

アルカリシリカ反応による膨張ひずみがコンクリート中の湿度低下量に与える影響

富山県立大学大学院 学生会員 ○達 柗介
富山県立大学 南 亮多
北電技術コンサルタント 白上 新

富山県立大学 正会員 伊藤 始
富山県立大学（現富山県） 巳野 寛貴
アイベック 正会員 細野 恭成

1. はじめに

アルカリシリカ反応（ASR）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（ASR劣化）をさらに促進させる。ボックスカルバートや橋台などの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る。また、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。そのため、これらの構造物ではASR劣化が比較的進行しやすいことが知られている^{1),2)}。

ASRにより劣化したコンクリートの表面に微細なひび割れが生じると、水分が内部に浸透しやすくなることで、ASR劣化が促進される。ASR劣化が促進されると、ひび割れ幅の拡大、ひび割れ量の増加につながり、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、コンクリート内の水分や湿度の移動特性や浸透性を把握することが重要である。

本研究では、ASR劣化させたコンクリートを対象とし、その膨張ひずみがコンクリート内部の相対湿度（湿度）の低下量に与える影響を明らかにすることを目的とした。

2. 試験方法

本試験ではASR劣化により膨張させたコンクリート供試体を対象に、透湿試験時の内部湿度を測定した。試験ケースは、表-1のように膨張ひずみの目標値を500, 1000, 1500×10⁻⁶とした3ケースとし、1ケースあたり2体の供試体を用意して、試験を実施した。なお、1000-2ケースは、試験期間中に温湿度センサに不具合が生じたため、結果を掲載していない。

図-1に供試体概要を示す。供試体には100×100×400mmの角柱供試体を用い、温湿度センサを埋設するために蒸発面からの距離20, 80, 140, 200mmの位置にビニル管で空間を設けた。それぞれ測点1, 2, 3, 4と呼ぶ。コンクリートには呼び強度24、水セメント比55.0%、粗骨材の最大寸法25mm、普通ポルトランドセメントの配合を

用いた。コンクリートのASRによる膨張を促進させるため、練混ぜ水にNaCl 15.1kg/m³を溶解させることで添加した。供試体は材齢28日まで封かん養生した後、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。膨張ひずみが目標値に到達した後、供試体を乾燥環境（温度20℃、湿度60%）に静置して、透湿試験を開始した。透湿試験時には、図-1の供試体の蒸発面を除く面をアルミテープで覆い、ビニル管に温湿度センサを挿入し、その上部を密閉することで、ビニル管内の温度と湿度を測定した。

3. 試験結果

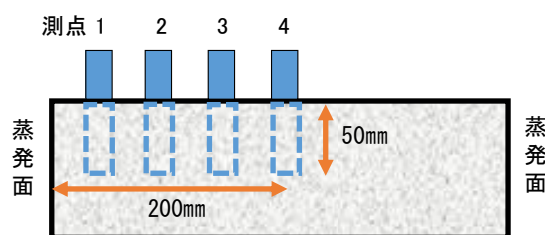
3.1 湿度の履歴

図-2に5ケースの湿度の履歴を示す。湿度は日数の経過とともに低下し、蒸発面に近い測点の湿度が低くなった。蒸発面からの距離20mmの測点1の湿度は、雰囲気湿度の影響を最も大きく受けるため、他の測点に比べて

表-1 試験ケース

ケース名	試験開始時の 目標膨張量 (×10 ⁻⁶)	湿度低下までの 経過日数(日)		試験開始約400日の 相対湿度(%)	
		測点1	測点2	測点1	測点2
500-1	500	20	64	78.7	83.7
500-2		4	11	76.4	83.1
1000-1	1000	35	146	78.0	87.5
1000-2*		—	—	—	—
1500-1	1500	53	154	72.1	88.3
1500-2		28	154	76.5	85.8

*：試験期間中に温湿度センサの不具合が生じたケース



蒸発面からビニル管までの距離：
20, 80, 140, 200 mm

図-1 供試体概要図

キーワード アルカリシリカ反応(ASR)、相対湿度、膨張ひずみ、透湿試験

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

大きく低下した。

測点1の湿度低下までの日数に着目すると、500-2の湿度は4日で低下し始め、1500-1の湿度は53日で低下し始めた(表-1)。その後の履歴では1500-1の湿度が大きく低下した。他の4ケースは同程度の低下傾向となった。測点2と測点3に着目すると、500-1の湿度は70日前後で低下傾向が見られ、500-2では10日前後でみられた。1000-1と1500-2の湿度は150日前後であった。この要因は試験開始時の膨張ひずみが大きいほど、膨張促進のための水分が供試体中に多く含まれたためと考えられる。

3.2 膨張ひずみが湿度低下速度に与える影響

図-3に膨張ひずみごとの時間当たりの湿度低下量(以下、湿度低下速度と記す)と湿度の関係を示す。湿度低下速度は、測定された湿度の差を測定時間間隔で除して求め、湿度の区間ごとに平均した値である。グラフの横軸には湿度の区間を5%に設定し、区間の中間の湿度として表示した。図-3(a)の測点1に着目すると、1500-1の湿度低下速度は、すべての湿度において他のケースを上回った。80~100%の区間の値は、500-1と1000-1の値に比べて4倍程度になった。1500-2では95~100%の湿度区間で大きくなった。1500-1,2ではASR劣化による表面の微細ひび割れが湿度低下速度に影響したと考えられる。500-1と1000-1の値は比較的小さく、湿度に対して同様の傾向を示した。図-3(b)の測点2に着目すると、500-1と1500-2の湿度低下速度は、95~100%の湿度区間で大きくなった。85~95%の湿度区間では、各ケースの値に大きな差は見られなかった。

4. まとめ

- (1) 膨張ひずみが大きいほど、湿度が低下し始めるまでの経過日数が長くなった。
- (2) 蒸発面から20mmの測点では、膨張ひずみが湿度低下速度に与える影響が見られ、80mmの測点では影響が見られなかった。
- (3) 蒸発面から20mmの測点では膨張ひずみ 1500×10^{-6} の一部供試体において湿度低下速度が、 500×10^{-6} および 1000×10^{-6} の値の4倍程度になった。

謝辞 本研究の一部は、科研費(20K04645)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，杉森ら：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，コンクリート工学論文集，Vol.36，No.2，2014

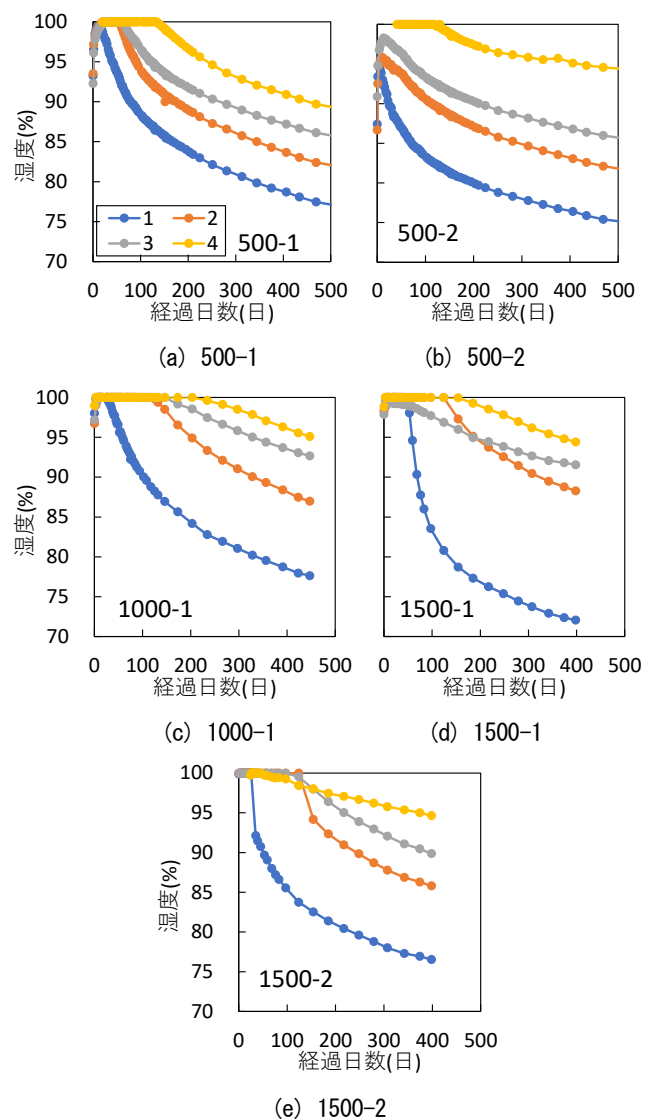


図-2 湿度の履歴

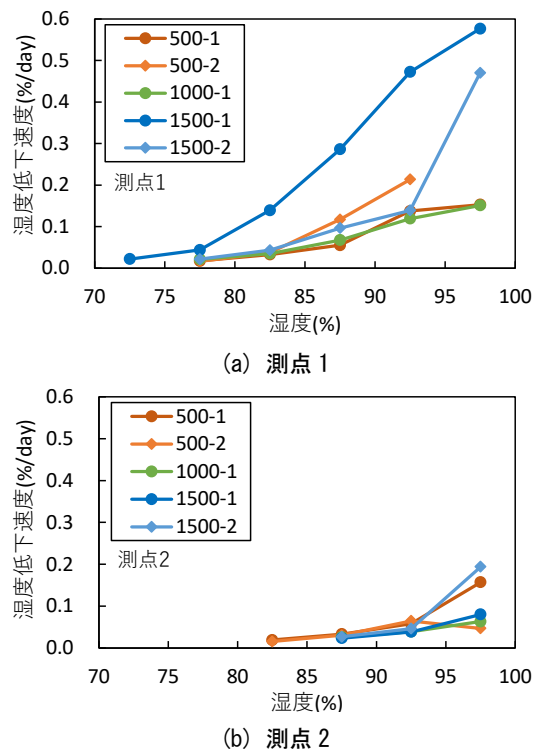


図-3 湿度低下速度と湿度の関係