

反応性骨材種類が ASR 劣化コンクリートの圧縮強度および変形特性に与える影響

○金沢大学大学院 学生員 中田 正文 金沢大学大学院 正会員 久保 善司
住友大阪セメント (株) 正会員 宮野 暢紘

1. はじめに

ASR 劣化コンクリート構造物の診断および補強設計などの維持管理においては、強度特性などの諸値が必要となる。反応性骨材の種類がこれらに与える影響については十分に明らかにされていない。本研究では、わが国の代表的な反応性骨材を用いてその影響について検討した。

2. 実験概要

セメントには普通ポルトランドセメント（密度：3.16g/cm³）を用いた。非反応性骨材として手取川産を細骨材、粗骨材に用い、反応性骨材として3種類の安山岩砕石（略称：安山岩 I, II, III）、チャート砕石（略称：チャート）、および川砂利（略称：川砂利）の計5種類を粗骨材に用いた。水セメント比は標準的なコンクリートを想定し 55%とした。粗骨材に占める反応性骨材の割合はペシマム量を考慮した配合とした。等価アルカリ量 8kg/m³に設定し、添加アルカリには NaCl を使用した。示方配合を表-1 に示す。

供試体寸法はφ100×200mm とし、打設 1 日後に脱型、ASR 劣化を促進させるものは 50℃飽和 NaCl 溶液の促進環境下に暴露した。なお、同一配合の水中養生 28 日間を行う供試体を比較用（膨張量 0）として用意した。所定の膨張量に達した時点で圧縮強度試験を行った。

3. 結果および考察

(1)圧縮強度 各種骨材の膨張量が、同一配合の 28 日強度で除した圧縮強度比に与える影響を図-1 に示す。同図上に海外で提案されている強度比の下限値¹⁾を併記した。骨材種類にかかわらず、膨張量が大きいものほど圧縮強度比が小さくなった。我が国の骨材を用いた既往の研究²⁾における傾向と一致した。他方、過大膨張域の 0.8%以上の範囲においても同様の傾向が得られた。したがって、ASR 劣化コンクリートの圧縮強度は骨材種類にかかわらず膨張に伴い低下するものと考えられる。膨張に対する低下割合に着目すると、チャートについては膨張初期での低下割合が他のものより若干大きい。既往の研究では膨張に対する低下割合が大きいとの報告もされている。

一方、膨張初期以降の低下割合は他と同程度であった。この理由として膨張初期における強度低下が小さい、もしくは膨張開始までのマトリックス強度増加などの原因が推察される。

(2)静弾性係数 各種骨材の膨張量が、同一配合の 28 日静弾性係数で除した静弾性係数比に与える影響を図-2 に示す。3. (1)と同様に、下限値¹⁾を併記した。骨材種類にかかわらず、膨張初期において静弾性係数比が大きく低

表-1 示方配合

W/C (%)	骨材	単位量(kg/m ³)							
		W	C	S	G1	G2	NaCl	AE減水剤	AE剤
55	安山岩I	163	300	787	1016	0	12.5	0.86	0.71
55	安山岩II	163	300	787	591	394	12.5	0.86	0.71
55	安山岩III	163	300	787	489	489	12.5	0.86	0.71
55	チャート	163	300	787	822	206	12.5	0.86	0.71
55	川砂利	163	300	787	1016	0	12.5	0.86	0.71

G1:反応性骨材, G2:非反応性骨材

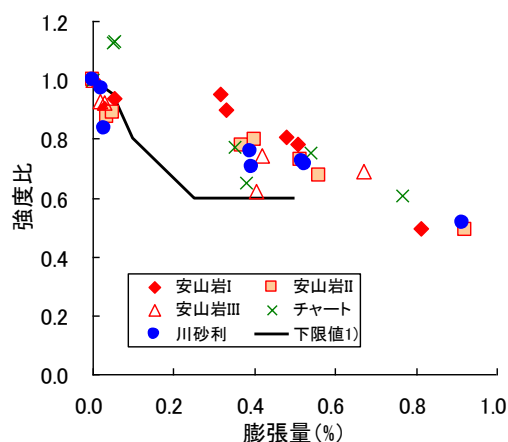


図-1 圧縮強度比に与える影響

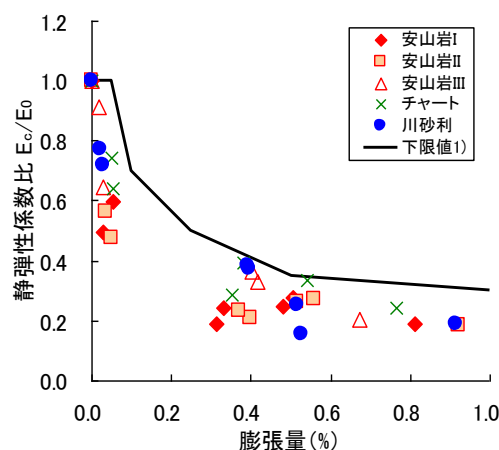


図-2 静弾性係数比に与える影響

キーワード アルカリ骨材反応, 骨材種類, 膨張量, 強度特性, 変形特性

連絡先 (〒920-1192 石川県金沢市角間町 金沢大学大学院社会基盤工学専攻 TEL076-264-6373)

下し、既往の研究²⁾と同様の傾向が得られた。ASR 劣化の進行が早い安山岩 I, II および川砂利が、膨張初期の静弾性係数比の低下が若干大きい傾向にあったが、それらの影響もそれほど顕著ではなかった。ASR の発生によって生じるマイクロクラックは、膨張量が小さい段階でもその発生によって大きく静弾性係数を低下させ、その後は、膨張に伴い静弾性係数を低下させるものと考えられる。また、いずれのものも下限値を下回り、この傾向は膨張初期において顕著であった。この理由として、我が国の反応性骨材の膨張速度が早いこと、セメントマトリックスの強度発現速度の違いなどが挙げられるが、詳細な原因の解明には更なる検討が必要である。

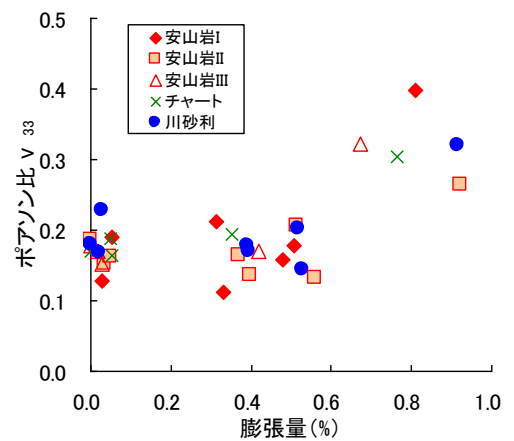
(3) ポアソン比 各種骨材の膨張量がポアソン比に与える影響を図-3 に示す。弾性領域と考えられる最大応力の 33% 時点と、破壊時付近である最大応力の 90% 時点のポアソン比を求めた。最大応力時の 33% 時点では、ばらつきは大きいものの、0.5% 付近までは概ね同程度、それ以降は膨張量に伴いポアソン比が大きくなる傾向を示した。最大応力時の 90% 時点では、既往の研究²⁾と同様に、膨張に伴いポアソン比が顕著に大きくなった。膨張量 0.5% 以降では、最大応力の 33% 時点においても供試体の変形特性に影響を与えるものと考えられる。ASR 劣化による内部に生じたひび割れがコンクリートの内部組織を弛緩させ、その影響は最大応力付近で顕著となるとともに、膨張が大きいものほど組織の弛緩も大きいものと考えられる。したがって、膨張量が大きいものほどコンクリートの変形抵抗性は小さくなると考えられる。なお、ばらつきが大きいため、骨材種類の影響は明確とはならなかった。

(4) 限界応力 コンクリートの変形抵抗性に対する影響を検討するため、限界応力を求めた。各種骨材の膨張量が限界応力/圧縮強度比に与える影響を図-4 に示す。なお、既往の研究の算定式³⁾から、今回の配合では限界応力/圧縮強度比は 0.87 と推定された。膨張を生じたものでは上記の推定値を下回った。また、骨材種類にかかわらず、膨張量が大きいものほど限界応力/圧縮強度比は小さくなった。すなわち、ASR 膨張に伴う圧縮強度の低下よりも限界応力の低下の方が大きくなった。ASR 膨張が大きいものほど、内部に多くのひび割れが存在するため、荷重レベルの小さい段階においてもひび割れの連結性が高くなりやすくなり、限界応力が小さくなったものと考えられる。

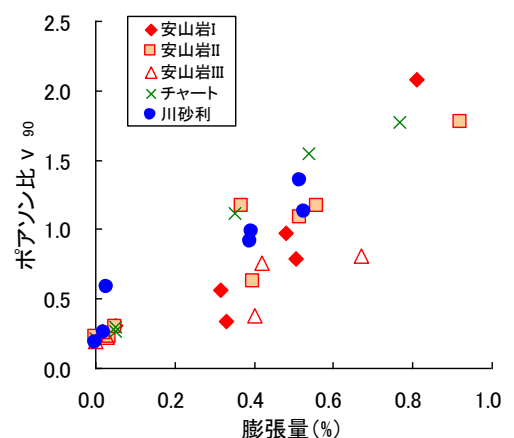
4. まとめ

骨材種類が強度特性および変形特性に与える影響は顕著ではなかった。他方、ASR 劣化(膨張)が力学的特性に与える影響は、強度特性よりも静弾性係数、ポアソン比、限界応力などの変形特性の方が顕著であることが明らかとなった。

参考文献 1) The Institution of Structural Engineering : Structural effect of alkali silica reaction, pp.12-14, 1992.7 2) 東原直, 久保善司, 上田隆雄, 野村倫一: 過大な ASR 劣化膨張にともなうコンクリートの力学的性能の変化, 土木学会年次学術講演会講演概要集, pp.127-128, 2006.9 3) 小阪義夫, 谷川恭雄: コンクリートの破壊挙動に及ぼす粗骨材の影響, 日本建築学会論文報告集, 第 233 号, pp.21-32, 1975.7



(a) 応力 33%時



(b) 応力 90%時

図-3 ポアソン比に与える影響

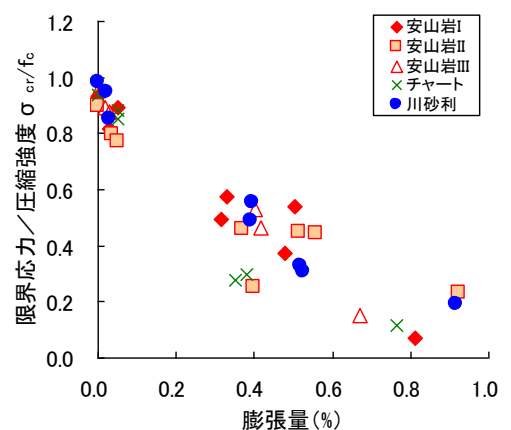


図-4 限界応力に与える影響