

ASR 劣化したコンクリートの最大膨張量と空気量が除湿による収縮量に与える影響

富山県立大学 学生会員 ○塚西 弘輝 正会員 伊藤 始 相良 明日香

1. はじめに

アルカリシリカ反応（以下 ASR と記す）は、シリカ鉱物等を含む反応性骨材とアルカリが反応し、アルカリシリカゲルを生成する現象である。このゲルは吸水膨張性を持ち、コンクリートに異常な膨張を発生させる。この影響により、コンクリート表面にひび割れが発生する。また、内部では鉄筋の破断に繋がり、構造物の耐荷性能が低下する。これを ASR 劣化という。現在、ASR 劣化が生じている構造物の補修工法として、外部からの水分や塩分を遮断することで膨張を抑制する表面被覆工法が用いられている。しかしながら、ASR 対策を行った構造物において、十数年経過後に ASR による膨張を伴う再劣化が生じたことが報告された¹⁾。再劣化した要因として、表面被覆工法では膨張要因であるアルカリシリカゲル自体に対策を行っていないため、内在する水分の影響によって、再膨張が発生したと考えている。

本研究では、膨張量の異なる ASR 劣化コンクリートを除湿させた際の収縮量や質量変化率に与える影響を検討することを目的とした。その方法として ASR 劣化コンクリートの除湿試験を実施した。

2. 試験方法

2.1 ASR 劣化供試体の作製

表-1 にコンクリートの配合を示す。目標空気量を 2.0%、8.0% に設定し、試験値は表-1 の通りとなった。ここで、目標空気量 2.0% のものを A ケース、8.0% のものを B ケースと呼ぶ。試験には 1 ケースあたり角柱供試体（100×100×400 mm）を 3 本用いた。図-1 に本研究の流れを示す。材齢 28 日まで封かん養生した供試体を ASR 劣化させるために促進環境（温度 40℃、湿度 100%）にて静置した。促進養生中の 1 週間毎に、コンタクトメータを用いて表面ひずみを測定した。加えて、質量も測定した。

2.2 除湿試験

除湿試験は、材齢 316 日（促進養生開始から 288 日）以降に ASR 劣化供試体を除湿環境（温度 20℃、湿度 60%）にて静置することで行った。このとき、2 週間毎に促進養生時と同様に表面ひずみと質量を測定した。

3. 試験結果

3.1 表面ひずみの履歴

図-2 に表面ひずみの履歴を示す。それぞれのケースの最大の表面ひずみ（以下、最大膨張量と記す）は A ケースが 5272×10^{-6} 、B ケースが 3387×10^{-6} であった。これより、空気量の小さい A ケースにおいて最大膨張量が増加する傾向が確認された。空気量によって膨張量に差が生じた要因は、アルカリシリカゲルがコンクリート中の空隙に侵入する際に²⁾、空気量が多いほどアルカリシリカゲルが空隙を満たすまでに時間を要し、膨張に寄与するアルカリシリカゲルの量が減少したためと考えられる。

図-3 に除湿試験開始から減少した表面ひずみ（以下、収縮量と記す）と土木学会コンクリート標準示方書に基づく乾燥収縮ひずみの算出結果（以下、示方書式と記す）³⁾を示す。収縮量は、促進養生開始から 526 日（除湿開始から 238 日）において、A ケースが 1033×10^{-6} 、B ケースが 753×10^{-6} であり、最大膨張量が大きいケースが収縮した。最大膨張量に対するこの収縮量の割合は A ケースが 19.6%、B ケースが 22.2% となり、同程度となった。これより、収縮挙動はこの最大膨張量の範囲においておおむね比例すると考えられる。また、B ケースの収縮量の推移は示方書式と同様の挙動を示しているが、A ケースは示方書式より大きい値を示した。

表-1 コンクリートの配合

呼び強度 (N/mm ²)	W/C (%)	空気量 (%)	配合量 (kg/m ³)				
			C	W	S	G	NaCl
24	55	2.0	284	156	867	1002	15.1
		7.5					

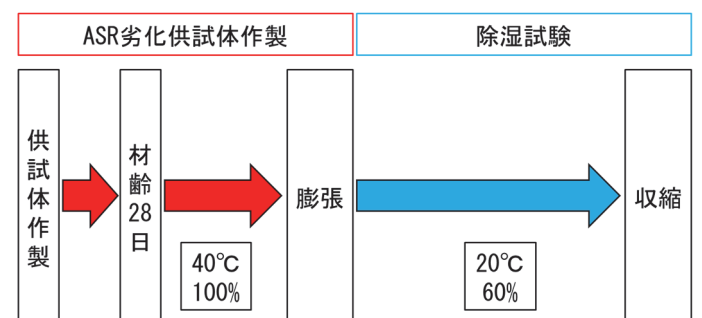


図-1 本研究の流れの概要

キーワード アルカリシリカ反応 (ASR), 除湿, 空気量, 表面ひずみ, 質量変化率

連絡先 〒939-0398 富山県射水市黒河 5180 富山県立大学 環境・社会基盤工学科 TEL 0766-56-7500

3.2 質量変化率の履歴

図-4 に質量変化率の履歴を示す。質量変化率は促進養生開始直後に大きく増加したが、促進養生開始から147日以降は停滞した。また、質量変化率の最大値はA ケースが 1.1%、B ケースが 1.0%であった。これより、促進養生過程において、質量変化率は空気量の違いによらず同程度であることが確認された。

除湿試験開始から減少した質量変化率（以下、質量減少率と記す）は促進養生開始から 526 日（除湿開始から 238 日）において、両者ともに 2.1%程度であり、同様の傾向を示した。

3.3 収縮量－質量減少率関係

3.1, 3.2 節の結果から除湿試験において最大膨張量が大きいケースほど収縮量が増加したが、質量減少率は同程度となった。そこで、図-5 に収縮量と質量減少率の関係を示す。同一収縮量における質量減少率は最大膨張量大きい A ケースで小さくなった。ここで、乾燥収縮における質量の減少は空気中への水分の逸散であることから、最大膨張量大きいほどひび割れが発生し、水分の逸散量が増加すると考えられる。しかしながら、同一収縮量に対する質量減少率が低下した要因は、空気量が小さいことでコンクリート中の水分の拡散係数が小さくなったためと考えられる。

4. まとめ

- (1) 最大膨張量や収縮量は空気量 2.0%のケースで増加し、そのケースの収縮量の推移は示方書式より大きくなった。
- (2) 促進養生において質量変化率は 1.0%程度で停滞し、除湿試験において質量減少率は最大膨張量や空気量によらず同程度であった。
- (3) 収縮量－質量変化率関係より、同一収縮量における質量減少率は最大膨張量大きいものほど小さくなった。これは空気量による水分の拡散係数の影響と考えられる。

謝辞：本研究は、科研費（20K04645）の助成を受けたものである。

参考文献

- 1) 山城渉：アルカリ骨材反応の進展期におけるコンクリートの補修方法について，国土交通省近畿地方整備局研究発表会論文集，新技術・新工法部門 No. 6, pp. 1-4, 2017
- 2) 宮野暢紘，鳥居和之：ASR によるコンクリートの内部ひび割れの形成・進展過程の偏光顕微鏡観察，コンクリート工学年次論文集，Vol.33, No.1, pp.1043-1048, 2011
- 3) 土木学会：2017 年度制定コンクリート標準示方書【設計編】，2017

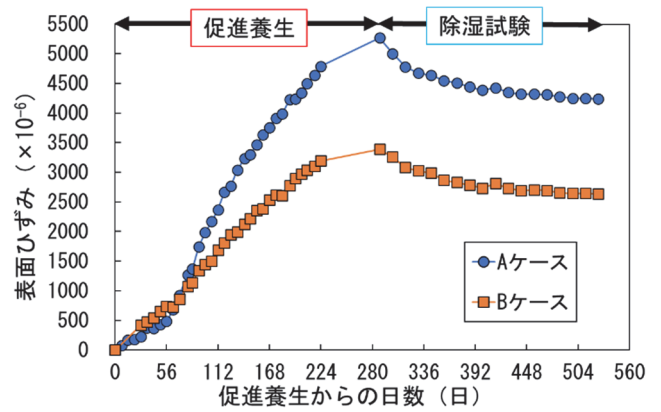


図-2 表面ひずみの履歴

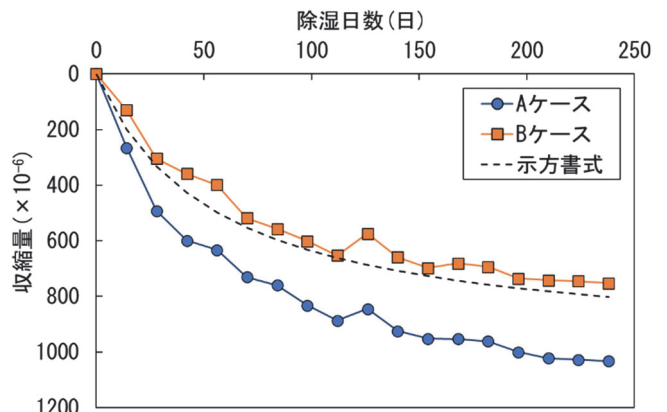


図-3 収縮量と算定式の履歴

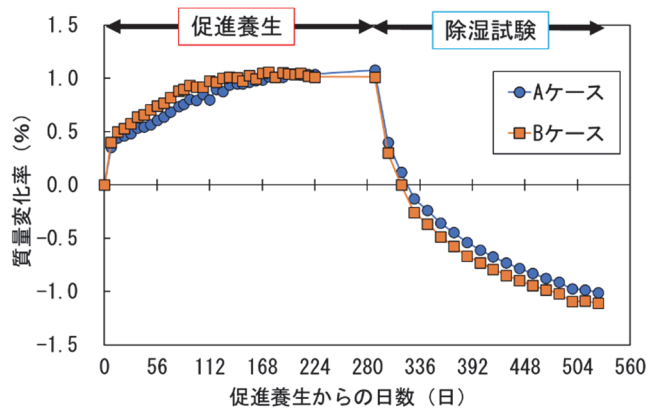


図-4 質量変化率の履歴

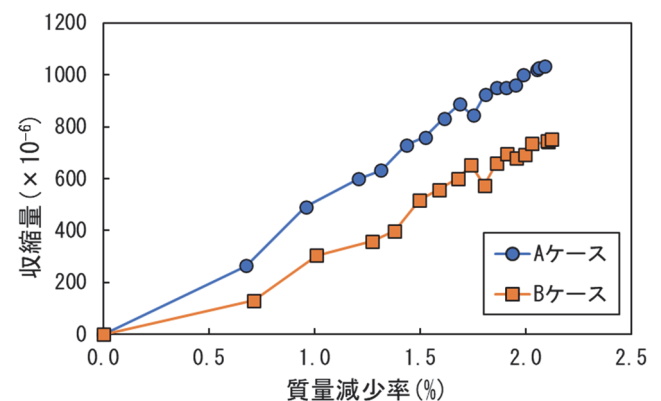


図-5 収縮量と質量減少率の関係