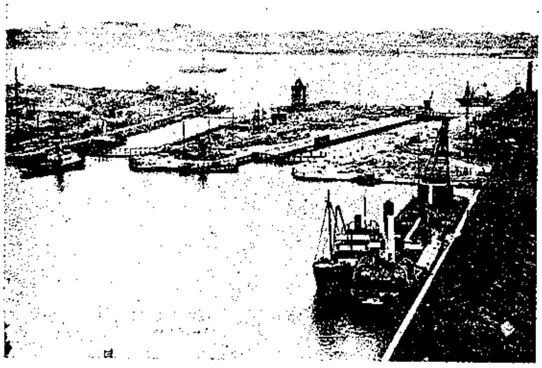
表-10. 修船渠表 (Birkenhead 側)

修船渠名，位置	入口幅		底部高(基準面より)		笠石の高さ(基準面上)		渠長		修船渠延長	
	呎	吋	呎	吋	呎	吋	呎	吋	呎	吋
West Float, No. 1	59	6	+5	11	35	0	939	0		
〃 No. 2	48	6	+2	4	35	0	750	7		
〃 No. 3	85	8	+3	4	35	0	750	6	2 440	1

Birkenhead 側修船渠延長 合計 2 440 呎/吋

27 000 t である。港内水深は各船舶渠とも概ね 30 呎以上である。

図-56. Birkenhead, Alfred Dock の入口



6. 港務の管理: Liverpool は三つの系統のドック管理者がある。就中 Mersey Dock and Harbour Board は最大の勢力を有する。而して Mersey Dock and Harbour Board の收入の 75% は，船舶及びその貨物に對する課稅に依る。1934 年 7 月～1935 年 6 月の合計は船舶より 1 505 549 磅，貨物に對し 957 421 磅，合計 2 462 970 磅であつた。

7. Dock Board の組織: 1858 年議會の決議を經て始めて Mersey Dock and Harbour Board が成立した。Board は多數の委員會 (committee) より成る。committee は，業務 (work)，財政，泊渠及び埠頭，交通，倉庫，海務，水先案内，貿易，議會，本部等の各部門に別れてゐる。之等を支配し board の直接責任者となるのは總支配人 (general manager) であり，その補佐役とし

て（主任技師及び辯護士を除く）次の如き役割がある。

(1) 收入役, (2) 港務主任（ドック主任, ピヤー主任, ゲート主任を監督す）, (3) 交通支配人, (4) 倉庫支配人,

図-57. Gladstone Dock

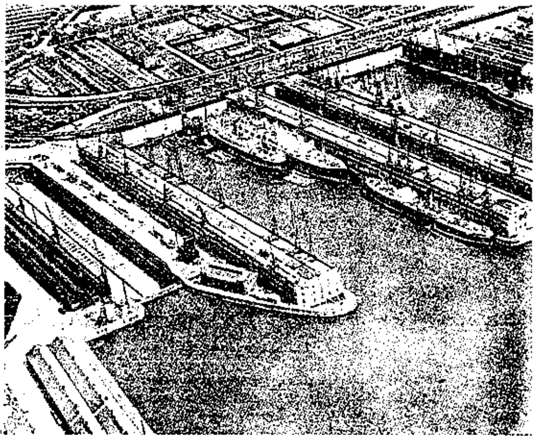
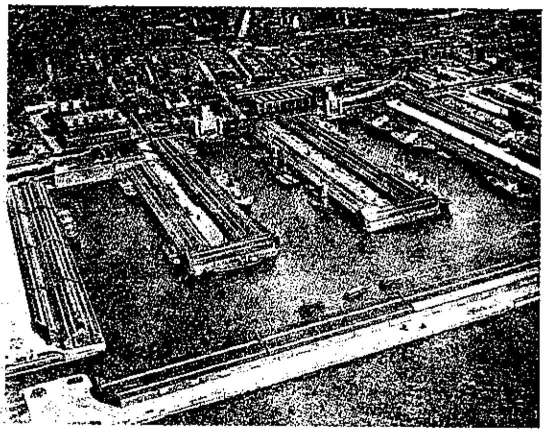


図-58. Alexandra Dock



(5) 港内測量主任, (6) 水先案内係, (7) 對 London, Birmingham, Bradford 連絡係。 (比田 正)

(9) ポーランド Gdynia 港の大要

("Port of Gdynia." The Dock and Harbour Authority, Jan. 1936, p. 65～78.)

1. 概梗: 大戰後ポーランドの外國貿易は急激に増加し, 從來專ら Danzig 港のみに頼つた海運は, 更に新しい港灣の必要を痛感した。此處に於て 1924 年 Gdynia 港修築工事が開始せられた。ポーランド對外交易全般を, 海運に依る外國貿易と比較すれば表-11 に示す如くである。

表-11.

年 度	海運の比率	年 度	海運の比率	年 度	海運の比率
1923	7.4%	1927	35.0%	1931	63.2%
1924	13.1	1928	38.0	1932	67.8
1925	16.3	1929	42.0	1933	69.4
1926	27.1	1930	51.3	1934	69.9

2. 計畫の大要: 1924 年起工以來今日に至つて居るが, 1935 年に於ける工事進捗狀態は次の如くである。

防波堤 4 255 m; 水深 6～12 m の埠頭延長 12 218 m; 港灣地帶全面積 950 ha.; 水面積 350 ha.; 起重機 58 臺; 起重機總能力合計 231.5 t; 上屋倉庫面積合計 190 000 m^2; 臨港鉄道延長 168 km.; 穀物用サイロー, 貯油場, 米穀倉庫。

港外は水深 9～14 m で錨掛良好なる砂層の海底を有する。風は東北の强風を受けるが, Hel 半島により被はれてゐるので殆んど外洋の巨浪の心配は無い。尙冬期は凍結を見, 之に對して碎氷船を設置して航行可能ならしめてゐる。

3. 計畫の詳細: 外港と内港より成る。図-59 參照。

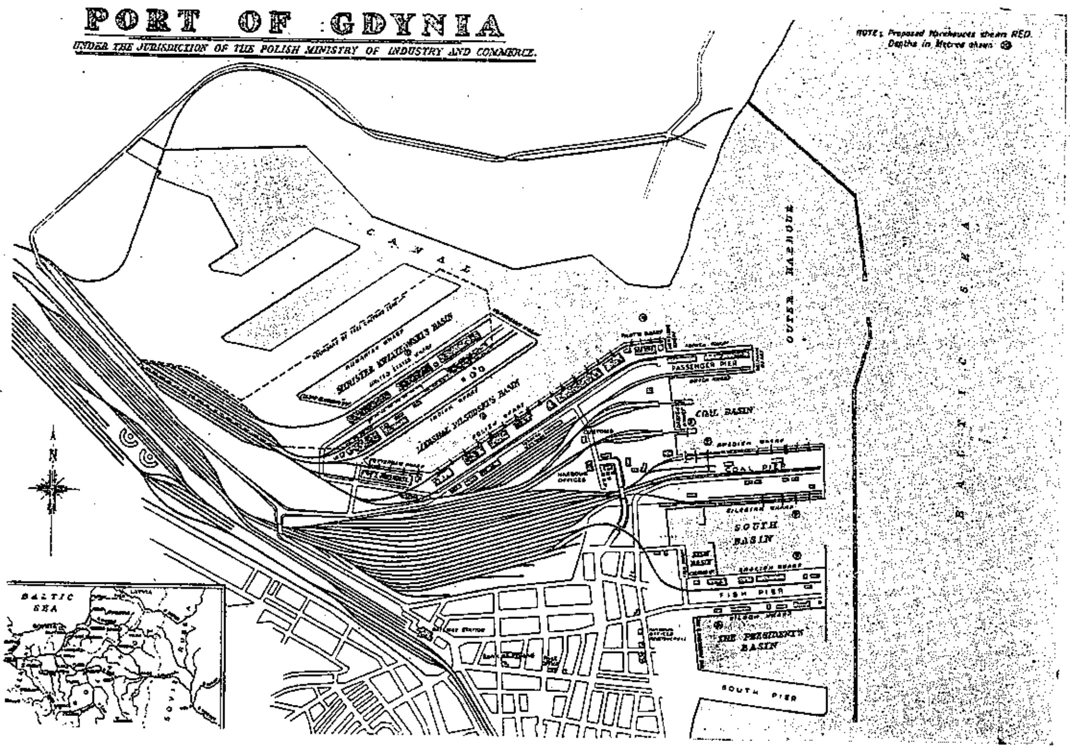
(1) 外港: 石炭用泊渠 (coal basin) 33 ha., 南泊渠 (south basin) 23 ha., 大統領泊渠 (president basin) 25 ha., 及び外部水面 97 ha., より成り, 何れも開口式泊渠で表-12 の如き突堤より成る。尙ほ coal basin には 3 500 t 浮ドックと 50 t 浮起機がある。

表-12.

突堤名	長 (m)	幅 (m)	水 深 (m)	荷役用施設その他
旅客突堤	400	120	French Wharf 12, Dutch W. 12, Belgian W. 10	鉄道聯絡驛, 上屋, 3 t セミポータル起重機 2 基, 7 t 移動式ガントリー起重機
石炭突堤	Swedish. W. 780		Swedisch W. 8～9,	5 t トランスポター 1 基, 7 t トランスポーター 2 基, 200 t automatic scale 1 基, 7 t 掘揚式起重機 4 基, 炭車キップラー能力 450 t/hr
	Silesian W. 758		Silesian W. 9	7t 起重機 4 基
石炭棧橋 (2 本)	120		8	ベルト・コンベーヤー能力毎時 650 t
漁船突堤	English W.			遠海漁業用, 貯藏倉庫 2 500 m^2, 冷凍設備, 製氷工場あり
	Wilson W. 642		9	150 m^2 倉庫, 1 030 m^2 倉庫
南突堤	680	120		近海航路雑貨及び旅客

(2) 内港: 外港より掘込んだ延長 $2^1/_2$ km の水路に依り, 二つの泊渠に通ずる。即ち第一泊渠 (Marshal Pilsudski's basin) と第二泊渠 (Minister Kwiatkowski's basin) とが之である。前者は水面積 27 ha., 幅約 250 m, 水深 10 m で, polish wharf は延長 1 130 m, 一般貨物の外に貴重品倉庫あり, 能力 $1^1/_2$～3 t 移動起重機 15 基を有する。Rotterdam wharf は延長 310 m

図-59.



扛力 $1^1/_2$～$2^1/_2$t 起重機5基を有しバラ荷を扱ふ。Indian wharf は 1 009 m の延長で，米穀，油類等の荷役を主とする。第二泊渠は水面積 16 ha., United State wharf は延長 820 m で扛力 3 t セミポータル起重機 8 基を備へて一般貨物及び特に綿花を取扱ふ，之の外に Pilot's wharf は第一泊渠の入口に在り，水深 10 m，延長 200 m，ポータル・クレーン 4 基，上屋 4 000 m^2 の施設を有する。更に第一，第二両泊渠の間の突堤先端部に Norwegian wharf 第二泊渠の United State wharf と Rumanian wharf の間には Czecho-Slovakian wharf がある。

4. Gdynia 港輸入貨物及船舶

(1) 輸出入貨物表（表-13）

表-13.

年 度	輸 入 (t)	輸 出 (t)	輸出入合計 (t)
1924	981	9 186	10 167
1925	1 646	53 925	55 571
1926	310	404 251	404 561
1927	6 411	891 683	898 094
1928	192 712	1 765 058	1 957 770
1929	329 644	2 492 858	2 822 502
1930	504 117	3 121 631	3 625 748
1931	558 549	4 741 565	5 300 114
1932	432 888	4 761 400	5 194 288
1933	870 704	5 235 162	6 105 866
1934	991 545	6 200 368	7 191 913

(2) 出入船舶（表-14）

表-14.

年 度	入 船		出 船	
	隻 数	總 噸 数	隻 数	總 噸 数
1924	29	40 469	29	40 460
1925	85	74 919	79	71 549
1926	312	209 928	316	213 086
1927	542	426 722	532	421 226
1928	1 108	984 893	1 093	972 902
1929	1 567	1 442 492	1 575	1 445 400
1930	2 238	2 029 822	2 219	2 014 290
1931	3 144	2 649 568	3 148	2 665 399
1932	3 610	2 831 604	3 604	2 838 598
1933	4 355	3 425 660	4 337	3 401 055
1934	4 592	4 142 142	4 597	4 153 564

(3) 各國主要港との比較（1933 年）（表-15）

表-15.

港 名	出入貨物数量 (t)
Gdynia	6 105 866
Danzig	5 152 894
Antwerp	17 345 000
Bordeaux	4 106 118
Bremen	5 188 000
Hamburg	19 580 000
Copenhagen	5 374 000
Le Havre	4 434 436
Marseilles	8 221 887
Rotterdam	21 602 000
Rouen	8 404 361
Stettin	4 530 000
Trieste	3 019 323

（比田 正）

16. 道　　　路

(12) 市俄古に於ける鋪裝の發達に就て

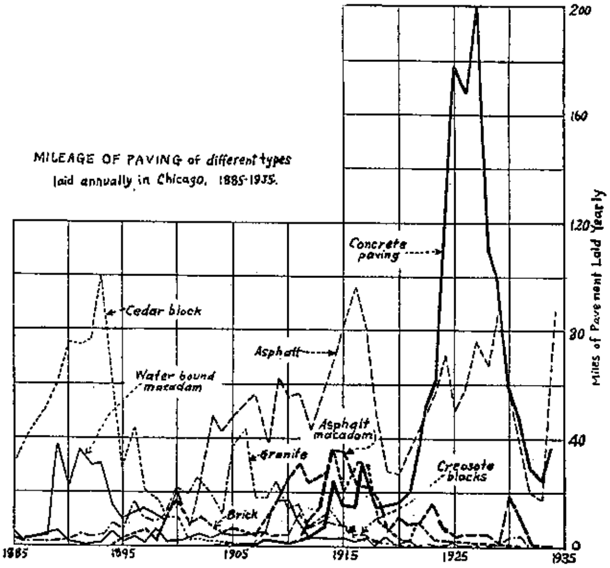
("Review of Street and Paving Progress in Chicago." E. N. R. March 12, 1936, p. 378.)

市俄古に於て最近 50年間に用ひられた多種多樣の鋪裝材料，並に街路の幅員擴張及び勾配分離の主要工事に關し，Illinois 技術者協會の總會で，H. J. Fixmer, J. A. Moore 兩氏の論文に基いて評論が行はれた。前者は主として鋪裝に就て，後者は廣範圍の改良計畫に就て論じたもので，兩者互に補充的のものであるが，玆には鋪裝に關する論文の大要を述べる。

1890 年から 1910 年に至る間に各種の鋪裝が非常に增加した。1910 年頃自動車が出現して鋪裝設計に新時代を招き，鋪裝面積の延長を要求するに至り，西洋杉木塊 (cedar block) 及び水締マカダムは次第に影を潜め，マカダム基礎及びコンクリート基礎を有するアスファルト鋪裝が主要鋪裝となり，特にブールバー及び住宅地街路には專ら之が使用される樣になつた。煉瓦及び瀝青マカダムも廣く用ひられた。花崗石塊 (granite block) は橋詰の坂路，貨物自動車の交通頻繁な街路及び貨物驛の附近に使用された。クレオソートを注入した木塊は1905年以後 1925年迄試験的に使用されたが通路以外では廣くは用ひられなかつた。

市俄古に於ける 50年間の鋪裝發達狀況並に各1年に

図-60.



造られた材料別鋪裝哩數は図-60 及び表-16 に示す通りである。

表-16. 市俄古に於ける鋪裝材料

鋪裝材料	使用期間 自	使用期間 至	1865 より 1935 年に至る間に造られた哩數
水締マカダム	1857	1918	531
木塊 (角形)	1860	1880	....
花崗石塊	1870	1931	147
西洋杉木塊 (丸形)	1877	1903	....
アスファルトブロック	1877	1887	....
メヂナ石塊	1878	1885	....
アスファルト	1882	1936	1 877
煉瓦	1890	1924	384
クレオソート注入木塊	1904	1921	74
コンクリート	1905	1936	1 342
瀝青マカダム	1911	1931	249
雜	1885	1933	12

コンクリート，アスファルト及び使用量は少いが花崗石塊の三者が現在鋪裝の流行型になつて居る。アスファルトマカダムは交通量の少い街路に使用せられ，煉瓦は時々他の鋪裝の磨損箇所の補修に使用されて居る。

(古河順治)

18. 鉄　　　道

(2) 軌條の連續熔接

("Continuous Welding of Rail." Bulletin of A. R. E. A. Jan. 1936, p. 470～473.)

米國では軌條の連續熔接の問題は，小委員會を設けて研究調査されつゝあるが，本文はその委員會の報告で，米國に於ける連續熔接の現狀を述べると共に，簡單に歐洲各國に於ける發達の歷史を述べたものである。

委員會の權限を以て各鉄道會社あてに種々の調査事項が發せられ，その回答をうけたものについて示せば表-17 の如くである。尙詳細なる報告をうけたものは 3 個の鉄道會社に使用せる Oxweld method, Bessemer & Lake Erie 鉄道に使用せる thermit method, 及 Delaware & Hudson 鉄道に採用せる thermit and flash method である。

諸外國殊に獨逸では 6～7 年來熔接軌條の實用時代に入つて居る。軌道構造は G. E. O. 型もあるが大部分はそれより弱い構造のものである。獨逸テルミット會社では如何なる軌道構造のものでも，30 m 迄は連續熔接出來ることを種々の經驗によりて證明し，軌道長 30 m 以上の時始めて軌道構造が問題になることを發表した。獨逸に於ける最近の發達は A.E.G. 型 flashing welding machine による熔接である。軌道構造が G. E. O. 型又は

表-17.

REPLIES TO QUESTIONNAIRE ON CONTINUOUS WELDING OF RAIL

1 鐵道名	Boston & Maine	Central of Georgia	Clinchfield R R	Chicago Surface Line	Delaware & Hudson R.R	同上	同上	Bessemer & Lake Erie R.R.
2 熔接場所	Housac 隧道(Mass)	Columbus Birmingham間	Clinch Mountain隧道(Va)	Vincennes Ave (Chicago)	Albany (N Y)	Mechanicville (N Y)	Schenectady (N Y)	River Valley [illegible]
3 熔接長	上線7600呎 下線7100呎	2457	4045	上線3902 下線3910	上線2954 下線2961	上線2519 下線2517	11737	1 mile
4 工事月日	2~3月 1930	9月 1930	3月 1932	1929	2~9月 1933	5月 1934	6~9月 1935	10~11月 1935
5 線路状態	直線	24呎が曲線上ニアリ	直線	直線	直線及曲線	直線	直線及曲線	直線及曲線
6 最大曲線度		6°			[illegible] 30′		4°	5°
7 勾配	0.5%	1.3	0.2	[illegible]	[illegible]	0.3	0.7	0~0.65
8 軌条長	34呎	39	39	[illegible]	39	39	39	39
9 軌条重量	100 lbs N.H	90	100 A R A-B	100 [illegible]	130	131RE	131	131
10 [illegible]	1231	126	209	240	[illegible]	254	621	269
11 熔接方法	Oxweld 式型	同上	同上	Thermit head usert	Thermit pressure weld	同上	591 Thermit pres weld 40 electric flashweld	thermit press weld
12 [illegible]	[illegible]	100% contact angle bar [illegible]	tie plate [illegible] single shoulder [illegible] stone ballast	tie plate [illegible] shoulder [illegible] screw spike [illegible] crushed slag.	MO.L 軌道構造ニ[illegible]	同上	同上	G E O [illegible] sub-ballast [illegible] screw spike [illegible]
13 [illegible]	5.91弗	4.30	6.45	7.10	19.53	19.12	[illegible]	
14 [illegible]	[illegible] Oxweld [illegible]	[illegible]	[illegible] Oxweld [illegible]	[illegible] grind [illegible]	[illegible] welder [illegible]	同上	同上	同上
15 工事者	鉄道会社	鉄道会社	鉄道会社	鉄道会社	[illegible]	同上	同上	同上
16 [illegible]	可	可	可	否	否	否	否	否
17 最高速度	30 mile/h	30 mile/h	別ニ規定セズ		20 mile/h	35 mile/h	制限ナシ	[illegible] 55 mile/h [illegible] 35 mile/h
18 年間噸数	12 275,000 t	5 110 000 t	4 000 000		上12100000 下10285000	上3000000 下2800000	9 000 000	9 000 000
19 [illegible]	両者	両者	両者	市街線	両者	両者	[illegible]	両者
20 [illegible]	隧道内	隧道内	隧道内	open	open	open	open	open
21 温度変化	隧道中央ニ30°F 坑口ニテ40°F	75°	70°	128°	125°	125°	125°	110°
22 [illegible]	34呎軌条ニ9	30呎ニ4	[illegible]ナシ	[illegible]	同上	同上	同上	同上
23 伸縮設備アリヤ	ナシ	ナシ	ナシ	12箇ノ[illegible]	ナシ	ナシ	ナシ	[illegible] 全計4箇所
24 [illegible]	[illegible]	ナシ	ナシ	ナシ	ナシ	ナシ	ナシ	ナシ
25 [illegible]	ナシ	ナシ	ナシ	ナシ	ナシ	ナシ	ナシ	[illegible]
26 [illegible]	[illegible] 5年	[illegible]	[illegible] 5	ナシ	2%	ナシ	ナシ	ナシ
27 [illegible]	[illegible]	大部分[illegible]	結果良	結果良	良	良	良	良
28 [illegible]	年500弗	[illegible]	年500弗		報告ナシ	報告ナシ	報告ナシ	
29 最大車軸荷重	34050 lbs	26 250	30,000	12 500	26 800	40 000	40 000	37 900
30 大気温度	45°F	25°	35°	30°~65°	75°	70°	78°	65°
31 軌条温度	53°F	45°	35°	30°~65°	記録ナシ	ナシ	ナシ	ナシ

それと類似のものでは60~90m位迄,特例として聯邦鉄道では120m迄熔接した。尙同國內に於ける熔接長は現在迄1500哩に及んでゐる。その中の2/3はthermit methodであるが,最近2年間flash methodが著しく發達しつゝある。諸外國の現狀を略述すれば

匈牙利: thermit & flash methodが大部分であるが,electric arc bar weldの特許を有するKantona jointも用ひられて居る。100~270m熔接し繼目には"cressery"と稱する特殊なる伸縮繼手を用ふ。

佛蘭西: thermit & flash methodが用ひられ,現在は100m迄熔接しつゝあるが,尙伸縮繼手を挿入し,より以上の長尺熔接軌條を得るやうに努力しつゝある。

埃及: thermit methodが普及して居るが,獨逸のflash methodで12mのものを36mに熔接しつゝある。

伊太利: 大部分はarc-weldした頭部を有し,angle barを用ひて居る2~18mの軌條である。隧道にthermit weldingの例がある。

ポーランド: arc-weldした200m位の軌條をWarsau停車場の餘り速力のない線路に用ひらる。

瑞典: 試驗中で,試驗にはA.E.G. flash welding machineを用ふ。

瑞西: 相當熱心に試驗中なり。electric arc method, flash and oxyacethylene methodが試驗されつゝある。

濠洲: Victoria鉄道では200~250m位に連続熔接して滿足の結果を得たので,幹線や郊外鉄道に盛に採用しつゝある。方法はthermit methodで約60000の繼目を熔接し,尙隧道內の熔接軌條長は5760呎に及んでゐる。

其の他ベルギー,オランダ,オーストリア,フインランド,チエッコ・スロバキア,ユーゴウスラビヤ,でも熔接軌條の試驗をなしつゝある。

熔接軌條に對する第一の反對意見は勿論伸縮繼手の問題にあるらしい。然しD.H.鉄道では多くの調査及實際的觀察を爲してその結果,思はれてゐる程このことが重大な問題でないと云ふ結論に到達した。その調査及結論の概要は,長尺熔接軌條の溫度による伸縮は,枕木軌條道床間の横抵抗があるので,理論程の伸縮は決して起らず,Victoria鉄道の250呎の例では理論上の半分しか

起らなかつた。獨逸テルミット協會誌にも“100, 200, 400 呎の長尺軌條に就て實驗せる結果，軌條の長さ如何に係らず軌條兩端の伸縮は，40 呎軌條に起る伸縮と同一である”と述べて居る。米國の例を見るに Albany 線に於ける長尺軌條の熔接は軌條溫度が 125°F の時に行はれ，最後の閉塞は 130°F 以上の時行はれた。作業完了後，數日して軌條溫度が 130°F 以下に下つた時，線路間に伸縮繼手を挿入したが，この長尺軌條に何等の移動も認められず，その繼手挿入も容易に出來た。今日迄實際の寒暖計の指示によれば，軌條溫度は 0°F 以下に下り又 130°F 以上に昇つた事實に拘らず，伸縮繼手には何等の移動も認めなかつた。1933 年 12 月 29 日右側軌條の溫度が 5°F の時游間は北の端で 5/16 吋，南の端で 3/8 吋であつたのに，1934 年 6 月 11 日同軌條溫度が 95°F に昇つた時，前者は 0 で後者は 3/16 吋であつた。同樣に左側軌條に於ては 5/16 吋及 1/2 吋のものが同じく 0 と 1/4 吋となつた。

委員會が Schenectady 線の熔接軌條に附いての檢査の時にも，軌條とクリップ間に何等移動も認められず，又この長尺熔接軌條に於ける繼目の移動が，39 呎軌條の繼目移動以上に現れた例が見られなかつた。要するに一般線路に於て溫度變化 75°F 或はそれ以上の時でも連續熔接が出來るものであるとの結論がこの調査事項から得られた。特殊の線路構造即ち D.H. 鉄道に採用せる M.&L. 型及 B.L.E. 鉄道に用ひてゐる G.E.O. 型のやうな堅固な構造のものでは，溫度變化 125°F あつても何等の困難なしに，又軌條移動もなく，12 000 呎迄連續熔接出來た。（古賀　登）

19. 隧　　道

(3) Yerba Buena 隧道

(Purcell, Andrew and Woodruff, "The Yerba Buena Tunnel." E. N. R. Jan. 23, 1936, p. 111〜114.)

San Francisco-Oakland 灣橋梁計畫のうち，最も興味のあるのは，Yerba Buena 隧道である。これは起拱線に於て 79 呎といふ世界最大の幅を有する隧道で，Yerba Buena 島の岩石山脈を貫くものである。

この島は海拔 345 呎の最高地を有し，長さ約 4 000 呎幅約 2 400 呎である。

隧道は 2 階式であつて図-61，側壁に支持された 2 階床は，58 呎の高速度車輛用道路と 45 吋の左右歩道とを構成する。

図-61.

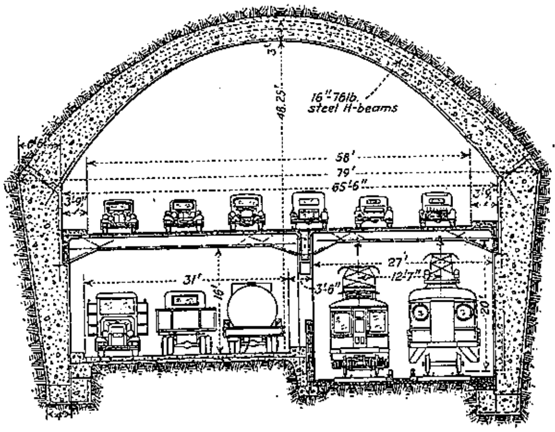
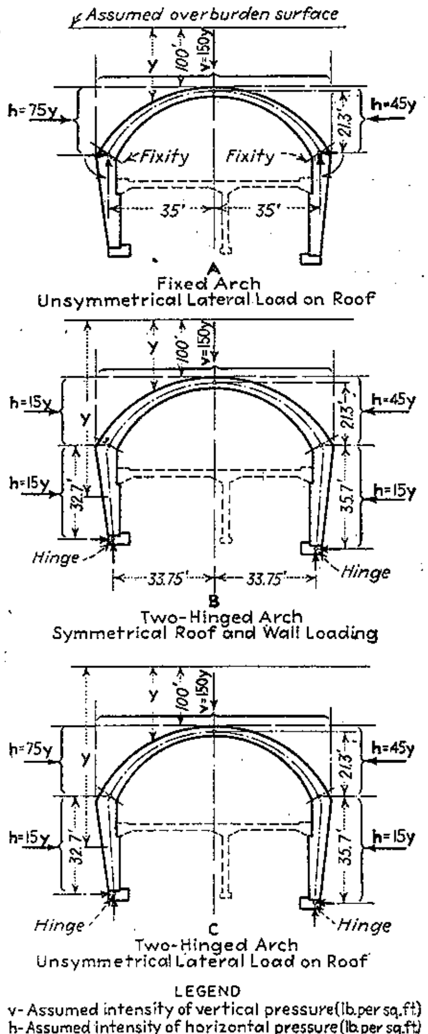


図-62.



LEGEND
v - Assumed intensity of vertical pressure (lb. per sq. ft.)
h - Assumed intensity of horizontal pressure (lb. per sq. ft.)
y - Depth in ft. of load point below assumed load line.

一方1階は幅31呎，高さ16呎の貨物專用道路と幅27呎高さ20呎の複線市街電車の軌道に用ひた。

設計：地質調査とボーリングの結果，隧道には垂直並びに水平方向の圧力が相當强くかゝるだらうし，又横方向の圧力は左右不對稱だらうと推定された。

故に隧道のアーチ及び側壁は図-62に示す三つの場合に對して設計せられた。

第一の場合は，アーチが起拱線の所で固定され，且つ垂直荷重は對稱，橫荷重は不對稱とした（A）。

第二の場合は，アーチ及び側壁は，側壁の基部に鉸を有する2鉸拱と考へ，水平荷重は對稱とした（B）。

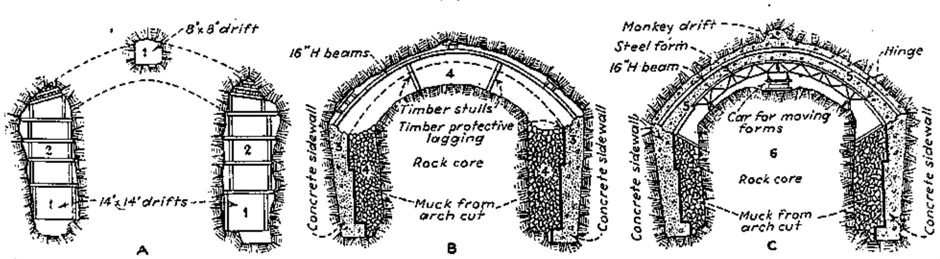
第三の場合は，第二の場合に比し，アーチの垂直射影に働く横荷重を異にするのみである（C）。

側壁並びにアーチ部分が完成し，中央部の掘鑿を終へた後，2階床を取付ける故，2階床はコンクリートが收縮する爲，側壁から離れようとする。從つて側壁との構造目地には鉄筋を挿入せず，又設計には床の抗圧材としての補强作用は考慮しなかつた。

構築：隧道構築には先づ14×14呎の導孔を，側壁基部に全長に亙つて掘鑿した。導坑は階段式に掘擴げて幅14呎高さ40呎の坑道にし，側壁の築造作業に不都合のないようにした。

この坑道は方形の木枠で支保した。

図-63.



之と並行して8×8呎の頂設導坑を掘鑿した。がこれには支保工を施さなかつた（図-63. A）。

側壁坑道の掘鑿完了後，側壁の築造に取りかゝつた。天端覆工々事中に，損傷を受けないように，側壁の表出面には木材矢板工を施した。

側壁工が終ると，アーチの掘鑿と覆工とを施工した（図-63. B）横擴げは，頂設導坑から側壁の方に横に掘つて行く。全幅を或程度掘鑿すると，3呎置きにH形梁（16吋×76吋）を設置し，之を1/3の所で木柱で支持した。

示方書で，コンクリートの外部に出る面には凡て合板又は鉄製型枠を用ふべきを規定してあるので，側壁に合板をアーチに鉄製型枠を使用した。

鉄製型枠は長さ20呎の鉄板を隧道の全幅丈け並置したもので，各板は5呎置きに並べた5個の構の上弦材に熔接した。構は一端を木柱上に，他端を軌條上を動く車臺に支持される（図-63. C）。

斯の如き型枠を2個直列に用ひ，工事の進行に伴ひ，軌條上を移動する。尙ジヤッキに依つて，コンクリート打ちの際は型枠を上げ，移動の際には之を下げしめた。

凡てコンクリートはポンプクリート機（容量60呎³/時）に依り，7吋の管を介して塡充した。塡充後は振動機に依つて搗固めた。

隧道の西側半分は，コンクリートの連續塡充上，アーチの中央上部に，コンクリート圧送管用の導坑を設けた。

アーチの完成後，10呎置きの5列に，10呎間隙で穿孔してセメントグラウチングを施した。

グラウトはセメント1，砂2の割で，圧力は30封度/吋²であつた。

その次にはアーチ中央から30呎の線に，40呎間隔に穿孔し，グラウチングを施したが，この場合はグラウトは入らなかつた。

覆工終了後，直ちに中央部を掘鑿し，次いで2階床の工事に取りかゝつた。　（吉藤幸朔）