

福井高専 正員 佐々木 孝
大阪大学 正員 小松 定夫

1. まえがき 主桁が数本並列したプレートガーダー橋、合成桁橋において、主桁の弾性変形が床版曲げモーメントに与える影響を調べた研究に文献(1~4)などがあり、文献(4)では折板理論を用いて主桁間隔と相關剛比で支間曲げモーメントを求める式を提案している。しかしこれらはいずれも並列された主桁の曲げ剛性が等しい場合である。床組を持つ場合には、主桁に比較して曲げ剛性が相当小さい縦桁が主桁に隣接して並列されるので、図-6に見られるように、主桁と縦桁との間の支間曲げモーメントが非常に大きくなり、問題になって来る。そこで主桁および床組が弾性変形する場合に床版曲げモーメントの受ける影響を調べるために、まず、図-1に示すような主桁2本の間に縦桁が3本入り、片側にある歩道の下に主桁の曲げ剛性に近い曲げ剛性を持つ耳桁の入った単純支持プレートガーダー橋について、有限要素法により数値解析を行ない、現場実験により測定された実験値と比較して、計算値の妥当性を確かめた後、主桁2本の間に3本の縦桁が入ったプレートガーダー橋についてパラメータ解析を行ない、最大曲げモーメントの推定を行なう。

2. 数値解析 床版は直交異方性板とした長方形要素に、せん断変形を考慮した平板曲げの剛性マトリックスを作る。変位関数に次式を用いると

$$\begin{aligned}w &= \alpha_1 + \alpha_2 x/a + \alpha_3 y/b + \alpha_4 x^2/a^2 + \alpha_5 xy/(ab) + \alpha_6 y^2/b^2 + \alpha_7 x^3/a^3 + \alpha_8 x^2 y/(a^2 b) \\&\quad + \alpha_9 xy^2/(ab^2) + \alpha_{10} y^3/b^3 + \alpha_{11} x^3 y/(a^3 b) + \alpha_{12} xy^3/(ab^3) \\ \gamma_x &= \alpha_{13}/a + \alpha_{14} x/a^2 + \alpha_{15} y/(ab) + \alpha_{16} xy/(a^2 b) \\ \gamma_y &= \alpha_{17}/b + \alpha_{18} x/(ab) + \alpha_{19} y/b^2 + \alpha_{20} xy/(ab^2)\end{aligned}$$

剛性マトリックスは次式になる。 ここで D_x , D_y , D_1 , D_{xy} は板の曲げ剛性, G はせん断弾性係数, h は板厚.

$$IK = \mathbb{L}^T (C^T)^T \{ IK_1 D_x + IK_2 D_y + IK_3 D_z + IK_4 D_{xy} + IK_5 G h \} C^{-T} \mathbb{L}$$

a , b は分割された要素の x , y 方向の長さを表わす。せん断変形を考慮しない場合の $K_1 \sim K_6$ の値が文献(5)に見られる。主桁および縦桁については剛節構造部材の剛性マトリックスを用いる。横桁は両端が主桁に単純支持されているものとして縦桁の鉛直反力が中間荷重として作用すると考え、縦桁の鉛直反力と鉛直変位との関係で表わしたものを剛性マトリックスとして用いる。床版と主桁および縦桁との連続条件はたわみとたわみ角が等しいとし、桁のねじりは考慮しない。

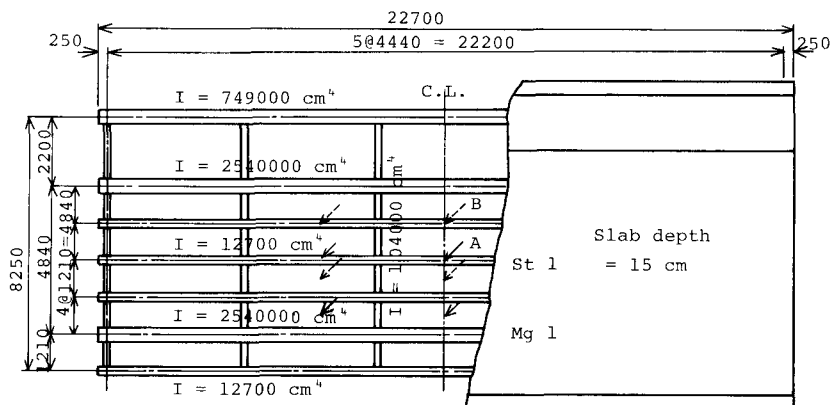


Fig. 1 KANNAGAWA BRIDGE

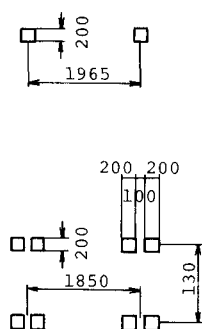


Fig. 2

Wheel load

要素分割は図-1に示すように1/2の部分に35個の要素に分割して、節点変位を求め、床版の曲げモーメントを求めるために、図-1におけるA B C Dで囲まれた部分の各要素をさらに16の要素に分割する。載荷実験に用いた荷重は総重量が20tになるように砂利を積載したダンプトラックで、図-2に示すように後輪8個、前輪2個の後輪2軸車である。載荷位置は図-1の支間中央にある矢印の位置に後輪の中心が来るようにし、支点よりの矢印に前輪が来る。

数値計算では図-2に示すような20cm×20cmの部分に2セガ分布荷重として載荷されるとし、これに対応する要素の等価節点力を求めて荷重とした。数値解析結果と実験値との比較を図-4, 5に示す。図-4は主桁と縦桁のたわみを示し、図-5は支間中央断面のたわみを示す。これを見ると実験値は計算値の70%と少し小さくなっているが傾向はよく一致している。図-6に後輪の載った断面の曲げモーメント図を示す。荷重Aは主桁と縦桁の間に片側の後輪が載る場合で、荷重Bは縦桁と縦桁の間に片側の後輪が載る場合である。

荷重Aによる主桁と縦桁の間に生じる支間の最大曲げモーメントは、荷重Bによる縦桁と縦桁の間に生じる支間の最大曲げモーメントに比較して15%程度大きくなっており、これが主桁と縦桁の曲げ剛性の差によって起るものと考えられる。参考のために道路橋示方書における $0.8(0.12L+0.07)P$ により計算した支間曲げモーメントの値は 688 kg-cm/cm 上の2つの最大曲げモーメントの値の中間に来る。更に、主桁2本の間に縦桁3本が入り、4本の間横桁を持つプレートガーダー橋についてパラメーター解析を行なった。その結果は紙面の都合上当日発表する。

参考文献

- (1) 奥村, 佐藤: 床組と横構の剛度を考慮した合成桁橋の解析 土木学会論文報告集 222号 1974年
- (2) 国広, 井川: 床版支持桁の不等沈下によって生じる床版の曲げモーメント 土木技術資料13-4
- (3) 成岡, 佐藤: 支持桁のたわみを考慮した鋼道路橋の鉄筋コンクリート床版の曲げモーメント 土木学会論文報告集 175号 1970年3月
- (4) 関口, 芳村: 多主桁橋の床版支持桁の変形と床版応力の相関性について 第29回年次学術講演概要集
- (5) O.C. ツィアンキーヴィッツ: マトリックス有限要素法

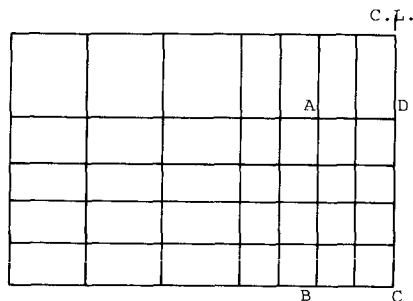
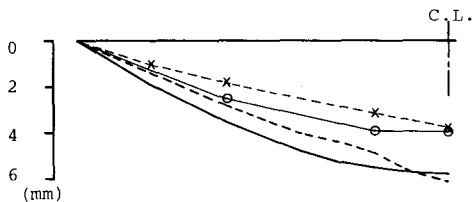


Fig. 3



Experimental value Calculated value
Mg 1 —○—
St 1 - - - * - - -

Fig. 4 Deflection of main girder and stringer

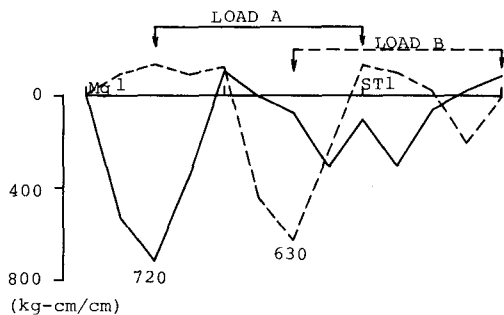
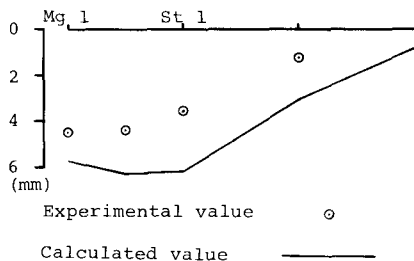


Fig. 6 Bending moment of slab
(Theoretical value)



Experimental value Calculated value

Fig. 5 Deflection of cross section at the middle of the span