

水セメント比が異なるコンクリートへのアルカリラッピング法の適用

九州大学 学生会員 ○北川空良 国立環境研究所 正会員 山田一夫
 港湾空港技術研究所 正会員 川端雄一郎
 九州大学大学院 正会員 佐川康貴 九州大学大学院 学生会員 川上 隆

1. はじめに

アルカリシリカ反応(ASR)の評価試験において実配合で作製したコンクリート供試体を、アルカリ溶液を含浸させた不織布で被覆し、さらに遮水性のラップフィルムを巻き促進養生する室内促進試験¹⁾(以下 AW-CPT, AW: アルカリラッピング)が提案されており、AW による水分供給とアルカリ溶脱の抑制が ASR 膨張を促すことが確認されている。また ASR 膨張を生じるコンクリートについての既往の研究は、水セメント比が比較的大きい鉄筋コンクリート構造物を想定し、水セメント比を単一とした研究が多い。

そこで本研究では、水セメント比の異なる供試体を作製し、AW-CPT を適用した場合とそうでない場合の長さ変化量を計測した。さらに単位セメント量が大きい高強度コンクリートで用いられるような低水セメント比のコンクリートは、自己収縮が大きくひび割れ発生の原因なり得ることが報告されており²⁾、本研究と同程度の低水セメント比コンクリートで-0.03%程度の自己収縮を生じる場合もあり、ASR 膨張評価に影響を与える可能性がある。そこで、反応性骨材を非反応性骨材にすべて置き換えた配合で供試体を作製し、それらに AW を適用し自己収縮による長さ変化量を計測することで、自己収縮が ASR 膨張評価に与える影響を調べた。

2. 試験概要

表-1 にコンクリート供試体の配合および作製した供試体の養生条件を示す。セメントには普通ポルトランドセメント (C, 密度 3.16g/cm³)、細骨材 S に非反応性の石灰石砕砂 (表乾密度 2.65g/cm³)、粗骨材 G にペシマム現象を起こす反応性骨材 (以下 骨材 N, 表乾密度 2.52g/cm³) と非反応性骨材の石灰石砕石 (表乾密度 2.70g/cm³) を質量比 3 : 7 で用いた。水セメント比を 50, 32% の 2 水準とし、単位水量 W はすべて 160kg/m³ で一定とした。アルカリ総量 (Na₂O_{eq}) は W/C=50, 32% とともに 3.25 kg/m³ に、練混ぜ水に顆粒 NaOH 試薬を添加し調整した。打設から 24 時間後に脱型しその後 AW を適用した。AW を適用しない供試体は W/C=32%, 養生温度 40℃のみで、内部を湿潤状態に保ったステンレス製容器にそのままの状態で格納した。なお各水準 3 本の供試体を作製した。AW-CPT は文献³⁾に従って行った。角柱供試体 (7.5×7.5×25 cm) を、コンクリートの空隙水と同等のアルカリ濃度の NaOH 水溶液 50g を吸水させた不織布で被覆し、その上から遮水性のラップフィルムで包んで 40℃および 20℃で養生した。なおアルカリ溶液濃度は、W/C=32%は 0.78mol/L, W/C=50%は 0.50mol/L とした。

また ASR を生じず自己収縮による長さ変化量を評価するための供試体は、骨材 N をすべて非反応性の石灰石砕石に置き換え同様の操作を行った。

長さ測定はダイヤルゲージ法にて、室温 20±2℃、湿度 50%以上の部屋で測定を行った。同時に質量も測定した。また測定ごとに、不織布が 50g の溶液を含むように蒸留水を追加し、湿潤状態が保たれるように養生を行った。

表-1 コンクリート配合および養生温度と AW の有無

W/C (%)	s/a (%)	単位量(kg/m³)					添加NaOH (kg/m³)	アルカリ総量 (kg/m³)	40℃		20℃	
		W	C	S	G				AW有	AW無	AW有	AW無
					非反応性	反応性						
32	40	160	500	672	722	289	581	3.25	○	○	○	—
50	45	160	320	823	722	289	1881	3.25	○	—	—	—

3. 試験結果および考察

(1) W/C が膨張率に与える影響

図-1 に角柱供試体の膨張率を示す。水準名は「水セメント比-AW の有無-養生温度」のように示す。図が示すように、アルカリ総量が等しい供試体でも水セメント比が大きいほど、また養生温度が大きいほど膨張率が大きいという結果を得た。

(2) AW の有無の影響

図-1 より、W/C=32%、養生温度 40℃の供試体を比較すると、AW を施していないもののほうが AW を適用しているものより高い膨張率を示した。しかしながら AW の有無による質量変化率の違いを示している図-2 によると、促進方法の違いによる初期の質量変化率への影響は小さい。ゆえにこの膨張率の差は水分供給量が要因ではないと推察される。このように試験初期の膨張と質量の大小関係が必ずしも一致しないという結果は、W/C=48%、養生温度 40℃、寸法 10×10×40cm のコンクリートを AW の有無に着目した既往の研究⁴⁾でも得られており、本研究の範囲である低水セメント比のコンクリートでも同様の現象が確認された。

(3) AW が自己収縮に与える影響

高強度コンクリートに用いられるような低水セメント比コンクリートは自己収縮により ASR 膨張を緩和させ、ASR 膨張を過小評価してしまう可能性がある。室温 40℃で AW-CPT を行った本研究では自己収縮は生じず、長さ変化率は最も大きいもので-0.001%と同材齢の ASR 膨張率に対して極めて小さかった。これは AW を適用することによって、供試体表面からの水分の散逸を防ぎ十分な水分供給があったためと考えられる。

4. まとめ

- (1) 材齢初期の ASR 膨張は水セメント比が大きいほど、また養生温度が大きいほど顕著であった。
- (2) 本研究の養生条件の場合、AW の有無による初期膨張の差は、質量変化に相違はほとんど無いため AW による水分供給が要因ではないと考えられる。
- (3) AW を適用した富配合コンクリートの自己収縮は、ASR 膨張に対し極めて小さく、本研究の範囲内の自己収縮による ASR 膨張への影響は無視できるほど僅かであった。

【参考文献】

- 1) 川端雄一郎, 山田一夫, 小川彰一, 佐川康貴: アルカリラッピングしたコンクリートの促進膨張試験に基づく野外暴露コンクリートの ASR 膨張挙動の予測, セメント・コンクリート論文集, Vol.69, pp.496-503, 2016
- 2) 田澤栄一, 宮澤伸吾: セメント系材料の自己収縮に及ぼす結合材および配合の影響, 土木学会論文集, No.502, pp.43-52, 1994.11
- 3) 日本コンクリート工学会: 性能規定に基づく ASR 制御型設計・維持管理シナリオに関する研究委員会報告書, pp.21-35, 2017.9
- 4) 俵積田新也, 山田一夫, 佐川康貴, 小川彰一, 川上隆, 梅田智也: 国内外で用いられている ASR 評価試験法の比較, 土木学会西部支部研究発表会, V-041, pp.731-732, 2020.3

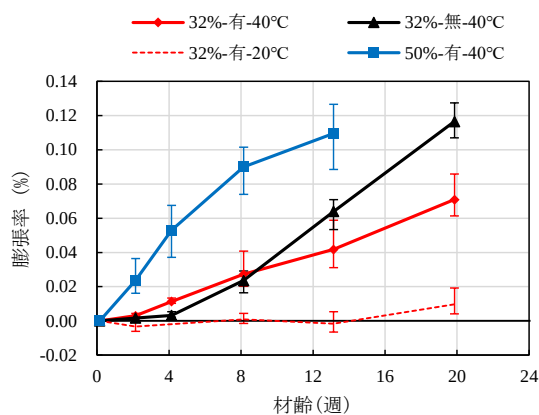


図-1 膨張率の経時変化

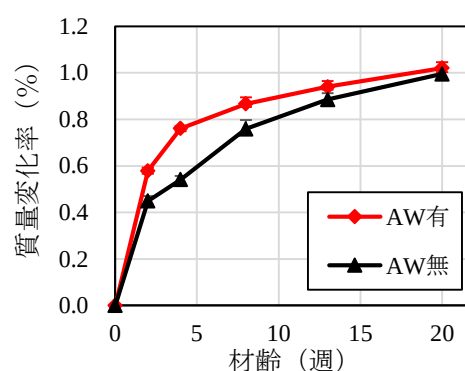


図-2 質量変化率 (W/C=32%-40℃養生)