



HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	Compressive Mechanical Models of High Strength Mortar and Concrete under Severe Environmental Action [an abstract of dissertation and a summary of dissertation review]
Author(s)	FAROOQ, MUHAMMAD ABOUBAKAR
Degree Grantor	北海道大学
Degree Name	博士(工学)
Dissertation Number	甲第13793号
Issue Date	2019-09-25
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/75929
Rights(URL)	https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/
Type	doctoral thesis
File Information	Muhammad_Aboubakar_Farooq_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 Muhammad Aboubakar Farooq

審査担当者 主 査 教 授 横田 弘

副 査 教 授 松本 高志

副 査 教 授 杉山 隆文

副 査 客員教授 佐藤 靖彦 (早稲田大学大学院創造理工学研究科)

学位論文題名

Compressive Mechanical Models of High Strength Mortar and Concrete under Severe Environmental Action

(過酷環境下における高強度コンクリートおよびモルタルの圧縮応力場における力学モデルの構築)

近年モルタルやコンクリートの耐久性に関わる問題が顕在化しているが、高炉スラグ細骨材 (BFS) を細骨材の全量に用いることでこれらの諸問題を解決できる可能性がある。しかし、BFS モルタルや BFS コンクリートの詳細な力学性状については十分明らかにされていない。著者は、過去の研究において、BFS 高強度モルタルの単調増加荷重作用下での力学性状が、通常の砕砂を用いたモルタルに比べて気中においても水中においても改善されることを明らかにした。しかし、BFS 高強度コンクリートが凍結融解と繰返し荷重の複合的作用を受けた場合の力学性状については、未解明の課題として残されている。さらに、BFS 高強度コンクリートや BFS 高強度モルタルによって建造あるいは補修されたコンクリート構造物の設計や性能評価に用いるための材料構成則もまだ確立されていない。

このようなことから、本研究では、凍害劣化の生じた BFS 高強度モルタルの気中および水中繰返し荷重作用下での疲労性状を明らかにし、材料構成則の提案を試みている。まず、実験によって凍結融解作用を受けた BFS-AE および BFS-非 AE 高強度コンクリートの単調増加荷重作用下での力学性状を明らかにし、その後、凍害劣化の生じた BFS 高強度コンクリートの疲労性状を実験的に明らかにしている。さらに、これらの結果に基づき、BFS コンクリートの繰返し荷重作用下での材料構成則 (応力-ひずみ関係) を構築し、疲労寿命予測モデルへの展開を検討している。

本論文は全 5 章から構成されており、各章の内容は次のとおりである。

第 1 章では、研究の背景と既往の研究成果をまとめており、研究の目的を示している。

第 2 章では、BFS 高強度モルタルの気中および水中での圧縮疲労性状について、実験と解析により考察している。BFS モルタルは砕砂モルタルに比べて気中における疲労寿命は長くなるが、水中では両者ともほぼ同様の疲労寿命を示し、いずれも気中での疲労寿命よりも短くなることを示している。これは、モルタルが吸収した水分層が水和生成物の破壊エネルギーを低下させることが原因であることを考察している。そして、水中繰返し作用下では、気中あるいは静的荷重作用下の場合と比べて破壊パラメータが大きく低下することや、同一応力下において BFS モルタルの塑性ひずみの進

展が砕砂モルタルに比べて気中でも水中でも小さくなることを考慮し、モルタルの応力-ひずみ関係を疲労作用下でのモデルに拡張している。このモデルによる解析結果は、実験結果を満足すべき精度で説明できることを示している。

第3章では、凍結融解環境下における AE-および非 AE-BFS 高強度コンクリートの静的挙動について実験と解析により明らかにし、凍害劣化を受けた BFS 高強度コンクリートの圧縮応力-ひずみ関係を定式化している。コンクリート強度が高くなるにつれ、AE および非 AE コンクリートでは塑性ひずみの増加が小さくなること、および、凍結融解サイクルの増加に伴う AE-BFS 高強度コンクリートの圧縮強度とヤング率の減少は、非 AE-BFS コンクリートに比べて緩和されることを示している。そして、高強度コンクリートの塑性ひずみの増加割合との破壊パラメータの性状を考慮し、弾塑性破壊理論の概念に基づいて凍害劣化した高強度コンクリートの応力-ひずみモデルを提案している。このモデルを用いた解析結果は実験結果とよく一致し、このモデルの妥当性が十分であることを示している。

第4章では、凍結融解環境下における高強度コンクリートの疲労破壊進行のメカニズムを実験と解析により説明している。BFS コンクリートの疲労寿命は、同一の応力レベルおよび凍害劣化レベル下において AE 高強度コンクリートよりも長くなることを明らかにしている。AE 高強度コンクリートの疲労寿命は、非 AE 高強度コンクリートのそれよりも総じて長いとされているが、これは作用応力レベルが低下することで説明できることも示している。これらの結果より、AE 高強度コンクリートの応力-疲労寿命モデルを構築し、非 AE 高強度コンクリートのそれと比較してその精度を考察している。

第5章は、本論文の総括であり、本研究の結論として得られた知見をまとめ、今後の課題を示している。

これを要するに、著者は高炉スラグ細骨材を用いたコンクリートが凍結融解環境下において繰返し荷重作用を受けた場合の疲労破壊の進行メカニズムについて明らかにするとともに、実験および解析から得られた事実に基づいて疲労破壊の進展を予測できるモデルを提案し、その精度および有効性を明らかにしている。このコンクリートを用いる構造物の設計および維持補修に活用できる実用的な知見を得たものであり、コンクリート工学、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。