

抄 録

第22巻第11號 昭和11年11月

- 1. 土木一般 2. 応用力学(1) 3. 土質工学(2) 4. 水理(6) 5. 測量
- 6. 材料(7) 7. コンクリート及鉄筋コンクリート(8) 8. 施工(9) 9. 橋梁及構造物(10)
- 10. 河川 11. 発電水力 12. 堰堤 13. 上水道(14) 14. 下水道
- 15. 港灣(16) 16. 道路(17) 17. 都市計畫 18. 鉄道 19. 隧道(18)
- 20. 雜

()内は本誌抄録頁を示す。

2. 応用力学

(13) 衝撃に依る応力の光弾性的研究

(辻二郎, 西田, "Photo-elastic Study of Stresses due to Impact," Phil. Mag. Feb. 1936.)

phenolite の供試体で片持梁を作り, 荷重を急に取去る事に依り振動を起させその時生ずる縁応力を測定し, 又週期を測つた。光にさらした時間は, 1/1876 秒と 1/5200 秒であり, それに對して測定された週期は夫々, 0.0483, 0.0368 秒で $P=2\pi\sqrt{l^3W/3EIg}$ から計算した値は夫々 0.0498, 0.0363 秒である。梁を短かくして, 光にさらす時間をもつと短かくして, 自由端に荷をおとすことに依つて振動を起こさせると, 測定した週期と計算した週期とに約 30%の開きが出来る。

だが著者は, これは多分供試体の形が正確でなかつた事に依るのであらうと言つてゐる。又單純梁に振子で衝撃を與へてその衝撃に依る応力を測定し, エネルギー法に依つて計算した結果と比較すると, 例へば

計算値	17.5	14.8	11.7
實測値	14.15	11.8	9.6

の如く計算値と少し開きが出るが, 計算値の方が常に安全側にある。

此外円環についても實驗してゐるが, この實驗の結果に依れば, 實測した最大応力は, 計算した最大応力の 80~90%であつた。(最上武雄)

(14) 変断面柱の挫屈

(W. Passer, "Beitrag zur Berechnung von Knickstäben mit Veränderlichen Querschnitt." Bautech. 26, Juni 1936.)

変断面の柱については Bleich や其の他の人に依つて

近似式が出されてゐるが, Bleich によると挫屈荷重 P_k は近似的に

$$P_k = \frac{\int EJy''^2 d\xi}{\int y'^2 d\xi} \text{ によつて求められる。}$$

$$J = J_m \left(\frac{a+z}{a+l/2} \right)^2, J_m = 2F_0(hm/2)^2 \text{ なる故}$$

$$P_k = \pi^2 EJ_{max}/l^2 \cdot \mu \text{ となる。}$$

こゝで μ の値は 1) の場合 $\mu = 0.84 + 0.66ho/hm$, 2) の場合 $\mu = 0.20 + 0.80\sqrt{(ho/hm)^2}$ で計算されるが, これから得た μ の値は ho/hm が小さい時はよく一致せず $ho/hm = 0$ の時には図-1~4 より分る如く相當大きい値となつて出て来る。この柱の微分方程式は

$$EJy'' + Py = 0 \text{ 或は } x^2/\alpha^2 \cdot y'' + P/EJ_0 \cdot y = 0 \dots (1)$$

でこの方程式を解くために $y = x^r$ と置けば

$$r = \frac{1}{2} \pm \sqrt{\frac{1}{4} - P/EJ_0 \cdot \alpha^2} = \alpha \pm i\beta \dots (2)$$

$$y = A_1 x^{\alpha+i\beta} + B_1 x^{\alpha-i\beta}$$

$$x = e^{i \log x} \text{ とおけば}$$

$$y = x^\alpha (A \cdot \sin \beta \cdot \log x + B \cos \beta \cdot \log x) \dots (3)$$

$$x = \alpha + z \text{ で (2) より又}$$

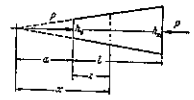
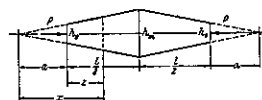
$$\beta = \sqrt{\frac{P_k}{EJ_0} \alpha^2 - \frac{1}{4}}$$

$$\text{或は } P_k = (\beta^2 + 1/4) \frac{EJ_0}{\alpha^2} = \pi^2 EJ_{max}/l^2 \cdot \mu$$

$$\mu = 4/\pi^2 \cdot (\beta^2 + 1/4)(1 - ho/hm)^2 \dots (4)$$

図-1.

図-2.



β を定めるに図-1 の場合に付ては

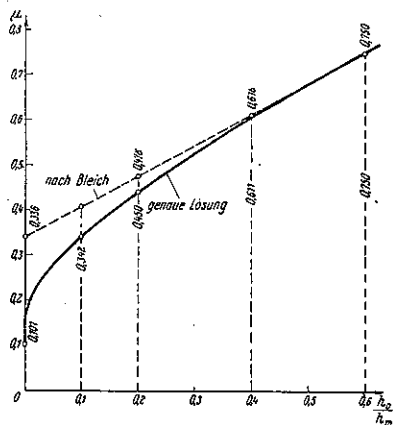
$$\begin{aligned} x=a, \quad y=0 \\ x=a+l/2, \quad y'=0 \end{aligned} \text{ より}$$

$$\operatorname{tg}(\beta \cdot \log h_0/h_m) = +2\beta \dots \dots \dots (5)$$

更に図-2 の場合に付ては

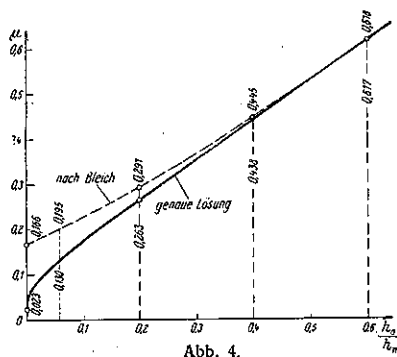
$$\begin{aligned} x=a, \quad x=a+l, \quad y=0 \\ \beta \cdot \log h_0/h_m = -\pi \dots \dots \dots (6) \end{aligned}$$

図-3.



これから μ の値を h_0/h_m の函数として求めることが出来 Bleich 氏の μ と比較したのが図-3 及 4 である。即ちこれを見ると $h_0/h_m \geq 0.4$ 迄は相違は僅かで實用上問題にならないが h_0/h_m がかなり小さい値となると相違は相當大きく出てくる。實際問題としては上の式を

図-4.



解くことは複雑なものであるが、 h_0/h_m が 0.4~0.005 の範圍ではこの様な超越函数を用ひなくて次に述べる様な函数即ち $Ax^2+By^2+Cx+Dy+1=0$ (こゝで $x=h_0/h_m, y=\mu$) なる函数を用ひて十分精しい結果を得ることが出来、捩屈荷重式中 μ の値は

1) の場合

$$\mu = 0.134 + \sqrt{0.351(h_0/h_m)^2 + 0.4274(h_0/h_m) + 0.0005}$$

2) の場合

$$\mu = 0.037 + \sqrt{0.722(h_0/h_m)^2 + 0.1132(h_0/h_m)}$$

となり、この近似式で得た値は僅か 1% 程度の相違しか出ない。(住友 彰)

3. 土質工学

(10) 土壤試験方法の改良

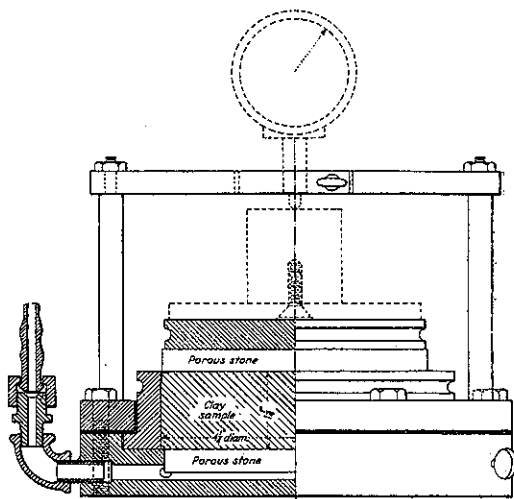
(Glennon Gilboy, "Improved Soil Testing Method." E. N. R. May 21, 1936. p. 732~734.)

最近頗りに進歩しつつある土質力学の分野に於て問題になつてゐる土壤試験に關して、著者が關係した新装置並に新方法を簡単に説明する。

透水圧密試験：この試験は徑に比して高さの小さい粘土円柱を横の方向に拘束して、上下には含有水分の出入を許し、荷重の増減に依る円柱の変形を測定する試験である。

これに使用する試料は Arthur Casagrande 博士の研究に依り攪亂されてゐないことが大切で、その爲 piston-and-cylinder 装置が Terzaghi 博士指導の下にボストン大学で用ひられた(図-5)。試料を入れる時

図-5.

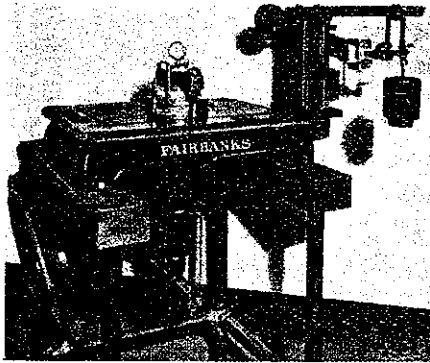


には円鑲を外してこれに出来るだけゆがめないで入れる。上下には多孔質の塊物の円盤があたつてゐて、上の円盤の下には試料が脇から圧出しない様に L 形の溝

い青銅の凹鏡がある、又質験に際し上面よりの蒸發を防ぐため上部の押へ板と凹鏡の溝の間を薄いゴム凹筒で被ふ様になつてゐる。

図-6はこの装置を最新式載荷器にのせた處である。

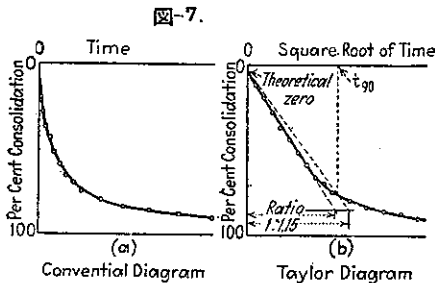
図-6.



この載荷器は臺枠とジャッキを使用したもので以前の載荷器と比較すると非常に改良されてゐる。

この秤の改良された點は鋼製の臺が補強されたこと、製造誤差に依る偏心を正す爲に腕金に支點のすぐそばに小さい對重がつけられたこと、腕金止の横棒がなくて腕金端は 7½ 吋自由に動き得ること、この爲に臺も荷重の変化なくして 0.075吋、動き得る。それから分銅を變へる時腕金を止める装置は腕金の兩側から互に向合つておさへるつまみみねぢである。角柱は外觀上、操作上より短くした、かせは套管で支持棒に導かれその重量はスプリングで相殺される様になつてゐる、そしてジャッキと套管の摩擦は荷重には無關係である。

圧密曲線の分析：時間-圧密曲線から圧密係数を求めることは今迄はいづれかと云へば冗長な仕事だつたが Taylor 氏の提案した新方法に依ると著しく手数が省ける。図-7(a)の如き慣例方法の代りに、圧密百分率を



縦軸に時間の平方を横軸にとり 図-7(b)を畫く。この曲線の上部は直線となつて観測誤差は肉眼で直すこと

が出来る。この直線が縦軸と交る點が理論的の零點である。この點を通り横距が前の直線と $\sqrt{5.33}$ 對 $\sqrt{4}$ 即ち 1.15 對 1.00 なる如き直線を引けばこれが曲線と交はる點は理論的に 90%の圧密を表す。この時間を t_{90} と書けば圧密係數 c は次の式で與へられる。

$$c = \frac{0.848 h_0^2}{t_{90}}$$

茲に h_0 は試料の透水徑路の換算表である。

又最近の研究に依ると理論的の圧密曲線が 1%の半分以内の誤差で次の簡單な式で表し得る。即ち

$$T = 0.7854Q^2 \quad 0 < Q < 0.5$$

$$T = -0.9332 \log(1-Q) - 0.0851 \quad 0.5 < Q < 1$$

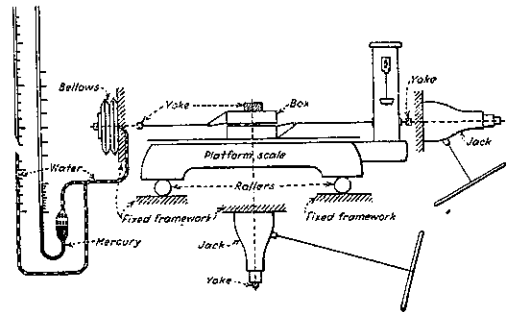
ここに Q は圧密百分率を小數にて表したるもの、 T は時間の因數で $\frac{ct}{h_0^2}$ に等しい不名數、 t は時間、 c 及 h_0 は前に定めた土壤の性質に依る數である。

剪断力試験：土壤の剪断力を測定する最も普通の方法は土壤を上下水平に分けられ、これ等が互に水平に動き得る淺い函に入れて行ふもので、垂直の荷重がかけられて上下の箱の分れ目に於ける剪断時の力が測定される。

この試験方法で等閑に附され勝で大切なことは、試験中試料は垂直荷重が變らなくとも自由に垂直に変位を起し得る様になつてゐなくてはならない。この條件が満足されてゐないと剪断力を受けた時膨脹する compact granular soil を試験する時に少ない荷重で大きい摩擦角を與へ、荷重が増大すると摩擦角が減ると云ふ事態になる。

1934 年夏著者が考案して Zanesville の土質試験所で實施した装置は図-8 に梗概を示すが如きものであつ

図-8.



て、垂直荷重は前述の圧密試験の場合と同様である。秤と下の箱は一緒に水平ジャッキに依つて動く、そしてその反力は純剪断力でありこれは水で満された袋が圧力

図-9.

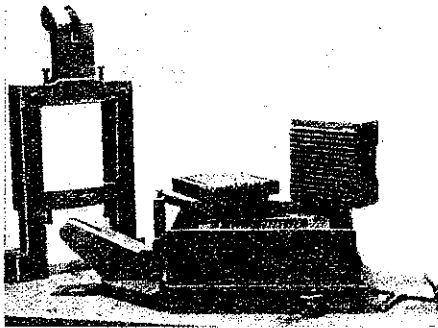


図-10.

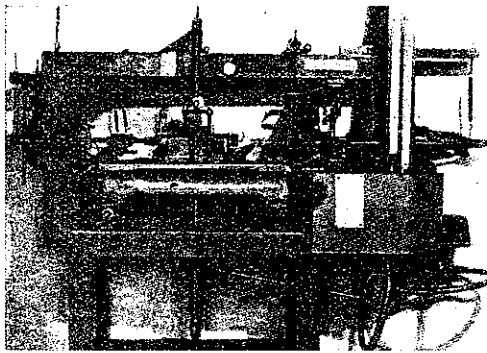
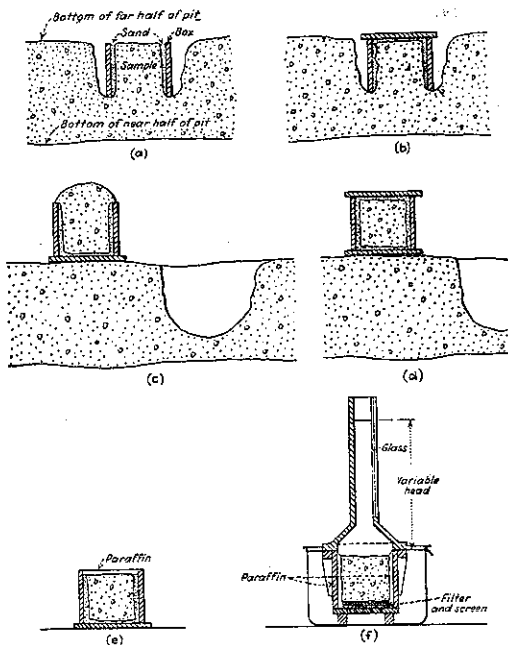


図-11.



計に連結された装置で測定される。剪断力小なる場合は水の日盛に依り、大なる場合は水銀柱の日盛に依り読む。圧力計管の断面は袋の断面に比して非常に小さいから上の箱は実際には水平にとまつてゐると考へてよい。剪断力試験中の試料の膨脹、收縮に不拘垂直圧度を一定ならしめる爲に秤の腕金を自由に動き得る様にしておく必要がある。図-9は試験装置の寫眞である。これは時間の都合上最も簡単な木造の枠を用ひてあるが直接關係のある重要部は必要なる精密さに出来上つてゐて最初から非常に円滑に働いた。図-10は剪断力試験用箱及試験後の試料を示す。

透水試験試料採取及透水試験：砂利が多くて先刃になつた円錐で採取し難い場合に著者は図-11に示す様な方法で透水試験の試料を採取した。これは1尺角の木箱でネジで分解結合し得る様になつてゐるものである。試料にせんとする周りを掘つてこれに箱をばめ(a)、周りに濕つた砂をつめ、更に上にも同様砂をおいて上のふたをする(b)、次にシャベルで大きく掘り(c)、上をけづつて砂をおいてふたをする(d)。透水試験を行ふ場合は四面はパラフィンで被ひ(e)、(f)の如くして透水試験を行ふ。試料を最初下から徐々に水分を浸透させつつ定位に置きその上に立管を置きこれに水を満しその水頭の時間に対する変化より透水性を知る。この方法の中間倒なのはパラフィンで被ふことであつてこの點の改良が望ましい。(藤森謙一)

(11) 土壤内に含有せる空氣量の決定

(B. G. Zimmerman, "Determining Entrapped Air in Capillary Soils." E. N. R. Aug. 6, 1936. p. 186~187.)

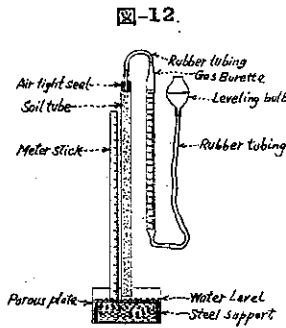
土壤内の毛管現象は重力其他の力の有無に關せず、水が吸収せられ、また各方向に変位を起すことに依るものである。

土壤内の不規則粒子は互に密着して小さい毛管に似た空間又は空隙を形成してゐる。之等の小管は直線ではなく非常に不規則ではあるが土壤内に於て毛管現象を呈する。

含有せる空氣量の決定：土壤の比重及見掛の密度が分つてゐる場合、土壤内の空隙の容積は次の公式によつて求められる。

$$\frac{\text{比重}-\text{見掛密度}}{\text{比重}} \times 100 = \text{空隙率(百分率)} \cdot (1)$$

水が毛管内に入り込む場合に、土壌は水分を含むため空気は変位し、そのため水は一端で開いてある各毛管の中に入り空気を押出す様になる。然しながら土壌内の毛管は全部連続してゐるのではなくて、或るものは小さい袋状を成してゐる。之等の小さい袋は例へ水が毛管の中に入り込む場合にも袋中の空気の抵抗に依つて水で満されることはない。図-12 はかゝる小さい袋の中に閉ぢ込められてゐる空気量を知るための装置を示し空隙計 (voidmeter) と稱する。使用法として、先づ



比重は土壌を土壤管 (soil tube) に入れる前に測定して置く、管の底部は濾紙で充分に封じ、管をポンポンたたきながら填充する。土壌の重量は填充の前後の管の重量の差より知ることが出来る。また容積は土壤管が Pyrex グラスで一様な口径のもので出来てゐるため管の容積を読むことに依つて直ちに知ることが出来る。依つて土壌の見掛密度 = $\frac{\text{質量}}{\text{容積}}$ より知り得る。土壤管の先端は空気で飽和せられた油で満されてゐるガス・ビュレットに接続してゐる。土壌は毛管現象に依つて水を吸上げ、水の上昇に伴つて追ひ出された空気はビュレット内の油の上に集まる。依つて土壤管内に上昇した毛管水のある高さに對する追ひ出された空気量がこの方法によつて読み得られる。此の空気の容積を土壌の比重測定當時の氣圧及温度に換算すれば土壌内の實際の含水量が分る。數回観測後次の公式より含水量を知る。

$$\frac{V_1}{V_2} \times 100 = X(\text{百分率}) \dots\dots\dots(2)$$

茲に V_1 : 毛管水に依つて追ひ出された空気の換算量
 V_2 : 毛管現象に依つて濕つた部分の土壌の容積, X : 土壌内の水分容積百分率。夫故に土壌内の水で満されない空隙百分率は次の公式より計算することが出来る。

$$V_p - X = X_1$$

茲に V_p : 公式 (1) より求めた土壌内の空隙百分率

X : 公式 (2) より求めた土壌内の含水量百分率

X_1 : 土壌内の毛管水に満されない空隙の百分率

若し空隙が毛管水で満される場合は $X_1 = 0$ となる。

表-1 及 表-2 は X_1 を求める二つの實驗結果を示す。資料 No. 1 を篩分けして A 及 B とし、A は 30 番篩を通過して 40 番篩に残つたもの、B は 100 番篩を通過して 200 番篩に残つた部分を表はしてゐる。A 及 B の平均直径は夫々 0.50mm 及 0.11mm である。A は

表-1.

口徑 1.524mm 篩を用いて求めた粒径 0.50mm 砂 10g 中 12g 分の土の重量				
比重 = 2.62 空隙率 (%) = 39.70 密度 = 1.58				
温度	パロメーター管の上昇	ガス・ビュレットの読数	水で満した土の空隙率 (%)	土の空隙率 (%)
26	744.0	0	4.80	—
26	744.0	18.1	4.02	2.80
26	744.0	11.0	3.98	3.80
26	744.5	13.8	3.82	4.70

表-2.

口徑 1.524mm 篩を用いて求めた粒径 0.11mm 砂 10g 中 12g 分の土の重量				
比重 = 2.65 空隙率 (%) = 39.20 密度 = 1.60				
温度	パロメーター管の上昇	ガス・ビュレットの読数	水で満した土の空隙率 (%)	土の空隙率 (%)
26	744	0	4.80	—
26	744	46.5	7.77	4.80
26	744	47.5	6.92	6.00
26	744	69.8	6.45	8.50

表-1 を得るために使用せられ、また B は表-2 を得るために使用せられた。この實驗結果は土壌内の空隙は毛管水に依つて全部満されるものでないことを表はしてゐる。之は空気を追ひ出すことの出来ない小さい袋状をなしてゐる不連続管の存在するためである。土壌粒子が大きくなるにつれて一般に X_1 は小となり、また毛管水が高く上昇すればする程 X_1 は大きくなる。この現象は多分水が、水面上にある水の重量と、毛管の壁に沿ふ水の牽引力との間になりたつ平衡状態に近づく事實に依るものである。

毛管水上昇の速度: 毛管水の上昇速度は粒子の大きさの増加と共に増加し、最後に於ける上昇の高さは反對に減少するものと考へられてゐる。即ち上昇速度は細粒子の場合よりも粗粒子の方が速かである。Collins 及 Stewart は土壌の安定理論に關する論說 (E. N. R., 112, No. 21, P. 661, 1934 参照) に於て之等一般に入られられてゐる説とは意見を異にしてゐる様である。彼等は細砂粒子よりも泥土粒子の方が速やかに水を上昇せしめると言つてゐる。一方筆者の實驗の結果に依れば、今まで一般に受け入れられてゐる説に反する様な性質を表はすものでないことが分つた。實驗の結果は図-13 及図-14 に示されてゐるが、各土壌共粗粒子の方は細粒子の方よりも速やかに水を上昇せしめることが分る。

図-13.

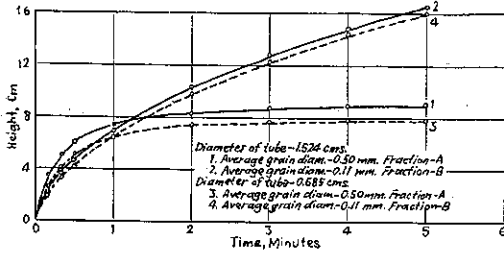
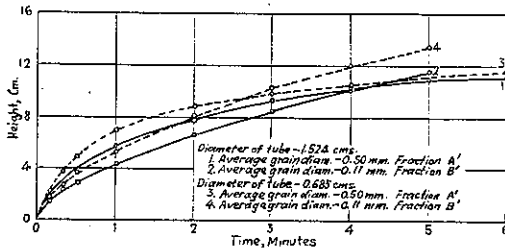


図-14.



尙同じ實驗室で各種の土壤に就て行つた數多の實驗結果も同様であつた。図-13 より毛管水の終局に於ける高さの合計は直径の大きい管に依る方が小直径の管の場合よりも大きいことが分る。Wadsworth 及 Smith (Soil Science, 22, P. 199, 1926 参照)は細砂質ロームを通る毛管水の上昇の大きさに關する實驗に於て、263 日後には断面 1 吋² の柱よりも断面 25 吋² の柱の方が 65% も大きいことを知つた。上の結果に對する満足なる説明は未だ與へられてゐない。Bigelow 及 Hunter (J. Phys. Chem., 15, P. 367, 1911 参照)に依つて、或る液体の毛管水の上昇は毛管の壁の性質に關係することが發見されて以來土壤の化学成分は大きさ及上昇速度に影響を及ぼすことを豫期することが出来る。次の實驗に於て化学成分の相異なる 2 種の土壤が使用されたが、一方の土壤は砂の二つの異粒子 A 及 B によつて表はされ、その曲線は図-13 に示されてゐる。この資料は No. 1 と指示され、99.10% の SiO₂ を含んでゐる。他方は粘土の二つの異粒子 A' 及 B' によつて表はされ、その曲線は図-14 に示されてゐる。この資料は No. 2 と指示され、次の成分を含む。SiO₂ 63.36%, Al₂O₃ 24.42%, Fe₂O₃ 1.45%, CaO 0.37%, MgO 0.47%, 灰 9.95% 有機物 0.00%, 合計 100.02%。粒子 A と A' 及 B と B' は大きさ相等しい故、若し毛管水の上昇が單に粒子の大きさにのみ依るものならば、對應の曲線は實驗誤差内で一致すべきである。然し結果は之に相異して

ゐる。上昇速度は図-13 及 14 より、A は A' よりも大きい。毛管水の上昇は管の壁に關係する故土壤成分の相異も亦上昇に差を生ぜしめると結論し得られる。多くの參考資料は Texas 大學応用化学科教授 E. P. Schoch 博士が與へてゐる。(福西正男)

4. 水 理

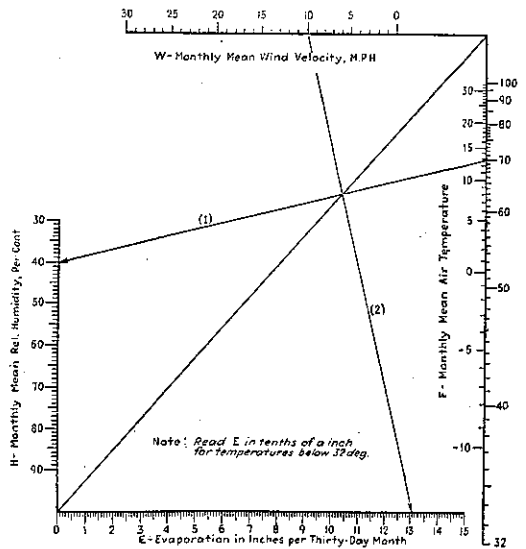
(9) Meyer 氏蒸發公式の圖式解法

(A. S. Levens, "Graphical Aid in the Solution of Meyer's Evaporation Formula." E. N. R. Aug. 6, 1936, p. 198.)

図-15 は Meyer 氏の蒸發公式即ち $E = 15(V - v)$ ($1 + \frac{W}{10}$) を簡單且つ精確に解くために作成したものである。上式に於て $E = 30$ 日當りの蒸發量 (吋), $V =$ 附近の測候所に於て觀測せる月平均氣温に相當する水銀柱の最大蒸氣圧(吋), $v =$ 附近の測候所に於て觀測せる月平均氣温及之に相當する濕度を基準とした空氣中の實際の蒸氣圧, $W =$ 附近の測候所に於て觀測せる非都會地の平均地盤又は都市建築物の屋上より約 30 呎上空の月平均風速(哩/時間)。但し上式は水深の小なる場合のものであつて、水深の大なる場合の蒸發量の計算に對しては上記の V 及 v は次の如くなる。 $V =$ 氣温の代りに水温に相當する水銀柱の最大蒸氣圧(吋), $v =$ 水面上約 30 呎の空氣中の實際の蒸氣圧。

上記の E は図-15 に依て極めて簡單に見出し得るの

図-15.



であつて煩雜な計算の手数を省ける。即ち図-15 を使用すれば月平均気温、月平均風速及月平均相當湿度を知るのみでよい。例へば気温 70°F、相當湿度 40% にして風速 10m.p.h. の場合の蒸發量を見出すには、H に於ける目盛の 40 と F に於ける目盛の 70 の點を結び、此の線と對角線との交點を見出し、W に於ける目盛の 10 なる點に結べば E の目盛に依て 13.15 吋の値を読み得る。

(玉置 巖)

6. 材 料

(5) アルミニウム板の性質

(堀口貞雄, 航究研究所報告第 138 號)

アルミニウムを用ひて常温加工による性質の変化並に加工後の焼鈍温度及時間が諸性質に及ぼす影響等につき實驗した。其の結果硬さ及比例限界は抗張力に比して圧延の初期に於て甚しく増大し漸次増加は緩となり圧延の度進むと共に再び増大の度を増す。之れに反し伸びは圧延の初期に於て著しく減退するが其後は餘り変化しない。繰返し屈曲試験は伸びに比較すると減退の度は著しくない。圧延率の如何に關らず焼鈍温度 300°C 前後になるとアルミニウム板は殆ど完全に軟化する。焼鈍により抗張力及硬度は減退し伸びは非常に増加する。再結晶の温度は、圧延の程度により、常識で豫想される通り圧延の度大なる程其の温度は低い。

圧延に際してロールの間に板を挟み一定方向にのみ通す時と 1 回毎に挟む方向を変へて行つても其の間性質の差異は認められない。90% 圧延せる板より試料を圧延の方向に平行に取つたのと直角に取つたものでは

- i) 常温又は低温焼鈍の時には平行方向より直角方向の試料が稍強い。
- ii) 焼鈍温度 250°C になると軟化作用は著しくなり、強さは兩者略等しい、が伸びの値は著しく異なり、圧延方向に直角の方が常に少なく、其差 50% に及ぶ。
- iii) 300°~500° C の焼鈍では短時間に充分焼鈍されて兩者共著しく軟化されるが、伸びの値は相當異なる。450°~500°C で數時間焼鈍すると兩者の間に方向による差が認められなくなる。その時の伸びは 300°C 附近のよりも 50% も少なく、結晶粒は非常に成長してゐる。

常温圧延率 50% の場合には以上の如き方向性が認められない。常温圧延の際変形により生ずる内部摩擦熱

は仕上げのアルミニウム板の性質に稍影響を持つ等の結論を得た。

(最上武雄)

(6) A. S. T. M. の研究事項と示方書改訂

(“Specification and Research from the A.S.T.M.”
E.N.R. July 9, 1936 p. 58.)

米國材料試験協會の本年度總會は 6 月末より 7 月にかけて Atlantic City に開催され、各種研究論文の發表と本協會決定示方書に對する討議が行はれた。次に其の概容を記述する。

放射線検査: 本年度の總會には材料の放射線検査に關する研究が最も多く發表され詳細な討論が行はれた。即ち近來米國に於ては發電用水圧管等に X 線又は γ 線を投射し、其の透過性を利用して熔接箇所の良否を検査してゐる。更に此の放射線検査は恰もスペクトル分析の如く材料の組成成分さへ明かとなる。

Hodge 氏の調査による X 線検査方法の發達狀況は次の如し。(1) X 線装置を有する熔接々手の検査所は既に 40 箇所を數ふ。(2) X 線によつて検査された厚 1/4~5 吋鋼板の熔接接手の延長は實に 850 000 呎に達す。(3) Boulder 堰堤の水圧管検査には 270 000 呎の X 線フィルムを費した。(4) 熔接の現場検査用 X 線装置も次第に増加し Norris 堰堤等に利用された。(5) X 線放射管の製作も進歩して現在では 400 K.V. 5 M. A. のものが作られる様になつた。(6) 鉄材表面の微細なる龜裂を調査するには X 線と磁氣とを併用する。(7) X 線検査に於ては、熔接断面の 2% 以上に互る缺陷は總べて發見することが出来る。

γ 線検査は主として米國海軍研究所にて行はれ、Mochel 氏の發表によると次の如し。X 線の鉄材透過の強さは $4\frac{1}{4}$ 吋迄であるが γ 線は 10 吋にも達するので利用範圍が極めて廣い。從て軌道轍叉、制水弁、タービン部分品等の複雑な形をした構造物に用ひられる。但し X 線の放射は 400 000 ボルト位で行はれるが、 γ 線には 1 000 000 ボルトの電圧が必要である。ラヂウムより放射される γ 線を用ひる場合にはラヂウム保存器の運搬容易なる土地では現場検査が可能である。

示方書の決定並に改訂: A. S. T. M. にて決定したる示方書は總て 1936 年度の標準規格書に發表される筈であるが、其の主なものに次に記述する。

セメント: 特記すべきことは高級セメントに對して標準示方書を設けたことである。而して高級セメント

には製造者側に於ける粉砕作業の簡易化と使用者側に於て急硬性並に耐久性を得るために、セメントを焼いた後に石膏以外の少量の材料を加へることが認められた。其の粉末の程度は表面積を 1gr に付き 1900 cm² 以上とし、圧縮強さは之に相應するものを規定する。

鋼：構造用ニッケル鋼は舊示方書を廢止して新たに假示方書が設けられた。其の化学分析はニッケル 3~4% マンガン 0.85% とし炭素は 0.45% 以下とす。引張強さは 1 吋² に付き 90 000~115 000 封度以上降伏點は引張強さの 1/2 にして 1 吋² に付き 55 000 封度以上とす。

次に珪素鋼或ひはニッケル鋼の如き特殊鋼の構造物に使用する珪マンガ鋼鉄に對する假示方書が作られた。現在迄は炭素鋼の示方書のみであつたから、高応力を受ける鋼材接手鉄には尠からざる不便があつた。

鍛鉄：鍛鉄棒に對し新たに假示方書が設けられ、又鍛鉄鉄の示方書は改訂され其のマンガン含有量を 0.05~0.06% に高め伸びは径 1/4~7/16 吋鉄に對して 22% とす。

鑄鉄：特に軽量にして舊鉄に鑄造される鑄鉄材に對し假示方書が作られた。

鉄材化学分析：鋼、鑄鉄、鍛鉄に對し炭素、マンガン、磷、硫黃、珪素、銅、ニッケル、クロミニウム、ヴァナヂウム、モリブデン、チタニウム、タングステンの分析方法を明らかにし含有量に規定を設けることになつた。

コンクリート：コンクリート及骨材研究會より示方書に關して各種の試案が提出され、之が採擇されて假示方書になつたものは次の如し。(1) 振動板によるポルトランドセメントコンクリートのフロー試験、(2) コンクリートの單桁曲げ試験に於ける 3 點荷重方法。

木材：木材の防腐處理に塩化亜鉛の採用を假示方書に規定した。(米屋秀三)

7. コンクリート及鉄筋コンクリート

(23) 水中コンクリートの内部温度

(H. A. Moody, "Temperatures in Tremie Concrete." E.N.R. Aug. 20. 1936, p. 260.)

本文は水力発電所の放水路に施工した約 300 碼³ のコンクリートに於て其内部温度を調査した報告である。施工したコンクリートは面積 22×40 呎、厚さ約 9 呎で、此面積の略中央に近い箇所から 4 本の 35 番鋼線コイルを、河底からコンクリート頂部の上約 21 呎の水面

上に立てた柱に取付けた。之等のコイルはコンクリート頂部から下に夫々 1 呎、3.3 呎、5.7 呎及 8 呎の點に達せしめた。而して各コイルの抵抗は 72°F に於て 575 オームであつた。

コンクリートには 1 碼³ 當り 7 袋のセメントを使用し、砂利、砂の比は約 2:1 で、スランプは 6~8 吋であ

図-16. 凝結過程に於けるコンクリート温度の変化

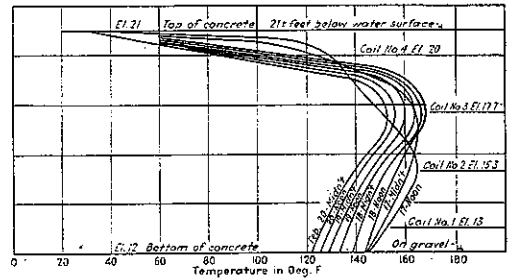
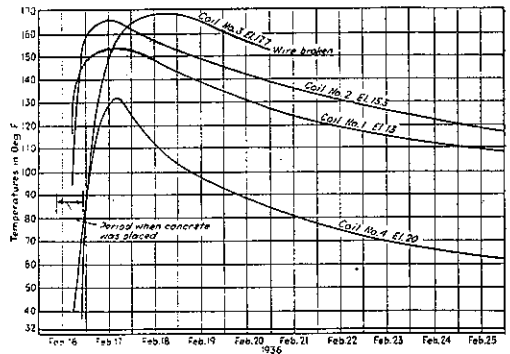


図-17. 各高さのコンクリート塊内の温度



つた。此のコンクリートを漏斗管から打つた時の温度は 82°F であつたが、水温は約 32°F であつた。コンクリートは 12 時間打続け工事は 2 月 16 日の午後 10 時 30 分に完了した。図-16 に示した温度の讀みは各コイルの抵抗に依て求めたもので、午後 5 時から始めて 1 時間毎に採つたものである。図示の 4 つの曲線は 4 本のコイルの温度を示し 1 號は底部、4 號は頂部を指してゐる。図-17 の曲線は図-16 の曲線から作つたもので、2 月 17 日の正午から同月 20 日の夜半に至る 12 時間毎のコンクリート内の各高さの温度を示してゐる。(玉置 廠)

8. 施 工

(8) 圧気潜函下端鐘形部の新支持法

“Steel Ribs Support Bell Base of Deep Bridge Caissons.” E.N.R. June 25, 1936. p. 901-903.

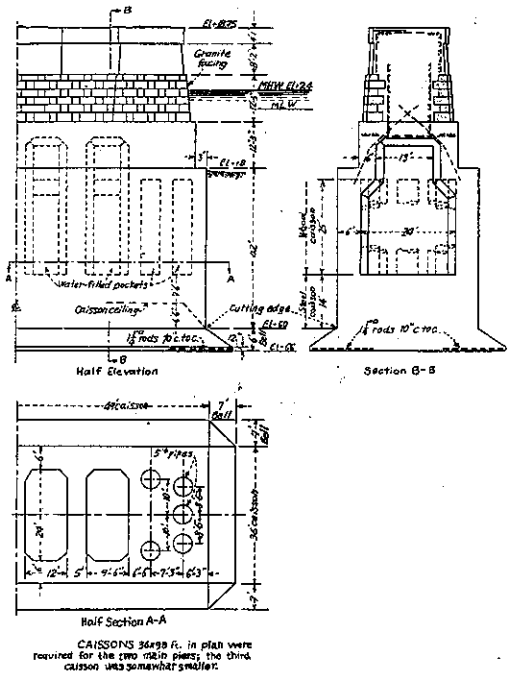
Newark, N. J. に於て Pacific River を横切る新 Pennsylvania 鉄道橋の橋脚用 3 大圧気潜函の沈設に當り、基礎請負者は潜函下端鐘形部 (bell) の土砂を支持するのに簡単で而も有效な方法を案出した。その支持法は潜函の内側から bell roof の面に H 型肋材を打ち込むのである。刃口から少し下つた所に之に平行に山形鋼を吊つて肋材打込の guide となる間隙を作り、且この山形鋼で肋材の上端を支へる。肋材の下端は掘鑿部前端の土中に打ち込んで支へ、肋材の上面或はその突縁間に板を嵌め込んで必要な土留を作る。この方法が従来鐘形部に用ひられて来た重い取扱ひにくい木材に依る支持法に代つた。

新橋は最近完成し昨年から列車を通した 3 軌道を有する鉄道橋に接近してその南側に架設中のものであつて、數年間施工中に係る P.R.R. Newark 改良工事の最終の重要な區間に屬するものである。

本橋は隣接せる鉄道橋と同様 3 軌道を通すもので、各々 240 呎の二つの lift span の上部構造は特殊な設計になつて居る。一方の span は New York の Hudson 最端驛に至る高速度軌道 2 線を、他の span は前者と違つた level で P.R.R. 1 線を通す。而して上記兩 span は共通の橋脚上に架る。lift span は各々獨立して動くのであるが、その操作は總て東岸の interlocking tower で行はれる。

本橋の下部構造は 5 基の橋脚より成り、其の内 3 基は硬地盤に達する大型圧気潜函を使用し、他の 2 基は杭打基礎の上に築造する。lift span の塔を支持する 2 基の主橋脚の潜函は長 98 呎、幅 36 呎、今一つの潜函は長 87 呎、幅 24 呎である。潜函は 3 個共 EL-60 迄沈める (平均水位は EL. 9 である)。潜函が沈設された後更に 6 呎掘り下げ、其の掘先を 2 ケの大型潜函では刃口の外側 7 呎、小型潜函では同じく 5 呎の所に達せしむ。bell の側面は刃口から bell の尖端部に於ける高さ 1 呎の垂直掘の所まで勾配をなして下る。基礎にかゝる荷重を軽減する爲に各橋脚に EL-46 以上の所に數個の中空部を設けた。大型橋脚の構造は圖-18 に示す通りである。

圖-18.



潜函は刃口上高さ 14 呎の部分鉄製とし、Federal Shipbuilding & Drydock Co. の造船所で製作して曳航した。鉄製の部分は天井板上の厚さ $7\frac{1}{2}$ 呎のコンクリートスラブで被覆された。高さ 6 呎の作業室を含む潜函の残りの部分は木製とし結構材に木の外板を張りつめた。各潜函には夫々氣閘を有する 4 本の土砂排出用堅管と 1 本の作業手出入用堅管とが附いて居る。堅管は總て 36 吋の鋸結鋼管である。掘鑿土砂は空気揚卸機に依つて引き揚げられる円筒バケツで排出した。

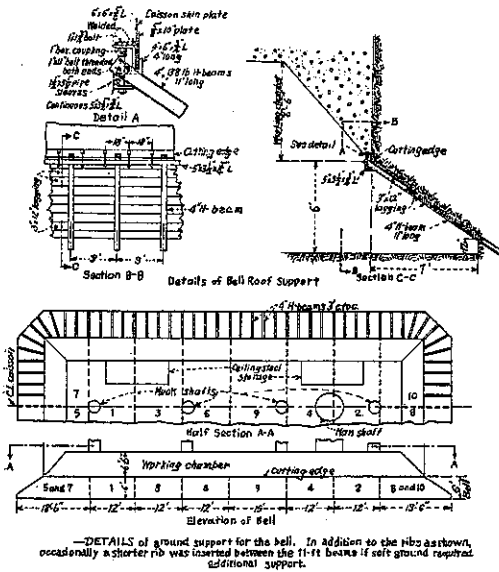
bell 底部の補強筋及 bell 支持用の肋材、山形鋼等は潜函製作中に造船所で 4 組に分けて作業室の天井に取付けて置いた。

潜函の刃口は外鉄の内側に水平脚を上にして内向きに取付けた $6 \times 6 \times \frac{5}{8}$ 吋の山形鋼より成る。尙外鉄の外側下部に添ふて $5/8 \times 10$ 吋の補強鉄を取付けた。上記山形鋼の水平脚には潜函製作の際 $1 \times 1\frac{3}{4}$ 吋のボルトを差込む爲に 18 吋毎に孔を開けた。ボルトは上側から差込みその頭部を山形鋼の上面に熔接した。

潜函が沈設されてから肋材上端を支へる爲の準備を始めた。先づ上記山形鋼を通して突き差した短いボルトに、兩端にネヂを切つた 1×11 吋のボルトを六角形のカップリングを用ひて取付け、次に長脚に穿孔した長さ

4 吋の $4 \times 6 \times \frac{3}{4}$ 吋の山形鋼(クリップアングル)を上記ボルトに通して取付け、その垂直脚を、一部分土を掘り取つて作った穴の中で双口の下端に締着けた。尚クリップアングルの上下両側に於てボルトに套管を嵌め、次に $5 \times 3 \times \frac{3}{4}$ 吋の山形鋼を、垂直脚を内側にし、上向にして水平脚に開けた孔に前記ボルトを通して締着けた。之等の詳細は図-19(上)に示す通りである。此の方法は肋

図-19.



材の上端をしつかり支へ、且打込に對して 3 點のガイドを與へて居る。肋材は 4 吋の 13.6 封度 H 型で長 11 呎、打込間隔は 3 呎である。

潜函が所定位置に掘つて底部が双口の面迄掘鑿された時作業室を幅 12~15 呎の區間に分割し、一時に 1 區間を掘り、順次各區間を双口の下 6 呎の深さまで潜函の全幅に互つて掘鑿した。その掘鑿部の縁端が bell の傾斜になる。此處に肋材を web を垂直にして打込んだ。土留板は 3×12 吋のものを双口に接した部分では肋材の上面に張りつめ、下部では肋材の突縁間に挿入した。地盤の関係で 3 呎毎の肋材で不足な場合にはその中間へ 6 呎の補助肋材を打込んだ。又時には肋材を真中で支へる必要があつた。

1 區間の掘鑿が完了すると直ちに双口の面迄コンクリートを填充した。コンクリートは先づ土砂排出管の上端にある特殊な氣間に透り、其處から bell の下迄 80 呎の所を自由に落下させた。コンクリートを打つに先立つて bell の底部に $1 \frac{1}{4}$ 吋角の鋼釘を 10 時間隔で縦

横に挿入した。bell に填充したコンクリートの量は幅 12 呎の區間では 117.5 碼³、幅 15 呎の區間では 147 碼³であつた。

図-19(下)には bell の掘鑿及コンクリート打の順序を示す。潜函の兩端部は各 2 區に分割施工した。之は bell roof の餘り廣く掘つた所へ圧搾空気を送ると損失が多いので夫を少くする爲であつた。

潜函は 1 日に $2 \sim 2 \frac{1}{2}$ 呎沈下し、1 日に 3 呎進んだ日もあつた。作業は 1 日に 24 時間、1 週に 6 日の割で行つた。

2 月 7 日最初の小型潜函を現場に受取つたが天氣が悪くて他の材料の到着が遅延した爲 3 月 2 日迄空気を送る運びに至らなかつた。而して 3 月 25 日に封塞した。2 番目の潜函は 3 月 6 日に現場に運ばれ、同 16 日から空気を送り、4 月 15 日に封塞した。3 番目の潜函は 4 月 6 日現物着、同 16 日から空気を入れ、5 月 19 日に封塞した。

大型潜函では掘鑿土量は深さ 1 呎に付 130 碼³、封塞に要したコンクリートは 850 碼³であつた。

空氣圧搾機は大型定置式低圧 8 台、内 4 台は石油機關、他の 4 台は電氣モーターに依るものであつて、前者は常に使用したが後者は空氣の追加を必要とする時だけに使用した。尚大型ガス機關の移動式圧搾機を 3 台用ひて揚卸機、鑽孔機及掘鑿機の爲に高圧を供給した。コンクリートは floating tower plant で供給し、練り上げたコンクリートは塔からシュートに依つて氣間に流し込んだ。セメント及骨材は材料船で運搬捕給した。

(古河順治)

9. 橋梁及構造物

(32) 洪水被害を受けた橋梁に使用せる鉄網床版

(H. S. Ayres. "Open Mesh Steel Deck for Flood-Damaged Bridge." E.N.R. June 11, 1936, p. 845~846.)

Pittsburgh に於て先の前例なき大洪水の際 Second Ave 橋の木造床版は鋼構造の下部構造から離れて、遙か下流に流失してしまつた。この修理に當つて必要なのは緊急に修理すること及前のものより軽量の構造であることであつたが、之は鉄網床版を採用する事に依つて解決された。

この橋梁は Nine Mile Run Valley の東にある小

さい町の出入口になつてゐる。1886~1907 年間 Brad-dock に行く電車がこの橋梁上を通過したが、1908 年に鉄道が出来て、線路が取除かれ木造床版が造られた。橋梁の形式は下路鉄鋼橋、径間 78 呎、幅員 24 呎で床梁も鉄鋼構造になつてゐる。この鋼構造と石造の橋臺とは築造後 50 年來數多の洪水に會つたに不尠良好である。

この床版は降雪後長く汚れてゐないで自然と清淨作用をするものが好ましく、そして浮き難く、滑らないで、H-10 の荷重に耐へることが必要である。この条件にあてはまつたのが鉄網床版であつて、之は直ちに注文され、16×80呎の橋路面は速に出来上つた。鉄網の構造は $1\frac{1}{2} \times \frac{3}{16}$ 吋の棒が $2\frac{1}{2}$ 時間隔に並べられ、是等が $1\frac{1}{2} \times \frac{3}{16}$ 吋の棒で上面を揃へて斜に接合せられ網目状に作られてゐる。この重量は $15\frac{1}{2}$ 封度/呎²である。又幅 $3\frac{1}{2}$ 呎の歩道用のものは $\frac{3}{4} \times \frac{3}{16}$ 吋の縦棒が $1\frac{1}{16}$ 時間隔で $\frac{3}{4} \times \frac{1}{8}$ 吋の棒で網目状になつてゐる。重量は 10 封度/呎²である。是が New York の Irving Iron Works Company に注文され 4 日間で作られトラック

図-20. “平担” 縦横に平で、又一端から他端迄連続してゐる。築造単位は幅 25吋、長さ 25呎でこれを特殊な鉄結で連結したものである。

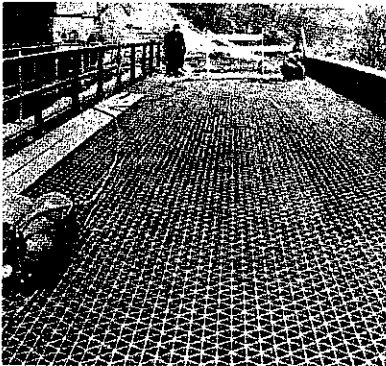


図-21. 流失後 8 日目に出来上つた鉄網床版。

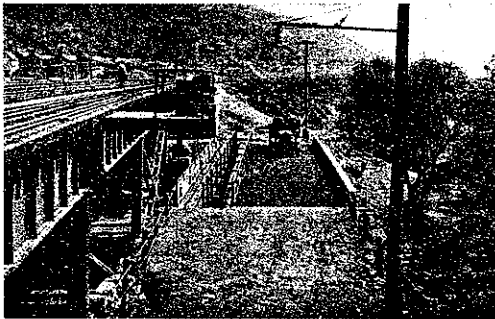
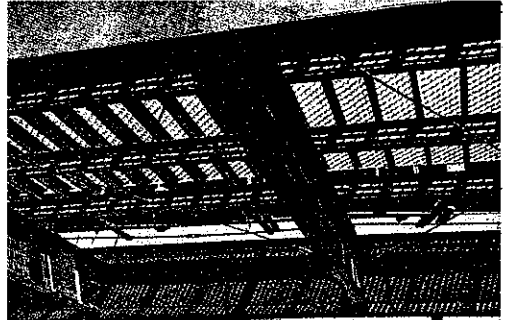


図-22. 下から見ると鉄網床版は面白い模様を形作る。新規の縦梁とその上の横梁がよく見える。



で現場に運ばれた。

床版を支へるに必要な構造は床版を注文して直後に Pittsburgh の Fort Pitt Bridge Company に緊急請負として命じた。この構造は 12吋、20.7封度の溝形鋼 3 本を縦梁とし、その上に 8吋 13.75封度の溝形鋼を 18 時間隔にならべたものである(図-23)。同様な構造が歩道にも採用された。この構造は請負者の動作極めて敏捷であつた爲鉄網の到着以前に出来上つた。現場の連結は鉄網の取付に至る迄すべて熔接に依つた。只鉄網の切目の連結は特殊な鉄結が使用された。

この仕事を施工中一方橋臺の背壁を修繕し、橋梁は最初に注文を發してから 8 日目に既に交通を開始した。

請負価格は鋼下部構その他に對し 2292 弗、鉄網のために 1951 弗で計 4243 弗である。この工事は 5 月 18 日の洪水災害復舊工事の一つであつて Pittsburgh 市土木局の手で行はれ主任技師は Leshie M. Johnston 氏及 Henry D. Johnson 氏であつた。

(藤森謙一)

(33) Cleveland 公園を跨ぐアーチ陸橋

(J. R. Burkey, "Steel Arch Viaduct Design Governed by Architectural Objectives." E.N.R. July 9, 1936. p. 37-41.)

Rocky 河と Cleveland 公園を跨ぐ新しい陸橋で此の設計に當つては、環境と調和すべく外觀に大に考慮を拂つて居る。即ち總て斜に走る部材は取取り鉄も成るべく見苦しからぬ様にし、併せて熔接を採用して居る。現に此の公園には三つのコンクリート橋梁があるので先づ鉄橋によることゝし又架設中交通に支障を與へる期間を成るべく短くする爲に拱橋を採用した。全長 160.9 呎で 256 呎のアーチ 3 連 236.7 呎の非對稱アーチ 2 連、

両側に單桁及連続桁の取付がある(図-23)。車道幅員は40 呎歩道5 呎橋臺、橋脚、床版は鉄筋コンクリートで橋脚は地盤下20 呎の頁岩層に達せしめてゐる。拱肋は断面積及高さ一様の函型断面で、補剛材及添接鉄等は總て断面の内側に入れ蓋鉄と腹鉄の継手は溶接を用ひてゐる。突縁山形以外にある鉄は表面總て皿鉄としてゐる。2 本の拱肋の心々間隔は34.5 呎で格點毎で36 吋のI 鋼で左右の繋ぎをとつてゐる。支柱は図-23 の如く其の最大高は82 呎で、内側は幅15 吋の隔鉄を15 吋間隔に

配置し、床構及拱肋に剛結されて風荷重に對しては一つのラーメンの作用をなす。支柱の上端にはコンクリートを填充して床構から来る圧力に備へる。横桁の間隔は19.3 呎、縦桁の間隔は6 呎で、其の連続性を考慮して設計してゐる。橋脚上の鉄塔は構造上からも外觀の上からも大きい役割をしてゐるものであつて上端と中央に横梁を有し、上端は歩道面より20 呎上まで突出してゐる。此の鉄塔には傾材を用ひず又鉄も横方向のものは目たぬ様にし縦方向のみとしてすつきりとした縦

図-23.

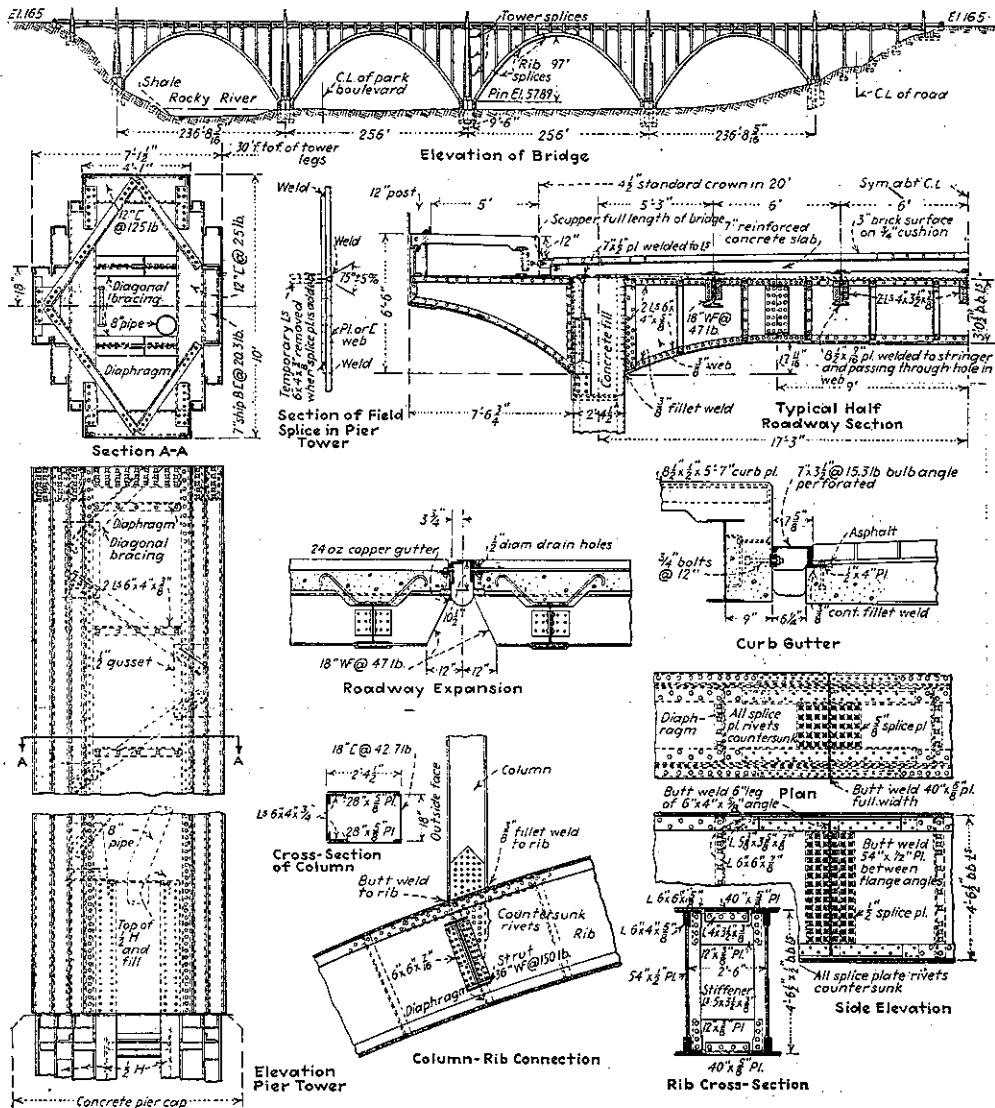
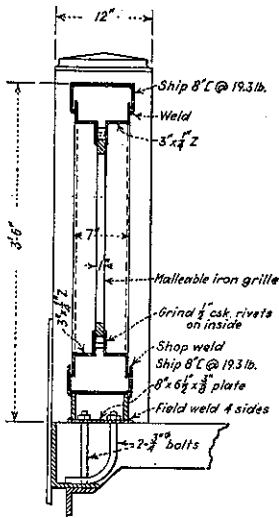


図-24.



の線を活かしてある。橋脚コンクリートに固定した剛構としてアーチにかゝる風荷重を總てこゝで与けるものとして設計してある。鉄塔は図-23 に見る様に薄型鋼と鉄とから組立てられて内側で補剛し下部はコンクリートの中に 20 呎埋め込んだ鉄の棒に剛結されてある。鉄塔上端の照明には 2 個の 4000 lumen のランプが備へられ、高欄も他の部分と調和を保つ様に工夫されて

る(図-24 参照)。部材の添接、連結には銲接、熔接を適當に配置してあり兩者を併用してある箇所では、熔接は鉄材の収縮をおこし銲に初応力を生ずる懸念ある爲銲接よりも先に熔接をしてある。アーチの架設は中 3 連は鉄製の拱架で、1 連は木製のものを用ひ、拱肋は 7 片に區分され最大のものは長 50 呎重量 17t である。兩端の鉄塔は 2 片に中間の 3 本の鉄塔は 3 片に區分して組立てた。其の最大は長 54 呎で重量 26t である。架設中に大きい餘分の応力をおこさない様に拱肋及支柱には假の繫斜材を設け又偏心荷重の爲に過大の圧力が脚部に起らない様に、鋼材が足揚を取拂つて落付いて了ふ迄コンクリートは施工せず、コンクリート打は先づ車道のスラブから次いで歩道のスラブへと對稱になした。車道の床版には養生の意味でアスファルト乳劑を吹きつけた。1 碼²當りに約 0.5 ガロンの乳劑を、先づ最初にはコンクリートが人の重みを支へ得る程度に硬化した時、続いて後 24 時間の間隔を置いて 2 回都合 3 回塗布した。ペイントの色に就ても色々考慮し、鉄塔の内側は青色、外側は淡い赤味がゝつた白色、他の總て外側に現はれてゐる所は淡い緑がゝつた灰色を含んだ白色を用ひてゐる。橋梁費は 496 341 弗で取付一般が 39 131 弗工事は大体 1935 年 3 月に着手して交通開始したのは同年 11 月であつた。(住友 彰)

(34) ラーメン式橋門構の安定

(K. Pohl, "Die Stabilität der Bruckenendrahmen" Stahlbau 14, Aug. 1936. S. 129-130.)

橋門構は下方には主構から來る反力、上方に風荷重の反力が働くものとしてラーメンの応力を求め又ラーメン部材としての捩屈について計算しなくてはならない。この捩屈についてはラーメンが對稱な変形をする時には既に知られてゐるが(Bleich, Theorie u. Berechnung der eisernen Brücken S. 178)。支柱が横桁及上部の横材に剛結されてゐる閉合ラーメンで非對稱変形の場合についての計算は十分でない。以下 J_u, J_o が J_v に比して遙かに大なる場合についてラーメンが非對稱変形をなす時の捩屈の式をのべる。

図-25.

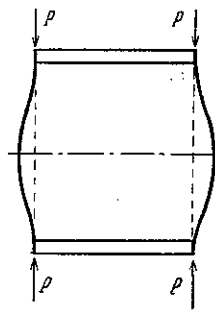


図-26.

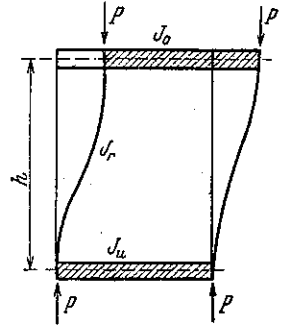


図-27.

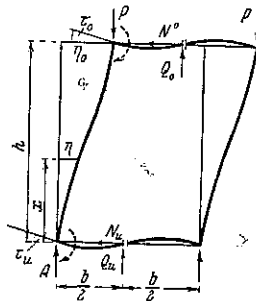
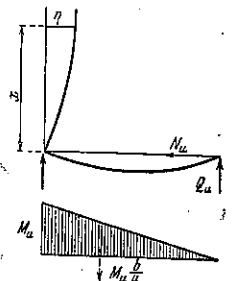


図-28.



ラーメン全体としての平衡條件は(図-27)

$$A = P - 2P\eta_0/b \dots \dots \dots (1)$$

ラーメンを中央で切断して平衡を考へると

$$Q_0 + Q_u = 2P\eta_0/b, N_0 + N_u = 0,$$

$$N_0 = -Q_0\eta_0/h = -N_u$$

A より x なる距離の曲げモーメントは

$$M_x = A\eta + N_u \cdot x - Q_u(b/2 - \eta) \dots \dots \dots (2)$$

又図-28 より

$$Q_0 = \frac{2M_0}{b}, \quad Q_u = 2M_u/b$$

$$M_0 = 6EJ_0\tau_0/b, \quad M_u = 6EJ_u\tau_u/b \quad (\text{Mohr の式})$$

従つて

$$Q_0 = 12EJ_0\tau_0/b^2, \quad Q_u = 12EJ_u\tau_u/b^2$$

これらを (2) に代入して

$$M_x = P \cdot \eta - \frac{2P\eta_0\eta}{b} + \frac{12EJ_0\tau_0\eta_0x}{b^2h} + \frac{12EJ_u\tau_u\eta}{b^2} - \frac{6EJ_u\tau_u}{b}$$

η, τ は非常に小さい値で $\tau \cdot \eta$ を η, τ に対して無視すると

$$M_u/EJ_u = \alpha^2\eta - k_u\tau_u$$

$$\text{こゝで } k_u = 6J_u/bJ_v, \quad \alpha^2 = P/EJ_v$$

撓線の微分方程式として

$$\eta'' + \alpha^2\eta - k_u\tau_u = 0 \quad \text{を得る。}$$

η の値は

$$\eta = c_1 \sin \alpha x + c_2 \cos \alpha x + \frac{k_u\tau_u}{\alpha^2}$$

$$\eta' = \alpha c_1 \cos \alpha x - \alpha c_2 \sin \alpha x$$

$$\eta'' = -\alpha^2 c_1 \sin \alpha x - \alpha^2 c_2 \cos \alpha x$$

c_1, c_2 を定める条件式として

$$x=0, \quad \eta=0$$

$$x=0, \quad \eta' = \tau_u \quad \text{より}$$

$$c_1 = \frac{\tau_u}{\alpha}, \quad c_2 = -\frac{k_u\tau_u}{\alpha^2}$$

又 $x=h$ の時 $\eta' = \tau_0$ $\eta'' = -M_0/EJ_v = -k_0\tau_0$ より τ_0, τ_u についての二つの同次方程式を得る。

$$\tau_u(\cos \alpha \cdot h + k_u/\alpha \cdot \sin \alpha h) - \tau_0 = 0$$

$$\tau_u(-\sin \alpha h + k_u/\alpha \cdot \cos \alpha h) + \frac{k_0}{\alpha} \tau_0 = 0$$

上の 2 個の方程式より

$$k_0k_u/\alpha^2 + (k_0 + k_u)/\alpha \cdot \cos \alpha h / \sin \alpha h - 1 = 0$$

或は $\frac{\text{tg } \alpha h}{\alpha h} = \frac{k_0 + k_u}{h(\alpha^2 - k_0k_u)}$

\bar{k} を k の逆数とすると

$$\text{tg } \alpha h / \alpha h = (\bar{k}_0 + \bar{k}_u) / h(\bar{k}_0\bar{k}_u\alpha^2 - 1) \dots \dots (3)$$

J_0, J_u が J_v に対して非常に大きいとすると即ち $\bar{k}_0 = \bar{k}_u = 0$ の時撓屈条件は $\sin \alpha h = 0$ となり撓屈荷重は $P_k = \pi^2 EJ_v/h^2$, 橋門構が主樁の端の斜材に取付けられてゐる時は, 柱は床桁と十分に剛結されないためラーメンは 2 鉸として考へなくてはならず, 丁度吊橋の橋式塔柱が下方に特に補剛材がない場合と同じ様な働をなす。

2 鉸ラーメンの非対称変形に対する撓屈は上述の式中で J_u が限りなく小さくなり即 \bar{k}_u が大となり極限で

$$\alpha \cdot \text{tg } \alpha h = \frac{1}{\bar{k}_0} \dots \dots (4)$$

$$J_0 = \infty \text{ に対して } \bar{k}_0 = 0, \text{ tg } \alpha h = \infty \text{ 即ち } \alpha h = \frac{\pi}{2}$$

$$P_k = \pi^2 EJ_v/4h^2$$

即ちオイラーの I の場合で一方が固定され他端が自由の場合である。

計算例: $h=10\text{m}, b=6\text{m}, J_0=47\,600\text{m}^4,$

$$EJ_v = 10\,000 \text{ t}\cdot\text{m}^2$$

撓屈荷重 (オイラーの II の場合)

$$P_E = \pi^2 EJ_v/h^2 = 987 \text{ t}$$

撓屈条件 (4) は

$$\frac{\text{tg } \alpha h}{\alpha} + \frac{\bar{k}_0 + \bar{k}_u}{1 - \bar{k}_0\bar{k}_u\alpha^2} = 0 \dots \dots (5)$$

$$J_0 = J_u = J_v \quad \bar{k}_0 = \bar{k}_u = 1$$

$P(t)$	500	600	650	700
--------	-----	-----	-----	-----

(5) 式 $-3.596 \quad -1.251 \quad -0.496 \quad 0.108$

$$P_k = 650 + 50 \frac{0.496}{0.496 + 0.108} = 691 \text{ t}$$

2 鉸ラーメンでは

$$P_E = \frac{1}{4} \cdot 987 = 247 \text{ t}$$

(4) 式 $\alpha \text{tg } \alpha h - 1/\bar{k}_0 = 0$

$P(t)$	170	200	210
--------	-----	-----	-----

(4) 式 $-0.5229 \quad -0.1056 \quad 0.1838$

$$P_k = 200 + 10 \frac{0.1056}{0.1056 + 0.1838} = 204 \text{ t}$$

$J_0 = J_u = J_v$ といふ様に横材の剛性が大でない時は實際の撓屈荷重は P_E より小さく, $J_0 > 10J_v, J_u \approx 4J_v$ の様な時には P_E は P_k に近い値となる。

(住友 彰)

13. 上水道

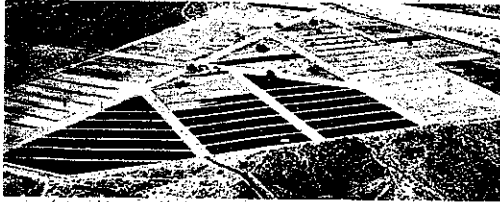
(9) 上水々源となる人工地下水

(D. A. Lane, "Artificial Groundwater." E. N. R.)
May, 28, 1936, p. 779-780.

Los Angeles 市水道は Owen 河の餘剰河水を San Fernando 谷の Tujunga 盆地に導き地下水として此處に貯水することを始めた。Tujunga 盆地の地質は主として礫層より成り, 更に浸透を容易ならしめる爲に撒水池を造る, 其の總面積は 183 エーカで現在 47 エーカ

が使用されてゐる。取水量はOwen河下流々域の所要水量を除いたもので毎秒106呎³を引水することが出来る。撒水は主として冬期に行はれ、1931年に始まつて既に480000000呎³が此の地下貯水池に注ぎ込まれた。

図-29. 中央廣場に管理事務所あり、黒色は湛水された池。
撒水池



撒水池は平均40000呎³づゝに分たれ、各池の間には高さ4呎、幅15呎の土堤が築かれてゐる。導水主管は72吋管にして各池に6時の分岐管を出し、池の水位は1時間毎に測定して水深を常に6時に保つ。池の底面は湛水する前にトラクター牽引の機械鍬で掻き起し無数の畦を作る。水の浸透速度は最初は1日10呎にも達するが、漸次減少して約10日後には3呎位に低下するので再び鍬入れする必要がある。此の鍬入れ作業に要する時間は天候乾濕状態によつて左右され通常は8~24時間である。而して質績による1ヶ年の平均浸透速度は次の如し。

1931-32...6.15 呎/日	1932-33...6.92 呎/日
1933-34...5.51 "	1934-35...6.24 "

浸透速度が1933~34に於て著しく減少したのは、當時河水に多量の泥土が混入してゐたからである。其の期間中には鍬入れ回数を増加したが泥土を池外に搬出する必要もなく、河水の清澄になると共に常態に復することが出来た。

此の人工地下水々源計畫はTujunga撒水池にて冬期に浸透した地下水を、次の夏期には其の下流にあたるNorth Hollywood取水唧筒場にて汲み上げるものである。此の唧筒場には径20吋深さ400呎の鑿井が18箇所設けられ、其の揚水能力は毎秒100呎³である。但し此の唧筒場も豫備的設備であつて、若し地下水が障害なく流下するならば其の下流に於て之を埋渠にて取水し唧筒費を節約し得る地點がある。

本撒水池の効能は附近の地下水々位観測井或ひは私有の井戸に於ける水位上昇より明らかにして、其の範圍も現在では數哩の下流地域に及んでゐる。而して此の地

下貯水池の總貯水量は滬水期に於ても6500000000呎³と推定され、市水道の30%を補給することが出来るので常時配水量の調整及び非常時応急給水に重要な役割を務めるものである。(米屋秀三)

(10) 染料を利用した水道管漏水調査

(J. B. Eddy, "Leakage Surveys," E.N.R.)
May 28, 1936, p. 767~769.

Chicago市の水道は1日平均250人の人員を使役して漏水の防止に當らしめ、最近に於ては1ヶ年間に17mg.d.の漏水量を減じ大いに水道經濟の改善に役立つてゐる。

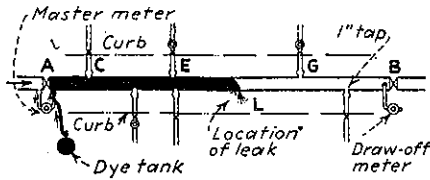
漏水箇所の発見には聴音器を用ひる方法と染料を利用する方法とが併用されてゐる。聴音器による方法は道路々面に聴音器をあて漏水箇所より發する音響を聞いて其の地點を探知するものである。此の方法は作業簡易にして成績も良好であるが、配水管埋設深さが5~6呎以上になると路面に傳はる音響は極めて低く殆ど聞くことが出来なくなる。そこで埋設の深い地域には次に述べる染料方法が用ひられてゐる。

図-30.



染料方法を行ふには先づ漏水のある区域を断水し、其の1ヶ所にバイパスを設けて漏水の補給を可能ならし

図-31.



める。此のバイパスより赤色のフクシン染料(植物性無毒)を注入すれば管内の水は着色されて漏水地點に至る。其の際に漏水地點より終端制水弁に至る間の水は全く流動しないから着色される虞れはなく、終端に於て此の染色されざる水量を測定すれば漏水地點を求めることが出来る。染料は図-30の如きタンクに貯へ管内へ注入する爲に適當な圧力を加へる。

図-31に於てA-B間に漏水があればA、Bの制水弁及之に連絡せる總べての給水栓を閉ぢる。A-Bは管径8吋長さ600呎とし、Aより400呎離れたるLに漏水があり其の漏水量を30000 g.p.d. 即ち毎分2.8呎³とす。然る時は8吋管の断面積は0.35呎²であるから漏水の管内に於ける平均流速は毎分2.8/0.35=8呎となる。即ちAにて注入された染料は毎分8呎の流速にてA-L間の水を染色し、Lに達すれば管外に排出されL-B間の水は着色されない。但し漏水がBにあるとすれば着色水が達するには600/8=75分間かゝるので、Aに於ける染料注入の時間は尠くとも75分以上たることを必要とする。

かくてBのバイパスを開きBに着色水のあらはれる迄のバイパス通水量を測定する。其際はL-B間の不着色水が全部放出された後に着色水が到達し、Bに於ける通水量はL-B間の管内水量を示す。そこで通水量を70呎³とすれば、管断面よりL-B間の距離は200呎なることが明らかとなる。然し管の平均流速は最大流速の0.85倍にして染料の先端は最大流速にて到着するから、Bの通水量が70×0.85=60呎³の時に既に着色水は現はれる。従つて實際には通水量を0.85で割つて距離を求めなくてはならない。

以上に述べた所は染料利用の一方法にして尙幾多の操作方法が考へられる。例へばE給水栓より染料を注入すればA-E間の制水弁給水栓は閉ぢる必要がなく且E-BはA-Bより短いから染料注入の時間も短縮される。或ひは給水栓のみを用ひ、Eを染料注入口G

を試料引出口としてもLを發見することが出来る。

染料方法は先づAより給水し次にBより給水して逆流試験を行ふことにより更に有効な方法となる。之はAより流した結果とBより流した結果とを對照し得るのみならず、漏水が2箇所以上ある場合に第二の漏水箇所を發見することが出来る。其際に各試料引出口より最短距離にある漏水地點の發見されることは云ふまでもない。

此の染料方法が有効に利用されるのは管径16吋以下にして漏水の管内流量が毎分1~3呎以上の場合に限られる。其の理由は16吋以上の大口径管の場合及漏水量の極めて尠い場合には、引出口に於て多量の水を排出せしめなくてはならないので長時間を要し又距離測定の精度を低下する。然しChicago市に於ては16吋以下の管が全配水管の90%以上を占め且流量1~3呎以下の漏水に對しては道路舗装を掘り返へして修理する程のこともない。(米屋秀三)

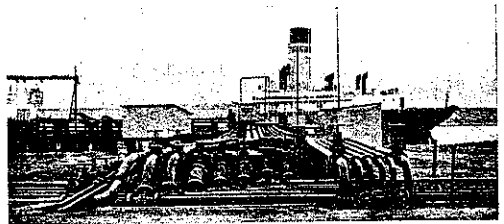
15. 港 灣

(10) 油槽の防火施設

“Protection of Oil Tanks against Fire.”
The Dock and Harbour Authority.
July, 1936. p. 253.

貯油槽、給油管、送油船等の防火方法の標準の方法は泡沫即ち炭酸ガス(CO₂)を滿した大量の泡を使用する事である。此の問題に關して“Foamite-Two-Solution”

図-32. バイブラインの内左方のが“Foamite-Two-Solution”管(Swansea, Queen ドック内の突堤)



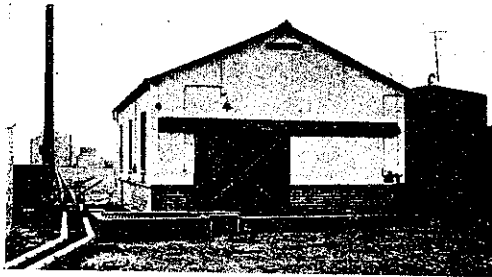
式の最近の設計がある。此の式の有名な例にSwansea, Queen ドックの廣大なる施設がある。

此の注目す可き泡沫方法は、2種の粉末即ちアルカリを使用するにあつて、此の2種を混合し水に溶解させると夥しく多量の泡を發生する。此の粉末は、泡の「安定劑」(或種の有機物コロイド)を加へた重炭酸鹽(例へばNaHCO₃[重曹]:譯者註)と、も一つは或種の無害

な酸の鹽(勿論中性鹽である事は後述の化学反応から想像出来る: 譯者註)である。此の鹽がアルカリ性の重碳酸鹽と作用して、炭酸ガスとアルカリを發生する。その結果此の小泡は炭酸ガスを滿したアルカリの膜に形成され、更に此の壁がコロイド狀の安定劑に依つて強化され(泡が消へない故)、つまり火と近接しても何等崩潰が起らない。

本來此の種の炭酸ガスの小泡は、滿れて居り、密接に組合つて、強靱なので、其の作用としては、不燃性ガスで空気を排除すると、焰の「採み消し」にあり、更に冷却して發火點より引下げるにある。この事は、オイル・ベトロール・ベンゾール・トリユイーン精油・アルコール・タールや其他同様な可燃性危險物に由る焰を直に沈黙させることになる。

圖-33. “Foamite” ポンプ室と溶液貯藏タンク。地面に1對の送出パイプが見える (Queen ドック)。



Queen ドックでは、中央プラントは垂直円形の溶液貯藏タンク2基とコンクリート建の溶解用タンク1基を傍に備へた。トタン板のポンプ室から成り、同時に2本の送出管が並んでドックの全長にわたつて地上を走り溶液を供給する。此様な方法で貯油槽が完全に防護されると同時に、5本の突堤も各々油を船に荷役する管を護るために“Foamite”供給管が用意されてある。(譯者註: 蛇足乍ら化学反応を書加へると(強)アルカリ+炭酸(弱酸) \rightleftharpoons 重碳酸鹽(鹽基性鹽)+中性鹽(可逆反応))。

(櫻木興一)

16. 道 路

(16) 海外に於ける道路ニュース

(“News from Abroad.” Roads and Road Construction. Aug. 1. 1936. p. 247.)

アビシニア: エリトリアのイタリー軍はアビシニアに於けるイタリー軍占領地に既に2500 kmの道路を築

造したが、内約900 kmは舗装され、また數多の橋梁も架設されてゐる。尙南部アビシニアには全長130 kmの鉄道線路及1250 kmの道路も築造されてゐる。このため“Duke of Abbruzzes”植民地はBuloburtiに聯絡出来る様になつた。BuloburtiからBelet Uen方面に110 kmのアスファルト自動車専用道路が通じてゐる。

アルゼンチン: 目下道路築造15ヶ年大計畫の細目に亙り工事を進められ様としてゐる。(Road & Road Construction. July 1st 参照)。道路築造局は過去3年間の活動で充分な經驗を得たので工事は急速的に施行されるものと考へられてゐる。昨年末の調査によれば1日平均交通量300輛の道路が1700 km, 50~300輛のもの1400 km, 50輛以下のもの31000 kmあつた。

權威者は1日平均交通量300輛以下の道路には油塗裝の必要なしと言つてゐる。現在1日平均1500輛以上の道路は極少數である。政府の計畫に依れば今より1947年迄に次の如き道路橋梁が築設される筈である。

種 別	延 長	築造費(單位 peso)
橋 梁	22 900m	32 900 000
砂 礫 道	29 000km	127 600 000
マカダム道	13 000km	156 000 000
油塗裝道	5 000km	225 000 000

オーストリア: 政府はViennaからハンガリー國境間の道路築造費を可決した。之が完成すればOstendとIstanbul間の歐洲橫断道路の一區間をなす筈である。Passau-Linz間(Nibelungenstrasse)及Linz-Vienna間は既に完成してゐるのでオーストリア分擔區域は程なく出来上るものと豫想される。2年前木塊舗装されたVillach近くの道路は相當に損じてゐるが、今後は幹線道路として使用される。

ベルギー: 今より1938年に至る政府の土木計畫案は主としてドイツに倣つた自動車専用道路の築造である。目下此種の道路はAix-Cologne間に唯1本築造中で、完成後はベルギー道路系統に主要な環狀線を構成するものと思はれる。尙Brussel-Ostend間の新道路築造は近く開始され様としてゐる。國內の主要道路にはすべて堅固なコンクリート基礎が計畫されて居り、尙數多のコンクリート舗装道路の築造も計畫されてゐる。國內のコンクリート地方道路系統は注目する規模のもであり、1934年イギリス、イタリー、ドイツ等の歐洲諸國に後れて開始されたといへ、道路の全長に比

レコンクリート道路の割合は歐洲中第一位である。

エジプト：カイロー-アレキサンドリヤ間の新砂漠道路は最近交通開始した。之はアスファルト舗装でShell會社に依つて施行された。既に完成したのは 135 km に過ぎないので両端で尙數軒の延長が希望されてゐる。一時的假道路の全延長は 190 km に達す。

インド：カルカッタの Tolly 河に架設され様としてゐる鉄筋コンクリート拱橋は工費 1 000 000 rupees の豫算であり、径間 110 呎、拱矢 27.5 呎である。石工橋臺は鉄筋コンクリート杭に支へられてゐる。この橋梁は鋼橋の架換へであり Alipore と Behala を南カルカッタにつなぐもので 30 呎の車道及 8 呎の 2 歩道を有してゐる。カルカッタ港灣委員會は Hoagly 河に架設される Howrah 橋の工事を Cleveland Bridge and Engineering Company に依託した。これには工費の一部を分擔するベンガル州政府の是認を必要とする。總工費約 1 700 000 磅と豫想されてゐる。材料は一部分英國産を使用するも大部分はインド産を使用されるものである。設計には堤防上に建設される 300 呎の 2 本の橋脚も含んでゐる。之は長さ 156 ells (1 ell=45 吋) の 2 本の支柱で長さ 188 ells の拱を支へるものであり、礎石支柱は高さ 108 ells である。橋の全幅員 101 呎で内 71 呎は道路及軌道に使用される。インドに於ては緩速度及急速度交通に適する經濟的な砂利道の築造は當面の問題であり、又決定前に充分に考究を要する問題である。この問題に就ては最近の道路會議で検討され、實行に移す爲にインド政府の道路顧問技師の下で働く専門家が推薦されてゐる。Indian Roads and Transport Development Association のニュースレターに依れば英國の Bureau of Soil Science の Keene 博士の下で研究し、やがて數ヶ月間アメリカへ派遣されて斯界の權威者 Hogentogler 氏の下で經驗を積むために適當な研究生が選出されたことを報じてゐる。新物理学者はインドに歸國後先づ Sind で、あらゆる土壤に就て化学的及物理的分析を開始するだらうと思はれる。土壤の諸性質に就ての正確な知識を得て最も正しい方法で、立派な永久的な砂利道を築造する事が最も望ましいことである。

イラク：5 ヶ年計畫に含まれてゐる道路築造は國內各地で實行に移されてゐる。目下既に昨年中築造にかゝつてゐた區域に注意が拂はれてゐる。一方北部地方に於ける非常な進歩が報告されてゐる。Kirkuk, Eskey 及 Mossul 等を通して歐洲に通ずる約 20 km の主要

道路も完成した。現に必要とするものは蒸氣輾圧機だけで、政府は毎年歐洲より約 12 臺づつ購入してゐる。

スペイン：歴代の政府は共和國の不完全道路に關する問題は政局の邪魔物として却下して來た。然し最近責任内閣は道路築造を計畫し、國內及外國の道路技師を採用せんとしてゐる。既に英國道路築造組合の技師 1 名がマドリッドに到着した。最近官報に發表された二つの法律に依つて豫定表が作られ總工費 196 000 000 pesetas が 1942 年迄 6 ヶ年間に支出されることになつてゐる、工事の主なるものは主要道路の築造、街路交點の改良其他である。

アメリカ：アメリカ合衆國農林省は國內 32 州に對して、地方道路築造に際し綿布及木綿蓮を使用せよとの通告を發してゐる。之等諸州の内 24 州は約 6 167 000 碼²の綿布を要求してゐる。かゝる大量の綿布は幅員 18 呎總延長 575 哩の溼青舗装道路の補強用に使用されるものと見積られてゐる。また 23 州ではコンクリート道路養生用に木綿蓮 89 500 枚要求してゐる。

(福西正男)

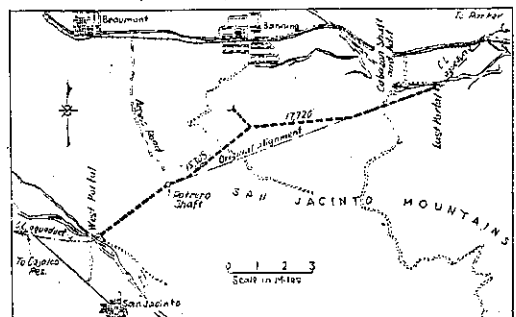
19. 隧 道

(4) 斜坑による San Jacinto トンネルの掘鑿

(“Progress in San Jacinto Tunnel Speeded by Inclined Adit.” E.N.R. July 23, 1936.

San Jacinto トンネル工事に於ては、高圧のもとに大湧水があつたので工事に遅延を來たした (E.N.R. Aug. 22, 1935, p. 252; May 7, 1936, p. 661 参照)。この工事を進捗せしめる爲設計を変更し、未完成の部分の中央に勾配をもつ坑道を掘り又 Cabazon 及 Potrero 導坑間に pioneer 導坑を掘鑿する事となつた。坑道及び兩

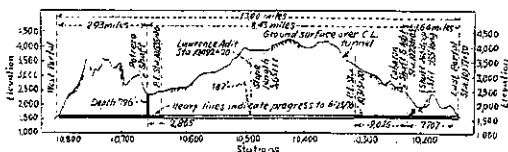
圖-34.



pioneer 導坑の掘鑿は現在順調に進行してゐる。6月25日迄に780呎の坑道を掘鑿した。最初 San Jacinto トンネル掘鑿を計畫した時、pioneer 導坑の使用と多くの通路を有する 堅坑或は斜坑の掘鑿を考慮したが、全断面掘鑿方法の最近の著しい進歩と地下水の状態に關する知識不充分的爲に、pioneer による方法は採用されなかつた。又堅坑及坑道の掘鑿はその爲トンネルの總費用が増加するので之も採用にならなかつた。然し最近工事が遅滞し時間が問題となつて來たので斜坑による掘鑿を採用する事となつた。

斜坑は低所から始めることが出來、それ故一層入り易い位置であるので斜坑は中間の入口としては寧ろ堅坑に勝るものとして採用された。これの美點としては坑道の入口附近は直ぐに役にたつ。また1900呎の堅坑を掘るに要するよりも短時間で5500呎の斜坑を掘鑿する事が出來ると考へられてゐる。また堅坑の様に2-3の隔室をもつ必要もなく断面は小さくて済む。堅坑と横坑を用ふるのは深度の浅い場合に適當である。斜坑を用ふると幾分延長距離が大きくなる。25%勾配の場合斜坑の延長5651呎に對して高低差1300呎である。トンネル内の排水は1900呎の堅坑によるよりも斜坑の高低差1300呎による方が簡單でもありまた費用も少なくて済む。斜坑に於ては礮出しと揚水が最も主要な問題である。大湧水の場合には揚水の費用は忽ち礮出費を超過する。斜坑の入口位置は Banning の南方 $4\frac{1}{2}$ 哩で海拔約500呎である。坑門は元のトンネル測設の中心線の北方約9000呎にある。25%勾配は作業人夫が都合よく働き得る最大勾配に取り、また地形上許される最小限度のものとして採用された。坑道の大きさは

圖-35.



支保工内で10呎×10呎である。最初のトンネル測設を北方に旋廻せしめることにより Cabazon 兩側導坑に於ける現在の面より約18000呎、また Potrero 東側導坑に於ける現在の面より約15000呎の地點で新に測設されたトンネル中心線を横断することになる。新設のトンネル中心線と斜坑との交叉地點は最初測設された中心線の北方約4100呎にある。このため主トンネル全延長に於て僅か1028呎を加へることとなるのみである。坑道内は乾燥してゐるのが望ましい故現在 Potrero ポンプ室(15000ガロン/分)にあるものと同様の揚水容量のポンプを設備されることになつてゐる。坑門には18吋の3本の排水管が設備されたが内2本だけは掘付ポンプが設備された後までも坑道に沿つて下すことになつてゐる。斜坑内の導坑に近くポンプを掘付けておくことは困難である。若しポンプがこの目的のため特に掘付けられるものとすれば最小限度の運転のための餘裕と最大限度の揚水容量のものが工事の進行につれて、移動を少くするために使用されねばならない。

礮出し機械: 坑道が急傾斜をなすため普通の礮出し装置を使用することは不可能である。最初礮出しは人力により1馬力の車を使用したため1日僅か7呎位しか進行しなかつた。次で普通炭坑で使用される様式のもので重い花崗岩を扱ふため特に改良された頑丈な slusher を使用する事になつた。この slusher には45馬力モーターで運転する1馬力のバケットが附いてゐる。また斜柱 (boom) が附いてゐて斜柱の端は muck pile の尖端に突出し支柱の役をなしてゐる。バケット線は muck pile 上の場所にバケットがよく戻る事が出來る様に斜柱に沿つて結ばれた snatch block を通つてゐる。

礮は傾斜に沿つて引上げられ mucker frame の上から後端の車へもつて行かれる。この装置に依つて1日平均18呎も工事の速度を早めることが出來た。

(福西正男)