

## 曲線ばりを有する PC 固定脚ラーメン橋のプレストレスによる不静定二次断面力の計算法について (2)

森 元 峯 夫\*

### 1. ま え が き

本問題の理論解析は、前回本協会誌<sup>1)</sup>上に発表した。それらの結果を用いて、著者は実際の PC 橋について詳細な計算を行なったので、その結果を示しながら、不静定二次断面力の計算法を数値で示し、設計の便に供したいと思う。さらにはりの自重による断面力の結果<sup>2)</sup>も図示し、二次断面力との比較も行なった。一般に、曲線固定脚ラーメン橋では、はりおよび柱のねじり剛性の影響がかなり大きく、これらは計算において、無視し得ないものである。また、はりには水平方向の曲げモーメントがかなりの量生じるので、これに対処する PC 鋼材がスパン中央部では下部床版に、隅角部では上部床版に配置されなければならない。また柱では、曲率中心側に集中して PC 鋼材が配置されるものである。

### 2. 構造系と断面諸数値

曲線固定脚ラーメン橋の構造寸法および、所要のプレストレスを与えるのに必要なケーブル配置は 図-1, 2 に示すごとくである。さらに断面の諸数値を表示すれば表-1 のようである。

ただし、 $J_{\bar{y}}$ ,  $J_{\bar{z}}$  の太字の数字の値は、柱およびはりに関する断面の極モーメントである (はり断面の極モーメントの計算にあたっては参考文献 3) の方法によった)。

予備計算として空間重心 G の座標 ( $x_0$ ,  $\bar{y}_0$ ,  $z_0$ ) を計算すると次のようになる (実際設計では、外力による断面力の計算に際して、これらの値はすでに求められているので二次断面力を計算するに際して、あらためて計算する必要はない)。

なお使用公式は参考文献 1) の公式番号をそのまま用いるものとし、 $J_c$  は  $0.2204 \text{ m}^4$  (はり中央断面の  $J_{\eta}$  の値) を用いる。(46) 式の  $z_0$  の計算にあたり区分積分してゆけば次のように計算される。

$$\sum_{R+S} \sin^2 \varphi \Delta S \frac{J_c}{J_{\eta}} = 0.208 \text{ m}$$

$$\sum_{\bar{z}} \cos^2 \varphi \Delta S \frac{J_c}{J_{\bar{z}D}} \cdot \frac{E}{G} = 4.789 \times 2.5 = 11.973 \text{ m}$$

表-1

断面	$\varphi$	$\Delta S$ (m)	$x$ (m)	$z$ (m)	$\sin \varphi$	$\cos \varphi$	$J_{\eta}$ (m <sup>4</sup> )	$J_{\bar{y}}$ (m <sup>4</sup> )	$J_{\bar{z}}$ (m <sup>4</sup> )	$A$ (m <sup>2</sup> )
I	14°10'	3.0	20.00	2.50	0.245	0.970	0.489	<b>1.699</b>	4.094	4.420
II	"	2.0	"	"	"	"	1.159	<b>4.102</b>	5.731	6.120
III	"	2.0	"	"	"	"	2.264	<b>5.794</b>	6.550	6.800
①	12°36'	4.06	17.85	1.96	0.218	0.976	1.673	8.169	<b>2.943</b>	3.720
②	9°48'	"	13.90	1.23	0.170	0.985	1.096	7.307	<b>1.622</b>	2.893
③	7°00'	"	10.00	0.57	0.122	0.993	0.669	6.660	<b>1.063</b>	2.530
④	4°12'	"	5.97	0.25	0.073	0.997	0.274	6.066	<b>0.677</b>	2.279
⑤	1°24'	"	2.0	0.08	0.024	0.999	0.238	6.013	<b>0.487</b>	2.156
⑥	0	"	0	0	0	1.000	0.2204	5.986	<b>0.463</b>	2.140

図-1 曲線固定脚ラーメン橋の構造と寸法

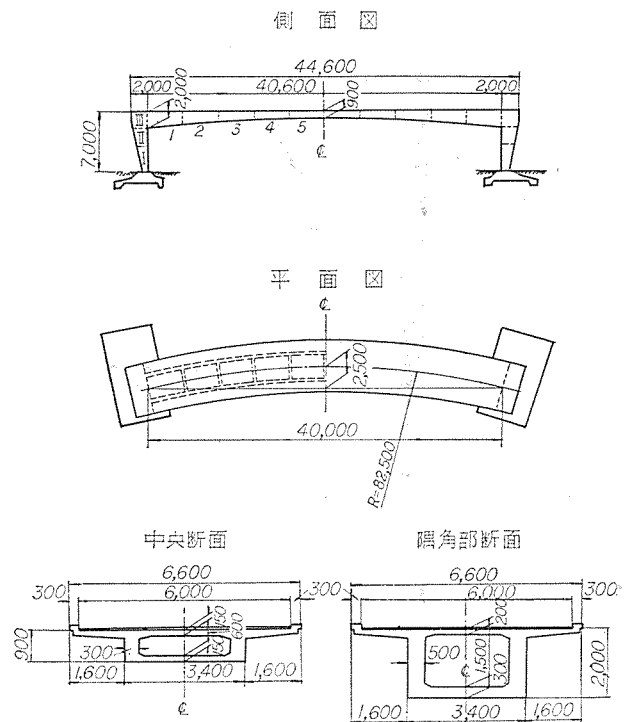
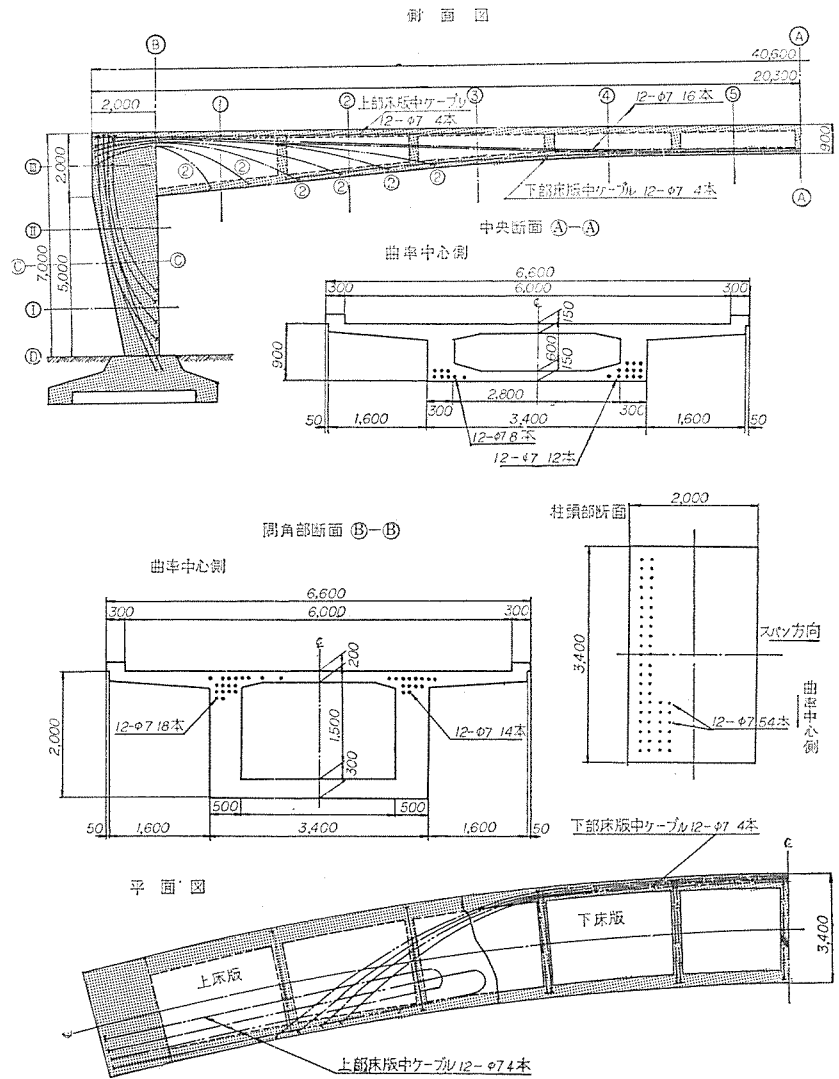


表-2

断面	$\cos^2 \varphi$	$\sin^2 \varphi$	$\sin^2 \varphi \Delta S \frac{J_c}{J_{\eta}}$	$\cos^2 \varphi \Delta S \frac{J_c}{J_{\bar{z}D}}$
I	0.940	0.060	0.081	0.149
II	"	"	0.023	0.071
III	"	"	0.012	0.064
①	0.955	0.048	0.026	0.287
②	0.971	0.029	0.024	0.532
③	0.990	0.015	0.021	0.828
④	0.994	0.005	0.017	1.307
⑤	1.000	0.001	0.004	1.835
⑥	1.000	0	0	0

\* ビー・エス・コンクリート KK 設計研究部設計課

図-2 構造寸法とケーブル配置図



$$\sum^S \cos^2 \varphi \Delta S \frac{J_c}{J_\xi} = 0.284 \text{ m}$$

$$\therefore \sum^{R+S} \sin^2 \varphi \Delta S \frac{J_c}{J_\eta} + \sum^R \cos^2 \varphi \Delta S \frac{J_c}{J_{\xi D}} \cdot \frac{E}{G} + \sum^S \cos^2 \varphi \Delta S \frac{J_c}{J_\xi} = 12.465 \text{ m}$$

同様な方法により各項は次のように計算される。

$$\sum^{R+S} z \cdot \sin^2 \varphi \Delta S \frac{J_c}{J_\eta} = 0.3873 \text{ m}^2,$$

$$\sum^R z \cdot \cos^2 \varphi \Delta S \frac{J_c}{J_{\xi D}} \cdot \frac{E}{G} = 5.408 \text{ m}^2,$$

$$\sum^S z \cdot \cos^2 \varphi \Delta S \frac{J_c}{J_\xi} = 0.711 \text{ m}^2$$

$$\therefore \sum^{R+S} z \cdot \sin^2 \varphi \Delta S \frac{J_c}{J_\eta} + \sum^R z \cdot \cos^2 \varphi \Delta S \frac{J_c}{J_{\xi D}} \cdot \frac{E}{G} + \sum^S z \cdot \cos^2 \varphi \Delta S \frac{J_c}{J_\xi} = 6.506 \text{ m}^2$$

$$\therefore Z_0 = \frac{\sum^{R+S} z \cdot \sin^2 \varphi \Delta S \frac{J_c}{J_\eta} + \sum^R z \cdot \cos^2 \varphi \Delta S \frac{J_c}{J_{\xi D}} \cdot \frac{E}{G}}{\sum^{R+S} \sin^2 \varphi \Delta S \frac{J_c}{J_\eta} + \sum^R \cos^2 \varphi \Delta S \frac{J_c}{J_{\xi D}} \cdot \frac{E}{G}}$$

$$\frac{\sum^S z \cdot \cos^2 \varphi \Delta S \frac{J_c}{J_\xi} + \sum^S \cos^2 \varphi \Delta S \frac{J_c}{J_\xi}}{\sum^S \cos^2 \varphi \Delta S \frac{J_c}{J_\xi}} = 0.521 \text{ m}$$

一方  $\bar{y}_0$  については同様の数値積分により次のごとく求められる。

$$\sum^{R+S} \cos^2 \varphi \Delta S \frac{J_c}{J_\eta} = 11.430 \text{ m},$$

$$\sum^R \sin^2 \varphi \Delta S \frac{J_c}{J_{\xi D}} \cdot \frac{E}{G} = 0.130 \text{ m},$$

$$\sum^S \sin^2 \varphi \Delta S \frac{J_c}{J_\xi} = 0.019 \text{ m},$$

$$\sum^S \cos^2 \varphi (h - \bar{y}) \Delta S \frac{J_c}{J_\eta} = 6.438 \text{ m}^2$$

$$\sum^S \sin^2 \varphi (h - \bar{y}) \Delta S \frac{J_c}{J_\xi} = 0.055 \text{ m}^2$$

$$\therefore \bar{y}_0 = \frac{\sum^S \cos^2 \varphi (h - \bar{y}) \cdot \Delta S \frac{J_c}{J_\eta} + \sum^S \sin^2 \varphi (h - \bar{y}) \cdot \Delta S \frac{J_c}{J_\xi}}{\sum^{R+S} \cos^2 \varphi \Delta S \frac{J_c}{J_\eta} + \sum^R \sin^2 \varphi \Delta S \frac{J_c}{J_{\xi D}} \cdot \frac{E}{G} + \sum^S \sin^2 \varphi \Delta S \frac{J_c}{J_\xi}}$$

$$\frac{(h-\bar{y}) \cdot \Delta S \frac{J_c}{J_z}}{\sum^S \sin^2 \varphi \Delta S \frac{J_c}{J_z}} = 0.560 \text{ m}$$

3. 不静定二次反力  $X_i$  の計算

(1)  $X_1$  の計算

$X_1$  は (15) 式より数値積分により表式計算を行なえば次の表-3, 4 のようになる。

$$\begin{aligned} \therefore \sum^{R+S} p_t \cdot \bar{y}_p \cdot \cos \varphi \Delta S \frac{J_c}{J_\eta} &= \ominus 2 \times 773.3 \\ &= \ominus 1546.7 \text{ t-m}^2 \end{aligned}$$

表-3

断面	$p_t$ (t)	$\bar{y}_p$ (m)	$p_t \cdot \bar{y}_p \cdot \cos \varphi \Delta S \frac{J_c}{J_\eta}$
I	1530	0	0
II	2320	⊕ 0.450	⊕ 386.8
III	2320	⊕ 0.660	⊕ 288.1
①	1376	⊕ 0.530	⊕ 387.2
②	1204	⊕ 0.200	⊕ 194.5
③	1032	⊖ 0.150	⊖ 206.7
④	860	⊖ 0.320	⊖ 887.6
⑤	860	⊖ 0.290	⊖ 935.6
計			⊖ 773.3 t-m <sup>2</sup>

表-4

断面	$p_t$ (t)	$\eta_p$ (m)	$p_t \cdot \eta_p \cdot \sin \varphi \Delta S \frac{J_c}{J_z}$
I	1530	⊕ 0.200	⊕ 11.92
II	2320	⊖ 0.100	⊖ 4.30
III	2320	⊖ 0.250	⊖ 9.70
計			⊖ 2.10 t-m <sup>2</sup>

$$\therefore \sum^S p_t \cdot \eta_p \cdot \sin \varphi \Delta S \frac{J_c}{J_z} = \ominus 2 \times 2.10 = \ominus 4.20 \text{ t-m}^2$$

一方分母は  $\bar{y}_0$  の分母と同一の値であり  $2(11.43 + 0.13 + 0.019) = 23.158 \text{ m}$

$$\therefore X_1 = \ominus \frac{-1546.7 - 4.20}{23.158} = \oplus 67.0 \text{ t-m}$$

(2)  $X_2$  の計算

(18) 式により  $X_1$  と同様に表式計算をおこなえば次の表-5 のようになる。ただし分母の値は、

$$\begin{aligned} \sum^R \Delta S \frac{J_c}{I_y} + \sum^S \Delta S \frac{J_c \cdot E}{J_{yD} \cdot G} &= 2(0.661 + 1.428) \\ &= 4.178 \text{ m} \end{aligned}$$

表-5

断面	$p_t$ (t)	$\eta_p$ (m)	$p_t \cdot \eta_p \cdot \Delta S \frac{J_c}{J_y}$
①	1376	⊕ 0.195	⊕ 29.2
②	1204	⊕ 0.280	⊕ 41.1
③	1032	⊖ 0.080	⊖ 11.1
④	860	⊖ 0.290	⊖ 36.4
⑤	860	⊖ 0.290	⊖ 37.4
計			⊖ 14.60 t-m <sup>2</sup>

$$\sum^R p_t \cdot \eta_p \cdot \Delta S \frac{J_c}{J_y} = \ominus 2 \times 14.60 = \ominus 29.20 \text{ t-m}^2$$

$$\therefore X_2 = \ominus \frac{-29.20}{4.178} = 7.0 \text{ t-m}$$

(3)  $X_3$  の計算

(21) 式により  $X_3$  は次のようにして求められる。

分母は外力による  $X_3$  の分母と同様の値で  $62.53 \text{ m}^3$  である。一方分子の計算はおのおの次のごとくである。

$$\begin{aligned} \bar{y}_0 \sum^R p_t \cdot \bar{y}_p \cdot \cos \varphi \Delta S \frac{J_c}{J_\eta} &= \ominus 0.56 \times 2 \times 1448.2 \\ &= \ominus 1622.0 \text{ t-m}^3 \end{aligned}$$

(ただし  $X_1$  の式中の分母第1項のはりに関する項のみ総計した)。また、

$$\sum^S p_t \cdot \bar{y}_p (\bar{y}_0 - h + \bar{y}) \cdot \cos \varphi \Delta S \frac{J_c}{J_\eta}$$

は表式計算により表-6 のごとくなる。

表-6

断面	$p_t$	$\bar{y}_p$	$p_t \bar{y}_p (\bar{y}_0 - h + \bar{y}) \cdot \cos \varphi \Delta S \frac{J_c}{J_\eta}$
I	1530	0	0
II	2320	⊕ 0.450	-557.10
III	2320	⊕ 0.660	0

$$\begin{aligned} \therefore \sum^S p_t \cdot \bar{y}_p (\bar{y}_0 - h + \bar{y}) \cdot \cos \varphi \Delta S \frac{J_c}{J_\eta} &= \ominus 2 \times 557.10 = \ominus 1114.20 \text{ t-m}^3 \end{aligned}$$

表-7

断面	$p_t$	$p_\eta$	$p_t \cdot \eta_p (\bar{y}_0 - h + \bar{y}) \cdot \sin \varphi \Delta S \frac{J_c}{J_z}$
I	1530	⊕ 0.200	-47.0
II	2320	⊖ 0.100	+ 6.2
III	2320	⊖ 0.250	0

$$\begin{aligned} \therefore \sum^S p_t \cdot \eta_p (\bar{y}_0 - h + \bar{y}) \cdot \sin \varphi \Delta S \frac{J_c}{J_z} &= \ominus 2 \times 40.8 = \ominus 81.60 \text{ t-m}^3 \end{aligned}$$

また、

$$\sum^R p_t \cdot \eta_p (Z_0 - z) \cdot \Delta S \frac{J_c}{J_y} - \sum^R p_t \cdot \cos \varphi \Delta S \frac{J_c}{A}$$

は次の表-8 のごとく計算される。

表-8

断面	$p_t$	$\eta_p$	$p_t \cdot \eta_p (Z_0 - z) \cdot \Delta S \frac{J_c}{J_y}$	$p_t \cdot \cos \varphi \Delta S \frac{J_c}{A}$
①	1376	⊕ 0.195	⊖ 42.10	322.3
②	1204	⊕ 0.280	⊖ 29.20	366.5
③	1032	⊖ 0.080	⊕ 0.54	361.7
④	860	⊖ 0.290	⊖ 9.90	334.4
⑤	860	⊖ 0.290	⊖ 17.20	355.7
計			⊖ 97.90 t-m <sup>3</sup>	1740.6 t-m <sup>3</sup>

$$\begin{aligned} \therefore \sum^R p_t \cdot \eta_p \cdot (Z_0 - z) \Delta S \frac{J_c}{J_y} - \sum^R p_t \cdot \cos \varphi \Delta S \frac{J_c}{A} &= 2(-97.9 - 1740.6) = \ominus 3677.0 \text{ t-m}^3 \end{aligned}$$

$$\therefore X_3 = \ominus \frac{-1622 - 1114.2 - 81.6 - 3677.0}{62.53}$$

$$= \oplus 103.9 \text{ t}$$

(4)  $X_4, X_5, X_6$  の計算

以下同様の計算方法により (22), (25), (18) 式を用いて表式計算した結果  $X_4, X_5, X_6$  はそれぞれ次のようになる。

$$X_4 = 0,$$

$$X_5 = \ominus \frac{-355.4 - 16.8}{24.93} = \oplus 14.9 \text{ t-m}$$

$$X_6 = \ominus \frac{-1613.7 - 1148.7 + 323.0 - 425.4}{663.65} = 4.3 \text{ t}$$

以上の結果を表示すれば次の表-9 のようになる。

表-9

$X_i$	プレストレスによる 不静定二次反力	自重による不静定反力
$X_1$	$\oplus 67.0 \text{ t-m}$	$\oplus 351.3 \text{ t-m}$
$X_2$	$\oplus 7.0 \text{ t-m}$	0 (はりの軸線が水平の時)
$X_3$	$\oplus 103.9 \text{ t}$	$\ominus 173.0 \text{ t-m}$
$X_4$	0	0 (対称構造の時)
$X_5$	$\oplus 14.9 \text{ t-m}$	0 ( " )
$X_6$	$\oplus 4.3 \text{ t}$	0 ( " )

1. プレストレスによる不静定二次断面力の計算

(1)  $M_y$  の計算

$M_y$  は (30), (31) 式より次式で計算される。

$$M_y = \cos \varphi \cdot X_1 + \bar{y}_0 \cdot \cos \varphi \cdot X_3 - \sin \varphi \cdot X_5 + \bar{y}_0 \cdot \sin \varphi \cdot X_6 \dots\dots\dots (30)$$

$$M_y = \cos \theta \cdot X_1 + (\bar{y}_0 + \bar{y} - h) \cdot \cos \theta \cdot X_3 - \sin \theta \cdot X_5 + (\bar{y}_0 + \bar{y} - h) \cdot \sin \theta \cdot X_6 \dots\dots\dots (31)$$

上式を用いて、それぞれはりおよび柱断面の(㉠)(㉡)(㉢)について計算すれば表-10のごとくなる。

表-10

断面	$x$ (m)	$\cos \varphi$	$\sin \varphi$	$\bar{y}$ (m)	$M_y$ (t-m)
(㉠)	0	1	0	6	$\oplus 125.2$
(㉡)	20	0.970	0.245	6	$\oplus 118.3$
(㉢)	20	0.970	0.245	3	$\ominus 187.2$
(㉣)	20	0.970	0.245	0	$\ominus 492.5$

(2)  $M_{\bar{y}}$  の計算

$M_{\bar{y}}$  は (36), (37) 式より次式で計算される。

$$M_{\bar{y}} = X_2 + (Z_0 - z) \cdot X_3 - x \cdot X_6 \dots\dots\dots (36)$$

断面(㉠)(㉡)(㉢)について  $M_{\bar{y}}$  の計算結果は次の表-11 のようになる。

表-11

断面	$x$ (m)	$z$ (m)	$M_{\bar{y}}$ (t-m)	備 考
(㉠)	0	0	$\oplus 61.1$	曲げモーメント
(㉡)	20	2.5	$\ominus 284.6$	曲げモーメント
(㉢)	20	2.5	$\ominus 284.6$	ねじりモーメント
(㉣)	20	2.5	$\ominus 284.6$	ねじりモーメント

(柱については、ねじりモーメントで一定である)

(3)  $M_z$  の計算

$M_z$  は (33), (34) 式より次式で計算される。

$$M_z = \sin \varphi \cdot X_1 + \bar{y}_0 \cdot \sin \varphi \cdot X_3 + \cos \varphi \cdot X_5 - \bar{y}_0 \cdot \cos \varphi \cdot X_6 \dots\dots\dots (33)$$

$$M_z = \sin \theta \cdot X_1 + (\bar{y}_0 + \bar{y} - h) \cdot \sin \theta \cdot X_3 + \cos \theta \cdot X_5 - (\bar{y}_0 + \bar{y} - h) \cdot \cos \theta \cdot X_6 \dots\dots\dots (34)$$

はりおよび柱断面(㉠)(㉡)(㉢)について  $M_z$  を計算すれば表-12 のようになる。

(4)  $Q_{\bar{y}_0}$  の計算

$Q_{\bar{y}_0}$  は (39) 式により 0 である。

表-12

断面	$\cos \varphi$	$\sin \varphi$	$\bar{y}$ (m)	$M_z$ (t-m)	備 考
(㉠)	1	0	6	$\oplus 12.5$	ねじりモーメント
(㉡)	0.970	0.245	6	$\oplus 42.8$	ねじりモーメント
(㉢)	0.970	0.245	3	$\ominus 20.9$	曲げモーメント
(㉣)	0.970	0.245	0	$\ominus 84.8$	曲げモーメント

$$Q_{\bar{y}_0} = 0 \dots\dots\dots (39)$$

(5)  $Q_y$  の計算

$Q_y$  は (40) 式より次式で計算される。

$$Q_y = \sin \varphi \cdot X_3 + \cos \varphi \cdot X_6 \dots\dots\dots (40)$$

はりおよび柱の各断面での計算結果は表-13 のようになる。

表-13

断面	$\cos \varphi$	$\sin \varphi$	$Q_y$ (t)
(㉠)	1	0	$\oplus 4.3$
(㉡)	0.970	0.245	$\oplus 29.7$
(㉢)	0.970	0.245	$\oplus 29.7$
(㉣)	0.970	0.245	$\oplus 29.7$

(6)  $N_z$  について

$N_z$  は (42) 式より次式で計算される。

$$N_z = \cos \varphi \cdot X_3 + \sin \varphi \cdot X_6 \dots\dots\dots (42)$$

断面(㉠)(㉡)(㉢)について  $N_z$  を計算すれば表-14 のようになる。

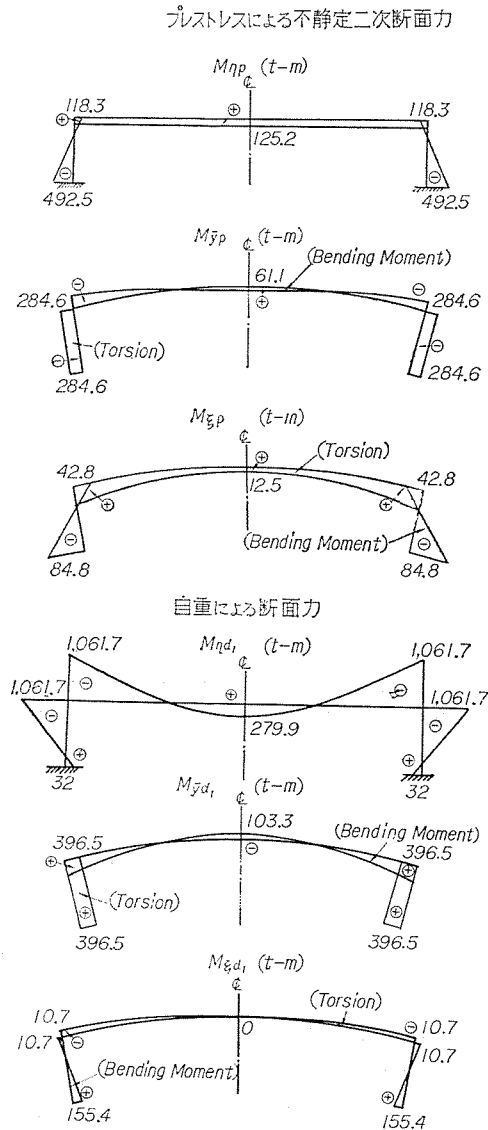
表-14

断面	$\cos \varphi$	$\sin \varphi$	$N_z$ (t)	張 力
(㉠)	1	0	$\oplus 103.9$	引張力
(㉡)	0.970	0.245	$\oplus 101.9$	引張力
(㉢)	0.970	0.245	0	
(㉣)	0.970	0.245	0	

ただし、柱では  $Q_{\bar{y}}$  を軸方向にとり  $N_z$  を水平せん断の方向にとったので軸方向としては 0 であるから記入しなかった (せん断力として 101.9 t が存在する)。

以上のようにしてプレストレスによる不静定二次反力および二次断面力が計算できる。これらの結果を図示すれば図-3 のようになる。ただし  $Q_{\bar{y}}, Q_y, N_z$  の図表は省略した。同時に本橋の場合のはり自重による断面力を参考文献 2) の方法により計算した結果を示せば図-3

図-3 プレストレスによる二次断面力と  
はり自重により断面力図



の下段のようになり、二次断面力との関係がよくわかる。

この図-3からもわかるようにPC曲線固定脚ラーメン橋にあっては、スパン中央の  $M_\eta$  を除き、プレストレスすることによる二次の断面力が外力による断面力に対し、かなり有効に作用するものである。特にはりおよび柱のねじりモーメントは曲線固定脚ラーメン橋では、かなりの値となるが、これに対し逆方向のねじりモーメン

トが二次的に生じることはこの種曲線橋に特にPC構造が適していることが力学的にいえるものと思われる。さらにPC構造が他の構造形式より一般にねじり抵抗が大なることから考えればなおさらのことである。

以上のようにして曲線ばりを有するPC固定脚ラーメン橋のプレストレスによる不静定二次断面力を計算することができる。さらに応力度の計算は軸力と二方向曲げを受ける曲りばりとして求められ、ねじりモーメントによるせん断力も簡単に計算できる。

本計算例では、柱の断面をSolidの構造としたが断面力にはねじり剛性の影響が大きいことと、柱断面もかなりのねじりモーメントを受けるので箱型断面とすることが望ましい。さらに、はりには、床版は座屈を起しやすいので横隔壁は比較的密に配置した方がよいと思われる。柱の基礎は力学上の理由から、曲率中心の内側(副射状)に配置した方がよい。本間の理論解析は単一曲り棒として解析したので、巾員が広い場合に単箱型断面とした場合の横方向の分布と単一曲り棒の考え方の良否については、Schmitz<sup>4)</sup>の論文でもわかるように特にPC橋にあっては十分このような考え方が適用できるとと思われる。

またコンクリートのクリープと乾燥収縮がこれらの不静定二次断面力におよぼす影響等については研究課題として残されるが実際設計では、無視してもよいと思われる。

以上空間図心法によりPC曲線固定脚ラーメン橋のプレストレスによる不静定二次断面力の計算法について述べたが、この種曲線橋の設計に少しでも役立てば幸いである。

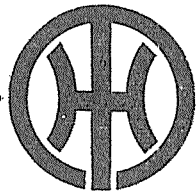
参 考 文 献

- 1) 森元峯夫：「曲線ばりを有するPC固定脚ラーメン橋のプレストレスによる不静定二次断面力の計算法について(I)」PC協会誌 Vol. 4, No. 2, April 1962
- 2) 遠藤・安藤・森元：「曲線固定脚ラーメン橋の解析」未発表
- 3) 小西・小松・大橋：「合成箱桁橋の応力解析と設計々算法」土木学会論文集, 第25号 1955年3月
- 4) Heinrich Schmitz：Konstruktion und Ausführung der Autobahnbrücke über die Ruhr bei Westhofen-Hagen [1], Bauingenieur Heft 10, 1961

1962.4.20・受付

第 4 回 F I P 大 会

5月27日～6月2日にわたりローマおよびナポリで開かれ、猪股俊司氏(Chairman)、岡本 剛、渡辺和夫の三理事が出席された。



# 水道管の革命!!

## 安く強い“プレストレストコンクリート管”

- 特長
1. 設計水圧に応じた合理的な管が製造出来る。
  2. 同じ水圧または口径に対して鉄管類より遥かに安い。
  3. 高圧に堪えて破壊することなく特殊な複元性がある。
  4. 内面が平滑で永久に変化しない為流量が減少しない。

本社 東京都中央区日本橋本石町3-6  
電話 (241) 2111 (代表)

工場 横浜・名古屋

# 帝国ヒューム管株式会社

—N.P.C.K.—

プレストレスト

コンクリート

## 日本鋼弦コンクリート株式会社

本社・営業所 東京都中央区銀座東1の3  
電話 京橋(561)9301(代表直通)0842~3  
多摩工場 東京都府中市河原641  
電話 武蔵府中(0236)2681~2(代表)  
天竜工場 静岡県磐田郡豊田村700  
電話 磐田 1514

