

北海道大学工学部 ○正員 稼農 知徳,

北海道大学大学院 学生員 佐伯 昇

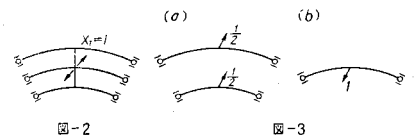
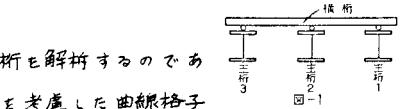
1. 序論

先の曲線格子桁の荷重分配性状について¹⁾は主桁と横桁の連結条件が格点において、ヒンジ結合した場合について中心角 α 、半径 r 、主桁間隔 a の格子形状および断面二次モーメント J_x 、 J_y 、ねじり抵抗 J_t 、曲げねじり抵抗 J_{ϕ} などの断面常数による荷重分配率の傾向と調へ経済的設計のための資料を求めたものである。しかし実在橋梁の曲線格子桁においては主桁と横桁とを剛に連結した構造に設計するものが多くみられる。従ってこの場合にはその構造に応じた厳密な解析をしなければならず、荷重分配についてもヒンジ連結とは異った性状になるのではないかと思われる。そこで曲線格子桁の主桁と横桁の連結条件によってどの様に荷重分配性状が変わるかを考察したものである。

2. 理論の概要

曲げねじりも考慮した曲線桁¹⁾を基本系にして曲線格子桁を解析するのであるが、ここでは便宜上、主桁3本、横桁1本の曲げねじりを考慮した曲線格子桁の解析方法について述べる。

(1) ヒンジ連結の場合 図-1に示すように主桁と横桁との連結がヒンジの場合、図-2のように主桁2と横桁の格点を離して不静定力 X_1 を挿入した状態を基本系にとる。このとき図-2は図-3aと3bにおきかえられ一本



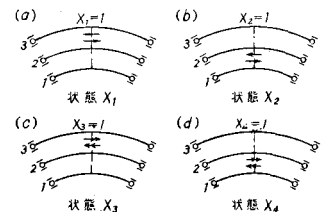
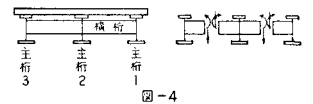
の曲線桁の力学になる。今、垂直力 $P=1$ およびトルク $T=1$ が曲線格子桁の上を動くとき、不静定力影響面は式(1)の弾性方程式より求められる。

$$\delta_1 \cdot X_1 = -(\delta_0 + \delta_0') \quad \text{----- (1)}$$

ここで δ_1 は基本系における $X_1=1$ による力と変形との間になす仕事である。 δ_0 および δ_0' は夫々荷重項で基本系における $X_1=1$ による垂直変位図およびねじり角図である。従って任意の点 x における断面力および変形の影響面 $''S_x''$ は式(2)により計算出来る。

$$''S_x'' = ''S_{x0}'' + S_{x1} \cdot ''X_1'' \quad \text{----- (2)}$$

ここで $''S_{x0}''$ は基本系の点 x の断面力および変形の影響面であり、 S_{x1} は基本系における $X_1=1$ による断面力図および変形図の点 x における値である。なお $''X_1''$ は式(1)より得られる不静定力影響面である。

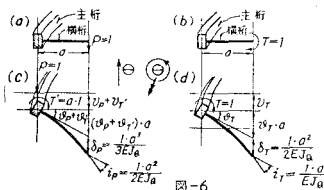


(2) 剛に連結の場合 図-4に示すように主桁間隔 a の中央点

で横桁を切断して不静定力 X_1, X_2, X_3, X_4 の4ヶを挿入し、図-5a~5bの4ヶの状態を考える。ここで図-6aおよび6bは6cおよび6dにおきかえられるから、4ヶの状態の横桁切断点の変形量は図-7a~7dとなる。図中のSuffize m, i は状態 m の i 桁の変形量とあらわすものとする。今、垂直力 $P=$

1 およびトルク $T=1$ が動くときの不静定力影響面は式(3)の弾性方程式より求められる。

$$\begin{bmatrix} \delta_{11} & \delta_{12} & \delta_{13} & \delta_{14} \\ \delta_{21} & \delta_{22} & \delta_{23} & \delta_{24} \\ \delta_{31} & \delta_{32} & \delta_{33} & \delta_{34} \\ \delta_{41} & \delta_{42} & \delta_{43} & \delta_{44} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X_1 \\ X_2 \\ X_3 \\ X_4 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \delta_{10} \\ \delta_{20} \\ \delta_{30} \\ \delta_{40} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \psi_{10} \\ \psi_{20} \\ \psi_{30} \\ \psi_{40} \end{bmatrix} \quad \text{----- (3)}$$



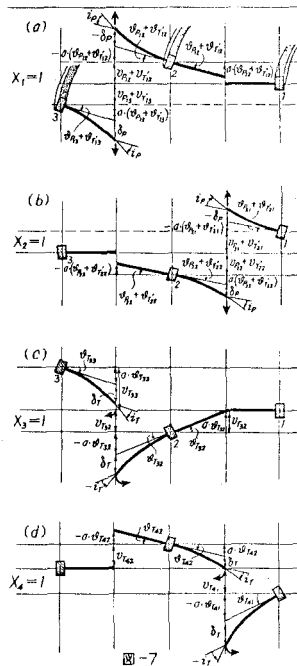
ここで δ_{mn} は基本系における $X_m=1$ による変形と $X_n=1$ による力との向てなす仕事であり、 δ_{m0} および ψ_{m0} は荷重項で夫々基本系における $X_m=1$ による垂直変位図およびねじり角図である。例えば、仕事 δ_{11} では図-7a に従って表示すれば、式(4)が得られる。

$$\delta_{11} = (+1) \times \{ \psi_{13} + \psi_{13} + a \cdot (\psi_{13} + \psi_{13}') + \delta_p \} + (-1) \times \{ \psi_{12} + \psi_{12} - a \cdot (\psi_{12} + \psi_{12}') - \delta_p \} \quad \text{----- (4)}$$

他の δ_{mn} についても同様にして求められる。従って任意の点 x における断面力および変形の影響面 „ S_x ” は式(5)により求められる。

$$„S_x” = „S_{x0}” + \sum_{n=1}^4 S_{xn} \cdot „X_n” \quad \text{----- (5)}$$

ここで S_{xn} は基本系における $X_n=1$ による断面力図および変形図の点 x における値である。又、„ X_n ” は式(3)を逆マトリックスを用いて解いて得られる不静定力影響面である。



3. 数値計算例

主桁3本、横桁1本の曲かねじり考慮した曲線格子桁の上を $P=1$ が動くときの連結条件による荷重分配の相違について比較するために断面力および変形について数値計算を行った。今、曲げモーメントのみについて影響面の断面 E として図示すると図-8と図-9になる。図-8は支間の $\frac{1}{4}$ 点についての各主桁の荷重分配性状を、図-9は横桁取付部の支間 $\frac{1}{2}$ 点における各主桁の荷重分配性状を示すものである。

数値計算の条件は中心角 $\alpha = 60^\circ$ 、半径 $r_1 = 30$ [m]、 $r_2 = 32$ [m]、 $r_3 = 34$ [m]、主桁断面二次モーメント $J_x = 2.0 \times 10^2$ [m⁴]、ねじり抵抗 $J_d = 3.0 \times 10^{-2}$ [m⁴]、曲かねじり抵抗 $J_w = 2.0 \times 10^{-3}$ [m⁴]、横桁断面二次モーメント $J_0 = 1.0 \times 10^2$ [m⁴] などである。

4. 結論

図-8と9で分かるように連結条件による荷重分配の相違は横桁連結部において顕著にあらわれ横桁のない点においてもその影響は大きい。しかし中桁に関しては大差はない。結論としてその構造に応じた解析法を用いて設計しなければならないことはいえる。一方横桁の本数による荷重分配性状も考察する必要がある。

最後に終始御指導賜った北海道大学工博渡辺昇教授に感謝の意を表します。

5. 参考文献 1) 藤原知徳:「曲かねじり考慮した曲線格子桁の荷重分配性状について」土木学会支部、技術資料 第23号 昭和42年

