

# 既設コンクリート構造物の補修対策技術の将来展望

渡辺博志

## 1. はじめに

コンクリート分野の将来展望を述べる場合、多種多様な切り口がある。例えば、コンクリート構造物新設を対象とした生産性向上技術のあり方について将来展望を述べることは有用であろう。あるいは、高炉スラグ・フライアッシュなど各種副産物のコンクリート用材料としての有効活用に関する話題も有望である。持続可能な社会の構築に対する社会的ニーズの高まりから、副産物を活用しつつこれを用いた構造物の耐久性向上を図るといふ一石二鳥の技術が確立されれば、コンクリート材料の姿も随分と変わることになる。

しかし、本号では補修技術に焦点を当てて将来展望を述べたい。大量の既設コンクリート構造物ストックの長寿命化にあたり、補修対策技術はその根幹をなすものである。補修技術に対するニーズは100年後も失われることはないであろう。一方で構造物新設のために開発された技術の成熟度と比べて、補修・補強技術は体系化も遅れていて、構造物維持管理の側面から見た生産性向上の実現に向けて、大きな発展が望まれるところである。

土木研究所における第三期中長期研究計画（平成23～27年）では、コンクリート構造物の補修に関する研究を実施し、既設鉄筋コンクリート構造物を念頭に、補修対策として使用頻度の高い表面被覆工法・ひび割れ注入工法・断面修復工法について、「コンクリート構造物の補修対策施工マニュアル」<sup>1)</sup>（以下「施工マニュアル」という。）を取りまとめた。これにより一定の成果は収めたと考えるが、残された課題もある。ここでは、補修対策技術が将来発展を遂げる上で克服すべき課題について述べることにする。

## 2. 補修対策効果の確実性向上

補修対策を実施した際、もっとも関心があるのは、補修によりどの程度構造物の延命が可能とな

るかである。補修を実施したものの再劣化が生じ構造物の延命につながらなかった事例も報告されており、補修効果の確実性を高めることが最重要課題である。そのために必要となる項目を以下に述べる。

### 2.1 補修材料及び工法の性能と評価方法の確立

補修設計では、対象構造物の劣化機構を特定し、劣化の進行程度に応じて、劣化の進行を食い止める効果を有する材料や工法を選定することとなる。例えば、凍結防止剤による塩分の浸透が危惧される部において、コンクリート表面にけい酸塩系の含浸材を塗布すれば、コンクリート内部への塩分の浸透を遅らせることができ、構造物の延命につながる。しかし、塩分浸透速度をどの程度遅らせることができるか、定量的な性能評価手法および評価結果がなければ、補修効果を事前に予測することができない。また、試験室において調整された試験条件で試験成績を得たとしても、実構造物においては、適用対象となるコンクリートの性状や、施工時の温度、水分状況、施工品質が試験条件と異なっているため、得られる性能も試験時と異なったものになることが予想される。こうしたことは、含浸材のみならず表面被覆材など、多くの材料に共通した技術的な課題である。

補修対策に使用する材料は多種多様を極め、施工条件も変化に富んでいる。当然、補修材料の性能評価方法や、施工管理手法の確立は、補修設計技術の高度化ならびに補修対策後の構造物の性能に対する信頼性確保には欠かせないものである。施工マニュアルでは、そうした点も踏まえていくつかの試験方法や施工管理手法の提案を行ったが、まだ一部にとどまっており、全体を網羅するには至っていない。とりわけ、補修材料の性能評価手法の確立は、各種補修材料工法の開発を活性化させるとともに、開発された新技術の現場導入の円滑化にも資するものである。評価手法の充実、さらには品質規格の整備や試験規格としての標準化が望まれる。

Research and Development of Rehabilitation for Existing Concrete Structures

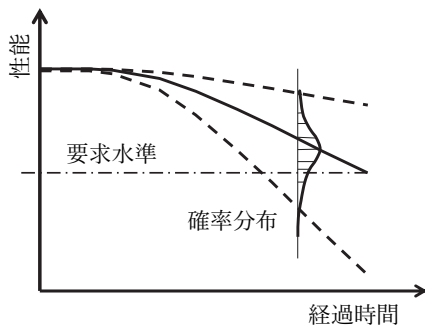


図-1 構造物の経時的な劣化状況の模式図

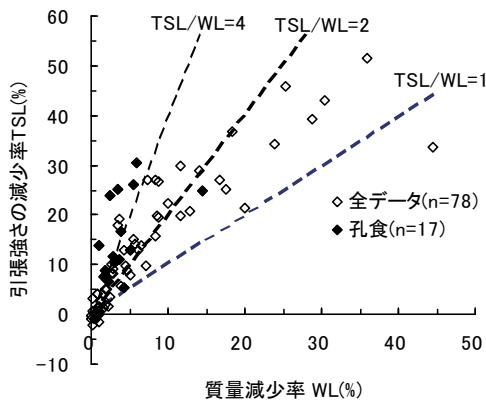


図-2 腐食したPC鋼線の引張強度試験結果

## 2.2 補修対策限界をふまえた戦略的維持管理計画

構造物の劣化による経時的な性能の低下は、しばしば図-1中の曲線（実線）に示すような概念図で表現されることが多い。コンクリート構造物中の鉄筋やコンクリートの強度については、限られた情報から工学的判断を持って仮定し、それをもとに実線の推定結果を得ることとなる。ところが、劣化状況は不均一であり、劣化状態を確定的に把握できるわけではない。例えば、図-2は腐食したPC鋼線の引張強度を調査した結果を示すが、孔食がある場合は、質量減少率に対する引張り強さの減少率の関係が異なるので、腐食減量と引張強度の間には大きなばらつきがあることがわかる。こうしたばらつきをふまえると、構造物の性能は図-1中の曲線（点線）で示したように、予測値と異なって幅を持ったものとなり、その性能は確率分布として表現せざるを得ない。

こうした状況で、長期的なライフサイクルにわたって補修補強対策を繰り返し実施した場合、2.1で述べたとおり、補修対策工法の評価に不確実性が残るため、補修実施後の構造物の性能予測結果には、さらに大きな変動が想定される。また

補修対策によって、対策実施後の構造物の性能は完全に回復するものでもない。

補修対策技術は、既設コンクリート構造物の長寿命化に資するものであり、適切な補修を含めた維持管理がなされれば、構造物の設計供用期間の延長も可能となる。一方で、長期的には、補修対策後の構造物の性能の不確実性から補修ではなく、更新の判断を下す場面も出てくるであろう。すなわち、補修の限界も考慮した構造物の維持管理計画が非常に重要であり、補修対策および対策実施後の点検に要するコストや実施体制を考慮したうえで無理な補修に固執せず、更新への適切な判断を下すための研究も必要である。

## 2.3 現場での試行と結果の蓄積

コンクリート構造物の補修技術をより確実なものとするためには、補修対策実施後の点検とともに詳細調査を行い、その結果を蓄積して行くことが求められる。とりわけ、補修対策後に生じた再劣化や不具合を捉えることは重要であり、再劣化を生じた原因を分析し、以後の補修設計ならびに補修施工管理に活かしていかなければならない。

## 3. まとめ

コンクリート構造物の補修技術の信頼性向上の観点から、主な検討課題を述べた。現場での試行とそのフィードバックを含めると、産学官の連携による組織的な研究が求められよう。

### 参考文献

- 1) 土木研究所資料第4343号：コンクリート構造物の補修対策施工マニュアル（案）、平成28年8月
- 2) 北野勇一、渡辺博志、鈴木雅博、徳光卓：PC橋の改造技術に関する研究、その1：腐食PC鋼材の機械的性質に関する考察、プレストレストコンクリート、Vol.49、No.5、pp.52～56、2007.9

渡辺博志



土木研究所材料資源研究グループ長、  
博士（工）  
Dr.Hiroshi WATANABE