

骨材のアルカリシリカ反応性の簡易判定試験法

太平洋セメント株式会社 正会員 中村 秀三
 正会員 梶尾 聡
 正会員 小早川 真

1. 目的

アルカリ骨材反応性の主な試験法として、JIS A 1145 骨材のアルカリシリカ反応性試験方法(化学法)がある。本方法は、一週間程度で結果が得られるなど迅速な方法である。しかし、試験に特殊な器具が必要であったり、精緻な試験操作を要求されたり、現場の日常管理に用いるには困難な試験方法である。そこで、現場で特別な器具を用いず、ある程度の精度の結果が得られる試験方法の開発に取り組んだ。ここでは、碎石に関する結果を報告する。

2. 試験の概要

2.1 簡易法の概要

JIS 化学法と簡易法の試験操作フローの概要を図-1 に示す。

JIS 化学法で最も手間の掛かる操作が、骨材の粉碎粒調の試料調整であり、また、特別な器具を要するのが溶解シリカ量(Sc)の定量である。そこで、簡易法は、試料は骨材を粉碎することなく使用し、Scの定量の代わりに骨材が溶解した重量減少率を用いることとした。その結果、簡易法は Sc だけならば温浴と通常の骨材試験で使用している試験器具のみで実施できる。

アルカリ消費量(Rc)は、所定時間骨材を溶解した後の液からフィルター付きシリンジで直接ろ液を採取し滴定により求める。

2.2 試験操作

(1) **試料**：JIS 化学法で「無害」判定の砂岩碎石(Sc,Rc=28,37mmol/l)、「無害でない」判定のチャート玉石(Sc,Rc=260,33mmol/l)、安山岩碎石(Sc,Rc=597,78mmol/l)を試料とした。

(2) **試料の溶解**：試料 1000g ± 5g を 1N-NaOH500ml を溶解液とし、40、80、98 で 24、72、168 時間溶解した。98 は家庭用の電気ポットが使用可能である。

(3) **Sc,Rc の定量**：溶解後ろ液を採取し、JIS 化学法 に準じ、Sc はろ液を吸光光度計により測定し、Rc は溶解液元液とろ液を 0.05N-HCl により滴定し、その差により求めた。

(4) **ろ液の分析**：溶解温度時間を 98 168 時間とした試料のろ液中の Na、K、Al 量を ICP により定量した。

3. 試験結果と考察

3.1 簡易法による重量減少率、Rc

簡易法により骨材を溶解した場合の骨材の重量減少率ならびに Rc をそれぞれ図-2 に示す。

13~20mm(5号)骨材をアルカリ溶液で加熱溶解すると 24 時間で重量減少が電子天秤で測定可能な量、溶解する事が観察された。その重量減少率は、温度が高い程、溶解時間が長い程、大きかった。反応性のない砂岩の重量減少

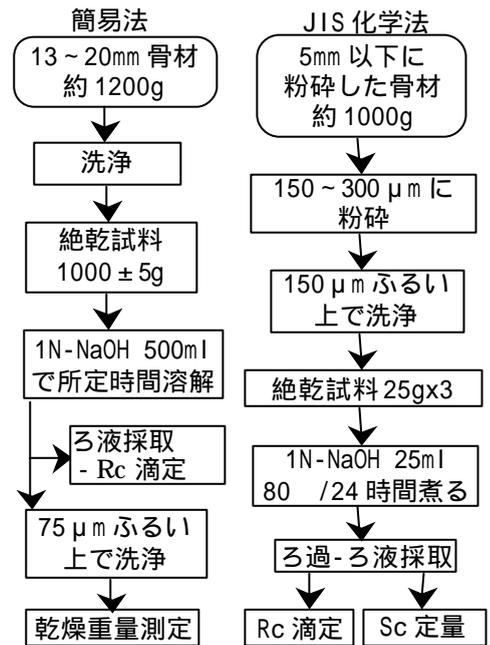


図-1 簡易試験方法フロー

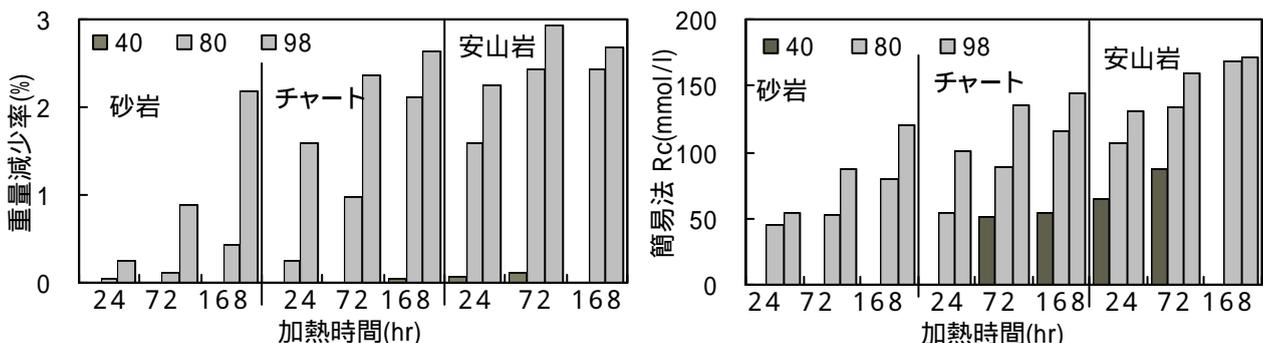


図-2 簡易法により骨材を溶解した場合の骨材の重量減少率ならびに Rc

キーワード アルカリシリカ反応、骨材、化学法、溶解シリカ量、アルカリ消費量

連絡先 〒285-8655 千葉県佐倉市大作 2-4-2 TEL043-498-3886 FAX043-498-3821

率は、反応性のあるチャートや安山岩に比して小さかった。また、時間経過による重量減少率の増加傾向は、安山岩、チャートのモルタルバー法で一般に言われている膨張量の増加傾向と一致し、早期に大きな膨張を示し以後安定する安山岩は重量減少率も早期に大きく増加し以後増分が小さくなり、後期に膨張の増分が大きくなるチャートは、後期に重量減少量の増分が増した。

Rc も簡易法で測定可能であった。溶解温度・時間の Rc に対する影響は重量減少に対するものと同様の傾向であった。しかし、Rc は重量減少量が非常に少ない場合は、試料温度・時間に係らず約 50mmol/l を示した。

3.2 簡易法と JIS 化学法の相関

図-3 に簡易法の重量減少率と化学法の Sc 量ならびに簡易法の Rc 量と化学法の Rc 量の相関を示す。両者の間には、それぞれ相関関係が見られ簡易法により骨材の反応性の判定が可能であると考えられた。特に、化学法 Sc と簡易法重量減少率は、非常に良い相関を示し、かつ、80 で 72 時間煮た簡易法の結果が化学法の結果と最も直線性の良い相関を示した。

図-4 に簡易法により溶解操作をした後の液中の Sc 量を骨材から溶出した SiO₂ として計算した骨材の重量減少量と実測の重量減少量の関係を示す。両者は、ほぼ 1 対 1 の関係にあり、重量減少率は非常に精度の良い Sc の代替値となりえることが示された。

3.3 アルカリ溶液による骨材の溶解

骨材のアルカリ溶液による溶解作用によって生じる重量減少が、前述のように、溶解シリカ量から計算される重量減少に一致することから、骨材からアルカリ溶液によって溶解したものは全て SiO₂ であると考えられた。

この事を確認するため、溶解液中の Na, K, Al の含有量を測定した結果を表-1 に示す。溶解液中に K や Al がほとんど溶出していないこと、Na 量が元液の 1000mmol/l から増加していないことから、骨材から溶出したものは SiO₂ のみと考えると良いと思われた。

図-5 に、簡易法における Sc と Rc の関係を示す。両者の関係は、Rc に正の切片を持つ正の直線関係が試料によらず見られた。この事から骨材の溶解プロセス¹⁾を推察すると、まず、NaOH は骨材(SiO₂)中のシラノール基を中和(SiO₂ 表面への Na⁺の吸着)する。Na の骨材への吸着量は、砂岩、チャート、安山岩でそれぞれ50, 50, 69mmol/l と、溶解液中のNa消失量 57, 74, 113mmol/l と良く一致する。次に、NaOH はシロキサン結合を切断し、アルカリシリカゲル(Na₂・nSiO₂)の溶解を進展させる。一般に生成するアルカリシリカゲルの Na/SiO₂(Rc/Sc)比は多様であるように言われているが、本研究の結果では、岩種、溶解温度、時間によらず n=約 10 であった。

以上の事を、総合し大胆な仮説を展開すると、化学法によって Rc/Sc 値が変動するのは、Sc の大小によって試料定数である吸着分の Rc の対 Sc 比が変動する事と岩石中にイオン交換作用等により Na を取り込む物質の存在の影響のみによると考えられる。

4. まとめ

JIS 化学法に替わる簡易法の検討結果、以下の結論が得られた。

- 1) 粗骨材を粉碎粒度調整せず、そのままアルカリ溶液で溶解し、骨材重量減少から JIS 化学法の Sc を推定することが可能であった。
- 2) ろ液を抽出滴定することで Rc も推定可能であった。
- 3) 骨材から溶解したものは、骨材中の SiO₂ に限られ、他の成分の溶出は見られなかった。

[参考文献]

- 1) 中野錦一, アルカリ骨材反応の機構, セメント・コンクリート化学とその応用, pp93-101

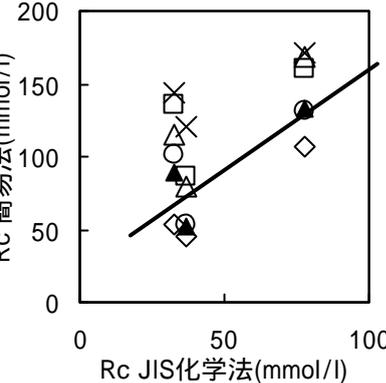
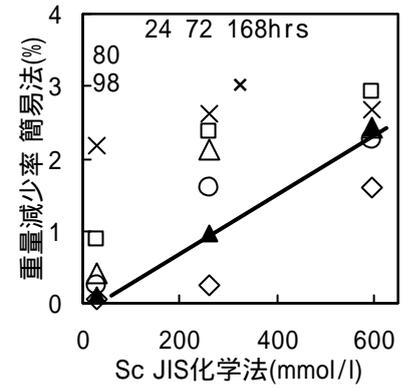


図-3 簡易法の重量減少率・Rc と化学法の Sc・Rc の相関

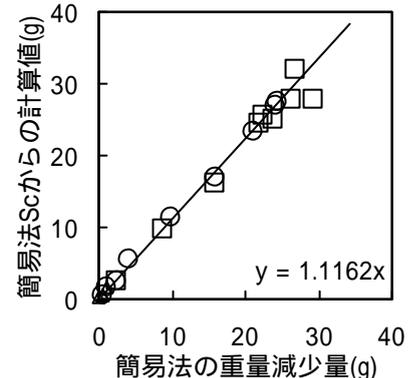


図-4 Sc と重量減少量の関係

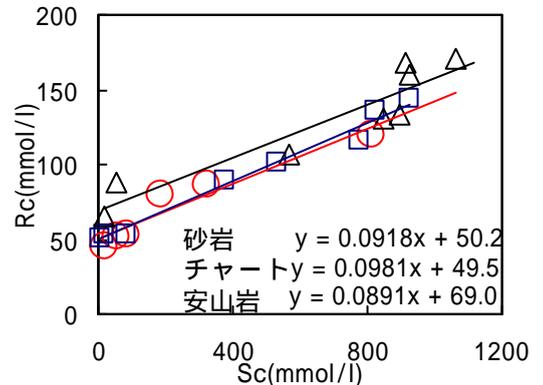


図-5 簡易法における Sc と Rc の関係

表-1 簡易法の溶解液中の Na, K, Al 量 (mmol/l)

骨材	Na	K	Al
砂岩	943	1.9	0.4
チャート	926	1.3	0.5
安山岩	887	2.0	1.2

注) 溶解温度時間：98 , 168 時間