報　　告

端横桁のみを有する桁橋の模型試験とその計算値比較

宮　崎　義　成*

1. まえがき

在来実施されているプレストレスト　コンクリート桁橋は，両端の外に支間中間に1個以上の横桁を有する構造になっている。しかしながら，この中間横桁の施工は実際には割合に手数もかかり，したがって金もかかり，現場泣かせの作業である。近時労務費の高騰がはなはだしいのみならず，労力資源の困乏を考えると，このようなわずらわしい作業はなるべくなくするのが得策と考えられる。

このような目的のために筆者は，端横桁のみを有する桁橋の荷重による挙動をしらべるため模型試験を行い，併せてその結果が理論計算と一致するかどうかを確かめた。

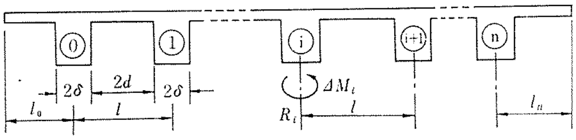
2. 端横桁のみを有する桁橋の荷重による変形計算

端横桁のみを有する桁橋について理論計算を行うにあたり，次のように仮定する。

① 端横桁の剛性は十分大きく無限大と見なす。

② 床版厚は一定とする。

③ 主桁の数は $(n+1)$ 本で，図—1 に示すように配置されている。



図—1

④ 床版は単位幅の横桁に分解され，各主桁が無限数の横桁によって結合された格子構造を形成する。

床版の曲げ剛性 $\varDelta$ は次式によって表わされる。

$$\varDelta=\frac{Ee^3}{12(1-v^2)}=0.085\,Ee^3$$

ここに　e：床版厚さ

E：コンクリートのヤング率

v：コンクリートのポアソン比=0.16

主桁 ⓘ に関し次式が成立する。

$$D_i\frac{d^4y_i}{dx^4}=-R_i \quad\cdots\cdots(1)$$

$$K_{Ti}\frac{d^2\omega}{dx^2}=\varDelta M_i \quad\cdots\cdots(2)$$

ここに

R_i：鉛直荷重

y_i：主桁のたわみ

D_i：曲げ剛度

$\varDelta M_i$：ねじれ荷重

ω_i：ねじれ角

K_{Ti}：ねじり剛度

y_i と ω_i をフーリエ級数に展開するとその第 m 項はそれぞれ次のとおり表わされる。

$$(y_i)_m\sin\frac{m\pi}{L}x \qquad (\omega_i)_m\sin\frac{m\pi}{L}x$$

式 (1)，(2) に用いると，R_i および $\varDelta M_i$ のフーリエ級数に展開したときの第 m 項が求まる。すなわち

$$(R_i)_m=-D_i\left(\frac{m\pi}{L}\right)^4(y_i)_m \quad\cdots\cdots(3)$$

$$(\varDelta M_i)_m=-K_{Ti}\left(\frac{m\pi}{L}\right)^2(\omega_i)_m \quad\cdots\cdots(4)$$

定数を次のように表わす。

$$\left.\begin{aligned}\left(\frac{m\pi}{L}\right)^4D_i&=\frac{1}{(k_i)_m}\\ \left(\frac{m\pi}{L}\right)^2K_{Ti}&=(\alpha_i)_m\end{aligned}\right\}\quad\cdots\cdots(5)$$

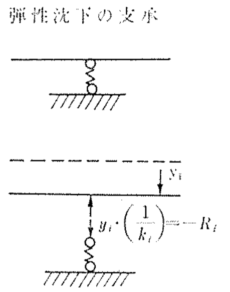
式 (3)，(4) は次式で表わされる。

$$(R_i)_m=-\frac{(y_i)_m}{(k_i)m} \quad\cdots\cdots(6)$$

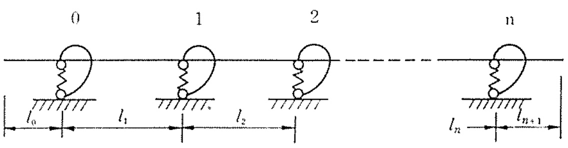
$$(\varDelta M_i)_m=-(\alpha_i)_m(\omega_i)_m \quad\cdots\cdots(7)$$

式 (6)，(7) は図—2 に示すように，主桁はそれぞれ，$(1/k_i)$，(α_i) をばね定数とする弾性沈下，および弾性回転可能な弾性支承上に支えられているものであることを意味する。ただし，ここでは簡単のため m の記号を省略した。したがって，図—3 に示す如き横桁単位幅の連続構造系を考えることによって各主桁に対する荷重分

* 極東鋼弦コンクリート振興株式会社　専務取締役



図—2

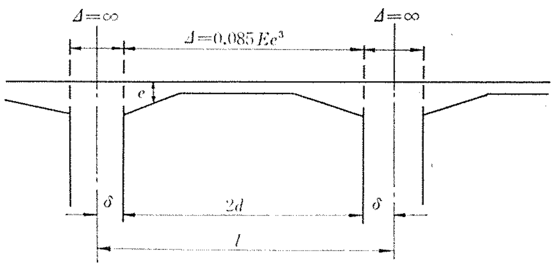


図—3

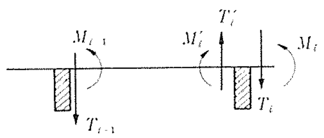
配，ねじれモーメント等が求められる。

主桁は有限の幅 2δ を有するから，主桁の変形は剛体変形のみと考えるものとし，横桁の曲げ剛度としては主桁区間では剛度を無限大と考える。すなわち，横桁の剛度は図—4 のように分布すると考える。

第 i 径間について図—5 の力の平衡条件より次式が成立する。



図—4



図—5

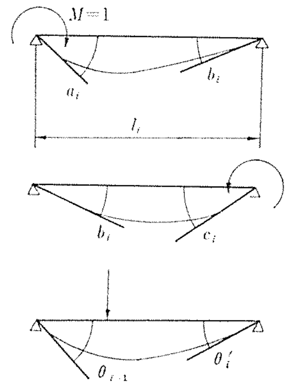
$$\left.\begin{aligned}
&T_{i-1}=t_{i-1}+(M_i'-M_{i-1})/l_i\\
&T_i'=t_i'+(M_i'-M_{i-1})/l_i\\
&\omega_{i-1}=\theta_{i-1}-a_iM_{i-1}-b_iM_i'+(y_i-y_{i-1})/l_i\\
&\omega_i=\theta_i'+b_iM_{i-1}+c_iM_i'+(y_i-y_{i-1})/l_i
\end{aligned}\right\}\cdots(8)$$

ここに，t_{i-1}, t_i' および θ_{i-1}, θ_i' は第 i 径間荷重による単純桁としてのせん断力および端回転で a_i, b_i, c_i は図—6 に示すように，$M=1$ の場合の角変位とする。

式 (8) より

$$\begin{aligned}
y_i-y_{i-1}&=l_i(\omega_{i-1}-\theta_{i-1}+a_iM_{i-1}+b_iM_i')\\
&=l_i\{\omega_{i-1}-\theta_{i-1}+a_iM_{i-1}+b_i(l_iT_{i-1}\\
&\qquad-l_it_{i-1}+M_{i-1})\}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\therefore\quad y_i=y_{i-1}+l_i\omega_{i-1}+l_i(a_i+b_i)M_{i-1}+l_i^2b_iT_{i-1}\\
-l_i(\theta_{i-1}+b_il_it_{i-1})
\end{aligned}$$



図—6

また，

$$\begin{aligned}
\omega_i-\omega_{i-1}&=\theta_i'-\theta_{i-1}+(a_i+b_i)M_{i-1}+(b_i+c_i)M_i'\\
&=\theta_i'-\theta_{i-1}+(a_i+b_i)M_{i-1}\\
&\qquad+(b_i+c_i)(l_iT_{i-1}-l_it_{i-1}+M_{i-1})
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\therefore\quad &\omega_i=\omega_{i-1}+(a_i+2b_i+c_i)M_{i-1}+l_i(b_i+c_i)T_{i-1}\\
&\qquad+(\theta_i'-\theta_{i-1})\\
&M_i'=M_{i-1}+l_iT_{i-1}-l_it_{i-1}\\
&T_i'=T_{i-1}+(t_i'-t_{i-1})
\end{aligned}$$

よって径間右端のベクトルは左端のベクトルによって表わすことができる。すなわち，右端のベクトル Y_i' と左端のベクトル y_i との関係は次のようにあらわされる。

$$Y_i'\equiv\begin{bmatrix}Y_i\\ \omega_i\\ M_i'\\ T_i'\\ 1\end{bmatrix}=\begin{bmatrix}1 & l_i & (a_i+b_i)l_i & b_il_i^2 & y_{i0}\\ 0 & 1 & (a_i+2b_i+c_i) & (b_i+c_i)l_i & \omega_{i0}\\ 0 & 0 & 1 & l_i & M_{i0}\\ 0 & 0 & 0 & 1 & T_{i0}\\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1\end{bmatrix}\times\begin{bmatrix}y_{i-1}\\ \omega_{i-1}\\ M_{i-1}\\ T_{i-1}\\ 1\end{bmatrix}\cdots\cdots(9)$$

ここに

$$\left.\begin{aligned}
&y_{i0}=-l_i(\theta_{i-1}+b_il_it_{i-1})\\
&\omega_{i0}=\theta_i'-\theta_{i-1}\\
&M_{i0}=-l_it_{i-1}\\
&T_{i0}=t_i'-t_i-1
\end{aligned}\right\}\cdots\cdots(10)$$

すなわち，格間ベクトルを F_i で表わすと次のようになる。

$$Y_i'=F_iY_{i-1}$$

$$F_i=\begin{bmatrix}1 & l_i & (a_i+b_i)l_i & b_il_i^2 & y_{i0}\\ 0 & 1 & (a_i+2b_i+c_i) & (b_i+c_i)l_i & \omega_{i0}\\ 0 & 0 & 1 & l_i & M_{i0}\\ 0 & 0 & 0 & 1 & T_{i0}\\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1\end{bmatrix}$$

$$\cdots\cdots(11)$$

よって径間 i の左端のベクトル Y_{i-1} が既知であれば，右端のベクトル Y_i' は格間ベクトルを用いて容易に定まる。

次に格点 i についてのつり合方程式は次式であたえられる。

$$\left.\begin{aligned} T_i'-T_i&=-R_i=\frac{y_i}{k_i} \\ M_i'-M_i&=\varDelta M_i=-\alpha_i\omega_i \end{aligned}\right\} \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots(12)$$

よって

$$\therefore\quad T_i=T_i'-y_i/k_i$$
$$M_i=M_i'+\alpha_i\omega_i$$

したがって，格点の右と左を結合するための格点ベクトルを次のように定めることができる。

$$Y_i\equiv\begin{bmatrix} y_i \\ \omega_i \\ M_i \\ T_i \\ 1 \end{bmatrix}=\begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & \alpha_i & 1 & 0 & 0 \\ -1/k_i & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}\begin{bmatrix} y_i' \\ \omega_i' \\ M_i' \\ T_i' \\ 1 \end{bmatrix}=U_iY_i'$$
$$\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots(13)$$

以上より第（$i+1$）径間の左端のベクトルは第 i 径間の右端のベクトルをもって次のように与えられる。

$$Y_i=U_iF_iY_{i-1}\ \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots(14)$$

すなわち，式（14）を用いて，左端支点から順次任意支点右側のベクトルを求めることができる（図―3）。

$$\left.\begin{aligned} Y_1&=U_1F_1Y_0 \\ Y_2&=U_2F_2Y_1 \\ &\ \vdots \\ Y_{n-1}&=U_{n-1}F_{n-1}Y_{n-2} \\ Y_n&=U_n\cdot F_nY_{n-1} \end{aligned}\right\}\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots(15)$$

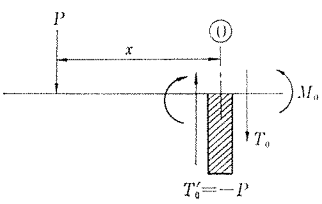
式（15）より

$$\begin{aligned} Y_n&=U_nF_nU_{n-1}F_{n-1}Y_{n-2} \\ &=U_nF_nU_{n-1}F_{n-1}U_{n-2}F_{n-2}Y_{n-3} \\ &\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \\ &=U_nF_nU_{n-1}F_{n-1}U_{n-2}F_{n-2}\cdots U_2F_2U_1F_1Y_0 \end{aligned}$$
$$\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots(16)$$

式（16）によって支点0の右側のベクトルと，任意の支点右側のベクトルが結合される。

a）Y_0 の求め方　支点0の左側に荷重 P が作用する場合の自由量として，y_0, ω_0 をえらぶと（図―7）

$$T_0=-P-y_0/k_0$$
$$M_0=P_x+\alpha_0\omega_0$$



図―7

よってベクトル Y_0 は自由量 y_0, ω_0 のみの関数であるから，式（16）による支点 n の右側のベクトルも y_0, ω_0 のみの関数で与えられる。

支点 n の右側には荷重がないものとすると

$$\left.\begin{aligned} M_n&=0 \\ T_n&=0 \end{aligned}\right\}\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots(17)$$

で与えられ，y_0, ω_0 を定める条件式は2個存在し，未知量が定まる。したがって y_0 が求められる。

荷重が第 i 径間のみに載荷される場合にも自由量として y_0, ω_0 を用い，ベクトル Y_0 を

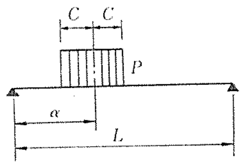
$$Y_0=\begin{bmatrix} y_0 \\ \omega_0 \\ \alpha_0\omega_0 \\ -y_0/k_0 \\ 1 \end{bmatrix}$$

で表わすことができるので，式（16）から Y_n が求まり，境界条件として

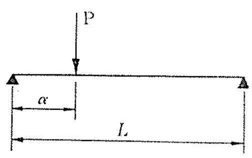
$$M_n=0\quad T_n=0$$

を用いると，y_0, ω_0 を定めることができる。

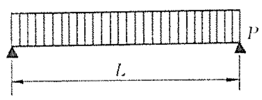
以上により弾性支承上の連続桁の解が求まれば，各主桁への荷重作用 R_i，ねじれ荷重 $\varDelta M_i$ が求められる。



図―8（a）



図―8（c）



図―8（b）

荷重をフーリエ級数に展開するのには次の公式を用いる。

$$p_x=\sum_{n=1}^{\infty}p_n\sin n\pi\frac{\alpha}{L}$$

図―8（a）の場合

$$p_n=\frac{1}{n}\ \frac{4P}{\pi}\sin n\pi\frac{\alpha}{L}\sin\frac{C}{L}$$

図―8（b）の場合

$$p_n=\frac{1}{n}\ \frac{4P}{\pi}\sin^2 n\frac{\pi}{2}\left(p_{2m}=0,\ p_{2m+1}=\frac{4P}{(2m+1)\pi}\right)$$

図―8（c）の場合

$$p_n=\frac{2P}{L}\sin n\pi\frac{\alpha}{L}$$

$$\left(\alpha=\frac{L}{2}\ \text{に対し}\ p_{2m}=0,\ p_{2m+1}=(-1)^m\frac{2P}{L}\right)$$

3. 端横桁のみを有するT桁橋の模型試験

(1) 供試模型と試験の方法

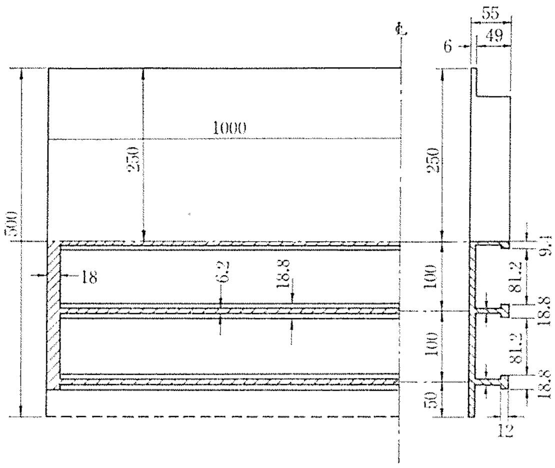
○供試模型の材料：ガラスマットとエポキシ樹脂の積層による FRP 板

○材料の物理的性質：曲げ弾性係数$E=167200\ \mathrm{kg/cm^2}$

ポアソン比　$v=0.25$

ねじり弾性係数　$G=66900\ \mathrm{kg/cm^2}$

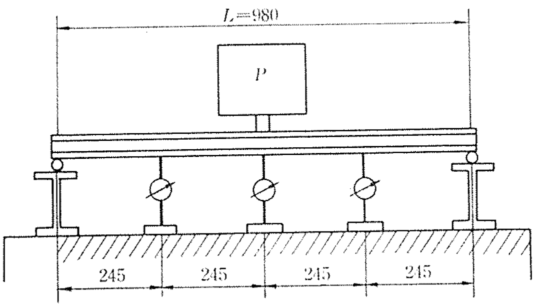
○供試体の寸法：スパン 30 m のPC桁 1/30 を想定し，図—9 の寸法とした。



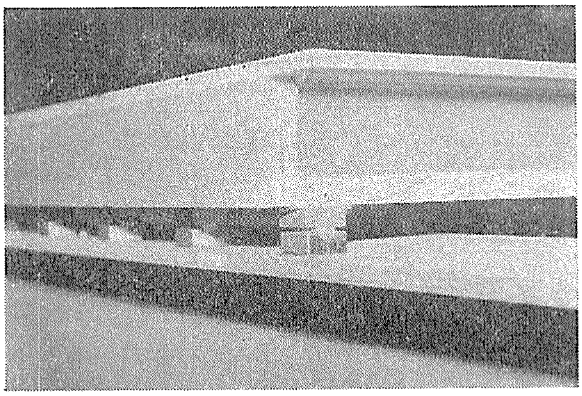
図—9

○試験装置：図—10 および 写真—1，2。

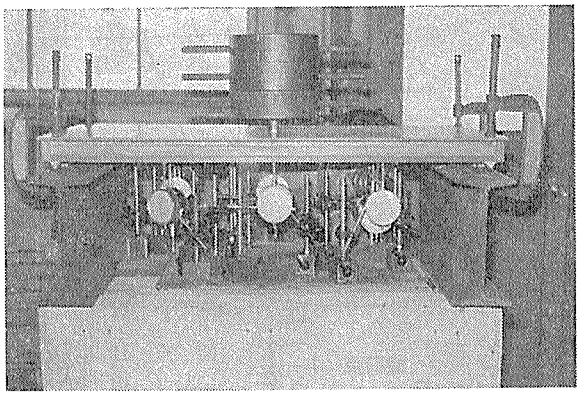
供試模型の支端部を，コンクリート基礎上に据えた2本のIビーム上におき，支承は鋼製ローラーとし，各主桁ごとに独立させ，主桁下面とシュー上板の間には石膏をおいて遊げきをなくした。供試体端部は載荷により浮き上りを生じないよう，支点上で万力を用い供試体をIビームに締付けた。荷重は鋼製の円盤型の重錘で，これを載荷面積 ϕ28 mm の上に積み重ね，最終荷重は約 52 kg とした。たわみ



図—10



写真—1　支承詳細



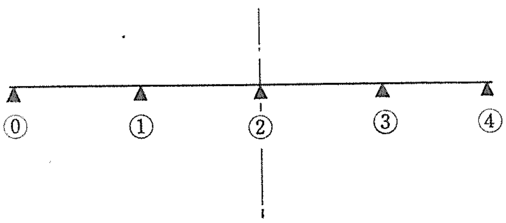
写真—2　載荷試験全景

の測定は基礎上においた 1/100 mm よみダイアルゲージを用いた。

○試験の方法：載荷点としては支間中央と 1/4 点で，それぞれ主桁直上と主桁間隔中央を選び，数回の載荷により供試体に残留ひずみのないことを確かめた後，荷重を0より 51.95 kg まで4段階に分けて増加し，各段階における各主桁の支点中央および 1/4 点のたわみを測定した。

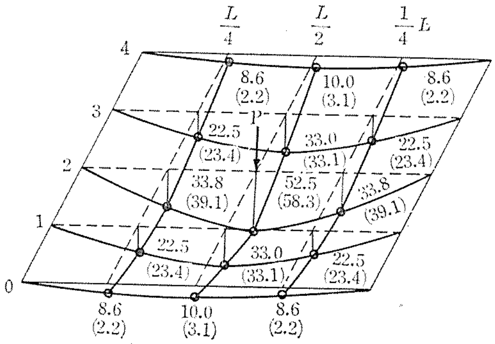
(2) 測定結果

主桁番号を図—11 のようにとり，支間を L とし，1/4

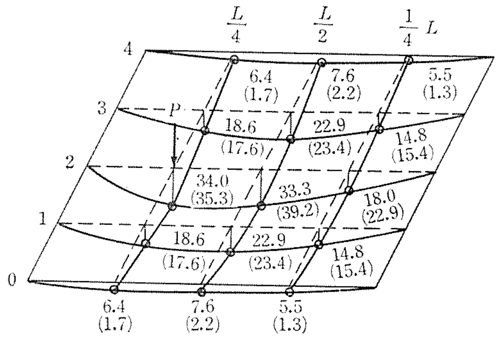


図—11

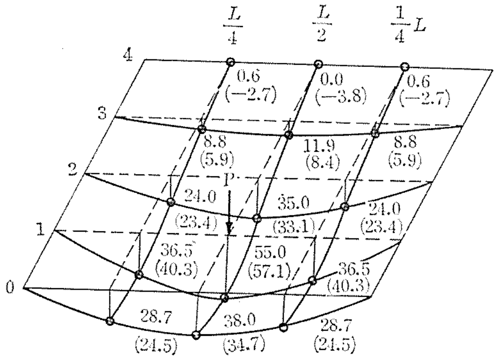
L，1/2 L，3/4 L 各点のたわみ測定値の内，主桁直上載荷の場合の結果を 表—1，および 図—12 (a)，(b)，(c)，(d)，(e)，(f) に示す。



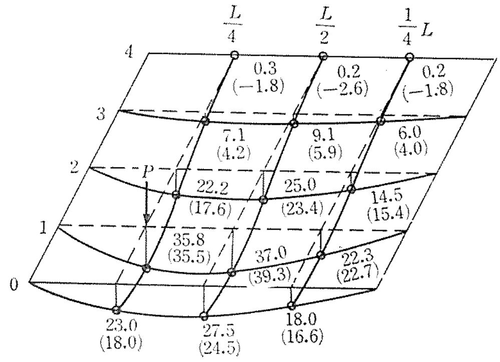
図—12（a）　載荷点　$2-\frac{L}{2}$　荷　重　51.95 kg　たわみ　10^{-2} mm



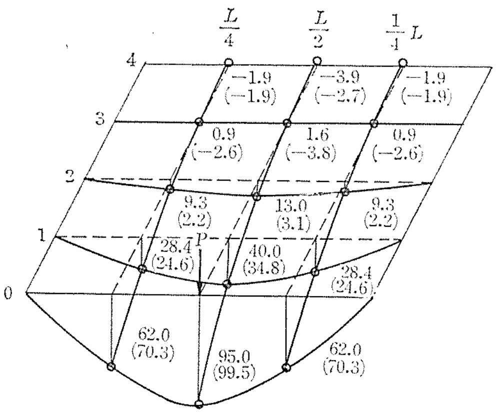
図—12（d）　載荷点　$2-\frac{L}{4}$　荷　重　51.95 kg　たわみ　10^{-2} mm



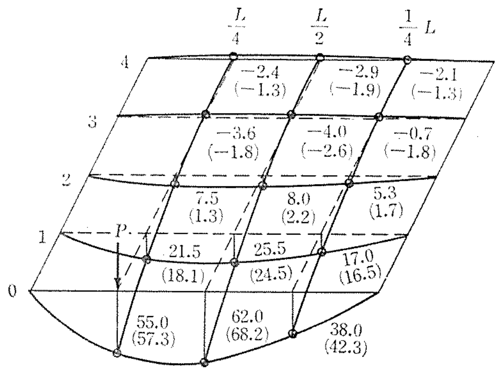
図—12（b）　載荷点　$1-\frac{L}{2}$　荷　重　51.95 kg　たわみ　10^{-2} mm



図—12（e）　載荷点　$1-\frac{L}{4}$　荷　重　51.95 kg　たわみ　10^{-2} mm



図—12（c）　載荷点　$0-\frac{L}{2}$　荷　重　51.95 kg　たわみ　10^{-2} mm



図—12（f）　載荷点　$0-\frac{L}{4}$　荷　重　51.95 kg　たわみ　10^{-2} mm

表—1　主桁直上載荷の場合のたわみ測定値　(1/100 mm)　荷重 51.95 kg

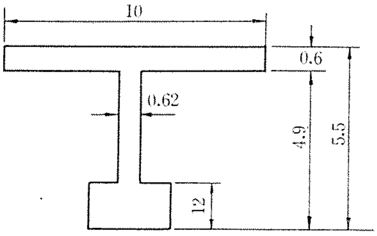
載荷桁	測定桁	中央載荷の場合			1/4 点載荷の場合		
		1/4 L	1/2 L	3/4 L	1/4 L	1/2 L	3/4 L
②	②	33.8	52.5	33.8	34.0	33.3	18.0
	①　③	22.5	33.1	22.5	18.6	22.9	14.8
	⓪　④	2.2	3.1	2.2	6.4	7.6	5.5
①	⓪	28.7	38.0	28.7	23.0	27.5	18.0
	①	36.5	55.0	36.5	35.8	37.0	22.3
	②	24.0	35.0	24.0	22.2	25.0	14.5
	③	8.8	11.9	8.8	4.1	5.9	6.0
	④	0.6	0.0	0.6	0.3	0.2	0.2

⓪	⓪	62.0	95.0	62.0	55.0	62.0	38.0
	①	28.4	40.0	28.4	21.5	25.5	17.0
	②	9.3	13.0	9.3	7.5	8.0	5.3
	③	0.9	1.6	0.9	−3.6	−4.0	−0.7
	④	−1.9	−3.9	−1.9	−2.4	−2.9	−2.1

4．模型試験に対する理論計算値

前述 **2**．の両端にのみ横桁を有する桁橋の解析理論に従って，前記模型試験の場合のたわみを計算する。

主桁の剛性計算には 図—**13** の断面を用いた。



図—**13**

ここに

曲げ剛度　$I=39.192\ \mathrm{cm}^4$

ねじり剛度　$J=1\,609\ \mathrm{cm}^4$

床版の曲げ剛度　$\Delta=Ec^3/12(1-\nu^2)$

$=E\times 0.6^3/12(1-0.25^2)$

$=0.019\,2\,E$

荷重をフーリエ級数に展開したときの，第 m 項のばね定数は式 (5) により

$$(\alpha_i)_m=\left(\frac{m\pi}{L}\right)^2 GJ$$

$$(K_i)_m=1/(k_i)_m=EL\Big/\left(\frac{L}{m\pi}\right)^4$$

ここに　$E=167\,200\ \mathrm{kg/cm^2}$，$G=66\,500\ \mathrm{kg/cm^2}$

を適用すると，

1st Harmonic　$(K_i)_1=8.17147$

$(\alpha_i)_1=120.2411$

2nd Harmonic　$(K_i)_2=130.805$

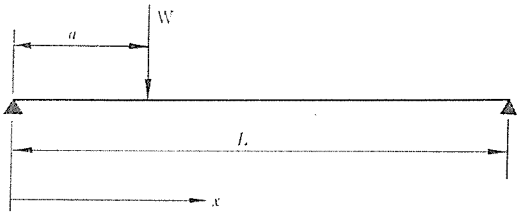
$(\alpha_i)_2=480.964$

3rd Harmonic　$(K_i)_3=662.223$

$(\alpha_i)_3=1\,082.170$

以上のばね定数を用いて弾性支点上の 4 径間連続桁の各支点上に単位荷重の作用した場合の，支点の沈下を電算で求める。その結果をまとめると 表—**2** に示される値となる。

一点集中荷重 W が 図—**14** に示す位置に作用するものとする。



図—**14**

W をフーリエ級数（第 3 項まで）で表わすと，

$$W=\frac{2W}{L}\left[\sin\frac{\pi}{L}a\sin\frac{\pi}{L}x+\sin\frac{2\pi}{L}a\sin\frac{2\pi}{L}x+\sin\frac{3\pi}{L}a\sin\frac{3\pi}{L}x\right]\cdots\cdots(18)$$

1st Harmonic　荷重　$\dfrac{2W}{L}\sin\dfrac{\pi}{L}a$

2nd Harmonic　荷重　$\dfrac{2W}{L}\sin\dfrac{2\pi}{L}a$

3rd Harmonic　荷重　$\dfrac{2W}{L}\sin\dfrac{3\pi}{L}a$

表—**2**　荷重 **1 kg/cm** の場合の支点たわみ（**mm**）

載荷桁	荷重項	支点番号 ⓪	①	②	③	④
②	1st Harmonic (δ_1)	0.0298	0.3131	0.5381	0.3131	0.0298
	2nd 〃 (δ_2)	−0.0020	0.0106	0.0592	0.0106	−0.0020
	3rd 〃 (δ_3)	−0.0000	0.0007	0.0140	0.0007	−0.0001
①	1st 〃 (δ_1)	0.3281	0.5389	0.3131	0.0794	−0.0036
	2nd 〃 (δ_2)	0.0073	0.0605	0.0106	−0.0018	−0.0001
	3rd 〃 (δ_3)	0.0005	0.0141	0.0007	−0.0002	0.0000
⓪	1st 〃 (δ_1)	0.9272	0.3281	0.0298	−0.0356	−0.0256
	2nd 〃 (δ_2)	0.0712	0.0073	−0.0020	−0.0001	0.0000
	3rd 〃 (δ_3)	0.0147	0.0005	−0.0001	0.0000	0.0000

本実験では

$$W=51.95\ \mathrm{kg},\ L=98.2\ \mathrm{cm}$$

$$\therefore\quad \frac{2W}{L}=2\times 51.95/98.2=1.058\ \mathrm{kg/cm}$$

（i） スパン中央載荷のとき，

$$a=L/2$$

$$\sin\frac{\pi}{L}a=1.000,\quad \sin\frac{2\pi}{L}a=0.000,$$

$$\sin\frac{3\pi}{L}=-1.000$$

1st Harmonic　荷重　$=1.058$ kg/cm
2nd Harmonic　荷重　$=0.000$ kg/cm
3rd Harmonic　荷重　$=-1.058$ kg/cm

（ii） スパン $L/4$ 点載荷のとき

$$a=\frac{L}{4}$$

$$\sin\frac{\pi}{L}a=0.707,\ \sin\frac{2\pi}{L}a=1.000,$$

$$\sin\frac{3\pi}{L}a=0.707$$

∴ 1st Harmonic 荷重 $=0.748$ kg/cm
2nd Harmonic 荷重 $=1.058$ kg/cm
3rd Harmonic 荷重 $=0.748$ kg/cm

各主桁のたわみ曲線は次式によって表わされる。

スパン中央載荷のとき

$$\delta_x=1.058\left(\delta_1\sin\frac{\pi}{L}x-\delta_3\sin\frac{3\pi}{L}x\right)\cdots\cdots(19)$$

スパン 1/4 点載荷のとき

$$\delta_x=0.748\,\delta_1\sin\frac{\pi}{L}x+1.058\,\delta_2\sin\frac{2\pi}{L}x+0.748\,\delta_3\sin\frac{3\pi}{L}x\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots(20)$$

ここに，δ_1, δ_2, δ_3 はそれぞれ 1st, 2nd, 3rd Harmonic 荷重によるたわみで，**表—3** に示される。よって式(19)および式 (20) にそれぞれ $x=\frac{1}{4}L,\ \frac{1}{2}L,\ \frac{3}{4}L$ を用いれば，中央載荷の場合の $1/4\,L$, $1/2\,L$, $3/4\,L$ 点のたわみが計算される。いま，主桁 ② の 1/4 点載荷の場合の主桁 ① の 1/4 点のたわみを求める。式 (19) において，

$$x=\frac{1}{4}L,\ \delta_1=0.3131,\ \delta_3=0.0007$$

$$\delta_x=1.058\left(0.3131\sin\frac{\pi}{4}-0.0007\sin\frac{3}{4}\pi\right)$$

$$=1.058(0.3131\times 0.707-0.0007\times 0.707)$$

$$=1.058\times 0.3124\times 0.707=0.2337\ \mathrm{cm}$$

このようにして計算したたわみ量を **表—3** に示す。また比較のため，これら計算値を **図—12** の中に（ ）で記入してある。

5. 模型試験におけるたわみ測定値と理論値との比較

以上測定値と計算値とを比較すると，比較的よく一致していることがわかる。いま代表的な載荷点位置におけるたわみについて比較すると **表—4** ようになる。

表—4

載荷点	たわみ (1/100 mm) 測定値	計算値	差	計算値に対する差の%		
② 中央	52.5	58.3	−5.8	−9.9		
① 〃	55.0	57.1	−2.1	−3.7	−5.8	
⓪ 〃	95.0	99.5	−4.5	−4.5		−4.2
② 1/4 点	34.0	35.3	−1.3	−3.7		
① 〃	35.8	35.5	+0.3	+0.8	−2.6	
⓪ 〃	55.0	57.3	−2.3	−4.0		

表—3　主桁直上載荷の場合のたわみ測定値　(1/100 mm)　荷重 51.95 kg

載荷桁	たわみ桁	中央載荷の場合 1/4 点	中央載荷の場合 1/2 L 点	中央載荷の場合 3/4 L 点	1/4 点載荷の場合 1/4 点	1/4 点載荷の場合 1/2 L 点	1/4 点載荷の場合 3/4 L 点
②	②	39.1	58.3	39.1	35.3	39.2	22.9
	①　③	23.4	33.1	23.4	17.6	23.4	15.4
	⓪　④	2.2	3.1	2.2	1.7	2.2	1.3
①	⓪	24.5	34.7	24.5	18.0	24.5	16.6
	①	40.3	57.1	40.3	35.5	39.3	22.7
	②	23.4	33.1	23.4	17.6	23.4	15.4
	③	5.9	8.4	5.9	4.2	5.9	4.0
	④	2.2	3.1	2.2	1.8	2.6	1.8
⓪	⓪	70.3	99.5	70.3	57.3	68.2	42.3
	①	24.5	34.7	24.5	18.1	24.5	16.5
	②	2.2	3.1	2.2	1.3	2.2	1.7
	③	−2.6	−3.7	−2.6	−1.8	−2.6	−1.8
	④	−1.9	−2.7	−1.9	−1.3	−1.9	−1.9

本試験では模型供試体の材料がエポキシ樹脂とガラスマットの積層板で，均質でないうらみがあり，試験の結果では E, G ともに 5％ 程度のばらつきがあった。また着力点としては $\phi 28\,\mathrm{mm}$ の円柱を用いたので完全な点荷重とはならなかった。なお，測定誤差等を考慮すると，表―4 に示される差の大きさ程度は止むを得ないものと考えられる。

6. む　す　び

筆者は，本稿に報告する端横桁のみを有する桁橋の模型試験と併行して，比較のために端横桁の外に中間横桁2本を有する同一寸法の模型につき，同一方法による載荷試験を行った。この場合の主桁のたわみ測定値は，演算子法による漸化変形法による計算値と比較して，かなりの一致性のあることを確かめた。

今回の端横桁のみを有する桁橋についての理論解析法としては，床版を単位幅の横桁の連続と考え，その単位横桁が，各主桁上に，たわみおよびねじれ変位に対しそれぞれ弾性的に支承されているものと仮定して，つり合条件式を求め，任意の点における断面力およびたわみを，端主桁より漸次求める方法を用いた。そしてこのようにして求めたたわみ計算値は，上述の中間横桁を有する場合と同様，実測値に対し 5％ 程度の誤差範囲で一致することがわかった。よって上記解析方法は実用的に利用しうるものであることが証明された。

最後に本研究にあたり，日本構造橋梁研究所の猪股俊司博士の御指導をいただき，また同社の的場技師に電算プログラム開発に御協力をお願いしましたことを誌上をかり厚く感謝致します。

1974.1.16・受付