

北海道大学工学部

正員 ○ 渡辺 昇

北海道開発局土木試験所

正員 大島 久

北海道大学工学部

正員 椋農 知徳

要旨 曲げねじりを考慮した三径間連続曲線格子桁の厳密な解と曲線格子桁理論により導き、その理論の妥当性を検討するために室内用模型実験桁により静力学的実験を行い比較した。更に実在曲線橋について曲げねじり理論による近似計算法の結果とも比較し、考察したものである。

理論の概要 図-1のような三径間連続曲線格子桁において、各横桁の midpoint を切断し、各主桁を互いに他から切離して三径間連続曲線桁を基本系に選ぶ。然して横桁の切断面に存在する曲げモーメントとせん断力も不静定量に選ぶ、この不静定量も求めて後、重ね合わせの法則により任意の点における断面力および変形量を計算する。従って基本系に選んだ三径間連続曲線桁はあらかじめ厳密に解析しておかなければならない。

まず不静定量影響面 X_{Ri} を求める基本式は

$$AX + PD + T\Theta = 0 \quad (1)$$

ここで

$$A = \begin{bmatrix} A_1 & B_{1j} \\ & \ddots \\ B_{ji} & A_n \end{bmatrix}, \quad A_k = \begin{bmatrix} d_{11} & \cdots & d_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ d_{n1} & \cdots & d_{nn} \end{bmatrix}$$

A_k = 点 k の横桁についてそれ自身の弾性方程式の係数マトリックス (図-2 参照)

$B_{ij} = B_{ji}$ = 異なる点の横桁について相互の弾性方程式の係数マトリックス

$$X = \begin{bmatrix} X_1 \\ \vdots \\ X_n \end{bmatrix}, \quad D = \begin{bmatrix} d_{10} \\ \vdots \\ d_{n0} \end{bmatrix}, \quad \Theta = \begin{bmatrix} \theta_{10} \\ \vdots \\ \theta_{n0} \end{bmatrix}, \quad P = \text{単位集中荷重}, \quad T = \text{単位集中トルク}$$

d_{k0}, θ_{k0} = 基本系における状態 $X_k = 1$ による垂直変位およびねじり角変位である。

次に断面力および変形量の影響面 S_{ij} を求める基本式は、

$$S_{ij} = S_{ij}^0 + \sum_{k=1}^{4n} S_{kij} \cdot X_{kj} \quad (2)$$

ここで

S_{ij}^0 = 基本系において外力 $P=1$ 又は $T=1$ が点 j に作用した時の点 i の断面力および変形量の影響線である。 X_{kj} = 式(1)により得られる不静定量影響面である。

S_{kij} = 基本系において状態 $X_k = 1$ による点 i の断面力および変形量である。

実験の概要 室内実験用模型桁の設計に当って次のような条件を考慮した。

- 1) 曲げねじり応力の影響を十分把握するために開き断面を用い I 形並列曲線主桁とした。
- 2) 横桁の高さは格子作用を十分にすかために主桁高と同じにして二次的部材は省略した。
- 3) 溶接による残留変形をなくするため板厚を薄くしてハンダ付けにより連結した。
- 4) 載荷装置の能力を考慮して極力小寸法にした。

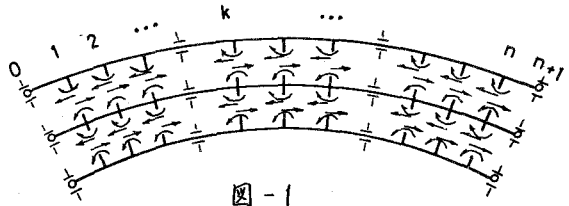


図-1

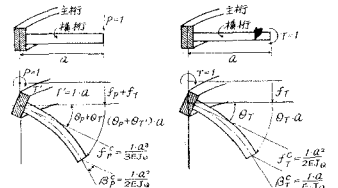


図-2a. 不静定力 $P=1$ がかった場合の変形
図-2b. 不静定力 $T=1$ がかった場合の変形

5) 支承条件の適否が実験値を大きく左右するので理論の条件に一致するように努めた。

模型桁の一般形状寸法は図-3に示すとおりである。実験は単純曲線桁、単純曲線格子桁および連続曲線格子桁に関して断面内の応力分布状態および撓み、ねじり角の変形状態と抵抗線歪ゲージおよびダイアルゲージで測定した。

理論値と実験値の比較 曲線格子桁理論による理論値と実験値との結果の一例を示すと図-4, 5, 6となる。

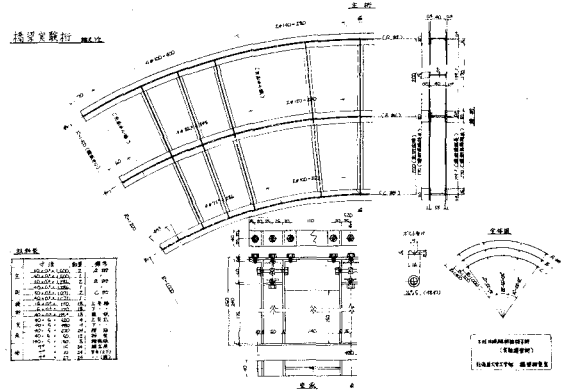
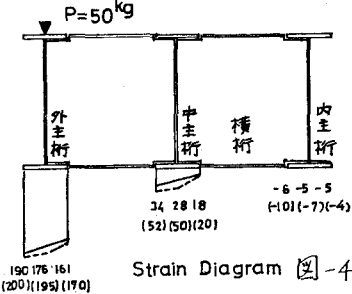
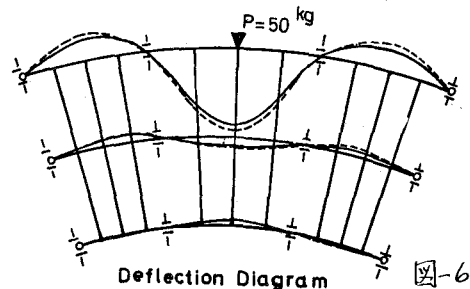
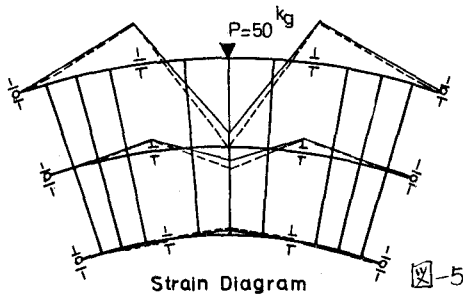
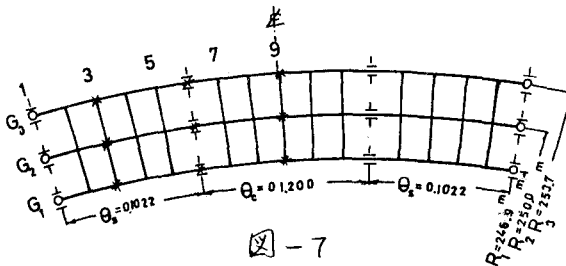


図-3



近似計算法との比較 図-7の実在曲線橋天狗橋(三径間連続曲線格子桁)について橋全体を一本の曲線桁として断面力および変形量を求め、それを各主桁に分配する近似計算法との結果と比較すれば表-1のとおりである。表中の値は死活荷重を載荷した結果の*印の点の値である。

表-1



	主桁 G ₁		主桁 G ₂		主桁 G ₃	
	近似解	厳密解	近似解	厳密解	近似解	厳密解
側径間						
点3 M	231	266	259	266	297	326
M _w	0.03	2.26	0.03	2.17	0.05	2.57
中間径間						
点6 M	-283	-320	-317	-311	-363	-362
M _w	-0.02	-2.32	-0.03	-2.20	-0.03	-2.38
終径間						
点9 M	221	241	248	234	284	283
M _w	0.08	2.03	0.10	1.52	0.12	2.11

M=曲げモーメント (t-m) M_w=曲げねじりモーメント (t-m)

結論 実験の結果理論値と全く一致しているが、支承条件の製作配置の影響大なることを改めて知った。

この厳密解と近似解とを比較すれば内桁において危険側になることおよび曲げねじりに関して大差があること等に十分注意せねばならない。しかしその他については近似式も十分実用的であらうと思われた。当然のことながら横桁剛性を小さくすれば近似式の誤差は大となる。従って近似式を用いて一次計算をし厳密解を換算するのが良策であらう。

文献 曲線並列橋の実用計算式 小松 土木学会論文集第3号, 並列主桁曲線橋の解析 深沢 土木技研 昭和39年12月