

## 審査の結果の要旨

氏名 孫博超

近年における少子高齢化、労働力人口の減少、建設技能労働者の不足は建設業界に深刻な影響を及ぼしつつあり、東日本大震災以降、建設労務単価の高止まりが生じている。一方、1990年代以降、他の製造業が生産効率を高める中、建設工事における生産効率、特にコンクリート工事における生産効率は低迷を続けており、今後の担い手確保・育成の観点からも、労働者や供試体に依存した従来の労働集約型の施工・品質管理体制・手法からの脱却を図り、近年進歩が目覚ましいIT・ICT・IoTに立脚した体制・手法へと施工・品質管理を転換することが求められている。また、コンクリートおよびコンクリート構造物が製造・施工の結果として保有すべき性能を仕様書において定量的に規定するとともに、それが得られていることを実際の構造物中のコンクリート（構造体コンクリート）で確認・検査するといった性能規定・結果規定の枠組みの必要性が提唱されて久しいが、構造体コンクリートの強度の検査は、未だ、構造体の代替物である供試体を用いてなされており、構造体コンクリートと供試体コンクリートとの間では、温度・湿度条件や施工条件に起因する強度上の差異が生じることも指摘されている。孫博超氏の提出した学位請求論文「Prediction of strength development of surface layer concrete in structure（構造体コンクリート表層部の強度発現予測）」は、センサ等を利用して得られた構造体コンクリートの温度・湿度の履歴情報を基に、セメントの反応度合に基づいて構造体コンクリートの強度を正確に推定する手法を提案したものであり、コンクリート構造物の様々な箇所にセンサを設置して温度・湿度を測定し強度を推定することで、構造体コンクリートにおける低強度欠陥部の発生を抑制できたり、無駄な養生作業を削減できたりするため、コンクリート構造物の高性能化・高耐久化・工期短縮に資すると考えられる。

本論文は、6より構成されており、各章の内容は以下のように評価される。

第1章は「序論」であり、研究の社会的な背景、目的、および制度上の位置づけ、ならびに論文の構成が的確に述べられている。

第2章は「既往の文献研究」であり、セメントの水和および強度発現に及ぼす相対湿度の影響、マチュリティに基づく強度予測モデル、コンクリート内部の水分移動に関するこれまでの研究に対する調査が十分になされており、本論文で開発すべき内容、および明らかにすべき内容が的確に見定められている。

第3章は「温度・相対湿度に基づく有効材齢式の提案」を行ったものであり、温度20℃および相対湿度100%という条件下における材齢（有効材齢）とセメントの反応率との関係を基準として、セメント粉体を用いた実験結果を基に、異なる

る一定温度の条件下、および異なる一定湿度の条件下におけるセメントの水和率と水和速度との関係に対する回帰式を導き出している。そして、算定した回帰式中のパラメータに基づき、温度 20℃および相対湿度 100%におけるセメントの水和速度をリファレンスとして、温度または相対湿度が異なった場合におけるセメントの水和速度のリファレンスに対する比率を関数化し、それを経過時間まで総和することで有効材齢を求める手法を提案しており、これにより、構造体コンクリート中のある位置で、温度および相対湿度の履歴が求められた場合には、その位置における強度を推定することが可能となっている。

第 4 章は「温度および相対湿度に基づくモルタル強度の予測と検証」を行ったものであり、異なる温度条件下および異なる相対湿度条件下において各種サイズのモルタル供試体を用いて得られた強度試験結果に対して、水分移動モデルに基づく各供試体の相対湿度分布の推定がなされた後、第 3 章で提案した温度・相対湿度に基づく有効材齢式を用いて強度を推定した結果の比較が行われ、提案した有効材齢式に基づく強度推定手法の妥当性が確認されている。

第 5 章は「構造体の表層コンクリートの強度予測」をケーススタディ的に行ったものであり、コンクリートスラブが日射熱を受ける場合、および通風のある場合において、第 4 章で用いた水分移動モデルによる相対湿度の予測および実験結果との比較による相対湿度予測の妥当性の検証がなされた後に、第 3 章において提案された有効材齢式を用いて、スラブ表面からの深さごとに構造体コンクリートの強度発現状況の予測がなされており、コンクリート構造物の実施工において、強度発現性の観点で留意すべき内容を示唆する有益な結果が示されている。

第 6 章は「結論」が述べられており、本論文の重要なポイントが要領よく纏められるとともに、本研究で提案した有効材齢に基づく構造体コンクリートの強度推定式の適用方法・適用範囲が的確に述べられ、かつ、今後の課題についての確かな言及がなされている。

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。