

画像相関法による骨材周辺の ASR 進展状況の可視化

広島大学 正会員 ○寺本 篤史
 広島大学 荒木 風太
 広島大学 大久保 孝昭

1. はじめに

アルカリ骨材反応 (ASR) によるコンクリートの膨張現象の観測は、マクロには数多く研究が実施され、アルカリ量や温度、拘束度などをパラメータとした莫大な量の実験結果が過去に報告されている。一方で、ASR によるコンクリートのマクロな膨張は、局所的な膨張圧及び、膨張圧によるひび割れで生じているにも関わらず、コンクリート内部のひずみ分布に関する知見はほとんど報告されていない。

本研究では、画像相関法により ASR が生じているコンクリート内部のひずみ分布を観察し、ひび割れの生成過程とマクロな膨張量との関係を整理するとともに、画像相関法に適した実験系を明らかにすることを目的とする。

2. 実験概要

本実験は 100mm*100mm のコンクリート切断面を対象とし、ASR の進展過程において撮影した画像から画像相関法によって切断面のひずみ分布を得ることを目的とする。また、画像を撮影する材齢において切断面の直行方向の長さ変化及び超音波伝播速度することで、画像相関法から得られるひずみ分布の確からしさの検証を行う。

2. 1 試験体概要及び養生方法

本実験で使用した配合を表 1 に示す。

表 1 試験体配合

W/C (%)	s/a (%)	単体量 (kg/m ³)			混和剤量			
		水 (W)	セメント (C)	細骨材 (S)	粗骨材(G) 反応性	粗骨材(G) 非反応性	減水剤 (C×%)	AE 調整剤 (C×%)

今回使用した急速膨張性骨材と同じ産地の骨材を用いた既往研究において、この産地の反応性骨材は反応性骨材使用率 30%で膨張率が最大となった結果が示されていることから残りの 70%分に関しては非反応性骨材 (石灰砕石) を使用した。

2. 2 画像相関法

画像相関法を適用する上で、変形前後の輝度値

パターンの変化を計測するために、試験体表面にランダムパターンを記す必要がある。そこで、白色のアクリルスプレーで試験体表裏全面を白く塗布した後、黒色のアクリルスプレーで試験体表面に黒色の斑模様を作成した。

画像撮影は促進材齢 0, 1, 2, 5, 10 週において 20℃環境下で実施した。

2. 3 長さ変化及び超音波伝播速度試験

100mm 角の断面の各直行方向に対して、長さ変化測定並びに超音波伝播速度測定を実施した。長さ変化測定にはマイクロメータ (ミットヨ製) を、超音波伝播速度測定には Pundit PL-200 (Proseq 社製) を使用した。使用したトランスデューサーは縦波用 54kHz である。

測定材齢は、画像相関法と同様であるが、長さ変化測定については促進 10 週のみ実施していない。

3. 結果及び考察

3. 1 長さ変化及び超音波伝播速度試験結果

それぞれの厚さの試験体のマイクロメーターによる長さ変化試験の結果を図 1 に、超音波伝播速度損失率の経時変化を図 2 に示す。図より厚さ 1cm の試験体はほとんど膨張しておらず、超音波伝播速度の低下も認められない。このことから 1cm 試験体では面内方向に有効な ASR 膨張・劣化が生じていないと考えられる。

3. 2 画像相関法の試験結果

画像相関法を行う際には 2 章で述べたようにランダムパターンが必要となる。しかし、本実験では、一部の試験体について養生中にスプレーで描画したランダムパターンがはがれる現象が確認された。はがれが確認されたものは表 2 に示す通り薄い試験体に集中している。特に、1cm の試験体で表裏両面にはがれが発生している点に着目すると、はがれの要因としてはそり要因に加えて、ASR ゲルの染み出しによるはらみなどが考えられる。以上より、薄い試験体は本計測に適していないと結論づけることがで

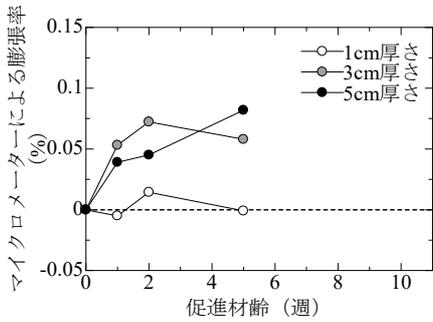


図1 各試験体のマイクロメータによる長さ変化

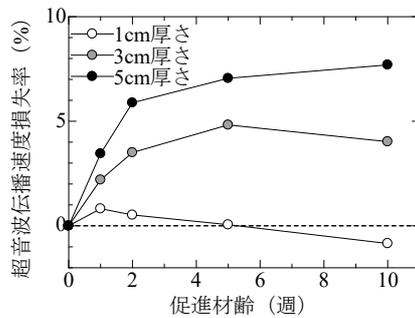


図2 各試験体の超音波伝播速度損失率の経時変化

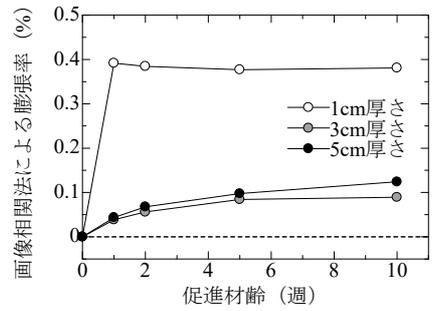


図3 各試験体の画像相関法による長さ変化

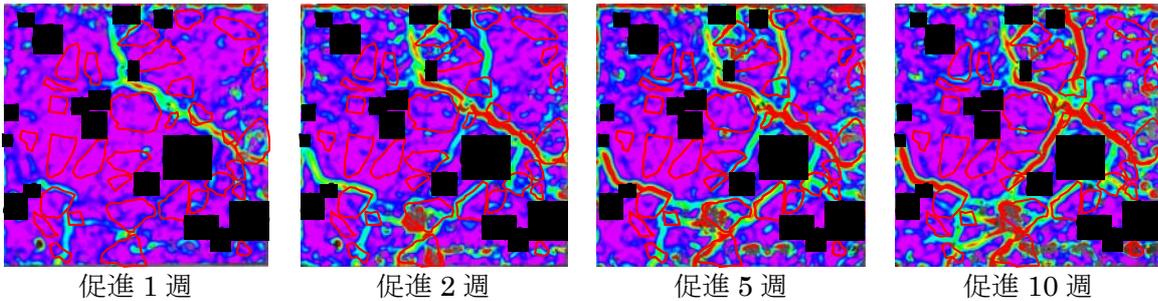


図4 画像相関法により得られたひずみ分布の経時変化

きる。

次に、画像相関法によるひずみ分布から軸方向の累積ひずみを算定したものが図3である。図3から1cmの試験体は促進1週から過大な膨張率を示しており、はがれが生じていない試験体についても、試験体表面のスプレー面には何らかの変形が生じている可能性が考えられる。

一方、厚さが3cm、5cmの試験体では、一般的なASR膨張に見られる膨張挙動を示しており、図5に示すマイクロメータとの比較からも良い一致がみられることから、画像相関法によって適切にひずみを取得できているものと考えられる。

また、図4に示すひずみ分布の経時変化をみると、促進材齢の経過に伴ってひび割れと考えられる過度な膨張ひずみの進展が確認される。ここで、図4には、反応性骨材の位置を黒で、非反応性骨材を赤線で示しているが、過度な膨張ひずみが集中している点は必ずしも反応性骨材付近に限定されず、非反応性骨材に隣する場所においても発生していることが確認される。このことはペシマム配合を有するコンクリートにおいて、非反応性骨材の配置がマクロな膨張に寄与している可能性を示唆するものである。

表2 試験体の表層はがれ

試験体厚さ	試験体	はがれ
1cm	1-表	×
	1-裏	×
	2-表	○
	2-裏	×
3cm	1-表	×
	1-裏	○
	2-表	○
	2-裏	○
5cm	1-表	○
	1-裏	○
	2-表	○
	2-裏	○

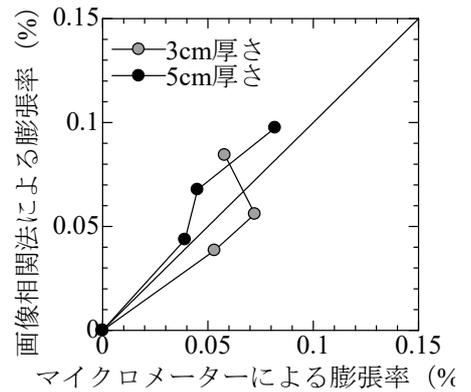


図5 測定方法による膨張率の比

4. 結論

本論文では、ASRが生じているコンクリート内部の面的なひずみ分布の経時変化を把握する手法として、画像相関法による手法を実施した。その結果、ひずみ分布は適切に取得できているものの、薄い試験体を用いた場合には面外方向へのASRゲルの流出などの影響により適切なひずみ分布を取得することが困難であることが明らかになった。

謝辞：本研究は第29回セメント協会研究奨励金の補助を受け実施しました。また、画像相関法の実施に際し名古屋大学丸山教授より貴重なご意見をいただきました。記して謝意を示します。