

## 国内外で用いられている ASR 評価試験法の比較

九州大学大学院 学生会員 ○俵積田新也 (独) 国立環境研究所 正会員 山田一夫  
九州大学大学院 正会員 佐川康貴 (株) 太平洋コンサルタント 正会員 小川彰一  
九州大学大学院 学生会員 川上隆 九州大学 学生会員 梅田智也

### 1. はじめに

アルカリシリカ反応 (ASR) のリスクを評価する手法として国内では、骨材に対しては化学法 (JIS A 1145) やモルタルバー法 (JIS A 1146) などが挙げられるが、これらは、ペシマム混合率の存在する骨材などの評価が難しく、定量的な評価には実配合コンクリートを用いた試験が必要である。配合試験ではないが、より確実に ASR を評価できる方法として、国際的には RILEM AAR-3 (以下 AAR-3) が用いられており、この試験は規定量のアルカリを添加したコンクリートプリズムを 38°C 環境で促進養生させる手法である。

しかしながら、AAR-3 では養生中における試験体の乾燥や試験体からのアルカリ溶脱などが指摘されており、ASR 反応性を正しく評価できていない可能性がある。そこで、AAR-3 をもとに AAR-10 として、試験体の寸法はアルカリ溶脱の影響を抑制するため、可能な限り大きなサイズ (100×100×400mm) の方法を RILEM TC-258 AAA で検討しているが、このようなサイズでの測定では作業の負担が大きく、また取り扱いに注意が必要となる。一方で、国内では既往の研究成果において実配合コンクリートプリズム (75×75×250mm) をアルカリ溶液が含浸された不織布で包み、その上から非透水性のラップフィルムで被覆し 60°C で促進養生を行う試験法 (以下 AW-CPT) が提案されており、乾燥とアルカリ溶脱の抑制効果も確認されている<sup>1)</sup>。本研究では AAR-10 と AW-CPT の間で ASR 膨張にどのような影響があるかを確認した。

### 2. 試験概要

本研究で粗骨材に用いた反応性骨材は、微晶質および隠微晶質の石英を含むノルウェー産のマイロナイト (断層岩) である (表-1)。化学法とモルタルバー

法ではいずれも“無害”と判定されている。欧州産の骨材であり、欧州ではこの骨材による実構造物への被害が多く確認<sup>2)</sup>されており、遅延膨張性を示すと考えられる。細骨材には非反応性の石灰石砕砂を、セメントには普通ポルトランドセメントを用いた。配合の決定および試験体の長さや質量の測定方法はそれぞれの手法<sup>3)</sup>に準じて行い、アルカリ総量は Na<sub>2</sub>O 換算で 5.5kg/m<sup>3</sup>とした。表-2 に両試験法の相違点を、表-3 に配合を示す。水準名は (試験法-養生温度-ラッピングの有無) を示す。配合の特徴として、AAR-10 では空隙を可能な限り少なくする (空気量 3%以下) ように定められており、単位水量も 210kg/m<sup>3</sup> と多い値である。試験水準は上記 2 種類の試験法に加え、AAR-10 と同様の試験体に対して AW-CPT と同様に試験体をラッピングして試験を行う水準を比較のため作製した。養生温度は、AAR-10 では 38°C であるが、日本で一般的な 40°C、および 60°C で行った。

養生の際、保管容器の底に水を敷くことで湿度を保つ。AAR-10 の水準についてこの水の pH を測定し、試験体からのアルカリ溶脱の程度を確認した。

### 3. 試験結果および考察

それぞれの膨張率の経時変化を図-2 と図-3 に、質

表-1 骨材の反応性および物性

骨材	化学法	モルタルバー法	絶乾密度	吸水率
	Sc, Rc (mmol/L)	26週での膨張率 (%)	(g/cm <sup>3</sup> )	(%)
反応性骨材	Sc=47, Rc=38	0.070	2.73	0.49
石灰石砕砂	Sc=34, Rc=1	-	2.65	1.43

表-2 両試験法の規格における相違点

	AW-CPT	AAR-10
W/C (%)	50	48
単位水量 (kg/m <sup>3</sup> )	160	210
空気量 (%)	4.5	3.0以下
試験体寸法 (mm)	75 × 75 × 250	100 × 100 × 400
養生温度 (°C)	60	40

表-3 配合

配合名	W/C (%)	s/a (%)	スラ (cm)	空気量 (%)	単位量 (kg/m <sup>3</sup> )				混和剤			NaOH (g/m <sup>3</sup> )
					水 W	OPC	細骨材 S	粗骨材 G	AE剤 (mL/m <sup>3</sup> )	AE減水剤 (g/m <sup>3</sup> )	消泡剤 (mL/m <sup>3</sup> )	
AAR-10-(40, 60)-(有, 無)	48	45	8.0	3.0	210	438	741	937	-	-	26.3	3936
AW-CPT-(40, 60)	50	45	8.0	4.5	160	320	833	1041	32.0	880	-	5569

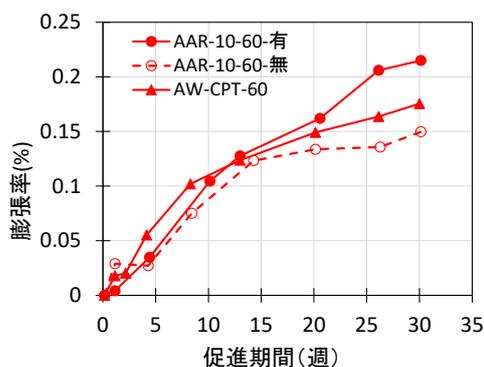


図-2 膨張率の経時変化 (養生温度 60°C)

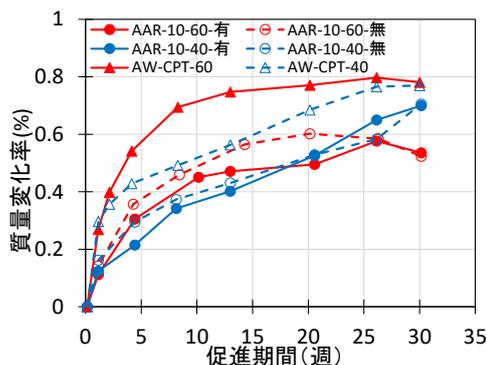


図-4 質量変化率

量変化を図-4に示す。図-2より、養生温度が60°Cの場合、促進20週までは膨張挙動に差は見られないが、30週での膨張率に差が生じており、ラッピングの効果により継続的な膨張を示すことが確認された。AAR-10とAW-CPTで膨張率に差が生じた要因として、AAR-10では空隙の量が少なくアルカリシリカゲルの膨張圧が効率よく試験体に伝わったことや、単位水量が多く反応に用いられる水が十分存在したことなどが考えられる。養生温度40°CではAW-CPTが最も低い膨張率を示したが、こちらも上記のような配合による影響によるものと考えられる。また、AAR-10ではラッピングの有無で膨張と質量変化に差は見られなかった。この結果より40°Cでは乾燥の影響が小さいことや、反応速度が十分でないためにラッピングによる乾燥抑制等の効果が膨張に寄与しにくいことが考えられる。図-4よりAAR-10-60-無は、乾燥の影響が大きいと考えられるが質量増加率は高い値を示した。この原因として、AAR-10-60-無の保管容器内の水位が上昇し試験体が水没した状態で養生されることが2週程度あったためと考えられる。

以上の結果より、高温養生ではよりラッピングの促進効果が発現することが考えられる。高温養生でラッピングを用いることで試験体寸法を抑えることがで

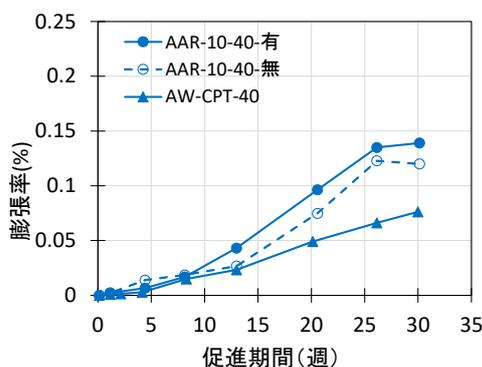


図-3 膨張率の経時変化 (養生温度 40°C)

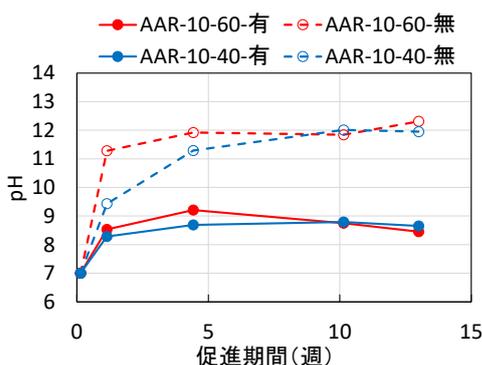


図-5 保管容器底に敷いた水の pH

きる。さらに配合によると思われる膨張への影響も確認され、実配合に近い試験体を用いた評価が実コンクリートの膨張予測にはより適切だと考えられる。

図-5に保管容器底に敷いた水のpH変化を示す。ラッピング有の水準では無と比較しpHの上昇が小さく、アルカリ溶脱の抑制効果を確認できた。

#### 4. まとめ

本研究ではRILEMと国内のASR評価試験を用いて、試験体寸法や配合、養生環境によるASR膨張への影響を確認した。得られた知見を以下に示す。

1. AW-CPTを用いることにより試験体の寸法を抑え、試験の省力化や作業の簡易化を図れる。
2. 40°C養生の場合、乾燥の影響が小さいためラッピングによる効果が小さいことが考えられた。今回の結果では、ラッピングをし、60°Cでの試験も遅延膨張性骨材には有効と考えられる。

#### 参考文献

- 1) 佐川康貴ほか：コンクリートプリズムを用いた60°C加速養生によるアルカリシリカ反応性の評価に関する研究，コンクリート工学年次論文集，Vol.36, No.1, pp1120-1125, 2014
- 2) Ian Sims & Alan Poole：Alkali-Aggregate Reaction in Concrete -A World Review-, pp.293-303, 2017