



HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	寒冷環境下のコンクリート構造物における補修効果の持続性評価に関する研究 [論文内容及び審査の要旨]
Author(s)	内藤, 勲
Degree Grantor	北海道大学
Degree Name	博士(工学)
Dissertation Number	甲第14444号
Issue Date	2021-03-25
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/81081
Rights(URL)	https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/
Type	doctoral thesis
File Information	Isao_Naito_review.pdf, 審査の要旨



学位論文審査の要旨

博士の専攻分野の名称 博士 (工学) 氏名 内藤 勲

審査担当者 主 査 特任教授 横田 弘
 副 査 教 授 杉山 隆文
 副 査 特任教授 千歩 修
 副 査 准教授 松本 浩嗣

学位論文題名

寒冷環境下のコンクリート構造物における補修効果の持続性評価に関する研究
(Study on Persistence of Repairs Effectiveness of Concrete in Cold Environment)

1960 年代以降の高度経済成長期に数多く建設されたコンクリート構造物の老朽化問題は、2012 年の中央自動車道笹子トンネル天井板落下事故によって顕在化された。その翌年に「インフラ長寿命化基本計画」が策定され、以降、社会資本の戦略的な維持管理施策の推進により、コンクリート構造物の補修や補強、更新が多く実施されている。一方で補修後の比較的短い時間に補修箇所が再劣化する等の不具合事例が増加し、特に、寒冷環境下ではその傾向が顕著であるため、その不具合を防止し補修の信頼性を向上させることが喫緊の課題となっている。このような不具合が生じる要因としては、寒冷環境下における補修効果の持続性が明確ではないこと、再劣化等を防止する品質管理技術等が確立されていないことが上げられる。

このようなことから、本研究では、低温環境下でもコンクリート構造物の確実な補修効果を期待できる品質管理手法および手法を確立することを目的に、適用頻度が最も多い断面修復工法とひび割れ修復工法に焦点を当て、補修箇所の耐久性の向上と補修効果の持続性を評価している。断面修復工法では、再劣化の一因である補修界面の脆弱部を改善することで補修箇所の耐凍害性が向上できることを明らかにし、その手法の適用性と有効性について論じている。ひび割れ修復工法では、補修材の未充填による再劣化発生メカニズムを明らかにし、低温時の補修材の粘性変化や温度変化を因子とする注入充填性の定量評価法を提案している。また、析出物のあるひび割れの補修方法を提案し、その有効性について示している。

本論文は、全 8 章から構成されている。

第 1 章では、研究背景、コンクリート構造物の補修後の再劣化および性能低下の原因に関する既往の研究を整理したうえで、研究の位置付けと目的および論文の構成を述べている。

第 2 章では、断面修復材がコンクリート界面付近から早期に剥離する再劣化問題に対して、界面に残存する劣化部分やはつりの打撃による損傷部等の脆弱部に種々の浸透系塗布材を浸透させて脆弱部を緻密化させることによる耐久性の向上について凍結融解試験により評価している。塗布材の浸透深さが材料の粘性と劣化の程度によって変化するものの、透水量の減少や接着強度の増加から、塗布材によって脆弱部が緻密化して改善されることを明らかにしている。

第 3 章では、第 2 章で明らかとなった改善効果の高い補修方法を採用した場合の耐凍害性の向上とその持続性を評価している。塗布材をより深くまで浸透させ、かつ密実に充填することで、補修後の耐凍害性は大きく向上する可能性が示唆されている。また、樹脂系の塗布材は耐凍害性の向上に

非常に有効であることを明らかにしている。

第4章と第5章では、それぞれひび割れ注入およびひび割れ充填における未注入および未充填部の存在が再劣化の発生・進行に及ぼす影響やそのメカニズムの解明を図っている。樹脂系注入材は凍結融解作用時に接着強度が低下する傾向にあること、セメント系注入材は凍害劣化で接着強度が低下することで、補修効果が低下することを示している。一方、変成シリコン系充填材は凍結融解作用の影響は受けないことを明らかにしている。注入材はひび割れからの塩分浸透を抑制できるが、充填材はそれを抑制できないことも明らかにし、未充填がある状態で凍結融解作用を受けるとそこから凍害劣化が進展することを明らかにしている。

第6章では、低温時のひび割れ注入材の性能規格化と充填性向上のための検討を行っている。低温時に可使時間を温度上昇法で判定できない注入材が多いことや、低温時の注入材の粘度は常温時の4～7倍大きくなることを明らかにしている。注入充填性試験の結果から、低温においても既往の注入面積速度式とひび割れ幅の関係には相関があることを明らかにし、新たな補正係数を提案して、ひび割れの幅や規模に応じた注入材選定や注入効率の評価を可能としている。

第7章では、実構造物における調査から析出物のある場合のひび割れ注入における問題点を考察している。これに対して、ひび割れに直交する深さ10mm程度の切り込みを入れ、そこから注入材を注入する手法(クロスカット注入法)を提案し、その実用性と有効性を実構造物での試験施工で検証し、明らかとしている。

第8章では、各章で明らかとなった事項をとりまとめて本研究の総括を行うとともに、今後の課題について述べている。

これを要するに、著者は、寒冷地におけるコンクリート構造物に対して、脆弱部を改善する断面修復により補修効果の持続性が向上すること、またひび割れ注入は未充填部の存在が再劣化の要因となり、低温補正した注入面積速度式による注入充填性の評価や注入法の改善を行うことで補修後の品質向上が可能であることを明らかにしている。これは、寒冷地におけるコンクリート構造物の補修の信頼性向上に資する学術的かつ実用的な知見を得たものであり、コンクリート工学および維持管理工学の発展に貢献するところ大なるものがある。よって、著者は北海道大学博士(工学)の学位を授与される資格があるものと認める。