

報告

[1129] 河川産骨材のアルカリ・シリカ反応性の評価方法

正会員○齊藤広志（日本建築総合試験所）

正会員 田村 博（ 同 上 ）

福島札規（ 同 上 ）

松浪良夫（ 同 上 ）

1. はじめに

現在、骨材のアルカリ・シリカ反応性（以下、反応性と呼ぶ）については主に化学法およびモルタルバー法試験により判定しているが、河川産骨材、即ち、川砂および川砂利の場合には必然的に多種の岩石が混ざっていることから、反応性の有無を判定することが困難な状況にある。今回、我々は反応性の骨材が存在する河川の骨材について、調査をする機会を得、その調査結果より、河川産骨材についての反応性に関する試験方法の問題点および今後の試験の進め方を検討したので、その概要をここに紹介する。

2. 調査河川および調査項目・調査方法

調査の概要を図-1に示す。調査を実施したのは同地域内にある計5つの河川（記号：A～E）で、調査範囲はそれぞれ約10～20kmである。現在、各河川においては、業者が実際にコンクリート用骨材を採取している（計19箇所、表-1参照、各数字記号は上流から順とした。なおD4およびD6については細骨材のみ）。いずれの河川にも反応性の骨材が存在していることより、JISによる年2回の化学法およびモルタルバー法試験ではほとんどが『無害でない』あるいは『無害』と『無害でない』の繰り返しである。しかし、『無害でない』と判定された骨材であっても地域性の問題より、この地域ではこれらの骨材を使用せざるを得ないという状況である。主な調査項目は下記の通りとした。

1) 工場製品別試験

各骨材生産業者の骨材ストックヤードより骨材試料を採取し（粒径：20mm）、JIS A 5308により化学法およびモルタルバー法試験を行った。

2) 岩石学的試験

粗骨材については、主に粒径20mmの骨材試料のものについて、まず目視観察を行って岩種分類をした後、各岩種毎に粉末X線回折および偏光顕微鏡観察を行った。細骨材については、採取した状態のままの試料および各試料を粒度毎にふるい分け（JIS A 1102）、その粒度毎の試料（5mm以上を除く）についても粉末X線回折を行い、また各試料の粒度0.6～2.5mmおよび0.15～0.6mmの試料（試料の混合は、粒度毎のふる

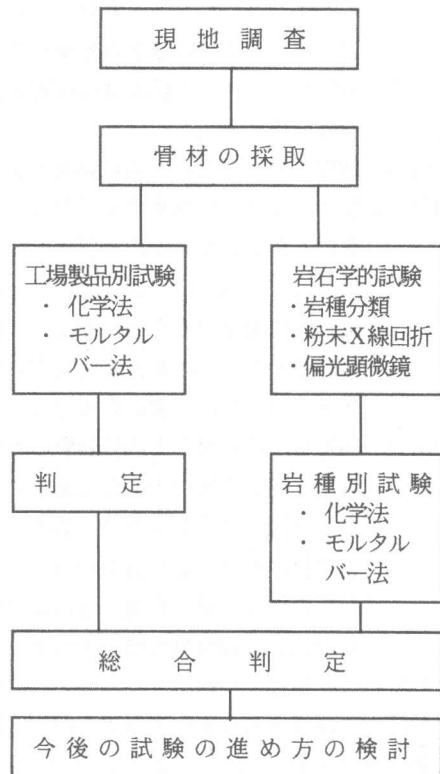


図-1 調査の概要

い分けの結果をもとに試料調整した)を合成樹脂に埋没整形した後、薄片を製作して偏光顕微鏡により観察を行った。

3) 岩種別試験

上記岩石学的試験で分類された岩種毎に、JIS A 5308により化学法およびモルタルバー法試験を行った。

3. 調査結果

1) 各河川の状況について

いずれの河川の骨材も大略5種類の岩石に分類され、それらは流紋岩質、安山岩質、玄武岩質花こう岩質およびチャート質のものであった(表-1参照)。その他としては、砂岩、シルト岩および変成岩類であった。各河川での特徴は以下のとおりである。

河川A: 細骨材、粗骨材とも流紋岩質のものが多く(約60~90%)、特に上流のA1ではほとんどがこの岩石であった。下流では安山岩質の骨材が多くなる傾向であった(安山岩が多く存在する支流の影響)。

河川B: 細骨材、粗骨材とも流紋岩質および安山岩質のものが多かった。

河川C: 粗骨材では流紋岩質のものが多く(約50~80%)、次いで花こう岩質および玄武岩質のものであり、安山岩質のものは殆ど認められなかった。この安山岩質の岩石は非常に脆く、上流のC1よりさらに上流で砕けてしまっているものと推定された。細骨材は鉱物砂粒および岩片砂粒であり、鉱物砂粒は石英、長石が多く、岩片砂粒は流紋岩質のものが多かった。また安山岩質の岩片も認められ、上流および中流では多かったが(約7~10%)、下流のC4では少なかった(約1%、ダムの影響)。

河川D: 細骨材、粗骨材とも流紋岩質のものが多く(約50~80%)、次いで玄武岩質、安山岩質、花こう岩質のものであった。ただし、粗骨材については安山岩質、玄武岩質のものが下流のD5では認められず、また、細骨材でも同様の傾向であった(支流の影響)。

河川E: 細骨材、粗骨材とも流紋岩質、玄武岩質、安山岩質および花こう岩質のものが多く、これらのうち、安山岩質のものについては、粗骨材では特に上流で多く(約20%)認められたが、細骨材では上流および下流の差はなく一様に(約20%)確認された。

2) 骨材の反応性について

各河川で確認された安山岩質の骨材中(細骨材および粗骨材とも)には、反応性を有する鉱物であるクリストバライト、トリジマイトおよび火山ガラスが確認され、チャートの骨材中には玉髓質の鉱物も認められた。また図-2および図-3に示すとおり、この安山岩質およびチャートの骨材の反応性は岩種別の化学法およびモルタルバー法により確認され、特に安山岩質の反応性は大きかった。なお、安山岩質の骨材のうち、Scの値がもっとも大きかった試料について、試料混合率を50および100で実施したところ、膨張量において試料混合率50のものが試料混合率100のものを大きく上回り、JISのモルタルバー法試験において、その試験方法に問題を残すものであった。また細骨材の粉末X線回折試験で、採取した状態のままの試料では反応性

表-1 目視観察による粗骨材の岩種分類結果(岩種構成比・%)

河川	流紋岩質	安山岩質	玄武岩質	花こう岩	チャート	その他
A	1	95.9	0.0	0.0	0.0	4.1
	2	76.2	8.8	0.0	0.4	11.2
	3	58.2	15.0	0.0	9.2	16.8
B	1	64.6	23.5	0.0	4.5	7.4
C	1	80.5	0.0	0.0	8.9	10.6
	2	60.8	1.6	10.5	8.7	15.7
	3	50.6	0.0	6.1	16.9	17.5
	4	74.9	0.0	0.0	10.8	14.3
D	1	47.1	5.8	10.5	19.0	12.9
	2	53.3	11.4	11.4	0.0	11.3
	3	35.5	15.5	5.4	2.8	28.8
	5	78.2	0.0	0.0	18.2	1.9
E	1	17.9	21.9	27.4	11.7	20.1
	2	21.7	8.2	44.4	10.0	8.9
	3	47.9	7.1	12.2	24.0	5.0
	4	31.1	3.4	21.4	17.8	26.3
	5	27.4	13.2	14.0	20.5	24.4

の鉱物は同定できなかったが、粒度別の試験においては、粒径が小さくなるにつれてクリストバライトが確認され、偏光顕微鏡観察においても粒径が小さくなるにつれて同反性鉱物を含む安山岩質骨材の含有量が多くなる傾向であった。

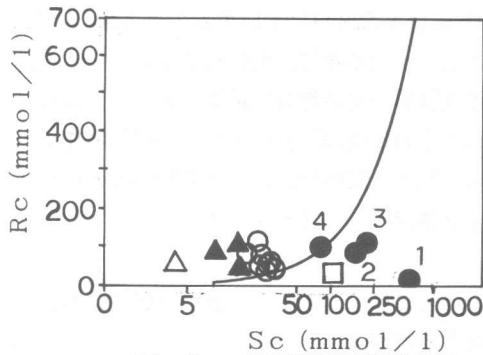


図-2 岩種別化学法試験結果

- 注) 1. S_c : 溶解シリカ量
 R_c : アルカリ濃度減少量
 2. ○: 流紋岩質 ●: 安山岩質 △: 玄武岩質
 □: チャート ▲: 花こう岩
 3. 1-50: 試験試料に無害骨材50%混入
 1-100: 試験試料のみ

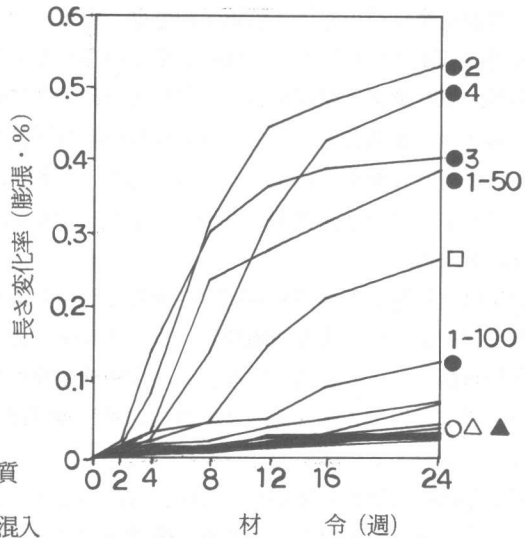


図-3 岩種別モルタルバー法試験結果

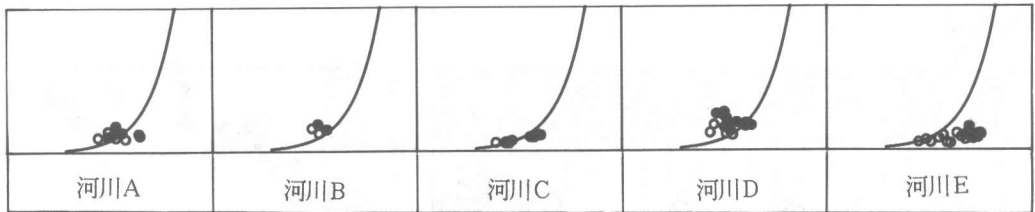


図-4 工場製品別化学法試験結果概要 (●: 細骨材 ○: 粗骨材)

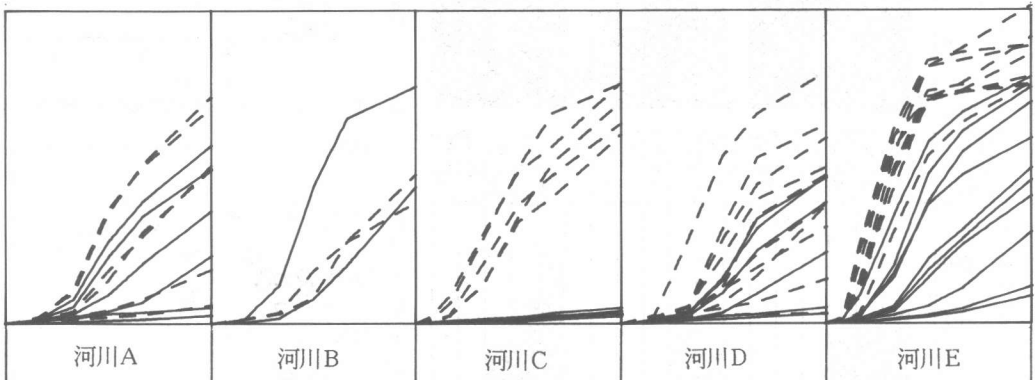


図-5 工場製品別モルタルバー法試験結果概要 (-----: 細骨材 ———: 粗骨材)

3) 工場製品別の試験について

各河川毎の試験結果の概要を図-4および図-5に示す。各河川のダムや支流の影響にもよるが、粗骨材よりも細骨材の方が『無害でない』になる傾向が認められた。また図-6~8に示す

とおり、化学法で『無害』（あるいは『無害でない』でも比較的Scの値が小さい場合）であっても、モルタルバー法では著しい膨張を示し、『無害でない』になるものがあった。この要因として、細骨材については岩石学的試験結果からも明らかであるように、反応性鉱物を含む安山岩質骨材は粒径が小さい（粉末X線では、粒径：0.15mm以下の試料においても、反応性鉱物が顕著に同定された）範囲に比較的多く存在していること、また細骨材、粗骨材とも、主に化学法試験の試料調整に問題があり、試料の粉碎過程で流紋岩質等の硬い骨材の影響により、この反応性の大きく非常に脆い安山岩質の骨材が、分析試料の所定の粒度以下となって、分析試料中の安山岩質の骨材量が少なくなるためであると考えられる。他に、試験時における試料と水酸化ナトリウムとの反応過程および吸引ろ過の過程での影響（検討中）も考えられる。

4. まとめ

河川産骨材等の多種の岩石が混在する試料を試験する場合には、次のような試験手順により、アルカリ・シリカ反応性を確認し、コンクリートに使用するのがよい。

- ①目視観察により岩種分類を行い、岩種構成比を把握する。
- ②岩種別に粉末X線回折および偏光顕微鏡観察により、反応性鉱物を同定するとともに、化学法により試験する。
- ③反応性の岩種が認められた場合には、いくつかの代表的な岩種構成よりなる骨材試料を用いたコンクリートについて、アルカリ骨材反応による膨張傾向を確認し、抑制対策を検討する。
- ④上記の調査を一度詳細に実施した後の定期検査は、上記①の方法によるなど簡易に行うことが可能である。

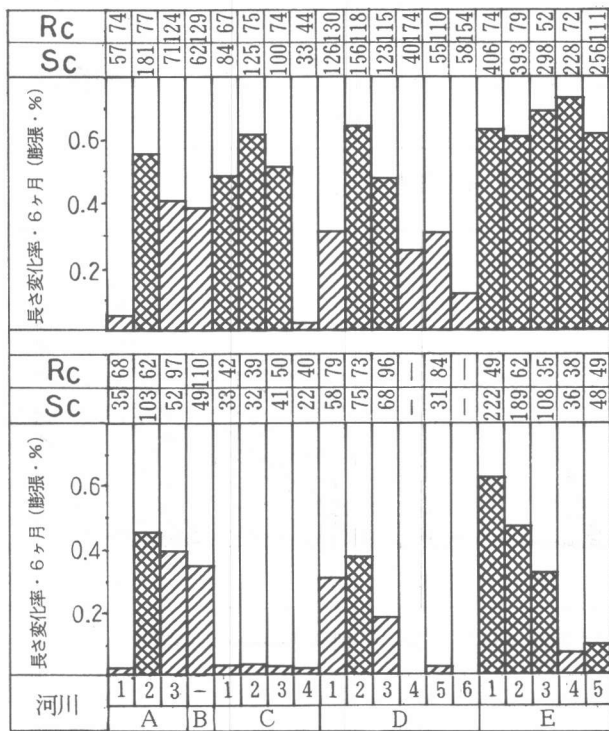


図-6 モルタルバー法試験結果(上段:細骨材,下段:粗骨材)

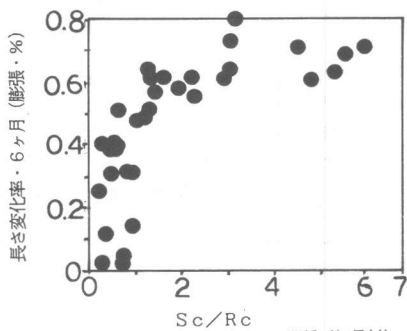


図-7 Sc/Rcと長さ変化率との関係(細骨材)

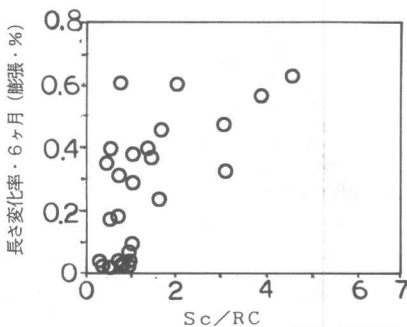


図-8 Sc/Rcと長さ変化率との関係(粗骨材)

註) 図-6中において、 は化学法試験で『無害』 は『無害でない』