

老朽化した土木施設の劣化損傷に関する解析的一検討

西日本工業大学 大学院環境システム分野 ○学生員 鮑 紫童
西日本工業大学 工学部土木工学系 正会員 濱本 朋久

1. はじめに

人々の生活や経済を支えるインフラ施設を安全に機能し続けるためには、必要に応じてできるだけ早期に適切な改修を施さなければならない。構造物の寿命を50年程度と仮定すると、予防的な維持管理を実施することで老朽化した既設の鉄筋コンクリート（以下、RCと称す）構造物である橋などの寿命を延命することが可能となる。しかし、建設当時の想定を超過する交通量や大型トラックの普及により、橋が支える負荷は過大になっている。橋をこのまま安全に使い続けるには、適切な診断と予防保全が欠かせないと考える。

一方で、市町が管理している既設橋梁は橋長15m未満の橋が多く、補修・補強・更新を診断する点検が始まっている。例えば、RCで建造された構造物である既設橋梁において、被りコンクリートの剥落や鉄筋が露出している損傷範囲について橋梁点検で調査しているが、損傷した断面における応力状態の構造的な診断は実施できていない。そこで本研究では、市町における老朽化した既設RC構造物の現地調査を実施し、老朽化して鉄筋が露出しているような土木施設である既設RC構造物の損傷要因を分析する。さらに、老朽化した土木施設である既設RC単純桁橋の構造検討を実施する。

2. 既設RC橋の現状および既設橋の損傷分析

市町である苅田町が管理している既設橋梁¹⁾として、住民が生活圏道として利用されている町道が非常に多く現存しており、写真-1に示すような老朽化した橋梁は110橋である。また、写真-1に示すA橋は1965年に完成し、橋種は単純RC桁橋である。A橋の橋長は5.50mで、道路等級は市道の生活圏道で、有効幅員は3.80mである。次に、橋種別の分類として橋長15m以上と橋長15m未満で分類した結果を、図-1に示す。この図から、本町が管理している既設の橋種で鋼橋は非常に少ないことが確認できた。また、橋長15m以上の橋種では、PC橋が35橋が確認でき、多く選定されていることが確認できた。さらに、橋長15m以上の橋種において、RC橋が2橋が確認でき、全体の5%に過ぎなかった。しかし、橋長15m未満の小規模な橋種において、RC橋が55橋が確認でき、全体の76%と非常に多いことが確認できた。これらより、本町の管理している老朽化した、既設橋において、既設RC橋の対策が急務であることが確認できた。

次に、市町の事例として、苅田町の橋梁長寿命化修繕計画¹⁾を参考に既設橋梁の損傷分析を実施した。橋梁の損傷評価を実施するに当たり、損傷評価を実施する対象部材として、橋梁は上部構造に限定し、ボックスカルバート構造は頂版に限定した。また、損傷要因の分析結果を、図-2に示す。本図から、鉄筋露出の損傷が25%、ひび割れの損傷が31%となった。また、遊離石灰が2%、異常なしが42%となった。これより、経年劣化による損傷が管理橋全体の約56%と数多く確認された。ここで、鉄筋露出の劣化損傷機構は、既存コンクリートに物理的かつ環境的な要因によりひび割れが生じ、雨や風などの影響で鉄筋が錆びて膨張する。



写真-1 A橋の橋桁損傷状況

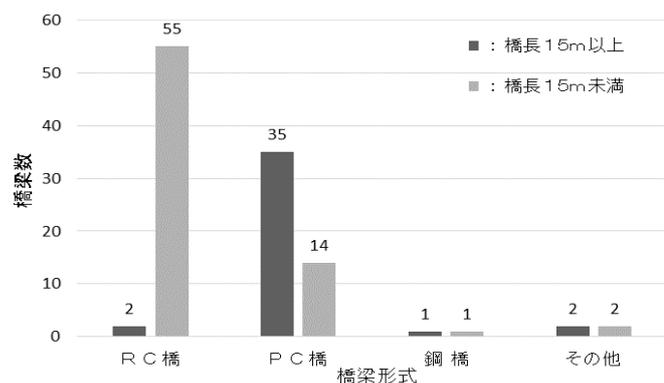


図-1 橋梁形式の相違

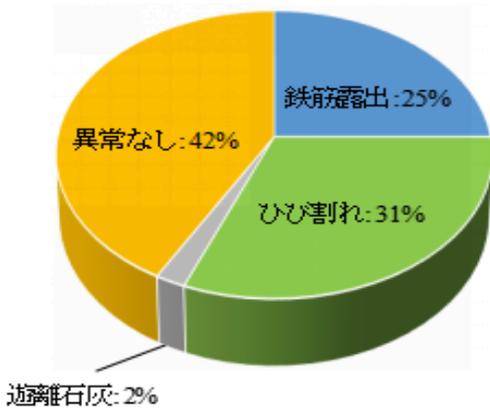


図-2 損傷状況

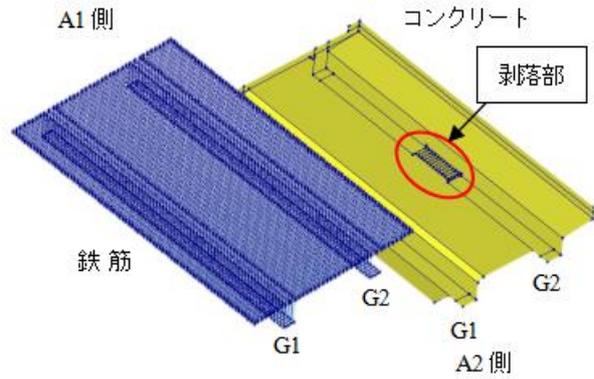


図-3 3次元FEMモデル(桁下側)

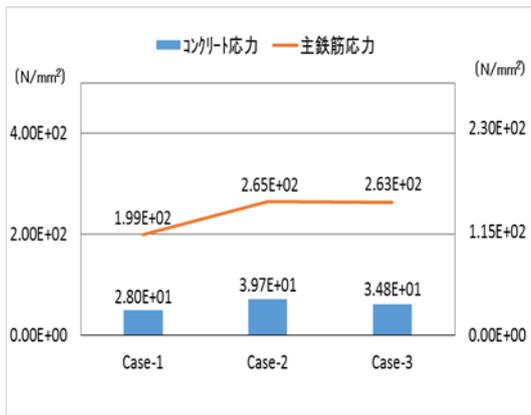


図-4 数値解析結果

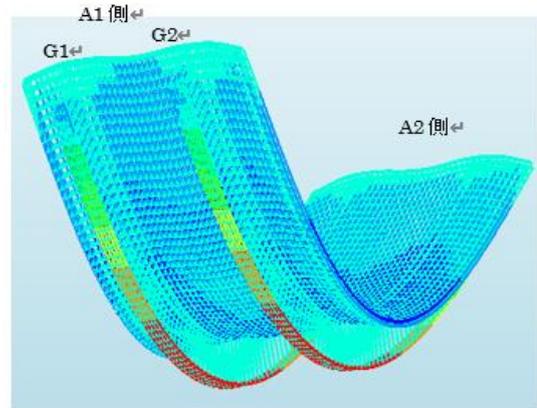


図-5 Case-1の主鉄筋応力

3. 数値解析条件および解析結果

老朽化した既設RC構造物として、市町が管理する小規模な老朽化したRC単純桁橋を対象とした(写真-1参照)。鉄筋が露出した非対象な断面では、RC断面の簡易計算式や設計時専用ソフトが適用できないため、図-3に示す3次元FEMのモデルを構築し、損傷したRC断面に対する構造的な診断を試みた。本数値解析では、3次元FEMの汎用ソフトウェア²⁾であるDIANA 10.4を適用する。数値解析ケースは、健全モデル(Case-1)・擬似剥落モデル(Case-2)・剥落モデル(Case-3)を検証する。Case-1の健全モデルは、建設当時としてコンクリートおよび鉄筋の要素を復元した。また、Case-2の擬似剥落モデルは、G2桁のスパン中央部に着目し、延長1.5mの範囲で被りコンクリートが剥落したコンクリート要素の単位体積重量0.0 kN/m³とし、弾性係数とポアソン比を零に近い収束値で設定した。さらに、Case-3の剥落モデルは鉄筋露出に着目し、Case-2の擬似剥落範囲を鉄筋が露出した状態を直方体として要素で分割したコンクリートのソリッド要素を控除することで設定した。

まず、Case-1~Case-3の数値解析結果を、図-4に示す。また、各Caseの結果を代表して、Case-1の主鉄筋応力を図-5に示す。さらに、Case-1の主鉄筋応力は $1.99 \times 10^2 \text{ N/mm}^2$ となり、Case-3の主鉄筋応力は $26.3 \times 10^2 \text{ N/mm}^2$ となった。これより、被りコンクリートが剥落して鉄筋が露出することで主鉄筋応力が約32%程度危険側に増加していることが確認できた。

4. おわりに

本研究では、老朽化した土木施設であるRC単純桁橋を対象に、市町である荻田町が管理している既設橋梁の資料収取を実施し、損傷分析を実施した。さらに、経年劣化で鉄筋が露出している損傷状態に着目して、3次元FEMモデルを構築し、引張側軸方向の主鉄筋応力に及ぼす影響を検討した。今後は、鉄筋とコンクリートの付着すべりを考慮した数値解析モデルや非線形特性を考慮した解析的検討を実施する予定である。

参考文献

- 1) 荻田町：橋梁長寿命化修繕計画，2014。
- 2) TNO Building and Construction Research：User's Manual of DIANA Finite Element Analysis, 2020。