HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	セメント系複合材料の準微視的化学-力学連成解析システム［論文内容及び審査の要旨］
Author(s)	三浦, 泰人
Degree Grantor	北海道大学
Degree Name	博士(工学)
Dissertation Number	乙第6958号
Issue Date	2015-03-25
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/58986
Rights(URL)	https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.1/jp/
Type	doctoral thesis
File Information	Taito_Miura_review.pdf, 審査の要旨

Hokkaido University Collection of Scholarly and Academic Papers : HUSCAP

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　三浦 泰人

審査担当者　主　査　准教授　佐藤 靖彦
副　査　教　授　横田 弘
副　査　教　授　杉山 隆文
副　査　教　授　名和 豊春
副　査　教　授　中村 光　（名古屋大学大学院工学研究科）

学位論文題名

セメント系複合材料の準微視的化学-力学連成解析システム
(Mesoscale analysis system for coupled chemo-mechanical behaviors of cementations composites)

モルタルやコンクリートなどのセメント系複合材料に生ずる劣化現象の一つに, 化学的劣化として知られる Ca 溶脱および硫酸による劣化がある. これら化学的劣化が問題となるコンクリート構造物の多くは, 地中に埋設される. それゆえ, 土圧による静的作用や地震時の動的作用といった力学的な作用下での長期にわたる性能の予測・評価技術が必要となる. 地中コンクリート構造物の長寿命化の実現に向け, 周辺環境との化学的相互作用と力学作用を同時に考慮できる性能評価法の開発が強く求められている.

本研究では, マルチスケールモデリングの概念を基に, 化学的侵食を受けるセメント系複合材料の多相構造の変質挙動とそれに伴う力学的性質の平均化が可能で, かつ, 力学的性質の同定が可能な最小スケールとしてメゾレベルの領域を定義し, この領域においてミクロ-メゾ-マクロレベルの階層構造を繋ぐ化学-力学連成モデルに関する検討を行ったものである.

本研究における顕著な具体的な成果として次の 4 項目が挙げられる.

(1) Ca 溶脱および硫酸による劣化に関する実験的検討に関する手法と結果を示し, 劣化したメゾスケールのモルタルの物理化学的性質と力学的性質の関連性を評価した. 具体的には, 最大骨材寸法の異なる 2 種類のモルタル試験体 (3×30×70mm,5×30×70mm) をイオン交換水,NaCl 溶液, 硫酸溶液に浸漬させ, 各浸漬期間終了後に独自に開発した載荷装置を用いた曲げ試験およびせん断試験を行い, 力学的性質 (弾性係数, 引張強度, 破壊エネルギー, せん断強度) を同定した. さらに, 載荷試験後の試験体を用いて物理化学的性質として水酸化カルシウム量,C-S-H 量, 析出物の有無, 空隙率, 細孔径分布を, それぞれ TG-DTA, 溶解法,XRD, アルキメデス法, 水銀圧入法を用いて分析し,Ca 溶脱および硫酸による劣化により変化する物理化学的性質と力学的性質との関連性, ならびに, 水和物減少量および空隙率と力学的性質との関連性を見出した.

(2) Ca 溶脱および硫酸により劣化したモルタルの物理化学的性質と力学的性質との関係に基づいて, 空隙と強度の関係に立脚した力学モデルを構築し, その妥当性を評価した.Ca 溶脱による劣化においては, 水和物の減少に伴って空隙が粗大化することから, 水和物量および空隙率と力学的性質とのそれぞれの関係性に基づく力学モデルを構築した. 一方, 硫酸による劣化においては, 水和物の減少に加えて二水セッコウやエトリンガイトなどの析出による緻密化と膨張ひび割れによる損傷を水和物量と空隙率の変化から表現可能な力学モデルを構築した.

(3) イオン移動と反応論に基づく Ca 溶脱および硫酸による劣化の予測解析手法と RBSM(剛体バネモデル) による離散化解析手法を統合させた準微視的化学-力学連成解析システムを開発した. このシステムを用いて, 上記 (1) と (2) の成果との比較に基づき, 開発したシステムの妥当性評価を行った.

(4) Ca 溶脱と硫酸による劣化を対象とした 50×100×100mm の角柱試験体による圧縮試験と 40×40×160mm の角柱試験体による曲げ試験を行い,Ca 溶脱に関しては, イオン交換水および NaCl 溶液に浸漬したモルタルの力学性能を概ね予測可能であることを示した. また, 硫酸による劣化に関しては, 硫酸による劣化により変化する試験体断面内の物理化学的性質と力学性能の変化を高い精度で再現可能であることを明らかにした.

これを要するに, 著者は, 化学的劣化を受けるセメント系複合材料の力学特性の評価手法を準微視的なスケールで開発しており, コンクリート工学, 構造工学, 維持管理工学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あるものと認める.