

I-A 270 一定せん断流パネルを用いた弾性合成桁の解析法

横河ブリッジ 技術部 正会員 明橋 克良 横河ブリッジ 技術部 正会員 尾下 里治

1. まえがき 一般に合成桁に代表されるような合成部材からなる構造物を解析する場合、コンクリート断面をヤング係数比によって鋼断面に換算した換算断面を用いて計算されることが多い。しかし、合成部材の場合は死活荷重のみならずクリープや乾燥収縮あるいは温度差によって鋼とコンクリートとの間で応力の移行が生じ、設計計算も煩雑なものとなる。そこで、合成部材に対して鋼およびコンクリートの2部材で置き換え、その間に一定せん断流パネルを介してモデル化を行い、鋼・コンクリートのそれぞれの部材力を算出する解析法を提案する。また、本解析法は、一定せん断流パネルの剛性を変化させることにより、両部材間の弾力的な結合も再現することが可能となる。本文は、文献1)で示されている弾性合成桁の理論値と比較することにより、本解析法の妥当性を評価するものである。

2. 一定せん断流パネルを用いた解析法

(1) 解析法の概要 本解析法は、コンクリート床版と鋼主桁の図心間を一定せん断流パネルにより要素分割し、そのパネルの四辺には線形に変化する軸力を伝える縁部材を取り付ける。一定せん断流パネルは、桁のせん断変形にのみ抵抗する部材で直応力に対しては四辺に取り付けた縁部材が抵抗する。したがって、一定せん断流パネルは板厚を変化させることにより上下部材間の結合の度合いを評価することが可能となる。

一定せん断流パネルの四辺に取り付く縁部材の軸力が、i端とj端との間で線形に変化するので、離散的な節点力は生じず、軸力や曲げモーメントは節点位置で連続したものとなる。よって、通常の骨組解析で行われる横桁間隔程度の粗い要素分割でも十分な精度が得られる。定式化については文献2)、3)を参照されたい。

(2) モデル化(図-1参照) a)コンクリート床版および鋼桁の梁部材はそれぞれの図心位置で、一定せん断流パネルの縁部材としてモデル化され、それらの剛性は断面積と断面2次モーメントを考慮する。

b)コンクリート床版と鋼主桁との図心を結ぶ縁部材の剛性は偏心距離を確保するため断面積(仮想の大きな値)のみ考慮し、両端はピン支持とする。

c)橋軸方向の要素分割は横桁あるいは対傾構間隔を基本とし、水平せん断力が急変する支点部および集中荷重載荷点のみある程度細分化する。

d)コンクリート床版と鋼主桁との弾性結合の影響は、一定せん断流パネルの板厚 t として評価する。

$$t = C \cdot h / G \quad \dots (1)$$

ここに、 C : 弾性結合のパネ定数(tf/m^2)、 h : 鋼桁とコンクリート床版との図心間隔(m)、
 G : 一定せん断流パネルのせん断弾性係数(tf/m^2)。

3. 解析値と理論値との比較 実橋における合成桁あるいは非合成桁ではコンクリート床版と鋼主桁との間に弾力的な橋軸方向ずれが生じている。この合成度の評価として次式で示されるフレキシビリティ定数 S が一般的によく使われている。

$$S = \sqrt{k_0 / C} \quad \dots (2)$$

ここに、 k_0 : 基準パネ定数($=2.0 \times 10^5 \text{tf/m/m}$)。

文献1)で示されている弾性合成桁の理論値と本解析法による解析値を比較するため、この S を変化させて

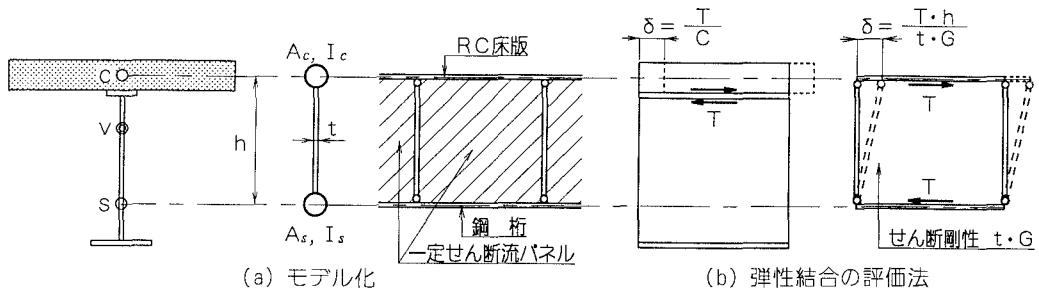


図-1 弾性剛性桁のモデル化

解析を行った(0.6[実橋の合成桁程度], 2.0[実橋の非合成桁], および7.0[重ね梁程度]), 一定せん断流パネルの板厚は(1)および(2)式から求めて, 弾性結合の度合いを評価している. また, 解析モデルは1/2モデルの単純梁($L=30\text{m}$)とし, 以下の二種類の荷重について解析を行った.

1) スパン中央に集中荷重($P=20\text{tf}$)を載荷

2) コンクリート床版と鋼主桁との温度差による荷重($\Delta T=10^\circ$)・・・床版部材に軸方向荷重 P_1 を載荷
 $P_1 = E_s \cdot \varepsilon_t \cdot A_c$, $\varepsilon_t = \alpha \cdot \Delta T$ (3), (4)

本解析法によって求めた部材軸力 N および水平せん断力 T と前述の理論値とを比較したものを図-2に示す. 同図には, 対象とした桁の断面諸元も付記する. この図から, 以下のことがわかる.

1) 合成の度合いが低い解析値($S=2.0, 7.0$)は, 理論値と良好な一致を示している.

2) 合成の度合いの高い解析値($S=0.6$)は, 荷重集中点でのみ理論値よりやや大きめの値を示しているものの全体的には良好な一致を示している.

3) 紙面の都合上割愛したが, 床版および鋼桁に作用するモーメントに対しても上記と同様な結果を示した.

4. まとめ 床版と鋼桁との弾性結合の影響を考慮した単純合成桁の一解析法として, 理論値との比較を通じ, 基本的な精度や実用性を確認した. また, 本解析法は文献3)で示しているように立体解析としてコンクリート床版自体も一定せん断流パネルでモデル化すれば, クリープや温度差, 乾燥収縮だけではなく, 床版のせん断遅れに対しても同時に評価することが可能となる. 本解析法は, 連続合成桁や欧米ではポピュラーな合成斜張橋の構造解析に威力を発揮すると考える.

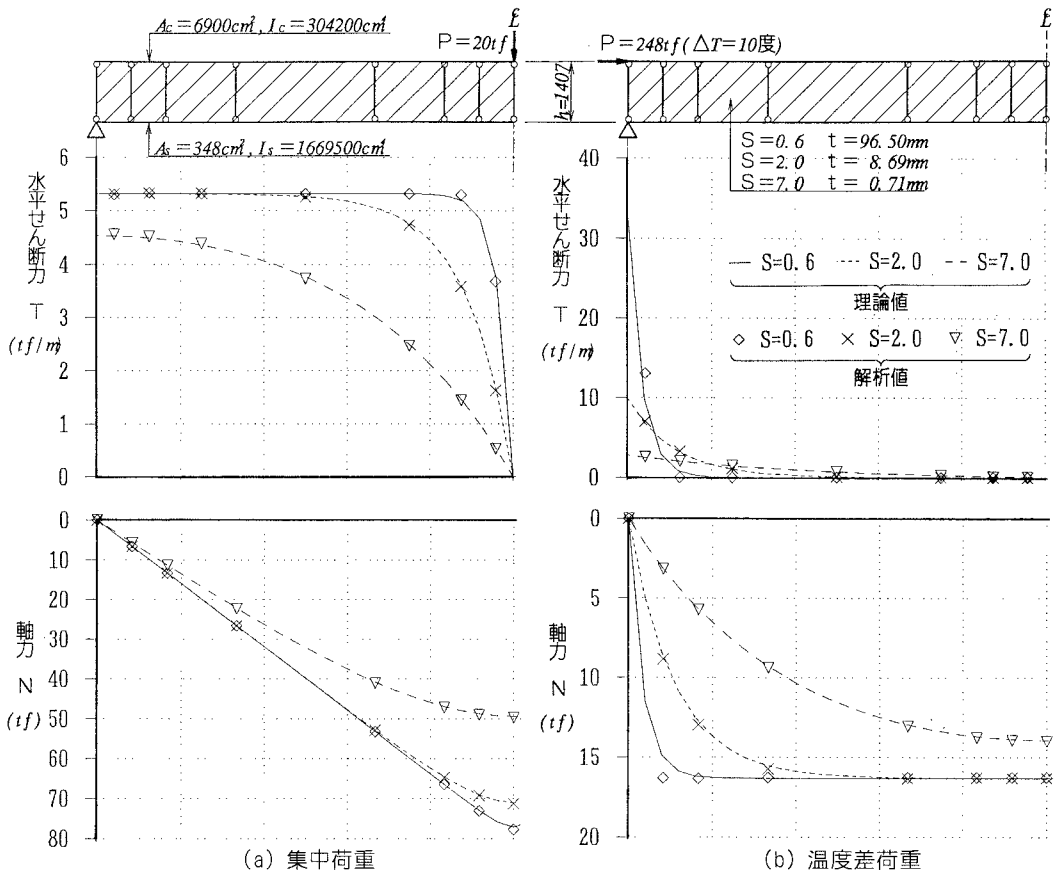


図-2 理論値と本解析結果との比較

1) A. ハウラネック/0. シュタインハルト: 鋼橋の理論と計算, 橘・小松共訳, 山海堂, 1957. 12

2) J.S. シェムニスキー: マトリックス構造解析の基礎理論, 培風館, 1971.

3) 尾下・江川: 鋼床版合成形式橋梁の解析方法に関する一提案, 土木学会論文集 No. 516/VI-27, 1995. 6