

博士論文の要旨及び審査結果の要旨

氏名 菊地 道生
学位 博士 (工学)
学位記番号 新大院博 (工) 第 414 号
学位授与の日付 平成 26 年 9 月 22 日
学位授与の要件 学位規則第 4 条第 1 項該当
博士論文名 水和物の物理化学的性質に基づくセメント系硬化体における物質移動性状の評価

論文審査委員 主査 教授・佐伯 竜彦
副査 教授・泉宮 尊司
副査 教授・阿部 和久
副査 准教授・斎藤 豪

博士論文の要旨

本研究は、セメント系硬化体を構成する最小構成要素である水和物の物理化学的性質に基づき、物質移動性状の直接的影響因子である硬化体の空隙構造と電気的作用を評価し、さらにこれら微視的性質により硬化体の巨視的性能である物質移動性状を評価する手法の構築を目的として検討を行ったものである。これにより、如何なる材料・配合条件のセメント硬化体であっても、水和物を介して評価が可能となるため、材料・配合条件に依らず硬化体の性能評価が可能となる。

主な検討内容は、①空隙構造および電気的作用の定量化とその影響因子の把握、②水和物の物理化学的性質に基づき空隙構造および電気的作用を評価し、さらに巨視的性能である物質移動性状を評価する手法の構築である。また、イオン移動の駆動力を濃度勾配とする拡散と、電位勾配とする泳動とに明確に区別し、駆動力の違いによるイオン移動性状の相違をも含め評価することを目的とした。

まず、実験的検討により、空隙構造および電気的作用の定量化とその影響因子の把握を行った。空隙構造の影響のみを受けるセメント硬化体における酸素拡散性状に基づき、空隙構造の複雑性を表す屈曲度の定量化を図り、屈曲度はカルシウムシリケート水和物 (C-S-H) の比表面積によって変化することを明らかにした。一方、電気的作用の定量化については、空隙構造と電気的作用の両者の影響を受ける塩化物イオン移動性状と、空隙構造のみの影響を表す酸素拡散性状を比較することによって、その定量化を図った。その結果、電気的作用による影響は、硬化体空隙表面と電位と極微細な直径数 nm の空隙の量に依存することを明らかにした。

以上の知見に基づき、酸素および塩化物イオン移動性状評価手法の構築を行った。構築した物質移動性状評価手法は、相組成と水和物の物理的性質である密度と比表面積および、細孔径分布に基づき 2 次元多孔体モデルを作成し、多孔体モデル中における物質の移動経路長さすなわち屈曲度を、水和物のゼータ電位を考慮したシミュレーションによって計算する手法であり、材料・配合条件に関わらずセメント硬化体中における物質の移動性状評価が可能であることを確認した。

審査結果の要旨

本研究では、水和物の物理化学的性質に基づく物質移動性状の評価手法の構築を目的とし検討を行った。その結果、イオンの移動性状は、イオン駆動力の種類により相違し、これは空隙構造と電気的作用から受ける影響度がそれぞれ異なるためであることを定量的に示した。さらに、水和物の物理化学的性質によって、硬化体の微視的性質である空隙構造と電気的作用、さらには巨視的性能である物質移動性状が評価可能であることを示した。

提案された手法は、基本的に任意の材料・配合のコンクリートへの適用が可能であり、コンクリートの耐久性評価、さらには耐久性設計手法の確立のための基礎を確立したものと認められ、コンクリート工学の進展に大きく貢献するものである。

また、参考論文に示すように、申請者は当該分野に係る研究論文を多数発表しており、査読付き論文7編の内6編が学系認定雑誌に掲載されている。またこのうち1編（参考論文2.）に対して、第39回セメント協会論文賞が授与されている。これは、本研究の内容が高く評価されていることを意味するものである。

よって本論文は博士（工学）の博士論文として十分であると認定した。