

ASR 劣化コンクリートの膨張ひずみと水分浸透抵抗性の関係に関する検討

富山県立大学

学生会員 ○巴野 寛貴

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では、降雨や融雪水などの水分の供給にともない劣化が促進される。ダム本体およびダムに付帯する取水塔や水門などの水利構造物は、常に水分に曝されるため、ASR 劣化が生じたときにその劣化が進行しやすい構造物である¹⁾。また、ボックスカルバートや橋台、擁壁などの背面を地盤に覆われた構造物は、背面からの水分供給が容易であり、同様に ASR 劣化が進行しやすい構造物である²⁾。

これらの構造物では、ASR 劣化の潜伏期を超えてコンクリート表面に微細なひび割れが生じたときに、より多くの水分がコンクリート内部に浸透することで劣化が促進される。そして、劣化促進によってひび割れ幅が拡大するとともにひび割れ量が増加することで、さらに劣化が加速される。このような ASR 劣化の進行速度を評価するためには、コンクリート内部への水分浸透抵抗性を把握することが重要である。

本研究では、ASR 劣化によって膨張し表面に微細なひび割れが生じたコンクリートを対象に、その膨張ひずみと水分浸透抵抗性の関係を把握することを目的とした。

2. 試験方法

本試験は、ASR により膨張させた $100 \times 100 \times 400$ mm の角柱供試体を用いて、土木学会規準 JSCE-K571-2005 に準じた長尺漏斗による透水試験を実施した。試験ケースは表-1 のように透水試験前の ASR 膨張ひずみの目標値を 500, 1000, 1500×10^{-6} に変化させた 3 ケースとし、1 ケースあたり 3 本の角柱供試体を用いた。本試験での ASR 膨張ひずみは、まず 1000×10^{-6} に到達させた後に、異なった雰囲気湿度に静置して膨張ひずみの目標値に近づけたものである。コンクリートの配合として 24-8-25 N を用い、粗骨材には無害でないものを用いて、 $\text{NaCl } 15.1\text{kg/m}^3$ を練混ぜ水に混ぜることで添加した。

試験では、角柱供試体が膨張ひずみの目標値付近に到達した後に、図-1 のように側面 4 面をアルミテープで覆い、 100×100 mm の面に長尺漏斗をシリコンボンドで取り付けた。シリコンが硬化して試験開始直前に供試体の質量とコンクリートひずみを計測した。注水を開始して注水後から 10 日まで少なくとも 1 日の間隔で透水量を計測した。経過日数 28 日に累積透水量、質量、コンクリートひずみを計測した。

3. 試験結果

3.1 透水試験前のコンクリートひずみと表面状態

図-2 に試験開始時と経過日数 28 日のコンクリートひずみを示す。試験開始時の目標ひずみ 500, 1000×10^{-6} の膨張ひずみと目標ひずみとの間に大きな差がなかったが、 1500×10^{-6} では最大で約 600×10^{-6} の差があった。ひび割れの数と長さは、膨張ひずみが増加するにつれて増加した。目標ひずみ 1500×10^{-6} の試験前において透水面のコンクリートの状態を観察したところ、幅 0.1mm、長さ 20mm 程度の微細なひび割れが見られた。

3.2 累積透水量

図-3 に経過日数と累積透水量の関係を示す。累積

表-1 供試体の種類

	ASR 膨張ひずみの目標値 ($\times 10^{-6}$)		
	500	1000	1500
本数	3	3	3

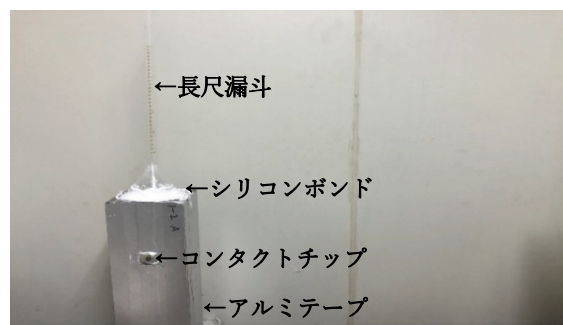


図-1 透水試験の状況

キーワード アルカリシリカ反応 (ASR)、膨張ひずみ、透水係数、質量変化

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 TEL0766-56-7500

透水量は平均値であり、目標ひずみ 500×10^{-6} の1ケースで試験時に若干の水漏れが発生したため2本の平均値である。すべての目標ひずみにおいて累積透水量が経過日数とともに増加している。また試験開始時の膨張ひずみが大きいほど、累積透水量が大きいことが分かる。経過日数7日の目標ひずみ 1500×10^{-6} の累積透水量が35.1 mLであり、 500×10^{-6} の値に比べて約1.6倍になった。これは、膨張ひずみが大きくなると微細ひび割れが多くなり水分が浸透しやすくなることが要因であると考えられる。

3.3 透水係数

図-4に膨張ひずみと透水係数の関係を示す。ここでの透水係数とは、経過日数6~8日における1日あたりの累積透水量の増分とした。既往の試験における透水係数をあわせて示し膨張ひずみ量は0とした。既往試験の条件は配合24-12-25 N、円柱供試体で材齢28日のものを使用した。

既往値は、本試験に比べて小さくなっており、全体としてASRによる膨張ひずみが増加するにつれて透水係数が増加するような直線的な傾向が示された。

3.4 質量とひずみの増加量

図-5に目標ひずみ 1500×10^{-6} における経過日数28日の累積透水量と質量増加量およびひずみ増加量を示す。累積透水量と質量増加量は比例関係を示した。ひずみは累積透水量が多いほど増加し、ひずみ増加量の平均値は 135×10^{-6} であった。よって、累積透水量が増加するにつれて質量とひずみが増加することが示された。

4. まとめ

- 1) 初期における膨張ひずみが大きいと、累積透水量が多くなることが分かった。これは、微細なひび割れが多くなり水分が浸透しやすくなることが要因と考えられた。
- 2) 本試験で得られた透水係数は、膨張ひずみの増加にともない直線的に増加した。

参考文献

- 1) 麻田正弘, 杉森学, 橋本徹, 鳥居和之: 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, コンクリート工学論文集, Vol. 36, No. 2, pp. 1369-1374, 2014
- 2) 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

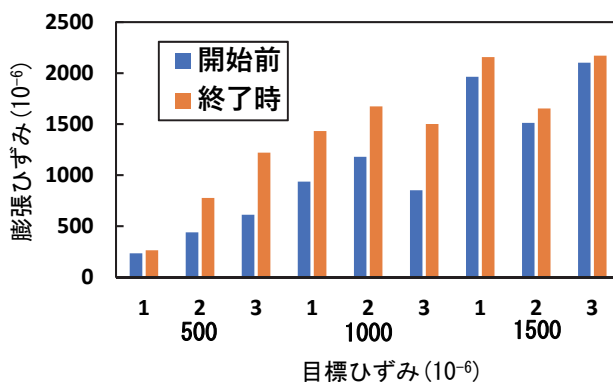


図-2 試験開始時と終了時のコンクリートひずみ

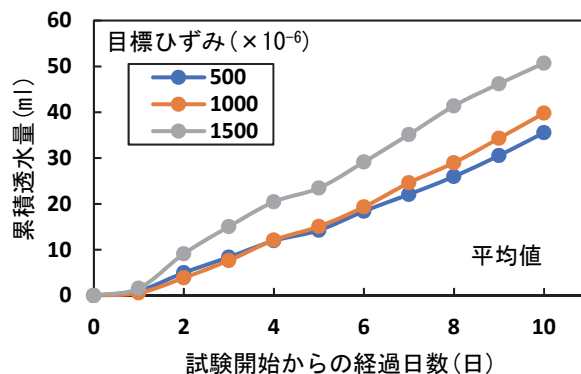


図-3 試験開始からの経過日数と累積透水量の関係

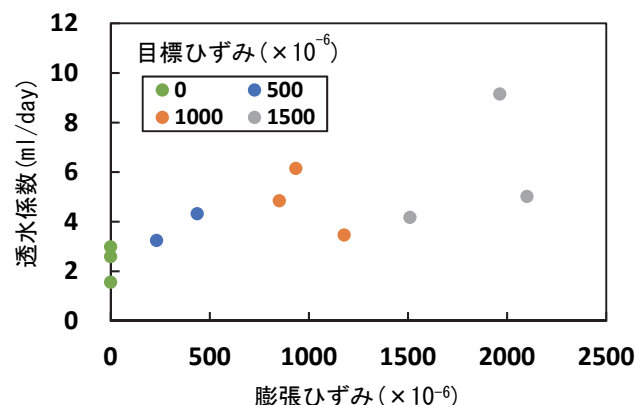


図-4 膨張ひずみ量と透水係数の関係(6~8日)

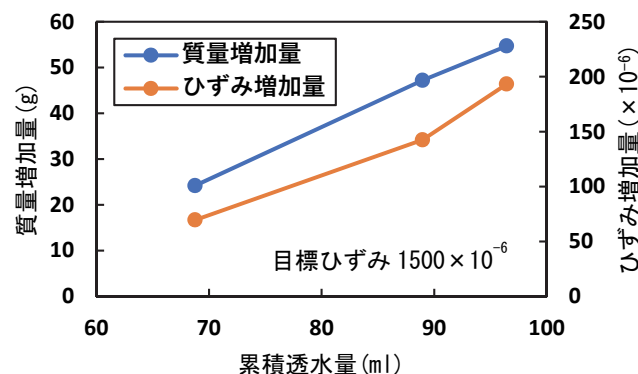


図-5 累計透水量と質量増加量およびひずみ増加量の関係