

コンクリートの水分量が ASR 膨張ひずみと除湿時の収縮ひずみに与える影響

富山県立大学大学院  
株式会社太平洋コンサルタント

学生会員   ○塚西 弘輝           正会員   伊藤 始  
                  大澤 紀久                   安藤 陽子

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<sup>1)</sup>。このような ASR が生じた構造物において、対策を行ってから十数年後に ASR による膨張を伴う再劣化が生じたことが報告された<sup>2)</sup>。再劣化が発生した要因は内在水分や外部からの水分供給によると考えられる。また、ASR 劣化したコンクリートを乾燥環境に静置することで水分の逸散によって ASR による膨張が抑制されることが報告された<sup>3)</sup>。

本研究では、水分量が ASR 膨張ひずみと収縮ひずみに与える影響の把握を目的として、配合のうち水セメント比（以下 W/C と記す）と粗骨材最大寸法（以下  $G_{max}$  と記す）を変化させた ASR 劣化コンクリートの促進試験と除湿試験を実施した。

2. 研究方法

2.1 ASR 促進試験

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コンクリート供試体を 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。このとき、角柱供試体を用いて 1 週間毎に表面ひずみと質量を測定した。促進環境での静置は、角柱供試体の表面ひずみが  $1500 \times 10^{-6}$  に到達するまで継続した。

2.2 除湿試験

除湿試験は表面ひずみが  $1500 \times 10^{-6}$  に到達後、除湿環境（温度 20℃、湿度 60%）にて静置することで実施した。このとき促進環境と同様に角柱供試体を用いて 1 週間毎に表面ひずみと質量を測定した。表面ひずみの変化量が  $20 \times 10^{-6}$  以下かつ質量減少量が 2g 以下の値を収束判定値に用い、それぞれの角柱供試体においてこの値を 3 回連続で満たしたときに収縮収束点として、試験を終了した。

2.3 試験ケース

表-1 に試験ケースとケース名を示す。本試験では、○の付いた W/C を変化させたケースと  $G_{max}$  を変化させたケースの全 4 ケースを実施した。使用した骨材は、ASR 反応性を有する常願寺川水系産である。ASR 膨張を促進する目的で塩化ナトリウムをアルカリ総量が  $9.7 \text{ kg/m}^3$  となるように添加した。

3. 試験結果

3.1 質量変化率の履歴

図-2 に質量変化率の履歴を示す。促進試験に着目すると、表面ひずみが目標値に到達した際の質量変化率はすべてのケースにおいて 1.2% 程度であった。これにより、コンクリートが封かん状態から ASR によって  $1500 \times 10^{-6}$  程度膨張する場合に、配合によらずコンクリートの質量の約 1.0% の水分を吸収することが確認できた。

除湿試験に着目すると、すべてのケースで除湿開始点から質量変化率が大きく低下した。収縮収束点における質量変化率は W/C を変化させた 45-25 と 55-25 で同程度

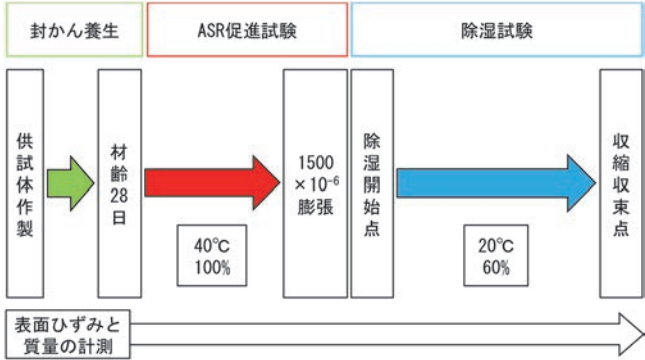


図-1 研究の流れ

表-1 試験ケースとケース名

|                        |    | 水セメント比 W/C (%) |         |
|------------------------|----|----------------|---------|
|                        |    | 45             | 55      |
| 粗骨材最大寸法 $G_{max}$ (mm) | 13 | —              | ○ 55-13 |
|                        | 25 | ○ 45-25        | ○ 55-25 |
|                        | 40 | —              | ○ 55-40 |

キーワード アルカリシリカ反応 (ASR)，除湿，質量変化率，水セメント比，粗骨材最大寸法

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

であった。  $G_{\max}$  を変化させたケースでは 55-13 と 55-40 が同程度であり、55-25 の質量変化率は 55-13、55-40 と比較して大きくなることを確認された。また、すべてのケースで収縮収束点の質量変化率は 0.0% 前後となった。これにより、除湿することによって、促進試験時の吸水量と同程度、またはそれ以上の水分が逸散することを確認した。

### 3.2 膨張時の質量変化率とひずみの関係

図-3 に膨張時の質量変化率とひずみの関係を示す。すべてのケースにおいて質量変化率約 0.8% 以下、ひずみ約  $500 \times 10^{-6}$  以下では質量変化率に対するひずみの傾きが小さくなった。それに対して、この地点以降ではこの傾きが大きくなった。このことより、ASR 膨張ひずみは、ある一定の水分量が吸収されることで大きく進展することが確認できた。傾きが大きい区間では、W/C が大きいほど、また  $G_{\max}$  が大きいほど質量変化率が同一ひずみにおいて大きくなる傾向を確認した。

### 3.3 収縮時の質量変化率とひずみの関係

図-4 に収縮時の質量変化率とひずみの関係を示す。ここで、質量変化率とひずみは、ともに除湿開始点からの変化として提示した。すべてのケースにおいて除湿開始点からの質量変化率約 -0.5% 以下、同点からのひずみ約  $-100 \times 10^{-6}$  以下では質量変化率の減少に対するひずみの減少の傾きが小さくなった。それに対して、この地点以降ではこの傾きが大きくなった。このことより、ASR 膨張が発生したコンクリートの収縮ひずみは、ある一定の水分量が逸散することで大きく進展することが確認できた。全体の推移より、W/C が大きいほど、除湿開始点からの質量変化率が同一ひずみにおいて小さくなった。  $G_{\max}$  は 55-13 と 55-40 の推移がほとんど同様であった。一方、55-25 は 55-13、55-40 と比較して、除湿開始点からの質量変化率が同一ひずみにおいて小さくなった。

## 4. まとめ

- (1) 質量変化率は促進試験において配合によらずコンクリートの質量の約 1.0% の水分を吸収すること、除湿試験において促進試験時の吸水量と同程度、またはそれ以上の水分が逸散することを確認した。
- (2) 膨張時の質量変化率とひずみの関係より、ASR 膨張ひずみは、ある一定の水分量が吸収されることで大きく進展することが確認できた。
- (3) 収縮時の質量変化率とひずみの関係より、ASR 膨

張が発生したコンクリートの収縮ひずみは、ある一定の水分量が逸散することで大きく進展することが確認できた。

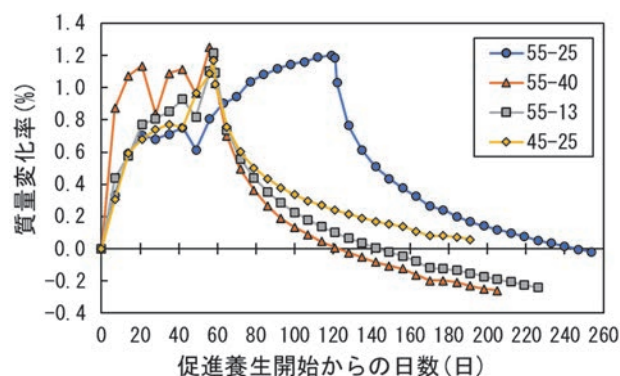


図-2 質量変化率の履歴

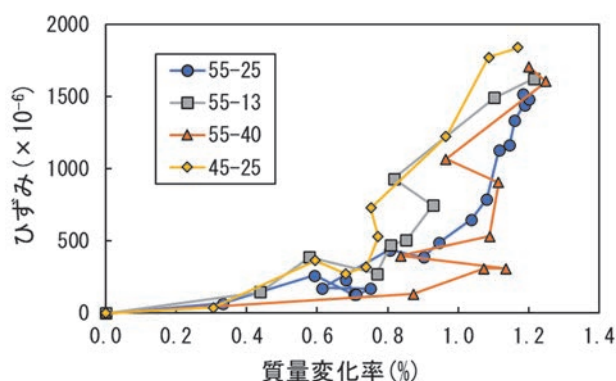


図-3 質量変化率とひずみの関係（膨張時）

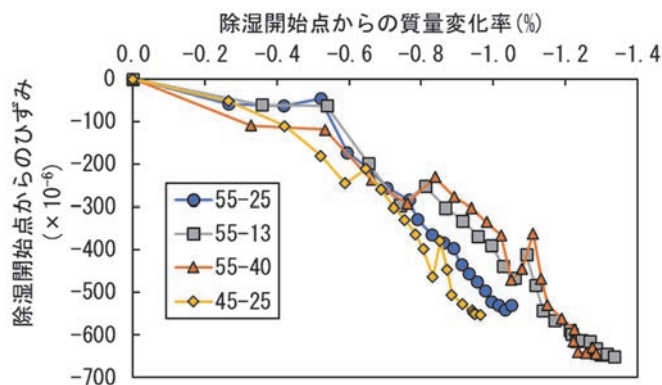


図-4 質量変化率とひずみの関係（収縮時）

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) 土木学会：アルカリ骨材反応対策小委員会報告書，第 I 編，2007
- 2) 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
- 3) 遠藤ら：ASR 劣化を生じたコンクリートの湿度低減による収縮に関する基礎的研究，アップグレード論文集，vol.20，2020