

抄 録

第24卷第11號 昭和13年11月

応用力学	頁
(155) 二次元弾性体に於ける応力の決定 .....	1227
(156) 受働土圧力公式 .....	1229
(157) 曲がつた棒の振りの問題 .....	1230
(158) 静水圧下に於ける楕円及円形板の曲げに就て .....	1231
(159) スタビロメータを用ひた土質試験 .....	1235
(160) 粘着力のない土の搦固め試験 .....	1236
<u>河 川</u>	
(161) オレンジ州に於ける洪水調節 .....	1238
(162) Flood Routing の一新法 .....	1239
<u>堰 堤</u>	
(163) Holtwood Dam に於ける揚圧力の測定 .....	1239
<u>上 水 道</u>	
(164) 米岡水道界の今日の問題 .....	1242
(165) Augusta 新浄水場 .....	1244
<u>港 灣</u>	
(166) 軟泥基礎上の航空港 .....	1245
<u>道 路</u>	
(167) 道路改修の経済的考察 .....	1248
(168) イリノイ州に於ける鉄道と道路の交叉 .....	1252
(169) モンタナ州に於ける簡易高速車道 .....	1253
(170) 道路の調査 .....	1254
(171) アスファルト道路工事の傾向と進歩 .....	1257
<u>橋梁及構造物</u>	
(172) キャリフォルニヤ州の床版橋 .....	1259
(173) コンクリート浮橋 .....	1261

応 用 力 学

(155) 二次元弾性体における応力の決定

(二次元弾性の或種の問題に於て、応力平衡)の式より直接応力を求むる事(第1部)

(Bibhutibhusan Sen, "Direct Determination of Stresses from the Stress Equations in some Two-Dimensional Problems of Elasticity, Part I" Phil. Mag. July, 1938. p. 98~119.)

1. (a) 平面境界を有する半無限弾性体に有用な解:

応力の平衡の式は

$$\frac{\partial \widehat{xx}}{\partial x} + \frac{\partial \widehat{xy}}{\partial y} = 0, \quad \frac{\partial \widehat{xy}}{\partial x} + \frac{\partial \widehat{yy}}{\partial y} = 0,$$

$$\widehat{zz} = \sigma(\widehat{xx} + \widehat{yy}) \dots \dots \dots (1)$$

$$\left. \begin{aligned} \text{又} \quad \widehat{P}_1^2 \widehat{xy} + \frac{\partial^2 \odot}{\partial x^2} = 0, \quad \widehat{P}_1^2 \widehat{xy} + \frac{\partial^2 \odot}{\partial x \partial y} = 0, \\ \widehat{P}_1^2 \widehat{yy} + \frac{\partial^2 \odot}{\partial y^2} = 0, \quad \widehat{P}_1^2 \odot = 0 \text{ 茲に} \\ \odot = \widehat{xx} + \widehat{yy}, \quad \widehat{P}_1^2 = \frac{\partial^2}{\partial x^2} + \frac{\partial^2}{\partial y^2} \end{aligned} \right\} (2)$$

を得る。これより

$$\left. \begin{aligned} \widehat{xx} &= -\frac{1}{2} x \frac{\partial \odot}{\partial x} + \phi_1(x, y) \\ \widehat{xy} &= -\frac{1}{2} x \frac{\partial \odot}{\partial y} + \phi_2(x, y) \\ \widehat{yy} &= \odot + \frac{1}{2} x \frac{\partial \odot}{\partial x} - \phi_1(x, y) \end{aligned} \right\} \dots \dots \dots (3)$$

である事が分かる。φ<sub>1</sub>, φ<sub>2</sub> は次の条件を満足する平面

調和函数である。

$$\left. \begin{aligned} (\widehat{xx})_{x=0} &= [\phi_1(x, y)]_{x=0} = p(y) \\ (\widehat{xy})_{x=0} &= [\phi_2(x, y)]_{x=0} = q(y) \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots(4)$$

處が  $\frac{\partial \widehat{xx}}{\partial x} + \frac{\partial \widehat{ry}}{\partial y} = 0$  であるから (3) 式に依り、

$$\frac{1}{2} \frac{\partial \odot}{\partial x} = \frac{\partial \phi_1}{\partial x} + \frac{\partial \phi_2}{\partial y} \dots\dots\dots(5)$$

(4) 式を満足する  $\phi_1, \phi_2$  は Fourier の積分を使つて次の様に書ける。

$$\left. \begin{aligned} \phi_1(x, y) &= \frac{1}{\pi} \int_0^\infty d\alpha \int_{-\infty}^\infty e^{-\alpha y} r(\lambda) \\ &\quad \times \cos \alpha(\lambda - y) d\lambda \\ \phi_2(x, y) &= \frac{1}{\pi} \int_0^\infty d\alpha \int_{-\infty}^\infty e^{-\alpha y} q(\lambda) \\ &\quad \times \cos \alpha(\lambda - y) d\lambda \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots(6)$$

又は  $\alpha$  の積分を先きに行つて

$$\left. \begin{aligned} \phi_1(x, y) &= \frac{1}{\pi} \frac{\partial}{\partial x} \int_{-\infty}^\infty p(\lambda) \log R d\lambda \\ \phi_2(x, y) &= \frac{1}{\pi} \frac{\partial}{\partial x} \int_{-\infty}^\infty q(\lambda) \log R d\lambda \\ R^2 &= (\lambda - y)^2 + x^2 \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots(7)$$

とも書ける。この  $p, q$  に與へられた値を入れれば、求むる解が (3) 式より求まる。

2 (a) 円形境界に適合する解:

(2) 式より

$$(x r_1^2 \widehat{xx} + y r_1^2 \widehat{xy}) + \left( x \frac{\partial^2 \odot}{\partial x^2} + y \frac{\partial^2 \odot}{\partial x \partial y} \right) = 0$$

$$\text{又は } r_1^2 (x \widehat{xx} + y \widehat{xy}) + r \frac{\partial}{\partial r} \left( r \frac{\partial \odot}{\partial x} \right) - 2 \left( \frac{\partial \widehat{rx}}{\partial x} + \frac{\partial \widehat{ry}}{\partial y} \right) = 0 \dots\dots\dots(8)$$

又平衡の式より

$$\begin{aligned} r_1^2 (r X_r) + \frac{\partial}{\partial x} \left( r \frac{\partial \odot}{\partial r} - \odot \right) &= 0 \dots\dots\dots(9) \\ r^2 &= x^2 + y^2 \end{aligned}$$

$X_r$  は  $r, \odot$  なる點の応力の  $x$  軸の方向の成分

$$\text{又 } r_1^2 (r Y_r) + \frac{\partial}{\partial y} \left( r \frac{\partial \odot}{\partial y} - \odot \right) = 0 \dots\dots\dots(10)$$

$$\text{今 } \odot = \sum \odot_n \dots\dots\dots(11)$$

とおく。  $\odot_n$  は  $n$  次の平面調和函数とする。然るときは

$$r \frac{\partial \odot}{\partial r} - \odot = \sum (n-1) \odot_n \dots\dots\dots(12)$$

であるから

上式は

$$\left. \begin{aligned} r_1^2 (r X_r) + \sum (n-1) \frac{\partial \odot_n}{\partial x} &= 0 \\ r_1^2 (r Y_r) + \sum (n-1) \frac{\partial \odot_n}{\partial y} &= 0 \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots(13)$$

故に

$$\left. \begin{aligned} r X_r &= -\frac{1}{4} \sum \frac{n-1}{n} (r^2 - a^2) \frac{\partial \odot_n}{\partial x} \\ &\quad + a \sum L_n(x, y) \\ r Y_r &= -\frac{1}{4} \sum \frac{n-1}{n} (r^2 - a^2) \frac{\partial \odot_n}{\partial y} \\ &\quad + a \sum M_n(x, y) \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots(14)$$

とかける。  $L_n$  及  $M_n$  は homogeneous な平面調和函数であり次の条件を満足する。

$$\left. \begin{aligned} (X_r)_{r=a} &= [\sum L_n(x, y)]_{r=a} \\ (Y_r)_{r=a} &= [\sum M_n(x, y)]_{r=a} \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots(15)$$

$$\begin{aligned} \frac{\partial}{\partial x} (r X_r) + \frac{\partial}{\partial y} (r Y_r) &= \frac{\partial}{\partial x} (x \widehat{xx} + y \widehat{xy}) \\ &\quad + \frac{\partial}{\partial y} (x \widehat{xy} + y \widehat{yy}) = \odot \end{aligned}$$

であるから (14) 式より

$$\begin{aligned} \sum \odot_n &= -\frac{1}{4} \sum \frac{n-1}{n} \left[ 2x \frac{\partial \odot_n}{\partial x} + 2y \frac{\partial \odot_n}{\partial y} \right] \\ &\quad + a \sum \left[ \frac{\partial L_n}{\partial x} + \frac{\partial M_n}{\partial y} \right] \end{aligned}$$

これより

$$\begin{aligned} \sum \frac{\odot_n (n+1)}{2} &= a \sum \left[ \frac{\partial L_n}{\partial x} + \frac{\partial M_n}{\partial y} \right] \\ \therefore n \neq -1 \text{ なら} \\ \odot_n &= \frac{2a}{n+1} S_n(x, y), \\ S_n(x, y) &= \frac{\partial L_{n+1}}{\partial x} + \frac{\partial M_{n+1}}{\partial y} \end{aligned} \left\} \dots\dots\dots(16)$$

境界に於て  $X_r, Y_r$  が與へられた時は  $[\sum L_n(x, y)]_{r=a} = f_1(\theta), [\sum M_n(x, y)]_{r=a} = f_2(\theta)$  が與へられてゐるとすれば、

$$\left. \begin{aligned} \sum L_n(x, y) &= \frac{a^2 - r^2}{2\pi} \\ &\quad \times \int_0^{2\pi} \frac{f_1(\alpha)}{a^2 - 2ar \cos(\theta - \alpha) + r^2} d\alpha \\ \sum M_n(x, y) &= \frac{a^2 - r^2}{2\pi} \\ &\quad \times \int_0^{2\pi} \frac{f_2(\alpha)}{a^2 - 2ar \cos(\theta - \alpha) + r^2} d\alpha \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots(17)$$

又は級數に展開して

$$\begin{aligned} L_n(x, y) &= \frac{1}{\pi} \int_0^{2\pi} \left[ \frac{1}{2} + \sum_{n=1}^\infty \frac{r^n}{a^n} \right. \\ &\quad \left. \times \cos n(\theta - \alpha) \right] f_1(\alpha) d\alpha \end{aligned}$$

$$M_n(x,y) = \frac{1}{\pi} \int_0^{2\pi} \left[ \frac{1}{2} + \sum_{n=1}^{\infty} \frac{r^n}{\alpha^n} \right] \times \cos n(\theta - \alpha) \left[ f_n(\alpha) d\alpha \right] \quad (18)$$

から  $L_n, M_n$  を求め、これより  $\theta_n$  を求めれば (14) 式により  $X_r, Y_r$  が定められる。 $n=-1$  とする時は、応力の平衡の式だけでは定められずに変位を求めて、それが多價にはならぬ事からきめねばならぬ。斯くの如くして求めると、これに對し

$$\left. \begin{aligned} \odot &= \frac{Q_1 \alpha \cos \theta}{2(1-\sigma) r} \\ L_n(x,y) &= \frac{Q_1}{2} \left[ 1 + \frac{\alpha^2}{r^2} \cos 2\theta \right] \\ M_n(x,y) &= \frac{Q_1 \alpha^2}{2 r^2} \sin 2\theta \end{aligned} \right\} \quad (19)$$

となる。

(最上武雄)

(i56) 受働土圧力公式

(Paul Andersen, "Formula for Passive Earth Pressure" Civil Eng. Jan. 1938. p. 32~33.)

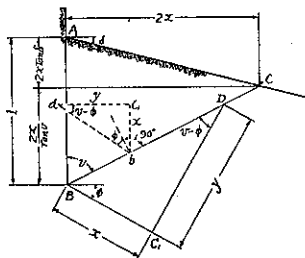
垂直壁に働く主働土圧力は一般専門書により取扱はれてゐるが、受働土圧力に関しては水平地盤の特別な場合のみに限られてゐる。

今茲に示す公式は傾斜地盤に鋼矢板を打ち込んだ場合を説明するもので、この論文では受働土圧力は垂直で摩擦抵抗力のない壁でも粘着力のない土として考へる。

図-1 に於てプリズム ABC の重量は  $\triangle ABC$  の面積に比例し、 $BC_1 = x$  で表示することが出来る。而して  $\phi$  は  $BC_1$  と水平とのなす角で其の地盤の息角に等しい。

$\triangle bc_1d$  は  $\triangle BC_1D$

図-1.



D を  $(90^\circ + \phi)$  の角度で廻転したもので相似である。

$C_1D = y$  はプリズム ABC の重量と面 BD に沿ふ破壊力 DB とよりなる水平力である。

故に受働土圧力は  $\eta$  が最小になるときの変数  $x$  により決定される。

今  $AB=1$  に取るときは

$$2x \tan \delta + \frac{2x}{\tan \nu} = 1 \quad (1)$$

$$\tan(\nu - \phi) = \frac{x}{y} \quad (2)$$

(1), (2) 式より  $\phi$  を消去して

$$\eta = \frac{x + 2x^2(\tan \phi - \tan \delta)}{2x(1 + \tan \delta \tan \phi) - \tan \phi} \quad (3)$$

(3) 式を微分し、それを零とおき

$$\alpha = \frac{\tan \phi \sqrt{\tan \phi - \tan \delta} + \sqrt{\tan \phi (\tan^2 \phi + 1)}}{2(1 + \tan \delta \tan \phi) \sqrt{\tan \phi - \tan \delta}} \quad (4)$$

(3) 式に代入して

$$\eta = C = \left\{ \sqrt{(\tan \phi - \tan \delta) \tan \phi (\tan^2 \phi + 1)} + \tan^2 \phi - 1/2 \tan^2 \phi \tan \delta + 1/2 \right\} \times \frac{1}{(1 + \tan \phi \tan \delta)^2} \quad (5)$$

A 點以下深  $h$  の全受働抵抗力は

$$P = wCh^2 \quad (6)$$

茲に  $w$ : 土の重量 (lb/ft<sup>3</sup>)

水平地盤の場合、

$$C_{\delta=0} = \tan \phi_1 \tan^2 \phi_1 + \tan^2 \phi + \frac{1}{2} = \frac{1}{2} \tan^2 \left( 45^\circ + \frac{\phi}{2} \right) \quad (7)$$

AC が  $BC_1$  に平行の場合、

$$C_{\delta=\phi} = \frac{1}{2} \cos^2 \phi \quad (8)$$

C の値は (5) 式より計算することが出来表-I に示す。息角  $\phi$  より急なる傾斜をなしてゐる場合は水平面と  $\phi$  の角度をなす面が下にあるものとして受働土圧力を計算するとよい。(5), (6), (7), (8) 式の中にはクーロンの理論が含まれてゐるが、自然地盤の場合には通常係数 C を 2 倍に取ればよい。

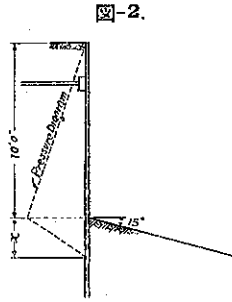
表-1.

Variation of Coefficient C

Values of $\delta$	Values of C for $\theta =$								
	5°	10°	15°	20°	25°	30°	35°	40°	45°
0°	0.5055	0.7101	0.8492	1.0198	1.2320	1.5000	1.8451	2.2595	2.7442
5°	0.4962	0.6309	0.7521	0.8962	1.0716	1.2887	1.5620	1.9129	2.3737
10°	0.4809	0.6477	0.7757	0.9239	1.1022	1.3246	1.5963	1.9479	2.4279
15°	0.4665	0.6497	0.7935	0.9330	1.1118	1.3301	1.6023	1.9543	2.4823
20°	0.4515	0.6388	0.7741	0.9241	1.1097	1.3187	1.5897	1.9397	2.4377
25°	0.4367	0.6152	0.7508	0.8982	1.0859	1.2987	1.5620	1.9129	2.3737
30°	0.4221	0.5915	0.7271	0.8741	1.0621	1.2746	1.5379	1.8779	2.3279
35°	0.4077	0.5677	0.7034	0.8497	1.0381	1.2471	1.5029	1.8429	2.2829
40°	0.3933	0.5439	0.6797	0.8251	1.0131	1.2201	1.4679	1.8079	2.2379
45°	0.3790	0.5201	0.6560	0.8011	0.9881	1.1931	1.4329	1.7729	2.1929

(6) 式の応用問題として図-2 の隔壁を考へてみる、これは水平材によりて上端を支へられ底部は  $\delta=15^\circ$  の傾斜地面の受働土圧抵抗によりて支へられてをり息角は  $30^\circ$  とする。

問題は理論的支持點  $x$  を求めるのであるが、これが爲には (6) 式より  $h$  に於ける全受働土圧力  $P$  を求むればよい、即ち此の深さに於ける受働土圧強度は表-1 より求めた値に  $2hw$  を乗ずれば得られる。理論的支持點は主働土圧強度と受働土圧強度との等しくなる點であるから、



$$2Cwx = w(10+x)\tan^2\left(45^\circ - \frac{30^\circ}{2}\right) \dots (9)$$

表-1 より  $C=0.933$  之を代入して解けば  $w=2.18$  (佐田悦二)

(157) 曲がつた棒の戻りの問題

(Bibhutibhusan Sen "Note on the Torsion of a Curved Rod" Phil. Mag. April 1937 p. 263~273.)

円筒座標  $r, \theta, z$  で考へて  $r=a, r=b, (a < b), z = \pm c$  で囲まれた半円形の角棒を考へ、その戻りを取扱ふ。  
 $r\theta, \theta z$  以外の応力成分を 0 とおくと、応力の釣合ひの式は

$$\frac{\partial r\theta}{\partial r} + \frac{\partial \theta z}{\partial z} + 2\frac{\partial r\theta}{r} = 0 \dots (1.1)$$

の式のものになる。尚ほ 2 つの適合の方程式 (compatibility equations) は

$$\left. \begin{aligned} \frac{\partial^2 \theta z}{\partial r^2} + \frac{1}{r} \frac{\partial \theta z}{\partial r} + \frac{\partial^2 \theta z}{\partial z^2} - \frac{\theta z}{r^2} &= 0, \\ \frac{\partial^2 r\theta}{\partial r^2} + \frac{1}{r} \frac{\partial r\theta}{\partial r} + \frac{\partial^2 r\theta}{\partial z^2} - \frac{4r\theta}{r^2} &= 0 \end{aligned} \right\} \dots (1.2)$$

となる。(1.1) 式は

$$r\theta = \frac{1}{r^2} \frac{\partial \phi}{\partial z}, \quad \theta z = -\frac{1}{r^2} \frac{\partial \phi}{\partial r} \dots (1.3)$$

と置けば満足させられる。これを (1.2) 式に代入すると、

$$\left. \begin{aligned} \frac{\partial}{\partial r} \left[ \frac{\partial^2 \phi}{\partial r^2} + \frac{\partial^2 \phi}{\partial z^2} - \frac{3}{r} \frac{\partial \phi}{\partial r} \right] &= 0 \\ \frac{\partial}{\partial z} \left[ \frac{\partial^2 \phi}{\partial r^2} + \frac{\partial^2 \phi}{\partial z^2} - \frac{3}{r} \frac{\partial \phi}{\partial r} \right] &= 0 \end{aligned} \right\} \dots (1.4)$$

$$\frac{\partial^2 \phi}{\partial r^2} + \frac{\partial^2 \phi}{\partial z^2} - \frac{3}{r} \frac{\partial \phi}{\partial r} = \text{常数} = 2T \text{ (とおく)}$$

尚ほ  $\phi = T(z^2 - c^2) + \phi_1 \dots (1.5)$   
と置けば

$$\frac{\partial^2 \phi_1}{\partial r^2} + \frac{\partial^2 \phi_1}{\partial z^2} - \frac{3}{r} \frac{\partial \phi_1}{\partial r} = 0$$

尚ほ  $\phi_1 = r^2 \phi_2 \cos \nu n z \dots (1.6)$

と置き  $\phi_2$  は  $r$  のみの函数で  $\nu n = (2n+1)\pi/2c$  とすれば

$$\frac{\partial^2 \phi_2}{\partial r^2} + \frac{1}{r} \frac{\partial \phi_2}{\partial r} - \left( \nu n^2 + \frac{4}{r^2} \right) \phi_2 = 0 \dots (1.7)$$

故に結局  $\phi$  は

$$\phi = T(z^2 - c^2) + \sum_{n=0}^{\infty} r^2 [A_n I_2(\nu n r) + B_n K_2(\nu n r)] \cos \nu n z \dots (1.8)$$

$I, K_2$  は modified Bessel function である。

$\phi$  の満たすべき境界の條件としては、棒の周囲で応力はないのであるから

$$z = \pm c \text{ で } \frac{1}{r^2} \frac{\partial \phi}{\partial r} = 0 \dots (1.9)$$

$$r = a \text{ 及 } r = b \text{ で } \frac{1}{r^2} \frac{\partial \phi}{\partial z} = 0 \dots (1.10)$$

(1.9) 式の方は  $\nu n$  の方で完全に満足させる様にしてある。

$$T(c^2 - z^2) = \frac{32c^2}{\pi^3} \sum_{n=0}^{\infty} \frac{(-1)^n}{(2n+1)^3} \cos \nu n z \dots (1.11)$$

であるから、

$$A_n = \frac{32c^2}{\pi^3} \frac{(-1)^n}{(2n+1)^3} \dots (1.12)$$

とおけば

$$\phi = \sum_{n=0}^{\infty} \{ r^2 [A_n I_2(\nu n r) + B_n K_2(\nu n r)] - T I_n \} \cos \nu n z \dots (1.13)$$

であるから (1.10) 式と考へ合せて

$$A_n = \frac{T I_m}{a^2 I_2(\nu n b)} \frac{\left[ \frac{a^2}{b^2} \frac{K_2(\nu n b)}{K_2(\nu n a)} \right]}{\left[ 1 - \frac{I_2(\nu n a) K_2'(\nu n b)}{I_2'(\nu n b) K_2(\nu n a)} \right]} \dots (1.14)$$

$$B_n = \frac{T I_m}{a^2 K_2(\nu n a)} \frac{\left[ 1 - \frac{a^2}{b^2} \frac{K_2(\nu n a)}{K_2(\nu n b)} \right]}{\left[ 1 - \frac{I_2(\nu n a) K_2'(\nu n b)}{I_2'(\nu n b) K_2(\nu n a)} \right]} \dots (1.15)$$

である事が分かる。これより  $\phi$  が分かるから応力、戻り剛さ (torsional rigidity) 等を求める事が出来る。

meridian section 内の応力×面積のトルクは上の結果より

$$Q_z = \int_a^b \int_{-c}^c \left[ \frac{z}{r^2} \frac{\partial \phi}{\partial z} + \left( r - \frac{a+b}{2} \right) \frac{1}{r^2} \frac{\partial \phi}{\partial r} \right] dr dz$$

と書けるが、これに上に出した  $\phi$  の値を入れ、ベッセル函数の公式等を使つて積分すれば、結局

$$Q_t = -\frac{a+b}{2} \sum_{n=0}^{\infty} \frac{4^n (-1)^n}{(2n+1)\pi} \left[ A_n J_0(\nu_n b) \left\{ 1 - \frac{J_0(\nu_n a)}{J_0(\nu_n b)} \right\} + B_n K_0(\nu_n a) \left\{ \frac{K_0(\nu_n b)}{K_0(\nu_n a)} - 1 \right\} \right] \quad (1.16)$$

となる  $A_n, B_n$  は (1.14), (1.15) 式の値である。

尚ほ  $Q_t = T \cdot S$  とおく事が出来るから、例へば  $b = 2a = 8c/\pi$  のやうな場合を考へて見ると大体

$$T = 7.46 \frac{Q_t}{a^2}$$

となり  $z=0, r=a$  の處の応力  $(\theta z)_t$  は

$$(\theta z)_t = 4.70 \frac{Q_t}{a^2}$$

となる。 (最上武雄)

### (158) 静水圧下に於ける楕円及円形版の曲げに就て

(R. Gran Olsson "Biegung elliptischer und kreisförmiger Platten von veränderlicher Dicke bei hydrostatischer Belastung" Ingenieur-Archiv April 1933, S. 103-115.)

(1) 緒言: 厚さの一樣な及厚さの変化する楕円及円形版は一般に等分布荷重又は軸に對稱な荷重に對して取扱つて居る、故に變形及応力は軸に對し對稱である。然るに厚さの変化する円形版の曲げは軸對稱ならざる故數學的取扱は可成り困難である、一般に近似解法を行つて居る。次に近似解法を述べやう。

此の場合の彈性中立面を厚さ一定、等分布荷重を受ける版に境界値條件を考へると同様に取扱ふ、等分布荷重に非ざるものに對しては版剛度は厚さの変化する版の變形の微分方程式より求められる。隧道の扉の如く直線的に変化する荷重は實際上好く出る問題である、此の場合工學的应用の立場を離れたとしても厚さの変化する彈性版を力學的に研究する事は興味のある問題である。

(2) 全周固定楕円版: 變形は周で  $w=0, \partial w/\partial n=0$  ( $n$  は中立面で周に垂直の方向) を満足せねばならぬ變形の式を次の如く表す (圖-3 参照)。

$a, b$  は軸の長さ

$$w = c \left( \frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} - 1 \right)^2 \quad (1)$$

故に  $\frac{\partial w}{\partial x} = \frac{4cx}{a^2} \left( \frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} - 1 \right),$

$$\frac{\partial w}{\partial y} = \frac{4cy}{b^2} \left( \frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} - 1 \right) \quad (2)$$

$c$  は常數で次の如くして求める。

直線的に荷重が変化する場合版剛度も大体直線的に変化すると考へられる、而して此の假定は正確である。

中立面の微分方程式は、

$$\Delta(N\Delta w) + (1-\nu) \left( 2 \frac{\partial^2 N}{\partial x \partial y} \cdot \frac{\partial^2 w}{\partial x \partial y} - \frac{\partial^2 N}{\partial y^2} \cdot \frac{\partial^2 w}{\partial x^2} - \frac{\partial^2 N}{\partial x^2} \cdot \frac{\partial^2 w}{\partial y^2} \right) = p(x,y) \quad (3)$$

版剛度が直線的に変化する場合は、

$$\Delta(N\Delta w) = p(x,y) \quad (3a)$$

茲に  $N$ : 版剛度,  $w$ : 撓,  $\nu$ : ポアソン數,  $p$ : 荷重,  $\Delta = \frac{\partial^2}{\partial x^2} + \frac{\partial^2}{\partial y^2}$ .

(2) 式より

$$\Delta w = 4c \left[ \left( \frac{3}{a^2} + \frac{1}{b^2} \right) \frac{x^2}{a^2} + \left( \frac{3}{b^2} + \frac{1}{a^2} \right) \frac{y^2}{b^2} - \left( \frac{1}{a^2} + \frac{1}{b^2} \right) \right] \quad (4)$$

今版剛度を  $y$  方向に直線的に変化する時は、

$$N = N_0 + N_1 y \quad (5)$$

荷重は同様に

$$p = p_0 + p_1 y \quad (6)$$

$\Delta w, N$  を (4), (5), (3a) 式で置換すると、

$$24c \left( \frac{1}{a^2} + \frac{2}{3a^2 b^2} + \frac{1}{b^2} \right) (N_0 + N_1 y) + 16c \left( \frac{1}{a^2} + \frac{3}{b^2} \right) \frac{1}{b^2} N_1 y = p_0 + p_1 y$$

$y=0$  とすると、

$$c = \frac{p_0 a^2 b^2}{24 N_0 \left( \frac{b^2}{a^2} + \frac{2}{3} + \frac{a^2}{b^2} \right)} \quad (7)$$

單位幅の  $N_1$  は  $y=1$  として

$$N_1 = 3 N_0 \frac{p_1 \left( \frac{b^2}{a^2} + \frac{2}{3} + \frac{a^2}{b^2} \right)}{p_0 \left( \frac{b^2}{a^2} + 4 + 9 \frac{a^2}{b^2} \right)} \quad (8)$$

版に作用する曲げモーメントは、

$$M_x = -N \left( \frac{\partial^2 w}{\partial x^2} + \nu \frac{\partial^2 w}{\partial y^2} \right),$$

$$M_y = -N \left( \nu \frac{\partial^2 w}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 w}{\partial y^2} \right) \quad (9)$$

故に

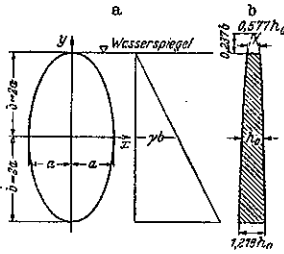
$$\left. \begin{aligned} M_x &= -4cN \left[ \left( \frac{3}{a^2} + \frac{\nu}{b^2} \right) \frac{x^2}{a^2} + \left( \frac{3\nu}{b^2} + \frac{1}{a^2} \right) \frac{y^2}{b^2} - \left( \frac{1}{a^2} + \frac{\nu}{b^2} \right) \right] \\ M_y &= -4cN \left[ \left( \frac{3\nu}{a^2} + \frac{1}{b^2} \right) \frac{x^2}{a^2} + \left( \frac{3}{b^2} + \frac{\nu}{a^2} \right) \frac{y^2}{b^2} - \left( \frac{\nu}{a^2} + \frac{1}{b^2} \right) \right] \end{aligned} \right\} \quad (9a)$$

振りモーメント  $H$  は

$$H = -N(1-\nu) \frac{\partial^2 w}{\partial x \partial y} = -8cN(1-\nu) \frac{xy}{a^2 b^2} \dots \dots \dots (10)$$

例として水圧を受ける楕円版を考へやう、  
 $b=2a$  (図-3 参照) を考へより

図-3. 水圧を受ける楕円版



水圧  $p$  は

$$p = p_0 \left(1 - \frac{y}{b}\right) \dots \dots \dots (6a)$$

$p_0$  は  $x$  軸の荷重とす、故に  $p_0 = \gamma b$ ,  $\gamma$ : 液体の単位重量

$b=2a$  なる故 (8) 式より

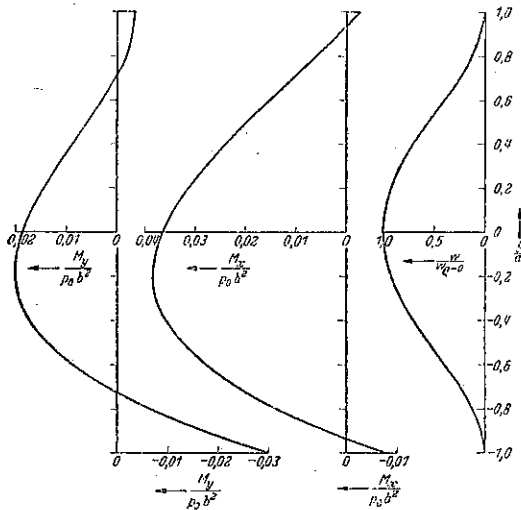
$$N_1 = \frac{59 p_1}{73 p_0} N_0$$

(6), (6a) 式を比較して

$$\frac{p_1}{p_0} = -\frac{1}{b}, \quad N_1 = -\frac{59}{73} \cdot \frac{N_0}{b}$$

$$\therefore N = N_0 \left(1 - \frac{59}{73} \cdot \frac{y}{b}\right) \text{ となる。}$$

図-4. 長軸上の撓, 曲げモーメント



之より版厚は水面上  $0.237b$  で零となる。 $c$  の値は (7) 式より

$$c = \frac{p_0 a^2 b^2}{118 N_0} = \frac{2 p_0 a^4}{59 N_0}$$

$c$  と  $N$  の値を利用して図-4 に撓と曲げモーメントを  $x=0$  で  $y$  軸に沿つて表はしてある。但し  $\nu=0.3$  とす。

振りモーメントは

$$H_m = H_y = -\frac{4 p_0}{59} (1-\nu) \left(1 - \frac{59}{73} \cdot \frac{y}{b}\right) x \cdot y \dots \dots \dots (10a)$$

振りモーメント  $H =$  一定の曲線は図-5 に示す。

図より解る如く  $x, y$  軸を漸近線とする双曲線である。図の値に  $[-16 p_0 / 59] (1-\nu) a^2$  を掛けると實際の振りモーメントが得られる。

(3) 全周固定の円形版:

円形版は楕円版で  $a=b$  と代入すれば得られる。

(7) 式より

$$c = \frac{p_0 a^4}{64 N_0}, \quad p = p_0 \left(1 - \frac{y}{a}\right)$$

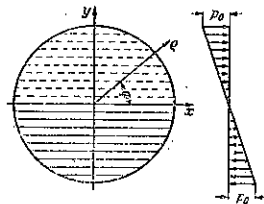
$$N_1 = \frac{p_1}{2 p_0} N_0 = -\frac{N_0}{2a}$$

$$N = N_0 \left(1 - \frac{y}{2a}\right) \dots \dots \dots (5a)$$

版厚は  $y=2a$  で零となる。

曲げモーメントは厚一定の円形版を比較考慮して図-6 の如く極座標に変換する。

図-6.



$M_\rho$ : 半径方向の曲げモーメント

$M_\varphi$ : 切線方向の曲げモーメント

$H_{\rho\varphi}$ : 振り曲げモーメント

$$\left. \begin{aligned} M_\rho &= -\frac{N}{\alpha^2} \left( \nu \frac{\partial^2 w}{\partial \rho^2} + \nu \frac{1}{\rho} \frac{\partial w}{\partial \rho} + \nu \frac{1}{\rho^2} \frac{\partial^2 w}{\partial \varphi^2} \right) \\ M_\varphi &= -\frac{N}{\alpha^2} \left( \nu \frac{\partial^2 w}{\partial \rho^2} + \frac{1}{\rho} \frac{\partial w}{\partial \rho} + \frac{1}{\rho^2} \frac{\partial^2 w}{\partial \varphi^2} \right) \end{aligned} \right\}$$

$$H_{\nu\varphi} = -\frac{N}{\alpha^2}(1-\nu) \left( \frac{1}{\rho} \frac{\partial^2 w}{\partial \rho \partial \varphi} - \frac{1}{\rho^2} \frac{\partial^2 w}{\partial \varphi^2} \right) \quad (11)$$

完全に固定の弾性中立面の式は、

$$w = \frac{\rho_0 \alpha^4}{64 N_0} (1-\rho^2)^2 \quad (1a)$$

曲げモーメントは

$$\left. \begin{aligned} M_\rho &= \frac{\rho_0 \alpha^2}{16} \left( 1 - \frac{\sin \varphi}{2} \right) [(1+\nu) - (3+\nu)\rho^2] \\ M_\varphi &= \frac{\rho_0 \alpha^2}{16} \left( 1 - \frac{\sin \varphi}{2} \right) [(1+\nu) - (1+3\nu)\rho^2] \end{aligned} \right\} \quad (11a)$$

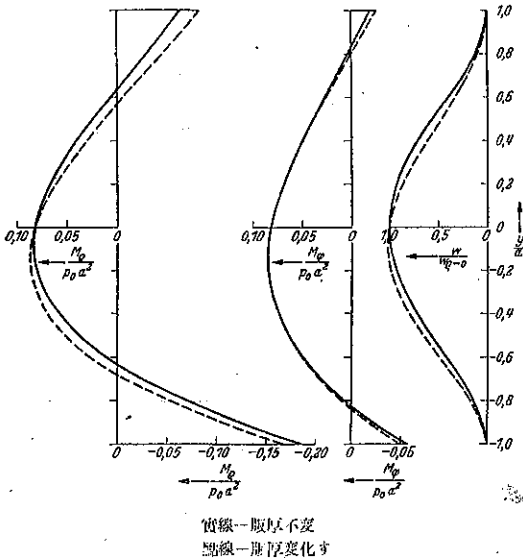
但し  $\frac{y}{a} = \sin \varphi$

図-7 に垂直断面の撓、曲げモーメントを示す、振りモーメントは、 $x$ : 一定の断面、 $y$ : 一定の断面で零としない。何となれば

$$H = -\frac{\rho_0}{8}(1-\nu) \left( 1 - \frac{y}{2a} \right) xy \quad (10b)$$

$H$ =一定の曲線は図-8 に示す、実際の振りモーメントは  $(-\rho_0 \alpha^2/8)(1-\nu)$  を掛けると得られる。

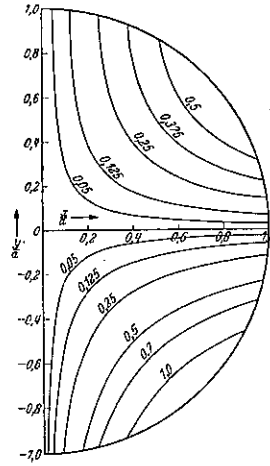
図-7. 撓、曲げモーメント図



(4) 鉸支持の円形版: 等分布荷重  $p_0$  を受け厚一定の円形版の撓の式は、

$$w = \frac{\rho_0 \alpha^4}{64(1+\nu)N_0} [(5+\nu) - 2(3+\nu)\rho^2 + (1+\nu)\rho^4] \quad (1b)$$

図-8.  $H$ =一定の図



直線的に変化する荷重とすると  $N$  は、

$$p = \rho_0 \left( 1 - \frac{y}{a} \right) = \rho_0 (1 - \sin \varphi)$$

$$N = N_0 \left( 1 - \frac{y}{2a} \right) = N_0 \left( 1 - \frac{\sin \varphi}{2} \right)$$

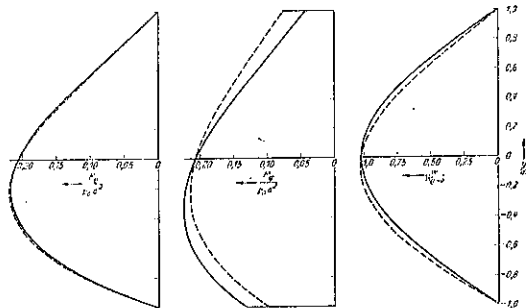
版厚は同様に  $y=2a$  のときに零となる。

曲げモーメントは、

$$\left. \begin{aligned} M_\rho &= \frac{3+\nu}{16} \rho_0 \alpha^2 \left( 1 - \frac{\sin \varphi}{2} \right) (1-\rho^2) \\ M_\varphi &= \frac{\rho_0 \alpha^2}{16} \left( 1 - \frac{\sin \varphi}{2} \right) [(3+\nu) - (1+3\nu)\rho^2] \end{aligned} \right\} \quad (11b)$$

$x$ : 一定、 $y$ : 一定の断面に於ける振りモーメントは固定版と同様である。撓と曲げモーメントは図-9 に示す。

図-9. 厚さ変化する場合(点線)、厚さ一定の場合(実線)の円形版の撓、曲げモーメント



(5) 厚さ一定の円形版との比較: 今迄述べた事は載荷方法が等分布荷重、直線の変化荷重及 antisymmetrisch 荷重(図-6 の如き点対称荷重)及それ等の和に對して応

用する事が出来る。antimetrisch 荷重に對しては W. Flügge 氏の論文がある、即ち図-6 の如く  $\varphi=0$  に對し凹形版の彈性中立面の式は

$$w_1 = \frac{p_0 a^4}{192 N_0} (\rho^5 + c_1 \rho^3 + c_2 \rho) \sin \varphi \dots (12)$$

茲に  $c_1, c_2$  は積分常数である、而して境界條件より求められる。

(a) 全周固定凹形版：條件、周に於て

$$w=0, \quad \frac{\partial w}{\partial \rho} = 0, \quad (\rho=1 \text{ に對し})$$

故に  $\frac{p_0 a^4}{192 N_0} (1+c_1+c_2) \sin \varphi = 0$

$$\frac{p_0 a^4}{192 N_0} (5+3c_1+c_2) \sin \varphi = 0$$

∴ 總ての  $\varphi$  に對し満足する値は、

$$c_1 = -2, \quad c_2 = 1. \quad \text{である。}$$

此の値を代入して

$$w_1 = \frac{p_0 a^4}{192 N_0} \rho (1-\rho^2)^2 \sin \varphi \dots (12a)$$

曲げモーメントは、

$$\left. \begin{aligned} M_{1\rho} &= -\frac{p_0 a^2}{48} \rho [(5\rho^2-3)+\nu(\rho^2-1)] \sin \varphi \\ M_{1\varphi} &= -\frac{p_0 a^2}{48} \rho [(5\rho^2-3)\nu+(\rho^2-1)] \sin \varphi \end{aligned} \right\} \dots (13a)$$

之に對し等分布荷重に對する式は

$$w = \frac{p_0 a^4}{192 N_0} (3-\rho \sin \varphi) (1-\rho^2)^2 \dots (14a)$$

$$\left. \begin{aligned} M_\rho &= \frac{p_0 a^2}{48} \{3[(1+\nu)-(3+\nu)\rho^2] + \rho[(5\rho^2-3)+\nu(\rho^2-1)] \sin \varphi\} \\ M_\varphi &= \frac{p_0 a^2}{48} \{3[(1+\nu)-(1+3\nu)\rho^2] + \rho[(5\rho^2-3)\nu+(\rho^2-1)] \sin \varphi\} \end{aligned} \right\} \dots (15a)$$

と誘導される。

垂直断面の  $w, M_\rho, M_\varphi$  は図-7 の如く示さる。表示すると表-2 の如し。

(b) 全周鉸結凹形版：Antimetrisch 荷重に對し Flügge 氏より

$$c_1 = -2 \frac{5+\nu}{3+\nu}, \quad c_2 = \frac{7+\nu}{3+\nu} \quad \text{と知れて居る、}$$

$$w_1 = \frac{p_0 a^4}{192 N_0 (3+\nu)} \rho (1-\rho^2)^2 (7+\nu) - (3+\nu)\rho^2 \sin \varphi \dots (12b)$$

表-2.

$\nu = \rho \sin \varphi$	$\frac{w}{w_{\rho=0}}$	$\frac{M_\rho}{p_0 a^2}$	$\frac{M_\varphi}{p_0 a^2}$	$\frac{w}{w_{\rho=0}}$	$\frac{M_\rho}{p_0 a^2}$	$\frac{M_\varphi}{p_0 a^2}$
1.0	0.0000	-0.0325	-0.0188	0.0000	-0.0333	-0.0250
0.8	0.1206	-0.035	0.0032	0.0950	-0.0492	0.0003
0.6	0.4396	0.0049	0.0270	0.3277	-0.0060	0.0260
0.4	0.7056	0.0386	0.0498	0.6115	0.0278	0.0498
0.2	0.9216	0.0657	0.0689	0.8602	0.0601	0.0689
0.0	1.0000	0.0813	0.0813	1.0000	0.0813	0.0813
-0.2	0.9216	0.0803	0.0842	0.9830	0.0859	0.0840
-0.4	0.7056	0.0679	0.0747	0.7997	0.0689	0.0748
-0.6	0.4396	0.0491	0.0501	0.4935	0.0288	0.0510
-0.8	0.1296	-0.0711	-0.0074	0.1642	-0.0523	0.0103
-1.0	0.0000	-0.1875	-0.0563	0.0000	-0.1667	-0.0500

$$\left. \begin{aligned} M_{1\rho} &= \frac{p_0 a^2}{48} (5+\nu)\rho(1-\rho^2) \sin \varphi \\ M_{1\varphi} &= \frac{p_0 a^2}{48(3+\nu)} \rho [(5+\nu)(1+3\nu) - (1+5\nu)(3+\nu)\rho^2] \sin \varphi \end{aligned} \right\} \dots (13b)$$

等分布荷重に對しては次の式が誘導される(12b, 13b)式より

$$w = \frac{p_0 a^4}{64 N_0 (1+\nu)} \{ (5+\nu) - 2(3+\nu)\rho^2 + (1+\nu)\rho^4 - \frac{1+\nu}{3(3+\nu)} \rho(1-\rho^2)^2 (7+\nu) - (3+\nu)\rho^2 \sin \varphi \} \dots (14b)$$

$$\left. \begin{aligned} M_\rho &= \frac{p_0 a^2}{48} (1-\rho^2) \{ 3(3+\nu) - (5+\nu)\rho \sin \varphi \} \\ M_\varphi &= \frac{p_0 a^2}{48} \{ (3+\nu) - (1+3\nu)\rho^2 - \frac{\rho}{3+\nu} [(5+\nu)(1+3\nu) - (1+5\nu)(3+\nu)\rho^2] \sin \varphi \} \end{aligned} \right\} \dots (15b)$$

図-9 に  $w, M_\rho, M_\varphi$  を實線で記してある。

表示すると表-3 の如し、

表-3.

$\nu = \rho \sin \varphi$	$\frac{w}{w_{\rho=0}}$	$\frac{M_\rho}{p_0 a^2}$	$\frac{M_\varphi}{p_0 a^2}$	$\frac{w}{w_{\rho=0}}$	$\frac{M_\rho}{p_0 a^2}$	$\frac{M_\varphi}{p_0 a^2}$
1.0	0.0000	0.0000	0.438	0.0000	0.0000	0.0760
0.8	0.3135	0.0446	0.0782	0.2665	0.0425	0.1061
0.6	0.5835	0.0924	0.1144	0.5254	0.0896	0.1366
0.4	0.8070	0.133	0.1408	0.7628	0.1302	0.1652
0.2	0.9506	0.1782	0.1814	0.9165	0.1768	0.1892
0.0	1.0000	0.2063	0.2063	1.0000	0.2063	0.2063
-0.2	0.9506	0.2178	0.2217	0.9847	0.2192	0.2138
-0.4	0.8070	0.2079	0.2247	0.8615	0.2104	0.2093
-0.6	0.5835	0.1716	0.2125	0.6416	0.1744	0.1904
-0.8	0.3135	0.1040	0.1824	0.3495	0.1060	0.1544
-1.0	0.0000	0.0000	0.1312	0.0000	0.0000	0.0990



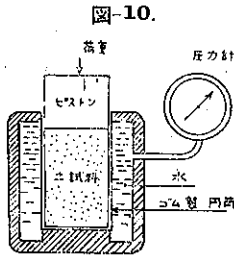
表-2 より解る如く最大応力は  $\eta = -\alpha$  にて起る而して厚一定のものより厚の変化する方が約 165% 大きい、故に若し材料消費を同一にするならば  $\eta = 0$  で  $h_0$  を約 8% 小として扱はねばならぬ、絞結の版に対しても同様の事が云べる。  
(齋藤義治)

(159) スタビロメータを用いた土質試験

(E. C. Seibert & L. A. Palmer "A Soil Survey by Stabilometer" E. N. R. June. 9. 1938, p. 813~814.)

これは或る乾船渠の工事に於て行はれた土質試験である。ボーリングの結果、此の附近の土は非常に粘着力に富みプラスチックなもので、計算設計に必要な土の性質を全然假定する事は不安であつたので、質験的にこれらを求めることにしたのである(此の方法は將來如何なる土木工事に對しても、材料試験以上に必要なことであると思ふ)。此處ではスタビロメータを用ひて、土の試料に種々の垂直圧力をかけ、それに対する横圧力を測定し剪断試験機で内部摩擦力、粘着力等を決定した。後者の質験は現在廣く用ひられて居るものであるから、前者の装置、方法、結果等を抄録して見やう。

スタビロメータの構造： 此の構造は図-10 に示す如く、原理はきはめて簡単なもので土の試料を入れるゴムの円筒と直圧を加へるピストンと横圧を測るため容器とゴム円筒との間に入れた水及それに接続する圧力計とからなつて居る。ピストンにはレバーによつて所要の荷重がかかるやうになつて居り、其の荷重は直接



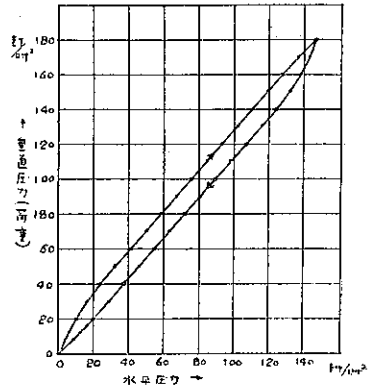
土の試料に直圧として働き、それに相當する横圧が水を媒介として、圧力計で讀める装置である。此所に用ひたスタビロメータは Thos. E. Stanton 及 F. N. Hveen により Proceedings of the 14th Annual Meeting of the Highway Research Board, Dec. 1934, Part II に述べられて居るものと及 W. S. Housel により Proceedings of the A. S. T. M. 1936. に述べられて居るものと殆ど同じであるから、詳細はそれらについて見られれば良いと思ふ。

質験の方法： 先づゴム円筒周囲の水を少し抜いて真空を作るとゴム円筒が完全な円筒状に膨れる。これに土の試料を入れ再び水を満たして圧力計を零ならしめる。

次に土の試料の上にピストンをのせ、徐々にレバーで荷重をかけながらそれに相當する側圧を圧力計で讀む。此の際垂直荷重をかけてから平衡する迄充分時間を與へる事は理想であるが、實際問題として時間を長くかけると試料から水が浸出して來て質験が難しくなつて來る。従つて垂直荷重を増加する速度を適當にきめる事が、此の質験では重要な事であらう。

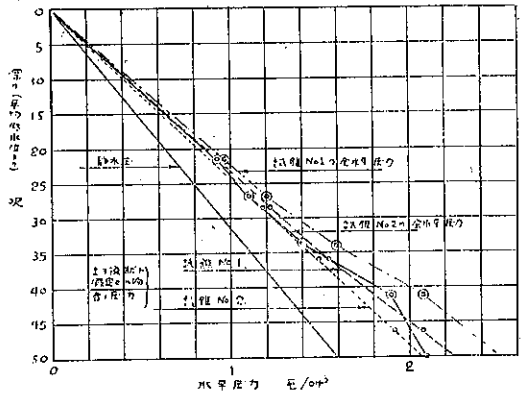
質験の結果： 図-11 は垂直圧力-水平圧力の關係を示した一例である。荷重を加へる場合と取去る場合と途中において相異があるのは前に述べた垂直荷重増加の時間的關係によるものである。図-12 は此の乾船渠工事箇所

図-11.



2 箇所に対してスタビロメータを用ひた質験から出した深さと水平圧力との關係である。今考へる土がそれ自

図-12.



身の目方で充分緊密され、完全に浮力が働く程度に水で飽和されて居ると假定すれば實際におこる水平圧力は、普通の静水圧と、浮力により目方の軽くなつた土粒子の與へる水平圧力との和に等しい。従つてスタビロメータに於て、土の試料に加へられる垂直圧力は土粒子の有重量のみを與へるものであるから全水圧力を出すにはスタビロメータのゲージの讀に全静水圧を加算せね

ばならない。図-12 にはそれらの関係が又説明されて居る。

精語： スタビロメータの基本的目的は土の自重又は載荷重による垂直圧力に対する水平圧力の比を求めることである。此の比は土の種類、含水量、緊密度等によつて異なるからスタビロメータは其の場合場合の土に対する土圧を評價するに便利である。又原状のままの土と原状を失つた土とは、價が非常に違ふから出来るだけ原状に近い状態で土の試料を採取すべきである。又此のスタビロメータを用ひて、一定の垂直及水平圧力の下に膨脹に関する研究が

Bureau of Yards & Docks 及 Bureau of Public Road により行はれて居るから、その報告も参照されたい。

尙、此の試験方法は土圧解決の道に對する、一つの試案として、面白いものではあるが、所詮實驗室内での試験の缺點は除かれず、多くの試験資料と同時に現場に於ける野外試験(埋込みの圧力計によるもの等)の資料と關係させて、完成されるものと思ふ。(片平信貴)

### (160) 粘着力のない土の搦固め試験

(By Richards M. Strohl, "Compacting Cohesionless Material" E. N. R. June 16, 1933, p. 850~853.)

概説： Merrimack 河の洪水調節のために New Hampshire の Pemigewasset 河に土堰堤を作ること

になつたが、此の附近は所謂氷河地方で手近にある堰堤材料は殆ど細砂で、しかも經濟上此の材料を何とかして用ひねばならなかつた。此のやうな粘着力の少い微砂を用ふる場合には飽水時の堰堤の

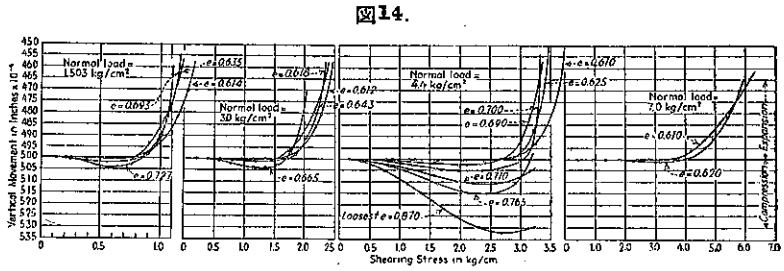
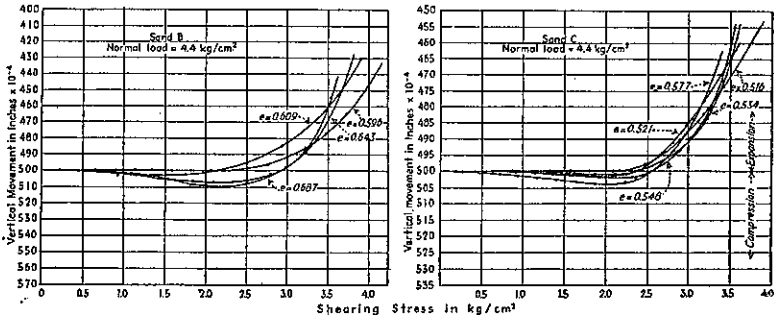


図-14.

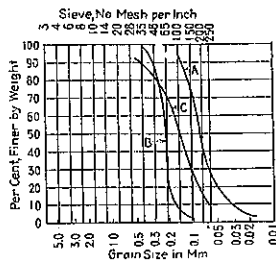


不安定を除くため砂を搦固めて所謂“critical density”たらしめねばならない。それで此の搦固めに對して色々な手段方法が考へられ、それを實驗室及現場で試験したのが此の報告である。

實驗室の試験： 實驗室の試験は Harvard 大学の A. Casagrande 教授に依頼され、使用土の“critical density”に関する試験が行はれた。此の“critical density”と云ふのは Casagrande 教授の提案したもので“剪断による變形に際して容積の縮みがないやうな密度”を云ひ、最近の研究によれば此の“critical density”まで搦固められた土は比較的高度の安定を示すことがわかつて居る。さて試験には現場附近の土を混合し、図-13 の A. B. C. のやうな粒度曲線を示す3種の土を用ひた。

試験の方法は、搦固め程度により、空隙率をかへたものを試料として、これに豫想される色々な直圧をかけて剪断試験を行ひ、その變形に伴ふ容積変化を調べたのである。図-14 は土 A について行つた試験結果で、垂直圧力に關らず 0.61 位の空隙率が所謂“critical density”を示して居る。B 及 C の土については図-15 に示してある。B では 0.596, C では 0.516 とぐつと小さくなつて居る(此の問題については“Characteristics of Cohesionless Soils affecting the Stability of Slopes and Earth Fills” by A. Casagrande.

図-13.



Journal of the Boston Society of Civil Engineers, Jan. 1936 を参照されたい。

現場試験： 現場試験の目的は如何なる方法で搗固めるのが最適であるか、層の厚さはどの位にすべきか、含水量はどの位が最適であるか、等を明にすることであつた。搗固めの道具はヴァイブレータ以外は普通、土の搗固めに用ひられる一般的なのものを使用した。図-16 はトラクターに牽かせた sheepsfoot roller, 図-17 は同じく disk roller である。

図-16.



図-17.

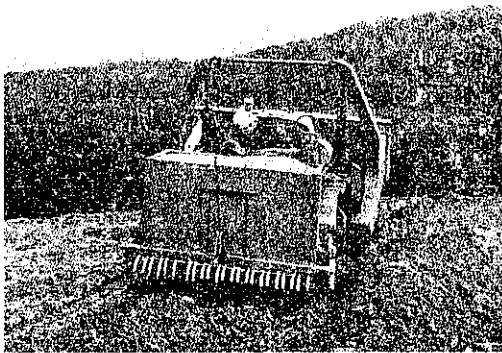


図-18 は搗固めの深さに對する影響で、左とつはトラクターのみの場合、次は sheepsfoot roller を用ひた場合、右端はヴァイブレータを用ひた場合である。此の結果から見ると搗固めの影響は、從來考へられて居た層厚より少々深い所まで及ぶので最初の實驗には層厚 18 in を用ひた。図-19 はその結果で、左は土 A 對して sheepsfoot roller を用ひたもの、中は土 C 對して disk roller を用ひたもので層による積算的影響が明

らかである。曲線の鋸形の不規則は 18 in の層厚の稍々厚すぎること示すもので 12 in. の層厚を用ひた図-19 右の曲線は滑かに出て居る。又土 C 對して 18 in. の

図-18.

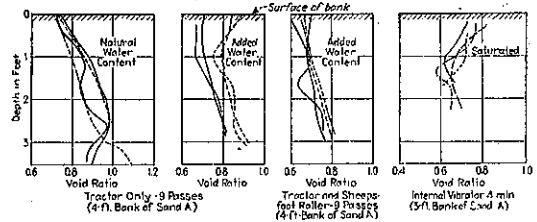
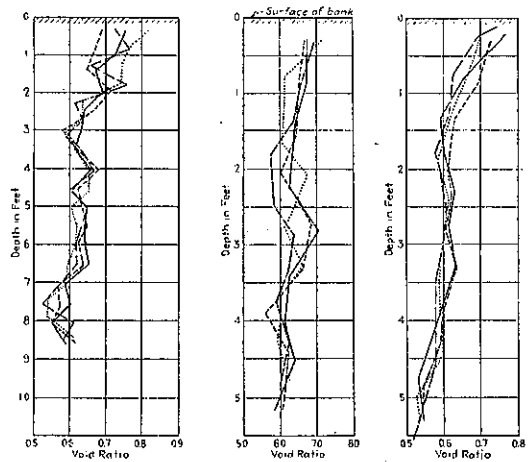


図-19.



層厚ではその “critical density” に達せず、12 in. の層厚でそれに近くなつて居る。ヴァイブレータを用ふことは實際問題として不可能であるが、土の性質を知る上に興味ある結果を與へて居る。即ちヴァイブレータで搗固めた土は図-20 の寫眞に示す如く、氣泡が所々に集り蜂窩状を示し、しかもその密度は此の空隙を入れてもなほ “critical density” に近い値を示して居る。

図-20.

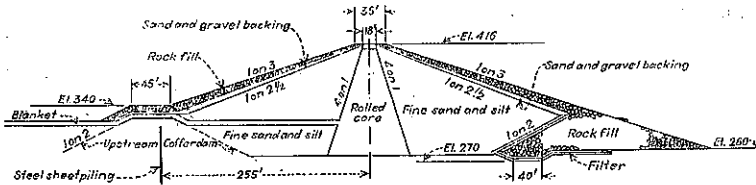


結論： 以上の實驗から判つたことを總括して見ると、

1. 此の環境地點附近の上では “critical density” は 0.52~0.61 の空隙率を持つ場合である。

2. 搗固め方法によつては此の密度を持たせることは可能で、附近の上を堰堤用土として用ひ得る。
3. 搗固めの方法はダンピング、ウエイプレート等より輾圧の道具としては sheepsfoot roller 又は disk roller が最も良い。
4. 層の厚きは 12 in. 位が最適である。

図-21.



5. ローリングの回数は 6~8 回で充分である。
  6. 含水量は飽和より少し少ない程度が良い。
- 尙最後にこれらの実験と諸種の研究により決定された堰堤断面を示して置かう。(片平信貴)

河 川

(161) オレンジ州に於ける洪水調節

“Flood Control in Orange Country ready for Early Start” E. N. R. June 23, 1938, p. 883~884.

カリフォルニアオレンジ州に於ける洪水調節、貯水の計畫は約 10 年間研究調査されてゐたのであるが、近くいよいよ工事着手の運びとなつた。この事業は 8 河川に夫々上堰堤を設けて貯水池を造るのであり総工費 15 243 000 弗、内 12 748 000 弗を國庫、2 500 000 弗を州で出すことになつてゐる。

此の事業の先づ必要を叫ばれたのは 1916 年の出水からであるが、その後人口は 2 倍となり土地は富み事業の

價値は 3 倍となつた。雨量並に流出量の調査は 1771 年まで溯つて行はれたが、それによると前記 8 河川から州内に流れ込む全洪水量は 215 000 個で洪水の週期は平均 5 年であると云ふ。オレンジ州の主な部分は肥沃な緩い傾斜の土地で農耕に適する。州の全面積 51 萬エーカーの中 3 萬 5 千エーカーは都市、15 萬エーカーは耕地、7 萬 5 千エーカーは農耕には適するも、まだ開發されてゐない。土地の價値は 187 000 000 弗と云はれ人口は 13 萬人に達する。1938 年 4 月の洪水に遭ひ益々本事業の緊急なるのが認められたのである。

近年耕地が増すにつれ地下水を使ふ爲その水位が益々低下し全州 15 個所の調査によると 1924 年と 1933 年と比較し 10~110 呎、平均 44 呎の低下が起つた、従つて今迄無爲に流してゐた洪水の貯溜と云ふ問題が起つて來たのである。

事業の全工費は既述の通りであるが、工期は 3 年となつてをり國庫分は建設工事に使用せられ第 1 年目が 1 500 000 弗、第 2 年目が 5 600 000 弗、第 3 年目が 5 648 000 弗であり、州負擔分は損耗土地の賠償費、道路鉄道等の移転費に使はれる。この事業の中 Santa Ana 河の Prado 堰堤が第 1 に起工せられ 1939 年の洪水の貯溜に間に合ふだらうと云はれてゐる。事業の内容は表-4 の通りであるが、この中最後から 2 番目の行に同一列に 2 つ宛の數字が擧げてあるが、大なる數字は最高貯水面迄の容量、小なる方は溢流堤頂迄の容量である。

(伊藤 剛)

表-4. オレンジ州土堰堤の洪水調節資料

起工順位	河 川 名	流域面積 (哩 <sup>2</sup> )	堰 堤 高 (呎)	堰 堤 頂 (呎)	放流可能量 (個)	貯 水 量 (エーカー・1呎)	溢流流量 (個)
1	Santa Ana River	2 280	100	2 370	300 000	180 000 325 000	115 000
2	Brea Basin	2.5	85	1 50	50 000	3 300 6 100	3 350
3	Fullerton Creek	5	45	500	20 000	800 1 650	1 310
4	Carbon Canyon	13.7	120	770	34 000	2 500 3 100	4 200
5	San Juan Creek	107.0	116	2 500	120 000	25 500 33 500	25 000
6	Arroyo Trabuco	32	100	1 250	57 000	3 900 6 100	4 900
7	Santiago Creek	63	165	1 450	86 000	47 000 60 000	18 050
8	Aliso Creek	3.5	80	720	16 000	500 765	.....

(162) Flood Routing の一新法

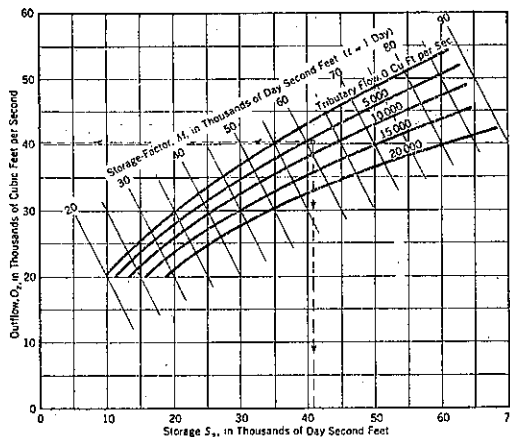
(I. H. Steinberg "A Method of Flood Routing" Civil Eng. July, 1938 p. 476~477)

Flood routing とは貯水池又は河道を幾つに分け、各断面の上流から流れ込む流量を知つて此の中どの位が下流區分に流出し、どの位がこの區分に貯水されるかを計算する方法で、云はゞ不定流を微分子法 (Differenzenrechnung) を以て計算する方法である (以上譯者註)。

今迄の Flood routing の方法は少くとも流出量と貯水量とを知る爲の 2 つの曲線群を必要とした。即ち一つは流出量と貯水量との關係を示す所謂 "Outflow-Storage" 曲線で他は "Storage-plus-Outflow" 曲線で此の中後者は前者から求めることが出来る。流出量と貯水量との關係が複雑になると他の変数やパラメータが必要となるから、それに従つて澤山の "Outflow-Storage" 曲線が出来、それに対応して又澤山の "Storage-Outflow" 曲線が出来る。

以下述べる方法は只一種の曲線を必要とするのみである。先づ必要な数だけの "Outflow-Storage" 曲線を畫く (圖-22 参照)。この場合のパラメータは支流

圖-22. Outflow-Storage 曲線



からの流入量である。次に流出入量を  $I$  及  $O$ 、時間を  $t$ 、貯水量を  $S$  とし最初の時刻に対応するものに suffix 1 をつけ終りの時刻に対応するものに 2 をつければ連続式として次式を得る。

$$(I_1 + I_2) \frac{t}{2} + S_1 = (O_1 + O_2) \frac{t}{2} + S_2 \dots (1)$$

この中  $O_2$  と  $S_2$  を求めなければならぬ。今

$$M = (I_1 + I_2 - O_1) \frac{t}{2} + S_1 = O_2 \frac{t}{2} + S_2 \dots (2)$$

とおけば  $M$  は既知である。 $t=1$  (單位日) とおけば

$$M = \frac{O_2}{2} + S_2 \dots (3)$$

(3) 式は直線式を表はし圖-22 に見る如く  $t=1$  とおいたから勾配は  $-2$  となる。(3) 式と先に述べた各パラメータ (こゝでは支流からの流入量) 毎の "Outflow-Storage" 曲線の基になつた式

$$S_2 = f(O_2) \dots (4)$$

から 2 つの未知数  $S_2, O_2$  を求められるわけである。この計算を圖-22 及 表-5 に示した。即ち最初の日には  $I_1=38000$ ;  $O_1=43000$ ;  $S_1=46000$ ; 支流からの流入量  $=6000$ ; 次の日には  $I_2=35000$ ; 支流からの流量  $=6000$  とし  $t=1$  日とすれば  $O_2$  と  $S_2$  とを得る。之を繰返へせば第 3 日以下の流出量、貯水量も求められる。

表-5. Flood routing の計算例

(1) Day	(2) t	(3) I	(4) I <sub>1</sub> +I <sub>2</sub>	(5) O	(6) I <sub>1</sub> +I <sub>2</sub> -O <sub>1</sub>	(7) (I <sub>1</sub> +I <sub>2</sub> -O <sub>1</sub> )t/2	(8) S <sub>1</sub>	(9) S <sub>2</sub>	(10) 支流の流量
1	1	38 000	43 000	43 000	46 000	6 000	61 000	6 000	
2	1	35 000	40 200	40 200	40 900	53 800	6 000		
3	1	31 000	37 800	37 800	34 900	47 500	5 000		
4	1	22 000	35 100	35 100	27 900	4 000			

(伊藤 剛)

堰 堤

(163) Holtwood Dam に於ける揚圧力の測定

(Paul E. Gisinger "Uplift Measurements at Holtwood Dam" Civil Eng. July 1938 p. 447~450)

本堰堤は 1906~1910 水力發電用堰堤として Mc Call's Ferry Dam の名の下に Pennsylvania 州 Susquehanna 河に築造せられたもので、固定堰の高さは基礎地盤上約 70 呎、低水位上約 50 呎、溢流頂の長さ 2368 呎、堤頂には高さ 4.5 呎の決渇板を附せる溢流型重力堰堤である。計畫最高水位は EL. 183.5 呎、計畫洪水量は 700 000 呎<sup>3</sup>/秒であつたが 1936 年の大出水の際には計畫洪水量を超過し 870 000 呎<sup>3</sup>/秒に達し更に氣象学的研究の結果 1 200 000 呎<sup>3</sup>/秒の出水の可能性ある事が明かにせられた。この場合には計畫最高水位上 5.4 呎に達する結果となり、之が堰堤の安定に就き不安を生じ、

種々の研究が行はれ、溢流に關する模型實驗もなされ、揚圧力以外の因子は明らかとなつたのであるが、揚圧力に關しては依然解決が與へられなかつた。

此の Holtwood Dam に就き少しくその状況を述べれば次の如くである。基礎地盤は変質花崗片麻岩で多くの石英脈を有し時折断層狀の割目が發見せられた。次に施工に就いて一言すれば他の多くの堰堤に於ては基礎にはグラウチングを施し、且つ排水設備を有するものであるが本堰堤に於ては基礎及堤体に何等排水設備を設けざるのみならず、目地に對しても特種な漏水防止法を講じて居ない。勿論目地は充分清掃せられ、打継ぎには石を埋込んで居る。非溢流時には二三の目地以外は乾いて居り目地の健全な事を裏書して居た。打継ぎ目地の間隔は平均5呎で、セメントはコンクリート1碼<sup>3</sup>に付1樽を用ひた。骨材は黑色進出岩の碎石を使用した。25年を経過せる今日表面特に目地に滲ふては多少磨損せられて居るが、全体として見てコンクリートは優良な部類に屬するものであつた。

斯様な状態の下で揚圧力の問題が頗る重大な意義を有するに至つたのである。揚圧力の大きさは各國の学者教科書、規定に大なる相違があり、研究の重要な割合に比較的資料に乏しく、實測の結果の發表せられたるもの1,2に過ぎず、本堰堤と類似の條件の下で得られた資料は未だ發表せられて居ない。それ故に本堰堤に於ては穿孔に依り揚圧力を實測する事に決定したのである。

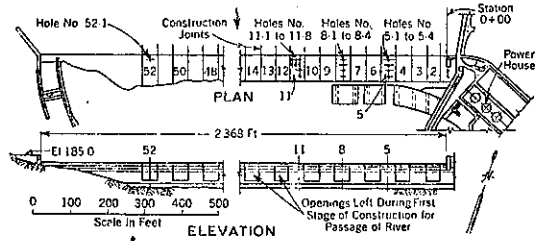
この實驗に於ては孔径3吋のもの17孔を穿ち、その内13孔は岩盤面迄達せしめた。孔の配列及其符号等は図-23及図-24に示した通りである。

穿孔箇所を選定に付一言すれば断面11.8には打継ぎを有し、断面11には打継ぎは有せざるも下流側に割目があり断面5.2に於ては堆砂が一番少かつたのである。これは實測後判明したのであるが、堆砂に依る揚圧力減少の現象は後期に反して全く表れず、

打継ぎの有無は重大な意義を有するものである。基礎に於ける打継ぎと、コンクリートに對する打継ぎとに於ける差異を求めん事は極めて重要であるから單に穿孔

圖-23. 平面図並に立面圖

(本圖は堰堤の概要並に水压測定孔の位置を示すものである)



内の水位を測定するのみでは不充分で、漏水が如何なる部分にあるかを知る必要がある。

そこで二重管に依つて穿孔の5呎の間を他の部分との連絡を断ちその5呎の部分からの漏水を内管の水位に依つて求めた。内管の水位は細い銅線で吊した木製浮子に依つて求め、内管が漏水を以て上部迄満された場合には圧力計を以て求めた。豫期の通り孔の水面上昇は寧ろ緩慢で、揚圧力に相當すると考へられる安定な水位に達するのに10時間近くも必要であつた。各試験兼浮動のない安定な最高

圖-24. 断面11の水压測定孔の配置並に其の符号

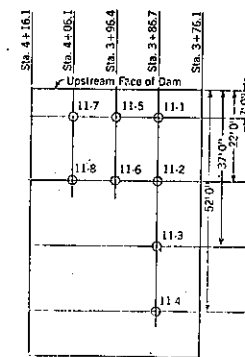
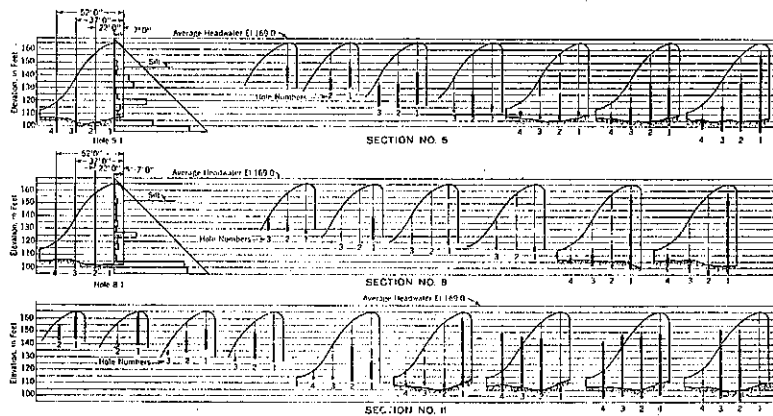


圖-25. 断面5, 8, 11に於ける揚圧力の測定

(揚圧力は測定せる箇所より垂直に上向きに裏はしてある。但し最初の2列の右側の5-1, 8-1に於ては修正して水平に裏はしてある)。



水位に達してから水を孔に注入し、注入前に観測せる安定な水位迄下降するや否やを検せし所多少の差異はあつたが、多くの場合原水位に復した。測定中の水位の變

動は微小であつて平均して約 E.L. 169 呎で測定の結果は図-25~26 及表-6 に示す通りである。

表-6. 實測より得たる揚圧力

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
測定孔	基礎深さ	測定管の下底高	最終観測水位	測定管の下底上の水深 柱高	測定管の下底上の水深 水深	揚圧力 %
				$(4)-(3)$	$169.0-(3)$	$100 \times (5)/(6)$
5-1	10.04	135.3	147.3	12.0	33.7	35.6
		139.8	145.8	15.0	38.2	39.3
		116.8	141.8	25.0	52.2	47.9
		100.3	130.3	30.0	68.7	43.7
		95.8	154.3	58.5	73.2	80.0
5-2	103.5	128.6	138.4	9.8	40.4	24.2
		115.0	132.9	17.9	54.0	38.1
		110.5	125.3	14.8	58.5	25.3
		101.5	131.7	30.2	67.5	49.2
		97.0	134.9	37.0	72.0	52.6
5-3	104.0	115.6	132.0	16.4	53.4	30.7
		102.2	114.8	12.6	60.8	18.9
		97.2	116.3	19.1	71.8	26.6
5-4	108.0	108.2	112.7	4.5	60.8	7.4
		103.7	109.0	5.3	65.3	8.1
		98.7	107.6	8.9	70.3	12.6
8-1	101.8	149.3	151.8	2.5	19.7	12.7
		132.5	139.4	17.1	46.7	35.6
		99.8	154.5	54.7	69.2	79.0
		95.3	152.4	57.1	73.7	77.5
8-3	102.1	146.4	150.5	4.1	22.6	18.1
		136.2	142.6	6.4	32.8	19.5
		127.9	135.0	7.1	41.1	17.3
8-3	105.2	95.9	98.5	2.6	73.1	3.5
		128.5	137.8	9.3	40.5	28.0
		115.9	116.2	1.2	54.0	2.2
8-3	105.2	101.5	110.2	8.7	67.5	12.9
		97.0	106.3	9.3	72.0	12.9
		103.4	107.8	4.4	65.6	6.7
8-4	105.6	98.4	109.3	10.9	70.6	15.4
		144.6	151.6	17.0	24.4	60.7
		149.1	151.1	2.0	28.0	72.7
		135.6	151.5	15.9	33.4	47.5
		111.1	126.1	15.0	55.0	29.2
11-1'	109.5	138.6	159.6	21.0	64.4	84.5
		100.5	149.2	48.7	68.5	71.0
		145.5	155.7	10.2	23.5	43.4
		143.0	153.6	10.6	26.0	40.8
		134.0	144.3	10.3	35.0	29.4
11-2	104.7	129.5	149.6	20.1	39.5	50.9
		111.5	137.8	26.3	57.5	45.7
		103.0	144.4	41.4	66.0	62.6
		98.5	145.3	46.8	71.5	66.4
		95.5	147.2	51.7	73.5	70.3
11-3	105.6	131.5	134.0	2.5	37.5	6.7
		118.0	129.9	2.9	51.0	5.8
		105.0	146.7	41.7	64.0	65.2
		100.0	147.3	47.3	69.0	41.2
		97.3	151.9	54.6	71.7	76.2
11-4	107.4	108.5	149.2	40.7	65.5	69.7
		98.5	142.5	44.0	70.5	62.4
11-5'	....	145.1	147.4	2.3	23.9	9.6
		143.2	151.9	9.7	26.8	36.2
11-6'	....	142.3	151.4	9.1	26.7	34.0
		149.6	152.1	2.5	19.4	12.9
11-72	....	145.1	149.1	4.0	28.9	16.7
		142.9	151.7	8.8	26.1	33.7
		142.6	155.4	12.8	26.4	48.5
82-1	115.0	113.8	117.3	3.5	55.2	6.3
		109.3	132.4	23.1	59.7	38.6
		104.3	137.4	33.1	64.7	51.1

1. E.L. 146 に於て下流側に漏水があつた。
2. 11-5 と 11-7, 11-2, 11-3 と 11-8 とは同一の高さに於ける同時観測の結果でその他の孔はその臨放設置して観測に相當する水位に達して居た。

図-26. 同一断面の 4 孔に於ける同時観測による圧力の変化

(破線で示すものは 4 孔共穿孔せるその儘の状態にて測定したものであるが、鎖線で示すものは基礎岩盤面下部の岩盤との連絡を断ち岩盤の漏水の影響を除いたものである)。

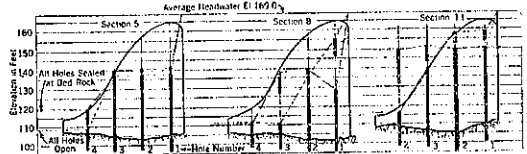
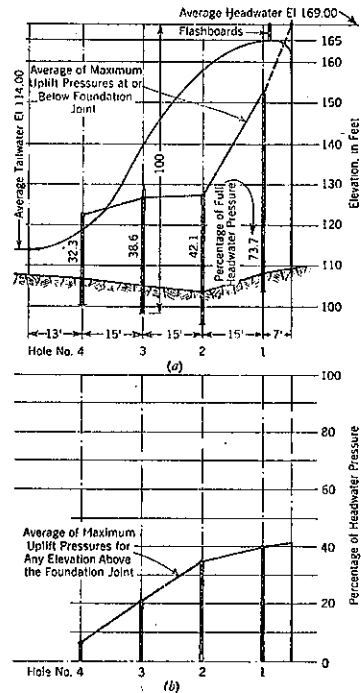


図-27. 實測平均揚圧力

- (a) 基礎目地に於ける揚圧力
- (b) 基礎目地より上部のコンクリート中に於ける揚圧力



測定の結果より揚圧力を判断する際の注意事項は次の通りである。最上流側の第 1 孔のみが何等他の影響を受けず真に代表的のものである。第 2, 3, 4 孔はその上流側の孔の水位に依つて影響せられる。最上流の第 1 孔以外の孔に於て漏水がなければ正しく、その高さでは揚圧力は存在して居ないのであるが、その孔が他の高さで揚圧力を示すならば、その 5 呎の間で上流側の孔迄漏水面が延びて居るとは考へられても、その上流側の孔には他の高さで漏水があるのかも知れないから、上流側の孔を穿孔の以前にはその下流側の孔では揚圧力を示さなかつたかも知れない。例へば孔 11-2 は E.L. 130 に於て

## 上 水 道

## (164) 米國水道界の今日の問題

(Paul Hansen "Looking at Today's Problems" E. N. R. April 21, 1938, p. 566~568.)

毎年水道の或問題に焦點が集中されるが、最近數年間は主として經濟問題に就て考慮された。聯邦の財政援助に依つて上水道計畫が織に行はれた時は低濁度、色度、味臭、鉄、マンガン及硬度の除去等の不急問題と同様、設計改良並に設備改善に注意が向けられた。今日では主として操作技術の改良、消化器病問題、防蝕問題、配水能力増進及非化物除去が注目されてゐる。

1937年中は財政援助に刺戟されて新設が活潑に続いた。現在 2120 の市設淨水場が運転されてゐるが、其中 17 だけが緩速砂濾過場である。之等淨水場の總公稱容量は 7560 m.g.d. である。1937年に設置された市設淨水場数は 141 で、1936年には 200 であつた。其の總容量は 1936年の 300 m.g.d. に對し 1937年は 204 m.g.d. である。76 の淨水場は PWA から、20 は WPA から財政補助を受け、8 は何等補助を受けず、殘餘の 33 は其の財政方法に就て報告されて居らぬ。新設数の筆頭は Illinois 州の 20、次が 17 の Ohio 州で、6 州は鹽素滅菌に對するもの、外は 1 つも淨水場を設けなかつた。全國の中 125 の淨水場は滅菌法を行ふ爲に設けられたもので、其中 77 は地下水の處理に、48 は地表水の處理用に設けられたのである。地下水處理設備の比較的多數なのは斯る給水の衛生的に信頼出來ぬ事を表明してゐるのである。

操作技術改良の尤なるものは給藥に關するものであらう。乾燥藥品は改良給藥裝置に依つて、より正確に添加されてゐる。容積よりも重量で計量する機械が好まれる様になつた。振動式給藥機 (vibrator feeder) も亦流行してゐる。之は貯藏用ホッパーや給藥調節裝置内で藥品が塞るのを防いで藥品の流下を確實ならしめる。

沈澱劑は良結果を得る様に、添加される時には溶液状態にあらねばならぬ。溶液が稀釋されてゐればゐる程擴散し易く、反應に効果があり、従つて其の後の混和作用 (flocculation) もより完全になるであらう。最近の設備では摺拌機を具へた大きな溶解槽が乾式給藥機と關聯して用ひられてゐる。

沈澱劑と沈澱混和劑とが注目されてゐる。St. Louis と Racine では操作者が珪酸鹽を淨水場全般に試用し

相當の揚圧力を示したが、孔 II-1 は同じ高さで揚圧力は存在しなかつた。これは全く連絡のないもので孔 II-1 は孔 II-2 が穿たれる以前に測定せられたもので孔 II-2 は孔 II-1 が F.L. 110 に相當する水位の時に測定したものである。斯様な具合であるから第 2, 3, 4 孔の測定の結果は高すぎるとも低すぎる事はない。5-J, 5-2, 8-1, II-J, II-2, II-3, 6 孔の中、孔 II-1 のみが岩盤内より基礎目地の方が揚圧力が大きく他の 5 孔では岩盤内の方が大きかつた。基礎地盤以下 10 呎に於て相當の揚圧力の存在する事は堰堤の安定上良好なる基礎の重要性を裏書きするものである。Holtwood Dam の基礎状態は重力堰堤として望み得る最良のものであつたが、基礎目地より以上透水性の割目も存在する事が明かにせられたのであるから、好ましくならぬ岩層上に基礎をおく場合には揚圧力に對して充分考慮を拂はねばならぬ。この研究から更に一般的の結論を導き得るや否やは議論の餘地があるが、次の事項は極めて重要なりと信ぜられ Holtwood Dam の安定判断の基礎をなすものである。

- (1) 最上流側の岩盤迄貫通せる 4 孔は基礎目地或はその附近で可なりの揚圧力を示した。即ち池水位の 50~84.5% 平均 73.7% の揚圧力を示した。
- (2) 基礎目地或はそれ以下で測定せる平均の最大揚圧力は図-27 (a) に示す如き値となつて居る。
- (3) 基礎地盤より上部の水平目地に於ける最大揚圧力は池水位の 72% で平均は 39.9% である。
- (4) 基礎目地より上部の水平目地に於ける平均の最大揚圧力は図-27 に示した通りである。

図-27 に依つて明かなる如く此の Holtwood Dam では途中の水平目地より基礎目地に於て比較的大なる揚圧力が作用してゐる。この事は途中の目地からの漏水の少ない場合にも適用されよう。然しながら嚴格に云へばこの測定は行はれた様な溢流なく下流水位低き場合にのみ適用せられる。この状態が變化してゐる場合には適當の判断を加へねばならぬが、この結果が Holtwood Dam のみならず他の堰堤に於ても揚圧力判断の手引となる事と思ふ。

又實測の結果は最初の假定よりも決して悪い結果ではなく當局者もその結果に満足し安心したのである。

(黒澤喜代治)



てゐる。普通濾速で珪酸鹽を使用すると何等質質的には經濟ではないが、強靱なフロックが形成されて粗砂の使用及高濾速の採用が許されるかも知れぬ。未だ Bentonite (コロイド状粘土) を沈澱剤として採用してゐる淨水場はないが Atlanta では良結果を得たと報告してゐる。Hamond では味臭除去の目的で考慮されたが小規模試験の結果は安心する程のものでなかつた。

活性炭素は可成廣く応用されてゐるが操作者は味臭除去に思切て多量使用する様になつた。或淨水場では極めて悪い條件に對する爲、小時間に 500 lb/m.g. 以上も使用してゐる。活性炭素の使用が一般に行はれるに至ると遂には Chicago に於ける實驗目的に用ひられた如き粒狀素濾床設置に迄發展するは疑を入れぬ。多數の都市では既に之を採用してゐる、就中 Wis. 州の Oshkosh と Neenah とが著名である。

粒狀炭素濾床は、衛生的には良質であるが有機物に由来する味臭を有する貯水池からの未濾過給水に其の適用分野を見出すかも知れぬ。Me. 州の Portland では磁鉄瀝濾床を藻類除去に使用した。炭素濾床を從屬せしめた之等濾床は良質であるが、唯藻類に禍せられる水の處理には經濟的であるかも知れぬ。

鹽素添加装置は常に改良されて來て最近では大容量の機械が作られた。多量の鹽素を使用する所では溶液調製用の水が經濟標準の對稱となる位多量に使用されてゐる。従つて新式の機械は添加される鹽素量に相応して自動的に溶解水を調節する装置を有してゐる。

水因消化器病であると思はるゝ問題には今尙漠然とした所がある。消化器病の重大なる發生は時には淨水場夫自身に於ける、然しそれよりも更に屢々、建物内の鉛管工に於ける cross-connection に關係があるものである。1933 年の Chicago に於けるアメーバ赤痢の傳染は明に cross-connection に歸因するものであるが、之等の危險に對して淨水場及公共衛生局の係員の警戒心を喚起した。cross-connection を防ぐため鉛管工の棟梁によつて教育上の努力が拂れてゐる。疑もなく消化器病の感染は特に小規模の淨水場に於ける不完全な淨水作業に歸因するものである。此の缺陷は技術訓練を受けた有資格者をして淨水作業を擔當させることの必要な事を強調した。僅の不注意或は無能が多數の疾病と死亡とを招來する。疾病傳播防止に對する水道操作者の責任は個々の醫師の夫よりも遙に重大である。

我大学は充分訓練された人間を多數用立しめた。淨水作業を責任を以て擔當する人が科学と自己の任務に關

する技術に通曉してはならぬと云ふ理由はない。幸、作業員に操作者としての資格を與へる手段として數週間の講習を實施し、更に進んで高級学校程度の基本科学的訓練に迄及ぼそうとする運動が行はれてゐる。

過去數年に地下水を水源とする淨水場には弗素が廣く分布してゐる事を明にした。特に子供の齒や骨に與へる弗素の害は上水關係者の注意を喚起した。Ohio 州では昨年 Scott 並に彼の協力者が軟水法と關聯して水から弗素を除く方法を發見した。

管の腐蝕は温水組織の妨害となり、建物内の配管維持費の浪費となるばかりでなく配水組織の通水能力に影響を及ぼすこと大なるものがある。實驗室法及水の鐵物質含有量の實驗室的決定法を基とする計算法を以つて腐蝕指數 (corrosion index) を定める方法に就て多くの活潑な討論が行れた。腐蝕の一形態であるとして一般に認められて來た tuberculation (瘤の形成) は主として有機物の活動に歸因するものである。水の有效なる殺菌は tuberculation を防ぎ且水が多少好ましからざる腐蝕指數を有しても管路の通水能力を保持する。有效な殺菌は又熱交換を妨害し摩擦損失を増加せしめる粘泥 (slime) が凝縮管に形成されるのを防止する。例へば Birmingham の新工場用水道は tuberculation と粘泥の生ずるのを防止する爲、高度の鹽素滅菌法の採用を計畫した。クロラミン使用に依つて家庭用水道にも同様の結果が得られる。

Great Lakes から取入れし水の淨化に際して注目に値する事は、濾過を行へば取水口を清淨水圏内に迄長く作る必要がないと云ふ事である。何故ならば岸寄の多少濁れる水は清淨水よりも沈澱及濾過が容易であるからである。従つて長い取水口を必要とする場合は、許容し得ぬ程汚染された岸寄の汚染範圍外に取水口を達せしめる場合か、或は取水口を塞ぐ氷結を避ける様約 25 呎の水深に達せしめんとする場合だけである。

下水處理に於ける藥品沈澱の復活が新しく水の有效なる混和と藥品沈澱とを強調した。出來るだけ完全に近い置換を得るのが目的であるから、沈澱中には流が短絡したり沈澱してつた及沈澱せんとする固形物の攪亂を來さぬ様にせねばならぬ。Detroit 州 Wayne 大学の円形沈澱槽に關する實驗は注目に値し且沈澱槽の流入口設備改良の基礎となるものである。

軟水の分野では Ill. 州 Springfield の Charles H. Spaulding が處理水を上向に汚泥群中に流過せしめる炭酸鹽の有効な沈澱法を確立した。同様な方法は Min.

neapolis に於ても試験的に行はれた。そして 120 m.g.d. の容量の浄水場を建設中である。

遠方操作とロボット操作の可能性が注意を惹きつゝある。水位或は圧力変化によるポンプ場の自動操作には色々の方法が行はれて来た。圧力式濾過機及 zeolite 軟水機は自動式操作の出来る様工夫された。之等は水圧と time control で動されるのである。

重力式濾池は部分的に自動式化された。即ち水位変化で濾過開始及休止が行はれる。然し自動式洗滌に就ては工夫されなかつた。けれども完全な自動式操作は可能である。洗滌装置は損失水頭計で操作開始され、弁の開閉順序は timing device で調節され、汚濁せる洗滌水が充分清浄になつた時に photoelectric device が洗滌時間に區切を附ける。水圧及電氣的に操作される弁の使用並に種々なる機械装置は浄水場の操作勞力を著しく減少せしめて勞力費を無視し得る程度にしたから完全な自動式操作にしても更に經濟的になさんとするのは期待薄である。

1927 年に、Detroit に於ける實験から濾池洗滌の理論が得られた。此の問題は未だ浄水關係人の注目を集めてゐる。昨年は廣く表面洗滌が採用された。

過去數年來、沈澱とか凝結を生ぜしめずに硬水を軟化せしむる有效な調劑、洗滌液及粉末劑が無數に市場に出された。之等製品が市設軟水場を不必要ならしめるのではないかとの質問に對しては、さうはならぬと応へる。何故ならば、(1) 之等製品は汽罐及管の凝結皮問題を解決せぬ、(2) 市設水道の大規模なる軟水設備に比し費用が大になるからである。洗滌屋は石灰一曹達法或は zeolite 軟水法が之等の新化合物の何れよりも經濟的である事を承知してゐる。然し時には硫酸鹽や炭酸鹽或は汚れた雜物に附着せるカルシウムやマグネシウムを中和する爲及之が清淨化性質を有する爲、少量の化合物を軟水にも使用してゐる。(寺島重雄)

(165) Augusta 新浄水場

(R. E. Irvin "August's New Filter Plant"  
E. N. R. April 21, 1938, p. 583-585.)

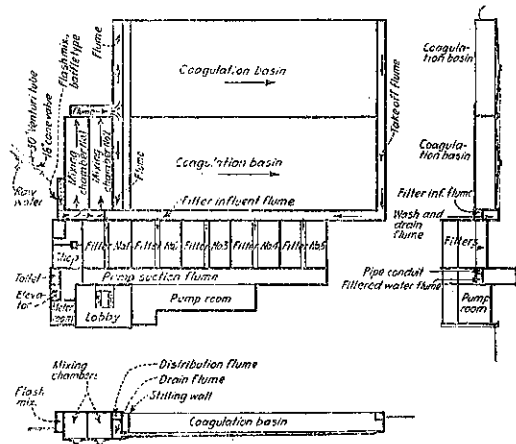
Augusta では人口と使用水量の増加に對し現設備に隣接して容量 15 m.g.d. の浄水場を新設する計畫である。現在の貯水池と淨水池とは其の儘利用することにする。原水は上下環流式の第 1 次混和槽に流入し、此所で薬品が注加される。第 1 次混和槽の滯留時間は 1 分、流速は 1.45 呎/秒である。水は第 1 次混和槽 (primary mixing or flash mixing chamber) から混和機を装

置せる第 2 次混和槽 (secondary mixing or flocculation basin) に流入する。之は滯留時間 30 分である。次に水は滯留時間 4 時間の薬品沈澱池 (coagulation basin) に流入する。急速砂濾池 5 池、各容量 3 m.g.d., 濾速 2 ガロン/分/呎<sup>2</sup> (約 100 m/day) にして煉瓦及石灰石造の建物内に收められる。建物内は其の他に第 1 階: 廣間、ポンプ室、管廊、計量室、店舖、化粧室及汽罐室、第 2 階: 濾池、操作室、事務室、實驗室、鹽素滅菌室及給藥室、第 3 階: 藥品貯藏室 (7 車分) に區分されてゐる。

原水が 3 吋管で第 1 次混和槽に自然流下する所に 30×16 吋ベンチユリー管と 16 吋水圧制水弁とが設置される。cone 弁はベンチユリー管に依つて変動する原水指示計の直下に在る 4-way hydraulic transfer switch で操作される。此の装置が原水流入量を濾速の変化に適應せしむるのである。

此の浄水場の特徴は各構造物間の連絡導水管の代りにコンクリート渠を用ひて工費の節減を計るにある。図-28 に示す如く大粒子のフロックを含んだ水は幅 8 呎深 4 呎、流速 0.72 呎/秒の渠を流れて第 2 次混和池から薬品沈澱池に導かれる。此の渠が薬品沈澱池の流入渠に接続する所では、水が左右に直角に分流するが、此の屈曲部に渦流、従つてフロックの破壊を防ぐためのアルミニウム製導流板が設置される。流入渠の断面積は 24 呎<sup>2</sup>、渠内流速は 0.48 呎/秒である。水は此流入渠からアルミニウム製制水扉を經、コンクリート阻流壁 (stilling wall) を潜つて薬品沈澱池に流入し、流速 0.13 呎/秒で流過する。沈澱水は表面から引出され、断面積 20 呎<sup>2</sup>、渠内流速 0.58 呎/秒の渠に流出され、濾池流入

圖-28. 浄水場一般平面圖



渠に流入する。濾池流入渠内の流速は濾池 No. 5 に至る迄は 1.16 呎/秒、此處から流速は漸次減少して濾池 No. 2 直後は 0.23 呎/秒になる。

水は 24 吋方形制水扉を通つて濾池に流入し、各池の中央に在る中央渠 (forebay) に依つて濾池全体に分配される。濾池は此の中央渠のため二等分され、洗滌樋は各半分を横切つて中央渠に連絡する。各々獨立せる多孔管と排水組織及配管とは濾池の各半分を別々に洗滌し得る様になつてゐる。

濾池の半分が洗滌される時は汚水は洗滌樋に流入し中央渠に到り、24 吋方形制水扉を通つて汚水渠に入り、次で水管に流入する。此の汚水渠は濾池流入渠の直下にあつて 2 階式渠をなし、流入管、汚水管の代りになるばかりでなく濾池を沈澱池との壁部として役立つてゐる。濾水は流出管を経て 16 吋濾速調節機を通り、管廊の床下にある流出渠に流出する。流出渠から更に 30 吋管で静水池に入る。ポンプ吸水渠は濾池流出渠の直下にある。

混和槽の排水用として底部中央に樋があり、上流端では深 3 吋、下流端では深 12 吋になつてゐて勾配をなしてゐる。底部は壁部から中央の樋に向つて 12 吋の勾配が附してゐる。樋の末端に制水扉があり排水渠に連絡してゐる。薬品沈澱池にも同様の樋があり、上流端では深 12 吋、下流端では深 24 吋である。賃金によると大部分の浮遊物は沈澱池の初めの 1/4 で沈澱して了ふ事が分つたから汚泥は従つて排水用制水扉の近くに沈澱するわけで、排水すると大部分の汚泥が除去されることになる。

各濾池の濾過、洗滌及濾過前排水は 7 個の水圧制水扉で操作される。24 吋流入及汚水用制水扉の外に 2 個の 16 吋流出弁、2 個の 8 吋洗滌水弁及 1 個の 8 吋濾過前排水弁があり、之等は凡て 7 個の操作臺で操作される。

濾過場内の一切の計量は機械的に操作され、指示、記録、積算計はベンチユリー管によつて動かされる。5 臺の重力式給薬機は其の投入ホッパーが 3 階迄達する様に装置される。5 臺の中、2 臺は硫酸礬土用、2 臺は石灰用、1 臺は炭素及アルミン酸曹達用である。之等は原水ベンチユリー管に連絡して自動式に適量の薬品を注加する。又 2 臺の新しい自動式溶液注加薬減菌機が備へられ、在來のアンモニヤ注加機は自動式のものに換へられる管で何れも原水ベンチユリー管に依つて調節される。

(寺島重雄)

## 港 灣

### (166) 軟泥基礎上の航空港

(“Ash Fill on Muck Base makes Airport”)  
(E. N. R. June 2, 1938. p. 779~783.)

梗概： 深い沈泥層上の Riker's Island から古い塵埃を運んで埋立を行ひ、New York City の North Beach に米國最大の航空港を撰定した。

New York City の Long Island の新しい North Beach 航空港の建設には通常用ひない困難な地ならし作業を行つた。之は水上機、陸上機の兩者に對し米國最大の完備した商業航空港にする計畫である。位置は Bowery Bay と Flushing Bay との間の East River に突出した地點にして Riker's Island の New York の塵埃處理場に面して居る。新飛行場の中心は 105 acre の舊飛行場であり、之に河面を埋立て 200 acre 舊飛行場の陸側を地ならして 130 acre を擴張し 435 acre の平地としたのである。

河面を埋立する爲に 12 000 000 cub. yd. の古い塵埃を Riker's Island から假橋でトラック運搬を行ひ、深さ 70 呎の軟泥の上の淺瀬に運んだ。残りの 3 500 000 cub. yd の埋立土は陸地の地均し作業から得られる。工事は 1 日 3 交代 1 週 6 日とし 1 日に 160 臺のトラックが 46 000 cub. yd の土を運び 1 ケ月に 1 000 000 cub. yd を運搬する。建設豫定は 1939 年 9 月に此處で開かれる萬國博覽會に間に合ふ様に來年の 4 月迄に飛行場及諸施設の一部を完成する豫定である。

同航空港は WPA の計畫にして New York City Department of Docks が監督する。規模に於て之は米國最大の建設工事の一つにして 25 000 000 弗の工費を要する。New York の WPA は陸軍技師の指導の下にあるから此の事業は Corps of Engineers の日傭作業の様な方法で行はれて居る。工事は十分に機械化され WPA は 100 臺の 8-yd トラックを新しく購入し 60 臺の機力 ショベル、グレーダ、ブルダザ、起重機をもつたより以上の容量の自動車を借入して居る。

New York 最初の實際の航空港： North Beach は New York 最初の完備した航空港となる。現在商業航空路は New York の起點として両市から 14 哩の Newark 飛行場を使用して居る。一方水上機は Long Island Sound の東方、市域から離れた Manhasset Bay の不十分な區域を使用して居る。新飛行場は Ti-

mes Square から 30 分で達せられる。Triborough Bridge を結ぶ新 Grand Central Parkway は此處を通つて居る。

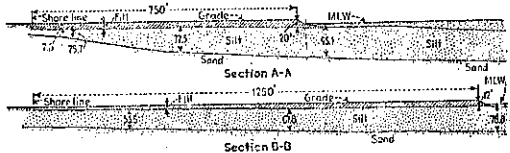
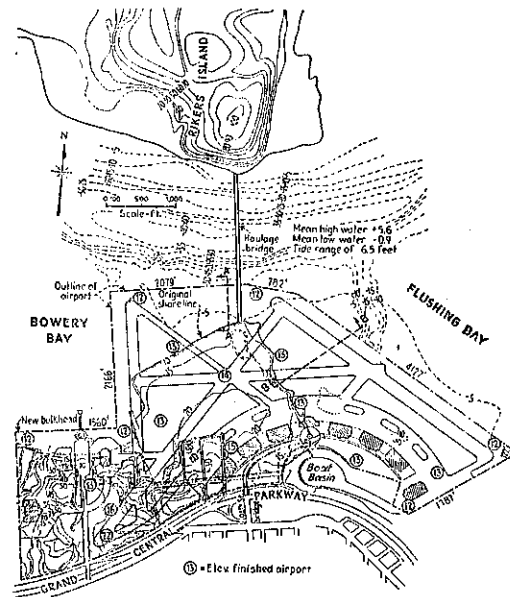
飛行場及同施設の設計は 航空輸送会社の助言を入れ現在の要求のみでなく 將來の傾向をも考慮したものである。

飛行場には 4 個の延長 3 650~4 770 呎の主要舗装道路を有し幅員は 1 つは 200 呎他は 150 呎にして南北東西及 2 つの斜の方向に設計されて居る。3 個の水路は幅員 600 呎延長 3.5~4.0 哩にして終端に回転場が

図-29.

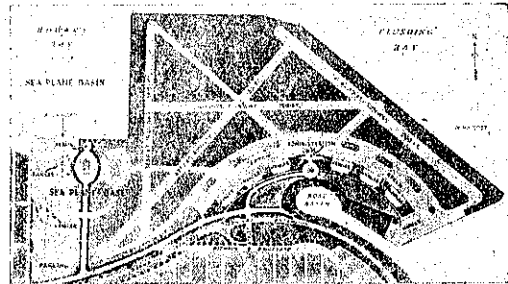


図-30.



あり水上機の用に供する。図-31に示す如く陸上機に對しては 7 個の格納庫と 1 個の管理所があり、水上機に對しては 2 個の格納庫と 1 個の管理所とがある。陸上施設は市の Department of Parks の所有の小さな船溜に接して長い弧狀に配列されて居る。陸上機格納庫は何れも 164×350 呎あり、修理場及事務所の爲に片側に 40 呎擴つて居る。2 つの水上機格納庫は星形をしてをり現在の 200 呎の扉が主構を延ばす事によつて擴幅しうる様に配置してある。擴張の第 1 階梯は滑走路全部と管理所及格納庫 2 個である。すべて構造物には杭打基礎を行ふ。滑走路には照明設備を施し、ラヂオ・ビーコンを設ける。

図-31.



**基礎及埋立問題：** 此の 2 年間に 2 度多量の灰及塵埃を New York に於て大規模の埋立作業に利用した。North Beach の状況は來るべき萬國博覽會の敷地を作る爲に深い軟泥の上に 6 000 000 cub. yd. の塵埃によつて埋立てた Flushing Meadows の状況に多少似て居る (E. N. R. Oct. 22, 1936, p. 565)。然し會場敷地に於ては軟泥は多少支持力のある叢でおほはれて居るが、North Beach では軟泥は總べて水面下にある。

勿論深い軟泥の上を埋立する事は 當局の考慮をうながしたが U. S. District Engineer Office が多數の試験によつて得た沈泥の見本と Riker's Island の埋立土の試験による見本とを Binghamton-Engineer District の Ithaca 試験所で分析した。分析の報告は陸軍技師及顧問技師によつて發表されて居る。

**軟泥粒土：** 水中の上質は平均深さ 70 呎の極めて軟い泥土にしてその下は砂である。泥土は約 50% の水分を含み、その 75% は何 % かの空隙を有するから自重では充分に困らない。殊に上部の 20 呎に於て甚しい。水中では泥土の重量は 30 lb./ft<sup>3</sup> であり、空中では 92 lb./ft<sup>3</sup> であり、比重は 2.7 である。試験の結果剪断力は僅か 60 lb./ft<sup>2</sup> である。Riker's Island の土質は灰と塵埃の混じたもので鉄やその他の切屑を多量に含んで

居るが有機物は腐敗又は焼却されて居る。

此の重量は 70 lb/ft<sup>3</sup> であり水中では浮遊するものを 5~10% 含有して居る。

問題は軟泥の上に経済的に且泥波を造る事なく堅固に埋立する事である。近くの水路からの泥波は埋立に危険である。研究の結果 Riker's Island の軽い埋立土でも作業に注意すれば極端な沈下や危険な泥波の起らない事が解つた。故に埋立には埋立土の軟泥中への沈下を除いて約 20 呎の高さが必要であるが圍ひの高さを低水位上約 12 呎とした。河底と埋立面との間に必要な理論的な埋立土量は約 6000 000 cub. yd. である。然し軟泥中への沈下を考慮し推定土量は之の倍である。

計算の結果によれば基礎の剪応力が小なるにも拘らず 1:35 以下の勾配の浅い層に積つて堆積する。沈下の推定量は軟泥の深さによつて異なるが或る場所では 8 呎である。然し沈下の大部分はトラック及ブルダザーによる埋立作業の間に起るのである。埋立の最深さ 8 呎は陸上の荷重を考慮せるもので仕上げ勾配の外端は此の埋立を適當に保持する爲に 1:20 勾配にして置かなければならない。

その他埋立に對して種々計畫されたが實際的でなく又莫大なる工費を要するので總べて却下された。此の中には水縮上堰堤も含まれて居る。即ち周邊に堅固な埋立材料を用ひた埋立を行つて後、内部の水を抜き埋立を行ふものである。隔壁又は矢板を用ひた同様の計畫もあつた。又滑走路の下を最初に埋立て、最大の沈下をせしめんとする計畫もあつた。然し結局海岸線に直接接して居ない水上機の碇繋池の南端のみ隔壁を設けることにした。他の海岸線には勾配を付けて居る。此の隔壁は延長 1560 呎で鋼鉄のシートパイルである。多少の泥土の移動は止むを得ないが正面の北側では水路が計畫海岸線から離れて居るから泥波は激しくない。然し西側では水上機離着水池は少くとも 15 呎の水深に浚渫しなければならぬから新しい埋立地に接して斯かる浚渫作業を行ふ事は海岸線の安定を危険にする爲に西海岸の泥土を出來得る限り陸地の掘鑿によつて得た重い材料を用ひて急勾配に構築して置き換へる試みをした。

Riker's Island の埋立土を本土に運搬するものも一つの問題である。主として舢舨を曳行する水路の通る水路に長い橋梁を架けなくてはならないがトラック運輸が最も望ましい輸送方法である。最初の計畫は延長 2200 呎で水路上には高さ 25 呎の通常の木造の構脚を設け、長さ 245 呎の下路構脚として航行の余裕を與へたもの

であつた。然し更に研究の結果鋼鉄 H 型の杭と鋼鉄の縦桁の低い構脚に木造の版を支へ、固定構式は可動構の代りに径間 245 呎の浮橋を用ふれば木杭を得る爲に埋立作業を延引する事がないから適切であることが分つた。

**埋立作業：**塵埃の掘鑿及積載は約 150 臺のトラックに供給する 2½ yd. ショベルによる。Riker's Island の塵埃捨場は河水面上 100 呎の地點にあるが之を 15 呎掘鑿する。此處で使用し得る土は 14 000 000 cub. yd. であるが埋立の沈下が推定通りであれば 12 000 000 cub. yd. 必要なだけである。

掘鑿及運搬を円滑にする爲に 12 秒毎に 8-yd の塵埃を積む事とし橋梁を渡るトラックの流れを双方向一様にする様にした。運搬距離は平均 1 哩である。橋頭はくづれて居るから交通は旗信號によつて整理する。

埋立は低水位の時に始め、水位の上る迄に之を構築する。トラックは一般に埋立地の内側にそつて運び、ブルダザーによつて土をならす。

陸地の掘鑿は 20 臺のトラックに供給する 2 臺のショベルによる。此の重い埋立材料は低い乾燥地或は、水上機泊地に接する埋立部分にのみ堆積する。

夜間作業の爲に積載場のショベル及トラックの燈光又はカーバイド溢光燈によつて照明する、埋立地ではカーバイド燈を木塔の電氣溢光燈で補ふ。木塔の一部は埋立の進捗に従つて移動し得る。

圖-32.



**工事組織：**現場の組織は管理、計畫、建設、供給、保安の 5 部門に分れて居る。労働時間は 1 日 8 時間づゝ 3 交代とし 1 週 6 日である。現在 3500 人働いて居る。WPA で 100 臺の新しいトラックその他の諸設備を購入し 60 臺のトラック、12 臺のショベル、18 臺のブルダザー、2 臺の起重機を借入した。廢棄した格納庫は WPA のトラックのガレージ及修繕工場に用ひた。供給材料は聯邦政府の Procurement Division から供給した。

計畫は New York City の WPA. の管理者 Lt. Col. Brehon Somervell 及工事指導者の Capt. R. Selee の指導による。工事監督は Gayle McFadden 及

John M. Townsend による。設計は WPA の主任技師 Samuel E. Stott 及建築技師 Delano 及 Aldrich による。市の代表は Department of Docks, 理事 John McKenzie, 主任技師 Frank O'Keefe, 副主任技師 Wm. T. Doran である。基礎状態の分析は New York district engineer office の B. R. Hough, Jr. 及 Parsons, Klapp, Brinckerhoff & Douglas の Theodore Knappen による。

假道路橋: Riker's Island と North Beach との間のトラック輸送路として作った回転浮間をもつた假道路橋は延長 2200 呎にして両方向の車道を有する。

構脚の固定部分は 14 吋, 87 lb の 5 本の杭よりなる。H 型鋼は 40 呎間隔にし鋼鉄の横桁を被せる。床組は 6 本の 24 吋の鋼鉄の縦桁よりなり之で幅 24 呎の 3×8 吋の薄い木板を支へる。

図-33.

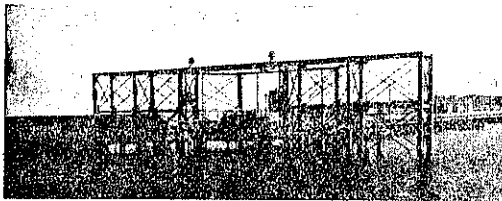
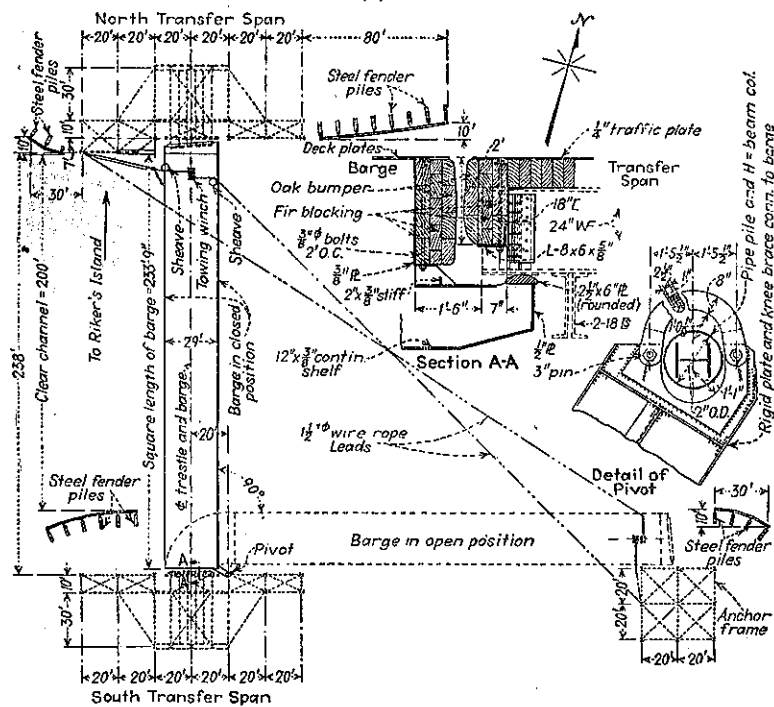


図-34.



水路の径間は幅 29 呎深さ 10 呎長 245 呎の全溶接鋼船で両端から張つた連続吊桁で支へる。船は H 桁杭の外側の管杭を通して鉸にして居る。橋を開ける必要のある時は 1 週に 2~3 回以下である船を杭に碇着した索に引張つた 2 つの電気的巻揚機で回転せしめる。

8 呎の潮差を補ふ爲に水路の両側に 40 呎の渡橋 (transfer span) がある。之は海岸側は碇着し、水路側では鋼鉄杭の構で支へた巻揚機で支へる。渡橋は橋が閉ぢた時には船船桁の上になる。橋を開ける時には船を除く爲に上げられる。此の橋の設計及施工は New York City の WPA と City Department of Docks の協同による。(山田正男)

道 路

(167) 道路改修の経済的考察

(Conde B. McCullough "Evaluating Highway Extensions" E. N. R. March 3, 1938, p. 330~333.)

道路経済には次の 3 要素が含まれる, (1) 工費, (2) 道路使用者からの税収入, (3) 道路により受ける利益。

道路に関する總ての問題は此等要素に關係して居り、道路建設計畫の可否は此等の割合を以て判断する事が出来る。

税収入は工費を償ふに充分でなければ必ず失敗する事は明かである。此の原理は眞理であるが、之だけでは充分でない。道路税収入は又利益を伴はなければ此の道路の計畫は公衆の利用價値を失し當然失敗する。

此等の要素は元利合計値、現價或は年々の税収入の形式にて表はされる。簡易化の目的から本章に於ては後者を使用する事にした。年々の経費は  $C_t$  にて表はし、考慮中の道路或は道路の或る区域の工費、營繕費及事業費に含まれる總ての出費を包含する。年々の税収入は  $I_a$  にて表はし、

年々の利益は  $B_a$  を以て表はす。

**適用の範圍：** 此の種の經濟的研究を含む問題は道路の管理當局に種々の形式の下に提出される。現存道路網の擴展を欲する要求があり、新道路の選定に關する立法議會からの命令が與へられ、又常に移設や或る部分の捷徑建設等の經濟的比較研究の必要が起る、時としては改修及延長を公平に事前に比較研究する必要が起る。

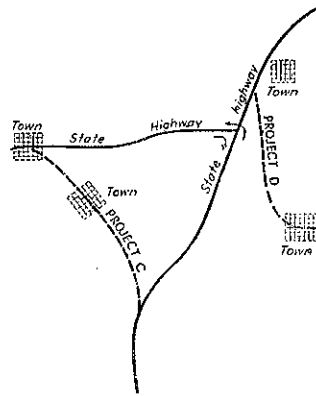
**支拂能力の係數：** 第 1 着手は年々の經費  $C_a$ 、年々の道路利用者からの稅收入  $I_a$ 、及種々の年々の利益  $B_a$  等の價を定める事である。此等を道路利用者からの稅收入を以て全經費の消却をするものと定められた道路計畫に適用するなれば  $I_a/C_a$  の割合は計畫の經濟的支拂能力の指針である事が明瞭である。もし此の割合が 1 以下なる場合は其の不足額を滿す額の稅收入が他の部分から転用され得ない限り其の計畫の經費が支拂不能となる。

尤も州の全道路網の全經費を道路利用者からの稅收入のみに負擔せしめるのは好ましからず、又不公平である。即ち道路により他にも利益を受ける者があり、此等の者も其の經費の幾割かを負擔する事が當然である。年々の經費と利用者からの稅收入を或る一小部分の道路内で  $I_a/C_a$  の關係が常に一定になる様に平均する事は不可能である。然かし道路を或る大部分に區分して其の區分内に於ける經費と利用者からの稅收入とに對する比率を決定し、又其の殘額を他の受利益者に分擔負擔せしめる比率を決定する事は出来る。此の後者に屬する問題は本章の意圖する問題外である。故に本章では道路利用者に負擔せしめる割合が既に決定されてゐるものとし其の係數を  $K_1$  を以て表はすものとする。すると  $I_a/K_1C_a$  の比率は支拂能力の指針、即ち支拂能力係數  $Q_a$  を表はす。若し  $Q_a$  が 1 に等しければ此の計畫は支拂可能であるが何等餘裕あるものではない。若し  $Q_a$  が 1 より大なればそれ以上の道路擴張又は改修をする餘裕を生ずる。もし  $Q_a$  が 1 より小なれば其の道路は經濟的見地のみよりすれば建設する價值がない。事實他の部分から其の不足額を滿す稅收入が無ければ其の計畫は適當なりとは云へない。然かし斯かる係數のみでは道路擴張計畫の選擇に對し充分なる根據を與へるものではない。

圖-35 に示したる附近に於て州道路網に對し 1 本の道路を追加するものとし、種々考慮の結果 C 計畫と D 計畫の 2 道の中 1 本を建設するものと假定する。圖-35 地形測量も交通調査も既に完了し、設計も工費の豫

算も準備が出来次の如き記録が得られたものと假定する。

圖-35. C と D 計畫の何れが最も經濟的に適當だろうか。



“C” 計畫；

年々の經費 ( $C_a$ ) ..... 12 000 弗  
現在年々の稅收入額 ..... 3 000 ,,  
改良後の平均年々稅收入豫定額 ( $I_{ar}$ ) 7 000 ,,

“D” 計畫；

年々の經費 ( $C_a$ ) ..... 10 000 弗  
現在年々の稅收入額 ..... 2 000 ,,  
改良後の平均年々稅收入豫定額 ( $I_{ar}$ ) 8 000 ,,

猶此の道路網の總改修費の 60% は自動車交通を根據とする資金により消却され 40% は他の方面からの資金で消却するものと假定する。

支拂能力の係數法を考慮中の 2 計畫に適用すれば、

“C” 計畫では  $Q_a = \frac{7\,000\ \$}{0.60 \times 12\,000\ \$} = 70/72 = 0.97$

“D” 計畫では  $Q_a = \frac{8\,000\ \$}{0.6 \times 10\,000\ \$} = \frac{8}{6} = 1.33$

支拂能力係數のみより考へる時は “D” 計畫は遙かに優り此の方を選択す可きである。然かし乍ら “C” 計畫は州道に對する支道たるばかりでなく圖-35 に矢を以て示した方向に走る交通にとつては大なる捷徑となる便がある。此の要素が上記の解法では無視されてゐる。

されば支拂能力係數のみでは此の決定を充分に行ふ事が出来ない。支拂能力係數ばかりでは捷徑の建設や道路の移設は決して經濟的の適否を見出し得るものではない。即ち他の要素なる道路使用者の利益が問題に含まれてゐる。

**道路使用者の利益：** 利益係數  $Q_n$  を數字的に價を定める前に含まれる種々の利益を列擧する事が必要になつて來た。

(1) 直接道路利用者の利益

a. 延長の短縮による利益

- 1. 燃料
- 2. 燃料外

b. 時間の利益

(2) 一般的利益

a. 聯邦或は國家的

b. 公衆的

c. 地價或は特別所有權

此等道路使用者利益は自動車燃料と其の他の 2 種に區別される。此の區別が適當なる解法を導く爲には必要である。燃料の利益は道路の兩端間の舊道路と計畫道路に要する自動車燃料の消費比較から明らかに導き得られる。此の利益は主として延長の縮小、道路表面の改良、上下勾配の減小、縦断勾配の改良、改良されたる線路選定、及交通遮断の除去等に原因する。

燃料外の利益には機械油、タイヤ、チューブ等の節約自動車維持費及交通量の緩和が含まれてゐる。此の中には又運転者及乗客の時間の節約及交通の安全等も含まれる。此の利益中の延長短縮に原因するものは燃料の利益と同様にして求められるが時間に關するものは上記の方法と共に次の要素も含めて求める。即ち改良されたる道路及路肩幅員、交叉部分の除去、鉄道横断の除去及他の雜要素等である。

**利益係數：** 此の方法を示す爲或る計畫に於て燃料の節約による年々の利益額  $B_f$  が算出されたものと假定する。同様に道路使用者の總燃料外利益が  $B_n$  で表はされるものとする。 $C_a$  が同計畫の年々の經費、 $K_1 C_a$  が道路使用者から支拂はる可き年々の經費の割當額とすれば、總利益の係數  $Q_B$  は、

$$Q_B = \frac{B_f + B_n}{K_1 C_a} \dots\dots\dots(1)$$

此れは 2 係數  $Q_{Bf}$  及  $Q_{Bn}$  の和である。

$$Q_{Bf} = B_f / K_1 C_a \dots\dots\dots(2)$$

$$Q_{Bn} = B_n / K_1 C_a \dots\dots\dots(3)$$

**要素の合成：** 上記係數は道路利用者利益の立場から計畫の可否標準を示す。

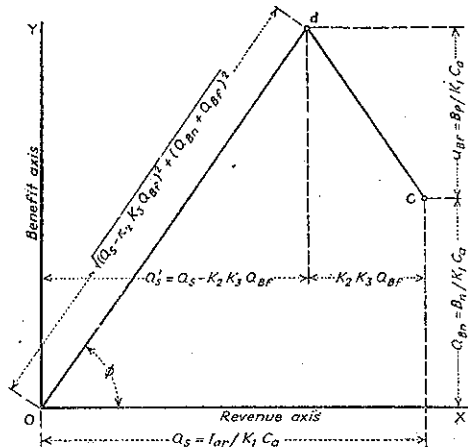
次の問題は如何にして此等の係數を支拂能力係數と合成せしめるかと云ふ事である。即ち此等 3 基礎要素經費、稅收入及利益間の總關係割合を定める合成値を如何にして見出すかと云ふ事である。

此等は直接加算する事が出来ず、又此等を掛け合はせる事も理論的な結果を齎さない。

然かし此等係數を幾何学的に合成すれば其の結果は或る理論的意義が生じて来る(圖-36)。支拂能力係數は

道路使用者利益に全然關係無き爲  $OY$  の方向に分力線がない。他方利益係數  $Q_{Bn}$  は道路使用者からの稅收入に全然關係なき故  $OY$  の方向に畫き入れられる。 $OX$  軸に沿ふて  $Q_s$  の値を任意の縮尺で畫き其の外側の端に於て垂直線を書き  $Q_s$  線からの距離を  $Q_{Bn}$  に等しくして  $C$  點が得られる。

圖-36. 捷徑による燃料稅の減小額だけ差引いた燃料利益  $Q_{Bf}$ 、燃料外利益  $Q_{Bn}$ 、支拂能力  $Q_s$  の合成線  $Od$  を示す Vector 圖



次は  $Q_{Bf}$  要素を幾何学的に加へる必要がある。 $Q_{Bn}$  要素と異り  $Q_{Bf}$  は道路使用者からの稅收入に關係を有し、主として自動車燃料の節約により存在する。斯かる節約により道路使用者からの稅收入が關連して減小する。此の道路使用者からの稅收入が支拂能力係數  $Q_s$  を決定する際に當然考慮されねばならない。

或る場合、例へば移設或は捷徑を作る場合には新設道路の交通量の何割かは既設道路からの轉向せるものにして此の新交通量により節約出来る自動車用燃料の何割かは既設道路の總自動車交通の使用燃料稅金の減少を伴ふ。従つて既設道路組織の支拂能力に影響する。

故に斯る場合には問題の計畫道路の交通量は距離の短縮或は其の他の要素により既設道路から割り出され利益要素  $Q_{Bf}$  は稅收入減小の割合より割り出される。若し  $K_2$  が既設道路から吸収した交通から出来た總燃料節約の割合を示し、 $K_3$  が總燃料に對する燃料稅の割合を示すものとすれば此の收入減小の値は  $K_2 K_3 Q_{Bf}$  を以て表はされる。此の値を  $OX$  軸に並行に  $c$  點から負の方向に畫き最後の點  $d$  を得る。

**合成係數の誘導：** 此等要素の合成は合成線  $Od$  により其の方向及長さが示される。 $d$  點は直接次の式によつ



でも得る事が出来る。

$$Od = \sqrt{(Q_s - K_2 K_3 Q_{BR})^2 + (Q_{BR} + Q_{BR})^2} \dots (4)$$

$$\phi = \tan^{-1} \frac{Q_{BR} + Q_{BR}}{Q_s - K_2 K_3 Q_{BR}} \dots (5)$$

(4) 式にて與へられる表現は我々の求めつゝある合成係數値を示すものにして道路の延長や改修計畫の比較用根拠として使用出来る利益と稅收入の合成法である。(4) 式はより簡単に出來又其の用途が次の如き變形により一層有意義となり理論的となる。

図-37. 利益軸と收入軸間の角を  $\phi$  分する線上の合成點  $d$  は利益が稅收入より  $f_1$  だけ超過してゐる事を示す。同様に  $d_1$  點は利益が  $f_1$  のみだけ不足なる事を示す。

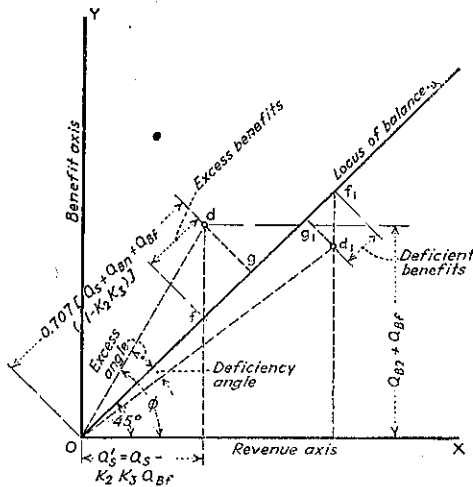


図-37 に於ては利益と稅收入の係數の合成による  $d$  點が既に畫かれた時の状態を示してあるものとする。

此は上記 (4) 及 (5) 式により求得られる。もし原點を通過し、稅收入軸及利益軸に  $45^\circ$  の第 3 軸を作ると、此の軸は稅收入と利益の平等なるを示す總ての點の軌跡を形成する。此の第 3 軸を“locus of balance”と呼んで置く事にする。

もし收入と利益係數の合成の場合最終點が  $45^\circ$  軸上に来る時は道路使用者の利益を自動車交通からの稅收入が丁度平衡する状態を示すものである。即ち此の場合に於ては道路の使用者は彼が支拂ふ税金と丁度同額の利益を受けるのである。故に彼にとつては道路の改修は何等の利益を齎すものではない、即ち彼の燃料、機械油、タイヤ等の節約や時間の節約は單に彼の自動車稅や燃料稅を支拂ふに充分な額に達するばかりで其れ以上の節約にはならない。もし  $d$  點が locus of balance 線の上に来る時は利益は税金以上であり、 $d$  點から收入軸と locus of balance 線に下した垂線と locus of

balance 線との交點間の距離  $f_1$  は餘分の利益額を示すものである。

若し  $d$  點が locus of balance 線の下部に來る時は道路使用者の缺損を示すものである。此の場合には道路改修に不公平なる見積りが行はれた事を示し道路使用者の税金が利益を超過する。此の場合には彼にとつては既設々備を使用する方が利益である。

上述解法により locus of balance 線は利益と收入の係數間の關係を圖示する簡単な方法となり角  $\phi$  と  $f_1$  は此の關係を表はすものである。

前述の如く  $Od$  に合成要素の値を縮尺で記入し合成線  $Od$  を locus of balance 線に投影すれば合成値  $Og$  は一層理論的係數を形成する。図-34 より此の値  $Og$  は次の式により與へられる事が判る。

$$Og = 0.707 [Q_s + Q_{BR} + Q_{BR}(1 - K_2 K_3)] \dots (6)$$

此の式は數學的に此等 3 要素を適當に考慮した際に於ける此の計畫の適否を表す。

合成線  $Od$  の支拂能力係數は次の式で表はされる。

$$Q_s' = Q_s - K_2 K_3 Q_{BR} \dots (7)$$

此は既設道路から轉向した交通の燃料消費減少により生ずる道路稅收入の減小を適當に考慮した時の道路經費に對する道路使用者からの稅收入の割合を示すものである。

本法の概要： (1) 既設道路網の改修を行ふ事の財政的經濟的適否は支拂能力係數により測定される。

$$Q_s = I_{ar} / K_1 C_a \dots (8)$$

$I_{ar}$ : 其の使用期間中道路使用者からの税金、見積り平均年收

$C_a$ : 其の建設、維持、管理等に含まれる總ての年々の經費

$K_1$ : 道路使用者の利得により支拂はれる年々出費の一部

若し見積り道路稅收入の何割かが既設同系統組織から轉向した交通により生じたものなる時は稅收入は  $I_{ar}$  の計算には考慮しない。加ふるに支拂能力係數  $Q_s$  から  $K_2 K_3 Q_{BR}$  を引き去らねばならない。斯くて更められた支拂能力係數は次の如くに表現される。

$$Q_s' = Q_s - K_2 K_3 Q_{BR} \dots (9)$$

$Q_s'$ : 更められたる支拂能力係數

$Q_s$ : 元の支拂能力係數

$K_2$ : 既設道路網から轉向した全交通の燃料節約が全燃料節約に對する割合

$K_3$ : 總燃料費に對する自動車燃料稅の割合

$$Q_{BR} = B_f / K_1 C_a$$

$B_f$ : 總燃料節約量

(1) 道路使用者の利益と道路税収入を考慮した時の或る計畫の適否は次式から計算される合成係數  $Q_c$  により数字的に表現出来る。

$$Q_c = 0.707[Q_1 + Q_{Bn} + Q_{Bf}(1 - K_2 K_3)] \cdot (10)$$

$$Q_{Bn} = B_n / K_1 C_a$$

$B_n$ : 交通に對する燃料外の利益

結論: 道路改修の選擇は正確なる数字的解法を爲し得る問題ではない。最後の選擇は其の個々の状態と必要を判断して行はれねばならない。本章には單に含まれる要素の關係を圖式に示す不完全な方法を展開したに過ぎない。

(中谷茂壽)

### (168) イリノイ州に於ける鉄道と道路の交叉

(A. Benesch, "Making Highway-Railroad Crossings Safer" Civil Eng. May 1938 p. 320-322.)

道路と鉄道との交叉點の問題は道路、鉄道いづれの側にとつてもきはめて厄介なものであるが、1936年の統計によると米國全体での平面交叉における事故は4277件で死者1786人、負傷者5000人を算して居り平面交叉の多いイリノイ州では事故396、死傷208人を出して居る。

著者は經濟的及技術的見地から此の問題は完全に解決し得るものではなく、より良い状態に持つて行く事が技術者の爲すべき努力であると断じ二三の意見をのべて居る。

先づ、平面交叉を絶対に避ける方法として、交叉點を除去する事(其の路線が重要でない場合)、鉄道又は道路を付換へ又は迂迴せしめて交叉しないやうにする事及立体交叉等が考へられるが、前2者は論外として立体交叉について見れば一見これは交叉問題の完全な解決策のやうに見えるが、尙此所にも問題は残されて居る。即ち立体交叉は交叉すると交通は完全に分離するが、線形勾配等におこる無理が各々の交通それ自身に障害を惹起して事故の原因を新に作り出して居るのである。現にイリノイ州に於ける多くの立体交叉中、平面交叉より事故が多い所が少くない。図-38は此等悪い立体交叉の數例である。著者は此所で立体交叉を更に良いものとするための技術的注意をのべて居る。

(1) アプローチに於ける平面曲線は避けること。已

むを得ぬときはなるべく大きな半径を用ふること(図-38 a 参照)。

(2) 2車線道路に對し最小幅員 32 ft をとり多車線の場合もこれに準ずる。

(3) アプローチの勾配は 4/100 より急ならざること。

(4) 適宜な視距を探ること。

(5) 低路交叉で中央柱は取つねこと(図-38 b, c, 参照)。

(6) 水平曲線には過大な片勾配を與へること。

圖-38. a

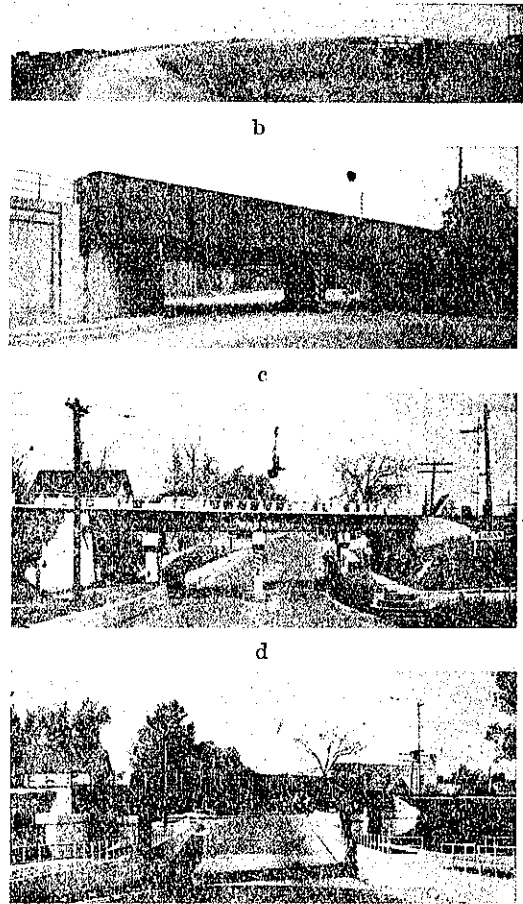
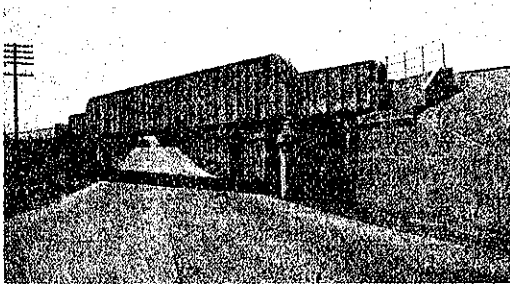


圖-39 は此等の點で優秀と認められる一例である。

次に、平面交叉のままでの保安設備として考へられるものは(1) 固定信號板、(2) ベル及警笛、(3) 案山子型信號、(4) 看守人、(5) 投光信號、(6) 遮断機、(7) 閃光信號等であるが(1)は前世紀の遺物であり、(2)も近代交通の騒音の前には効果少く、(4)は失業者救済に役立つ位である。(3)は wigwag と云はれるもので、7 ft

位の棒に円盤をつけその中央に赤燈があり、列車が近づくと赤燈がつき円盤が前後にゆれるのであるが、故障が多くあまり用ひられない。(5)の投光信號は日本ではあまり見られぬ型で高い竿の上から光を投げ列車及自動

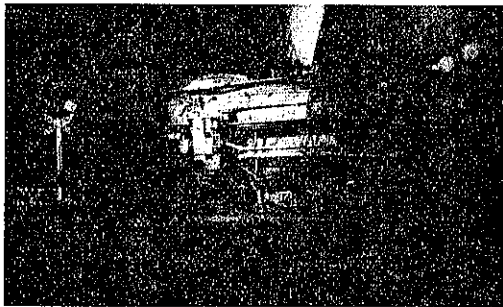
図-39.



車の運転手に眩光をあたへずに自動的に列車の横腹を照すやうになつて居て、夜間特殊な箇所、例へばアプローチが坂になつて居て自動車の前燈が列車の上又は下に行つて列車を映し出さないやうな所で有効である(図-40 参照)。

此の二三年間イリノイ州で最も多く用ひられて居るのは(7)の閃光信號である。これは7½呎の竿の上に

図-40.



30 呎離れて交互に閃光を出す赤燈 2 個がついて居て軌道の兩側に 1 基づゝ設備されて居る。此の電気回路も軌條を利用するがその回路に故障が起つた時は、閃光が継続して安全側に働くやうになつて居る。

(6)の遮断機は古くから用ひられて居るが平面交叉の保安設備としては、最良のものであらう。最近發明されたもので short-arm gate と云はれるものがあるが、これは遮断機の腕が道路の右半分(日本なら左半分)だけを遮断するもので閃光信號と組合せて最良の保安設備との讃辭を受けて居る。

最後に費用について見ると、個定信號板 150 弗、閃光信號 3500 弗、short-arm gate と組合せて 3500 弗

立体交叉が 20000~150000 弗、大体 75000 弗平均である。

現在イリノイに於ける鉄道と道路の交叉は 18000 箇所あり、これに全部閃光信號を設備するとすれば 45000000 弗を要し、立体交叉とすれば 1350000000 弗の巨額を要することになりこれは不可能で、著者も此の經濟問題において完全に、此の解決策なしと断言して居るのである。(片平信貴)

### (169) モンタナ州に於ける簡易高速車道

(W. O. Whipps, "Safe Fast Roads at Small Costs." E. N. R. April 28, 1933, p. 621~624.)

英領カナダに接し、ロッキー山脈の峻嶺に中央を貫かれるモンタナ州は其の面積米國 3 大州の 1 に屬し、此の山脈を東西に横断する道路延長は 700 哩に達するが此等道路の築造には特に技術的困難に加へて工費も高價なるべきに其の人口僅かに 60000 人に過ぎず、道路築造にあてられる財源は極限せられたものであつて、高速車に適応する勾配、曲線を有する防塵處理の路面は非常に少いのである。

従つてポルトランドセメント道、或はアスファルトコンクリート道の如き高級舗装は其れ程の發達も見せず 1937 年末に於て約 4100 哩の簡易及中級瀝青處理砂利路面を有してゐる程度だつた。各地方別に砂利若しくは碎石を利用し滲透式、路上混合式に或はプラント混合材を用ひて瀝青路面處理を行ひ高級舗装の極小額の費用に依つて完成出來た。現在の政策は幹線延長を此の標準に従つて完成し然る後に現在完成部分を勾配、曲率半径等全体に互つて高速車に適する標準に改修する事である。

現在の道路は幅員 21~22 呎級で幅 18~20 呎丈油處理をなしてゐる。此の場合車線幅は 9~10 呎にして今日の車輛交通に對しては不十分である。3 車線道路は 2 車線丁度の幅員のものより危険性を含むので主要道路は最近幅員 30 呎、中 24 呎を油處理とし各 3 呎は路肩とした、従つて片側車線幅 12 呎にして車幅が中央に集中するのを防ぎ得る。更に安全度を増加するためあらゆる條件を考慮して曲線及縱断曲線に於ける安全視距の増加を考慮研究中である。

幹線道路系統(Montana に於ては聯邦助成道路系統)は約 5450 哩あり、1437 年末迄に其の中約 4850 哩が改修された。其の約 4125 哩は瀝青砂利で一部 37 哩はポルトランドセメント道の如き高級舗装である。其他は唯土道若しくは砂利撒布道である。1937 年の建設契

図-41. 幅員 30 呎道路標準図

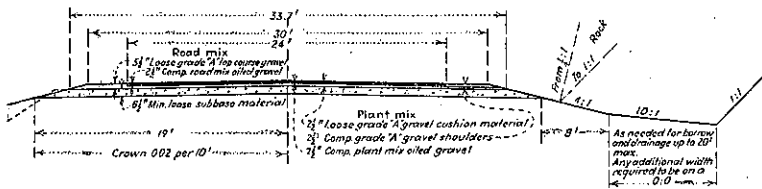


図-42.



トラック 74 臺, 2 輪牽引トラック 19 臺, モーターハトロール 117 臺, プルータイプグレーダ 139 臺, ロータリータイプ除雪機 14, V タイプ除雪機 57, 片方除雪機 108, パワアショベル 4, 道路油撒布機 15, 砕石プラント 3, トラクター 30,

其の他雜機械である。

モンタナ州道路局は州政府の任命した 3 人の委員会によつて執行される。委員会は月に數日會合するのみである。委員会は州道路技術者を任命し、技術的方面を司らしめる。財源はガソリン税であり之が年々約 \$4500 000 に達してゐる。(谷藤正三)

### (170) 道路の調査

("Metering Our Roads" E. N. R.)  
June 2, 1933, p. 773-776.

梗概：州及聯邦政府による各地方道路及地方交通の調査を行つて道路計畫の基礎とした。

1921 年に米國の或る州に於て聯邦政府の補助金割當の基礎として道路の延長を 40 200 哩と U. S. Bureau of Public Road に報告した。然るに昨夏道路調査完成の爲に測量の結果全長 34 210 哩しかない事が分つた。斯く 6 000 哩の誤差は農業道路や山岳道路を含んだ概算であつた爲に生じたものである。それのみでなく現在の適切なる改良計畫の爲に道路について知悉すべき必要のあるものゝ多くは同様に不確定なものである。

此の誤差の發見は各地方の道路及道路交通の調査の偶然的副産物である。此の研究は 2 年前より始まり、目下進行中である。之は合衆國の初期 Alleghanies を横断する National Road の建設以來道路史上の最も重大なる事項であり、且つ交通運輸の改良に著しい影響をもたらすものと思はれる。之は道路自身即ち路線の撰定寸法、各種狀況、財政及改良記録のみでなく道路交通全般に亘り、その交通瓶、交通を阻害する地方的條件、安全條件の分析或は地方道路の費用を都市居住者が負擔すべきか否かについて、調査したのである。此の調査の目的は經濟的な能率的な道路計畫を實現するに必要な資料を調査する事にある。斯かる研究は未だ曾つてないものである。

州當局は Bureau of Public Road と協力して調査

約は 5 000 000 弗で極めて小さいものであつた。改修された全延長に對する築造費は約 75 000 000 弗である。

橋梁、立体交又其の他に必要な構造物は一般と同一設計方針であるが唯橋梁幅員は径間 153 呎迄は橋端に於て道路幅員と同一にしてゐる。

完成道路の維持は重要な問題であるが Helena の總本部に於て道路局の維持出張所に依つてなされてゐる。其れには設備係と現場係とがあり後者は 10 區に別れ各々約 450 哩以上の維持にあつてゐる。維持に對する費用は平均哩當 231 弗である。横断勾配の整正、路盤の改良、古い油處理面の補綴、安全視距の改善、其の他交通或は氣候に依つて起つた表面砂利層を再整する等の特殊な維持及改善作業は維持費の年割合と同じ位必要とする。維持に對する現在の會計年度の豫算は約 21 000 000 弗で全收入の 45% 以上である。

第 1 期設備費として 3 000 000 弗を採つたが殆ど維持作業に使用した。軽トラック 284 臺, 4 輪牽引重ト

を行つて居る。資金は 1935 年より聯邦資金の 1.5% の割當により州は専ら聯邦の寄附を受けて居る。此の調査の 2 つの主要部門即ち道路調査及交通調査は今や完成に近づき他のものも進行中である。

道路計畫調査を行ふべき條件を評價するには合衆國の道路系統が如何に發展したかを考慮しなくてはならない。

調査の必要： 20 年前には道路は州内又は州間の通過交通及各局部交通の爲に設けられたのである。Alleghanies の西方の道路は多く後者の爲のものであり、郡區組織 (township system) にして宅地であり、地形は各郡區の境界線にそつて道路を設けるのに便である。その結果州には 1 哩<sup>2</sup> に 2 哩の道路がある。舗装及幅幅は郡區、縣道路局及州によつて行つて居る。

政策の変化により 1916 年に聯邦政府の助成が始つた。其の後間もなく短距離の改良すべき道路區間を勝手に選擇する事なく系統的な方法を取らなければならぬと云ふ事が分つた。1920 年に所謂聯邦助成系統が各州に指定され、道路の全長の 7% 以下としたのである。之等の聯邦助成道路網は主要交通路線及人口中心間の幹線道路を含んで居る。

過去 20 年間に交通は何倍にも増加し分布、性質、走行距離に著しい変化を來した。2 地點間の交通量の増加は多くの場合無数の並行路線の交通を形成し、主要方向の交通の發達は多量の交叉交通を形成し、以前局部交通路線であつた道路に通過交通を發展せしめる傾向がある。

その爲に交通量に従つて道路型式を變へる必要がある。故に或る道路に適した幅員線形舗装等はその道路の特殊の運輸状態によつて定めるべきである。

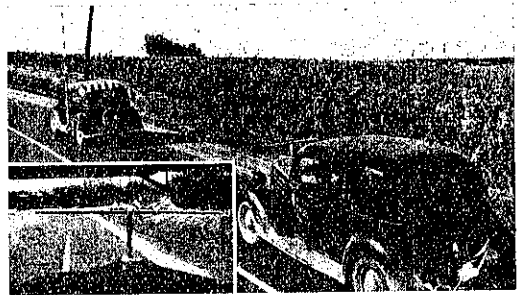
斯くして手當り次第に道路の改良を行ふと云ふ事は無駄であり、非能率的である爲に最早行はれない。道路改良の經濟のみでなく、運輸能率及交通安全が第一である。要約すれば現代の條件は過去に於て行つたよりも遙かに精密な道路網計畫を必要とするのである。此の新しい道路計畫の調査を始めたのは Bureau of Public Roads の技師の先見によるものである。

此の調査には 3 つの重要な要素を含んで居る。即ち (1) 路線規定及道路状態の調査 (2) 交通量、交通の種類運輸量、路線系統走行距離及主要交通型式を含む交通調査 (3) 財政及改良の統計である。之等の 3 つの調査を補足して更に車輛の操作及運行の調査及安全條件の調査を行ふ事になつて居る。

道路調査： 斯かる調査の最も本質的のものは道路系統の完全な図表であり之に沿線の土地の性質及人口、現在の舗装、曲線半径、勾配、視距等を適切に記入する。此の調査表を作るには州の道路局の自動車によつて全道路を踏査し、交通流線の交點、交叉點等の位置を適切に記入した図表を作る。

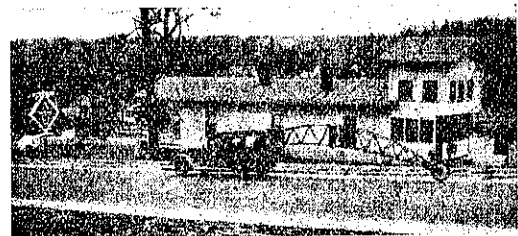
幹線道路に於ては曲線半径を測定し非山岳地方に於ては視距が 1000 呎以下の地點を悉く撰定し、山岳地方に於ては視距が 650 呎以下の場合には之を測定する。視距を對校する爲の設備は圖-43 に示す。之は 2 臺の車から成り、先行車がスタヂヤ又は旗竿を携帯し後続車が之を觀測する。後続車の放熱器の上の十字棒と先行車の旗竿との間隔を最小視距 (1000 呎或は 650 呎) に保つ。先行車が見えなくなれば視距が最小限度より小であるから停車して最小の視距を測定する。

圖-43.



曲線半径を記録するには種々の方法を用ふるがその 1 つは圖-44 に示す様な車輛の後部に附した長い腕木の車輪を用ふ。腕木は車の樞軸上にあるから指針は腕木の下の指針盤に偏倚角を示し比例により曲線半径を車の進行中に測定器に記入する。

圖-44.



調査の結果數種の型式の図表が作られる。直線式のもの (圖-45 は Trinidad, Colo. の近くの一道路のものである。) は最も簡單な型式のもので線形、橋梁、渠、建築物及其他から通過する市街地、道路舗装建設期日に到る迄あらゆる資料を記入する。

各縣の全道路網圖は一般に私道及小道を除き、道路型

式路側の建築物、道路交通の用途種類等を記入する。此の縣地図は最も重要な連絡道路運輸型式等を記入する州道路図の基礎となる(図-46 参照)。

取り更に之に特殊の補正を加へるより他ない。最も主要な方法は、直接質問するか或は出発點終點及走行距離を記入する調査表を配布するか或は貨物自動車重量を

測定する事によつて直接交通を計算するのである。その他並行路線撰擇の決定、時間節減の評價、枝線及交叉點の交通流の記録、人口の主要階級道路を使用する商業の型式等の様な種々の特殊目的の調査を行ふ。

図-47 に示す如き観測所の観測者による計算は調査の最も根本的のものである。調査箇所は幹線道路補助道路の交叉點とし観測者は兩者の車輛數を算へる。補助道路の下には出発點及終點を質問する(幹線道路交通に對しては實際的でない)且つ旅客數、貨物の種類及數量を記録する。此の種の観測所では質問する爲に車をとめないで調査表を提出させる所もある。

之等の観測者による計算を補足する爲に自動式交通計算器を設ける。之は電氣的に又は電氣的に寫眞を撮つて記録するのである。目下幹線道路に數百臺使用されて居る。圖-47 はその例である。2 つの光源を用ひ適當な間隔を置き兩者が同期的に遮蔽される時には記録されるが歩行者によつて一方のみが遮蔽された時には計算器は働かない。

圖-47.



自動計算器は圖-48 に示す如き交通図を畫く爲のデータを記録する。4 つのグラフは南部 Idaho の 4 ケ所

圖-45.

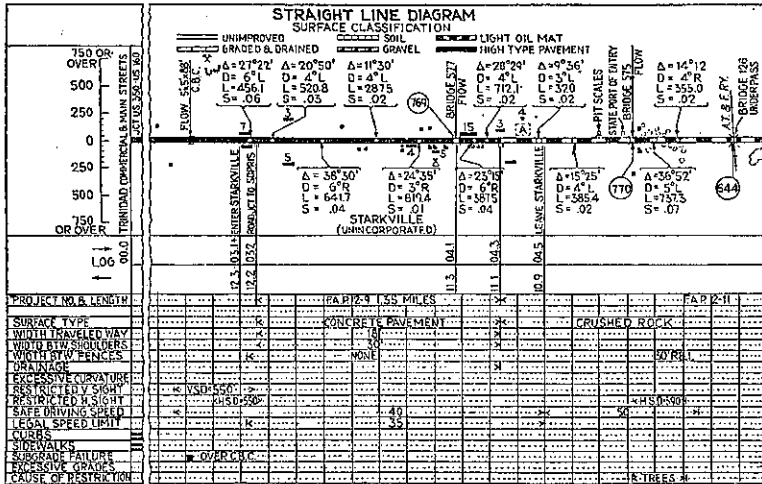
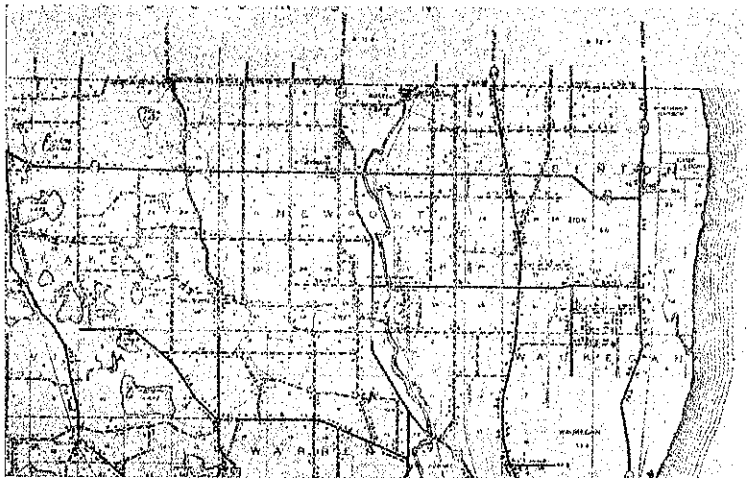


圖-46

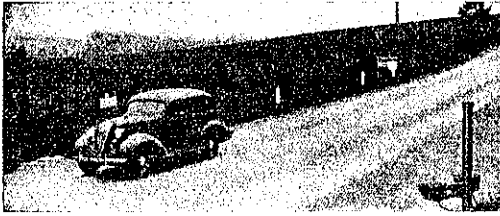


此の調査の開始によつて、道路調査の主要部分は合衆國の面積の 3.4 以上完成し縣地図は全面積の約 1/3 完成した。

交通調査： 道路計畫に最も必要なものは正確な交通調査である。各道路の交通量及主として通過交通か局部交通かをを知る事が必要である。主要路線及方向の州外からの交通貨物自動車交通、一般交通の割合を調査し車輛數を臺-哩、噸-哩に換算しなければならない。

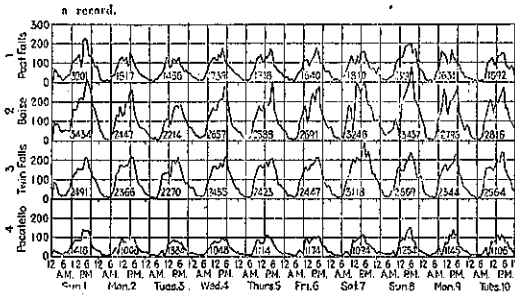
之は嚴密に知る事は困難である。或る場合には連続的計算により決定するが多くは見本を取り或は平均値を

図-48.



のものである。各曲線を比較すれば如何なる観測所に於ても各々毎週毎日毎時同じ形をして居るが毎日形を異にして居ることが分る。而も各々の毎週毎日の形を異にし、特殊の交通分布を示して居る。此のグラフから或る

図-49.



特定の時間の交通を知り更に平均交通と、ラッシュアワーの交通との関係を知る事が出来る。(未完)

(山田正男)

### (171) 現在アスファルト道路 工事の傾向と進歩

(I. E. Buchanan "Current Trends and Developments in Asphalt Highway Construction" West. Constr. News, July 1938 p. 264-266,

過去 2 ヶ年間に於てアスファルト道路工事は技術的には根本的的变化が無かつた。然しアスファルトの使用上に種々の変更と改良が加へられた。其の中の主なるものを挙げれば、(1) 基礎工事に土壌工学が応用されて来た、(2) 過去に於ける投資を生かす爲既設廢道の擴張と再舗装による改良、(3) 2 等道路に廉價なアスファルト舗装の施工、(4) 一層進歩したるアスファルト技術の必要。

1870 年はアスファルトを道路や街路に使用した最初である。1870 年と 1873 年の間にフランスから紐育の街を舗装する爲固体アスファルトを輸入した。此の 1870 年にキャリフォルニヤ州 サクラメント 市で街路に液体

アスファルトを使用した記録がある。

過去 10 年間 キャリフォルニヤ 道路出張所はアスファルトコンクリート舗装の使用と改良上に於て米國全土を指導して来た。透入マカダム法は最初キャリフォルニヤ州の數郡に施工され、次いでオレゴン州により採用され、今では太平洋岸北部地方で盛んに使用されてゐる。

廉價なアスファルト式舗装の使用と其の改良は 1900 ~ 1923 間に於ける キャリフォルニヤ州の中南部諸郡に負ふ所が多い。西部諸州の中でオレゴン州は 1923 年にアスファルトを州道に最初に使用した。1927 年以來廉價なアスファルト舗装が州、郡、市等の道路に盛んに使用される様になつた。

アスファルト舗装が道路に使用される以前は西部地方の道路は碎石或は砂利で舗装されそれを土壤又は粘土で結合せしめてゐた。斯かる道路は天候に依り或は泥道となり、或は埃道となつた。油塗布により泥や埃の道路が一次改良出来る事が判明して以來其の要求が一時に公衆の口に上つて来た。此の爲既設道路に直ちに塗布して要求に応じたのであるが材料の新しい間は通行車輪に附着するのと間もなく孔が出来て非難された。

是に答へる爲に 2 方法が發明された。即ち 1 は新塗布道路上に再び碎石を撒布する方法、他は道路に存在する骨材を使用して現場に於て混合する方法である。次いで骨材を他地方から運搬して使用する方法が直ちに採用され現在では工場混合法が現はれて来た。

初期に於ける砂利道を廉價なアスファルトを加へて愉快なる道路とする事は急いだ結果失敗を來した。即ち粘土又は土壤で砂利を結合した道路は防水アスファルト舗装を加へる時其の基礎としては甚だ弱い事が判明した。

其の後は是等薄い舗装の基礎工事の重要性に注意が向けられ、基層排水、転圧、材料の選擇、基層の安定、基層の厚さと舗装の厚さの關係等が考慮された。西部地方に於ける過去 2 ヶ年間の最大の進歩は基層の設計と其の工事状態である。現在では道路は其の底部から上部まで合理的に設計する必要があり、充分なる基層さへ得ればより薄い舗装も出来る事が充分認識されてゐる。

合衆國道路局により行はれた土壤の測量と其の分類は現今一般に使用されてゐる。種々の現場及質験道具が盛土の転圧に盛んに使用される様になつて来た。西部の諸州では各地の材料を利用し選擇する爲各地に最も熟練した技術者を駐在せしめ、道路の線路選定、設計、工事

等に土壌工学を応用して其の地に適する様に實施せしめる様に努めてゐる。

道路工事に於て最近著しき進歩を遂げたものは基礎の安定である。(1) 附近材料の混合。(2) 電解物の混和(3) 否水溶材料の混和等。西部諸州は液体アスファルト材料を使用する基礎安定法の研究に於ては先鋒である。即ち粘土を含む骨材には乳劑アスファルトを、相當微粒を含む物質には緩凝固材料(SC'S)を、埃の少量なる砂質には急凝固材料(RC'S)を使用する。

基礎上の防水アスファルト基層を以て含水量を抑制する方法がキャリフォルニア州に於て使用されて居る。特にコンクリート舗装の下には常に使用され、現在では他州でも研究され使用されてゐる。

交通量及基礎の勾配に對し安全にして且つ經濟的な基礎、基層、表層舗装等の厚さを計算する方法は道路技術者の永年の宿題である。ワシントン大学のホーソン教授により基層を通して基礎に傳達される荷重分布の基礎知識を得る爲の重要な研究が行はれた。キャリフォルニア道路出張所の材料研究實驗所でも厚さを計算する實驗式の作成の爲記録を集めてゐる。

過去2ヶ年間に於ける特殊の傾向はアスファルトコンクリート工事に軟かな(一層浸透性を有する)アスファルトセメントが使用されて來た事である。此の傾向の第一歩はキャリフォルニア道路出張所がU.S. 99號のベイカスフィールド市とグレイバイン間19.1哩に101/120浸透アスファルトを使用したに初まる。是れを決定する迄には同所では1937年に報告されたアリゾナ州の既設アスファルトコンクリート舗装の研究と、同年キャリフォルニア州に試験的に施工された結果等を研究し、又同時にアスファルトの性質と骨材、施工順序等の影響に關する研究を遂げた。西部の各州及アスファルト生産者は各々アスファルトに關する主要問題中の一部の研究を盛んにやつてゐる。

アスファルトコンクリート工事に關する上記以外の進歩を遂げたものでは混合割合と温度を一層有効に機械的に操縦出来る工場の改良、撒布機械の使用等が擧げられる。

工場混合として知らるゝアスファルト工事の方法ではSC-4, MC-4, MC-5液体アスファルト材料を結合材料として使用してゐるのであるが其の範圍は現今ではSC-5, SC-6, 151/200浸透アスファルトをも混合する様になつた。ネバダ州, アリゾナ州, キャリフォルニア州等は一層高粘性材料を使用してゐる。SC-6工場混

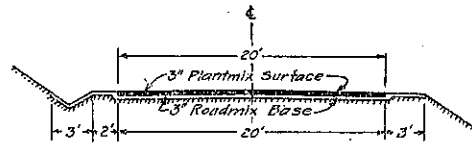
合は一層廣範圍に使用せらるゝ可能性がある。即ち此の材料は機械撒布機を使用しても良く、又ブレードでも天候により良く撒布出来るし、曳綱を使用する事も出来る。

SC-6工場混合がMC工場混合に勝る主なる點は溶石油分を除く爲の曝氣の必要なる爲機械を以て撒布出来る事である。

工場混合アスファルト舗装は最も普通の廉價舗装である。最近に於ては一層高粘性材料を使用し可動混合機を使用する傾向が尙はれる。SC-2, SC-3等はブレードによる混合法を以て使用され、SC-3, SC-4は可動混合機に使用されてゐる。

従來は先づ1季間は基層の儘とし次の季にアスファルト表装を施工するのが普通であつた。現今では1回舗装又は2層舗装を最初から施工する様になつた。後者を使用すれば非常に交通の便があり、又更に其の上に高價な舗装を施工する爲に基礎が適するや否やを知る便がある。MC-2の2層舗装施工はワシントン州に於て使用されて居り其の適例である。

圖-50.



道路工事中の重要な傾向は路肩に對する注意が拂はれて來た事である。經濟的で安全なる道路を作る爲路肩は廣められ、廉價アスファルトで其の表面を被覆されて來た。表装被覆を施工した路肩は非常の際の爲の餘地を興へ、表面排水を助けて侵蝕を防止し、表面雨水の路端から基層に浸透するを防止する。

廉價舗装用のアスファルト骨材混合の設計に際し受ける重要な利益の1は其の地方の骨材を使用出来る事である。アスファルト骨材混合材料の試験には一般に次の如き試験方法を使用してゐる。1. 硬度, 2. 粘着力 3. 水アスファルト含有量。

硬度試験にはHveem StabilometerとHubbard-Field器が使用されてゐる。粘着力試験は主としてキャリフォルニア州に於て行はれてゐる。水アスファルト含有量試験には膨脹試験が最も廣く使用されてゐる。ワシントン州とキャリフォルニア州では附着引張応力の研究を盛んにやつてゐる。

大抵の州道路課では其の道路仕方書を技術の進歩、設



計の改良、機械の進歩に従つて更新して來てゐる。

アスファルトの根本的研究が現今未だ進行中であり、是等の研究の主目的はアスファルト材料の一層良い仕方を作る事に歸する。

近年水害防止に關係してゐる技術者達は堤防防護にアスファルトを使用する新用途を見出した、橋梁の取付道路或は袖壁の水害防止にも將來は相當有効にアスファルトを使用する事になる可能性がある。

(中谷茂壽)

## 橋 梁 及 構 造 物

### (172) キヤリフォルニア州の床版橋

(Leonard C. Hollister, "Flat-Slab Types used for California Highway Bridges." West. Constr. News, May 1938, p. 183-190.)

鉄筋コンクリート床版の最も優れた利點は其の空高の利用である。公道の進歩すると共に橋梁による縦断勾を高めねばならない様な場合出来る限り勾配を小にする問題は益々重要性を増加して來た。即ち新しい設計及安全装置には勾配を小にし見透しを大にする様な考慮を拂はねばならない。而して是等の爲には構造物の高さを低くする事が必要であり又經濟的でもある。鉄筋コンクリート床版は設計が簡單であり施工が容易であり又多くの場合經濟的でもある。

床版橋は最近の研究によれば 30~32 呎までの径間にあつては鉄筋コンクリート桁橋よりは經濟的である。此の比較は單に其の上部構造のみを以て行つたものであり、其の空高は考慮されてゐないのである。上下部構造を共に含んで比較する場合は其の径間の長さは 30~32 呎以上に達する場合が多い。例へばラーメン橋脚を使用する事が有利な場合の如きは上部構造として床版橋を使用するのが一層便利であり又經濟的でもある。又公道の立体交叉の場合の如きは床版橋を使用する事により下側を平滑な表面となす事が出来る爲最も床版橋が有効である。

此の床版橋は 2 種に分類される。即ちラーメン式と連続式である。

連続床版式を本橋に於て略述する。圖-51 には径間 18~45 呎のものを示してある。是等の構造物は垂直荷重に對しては柱頭或は杭頭に於て固定せられてゐるとは考へられてゐないけれども、杭に曲げモーメントを生ずるに充分の程度に固定されてゐると考へる事が出来る。之により地震或は他の水平力による荷重に對し構造物

が充分抵抗する事が出来る。

地震或は温度に對する応力の計算には杭は其の頭部及地中埋込長の 1/3 の點に於て固定されてゐるものと假定する。今日迄の研究によれば、温度と地震応力は杭には相當の影響を與へたけれども、床版の設計に對しては餘り大影響がなかつた様である。

此の構造物の解法は他の連続構造物と事實上同様である。此の篇に示してある程度の径間床版にあつては、1 車輪を支持する爲荷重が 7 呎に分布すると假定してゐる。此の假定は 1930 年 3 月に發表されたウエスターガード氏の“床版内の荷重分布法則”によれば大いに安全率が見込まれてゐるのである。2 車道構造物では車輪を支持するには 28 呎以上の床版を有する必要がある。此の分布を補助する爲床版は縦方向主鉄筋の 30% に等しい量の横鉄筋を以て補強されてゐる。突桁端の荷重の計算にも又 1 車輪を支持するに 7 呎の分布が使用されてゐる。此の分布を助ける爲主鉄筋の 30% を横方向に配筋し其の上に又床版端には分布桁を設けた。此の分布桁は又將來取付鋪裝の端となる。

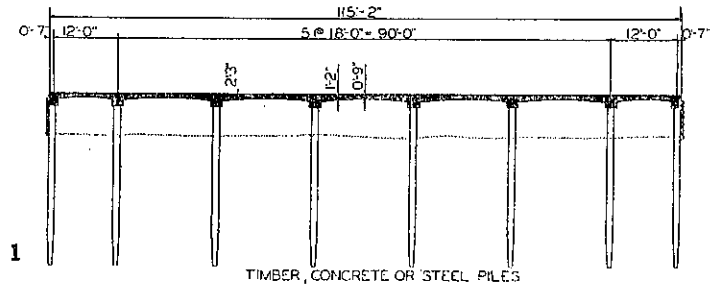
此の篇に示す構造物は皆 A. A. S. H. O. 法規中の H-15 の荷重で設計されてゐる。許容單位応力はコンクリートには 1000 lb/in<sup>2</sup>、鉄筋には 18000 lb/in<sup>2</sup> としてコンクリートの彈性係數に對する鋼の比を  $n=10$  と定めた。温度応力に對しては 25%、地震応力には 33% の超過応力を認めてゐる。

數径間の連続床版を設計するに當つては端径間は内側径間よりも剛性が小であるから、此等径間の曲げモーメントを等しくする爲端径間は短かくするか或は突桁径間を端に挿入した。圖-51 (1~5) に明白なる如く、1 圖では端径間は内側径間の 0.67 であり、2 3 圖では端径間は突桁となり内側径間の 1/3 である。4 圖では水位の關係により全径間を等長にする必要から端径間の床版の厚さを内側径間より 2 吋厚くしたものである。5 圖では全径間が等長であつたが端径間は橋臺に固定する事により充分剛性を得てゐる。

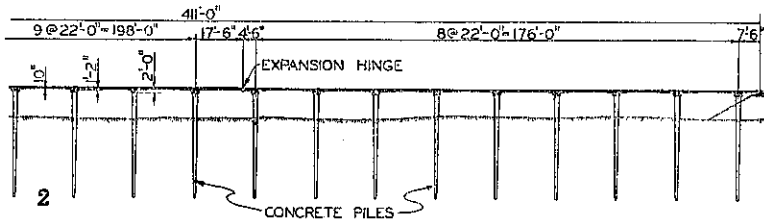
温度が此の構造物の設計に重大な役割を演じてゐる。或る構造物は氣温 +35°~+100°F に設計され、或るものは -20°~+120°F の氣温變化に對し設計されてゐる。2 圖のスケートウオーター河橋と 4 圖のアルケード谷橋では温度応力は伸縮ヒンジを挿入する事によりさけてゐる。普通の方法なる 2 ヒンジを挿入するより 1 ヒンジを使用した。此により解法は多小困難を増すが施工が簡單となり維持に困難な 1 ヒンジを少なくする。

図-51. 各種敷径間の連続床版設計図

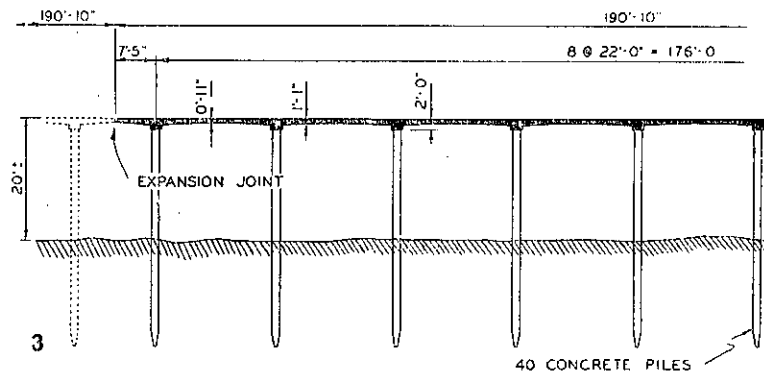
1. 径間 18 呎にして端径間  
は内側径間の 67% なるもの  
を示す



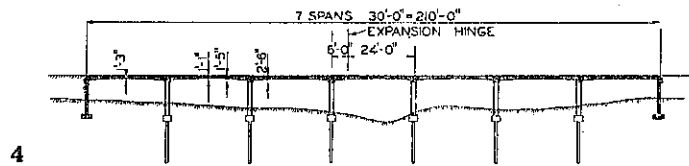
2. Sweetwater River 橋



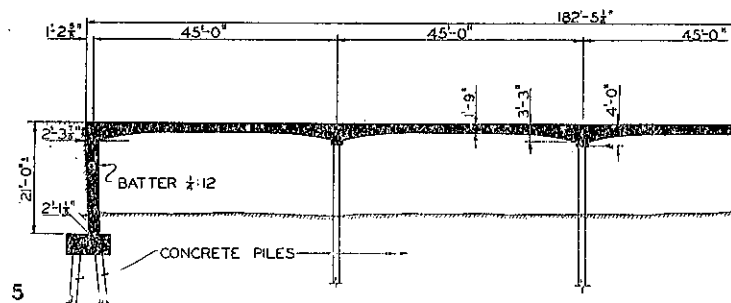
3. Sutter 街構造物



4. Arcedo Creek 橋



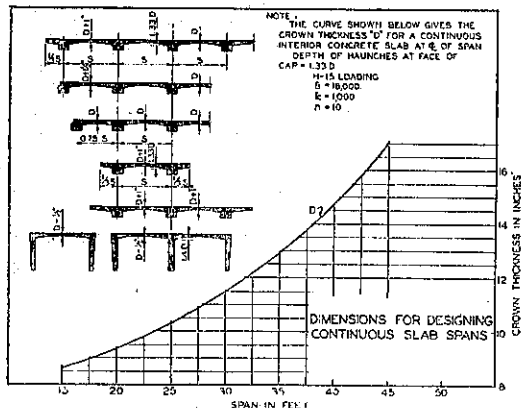
5. Escondido Creek 橋



3 図に示されたサター街構造物では温度応力は橋を数個の群に分ち各群間に伸縮継手を設けて除いてある、他の図面の場合には皆温度応力を除ける爲其の端に於て構造物を自由にしてある。5 図のエスコナド谷橋は例外であり、全長は 182 呎にして橋臺に固定されてゐるが、本橋は海の近くにして温度変化は極く小さいのである。又床版厚は水に對し鉄筋を守る爲に厚くしてありコンクリートの圧縮応力は  $750 \text{ lb/in}^2$  を使用した爲  $1000 \text{ lb/in}^2$  の圧縮応力を使用するよりも 3 吋だけ厚くなつてゐる譯である。

橋梁課のアーネスト・イペリは図示の如き床版の設計図表を作製した。此の図表を使用すれば殆ど小変更を以て最後の設計寸法と出来る様な第 1 計畫寸法が得られる。図-52 の図表には 7 種の場合の寸法が求められる、

図-52.



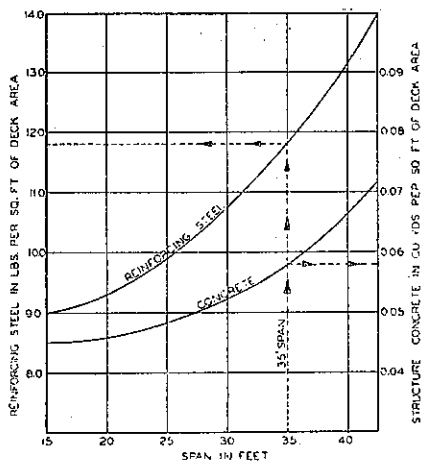
4 種は連続床版式であり 2 種はラーメン式である。径間長  $S$  に對する床版の中央に於ける厚  $D$  を第 1 に求める。もし必要があれば此の寸法は其の欲する特別の場合に即する様に更め、中央厚に對するハウチに於ける厚を見出す。

數径間連続の扁平床版の施工に於ては良結果を得る爲又平滑なる表面を得る爲には次の如き注意が必要である。(1) 支保構は沈下する事なく又沈下する場合には龜裂を生ぜしめない程度に作る必要がある。(2) 型枠或は支保構は仕上床版が 10 呎に  $1/8$  吋の勾配を有する様に作製されねばならない。(3) 鉄筋は正しく組立てねばならない。(4) 構造物は總て良好なる比重大なるコンクリートで応力の大なるものを施工せねばならない。此等の目的を達する爲にはコンクリートの混合には嚴格なる管理が行はねばならない。水セメント比は出来る限り低くし、例へば 0.75 或は其れ以下に保たれねば

ならない。施工に際してはコンクリート打後 15 分間に必要數のバイブレータを使用して充分搗固める必要がある。

圖-53.

APPROXIMATE QUANTITIES  
IN  
CONTINUOUS CONCRETE SLAB STRUCTURES  
IN UNITS PER SQ. FT. OF DECK AREA



施工継手は径間の約  $1/5$  點に設ける必要があり充分に連結され鉄筋で補強されねばならない。60~100 呎以上の連続的施工には構造物の高さ及剛性によつては施工継手に於て 48 時間の時を經過させる必要がある。此は収縮龜裂を防ぐ爲である。(中谷茂譯)

(173) コンクリート浮橋

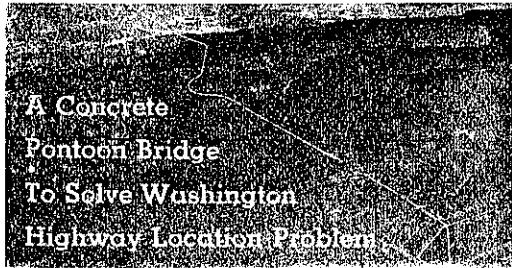
(Lacey V. Murrow "A Concrete Pontoon Bridge to solve Washington Highway Location Problem." West. Constr. News July 1938, p. 249-252.)

長さ、309 呎の鉄筋コンクリート彫を以てシアトル市の東側にあるワシントン湖を横断する 44 呎幅員の道路を支持する浮橋の設計は、キャスケード道路を改良する爲ワシントン州道路課に於て計畫中の主要改良工事の劃期的計畫である。本計畫中には浮橋と共に既に飽和状態に達してゐるシアトル市からノースベンド市に至る 42 哩の道路を改良し、距離にして 14 哩を短縮し、角度にして  $44.5^\circ$  を減少する計畫が包含されてゐる。

従来は州道第 2 號がキャスケード山脈を横断するコロムビア河と英領コロムビア境界との間にある、東西貫通の年中經濟的に使用出来る唯一の道路である。キャスケード山脈はオレゴン州から英領コロムビアに至る迄

連続してワシントン州を横断してゐる。本山脈を横断する高級道路は現在單に 3 本に過ぎず、其の中の 2

図-54.



本は山脈中の高所を貫通する爲冬季には降雪甚だしく 1 年中の約 6 ヶ月間は交通不能に陥る。第 3 本目の州道第 2 號はサンセット道路と呼ばれ 3100 呎の高所に於て山脈を横断し冬季中除雪作業が継続される。

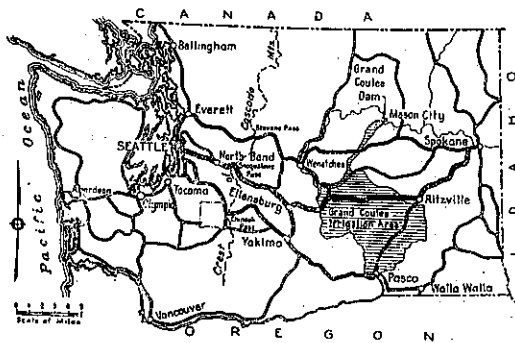
近年に至つて此の道路改良の爲に豫算が割當てられ、最近落札した工事が完了すればシアトル市から同州東部の各地に高級舗装道路の連絡が、本章に述べる分を残して全部完了する事になつた。エレンスバーグからキャスケード山脈を貫通する道路は直線と勾配が低く曲線が小さく見透しが良好となつた。

ノースベンドからシアトル市に至る残りの部分が今日最も交通に危険多く再建設を必要としてゐる。此の部分は殆ど 20 ヶ年以前に建設され其の時代の標準に従つたものにして、今日に於ては全く危険なものとなつた。其の曲線は急角度であり見透し悪るく線路選定は最も不完全である。

シアトル市の東郊にはワシントン湖があり長さ 20 哩幅員 1~2 哩に及び深さは大である。其の中央部に於ては殆ど全幅員に沿ふて 100~200 呎の深さがある。此の爲普通の橋梁を架設するには其の橋脚基礎が餘りに

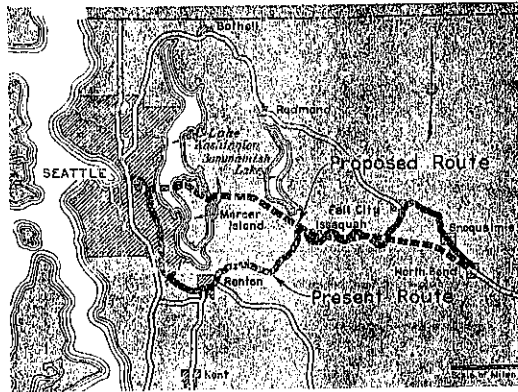
図 55. ワシントン州地図

同州東部地方に至る 3 本の州道を示す、第 2 號州道の重要性に注意



も深く經濟的に不可能である。故に道路の建設には從來は此のワシントン湖の南或は北を迂迴して作られたのである。現在の州道第 2 號は市の中央から南に向ひレントン市に至り同市から 20 ヶ年前の建設にかゝる 42 哩の道路によりノースベンド市に至つてゐる。

図-56. ノースベンド市からシアトル市に至る州道再建設図  
新道による延長の短縮に注意



昨年中シアトル市から直線とマーシー島及湖の東岸地方に連絡する方法が研究された。此の研究問題は次の 3 主要問題に區分される。(1) 如何にしてワシントン湖を横断するか。(2) ワシントン湖を何處で横断するか。(3) 如何にしてワシントン湖からシアトル市の中心に至るか。此の中第 1 の問題が最も難題である。

ワシントン湖架橋問題の解決は浮橋による事とし、4 車道を有する 44 呎幅員の車道と兩側に歩道を設け是れを鉄筋コンクリート脚により支持する。此の脚は全延長に亘り殆ど同断面にして水面下數呎の深さに達するばかりである。浮橋を使用する場合は水平力即ち風圧及波力に對する錨以外は考慮す可き基礎問題が存在せず、他の方法による架橋工費に比し大節約が出来る。

架橋地は図-56 に示す如くマーセル島の西北隅を通り眞西方向にシアトル市湖岸に達する。シアトル市はワシントン湖岸に沿ふ丘陵地帯があり取付道路の建設には條件が悪るい。只だ 1 ヶ所だけ此の丘の幅員が數百呎の箇所があり、一寸廻つて市心に至り得る所がある。此の線を運れば隧道は僅かに 1535 呎延長を以て事足り、本計畫に選定された。即ち此の隧道の西端から種々の立体或は平面交叉を有する半哩の取付道路を建設市心に達する。

マーセル島北端から東方には差したる問題なく、マー

セル島の北端を廻り、橋梁によりワシントン湖の東岸に達しサマミス湖の南を通り、イザクワ市に達し、それより直線でノースベンド市に達する。本道路は高速度道路とする爲立体交差を使用し2車道づゝ分割舗装され、舊道路の42哩に比し新道路は28哩となり14哩を短縮し、燃料と距離が大いに節約出来る。此の道路が完成すればマーセル島、ワシントン湖の東側、サマミス湖附近の市民及州東部地方の市民にシアトル市に至る捷徑を與へる。

浮橋は最も古くから人類に知られてゐるが河川の横断には其の水位の差の大なると通航及流氷等の關係から橋梁としては甚だしく不適當なる爲使用せられなかつた。然しワシントン湖は浮橋に最も適した條件を備へて居る。同湖は水門により加減されてゐる爲常に大差なく、1ケ年中の最大差は4呎にして流潮なく、大波なく、氷流もなく浮橋に最も適してゐる。

浮橋材料として木材、鋼材、鉄筋コンクリート等が考慮され防水、工費、維持費等が比較検討された。死荷重

図-57. 浮橋の可動部分、200呎の航路が艇の水平移動により開閉される。

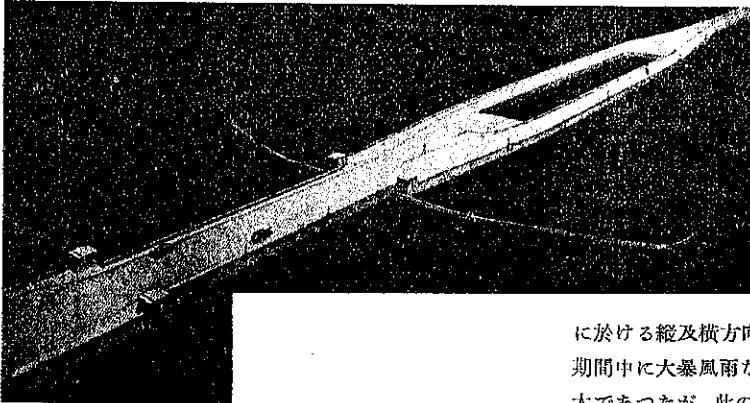
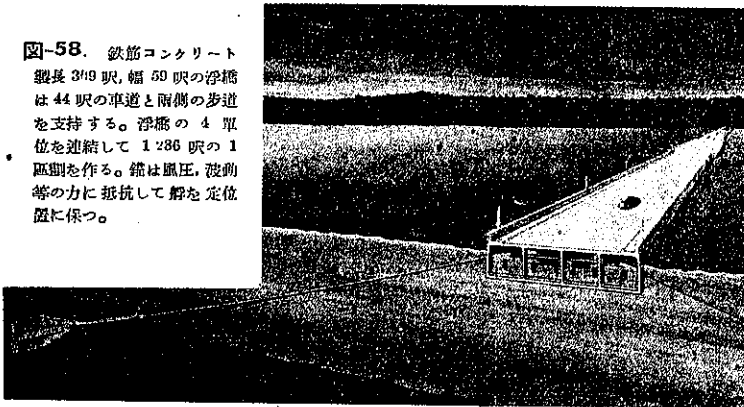


図-58. 鉄筋コンクリート製長309呎、幅59呎の浮橋は44呎の車道と兩側の歩道を支持する。浮橋の4單位を連結して1286呎の1區劃を作る。錨は風圧、波動等の力に抵抗して艇を定位置に保つ。



も比較されたが死荷重大なる程波動に対する橋梁の抵抗が増加する。水中沈下深さが大なる程水は静かとなり波動の影響が小さい。以上の諸要件を検討した結果鉄筋コンクリートが最も適當なる事が判明し採用する事になつた。

橋梁の全長は8571呎にして其の中7721呎が浮橋となる。兩岸に近く小舟の通過出来る様に200呎の径間と15呎の桁下空間が設けられてゐる。マーセル島から約1800呎沖に200呎の通航路が設けられ、大型船舶の通路が備へられてゐる。此の通路は移動艇により作られ、図-57に示す如く縦方向に設けられた空間に納まり、200呎幅員の通航路が開かれる。丁度此の通路の位置には暗礁があり水面下36呎に其の頂上が達して居る爲艇が同暗礁に錯結され艇の動搖を防ぎ、船舶の航路導標を敷設する事が出来る。

浮橋は長さ309呎、幅員59呎、高さ14呎の鉄筋コンクリート製にして4個を固定連結して1286呎の1單位をなす。前述の如く路面は44呎の車道と其の兩

側の歩道よりなり、下部は防水箱となり3個の隔壁により4室に分割され隔壁は桁の作用を爲す。

艇はコンクリート製の錨に連結され、錨線の調節装置は艇の内部に設けられる。

波動及風圧影響の測定を爲道路課ではコンクリート艇を借り入れ浮橋架設豫定地に浮べ過去4ケ月間連続的に錨線の張応力と暴風中

に於ける縦及横方向の艇の傾斜を測定した。不幸にも本期間中に大暴風雨なく1時間41哩の風速のものが最大であつたが、此の強風中に於て線の応力と艇の傾斜は

殆ど無視出来る程度に過ぎなかつた。此の艇は長さ114呎、幅34呎、深さ10呎3吋であり壁の厚さは單に3吋であつた。此の艇は20年前に作られたものであるが海水による侵蝕が認められない。

此の艇による試験は大暴風に際會しない爲何等決定的記録が得られなかつたが、上記強風の際に於ける状態より推察して、是れよりも大にして重く、水深も大であり

總に數個連結される計畫中の浮橋は普通の長徑間架橋より得られる如き安定を得る事が出来る。

工事費の概算は次の如く見積られる。

シアトル取付道路	560 000 弗
隧道	935 000 "
35 街取付道路	51 000 "
浮橋と其の取付橋梁	2945 000 "
マーセル島取付道路	162 000 "
合計	4 653 000 弗

本計畫總休としてはマーセル島の北端を廻り、同島からワシントン湖東部を橋梁で渡り、南北に通ずる州道に湖の東岸で交叉し、既設道路にノースベンド市で合併する迄の道路及橋梁工事費、地代を合して總計 8 431 864

弗になる。

本橋及其の取付道路の工費は總てワシントン州貨取橋梁委員會により發行される債券を以て支出される。本橋は貨取橋として使用され全工費償却後は自由橋となる。本橋により便益を得る附近の土地所有者には別に橋梁費を負担せしめない事とした。

ワシントン湖の南北端を廻る現道路は其の儘維持される。故に浮橋は其れ自身で工費を償却出来得ない場合は建設不可能となる譯であるが、延長の短縮、時間の節約路面の改良が餘りにも舊道に比し大なる爲殆ど全自動車は本橋を使用す可く、數年にして全工費が償却される見込が立てられてゐる。

(中谷茂壽)