

## 参 考 資 料

第 21 卷 第 6 號 昭和 10 年 6 月

### 無限個の穴の列を有する板中の應力

("Stress in a Plate Containing an Infinite Row of Holes" by R. C. J. Howland. Proc. Roy. Soc. (Series A) Feb. 1935)

本論文の著者 Howland 氏は前にも圓形の穴のある薄板の問題について興味ある數多の論文を發表してゐる。甚だ面白く且つ有益な論文が多い様である。譯者の知つてゐるものでは、Stress Systems in an Infinite Strip, Proc. Roy. Soc. Vol. 124 p. 89.

名前を忘れたが、phil. Trans. Roy. Soc. Vol. 124 (1929) には圓形の穴のある Strip の應力問題を前記の所論に依つて論じ、同じく、Phil. Trans. Roy. Soc. Vol. 229 に "On the stress in the neighbourhood of a circular hole in a strip under tension" の題下に論じてゐる。この 3 論文は一つの Series になり一つの思想の下になされたものである。今ここに譯出せんとするものは譯者が本誌第 20 卷第 11 號に抄譯紹介した "Potential functions with periodicity in one coordinate" の思想下になされたものである。Howland 氏は多分これをも前掲の論文の趣旨の下に統一せんとせられてゐるのであらうと考へる。(譯者)

$$x, y \text{ 平面に於て } z = x + iy = re^{i\theta} \dots\dots(1)$$

とし、 $\xi, \eta$  を次ぎの様に定義する。

$$\xi = x/b, \quad \eta = y/b, \quad \zeta = \xi + i\eta, \quad \rho = r/b \dots\dots(2)$$

然るときは  $w_0 = S_0 + iT_0 = -\log \sin \pi \zeta$

$$w_s = S_s - iT_s = \frac{(-1)^s}{(s-1)!} \frac{d^s w_0}{d\zeta^s}, \quad s > 0 \quad \left. \vphantom{\frac{(-1)^s}{(s-1)!} \frac{d^s w_0}{d\zeta^s}} \right\} (3)$$

と書けば、 $S_s, T_s$  は  $z = \pm pb$  ( $p$  はすべての整数及び 0 をとる) で極を持ち、その他の點で正則である。又  $x$  上に  $b$  と云ふ週期を持つてゐる(之等につきては本誌第 20 卷第 11 號の譯者の抄譯参照されたし。一譯者)。以上から次のものが得られる。

$$\left. \begin{aligned} S_0 &= -\log \rho + \sum_{n=1}^{\infty} 2^n \alpha_n \rho^{2n} \cos 2n\theta \\ S_{2s} &= \rho^{-2s} \cos 2s\theta + \sum_{n=1}^{\infty} 2^n \alpha_{2s} \rho^{2s+2n} \cos 2n\theta, \quad s > 0 \\ T_{2s+1} &= \rho^{-2s-1} \sin(2s+1)\theta \\ &\quad + \sum_{n=0}^{\infty} 2^{s+n+1} \alpha_{2s+1} \rho^{2s+1+2n} \sin(2n+1)\theta \end{aligned} \right\} (4)$$

$$\left. \begin{aligned} \text{茲に } 2^n \alpha_0 &= \sigma_{2n}/n \\ n \alpha_s &= 2 \binom{n+s-1}{n} \sigma_{n+s} \quad s > 0 \end{aligned} \right\} \dots(5)$$

$$\sigma_n = \sum_{k=1}^{\infty} k^{-n} \dots\dots\dots(6)$$

$S_0, S_{2s}$  は調和函數である。(従つて biharmonic である)  $\xi, \eta$  についても同様である。次いで biharmonic な函數を次の様に定義する。

$$U_{2s} = S_{2s-2} - 2\eta T_{2s-1}, \quad s > 1 \dots\dots\dots(7)$$

$$= \frac{\cos 2s\theta}{\rho^{2s-2}} + \sum_{n=0}^{\infty} (2^n \beta_{2s} - 2^n \gamma_{2s} \rho^2) \rho^{2n} \cos 2n\theta \dots(8)$$

$$\text{茲に } 2^n \beta_{2s} = 2 \binom{2n+2s-2}{2n} \sigma_{2n+2s-2};$$

$$\begin{aligned} 2^n \gamma_{2s} &= 2^{n+1} \alpha_{2s-1} = 2 \binom{2n+2s-1}{2n+1} \sigma_{2n+2s-1} \\ &= 2^{s-2} \alpha_{2n} \dots\dots\dots(9) \end{aligned}$$

$$s=1 \text{ の場合には } U_2 = 1 - 2\eta T_1 \dots\dots\dots(10)$$

$$U_2 = \cos 2\theta + \sum_{n=0}^{\infty} (2^n \beta_2 - 2^n \gamma_2 \rho^2) \rho^{2n} \cos 2n\theta \dots(11)$$

$$\left. \begin{aligned} \text{茲に } \beta_2 &= 0 \quad 2^n \beta_2 = 2\sigma_{2n}, \quad n > 0 \\ 2^n \gamma_2 &= 2\sigma_{2n+2} \end{aligned} \right\} \dots\dots(12)$$

若し  $S_0, S_{2s}, U_{2s}$  を應力函數と見做せば、對應する應力は  $S_0$  より

$$\left. \begin{aligned} \widehat{rr} &= \frac{1}{b^2} \left[ \frac{1}{\rho^2} \frac{\partial^2 \chi}{\partial \theta^2} + \frac{1}{\rho} \frac{\partial \chi}{\partial \rho} \right] \\ &= \frac{-1}{b^2} \left[ \frac{1}{\rho^2} + \sum_{n=1}^{\infty} 2n(2n-1) 2^n \alpha_n \rho^{2n-2} \cos 2n\theta \right] \\ \widehat{r\theta} &= -\frac{1}{b^2} \frac{\partial}{\partial \rho} \left( \frac{1}{\rho} \frac{\partial \chi}{\partial \theta} \right) \\ &= \frac{1}{b^2} \sum_{n=1}^{\infty} 2n(2n-1) 2^n \alpha_n \rho^{2n-2} \sin 2n\theta \\ \widehat{\theta\theta} &= \frac{1}{b^2} \frac{\partial^2 \chi}{\partial \rho^2} \\ &= \frac{1}{b^2} \left[ \frac{1}{\rho^2} + \sum_{n=1}^{\infty} 2n(2n-1) 2^n \alpha_n \rho^{2n-2} \cos 2n\theta \right] \end{aligned} \right\} (13)$$

$S_{2s}$  からは

$$\left. \begin{aligned}
 \widehat{rr} &= -\frac{1}{b^2} \left[ \frac{2s(2s+1)}{\rho^{2s+2}} \cos 2s\theta \right. \\
 &\quad \left. + \sum_{n=1}^{\infty} 2n(2n-1)^{2n} \alpha_{2s} \rho^{2n-2} \cos 2n\theta \right] \\
 \widehat{r\theta} &= -\frac{1}{b^2} \left[ \frac{2s(2s+1)}{\rho^{s+2}} \sin 2s\theta \right. \\
 &\quad \left. - \sum_{n=1}^{\infty} 2n(2n-1)^{2n} \alpha_{2s} \rho^{2n-2} \sin 2n\theta \right] \\
 \widehat{\theta\theta} &= \frac{1}{b^2} \left[ \frac{2s(2s+1)}{\rho^{s+2}} \cos 2s\theta \right. \\
 &\quad \left. + \sum_{n=1}^{\infty} 2n(2n-1)^{2n} \alpha_{2s} \rho^{2n-2} \cos 2n\theta \right]
 \end{aligned} \right\} (14)$$

U<sub>2s</sub> からは

$$\left. \begin{aligned}
 \widehat{rr} &= -\frac{1}{b^2} \left[ \frac{(2s+2)(2s-1)}{\rho^{2s}} \cos 2s\theta \right. \\
 &\quad \left. + \sum_{n=0}^{\infty} \{2n(2n-1)^{2n} \beta_{2s} \right. \\
 &\quad \left. - (2n-2)(2n+1)^{2n} \gamma_{2s} \rho^2\} \rho^{2n-2} \cos 2n\theta \right] \\
 \widehat{r\theta} &= -\frac{1}{b^2} \left[ \frac{2s(2s-1)}{\rho^{2s}} \sin 2s\theta \right. \\
 &\quad \left. - \sum_{n=0}^{\infty} \{2n(2n-1)^{2n} \beta_{2s} \right. \\
 &\quad \left. - 2n(2n+1)^{2n} \gamma_{2s} \rho^2\} \rho^{2n-2} \sin 2n\theta \right] \\
 \widehat{\theta\theta} &= \frac{1}{b^2} \left[ \frac{(2s-2)(2s-1)}{\rho^{2s}} \cos 2s\theta \right. \\
 &\quad \left. + \sum_{n=0}^{\infty} \{2n(2n-1)^{2n} \beta_{2s} \right. \\
 &\quad \left. - (2n+2)(2n+1)^{2n} \gamma_{2s} \rho^2\} \rho^{2n-2} \cos 2n\theta \right]
 \end{aligned} \right\} (15)$$

應力問題 今穴がない場合に  $\chi_0$  なる應力函数から導かれる應力が  $\pm pl$  を中心とし  $r=a$  ( $a \leq b/2$ ) の圓周上で次の様になるとする。

$$\left. \begin{aligned}
 \widehat{rr} &= \sum_{n=0}^{\infty} C_{2n} \cos 2n\theta \\
 \widehat{r\theta} &= \sum_{n=1}^{\infty} D_{2n} \sin 2n\theta
 \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (16)$$

その時  $S_0, S_{2s}, U_{2s}$  を用ひて圓周上の應力を消せば良い。

$$\chi = \chi_0 + A_0 S_0 + \sum_{s=1}^{\infty} (A_{2s} S_{2s} + B_{2s} U_{2s}) \dots (17)$$

$$\begin{aligned}
 \text{より } \frac{A_n}{\lambda^2} &= C_0 b^2 - 2 \sum_{s=1}^{\infty} \gamma_{2s} B_{2s} \frac{2n(2n+1) A_{2n}}{\lambda^{2n+2}} \\
 &\quad + \frac{(2n+2)(2n-1) B_{2n}}{\lambda^{2n}} \\
 &= C_{2n} b^2 - \sum_{s=0}^{\infty} 2n(2n-1)^{2n} \alpha_{2s} \lambda^{2n-2} A_{2s} \\
 &\quad - \sum_{s=1}^{\infty} \{2n(2n-1)^{2n} \beta_{2s} - (2n-2)(2n+1)^{2n} \gamma_{2s} \lambda^2\} \lambda^{2n-2} B_{2s} \\
 \frac{2n(2n+1) A_{2n}}{\lambda^{2n+2}} + \frac{2n(2n-1) B_{2n}}{\lambda^{2n}} &= D_{2n} b^2 \\
 &\quad + \sum_{s=0}^{\infty} 2n(2n-1)^{2n} \alpha_{2s} \lambda^{2n-2} A_{2s} + \sum \{2n(2n-1)^{2n} \beta_{2s} \\
 &\quad - 2n(2n+1)^{2n} \gamma_{2s} \lambda^2\} \lambda^{2n-2} B_{2s}
 \end{aligned}$$

茲に  $\lambda = a/b \dots\dots\dots (18)$

之等は次の如く書き直せる。

$$\begin{aligned}
 A_0 &= E_0 - 2\lambda^2 \sum_{s=1}^{\infty} \gamma_{2s} B_{2s}, \\
 A_{2n} &= E_{2n} + (2n-1) \lambda^{4n} \sum_{s=0}^{\infty} \alpha_{2s} A_{2s} \\
 &\quad + \sum_{s=1}^{\infty} \{(2n-1)^{2n} \beta_{2s} - 2n^{2n} \gamma_{2s} \lambda^2\} \lambda^{4n} B_{2s}, \\
 B_{2n} &= F_{2n} - 2n \lambda^{4n-2} \sum_{s=0}^{\infty} \alpha_{2s} A_{2s} \\
 &\quad - \sum_{s=1}^{\infty} \{2n^{2n} \beta_{2s} - (2n+1)^{2n} \gamma_{2s} \lambda^2\} \lambda^{4n-2} B_{2s},
 \end{aligned}$$

茲に  $E_0 = C_0 b^2 \lambda^2$

$$\left. \begin{aligned}
 E_{2n} &= \frac{(n+1) D_{2n} - n C_{2n}}{2n(2n+1)} b^2 \lambda^{2n+2} \quad n > 0 \\
 F_{2n} &= \frac{C_{2n} - D_{2n}}{2n(2n+1)} b^2 \lambda^{2n}
 \end{aligned} \right\} (19)$$

最後に次の如く書ける。

$$\left. \begin{aligned}
 A_{2n} &= E_{2n} + {}^{2n}h_0 A_0 + \sum_{s=1}^{\infty} ({}^{2n}h_{2s} A_{2s} + {}^{2n}i_{2s} B_{2s}) \\
 B_{2n} &= F_{2n} + {}^{2n}j_0 A_0 + \sum_{s=1}^{\infty} ({}^{2n}j_{2s} A_{2s} + {}^{2n}k_{2s} B_{2s})
 \end{aligned} \right\} (20)$$

$$\left. \begin{aligned}
 {}^{2n}h_{2s} &= (2n-1) \lambda^{4n} {}^{2n}\alpha_{2s} \\
 {}^{2n}i_{2s} &= \{(2n-1)^{2n} \beta_{2s} - 2n \lambda^2 {}^{2n}\gamma_{2s}\} \lambda^{4n} \\
 {}^{2n}j_{2s} &= -2n \lambda^{4n-2} {}^{2n}\alpha_{2s} \\
 {}^{2n}k_{2s} &= -\{2n^{2n} \beta_{2s} - (2n+1) \lambda^2 {}^{2n}\gamma_{2s}\} \lambda^{4n-2}
 \end{aligned} \right\} (21)$$

$${}^0h_0 = {}^0h_{2s} = 0, \quad {}^0i_s = -2\lambda^{2s} \gamma_{2s} \dots\dots\dots (22)$$

(20) 式の解は  $A_{2n} = \sum_{r=0}^{\infty} A_{2n}^{(r)}$ ,  $B_{2n} = \sum_{r=0}^{\infty} B_{2n}^{(r)}$  (23)

茲に  $A_{2n}^{(0)} = E_n$ ,  $B_{2n}^{(0)} = F_{2n}$   
 $A_{2n}^{(r)} = 2n h_0 A_0^{(r-1)} + \sum_{s=1}^{\infty} (2n h_{2s} A_{2s}^{(r-1)} + 2n i_{2s} B_{2s}^{(r-1)})$   
 $B_{2n}^{(r)} = 2n j_0 A_0^{(r-1)} + \sum_{s=1}^{\infty} (2n j_{2s} A_{2s}^{(r-1)} + 2n k_{2s} B_{2s}^{(r-1)})$  (24)

Longitudinal Tension

$\chi_0 = \frac{1}{4} b^2 T \rho^2 (1 - \cos 2\theta)$  (23)

として

$\widehat{r_r} = \frac{1}{2} T (1 + \cos 2\theta)$   
 $\widehat{r_\theta} = -\frac{1}{2} T \sin 2\theta$   
 $\widehat{\theta\theta} = \frac{1}{2} T (1 - \cos 2\theta)$  (34)

故に  $A_0^{(0)} = b^2 \lambda^2 T / 2$ ,  $A_2^{(0)} = -b^2 \lambda^4 T / 4$ ,  $B_2^{(0)} = b^2 \lambda^2 T / 2$ .

$\chi = b^2 T \left[ \rho^2 (1 - \cos 2\theta) / 4 + A_0 S_0 + \sum_{s=1}^{\infty} (A_{2s} S_{2s} + B_{2s} U_{2s}) \right]$   
 $= b^2 T \left[ \rho^2 (1 - \cos 2\theta) / 4 - A_0 \log \rho \right.$

$\left. + \sum_{n=1}^{\infty} \left\{ \frac{A_{2n}}{\rho^{2n}} + \frac{B_{2n}}{\rho^{2n-2}} \right\} \cos 2n\theta \right.$   
 $\left. + \sum_{n=0}^{\infty} (L_{2n} + M_{2n} \rho^2) \rho^{2n} \cos 2n\theta \right]$  (35)

茲に  $L_0 = 0$ ;  $L_{2n} = \sum_{s=0}^{2n} c_{2s} A_{2s} + \sum_{s=1}^{2n} \beta_{2s} B_{2s}$ ;

$M_{2n} = -\sum_{s=1}^{2n} \gamma_{2s} B_{2s}$  (36)

$L_{2n}$ ,  $M_{2n}$ ,  $A_{2n}$ ,  $B_{2n}$  は第 1 表にある。

第 1 表

	$\lambda=0.15$	$\lambda=0.25$		$\lambda=0.15$	$\lambda=0.25$
$A_0$	$9.886 \times 10^3$	$2.327 \times 10^2$	$L_2$	$4.789 \times 10^2$	$9.791 \times 10^2$
$A_2$	$-1.038 \times 10^3$	$-6.143 \times 10^3$	$L_4$	$2.421 \times 10^3$	$4.755 \times 10^3$
$A_4$	$1.818 \times 10^3$	$2.023 \times 10^3$	$L_6$	$2.079 \times 10^3$	$3.676 \times 10^3$
$A_6$	$1.305 \times 10^3$	$1.015 \times 10^3$	$L_8$	$1.902 \times 10^3$	$3.052 \times 10^3$
$A_8$	$8.531 \times 10^2$	$4.578 \times 10^2$	$L_{10}$	$1.801 \times 10^3$	$2.527 \times 10^3$
$A_{10}$	$5.294 \times 10^2$	$1.89 \times 10^2$	$L_{12}$	$1.720 \times 10^3$	$2.023 \times 10^3$
$A_{12}$	$3.10 \times 10^2$	$7.04 \times 10^1$	$L_{14}$	$1.649 \times 10^3$	$1.523 \times 10^3$
$A_{14}$	$1.78 \times 10^2$	$2.44 \times 10^1$	$M_0$	$-3.031 \times 10^2$	$-6.387 \times 10^2$
$B_2$	$9.217 \times 10^3$	$1.220 \times 10^3$	$M_2$	$-1.993 \times 10^3$	$-4.151 \times 10^3$
$B_4$	$-1.079 \times 10^3$	$-4.353 \times 10^3$	$M_4$	$-1.870 \times 10^3$	$-3.780 \times 10^3$
$B_6$	$-6.955 \times 10^2$	$-1.953 \times 10^3$	$M_6$	$-1.843 \times 10^3$	$-3.590 \times 10^3$
$B_8$	$-4.335 \times 10^2$	$-8.38 \times 10^1$	$M_8$	$-1.835 \times 10^3$	$-3.598 \times 10^3$
$B_{10}$	$-2.595 \times 10^2$	$-3.36 \times 10^1$	$M_{10}$	$-1.826 \times 10^3$	$-3.169 \times 10^3$
$B_{12}$	$-1.50 \times 10^2$	$-1.25 \times 10^1$	$M_{12}$	$-1.820 \times 10^3$	$-2.892 \times 10^3$
$B_{14}$	$-8.51 \times 10^1$	$-4.20 \times 10^0$	$M_{14}$	$-1.813 \times 10^3$	$-2.760 \times 10^3$

應力の成分は

$\widehat{r_r} = T \left[ \frac{1}{2} (1 + \cos 2\theta) - \frac{A_0}{\rho^2} - \sum_{n=1}^{\infty} \left\{ \frac{2n(2n+1)A_{2n}}{\rho^{2n+2}} \right. \right.$   
 $\left. + \frac{2(n+1)(2n-1)B_{2n}}{\rho^{2n}} \right\} \cos 2n\theta - \sum_{n=0}^{\infty} \{ 2n(2n-1)L_{2n}$   
 $\left. + 2(n-1)(2n+1)M_{2n}\rho^2 \} \rho^{2n-2} \cos 2n\theta \right]$   
 $\widehat{r_\theta} = T \left[ -\frac{1}{2} \sin 2\theta - \sum_{n=1}^{\infty} \left\{ \frac{2n(2n+1)A_{2n}}{\rho^{2n+2}} \right. \right.$   
 $\left. + \frac{2n(2n-1)B_{2n}}{\rho^{2n}} \right\} \sin 2n\theta - \sum_{n=0}^{\infty} \{ 2n(2n-1)L_{2n}$   
 $\left. + 2n(2n+1)M_{2n}\rho^2 \} \rho^{2n-2} \sin 2n\theta \right]$   
 $\widehat{\theta\theta} = T \left[ \frac{1}{2} (1 - \cos 2\theta) + \frac{A_0}{\rho^2} + \sum_{n=1}^{\infty} \left\{ \frac{2n(2n+1)A_{2n}}{\rho^{2n+2}} \right. \right.$   
 $\left. + \frac{2(n-1)(2n-1)B_{2n}}{\rho^{2n}} \right\} \cos 2n\theta + \sum_{n=0}^{\infty} \{ 2n(2n-1)L_{2n}$   
 $\left. + 2(n+1)(2n+1)M_{2n}\rho^2 \} \rho^{2n-2} \cos 2n\theta \right]$  (37)

$\theta\theta/T$  の表は第 2 表にある。 $\lambda=0$  の處では穴の一つの場合を示す ( $b \rightarrow \infty$  の場合である。譯者)。

第 2 表

$\theta(2\theta)$	$\lambda=0$	$\lambda=0.15$	$\lambda=0.25$
0	-100	-0.74	-0.39
15	-0.73	-0.54	-0.30
30	0.02	0.05	0.02
45	1.00	0.86	0.62
60	2.00	1.69	1.33
75	2.73	2.31	1.92
90	3.00	2.34	2.16

第 3 表 穴の Cross-axis 上の  $\widehat{\theta\theta}/T$  の値

$r/a$	$\lambda=0$	$\lambda=0.15$	$\lambda=0.25$
1.0	3.00	2.34	2.16
1.2	2.07	1.77	1.89
1.4	1.65	1.41	1.22
1.6	1.42	1.24	1.09
1.8	1.29	1.15	1.03
2.0	1.21	1.07	1.00

第 4 表 中心線上の  $\widehat{r_r}/T$  の値

$r/a$	$\lambda=0$	$\lambda=0.15$	$\lambda=0.25$
1.0	0.00	0.00	0.00
1.4	0.12	0.10	0.05
1.8	0.37	0.31	0.13
2.0	—	—	0.14
2.2	0.53	0.44	0.13
2.6	0.66	0.51	0.09
3.0	0.74	0.53	0.20

穴の中心線の 2 等分點上の應力は級数の收斂が不充分なる故他の方法で求める (求め方省略)。

表 5 表 2つの穴の中心線の 2等分線上の引張強力

$\gamma$	$\lambda=0.15$	$\lambda=0.25$
0.00	0.56	0.14
0.05	0.58	0.17
0.10	0.63	0.25
0.15	0.70	0.36
0.20	0.77	0.50
0.25	0.84	0.65
0.30	0.90	0.74
0.35	0.94	0.84
0.40	0.97	0.91
0.45	0.99	0.95
0.50	1.01	0.99
0.55	1.01	1.01
0.60	1.01	1.02
0.70	1.01	1.03
0.80	1.01	1.02
0.90	1.01	1.01
1.00	1.00	1.01

(最上武雄)

水硝子に依るコンクリート養生法

“Curing Concrete with Silicate of Soda”  
By Sodium Silicate Manufacturers' Institute

水硝子養生法は 1918 年の夏テキサス州ダラス郡に於て初めて使用され其の後急速に普及し湿度の高低、寒暑の差、高度の著しく相異なるカナダ地方よりメキシコ灣地方に互つて使用されるに至つに。而して他の方法よりも長期に互り連続的に使用されてをる。かくて年々其の使用が増加し、コンクリート水硝子養生法は如何なる地方にも使用出来、又種々の配合のセメントにも又氣候や地質や氣温 120°F より結氷點迄の變化等にも關係なく養生の目的を達し得る事が證明され、濕土養生法其の他種々の養生法の代用として認められるに至つた。殊に何れの地方でも經濟的に得られ又不熟練工でも容易に行ひ得て然かも前記諸方法よりも良きコンクリートを得る事が出来る。

使用の容易、能率、經費の低廉など他の方法にありては單に其の中の一特徴を持つのみであるが、本方法は其の全要件を兼ね供へて猶其の上に無色、非侵蝕性、表面硬化薄膜成生等の特徴をも有してゐる。尙其の上

に水硝子は標準ポルトランド・セメント或は早凝結セメントの如くに作用し、又熱の吸収を最低限となし、或は體積變形を極少ならしめる。水硝子は決して道路面を滑か過る程には平滑ならしめない。又夜間に於て通行車に反射する様な表面仕上とはならない。

水硝子養生の仕様書 次の仕様書は水硝子製造業者協會の標準にして、合衆國道路局各州都市の道路技術者の採用してをる仕様書と一致してをる。

1. 水硝子 (Silicate of soda) の物理的並に化學的性質：水硝子は 60°F に於て 42.25°Be. の比重を有し、1 酸化ナトリウム (Na<sub>2</sub>O) 1 に對し硅土 (SiO<sub>2</sub>) 3.2 以上の比を有するものたるべし。
2. 水硝子所要量：水硝子はコンクリートの 1 平方碼に對して上記の成分を有するもの 1 ポンド以上を使用すべし。
3. 塗布の時期：コンクリート面を 24 時間濕りたる俵を以て適當に覆ひ、コンクリート打設の翌日水硝子を塗布すべし。塗布の際水硝子に水を混じ 36° ~ 37°Be. の比重に薄め、一様になる迄攪拌すべし。
4. 塗布：水硝子は俵を引き除きつゝ柔軟な纖維よりなる箒を以て、或は吹き付け法により新表面に一樣に塗布すべし。露出する新表面は常に 100 呎を超過せざる様に爲すべし。又雨天の日及び表面に水溜のある間に塗布すべからず。塗布後 6 時間以内に降雨あればコンクリート面を水硝子と水を同量で混合したる溶液を以て再び塗布すべし。

比重計の用法 比重計は夫が安定する迄水硝子溶液

第 1 圖 比重計

第 2 圖 等密溶液の準備



第 6 表 稀釋に對する水硝子の密度の變化

水 硝 子	水の容積比	Be の 値
3	1	35.00
4	1	36.25
5	1	37.25
6	1	38.00

の中に沈ませて観測する。比重計は決して突き込んで  
はならない。而して使用後綺麗に洗ひ直ちに乾燥せし  
めねばならない。天候の變化により比重も變化するが  
その變化は極めて小さいから道路工事に於ては考へる

必要がない。

**水硝子溶液の分析** 水硝子の分析は各會社共經驗か  
ら割出してゐる。故に分析には種々精巧なる技術を必  
要とする。分析に關する参考書としては R. C. Griffin  
著 “Technical Methods of Analysis” 2nd edition,  
1927, Scott 著 “Standard Methods of Chemical  
Analysis” 2nd edition, 1917 がある。

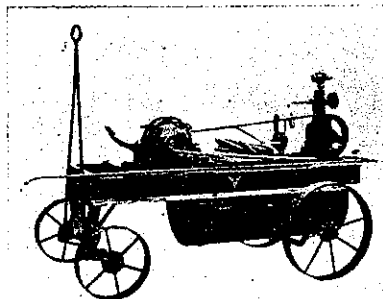
**コンクリート水硝子養生法の順序** (第 3 圖～第 11  
圖参照)

第 3 圖



1. 帶使用の場合に必要な道具

第 4 圖



2. 吹き付け塗布用の道具

第 5 圖



3. 塗布の爲に溶液を作る場合は水硝子液を 36°~37°Be  
或は水硝子 4 に對し水 1 の割合に薄める

第 6 圖



4. 工事が進むに従つて前方の板を取除く

第 7 圖



5. バケツに入れて適當なる場所迄運搬して置く、此の溶液はコンクリートと混合せずに  
表面に塗布する

第 8 圖



6. 常に等の前方に水硝子溶液を流しつゝ、塗布  
する

第 9 圖



7. 溶液を表面に平に帯でならす

第 10 圖



8. 空を使ふ代りに吹き付け法を行ふ

第 11 圖



9. 床版の場は土で覆ふよりも水硝子の溶液を  
以て塗布するがよい

注意： 箒と吹き付け口は使用後は水に浸して置かねばならない。

**水硝子養生法の特徴** 水硝子を使用すれば濡りたる土も甃も必要なく又其の後水を撒布する必要もない。水硝子は床版の表面を封じコンクリート中にある含有水の蒸発を防ぐ。

濕土を用ふる養生法は試験の場合にしか有効でない。如何とならば水の無き所とか特別の氣候で土を使用出来ない所などには他の方法を選ばねばならぬ。今日行なはれてゐる道路の養生に於ては 1 日に 1200~1800 呎もの長さを 10~20 日も續けて水を撒布せねばならない。従つて或る地方では 4 哩ものホースを必要とする。其の上 1 日に 3 回も水も撒かねばならない。他の適當な方法を用ふれば此の長いホースも勞力費も監督費も不要となり、その勞力費なり監督費を他の方面に使用出来て 10~20 日もかかる養生を 1 日のコンクリート打を以て終る事が出来る。

水の問題は道路建設を遅らせ種々の不都合を伴ふが、若し水を或る水道會社から買ふとすれば家庭用水を減じ或は又火災用水を減少し恐ろしい結果を來たさないとも限らない。かくて水を要せざる養生法が道路建設技術者の注意を牽くに至つた。種々の養生法を採用する際考慮すべき要點は最も其の地方に適した方法でなければならぬ事、張應力や壓應力に影響を及ぼさない事、床版に割れ目の出来ない事、床版の耐久力の減少しない事、又表面が剥れない事等であるが技術者は以上の點を具備し猶且交通の安全と建設の便及び費用の低廉なる方法を歓迎するものである。ある者は化學的混合物を使用する事に對してはセメントとの異なる反應を恐れる。或る者は酸性のものをコンクリートの表面に使用すると凹みが出来たり剥がれたり或はコンクリートが飽和状態にあり湿度が低い時に溶解する事を嫌ふ。又黒色或は暗黒色の表面被覆は日中に於て日光を吸収し夜は放射熱を放つ爲め使用出来ないと云ひ、又或る者は瀝青層は表面を圓滑にし過ぎアルカリ性の水を混じたる際は乳皮を生ずる事を指適し

てゐる。

此等の點に就いて水硝子は技術者を満足せしめるに足るものである。即ちその特徴を挙げれば

1. 水硝子は原則として硅質でありポルトランド・セメントを構成する礦物と同種であるから、それを害する様な作用がない。
2. 初期凝結の後表面養生法として使用せらるゝ爲、硅素はポルトランド・セメントの水和作用や結晶作用を速進させ或は妨害する作用がない。
3. 硅素の礦質と鋪裝表面の硬化性は凹みや剝脱性を減少する。
4. 無色の膜を形成する爲、容積變形を最少限度となし又龜裂及び表面變色を防ぐ。
5. 此の方法によれば水硝子はコンクリートの空隙を満たし硬化剤となり其の餘は表面を密封する膜を作る。
6. 空隙を満たす事は腐蝕の原因となる油の浸入を防ぎ、且地盤からの悪水浸入の因をなすも毛細管吸収を遮ぎる。
7. 水硝子使用の道路は開通後も變色せず又水硝子を使用した痕跡を留めない。

水硝子を使用すれば工事の進捗を速進せしめる。即ち只 1 回の塗布を以て養生を終了し 1 回の監督を以て足りる。水硝子養生法によればコンクリート表面に附着してをる粘土や腐蝕土或は植物質を見出し得る。又不充分なる含水や空隙の多いコンクリートを直ちに指適出来る。

次に 2, 3 の州に於ける現場試験の結果並に其の批評を述べる。

**オハイオ州** 1927 年にオハイオ州に於て種々の養生法に依るコンクリートの試験道路を造つた。最上の結果を得るには如何なる比重の水硝子を使用す可きか又何時塗布す可きかに就いて研究された。

コンクリートを打つて後種々の時間を經過したる新しいコンクリートに水硝子を塗布するとコンクリート表面の水分の量により其の擴る力に種々の變化を來たす。この表面水分は一層水硝子を薄くし其の比重を減少し稠度を減少する。水硝子溶液が餘り薄い時は横斷勾配により兩側に流れ寄る。オハイオ州規によれば

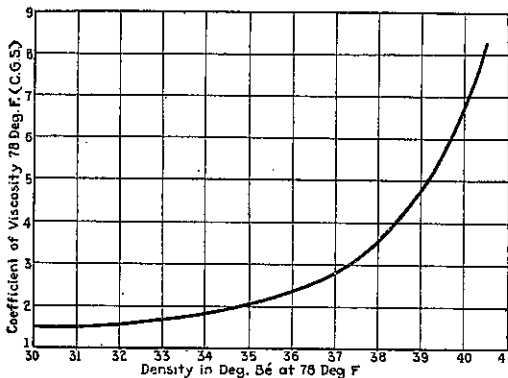
水硝子 3 に對する水 1 の容積比により混合したる溶液 1 封度を 1 平方碼のコンクリート表面に塗布する様になつてゐる。オハイオ州より供給したる水硝子は次の如き成分を持つてゐた。

比重 (60°F に於て):—42.6°Be,

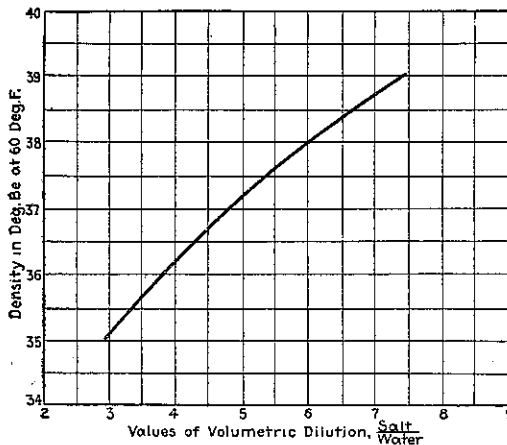
食鹽 (Na<sub>2</sub>O) とシリカ (SiO<sub>2</sub>) との比:—1:3.25

使用する時に前記の割合で薄められた結果比重は 35°Be. であつた。

第 12 圖 比重と稠度の關係



第 13 圖 比重と稀釋比の關係



第 1 試験に於てはコンクリートを充分覆ひ水を打つて絶へず濡らし翌朝水硝子を吹き付け法で塗布した。此の試験に於ては比重は 35°~37°Be. であつた。比重 35°Be. の水硝子溶液は 1 平方碼のコンクリート表面を覆ふに 0.77 封度を要したに對し 36°Be. では 0.90 封度を、37°Be. では 0.96 封度を必要とした。

第 2 試験に於てはコンクリートを充分に覆ふたが水を打たなかつた。コンクリートに人が上り得る様になるや否や覆ひを取り去り柔かい箆を以て水硝子を塗布した。此の場合の比重は 37°~42.6°Be. であつた。第 2 試験の何れの場合にも水硝子を塗布するや否やコンクリート表面の水分で薄められ水硝子は大部分兩側に流れ表面を充分覆ふ事が出来なかつた。

是等の結果からして同量の水硝子を以て充分なる覆ひをするにはコンクリートを打つた後翌日迄よく覆ふ事であり、水硝子は 36°~37°Be. の比重で塗布するが最も良いと云ふ事が知れる。

ジョージヤ州 濕土とカルシウム・クロライドと水硝子の 3 養生法に依る鋪裝コンクリート應力の比較をなした。何れの部分も新コンクリート表面を濡りたる箆を以て覆ふた。土の部分では翌日箆を取り去り約 2 吋厚の土を撒き 10 日間水を撒布して蒸氣を保たしめ 15~20 日の後土を取り去つた。カルシウム・クロライドの部分では翌日箆を取り去り 1 平方碼に 5/8 封度のカルシウム・クロライド粉末を以て覆ふた。水硝子の部分では箆を翌日取り去り 1 平方碼に就いて比重 42.5°Be. の 1 封度の水硝子を使用した。水硝子は表面を覆ふ爲に水硝子 3 に對し水 1 の割合で薄めた。

鋪設後 3~6 箇月の後供試體を 10 本づゝ抜き出した。試験片を 3/8 錐を以て穿つて見た。4 だけは米國道路局へ粉碎試験の爲に送つた。

此のコンクリートの砂利と砂は花崗岩のものを使用した。其の割合は 1:2:3/2 であつた。

6 箇月後に各部分の割れ目の検査を行つた。平均無瑕の長さを定めるに全長を割れ目の數と継手の數の和を以て割つた。其の結果は第 7 表に示す如くである。

第 7 表

Section Cured With	Length, Feet	Cracks, No.	Joints, No.	Average Slab Length, Feet
Earth and water ...	6,318	72	9	78
Calcium chloride ...	18,359	260	30	63.4
Sodium silicate ...	25,406	365	39	62.9

各部分の長さや地盤の良悪により無瑕の長さを餘り

第 8 表 各種養生法によるコンクリート舗装の耐圧強度

Bureau of Roads		Georgia Highway Board	
Height, In.	Unit Load, Lb.	Height, In.	Unit Load, Lb.
Calcium Chloride			
6.8	3,965	6.87	4,188
6.7	3,996	6.70	3,396
6.7	3,060	6.75	3,530
6.5	4,655	6.50	4,174
Average unit load 3,919		Average unit load 3,825	
Cured With Dirt and Water			
6.7	4,270	6.75	4,262
6.5	4,895	6.13	3,714
6.8	3,590	6.63	3,966
6.6	4,045	6.75	4,085
Average unit load 4,200		Average unit load 3,768	
Cured With Sodium Silicate			
6.5	4,740	6.87	3,690
6.0	3,811	6.13	4,322
6.25	4,140	7.00	3,400
6.0	3,485	5.75	3,987
Average unit load 4,044		Average unit load 3,768	
Average unit load of two averages above, 3,906			

重要視する事が出来ない。

各部分の表面に極く概算的試験を行つて見た。1つの重荷重を各部分数百呎づゝ引き摺つて表面の磨損する程度を検した。又各部分の小面積に就いて珪素煉瓦で摺つて見た。是れ等試験の結果よりすれば各養生法による表面は共に同様の抵抗力を持つてゐた。

耐圧試験の結果を第 8 表に示す。この試験片は 210 日経たものであり平均直径は 5.35 吋であつた。

第 9 表 各種養生法による舗装の破壊強度試験結果

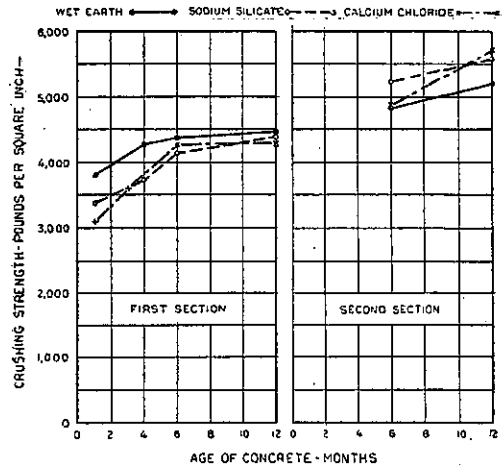
(その 1)

Slab No.	Method of Curing	Crushing Strength in Pounds Per Square Inch at —			
		28 Days	4 Months	6 Months	1 Year
1	Wet earth	3,260	4,485	4,620	4,485
2	"	3,700	4,140	4,510	4,335
3	"	3,830	4,530	3,180	4,570
4	"	3,995	3,330	4,060	4,310
5	"	4,320	4,260	3,630	4,770
6	"	3,850	4,375	4,435	4,585
Average		3,825	4,305	4,405	4,485
8	Sodium silicate	3,560	3,580	4,560	4,685
9	"	4,010	3,850	4,670	4,560
10	"	3,280	4,120	3,785	4,610
11	"	3,620	3,935	4,950	4,140
12	"	3,080	3,430	3,925	4,210
13	"	2,980	3,810	4,150	4,490
14	"	3,280	3,620	3,450	4,150
Average		3,400	3,765	4,210	4,406
15	Calcium chloride	3,095	13,040	4,027	4,694
16	"	3,960	14,075	4,635	4,415
17	"	3,085	13,350	4,346	4,112
18	"	2,985	14,085	4,247	3,986
19	"	3,135	13,635	4,542	4,432
20	"	2,450	13,720	4,480	5,198
21	"	3,085	13,525	3,958	3,581
Average		3,115	3,635	4,323	4,345

(その 2)

Slab No.	Method of Curing	Crushing Strength in Pounds Per Square Inch at —	
		(See Note) 6 Months	1 Year
12	Wet earth	3,633 (105)	4,441
13	"	5,930 (137)	5,389
14	"	4,993 (161)	3,917
15	"	4,927 (160)	4,953
16	"	5,373	5,179
Average		4,855	5,237
5	Sodium silicate	4,875 (98)	5,020
6	"	5,167 (97)	5,440
7	"	5,092 (118)	5,401
8	"	5,334 (117)	5,554
9	"	5,067 (113)	5,558
10	"	4,826 (112)	5,286
11	"	4,242 (111)	5,287
Average		5,364	5,604
1	Calcium chloride	3,701 (99)	4,077
2	"	4,975 (98)	5,200
3	"	4,630 (97)	5,342
4	"	4,727 (101)	5,275
17	"	5,050 (157)	4,672
Average		4,893	5,754

第 14 図 舗装より拔取りたる供試験の耐圧試験結果



全層筒を試験する前に石膏粉を以て帽子した。裸の試験片にはセメントを塗布した。試験片を石膏粉を以て帽子するとセメントで行ふよりも應力が減少する事は一般に知られてゐる。其の上層筒試験片は濡らして試験をなし裸試験片は乾燥したまま試験した。従つて異りたる帽子により試験成績も異つてゐるから此等 2 方法による成績を區別する必要がある。第 14 圖に於ける部分は各別にして其の應力変化を知る可きである。

第 10 表は舗装より抜き取りメリーランド大學に於て試験したる耐圧試験の結果を示したものである。此



第 10 表 メリーランド大學に於ける  
耐壓試験結果

Method of Curing	Crushing Strength in Pounds Per Square Inch at — (See Note)					
	28 Days		90 Days		90 Days	
	Group 1	Group 2	Group 1	Group 2	Group 1	Group 2
Wet earth	3,800	3,690	3,380	3,080	4,040	4,260
"	3,220	3,610	3,350	3,410	3,410	3,980
"	3,280	3,350	3,350	2,995	3,980	3,980
"	2,390	2,530	3,555	2,795	3,240	3,240
"	2,799	3,440	2,935	3,390	3,390	3,390
Average	3,090	3,245	3,315	3,100	3,920	3,920
General Average	3,170		3,205		3,920	
Sodium silicate	3,450	2,720	3,235	3,800	3,320	3,175
"	3,410	2,840	3,290	4,400	3,770	3,065
"	3,200	3,030	3,030	4,070	2,640	2,790
"	2,680	3,030	4,035	3,795	3,520	3,520
"	3,390	4,090	4,760	4,760	4,760	4,760
"	3,040	3,340	3,360	3,360	3,360	3,360
Average	3,185	3,005	3,600	4,130	3,880	3,880
General Average	3,095		3,865		3,380	
Calcium chloride	3,035	2,765	3,425	3,495	2,840	2,520
"	3,475	2,295	3,150	3,910	3,110	3,585
"	3,255	2,835	2,960	4,190	3,190	2,060
"	2,645	2,745	3,280	3,280	3,280	3,280
"	2,610	3,200	2,900	2,900	2,900	2,900
"	3,030	2,470	2,540	2,540	2,540	2,540
Average	3,005	3,720	3,045	3,495	3,230	3,230
General Average	2,865		3,045		3,230	

の試験成績よりすれば各 3 養生法によるコンクリートは殆んど同様の應力を出す事が判る。

(中谷茂壽)

鉄結合の弾性々質に就て

(J. Charles Rathbun, "Elastic Properties of Riveted Connections", Proc. A.S.C.E., Jan. 1935.)

序論 此の論文の目的は桁の標準鉄結合の試験から得られた data を記録し、又此の知識と鋼架構の解析とを結び付ける方法を示すに在る。此の試験に依つて結合の數種の型の剛度及び結合點の弾性の鋼構造に於る應力分布に及ぼす影響の概念を知る事が出来た。

所謂鋼架構の解法の“精確な方法”と云はれるものは總て水平部材と垂直部材とは剛結されてゐると云ふ假定に基いて居る。之は重大な誤を惹き起す處がある。部材の長さが應力に依つて變化しないと云ふ假定とは異り、結合の弾性に依る影響は解析者自身に依つて決定せられる事なく、解析が出来ると爲に必要な常数は試験に依つて之を求めねばならない。

此の問題に關する文獻は殆ど見出されない爲、試験を行つたのである。試験機の能力に依つて供試體の大き

が限られた譯であるが、此の實驗の結果からより大きな場合の類推を行ふ事は可能である。

第 1 章は試験報告で、第 2 章は此の應用である。

第 1 章 鉄結合の物理試験

供試體 此の試験に用ひられた供試體の鋼材の物理的性質は第 11 表に示すが如くである。

第 11 表 鋼材の性質

供試體 符號	應力 kg/cm <sup>2</sup>	伸率 %	減少率 %	化学分析 %			
				P	Si		
H-110...	167	41 200	61 340	30.0	53.1	0.014	0.037
G-22...	101	43 220	60 540	30.0	61.4	0.014	0.030
G-16...	83	42 540	60 420	28.7	56.9	0.016	0.032
G-15...	99	41 950	59 470	28.7	59.1	0.015	0.034
S-24...	105.9	45 860	64 640	27.5	50.2	0.013	0.031
S-18...	54.7	44 810	58 980	27.5	54.0	0.016	0.043
S-8...	18.4	39 840	62 320	26.2	55.6	0.014	0.042
S-6...	12.5	44 000	64 800	27.5	60.0	0.017	0.032
I-12...	31.8	47 120	62 900	26.2	58.25	0.018	0.036

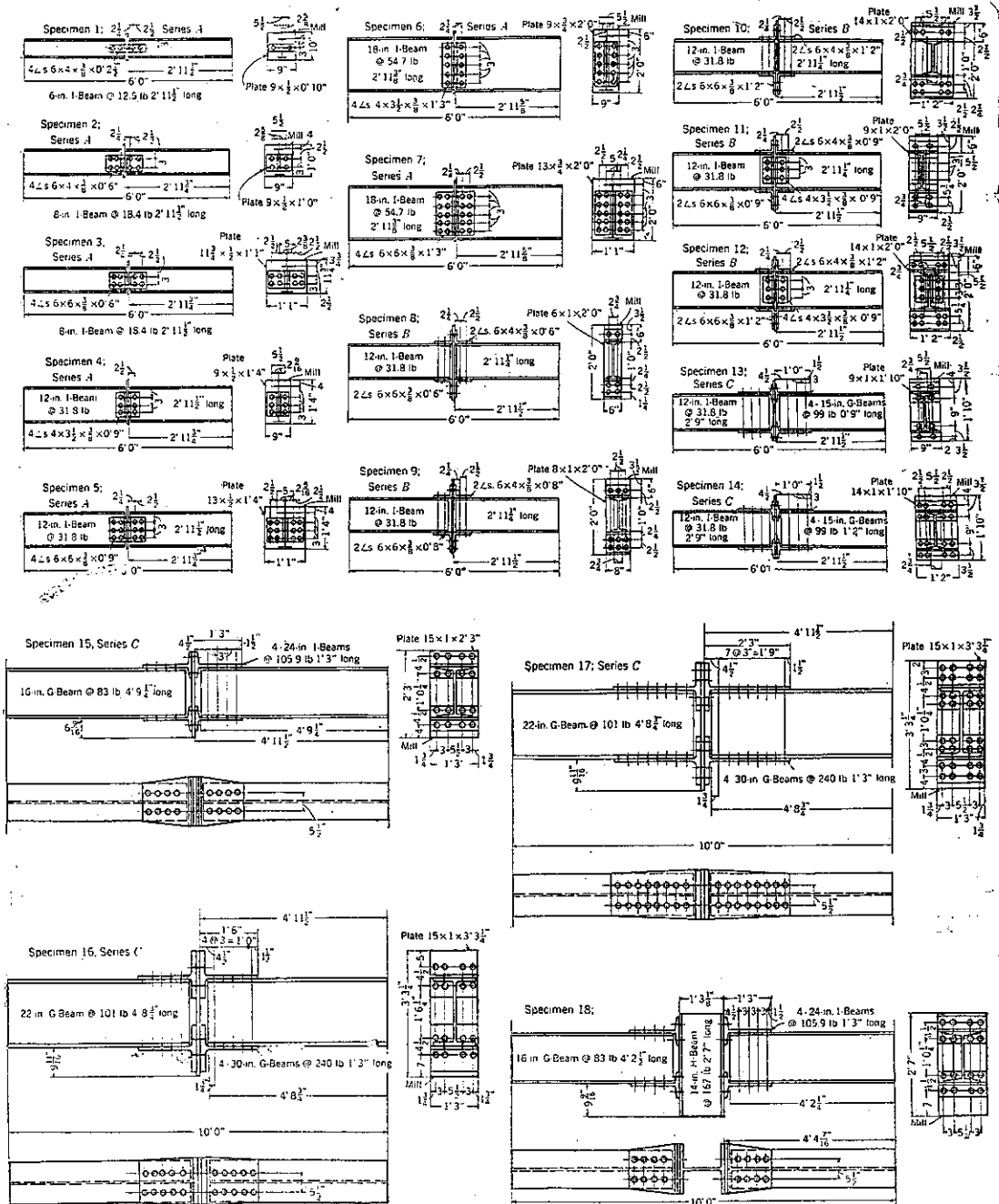
試験を行つた供試體の数は 18 箇であつて、之を 3 種に分つ事が出来る。即ち A 種は第 15 圖の 1~7 であつて、2 箇宛の山形鋼に依つて中央鉄を挟んだ結合である。B 種は第 15 圖の 8~12 の工形鋼の上下に山形鋼を有する結合である。最後に C 種は第 15 圖の 13~17 の上下に工形鋼の切片を有する結合である。供試體 18 は柱の影響を知る爲の特殊のものである。A 種及び B 種の鉄径は  $\frac{7}{8}$  吋、C 種は 13, 14 以外は 1 吋である。

各供試體は中央に鉄を有し、之に荷重をかけ、工形鋼の兩端に於て支へてゐる。従つて中央に荷重を有する單桁となり、剪斷力及び曲げモーメントを容易に知る事が出来る。

A 種は曲げモーメントに抵抗せしめる爲の結合ではなく、通常絞と考へられるものであるが、實際上幾分の弾性を有して居る。B 種は A 種よりも剛度が大である。通常、此の場合工形鋼の上下に山形鋼を用ひず片方にのみ用ひられるのであるが、試験の便宜上對稱としたのである。

試験法 試験は必要な荷重が 60 000 lb 以下の場合には能力 60 000 lb の螺旋機を用ひた。載荷速度は 00.5 吋/秒である。荷重が 60 000 lb より大きい場合には能力 300 000 lb の水壓機を用ひた。試験中、中央鉄の端支

第 15 圖 鋼 結 合 の 供 試 體



縦徑 7/8 吋, A 種 1~7, B 種 8~12, C 種 13 及 14 縦徑 1 吋, C 種 15~17

點に對する撓みを記録した。之に依つて荷重の増加及び試験を中止すべき時間を數字的に知る事が出來た。

等布荷重を受けた單桁の撓みが支間の1/360の場合、桁端の廻轉角は約 0.009 rad. であるが二、三の場合に試験機の能力が不足だつた外は、撓みが之を超過する迄試験を續けた。

**破壊の状態** A種の場合には鉄又は工形鋼に大きな疲労なしに山形鋼が非常に變形した。従つて可成りの角變化を生じても、剪斷抵抗を餘り減少しない事を知る。

B種の場合には應力が工形鋼に集中せず、下の山形鋼又はその鉄に丈集中する様に思はれる。従つて山形鋼の厚さを増加する事に依つて此の結合の剛度を大きくする事が出来る。

C種の場合には抗張鉄の切れる時と抗剪鉄の切れる時と2つの場合がある。供試體 13の場合には鉄は張力に依つて破壊されたが、抗剪鉄も可成り疲労した。供試體 15は剪斷力に依つて破壊したが、張力に依る鉄の變形が認められる。又供試體 14に於ては工形鋼は剪斷に依る龜裂を生じ、張力の影響が認められなかつた。

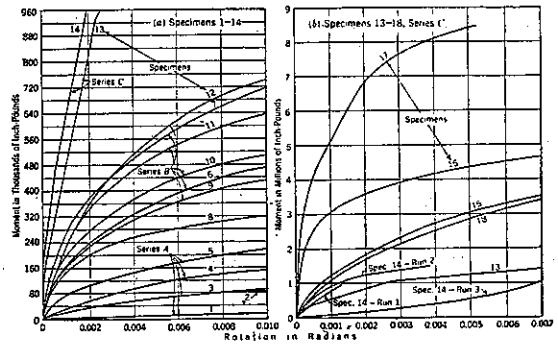
供試體 18は非常に複雑な破壊をしたから供試體 15と比較する事は困難である。柱材の方が先に疲労し、張應力の分布は中央鉄に於て大に、外側鉄に於て小である。柱の長さが短かつた爲、可成り長い柱の影響を正しく示してゐるものとは云へない。

供試體 15, 16 及び 17の場合には、供試體が挫屈する傾向があつた。それで供試體に縮剛山形鋼を取付け、又供試體の兩側に山形鋼をボルト締にして、之を建物に緊張せしめた。但し之に依つて供試體の廻轉を妨げる事のない様注意した。

**試験の結果** 各結合に於ける桁の中央鉄に對する廻轉角は、各試験に於て左側及び右側の兩結合の各々に就き、工形鋼の左右に於ける1箇宛の讀みをとつた。即

ち3組からなるのである。廻轉角は radian に依つた。即ち正切に等しい。曲げモーメントは in-lb で示した。此の曲げモーメント及び廻轉角の關係、即ち結合の彈性曲線を第 16 圖に示す。圖に見られる如く大體形が同じであり、降伏點を有して居ないのが特徴である。

第 16 圖 結合の彈性曲線



次に剪斷の影響を見る爲に、各試験に於て剪斷に依る應力歪曲線を得る様努力した。A種、B種に於ては思はしい結果が得られなかつたが、C種に於て興味ある data が得られた。C種は特に剪斷に對し用意されていないが、案外剪斷に堪へるものである。

## 第 2 章 架構への應用

**序 論** 架構の解析に及ぼす結合の彈性の影響を簡單に考慮する爲に、架構解析の二三の方法の主要公式を敷衍して、此の公式中に彈性に對する項を含ましめる様にする。

茲に注意すべきは第 1 章に於て得た、曲げモーメント廻轉角曲線は殆ど直線のものがない事である。従つて結合の彈性を含む公式中に代入する場合に、結合に於けるモーメント又は廻轉角に勝手な値を假定し、此の結合のモーメントを計算したる後、始めの假定と比較し、誤差を補正する事が必要となる。即ち第 1 章に得た曲線が方程式で表せないから、驗算法を行はねばならないのである。

**撓角撓度法** 先づ第 1 に剛結合の場合の、任意の桁

AB に対する公式をしるせば

$$M_A = 2E \frac{I}{L} (2\theta_A + \theta_B - 3\alpha) - M_{CA} \dots (1)$$

及び  $M_B = 2E \frac{I}{L} (2\theta_B + \theta_A - 3\alpha) + M_{CB} \dots (2)$

となり、右端が絞の場合には

$$M_A = 3E \frac{I}{L} (\theta_A - \alpha) + \frac{3A\bar{x}_1}{L^2} \dots (3)$$

次に弾性結合の場合には、(1) 及び (2) 式は

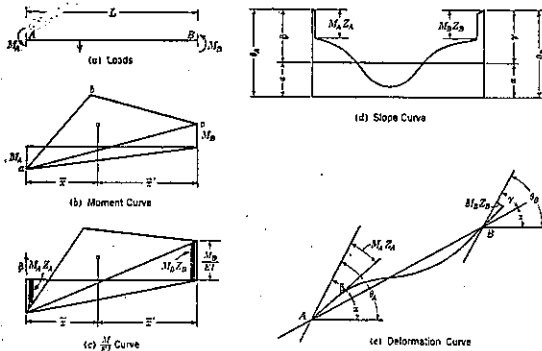
$$M_A = 6EI \frac{2I_{2B}(\theta_A - \alpha) + I_1(\theta_B - \alpha)}{4L_{2A}L_{2B} - L^2} - M_{CA} \dots (4)$$

及び

$$M_B = 6EI \frac{2I_{2A}(\theta_B - \alpha) + I_1(\theta_A - \alpha)}{4L_{2A}L_{2B} - L^2} + M_{CB} \dots (5)$$

となる。茲に  $L_2 = L + 3EIZ$  であり、 $MZ = \theta_M$  である。

第 17 圖



$M_{CA}$  及び  $M_{CB}$  は両端固定又は弾性結合の場合の桁に於ける外力に依る端曲げモーメントである。剛結合の場合には

$$M_{CA} = -\frac{2A}{L^2} (2L - 3\bar{x}) \dots (6)$$

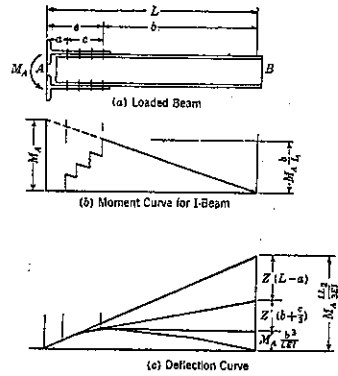
及び  $M_{CB} = -\frac{2A}{L^2} (2L - 3\bar{x}_1) \dots (7)$

であり、弾性結合の場合には

$$M_{CA} = -\frac{6A}{L} \times \frac{2I_{2B}\bar{x}_1 - I_1\bar{x}}{4L_{2A}L_{2B} - L^2} \dots (8)$$

及び  $M_{CB} = -\frac{6A}{L} \times \frac{2I_{2A}\bar{x} - I_1\bar{x}_1}{4L_{2B}L_{2A} - L^2} \dots (9)$

第 18 圖



$L_2$  及び  $L_1$  の計算 (第 18 圖)

$$L_2 = L + 3EIZ \quad \text{及び} \quad L_1 = \frac{1}{3}(2L_2 + L)$$

であるから、 $L_2$  及び  $L_1$  は

$$L_2 = L - 3e \left(1 - \frac{e}{L}\right) + \frac{bc}{2L^2} (3b + c) + 3EIZ \left(1 - \frac{a}{L}\right) \dots (10)$$

及び  $L_1 = L - 2e \left(1 - \frac{e}{L}\right) + \frac{bc}{L^2} \left(b + \frac{c}{3}\right) + 2EIZ \left(1 - \frac{a}{L}\right) \dots (11)$

となる。之を簡単にすれば

$$L_2 = L + 3EIZ - 3e \dots (12)$$

及び  $L_1 = L + 2EIZ - 2e \dots (13)$

半固定桁 両端弾性結合にして等布荷重を受けた場合を解く。先づ

$$A = \frac{1}{12} wL^3, \quad L_{2A} = L_{2B} = L_2, \quad \bar{x} = \bar{x}_1 = \frac{L}{2}$$

であるから、(8) 及び (9) 式から

$$M_{CA} = M_{CB} = -\frac{6wL^3}{12} \times \frac{(2L_{2B} - L) \frac{L}{2}}{4L_2^2 - L^2} = -\frac{wL^3}{4(2L_2 + L)} = -\frac{wL^3}{12L_1} \dots (14)$$

となる。支間中央の曲げモーメントは

$$\frac{1}{8} wL^2 + M_{CA} = \frac{1}{8} wL^2 - \frac{wL^3}{12L_1}$$

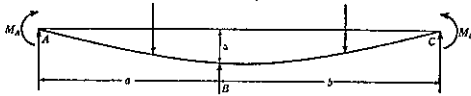
$$= \frac{1}{8} wL^2 \left(1 - \frac{2L}{3L_1}\right) \dots\dots(15)$$

**3 モーメントの定理** 3 モーメントの定理は剛結合の場合には

$$\frac{L_a}{I_a} M_A + 2 \left( \frac{L_n}{I_a} + \frac{L_b}{I_b} \right) M_B + \frac{L_b}{I_b} M_C + \frac{6A\bar{x}_a}{L_a I_a} + \frac{6A\bar{x}_b}{L_b I_b} = 6E\Delta \left( \frac{1}{L_a} + \frac{1}{L_b} \right) \dots\dots(16)$$

の式で現はされる。(第 19 圖)

第 19 圖



次に弾性結合の場合を示せば

$$\frac{L_a}{I_a} M_A + 2 \left( \frac{L_{BA}}{I_a} + \frac{L_{BB}}{I_b} \right) M_B + \frac{L_b}{I_b} M_C + \frac{6A_a\bar{x}_a}{L_a I_a} + \frac{6A_b\bar{x}_b}{L_b I_b} = 6E\Delta \left( \frac{1}{L_a} + \frac{1}{L_b} \right) \dots\dots(17)$$

となり、第 2 項が違ふのみである。

**モーメント配分法** 架構解折のモーメント配分法には 3 つの式群が必要である。即ち

(1) 桁の両端が固定された場合。荷重に依つて生ずる両端の曲げモーメント。

剛結合の場合は (6) 及び (7) 並に (3) 式の第 2 項。

弾性結合の場合は (4) 及び (5) 式

(2) 他端に加へられた曲げモーメントに依つて生ずる端の曲げモーメント。

剛結合の場合の傳達係数は 0.500。

弾性結合の場合の傳達係数は  $\frac{L}{2L_{2B}}$  である。

(3) 1 端の曲げモーメントに関する桁の剛度。

剛結合の場合  $\theta_A = \frac{M_A L}{4EI} \dots\dots(18)$

$$\theta_B = \frac{M_B L}{4EI} \dots\dots(19)$$

弾性結合の場合  $\theta_A = \frac{M_A}{3EI} \left( L_{2A} - \frac{L^3}{4L_{2B}} \right) \dots\dots(20)$

$$\theta_B = \frac{M_B}{3EI} \left( L_{2B} - \frac{L^3}{4L_{2A}} \right) \dots\dots(21)$$

**結論** 第 1 章に述べた試験は 3 つの異つた型の結合の弾性々質を與へるものである。A 種は作用状態よ

り可成り上に於て、剪斷に抵抗する能力を減少する事なしに、山形鋼に依つて變形し得る。B 種は此の性質が遙に少いが、作用範圍に於ては變形し得る。A 種及び B 種の變形は鋸又は主材の降伏に依るのでなく、山形鋼の降伏に依るものである。C 種は可成り剛度が大である。之等の破壊の状態は細部の設計に依り異なるものである。

第 2 章は結合の弾性を考慮した時の架構の解析法を示すものである。即ち“部材の換算長”  $L_2$  及び“桁の換算長”  $L_1$  を用ひて、二、三の解析法に對する公式中に導いた。

(奥田秋夫)

**水締め土堰堤の現場試験法**

(E. A. Rowe. "Field Testing Devices for Hydraulic Fills" E. N. R. Jan. 31, 1935.)

El Capitan 堰堤は石詰め及び水締めの方方法によるもので現左 California 州の San Diego 市によつて築設されてゐる。E. N. R. July 13, 1933 p. 33 に故 H. N. Savage 氏が此の堰堤の設計及び施工に就て述べてゐる。San Diego 市は堰堤の築設と共に之に使用される土砂等の物理的試験をなさんとし完全な實驗室を設けた。此の實驗室で各種の材料に就て色々使用前及び使用後の機械的分析試験が行はれたわけである。即ち心壁材料の比重空隙率並に各材料の水の滲透率測定などである。是等の試験は J. Y. Jewett 氏指導のもとに責任を以て注意深く精密に行はれ、H. N. Savage 氏の好意により其の結果は何時も請負契約者の方で利用することが出来た。此の實驗室は堰堤から 30 哩離れた San Diego 市にあるので普通の實驗方法に従つて精密に測定してからやるとなると相當時日を要することとなる。故に若しこの測定方法が工事を進めながら現場で直ぐ行へるものならば請負契約者も工事を随分とはかどらせる事が出来るに相違ない。著者は此の點に鑑み手近にある材料で

造られる簡単な装置を考案した。之を使用すると試料を採取してから数分内に正確な判断を下し得られる。

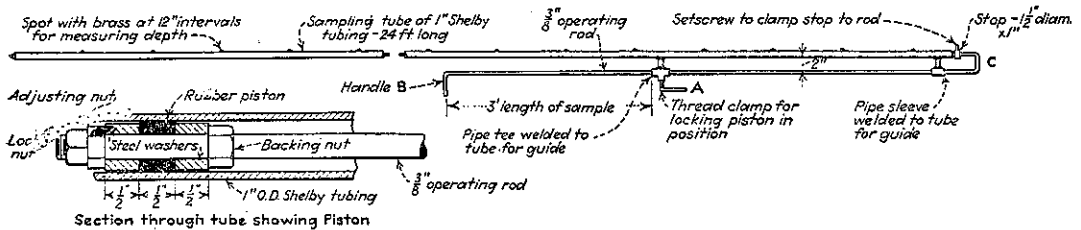
試料採取の方法 最も重要なことは心壁の性質と状態とを知ることである。

之がためには先づ色々の深さに於ける材料見本を得ることが必要である。工事の初めには色々と試料を取る道具を作つて見たが何れも満足と言へぬものばかりだつた。大抵の場合試料が混合錯雑してしまひ堰堤にあつたと同一状態を示した儘では得られなかつた。又どの道具も使用に當つて時間がかゝり骨が折れたり多少の不満があるので著者は第 20 圖のやうな試料採

居る位置にハンドル B が達する迄外管を心壁材料中に押し込む。次にクランプ A を再び締め管を湛水池から引き抜く。それから管を水平に横へ C と印してある桿の U 字端を括りクランプ A を弛めピストンが管の端に達する迄管を押し戻すと試料が得られる。使用後は護謨のピストンが弛んで来るので之を働桿の下端の調節ナツでびつたりと緊密にさせておくことが出来る。

含水率試験法 El Capitan 堰堤の心壁材料の固まり具合は 6 封度の錘を湛水池に沈下させそれが静止する迄の深さを測る普通の方法によつて決めてゐたが此の方法は唯單に或る時とそれより以前の時との固ま

第 20 圖 試料採取装置

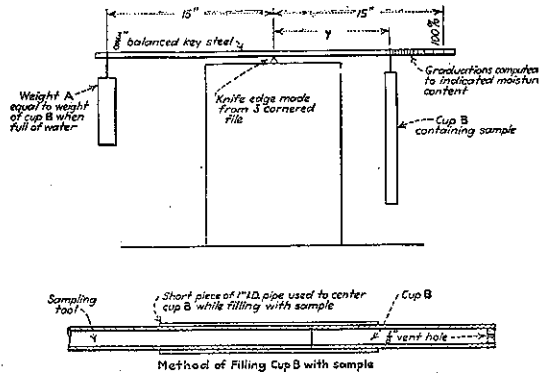


取管 (Sampling tube) をこしらへて見た。此の道具は取扱ひが簡単なばかりでなく製作も容易で其の上心壁から取つた試料を少しも混乱させず速かに採取出来る長所がある。穿孔は勿論採取管の管の長さに制限されるがその範囲内ならば心壁のどの位置にでも又どんな深さにでも望み通り穿たれる。之が作られてから San Diego 市の技術者も 請負契約者も全く之のみ使用し、El Capitan 堰堤の心壁から 3000 以上の試料を取つてゐる。

試料採取管の使用に際しては元づ働桿 (Operating rod) を第 20 圖に示すやうな位置に引き下げクランプ A を締めて管の下端にピストンを支へるやうにする。之は擴大圖に示されてある。次で採取管を築堤の頂の湛水池中に沈下させ所要の深さに達せしめる。その深さは管に附いてゐる眞鍮のポツ (spot) で指示されてゐる。それからクランプ A を弛め且働桿のハンドル B を定位位置にをきながらクランプ A が示して

り具合の比較に役立つのみである。一流の権威者は固まり具合と安定さを示す最もよいめやすは各深さの心壁材料の含水率と空隙率とを測つて得られると言ふてゐる。著者は之に對してかなりの正確さで容易に且つ速かに測定する装置と方法を考案した。此の方法は固体の比重に基いてゐる。San Diego 市の技術者は實驗室で幾度となく El Capitan 堰堤の心壁材料の比重を測つてゐたが、其の研究結果によると比重は殆ど一定で最低値の 2.27 から最大値の 2.78 の範囲内にある。よつて装置は比重を 2.75 として含水率と空隙率を決めるやうに設計してある。上述のやうに一定の比重を有する物質に對しては 2.75 の定數を用ひても大した誤りがない。その装置は第 21 圖に示す通りである。之は試料採取管を作る時に用ひたと同様の半徑を有する長さ 8 時の Shelby Tubing の一つをコップとして使用するため試料採取管の一端にねじで挿し込んだものである。コップの底には小孔が穿たれてゐる。

第 21 圖 含水率及び空隙率測定装置



て試料を移す時の排気孔たらしめた。心壁材料は上述の試料採取管で採取された。此の試料を管から取り出すには先づ試料採取管の外径よりも稍々大きな内径を有する短管を端に嵌める。次にコップ B を此の大きな管の中に挿し込み採取管の先端に接するやうにする。それから採取管の鋸棒を静かに押し下げ試料がコップ B の中に這入るやうにする。コップ B が一杯になった時管の口先を平らに打ちならし小さな排気孔が心壁材料で詰まるやうにする。次に鋼鐵製螺旋の吊り下げを管につけ第 21 圖に示すやう秤にかける。此の秤は長 32 吋、断面 3/8 吋平方の角鋼で全體一樣の断面を有してゐる。尙此の角棒の中心から兩側へ 15 吋のところの上面には夫々少しばかりの缺口が切られてある。ナイフエッジは三稜錐を磨いて造つた。此の秤の一端にはコップ B に水を入れて測つた目方と丁度等しい錘り A を吊り下げ他の端には前述のやうに試料で一杯になつたコップ B を吊り下げるのである。コップが吊るされてゐる側には目盛りが刻まれてゐて、それで試料の含水率が直ちに讀まれることになつてゐる。此の目盛りは次の式から容易に計算出来る。即ち

- W: 水で満たされた時のコップ B の目方=A の目方
- W<sub>1</sub>: コップ B が空虚の時の目方
- V: コップ B の内容積
- x: 試料の容積, 2.75: 試料の比重
- a: 水の單位容積の重量

$$15 W = y(W_1 + 2.75 ax + aV - ax)$$

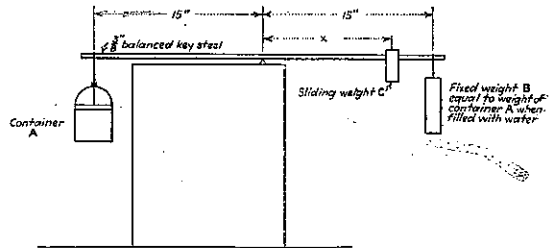
$$= y(W_1 + 1.75 ax + aV)$$

$$\therefore y = \frac{15 W}{W_1 + 1.75 ax + aV}$$

著者は上述の方法を用ひて得た結果と従来の目方や蒸發を測つたりして決める方法によるものと對照して見たところ其の結果差は僅か 4% を出でず恐らく之は試料採取の場合生ずる誤差よりも少いものであらうと考へてゐる。

篩分析法 第 22 圖は著者が心壁材料の篩分析法に製作した装置と方法とを示したものである。此の方

第 22 圖 篩分試験装置



法により各異なる篩を通る目方の割合が數分間で決められる。市の實驗室で行つた標準方法によるものと對照して見ると 2~3% の差があるのみで然もこの様な違ひは試料採取の場合にはすぐ起り勝ちのものであることを考へると問題ではない。此の方法によると分析のため必ずしも一定量の材料を必要としない。圖に示す装置では試料が 1.6 合位もあれば充分良い結果が得られる。試料は第 20 圖の試料採取管を使用して取るのである。次で第 22 圖の容器 A に入れる。此の容器は短い管で約 1 吋直徑の圓い瓶形の蓋のある果物壺(容積約 3.2 合)を利用して造つた。此の圓い蓋と短い管とを使用した目的は内部の空氣をすつかり排除して正確に容器に水を充たさんがためである。試料を容器に入れてから圓蓋をねじ込み更に幾らかの水を注ぎ込む。それから充分飽和するやうに揺り動かしてその後又水が頂に達する迄注ぎ込む。そうして其の容器を前に述べた秤に吊り下げる。

又此の秤りの他端には容器 A を水で満たした場合の目方に等しい錘り B が中心から測つて容器 A と等しい距離のところ吊られてゐる。この錘り B と同じ側に又錘り C がある。

著者の使用したこの錘り C は 1 吋平方の長 2 吋のものである。中央に四角な孔がくり抜かれてゐて秤桿の上を滑り動けるやうになつてゐる。試料のはいつた容器と錘り B が前述のやうに吊り下げられた後錘り C を前後に移動させて秤が平衡状態となるやうにする。こうして平衡になつた時中心から錘り C までの距離  $X$  を測つてをく。次に試料を容器 A から出して所定の大きさの篩に通すのだがそれには細かいものも洗ひ去られるやう一寸強い射出水をかけるのが良いやうである。それから篩に残つた材料を再び容器 A に入れ水で満たす。唯此の際注意せねばならないことは此のやうに移し換へをする時に篩から洗ひ去られるものゝ外は絶対に流失させぬ様にすることである。水で満たした容器 A を再び秤にかけ錘り C を移動して平衡させその時の距離  $X$  を測る。その距離  $X$  と最初に測つた距離  $X$  との比率が篩に残つた材料の重量比となる。唯此の方法で誤りを起すかも知れないと思はれるのは洗はれて残つた材料の比重が篩分ける前の試料の平均の比重と異つてゐるかも知れないといふ點である。

(岡崎三吉)

### ピトー球による流量測定

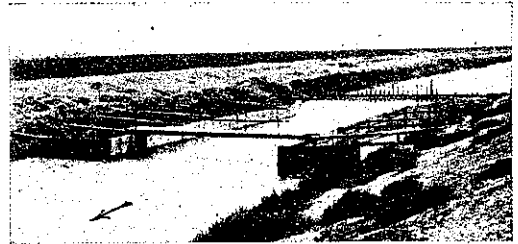
(Dipl.-Ing. J. Lalive "Measurement of Water by means of the Pitot Sphere." Water & Water Engineering, March 1934, p. 101-105.)

低圧ポンプ場に於ける、大排水量を正確に測定する事は非常に困難である。普通の流速計や測定用堰を使用して相當正確な價を出すには、その爲に特に多額の費用を投じて測定用の構造物を作つて置かねばならぬ。即ち、例へば堰による流量測定は堰全長に亘つて、等速の場合で無ければ正確と云へないから、堰に達する迄の水路を直線にし、滑かな平行の側壁及び水平の

底を作るとか、或ひは格子を作り、流れを規則的のものとしなければならぬ。又堰から溢流せしめる爲には落差が必要であるから、堰より上流の水位は上げる様にしなければならぬが、ポンプの使用状態で常にはそう出来ない場合があるかもしれない。

一方流速計による方法に就ても色々缺點があり使用する場所の流れが定流で、且つ相當の流速がないと正確な價は出ぬ。ポンプ場の吸水室、排水路に、往々ある流速過小の時とか、渦流其他不規則な運動をしてゐる流れでは測定の正確さは甚しく減ずる。故に斯の如き取水路、排水路に於ては水路幅をかなり長い區間狭くして相當の流速を出す様に、一般に工夫してゐる。第 23 圖はエジプト南部の或排水場の取水路に最近用ひた構造を示すものである。

23 圖 エジプト南部の或排水場の取水路



さて以上述べた在來の流量測定の缺點は今述べんとする方法に於ては消滅するのである。それはズルツァー商會 (Sulzer Brothers) で最近試みた方法で非常に正確且使用法簡便で將來大いに利用される事と思つてゐるが、所謂ピトー球を使用して流速と流速方向とを測つて流量を出す方法である。

使用條件としては、只測定断面に於ける流れが定流であればよく、測定位置の上流又下流に彎曲部があつても、或ひは蝶弁があつても、その爲に測定の正確さを減ずる様な事は無いのである。流速は他の點と異つても良く、又平行でなくてもよい。この特徴は測定個所の限定されてゐる場合に有利である。只慾を云へば、直線部分の管に直角な断面に就て測定するが良い。併し、是も必要とあらば、先細になつてゐる部分に於て

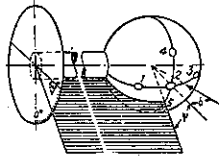


も、曲管の所でも差支へない。

流速が判ると排水量は  $Vds$  の合計として出る、 $V$  は流速方向量、 $ds$  は測定位置の微細面積。流速の方向を測るのは微細面積に垂直な流速量を必要とするからである。

バン・デル・ヘーゲ・チイネン (Van der Hegge Zijnen)<sup>(1)</sup> のピトー球は第 24 圖に示すもので直径 12 mm の球に 5 個の孔が在り、この 5 個の點の壓力を測定比較して流速及び流速方向、更に静水壓を求めるものである。使用法はごく簡単にして、先づ装置を水中に入れ、第 24 圖中の 2 の孔を、水流に向けて測定個所に止める。球は軸の周りに廻轉し 4, 5 の孔に於ける水壓が等しくなると止る。その時に 1, 2, 3 を過る子午線面と定平面とのなす角  $\delta$  及び 1, 2, 3, 4 の孔の

第 24 圖 ピトー球



水壓  $h$  を測定する。

次にこの測定値より角  $\delta$ 、流速  $V$ 、静水壓  $p$  を計算する。

先づ  $K_{1234} = \frac{h_1 - h_3}{h_2 - h_4}$  を計算し第 25 圖の  $K_{1234}$  曲線より角  $\delta$ 、即ち球の赤道面と流速方向とのなす角を求める。従つて  $K_2$  曲線より  $K_{24}$  を求めると  $K_{24} = (h_2 - h_4) / \frac{\delta}{2} V^2$  ( $\delta = \frac{\gamma}{g}$  で流體質量) の関係があるから

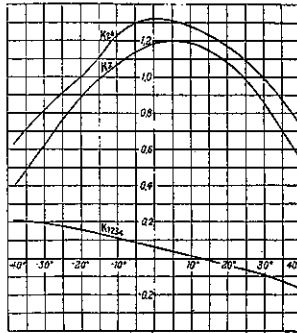
$$V = \left( \frac{h_2 - h_4}{K_{24} \frac{\delta}{2}} \right)^{\frac{1}{2}} \text{ から } V \text{ が計算出来る。}$$

静水壓を求めるには一般に  $K_n$  曲線より  $K_n$  を求め

$$K_n = \frac{h_n - p}{\frac{\delta}{2} V^2} \text{ なる関係より求めるのであるが、}$$

第 25 圖では  $K_2$  曲線があるから、夫れによれば  $p = h_2 - K_2 \frac{\delta}{2} V^2$  である。このピトー球使用の流量測

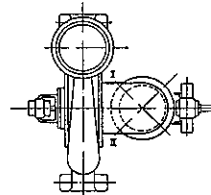
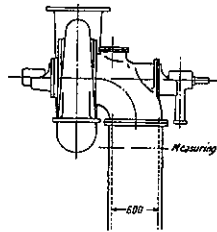
第 25 圖 ピトー球の目盛曲線



定は最初にヴァインテルフル (Winterhur) のズルツァー工場試験所で行ひ、平均流速毎秒 3 m の低壓渦巻ポンプの吸水管に取付けて實驗した。

このピトー球はベルリンの R. Fuess 商會製作にかゝり、ゲッテンゲン航空研究所 (Aerodynamic Institute Göttingen) で檢定し、更に最近再びチューリッヒのスイス工科大学航空研究所 (Aerodynamic Institute of the Swiss Federal Technical University, Zurich)

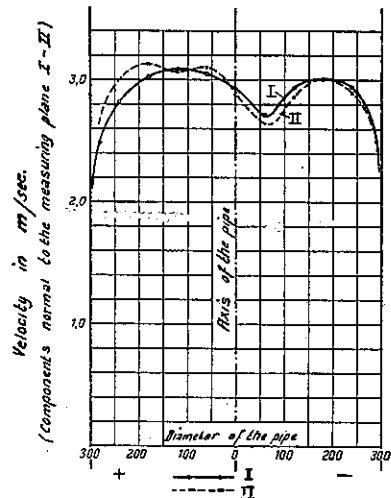
第 26 圖 吸上管の流速測定装置



で檢定したものである。第 26 圖に示す如き管徑 600 mm 接手から 300 mm の所に装置し、直交する 2 つの線上を 60 mm づゝの間隔で測定した。壓力は水銀壓力計で測り、實驗時間は 1 時間 30 分を要したが、その間の排水量は一定とし、或時間毎に度盛りした堰で調節した。

第 27 圖はその時の各測定面に垂直な流速分と管内の位置との關係を示す。之により等速線を入れると

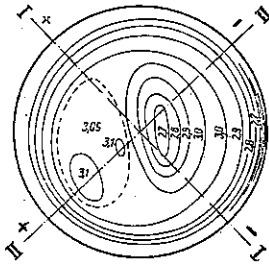
第 27 圖 流速と管徑との關係



(1) Proceeding of the Royal Academy of Science, Amsterdam, Vol. xxxii, No. 5, 1929.

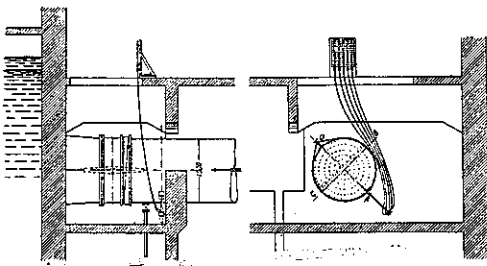
第28圖となる。かくして各環状面積  $dF$  に對する平均流速  $V_m$  は十分正確に求められ、従つて全排水量も  $V_m dF$  の總和として求められる。この時のピトー球による測定と測定用堰によるものとの誤差は

第 28 圖 Isotaches



1% に過ぎなかつた。是は實驗した場合の如き特殊な時としては、十分満足すべきものと思ふ。實驗にて好結果を得た爲に是を現場に應用せんとし第23圖のポンプ場に装置した。このポンプ場に於ては從來流速計を吸水口に置いて測定してゐたが、渦流の爲正確な値を得られなかつた。又第23圖の流入水路中、幅を狭めた所に置き、數種の流速計を使用して見たがポンプ1臺しか動かさない時は平均流速が餘り小さくてやはり満足の結果を得られなかつた所である。ピトー球を使用して始めて是等の困難は無くなり正確な測定が出来た。第29圖、第30圖は蝶弁室に取付けた装

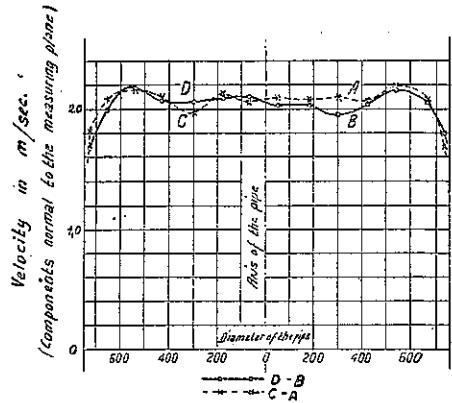
第 29 圖 第 30 圖  
放出管に於ける流速の測定装置



置を示したものでこの點が最も測定に都合よき點であつた。辨の前 400 mm の所で、2つの直交する直径上を各 120 mm 間隔で測定した。管徑は 1500 mm、平均排水量は毎秒 3.5 m<sup>3</sup>、又ピトー球各孔の壓力は水柱壓力計で測り排水量計算は前述の方法によつた。第31圖はその時の結果である。

是等の結果よりピトー球はポンプ、水車等の流量決

第 31 圖 第 29 圖に於ける測定面の流速の性質



定には好適で、明かに少くとも流速計より不正確な事はなく、しかも平行でない流水による誤差は無くなり、どこでも都合よき場所から測定出来る特徴を持つてゐるのである。

更にこの装置は低壓ポンプに容易に取付けられる、即ちピトー球を入れるには徑 3/4 吋の孔を管にあればよい。普通の流速計では徑 100 mm の孔が必要でありその爲に工作上色々の困難が伴ふのである。更に次の利點がある。流れの中にごく僅かの砂がある場合、流速計では砂が固定部分と廻轉部分との間に入つて制動作用を起し誤差を生ずるがこの誤差は普通流速計では是正する事は出来ぬ。ピトー球では1つ或いはそれ以上の孔が砂で塞がると直ちに壓力計に表はれるから空氣を吹き込んでその砂を追ひ出せばよいのである。

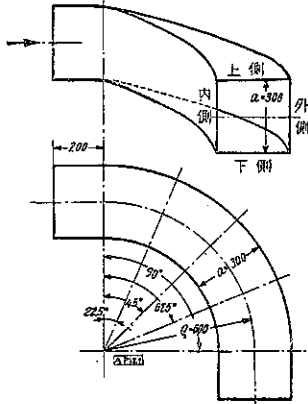
只注意すべき事はピトー球は同じ原理のベンチュリ管、ピトー管と同様に流れが一時的に動揺する場合の平均流速は求められないが、流速の2乗の平均は求められる事である、そして是による誤差は常に正で勿論非常に小さく實際行ふ場合の如く大體定流なれば省略して良いものである。 (中路誠三)

立體的に曲つた管中の流れ

(C. Wieselsberger in Aachen, „Die Strömung in räumlich gekrümmten Rohren“ Z. A. M. M. Heft 1/2, Feb. 1935.)

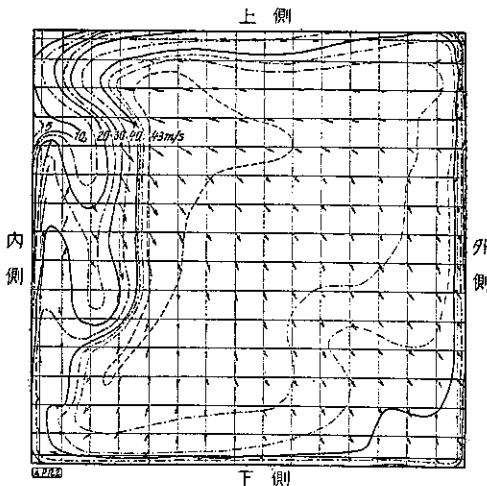
平面的に曲つた管中の流れに対しては、色々な實驗が澤山されてゐるが、立體的に曲つた即ち曲ると同時に高さも變つて來る様な管中の流れに対しては實驗も少い。

第 32 圖



實際問題としては送風器等は立體的に曲つてゐるものが多い。この實驗は第 32 圖に見る様な 30 cm 角の管が、半徑 60 cm の曲率で曲り、而も一廻轉の中に 30 cm × 4 = 120 cm だけ高さが異なる場合の實驗である。直角に曲る場合及び 45 度、180 度曲る場合の

第 33 圖

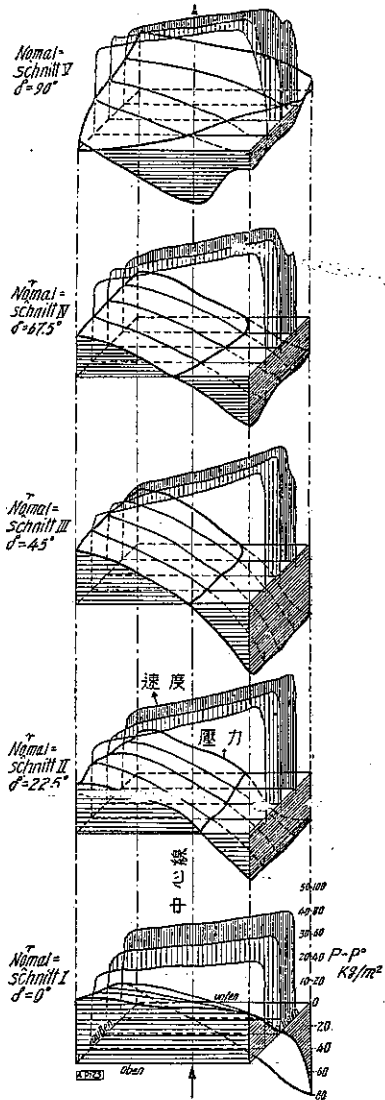


3 つに対して實驗したのであるが、此處には直角に曲る場合の例のみをあげる。第 32 圖に見る様に管の曲る前後に長 20 cm づゝの水平直線部を設け、之に次の如き空氣を通した。

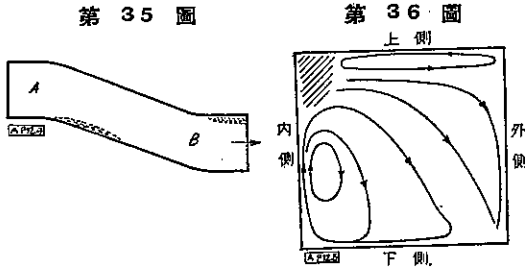
平均流速 = 39 m/sec, レイノルド・ナンバー =  $7.6 \times 10^5$   
第 33 圖は出口に於ける流れの方向、流速の分布狀況を示す。

方向を測るには出口に 2 cm 角の絹絲の網を張り、

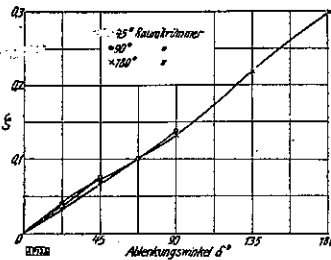
第 34 圖



之に長さ 57.3 mm ( $= \frac{180}{\pi}$ ) の糸をとりつけた。故に圖に於て、方向を示す矢印の長さを mm 単位ではかれば、得た數字は曲る角度を度数で示すことになる。第 34 圖は第 32 圖に見る 22.5 度、45 度、67.5 度、90 度の所の流速 (3 部分に別けた) 及び壓力と平均壓力との差 (5 部分に別けた) とを示す。



第 37 圖



第 36 圖は第 33 圖に於ける流向線を連結したもので上部及び内側に渦巻を生じてあるのがわかる。

第 37 圖は  $\zeta = \frac{E_{vert}}{E_a}$  とおいた  $\zeta$  と回転角  $\delta^\circ$  との間の關係を示す。但し

$E_{vert}$ : 管の出入口に於ける夫々の (速度+壓力) の energy の差

$E_a$ : 管の出口に於ける energy

$\delta^\circ$ : 回転角を示す、即第 32 圖の場合には  $90^\circ$

(伊藤 剛)

### 沈下しつゝある湖岸につくられた 新型 Seawall

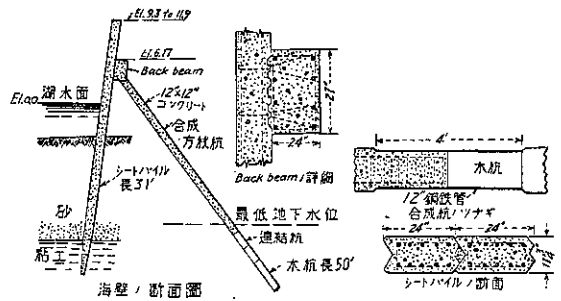
(J. J. Collins, "New Type Seawall Built for Subsiding Lake Shore in Venezuela"  
E. N. R. March 21, 1935)

米國 Venezuela 州の Maracaibo 湖の岸にある油田

を保護する爲につくられたもので、この土地は年に平均 12 吋の垂直沈下をする。水平方向の移動はない。始めバルク・ヘッドをもつた鐵製のシート・パイル及び外面のみをコンクリートで被覆した土堤で以て護岸を築造する案であつたが、前者は湖水が感潮區域である爲侵蝕をうける怖れがあり、後者は暴風時波浪で頂部を洗はれる怖れがあるので共に採用されなかつた。最後に採用されたのがこの方法で、之は鐵筋コンクリートのシート・パイルをセメント乳注入で水密性になし、後に第 38 圖の如き back beam をとりつけて補強し、尙コンクリートと木の合成杭で支へたものである。これだと土地が沈下しても水密性が保たれるし、湖水の有害含有物に侵蝕される事も少いと云ふ長所がある。

その構造は第 38 圖右下の如き V 型の断面をもつたシート・パイルを 1/8 勾配で打込み、裏面に支へとして合成方杖杭を取りつける。方杖杭は地下水面以下を木杭とし、上をコンクリートとする。この連結部も第 38 圖にある通りである。

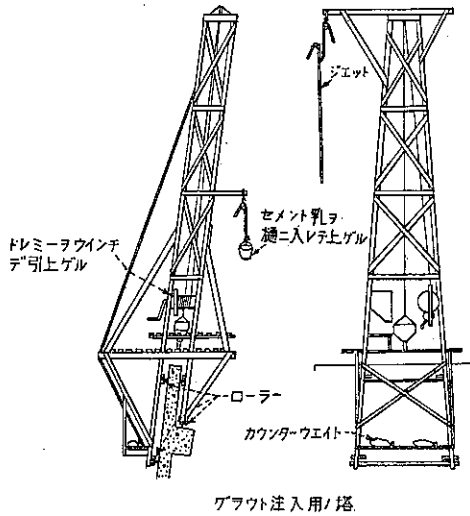
第 38 圖



back beam はシート・パイルの裏に前以て鐵筋を出しておき現場でコンクリートを打ち、150 呎毎に收縮接手を設ける。

第 39 圖はシート・パイル間に注入すべきグラウト注入用の塔で、先づ底迄とゞくジェットで孔を水洗ひした後、平方吋當り 200~160 lb の壓力でグラウトを注入する。この塔は圖にある如くシート・パイルの先端及び back beam の上にとりつけられその上を滑動出

第 39 圖



来る様にした。

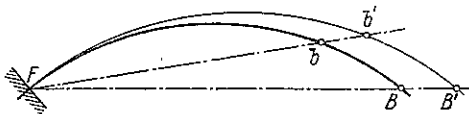
(伊藤 剛)

曲線軌道に於ける鋼構造物の沓の置き方

(Sahling „Über die Lagerung stählerner Überbauten in gekrümmten Gleisen“ Bautech. 13. Jahrgang. Heft 9. S. 111.)

曲線軌道に於ける延長の長い鋼構造物又は長さの變化に對し1個の構造物として作用するように互に結合せられた數個の連続せる構造物は通例の沓の置き方では長さの變化に際し2次應力を受ける事となり、これを避けるには後に述べるような沓の置き方とするのがよい。

第 40 圖

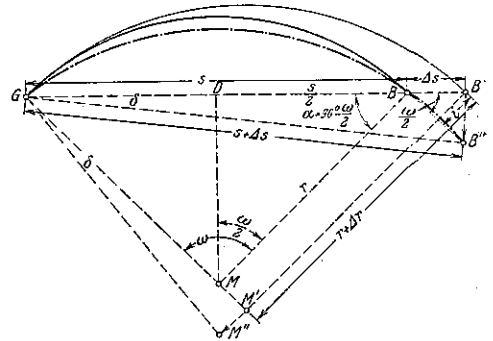


曲つた棒の一端を埋込み、他端は自由にして置く時は棒の長さの變化に際し、第 40 圖に示す如く點 b は b' に移動し、點 B は B' に移動す。一端埋込みと云ふ假定は構造物の固定端が圓筒又は球面切觸沓であり、これに加る荷重が大なる場合には略當てはまる。

可動端に於ける沓はこの點に於ける桁の軸方向に置くのが普通であるが、これでは特に急曲線の鐵道橋に

於ては長さの變化に伴つて起る可動端の横移動の爲、軌條を動かし、又構造物及び沓に破壊的作用を及ぼす。

第 41 圖



これを避けるには F 點に於ける埋込みを廢して鉸とし、B 點に於ける可動沓はその切線方向に誘導する装置とす。かようにする時第 41 圖に實線 GB を以て示した弧は長さの變化に際し鎖線を以て示した位置を取る。B' 點は G を中心とし、GB' を半径として弧を畫き B に於ける切線と交らせた點である。

第 41 圖に於ける i の値は溫度 35 度の變化に對し、

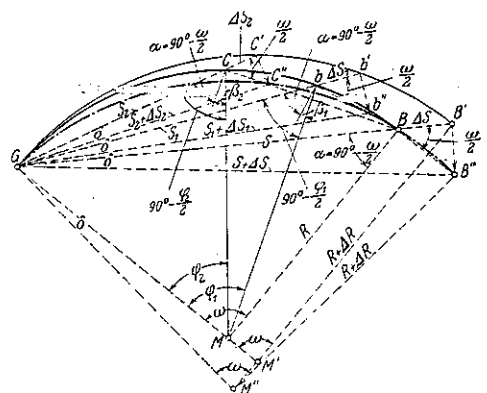
$$i = \frac{1}{2r} \Delta s s = \pm \frac{1}{2r} \times 35 \times 0.000012 s^2$$

今 r=350 m, s=113 m とすれば

$$\Delta s = \pm 4.75 \text{ cm}, \quad i = \pm 0.75 \text{ cm}$$

兩端の支點の間に中間の支點を置く場合にはこれが自由に動き得る可動柱である場合に限り第 41 圖に示すような弧の移動が起り得るが、一般には横方向の

第 42 圖



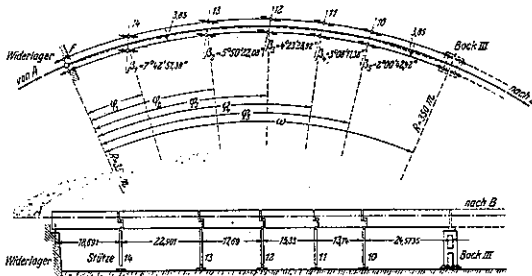
力を受ける爲可動構柱と爲す。この場合その軸を半徑方向に置く時は上記の移動が起る事を妨げるのでこれと或角  $\beta$  を爲すように置かねばならぬ。

第 42 圖に示す如く弧の長さが一樣に變化した場合には弧の上の任意の點  $b$  及び  $c$  點の移動  $bb''$  及び  $cc'$  は簡単な幾何學的關係より皆  $B$  點に向つて居る事が分る。故に各點の移動方向の垂線と半徑方向との爲す角  $\beta$  は

$$\beta = \frac{1}{2}(\omega - \varphi)$$

故に  $\beta$  の値は固定端より可動端に近づくにつれ小さくなり、可動端に於ては  $\beta = 0$  となる。

第 43 圖



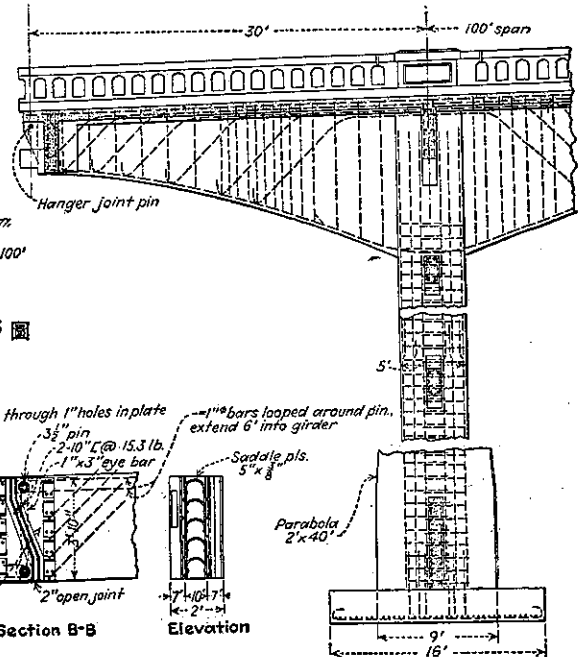
以上により  $\beta$  を計算した一例を第 43 圖に示し、この矢の方向に杵を置く時は温度の變化に依る 2 次應力は生じない。(小野一良)

眼釘を用ひたる鐵筋コンクリート・ゲルバー  
桁用鉸節點構造の一例

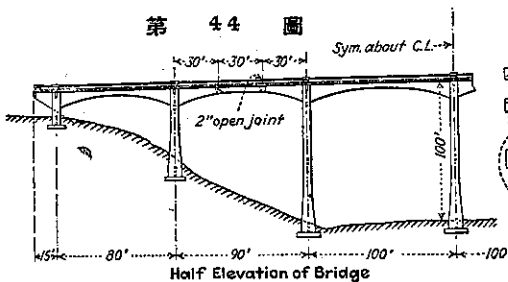
(Thomas D. Hunt, "Continuous Concrete Girders use Steel Hanger Joints" E. N. R. March 14, 1935 p. 389~391)

此處に述べる鉸節點構造を用ひた橋梁はシヤトル市の近くの道路橋で、全長 570 呎、大體の全貌は第 44 及び第 50 圖に示す如きものである。橋は中央橋脚に對して前後對稱で、道路幅員は 24 呎、片側に 4 呎幅の歩道を設けた。主桁は 2 本で兩主桁の中心間隔は 16 呎である。主桁の幅は 24 吋、高さは漸次變化させた。橋脚は 4 角柱 2 本より成り、1:24 のバターで開いて居て、中途に横繼材を入れて兩柱を連結した。柱の断面は頂端で 2.5 呎×5 呎である。外觀をよくするために柱の側面を拋物線狀に下方に向つて擴大し

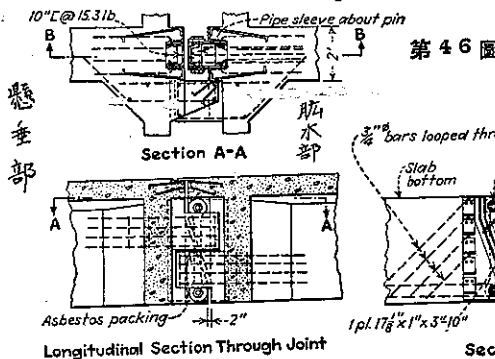
第 45 圖



第 44 圖



第 46 圖



第 47 圖

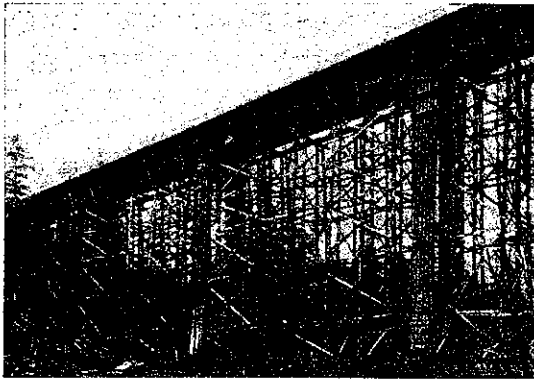
第 48 圖

第 49 圖

懸垂部

取水部

第 50 圖 型枠取外し前の光景



写真に中央橋脚前後の 100 呎の範囲を示す。此の部分路面は地表面より約 100 呎の高さを有す。

た。最も高い橋脚で基礎部に於て 9 呎になつて居る (第 44, 45 圖参照)。90 呎の徑間に單純桁を挿入してゲルバー式とした。而して此の單純桁を支へる爲に眼釘 (eye bar) を利用せる懸垂型の鉸節を用ひた。

此の鉸節を用ふれば摩擦は少くなり、鉸節には塵埃が溜らず、又眼釘の作用により正常の垂直の状態に歸らうとする傾向を持つて居て結果は良好である。鉸節點の構造に對しては慎重に研究し、特に注意を拂つた。

鉸節點の大體の構造は桁の端に取付ける鋼製箱枠と眼釘及ピンとから成つて居る。桁端の箱枠は 2 枚の U 型の厚さ 1 吋の鋼から成つて居る、此の 2 枚の鋼を以下主鋼と言ふ事にする。2 枚の主鋼は 10 吋の間隔を保つて 10 吋の溝型鋼に依つて連ねられて居る (第 46, 48, 51 圖参照)。2 枚の主鋼を 2 $\frac{1}{2}$  吋のピンが貫通して居て、此のピンに 1 吋×3 吋の眼釘が 2 本

第 51 圖 主桁端に取付ける鋼製箱枠



懸つて居る。此のピンの 2 枚の主鋼の間に挟まれた部分は、ピンに直接コンクリートが附着してピンの運動を妨げない様にする爲に、ピンの周圍にパイプを通して此のパイプの中でピンは自由に廻轉し得るやうになつて居る。主鋼の外側には第 46, 51 圖に示す様に山形鋼を銲接し、更に此の山型鋼に細長い鋼を銲接して (第 51 圖に脚の様に上方に出て居るもの) コンクリートとの碇着を緊密にして居る。尙半圓形に曲げた 5 枚の鋼を第 49, 51 圖に示す如く入れて、此の鋼がコンクリート中に埋まる様になつて居る。此の半圓形の鋼は主鋼に働く力をコンクリートに傳へる作用を爲す。又コンクリートと鋼製箱枠との碇着を計る爲に次に述べる色々な方法を講じた。即ち主鋼に縁を丸めた 1 吋の孔を穿けて是に 3/4 吋の鐵筋を通し、此の鐵筋を水平と 45° の方向に第 48 圖に示す様にコンクリート内に碇着した。又眼釘が懸つて居るピンに 3 本の鐵筋 (直徑 1 吋) を廻はして、此の鐵筋の兩端を 6 呎の後方まで延ばしてコンクリート中に碇着して居る (第 48 圖参照)。尙箱枠の内面とコンクリートとの附着力及び鉄頭の支壓力等がコンクリート箱枠との連接に役立つて居る。設計に當つては半圓形の鋼の間に挟まれたコンクリートが充分動き得る様にせねばならない。この爲に半圓形の鋼と鋼との間はコンクリート搗固めが充分出来るだけの間隔を保たせる様に注意を拂つた。

桁の端に於ては主桁の兩側へ 12 吋幅の横桁が突出して居る。そして兩主桁の内側に於ては眼釘に極く接近してブラケットが出て居る (第 46, 47 圖参照)。懸垂桁のブラケットは、舷木部桁のブラケットの上に 3/4 吋の間隙を保つて乗つて居る。この間隙には 1/4 吋の鋼鋼が上下両面に附けてあり、此の兩鋼鋼の間隙をアスベストで填充してある。此のブラケットの側面は桁端の鋼製箱枠と接觸して居て風荷重其の他の横荷重を傳達する役目を爲す。又眼釘に不慮の缺陷が萬一發生した場合に於ては此のブラケットが働いて桁を安全に保つのである。 (富田惠吉)

### Miami 河管理委員会管轄に関する 水締土堰堤の収縮

(C. H. Eiffert "Shrinkage of Hydraulic  
Fill in Miami Conservancy Dams"  
E. N. R. April 4, 1935)

Miami 河管理委員会管轄區の Huffman 堰堤に於ける収縮は E. N. R. Jan. 27, 1927, p. 145 に報告した通りであるが、茲では 1926 年 9 月 30 日以降 1935 年 2 月 1 日迄に測定した収縮の結果を報告し、併せて未報告の Germantown 堰堤に関する資料を掲載する。

置したものであつて、當初は 2×4 吋の杭であつたのを 1929 年に長さ 4~6 呎のパイプに改め、前の杭か

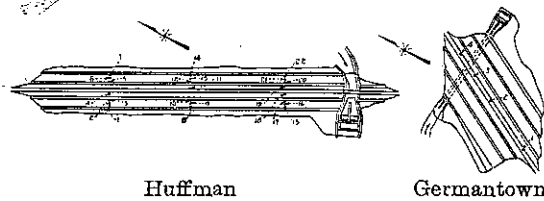
第 12 表 Huffman 堰堤に於ける標高及び沈下の記録

Pipe No.	Location	Sept. 30, 1926		May 1, 1928	Dec. 9, 1930	May 25, 1931	Nov. 2, 1932	Nov. 25, 1934	Sept. 10, 1934	Feb. 1, 1935			
		Elev.	Total Settle %	Elev.	Elev.	Elev.	Elev.	Elev.	Elev.	Total Settle %			
1	West	809.90	0.10	0.40	809.89	809.86	809.84	809.85	809.85	809.84	809.839	.16	0.64
6	"	809.84	0.14	0.18	809.82	809.82	809.79	809.78	809.78	809.77	809.783	.22	0.88
15	"	809.92	0.10	0.40	809.89	809.89	809.87	809.851	809.85	809.84	809.841	.16	0.64
7	East	809.83	0.17	0.68	809.82	809.79	809.77	809.77	809.78	809.77	809.762	.24	0.96
14	"	809.90	0.12	0.48	809.90	809.88	809.85	809.84	809.85	809.84	809.847	.17	0.68
22	"	809.87	0.16	0.64	809.85	809.83	809.794	809.79	809.78	809.79	809.784	.25	1.00
2	West	819.89	0.11	0.31	819.89	819.85	819.84	819.84	819.84	819.83	819.837	.17	0.49
9	"	819.65	0.25	0.45	819.84	819.83	819.80	819.80	819.80	819.79	819.796	.20	0.57
16	"	819.88	0.12	0.34	819.85	819.85	819.83	819.82	819.82	819.80	819.825	.18	0.31
13	East	819.82	0.18	0.51	819.81	819.78	819.76	819.77	819.77	819.76	819.758	.24	0.69
10	"	819.81	0.19	0.54	819.80	819.78	819.76	819.75	819.75	819.75	819.749	.25	0.71
21	West	829.75	0.25	0.56	829.75	829.70	829.69	829.69	829.68	829.68	829.680	.26	0.80
12	"	829.71	0.29	0.64	829.69	829.65	829.65	829.65	829.65	829.63	829.638	.36	0.80
17	East	829.76	0.24	0.53	829.73	829.71	829.69	829.68	829.67	829.65	829.664	.34	0.76
12	"	829.75	0.28	0.68	829.72	829.68	829.66	829.67	829.67	829.65	829.651	.32	0.78
10	West	829.80	0.20	0.44	829.78	829.75	829.73	829.73	829.72	829.72	829.722	.28	0.62
20	"	829.80	0.41	0.75	829.58	829.52	829.51	829.51	829.51	829.49	829.485	.31	0.93
4	West	839.87	0.13	0.24	839.85	839.81	839.79	839.79	839.78	839.77	839.770	.23	0.42
18	East	849.68	0.32	0.49	849.65	849.59	849.57	849.57	849.56	849.55	849.537	.36	0.71
11	West	849.61	0.39	0.60	849.59	849.51	849.51	849.50	849.50	849.47	849.475	.32	0.81
Average				0.31									

第 13 表 Germantown 堰堤に於ける標高及び地下の記録

Pipe No.	H	Nov. 15, 1920	Apr. 28, 1921	Aug. 3, 1922	Nov. 21, 1929	Dec. 1, 1930	May 23, 1931	Oct. 31, 1932	Nov. 26, 1932	Sept. 11, 1934	Feb. 2, 1935	
		Elev.	Elev.	Elev.	Elev.	Elev.	Elev.	Elev.	Elev.	Elev.	Total Settle	P.C.
1	32	828.41	828.33	828.31	828.19	828.21	828.20	828.19	828.20	828.20	0.21	0.66
2	101	828.13	827.88	827.77	827.50	827.51	827.50	827.49	827.48	827.47	0.66	0.65
3	98	829.28	829.05	828.93	828.77	828.78	828.77	828.76	828.75	828.74	0.35	0.56
4	56	828.48	828.36	828.30	828.15	828.15	828.15	828.14	828.14	828.14	0.34	0.61
Average												0.52

第 52 圖 Huffman 及び Germantown 兩堰堤の  
収縮測定に對する水準基準標位置

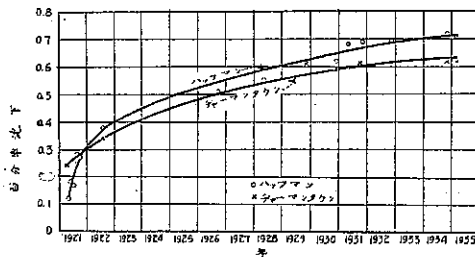


2 堰堤に於ける水準基準の撰定位置は第 52 圖に示す通りである。Huffman 堰堤に於ける水準基準は長さ 7 呎のパイプであつて、工事の進行中標高を異にした盛土に打込んだものである。Germantown に於ける水準基準は僅か 4 本で、堰堤の完成後頂部に設

ら 1 呎切離して前と同じ高さに打込んだものである。

之等 2 堰堤の果進的収縮即ち沈下は第 53 圖に示してある。作圖に使つた點は或る期間を置いて測定した全水準基準の百分率平均沈下を示してある。この 2 曲線を比較して見ると Huffman に於ては幾分沈下量が大きく、又その初期の状態に於て非常な逕庭を示してある。之等の相違は Germantown の場合には堰堤が完成する迄水準基準を設置しなかつたのに反し、Huffman の場合には水準基準を工事中に装置したと云ふ事實に依るものであると筆者は信ずる。かゝる理由から Germantown の記録の上には初期の急速な沈下が表はれてゐないものと思はれる。

第 53 圖 全水準基準の平均沈下を以て表はしたる Huffman 及び Germantown 兩堰堤の果進的収縮



(玉置 巖)

### 土木工事其他に於ける材料費 勞力費等の割合

(Distribution of Construction Costs on  
Contract Work, E. N. R.  
March 21, 1935, p. 409)

米國に於て 1929 年に調査したものと報告である。26 671 の請負會社からの報告を基としたものでこの總工費は 5 550 000 000 弗に達する。此の表に依れば總平



均に於て、材料費が43.8%、勞力費が30.7%、俸給費及び監督費の和が7.4%、雜費(使用料、利益、社債、保險等)が10.6%、其他が7.5%になる。又總工事費の23.7%が下請負に渡されたことになる。尙此表によれば、材料費の最高は工場建築の51.9%で、最低は道路改良工事の8.8%である。勞力費の最高は反對に道路改良工

第 14 表 工事費の分布 (總工費に對する百分比)

請負・種別	建築工事										土木工事														
	平均	一般	下	建築	一般	商業	工業	住宅	道路	橋梁	河路	埋設	水利	炭坑	製鐵	基礎	動力	飛行	塵芥	地下	電設	其他			
1. 材料費	52.0	42.8	28.2	45.0	24.9	24.5	18.3	16.8	24.2	24.0	39.9	6.3	54.5	24.4	24.1	22.0	12.5	24.5	31.1	24.8	23.3	25.0	30.1	24.1	29.0
下請負	10.0	29.8	13.8	1.5	18.3	10.9	22.9	15.1	13.0	3.0	2.1	0.5	3.7	1.8	2.4	2.9	2.9	3.9	8.7	15.3	3.9	5.0	6.3	3.7	1.2
計	43.8	42.6	42.0	46.5	43.7	43.3	41.2	31.9	43.2	41.9	43.0	6.8	58.2	26.2	26.5	24.9	14.4	28.3	35.3	30.1	31.2	30.0	37.5	32.5	30.2
2. 勞力費	21.6	0.3	21.6	24.9	19.2	12.9	17.5	12.0	14.8	23.0	26.0	24.7	31.6	20.2	26.2	27.6	22.1	32.9	31.1	23.9	15.4	31.2	28.0	32.3	27.7
下請負	7.1	18.2	0.9	1.0	12.2	12.1	14.7	8.0	12.2	2.7	2.6	2.9	2.0	1.9	1.7	1.5	2.2	4.4	4.3	4.7	5.7	5.4	5.7	5.1	2.4
計	30.7	27.3	10.5	29.9	31.5	32.0	32.2	22.0	27.0	25.7	28.6	26.7	33.5	22.0	27.7	29.1	24.5	37.2	35.8	29.2	39.0	34.9	33.8	37.6	30.1
3. 俸給費	5.6	2.8	5.0	7.2	4.5	4.4	4.2	4.7	3.9	5.2	5.4	7.0	5.6	6.1	6.3	6.9	6.3	5.8	6.1	6.4	10.1	6.2	4.7	5.7	7.3
下請負	1.0	2.2	0.2	0.2	1.3	0.9	0.6	0.6	0.9	0.6	0.7	0.7	0.5	1.0	0.9	0.9	0.7	0.7	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9
計	6.6	5.0	5.2	7.4	5.8	5.3	4.8	5.3	4.8	5.8	6.1	7.7	6.1	7.1	7.2	7.8	7.0	6.5	7.0	7.3	11.0	7.1	5.6	6.3	7.6
4. 雜費	0.4	0.1	0.1	0.3	0.1	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
下請負	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
計	0.6	0.3	0.2	0.4	0.2	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
5. 其他	8.0	5.2	7.7	8.8	4.0	2.9	4.3	4.2	4.1	11.1	11.8	12.9	12.6	14.6	12.6	23.8	25.0	14.7	11.0	5.5	12.4	14.9	14.0	11.4	13.8
下請負	2.1	5.6	2.6	2.3	3.6	3.5	4.3	2.8	3.6	1.1	1.4	2.6	0.3	0.3	1.4	1.7	1.7	1.9	1.1	1.1	1.1	1.3	0.7	0.3	
計	10.1	10.8	10.3	9.4	7.6	6.4	8.6	7.0	7.7	12.2	13.2	15.5	13.3	16.0	14.7	25.5	26.7	16.6	12.1	6.6	15.7	16.0	14.7	12.6	14.8
3034+7+計	92.5	67.1	30.8	33.2	60.5	60.0	61.1	61.1	61.1	61.1	61.1	61.1	61.1	61.1	61.1	61.1	61.1	61.1	61.1	61.1	61.1	61.1	61.1	61.1	61.1
5. 前記各費への割合	5.7	2.1	3.6	6.0	4.3	4.1	3.5	6.5	5.0	7.2	6.9	10.4	9.2	7.8	11.6	6.4	7.0	7.6	6.6	5.5	5.5	2.0	10.2	5.0	13.4
下請負	1.0	0.6	2.9	0.4	1.5	1.3	6.4	4.4	3.3	2.0	0.9	1.2	0.8	0.9	1.4	1.1	0.8	1.0	0.7	0.9	1.1	1.0	0.5	0.5	1.0
計	7.5	10.8	9.4	6.8	5.8	5.4	9.9	10.9	11.1	9.2	7.5	11.6	10.9	9.7	13.0	7.5	7.8	8.6	7.6	6.4	3.1	11.2	5.4	15.9	12.4
總計	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
下請負-總工費	23.7	27.8	31.4	3.4	43.0	43.0	22.0	34.0	43.2	18.0	3.2	8.6	9.5	5.2	7.8	8.1	8.1	12.5	12.3	23.7	12.6	12.5	12.0	7.9	3.1

事で 39.3% に達し、最低は工場建築の 22.8% である。

(伊藤 剛)

混合汚泥の消化率

“Digestion Rates of Mixed Sludges Shown by English Experiments” E. N. R. December, 27, 1934, p. 828~829.

「活性汚泥のみの場合及びに普通汚泥を混合せる場合汚泥消化に關する研究」

下水汚泥の消化に就て3箇年の研究が最近英國マンチスター市の Davyhulme 試験場に於て完成され、その論文は同市河川局 1934 年 3 月 31 日付年報に蒐録されてゐる。

要點は活性汚泥のみのにては消化にやゝ困難があるが、之に普通汚泥を 15% 加へた場合には好條件の下に消化し得ると云ふ事で、以下はその報告中より抜萃したものである。

試験設備の主なるものは2箇の覆蓋汚泥槽でその何れも 3 220 英瓦倫の容量を有し、溫度調節のために熱湯を循環せしめる様式を具備してゐる、汚泥は 25°~30°C 及び 50°5~5°C で消化を行ひ各種の汚泥消化に就き比較探究せるものである。

- (1) 普通汚泥と活性汚泥が等容量の場合
- (2) 活性汚泥のみの場合
- (3) 活性汚泥に容量にて約 10% の普通汚泥を加へたる場合
- (4) 活性汚泥に容量にて約 15% の普通汚泥を加へたる場合

當初は試料を 1 回に全部投入する方法を用ひたが後には連日分割投入を試み、之が反つて消化率を促進し且規則正しく瓦斯の發生を得ると云ふ點で寧ろ優れてゐるといふ事を認め得た。

元來本研究は最少の消化期間を以て最大の効果を擧げ取扱上支障なき程度の消化汚泥を得ることを目的としたのであつて、従つて附表の數字は發生し得べき瓦斯の全量を示すものではない。然し消化期間をもつと延長した場合の割合を得て居る事は確かである。加熱消化槽にて分離されたる上澄水は一般に可成の浮遊物質を含有し且相當の酸化しうべき固形物をも含有してゐる。活性汚泥と普通汚泥を夫々等量混合した場合の外は夫々混合後 1 晩以上靜止せしめたる後その沈澱汚泥のみを消化槽へ送入した。

滯留時間の計算は上澄水と共に流出する消化性固形物の一部をも含んだものである。

第 15 表

	低温消化				高温消化			
	25°C - 30°C				50°C - 55°C			
	消化汚泥の含水率(%)	消化汚泥の固形物中の水分(%)	消化汚泥の固形物中の水分(%)	消化汚泥の固形物中の水分(%)	消化汚泥の含水率(%)	消化汚泥の固形物中の水分(%)	消化汚泥の固形物中の水分(%)	消化汚泥の固形物中の水分(%)
消化汚泥(含水率90%)10當量混合 瓦瓦倫	127	301	374	379	126	683	722	763
普通汚泥(含水率80%)10當量混合 瓦瓦倫	107		39	66	105		74	114
比率 消化汚泥量:普通汚泥量	120:1		960:1	576:1	120:1		980:1	676:1
比率 活性汚泥の固形物量:普通汚泥の固形物量	0.22:1		160:1	103:1	0.22:1		179:1	1.39:1
発酵生汚泥(注入)10當量混合 瓦瓦倫	240	234	350	396	230		646	632
注入汚泥の含水率 %	93.25	97.49	96.34	93.96	93.27		97.36	96.33
注入汚泥の固形物中の水分物量 %	57.24	69.04	66.19	66.17	57.32		69.67	66.89
注入汚泥の固形物量 1日位	97.56	42.40	85.40	110.10	95.60		97.16	165.00
10當量混合 瓦瓦倫	371	161	357	577	340		396	742
注入汚泥の固形物量/1日當量混合 瓦瓦倫	3.86	3.81	4.18	5.24	3.56		4.01	4.50
分離水1日當量/1日當量 瓦瓦倫	97	10.3	47	32	10.3		243	135
分離水の固形物量 %	4.39	0.31	0.27	0.26	2.06		0.68	0.41
消化槽の抽出消化汚泥量 瓦瓦倫	145	127	277	357	124		229	482
消化汚泥の含水率 %	93.72	97.60	97.60	96.81	90.31		97.71	96.55
消化汚泥の固形物量 %	47.21	59.35	36.50	37.96	46.49		61.84	56.75
消化槽の2層の全容量/1日當量混合 瓦瓦倫	165	10.76	7.86	7.10			466	400
第5層の汚泥の容量/1日當量混合 瓦瓦倫	1500	138.0	98.0	810	1500		630	506
比率/1日當量混合 瓦瓦倫	0.74:1	0.32:1	0.71:1	1.15:1	0.68:1		0.78:1	1.48:1
消化槽1日當量/1日當量混合 瓦瓦倫	0.195	0.085	0.171	0.220	0.191		0.194	0.336
PH (平均)	7.60	7.60	7.60	7.60	7.60		7.60	7.60
	第2次處理 (再消化)				第2次處理 (集:汚泥)			
更に處理せし消化汚泥の平均含水率 %	92.69		76.41				95.80	
更に處理せし消化汚泥の固形物中の水分 %	49.11		57.41				54.22	
第2次處理後上澄水量 立方呎	本		44				45	
上澄水の固形物量	本		0.21				0.53	
総処理量消化汚泥量(乾燥後) 重量	本		56				55	
消化汚泥の含水率	本		94.25				92.87	
消化汚泥の固形物中の水分	本		55.46				52.79	
滯留時間	本		10.50				6.50	
乾燥: 水汚泥固形物 1日當量	本		2.16				2.60	
乾燥: 汚泥 1日當量	本		45				41	
乾燥汚泥の含水率 %	71.50		67.51				76.31	

消化汚泥の第2次再消化に就ての記録は試験中に得たる消化汚泥(各々約 300 瓦倫)の試料に就て更に行つたものである。

以上を要約するに、

- (1) 活性汚泥及び普通汚泥の等容量混合の場合の消化は 25°~30°C で満足に行なはれ、50°~55°C の様な高温消化よりも反つて良好である。
- (2) 活性汚泥のみの消化は主として瓦斯發生量の少きこと、低温消化の場合には適度の PH 保持が困難であるとの理由から考慮の價値がない。
- (3) 活性汚泥に 10% の普通汚泥を加へる事は發生瓦斯的増加と云ふ點で可成重要なものである

が低温消化の場合には PH の安定が得難い缺點がある。

- (4) 若し普通汚泥の配合を 15% 迄増加すれば發生瓦斯も更に増加し且消化汚泥の満足な PH が保持しやすい。
- (5) 短期間の消化である爲、完全には分離水を除去する事が行ひ得ぬ。依つて更にこの分離水に對して2次的の處理を必要とする。低温消化の場合には10~20 日の滯留期間で良好の分離水を生ずるが、50°~55°C の場合には 5 日位で一般に充分である。

(竹内 正)

# 東京帝國大學工學部土木工學科新教室及實驗室

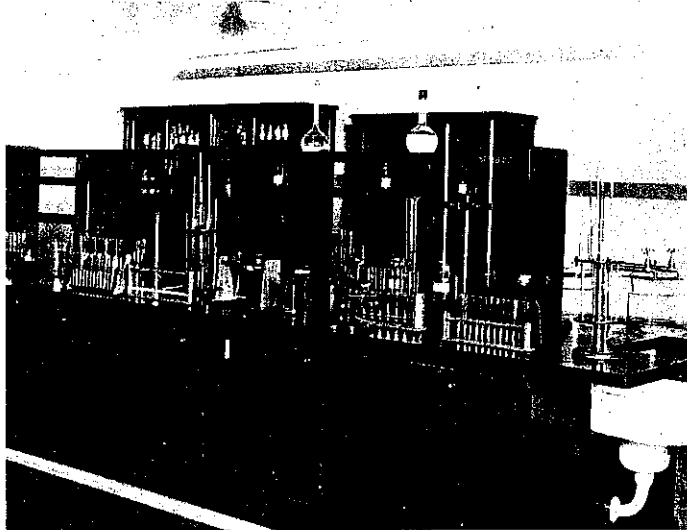
1. 新教室全景 (向つて左半分が土木)



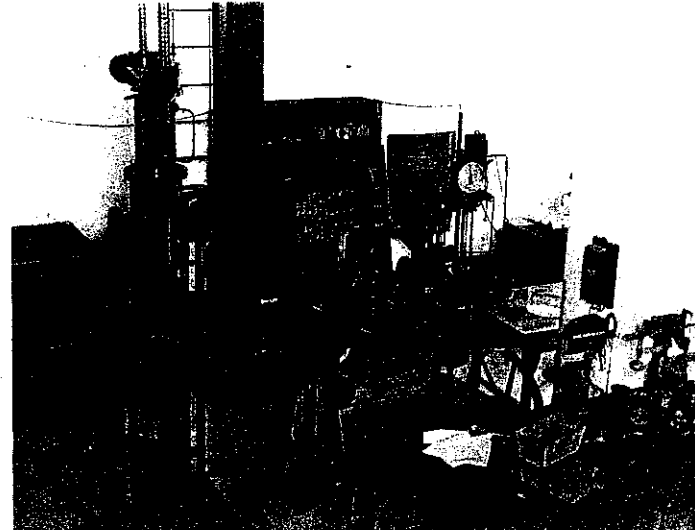
2. 應用力學實驗室



3. 上下水の水質實驗室

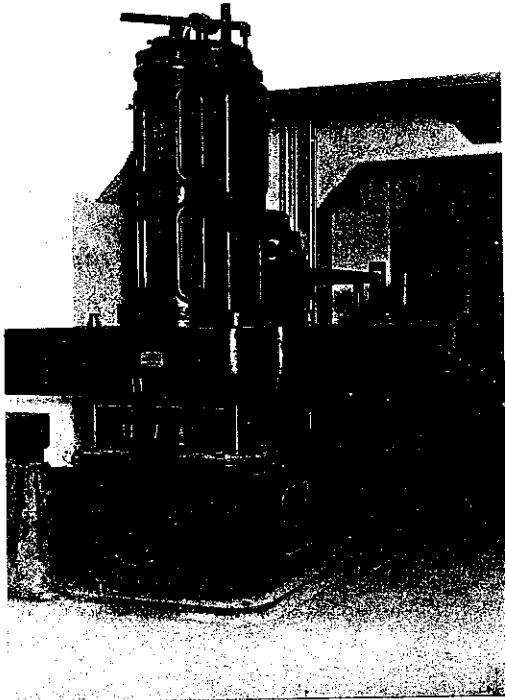


4. 材料強弱實驗室の一部



30t アムスラー 萬能試験機

5. 材料強弱実験室の一部



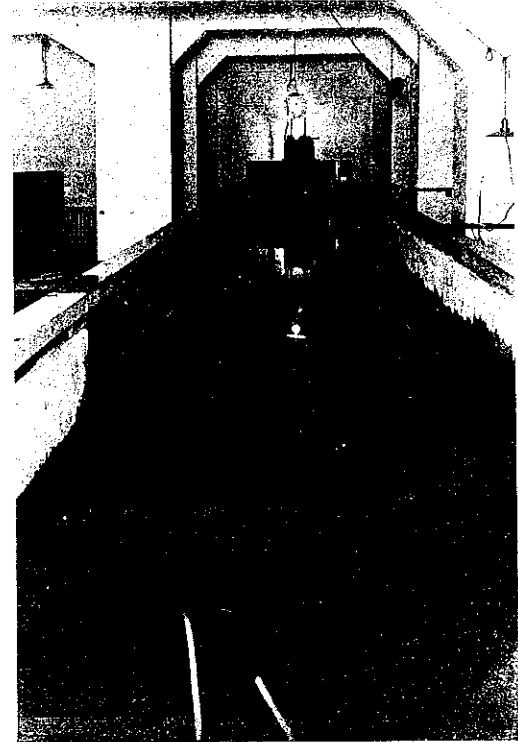
100t リーレー型萬能試験機

6. 材料強弱実験室分室



田中式疲労試験機

7. 河海工学実験室内の水槽



幅 1.5m, 長さ 17.0m, 深さ 0.7m 鉄筋コンクリート製, 一側を木製とし, 取掛け, 港灣の實驗に便せしむ。

# 京都帝國大學工學部中央實驗所

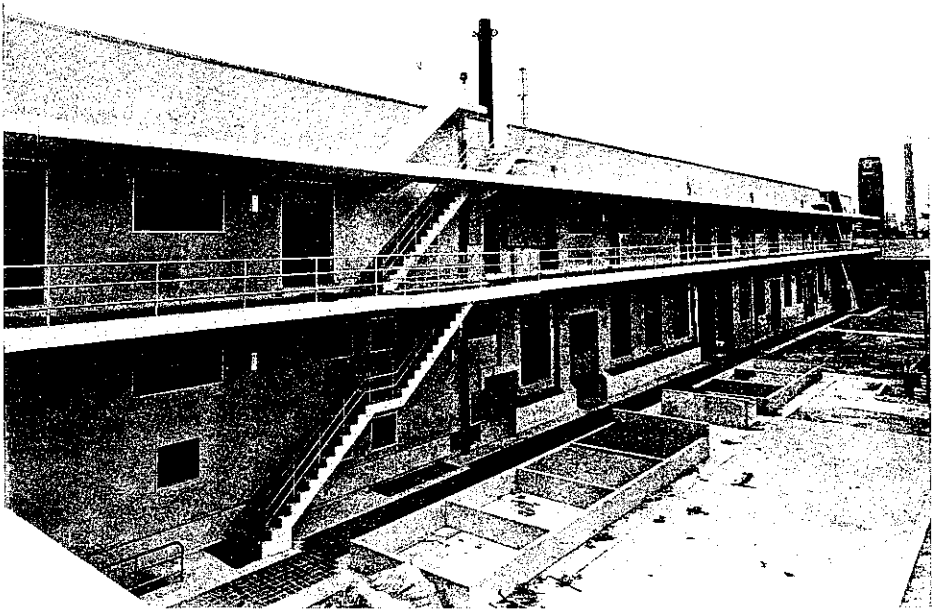
## 1. 南館正面



本實驗所は大正 3 年に創設せられたるも、偶々昭和 8 年 12 月災禍に遭ひ其の施設の大部を失つた。其の後復舊を企て昭和 9 年 8 月起工、同 10 年 5 月竣工したものである。本所の組織は下の 6 部門に分たる。

1. 材料研究部
2. 流體研究部
3. 動力研究部
4. 高温低温研究部
5. 振動研究部
6. 製造工業研究部

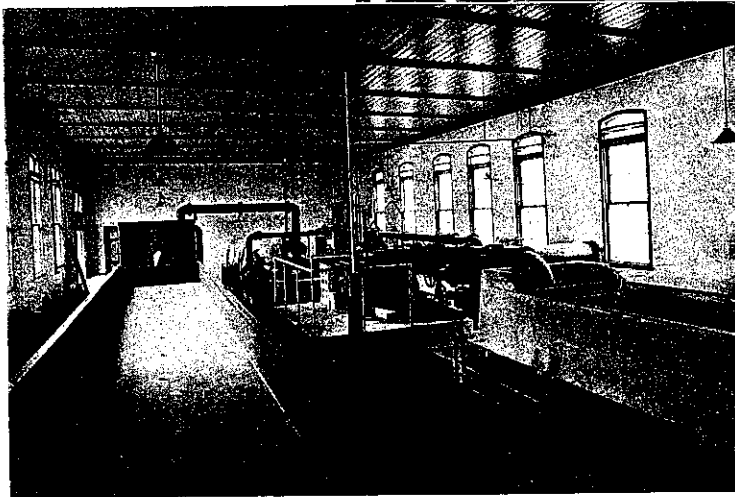
## 2. 南館 (中庭側)





3. 土木建築材料試験室

4. 溶接研究室



5. 水理實驗室

向つて左側は可動水槽にして長さ  
18m, 幅 1.8m, 深 0.45m, 勾配  
は水平より  $1/25$  迄變化せしめる  
ことが出来る。