

再生骨材コンクリートの ASR 膨張に及ぼす原骨材の影響

金沢大学 学生員 ○佐藤 良恵 金沢大学 正会員 鳥居 和之
太平洋マテリアル(株) 正会員 杉山 彰徳 石川県土木部 正会員 清水 和博

1. 目的

再生骨材コンクリートでは、原骨材のアルカリシリカ反応性と残存膨張性を把握することが重要となる。本研究では、建設後約 30 年が経過した ASR 劣化構造物より製造した再生骨材（原骨材は安山岩砕石と川砂利）のアルカリシリカ反応性を比較するために、再生骨材および原骨材の岩石・鉱物学的試験と ASR 試験を実施した。また、再生骨材コンクリートの ASA 膨張性を促進養生試験により検討した。

2. 実験概要

2.1 使用材料

使用骨材の物理・化学的性質を表-1に示す。再生骨材は鹿島橋および有沢橋の解体時に発生したコンクリート塊より製造した（以下：再生骨材 A および B と称する）。この際、再生骨材 A および B に使用された原骨材は採取場所が特定されており、同一の採取地より採取した骨材を原骨材 A（輪島市門前産の安山岩砕石、反応性が高く長期にわたり ASR 膨張が発生するのが特徴¹⁾）および原骨材 B（富山県常願寺川産の川砂利、反応性の高い安山岩粒子をベシマム値に近い割合で含有しているのが特徴²⁾）と称した。再生骨材 A および B は JIS A5021「コンクリート用再生骨材 H」の規格に適合するものである。また、コンクリートバー法では、細骨材として非反応性の富山県早月川産の川砂を使用した。

2.2 試験項目

再生骨材の岩石・鉱物学的特徴および ASR 進行度を調べるために、蛍光 X 線分析、X 線回折分析、偏光顕微鏡観察および EPMA 分析を実施した。また、骨材のアルカリシリカ反応性を化学法（JIS A1145-2001）と 3 種類のモルタルバー法（JIS A1146-2001（温度 40℃，相対湿度 100%）、ASTM C1260（温度 80℃，1N NaOH 溶液に浸せき）、デンマーク法（温度 50℃，飽和 NaCl 溶液に浸せき））により調べた。さらに、再生骨材コンクリートの ASR 膨張を調べるために、促進養生試験（湿気槽養生法（NaOH を Na₂O eq. がセメント(質量)×2.0%となるように添加，温度 40℃，相対湿度 100%）および飽和 NaCl 溶液浸せき法（温度 50℃））を実施した。

3. 試験結果および考察

3.1 再生骨材および原骨材の岩石・鉱物学的特徴

再生骨材 A および B の偏光顕微鏡観察の結果を写真-1および2に示す。再生骨材 A（安山岩砕石）は、多くの火山ガラスと少量のクリストバライトを反応性鉱物として含有していた。一方、再生骨材 B（川砂利）は、クリストバライトが主要な反応性鉱物であり、安山岩粒子中に多数のひび割れが発生していた。また、再生骨材 A および B とともに骨材内部のひび割れは ASR ゲルにより充填されていた。EPMA 分析の結果より、再生骨材 A は粒子界面から 1~2mm の領域で Si が減少しており、この領域が反応環（リム）に相当していた。すなわち、約 30 年が経過したコンクリートでも、緻密な安山岩砕石の反応領域は骨材界面から 1~2mm に限られているこ

表-1 再生骨材およびその原骨材の物理的性質および化学法の結果

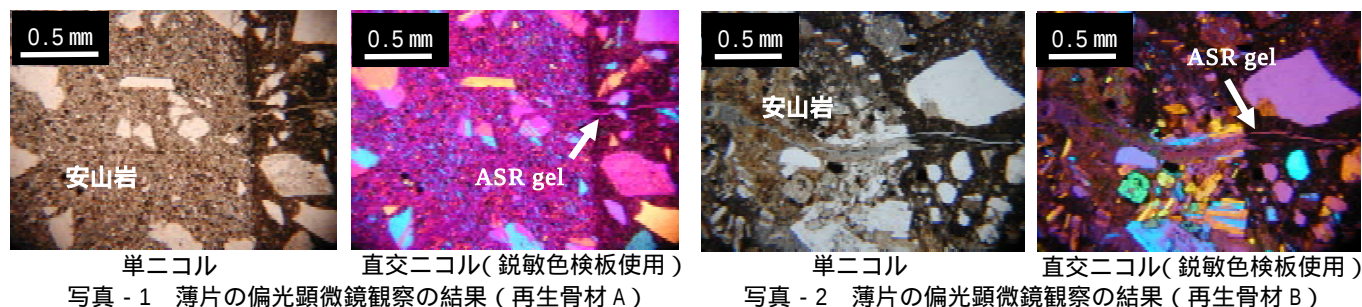
骨材の種類	絶対密度 (g/cm ³)	吸水率 (%)	化学法 (JIS A1145) *			反応性鉱物**
			Sc (mmol/l)	Rc (mmol/l)	判定結果	
再生骨材 A	2.51	2.7	152	155	無害	gl, Cr
原骨材 A	2.64	1.3	170	135	無害でない	gl, Cr
再生骨材 B	2.61	1.9	275	125	無害でない	gl, Cr
原骨材 B	2.63	1.6	353	68	無害でない	gl, Cr

* 塩酸処理無し

** gl: 火山ガラス, Cr: クリストバライト

キーワード 再生骨材, 岩石学的特徴, アルカリシリカ反応, コンクリートバー法

連絡先 〒920-1192 石川県金沢市角間町 金沢大学土木材料研究室 TEL 076-264-6373



とがわかった。それに対して、再生骨材 B に含まれる安山岩粒子は、骨材内部まで Si が減少しており、ASR が骨材全体に進行していた。再生骨材 A および B はそれぞれガラス質安山岩と結晶性安山岩が主要な反応性の岩種であり、反応領域の特徴は両者の反応性鉱物の相違によるものと推察された。

3.2 再生骨材および原骨材のアルカリシリカ反応性

モルタルバー法 (JIS A1146) における膨張挙動を図 - 1 に示す。3 種類のモルタルバー法において、再生骨材 A および原骨材 A の膨張挙動はほぼ同様であるのに対し、再生骨材 B と原骨材 B では両者の膨張率に大きな相違がみられた。モルタルバー法の試験では、骨材を破碎し、細骨材の粒度に調整したものを使用することが規定されている。そのため、再生骨材 A では、破碎時に新たな未反応部分が現れるので、原骨材 A との間で膨張率に大きな相違が認められなかったものと考えられる。一方、再生骨材 B では安山岩粒子中のクリストバライトがすでにかなり反応していたために、原骨材 B と比較して残存膨張性が低下したものと推察される。

3.3 再生骨材および原骨材を用いたコンクリートの膨張挙動

コンクリートバー法 (湿気槽養生法) における膨張挙動を図 - 2 に示す。再生骨材 A では原骨材 A と比較して膨張の開始は遅れるが、その後の膨張挙動はほぼ同様であった。一方、再生骨材 B では原骨材 B と比較して膨張率が大きく低下した。両者の残存膨張性の相違は、再生骨材 A は未反応の安山岩粒子が多く存在しているのに対して、再生骨材 B は安山岩粒子がすでにかなり反応していることによるものであると推察された。

4. まとめ

本研究で得られた主要な結果をまとめると、以下のようなものである。

- (1) ASR 劣化構造物より製造した再生骨材の ASR 膨張性は原骨材の種類、すなわち含有する反応性鉱物の種類とその含有量により大きく相違した。
- (2) 建設後約 30 年が経過した構造物から製造した再生骨材でも原骨材が安山岩碎石の場合にはコンクリートの ASR 膨張性に十分な注意を払う必要があった。

参考文献

- 1) 鳥居和之, 野村昌弘, 本田貴子: 北陸地方の反応性骨材の岩石学的特徴と骨材のアルカリシリカ反応性試験の適合性, 土木学会論文集, Vol. 64/No. 767, pp. 185-197, 2004。
- 2) 富山県生コンクリート工業組合・耐久性向上委員会: 富山県における反応性骨材 (輝石安山岩) のペシマムについて, 生コン技術大会論文集, pp. 13-18, 1995。

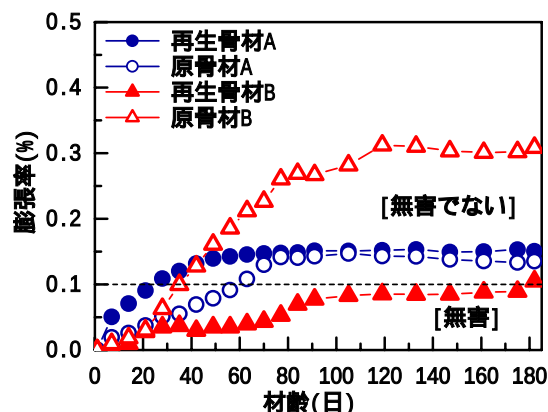


図 - 1 モルタルバー法の結果 (JIS A1146)

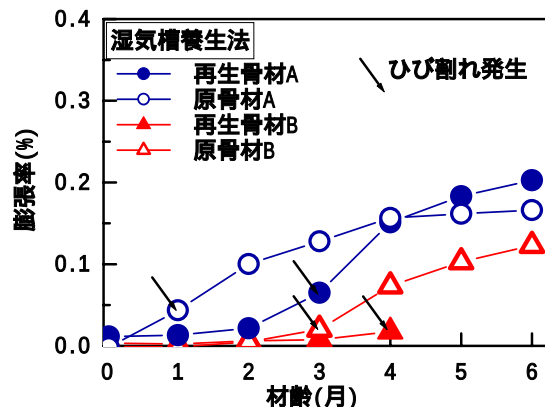


図 - 2 再生骨材および原骨材を使用したコンクリートの膨張挙動