

接 着 合 成 床 板 の 実 験 的 研 究

正員 渡 辺 昇*

正員 ○三 浦 登**

1. 実験の目的

土木・建築物のプレハブ化，特にプレキャストコンクリート板を用いた合成床板が最近注目されるようになった。又，我国の道路事業の伸びにともない，中小径間の橋梁数も急増している。

本実験では軽量角形鋼及び溝形鋼を主体とした格子桁とプレキャスト鉄筋コンクリート床板とを、従来のずれ止めとしての金物を全く省略してエポキシ樹脂で直接両者を接着合成した場合の材料及び力学的諸性質を試験により調べた。その目的とするところは、主として「10 m 未満程度の小径間接着合成板橋のプレハブ化」の技術的問題を解決し、設計施工の資料を得るためである。

2. 實驗準備

(1) 使用材料

a. 接着剤: パテ状のエポキシ樹脂「ショーボンド[®]FC(A)」で主剤と硬化剤を重量比7:3に混合攪拌すると化学反応が始まる。機械的強度は非常に強く、ショーボンドカタログによると、圧縮強度は550 kg/cm²、曲げ強度300 kg/cm²、引張強度350 kg/cm²、せん断強度150 kg/cm²と

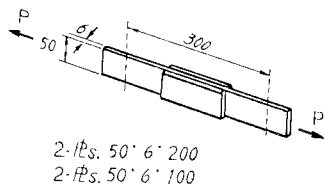
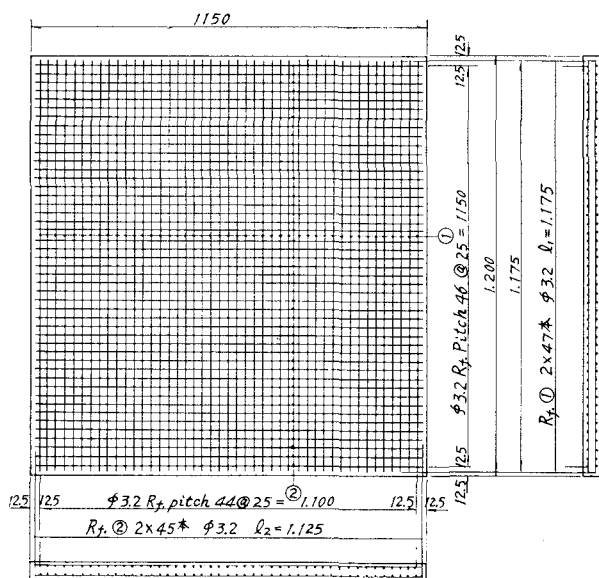


图-1

なっている。当実験室で行なった実験では、圧縮試験については、モルタル試験に準じて $4 \times 4 \times 16$ cm の供試体を作り $1,025 \text{ kg/cm}^2$ を得た。せん断試験は SS-41 の鋼材と鋼材とを 図-1 のように接着面を覆せんの供試体を作成し、その強度は 139 kg/cm^2 であった。なお材齢は 60 日である。

b. 鉄筋コンクリート床板： 図-2 に配筋図を示す。

コンクリート床板は蒸気養生とし、打込 4~6 時間後に 40~60℃ で 8 時間養生し、その後 14~16 日間水中養生した。供試体は 10φ・20 cm、粗細骨材は共に北海道錦岡産、比重=2.65、粗骨材最大寸法 10 mm、使用セメントは普通



図一2 鉄筋コンクリート床板

表—1

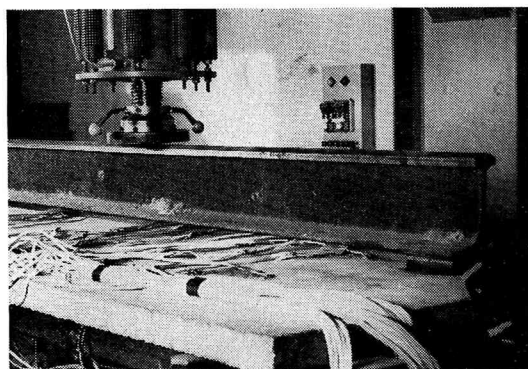
スラブ No.	単位セメント量 C (kg)	水セメント比 W/C (%)	絶対細骨材率 S/A (%)	ス ラ ン プ (cm)	圧 縮 強 度 (kg/cm ²)	
					σ_7	σ_{165}^*
1	445	41.8	45.0	10	375.8	445.9
2	407	45.8	44.7	3	331.2	374.2

* 北海道大学工学部助教授 工博

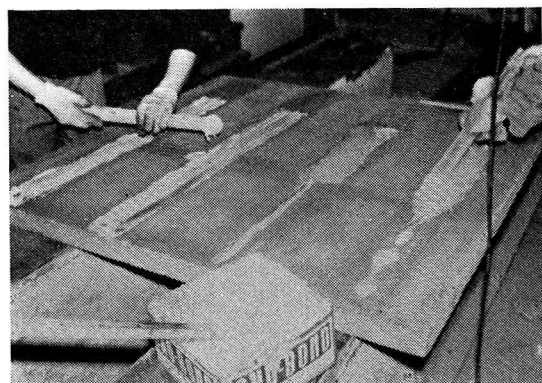
** 函館工業高等專門学校助教授



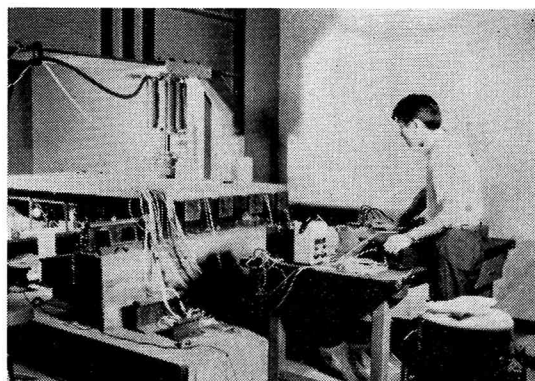
写真—1



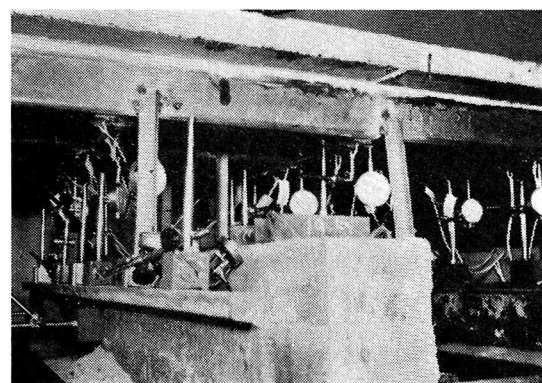
写真—4



写真—2



写真—5



写真—3

4. Guyon-Massonnet による理論値の計算

桁子桁の理論計算には、直交異方性板として Guyon-Massonnet によるねじれを考慮に入れた解法を用いることにする。これは近似計算であり、横桁間隔が大きいと理論的にも級数の第一項のみを採用するため主桁の曲げモーメントの計算に比べて横桁曲げモーメントについては、幾分精度が落ちるが実用性の大きい解法である。

以下、理論の解説は省略して計算のみ示すことにする。

(1) 曲げ剛性係数 θ 及びねじり剛性係数 α

a. 主桁有効幅: B

鉄筋コンクリート標準示方書 140 条より

$$B_1 = 12t + 2b_s + b_0 = 12 \times 0.05 + 2 \times 0 + 0.1 = 0.70 \text{ m}$$

合成桁設計施工指針 19 条より

$$b/L = 0.10/1.80 = 0.056$$

$$\lambda/b = 1.00 - 0.11 \times 0.006/0.05 = 0.99$$

$$\lambda = 0.99 \times 0.10 = 0.099$$

$$B_2 = 0.99 + 0.10 + 0.099 = 0.30 \text{ m}$$

$$\therefore B = 0.30 \text{ m}$$

ッド $10 \cdot 10 \cdot 1 \text{ cm}$ を 4 枚重ね、50 t 油圧ジャッキにより、①～⑧ 点迄は 0-1-2-3-(4)-0 t 静荷重載荷をくり返し $3 \times 8 = 24$ 回試験を行ない、⑨ の端桁に対しては 0-1-2-3-5-破壊荷重 (10.5 t) 迄、⑩、⑩' 点では写真-4 に示すようにジャッキ圧を 2 等分して 0-破壊荷重 28.3 t まで載荷した。載荷により生じた各部のひずみ、たわみを追跡することにより、試験桁の挙動を調べることにした。

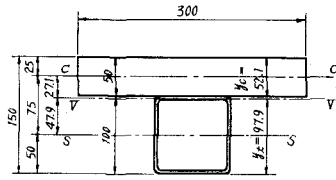


図-5 主桁断面

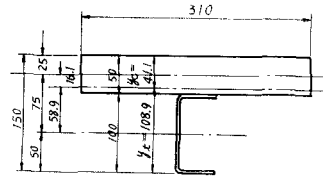


図-6 横桁断面

b. 主桁2断面次モーメント: J

$$A_s = 12.13 \text{ cm}^2, \quad A_c = 30 \times 5 = 150 \text{ cm}^2$$

$$d = 7.5 \text{ cm}, \quad n = E_s/E_c = 7$$

$$d_c = d \cdot n A_s / (n A_s + A_c) = 2.71 \text{ cm}$$

$$d_s = d \cdot A_c / (n A_s + A_c) = 4.79 \text{ cm}$$

$$J_s = (10 \times 10^3 - 9.36 \times 9.36^3) / 12 = 194 \text{ cm}^4$$

$$J_c = 30 \times 5^3 / 12 = 312.5 \text{ cm}^4$$

$$\begin{aligned} J_v &= J_s + J_c/n + A_s d_s^2 + A_s d_{s'}^2 + A_c d_c^2/n \\ &= 194 + 313/7 + 12.13 \times 4.79^2 + 0 + 150 \times 2.71^2/7 \\ &= 674 \text{ cm}^4 \end{aligned}$$

c. 主桁ねじり抵抗モーメント: J_T

(i) コンクリート床板のねじり抵抗モーメント: J_{TC}

$$h = 30 \text{ cm}, \quad t = 5 \text{ cm} \rightarrow h/t = 6.0, \quad \therefore \alpha = 0.299$$

$$\therefore J_{TC} = \alpha h t^3 = 0.299 \times 30 \times 5^3 = 1121 \text{ cm}^4$$

(ii) 鋼桁のねじり抵抗モーメント: J_{TS}

$$\begin{aligned} J_{TS} &= \frac{\sum b t^3}{3} + \oint ds/dt \\ &= \frac{1}{3} (2 \times 10 \times 0.32^3 + 2 \times 9.36 \times 0.32^3) \\ &\quad + \frac{4 \times 9.68^4}{2 \times 10 / 0.32 + 2 \times 9.36 / 0.32} = 290.6 \text{ cm}^4 \end{aligned}$$

(iii) 合成断面のねじり抵抗モーメント: J_{TV}

$$G_s = 810,000 \text{ kg/cm}^2, \quad G_c = 150,000 \text{ kg/cm}^2$$

とすると

$$\begin{aligned} \therefore J_{TV} &= J_{TS} + J_{TC} \cdot G_c / G_s \\ &= 290.6 + 1121 \times 150 / 810 = 498.2 \text{ cm}^4 \end{aligned}$$

d. 横桁有効幅: B_q 以下主桁と同様にして

$$B_{q1} = 12 \times 0.05 + 2 \times 0 + 0.05 = 0.65 \text{ m}$$

B_{q2} については

$$b/L = (0.45 - 0.05) / 3 \times 0.3 \times 2 = 0.222$$

$$\lambda/b = 0.68 - 0.10 \times 0.022 / 0.05 = 0.64$$

$$\lambda = 0.64 \times 0.20 = 0.128$$

$$B_{q2} = 2 \times 0.128 + 0.50 = 0.31 \text{ m}$$

$$\therefore B_q = 31 \text{ cm}$$

e. 横桁断面2次モーメント: J_q

$$A_s = 6.063 \text{ cm}^2, \quad A_c = 31 \times 5 = 155 \text{ cm}^2$$

$$d = 7.5 \text{ cm}, \quad n = 7$$

$$d_c = d \cdot n A_s / (n A_s + A_c) = 1.61 \text{ cm}$$

$$d_s = d \cdot A_c / (n A_s + A_c) = 5.89 \text{ cm}$$

$$J_s = 194/2 = 97 \text{ cm}^4, \quad J_c = 31 \times 5^3 / 12 = 323 \text{ cm}^4$$

$$\begin{aligned} J_{qv} &= 97 + 323/7 + 6.1 \times 5.89^2 + 0 + 155 \times 1.61^2/7 \\ &= 412 \text{ cm}^4 \end{aligned}$$

f. 横桁ねじり抵抗モーメント: J_{qT}

(i) コンクリート床板のねじり抵抗モーメント: J_{qTC}

$$h = 31 \text{ cm}, \quad t = 5 \text{ cm} \rightarrow h/t = 6.2 \quad \therefore \alpha = 0.300$$

$$\therefore J_{qTC} = \alpha h t^3 = 0.300 \times 31 \times 5^3 = 1162.5 \text{ cm}^4$$

(ii) 鋼横桁のねじり抵抗モーメント: J_{qTS}

$$\begin{aligned} J_{qTS} &= \sum b t^3 / 3 = (10 \times 0.32^3 + 2 \times 4.68 \times 0.32^3) / 3 \\ &= 0.6 \text{ cm}^4 \end{aligned}$$

(iii) 合成断面のねじり抵抗モーメント: J_{qTV}

$$G_s = 810 \text{ t/cm}^2, \quad G_c = 150 \text{ t/cm}^2$$

$$\begin{aligned} \therefore J_{qTV} &= J_{qTS} + J_{qTC} \cdot G_c / G_s = 0.6 + 1162.5 \\ &\quad \times 150 / 810 = 215.9 \text{ cm}^4 \end{aligned}$$

g. θ 及び α

$$\theta = \frac{b}{l} \sqrt{\frac{E_s J_{TV} \cdot \lambda}{E_c J_{qTV} \cdot a}} = \frac{60}{180} \sqrt{\frac{674 \times 45}{412 \times 30}} = 0.4172$$

$$\alpha = \frac{\frac{G_s J_{TV}}{a} + \frac{G_c J_{qTV}}{\lambda}}{2 \sqrt{\frac{E_s J_{TV}}{a} \cdot \frac{E_c J_{qTV}}{\lambda}}}$$

$$\begin{aligned} &= \frac{0.81 \times 10^6}{2 \times 2.1 \times 10^6} \cdot \frac{\frac{498.2}{30} + \frac{215.9}{45}}{\sqrt{\frac{674}{30} \cdot \frac{412}{45}}} = 0.2878 \end{aligned}$$

$$\therefore \sqrt{\alpha} = 0.5365$$

(2) 荷重横分配係数 K 及び μ

θ 及び α から Guyon-Massonnet の図表により主桁の横分配係数 K_a と横桁の係数 μ_a を求めると表-6, 表-11 を得る。これを図示すると図-7 (a), (b) のようになる。

(3) 主桁の曲げモーメント M_x , ひずみ ε_x , たわみ δ_x

M_x , ε_x , δ_x の影響線は x (橋軸) 方向について, 単純桁としての主桁1本当りの平均影響線縦距 m_{x0}^0 , ε_{x0}^0 , δ_{x0}^0 を求め, これに各桁位置の荷重横分配係数 K_a 値を乗じて, m_{xk}^0 , ε_{xk}^0 , δ_{xk}^0 を得る。以下の計算において添字 (i, k) は求める位置を i , 載荷点を k とする。

a. 平均曲げモーメント影響線縦距 $m_{x(i,k)}^0$: (n = 主桁本数)

[K₀]

表—2

求 点	載				荷		点		
	$-b$	$-3/4b$	$-1/2b$	$-1/4b$	0	$-1/4b$	$1/2b$	$3/4b$	b
0	0.810	0.916	1.015	1.095	1.130	1.095	1.015	0.916	0.810
$1/4b$	0.115	0.370	0.625	0.875	1.095	1.285	1.405	1.409	1.570
$1/2b$	-0.510	-0.136	0.240	0.625	1.015	1.305	1.780	2.110	2.435
$3/4b$	-1.115	-0.625	-0.136	0.370	0.916	0.490	2.110	2.750	3.385
b	-0.710	-1.115	-0.510	0.115	0.810	0.570	2.435	3.385	4.400

[K₁]

表—3

求 点	載				荷		点		
	$-b$	$-3/4b$	$-1/2b$	$-1/4b$	0	$1/4b$	$1/2b$	$3/4b$	b
0	0.917	0.957	1.003	1.047	1.068	1.047	1.003	0.957	0.917
$1/4b$	0.774	0.833	0.900	0.973	1.047	1.103	1.118	1.104	1.093
$1/2b$	0.660	0.725	0.799	0.900	1.003	1.118	1.208	1.266	1.308
$3/4b$	0.572	0.640	0.725	0.833	0.957	1.104	1.266	1.420	1.555
b	0.494	0.572	0.660	0.774	0.917	1.093	1.308	1.555	1.818

[K₁-K₀]

表—4

求 点	載				荷		点		
	$-b$	$-3/4b$	$-1/2b$	$-1/4b$	0	$1/4b$	$1/2b$	$3/4b$	b
0	0.107	0.041	-0.012	-0.048	-0.062	-0.048	-0.012	0.041	0.107
$1/4b$	0.659	0.463	0.275	0.098	-0.048	-0.182	-0.287	-0.386	-0.447
$1/2b$	1.170	0.861	0.559	0.275	-0.012	-0.287	-0.572	-0.844	-1.127
$3/4b$	1.687	1.265	0.861	0.463	0.041	-0.386	-0.844	-1.330	-1.830
b	2.204	1.687	1.170	0.659	0.107	-0.477	-1.127	-1.830	-2.582

[(K₁-K₀)√α]

表—5

求 点	載				荷		点		
	$-b$	$-3/4b$	$-1/2b$	$-1/4b$	0	$1/4b$	$1/2b$	$3/4b$	b
0	0.057	0.022	-0.006	-0.026	-0.033	-0.026	-0.006	0.022	0.057
$1/4b$	0.354	0.248	0.148	0.053	-0.026	-0.098	-0.154	-0.207	-0.256
$1/2b$	0.628	0.462	0.300	0.148	-0.022	-0.154	-0.307	-0.453	-0.605
$3/4b$	0.905	0.679	0.462	0.248	0.022	-0.207	-0.453	-0.714	-0.982
b	1.182	0.905	0.628	0.354	0.057	-0.256	-0.605	-0.982	-1.385

[K_a=K₀+(K₁-K₀)√α]

表—6

求 点	載				荷		点		
	$-b$	$-3/4b$	$-1/2b$	$-1/4b$	0	$1/4b$	$1/2b$	$3/4b$	b
0	0.867	0.938	1.009	1.069	1.097	1.069	1.009	0.938	0.867
$1/4b$	0.469	0.618	0.773	0.928	1.069	1.187	1.251	1.283	1.314
$1/2b$	0.118	0.326	0.540	0.773	1.009	1.251	1.473	1.657	1.830
$3/4b$	-0.210	0.054	0.326	0.618	0.938	1.283	1.657	2.036	2.403
b	-0.528	-0.210	0.118	0.469	0.867	1.314	1.830	2.403	3.015

$[\mu_0]$

表—7

求 点	載			荷		点			
	$-b$	$-3/4 b$	$-1/2 b$	$-1/4 b$	0	$1/4 b$	$1/2 b$	$3/4 b$	b
0	-0.2260	-0.1145	-0.0020	0.1130	0.2345	0.1130	-0.0020	-0.1145	-0.2260
$1/4 b$	-0.1550	-0.0872	-0.0190	0.0520	0.1278	0.2085	0.0455	-0.1128	-0.2705
$1/2 b$	-0.0817	-0.0487	-0.0160	0.0180	0.0545	0.0945	0.1387	-0.0645	-0.2655
$3/4 b$	-0.0233	-0.0150	-0.0062	0.0030	0.0134	0.0238	0.0363	0.0499	-0.1860

 $[\mu_1]$

表—8

求 点	載			荷		点			
	$-b$	$-3/4 b$	$-1/2 b$	$-1/4 b$	0	$1/4 b$	$1/2 b$	$3/4 b$	b
0	-0.0970	-0.0595	-0.0130	0.0525	0.1535	0.0525	-0.0130	-0.0595	-0.0970
$1/4 b$	-0.0835	-0.0635	-0.0375	-0.0005	0.0575	0.1510	0.0395	-0.0370	-0.1015
$1/2 b$	-0.0645	-0.0535	-0.0417	-0.0240	0.0065	0.0570	0.1375	0.0107	-0.0945
$3/4 b$	-0.0371	-0.0335	-0.0292	-0.0222	-0.0110	0.0100	0.0435	0.0957	-0.0650

 $[\mu_1 - \mu_0]$

表—9

求 点	載			荷		点			
	$-b$	$-3/4 b$	$-1/2 b$	$-1/4 b$	0	$1/4 b$	$1/2 b$	$3/4 b$	b
0	0.1290	0.0550	-0.0110	-0.0605	-0.0810	-0.0605	-0.0110	0.0550	0.1290
$1/4 b$	0.0715	0.0237	-0.0185	-0.0525	-0.0703	-0.0575	-0.0120	0.0758	0.1690
$1/2 b$	0.0172	-0.0048	-0.0257	-0.0420	-0.0480	-0.0375	-0.0012	0.0752	0.1710
$3/4 b$	-0.0138	-0.0185	-0.0230	-0.0252	-0.0244	0.0138	0.0072	0.0458	0.1210

 $[(\mu_1 - \mu_0)\sqrt{\alpha}]$

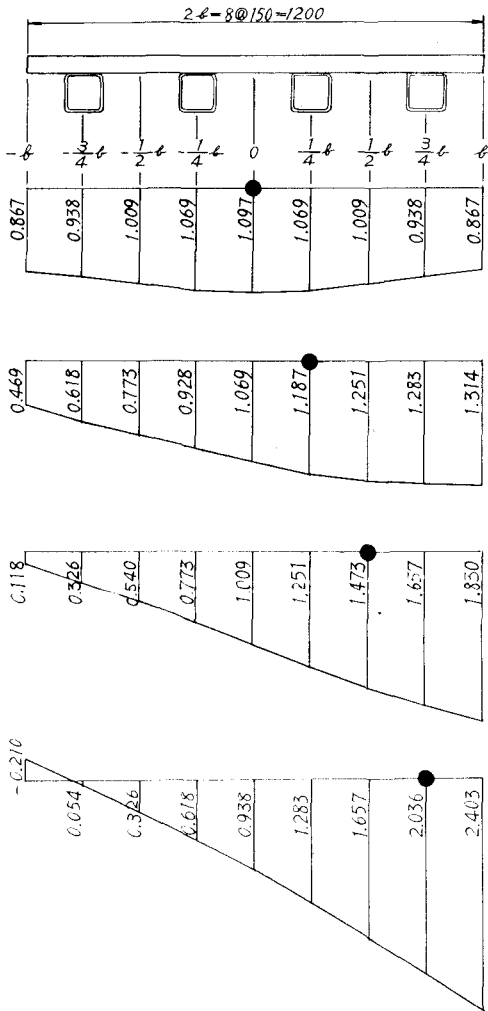
表—10

求 点	載			荷		点			
	$-b$	$-3/4 b$	$-1/2 b$	$-1/4 b$	0	$1/4 b$	$1/2 b$	$3/4 b$	b
0	0.0692	0.0295	-0.0059	-0.0325	-0.0435	-0.0325	-0.0059	0.0295	0.0692
$1/4 b$	0.0384	0.0127	-0.0099	-0.0282	-0.0377	-0.0308	-0.0064	0.0407	0.0907
$1/2 b$	0.0092	-0.0026	-0.0138	-0.0225	-0.0258	-0.0201	-0.0006	0.0403	0.0917
$3/4 b$	-0.0074	-0.0099	-0.0123	-0.0135	-0.0131	-0.0074	0.0039	0.0246	0.0649

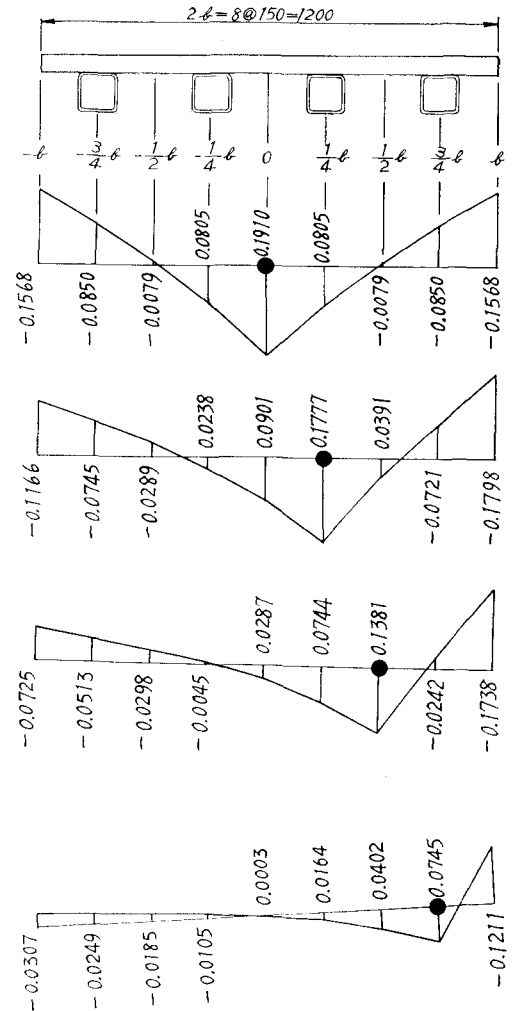
 $[\mu_\alpha = \mu_0 + (\mu_1 - \mu_0)\sqrt{\alpha}]$

表—11

求 点	載			荷		点			
	$-b$	$-3/4 b$	$-1/2 b$	$-1/4 b$	0	$1/4 b$	$1/2 b$	$3/4 b$	b
0	-0.1568	-0.0850	-0.0079	0.0805	0.1910	0.0805	-0.0079	-0.0850	-0.1568
$1/4 b$	-0.1166	-0.0745	-0.0289	0.0238	0.0910	0.1777	0.0391	-0.0721	-0.1798
$1/2 b$	-0.0725	-0.0513	-0.0298	-0.0045	0.0287	0.7444	0.1381	-0.0242	-0.1738
$3/4 b$	-0.0307	-0.0249	-0.0185	-0.0105	0.0003	0.0164	0.0402	0.0745	-0.1211



(a) K_α 影響線



(b) μ_α -影響線

図-7 荷重横分配係数

$$m_{(l/4, l/4)}^0 = \frac{1}{n} \cdot \frac{3}{16} \cdot l = \frac{3}{4 \times 16} \times 180 = 8.438 \text{ cm}$$

$$m_{(l/4, l/2)}^0 = \frac{2}{3} m_{(l/4, l/4)}^0 = 5.625 \text{ cm}$$

$$m_{(l/4, 3l/4)}^0 = \frac{1}{3} m_{(l/4, l/4)}^0 = 2.8125 \text{ cm}$$

$$m_{(l/2, l/4)}^0 = \frac{1}{2} m_{(l/2, l/2)}^0 = 5.625 \text{ cm}$$

$$m_{(l/2, l/2)}^0 = \frac{1}{n} \cdot \frac{l}{4} = \frac{180}{4 \times 4} = 11.250 \text{ cm}$$

$$m_{(l/2, 3l/4)}^0 = m_{(l/2, l/4)}^0 = 5.625 \text{ cm}$$

b. 平均たわみ影響線縦距 $\delta_{x(l, k)}^0$:

$$\delta_{(l/4, l/4)}^0 = \frac{1}{n} \cdot \frac{3l^3}{256 E_s J_V} = \frac{1}{4} \cdot \frac{3 \times 180^3}{256 \times 2.1 \times 10^6 \times 674} = 12.071 \times 10^{-6}$$

$$\delta_{(l/4, l/2)}^0 = \frac{1}{n} \cdot \frac{11l^3}{768 E_s J_V} = 14.754 \times 10^{-6}$$

$$\delta_{(l/4, 3l/4)}^0 = \frac{1}{n} \cdot \frac{7l^3}{768 E_s J_V} = 9.389 \times 10^{-6}$$

$$\delta_{(l/2, l/4)}^0 = \frac{1}{n} \cdot \frac{11l^3}{768 E_s J_V} = 14.754 \times 10^{-6}$$

$$\delta_{(l/2, l/2)}^0 = \frac{1}{n} \cdot \frac{l^3}{48 E_s J_V} = 21.460 \times 10^{-6}$$

$$\delta_{(l/2, 3l/4)}^0 = \frac{1}{n} \cdot \frac{11l^3}{768 E_s J_V} = 14.754 \times 10^{-6}$$

c. 鋼主桁下縁ひずみ影響線 u_{ε}^1 及びコンクリート床板上縁ひずみ影響線 u_{ε}^0 は次式より得られる。

$$u_{\varepsilon}^1 = \frac{K_\alpha m_{\varepsilon}^0}{E_s J_V} \cdot y_s = \frac{9.79}{2.1 \times 10^6 \times 674} \cdot K_\alpha m_{\varepsilon}^0 = 6.917 \times 10^{-9} \cdot m_{\varepsilon}^1$$

$[m_x^0 \cdot K_a = m_x^1]$

表-12

求 点			載 荷					点			
			$-b$	$-3/4 b$	$-1/2 b$	$-1/4 b$	0	$1/4 b$	$1/2 b$	$3/4 b$	b
$l/4$	$b/4$	$1/4 l$	3.96	5.21	6.52	7.83	9.02	10.02	10.56	10.83	11.09
		$1/2 l$	2.64	3.48	4.35	5.22	6.01	6.68	7.04	7.22	7.39
		$3/4 l$	1.32	1.74	2.17	2.61	3.01	3.34	3.52	3.61	3.70
	$3b/4$	$1/4 l$	-1.77	0.46	2.75	5.21	7.91	10.83	13.98	17.18	20.28
		$1/2 l$	-1.18	0.30	1.83	3.48	5.28	7.22	9.32	11.45	13.52
		$3/4 l$	-0.59	0.15	0.92	1.74	2.64	3.61	4.66	5.73	6.76
$l/2$	$b/4$	$1/4 l$	2.64	3.48	4.35	5.22	6.01	6.68	7.04	7.04	7.39
		$1/2 l$	5.28	6.95	8.70	10.44	12.03	13.35	14.07	14.07	14.78
		$3/4 l$	2.64	3.48	4.35	5.22	6.01	6.68	7.07	7.04	7.39
	$3b/4$	$1/4 l$	-1.18	0.30	1.83	3.48	5.28	7.22	9.32	11.45	13.52
		$1/2 l$	-2.36	0.61	3.67	6.95	10.55	14.43	18.64	22.91	27.03
		$3/4 l$	-1.18	0.30	1.83	3.48	5.28	7.22	9.32	11.45	13.52

$[u_{\varepsilon x}^3]$

表-13

($\times 10^{-6}$)

求 点			載 荷					点			
			$-b$	$-3/4 b$	$-1/2 b$	$-1/4 b$	0	$1/4 b$	$1/2 b$	$3/4 b$	b
$l/4$	$b/4$	$1/4 l$	82.2	108.0	135.3	162.6	187.2	207.9	219.0	224.7	230.1
		$1/2 l$	54.9	72.3	90.3	108.3	124.8	138.6	146.1	149.7	153.3
		$3/4 l$	27.3	36.0	45.0	54.3	62.4	69.3	72.9	75.0	76.8
	$3b/4$	$1/4 l$	-36.6	9.6	57.0	108.0	164.1	224.7	290.1	356.4	420.9
		$1/2 l$	-24.6	6.3	38.1	72.3	109.5	149.7	193.5	237.6	280.5
		$3/4 l$	-12.3	3.0	19.2	31.0	54.9	75.0	96.6	118.8	140.4
$l/2$	$b/4$	$1/4 l$	54.9	72.3	90.3	108.3	124.8	138.6	146.1	149.7	153.3
		$1/2 l$	109.5	144.3	180.6	216.6	249.6	276.9	291.9	299.4	306.6
		$3/4 l$	54.9	72.3	90.3	108.3	124.8	138.6	146.1	149.7	153.3
	$3b/4$	$1/4 l$	-24.6	6.3	38.1	72.3	109.5	149.7	193.5	237.6	280.5
		$1/2 l$	-48.9	12.6	76.2	144.3	219.0	299.4	386.7	475.5	561.0
		$3/4 l$	-24.6	6.3	38.1	72.3	109.5	149.7	193.5	237.6	280.5

$$\begin{aligned} o_{\varepsilon x}^1 &= \frac{K_a m_x^0}{E_s J_Y} \cdot y_c = \frac{-5.21}{2.1 \times 10^6 \times 674} \cdot K_a m_x^0 \\ &= -3.681 \times 10^{-9} \cdot m_x^1 \end{aligned}$$

m_x^1 は表-12 の通りである。

d. $P=3$ ton 載荷時の理論計算値 $u_{\varepsilon x}^3$, $o_{\varepsilon x}^3$ 及び $o_{\varepsilon x}^2$ は表-13~15, 図-8~9 に示す。

(4) 横桁の曲げモーメント M_y 及びひずみ ε_y

横桁 1 本当りの曲げモーメント M_y は

$$M_y = \lambda b \mu_a \gamma \sin(\pi x/l)$$

ここで λ は横桁間隔, γ は荷重をフーリエ級数で表わした

ときの第一項の振幅である。今支間中央載荷時の支間中央部の曲げモーメントを求めてみる。 μ_a は表-11, 図-7 のとおりである。集中荷重 P をフーリエ級数で表わすと,

$$p(x) = \frac{2P}{l_x} \sum (-1)^{\frac{n-1}{2}} \sin \frac{n\pi x}{l}$$

ここで $x=l_x/2$, 級数の第一項のみをとれば

$$p(l_x/2) = 2P/l_x$$

又, $\lambda=45$ cm, $b=60$ cm, $l_x=180$ cm であるから

$$M_{y(l/2, l/2)} = 45 \times 60 \times \frac{2}{180} \mu_a P = 30 \mu_a P$$

$[0\epsilon_x^3]$

表—14

(-1×10^{-6})

求 点			載				荷				点	
			$-b$	$-3/4 b$	$-1/2 b$	$-1/4 b$	0	$1/4 b$	$1/2 b$	$1/2 b$	b	
$l/4$	$b/4$	$1/4 l$	43.73	57.53	72.00	86.47	99.61	110.65	116.61	119.60	122.47	
		$1/2 l$	29.15	38.43	48.04	57.64	66.37	73.77	77.74	79.73	81.61	
		$3/4 l$	14.58	19.21	23.96	28.32	33.24	36.88	38.83	39.87	40.86	
	$3b/4$	$1/4 l$	-19.55	5.08	30.37	57.53	87.35	119.60	154.38	189.72	223.95	
		$1/2 l$	-13.03	3.31	20.21	38.43	58.31	79.73	102.92	126.44	149.30	
		$3/4 l$	- 6.52	1.66	10.16	19.21	29.15	39.87	31.46	63.28	74.65	
$l/2$	$b/4$	$1/4 l$	29.15	38.43	38.43	48.04	57.64	66.37	73.77	77.74	81.61	
		$1/2 l$	58.31	76.75	76.75	96.07	115.29	132.85	147.42	155.38	163.22	
		$3/4 l$	29.15	38.43	38.43	48.04	57.64	66.37	73.77	77.74	81.61	
	$3b/4$	$1/4 l$	-13.03	3.31	20.21	38.43	58.31	79.73	102.92	126.44	149.30	
		$1/2 l$	-26.06	6.74	40.53	76.75	116.50	159.35	205.84	253.00	298.49	
		$3/4 l$	-13.03	3.31	20.21	38.43	58.31	79.73	102.92	126.44	149.30	

$[\delta_x^3]$

表—15

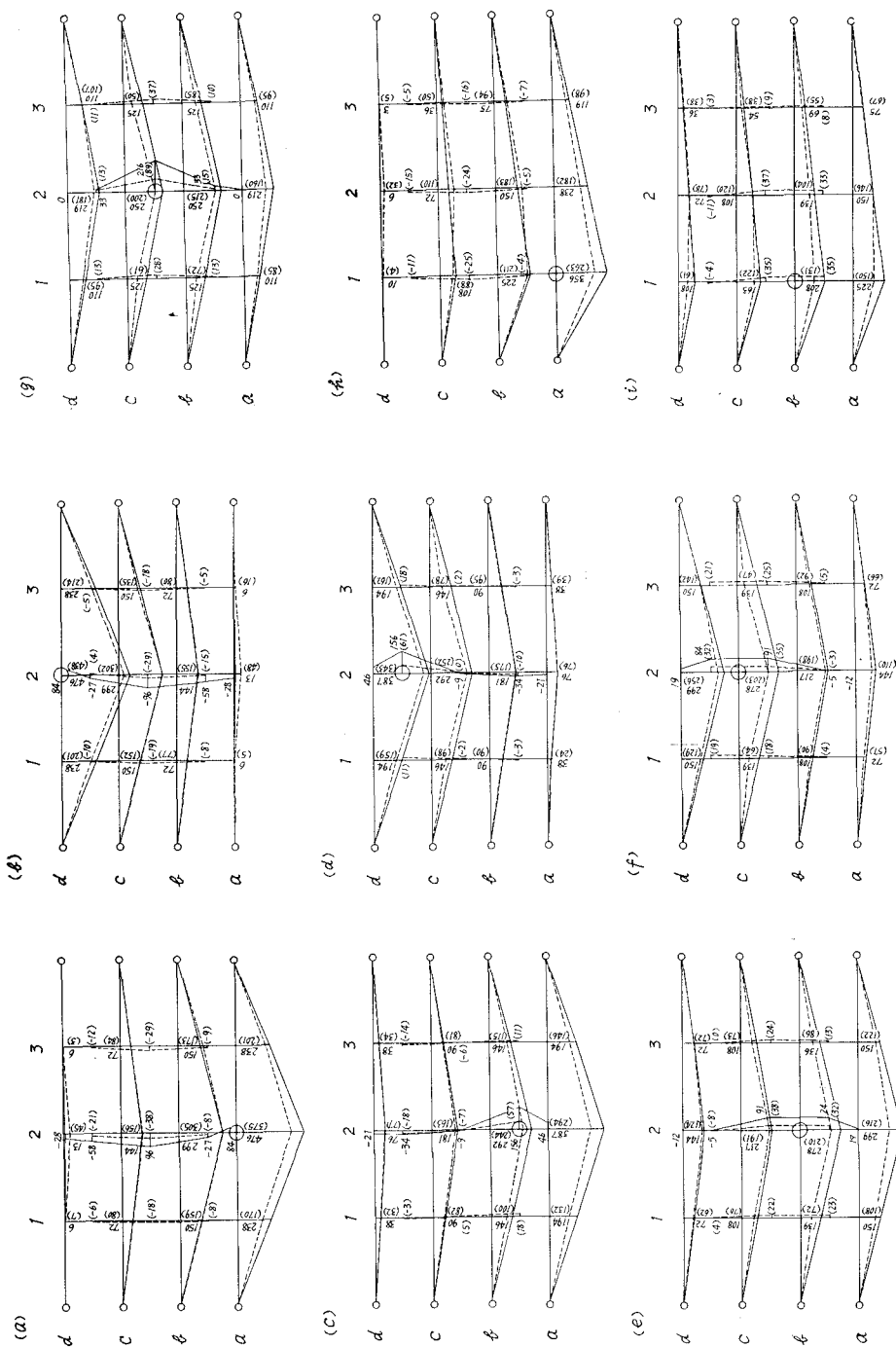
$(\times 10^{-3} \text{ cm})$

求点			載荷点								
			$-b$	$-3/4\ b$	$-1/2\ b$	$-1/4\ b$	0	$1/4\ b$	$1/2\ b$	$3/4\ b$	b
$l/4$	$b/4$	$1/4\ l$	16.98	223.8	27.99	33.60	38.70	42.99	45.30	46.47	47.58
		$1/2\ l$	20.76	27.36	34.20	41.07	47.31	52.53	55.38	56.79	58.17
		$3/4\ l$	13.20	17.40	21.78	26.13	30.12	33.42	35.25	36.15	37.02
	$3b/4$	$1/4\ l$	- 7.59	1.95	11.88	22.38	33.96	46.47	60.06	73.74	87.03
		$1/2\ l$	- 9.30	2.40	14.43	27.36	41.52	56.79	73.35	90.12	106.35
		$3/4\ l$	- 5.91	1.53	9.18	17.40	26.43	36.15	46.68	57.36	67.68
$l/2$	$b/4$	$1/4\ l$	20.76	27.36	34.20	41.07	47.31	52.53	55.38	56.79	58.17
		$1/2\ l$	30.18	39.84	49.77	59.73	68.82	76.41	80.55	82.59	84.60
		$3/4\ l$	20.76	27.36	34.20	41.07	47.31	52.53	55.38	56.79	58.17
	$3b/4$	$1/4\ l$	- 9.30	2.40	14.43	27.36	41.52	56.79	73.35	90.12	106.35
		$1/2\ l$	-13.53	3.48	21.00	39.78	60.39	82.59	106.68	131.07	154.71
		$3/4\ l$	- 9.30	2.40	14.43	27.36	41.52	56.79	73.35	90.12	106.35

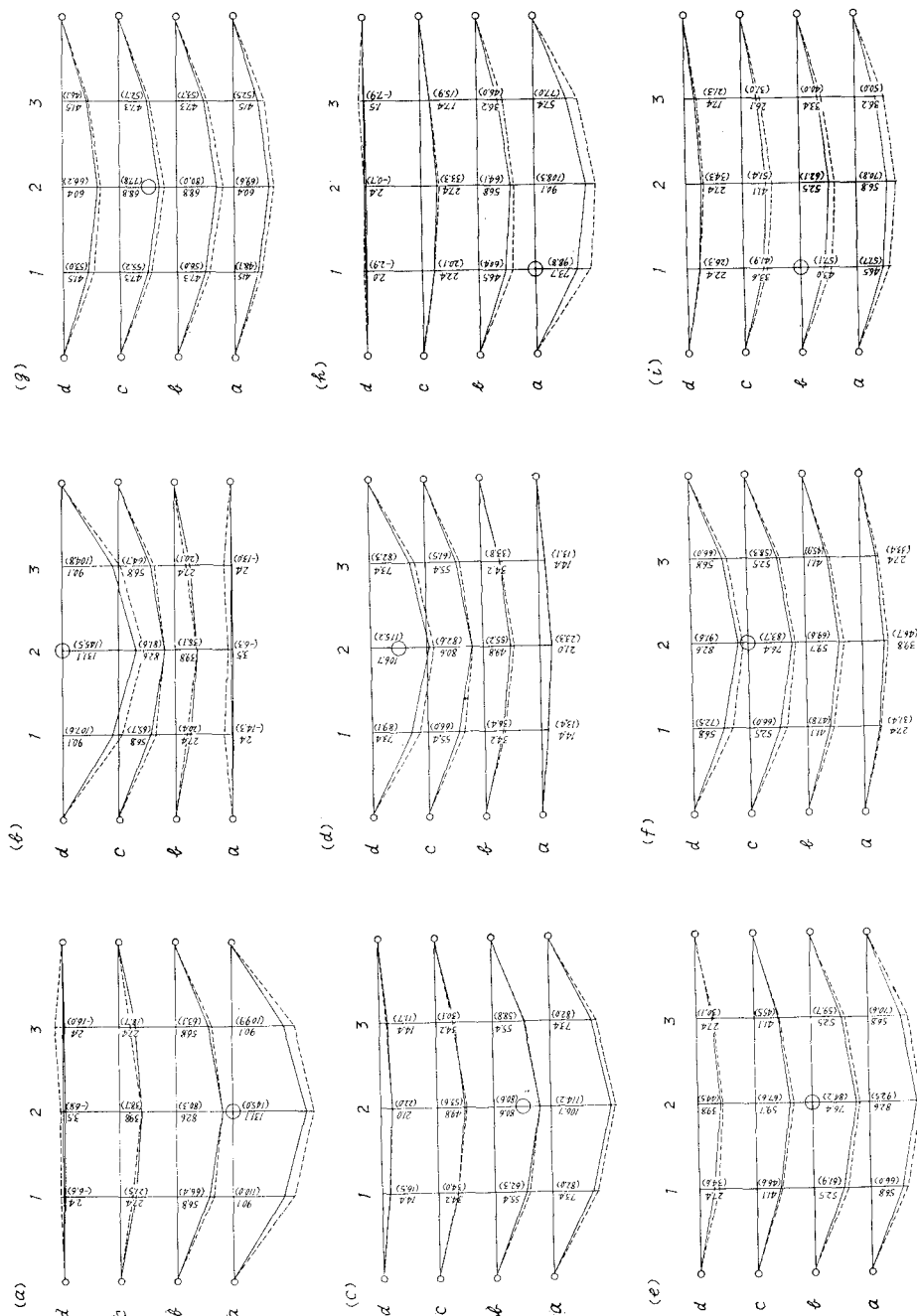
$[m_b]$

表—16

求 点			載				荷 点				
			$-b$	$-3/4 b$	$-1/2 b$	$-1/4 b$	0	$1/4 b$	$1/2 b$	$3/4 b$	b
$l/2$	0	$l/2$	-4.704	-2.550	-0.237	2.415	5.730	2.415	-0.237	-0.255	-4.704
	$b/2$		-2.175	-1.539	-0.894	-0.135	0.861	2.232	4.143	-0.726	-5.214
	$3b/4$		-0.921	-0.747	-0.555	-0.315	0.009	0.492	1.206	2.235	-3.633



図—8 理論値と実験値の比較：ひずみ ($\times 10^{-6}$)



図—9 理論値と実験値の比較： たわみ ($\times 10^{-3}$)

— 理論値 --- 実験値 ○ 荷点

$[u_{\varepsilon y}^3]$

表—17

($\times 10^{-6}$)

求 点			載				荷 点				
			$-b$	$-3/4 b$	$-1/2 b$	$-1/4 b$	0	$1/4 b$	$1/2 b$	$3/4 b$	b
$l/2$	0		-177.63	-96.30	- 8.94	91.20	216.36	91.20	- 8.94	-96.30	-177.63
	$b/2$	$l/2$	- 82.14	-58.11	-33.75	- 5.10	35.32	84.27	156.45	-27.42	-196.89
	$3b/4$		- 34.77	-28.20	-20.97	-11.91	0.33	18.57	45.54	84.39	-137.19

$[0_{\varepsilon y}^3]$

表—18

($\times 10^{-9}$)

求 点			載				荷 点				
			$-b$	$-3/4 b$	$-1/2 b$	$-1/4 b$	0	$1/4 b$	$1/2 b$	$3/4 b$	b
$l/2$	0		67.05	36.33	3.39	-34.41	-81.66	-34.41	3.39	36.33	67.02
	$b/2$	$l/2$	30.99	21.93	12.75	1.92	-12.27	-31.80	-59.04	10.35	74.31
	$3b/4$		13.11	10.65	7.92	4.50	- 0.12	- 7.02	-17.19	-31.86	51.78

$P=1$ のときの横桁曲げモーメント影響線 m_y^1 を表-16 に示す。鋼横桁下縁ひずみ影響線 $0_{\varepsilon y}^1$ 及びコンクリート床板上縁ひずみ影響線 $0_{\varepsilon y}^2$ は $J_{QV} = 412 \text{ cm}^4$, $y_s = 10.89 \text{ cm}$, $y_c = 4.11 \text{ cm}$ であるから,

$$\begin{aligned} u_{\varepsilon y}^1 &= \frac{30 \mu_a}{E_s J_{QV}} \cdot y_s = \frac{10.89}{2.1 \times 10^6 \times 412} \times 30 \mu_a \\ &= 12.587 \times 10^{-9} \times 30 \mu_a \\ 0_{\varepsilon y}^2 &= \frac{30 \mu_a}{E_s J_{QV}} \cdot y_c = \frac{-4.11}{2.1 \times 10^6 \times 412} \times 30 \mu_a \\ &= -4.750 \times 10^{-9} \times 30 \mu_a \end{aligned}$$

$P=3 \text{ ton}$ 載荷時の理論計算値 $u_{\varepsilon y}^3$, $0_{\varepsilon y}^3$ は表-17, 18 及び図-8 の通りである。

5. 理論値と実験値の比較

図-2~4, 及び写真-1~5 に示す試験桁でひずみ及びたわみを測定した実験値と Guyon-Massonnet の方法により計算した理論値とを比較した結果は図-8~9 の通りである。

6. あとがき

エポキシ樹脂接着剤を用いた接着合成床板について、各種の実験を行なった結果、次のような結果が得られた。

- (1) 接着剤自身の材料的な強度は実用上十分なものであった。
- (2) プレキャスト鉄筋コンクリート床板と鋼桁との間の接着耐力は、合成床板全体としての耐力とよくバランスがとれていた。
- (3) 合成床板の力学的性状の解析については、Guyon-

Massonnet による直交異方性板理論を用いたが、その理論値と、この度の実験値とは曲げ応力及び変位について十分満足しうる程に合致しており、今後この種の合成床板橋の実際上の設計に当っては Guyon-Massonnet の理論によって行なうことができることがはっきりしたので設計計算上の自信が得られた。

また、今回の接着合成床板の実験的な成功に伴い、これを主として 10 m 未満程度の小径接着合成床板に適用するとき、この合成床板は次のような特徴をもっているの、広い実用化が期待できる。

- a. 合成桁として、更に格子桁として死荷重を一層軽減でき、又、耐力の増加をもたらす。
- b. 金物ジベルの溶接が不要なので、このための溶接ひずみの心配がなくなる。
- c. コンクリートの収縮影響が無視しうる程小さい。
- d. 現場における架設組立は容易で、エポキシ樹脂の強度発現時間が早いこともあり、工期は従来の工法からみて飛躍的に短縮できる。特に寒冷地には最適である。
- e. 工場での大量生産ができて経済的である。標準化できるため、強度・寸法の管理に良好である。
- f. 最近強く要望されている「早く・安く」にぴったりの工法と言える。なお、小径間橋梁だけでなく、あらゆる橋梁及び建築物の床板・天井・外圧を受ける壁に仕上材として、又土留板等として広く利用できる。

参 考 文 献

- 1) 渡辺 昇：格子げたの理論と計算 (昭 40), 技報堂.