

道路橋床版のせん断耐力の検討

新日本技研(株) 正会員○榎 裕二
正会員 伏黒 邦雄

1. はじめに

鋼道路橋の床版は昭和31年の道路橋示方書(以下道示)以来,設計曲げモーメント式および床版厚の規定に基づいて設計する限り,せん断応力度の照査は省略してよいことになっている。しかし,少数主桁をはじめとする新しい橋梁形式に対しても,必ずしも従来どおりの考え方が適用できるとは限らない。例えば,近年の少数主桁橋のように床版支間や張出し長が従来よりも長い場合にはせん断耐力が不足する可能性がある。そこで,少数主桁橋を対象に床版の片持ち部に着目しせん断耐力の照査を行った。

2. せん断耐力の照査

図-1に示すような採用実績の多い自動車専用道路の鋼2主桁橋について,大きなせん断力が作用する床版の片持ち部を抽出し,道示と同様に外側主桁位置を固定端とする片持ち版として解析を行った。荷重は衝撃荷重を含めて輪荷重140kNとし,外側主桁近傍あるいは片持ち部先端に載荷している。解析モデルは直交異方性版をねじり剛性を持った格子桁に置き換えた。格子桁の断面定数は以下のように導いた。

直交異方性版の基礎方程式

$$K_x \frac{\partial^4 w}{\partial x^4} + 2H \frac{\partial^4 w}{\partial x^2 \partial y^2} + K_y \frac{\partial^4 w}{\partial y^4} = p(x, y)$$

$$\text{ただし, } K_x = \frac{(EJ)_x}{1 - \mu_x \mu_y}, \quad K_y = \frac{(EJ)_y}{1 - \mu_x \mu_y}$$

$$2H = (K_x \mu_y + K_y \mu_x) + 4C, \quad 2C = (1 - \sqrt{\mu_x \mu_y}) \sqrt{K_x K_y}$$

$(EJ)_x, (EJ)_y$: 版の単位幅当り曲げ剛性, μ_x, μ_y : 版のポアソン比
を格子桁に置き換える場合, x および y 方向の桁が c_x および c_y の間隔で配置され, 断面2次モーメント J_x および J_y を有しているものとする, E を桁の材料弾性係数として次式が成り立つ。

$$K_x = (EJ)_x = E \frac{J_x}{c_x}, \quad K_y = (EJ)_y = E \frac{J_y}{c_y}$$

また, C_x および C_y を個々の桁のねじり剛性とし $4C$ の代わりに, $C_x/c_x + C_y/c_y$ を代入すれば

$$2H = (K_x \mu_y + K_y \mu_x) + 4C = (K_x \mu_y + K_y \mu_x) + \frac{C_x}{c_x} + \frac{C_y}{c_y}$$

版のねじり剛性は x および y 方向一度に計算するので, 直交する格子桁

の双方にねじり剛性を持たせる場合には, 版のねじり剛性を半分ずつ割り当てることになる。

解析結果を図-3, 4に示す。図-3は荷重直下における橋軸直角方向のせん断力分布である。荷重が分布する区間で直線的に変化しており, せん断力の分布形状は押し抜きせん断というよりも梁のせん断に近い。床版の支間部に輪荷重が作用したときの破壊形態は押し抜きせん断破壊であることが知られているが, 片持ち部に輪荷重が作用したときは押し抜きせん断にはならないことが判る。

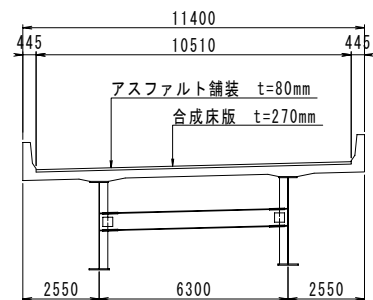


図-1 少数主桁橋

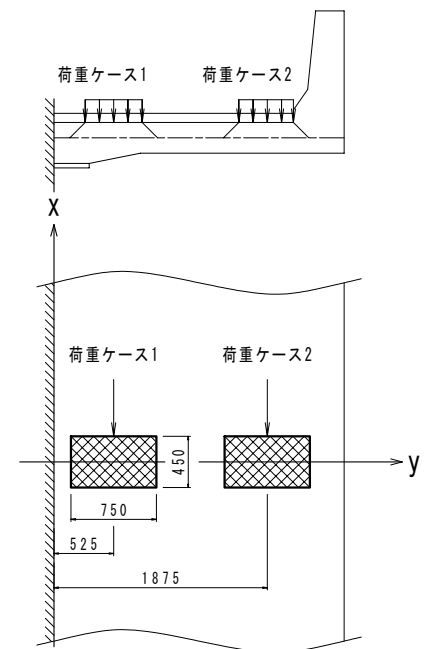


図-2 解析モデルと輪荷重配置

キーワード 床版, せん断応力度

連絡先 〒305-0047 茨城県つくば市千現 1-14-11 新日本技研(株)設計支援室 TEL 029-856-2381

したがって、せん断応力度を照査する場合、押し抜きせん断ではなく、梁のせん断における許容値を用いるべきではないと思われる。図-4は x 軸上のせん断力分布である。分布形状は正規分布に近い。片持ち先端付近に載荷したときのせん断力は、支点近傍に載荷した場合に比べて大幅に小さくなっているが、載荷位置から支点までの距離が大きくなれば、荷重が分散する範囲が広がるからである。G.A.Rombachらが有限要素解析から導いた近似式と比較してみると、荷重分布条件および解析条件が同一でないため完全には一致しないが、ほぼ同じ傾向を示す。

コンクリートの設計基準強度を $\sigma_{ck}=30\text{N/mm}^2$ とすると、道示に規定されているせん断応力度の許容値は 0.25N/mm^2 であり、押し抜きせん断の約1/4しかない。図-3より、最大せん断力は主桁近傍に輪荷重が作用したときの約 140kN/m であり、せん断応力度は約 0.54N/mm^2 となるため、発生応力度は許容値を大幅に超過してしまう。死荷重による応力度が加算されると、さらに超過することになる。図-5のように片持ち部のハンチを床版端部まで設けない床版もあるが、このようにせん断耐力が不足する場合にはハンチを端部まで擦り付けたほうが良いものと思われる。

3. まとめ

少数主桁橋を対象に床版のせん断耐力の検証を行った。その結果、床版の片持ち部におけるせん断力は押し抜きせん断ではなく、梁のせん断に近い性状を示した。したがって、片持ち部は支間部に比べてせん断耐力が小さくなるため、床版の設計においてせん断応力度の照査は不要であるという従来の考え方が通用しないケースも起こりうると考えられる。せん断力に対して不利な構造と見なされる場合は、せん断応力度の照査を行うといった慎重な判断が必要である。

また、本検討では床版の解析を有限要素解析ではなく格子解析によって行った。有限要素解析は厳密解を求めるうえでは最適であるが、時間やコストの負担を考えると簡易的な解析の方が実用上は望ましいと考えたからである。有限要素解析との比較検証は今後の課題とするが、格子桁の断面定数を正しく設定すれば、実用上十分な解析結果が得られるものと思われる。

参考文献

- 1) H. Homberg: Kreuzwerke, Forschungshefte aus dem Gebiete des Stahlbaues, Heft 8, Springer, 1951
- 2) K. Girkmann: Flächentragwerke, Wien Springer, 1959
- 3) G. A. Rombach, R. R. Velasco: Schnittgrößen auskragender Fahrbahnplatten infolge von Radlasten nach DIN-Fachbericht. Beton-und Stahlbetonbau 100 (2005), Heft 5

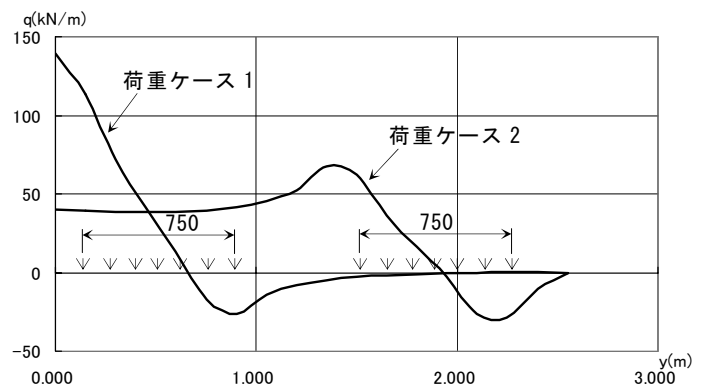


図-3 橋軸直角方向 (y 方向) せん断力分布

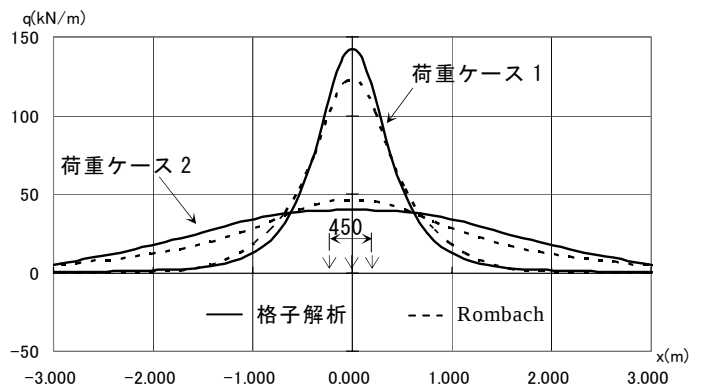


図-4 橋軸方向 (x 方向) せん断力分布

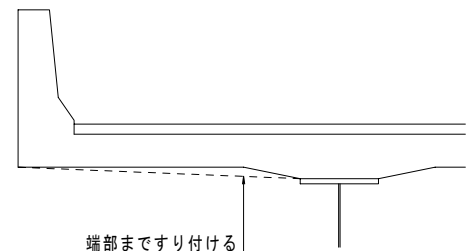


図-5 片持ち部改善案