

# 論 說 報 告

土木學會誌 第十八卷第七號 昭和七年七月

## 鐵筋コンクリート床版の實驗的研究

會員 工學博士 井 口 鹿 象

Experimental Studies on Reinforced Concrete Slabs

By Shikazo Iguchi, Dr. Eng., Member.

### 内 容 梗 概

本文は、鐵筋コンクリート床版の彎曲試験より得たる撓度の測定値と、之に關し著者が本誌第十六卷第十號並に第十七卷第五號に登載せる理論的公式に基く計算値とを對比し、更に各床版の龜裂の過程と狀況とを明かにし、且つ此の種の構造物の計算に關し、著者の二三の意見を叙述せるものなり。

目 次	頁
第一章 序 説	2
第二章 試 験 體	2
1. 鐵筋コンクリート材料	2
2. 床版の寸法、數並に其の製作	3
3. コンクリート桁	4
第三章 豫備的計算	4
1. 床版の撓率	4
2. 撓度及び彎曲力率の公式並に各係數の計算	6
第四章 コンクリート桁の彎曲試験	11
1. 試験並に撓度測定の方法	11
2. 撓度の測定値並に彈性率 $E$ の値	11
第五章 床版の彎曲試験	13
第一節 試験裝置並に方法	13
1. 試験裝置	13
2. 試験方法	14
第二節 床版の中心線上の各點に於ける撓度の測定値と理論的計算値との比較	17
1. 測定値	17
2. 撓度の測定値と計算値との比較	17
第三節 床版の破壊試験	17
1. 床版 A-II	17
2. 床版 B-I	17

3. 床版 G-II .....	28
第六章 結 論 .....	28

## 第一章 序 説

近來鉄筋コンクリート工法の發達に伴ひ、土木及び建築工事に於て、床版殊に方形床版を用ふるもの極めて多し。而して之が計算上、各種の荷重並に周邊の條件に依りて左右せらるべき應力の計算に當りては、從來平版の基本公式とは殆ど無關係なる近似的公式を用ふるもの多きが如し。是實用上必ずしも不都合ありと斷ずるものに非ずと雖も、更に一步を進め、之を理論的に攻策して必要なる公式を誘導し、實驗と對比して以て此の種の構造物の力學的性質を究明するは、問題それ自身に於て頗る興味あるのみならず、實用上亦極めて重要な事項たるを失はず。

著者は曩に、本誌第十六卷第十號に於て“二軸の方向に於ける彎曲剛率不等なる矩形平版の一解法”と題し、鉄筋コンクリート、其の他兩軸の方向の剛率が等しからざる矩形平版の彎曲並に彎曲應力に關する公式を誘導せり。

本論に於ては、著者の行ひたる鉄筋コンクリート床版の彎曲試験の結果を報告し、併せて前論記載の各公式と對比し、此の種の構造物の計算上、從來幾分疑問視せられたる一二の點に就き論究せむとするものなり。

鉄筋コンクリート床版の實驗的研究は、獨逸の Bach 教授、米國の Talbot 教授を初め、先進諸國の多數の學者に依りて成され、孰れも該工法並に學術の發達上貢獻する所頗る多く、其の業績の大なる吾人の齎しく敬恭措く能はざる所なり。然れども是等の實驗は、主として床版の破壊の狀況を明かにし、鉄筋の配置挿入方法等の影響或は鉄筋コンクリート桁との強度の比較を眼目とせるもの多く、其の撓度若くは應力を理論的計算値と比較せるもの稀なり。本論記載の著者の實驗、其の裝置又は施行の方法に於て、必ずしも缺くる所なしと謂ふこと能はざるのみならず、其の論述する所亦從て正鵠を失し、意を盡さざることなきを保せずと雖も、之に依りて此の種の構造物の計算上幾分の參考に資することを得ば、著者の望外の幸とする所なると共に、切に先輩諸賢の叱正を請はむとするものなり。

本試験施行に當りては、内務省土木試験所長物部博士の御懇切なる御指導と、同所技師青木楠男氏其の他多數所員の御援助に負ふ所頗る多し。茲に寸辭を誌して深甚の謝意を表す。

## 第二章 試 験 體

### 1. 鉄筋コンクリート材料

セメントは淺野セメントを使用し、試験の結果、普通の標準規格に全部合格せるものな

り。

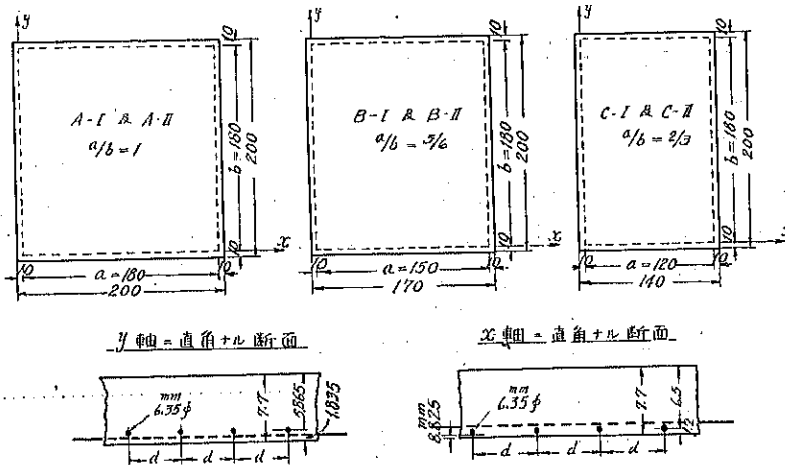
砂は多摩川産にして、重量  $1728 \text{ kg/m}^3$ 、空隙率  $34.16\%$  を有し、適當なる篩分をなす。  
 砂利は荒川産にして、重量  $1770 \text{ kg/m}^3$ 、空隙率  $32.7\%$  を有し、篩分は徑  $19 \text{ mm}$  を標準とす。

鐵筋は直徑  $1/4$  吋の丸鉄鋼を使用せり。

2. 床版の寸法、數並に其の製作

床版の寸法は A, B, C との 3 種とし、同寸法のもの各 2 個宛、合計 6 個を製作せり。即ち第一圖に示すが如し。

第一圖



鐵筋は凡て床版の兩邊に並行とし、同方向のものは等間隔に配置せり。最小絶縁距離は  $8.825 \text{ mm}$  にして、短邊に並行なるものは下に、長邊に並行なるものは上に重ね、各交叉點は 20 番鐵線を以て緊結せり。各床版の縦横鐵筋の心距  $d$  は次表に示すが如し(第一圖参照)。

第一表

床版	心距 (d)	
	横筋 (X軸に直角)	縦筋 (Y軸に直角)
A-I, A-II	10cm	7.325cm
B-I, B-II	8	9.560
C-I, C-II	7	15.000

コンクリートの配合は容積に於てセメント 1, 砂 1.8, 砂利 2.9 にして、水は約  $70\%$  を使用し、凡て手練とせり。型枠は木製にして、版の出来上り寸法並に形状の方正を期するため、入念に施行せり。各版の製作年月日並に slump は次の如し。

第二表

床版	製作			slump (cm)	床版	製作			slump (cm)
	年	月	日			年	月	日	
B-I	6	5	18	22.3	B-II	6	6	2	18.8
C-I	"	"	"	20.5	C-II	"	"	"	21.0
A-I	"	"	"	19.8	A-II	"	"	"	20.4

## 3. コンクリート桁

各床版の弾性率  $E$  は、之と同一混練材を以て同時に製作せるコンクリート桁の彎曲試験より間接に見出すこととせり。桁の寸法は幅 15 cm, 厚 7.7 cm (床版厚と同じ), 長 90 cm とし, 各床版に對して 2 個宛, 合計 12 個を製作せり。

## 第三章 豫備的計算

## 1. 床版の惰率

コンクリートの弾性率は, 應圧力に對するものも, 應張力に對するものも相等しく, 且つ鉄筋の斷面積はコンクリートの斷面積に比して極めて小なるものと假定すれば,  $x$  軸に直角なる斷面の單位幅に對する惰率  $J_x$  は, 次式に依りて計算することを得べし。

(1) コンクリートの應張力を無視せざる場合 (第二圖)。

$$J_x = \frac{1}{2}(h+e) \left\{ Z_x(h-e) - \frac{1}{8}(h+e)(h-2e) \right\}$$

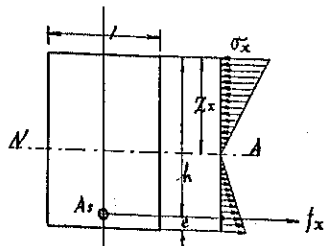
$$\text{但し } Z_x = \frac{(h+e)^2/2 + nA_s}{h+e+nA_s}$$

(2) コンクリートの應張力を無視せる場合 (第三圖)。

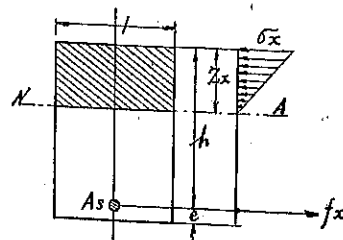
$$J_x = \frac{Z_x^2}{2} \left( h - \frac{Z_x}{3} \right)$$

$$\text{但し } Z_x = nA_s \left( \sqrt{1 + \frac{2h}{nA_s}} - 1 \right)$$

第二圖



第三圖



$y$  軸に直角なる斷面の惰率も, 全く同様の公式に依りて計算することを得。

第一圖に示す如く、 $x$  軸に直角なる断面に對しては、

$$k=6.6 \text{ cm}, \quad c=1.2 \text{ cm}$$

$y$  軸に直角なる断面に對しては、

$$k=5.805 \text{ cm}, \quad c=1.835 \text{ cm}$$

にして、直徑 0.35 mm (1/A 吋) の丸鋼の斷面積は  $0.3008 \text{ cm}^2$  なるが故に、

$$A_s = \frac{0.3008}{d}, \quad d = \text{鐵筋の間隔 (cm)}$$

從て各床版に對する  $A_s$  の値は第三表の如くなる。

第三表

床 版	$x$ 軸に直角なる断面		$y$ 軸に直角なる断面	
	$d$ (cm)	$A_s$ ( $\text{cm}^2$ )	$d$ (cm)	$A_s$ ( $\text{cm}^2$ )
A	10	0.03008	7.325	0.041188
B	8	0.03760	9.500	0.031680
C	7	0.04297	15.000	0.020053

彈性比  $n$  の値は實驗に依りて定むべきものなるも、假りに 15, 12, 10, 8 等とし、前記の公式及ボ  $K$  の値を用ひて  $J_x$  及  $J_y$  の値を計算すれば第四、五表の如し。

第四表

コンクリートの應張力を無視せざる時

床版	$n$	コンクリートの應張力を無視せざる時				$K^2 = \frac{J_y}{J_x}$	$K$
		$J_x$	$Z_x$	$J_y$	$Z_y$		
A	15	41.064	3.929	40.403	4.002	0.984	0.991
	12	40.513	3.971	39.960	3.973	0.986	0.993
	10	40.110	3.952	39.657	3.954	0.989	0.991
	8	39.715	3.932	39.348	3.931	1.001	1.000
B	15	41.804	4.054	39.884	3.969	0.954	0.977
	12	41.064	3.990	39.733	3.946	0.962	0.981
	10	40.610	3.976	39.525	3.931	0.968	0.984
	8	40.110	3.952	39.253	3.915	1.002	1.001
C	15	42.300	4.058	39.242	3.927	0.928	0.963
	12	41.761	4.010	39.010	3.912	0.940	0.970
	10	40.550	3.963	38.853	3.892	0.949	0.974
	8	40.400	3.965	38.603	3.892	0.982	0.991

第五表

コンクリートの應張力を無視せざる時

床版	$n$	コンクリートの應張力を無視せざる時				$K^2 = \frac{J_y}{J_x}$	$K$
		$J_x$	$Z_x$	$J_y$	$Z_y$		
A	15	11.984	2.025	11.983	2.128	1.000	1.000
	12	10.072	1.850	10.173	1.977	1.010	1.005
	10	8.706	1.714	8.861	1.837	1.018	1.009
	8	7.227	1.564	7.448	1.676	1.031	1.015

床版	$n$	$J_x$	$Z_x$	$J_y$	$Z_y$	$K^2 = \frac{J_y}{J_x}$	$K$
B	15	14.185	2.219	9.850	1.943	0.694	0.833
	12	11.983	2.029	8.306	1.775	0.693	0.833
	10	10.400	1.882	7.212	1.646	0.693	0.833
	8	8.400	1.714	6.016	1.497	0.716	0.846
C	15	15.648	2.339	6.945	1.615	0.444	0.666
	12	13.265	2.141	5.800	1.469	0.437	0.661
	10	11.542	1.989	4.989	1.358	0.432	0.657
	8	9.654	1.809	3.983	1.231	0.413	0.643

上記の結果に依りて見るに、コンクリートの應張力を無視せざる場合は、各床版に對し、 $n$  の如何に關せず

$$K = \sqrt{\frac{J_y}{J_x}} = 1$$

とすることを得べく、コンクリートの應張力を無視せる場合は、

- 床版 A に對しては、  $K = 1.000 \sim 1.015 \approx 1$
- 床版 B " "  $K = 0.833 \sim 0.846 \approx 5/6$
- 床版 C " "  $K = 0.666 \sim 0.643 \approx 2/3$

即ち各床版に對し、 $n$  の如何に關せず

$$K = \sqrt{\frac{J_y}{J_x}} = \frac{a}{b}$$

となすことを得。

2. 撓度及び彎曲力率の公式並に各係数の計算

本試験は、四邊に於て單純に支承せらるゝ矩形床版が、第四圖に示す如く、其の中心點を中心とする他の小矩形内に一様に分布せらるゝ荷重を受くる場合の彎曲に關するものにして、其の公式は次に示すが如し。

(1) 撓度

$$\zeta = \frac{pb^4}{K_2} \bar{\zeta}$$

$$\bar{\zeta} = \frac{16a^4}{b^4} \sum_m \sum_n \frac{(-1)^{\frac{m+n-2}{2}} \sin \frac{m\pi}{a} u \sin \frac{m\pi}{a} x \sin \frac{n\pi}{b} v \sin \frac{n\pi}{b} y}{mn\pi^6 \left(m^2 + \frac{\lambda^2 a^2}{b^2} n^2\right) \left(m^2 + \frac{\lambda'^2 a^2}{b^2} n^2\right)}$$

但し、  $m, n = 1, 3, 5, 7, \dots, \infty$

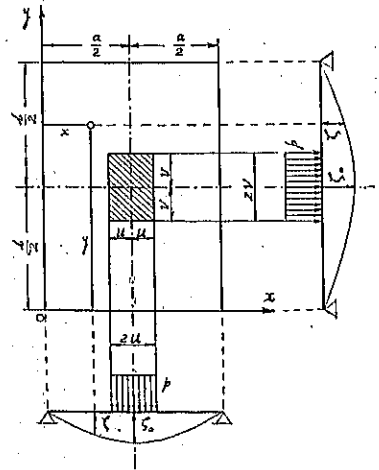
$$\lambda^2 = K'^4 + \sqrt{K'^4 - K^2}$$

$$\lambda'^2 = K'^4 - \sqrt{K'^4 - K^2}$$

$$K'^2 = \frac{1+K^2}{2} \left\{ \frac{1}{\mu} + j \left(1 - \frac{1}{\mu}\right) \right\}$$

.....(9)

第四圖



上式中、 $j$  は扭剛率の効用を幾何の程度まで認むるかに依りて定まる係数にして、一般に 0 と 1 との間に在る正數なり（本誌第十六卷第十號、710~712 頁参照）。

上記撓度の係数  $\xi$  は、別に次の如き單式無限級數を以て表はすことを得（本誌第十七卷第五號、320 頁参照）。

$$0 \leqq x \leqq x_0 - u \text{ のとき, } \left. \begin{aligned} \xi = \sum_n \frac{H_n(\theta_1) - H_n(\theta_2) - H_n(\theta_3) + H_n(\theta_4)}{n^2 \pi^2} (-1)^{n-1} \sin \frac{n\pi}{b} x \sin \frac{n\pi}{b} y \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (4)_1$$

$$x_0 - u \leqq x \leqq x_0 + u \text{ のとき, } \left. \begin{aligned} \xi = \sum_n \frac{H_n(\theta_1) + H_n(-\theta_2) - H_n(\theta_3) + H_n(\theta_4)}{n^2 \pi^2} (-1)^{n-1} \sin \frac{n\pi}{b} x \sin \frac{n\pi}{b} y \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (4)_2$$

$$\text{但し } \left. \begin{aligned} \theta_1 &= \frac{1}{2} - \frac{1}{a}(u-x), & \theta_2 &= \frac{1}{2} - \frac{1}{a}(u+x) \\ \theta_3 &= \frac{1}{2} + \frac{1}{a}(u+x), & \theta_4 &= \frac{1}{2} + \frac{1}{a}(u-x) \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (4)_3$$

上式中、各  $H_n(\theta)$  は次式を以て表はさる（本誌第十六卷第十號、677~679 頁参照）。

$$K^{j2} > K \text{ のとき, } \left. \begin{aligned} H_n(\theta) = \frac{1}{\lambda - \lambda'^2} \left\{ \frac{\sinh \lambda \alpha_n (1-\theta) - \sinh \lambda' \alpha_n (1-\theta)}{\lambda' \sinh \lambda \alpha_n} - \frac{\sinh \lambda \alpha_n (1-\theta) - \sinh \lambda' \alpha_n (1-\theta)}{\lambda' \sinh \lambda' \alpha_n} \right\}, \alpha_n = \frac{n}{b} u \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (5)_1$$

$$K^{j2} = K = 1 \text{ のとき, } \left. \begin{aligned} H_n(\theta) = \frac{1}{\sinh \alpha_n} \left\{ -2 \sinh \alpha_n \sin \alpha_n (1-\theta) \right. \\ \left. - \alpha_n \theta \cosh \alpha_n \sinh \alpha_n (1-\theta) + \alpha_n (1-\theta) \sinh \alpha_n \theta \right\} \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (5)_2$$

$$K^{j2} < K \text{ のとき, } \left. \begin{aligned} H_n(\theta) = \frac{K^{j2} P_n(\theta) + 2Q_n(\theta)}{K_1 K_2} \\ K_1 (\cosh 2K_1 \alpha_n - \cos 2K_2 \alpha_n) \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (5)_3$$

$$\text{但し } \left. \begin{aligned} K_1 &= \sqrt{\frac{1}{2}(K + K^{j2})}, & K_2 &= \sqrt{\frac{1}{2}(K - K^{j2})} \\ P_n(\theta) &= \sinh K_1 \alpha_n \theta \sin K_2 \alpha_n (2-\theta) - \sinh K_1 \alpha_n (2-\theta) \sin K_2 \alpha_n \theta \\ Q_n(\theta) &= \cosh K_1 \alpha_n \theta \cos K_2 \alpha_n (2-\theta) - \cosh K_1 \alpha_n (2-\theta) \cos K_2 \alpha_n \theta \end{aligned} \right\}$$

公式 (3) の最後の式より、 $\mu = 0$  とし、 $K$  及び  $j$  の種々の値に對する  $K^{j2}$  の値を計算すれば次の如し。

第六表

j	K <sup>j2</sup> の値		
	K=1	K=5/8	K=2/3
1.00	1.00000	0.84722	0.72222
0.75	0.70167	0.67072	0.57176
0.50	0.58233	0.49421	0.42130

0.25	0.37500	0.31771	0.27083
0.00	0.16667	0.14120	0.12037

次に撓度の係数  $\xi$  は計算の結果次の如くなる。

第一  $\frac{x_0}{a} = \frac{y_0}{b} = \frac{1}{2}$ ,  $\frac{u}{a} = \frac{v}{b} = \frac{1}{8}$  のとき。

此の場合に於ける各床版の荷重の分布面積は第七表の如し。

第七表

床版	u (cm)	v (cm)	分布面積 (cm <sup>2</sup> )
A	22.50	22.50	45 × 45 = 2 025
B	18.75	22.50	37.5 × 45 = 1 687.5
C	15.00	22.50	30 × 45 = 1 350

従て  $K=1$  及び  $K=a/b$  に對する各床版の  $\xi$  の値は第八表の如し。

第八表

床版	x/a	y/b	K=1 なるときの各床版に對する $\xi$ の値					
			j=1.00	j=0.75	j=0.50	j=0.25	j=0.00	
A	1/8	4/8	0.00022	0.00025	0.00028	0.00032	0.00038	
		2/8	0.00043	0.00048	0.00054	0.00062	0.00073	
		3/8	0.00059	0.00066	0.00074	0.00085	0.00100	
	4/8	1/8	0.00065	0.00073	0.00082	0.00094	0.00111	
		2/8	0.00092	0.00105	0.00120	0.00138	0.00166	
		3/8	0.00125	0.00144	0.00164	0.00188	0.00228	
	B	1/8	4/8	0.00015	0.00017	0.00019	0.00022	0.00026
			2/8	0.00029	0.00033	0.00037	0.00042	0.00049
			3/8	0.00040	0.00044	0.00050	0.00057	0.00066
4/8		1/8	0.00044	0.00049	0.00055	0.00063	0.00073	
		2/8	0.00064	0.00073	0.00084	0.00096	0.00114	
		3/8	0.00084	0.00096	0.00110	0.00126	0.00150	
C	1/8	4/8	0.00089	0.00098	0.00109	0.00122	0.00139	
		2/8	0.00117	0.00127	0.00139	0.00154	0.00174	
		3/8	0.00151	0.00163	0.00176	0.00192	0.00214	
	4/8	1/8	0.00155	0.00168	0.00182	0.00198	0.00220	
		2/8	0.00183	0.00198	0.00214	0.00231	0.00254	
		3/8	0.00213	0.00229	0.00246	0.00264	0.00288	



第九表

		$K=ab$ のとき 各床版に対する $j$ の値					備 考		
床版	$x/a$	$y/b$	$j=1.00$	$j=0.75$	$j=0.50$	$j=0.25$		$j=0.00$	
B	}	1/8	1/8	0.00018	0.00020	0.00023	0.00025	0.00029	床版 A に対し ては第八表に示 す如し
		2/8	"	0.00034	0.00037	0.00042	0.00048	0.00055	
		3/8	"	0.00046	0.00051	0.00057	0.00065	0.00075	
		4/8	"	0.00051	0.00056	0.00063	0.00071	0.00082	
		4/8	1/8	0.00016	0.00018	0.00020	0.00021	0.00027	
		"	2/8	0.00031	0.00035	0.00039	0.00045	0.00052	
		"	3/8	0.00045	0.00050	0.00056	0.00063	0.00073	
C	}	1/8	1/8	0.000112	0.000122	0.000138	0.000148	0.000164	
		2/8	"	0.000213	0.000231	0.000253	0.000270	0.000291	
		3/8	"	0.000288	0.000313	0.000341	0.000376	0.000419	
		4/8	"	0.000318	0.000344	0.000375	0.000413	0.000459	
		4/8	1/8	0.000084	0.000091	0.000103	0.000108	0.000118	
		"	2/8	0.000170	0.000181	0.000207	0.000227	0.000252	
		"	3/8	0.000272	0.000294	0.000323	0.000353	0.000393	

第 二  $\frac{c_a}{a} = \frac{c_b}{b} = \frac{1}{2}$   $c_a = c_b = 13.4 \text{ cm}$

即ち荷重の分布面積  $= 13.4 \times 13.4 = 179.56 \sim 180 \text{ cm}^2$  のとき。

第十表

		$K=1$ なるときの各床版に対する $j$ の値						
床版	$x/a$	$y/b$	$j=1.00$	$j=0.75$	$j=0.50$	$j=0.25$	$j=0.00$	
A	}	1/8	1/8	0.0000293	0.0000328	0.0000358	0.0000399	0.0000452
		2/8	"	0.0000493	0.0000529	0.0000561	0.0000592	0.0000644
		3/8	"	0.0000526	0.00005618	0.0000597	0.0000636	0.0000691
		4/8	"	0.0000520	0.0000557	0.0000584	0.0000626	0.0000681
		4/8	1/8	0.0000293	0.0000328	0.0000358	0.0000399	0.0000452
		"	2/8	0.0000493	0.0000529	0.0000561	0.0000592	0.0000644
		"	3/8	0.0000556	0.00005918	0.0000627	0.0000669	0.0000726
B	}	1/8	1/8	0.0000170	0.0000189	0.0000209	0.0000233	0.0000255
		2/8	"	0.0000325	0.0000351	0.0000377	0.0000405	0.0000441
		3/8	"	0.0000447	0.0000476	0.0000506	0.0000542	0.0000587
		4/8	"	0.0000509	0.0000539	0.0000569	0.0000606	0.0000659
		4/8	1/8	0.0000161	0.0000175	0.0000192	0.0000208	0.0000226
		"	2/8	0.0000307	0.0000332	0.0000358	0.0000384	0.0000417
		"	3/8	0.0000445	0.0000474	0.0000504	0.0000531	0.0000575

C	8/1	4/8	0.0000125	0.0000137	0.0000147	0.0000170	0.0000193
	2/8	"	0.0000238	0.0000261	0.0000289	0.0000324	0.0000368
	3/8	"	0.0000329	0.0000360	0.0000397	0.0000439	0.0000502
	4/8	"	0.0000366	0.0000400	0.0000441	0.0000492	0.0000553
	4/8	1/8	0.0000103	0.0000117	0.0000125	0.0000142	0.0000162
	"	2/8	0.0000206	0.0000227	0.0000255	0.0000282	0.0000322
	"	3/8	0.0000313	0.0000341	0.0000379	0.0000424	0.0000481

第十一表

床版	x/a	y/b	K=a/b のときの各床版に對する $\bar{\nu}$ の値					備 考
			j=1.00	j=0.75	j=0.50	j=0.25	j=0.00	
B	1/8	4/8	0.0000197	0.0000219	0.0000245	0.0000279	0.0000324	床版 A に對し ては第十表に示 す如し
	2/8	"	0.0000377	0.0000418	0.0000468	0.0000531	0.0000615	
	3/8	"	0.0000524	0.0000579	0.0000646	0.0000731	0.0000848	
	4/8	"	0.0000582	0.0000646	0.0000720	0.0000814	0.0000938	
	4/8	1/8	0.0000172	0.0000195	0.0000228	0.0000251	0.0000293	
	"	2/8	0.0000345	0.0000383	0.0000430	0.0000491	0.0000571	
	"	3/8	0.0000509	0.0000562	0.0000628	0.0000712	0.0000823	
C	1/8	4/8	0.0000159	0.0000172	0.0000188	0.0000204	0.0000231	
	2/8	"	0.0000302	0.0000328	0.0000358	0.0000395	0.0000443	
	3/8	"	0.0000414	0.0000449	0.0000490	0.0000530	0.0000600	
	4/8	"	0.0000459	0.0000498	0.0000543	0.0000597	0.0000664	
	4/8	1/8	0.0000113	0.0000122	0.0000132	0.0000144	0.0000158	
	"	2/8	0.0000237	0.0000253	0.0000276	0.0000302	0.0000335	
	"	3/8	0.0000331	0.0000412	0.0000450	0.0000495	0.0000550	

第一の如き荷重は床版 C-I に、第二の如き荷重は床版 C-II 及び各 A, B に採せり (第七圖参照)。

(2) 彎曲力率

$$M_x = pb^2 \bar{M}_x = -N_x \left( \frac{\partial^2 \zeta}{\partial x^2} + \frac{1}{\mu} \frac{\partial^2 \zeta}{\partial y^2} \right)$$

$$M_y = pb^2 \bar{M}_y = -N_x K^2 \left( \frac{\partial^2 \zeta}{\partial y^2} + \frac{1}{\mu} \frac{\partial^2 \zeta}{\partial x^2} \right)$$

を用ひ、床版の中心點に於ける  $\bar{M}_x$  及び  $\bar{M}_y$  の値を計算すれば次の如し。

第一  $\frac{x_0}{a} = \frac{y_0}{b} = \frac{1}{2}$ ,  $\frac{u}{a} = \frac{v}{b} = \frac{1}{8}$  のとき。

第十二表

		床版 A		床版 B		床版 C	
j		K=1	K=1	K=5/6	K=1	K=2/3	
$M_x$	1.00	0.0109	0.0098	0.0110	0.0080	0.0099	
	0.75	0.0119	0.0167	0.0120	0.0087	0.0110	
	0.50	0.0131	0.0115	0.0132	0.0095	0.0116	
	0.25	0.0147	0.0130	0.0147	0.0105	0.0127	
	0.00	0.0169	0.0149	0.0167	0.0118	0.0140	
$M_y$	1.00	0.0100	0.0083	0.0069	0.0015	0.0024	
	0.75	0.0119	0.0090	0.0075	0.0049	0.0026	
	0.50	0.0131	0.0100	0.0083	0.0053	0.0028	
	0.25	0.0147	0.0111	0.0092	0.0058	0.0031	
	0.00	0.0169	0.0127	0.0104	0.0065	0.0034	

第二  $\frac{a}{a} = \frac{b}{b} = \frac{1}{2}$ ,  $2a = 2b = 13.4 \text{ cm}$  のとき。

此の場合に対しては、 $K=1$ ,  $j=1$  のときのみ、中央版の中心點に於ける  $M_x$  及び  $M_y$  を擧ぐべし。即ち第十三表の如し。

第十三表

	床 版		
	A	B	C
$M_x$	0.001294	0.001451	0.001380
$M_y$	0.001294	0.001219	0.000777

#### 第四章 コンクリート桁の彎曲試験

各床版に所屬せるコンクリート桁の彎曲試験は、床版の彈性率  $E$  を見出さむがため行ふものにして、各試験は正たを得ざる場合の外床版の試験と同日に行ひたり。

##### 1. 試験並に撓度測定の方法

桁は深間を 80 cm とし (桁總長 90 cm) 鋼製系架の上に水平に架渡す。荷重は桁の中央に 5 kg 毎に順次遞加し、最大 140 kg に至らしめ、各分荷重に對する中央點の撓度は、1/100 讀みの撓度計に依りて測定記録す、之を第一回の測定とす。第一回の測定を終りたる後は、荷重を一旦全部取除き、桁を左右正反對に置き換へ、前同様の測定を爲す。之を第二回の測定とす。斯くして得たる各分荷重に對する二測定値の平均を以て當該撓度の測定値と見做す。

##### 2. 撓度の測定値並に彈性率 $E$ の値

第五圖の如き單桁の最大撓度を  $\delta$  とすれば、桁の彈性率  $E$  は

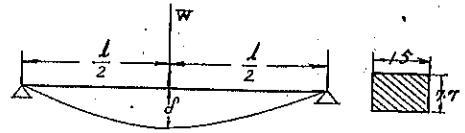
$$E = \frac{117^3}{48J\delta}$$

第五圖

に依りて計算することを得べし。然るに

$$l = 80 \text{ cm,}$$

$$J = \frac{15 \times 7.7^3}{12} = 570.66625 \text{ cm}^4$$



なるが故に、荷重  $W$  を  $\text{kg}$  を以て表はし、 $\delta$  を撓度計の読み數とすれば、

$$E (\text{kg/cm}^2) = 18691.6 \frac{117}{\delta} \dots\dots\dots (6)$$

となる。

又桁の最大纖維應力強度を  $f$  とすれば、

$$f (\text{kg/cm}^2) = \frac{7.7 M}{2J} = 0.18493 W \dots\dots\dots (7)$$

にして、 $W$  の種々の値に對する  $f$  の値は第十四表に示す如し。

第十四表

$W$ (kg)	$f$ (kg/cm <sup>2</sup> )	$W$ (kg)	$f$ (kg/cm <sup>2</sup> )	$W$ (kg)	$f$ (kg/cm <sup>2</sup> )
5	0.7	55	7.4	105	14.2
10	1.3	60	8.1	110	14.8
15	2.0	65	8.8	115	15.5
20	2.7	70	9.4	120	16.2
25	3.4	75	10.1	125	16.9
30	4.0	80	10.8	130	17.5
35	4.7	85	11.5	135	18.2
40	5.4	90	12.1	140	18.9
45	6.1	95	12.8	145	19.6
50	6.7	100	13.5	150	20.2

各分荷重毎の  $\delta$  並に公式 (6) に依りて計算せる  $E$  の値を、各桁に對して  $\ast$  表示するは頗に堪へざるが故に、斯くして得たる  $E$  の平均値のみを擧ぐれば第十五表の如し (附圖第一乃至第三参照)。但し  $W=40 \text{ kg}$  以下に對する  $E$  は凡て之を除外せり。是斯くの如き小荷重に對する撓度の實測値は、此の種の實驗の常則として正確を缺き、信を措き難きのみならず、桁に生ずる纖維應力 (第十四表) は、床版に生ずべき應力に比して過小なるが故に、如上の小荷重に對應せる彈性率を、床版の彈性率として採用するは妥當ならざるに依る。

第十五表

床版	製作		桁 (1)		桁 (2)		平均 $\bar{E}$ (kg/cm <sup>2</sup> )
	年	月	材	齡 (日) $E$ (kg/cm <sup>2</sup> )	材	齡 (日) $E$ (kg/cm <sup>2</sup> )	
A-I	6	5	72	239 261	74	247 457	243 359

B-I	6	5	18	40	280705	47	207428	298567
C-I	"	"	"	58	248087	58	200002	252045
平均	—	—	—	65½	255604	66½	273629	264657
A-II	6	6	2	60	231500	60	229745	230656
B-II	"	"	"	54	243370	54	200700	256544
C-II	"	"	"	47	237018	40	210050	227139
平均	—	—	—	53½	237521	53½	238704	230113

之に依りて見るに、I 及び II 系に屬する  $D$  の最大及び最小値と、其の各總平均値との差の百分比は、

$$\begin{aligned}
 \text{I 系} & \left\{ \begin{array}{l} \frac{298567 - 264657}{298567} \times 100 = 11.4\% \\ \frac{264657 - 243370}{243370} \times 100 = 8.8\% \end{array} \right. \\
 \text{II 系} & \left\{ \begin{array}{l} \frac{256544 - 238113}{256544} \times 100 = 8.2\% \\ \frac{238113 - 227139}{227139} \times 100 = 4.8\% \end{array} \right.
 \end{aligned}$$

にして、此の種の試験體の實驗成績としては、止むを得ざる範圍の差異と思惟せらる。仍て次章の各計算に採用すべき  $D$  の値は次の如く決定すべし。

第十六表

床版	$D$ (mm)	$n$	備考
A-I	231400	8.6	$n$ の値は鉄筋の $D$ を
A-II	230700	9.1	2100 (mm) として計算す
B-I	238000	7.0	
B-II	250500	8.2	
C-I	252000	8.3	
C-II	227100	9.2	
平均	251400	8.4	

第四表に記載せる如く、コンクリートの應張力を無視せざる場合の倍率  $M$ 、及び  $M_0$  の値は、 $n$  に依りて増減すること極めて僅少なるが故に、上表に依り、各床版に對する  $n$  の値は 8 として差支へなるべし。

## 第五章 床版の彎曲試験

### 第一節 試験裝置並に方法

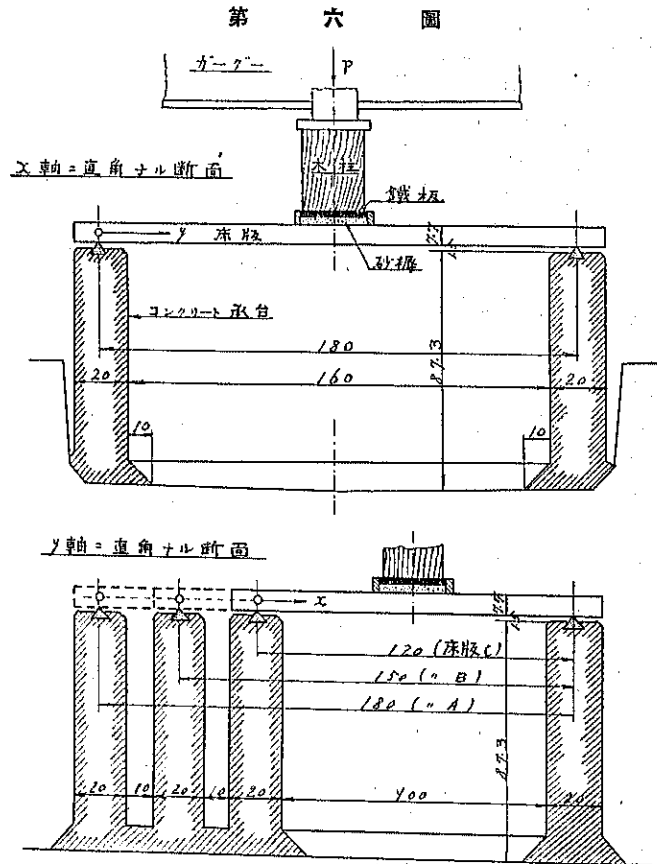
#### 1. 試験裝置

床版の支承は、堅固なる在來コンクリート床上に築造せられたる高 87.3 cm、厚 20 cm、のコンクリート壁より成る。37°×37°×3/8" の角鐵を round off し、兩壁の間にはスグルを

詰め、A 字形に承壁の上面中心線に沿ふて埋込み、床版の support となす。長邊即ち Y 軸の方向には、外壁の内部に心距 30 cm の中間壁 2 列を設け、短邊  $a$  の變化に應ぜしむ。實驗は  $a$  邊の小なるもの、即ち C, B, A の順序に行ひ、使用済中間壁は其の都度取壊ち除却するものとす。

集中負反力に抵抗せしむるため（即ち床版の四隅が上方に跳ね上ることを防ぐため）承臺の四隅に直徑 16 mm のボルトを埋込み、上方よりナットを以て適當に締付くこととせり。

承臺並に試験装置の概況は、第六圖及び寫眞第一圖に示すが如し。



荷重の載加は壓力ポンプに依る。寫眞第二圖は壓力ポンプ並に之に連結せらるゝ油筒を示すものなり。壓力計示度と載荷力との關係は附圖第四乃至第六に示す如し。

## 2. 試験方法

載荷面積は第七圖に示す如く、床版 A-I, A-II, B-I, B-II 及び C-II に対しては

$$13.4 \times 13.4 = 180 \text{ cm}^2$$

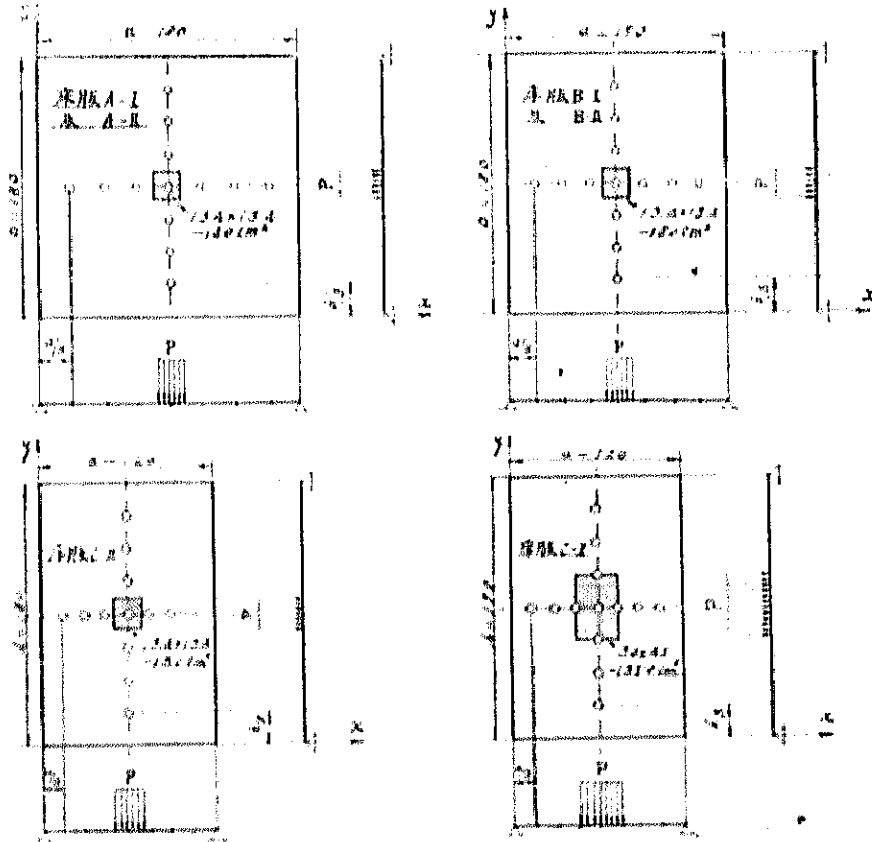
C-1 に対しては

$$30 \times 45 = 1350 \text{ cm}^2$$

とし、床版の中心線上の各 8 等分點 13 個所の撓度を測定するものなり。

撓度計 (1/100 mm 讀み) は、其の位置及び拵付の安定を期するため、承梁の内側に並列

第 七 圖



固定し、床版の下方より上向きに観測することにより。

承梁内部狭間にして、13 個點全部を同時に測定すること能はざりしため、兩中心線に沿ふものは各別に行ひたり。即ち初め  $x$  軸 (又は  $y$  軸) の方向の各點に撓度計を拵付け、容量 10 kg. No. 0150 壓力計 (附圖第四) の示度 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 kg/cm<sup>2</sup> 毎に 7 個點の撓度を測定記録し、之を第一回の測定とす。同様にして同じ諸點に對して第二及第三回の測定をなす。 $y$  軸の方向の各點に對する測定方法亦同じ。之に依り中心點に對しては各分荷重毎に 9 回、其の他の 12 個點に對しては各 3 回宛、即ち一床版一荷重に付き 42 の測定値

を記録することゝなる。

四隅に於けるボルトは、床版内に初應力を生ぜざらしむるため、手加減にて締付く。而して床版 A-I, A-II, B-I 及び B-II の測定に際しては、版の四隅締付ボルト附近の上面に撓度計を取付け（寫眞第一圖参照）其の示針を凡て零に合せ、一荷重を加へたるため示針が移動せる場合は（負撓度即ち四隅の跳上り）該示針が元の位置零に還るまでボルト・ナットを締め、床版の周邊をして、荷重を加へざる前と全く同一状態に在らしむる様調節を施したる上、各點の撓度を觀測記録することゝせり。是此の種の床版に對する理論的公式は、其の各周邊が漸くの如き條件に在る場合に對するものなるが故に、實測撓度を理論的計算値と對比せむとする本實驗に於ては、如上の調節は極めて重要なる事項と認むるに依る。

床版の龜裂又は破壊の状態を知らむがため、A-II, B-I 及び C-II 三つの床版に對しては、別に破壊試験を行ひたり。

第二節 床版の中心線上の各點に於ける撓度の測定値と理論的計算値との比較

1. 測定値

前節に記載せる方法に依り、各床版の中心線上の諸點に於ける撓度を實測せる結果は第十七乃至第二十二表に示すが如し。但し表示の各測定値は撓度計の讀數の三回の平均値にして、各數字を 100 分せるものは、mm を以て表はしたる實測撓度となる。

第十七表 床版 A-I 撓度實測表

(昭和 6 年 7 月 29 日)

壓力計度	荷重 (kg)	x/a							y/b						
		1/8	2/8	3/8	4/8	5/8	6/8	7/8	1/8	2/8	3/8	4/8	5/8	6/8	7/8
1	125	1.733	3.533	4.967	5.100	4.067	3.900	1.800	2.667	3.867	4.633	5.567	4.433	3.100	1.900
2	295	3.833	7.033	9.000	10.933	8.533	7.200	3.500	5.067	7.667	10.067	11.067	9.400	6.567	3.767
3	465	5.667	10.100	13.467	16.433	12.533	10.667	5.267	7.133	11.233	14.967	16.133	13.867	9.600	5.033
4	635	7.533	13.633	17.067	21.833	16.300	13.933	7.033	8.967	14.667	19.367	21.033	18.233	12.700	7.267
5	800	9.433	16.833	22.300	26.967	20.100	17.033	8.733	10.833	17.967	23.667	25.767	22.500	15.867	9.333
6	960	11.133	19.933	26.267	31.800	23.800	20.033	10.367	12.833	21.633	28.233	31.033	27.200	19.067	10.667
7	1165	12.733	22.833	30.400	36.167	27.400	22.700	11.800	14.767	24.933	32.367	35.933	31.433	21.967	12.167
8	1360	14.433	25.900	34.733	41.333	29.800	25.967	13.400	16.000	28.133	37.000	41.267	35.767	25.267	14.000

第十八表 床版 A-II 撓度實測表

(昭和 6 年 7 月 31 日)

壓力計度	荷重 (kg)	x/a							y/b						
		1/8	2/8	3/8	4/8	5/8	6/8	7/8	1/8	2/8	3/8	4/8	5/8	6/8	7/8
1	125	2.167	4.333	5.167	6.367	5.167	3.933	2.500	2.500	4.033	5.700	6.400	5.800	4.200	2.733
2	295	4.500	8.000	11.000	12.800	11.000	8.333	4.667	4.967	8.133	11.400	13.000	11.233	8.300	5.000
3	465	6.333	11.833	15.833	18.933	16.333	11.833	7.500	7.167	11.700	16.433	18.933	16.133	12.100	7.133



4	635	8.667	14.667	20.333	24.667	20.500	15.167	8.333	9.300	14.967	21.333	24.733	21.333	15.800	9.533
5	800	10.167	18.833	25.000	30.600	26.200	18.500	11.000	11.300	18.767	26.033	30.567	26.133	19.200	11.533
6	990	12.500	22.833	32.000	36.567	32.167	23.333	12.667	13.167	22.333	30.667	36.233	30.867	23.067	13.467
7	1165	15.200	26.667	36.833	42.500	36.800	26.667	14.600	14.333	25.600	34.933	41.667	35.000	26.100	15.067
8	1360	17.000	30.167	42.333	48.667	42.000	30.000	16.833	16.500	29.133	39.567	47.767	39.333	29.667	16.900

第十九表 床版 B-I 撓度實測表

(昭和6年7月<sup>22</sup>/<sub>23</sub>日)

應示 力計度	荷重 (kg)	a/a (22日)							y/b (23日)						
		1/8	2/8	3/8	4/8	5/8	6/8	7/8	1/8	2/8	3/8	4/8	5/8	6/8	7/8
1	125	1.600	2.267	3.400	3.933	3.700	2.967	1.700	1.433	2.433	3.600	4.200	3.633	2.667	1.833
2	295	3.000	5.000	7.100	8.233	7.767	6.500	3.633	2.933	5.033	7.300	8.633	7.667	5.033	3.500
3	465	4.467	7.800	10.867	12.333	11.333	9.900	5.000	4.300	7.400	11.000	13.100	11.667	8.500	5.067
4	635	5.333	10.133	14.600	16.367	15.667	12.900	6.100	5.667	10.167	14.567	12.267	15.367	11.133	6.633
5	800	7.033	12.367	18.033	19.900	19.267	15.800	7.267	7.167	13.067	18.467	21.433	19.167	13.700	8.333
6	990	8.467	15.133	21.500	24.000	22.900	18.933	8.433	8.633	15.900	22.300	25.567	22.900	16.367	9.900
7	1165	9.900	17.000	25.000	27.967	26.567	21.567	9.700	10.067	18.633	25.800	29.633	26.367	18.933	11.333
8	1360	11.233	20.033	28.433	32.067	30.100	24.533	10.800	11.633	21.400	29.167	34.100	29.767	21.633	12.867

第二十表 床版 B-II 撓度實測表

(昭和6年7月24日)

應示 力計度	荷重 (kg)	a/a							y/b						
		1/8	2/8	3/8	4/8	5/8	6/8	7/8	1/8	2/8	3/8	4/8	5/8	6/8	7/8
1	125	1.833	3.000	4.067	4.967	4.200	3.533	1.933	2.833	3.467	4.667	5.200	4.300	3.133	1.633
2	295	3.200	5.267	8.000	9.367	8.200	6.633	3.567	5.533	7.433	9.667	10.733	8.833	6.400	3.300
3	465	5.067	8.367	12.433	14.200	12.733	10.167	5.233	8.100	10.567	15.200	16.667	13.233	10.000	4.967
4	635	6.533	11.667	17.000	19.800	17.067	13.567	6.800	10.567	15.000	19.867	22.300	18.100	12.833	6.700
5	800	8.733	14.667	21.467	25.000	21.433	16.767	8.333	12.567	18.200	21.367	27.733	22.500	15.833	8.267
6	990	10.367	17.667	25.667	30.200	25.467	19.833	9.800	14.533	22.167	29.400	33.333	26.900	19.000	9.900
7	1165	12.300	20.900	30.333	35.900	29.967	23.200	11.367	16.400	24.967	34.467	38.800	31.333	22.167	11.600
8	1360	14.333	24.167	35.500	42.433	34.800	26.767	13.233	18.333	28.233	39.100	44.433	35.633	25.000	12.867

第二十一表 床版 C-I 撓度實測表

(昭和6年7月14日)

應示 力計度	荷重 (kg)	a/a							y/b						
		1/8	2/8	3/8	4/8	5/8	6/8	7/8	1/8	2/8	3/8	4/8	5/8	6/8	7/8
1	125	1.367	2.133	2.967	3.800	3.100	2.733	1.933	1.667	2.366	2.767	0.933	1.167	2.333	1.400
2	295	2.700	4.200	5.800	6.900	5.967	5.167	3.700	3.100	4.600	5.300	4.367	5.933	4.533	2.633
3	465	4.300	6.567	8.867	10.533	8.867	7.767	5.367	4.400	6.933	8.333	7.767	8.933	6.067	3.700
4	635	5.700	8.800	11.767	14.000	11.533	10.167	7.200	5.767	9.167	11.433	11.167	11.567	8.500	4.700

5	800	7.033	10.867	14.400	17.100	14.433	12.567	9.433	7.300	11.400	14.333	14.333	14.233	10.467	5.967
6	990	8.333	12.900	17.500	20.433	17.767	14.833	10.433	8.800	13.600	17.633	17.567	17.000	12.467	7.167
7	1165	9.500	15.000	20.100	23.500	20.967	16.967	11.467	10.033	15.033	20.567	20.733	19.500	14.167	8.200
8	1360	10.667	17.233	22.667	26.467	24.067	19.333	13.100	11.433	17.733	23.567	24.300	21.200	16.167	9.200
9	1525	11.700	19.233	25.300	29.733	27.367	21.567	14.300	12.700	19.833	26.333	27.233	25.367	18.133	10.300

備考:  $y/b=4/8$  に対する各質測値は信頼し難きに依り, 其の各値は  $x/a=4/8$  に対するものを採用することゝすべし。

第二十二表 床版 C-II 撓度實測表

(昭和6年7月17日)

歴示 力 計度	荷 重 (kg)	$x/a$							$y/b$						
		1/8	2/8	3/8	4/8	5/8	6/8	7/8	1/8	2/8	3/8	4/8	5/8	6/8	7/8
1	125	1.533	3.367	2.567	3.660	3.267	2.667	1.500	1.033	2.333	2.967	3.767	2.600	2.000	1.000
2	295	2.900	3.500	5.033	7.533	6.533	5.200	2.967	2.400	4.867	6.233	7.567	6.000	4.167	2.300
3	405	4.333	5.700	9.733	11.300	10.167	7.767	4.503	3.733	6.967	9.433	11.167	8.750	6.133	3.467
4	635	5.800	8.200	13.100	15.067	13.400	10.333	6.000	4.933	9.033	12.600	14.067	11.700	8.533	4.467
5	800	7.133	10.767	15.960	18.933	16.700	12.933	7.400	6.167	11.333	15.967	18.433	14.067	10.767	5.667
6	990	8.500	13.033	18.800	22.600	20.133	15.367	8.800	7.400	14.000	19.067	22.200	17.733	12.800	6.733
7	1165	9.900	15.267	21.900	26.367	23.233	17.733	10.467	8.667	15.733	22.400	26.100	20.800	14.800	7.900
8	1360	11.167	17.467	25.800	30.133	26.467	20.300	11.567	9.933	17.733	25.567	29.733	23.667	16.900	8.967
9	1525	12.300	19.887	29.067	33.600	29.767	22.400	12.733	11.067	20.200	28.767	34.067	27.167	18.367	10.333

兩中心線上の對稱二點の撓度は相等しき理なるも, 實験の結果多少の差異を生じたるは止むを得ざることなり。

2. 撓度の測定値と計算値との比較

床版の撓度の理論的公式は, 一般に

$$\zeta = \frac{1 - \frac{1}{\mu^2}}{EJ_x} pb^2 \bar{\zeta}$$

なり。長邊  $b$  は各床版に對して 180 cm なるが故に,  $\mu=6$  とすれば,

$$\zeta = \frac{180^4 \left(1 - \frac{1}{36}\right)}{EJ_x} p \bar{\zeta} = \frac{1\ 020\ 000\ 000}{EJ_x} p \bar{\zeta}$$

然るに,  $P$  を載荷力 (kg) とすれば

C-I 以外の各床版に對し,

$$p = \frac{P}{180} \text{ kg/cm}^2,$$

床版 C-I に對し,

$$p = \frac{P}{1350} \text{ "}$$

なるが故に(第七圖参照)床版 A-I, A-II, B-I, B-II 及び C-II に対しては

$$\xi = \frac{5\,670\,000}{E J_x} P \bar{\xi} \dots\dots\dots (8)$$

床版 C-I に対しては,

$$\xi = \frac{756\,000}{E J_x} P \bar{\xi} \dots\dots\dots (9)$$

を以て表はさるべし。上式中  $E$  は桁の彎曲試験より得たるもの(第十六表)を用ふることを得るも、 $\xi$  は  $K$  及び  $j$  の取り方に依り、 $J_x$  はコンクリートの應張力を無視せる場合と之を認めたる場合とに於て著しき差異あり。故に先づ以て、實測撓度が是等のものを如何に取りたるものに最も近きかを檢察せむがため、假りに  $j=1$  及び  $n=8$  とすれば、各床版に對する  $J_x$  は第四及び五表に依り、中心點 ( $a/a=y/b=4/8$ ) に對する  $\xi$  は第八乃至十一表に依り、

第二十三表

床 版	載荷面積	$K=1$ , コンクリートの 應張力を無視せざる場 合		$K=a/b$ , コンクリートの 應張力を無視せる場 合	
		$J_x$	$\xi$	$J_x$	$\xi$
A-I 及び A-II	180 cm <sup>2</sup>	39.715	0.0000629	7.227	0.0000629
B-I 及び B-II	"	40.116	0.0000509	8.400	0.0000582
C-II	"	40.400	0.0000368	9.654	0.0000459
C-I	1 850	40.400	0.0003893	9.654	0.0004594

なるが故に、各床版に對する中心點の撓度  $\xi$  は次式を以て表はさるべし。

第二十四表

床 版	$E$ (kg/cm <sup>2</sup> )	$\xi$ (mm)	
		コンクリートの應張 力を無視せざるとき	コンクリートの應張 力を無視せるとき
A-I	243 400	0.0003689 $P$	0.0020272 $P$
A-II	230 700	0.0003893 $P$	0.0021393 $P$
B-I	298 600	0.0002409 $P$	0.0013153 $P$
B-II	256 500	0.0002805 $P$	0.0015315 $P$
C-I	252 500	0.0001894 $P$	0.0009341 $P$
C-II	227 100	0.0002262 $P$	0.0011871 $P$

故に實驗に用ひたる荷重  $P$  の最大値に對する  $\xi$  の計算値と實測値とを並記すれば次の如くなる。

第二十五表

床 版	$\xi$ の 實驗値 mm	$\xi$ の計算値	
		コンクリートの應張 力を無視せざるとき mm	無視せるとき mm
A-I	0.413	0.502	2.757

A-II	0.482	0.529	2.909
B-I	0.331	0.328	1.789
B-II	0.494	0.381	2.083
C-I	0.207	0.280	1.425
C-II	0.338	0.345	1.810

備考:  $\xi$  の實測値は  $x/a=4/8$  に對するものと、 $y/b=4/8$  に對するものと平均値とす (第二十三乃至二十八表参照)。

上表に依り、 $\xi$  の實測値は、コンクリートの應張力を無視せざる場合の計算値に極めて近く、之を無視せる場合は其の懸隔著しく、到底採用し難きことを知るべし。其の他の諸點及び荷重に對しても同様の差等あることを算證し得べし。

各床版の最大荷重に對する各點の撓度の測定値と計算値とを擧ぐれば次表の如し (附圖第七参照)。

但し各測定値は兩中心線の對稱二點に對するもの、平均値とす。

第二十六表  $\xi$  (mm) の測定値と實測値

床版	荷重 (kg)	$x/a$				$y/b$			
		1/8	2/8	3/8	4/8	4/8	3/8	2/8	1/8
A-I	1360	(0.139)	(0.259)	(0.347)	(0.413)	(0.413)	(0.364)	(0.267)	(0.155)
		0.162	0.313	0.443	0.502	0.502	0.443	0.313	0.162
A-II	"	(0.169)	(0.301)	(0.422)	(0.487)	(0.478)	(0.397)	(0.294)	(0.187)
		0.171	0.331	0.468	0.529	0.529	0.468	0.331	0.171
B-I	"	(0.110)	(0.223)	(0.293)	(0.321)	(0.341)	(0.295)	(0.215)	(0.123)
		0.109	0.209	0.288	0.328	0.328	0.286	0.198	0.103
B-II	"	(0.138)	(0.255)	(0.352)	(0.424)	(0.444)	(0.374)	(0.267)	(0.156)
		0.127	0.244	0.335	0.381	0.381	0.333	0.230	0.123
C-I	1525	(0.130)	(0.204)	(0.268)	(0.297)	(0.297)	(0.259)	(0.190)	(0.115)
		0.101	0.193	0.262	0.289	0.289	0.253	0.173	0.086
C-II	"	(0.125)	(0.211)	(0.294)	(0.330)	(0.341)	(0.280)	(0.198)	(0.107)
		0.118	0.224	0.310	0.345	0.345	0.295	0.194	0.097

備考: ... 計算値 (... ) 測定値

是に依りて見るに、床版の中心點に於ける撓度の計算値と測定値との差の百分率は、

第二十七表

床版	$x/a=4/8$ に對し(%)	$y/b=4/8$ に對し(%)	平均 %
A-I	17.7	17.7	17.7
A-II	7.9	9.6	8.8
B-I	2.1	4.0	3.1
B-II	8.7	16.5	12.6
C-I	2.8	2.8	2.8

C-II            3.0    1.2    2.4

に過ぎざることを知るべし。

次に、公式(8)及び(9)に依り、

$$\xi = \frac{EJ_x}{5670000} \frac{\zeta}{P}, \quad \text{C-I 以外の各床版に對し}$$

$$= \frac{EJ_x}{756000} \frac{\zeta}{P}, \quad \text{床版 C-I に對し}$$

なるが故に、各床版に對し、各分荷重  $P$  及び實測撓度  $\zeta$  (但し左右對稱二點に於けるもの平均値を用ふ) に對應せる  $\xi$  を計算し、同一點に對する  $10000 \xi$  の平均値と其の理論的計算値とを比較すれば次表の如し(附表第八参照)。

第二十八表 10000  $\xi$  の値

	$x/a$				$y/b$			
	1/8	2/8	3/8	4/8	4/8	3/8	2/8	1/8
床版 { A-I	0.198	0.379	0.486	0.585	0.585	0.513	0.378	0.229
床版 { A-II	0.219	0.388	0.535	0.623	0.622	0.531	0.388	0.231
平均値	0.209	0.384	0.511	0.604	0.604	0.522	0.383	0.230
理論的計算値	0.203	0.393	0.556	0.629	0.629	0.556	0.393	0.203
床版 { B-I	0.189	0.370	0.483	0.525	0.558	0.487	0.348	0.201
床版 { B-II	0.190	0.351	0.479	0.561	0.621	0.527	0.381	0.231
平均値	0.190	0.361	0.481	0.543	0.590	0.507	0.365	0.216
理論的計算値	0.170	0.325	0.447	0.509	0.509	0.445	0.307	0.164
床版 C-I	1.281	1.915	2.411	2.806	2.806	2.359	1.790	1.083
理論的計算値	0.803	1.701	2.312	2.551	2.551	2.234	1.526	0.758
床版 C-II	0.143	0.231	0.324	0.373	0.369	0.303	0.218	0.117
理論的計算値	0.125	0.238	0.329	0.366	0.366	0.313	0.206	0.103

之に依りて見るに、各床版の中心點に於ける  $10000 \xi$  の理論的計算値と、實測撓度より逆算せる値との差の百分率は、

第二十九表

床版	$x/a=4/8$ に對し (%)	$y/b=4/8$ に對し (%)	平均 (%)
A	4.0	4.0	4.0
B	0.7	15.9	11.3
C-I	10.0	10.0	10.0
C-II	1.9	0.8	1.4

に過ぎざることを知るべし。

上記の實驗並に第二十五乃至二十九表、附圖第七及び第八等に依り、周邊に近き諸點の實測撓度は、中央に近き部分のものに比して過大なるが如し。是前者は夫自身極めて微小なるため、僅少の support yielding の影響が前者に比して著しきに因るものならむ。又附圖第

八に依りて見るに、實測撓度より逆算せる  $\xi$  の値は、床版 A-I, A-II 及び C-II においては  $j=1.00$ , 床版 B-I, B-II, 及び C-I に在りては  $j=0.75$  に對する理論的計算値に最も近似す。 $j$  に對する此の距りは採用せる彈性率  $E$  の大小に基因するものと見做さるゝるも、 $j=1.00$  と  $j=0.75$  とに對する  $\xi$  の差異は僅々 10% 内外に過ぎざるが故に(第八頁上十行表参照)實測撓度は、大體に於て

$$j=1.00$$

即ち撓剛率の効用は全部之を認めたるものに最も近きものとなすことを得べし。又撓剛率  $J_x$  及び  $J_y$  に關しては、

$$K=1,$$

即ちコンクリートの應張力を無視せざる場合の計算値に極めて近似せること既に叙せられたる如し。

前記の結果は、次節記載の事象と相俟て、著者の實驗を意味付くる重要な事項なり。

尙ほ参考のため、各床版の最大荷重に對する中心點に於ける  $M_x$  及び  $\sigma_x$  を計算すれば第三十表の如し。但し

$$\begin{aligned} M_x &= pb^2 \bar{M}_x = 180 P \bar{M}_x, \quad \text{C-I 以外の各床版に對し,} \\ &= 24 P \bar{M}_x \quad \text{床版 C-I に對し,} \end{aligned}$$

に於て、 $\bar{M}_x$ ,  $J_x$ ,  $Z_x$  等は  $K=1$ ,  $j=1$  に對するものを用ふ。

第三十表

床版	$P$ (kg)	$M_x$ (kg-cm)	$\sigma_x$ (kg/cm <sup>2</sup> )
A	1360	316.8	31.4
B	1360	331.2	32.0
C-I	1525	202.8	28.7
C-II	1525	337.8	33.1

### 第三節 床版の破壊試験

破壊試験に於ては、載荷面積は  $13.4^m \times 13.4^m = 180 \text{ cm}^2$  とし、A-II, B-I 及び C-II の三つの床版に付き之を行ひたり。撓度は前と同様 1/100mm 讀みの撓度計を用ひ、床版の中心點に於けるものゝみを測定せり。四隅の跳ね上りをボルトを以て調節せること亦前と同様なり。

#### 1. 床版 A-II

昭和 6 年 8 月 31 日實驗。壓力計は 50 kg 容量 No. 82512 (附圖第五参照) を使用せり。各分荷重に對する床版の中心點に於ける實測撓度は第三十一表に示す如し。

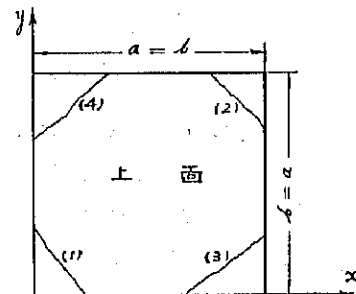
第三十一表 (附圖第九参照)

壓力計 示度	荷重 $P$ (kg)	撓度 $\zeta_0$ (mm)	壓力計 示度	荷重 $P$ (kg)	撓度 $\zeta_0$ (mm)	備 考
1	170	0.129	13	2340	0.885	
2	340	0.157	14	2550	0.980	
3	510	0.210	15	2720	1.090	
4	680	0.266	16	2890	1.195	床版裏側に最初の龜裂現は る
5	870	0.318	17	3070	1.325	
6	1050	0.391	18	3240	1.448	
7	1220	0.442	19	3420	1.558	
8	1410	0.494	20	3630	1.670	
9	1590	0.566	21	3790	1.795	
10	1780	0.627	22	3960	1.935	
11	1970	0.700	23	4130	2.140	
12	2160	0.800	23.5	?	?	ポンプを押すも示針進まず

上表に依りて見る如く、床版の裏側(應張側)に於ける最初の龜裂は壓力計の示度が  $16 \text{ kg/cm}^2$  (荷重  $P=2890 \text{ kg}$ ) に達したるとき起り、其のときの實測撓度は  $1.195 \text{ mm}$  なり。上記

の龜裂後尚ほ引續きポンプの操作を繼續したるに、裏側の龜裂は益々甚しく、壓力計の示度が  $27 \text{ kg/cm}^2$  に達したるとき、床版上面の隅角附近が第八圖に示す如く(1)、(2)、(3)、(4)の順序にて龜裂を生じたり。是四隅がボルトを以て締付けあるため、此の附近に張力を生じたるに因る。斯かる後尚ほ引續きポンプのハンドルを押したるに、載荷面附近は上方より punch せらるゝ如き狀況を呈したり。寫眞第三圖は床版表裏の龜裂の狀況を示すものなり。

第八圖



上記の試験の結果に於て最も注目に値するは、コンクリートが最初の龜裂を生じたる後も、其の撓度は急激に増加することなく、荷重が尚ほ或限度(本試験に於ては約  $4130 \text{ kg}$ )に至るまでは、撓度對荷重の關係は大體同一法則に従ひて進行することなり(附圖第九参照)。是鐵筋コンクリート構造物の特性にして、鐵筋補強の效用を顯證する一實例と謂ふことを得べし。

次に注意すべきは、荷重が相當大となれば、撓度は荷重の増加率以上に増加することなり。是亦吾人の經驗上首肯し得る當然の事象にして、其の主因は、荷重の増加に伴ひ

- i) 彈性率  $E$  が減少すること。
- ii) 彎曲剛率從て惰率が減少すること。

iii) 歪剛率従て  $j$  が減少すること。

の一又は二以上に起因するものと考ふことを得べし。i) の影響は  $E$  對  $P$  の關係を知ることに依りて闡明せらるべく、ii) は荷重従て應力が増加すれば、 $J$  の計算にはコンクリートの應張力を無視すべきや否やに歸し、iii) は著者の公式に於ける  $j$  の値を如何に採るかに係るものなり。

第四章に叙べたるコンクリート桁の彎曲試驗より得たる結果を、床版の應力が極めて大なるとき、殊にコンクリートが龜裂を生じたる後までも適用するは妥當ならざること論を俟たずと雖も、假りに、前者の彈性率對應力の關係が、床版に對して其のまゝ適用し得るものとすれば、計算の結果次の如き關係を得べし（但し床版 A-II 所屬の桁 (1) 及び (2) に對する荷重  $W=5\sim 100$  kg に對應せる各  $\delta$  の總平均值を根據として計算す）。

$$E=274\,748.2 \sigma_x^{-0.07647} \dots\dots\dots(11)$$

然るに、床版の自重の影響を無視すれば、 $j=1.0$ ,  $K=1.0$  に對しては、

$$M_x = pb^2 \bar{M}_x = \frac{P}{180} \times 180^2 \times 0.001294 \quad (\text{第十三表参照})$$

$$\therefore M_x = 0.23292 P \dots\dots\dots(12)$$

又  $\sigma_x = \frac{M_x}{J_x} Z_x$

$$= \frac{0.23292 P}{89.715} \times 3.932 \quad (\text{第四表参照})$$

$$\therefore \sigma_x = 0.023059 P \dots\dots\dots(13)$$

此の式の  $\sigma_x$  を (11) 式に代入すれば

$$E=366\,542.3 P^{0.07647} \dots\dots\dots(14)$$

然るに、公式 (8)、第四及び第十表等に依り

$$\xi_0(\text{cm}) = \frac{5\,670\,000}{89.715 E} \times 0.0000629 P,$$

$$\therefore \xi_0(\text{mm}) = 89.80059 \frac{P}{E}$$

$$= \frac{P^{1.07647}}{4\,081.736} \dots\dots\dots(15)$$

是等の關係に依り、各  $P$  に對する  $\sigma_x$ ,  $E$  及び  $\xi_0$  の値を計算すれば次表の如し（附圖第九参照）。

第三十二表

$P$ (kg)	$\sigma_x$ (kg/cm <sup>2</sup> )	$E$ (kg/cm <sup>2</sup> )	$\xi_0$ (mm)	備	考
200	4.6	244 440	0.073		
400	9.2	231 820	0.155		
600	13.8	224 742	0.240		
800	18.4	219 852	0.327		



1000	23.1	216 132	0.415
1200	27.7	213 141	0.506
1400	32.3	210 645	0.597
1600	36.9	208 504	0.689
1800	41.5	206 035	0.782
2000	46.1	204 074	0.876
2200	50.7	203 486	0.961
2400	55.3	202 371	1.034
2600	60.0	200 060	1.162
2800	64.6	199 769	1.259
2800	69.2	199 236	1.302
3000	(73.8)	198 717	(1.356)
3200	(78.4)	197 739	(1.433)
3400	(83.0)	198 826	(1.551)
3600	(87.6)	199 331	(1.647)
3800	(92.2)	195 158	(1.749)
4000	(96.8)	194 392	(1.848)
4200	(101.5)	193 019	(1.913)
4200	(106.1)	193 707	(1.947)
4400	(110.7)	192 985	(2.017)

最初の龜裂現はる。實測撓度 1.195 mm

即ち床版内側の最初の龜裂は  $\sigma_s = 101.2 \text{ kg/cm}^2$  (コンクリートの應張側の最大應力は  $63.9 \text{ kg/cm}^2$  となる) のとき起り、此のときの撓度の實測値と計算値との差の百分比は

$$100 \times \frac{1.302 - 1.195}{1.195} = 9.0 \%$$

に過ぎず。然るにコンクリートの應張力を無視せるものとして計算すれば、

$$\sigma_s = \frac{0.23293 P}{8.706} \times 1.714 = 0.045885 P \quad (\text{第五表参照})$$

$$= 132.6 \text{ kg/cm}^2, \quad P = 2800 \text{ kg のとき}$$

$$\therefore E = 2747482 \times 132.6 \times 0.967 = 180073 \text{ kg/cm}^2$$

従て、

$$f_s = \frac{80.80658 \times 39.715 \times 2800}{8.706 \times 180073} = 0.292 \text{ mm}$$

即ち實測値の5倍以上となり到底比較すべくも非ず。而して、コンクリートの應張力を無視せる場合の撓度の計算値が、其の實測値に比して著しく大なることは、コンクリートが龜裂を生じたる後の荷重に対しても同様にして、實測撓度は、コンクリートの龜裂の前なると後たるを問はず、常にコンクリートの應張力を無視せざる場合の計算値に近似せることを知るべし。是龜裂個所の格率  $\mu$  は、龜裂前より著しく減少し、該断面に於ける應力の分布に就ては、コンクリートの應張側を無視するを要すること疑を容るゝ餘地なしと雖も、斯くの

如き低抵抗力の個處は、床版の全體より言へば極めて一小區域に限られ、而も一點の撓度は、其の點の強さ（従て  $J$ ）に左右せらるゝ外、床版全體の強さに支配せらるゝに因るものと考ふることを得べし。

附圖第九に依り、 $P < 3600$  kg に對しては撓度の計算値は、其の實測値より大なるも、 $P > 3600$  kg に對しては、前者は後者より却つて小さくなるを見るべし。是  $B, J, j$  の一又は二以上に對し、尙ほ或種の修正を要することを暗示するものにして、果して其の孰れが最も影響するものなりや判定し難きも、荷重の増加に伴ひ  $j$  は漸次減少するものと考ふるも亦一見解たるを失はず。

上記の各結果に依り次の如く言はる。

(1) コンクリートが最初の龜裂を生じたる後も、荷重が尙ほ或限度に達するまでは、撓度對荷重の關係は甚しき gap を生ぜず。

(2) コンクリートの龜裂前は勿論、龜裂後と雖も、（或限度までは）實測撓度は  $j=1$  とし、且つ  $J$  はコンクリートの應張力を無視せざるものとして（即ち  $K=1$ ）計算せる値に近似す。

(3) 荷重の増加に伴ひて  $j$  の値は漸次減少する傾向あり。

## 2. 床版 B-I

床版 B-I の龜裂試驗に於ける各荷重に對する中心點の撓度は次表に示す如し。

第三十三表（附圖第十參照）

壓力計 示 度	荷重 $P$ (kg)	撓度 $\delta$ (mm)	壓力計 示 度	荷重 $P$ (kg)	撓度 $\delta$ (mm)	備 考
1	170	0.081	13	2940	0.612	昭和6年7月23日實驗
2	349	0.109	14	2550	0.694	
3	510	0.145	15	2720	0.775	
4	680	0.183	16	2890	0.859	
5	870	0.218	17	3070	0.965	
6	1050	0.263	18	3240	1.050	
7	1220	0.301	19	3480	1.173	
8	1410	0.344	20	3620	1.277	
9	1590	0.381	21	3790	1.385	
10	1780	0.424	22	3960	1.524	
11	1970	0.480	23	4130	1.679	
12	2160	0.543	24	?	?	

即ち床版の内側の最初の龜裂は、壓力計の示度が 23 kg/cm<sup>2</sup>、荷重  $P=4130$  kg のとき起り、此のときの實測撓度は 1.679 mm なり。又上面の龜裂は壓力計の示度が 26~27 kg/cm<sup>2</sup> のとき、第八圖の (1), (3), (2), (4) の順序に生じたり（寫眞第四圖參照）。

附圖第十は本試験に於ける荷重と撓度との關係を示すものにして、荷重が 2 000 kg 前後までは略直線的に、其の後は稍曲線形を成すも、其の間著しき gap なきこと床版 A-II に於けるが如し。

前と類似の計算に依り、コンクリートの應張力を無視せざる場合は次の如き關係を得べし。

$$M_x = \frac{P}{180} \times 180^2 \times 0.001353 = 0.24354 P \dots\dots\dots(16)$$

$$\sigma_x = \frac{0.24354 P}{40.116} \times 3.952 = 0.02410 P \dots\dots\dots(17)$$

$$E = 313\,823.3 P^{-0.01037} \dots\dots\dots(18)$$

$$\zeta_0 = 71.94212 \frac{P}{E} = \frac{P^{1.01037}}{4362.164} \dots\dots\dots(19)$$

是等の公式に依り、各 P に對する  $\sigma_x$ , E,  $\zeta_0$  等を計算すれば次表の如し (附圖第十參照)。

第三十四表

P (kg)	$\sigma_x$ (kg/cm <sup>2</sup> )	E (kg/cm <sup>2</sup> )	$\zeta_0$ (mm)	備 考
200	4.8	290 252	0.0486	
400	9.6	294 027	0.0979	
600	14.5	292 734	0.1475	
800	19.3	291 821	0.2042	
1 000	24.1	291 112	0.2471	
1 200	28.9	290 538	0.2971	
1 400	33.7	290 051	0.3472	
1 600	38.6	289 631	0.3974	
1 800	43.4	289 257	0.4477	
2 000	48.2	288 928	0.4980	
2 200	53.0	288 630	0.5483	
2 400	57.8	288 357	0.5988	
2 600	62.7	288 105	0.6492	
2 800	67.5	287 873	0.6997	
3 000	72.3	287 654	0.7503	
3 200	77.1	287 453	0.8009	
3 400	81.9	287 264	0.8515	
3 600	86.8	287 086	0.9021	
3 800	91.6	286 919	0.9528	
4 000	96.4	286 756	1.0035	
4 130	99.5	286 659	1.0365	最初の龜裂現はる。實測撓度 1.679 mm
4 200	(101.2)	286 605	(1.0543)	
4 400	(106.0)	286 461	(1.1050)	

是に依りて見るに、床版の最初の龜裂は P=4 130 kg, 即ち  $\sigma_x=99.5$  kg/cm<sup>2</sup> のとき (コン

クリートの應張側の最大應力は  $94.0 \text{ kg/cm}^2$  となる) 生じ、此の時の撓度の實測値と計算値との差の百分比は

$$100 \times \frac{1.679 - 1.0365}{1.679} = 38.3 \%$$

に過ぎず。然るに、コンクリートの應張力を無視せる場合は、計算の結果

$$\xi_0 = 5.659 \text{ mm}, \quad P = 4130 \text{ kg} \text{ に對し,}$$

となり、實測値の約 3.4 倍に達し、到底比較すべくもあらず。

床版 A-II の最初の龜裂は  $\sigma_m = 69.2 \text{ kg/cm}^2$  のとき起れるが故に (第三十二表参照) 床版 B-I は A-II に比し、概算的に

$$\frac{99.5 - 69.2}{69.2} \times 100 = 43.8 \%$$

丈け強きものと思ふことを得べし。此の百分比は、恰も兩者の彈性率の差の百分比

$$\frac{236659 - 199286}{199286} \times 100 = 43.8 \%$$

と相等しきは、偶然の一致とは言へ、頗る興味あること、謂はざるべからず。

上記の結果に依り、床版 B-I に對しても、A-II と同様の結論を爲すを妨げず。

### 3. 床版 C-II

床版 C-II の龜裂試験に於ては、壓力計は、容量過大なる 450 kg, No. 1695053 (附圖第六) を使用したるため、荷重を小刻みに加ふること能はず。従て其の實驗記録少なく前記の如き研究を成し難きに付き、單に其の龜裂の狀況を略記するに止むべし。

第三十五表

壓力計 示度	荷重 $P$ (kg)	撓度 $\xi_0$ (mm)	備考
10	1850	0.575	昭和 6 年 7 月 14 日實驗
20	3750	1.522	
22	4150	2.070	床版内側に最初の龜裂現はる

床版上面の龜裂は、壓力計の示度が  $28 \text{ kg/cm}^2$  に達したるとき生じたり。寫眞第五は、其の表裏に於ける龜裂の狀況を示すものなり。

## 第六章 結論

前章に記述せる鉄筋コンクリート床版の彎曲試験は、

第一 床版の最大應力強度がコンクリートの許容強度を越えざる範圍の荷重に對し、床版の二つの中心線上の撓度を實測せること。

第二 床版が龜裂を生じたる後までも尙ほ荷重を累加し、各荷重に對する中心點の撓度を測定し、且つ其の龜裂の狀況を明かにせること。

より成る。第一の試験成績より次の如き結論を得べし。

(1) 惰率  $J_x$  及び  $J_y$  の計算には、コンクリートの應張力を無視せざるをよしとす。

従て  $\sqrt{\frac{J_y}{J_x}} = K$  は、多くの場合に於て 1 として差支へなし。

(2) 扭剛率は全部之を認むるをよしとす。

従て  $j=1$  とすべし。

第二の龜裂試験よりは次の如く言はる。

(1) コンクリートの龜裂後も、荷重が或る限度に達するまでは、撓度對荷重の關係は甚しき gap を生ぜず。

(2) コンクリートの龜裂前は勿論、龜裂後と雖も（或限度までは）撓度の實測値は、コンクリートの應張力を無視せざる場合の計算値に近似す。

(3) 荷重従て應力の増加に伴ひ、 $j$  の値は漸次減少する傾向あり。

然れども、普通的设计に於ける如き應力の範圍に於ては之を 1 として差支へなし。

二軸の方向に於ける Poisson's number が相等しきときは、扭剛率は一般に

$$2C = 2GJ' = \frac{E\mu}{\mu + 1} J' \dots\dots\dots (a)$$

を以て表はさるべし。 $J'$  は  $J_x$  と  $J_y$  との或中間の値を有するものにして、H. Marcus 氏は

$$J' = \frac{1}{2}(J_x + J_y) \dots\dots\dots (b)$$

従て

$$2C = \frac{E\mu}{2(\mu + 1)} (J_x + J_y) = \frac{\mu}{2(\mu + 1)} (1 + K^2) EJ_x \dots\dots\dots (c)$$

$$J_x \frac{\partial^4 \zeta}{\partial x^4} + (J_x + J_y) \frac{\partial^4 \zeta}{\partial x^2 \partial y^2} + J_y \frac{\partial^4 \zeta}{\partial y^4} = \frac{1 - \mu^2}{E} p$$

即ち

$$\frac{\partial^4 \zeta}{\partial x^4} + (1 + K^2) \frac{\partial^4 \zeta}{\partial x^2 \partial y^2} + K^2 \frac{\partial^4 \zeta}{\partial y^4} = \frac{p}{N_x} \dots\dots\dots (d)$$

とし、\* コンクリートの如く  $\mu = \infty$  と見做し得るものに對しては、practically には

$$2C = EJ' = E \frac{J_x J_y}{J_x + J_y} \dots\dots\dots (e)$$

\* H. Marcus: Die Theorie elastischer Gewebe und ihre Anwendung auf die Berechnung biegsamer Platten, S. 105.

従て

$$J_x \frac{\partial^4 \zeta}{\partial x^4} + \frac{2J_x J_y}{J_x + J_y} \frac{\partial^4 \zeta}{\partial x^2 \partial y^2} + J_y \frac{\partial^4 \zeta}{\partial y^4} = \frac{p}{E}$$

或は

$$\frac{\partial^4 \zeta}{\partial x^4} + \frac{2K^2}{1+K^2} \frac{\partial^4 \zeta}{\partial x^2 \partial y^2} + K^2 \frac{\partial^4 \zeta}{\partial y^4} = \frac{p}{E J_x} \dots \dots \dots (f)$$

となすことを得とせり。\*

又 M. T. Huber 氏は, Marcus 氏の (b) の假定を過大となし,

$$J' = \sqrt{J_x J_y} \dots \dots \dots (g)$$

従て

$$2C = \frac{E\mu}{\mu+1} \sqrt{J_x J_y} \dots \dots \dots (h)$$

を推賞し, 且つ應力大ならざる間は, practically には

$$J' = \frac{h^3}{12}$$

即ち鉄筋の効力は全然之を無視し, 且つコンクリートの最初の龜裂後は

$$J' = 0$$

即ち扭剛率の效用は全然之を度外視すべきものとせり。\*\*\*

著者の計算に於て

$$j=1$$

とせるは, 恰も Marcus 氏の假定 (b) 乃至 (d) に該當し,

$$j=1 \text{ 及び } K=1$$

は, 平版の撓曲方程式を

$$\frac{\partial^4 \zeta}{\partial x^4} + 2 \frac{\partial^4 \zeta}{\partial x^2 \partial y^2} + \frac{\partial^4 \zeta}{\partial y^4} = \left( \frac{\partial^2}{\partial x^2} + \frac{\partial^2}{\partial y^2} \right)^2 \zeta = \frac{p}{N} \dots \dots \dots (i)$$

即ち等質平版に對するものを適用すべきことを意味せるものなり。

兩軸の方向の鉄筋量に格段の差異ある場合は, 假令コンクリートの應張力を無視せざる場合と雖も,

$$K=1$$

と置くは, 理論上或は妥當ならざることあるべきも, 少くとも  $j=1$ , 即ち Marcus 氏の公式 (d) を用ふるは, 實用上何等の差支へなきものと認む。然れども, 吾人の日常遭遇する

\* H. Marcus: Die Grundlagen der Querschnittsbemessung kreuzweise bewehrten Platten. Der Bauing. 1926, H. 30 u. 31.

\*\* Der Bauing., 1923, H. 12 u. 13 及び Bauing., 1925, H. 30 等参照。

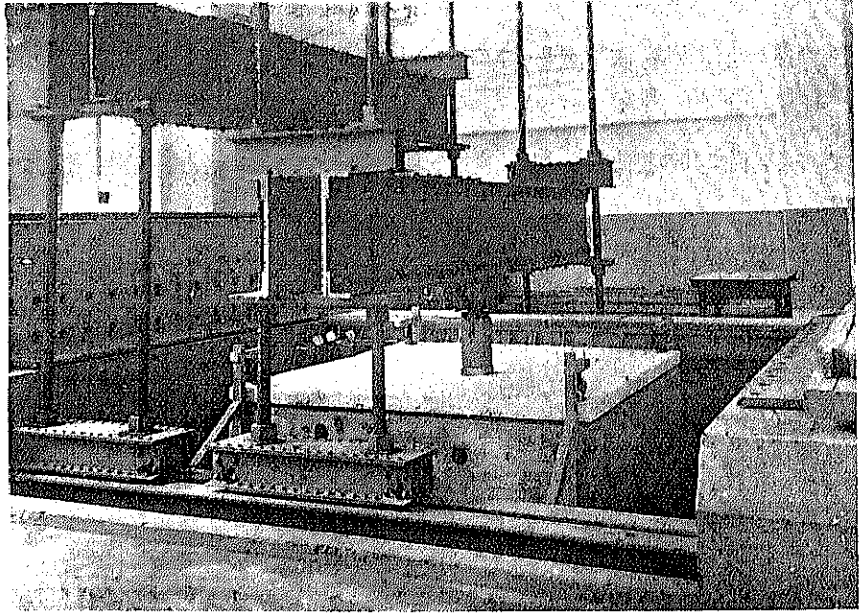
鉄筋コンクリート床版は、コンクリートの應張力を無視せざる以上は、常に  $M < M_0$ 、即ち  $K < 1$

なること多く、従て其の撓曲方程式は、實用上、等質平板に對する公式 (i) を適用することを得べし。

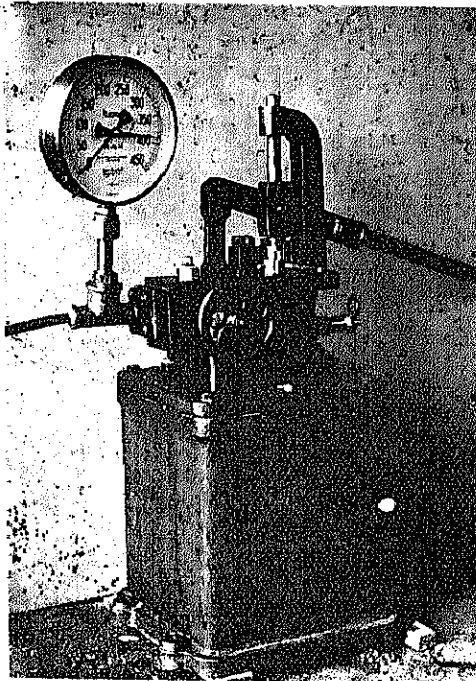
上來論述せる所は、單に著者の實驗の結果より直接推斷し得る事項に止まり、實地の設計に當り、其の應力又は強度の計算上採用すべき  $M$  に関しては、各場合に於ける諸種の事情に應じ、一に各技術者の判斷に俟つの外なく、幸ひにして本實驗が、之れに對して尙ほ幾分の參考に資することを得ば、著者の欣快之に過ぐるものなし。

( 終            り )

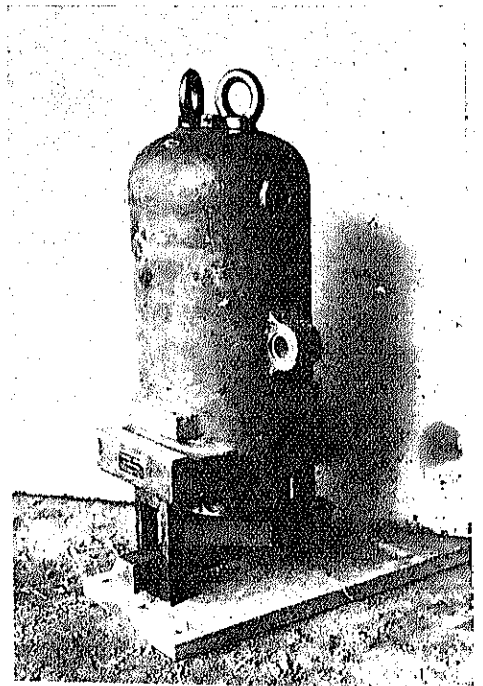
写真第一 実験装置一般



写真第二 壓力ポンプ

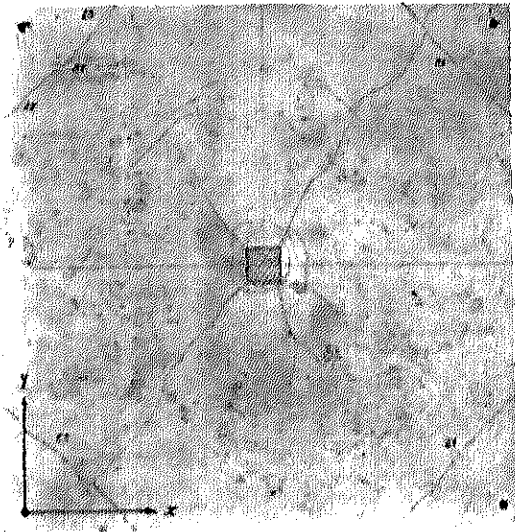


写真第三 油滴

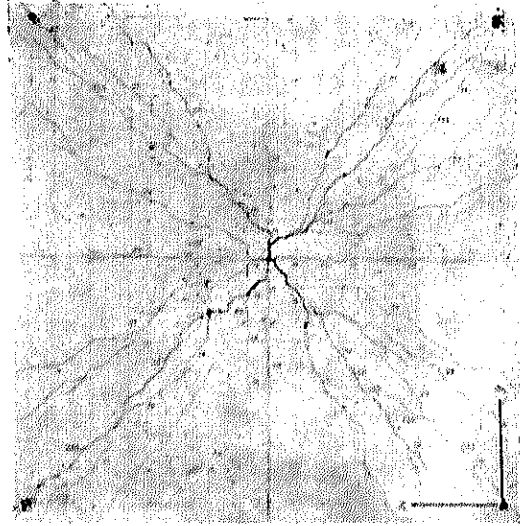




写真第四 床版 A II 龜裂の状況

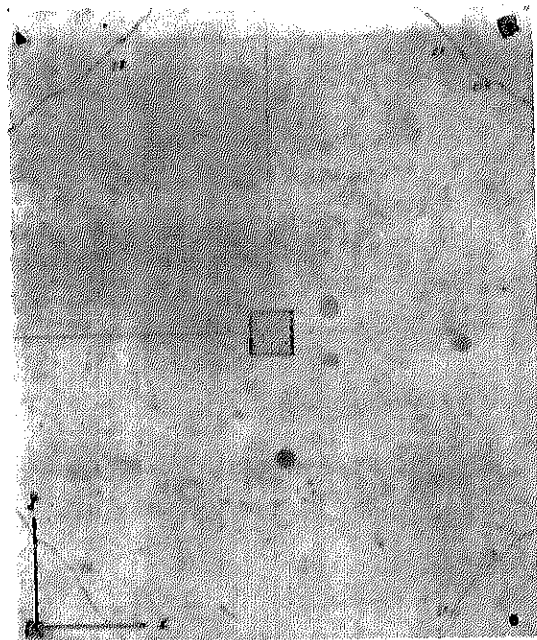


(表 面)

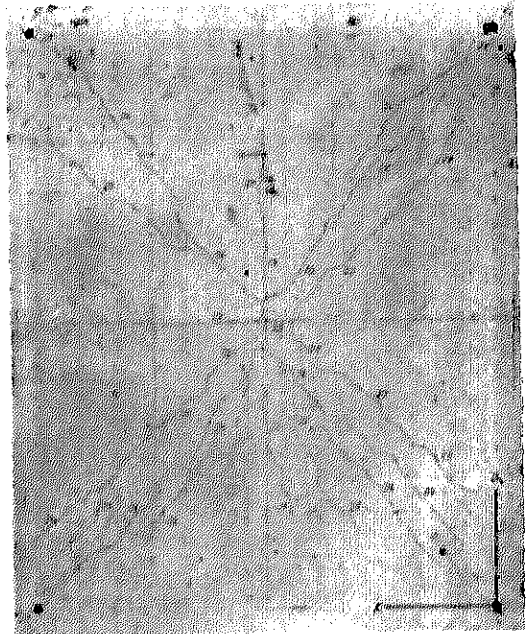


(裏 面)

写真第五 床版 B I 龜裂の状況

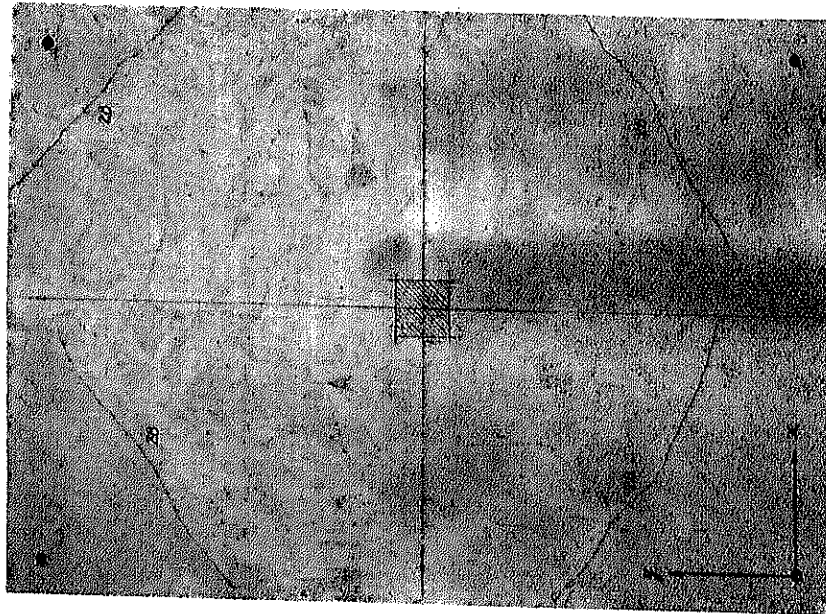


(表 面)

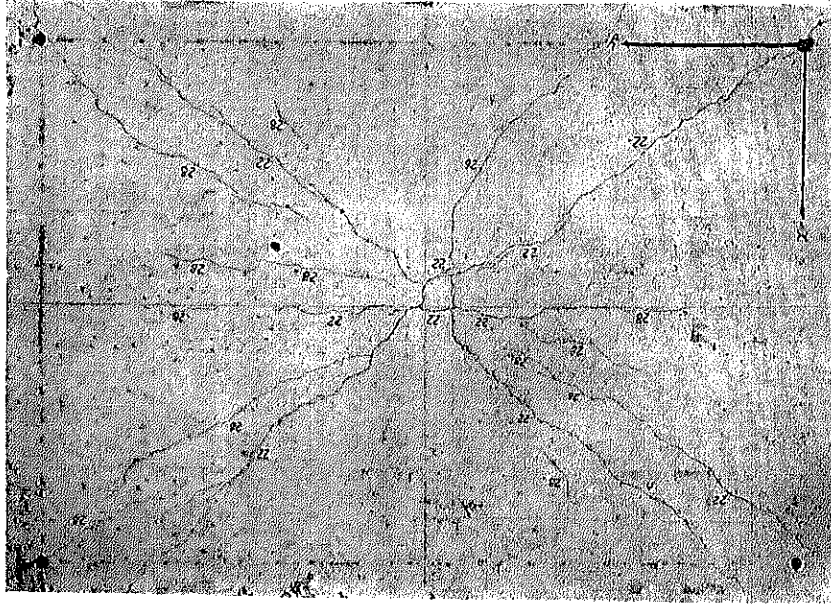


(裏 面)

写真第六 床版 C-II 龜裂の状況

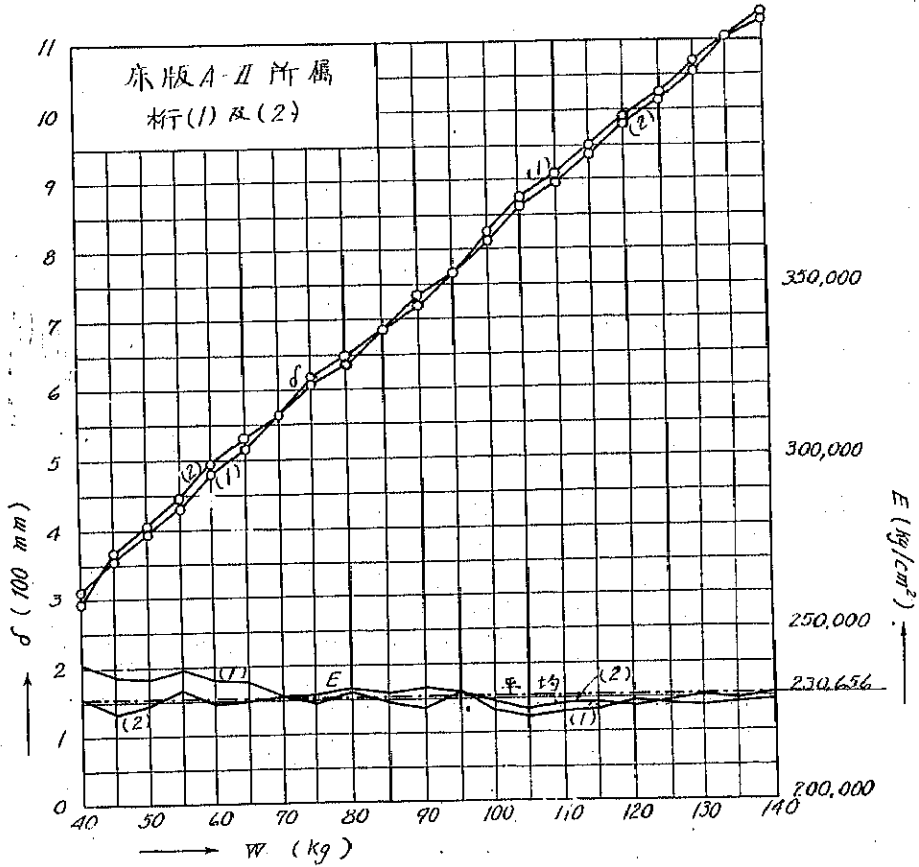
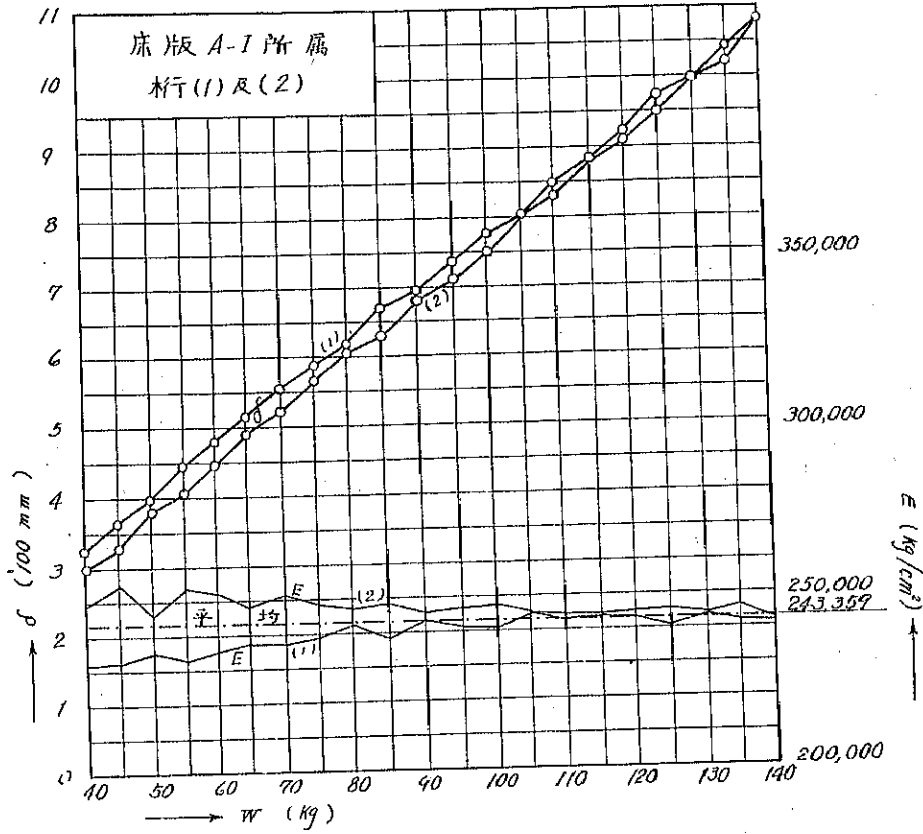


(表 面)

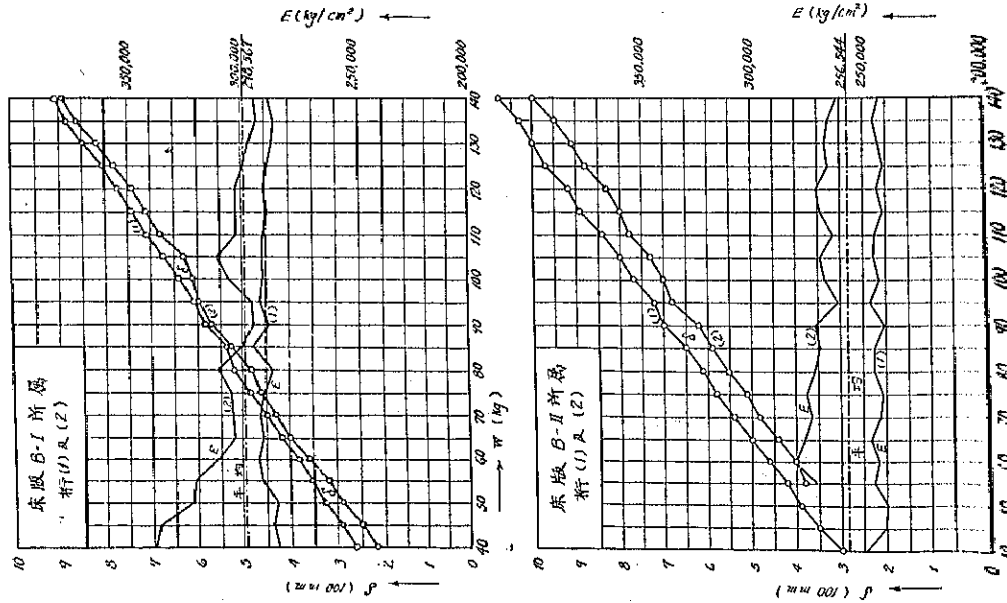


(裏 面)

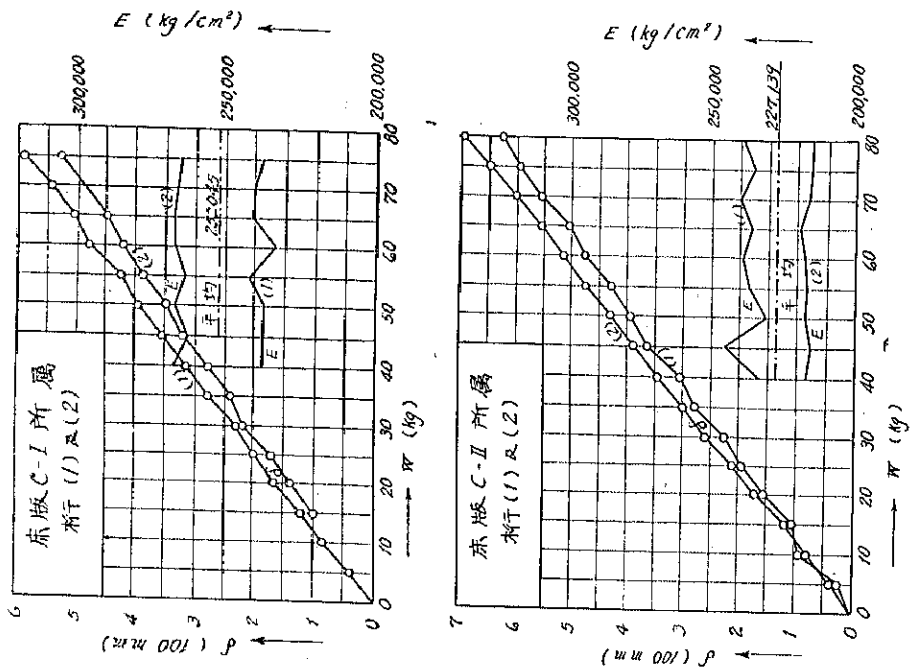
附圖第一 床版 A-I 及 A-II 所屬桁梁曲試驗



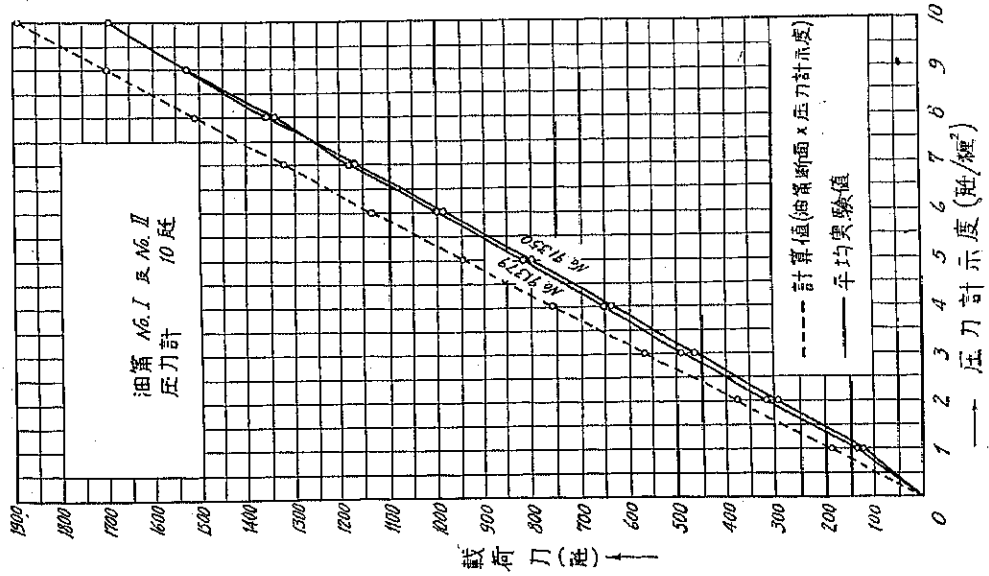
附圖第二 床版 B-I 及 B-II 所屬行彎曲試驗



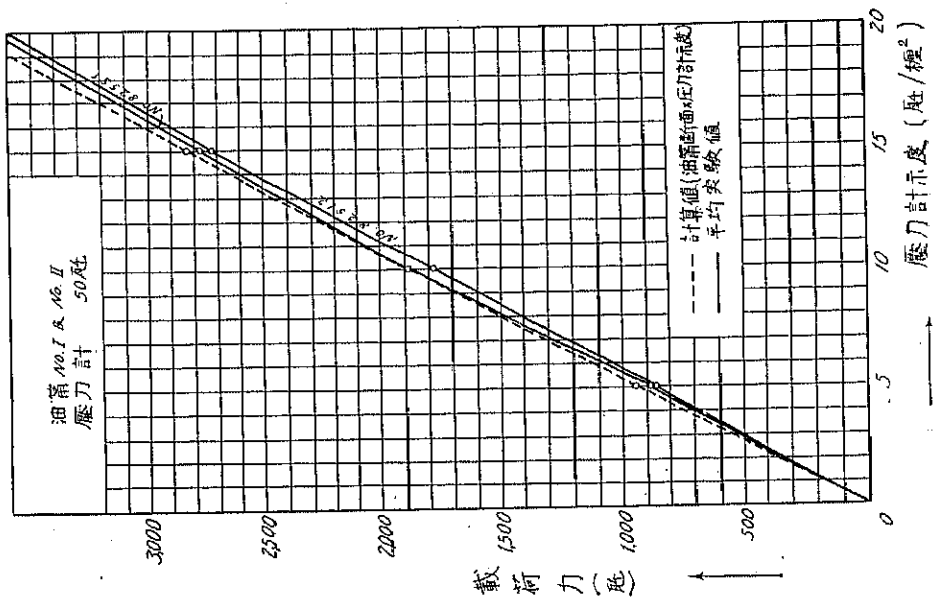
附圖第三 床版 C-I 及 C-II 所屬行彎曲試驗



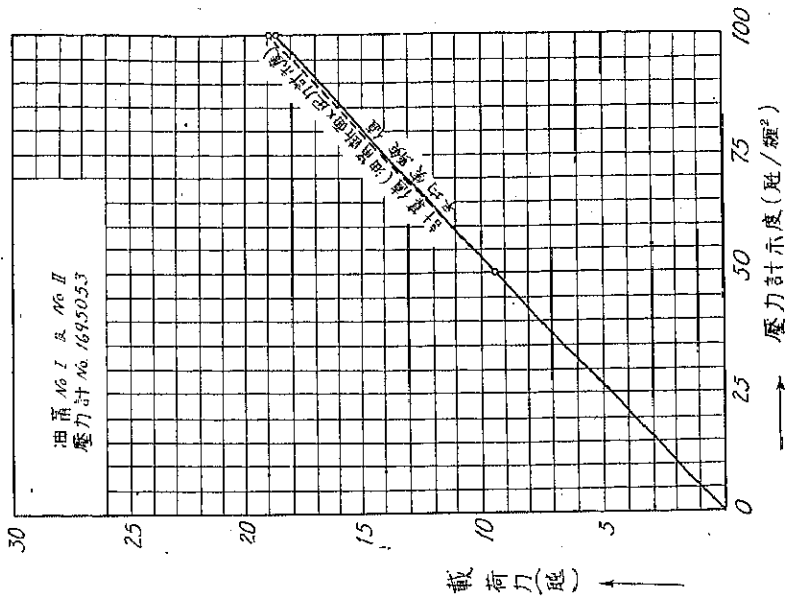
附圖第四 壓力計示度と載荷力との關係



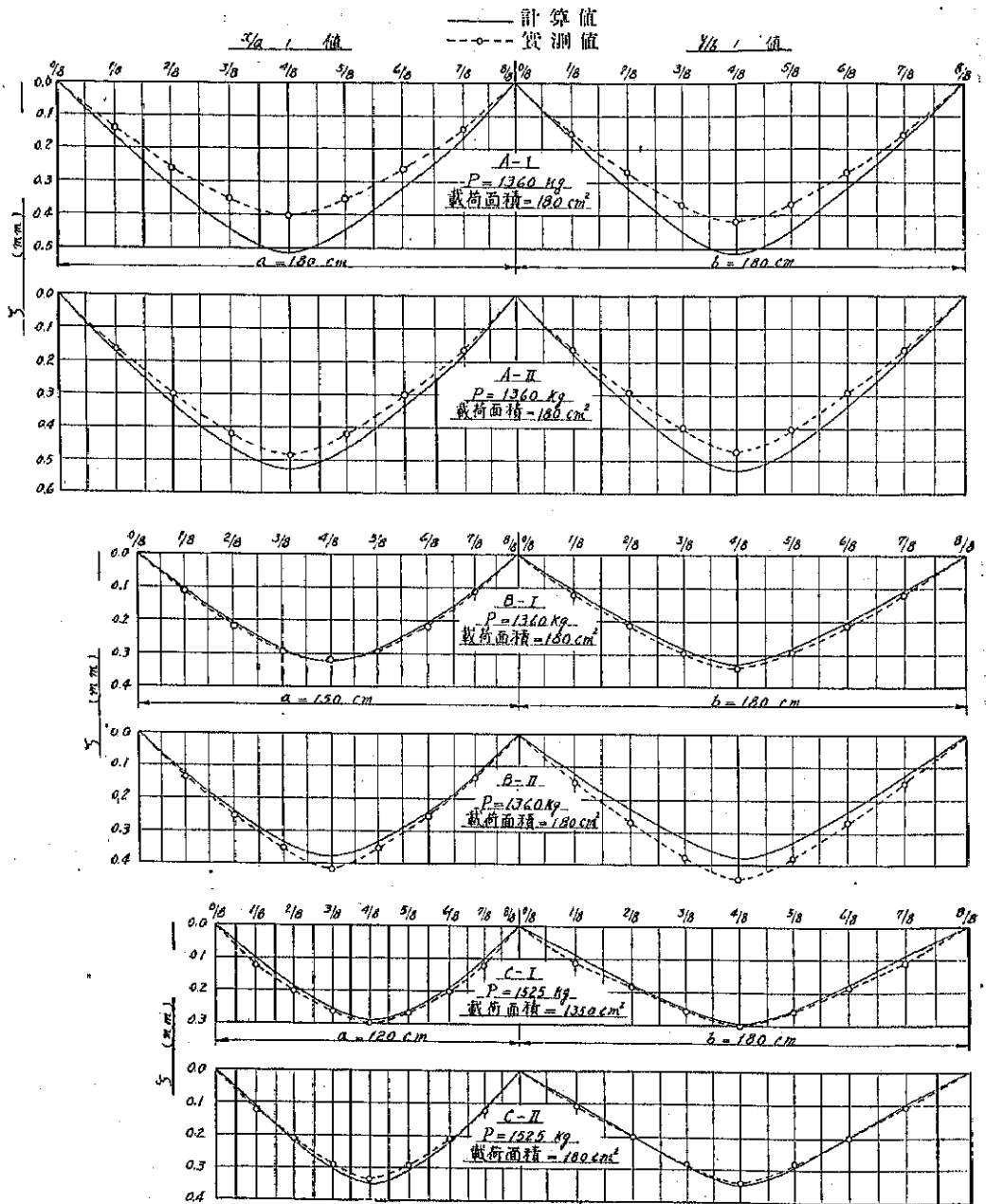
附圖第五 壓力計示度と載荷力との關係



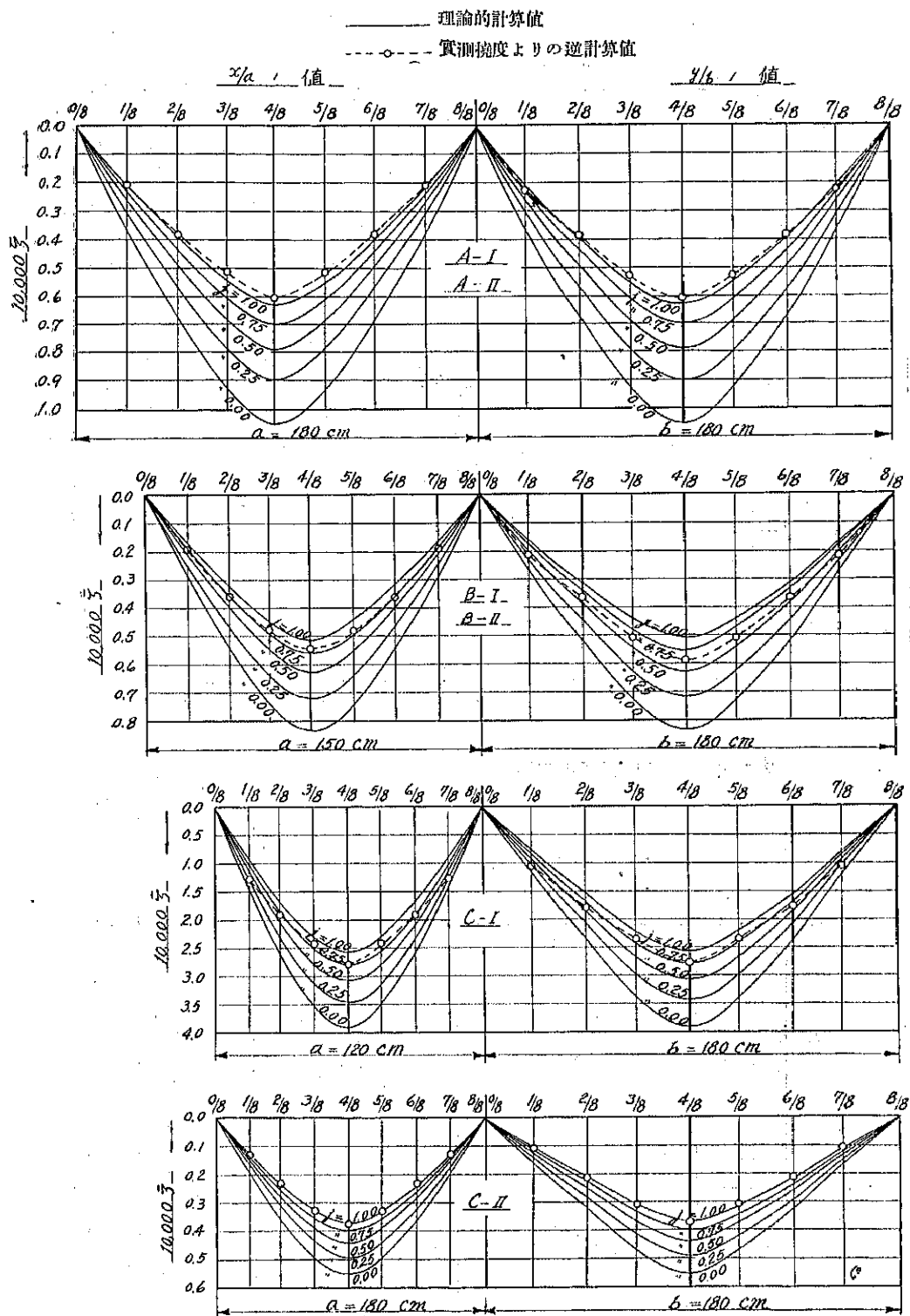
附圖第六 壓力計示度と載荷力との關係



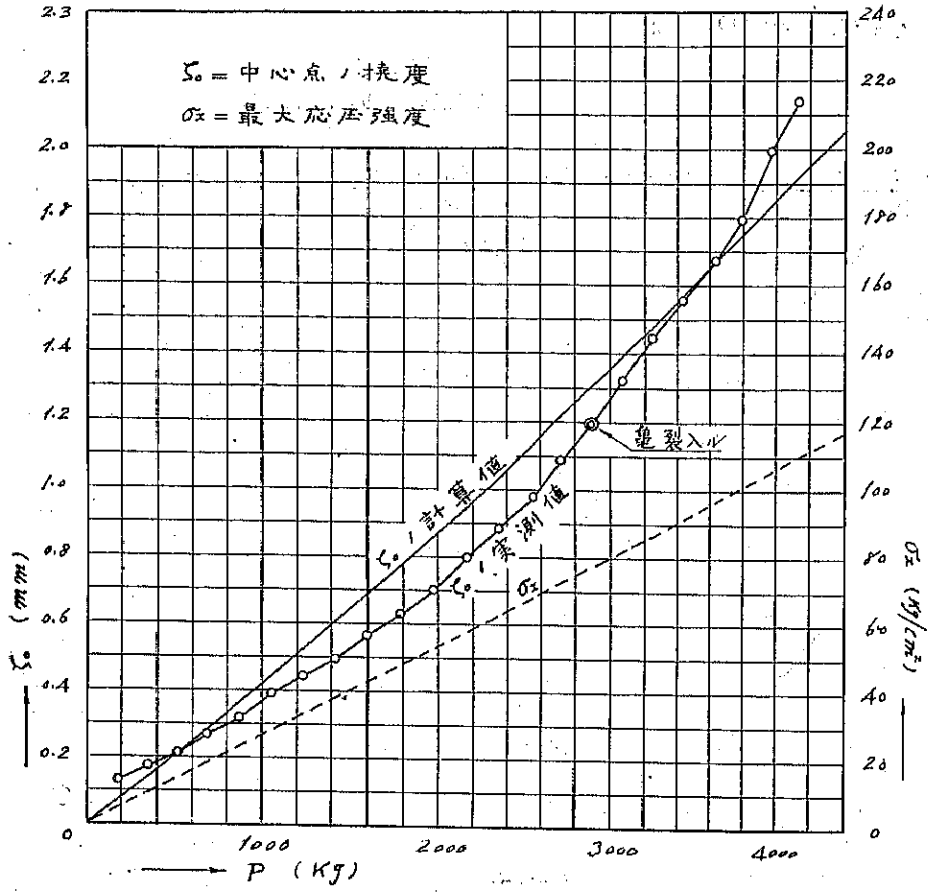
附圖第七 撓度の計算値と實測値



附圖第八 10 000  $\zeta$  の値



附圖第九 床版 A-I 龜裂試驗



附圖第十 床版 A-I 龜裂試驗

