

琉球大学工学部 正会員 有住 康則  
山口大学工学部 正会員 浜田 純夫  
琉球大学工学部 正会員 大城 武  
岡崎工業(株) 川副 静成

### 1. 序 論

曲線合成桁は、曲率面外の荷重を受けると曲げモーメントのみならず、ねじれモーメントおよび曲げねじれモーメントが作用し、設計においてはそれらを考慮して構造計算を行う必要がある。また、曲線合成桁の接合面に配置されたずれ止めには、橋軸および半径方向に水平せん断力が作用し、それらの分布性状を明らかにする必要がある。本論文では、箱桁断面を有する単托支持された曲線合成桁について、静的載荷実験を行ったのでその概要について示し、また、有限要素法を用い、解析を行い、<sup>1)</sup> 実験結果と比較検討し、曲線合成桁の静的挙動について考察を行う。

### 2. 実験概要

供試体は3体から成っており、MODEL C-1は、曲率半径  $r_1 = 8\text{ m}$ 、中心角  $\alpha_1 = 30^\circ$ 、C-2は、 $r_2 = 4\text{ m}$ 、 $\alpha_2 = 60^\circ$ 、およびC-3は  $r_3 = 8\text{ m}$ 、 $\alpha_3 = 30^\circ$  であり、各供試体は同一スパン  $l = 4.8\text{ m}$  を有している。それぞれの供試体の断面形状をFig.1に示す。支持状態は単托支持とした。支持状態および載荷状態をFig.2に示す。なお、各供試体は、支点上ダイヤフラム( $t = 12\text{ mm}$ )を有しているが、中面ダイヤフラムは配置されていない。ずれ止めはスタッド(Stud 13×50)を用い、ずれ止めの配置は、C-1およびC-2がウェブ直上のみに1列26本(計52本)、C-3は上フランジに4列等間隔に計56本とした。鋼桁の鋼種はSS41であり、コンクリートの圧縮強度は  $\sigma_c = 308\text{ kg/cm}^2$ 、弾性係数は  $E_c = 2.71 \times 10^5\text{ kg/cm}^2$  である。荷重は、Fig.3に示すように、スパン中央内側および外側、 $1/3$  スパン内側および外側の4つのケースについてウェブ直上に1点集中荷重として載荷した。測定は、たわみ、コンクリートスラブおよび鋼桁のひずみ、橋軸および半径方向のずれについて行った。

### 3. 実験結果、解析結果および考察

実験結果および数値解析結果について示す。なお、数値解析では、

$$E_c = 3.0 \times 10^5\text{ kg/cm}^2, E_s = 2.1 \times 10^6\text{ kg/cm}^2,$$

$$G_c = 1.3 \times 10^5\text{ kg/cm}^2, G_s = 8.1 \times 10^5\text{ kg/cm}^2,$$

$$\nu_c = 0.167, \nu_s = 0.3 \text{ とした。また、}$$

$$\text{ずれ止めの剛性は、1本当たり } k_\theta = k_r =$$

50 ton/cmとした。Table 1に中央内側および外側載荷の場合の中央断面下フランジ内側および外側点のたわみの値を示す。内側載荷の場合は内側部分に大きなたわみが生じており、外側載

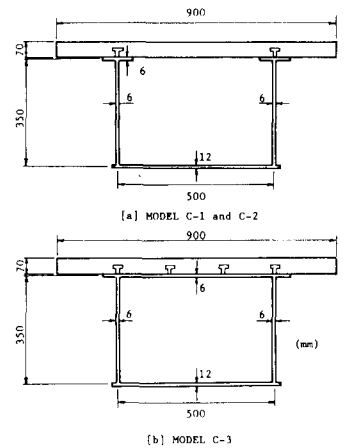


Fig. 1 Tested Curved Composite Girder Sections.

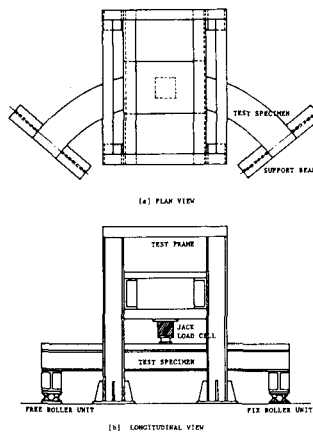


Fig. 2 Testing Arrangement.

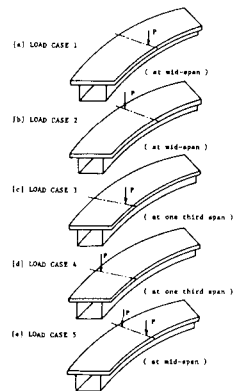


Fig. 3 Loading Cases  
( $P = 10\text{ ton}$ ).

荷の場合は多少外側のたわみが大きい、その差は、内側載荷の場合と比較すると小さい。中央内側および外側載荷の場合のスパン中央から 30 cm 離れた断面におけるひずみ分布の一例を MODEL C-1 について Fig. 4 に示す。内側載荷の場合、下フランジ内側で大きなひずみが生じており、ねじれによる橋軸方向応力が大きいことを示している。一方、外側載荷の場合はその影響は小さい。鉋桁ウェブのひずみ分布に注目すると、ウェブは面外変形の影響を受け複雑な挙動を示しており、その傾向は曲率半径が小さい場合に顕著に表われ。また、外側載荷より内側載荷の場合にその影響が大きい。橋軸方向のずれ分布の一例を MODEL C-1 について Fig. 5 に示す。図から明らかなように内側載荷の場合の内側ウェブ上のずれは外側ウェブ上のそれと比較して多少大きい。外側ウェブ上にもずれが生じている。しかし、外側載荷の場合は外側ウェブ上のみにずれが生じており、内側ウェブ上のずれは極めて小さい。中央内側載荷の場合の MODEL C-1 および C-2 の半径方向のずれ分布を Fig. 6 に示す。同図には実験結果のみについて示してある。なお、有限帯板法を用いた解析法では、支点上における半径方向変位および回転角の境界条件が実験と異なるため、実験結果の半径方向のずれ挙動を十分に説明することができなかった。Fig. 6 から明らかなように、内側および外側ウェブ上に半径方向のずれが生じており、支点上において特に大きい。

#### 4. 有限帯板法によるパラメーター解析

MODEL C-1 と同一断面、同スパンを有する桁の中べ角を変化させた場合について数値解析を行った。荷重は中央 2 点集中荷重である。Fig. 7 に橋軸方向にずれ止め作用する力の値および内側と外側ウェブ上での力の比を示す。中べ角が大きくなると、外側ウェブ上のずれ止め作用する力は大きくなり、逆に、内側ウェブ上のそれは小さくなる。

#### 参考文献

- [1] Arizumi, Y., T. Oshiro and S. Hamada : Finite Strip Analysis of Curved Composite Girders with Incomplete Interaction, Computers & Structures, Vol.15, No.6, pp.603-612, 1982.

Table 1 Deflections ( in mm ).

|             |            | MODEL C-1  |        | MODEL C-2  |        | MODEL C-3  |        |
|-------------|------------|------------|--------|------------|--------|------------|--------|
|             |            | EXPERIMENT | F.S.M. | EXPERIMENT | F.S.M. | EXPERIMENT | F.S.M. |
| LOAD CASE 1 | INNER SIDE | 4.479      | 4.750  | 9.014      | 8.263  | 4.175      | 4.677  |
|             | OUTER SIDE | 1.861      | 1.978  | 6.574      | 5.358  | 1.372      | 1.635  |
| LOAD CASE 2 | INNER SIDE | 2.009      | 1.880  | 6.508      | 5.222  | 1.323      | 1.521  |
|             | OUTER SIDE | 1.352      | 2.969  | 7.437      | 5.635  | 2.311      | 2.373  |

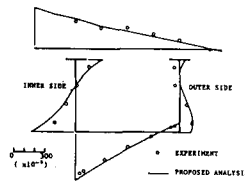


Fig. 4 Longitudinal Strain Distributions of MODEL C-1.

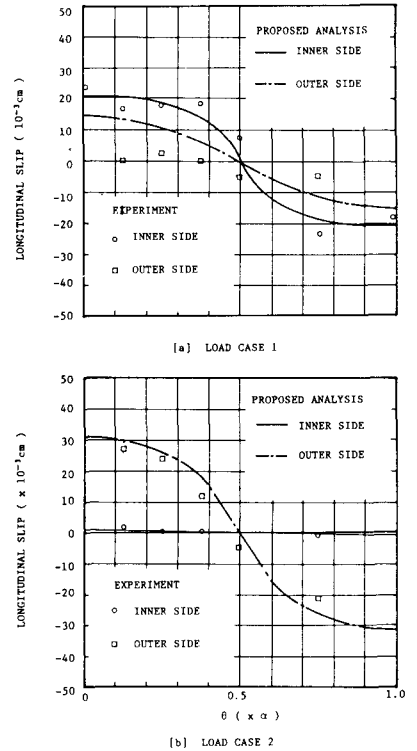


Fig. 5 Longitudinal Slip Distributions of MODEL C-1.

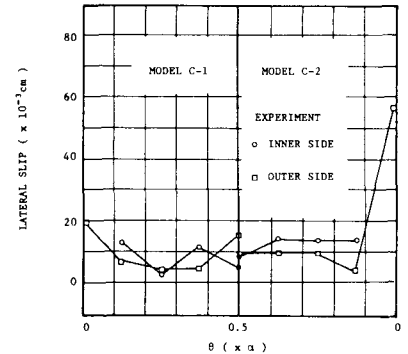


Fig. 6 Lateral Slip Distributions for LOAD CASE 1.

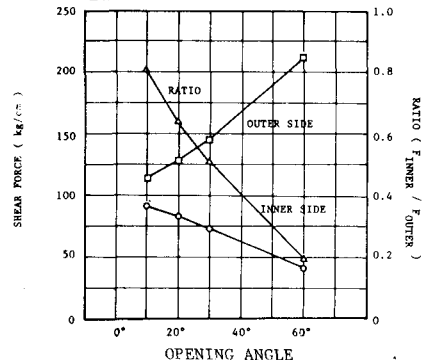


Fig. 7 Shear Force with Respect to Opening Angles.