

川崎製鉄㈱ 正員 田中 祐人  
川崎製鉄㈱ 正員 佐藤 政勝

## 1. 緒言

本床版橋は、Fig.1 に示すようなフランジ外面に横ふし突起を有するT形鋼と底鋼板からなる逆形式開断面鋼桁に、膨張コンクリートを充填した合成構造物である。この鋼桁はコンクリートとの合成後における主要構造部材として作用するだけでなく、鋼桁の現地架設後、鋼桁をコンクリート打設用型枠や支保工としても活用することができるので、都市河川改修に伴う旧橋の架替に好評を博している<sup>1)</sup>。

ところで、斜角のきつい橋梁では支承における反力が鈍角端に集中し、時には鋭角端に負の反力（橋梁を持ち上げる力）が作用することが知られている。とくに本床版橋のように、合成前の鋼桁をコンクリート打設用型枠や支保工として活用する場合には、コンクリートの打設順序や位置によって、鈍角端に極端な反力が集中したり、あるいは鋭角端に負の反力が作用したりして、鋼桁が浮き上がることが考えられる。そこで本論文では、コンクリートの打設順序や位置、ゴム弾性支承、さらには辺長比 $\lambda=L/B$ （支間と幅員の比）および横桁の有無により、支承反力分布がどのように変化するかを明らかにするため、骨組解析法を用いて斜鋼桁の構造特性を解析し、斜角 $39^\circ$ の西早宮橋（東京都練馬区）における床版コンクリート打設方法を検討したものである。

## 2. 解析方法

幅員方向および支間方向における単位幅あたりの鋼桁剛性を持った骨組でモデル化し解析を行った。鋼桁のモデル化と骨組分割図をFig.2 に示す。この骨組は、支承部を除き全ての節点が剛結合されており、軸力、せん断力、曲げモーメントおよび振りモーメントを伝達することができる。また、単位幅あたりの鋼桁剛性の評価や分割数についてそれぞれ4種類ほど比較検討し、本論文のモデル化の妥当性を確認した。Table 1 には、支承反力に影響をおよぼすと思われる項目と解析に用いた構造モデルの組合せを示す。

## 3. ゴム弾性支承による反力分布への影響

ゴム支承は支承反力を平均化し、特に斜角のきつい橋梁では鈍角端への反力集中を避けるうえで有効な手段として考えられている。Fig.3 にゴム支承の弾性係数を $k=10^2, 10^3 \text{ kg/cm}$ 、 $\infty$ （ピン支承）に変化させた横桁のない斜橋（ $\theta=45^\circ$ ， $\lambda=2.4$ ）の解析例を示す。弾性係数の小さいゴム支承では、支承反力が載荷点近傍の鋼桁に集中せず、各支承反力が

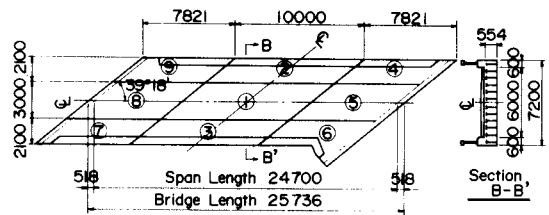


Fig.1 Plan view and concrete placing sequence on Nishihayamiya bridge

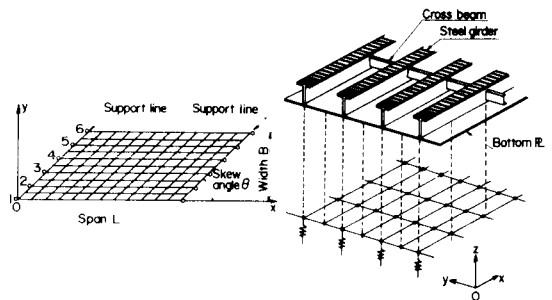


Fig.2 Mesh layout and modeling of steel girders

Table 1 Combination of models

| Model Item                             | Skew angle $\theta$ (deg) | Cases of loading | Ratio of span to width $L/B$ | Young's modulus of rubber bearing $k$ (kg/cm)  | Cross beam for load distribution                                                 |
|----------------------------------------|---------------------------|------------------|------------------------------|------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|
| 1 Rubber bearing                       | 90<br>45                  | 9                | 2.4                          | $10^2, 10^3, 10^4, 10^5, \infty$ (Pin bearing) | Model 1 (0) <sup>2</sup>                                                         |
| 2 Skew angle<br>Ratio of span to width | 90<br>75<br>45<br>30      | 9                | 2.4                          | $\infty$ (Pin bearing)                         | Model 1 (0) <sup>2</sup>                                                         |
| 3 Cross beam                           | 90<br>30                  | 9                | 0.5, 1.5, 4.0                | $\infty$ (Pin bearing)                         | Model 1 (0) <sup>2</sup><br>Model 2 (1) <sup>2</sup><br>Model 3 (3) <sup>2</sup> |

Where, (1)<sup>2</sup> show 1 cross beam in framework

平均化され直線にかなり近い分布形状となる。しかし、支承が剛になれば(ピン支承,  $k \rightarrow \infty$ ), 支承が載荷重により変形しないため、反力が載荷点中央に集中する。

#### 4. 辺長比による反力分布への影響

Fig.4 に辺長比を  $\lambda = 0.5 \sim 4.0$  まで変化した斜橋 ( $\theta = 45^\circ$ , ピン支承) の解析例を示す。辺長比が大きい場合 ( $\lambda = 4.0$ ) には、鋼桁の挙動が梁に近くなり、逆に辺長比が小さい場合には、底鋼板による荷重分配効果が小さく、載荷重近傍の支承に反力が集中する傾向が見られる。

#### 5. 横桁の荷重分配による反力分布への影響

Fig.5 に横桁を用いない場合(モデル1), 横桁を1本用いた場合(モデル2)と3本用いた場合(モデル3)で、辺長比を  $\lambda = 0.5, 4.0$  に変化した斜橋 ( $\theta = 30^\circ$ , ピン支承) の解析例を示す。モデル2, 3とも横桁の曲げ剛性は鋼桁の  $1/3$  程度である。この図からも明らかなように、横桁をより多く配置することによって、鋼桁はより格子構造として挙動し、反力分布を平均化する働きをする。

#### 6. 西早宮橋における床版コンクリート打設手順

西早宮橋は、Fig.1 に示すような  $\theta = 39^\circ 18'$ ,  $L/B = 3.4$  の斜橋で、コンクリート打設量は  $110\text{m}^3$  である。ゴム支承の使用や辺長比が大きいことから、反力分布がかなり平均化されるものと予想していたが、上述のような骨組解析によると偏心してコンクリート打設する際に生ずる鋭角端での負反力を減ずるまでには到らず、Fig.1 に示すような対称的な順序で打設した。Fig.6 に床版コンクリートを深さ53cmで全面に打設した後における斜鋼桁のたわみ分布を示す。このたわみ量は、コンクリート打設によるゴム支承の沈下(平均3mm)を考慮している。この図からも明らかなように、各桁どうしを比較するとほぼ同じたわみ量を示している。また、上述した骨組解析法による支間中央線上のたわみは、各桁とも110mmで、実測値平均102mmに対して良い一致を示している。これらのことから、本床版橋においてコンクリート打設前の鋼桁は、底鋼板による荷重分配の効果が小さく、梁として挙動していることがわかる。

参考文献 1) 川鉄技報 Vol.18, No.1, p75-81

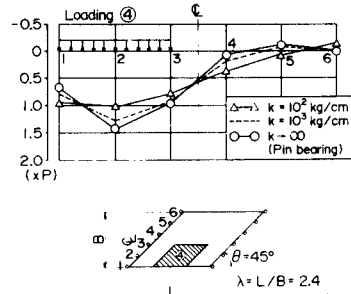


Fig. 3 Effect of elastic rubber bearing on support reactions (No cross beam)

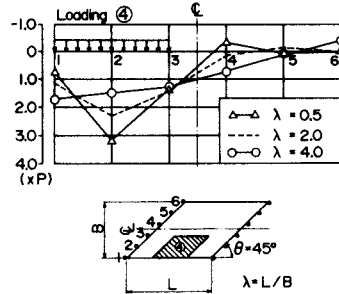


Fig. 4 Effect of ratio of span to width on support reactions (Pin bearing, No cross beam)

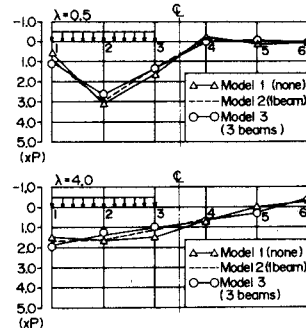


Fig. 5 Effect of cross beam for load distribution on support reactions ( $\theta = 30^\circ$ , Pin bearing, Loading ④)

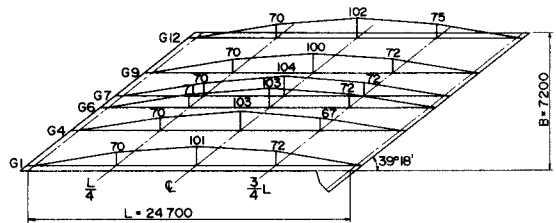


Fig. 6 Surveyed deflection of Nishihayamiya bridge after placing concrete (Unit: mm)