

橋梁点検において鉄筋が露出した RC 断面の構造検討

群馬工業高等専門学校 環境都市工学科 正会員 濱本 朋久
 関東測量株式会社 建設コンサルタント部 正会員 ○神保 博紀

1. はじめに

わが国の各自治体では、道路橋の長寿命化修繕計画が策定され、その多くが平成 26 年度には運用段階に入っている。しかし、実際の橋梁では荷重条件・環境条件や施工条件等の不確実性から劣化を正確に予測するのが難しいため、将来の定期点検毎に維持管理計画の修正が必要となる可能性がある。そして、維持管理計画を修正する場合、コストや損傷進展が大きくなると予算の大きな変更が生じ、維持管理の運用が支障することになる。特に、人口が少なく予算規模が小さい地方の市町村では、点検データ不足などから修正予算確保に影響が大きくなる可能性も考えられる。従って、従来の事後的な修繕および架替え計画から、予防的な修繕計画へと移行することにより、橋梁の長寿命化や維持管理費用の縮減などを図りつつ、安全性および信頼性を確保することが求められている。そこで本研究では、老朽化した道路橋の修繕計画を作成するための構造的な資料として、被りコンクリートが剥がれ落ちて鉄筋が露出している鉄筋コンクリート（以下、RC と称す）橋を対象に、3 次元有限要素解析（以下、FEM と称す）を用いて損傷個所の安全性を検証する。

2. 一般的な橋梁点検の事例

地方の市町村が管理している小規模な橋として、図-1 に示す普通河川を渡河する老朽化した RC 断面を有する既設の桁橋を検討対象とする。また、主桁下面の損傷状況を図-2 に示す。図-2 より、主桁下面の下フランジにおいて鉄筋の露出が最大で長さ 1500×幅 400×厚さ 60mm 程度が確認できた。これより、橋梁点検から得られた情報に対する実務者の評価結果として「主桁に構造的な問題が生じる可能性がある。」とコメントを付して整理している。これは、構造検討は実施しておらず、鉄筋が露出している現場目視を重要視して、E2（緊急対応）ないし E1（橋梁構造の安全性から緊急対応）に区分されることも考えられる。しかし、実務者が C2（橋梁構造の安全性から速やかに補修する必要がある損傷）や E2 や E1 に評価した場合、更新予算を把握している管理者が更新計画を変更することになる。したがって、実際に大きく損傷している場合でも、更新予算に配慮して橋梁管理カルテに記載される損傷区分を C1 程度に限定しているのが現状である。これでは、現場写真などを更新しているだけで実務者による構造診断が全くなされていないため、安全性などに配慮したよりの確で総合判断ができていないと考えられる。

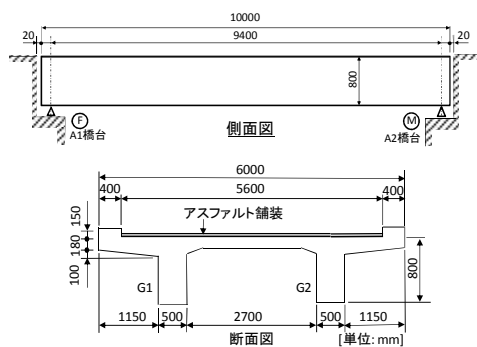


図-1 検討対象とする橋梁

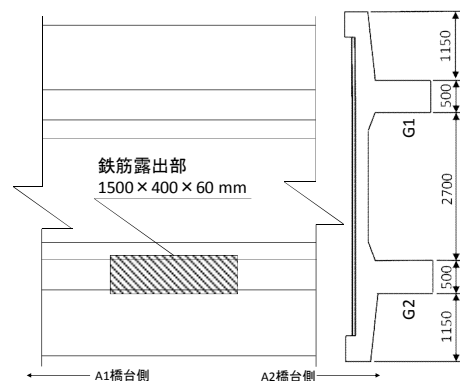


図-2 主桁下面の損傷状況

3. 解析条件

橋梁諸元として、橋梁形式は T 桁断面を選定し、橋長： $L=10.00\text{m}$ 、有効幅員： $B=6.00\text{m}$ 、支間長： $\ell=9.40\text{m}$ 、桁遊間： $g=0.02\text{m}$ とした。RC を有する T 桁のウェブ幅は 0.50m である。主桁コンクリートの設計基準強度 σ_{ck} は 21.0 N/mm^2 とした。主鉄筋 (SD295A) は異形鉄筋 D25×5 本とし、スターラップは D13 ctc 250 である。次に、鉄筋が露出した RC 断面では、RC 断面の簡易計算式や専用ソフトが適用できないため、3 次元 FEM のモデルを構築し、現時点での構造的な診断を実施する。本数値解析では、3 次元 FEM のソフトウェアである MIDAS¹⁾ を適用した。鉄筋要素の結合条件として、床版は埋め込み鉄筋とし、構造検討で着目している主桁に関しては鉄筋露出を考慮してコンクリート要素に共有節点で接続させた。コンクリートと鉄筋のモデル化は、図-3 に示す。本解析モデルの総節点数は 49082 点で、総要素数は 45570 要素である。弾性係数は橋梁点検とは別に現場状況を勘案する必要があるが、本検討では健全な状態の一般値としてコンクリート

キーワード 橋梁点検, 鉄筋露出, 鉄筋コンクリート, 3 次元有限要素, 道路橋

連絡先 〒371-0031 群馬県前橋市下小出町 3-2-7 関東測量株式会社 TEL. 027-232-2111 E-mail : jinbo@kantous.co.jp

は $2.35 \times 10^4 \text{ N/mm}^2$ とし、鉄筋は $2.01 \times 10^5 \text{ N/mm}^2$ とした。ポアソン比は、コンクリートで 0.2、鉄筋で 0.3 とした。A1 橋台側を固定支承とし、A2 橋台側を可動支承とした。本研究の境界条件は、支承下面を鉛直方向に固定とした。荷重条件として、上部構造である橋桁は実務設計の活荷重載荷時で決定されるため、建設当時の参考資料²⁾を基に、昭和 40 年代で交通量が少ない二等橋の TL-14 相当となる自動車荷重を設定し、等分布 $q = 200.0 \text{ kN/m}^2$ に換算した。活荷重の載荷方法として、橋軸直角方向の載荷幅に限定したケースを図-4 に示す。Case-1 は車線の有効幅とし、Case-2 は片側車線とし、Case-3 は自動車の軸重幅である 1.75 m 相当を考慮したレーン載荷を設定した。また、鉄筋の許容曲げ引張応力度 σ_{sa} は 180.0 N/mm^2 とした。

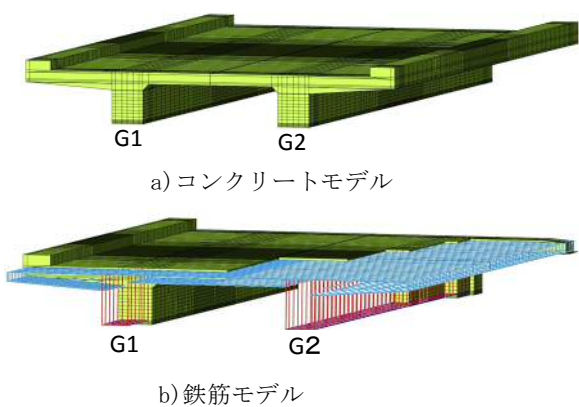


図-3 3次元FEMモデル

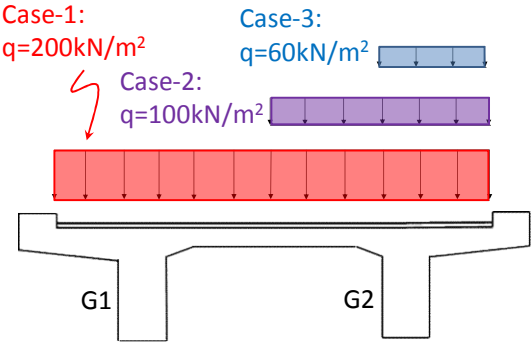


図-4 載荷ケース

4. 解析結果および考察

鉄筋が露出したRC断面のスパン中央における曲げ応力度に着目して、活荷重の載荷方法を変更した解析結果を、表-1に示す。Case-1では 219.0 N/mm^2 となり、許容応力度を21.7%超過した。また、Case-2では 217.3 N/mm^2 となり、許容応力度を20.7%超過した。これは、被りコンクリートが剥落して鉄筋が露出したことが影響していると考えられる。そこで、活荷重の載荷幅を自動車幅に低減したCase-3では 37.0 N/mm^2 となり、許容応力度を満足する結果になった。鉄筋が露出した損傷状況でも、現状の交通状況を勘案した構造診断を実施することで、対策区分の判断材料に反映できることが確認できた。さらに、重要度が低く交通量が少ない市町村が管理する小規模な橋梁に限定して、より現実的な活荷重の載荷方法を設定することは、構造診断を実施する有効な条件設定であると考えられる。

表-1 解析結果

	Case-1	Case-2	Case-3
変形図			
応力度 (N/mm ²)	曲げ / 許容 219.0 / 180.0	曲げ / 許容 217.3 / 180.0	曲げ / 許容 37.0 / 180.0

5. おわりに

本検討では、老朽化した道路橋の維持管理計画を作成するための構造的な資料として、被りコンクリートが剥がれ落ちて鉄筋が露出している RC 断面を有する T 桁橋を対象に、3 次元有限要素解析を用いて損傷個所の安全性を検証した。検証の結果、鉄筋が露出した損傷状況でも、現状の交通状況を勘案することで、鉄筋露出を反映した 3 次元有限要素解析を適用することで、対策区分の判断材料に反映できることが確認できた。

参考文献

1) MIDAS IT : Analysis Manual of midas FEA, ver360R1, 2014.6
2) 清野茂次, 神山立男 : T 桁橋の設計, オーム社, 1965.12