

建設省近畿地方建設局 正員 沢井広之
 東京大学大学院 学生員 堀川浩南
 (株)橋梁設計事務所 環 高尾秀二

著者らはスパン 200 m の 2-ヒンジソリッドリブアーチの概算設計を行ったが、その内から系の変化による二次的な応力の問題をとりまとめた報告しあわせて実用式の提案を行う。設計に用いた基本数値は図-1 の通りである。

アーチリブの活荷重による任意点の鉛直変位を v 、水平変位を u とすれば

$$\begin{aligned} \frac{d^2}{dx^2} \left(EJ \frac{d^2 v}{dx^2} \right) + (H_d + H) \left(1 - \tan \psi \frac{d\psi}{dx} \right) \frac{d^2 v}{dx^2} + \left\{ (q+p) \frac{d\psi}{dx} - (H_d + H) \tan \psi \frac{d^2 \psi}{dx^2} \right\} \frac{dv}{dx} \\ = p - H \left\{ \frac{d^2 v}{dx^2} + (q+p) K(x) - (H_d + H) \tan \psi \frac{d}{dx} K(x) \right\} \end{aligned} \quad (1)$$

$$u = -H \int_0^x K(x) dx + \int_0^x v \frac{d^2 \psi}{dx^2} dx - v \frac{d\psi}{dx} \Big|_0^x \quad (2)$$

が成立つ。ここに H_d, H はそれぞれ死荷重 (q) および活荷重 (p) による水平反力であり、 $K(x)$ は

$$K(x) = \sec \psi \cdot \sec^2 \varphi / EJ \quad (\varphi \text{ および } \psi \text{ はアーチ軸線の変形前と変形後の接線角})$$

$$\tan \psi = \tan \varphi - (1 - \tan \varphi) \frac{dv}{dx} - H \cdot K(x) \quad (3)$$

式(3)の右辺第3項は高々 0.01% であるから省略する。式(2)において $x=l$ とすれば $u(l)=0$ であるから

$$-H \int_0^l K(x) dx + \int_0^l v \frac{d^2 \psi}{dx^2} dx = 0 \quad (2)'$$

となり (1)(2)(3) より v, u, H, ψ を計算する2つができる。計算の順序はまず (1) 式を差分方程式に変え、 $EJ = \text{const}$, $H_d + H = \text{const}$, $\varphi = \psi$, とし更に水平変位を無視して v を求めこの値を u の第一近似値として逐次近似法により求める。式(1)は

$$\begin{aligned} a_{i-1} \cdot v_{i-2} + \left\{ -2(a_{i-1} + a_i) + c_i - d_i \right\} v_{i-1} + (a_{i-1} + 4a_i + a_{i+1} - 2c_i) v_i \\ + \left\{ -2(a_i + a_{i+1}) + c_i + d_i \right\} v_{i+1} + a_{i+1} \cdot v_{i+2} = f_{pi} - H f_{hi} \end{aligned} \quad (1)'$$

ただし

$$a_i = EJ / \Delta x^4$$

$$c_i = (H_d + H) (1 + \tan \varphi_i \tan \psi_i) / \Delta x^2$$

$$d_i = - \left\{ (q+p) \tan \varphi_i + (H_d + H) \frac{8f}{l^2} \tan \psi_i \right\} / 2\Delta x$$

$$f_{pi} = p_i$$

$$\Delta x = l/n$$

$$f_{hi} = \frac{8f}{l^2} + (q+p) K_i - (H_d + H) \tan \psi_i \frac{K_{i+1} - K_{i-1}}{2\Delta x}$$

数値計算 死荷重

$q = 12.66 \text{ t/m}$ 活荷重

$p = 3.862 \text{ t/m}$, $Hd =$

1889.5^+ とし、 N 回

目の解 V_N が

$$|V_N - V_{N-1}| / V_N < 0.001$$

を満足するまで計算を繰返した。

そのときの各梁の最大曲げモーメントは表-1の通りであり正

の最大曲げモーメントを与える

りの載荷重、曲げモーメント図、

およびたわみ曲線は図-2のよ

うである。また最大曲げモーメント曲線は弾性理論による

値と比較して図-3に示す。

次に(1)式の各係数を数値的に調べておくと、 K_i , d_i は

微小量として省略できるが u の計算には K_i を考えなければならぬ。また $\tan \varphi$ と $\tan \psi$ は図-2の載荷状態に対し表-3のようであるが、今 $\tan \varphi = \tan \psi$ が成立つとして式(1)を次のように書く。

次に(1)式の各係数を数値的に調べておくと、 K_i , d_i は

微小量として省略できるが u の計算には K_i を考えなければならぬ。また $\tan \varphi$ と $\tan \psi$ は図-2の載荷状態に対し表-3のようであるが、今 $\tan \varphi = \tan \psi$ が成立つとして式(1)を次のように書く。

次に(1)式の各係数を数値的に調べておくと、 K_i , d_i は

微小量として省略できるが u の計算には K_i を考えなければならぬ。また $\tan \varphi$ と $\tan \psi$ は図-2の載荷状態に対し表-3のようであるが、今 $\tan \varphi = \tan \psi$ が成立つとして式(1)を次のように書く。

次に(1)式の各係数を数値的に調べておくと、 K_i , d_i は

微小量として省略できるが u の計算には K_i を考えなければならぬ。また $\tan \varphi$ と $\tan \psi$ は図-2の載荷状態に対し表-3のようであるが、今 $\tan \varphi = \tan \psi$ が成立つとして式(1)を次のように書く。

次に(1)式の各係数を数値的に調べておくと、 K_i , d_i は

微小量として省略できるが u の計算には K_i を考えなければならぬ。また $\tan \varphi$ と $\tan \psi$ は図-2の載荷状態に対し表-3のようであるが、今 $\tan \varphi = \tan \psi$ が成立つとして式(1)を次のように書く。

次に(1)式の各係数を数値的に調べておくと、 K_i , d_i は

微小量として省略できるが u の計算には K_i を考えなければならぬ。また $\tan \varphi$ と $\tan \psi$ は図-2の載荷状態に対し表-3のようであるが、今 $\tan \varphi = \tan \psi$ が成立つとして式(1)を次のように書く。

次に(1)式の各係数を数値的に調べておくと、 K_i , d_i は

微小量として省略できるが u の計算には K_i を考えなければならぬ。また $\tan \varphi$ と $\tan \psi$ は図-2の載荷状態に対し表-3のようであるが、今 $\tan \varphi = \tan \psi$ が成立つとして式(1)を次のように書く。

次に(1)式の各係数を数値的に調べておくと、 K_i , d_i は

微小量として省略できるが u の計算には K_i を考えなければならぬ。また $\tan \varphi$ と $\tan \psi$ は図-2の載荷状態に対し表-3のようであるが、今 $\tan \varphi = \tan \psi$ が成立つとして式(1)を次のように書く。

次に(1)式の各係数を数値的に調べておくと、 K_i , d_i は

微小量として省略できるが u の計算には K_i を考えなければならぬ。また $\tan \varphi$ と $\tan \psi$ は図-2の載荷状態に対し表-3のようであるが、今 $\tan \varphi = \tan \psi$ が成立つとして式(1)を次のように書く。

次に(1)式の各係数を数値的に調べておくと、 K_i , d_i は

微小量として省略できるが u の計算には K_i を考えなければならぬ。また $\tan \varphi$ と $\tan \psi$ は図-2の載荷状態に対し表-3のようであるが、今 $\tan \varphi = \tan \psi$ が成立つとして式(1)を次のように書く。

次に(1)式の各係数を数値的に調べておくと、 K_i , d_i は

微小量として省略できるが u の計算には K_i を考えなければならぬ。また $\tan \varphi$ と $\tan \psi$ は図-2の載荷状態に対し表-3のようであるが、今 $\tan \varphi = \tan \psi$ が成立つとして式(1)を次のように書く。

次に(1)式の各係数を数値的に調べておくと、 K_i , d_i は

微小量として省略できるが u の計算には K_i を考えなければならぬ。また $\tan \varphi$ と $\tan \psi$ は図-2の載荷状態に対し表-3のようであるが、今 $\tan \varphi = \tan \psi$ が成立つとして式(1)を次のように書く。

次に(1)式の各係数を数値的に調べておくと、 K_i , d_i は

微小量として省略できるが u の計算には K_i を考えなければならぬ。また $\tan \varphi$ と $\tan \psi$ は図-2の載荷状態に対し表-3のようであるが、今 $\tan \varphi = \tan \psi$ が成立つとして式(1)を次のように書く。

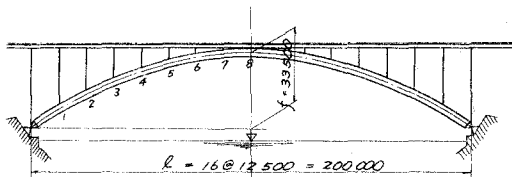
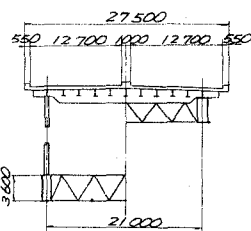


図 - 1



	$\tan \psi$	$\tan \varphi$
0	0.666	0.670
1/4	0.335	0.335
1/2	0.012	0
3/4	-0.335	-0.335
1	-0.689	-0.670

表 - 3

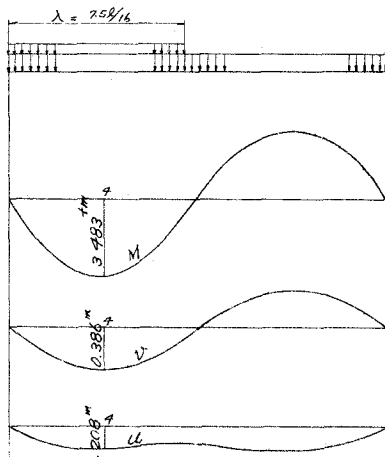


図 - 2

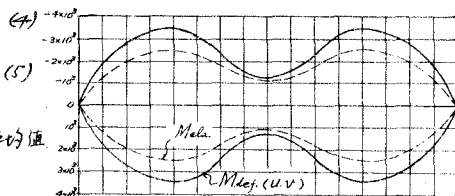


図 - 3

$\bar{J} = 0.4382 \text{ m}^4$, $C(Hd+H) = 2470^+$ (活荷重半載), $C =$

$\sec^2 \bar{\varphi} = 1.151$ とし式(4)(5)から影響線と求め $1/4$ 梁の

曲げモーメントを計算しておくと表-2のようであり、表

-1に示す近似値による解とも一致している。従って

実用上は(4)(5)は十分な精度をもつものと考ええる。

なお、この計算に当っては山一計算センター田川氏の幸

を蒙りおたしたことを附記する。

参考文献

Schindler, A.: Einzelheiten der Berechnung einer

vollwandigen Bogenbrücke von 330 m Spannweite

nach der Theorie II. Ordnung, Stahlbautagung,

Dresden, 1959.

	M	H
弾性理論	+ 2 575 tm	231.5 ^t
	- 2 524	343.1
撓度理論	+ 3 289	230.5
	- 3 188	342.5
Vのみ着目場合	+ 3 483	231.8
	- 3 498	344.5

表 - 1

	M	H
近似解	+ 3 475 tm	231.2 ^t
式(4),(5)	- 3 397	343.5

表 - 2