

超微破壊によるコンクリートの圧縮強度推定の実現に向けた検討

東京大学 生産技術研究所 人間・社会系部門 酒井研究室 田中俊成

はじめに

コンクリートの圧縮強度は構造物の安全性を把握するために不可欠な情報である。その検査には直径10 cmのコアサンプルを採取して圧縮試験を行う方法が一般的であるが、構造上の損傷や美観への影響は小さくない。これまでに、非破壊や微破壊での検査手法が検討されているが、いずれも測定精度や損傷のさらなる抑制という点で課題がある。本研究では、1 mm以下の損傷でのコンクリートの圧縮強度検査方法の確立を最終目的とした検討を行った。



直径 10 cmのコアサンプルによる圧縮強度検査

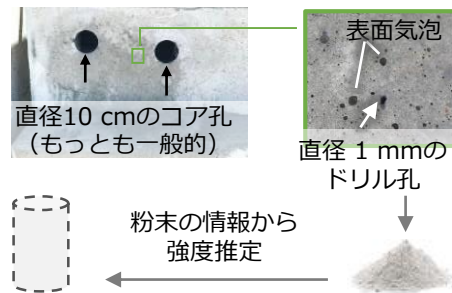
方法

コンクリートから直径 1 mm のドリルで粉末を採取し、粉末の情報を分析することにより強度を推定する方法を検討した。本研究では、セメントペーストやモルタル供試体を対象とした。粉末を対象として以下の項目の分析を行ったが、ここでは水和度による強度評価の結果について示す。

- ・真密度測定：ヘリウムピクノメーター
- ・空隙構造分析：水銀圧入法
- ・粒度分布測定：レーザー回折法
- ・水和度測定：結合水量法



電気炉による水和度測定

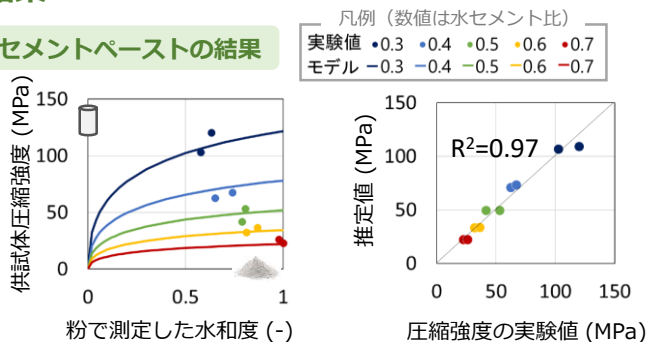


超微破壊での圧縮強度検査

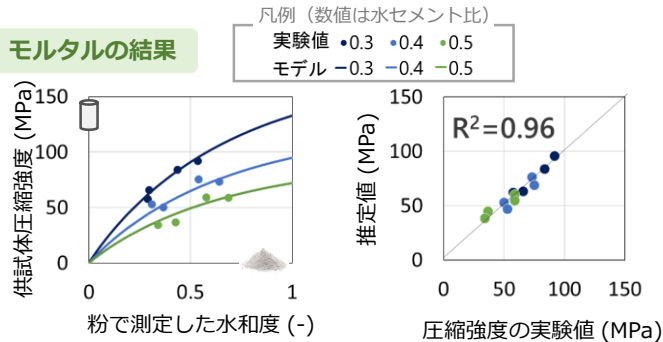
様々な養生条件や配合で作製した供試体の圧縮強度と、掘削粉で測定した水和度の関係を比較した。

結果

セメントペーストの結果



モルタルの結果



強度推定
モデル

最終到達強度

水和度に応じた強度発現

$$f'_c = \left(\frac{a_1}{W/C} + a_2 \right) \cdot \{1 - \exp(-a_3 D^{a_4})\}$$

水セメント比

水和度

セメントペースト、モルタルともに供試体の圧縮強度は、配合における水セメント比と粉末で測定した水和度によって整理可能であった。この実験結果は、水セメント比と水和度を変数とする強度推定モデルと高い精度で一致した。

考察

過去の研究において、圧縮強度が水和度や水セメント比に依存することは既に知られており、本研究で導入したモデルは、これを踏まえたものである。ただし、既往研究において水和度などは、供試体全量を粉砕した試料などを分析することで供試体全体の代表値として得られたものであった。

一方、超微破壊で局所的に採取した粉末を分析対象とする場合、分析結果が供試体全体の情報を反映していない可能性が懸念される。しかし、微量の掘削粉を分析対象とした本研究において、計算値と実験値は R^2 が0.95を超える高い相関を示した。この結果は、微量の掘削粉であっても供試体を代表する情報を取得可能であり、それをもとに供試体レベルの強度が推定可能であることを示すものである。

本研究では試験対象をセメントペースト・モルタルとしていたが、現在コンクリートを対象として検討を継続しており、これにより超微破壊での圧縮強度推定方法の提案が可能になると見込まれる。