

二国間交流事業 共同研究報告書

令和6年4月3日

独立行政法人日本学術振興会理事長 殿

[日本側代表者所属機関・部局]

岐阜大学・工学部

[職・氏名]

教授・小林 孝一

[課題番号]

JPJSBP 120228807

1. 事業名 相手国: 韓国 (振興会対応機関: NRF) との共同研究

2. 研究課題名

(和文) ひずみ硬化型繊維補強セメント複合材料と鉄筋間の相互作用と解析モデル

(英文) Analytical model and interaction between strain-hardening cement composite and steel bar

3. 共同研究実施期間 2022年4月1日～2024年3月31日(2年0ヶ月)【延長前】 年 月 日～年 月 日(年 月 日)

4. 相手国側代表者(所属機関名・職名・氏名【全て英文】)

Chungnam National University・Professor・YUN, Hyun-Do

5. 委託費総額(返還額を除く)

本事業により執行した委託費総額		2,340,000 円
内訳	1年度目執行経費	1,140,000 円
	2年度目執行経費	1,200,000 円
	3年度目執行経費	- 円

6. 共同研究実施期間を通じた参加者数(代表者を含む)

日本側参加者等	10名
相手国側参加者等	7名

* 参加者リスト(様式 B1(1))に表示される合計数を転記してください(途中で不参加となった方も含め、全ての期間で参加した通算の参加者数となります)。

7. 派遣・受入実績

	派遣		受入
	相手国	第三国	
1年度目	2	0	0(0)
2年度目	8	0	4(0)
3年度目	-	-	-()

* 派遣・受入実績(様式 B1(3))に表示される合計数を転記してください。

派遣: 委託費を使用した日本側参加者等の相手国及び相手国以外への渡航実績(延べ人数)。

受入: 相手国側参加者等の来日実績(延べ人数)。カッコ内は委託費で滞在費等を負担した内数。

8. 研究交流の概要・成果等

(1)研究交流概要(全期間を通じた研究交流の目的・実施状況)

・全期間を通じた研究交流の目的

本共同研究においては、ひずみ硬化型繊維補強セメント複合材料 (SHCC) を用いてコンクリート構造物の信頼性を高め、安心・安全な社会基盤を構築することを目標に、SHCC と鉄筋との付着性を明らかにすることにより、SHCC を用いた構造部材の設計を可能とすることを目指した。SHCC 部材の耐震性の研究に実績がある忠南大学と、SHCC の耐久性に関する研究に実績がある岐阜大学が、双方の研究グループの特徴を活かした研究を行い、それらを持ち寄って構造物を長寿命化するとともに、これまでの交流の実績を活かし、大学院生を互いに数週間ずつ派遣して研究に参加させることにより、若い研究者の育成に努めることを目的とした。

・研究交流の実施状況

SHCC と鉄筋の付着性を明らかにすることを目指し、日本側と韓国側で分担・協力しながら検討を進めた。教員ならびに大学院生の交流を、「7.派遣・受入実績」に記載のように行い、相互の研究の途中経過や成果の発表、意見交換をすることに加え、実験も日韓の学生ができるだけ一緒に行えるように工夫した。ただし、1年目はコロナ禍の影響で相互の訪問が十分に実施できず、メールやオンラインでも情報を交換し、議論を行なった。

<1年目>

- ・日本：腐食した鉄筋と SHCC の付着試験（単調載荷試験）を実施
- ・韓国：健全鉄筋と SHCC の付着試験（単調載荷試験）を実施
- ・韓国：上記の試験結果に基づき、健全鉄筋と SHCC の単調載荷に対する付着構成則を開発

<2年目>

- ・日本：腐食した鉄筋と SHCC の付着試験（繰返し載荷試験）を実施
- ・韓国：上記の試験結果に基づき、腐食鉄筋と SHCC の繰返し載荷に対する付着構成則を開発

(2)学術的価値(本研究交流により得られた新たな知見や概念の展開等、学術的成果)

鉄筋コンクリートに対して塩分（塩水）を供給し、内部の鉄筋の腐食を促進させた、SHCC は普通コンクリート (NC) と比較して高い鉄筋防食性能を有し、NC では鉄筋の表面で腐食面積が拡大した後、深さ方向に腐食が進展するのに対し、SHCC では劣化因子の到達点で腐食が発生した後、鉄筋の表面で腐食面積が拡大するという、両者の腐食進展の特徴を明らかにした。その上で、鉄筋コンクリートの付着性状の評価を行い、NC と SHCC では供試体のひび割れ状況が異なり、NC では鉄筋コンクリートのフープテンションに起因する軸方向ひび割れの発生を確認した。また NC と SHCC では荷重－平均ひずみ曲線、コンクリート平均応力－平均ひずみ曲線に違いが認められ、SHCC は鉄筋降伏後も引張力を分担することを示した。

さらに腐食を促進させるために、電食を採用して同様の検討を実施した。その結果、鉄筋の腐食量が同程度であったとしても、SHCC は引張靱性が高いことから、腐食による付着の低下が抑制されることが明らかになった。

(3)相手国との交流(両国の研究者が協力して学術交流することによって得られた成果)

① 研究上の交流による成果

耐久性分野を得意とする日本側と、力学、耐荷性能分野が得意な韓国側が交流して、情報交換をし

ながら共同で研究をすることにより、材料の構成則から構造物への適用した際の挙動までをカバーするユニークな研究成果が得られた。

② 大学院生の交流の成果

韓国は隣国であるため、わが国との時差もなく、生活上の安全のレベル、大学の研究レベルが同程度であり、また、お互いに英語が公用語でなく英語が不得意という共通点がある。したがってわが国の学生が海外の大学での滞在を経験するには、気後れを感じることなく、非常に適した条件を互いに備えている。忠南大学を訪問した岐阜大学の大学院生（インドネシアからの留学生 1 名を含む）は、自らの研究計画や進展を英語で発表することを初めて経験し、現地の学生と研究を実施した。一方、忠南大学から来日した大学院生は、1 ヶ月という限られた期間で供試体を作成し、滞在中に実験を完了することができた。両国の学生とも相手側に滞在中に、英語でコミュニケーションを取りながら共同して研究を遂行することができた。

(4)社会的貢献(社会の基盤となる文化の継承と発展、社会生活の質の改善、現代的諸問題の克服と解決に資する等の社会的貢献はどのようにあったか)

高耐久なインフラ構造物を設計、施工することは非常に重要であり、またわが国をはじめとする先進国においては既存構造物に対して適切な補修を施して長寿命化をはかることは、生活や経済活動の基盤となるインフラを維持していくうえで極めて重要なことである。したがって新設構造物の建設、既設構造物の別を問わずに使用が可能な高耐久材料の開発や利活用には大きな価値があることは論を俟たないが、一方、構造物に求められる機能（耐荷性能等）が満足されることが前提条件である。その意味で構造物の設計に必要な付着性能に着目した本研究が社会に貢献するところは大きい。

(5)若手研究者養成への貢献(若手研究者養成への取組、成果)

本共同研究に参加した中村俊介氏は **SHCC** と腐食鋼材との付着に関する査読つき論文（コンクリート工学年次論文集）を投稿し、採択された。さらに、**Cement and Concrete Composite** 誌（IF=10.5）への論文投稿も準備中である。他の参加学生も、研究課題に関する成果を取りまとめた論文を執筆中である。

一方、韓国から来日した博士課程学生は、本年（2024 年）秋に博士の学位を取得することを目指して、その必要条件となる国際ジャーナルへの論文投稿を準備中である。

(6)将来発展可能性(本事業を実施したことにより、今後どのような発展の可能性が認められるか)

本研究の成果をさらに発展させるため、本年度に二国間交流事業に申請を行ったが、残念ながら採択に至らなかった。次年度以降の採択を目指し、韓国側と調整を行い、研究の発展を図る予定としている。本研究から、ひずみ硬化型繊維補強セメント複合材料が、主構造部材間の接合部材への利用、断面修復材としての利用において、力学的、耐久性の両面から、非常に適性の高い材料であることが明らかとなった。今後の研究では、実際に適用する構造物中の箇所、部材を特定した上で、社会実装に向けた検討を実施する予定としており、その構想が確立した段階で、二国間交流事業に再度申請を行う。

(7)その他(上記(2)～(6)以外に得られた成果があれば記載してください)

例:大学間協定の締結、他事業への展開、受賞など

特になし（部局間協定は 10 年前に締結済み）