

ASR 膨張を生じたコンクリートの水分浸透性と塩分浸透性に関する検討

富山県立大学
金沢工業大学

学生会員 ○巳野 寛貴
正会員 宮里 心一

正会員 伊藤 始

学生会員 遠藤 雅樹

1. はじめに

アルカリシリカ反応(以下, ASR と記す)を生じたコンクリート構造物では, 降雨や融雪水などによる外的な水分供給が ASR による劣化(以下, ASR 劣化と記す)を更に促進させる. ボックスカルバートや橋台, 擁壁等地盤と接する構造物では地盤からの水分供給が容易であり, ダム本体, ダムに付帯する取水塔や水門などの水利構造物では常に水分に曝されているため, ASR 劣化が非常に進行しやすいことが知られている¹⁾²⁾.

これらの構造物では, ASR 劣化によりコンクリート表面に微細なひび割れが生じると, 水分がひび割れからコンクリート内部に浸透しやすくなることで, ASR 劣化が促進される. そして, ASR 劣化が促進されると, ひび割れ幅の拡大, ひび割れ量の増加へとつながり, さらに ASR 劣化が加速される. このような ASR 劣化の進行状況を評価するには, コンクリート内部への水分浸透性を把握することが重要である. また, 海洋環境にある構造物では ASR 劣化が促進されるとともに, ASR 劣化によって生じたひび割れから侵入する塩分が鉄筋腐食を助長し, 塩害と ASR 劣化という複合的な劣化現象が生じることが知られている³⁾. そのため, コンクリート内部への塩分浸透性を把握することも重要である.

本研究では, ASR 劣化が生じたコンクリートを対象に, ASR による膨張量と水分や塩分の浸透性の関係を把握することを目的とした.

2. 試験方法

2.1 概要

本試験では, まずコンクリート供試体を ASR 劣化により膨張させた. その後, 目標の膨張ひずみに到達した供試体において吸水試験と電気泳動試験を行った.

2.2 ASR 劣化供試体の作製

供試体は, 直径 100 mm, 高さ 200 mm の円柱供試体を作製した. ASR による膨張を促進させるため, NaCl 15.1kg/m³ を練混ぜ水に溶解させることで添加した. 作製

した供試体は材齢 28 日まで封かん養生した. その後, ASR による膨張を生じさせるために湿潤環境(温度 40℃, 湿度 100%)での促進養生を開始した. 促進養生は円柱供試体の膨張ひずみが目標値に到達するまで行った. 膨張ひずみの目標値は 0, 500, 1000, 1500×10⁻⁶ に変化させた 4 ケースとした. 膨張ひずみ 0×10⁻⁶ の供試体については, 材齢をほかの 3 ケースと合わせるために温度 40℃ の環境で封かん養生を行った.

2.3 吸水試験

吸水試験は, 土木研究所の方法に準じて行った⁴⁾. ASR により膨張させた円柱供試体を高さ 50 mm に切断し, 1 ケースあたり 6 本用いた. 切断した供試体の底面以外をエポキシ樹脂で被覆し, 温度 20℃, 湿度 60% の環境で底面から 2 mm を水に浸漬させることで試験を開始した. 質量を試験開始から 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 12, 24 時間に測定し, この結果から吸水係数を求めた. 本試験では, 質量の増加量を吸水量とした.

2.4 電気泳動試験

電気泳動試験は, 土木学会規準 JSCE-G571-2003 に準じて行った. 供試体を吸水試験と同様に切断し, 1 ケースあたり 3 本用いた. 試験は, 陽極側の塩化物イオン濃度の増加割合が一定になる定常状態まで継続した. 少なくとも 5 回の測定で塩化物イオン濃度の増加割合が同じと認められた場合を定常状態であると判断して試験を終了した. この試験結果から塩化物イオンの見かけの拡散係数(以下, 拡散係数と記す)を算出した.

3. 試験結果

3.1 膨張量ひずみ

円柱供試体の膨張ひずみは, 促進養生開始から 76 日で平均値が目標の 500×10⁻⁶ に, 100 日後に 1000×10⁻⁶ に, 140 日後に 1500×10⁻⁶ にそれぞれ到達した.

3.2 累積吸水量

図-1 に経過時間と累積吸水量の関係を示す. すべての膨張ひずみにおいて累積吸水量が経過時間とともに増加

キーワード アルカリシリカ反応(ASR), 塩害, 膨張ひずみ, 吸水係数, 拡散係数

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

している。また、試験開始時の膨張ひずみが大きいほど、累積吸水量が多くなることが分かる。24時間経過時の膨張ひずみ 1500×10^{-6} の累積吸水量は、 0×10^{-6} の累積吸水量に比べて約 1.8 倍になった。この要因としては、ASR による膨張ひずみが大きくなるにつれて微細なひび割れが増えたため、水分を吸収しやすくなったと考えられる。

3.3 吸水係数

図-2 にそれぞれの区間時間における吸水係数を示す。試験開始時の膨張ひずみが大きいほど吸水係数が大きくなっており、この傾向は試験開始 6 時間までにおいて顕著に表れている。

3.4 塩化物イオンの拡散係数

図-3 に膨張ひずみと塩化物イオンの拡散係数の関係を示す。ばらつきはあるものの試験開始時の膨張ひずみが大きいほど拡散係数が大きくなる傾向が見られ、ASR による膨張ひずみが増加すると拡散係数も増加することが示された。この要因としては、ASR による膨張ひずみが大きくなるにつれて微細なひび割れが増えたため、塩分が浸透しやすくなったと考えられる。

3.5 吸水係数と塩化物イオンの拡散係数の関係

図-4 に経過時間 3~6 時間における吸水係数と拡散係数の関係を示す。両係数の間には正の相関関係があることが分かる。よって、膨張ひずみが増加するにつれて水分と塩分の両方の浸透性が高くなると考えられる。

4. まとめ

- (1) ASR による膨張ひずみが増加するにつれて水分と塩分の両方の浸透性が大きくなることが分かった。この要因としては、膨張ひずみが大きくなるにつれて微細なひび割れが増えたことが考えられた。
- (2) 吸水係数と塩化物イオンの拡散係数の間には相関関係があることが分かった。

謝辞 本研究は、科研費(20H02224, 代表：宮里心一)の助成を受けたものである。

参考文献

- 1) 日本コンクリート工学会：鉄筋コンクリート構造物の複合劣化機構の解明とその対策に関する研究委員会報告書，2019
- 2) 麻田正弘，杉森学，橋本徹，島居和之：北陸地方における水利構造物の ASR 劣化の特徴と維持管理，コンクリート工学年次論文集，Vol.36, No.2, pp.1369-1374,

2014

- 3) 宮川豊章，樹田佳寛，野口貴文，出村克宣，守分敦郎，濱田秀則：複合劣化コンクリート構造物の評価と維持管理計画研究委員会報告，コンクリート工学年次論文集，Vol.23, No.1, pp.11-14, 2001
- 4) 吉田行，島多昭典：表面吸水試験による養生条件が異なるコンクリートの品質評価，コンクリート工学年次論文集，vol.38, No.1, pp.771-776, 2016

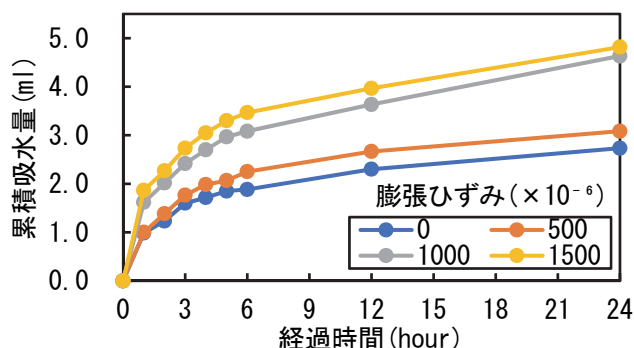


図-1 経過時間と累積吸水量の関係

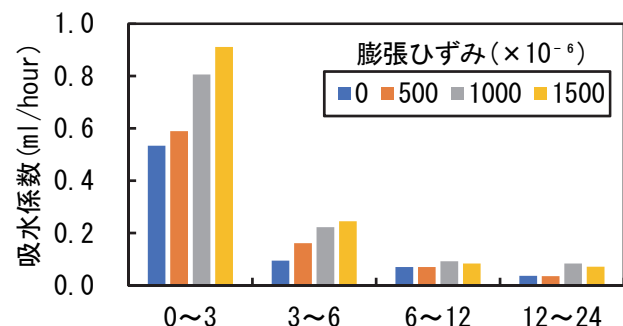


図-2 区間時間における吸水係数 (hour)

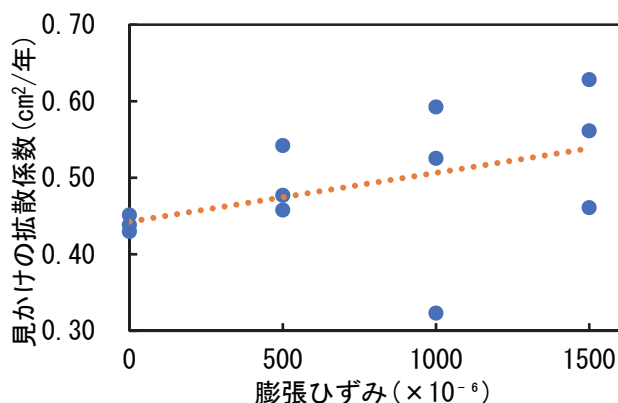


図-3 膨張ひずみと見かけの拡散係数の関係

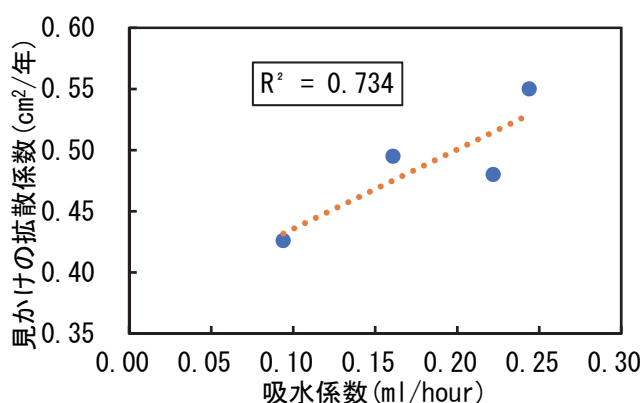


図-4 吸水係数と見かけの拡散係数の関係