

審査の結果の要旨

氏名 中山 英明

中山英明氏から提出された「コンクリートの構成材料に基づく乾燥収縮予測方法に関する研究」は、コンクリートの乾燥収縮挙動を予測できるモデルを構築することを目的としたものである。本論文の背景には、近年、建築物の耐久性確保の観点からコンクリートの乾燥ひび割れ抑制に対する社会的要求が高まり、「住宅の品質確保の促進等に関する法律」においてコンクリートのひび割れを制御することが求められたり、良質な天然骨材（砂利・砂）の枯渇に伴って、コンクリート用骨材として碎石・砕砂が多用されるようになった結果、コンクリートの乾燥収縮ひび割れに及ぼす骨材の影響がクローズアップされたりしてきているということがある。本論文は、コンクリートの乾燥収縮挙動を予測できるモデルを構築することを目的としたものであり、コンクリートをセメントマトリックスと骨材からなる二相材料と捉え、それぞれの材料の収縮特性および収縮抵抗挙動に加えて、セメントマトリックスと骨材との間の水分のやり取りを実験的に明らかにし、それらをモデルに組み込むことで、コンクリートの乾燥収縮挙動に対する実用的な予測モデルを構築しようとするものである。

本論文は7章から構成されており、各章の内容については、それぞれ下記のように評価される。

第1章では、本研究の社会的背景、技術的課題および目的、ならびに論文の構成が適確に述べられている。

第2章では、コンクリートの乾燥収縮の予測技術に関する現状の調査がなされており、学会等の出版物で示された予測式は、コンクリートの乾燥収縮に影響を及ぼす各種材料の物性値がほとんど得られていないため予測精度は低く、実用面での信頼性に欠けるという問題があることを示すとともに、セメントの水和反応に基づく高度な予測手法については、同様に各種材料を用いた場合の検証が十分になされてなく、かつ、生コンクリート製造者が容易に利用できるものではないという課題があることを指摘し、本研究で提案する予測方法の方向性を的確に定めている。

第3章では、コンクリートの乾燥収縮ひずみに影響を及ぼす骨材のヤング係数および収縮ひずみの評価方法について実験的な検討を行い、粗骨材のヤング係数は超音波法パルス法によって、細骨材のヤング係数はレジンモルタルの測定結果に基づく複合則に則って評価できることを明らかにするとともに、粗骨材の収縮ひずみについては、ひずみゲージを貼付して直接収縮ひずみを測定する手法では試料間のばらつきが大きく評価が難しいこ

と、粘土鉱物を含む粗骨材を除外できれば、BET 比表面積等から粗骨材の収縮ひずみを評価できる可能性があることを示している。

第4章では、実験的にセメント硬化体のヤング係数および収縮ひずみの影響要因に関する体系的な評価がなされ、ヤング係数は、セメント水比の関数で評価できることを明らかにしている。また、収縮ひずみは、相対湿度が低いほど、水セメント比が高いほど、大きくなることを示すとともに、分離圧理論により評価できることを明らかにし、養生期間が短い場合には、乾燥過程におけるセメントの水和の進行が収縮ひずみに影響を及ぼす可能性があることを示唆している。

第5章では、骨材、セメント種類およびW/Cの異なる各種コンクリートに対して、乾燥に伴う水分移動現象が実験的に評価され、各種コンクリートの水分拡散係数および平衡含水率が求められている。その結果、コンクリート中の水分拡散係数は、W/Cが高いほど、養生期間が短いほど、強度発現の遅いセメントほど、大きくなるものの、粗骨材岩種の影響はほとんどないことを明らかにし、水分拡散係数は、空隙構造によって評価できることを明らかにしている。また、水分拡散係数および平衡含水率を用いるとともに、コンクリート表面に仮想厚さ0.01mmの境界層を設けることで、汎用解析ソフトウェアによりコンクリート中の含水率分布を予測できることを示している。

第6章では、第3章から第5章において得られた骨材およびセメント硬化体のヤング係数および収縮ひずみを複合式および汎用伝熱解析ソフトウェアに適用することによって、乾燥に伴う水分移動およびコンクリートの収縮ひずみを十分な精度で予測できる方法を提示している。

第7章では、本論文の結論と今後の課題が要領よくまとめられている。

以上のように、本論文は、その目的・意義が明確に示されており、適確な手法を用いて実験および解析が進められ、コンクリートの乾燥収縮に及ぼすセメントおよび骨材の影響、ならびに乾燥に伴うコンクリート中の水分移動の影響が明らかにされ、コンクリートの乾燥収縮ひずみを実用的に十分な精度で予測するための具体的な手法が提案されている。

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。