

福岡大学 ○正員 添田 政司

正員 大和 竹史

正員 江本 幸雄

1. まえがき

アルカリ・シリカ反応は、反応性シリカと水酸化アルカリを主成分とする細孔溶液との間の化学反応であり、この化学反応によってアルカリ・シリカゲルが形成されこのゲルが細孔溶液を吸収することによってコンクリートの膨張が起きるとされている。このようにゲルが形成され膨張がおきれば、当然骨材自体のポロシチーやコンクリートの細孔構造に変化が生じるのではないと思われる。そこで本研究では九州内で産出された数種の骨材を用いて、骨材の反応前後における細孔構造の変化や更にシリカフュームがアルカリ骨材反応の膨張抑制効果に及ぼす影響等を膨張量と細孔構造の観点から検討したものである。

2. 実験概要

(1) 使用材料 セメントは普通ポルトランドセメントで、その Na_2O 等価百分率は0.57%である。モルタルおよびコンクリートに使用した反応性骨材としては輝石安山岩Aを、非反応性骨材には角閃岩碎石を用い砂は海砂を用いた。これらの骨材の性質および化学法による溶解シリカ量 Sc 、ア

表-1 使用骨材の物理的性質および化学的性質

試料名	比重	吸水率 (%)	Rc ミル	Sc ミル	判 定	総細孔容積 (cm ³ /g)	
						反 応 前	反 応 後
輝石安山岩A	2.63	1.89	89	757	有 害	0.0176	0.0288
" B	2.52	3.00	228	696	潜在的有害	0.0259	0.0405
" C	2.62	2.10	109	695	有 害	0.0200	0.0336
" D	2.51	3.70	143	401	潜在的有害	0.0322	0.0408
" E	2.66	1.80	104	527	有 害	0.0151	0.0354
" F	2.30	4.70	88	389	有 害	0.0311	0.0437
玄武岩	—	—	80	610	有 害	0.0107	0.0272
角閃岩	2.87	0.62	27	17	無 害	0.0139	0.0135
頁岩	—	—	47	53	無 害	0.0144	0.0141
海砂	2.57	1.32	57	8	無 害	—	—

注) 輝石安山岩 (B~F) の比重、吸水率、Rc、Scは文献1) に依る値である。

ルカリ濃度減少量Rcの値を表-1に示す。シリカフュームは国内産で比重2.24、比表面積 26550cm²/gである。

(2) 実験方法 骨材自体の細孔径分布の測定は、ASTM C289 の化学法において反応容器内で反応させた試料を用いて水銀圧入法により細孔径分布の測定を行った。シリカフュームを混入したコンクリートの膨張を測定する供試体は $\phi 10 \times 20$ cmの円柱である。配合は水セメント比54%、単位セメント量320Kg/m³である。シリカフュームはセメント重量の内割で 5, 10, および20%とし、目標スランプが 8 ± 1 cmになるように高性能減水剤を用いて混練した。モルタルは $2.5 \times 2.5 \times 2.85$ cmの供試体でASTM C227 に従いセメント：骨材=1:2.25、水セメント比はフロー値が 205~215mm になるように調整した。供試体は打設後24 hで脱型し、所定の材令で測定を行った。モルタルバーおよびコンクリート供試体を粉碎したモルタル部分(5~2.5mm)の細孔径分布を水銀圧入法(最大圧2000Kg/cm²)により測定した。

3. 実験結果および考察

表-1に全骨材の化学法による反応前後の総細孔容積(T.P.V.)を、図-1にその細孔径分布の例を示す。表-1および図-1より、化学法で有害あるいは潜在的有害と判定された骨材はT.P.V.が増大し、その増加率は全平均で約54%であった。又、細孔半径1400~2400Å付近の細孔径の増加が認められている。しかしながら無害と判定された骨材

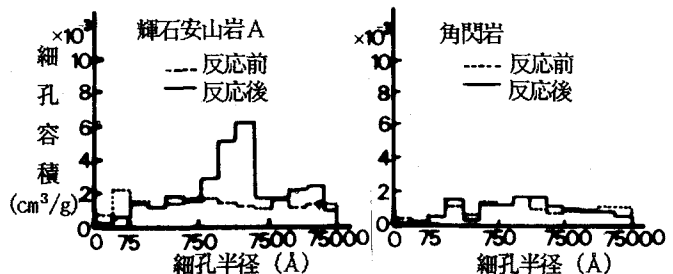


図-1 骨材の細孔径分布

のT.P.V.は反応前後においてもほとんど差がみられなかった。図-2は化学法における溶解シリカ量ScとT.P.V.の増加率との関係である。図より溶解シリカ量Scが増加するに従い、T.P.V.の増加率も増加し総細孔容積増加率が40%以上になると化学法で有害域に位置した。これは、骨材中の反応性シリカが反応して、アルカリ・シリカゲルが形成されたため骨材自体のポロシチーが変化したものと考えられる。

図-3は反応性骨材率50%と100%の場合のシリカフュームを混入した

コンクリートの膨張曲線である。反応性骨材率50%のシリカフューム無混入の膨張率は材令6ヶ月で0.12%に対し、混入率5%、10%および20%ではそれぞれ約0.15%、0.12%および0.01%となり、シリカフューム混入率の増加に伴い膨張率は小さくなる傾向にある。化学法で用いる反応容器内に反応性骨材(5~2.5mm)とシリカフュームを入れて反応させ、アルカリ濃度減少量と細孔径分布の測定を行った結果を図-4に示す。シリカフューム混入率が5%程度では、無混入の場合に比べアルカリ濃度減少量RcやT.P.V.にあまり差がないが、混入率が10%、20%になるとそれが顕著に現れている。

図-5はシリカフュームを混入したコンクリート供試体をNaOHの添加によりセメント中の等価アルカリ量を0.57, 0.8, 1.2および2.0%と変化させたものならびにNa₂O等量2.0%で反応性骨材率を25, 50, 75および100%と変化させたモルタルバーの膨張率と総細孔容積の関係である。図より膨張率が高いほど総細孔容積は多くなる傾向にあり、膨張したモルタルやコンクリートでは微細なひび割れが生じ細孔構造の変化がおきたものと考えられる。

4. 結論 本実験の範囲内で以下のことが判った。

1) 骨材自体の反応前後におけるポロシチーの測定により化

学法で有害と判定された4種類の骨材の総細孔容積増加率はすべて40%以上となることを確認した。

2) 反応性骨材を用いた場合、シリカフュームの混入により膨張を抑制することができるが、シリカフュームと骨材を反応容器内で反応させて骨材の細孔径分布を測定すれば定性的にシリカフュームの膨張抑制効果を短期に推定できる。

参考文献 1) 三浦・戸高・高波：アルカリ骨材反応に関する一考察，土木学会西部支部講演概要集 1986

2) 添田・江本・大和：反応性骨材を用いたコンクリートの膨張特性，土木学会西部支部講演概要集 1986

3) 川村・竹本：シリカフュームのアルカリ・シリカ膨張に及ぼす影響とそのメカニズム，セメ技 39

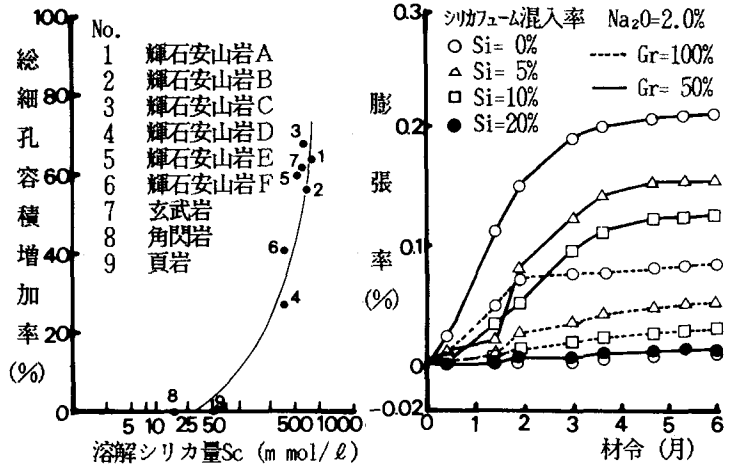


図-2 ScとT.P.V.増加率の関係

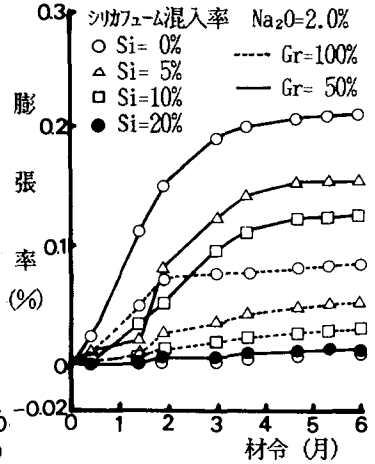


図-3 シリカフューム混入による膨張曲線

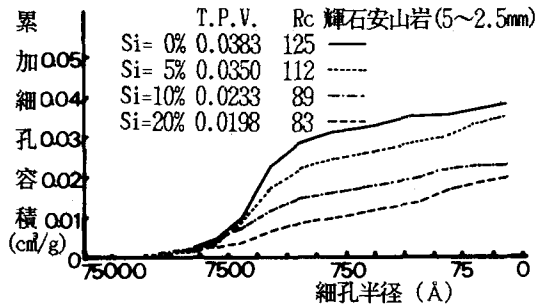


図-4 シリカフューム混入による輝石安山岩の細孔径分布

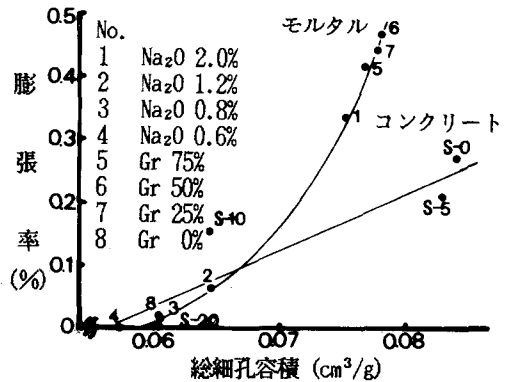


図-5 膨張率と総細孔容積の関係