異なる骨材を用いたASR劣化コンクリートの圧縮強度特性に関する基礎的検討

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

1. はじめに

わが国における代表的な反応性骨材として安山岩およびチャートが挙げられる。これらの骨材種類が圧縮強度特性に与える影響についての検討事例は少ない。また，安山岩およびチャートについてはASR劣化に伴う微細組織の変化が異なり，圧縮強度特性の変化が異なるとの報告もある[1)]。そこで，反応性骨材の種類がASR劣化コンクリートの圧縮強度特性に与える影響について変形特性を含めて検討を行った。

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助剤
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

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/cm^3）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，反応性骨材として北海道産の安山岩砕石（略称：安山岩Ⅰ），九州産砕石（略称：安山岩Ⅱ），北陸産安山岩砕石（略称：安山岩Ⅲ），養老産チャート砕石（略称：チャート），および北陸産の川砂利（略称：川砂利）の5種類を粗骨材に用いた。添加アルカリにはNaClを使用し，等価アルカリ量8kg/m^{3}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，安山岩Ⅰは100%，安山岩Ⅱは60%，安山岩Ⅲは50%，チャートは80%，川砂利については100%とした。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。示方配合を**表-1**に示す。供試体の寸法は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。供試体側面にステンレスバンド（ステンレス球付き）を基長100mmとして取り付けコンタクトゲージ（感度0.001mm）を用いて膨張量を測定した。所定の膨張量に達した時点で圧縮強度試験を行った。

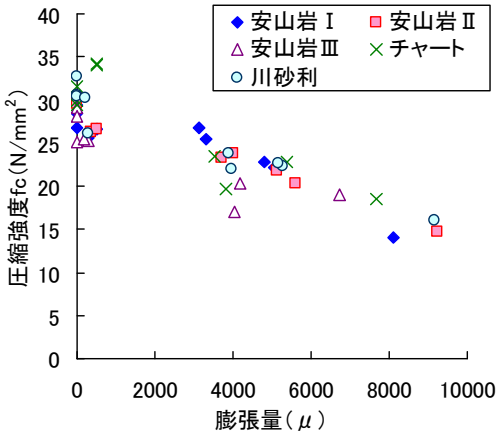


図-1　圧縮強度に与える影響

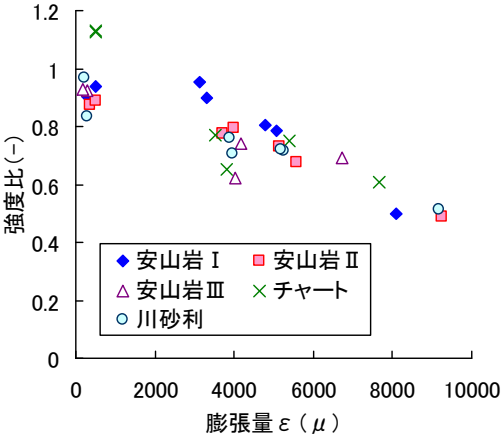


図-2　強度比に与える影響

3. 結果および考察

(1) 圧縮強度　各種骨材の膨張量が圧縮強度に与える影響を**図-1**に示す。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が小さくなった。既往の研究[2)]においては，膨張に伴い緩やかに低下するとされており，骨材種類にかかわらず8000μ以上の範囲においても同様の傾向が得られた。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。なお，膨張に対する低下割合も，チャートを除き概ね同程度であった。チャートについては，既往の研究[1)]においても膨張に対する低下割合が大きいと報告されている。しかし，膨張初期以降の低下割合は同程度であり，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による影響などで生じた可能もある。

骨材種類によって本来の圧縮強度が若干異なるため，同一配合の28日強度で各時点での強度を除したもの

を強度比として求めた。膨張量が強度特性に与える影響を**図-2** に示す。強度比においても，骨材種類にかかわらず上記と同様の傾向が認められた。チャートにおける膨張に対する低下割合の傾向も同様であった。

したがって，チャートの膨張初期に与える影響については更なる検討が必要であるが，骨材種類が与える影響はそれほど顕著でないものと考えられる。なお，膨張進行速度が圧縮強度に影響を与えるとする報告もある。安山岩Ⅰ，Ⅱおよび川砂利が ASR 劣化の進行が早く（早期かつ速度大），安山岩Ⅲおよびチャートの ASR 劣化の進行はそれらよりも遅かったが，両者の相違は顕著ではなかった。

(2) 静弾性係数　各種骨材の膨張量が静弾性係数に与える影響を**図-3** に示す。骨材種類にかかわらず，膨張初期において静弾性係数が大きく低下した。わが国の骨材を用いた既往の研究 [2]とも一致した結果が得られた。ASR 劣化の進行が早い安山岩Ⅰ，Ⅱおよび川砂利の方が，早期の弾性係数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，膨張に伴い弾性係数を低下させるものと考えられる。

(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-4** に示す。弾性領域と考えられる最大応力の 33%時点，破壊時付近の応力時点として最大応力の 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，5000 μ 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。膨張量 5000 μ 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。なお，既往の研究 [2]では膨張量の増加に対して概ね一定と報告されている。

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。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ものと考えられる。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。

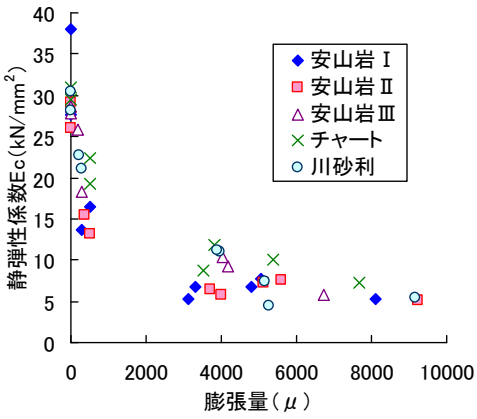
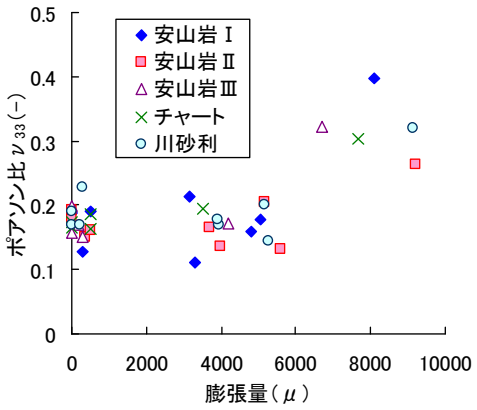
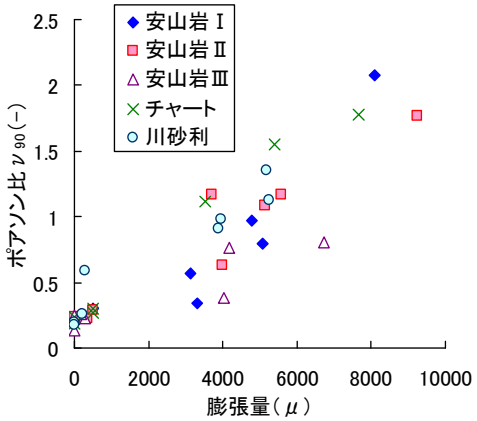


図-3　静弾性係数に与える影響



(a) 応力 33%時



(b) 応力 90%時

図-4　ポアソン比に与える影響

4. まとめ

骨材種類にかかわらず，膨張量が圧縮強度，弾性係数，ポアソン比に与える影響はいずれも既往の研究 [2]と概ね一致していた。骨材種類が膨張に伴う ASR 劣化コンクリートの圧縮強度特性に与える影響はそれほど顕著でないものと考えられる。ただし，チャート骨材および ASR 進行が与える影響についてはさらなる検討が必要である。

参考文献　1）小林一輔，白木亮司，森弥広：ASR を生じたコンクリートの圧縮強度性状に関する 2，3 の考察，土木学会論文集，第 426 号，1991.2　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，2006.9