

既設部と補強部との協働を考慮したコンクリート構造物の補強に関する検討

コンクリート研究室 木沢敬太

指導教員 下村 匠

1. はじめに

劣化したコンクリート構造物の補強においては、劣化した既設の部材に補強部材を追加することで低下した性能を回復させる。鉄筋腐食や剥離・剥落などの劣化した既設部材の残存耐力は点検・調査からの推定が困難であるため、現状の補強設計においては、劣化した既設部の耐力を期待せず、追加する補強部材のみで必要な耐荷性能が確保されている。しかしながら、実際には既設部材は劣化しているとはいえ、ある程度の耐荷性能を有していることが既往の研究において示されている。

そこで、適切な補強を考えた場合には、劣化した既設部の残存性能を評価し、補強後も既設部の耐力を期待した設計が望ましいといえる。そのためには、劣化した既設部と補強部との協働による補強後性能について正しく考慮した設計が行えることと、設計上の仮定を満足する材料選定、施工が必要であると考えられる。

本研究では、コンクリート構造物の補強において、劣化した既設部の残存性能を評価し、補強部との協働を考慮した設計および施工法について提案することを目的とする。

2. 既設部材の劣化程度が補強後性能に及ぼす影響に関する数値実験

本章では、最も基礎的な検討として、劣化した RC 梁部材の補強を想定し、有限要素解析による数値実験を行う。具体的には、解析上で劣化を導入した RC 梁モデルに対して補強部材を併設した場合の補強後性能に着目し、検討を行った。

2.1 解析概要

解析の概要を図-1に示す。既設部材の劣化は鉄筋の腐食程度を変更することにより考慮した。また、補強部材は既設部材と接合し、一体化させることで補強後性能を検討した。追加する補強部材は、実務で一般に仮定される、劣化した既設部の耐力を期待せず、追加する補強部材のみで補強前の耐荷力を確保する設計を考え、断面 2.0 倍の補強とした。なお、解析において鉄筋の腐食劣化は、離散鉄筋要素の鋼

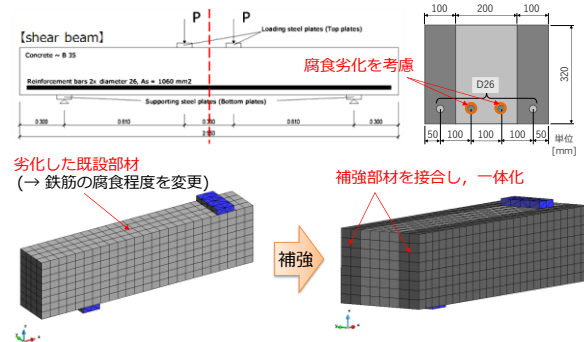


図-1 劣化した RC 部材の補強に関する検討の概要

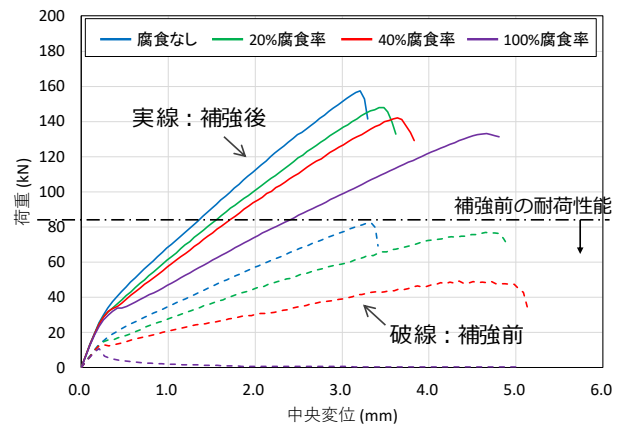


図-2 補強前および補強後の耐荷性能の比較

材断面積を直接減少させることに加え、付着劣化も併せて考慮することで表現した。

2.2 解析結果

図-2に、劣化を導入した既設部材における補強前および補強後の解析結果の比較を示す。なお同図では、載荷点における荷重と梁の下縁で測定された中央変位との関係を示している。同図より、補強前の解析結果においては、劣化が顕著であるほど耐荷性能も著しく低下していることが分かる。一方、補強後の耐荷性能についても、既設部材の劣化程度によって異なる結果となった。このことから、劣化した既設部材の残存性能は補強後の耐荷性能に寄与するため、この寄与を期待した補強設計の実現により、追加する補強部材の断面寸法をさらに削減できるものと考えられる。

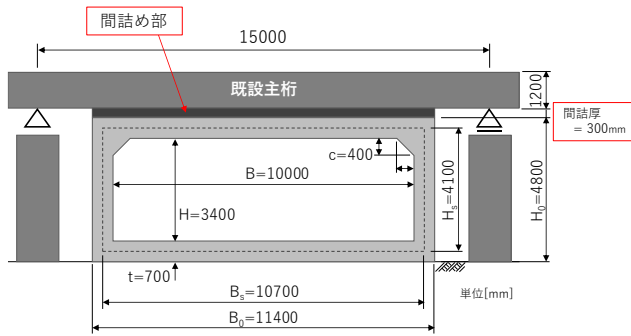


図-3 検討対象橋梁の補強断面

3. 塩害により劣化したコンクリート構造物の補強に関するケーススタディ

本章では、既設橋梁をBOXカルバート化する補強工事が行われた実橋梁²⁾を対象に、既設部の残存性能を期待した補強設計・施工法について検討する。

3.1 既設部から補強部への荷重伝達メカニズムに関する検討

図-3に示すような、実際に施工された補強構造における応力状態について、有限要素解析により検討する。既設主桁は破断したPC鋼棒の張力を期待せず、コンクリート物性の弾性体要素とし、高流動コンクリート充填の間詰め部についても同様とした。BOXカルバートは離散鉄筋要素とし、主鉄筋の配筋は全上載荷重を考慮し、再現設計を行った。

また、既設主桁およびカルバートと間詰めの境界部には、境界層構成則を考慮した。境界部にはモール・クーロンの破壊基準を適用し、引張応力は伝達させずに圧縮側の応力のみを伝達させる条件とした。その上で、解析モデルに対して輪荷重および死荷重を静的に載荷した。

解析結果を図-4に示す。コンクリート充填の場合、頂版下縁に曲げひび割れが発生する結果となる。

3.2 協働メカニズムを考慮した設計および施工法の提案

補強後も既設部の耐力を期待するような協働のメカニズムとして、常時は作用荷重の大部分を既設構造に負担させ、非常時には既設構造と補強部材とが協働して支持する補強構造を提案する。これを実現するための施工法として、間詰め部に地盤材料を想定した弾性体要素を挿入し、3.1と同様の解析を行った。なお、間詰め部と各部材の境界面には滑り・剥離を考慮する境界層構成則を仮定した。

解析結果を図-5に示す。地盤材料への置換により、主桁が荷重の大部分を受け持つ分担のメカニズムとなり、頂版下縁の引張応力が大幅に低減された。

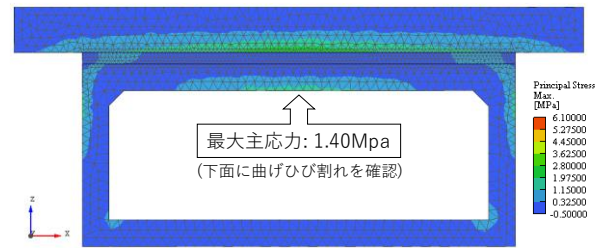


図-4 最大主応力図（コンクリート充填の場合）

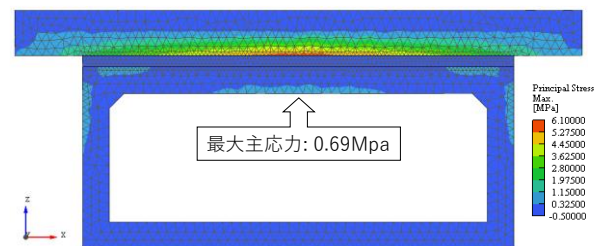


図-5 最大主応力図（地盤材料を充填した場合）

4. まとめ

以下に、得られた知見を総括する。

- (1) 単純なRC梁部材の補強を対象に、既設部材の劣化程度が補強後性能に及ぼす影響を数値実験により検討した。その結果、既設部材の劣化程度の低下が補強後性能に寄与することが明らかとなり、この寄与を期待した設計により、補強部材の断面を削減できる可能性を示した。
- (2) 塩害により劣化した実橋梁における補強事例を対象に、既設部の残存性能を期待した補強設計・施工法に関するケーススタディを行った。その結果、既設主桁と補強カルバート間の間詰め部に地盤材料を充填した場合、既設主桁が荷重の大部分を受け持つような分担のメカニズムとなり、既設部の残存性能を期待した設計を実現するための施工法となり得ることを示した。

参考文献

- 1) 山口貴幸, 下村匠, 田中泰司: 厳しい塩害環境下に約80年間晒され劣化した実橋RC桁の荷重試験, コンクリート工学年次論文集, Vol. 32, No. 2, pp.1405-1410, 2010.
- 2) 土田稔, 脇本直樹: 両鬼橋の塩害架替え工事, プレストレストコンクリート, Vol. 53, No. 2, pp.57-62, 2011.