

審査の結果の要旨

氏名 アデル モーハーメッド

繊維補強鉄筋コンクリート (SFRC) 梁の曲げ疲労載荷下における寿命の評価は、繊維の架橋効果の減少の評価が体系化されていないために合理的にはされていない。設計における SFRC 梁の疲労寿命は主に鉄筋の疲労破断により決まるため、繊維補強による応力分担により鉄筋の応力度が下がることで、梁の疲労寿命が延びることが期待できる。しかしそれには繊維補強コンクリートの疲労載荷下における応力分担の減少を評価することが必要となる。本研究は、SFRC 梁の疲労載荷下における繊維補強コンクリートの応力分担の減少と、載荷荷重レベルが上昇した際には応力分担が増加することを評価できるフレームワークを示すものである。SFRC 梁の疲労載荷試験を通し、まず繊維補強コンクリートの応力分担分の低減率を抽出する方法を提案した。さらにこの低減率を鉄筋の最大ひずみとの関係で整理することで、より明確に性能の低減を整理できることを示した。また、載荷荷重レベルを変化させた試験結果から低減率の変化を追うことで、載荷荷重レベルが上昇した際には、定着していた繊維が新たに応力を分担することで繊維補強コンクリートの応力分担分が増加することが見い出された。これらから、繊維補強コンクリートの疲労載荷下における負担応力の減少と発現を整理できる相互作用図を提案した。また、これらが材料特性や繊維量、繊維種類により変化することを確認することで、汎用性の高い相互作用図であることを示した。最後に、この相互作用図の新設の設計と、維持管理における活用法を提案し、実務での活用に対する有用性を示している。

論文の第一章は序論であり、本研究の問題設定と、具体的な実験方法、分析方法、設計や維持管理への活用方法のフレームワークが、各章ごとの内容と共に纏められている。

第二章には既往の研究が纏められている。SFRC 梁の静的および疲労載荷下での構造性能と評価に関する主に実験的研究が示され、特に疲労載荷下においては疲労寿命が延びることが判明しているものの、設計に取り入れるための繊維補強コンクリートの性能の変化についての研究が少なく、実際の設計では繊維補強コンクリートの貢献分が取り入れられていない現状が示されている。

第三章では、SFRC 梁の曲げ疲労載荷下における繊維補強コンクリートの応力分担分を抽出する方法が提案されている。コンクリートと鉄筋のひずみから断面のひずみ分布を仮定し、材料試験から得られる応力ひずみ関係を用いて断面の応力分布を計算する。実際に繊維補強コンクリートの応力分担を直接的に計測することはできないので、コンクリートの圧縮ひずみ、鉄筋のひずみ、中

立軸位置を再現しつつ、応力から計算される断面力も釣り合うように、繊維補強コンクリートの応力分担の低減率を逆推定する。

第四章では、提案した方法が適切に繊維補強コンクリートの応力分担を抽出できるかを確認するために RC 梁と SFRC 梁の疲労載荷試験が実施された。繊維補強コンクリートの効果を RC 梁との計測結果の違いから示すとともに、SFRC 梁に対して第三章で提案した方法を適用した。計算結果から、繊維補強コンクリートの応力分担が疲労の進行とともに減少していくことが確認され、提案手法が適切に応力分担の変化を低減率として評価できることが示された。さらにこの低減率を、鉄筋の最大ひずみで整理することで、より明確に低減の傾向が捉えられ、また載荷回数という構造全体に与えられる荷重でなく、断面内での相互作用として整理できること示した。

第五章では、疲労載荷レベルを試験中に変化させた実験から応力分担分を評価し、載荷レベルを上げると、まだ付着が切れていなかった繊維の抜け出しが新たに始まることで、繊維の応力分担分が増加することが確認された。これは RC 梁には無い現象である。この現象を検証するために、単調増加だけでなく、高応力から低応力、さらに高応力を与えるという履歴を通した実験のなかでの変化を追跡することで、評価方法の妥当性を示した。これらの関係を相互作用図として示し、繊維補強コンクリートの応力分担分の減少と発現を評価できる方法として提案した。

第六章では、使用材料と鉄筋比の異なる SFRC 梁の実験を行い、提案した手法が材料や構造に応じて適用可能かを確認した。コンクリート強度の増加により低減が遅くなること、鉄筋比が下がることで低減が早まることなどを相互作用図から確認できた。

第七章では、繊維量と繊維形状の異なる SFRC 梁の実験を実施した。繊維量や繊維形状により、静的耐力は既存の知見と同様に变化するが、繊維形状により定着力を向上させても、疲労載荷下では繊維の端部で応力が伝わらないので、大きな効果が期待できないことなどが、相互作用図からも示された。

第八章は、研究の結論であり、この研究成果を活用して新設構造物の設計や既設構造物の維持管理を行うためのフレームワークが示された。

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。