



HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	Characterizations of RC Beams Intervened by ICCP-SS System with Externally Bonded Carbon-FRCM Composites [an abstract of dissertation and a summary of dissertation review]
Author(s)	魏, 亮亮
Degree Grantor	北海道大学
Degree Name	博士(工学)
Dissertation Number	甲第14163号
Issue Date	2020-06-30
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/78927
Rights(URL)	https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/
Type	doctoral thesis
File Information	Wei_Liangliang_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 Wei Liangliang

審査担当者 主 査 准教授 松本 浩嗣
 副 査 教 授 松本 高志
 副 査 教 授 横田 弘
 副 査 教 授 杉山 隆文
 副 査 教 授 上田 多門 (深圳大学)
 副 査 教 授 Zhu Ji-Hua (深圳大学)

学位論文題名

Characterizations of RC Beams Intervened by ICCP-SS System with Externally Bonded
Carbon-FRCM Composites

(炭素 FRCM 複合材の外部接着により ICCP-SS 工法を施した RC はりの特性評価)

鉄筋の腐食はコンクリート構造物の代表的な劣化であり、安全性に大きな影響を及ぼす。コンクリート構造物の補強方法として、鋼板接着工法、増厚工法等があるが、FRP による補強は、その高い補強効果や、耐腐食性、軽量性等の利点を有していることが知られている。一方、腐食環境を対象とした長寿命化のための手法として電気防食がある。これは、鋼材の電位を卑側にシフトさせることにより、腐食を抑制する方法である。これまでに、様々な補修・補強方法や防食方法が開発されているが、それらのほとんどは、その効果が個別に検証されてきた。実際には、種々の手法を組み合わせるにより、より効果的に構造物の性能を保持することができると考えられるが、そのような検討はほとんど行われていない。

本論文は、多層炭素繊維補強セメント系材料 (M/C-FRCM) をコンクリート構造物に外部接着し、電気防食の陽極と同時に、補強材としても用いることの効果を検討したもので、6 章から構成されている。1 章では、研究の社会的背景、関連する既往の研究とその課題点、研究目的が説明されている。

2 章では、静的荷重を受ける M/C-FRCM で補強した鉄筋コンクリート (RC) はりについて、実験の概要と結果、耐荷力の算定方法が説明されている。本研究ではまず、M/C-FRCM 単体の引張載荷試験を実施し、複合体としてひずみ硬化型の応力-ひずみ挙動を示す等、基本的な力学性状を明らかにしている。また、はり試験体の載荷実験を実施し、本工法により顕著な補強効果が得られることを明らかにしている。さらに、見かけの M/C-FRCM の応力-ひずみ関係と平面保持の仮定に基づく曲げ耐力の算定手法を提示し、実験結果を良好に再現できることを確認している。

3 章では、疲労荷重を受ける M/C-FRCM で補強した RC はりについて、実験の概要と結果が説明されている。静的荷重に対する検討と同様、まず M/C-FRCM 単体の引張疲労載荷試験を実施し、その力学挙動を明らかにしている。また、応力範囲-疲労寿命 (S-N) 関係式を新たに提案し、FRP 単体よりは若干劣るものの、一般的な鋼材よりも優れた疲労特性を M/C-FRCM はり有することが示されている。さらに、はり試験体の疲労載荷実験を実施し、本工法により疲労性状が改善されることを明らかにするとともに、補強 RC はりの疲労寿命予測式を提案している。

4 章では、M/C-FRCM を電気防食の陽極として用いる際に生じるアノード分極が力学性能に与える影響と補強効果を検討するため、電気防食が構造物の供用中に継続して実施されることを想定して、構造物の耐用期間に応じた時間と様々な電流密度で通電した M/C-FRCM で補強した RC はりの静的載荷実験の概要と結果が説明されている。まず通電後の M/C-FRCM 単体の引張載荷試験を実施し、アノード分極により引張強度等の力学特性が低下することが明らかにされており、その低下量は主に積算電流量により整理できることが示されている。また、通電後の M/C-FRCM で補強した RC はりの載荷試験を実施した結果、鉄筋が曲げ降伏する場合、アノード分極による M/C-FRCM の力学性能の低下が補強効果に及ぼす影響はさほど小さくなく、はりの耐荷力が若干低下する傾向があることを明らかにしている。

5 章では、電気防食を実施中に交通荷重等が同時に作用する実構造物の状況を踏まえて、本研究では簡易的に 4 章と同様の条件で M/C-FRCM を事前に通電し、これを用いて補強した RC はりの疲労載荷実験の概要と結果が説明されている。まず通電後の M/C-FRCM 単体の引張疲労載荷試験を実施し、その力学挙動を明らかにしている。その結果、アノード分極と繰返し載荷の影響により、弾性係数や疲労寿命等の M/C-FRCM の力学特性が低下することが示されている。また、通電後の M/C-FRCM で補強した RC はりの疲労載荷試験を実施し、アノード分極により疲労寿命が低下したものの、無補強のケースよりは大きいことが確認されている。本研究は通電後の力学性状を検討したものであるが、アノード分極と疲労荷重を同時に受ける実際の状況に対しても、一定の効果が期待できることが見出されている。

6 章では、主に 2 章から 5 章の内容から得られた結論が述べられているとともに、今後の課題等が示されている。

これを要するに、著者は、M/C-FRCM を用いたコンクリート構造物に対する補強・防食の複合工法を提案することを目指して、アノード分極が静的および疲労性状に及ぼす影響を明らかにしており、主にコンクリート工学、維持管理工学等の分野において、新たな知見を見出すことに貢献するとともに実務への適用性にも大なるものがある。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られる。