

立命館大学大学院理工学研究科 学生員 ○疋田 奈緒也 正会員 鈴木 宏信

立命館大学理工学部 正会員 高木 宣章 正会員 児島 孝之

1. はじめに

現在、わが国では、骨材のASR判定試験として化学法(JIS A 1145-2001)とモルタルバー法(JIS A 1146-2001)が採用されている。しかし、これらの試験法は骨材のASR反応性の有無を評価する試験であり、反応性骨材をコンクリートに使用した場合、コンクリートの配合や使用材料の相違によって、反応性骨材のASR反応性は異なる。本研究では、4種類の粗骨材について、骨材のASR反応性を評価するとともに、配合を変化させたコンクリートコア供試体による促進膨張試験を実施し、骨材およびコンクリートのASR評価方法について検討した。

2. 実験概要

(1) 試験項目

試験は、次の4項目を実施した。①骨材の岩石学的試験(目視観察、偏光顕微鏡観察、粉末X線回折) ②化学法(JIS A 1145-2001 (JIS 化学法と称す)) ③モルタルバー法(a.JIS A 1146-2001 (JIS モルタルバー法と称す)、b.ASTM C 1260-94 (ASTM 促進モルタルバー法と称す)、c.修正デンマーク法) ④コンクリートコア供試体による膨張試験(a.JCI-DD2法、b.80℃ 1mol/l NaOH溶液に浸漬、c.50℃ 飽和NaCl溶液に浸漬)

モルタルバー法とコンクリートコアの膨張試験の実験要因を表-1に示す。なお、修正デンマーク法は、JISモルタルバー法に規定されている方法で供試体を作製し、50℃ 飽和NaCl溶液に浸漬する方法である。

表-1 実験要因

種類	供試体寸法(cm)	Na ₂ Oeq.	W/C(%)	貯蔵条件	備考
モルタルバー	4×4×16	1.2(%)	50	40±2℃ R.H.95%以上	JIS A 1146-2001
				50℃ 飽和NaCl溶液	修正デンマーク法
	2.5×2.5×28.6	0.62(%)	47	80℃ 1mol/l NaOH溶液	ASTM C 1260-94
コンクリートコア	φ6.8×15	6.0 (kg/m ³)	45,55,65	40±2℃ R.H.95%以上	JCI-DD2法
				50℃ 飽和NaCl溶液	
				80℃ 1mol/l NaOH溶液	

表-2 使用材料

種類	セメント	骨材	添加剤
モルタルバー	アクリリカ反応性試験用普通ポルトランドセメント(Na ₂ Oeq.=0.62%)	骨材A,B,C,Dを粉砕し、粒度調整したもの	1mol/l NaOH
コンクリートコア	普通セメント(Na ₂ Oeq.=0.556%)	細骨材：川砂(化学法で「無害」判定) 粗骨材：A,B,C,D	NaCl

(2) 使用材料

砕石3種類(骨材A、C、D)、山砂利1種類(骨材B)の合計4種類の粗骨材を使用した。骨材Dを除く3種類の骨材は、実構造物においてASRによる損傷が確認されている。使用材料を表-2に示す。

(3) コンクリートコア供試体の作製

24×15×50cmの角柱コンクリートを各配合につき1体作製し、屋外で28日間の散水養生後、コアボーリングにより、直径6.8cm、長さ15cmのコンクリートコアを採取した。その後、採取したコアにステンレス製バンドを10cmの間隔で2つ取り付け、バンド上に膨張量測定用のコンタクトゲージ用ポイントをハンダ付けし、膨張量の測定用供試体とした。供試体作製後、20±2℃ R.H.95%以上の湿気槽中に24時間保ち、精度1/1000mmのコンタクトゲージで基長を測定した。その後、供試体を各条件下に2体ずつ貯蔵した。

3. 試験結果および考察

岩石学的試験、化学法およびモルタルバー法の試験結果を表-3に示す。JISモルタルバー法では、すべての骨材が「無害」、ASTM促進モルタルバー法では、すべての骨材が「有害」と判定された。また、化学法では、骨材A、Bが「無害でない」と判定され、モルタルバー法と化学法の判定結果は、異なる結果となった。

図-1にコンクリートコアの膨張試験結果を示す。JCI-DD2法では、骨材Aを用いたW/C=45%の供試体の膨張

率が、貯蔵 26 週で 0.065% の値を示したが、それ以外の供試体の膨張率は 0.05% 以下であった。50℃ 飽和 NaCl 溶液の貯蔵条件下では、骨材 C を用いた

表－3 岩石学的試験、化学法およびモルタルバー法試験結果

骨材	岩種	偏光顕微鏡観察、 粉末X線回折により 同定された反応性 鉱物	JIS化学法 (mmol/l)			モルタルバー法				
			Sc	Rc	判定	JISモルタルバー法 (材齢26週)		ASTM促進モルタルバー法 (材齢2週)		修正デンマーク法 (材齢13週)
						膨張率 (%)	判定	膨張率 (%)	判定	
A	安山岩	ガラス、クリストバライト	197	127	無害でない	0.036	無害	0.410	有害	0.040
B	チャート	カルセドニ質石英、 微晶質石英	81	40	無害でない	0.006	無害	0.202	有害	0.179
C	シルト～泥岩	微晶質石英	44	47	無害	0.006	無害	0.325	有害	0.136
D	石灰質砂岩	未確認	27	48	無害	-0.001	無害	0.201	有害	0.015

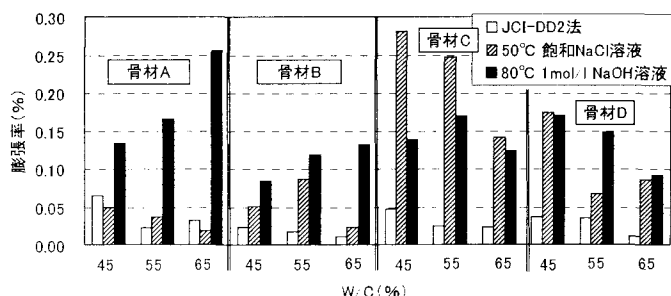
供試体の膨張率が大きく、貯蔵 26 週で W/C=45% 時に 0.281%、W/C=55% 時に 0.247%、W/C=65% 時に 0.142% であった。ただし、膨張が増加し始めたのは、貯蔵開始後 8～13 週であった。この傾向は、その他のコンクリートコア供試体やモルタルバー法（修正デンマーク法）においても確認された。このことから、50℃ 飽和 NaCl 溶液の貯蔵条件下において骨材の ASR 反応性を評価する場合、貯蔵 8 週経過時の膨張率で判定した場合、骨材の ASR 反応性を過小評価する可能性がある。

80℃ 1mol/l NaOH 溶液の貯蔵条件下では、骨材 A を用いた W/C=65% の供試体の膨張率が大きく、貯蔵 4 週で約 0.255% であった。また、骨材 A、B を用いた供試体は、W/C が大きいほど膨張率が大きい値を示したのに対し、骨材 C を用いた供試体は、W/C=55% で膨張率が最大となった。一方、骨材 D を用いた供試体は W/C が大きいほど膨張率が小さな値を示しており、骨材の違いにより、W/C と膨張率との関係に相違が確認された。

モルタルバーとコンクリートコアの膨張率を図－2 に示す。80℃ 1mol/l NaOH 溶液の貯蔵条件下では、すべての骨材のモルタルバーとコンクリートコアが膨張した。しかし、50℃ 飽和 NaCl 溶液の貯蔵条件下では、骨材 A は、モルタルバーおよびコンクリートコアともに膨張しなかった。一方、骨材 D は、モルタルバーでは膨張傾向を示さず、コンクリートコアでは膨張を示した。80℃ 1mol/l NaOH 溶液、50℃ 飽和 NaCl 溶液の貯蔵条件下では、モルタルバーとコンクリートコアの膨張傾向は、骨材によって異なる結果となった。

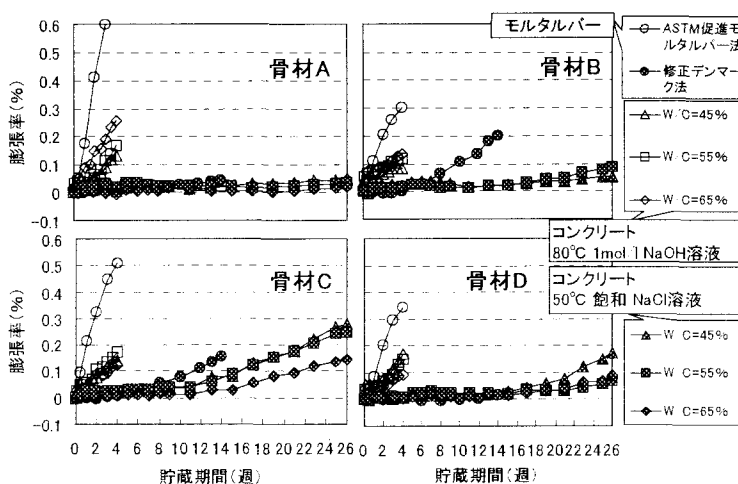
4. まとめ

- (1) 50℃ 飽和 NaCl 溶液の貯蔵条件下で、コンクリートの ASR 反応性を評価する場合、貯蔵 8 週までの膨張率での判定は、骨材の ASR 反応性を過小評価する可能性がある。
- (2) コンクリートコアの W/C と膨張率との関係は、骨材によって異なる。
- (3) 80℃ 1mol/l NaOH 溶液、50℃ 飽和 NaCl 溶液の貯蔵条件下におけるモルタルバーとコンクリートコアの膨張傾向は、骨材によって異なる。



注) JCI-DD2 法と 50℃ 飽和 NaCl 溶液の膨張率は貯蔵 26 週の値を、80℃ 1mol/l NaOH 溶液の膨張率は貯蔵 4 週の値を示す。

図－1 コンクリートコアの膨張試験結果



図－2 モルタルバーとコンクリートコアの膨張率