

V-359

アルカリ溶液に浸漬した反応性堆積岩骨材の空隙構造変化

秩父小野田(株)中央研究所

正会員

白坂 徳彦

東京大学生産技術研究所

フェロー会員

魚本 健人

1. はじめに

アルカリシリカ反応性骨材としては、火成岩の1種である古銅輝石安山岩がよく知られている。この岩石を用いたモルタルバー試験結果は、収束型膨張を示す。これに対し、モルタルバー試験結果において膨張が持続あるいは増加傾向を示すいわゆる遅延型膨張骨材が存在し、主に堆積岩（砂岩、頁岩）であることが知られている。古澤等[1]は、石英ガラス、古銅輝石安山岩、遅延型膨張を示す堆積岩を対象に、促進溶出試験を行い、反応厚さがフィックの拡散則に従うことを明らかにすると同時に膨張量が予測可能であることを報告している。この溶出試験での骨材の粒径は150~300 μ m、浸漬時間は0~48時間(2日)である。筆者等[2]は遅延型膨張骨材を約10mm角にカットし、7~30日間の促進浸漬試験を行い、浸漬日数が長くなるのに伴い骨材断面において外周部から中心部に向かい白色化が進むこと、骨材中のSi元素濃度の減少が外周部で始まり、浸漬日数30日となると中心部でも減少すること等を報告した。アルカリの作用を受けアルカリシリカゲルが溶出した後の遅延型膨張骨材は時計ドライバーでひっかき傷ができるほど劣化しており、その劣化の程度を空隙構造の観点から定量的に把握することを目的として以下の実験を行った。

2. 実験概要

用いた試料は、既報[3]により遅延型の膨張を示すとされる骨材の中から任意に選択した4種である。これら4種の試料の岩石名とJIS A 5308で規定されている化学法試験結果を表-1に示す。Sc, Rc共に古銅輝石安山岩の値に比べSc, Rc共に1桁以上小さいのが特徴である。岩石の構成鉱物は4種とも同じで、石英、斜長石、緑泥石、粘土鉱物である。

実験条件は基本的にJIS A 5308に準拠し、浸漬温度80°C、1N NaOH溶液25mlとした。水銀圧入式ポロシメーターでは、粒径が数100 μ mと小さい試料は測定出来ないため、各骨材を約10mm角に切断することとした。試料個数を2個(重量約5g)とし、7、14、30日浸漬した後、測定を行った。また、溶液中の溶出シリカ量(Sc)とアルカリ消費量(Rc)をJIS A 5308に規定されている方法で測定した。

3. 実験結果

所定浸漬日数後の各骨材の溶出試験結果を表-2に示す。アルカリ消費量は骨材種、浸漬日数にかかわらず殆ど一定であったので溶出シリカ量のみを示した。

4種の骨材全てにおいて、浸漬日数が長くなると累積細孔容量が増加し、細孔容量が急増するしきい細孔直径が大きくなる傾向が認められた。代表例として、試料Aの浸漬日数に伴う累積細孔容量の変化を図-1

キーワード アルカリシリカ反応 遅延型膨張 溶出試験 空隙構造

〒285 佐倉市大作 2-4-2 TEL 043-498-3907 FAX 043-498-3849

〒106 港区六本木 7-22-1 TEL 03-3402-6231 FAX 03-3470-0759

表-1 骨材の岩石名と化学法による分析値

試料名	岩石名	Sc (mmol/l)	Rc (mmol/l)	判定
A	砂岩	95	68	無害でない
B	砂岩	42	24	無害でない
C	砂岩	86	52	無害でない
D	砂岩	52	40	無害でない

表-2 溶出試験結果

試料名	Sc (mmol/l)		
	7日	14日	30日
A	55	204	467
B	24	212	588
C	47	256	451
D	39	99	345

に示す。全細孔容量が浸漬前で、 $0.4\text{m}^3/\text{m}^3$ と極少量であるのが、浸漬日数が7、14日と長くなる、 2.3 、 $6.3\text{m}^3/\text{m}^3$ と急激に増加し、30日で $10.7\text{m}^3/\text{m}^3$ となった。この細孔容量は、 $S/C=3$ 、 $W/C=0.5$ 、材齢28日のモルタルとほぼ同程度である。また、しきい細孔径は、0日では判別できないものの、浸漬日数が7、14、30日と長くなるに従い、図-1より明らかなように 0.3 、 0.5 、 $2.4\mu\text{m}$ と大きくなった。全細孔容量の増加は、図-1から分かるようにサブミクロンから数ミクロンの範囲の細孔容量の増加によるもので、全細孔容量のほぼ9割をしめた。代表例として、試料Aの浸漬日数30日の細孔径分布を図-2に示す。この場合は $0.05\sim 5\mu\text{m}$ の細孔径の細孔容量が支配的であることが分かる。

図-3に、各骨材のサブミクロンから数ミクロンの細孔容量と溶出シリカ量の関係を示す。サブミクロンから数ミクロンの細孔容量と溶出シリカ量との間には、骨材種・浸漬日数にかかわらず高い相関関係があることが分かる。上述したような累積細孔容量の変化と特定の径の細孔容量と溶出シリカ量との間に高い相関関係があることから、アルカリの作用によりサブミクロンから数ミクロンの細孔容量が増加し、この範囲の細孔径を通過してアルカリシリカゲルが移動しているものと考えられる。

4. まとめ

本研究の結果をまとめると以下のとおりである。

- (1) 遅延膨張型骨材を約10mm角に切断し、 80°C 1N NaOH 溶液中に7~30日浸漬した場合、累積細孔容量が増加すると共に、しきい細孔径が大きくなる。
- (2) 累積細孔容量の増加はサブミクロンから数ミクロンという特定の細孔の細孔容量によるものである。
- (3) アルカリの作用によりサブミクロンから数ミクロンの細孔容量が増加し、この範囲の細孔径を通過してアルカリシリカゲルが移動しているものと考えられる。

参考文献

- (1) 古澤靖彦、魚本健人：アルカリ・シリカ反応の進行を定量的に予測する新しい判定システム、コンクリート工学論文集，Vol 3, No.2, 1992
- (2) 白坂徳彦、魚本健人：アルカリに浸漬したアルカリ反応性堆積岩骨材の組成変化，生産研究，投稿中
- (3) 田村 博、高橋利一、大橋正治：コンクリートのアルカリ骨材反応性判定試験，コンクリート供試体によるアルカリ骨材反応判定試験方法に関するシンポジウム，社団法人日本コンクリート工学協会，1991

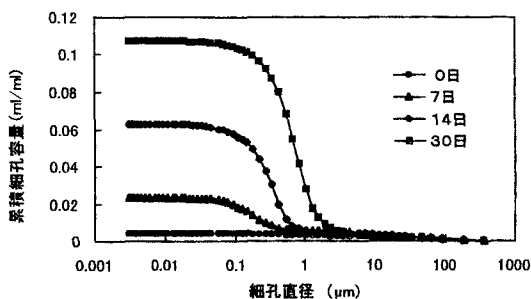


図-1 試料Aの累積細孔容量の変化

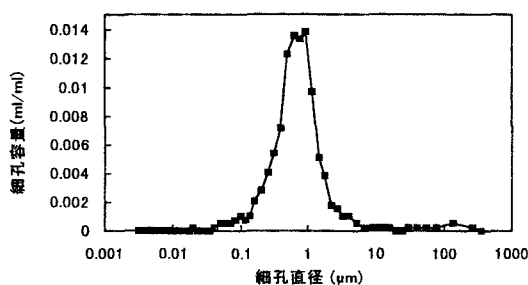


図-2 試料Aの細孔径分布（30日）

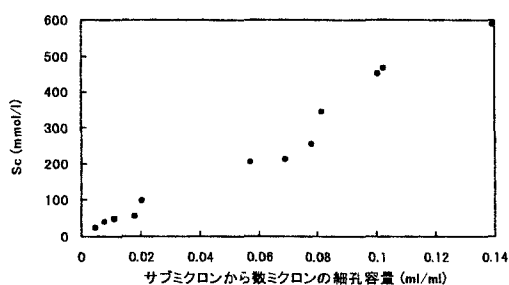


図-3 サブミクロンから数ミクロンの細孔容量と溶出シリカ量(S_c)の関係