

## I-A25 斜角を有する合成 I 桁橋の床版鈍角部の応力性状に関する解析的検討

川田工業 正会員 街道 浩 川田工業 正会員 田中一夫  
 日本道路公団 高橋昭一 川田工業 正会員 伊藤博章  
 日本道路公団 川尻克利

1.はじめに わが国においては、一般に道路線形を優先した橋梁の計画が行われていることから、直橋に比較して斜橋および曲線橋の割合が著しく多い。このうち斜橋は、道路中心線に対して支承線が直交しない橋梁であり、主桁、対傾構あるいは横桁、床版など挙動が複雑であることから、設計・製作・架設に際して十分な配慮が必要となる。特に、主桁端部と対傾構・横桁とが鈍角に取り合う部分には、図-1に示すような連続桁の中間支点部に類似した負の曲げモーメントが作用し、床版上縁に引張応力が発生することから、床版の安全性の確認が重要な課題となる。さらに、合成桁橋の場合には、床版が主桁と一体化して荷重に抵抗することを前提としているため、わが国の鋼道路橋の設計基準においては、日本道路公団<sup>1)</sup>では $50^\circ$ 、日本道路協会<sup>2)</sup>では $60^\circ$ より斜角が小さくならないことを規定している。また、北海道土木技術会<sup>3)</sup>では、 $70^\circ$ より小さくなる場合は、特に注意して設計を行わなければならないことを注記している。

本報告は、建設地点の地形条件により、上記の設計基準の規定のうちの斜角の小さい範囲に属する約 $57^\circ$ の斜橋として計画された鋼単純合成 I 桁橋を対象に、橋梁の全体 FEM 解析を実施し、RC 床版鈍角部の引張応力の安全性を検証した結果について述べるものである。また、RC 床版の引張応力の大きさに関与する因子として、斜角、床版厚および主桁の腹板高に着目し、これらの影響の程度について比較検討をあわせて行った。

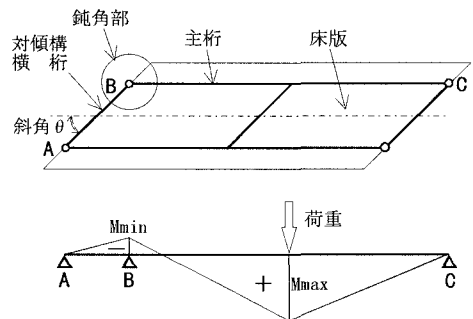


図-1 斜橋の曲げモーメント分布

2. 構造諸元および解析方法 対象とする橋梁の構造諸元は以下の通りである。主桁は4主 I 桁であり、支間は42.4m、腹板高は2.7mである。床版はRC床版であり、支間は3.0m、床版厚は25.0cm、コンクリートの設計基準強度は $\sigma_{ck}=300\text{kgf/cm}^2$ である。また、主桁の横繫ぎ材は分配対傾構形式である。この橋梁の解析に際して、着目点が主に床版の応力であるため、床版を薄板要素、主桁・横構を偏心骨組要素、対傾構を対傾構要素とする解析方法<sup>4)</sup>を採用した。要素分割と荷重載荷点は図-2に示す通りであり、節点数は2,225、要素数は2,523である。

活荷重の大きさについては、最大荷重単位としてT荷重の3倍のT-60とし、車線を考慮した位置に載荷した。主桁の支持条件は、橋軸方向に関してA1を可動、A2を固定とし、橋軸直角方向に関してA1、A2ともに固定とした。なお、いずれの位置においても回転変形は拘束していない。

## 3. 床版鈍角部の引張応力の照査

図-2に示す上り線および下り線の荷重位置番号①～⑦に載荷した解析結果のうち、床版の鈍角部において斜角方向の引張応力が最大となる着目点Iと着目点IIの応力照査結果を表-1に示す。いずれの載荷位置においても発生応力は引張応力度の制限値を超過しないことから、床版の安全性について

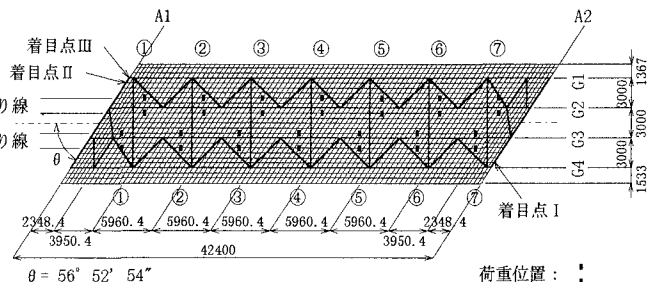


図-2 構造モデル図

キーワード: 斜橋、斜角、合成 I 桁橋、RC 床版、床版鈍角部

〒114-8562 東京都北区滝野川 1-3-11 TEL 03-3915-3411 FAX 03-3915-3421

問題がないものと判断した。

ここで、引張応力度の制限値についてはコンクリート標準示方書設計編をもとに下式により算出した。

$$\sigma_{ctk} = 0.6/h^{1/3} \cdot 0.5 \cdot \sigma_{ck}^{2/3} = 21.3 \text{ kgf/cm}^2$$

ここに、 $h$  : 床版厚 (部材高)

なお、発生応力度が引張応力度の制限値を超えないことから、曲げひび割れの検討は省略した。

**4. 床版鈍角部の引張応力の影響因子解析** 床版鈍角部の斜角方向の引張応力が大きな着目点Ⅱおよび斜角直角方向の圧縮応力が大きな着目点Ⅲの応力性状に関与する因子として、斜角、床版厚および主桁の腹板高に着目し、その影響について以下に検討を行う。

1) 斜角の影響 図-3に斜角を  $40^\circ$  から  $90^\circ$  の間で変化させた場合の解析結果を示す。引張応力は斜角が小さくなるとともに増加するが、 $50^\circ$  以下においてほぼ一定となる。また、主応力の方向はおおむね斜角方向と一致する。一方、圧縮応力は斜角が小さくなるとともに増加し、主応力の方向は鈍角を2等分する直線方向にほぼ一致する。

2) 床版厚の影響 図-4に床版厚を 18cm から 25cm の間で変化させた場合の斜角方向の引張応力を示す。床版厚の増加とともに曲げ応力は増加する一方、膜応力は減少する。両者の合計はほぼ一定になることから、引張応力への床版厚の影響は比較的小さい。ただし、せん断応力は床版厚の増加にしたがい減少する。

3) 主桁の腹板高の影響 図-5に腹板高を 2.1m、2.4m、2.7m として主桁断面を設計した場合の解析結果を示す。引張応力および圧縮応力は、腹板高が低くなるにしたがい線形的に増加することが分かる。

**5. おわりに** 対象とする橋梁の鈍角部の引張応力の照査および影響因子解析を実施し、床版の安全性を確認した。検討の結果から、斜角が小さく、主桁の腹板高が低く、コンクリート強度が低い条件が重なった橋梁の場合、床版の安全性が問題となることが予想される。最後に、照査荷重として用いた T-60 については妥当性の検証が必要であることを付記する。

〔参考文献〕 1) 日本道路公団：設計要領第二集，第5編橋梁計画，pp. 5-31～32，1990-7. 2) 日本道路協会：鋼道路橋設計便覧，丸善，pp. 157～163，1980-8. 3) 北海道土木技術会鋼道路橋研究委員会：北海

道における鋼道路橋の設計および施工指針，pp. 14～17，1995-12. 4) MASUDA, N., MIKI, C., KASHIWAGI, H., KAI DOH, H.: ANALYSES OF SWAY BRACING MEMBERS IN COMPOSITE-GIRDER BRIDGES, Proc. of JSCE No. 386/I-8, pp. 115～124, October 1987.

単位 : kgf/cm<sup>2</sup>

| 荷重位置番号        | ①    | ②   | ③    | ④    | ⑤   | ⑥   | ⑦   |
|---------------|------|-----|------|------|-----|-----|-----|
| 上り線載荷時 : 着目点Ⅰ | 2.6  | 6.3 | 8.8  | 9.7  | 8.7 | 5.3 | 1.6 |
| 下り線載荷時 : 着目点Ⅱ | 1.8  | 8.1 | 10.6 | 10.6 | 8.6 | 5.3 | 1.7 |
| 引張応力度の制限値     | 21.3 |     |      |      |     |     |     |

表-1 引張応力度の照査

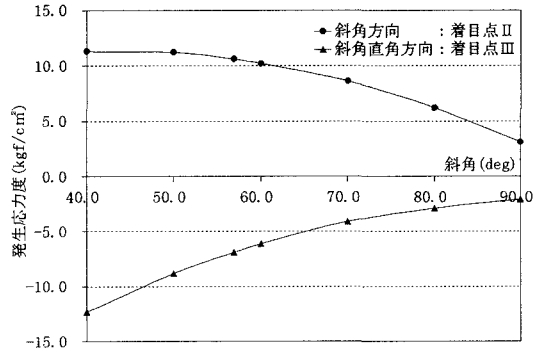


図-3 斜角と鈍角部応力との関係

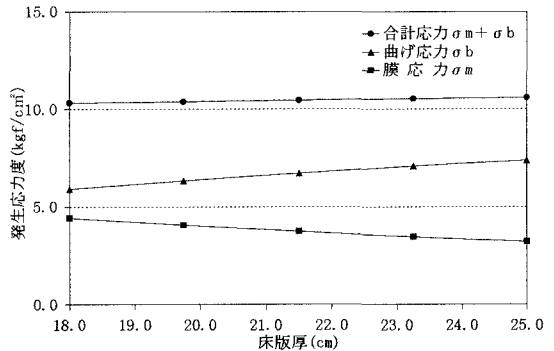


図-4 床版厚と鈍角部応力との関係 (着目点Ⅱ)

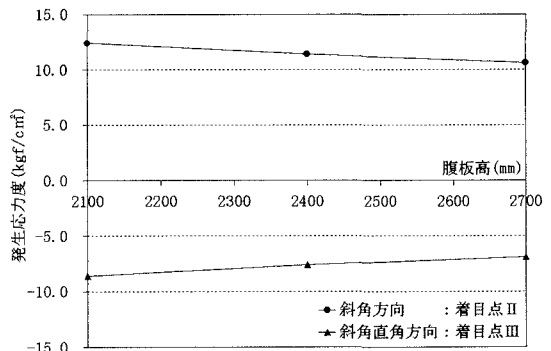


図-5 主桁の腹板高と鈍角部応力との関係