



HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	Structural Behaviour of Composite RC Members Strengthened with UHPC Subjected to Static and Dynamic Loading [an abstract of dissertation and a summary of dissertation review]
Author(s)	YIN, HOR
Degree Grantor	北海道大学
Degree Name	博士(工学)
Dissertation Number	甲第13349号
Issue Date	2018-09-25
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/71827
Rights(URL)	https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/
Type	doctoral thesis
File Information	YIN_HOR_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	YIN HOR
審査担当者 主 査 准教授	白井 和貴		
副 査 教 授	岡崎 太一郎		
副 査 教 授	飯場 正紀		
副 査 教 授	千歩 修		

学位論文題名

Structural Behaviour of Composite RC Members Strengthened with UHPC Subjected to Static and Dynamic Loading

(静的および動的荷重を受ける超高性能コンクリートで補強された鉄筋コンクリート複合部材の構造挙動)

近年、鋼繊維を混合したセメント系材料であり高強度・高靱性・低透水性等の優れた特性を保有する超高性能コンクリート (UHPC) が開発され、様々な局面で使用されつつある。UHPC は、普通強度コンクリート (NSC) 母材への良好な付着性能を有することから、UHPC の部分的適用による複合構造の活用が、新設および既存の鉄筋コンクリート (RC) 部材の性能向上や補修・補強のための新しい解決策として期待できる。その一方で、UHPC-NSC 複合部材の力学挙動に関する既往研究は極めて乏しく、その静的および動的応答性状は解明されていない状況であった。

本研究の目的は、UHPC で補強された RC 複合部材の静的および動的荷重下での力学挙動を解き明かすことである。この達成のため、(1) 静的載荷実験に基づく UHPC-NSC 複合スラブの構造挙動把握、(2) 静的荷重下の UHPC 部材の曲げ挙動を評価する有限要素 (FE) モデル化手法開発、(3) FE 解析に基づく UHPC-NSC 複合部材の静的力学挙動予測、(4) 動的荷重を受ける UHPC-NSC 複合部材の FE 解析による応答性状評価、(5) UHPC-NSC 複合部材のせん断および曲げ終局強度の計算法提案、を具体的目的として検討を実施している。

本論文は以下のように全 8 章で構成されている。

第 1 章では、UHPC で補強された RC 複合部材の構造性能に関する研究背景を概説し、本研究の位置付け、動機、および目的を示している。

第 2 章では、UHPC-NSC 複合スラブの載荷実験の方法と結果について述べている。計 9 体の UHPC により補修・補強された RC スラブ試験体に対して静的実験を行い、その結果 UHPC 層が RC 部材の変形性能、破壊モード、終局強度等の構造性能を向上させる効果を発揮することを実証した。

第 3 章では、UHPC 部材の挙動を予測するための FE モデルを扱っている。汎用 FE ソ

フトウェア LS-DYNA を使用し、塑性モデルに基づくコンクリート損傷モデルを用い陰解法により数値解析を行った。本研究および既往研究による静的荷重下での 21 体の UHPC 試験体の実験データを用い、FE モデル化手法の妥当性を検証した。その結果、構築した FE モデルが、実験で得られた剛性、終局強度、硬化および軟化挙動を精度良く予測できることを示した。

第 4 章では、UHPC-NSC 複合部材の構造挙動を予測するための FE モデルの開発に焦点を当てている。UHPC と NSC の境界面の付着特性の表現が主課題であり、このために UHPC と NSC との境界面に等価梁要素を配置するモデル化手法を新たに考案した。実験結果との比較による検証を通して、開発した FE モデルにより UHPC-NSC 複合部材の非線形挙動が精度良く予測できることを示した。

第 5 章では、開発した FE モデル化手法を用いて UHPC-NSC 複合部材の動的応答性状を解析的に調査している。既往研究の RC または UHPC 部材に対する爆発挙動実験データに基づいて爆発荷重モデルを設定し、陽解法を用いて応答解析を行った。その結果、同じ爆発荷重下における RC 部材の応答との比較により、UHPC-NSC 複合部材では UHPC 層が応答変形と損傷を低減する効果があることを示した。

第 6 章および第 7 章では、既存の設計コードに基づいて UHPC-NSC 複合部材のせん断および曲げ終局強度の計算方法を提示している。せん断終局強度については、UHPC 中の鋼繊維を等価な鉄筋比に置換する方法、および RC 部材と UHPC 層の各せん断寄与分の合計とする方法によりせん断強度を計算した。曲げ終局強度については、既存モデルに基づき複合断面における NSC および UHPC 層の圧縮および引張領域の矩形応力ブロックを仮定する方法を用いた。提案方法は、実験結果と比べて UHPC-NSC 複合部材の終局強度を妥当な精度で評価できることを示した。

第 8 章では、本研究で得られた結果を要約し、今後の課題と展望について言及している。

これを要するに、本論文は、UHPC で補強された RC 複合部材を対象とし、構造性能を実験的に明らかにし、静的および動的挙動を FE 解析により精度良くシミュレートできるモデル化手法を構築し、さらにせん断および曲げ終局強度の評価手法を提示した。これらの知見は、UHPC の持つ優れた特性を合理的に活用したコンクリート系複合構造の適用性拡大と、構造工学およびコンクリート工学に対して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あるものと認める。