

山東省における老朽化した土木施設の劣化損傷に関する損傷分析

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思う。一方で、日本の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。加えて、中国においても、海岸沿いの老朽化した道路橋や凍結防止剤の散布による塩害による損傷が報告されている。そこで本研究では、山東省における老朽化した既設 RC 構造物の損傷を調査分析し、日本の市町と比較検討を実施する。また、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 単純桁橋の残存寿命予測を構造解析的に検証する。

2. 山東省における老朽化した既設 RC 橋の現状および損傷分析

中国における塩害被害を受けている既設 RC 橋の調査分析を実施した。各々¹⁾は、図-1 に示すような山東省の海岸に建設された 5 つの既設 RC 橋を対象にして、基礎的な目視調査や物理試験を実施している。これより、写真-1 に示すような橋桁の下面において、塩害による劣化損傷が著しい既設 RC 橋として、小海河旧橋（写真-2 参照）と付疇河旧橋（写真-3 参照）の 2 橋を選定した。対象とした既設 RC 橋は 2 橋とも 1994 年に建設されており、架橋位置の気象条件は月の平均気温も低く、最低気温も氷点下になるため、凍結による損傷も確認されている。また、干満差による潮位変動による飛来塩分の影響や塩素イオンの浸透が非常に大きく、橋桁や橋脚に対する塩害による耐久性の低下が確認できた。

次に、日本における市町の損傷事例として、荻田町の橋梁長寿命化修繕計画²⁾を参考に既設橋梁の損傷分析を実施した。まず、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



図-1 海岸部における既設 RC 橋の架橋位置



写真-1 小海河旧橋の橋桁下面損傷¹⁾



写真-2 小海河旧橋¹⁾



写真-3 付疇河旧橋¹⁾

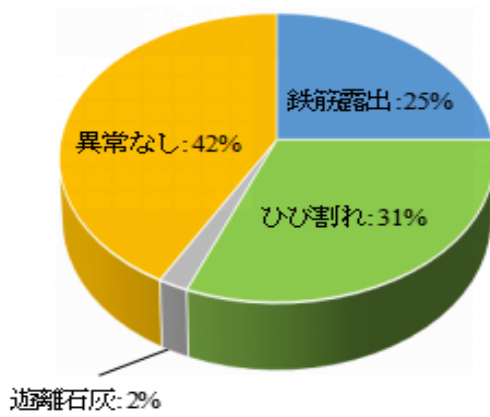


図-2 RC 桁の損傷状況

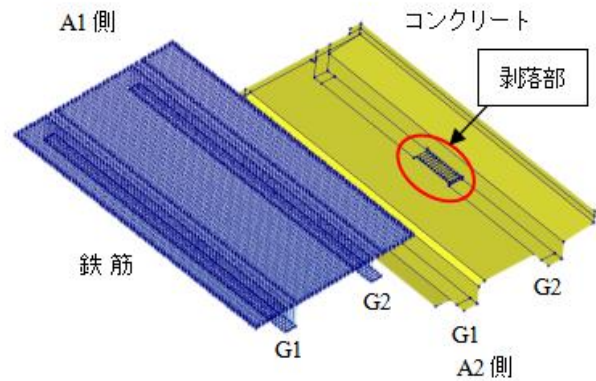


図-3 3次元FEMモデル（桁下側）

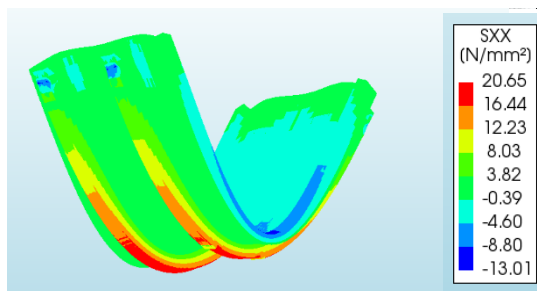


図-4 Case-2 のコンクリート応力

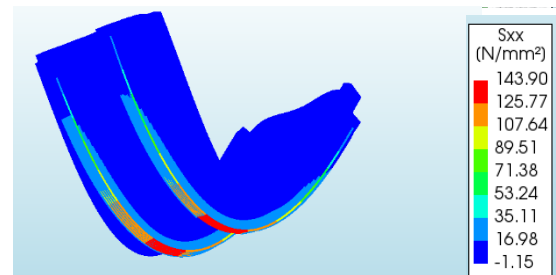


図-5 Case-2 の主鉄筋応力

が2%, 異常なしが42%となった。これより、海岸部に建設された既設RC橋における塩害などの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。日本と中国の損傷分析より、海岸部に建設された既設RC橋の損傷状況は類似しており、両国とも重要度が低い中小規模な橋梁の維持管理対策が実施できていないことが確認できた。

3. 数値解析条件および解析結果

老朽化した既設RC橋として、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。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³⁾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）・剥落モデル（Case-2）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の剥落モデルは鉄筋露出に着目し、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。想定した活荷重は、400.0 kN/m²とした。まず、Case-2の数値解析結果を、図-4および図-5に示す。これより、コンクリート応力は、Case-1で19.49 N/mm²となり、Case-2で20.65 N/mm²となった。G2桁の鉄筋応力は、Case-1で125.67 N/mm²となり、Case-2で143.90 N/mm²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13%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、中国の山東省における損傷している老朽化したRC単純桁橋を調査分析し、日本の市町である荊田町の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) 吝杰, 金祖全, 庄其昌: 沿海桥混凝土结构腐蚀调查及分析, 工业建设, Vol. 42, No. 7, pp. 161-165, 2012.
- 2) 荊田町: 橋梁長寿命化修繕計画, 2014.
- 3) TNO Building and Construction Research: User's Manual of DIANA Finite Element Analysis, 2020.