

各種アルカリシリカ反応性試験による骨材及びコンクリートの反応性評価

愛知県生コンクリート工業組合 技術委員会

1. 試験目的

骨材のアルカリシリカ反応性を判定するために化学法（JIS A 1145）及びモルタルバー法（JIS A 1146）が使用されてきたが、これら以外にモルタルバー迅速法（JIS A 1804）及びコンクリート自体の反応性を調べる迅速試験法（ZKT 206）も導入されている。

これらのアルカリシリカ反応性試験方法によっては、その判定・評価が異なることが知られているが、同一の骨材について各種のアルカリシリカ反応性試験を並行して調べた整合性のある試験データは見受けられない。

したがって、① これら試験方法の違いによる判定結果の特徴を把握する必要がある

② 今後、我々生コンクリートの製造者が製品の品質保証の一環としてアルカリシリカ反応性を検討する際には、より適切な試験方法を設定する必要がある

ことから、県下の各地区で使用されている代表的な骨材を選び、各種アルカリシリカ反応性試験を実施した。

2. 実施アルカリシリカ反応性試験

本試験で実施したアルカリシリカ反応性試験方法の名称・規格を「表 1」に示す。

表 1 実施アルカリシリカ反応性試験方法

No.	試 験 名	規 格
1	骨材のアルカリシリカ反応性試験方法（化学法）	JIS A 1145
2	骨材のアルカリシリカ反応性試験方法（モルタルバー法）	JIS A 1146
3	コンクリートの生産工程管理用試験方法（迅速法）	JIS A 1804
4	コンクリートのアルカリシリカ反応性迅速試験方法	ZKT 206

3. 骨材のアルカリシリカ反応性試験

3.1 試験骨材の選定

当工業組合 5 支部の各地区で使用されている代表的な細・粗骨材を地区ごとに各々 1 種類選定し、「表 1」に示した化学法、モルタルバー法及びモルタルバー迅速法の 3 種類の試験を行った。

各地区で選定した骨材を「表2」に示す。なお、これらの骨材は生コンクリート工場のストックヤードから直接採取したものである。

表2 各地区選定骨材

地区名	細骨材	粗骨材
名古屋	St (山砂)	St (山砂利)
知多	Kw (山砂)	Sz (碎石) [かんらん岩]
西三河	Fo (山砂)	Kr (碎石) [雲母片麻岩]
東三河	Th (混合砂)	Im (碎石) [輝緑岩]
東愛知	Tr (川砂)	Hr (碎石) [硬質砂岩]

3.2 化学法、モルタルバー法及びモルタルバー迅速法の試験結果

「表3」に化学法、モルタルバー法及びモルタルバー迅速法の試験結果を、「図1」に化学法での試験結果を示す。化学法及びモルタルバー迅速法で、Fo産山砂とSt産山砂利が“無害でない”と判定された。しかし、モルタルバー法(6箇月)では、何れも“無害”と判定された。ただし、St産山砂利はモルタルバー法(3箇月)では長さ変化率が0.059%と大きく、その時点では“無害でない”と判定されるものであった。

表3 化学法、モルタルバー法及びモルタルバー迅速法試験結果

種類	産地	化学法	モルタルバー迅速法	モルタルバー法	
				3箇月	6箇月
			無害 : < 0.10%	無害 : < 0.050%	無害 : < 0.100%
細骨材	St	無害	無害 0.07%	無害 0.030%	無害 0.067%
	Kw	無害	無害 0.06%	無害 0.022%	無害 0.030%
	Fo	無害でない	無害でない 0.17%	無害 0.031%	無害 0.039%
	Th	無害	無害 0.03%	無害 0.015%	無害 0.018%
	Tr	無害	無害 0.04%	無害 0.019%	無害 0.024%
粗骨材	St	無害でない	無害でない 0.22%	無害でない 0.059%	無害 0.076%
	Sz	無害	無害 0.02%	無害 0.011%	無害 0.011%
	Kr	無害	無害 0.03%	無害 0.020%	無害 0.030%
	Im	無害	無害 0.03%	無害 0.019%	無害 0.022%
	Hr	無害	無害 0.02%	無害 0.012%	無害 0.018%

【注】 表中の数値は長さ変化率を示す

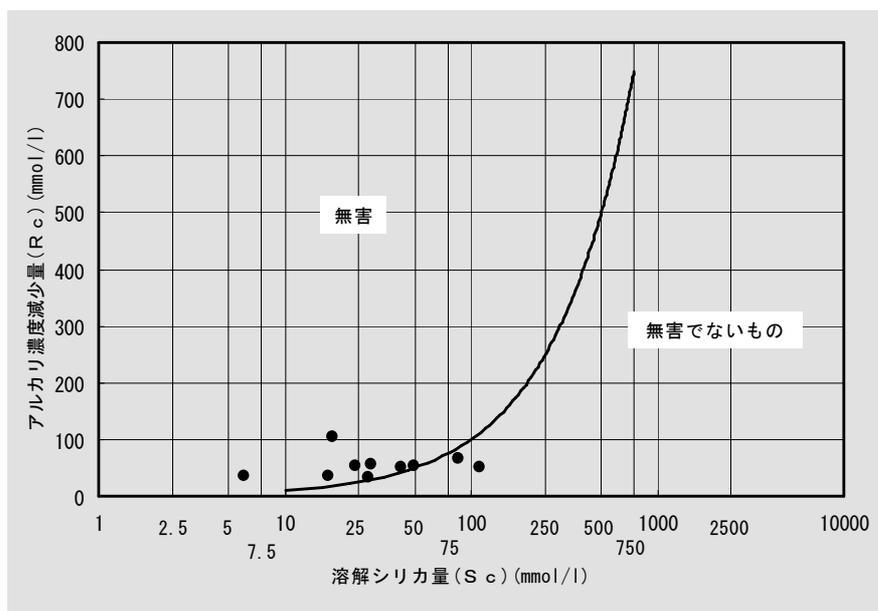


図1 骨材のアルカリシリカ反応性（化学法試験結果）

4 コンクリートのアルカリシリカ迅速試験

4.1 各地区における骨材の組み合わせ

3章での試験結果が判明後、コンクリートとした場合でのアルカリシリカ反応性をみるために、「表2」に示す骨材のほか、過去（平成14年度）にモルタルバー迅速法で測定した骨材と同一産地の骨材（Kh産山砂、Nn産砕石、Sn産山砂利）や新たに石灰石砕石等を各地区の骨材の使用状況に応じて組み合わせ、コンクリート迅速法試験（ZKT 206）を行った。「表4」にこれらの骨材の組み合わせを示す。なお、参考として平成14年度に行ったモルタルバー迅速法による試験結果を「表5」に示す。

表4 骨材の組み合わせ（コンクリート迅速法による試験）

地区名	配合No.	細骨材	粗骨材
名古屋	A-1	St (山砂)	St (山砂利)
	A-2	St (山砂)	St (山砂利) Fw (砕石) [石灰岩]
	A-3	Kh (山砂)	St (山砂利) Nn (砕石) [硬質砂岩、チャート]
知多	B	Kw (山砂)	Sz (砕石) [かんらん岩] Sn (山砂利)
西三河	C	Fo (山砂) Kr (砕砂)	Kr (砕石) [雲母片麻岩] Fo (山砂利)
東三河	D	Th (混合砂)	Im (砕石) [輝緑岩]
東愛知	E	Tr (川砂)	Hr (砕石) [硬質砂岩]

表5 モルタルバー迅速試験値（平成14年度結果抜粋）

地区名	細骨材		粗骨材	
	無害： < 0.10%			
名古屋	Kh（山砂）	0.11%	Nn（碎石）	0.06%
知多	—		Sn（山砂利）	0.14%

【注】 表中の数値は長さ変化率を示す

4.2 コンクリート迅速法試験概要

コンクリート迅速法試験（ZKT 206）を実施するにあたり、対象とするコンクリートは建築用富配合コンクリートとし、配合条件は以下のとおりとした。

Gmax=20~25mm C=420kg/m³ W=180kg/m³ W/C=43%
 スランプ=18±2cm 空気量=4.5±1.5%
 セメント=普通ポルトランドセメント 混和剤=AE減水剤

上記条件のもとに次の2段階とした試験練りを行った。まず、所定の配合のコンクリート（30~40ℓ）を練り、そのフレッシュコンクリートの性状を調べた。次に、単位水量を5~10kg/m³減らしたコンクリートを練り、ミキサから排出後、所定のアルカリ量（9、6kg/m³）を溶かした水溶液をコンクリートに各々投入して基準の配合に戻し、同一バッチのコンクリートから2水準の供試体（φ10×20cm）を作製した。なお、アルカリは粒状水酸化ナトリウム（特級試薬、φ5×2mm）を使用した。

試験練りコンクリートの配合を「表6」に、フレッシュコンクリートの性質を「表7」に示す。コンクリート供試体は養生室で1晩一次養生をした後、所定の迅速試験を行った。

表6 コンクリートの配合

配合種別	Gmax (mm)	W/C (%)	s/a (%)	単位水量 (kg/m ³)	単位質量 (kg/m ³)				混和剤 (kg/m ³)	
					セメント	細骨材		粗骨材		
A-1	25	42.9	42.0	180	420	691	—	960	—	5.46
A-2		42.9	42.0	180		691	—	576	402	4.20
A-3		42.9	42.0	180		688	—	576	397	4.20
B	20	42.9	45.0	180	420	737	—	461	524	4.20
C	25	42.9	42.1	180	420	346	362	485	493	4.20
D	20	42.9	43.4	180	420	739	—	1093	—	4.20
E	20	42.9	43.3	180	420	728	—	968	—	4.20

表7 フレッシュコンクリートの性質

配合種別	スランブ (cm)	空気量 (%)	コンクリート温度 (°C)
A-1	20.0	5.2	20.5
A-2	17.5	5.3	20.0
A-3	18.0	5.8	21.0
B	17.0	3.8	21.0
C	15.5	3.3	19.0
D	19.5	4.1	20.0
E	18.5	4.0	22.0

4.3 コンクリート迅速法試験結果

「表8」に全7配合のコンクリート迅速測定試験結果を示す。

細骨材の全部と粗骨材の半分が化学法及びモルタル迅速法にて“無害でない”と判定された骨材を用いた配合 (A-3)、粗骨材全体が同じく“無害でない”骨材である配合 (A-1) 及び細・粗骨材の各々半分が“無害でない”骨材である配合 (C) は、アルカリ添加量9、6 kg/m³の何れもコンクリート迅速法試験の結果は“合格”であった。

表8 アルカリ添加量、相対動弾性係数測定結果及び判定結果

配合No.	アルカリ添加量 9 (kg/m ³)		アルカリ添加量 6 (kg/m ³)	
	合格 ≥80%	判定	合格 ≥70%	判定
A-1	92.0 %	合格	91.2 %	合格
A-2	85.7	合格	85.6	合格
A-3	86.5	合格	91.3	合格
B	86.5	合格	87.2	合格
C	88.3	合格	87.9	合格
D	90.0	合格	91.5	合格
E	90.0	合格	91.5	合格

また、粗骨材の半分が“無害でない”骨材を用いた配合 (A-2, B) も同様に“合格”となった。細・粗骨材全体が“無害”骨材である配合 (D, E) は、当然ながら判定は“合格”であった。

今回、化学法及びモルタル迅速法で“無害でない”骨材と“無害”骨材とを混用し、“無害でない”骨材の比率を骨材全体のおよそ 3/4~1/4 とした配合でも高アルカリ添加下 (9、6 kg/m³) にもかかわらず、コンクリート迅速試験では全て判定は“合格”となった。

5. まとめ

愛知県下の各地区で代表的に使われている骨材を、生コン工場のストックヤードから抜き取り、骨材自体のアルカリシリカ反応性を調べたほか、富配合コンクリートでその反応性を迅速試験にて調査した。

その結果、化学法（JIS A 1145）とモルタルバー迅速法（JIS A 1804）では、同一骨材については同一の判定結果が得られ、両試験間での判定には整合性が見られた。

モルタルバー法では材齢3箇月で一部の骨材（St産山砂利）が“無害でない”域に達し、化学法及びモルタルバー迅速法と同じ判定結果となった。しかし、材齢6箇月では化学法、モルタルバー迅速法にて“無害でない”ものも全て“無害”との判定となった。

また、コンクリート迅速法（ZKT 206）において、コンクリート中の骨材全体の内 3/4、2/4、1/4 を“無害でない”骨材とした富配合コンクリートは、高アルカリ添加環境下でも判定は“合格”であった。

以上の結果から、我々生コンクリート製造者がアルカリシリカ反応性を検討する場合、試験方法によってその評価・判定が異なることから、実際に使用される形のコンクリートで試験できる、「コンクリートのアルカリシリカ反応性迅速試験方法（ZKT 206）」により判断するのがより実際的であると考えられる。

（平成16年8月23日）

以 上