

異なる ASR 反応性骨材を混合使用したコンクリートの膨張特性に関する研究

九州大学大学院 ○学生会員 内村 中 学生会員 池田 隆徳
正会員 濱田 秀則 正会員 佐川 康貴

1. はじめに

近年、アルカリシリカ反応(以下 ASR とする)に関して様々な研究が進められているが、骨材の混合使用や配合が及ぼす影響など、いまだに解明されていない点もある。反応性骨材と非反応性骨材を混合使用した場合に、ある特定の混合率において ASR による膨張が最大となるペシマム現象が生じることが知られている。このように骨材を混合使用することで特殊な膨張挙動を示す場合もあり、骨材を混合する組み合わせを考慮した ASR 抑制対策も必要と考えられる。また、異なる反応性を有する骨材を混合使用した事例について検討した例は少ない。そこで本研究では、異なる反応性を有する骨材を混合使用した場合の ASR 膨張特性を把握することを目的とした。

2. 実験概要

2.1 使用骨材

本研究では、異なる ASR 反応性を有する骨材として砕石 A と砕石 B を使用した。また、砕石 A と原岩が同じである砕砂 A を反応性の細骨材として使用した。砕石 A と砕石 B について JIS A 1145 (化学法)を行った結果を図-1 に示す。砕石 A と砕石 B は共に高い Sc, Rc を示し、ASTM C 289 における判定基準では「潜在的有害」と判定された。また、モルタルバー法では砕石 A, 砕石 B ともに「無害でない」と判定された。非反応性骨材として細骨材は海砂、粗骨材は石灰石を使用した。

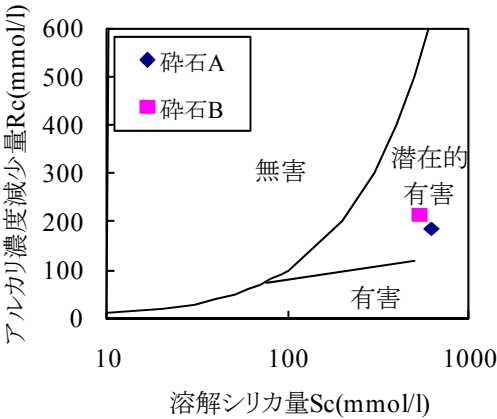


図-1 化学法の結果

2.2 コンクリート膨張試験

本試験で作製した供試体の一覧を表-1 に示す。反応性骨材を単独使用した要因では砕石 A と砕石 B および、砕石 A と同じ岩種である砕砂 A をそれぞれ反応性骨材として単独で使用し、各骨材の ASR 反応性を評価した。反応性骨材を混合使用した要因では粗骨材として 2 種類の反応性骨材を、混合率を変化させ使用した。また、砕砂 A を使用した要因では細骨材、粗骨材ともに反応性骨材を一定の割合で使用し、アルカリ総量を変化させた。

表-1 供試体一覧

骨材混合率(%)					アルカリ 総量 (kg/m ³)
細骨材		粗骨材			
海砂	砕砂A	砕石A	砕石B	石灰石	
100	-	100	-	-	6
100	-	-	100	-	
-	100	-	-	100	
100	-	25	75	-	6
		50	50		
		75	25		
-	100	70	30	-	4
					6
					8

なお、配合は水セメント比 W/C=55%、細骨材率 s/a=45%、単位水量 W=165kg/m³ とし、供試体はφ100×200mm の円柱とした。ASR による膨張を促進するため、NaCl を添加してコンクリートのアルカリ総量を調節し、促進養生条件は 40℃、100%R.H.とした。

コンクリートの膨張率は、JIS A 1129(コンタクトゲージ法)により測定し、膨張率は 3 体の供試体の平均膨張率とした。

キーワード アルカリシリカ反応 ペシマム現象 混合骨材

連絡先 〒819-0395 福岡市西区元岡 744 番地 TEL 092-802-3387 FAX 092-802-3387

3. 試験結果

3.1 反応性骨材を単独使用したコンクリートの膨張試験

各反応性骨材を単独使用したコンクリートの膨張試験結果を図-2に示す。図より、全ての要因で膨張が見られ、砕石 B を使用した供試体が最大の膨張率を示した。砕石 A、砕石 B とともに ASR 反応性を有していると考えられ、また、砕砂 A を細骨材として使用した場合でも膨張を生じることが分かった。

3.2 反応性骨材を混合使用したコンクリートの膨張試験

粗骨材として砕石 A と砕石 B を混合使用したコンクリートの膨張率の経時変化を図-3に示す。図中の凡例は、(砕石 A の混合割合)-(砕石 B の混合割合)の形で表記している。図より、砕石 A と砕石 B を 50% ずつ混合した要因が最も膨張している。

図-4に砕石 A の混合率と材齢 209 日における膨張率の関係を示す。図より、反応性の異なる 2 種類の骨材を混合した場合、骨材の混合率により異なる膨張挙動を示すことがわかる。全ての要因で、粗骨材として反応性骨材を 100% 使用しているが、骨材の混合率が ASR の膨張率に影響を及ぼしていることが明らかとなった。よって、異なる反応性骨材を混合使用する際には混合率を考慮する必要があると考えられる。

3.3 粗骨材と細骨材に反応性骨材使用したコンクリートの膨張試験

図-5に細骨材として反応性骨材である砕砂 A を使用したコンクリートの膨張率の経時変化を示す。図により、細骨材として反応性骨材である砕砂 A を使用した場合、ASR による膨張は海砂を使用した場合よりも小さくなった。この理由として、細骨材にも ASR 反応性骨材を使用したため、反応性骨材の表面積が大きくなったことが考えられる。表面積が大きくなると骨材によるアルカリの固定量が増加するため、空隙水中のアルカリ量が減少し、単位骨材あたりのアルカリ量が不足するものと考えられる。また、アルカリ総量を 8kg/m^3 と最も大きく設定した供試体については促進期間 300 日以降で膨張挙動を示しているが、海砂を使用した場合に比べ膨張率は小さい値となっている。

これらより、細骨材として砕砂 A を使用した要因については反応性骨材の量は多いが、膨張率は小さいという結果になった。よって、反応性骨材使用する場合でも骨材の量や組合せ、配合条件によって膨張挙動が異なることから、配合を考慮した ASR の抑制対策が必要と考えられる。

4. 結論

今回の試験では、粗骨材、細骨材ともに反応性骨材を使用することでアルカリの固定量が増加し、空隙水中のアルカリ量が減少し、ASR による膨張は生じない結果となった。よって、実際の配合による ASR 反応性の評価が必要と考えられる。

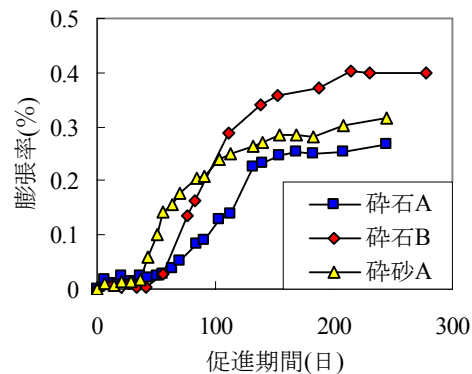


図-2 膨張率の経時変化

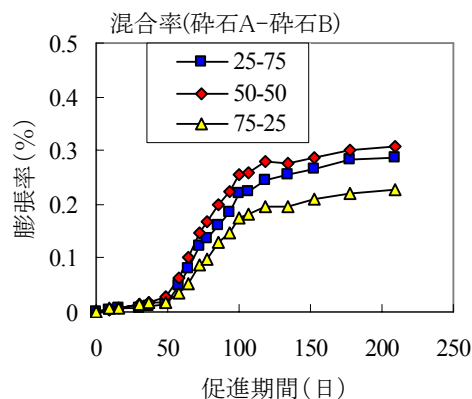


図-3 膨張率の経時変化(海砂使用)

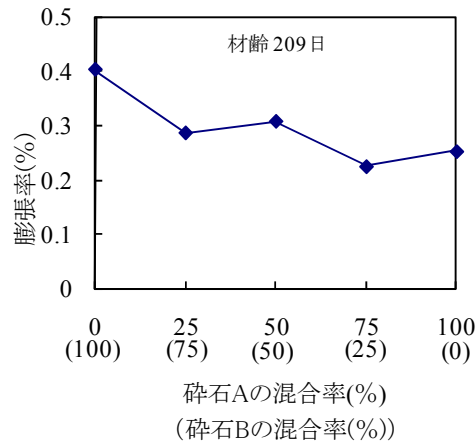


図-4 砕石 A(B) の混合率と膨張率の関係

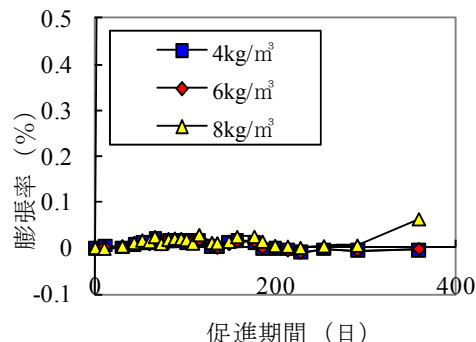


図-5 膨張率の経時変化(砕砂 A 使用)