

ステレオカメラによるコンクリート表面粗さの定量化と耐凍害性の関係

○秋田大学大学院 学生会員 齋藤憲寿
秋田大学 安藤澤
秋田大学 松坂貴仁
秋田大学大学院 フェロー会員 加賀谷誠

1. はじめに

本研究は、コンクリート構造物の劣化程度を表面観察から定量的に評価するための基礎研究である。このため、凍結融解試験を行ったコンクリート供試体表面や実橋脚、橋台表面をステレオカメラで撮影し、その結果を用いて凍害劣化したコンクリートの表面粗さを算術平均粗さ（Ra）を用いて評価可能か否か検討した。また、凍結融解試験中の供試体から小径コアを採取してひび割れ密度を測定し、コンクリート表面粗さと内部の劣化程度の関連性について検討した。

2. 実験概要

算術平均粗さ（Ra）とは JIS B 0601 を参考に、コンクリート表面の凹凸を近似粗さ曲線 $y=f(x)$ として求め、(1)式により表面粗さを数値化したものである。また、この値が大きいくほど表面が粗いと判断される。

本研究で凹凸の測定に用いたステレオカメラは小型で作業性に優れた機器であるが、測定時の精度について検証する必要があるため、予備実験として実験室で製造した供試体の凹凸の深さをステレオカメラで測定し、レーザー変位計で測定した結果と比較した。さらに、供用後 20~50 年経過した凍害劣化したと判断される橋脚や橋台表面の Ra を算出し、実橋に適用可能か検討した。

本実験では最大寸法 20mm，スランプ $8\pm 1\text{cm}$ ，空気量 $6\pm 1\%$ の水セメント比 55% および 75% の角柱供試体（100×100×400mm）を製造し、標準養生を行った後、JIS A 1148（A 法）に準じて凍結融解試験後を行い、ステレオカメラを用いて試験中の供試体側面の凹凸を 96 箇所測定して Ra を算出した。さらに、供試体側面から $\phi 25\text{mm}$ の小径コアを 6 本採取し、リニアトラバース法を参考に供試体内部のひび割れ密度（ひび割れ総本数÷測線長）を求めた。

3. 実験結果および考察

図-2 に測定機器の違いによる凹凸の深さの比較を示す。レーザー変位計の測定結果を基準とした場合、レーザー変位計で測定した深さ 1~2mm でステレオカメラの測定結果が最もばらついていて、深さがそれ以上になるとばらつきはある範囲に収束することがわかる。また、図-3 に実験室で行った凍結融解供試体および実橋において測定した測定機器の違いによる

$$Ra = \frac{1}{L} \int_0^L |f(x)| dx \quad (1)$$

ここに、
Ra：算術平均粗さ（mm）
L：基準長（mm）

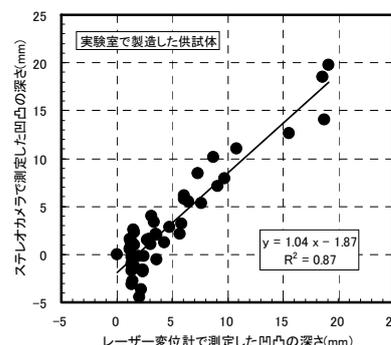


図-2 測定機器の違いによる凹凸の深さの比較

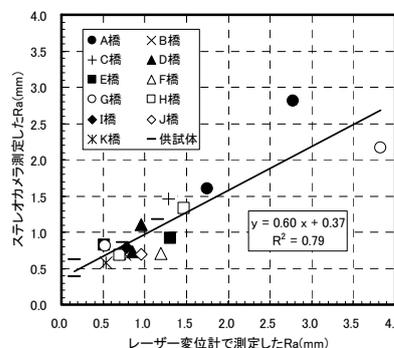


図-3 測定機器の違いによる Ra の比較

キーワード：ステレオカメラ，算術平均粗さ，凍害，ひび割れ密度

連絡先：〒010-8502 秋田県秋田市手形学園町 1-1 TEL018-889-2769

Raの比較を見ると、ステレオカメラの測定結果はレーザー変位計と良好な相関があるため、ステレオカメラを用いて測定を行う場合、コンクリートが健全で表面が平滑なときは正確な測定が難しくなるものの、凍害が進行してある程度表面の凹凸が大きくなると、実用上問題ないレベルで測定が可能であると考えられる。

本実験の結果として、図-4および5に凍結融解サイクル数質量減少率および相対動弾性係数の関係を示す。水セメント比55%の場合、凍結融解300サイクル終了後の質量減少率は1.4%、相対動弾性係数は94.0%で適切な耐凍害性を有したコンクリートであると判断され、供試体表面はモルタルが一部剥離している程度であった。しかし、水セメント比75%の場合、300サイクル終了後の質量減少率は4.8%、相対動弾性係数は48.4%であり、供試体表面は粗骨材が数多く露出するほど剥離が進行し、劣化が著しかった。

図-6に凍結融解サイクル数とステレオカメラによるRaの関係を示す。凍結融解0サイクルでは供試体表面がどちらも平滑であるため0.48~0.62mmであるが、凍結融解300サイクル終了後は水セメント比55%で0.81mm、75%で1.32mmと水セメント比が大きくなるほどRaが大きい。その傾向は質量減少率や相対動弾性係数の変化傾向と同様であることから、Raはコンクリートの凍結融解抵抗性と関係があると考えられ、Raを用いることにより凍結融解作用によって生じたコンクリートの表面粗さを定量的に評価できると考えられる。

図-7にRaと凍結融解作用によるひび割れ密度の関係を示す。凍結融解作用によりRaが増加するほどひび割れ密度が増加する傾向が見られる。また、ひび割れ密度の増加は相対動弾性係数の低下と関係があることから¹⁾、本研究で行った室内実験ではコンクリート表面粗さを測定することによって内部の劣化程度が予測可能であることを示している。今後は供用後20~50年経過した橋脚、橋台から採取したコアのひび割れ密度を測定し、実際の構造物についても表面から内部の劣化予測が可能であるか検討を行う予定である。

4. まとめ

算術平均粗さ(Ra)を用いることによって凍害劣化したコンクリートの表面粗さを定量化することができた。また、室内実験においては、Raと凍結融解作用によるひび割れ密度の関係を求めた結果、コンクリート表面粗さから内部の劣化程度が予測可能であることを示した。

謝辞：本研究を実施するにあたり、秋田県建設部道路課の協力を得た。記して謝意を表する。

参考文献 1)凍結融解作用を受けたかぶりコンクリートのひび割れ密度の深さ方向分布、齋藤憲寿，加賀谷誠，コンクリート工学年次論文集，Vol.34，No.1，pp628-633，2012

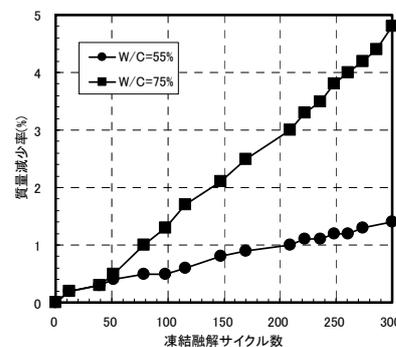


図-4 凍結融解サイクル数と質量減少率の関係

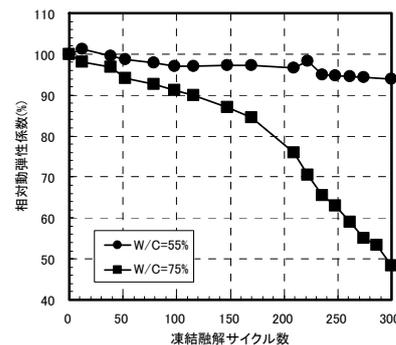


図-5 凍結融解サイクル数と相対動弾性係数の関係

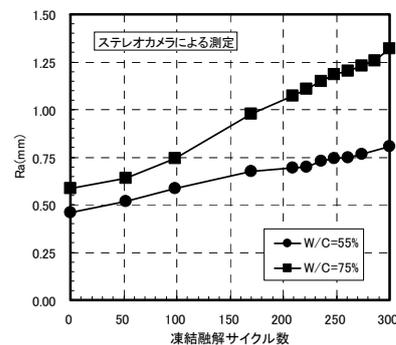


図-6 凍結融解サイクル数とRaの関係

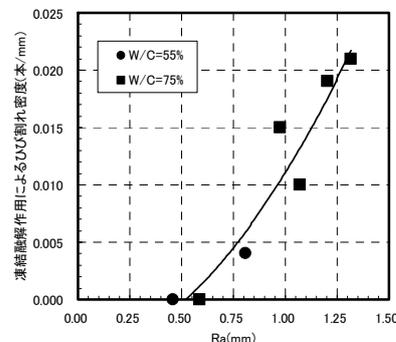


図-7 Raと凍結融解作用によるひび割れ密度の関係