

信州大学工学部 正員 吉田 俊 弥
 住友重機械 正員 中西 三 郎
 信州大学工学部 学生員 和田 三 夫

1. まえがき

本文は直線部材よりなる格子の解法としてすぐれたたわみ角法を曲線格子に適用することを目的として、まず基本式を誘導し、それによりS字曲線格子の数値解析を行ない、さらにその実用的精度を知るために鋼製模型による実験を行なったのでその概要を報告する。

2. 基本式および計算概要

図-1の円弧部材 a と b の a 端の曲げモーメント M_{ab} 、ねじりモーメント T_{ab} 、せん断力 V_{ab} は、部材 a と b のたわみ角 θ 、ねじれ角 β 、変位 δ を用いてつぎのように表示できる¹⁾。

$$\begin{bmatrix} M_{ab} \\ T_{ab} \\ V_{ab} \end{bmatrix} = \frac{EI}{rD} \begin{bmatrix} A & B & C & D & E \\ C & -D & H & I & M \\ E & E & M & -M & P \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \delta_a \\ \theta_a \\ \beta_a \\ \beta_b \\ \frac{\delta_a - \delta_b}{r} \end{bmatrix} \quad (1)$$

ここに $A, B, C \dots$ 等は円弧部材の中心角 λ (EI/GJ) によって定まる定数である。また b 端の曲げモーメント M_{ba} 、ねじりモーメント T_{ba} 、せん断力 V_{ba} も式(1)と同様の形で示される¹⁾。

また任意点 m におけるたわみは、

$$f(\rho) = \delta_a + (\delta_b - \delta_a) \times \frac{\rho}{2\alpha} + M_{ab} f_{am}(\rho) + M_{ba} f_{bm}(\rho) + T_{ab} f_{ar}(\rho) \quad (2)$$

となり、ここに $f_{am}(\rho), f_{bm}(\rho), f_{ar}(\rho)$ はおのおのの基本構(b 端ねじり拘束あり)に $M_{ab}=1, M_{ba}=1, T_{ab}=1$ を作用させた場合の各たわみを表わす。

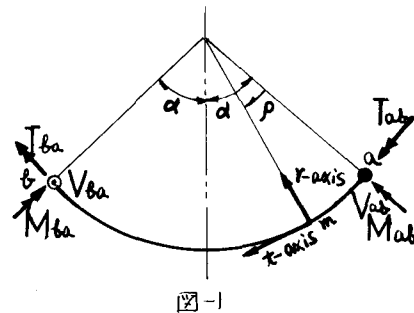


図-1

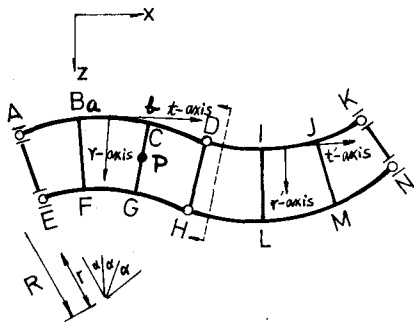


図-2

図-2に示すようなS字曲線格子を解析する場合は、主げた曲線部材に対しては式(1)で表わしたように各部材の端モーメント、端せん力が表わされ、横げた(直線部材)に対しては従来のたわみ角式を用いる²⁾。また破線の左右では座標方向が異なるので座標変換を必要があり、各格点での節点方程式を立てる場合は全体座標系($x-z$ 軸)に統一するのが便利である。図-2に示すS字曲線格子の場合では $\beta_A = \beta_E = \beta_K = \beta_N = 0$ (支点 A, E, K, N はねじり拘束を有す)を考慮して未知数は $\theta_A, \theta_B, \theta_C, \theta_D, \theta_E, \theta_F, \theta_G, \theta_H, \theta_I, \theta_J, \theta_K, \theta_L, \theta_M, \theta_N, \beta_B, \beta_C, \beta_D, \beta_F, \beta_G, \beta_H, \beta_I, \beta_J, \beta_L, \beta_M, \delta_B, \delta_C, \delta_F, \delta_G, \delta_I, \delta_J, \delta_L, \delta_M$ の32個であり、これに対して Y 軸、 Z 軸まわりの節点方程式が各14個、10個であり、格子面に垂直なせん断力方程式8個の計32個で未知数が決定される。図-2は後述の実験に用いた鋼製模型の骨格図でもあり、 $R=300\text{cm}$ 、 $r=260\text{cm}$ 、 $\alpha=10^\circ$ (0.1745ラジアン)である。この部材柱状は表-1のようである。

表-1 部材性状

性状 部材	断面2次モーメント(cm ⁴)	ねじり抵抗係数(cm ⁴)	部材寸法(mm)
上げ材	$I_1 = 1210.0$	$J_1 = 3.73$	175×90×5×8
横け材	$I_2 = 163.0$	$J_2 = 0.91$	100×50×4×6

3. 実験概要

模型は鋼製2径筒連続S字曲線格子で、両端支点はねじりに対しては拘束、曲げに対しては単純支持となるようにかまぼこ形状のものをフランジの上下面に溶接し(写真-1)、かつ負反力をおさえるために作った装置で、フランジの上下面を拘束している。中央支点は単純支持となるように半球形状の鋼材をフランジ下面に溶接した(写真-2)。載荷装置としては、5tonのひずみリングを付した手押しジャッキを用い、荷重は最高1.5tonまで増加させ、各過程における応力と変位を測定した。ひずみはプレーラのホリエステルゲージを各

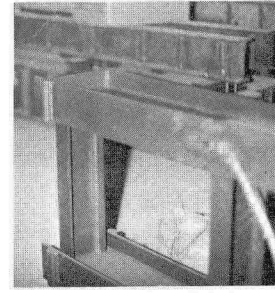


写真-1 (両端支点)

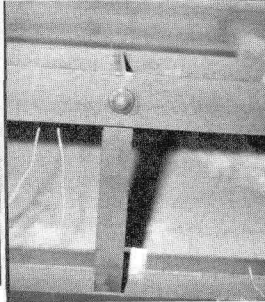
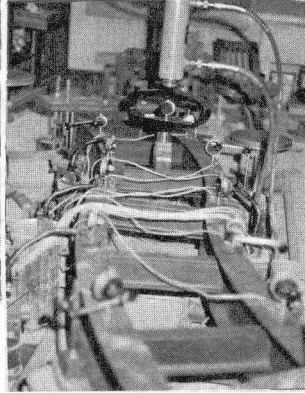


写真-2 (中央支点)



右 写真-3 (S字曲線格子実験状況)

ポイントのフランジ中央部に上下面1枚ずつ貼り、静ひずみ測定装置で測定した。たわみは、ダイヤルゲージを各パネルポイントにセットして測定し、その値は基本式の δ の数値として用いた。

4. 実験値と理論値の比較

特に応力の大きいと思われる点B, C, F, Gにおける応力の実験値と理論値を比較したものが、図-3 (a), (b), (c), (d)である。(理論値-実験値)/(実験値)の値が1.5tonの場合で0.16~0.09

で理論値と実験値との間に多少の相違がみられるが、これはこの模型が実際に橋梁に用いられる部材をそのまま溶接して作られたものであり、1本のけたについて各断面毎の断面係数の値にもバラツキがあることと反りの影響を無視したことなどによるものと考えられる。

5. あとがき

本文は円弧部材からなる曲線格子の一つとしてS字曲線について理論的、実験的解析を試みたものであるが、実験において必然的に生ずると思われる支点沈下もたわみ角法で解析する場合は簡単に取り扱える便利さがある。各断面のI, Wの測定と支点を工夫することにより、さらにより精度の実験値が期待できると思われる。また今後本文では無視した反りの影響を考慮した、たわみ角基本式を誘導するつもりである。

参考文献: 1)吉田中西: 曲線格子について, 第26回土木学会年次学術講演会概要集, 昭和44年, P575~576, 2)村上吉田: たわみ角法による格子の解法, コロナ社

