

審査の結果の要旨

氏名 伊藤 正憲

市民生活を支える社会基盤の中核をなしてきた鉄筋コンクリートは、半永久的にメンテナンスフリーと考えられてきた。事実、丁寧に材料を選び施工された初期の構造物には現在でもその機能を十分に果たしているものが多い。しかし、1960年代以降の高度経済成長期に建造された構造物の中には耐久性が十分でないものも多く、建設後数十年程度しか経過していないトンネルや高架橋からコンクリート片がはく落する事態が頻発した。かぶり部のコンクリート片のはく離・はく落は、主に中性化の進行によりコンクリート内部の鉄筋が腐食膨張するために生じるものであるが、海砂を十分に洗浄せずに使用した場合や沿岸部に立地する構造物では、塩化物イオンの影響により鉄筋の腐食がさらに助長される。このようにコンクリートの品質が急速に悪化した背景には、急速施工、大量打設の要求によりコンクリートポンプ車が導入されるようになり、その結果、ポンプによる圧送が容易な単位水量の大きいコンクリートが使用されるようになってきたことが上げられる。このようにコンクリート構造物のはく離・はく落事故が多発したことにより、コンクリート構造物の維持管理、補修・補強の重要性が高まった。そして、劣化したコンクリート構造物の補修方法として、劣化した部分を打ち換える断面修復工法が有効な対策法と考えられてきた。しかし、断面修復を行っても早期に再劣化してしまう事例も後を絶たない。原因としては、断面修復時の鉄筋の防錆処理不足や塩分を含んだコンクリートの取り残しなどが考えられるが、断面修復工法で主に使用されるポリマーセメントモルタル(以下、PMM)の特性を十分に理解することなく、現場の環境条件を踏まえた適切な補修を行ってこなかったことも一因と考えられる。

このような背景の下、本論文は、吹付け施工によるPMM系断面修復材を対象とし、実施工時の環境を想定した養生を行い、圧縮強度、曲げ強度に及ぼす影響や耐久性として中性化に着目し、その影響程度を定量的に評価したものである。また、検討の結果を踏まえて、最も再劣化リスクの少なくなる新しい断面修復工法の開発を行ったものである。

本論文では、まず、初期の水分蒸発速度が速くなるに従ってセメントの水和に必要な水分が不足して水和が阻害されること、ポリマーの添加は実現場を想定した環境でもセメントの水和の阻害要因となることを明

らかとし、実環境下での PMM のポリマーの被膜化について詳細に考察し、時間の経過と水分蒸発量から PMM 表面の被膜化を判定する式を提案した。続いて、PMM の細孔構造に着目し、乾燥条件やポリマーセメント比の影響を空隙構造レベルで詳細に検討し、強度、耐久性の面から実環境下で十分な性能を発揮させるには、最低 1 日～2 日間の封緘養生が必要であることなどを明らかにした。さらに、種々の実験結果を統一的に説明できる実環境を想定した PMM の硬化モデルを提示した。さらに、膨張材と収縮低減剤の併用による収縮抑制効果を初めとして、PMM の性能を確実に発揮させるための要点を明らかにしている。その上で、取り扱いや品質管理が容易で、吹付け性や接着性に優れ、施工条件が変化しても所要の性能を発揮できる断面修復工法を開発した。

本論文の第 1 章では、本研究の概要と目的を述べている。第 2 章では、断面修復材、特に PMM 系断面修復材に関する既往の研究をとりまとめ、これまで得られている知見と現状の課題を指摘している。第 3 章では、各種環境条件下に PMM 試験体を暴露し、内部のセメントの水和反応について定量的に評価を行い、表面部でのポリマーの被膜形成過程について検討している。第 4 章では、各種環境条件下に PMM 試験体を暴露してその細孔構造の分析を行い、圧縮強度、曲げ強度、接着強度および中性化抵抗性に及ぼす影響について検討している。また、膨張材や収縮低減剤などの収縮補償材料や液体急結剤の添加の影響についても検討している。第 5 章では、実環境下における PMM 中のセメントの水和反応とポリマーの造膜機構のモデル化を行っている。第 6 章では、寸法安定性について実環境を想定した条件で収縮補償材料の効果を検証し、実際の現場で想定されるひび割れの発生に関する検証を行っている。第 7 章では、再劣化のリスクを最小限にする吹付け断面修復工法を開発を行っている。第 8 章では、各章ごとに得られた成果をまとめ、本研究の結論を示している。

以上、本研究は、実環境下での PMM の性能の低下を定量的に明らかにした上で有効な対策法の提案を行っており、実務における有用性に富む独創的な研究成果と評価できる。

よって本論文は博士(工学)の学位請求論文として合格と認められる。