

コアの促進膨張試験におけるアルカリラッピングと寸法が膨張挙動に及ぼす影響

九州大学 学生会員 ○見山 宗士郎 国立環境研究所 山田 一夫
九州大学大学院 正会員 佐川 康貴 学生会員 川上 隆 北川 空良

1. はじめに

コンクリート構造物にアルカリシリカ反応（以下、ASR）が発生した場合、コアを採取し、促進膨張試験を行うことが多いが、現在の試験法にはコアの乾燥や膨張量の過小評価といった課題が残っている。著者らの研究で、アルカリラッピング（以下、AW）が供試体の乾燥とアルカリ溶脱の抑制に有効であることが示されている。上記に対する解決策の一つとして、コアの促進膨張試験にも AW を適用することが考えられる。

本研究では、幅 400×奥行 400×高さ 600 mm の ASR が発生するコンクリートブロックを作製し、コアを採取し、そのコアを用いて促進膨張試験を行い、AW と寸法がコアの膨張挙動に及ぼす影響を調べた。また、コンクリートブロックの膨張挙動についても検討を行った。

2. 試験概要

2.1 使用材料および配合

セメントには普通ポルトランドセメント（C、密度 3.16 g/cm³）、細骨材には非反応性の石灰石砕砂（S、密度 2.64 g/cm³）を使用した。粗骨材には急速反応性の安山岩（Gr、密度 2.68 g/cm³）と非反応性の石灰石（Gn、密度 2.70 g/cm³）をペシマム混合比として体積比 3:7 で使用した。アルカリ総量は Na₂O 換算で 5.5 kg/m³ とした。表-1 の配合で幅 400 mm、奥行 400 mm、高さ 600 mm のコンクリートブロックを作製し、材齢 28 日まで型枠を外さずに封緘養生を行った。打設時にコンクリートブロック内にひずみセンサ（(株)東京測器研究所製 KM-100BT）をコンクリートブロック上部の断面中央に三方向に埋設した。

2.2 試験手順

材齢 42 日で、コンクリートブロックから φ100 mm のコアを 4 本、φ50 mm のコアを 2 本採取した

（φ：直径）。コアは約 250 mm の長さとなるように採取し、採取後に φ100 mm は長さ 200 mm、φ50 mm は長さ 100 mm となるように切断した。コアの両側面は標点間距離 50 mm となるように長さ変化測定用の標点を貼付した。φ100 のものは、AW を行う φ100-AW と AW を行わない φ100-N を用意した。φ100-N は JCI-S-011 を想定したものである。φ50 は AW を行うもののみとした。AW を行うコアは、1.33 mol/L に調整した NaOH 溶液（φ100：50.0 g、φ50：12.5 g）を含ませた不織布で供試体を巻いた。コアは、乾燥しないようにポリエチレンシートで覆った後、底に水を張った密閉容器内にコアが水に浸からないように設置し、40°C にて保管した。コアの促進膨張試験の開始は、コンクリートブロックの材齢の 341 日目である。コンタクトゲージ法を用いて長さ変化を測定し、同時に質量の測定を行った。測定毎に不織布が一定質量となるように水道水を追加した。なお、測定の 24 時間前に容器を 20°C 環境下に置いた。

コンクリートブロックは、コア採取後、実験室内に材齢 306 日まで静置した。その後、無収縮モルタルで補修し、硬化後に九州大学伊都キャンパス屋外試験場に設置した。長さ測定器（ホイットモア型、標点間距離：

表-1 コンクリート配合

アルカリ 総量 (kg/m ³)	W/C (%)	s/a (%)	単位量 (kg/m ³)					
			W	C	S	Gr	Gn	NaOH
5.5	50	45	160	320	824	307	716	4.785

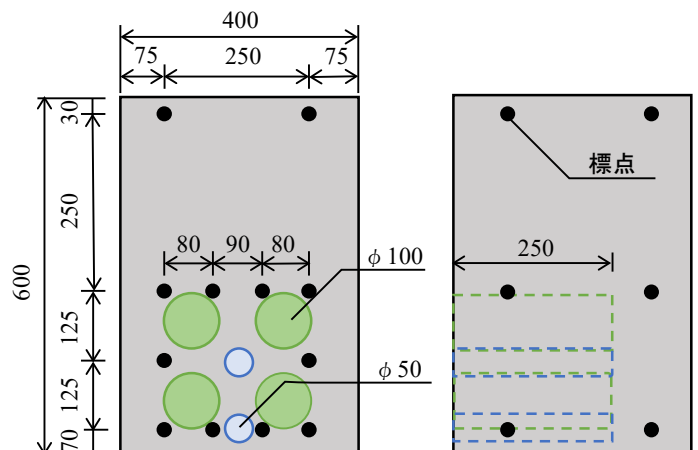


図-1 ブロックの形状寸法およびコア採取位置

250 mm) を用いて表面の膨張率の測定を行った。また、埋設したひずみセンサを用いて内部の膨張ひずみの測定を行った。

3. 試験結果および考察

コアの膨張率の経時変化を図-2、質量増加率の経時変化を図-3にそれぞれ示す。φ100-AW と φ100-N を比較すると、AW を適用した方の膨張率が大きくなった。また、促進期間中の質量は、φ100-AW では増加したものの、φ100-N では減少した。これは、φ100-N は密閉容器内に保存しているにも関わらず、初期にコア表面が乾燥してしまい、その後も十分な水分が供給されなかったため、膨張率が小さくなり、質量も減少したと考えられる。したがって、AW には乾燥を防ぐ効果があり、コアの促進膨張試験において有効であることが考えられる。

次に、φ100-AW と φ50-AW を比較すると、膨張率の平均値で見ると、φ50-AW の方が大きくなったが、誤差範囲はφ50-AW の方が大きくなった。42 日時点において、φ100-AW では、2 体間に差がなかったのに対し、φ50-AW には最大と最小で 0.06 % もの誤差範囲が生じた。この違いは、反応性骨材と非反応性の骨材を 3:7 で用いたことにより、骨材の偏在が生じ、膨張率の測定結果に大きなばらつきが生じたことが原因の一つとして挙げられる。すなわち、寸法が大きいコアの方が骨材の分布が平均化されやすく、ばらつきが小さくなったと考えられる。

図-4 にコンクリートブロックの内部のひずみセンサによる膨張率と表面の全測定箇所の膨張率を平均したものを示す。内部膨張率は打設時を初期値とし、表面膨張率は材齢 28 日を初期値とした。膨張率は、内部の方が表面よりも大きくなった。表面は乾燥するのに対し、内部は乾燥しにくいいため、差が生じたと考える。

4. まとめ

本研究では、ブロックから異なる寸法のコアを採取し、アルカリラッピング (AW) を適用し、AW とコアの寸法が ASR の膨張率に及ぼす影響を検討した。その結果、同一の寸法を比較すると、AW 無しでは ASR の残存膨張性を低く見積もってしまう可能性が示唆され、AW の有効性が示された。また、コアの寸法に関しては、直径 50 mm の膨張率が大きくなったが、ばらつきが大きいという問題が生じた。以上より、AW を用いた促進膨張試験は有効であるが、寸法の影響については引き続き検討を重ねる必要がある。

参考文献

- 1) 川上隆, 佐川康貴, 山田一夫, 川端雄一郎: コンクリートプリズム試験におけるアルカリ溶脱抑制法の比較および長期促進期間でのアルカリ量と膨張率の関係, コンクリート工学年次論文集, Vol.44, No.1, pp.616-621, 2022

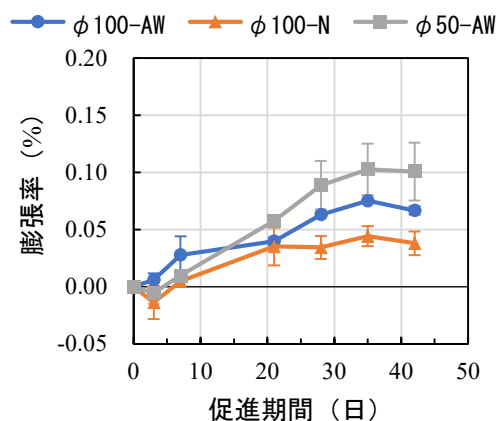


図-2 コアの膨張率

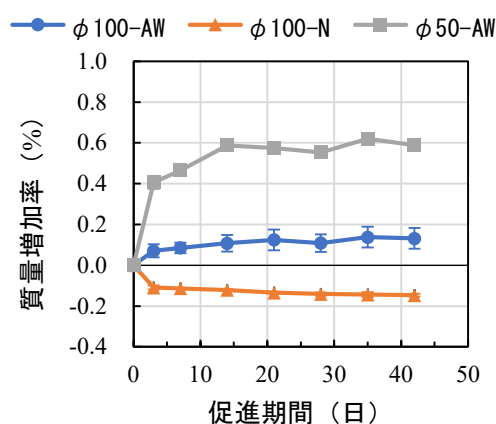


図-3 コアの質量増加率

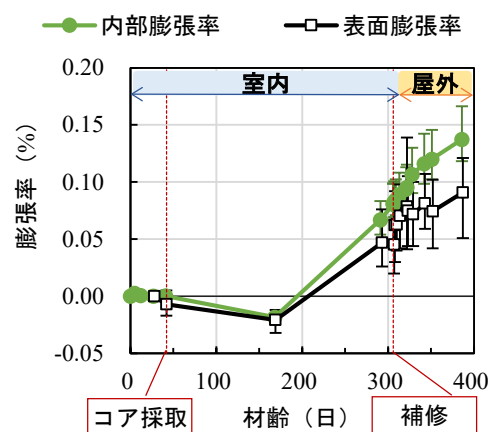


図-4 ブロックの膨張率