

砂のアルカリシリカ反応に及ぼす粉碎処理の影響 Effect of crush treatment on alkali-silica reaction of sand

(株)北日本ソイル総合研究所 ○植松えり子、小口智久、常松哲

1. 緒言

アルカリシリカ反応とは、骨材に含まれる反応性シリカとコンクリート中の間隙水に溶けているセメント由来の水酸化アルカリとの化学反応のことをいう。その反応により生成されるアルカリシリケートゲルは吸水膨張する性質があり、コンクリートの強度を低下させることで知られている。

アルカリシリカ反応を起こしやすい骨材かどうかを判断する試験法としてアルカリシリカ反応性試験（化学法）がある。化学法は、骨材と NaOH との反応で消費される水酸化物イオンの量（アルカリ濃度減少量(Rc)[mmol/l]）とその反応により溶解するシリカ量（溶解シリカ量(Sc)[mmol/l]）から骨材の良否を判断する。Sc/Rc は反応効率を表し、1 以上では膨張による危険性が大きいとされている。

この試験方法では、骨材を粉碎し試料の粒径を 0.15 ~ 0.30mm にそろえるという工程がある。しかし、現場で使うのは粉碎処理を行わない現状の骨材である。我々が砂について行った調査の結果、粉碎処理の有無で試験結果に大きな違いがあることがわかった（図 1）。現在、アルカリシリカ反応の研究は多数行われているが、粉碎に着目した報告は少ない。

そこで、我々は砂の粉碎処理に注目した実験を行い、いくつかの知見を得たのでここに報告する。

2. 実験方法

試料は図 1 で用いた砂の中から、粉碎処理により反応効率が増加する試料の代表(試料 A・石狩川水系産砂)と、粉碎処理を行っても反応効率に変化のない試料の代表(試料 B・富良野産砂) の 2 つを選定し用いた。

[試料の調製]

試料を 0.15 mm と 0.30 mm のふるいにかけて、0.15 ~ 0.30 mm の粒径の試料を未処理砂とした。また、0.30 mm 以上の粒径は粉碎して再度 0.15 mm と 0.30 mm のふるいにかけて、0.15 ~ 0.30 mm の粒径の試料を粉碎砂とした。

[分析方法]

目視による鉱物種の分類

未処理砂について行った。方眼紙に試料をばらまき、任意の方眼の目に入っている鉱物をルーペにより目視分類した。

X 線回折による構造解析

未処理砂について X 線回折による構造解析を行った。

化学分析

(1) 反応時間による効率の違いをみる実験

試料 5 g に 1mol/l NaOH 溶液 5ml を加え、80 の水中で時間を変えて反応させた。

(2) ペシマム現象の違いをみる実験

試料 1 ~ 10 g に 1mol/l NaOH 溶液 5ml を加え、80 の水中で 24 時間反応させた。

なお、アルカリ濃度減少量(Rc)及び溶解シリカ量(Sc)の測定は JIS A 1045 に準拠して行った。

砂の陽イオン交換容量 (CEC) の測定

土壌養分分析法に準拠し測定した。

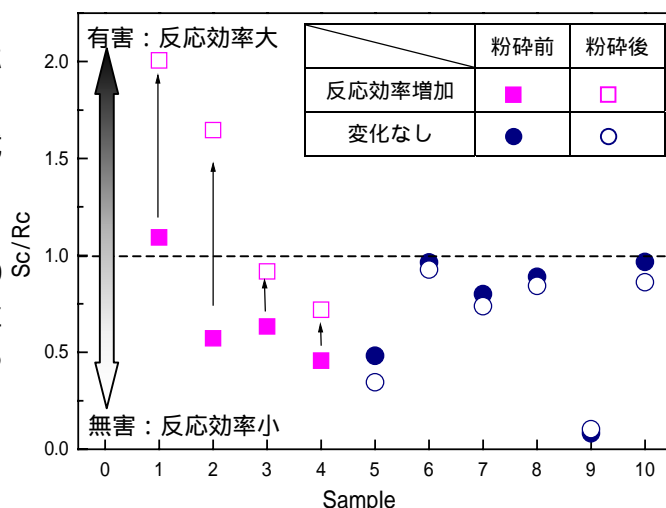


図 1 砂に対する粉碎の有無が結果に与える影響

表 1 目視による鉱物種の分類

鉱物種	試料 A [%]	試料 B [%]
石英	14.7	10.5
長石類	18.0	18.2
角閃石	10.0	14.4
輝石	2.8	1.4
磁性鉱物	19.0	10.0
黒雲母	1.9	-
その他	33.6	45.5

3. 実験結果

目視による鉱物種の分類の結果を表1に示す。各試料ともシリカを主成分とする石英、長石類が多いのが特徴である。しかし、各試料の間に大きな差はみられなかった。

次にX線回折による構造解析を行った。その結果、各試料ともシリカが主成分であることがわかったが、その構造に大きな差はみられなかった。

鉱物種や構造に違いがみられなかったため、化学的な実験を行った。まず、アルカリによるシリカ溶解反応の効率の違いをみるために Sc/Rc と反応時間の関係を調査した(図2)。その結果、各試料とも反応時間の経過とともに効率が増加することがわかる。試料Aでは粉碎砂のほうが未処理砂に比べ反応効率が高い。一方試料Bでは粉碎の有無で反応効率に差はなかった。

次に反応効率に違いのあった試料Aに注目し、粉碎有無でのペシマム現象の違いをみる実験を行った。ペシマム現象とは、あるアルカリ量に対して反応性シリカが適量の場合、反応効率が最大値を示す現象のことをいう。したがって、ペシマム現象の違いから、反応性シリカの量的な差をみることができる。図3に試料量と Sc/Rc の関係を示す。この結果から、各試料とも反応効率に極大値があり、ペシマム現象に特徴的な挙動を示していることがわかる。極大値を除く試料量では、粉碎砂のほうが未処理砂に比べ反応効率が高い。これは、粉碎砂のほうが未処理砂よりも反応性シリカの量が少ない分、より効率的に反応が進行したためと考えられる。

この結果は試料の表面状態に起因すると考え、陽イオン交換容量の測定を行った(表2)。陽イオン交換容量からは、試料表面の陰荷電の量を知ることができる。その結果、試料Aは粉碎処理により陰荷電の量が減少するに対し、試料Bでは増加することがわかった。試料Bの陽イオン交換容量が増加したのは、粉碎処理による表面積の増加の影響と考えられる。試料Aが減少したのは、陽荷電を吸着しにくい、つまり、結晶性の高い表面が露出したためと考えられる。

したがって、粉碎砂のほうが、反応性シリカの表面積が小さくなり、アルカリとの反応効率が増加したと考えられる。

4. 結言

粉碎処理により、異なる挙動を示す2つの試料について実験を行った結果、鉱物的及び構造的違いはみられなかったが、反応効率には違いがみられた。また、陽イオン交換容量から、各試料の間には表面状態に違いがあることがわかった。したがって、粉碎の有無による挙動の違いは試料表面状態の差によるものだと考えられる。

試料表面に違いがでる原因としては、風化の影響が考えられる。今後は、表面に影響を及ぼす原因について調査していく。

参考文献：1) コンクリートアルカリ骨材反応 中部セメントコンクリート研究会編(1990) p.25

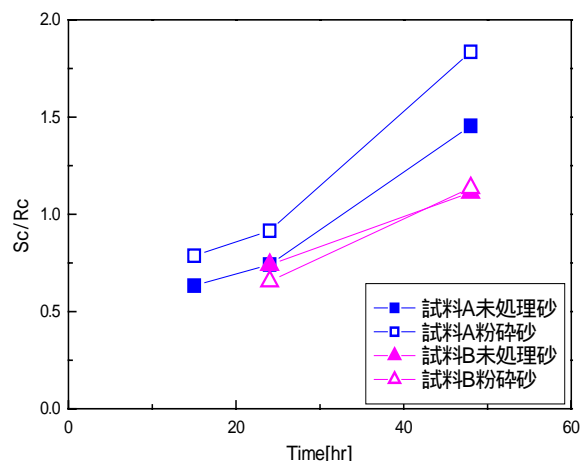


図2 Sc/Rc と反応時間の関係

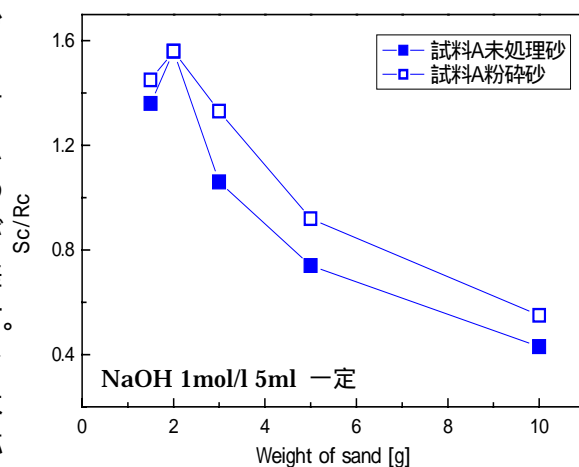


図3 試料量と Sc/Rc の関係

表2 砂の陽イオン交換容量 (CEC)

	[me/100g]	
	試料 A	試料 B
未処理砂	5.75	5.35
粉碎砂	4.89	6.32