

斜支持曲線げた橋の静的解析

大阪市立大学 学生員 ○中西正昭

正員 中井 博

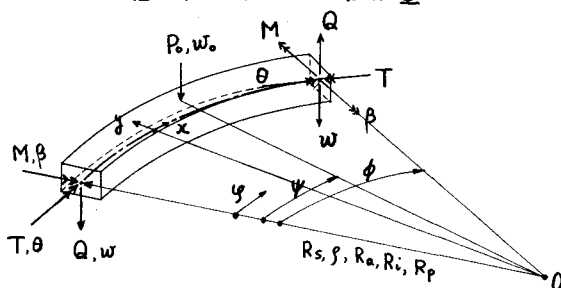
1. まえがき

斜支持曲線げた橋の静的構造解析に関する研究は少く、斜支持曲線格子げた橋¹⁾や斜曲線箱げた橋²⁾に関する報告が若干あるにすぎない。本研究は斜支持曲線箱げた橋を対象とし、斜支座部近傍の応力分布や変形状態を明らかにするため、Reduction法を有限要素法的に利用して、解析を試みたので報告する。

図-1 断面力と変形量

2. 解析方法

図-1 は中空箱形断面の斜支持曲線げた要素を示すが、このような断面では曲げねじりの影響は小さいので St. Venant のねじりモーメントのみを考慮して解析する。



(1) Field Matrix

図-1 のように断面力および変形量を定義し、Field Matrix を求めれば表-1 の結果を得る。

表-1 Field Matrix

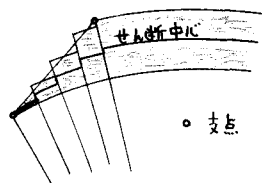
	$\Theta_k^*(0)$	$W_k^*(0)$	$\beta_k^*(0)$	$M_k^*(0)$	$Q_k^*(0)$	$T_k^*(0)$	1
$\Theta_{k+1}^*(\phi)$	$\cos \phi$	0	$\pm \sin \phi$	$\mp \frac{1+\alpha}{2\alpha} g \frac{R_s}{R_c} \phi \sin \phi$	$\mp \frac{1+\alpha}{2\alpha} g \left(\frac{R_s}{R_c}\right)^2 (\sin \phi - \phi \cos \phi)$	$\frac{g}{2\alpha} \frac{R_s}{R_c} \{(1-\alpha) \sin \phi - (1+\alpha) \phi \cos \phi\}$	0
$W_{k+1}^*(\phi)$	$\pm \frac{R_s}{R_c} (1 - \cos \phi)$	1	$-\frac{R_s}{R_c} \sin \phi$	$\frac{g}{2\alpha} \left(\frac{R_s}{R_c}\right)^2 \{(1+\alpha) \phi \sin \phi + 2 \cos \phi - 2\}$	$\frac{g}{2\alpha} \left(\frac{R_s}{R_c}\right)^2 \{(3+\alpha) \sin \phi - (1+\alpha) \phi \cos \phi - 2\}$	$\pm \frac{1+\alpha}{2\alpha} g \left(\frac{R_s}{R_c}\right) (\phi \cos \phi - \sin \phi)$	0
$\beta_{k+1}^*(\phi)$	$\mp \sin \phi$	0	$\cos \phi$	$\frac{g}{2\alpha} \frac{R_s}{R_c} \{(1-\alpha) \sin \phi - (1+\alpha) \phi \cos \phi\}$	$-\frac{g}{2\alpha} \left(\frac{R_s}{R_c}\right)^2 \{(1+\alpha) \phi \sin \phi + 2 \cos \phi - 2\}$	$\pm \frac{1+\alpha}{2\alpha} g \left(\frac{R_s}{R_c}\right) \phi \sin \phi$	0
$M_{k+1}^*(\phi)$	0	0	0	$\cos \phi$	$-\frac{R_s}{R_c} \sin \phi$	$\mp \sin \phi$	0
$Q_{k+1}^*(\phi)$	0	0	0	0	1	0	0
$T_{k+1}^*(\phi)$	0	0	0	$\pm \sin \phi$	$\pm \frac{R_s}{R_c} (1 - \cos \phi)$	$\cos \phi$	0
1	0	0	0	0	0	0	1

ただし、 $\Theta = P_c R_c^2 / (E_c I_c) \cdot \theta^*$, $W = P_c R_c^3 / (E_c I_c) \cdot w^*$, $\beta = R_c R_c^2 / (E_c I_c) \cdot \beta^*$, $M = P_c R_c H_c \cdot m^*$, $Q = P_c Q^*$, $T = P_c R_c T^*$,
 $\alpha = G J_h / E I_h$, $g = E_c I_c / E I_h$. また、荷重項は省略してある。

(2) Point Matrix

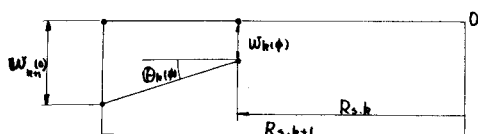
図-2 に示すようにけた端部を有限の要素に分割し、各要素のせん断中心軸上で変形量の連続条件や、断面力のつり合いを考へる。

図-2



① 変断面部の境界条件：断面kとk+1に図-3に示すよ

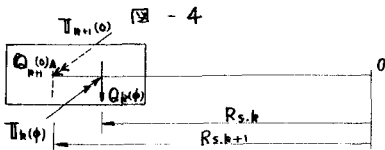
図-3



うにせん断中心

の偏倚を考へなければならぬ。したがって、

$$W_{k+1}(0) = W_k(\phi) - \Theta_k(\phi)(R_{s,k+1} - R_{s,k}) \dots (1)$$



断面力に關しては、図-4より

$$T_{k+1}(0) = T_k(\phi) + Q_k(\phi) \cdot (R_{s,k+1} - R_{s,k}) \quad \dots (2)$$

⑥ 支みが存在する断面における境界条件

$$Q_{k+1}(0) = Q_k(\phi) + R_i \quad \dots (3)$$

$$T_{k+1}(0) = T_k(\phi) + R_i (R_{s,k+1} - R_{s,i}) \quad \dots (4)$$

$$W_{k+1}(0) = W_k(\phi) + Q_k(R_{s,k} - R_{s,i}) \quad \dots (5)$$

以上の式より容易に Point Matrixを誘導することができる。

3. 数値計算例

(1) 単純斜支持曲線げた橋：大阪市で建設された長柄バイパス橋(図-9)をモデルにして、解析したものを図-5~8に示す。
(曲率半径: 40m, スパン: 40m, けた幅: 4.5m)
($EI = 3.17 \times 10^6 \text{ t} \cdot \text{m}^2$, $EI/GJ = 1.5$, δ (斜角) = 45°)
等分布荷重: 0.4 t/m^2

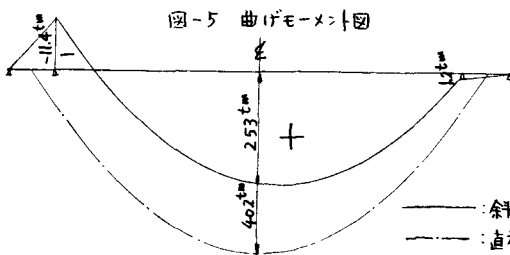


図-5 曲げモーメント図

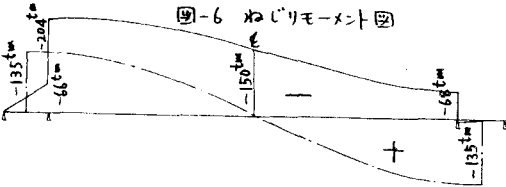


図-6 ねじりモーメント図

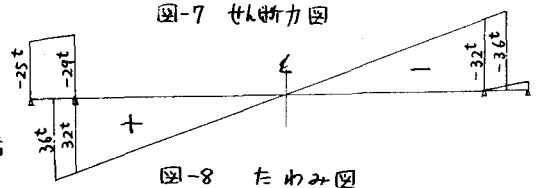


図-7 せん断力図

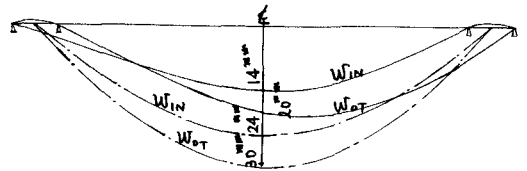


図-8 たわみ図

(2) 長柄バイパス模型実験結果との比較：図-9に示す3径向連続曲線げた橋模型

表 - 2

たわみ (cm/t)	荷重位置 25 IN					
	内側腹板直下 IN			外側腹板直下 OUT		
	k=35	k=25	k=15	k=35	k=25	k=15
小松理論	-0.0733	0.1849	-0.0755	-0.1062	0.1727	-0.0880
本文の方法	-0.0709	0.1830	-0.0730	-0.1018	0.1688	-0.0868
実験値	-0.0549	0.1813	-0.0533	-0.0796	0.1609	-0.0662

に關して行なわれた実験結果と本文の方法により求めた結果を表-2に示す。

荷重位置 25 IN								
支反力 (kg/t)	R ₁	R ₂	R ₃	R ₄	R ₅	R ₆	R ₇	R ₈
小松理論	30	-103	634	-10	305	182	144	-181
本文の方法	33	-106	623	0	298	190	142	-180
実験値	52	-109	550	36	309	213	120	-172

荷重位置 25 IN				
曲げモーメント (kg/t)	k=11	k=16	k=22	k=28
小松理論	-12495	36133	-5586	-10263
本文の方法	-13011	36234	-5548	-10187
実験値	-16187	30594	-6495	-7646

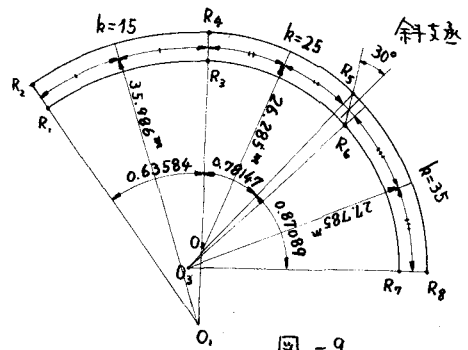


図-9

- 1) 小松・大山：土木学会論文集 134号
- 2) 長柄バイパス曲線橋模型の実験的研究