

Block Transfer Matrix 法による横構対傾構のある曲線工げた橋の解析

大阪市立大学 正会員 中井 博
 大阪市立大学 正会員 ○谷 俊寛

1. まえがき

並列曲線工げた橋の横構の挙動は直線桁とは異なり，水平荷重だけではなく主荷重（鉛直荷重）が作用しても部材応力が生じるため，この部材は主要部材であるとされている。また，対傾構は各主桁への荷重分配と並列桁の断面変形を防止する重要な部材である。ところが，横構対傾構を含んだ曲線工げた橋の全体挙動はあまり明確にされていない。そこで，本文ではこの種の構造物の挙動をより忠実に解析するために，Block Transfer Matrix法を用いた構造解析法を提案する。また，並列曲線工げた模型による実験を行ない，本解析法の妥当性を検討したうえ，数値計算により横構対傾構が主桁に及ぼす影響などについて種々考察を行うものである。本文の解析法によらず，小容量の計算機でも短時間に並列曲線工げた橋の解析が行なえる。

2. 解析方法 (Block Transfer Matrix 法)

横構と対傾構(横げた)を有する並列曲線工げた橋の任意のパネル k (1Block)を図-1に示す。実橋の横構の形状を考慮すると，図-2に示す3種類の曲線工げた橋のBlockが考えられる。

a. 格間行列

以下では，TYPE 1の1Blockについて格間行列を求める(図-3参照)。各主桁の状態ベクトルを y_{ij} (バ(i))とすると，並列桁の状態ベクトルは式(2)のように定義できる。

$$y_{ij} = \begin{Bmatrix} W \\ \beta \\ \phi \\ M_w \\ T_s \\ M \\ T \\ Q \end{Bmatrix}_{ij} \quad \dots (1) \quad y_j = \begin{Bmatrix} y_{1j} \\ y_{2j} \end{Bmatrix} \quad \dots (2)$$

Transfer Matrix 法により，格間 k の左端の変位量・断面力を次式のように格間 k の右端まで伝達することができる。式中， $y_{k,0}$ ($y_{k,e}$)は格間 k の左端(右端)の状態ベクトルである。

$$y_{k,e} = y_{k,0} \cdot F_4 \cdot P_L \cdot F_2 \cdot P_S \cdot y_{k,0} = F_4 \cdot P_L \cdot F_2 \cdot P_S \cdot y_{k,0} \quad \dots (3)$$

ここに， F_2 ， F_4 は格間行列である。また， P_S ， P_L は対傾構(横桁)，あるいは横構に対する格点行列であり，式(4)，(5)に示す対傾構(横桁)，横構の剛性マトリックス K_S ， K_L を用いて，主桁の変位の連続条件式と力のつり合い条件式より求められるものである。式(4)，(5)では主桁の変

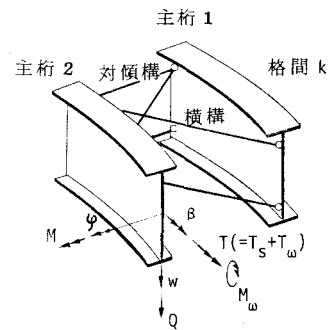


図-1 1 Block

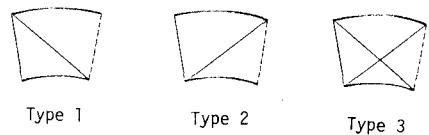


図-2 横構の形状

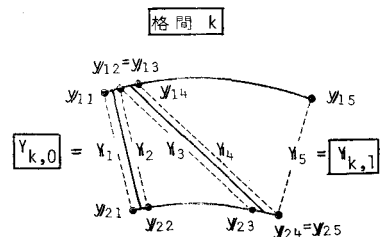


図-3 1 Block の状態ベクトル

位置断面力との関係より剛性マトリックスを表わしてある。左辺の断面力はステップ量として主桁に作用する。

$$\begin{Bmatrix} T_{11}^s \\ Q_{11}^s \\ T_{21}^s \\ Q_{21}^s \end{Bmatrix} = [K_s] \begin{Bmatrix} w_{11} \\ \beta_{11} \\ w_{21} \\ \beta_{21} \end{Bmatrix} \dots (4) \quad \begin{Bmatrix} M_{13}^s \\ T_{13}^s \\ M_{23}^s \\ T_{23}^s \end{Bmatrix} = [K_L] \begin{Bmatrix} \beta_{13} \\ \varphi_{13} \\ \beta_{23} \\ \varphi_{23} \end{Bmatrix} \dots (5)$$

図-3に示す格間kの格間行列を $\tilde{F}_k$ とすると、式(3)より次式が得られる。

$$Y_{R,k} = \tilde{F}_k \cdot Y_{R,0} \dots (6) \quad \tilde{F}_k = F_4 \cdot P_L \cdot F_2 \cdot P_s \dots (7)$$

b. 計算手順

計算手順を図-4のフローチャートに示す。

3. 実験概要と実験結果

実験桁の形状と断面寸法を図-5に示す。横構はT形断面(断面積; 4.74 cm^2)のもつを用いた。図中○印の4点に鉛直荷重を載荷した。実験の状況を写真-1

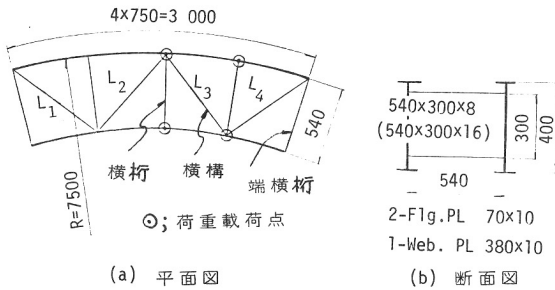


図-5 実験桁の形状

真-1に示す。写真からもわかるようにフルムと組みとアノ線をとり付けて鉛直変位とフランジ水平変位を測定した。

表-1は、集中荷重1つ当りの横構応力について実験値と理論値を比較したものである。また、表-2は内桁中央に集中荷重1つを載荷したときの内桁のたわみとねじり角を示したものである。これらの結果を観察すると、実験値と理論値がよく一致しており、並列曲線工げた橋を本文の方法により解析するのは妥当なことと思われる。

4. あとがき

他の実験結果、あるいは、横構対傾構が主桁に及ぼす影響については種々な数値解析結果より発表当日報告する。

参考文献 1) 中井, 事口, 谷, 土木学会論文報告集, No. 255, 1976. 11. 2) 遠田良喜, 土木学会論文報告集, No. 181, 1970. 9.

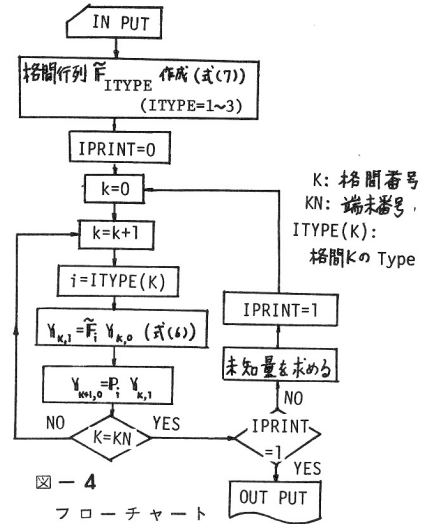


図-4 フローチャート



写真-1 実験の状況

載荷点	部材	実験値	理論値	実/理
内桁 1/2点	L ₁	13.7	16.8	0.82
	L ₂	-27.3	-31.5	0.87
内桁 1/4点	L ₁	6.6	14.0	0.47
	L ₂	-8.8	-15.0	0.59
	L ₃	-24.4	-22.2	1.10
	L ₄	13.2	9.7	1.36

表-1 横構の応力 (kg/cm^2)

変位	着点	実験値	理論値	実/理
たわみ ($\times 10^{-3} \text{ mm}$)	L/2	10.9	12.9	0.84
	L/4	9.8	8.9	1.10
ねじり角 ($\times 10^{-3} \text{ rad}$)	L/2	43.8	89.6	0.49
	L/4	56.6	58.4	0.97

表-2 たわみ・ねじり角