

コンクリート用骨材のアルカリシリカ反応性に関する研究

鉄道総合技術研究所 正会員 ○水野 清

鉄道総合技術研究所 正会員 上田 洋

ジェイアール総研エンジニアリング 荒畑 利一

1. はじめに

近年の環境対策や良質な骨材資源の枯渇から、コンクリート用骨材として実績の少ない骨材の使用や輸入骨材の使用増加など国内の骨材事情の変化は著しいものがある。現在、わが国では、骨材のアルカリシリカ反応性を評価する試験方法として、JIS 規定の「骨材のアルカリシリカ反応性試験方法（化学法）JIS A 1145:2007」（以下、化学法と略記する）がある。しかし、化学法で「無害」判定であった骨材によるアルカリシリカ反応の進行事例もあり、必ずしも適切な判定ができない場合もあるという指摘^{1), 2)}がある。筆者らは化学法の迅速性を活かしつつ、アルカリシリカ反応性を精度よく評価するため、改良化学法を提案した³⁾。この試験法は、現在では「コンクリート用骨材のアルカリシリカ反応性評価試験方法（改良化学法）（案）（JSCE-C 511-2007）」として活用されている。

本研究では、日本国内でコンクリート用骨材として使用実績のある川砂利、川砂、陸砂、碎石、砕砂を収集して、偏光顕微鏡観察、X線回折法（XRD）による定性分析と化学法、改良化学法による骨材評価試験を実施し、骨材のアルカリシリカ反応性について特徴を整理した。

2. 試験概要

試験に供した骨材は、日本国内で使用実績がある 49 種で、地域、岩種など無作為に選定したものである。これらの骨材は、反応性鉱物の種類を特定するために薄片試料を作製し、偏光顕微鏡による観察を実施した。また、XRD による定性分析も実施した。川砂利、川砂、陸砂のように数種の岩石、鉱物の集合体からなる骨材の場合、その岩種と比率について調査し、薄片試料については個別に作製した。XRD による定性分析や化学法、改良化学法によるアルカリシリカ反応性に関する評価試験には収集時の比率のままの骨材を粒度調製した試料を用いた。

3. 試験結果および考察

収集した骨材を目視観察や偏光顕微鏡観察によって分類した結果、また、偏光顕微鏡観察、XRD によって反応性鉱物の分析を行った結果、化学法による判定結果、改良化学法により求めた限界アルカリ量を表1に示す。骨材の岩種は、安山岩、砂岩が多く、その他としては流紋岩、花崗岩、閃緑岩、斑レイ岩、輝緑岩、チャート、結晶片岩、緑色片岩が含まれていた。また、アルカリ反応性鉱物としては、クリストバライト、トリディマイト、火山ガラスが安山岩中に認められ、砂岩、チャート、またはそれらを含む川砂利などには微小石英が含まれていた。アルカリシリカ反応性鉱物は、偏光顕微鏡による観察結果と XRD による同定結果が有効であり、また、それぞれの含有量との関係にも着目すべきであると考ええる。

次に、化学法の結果を旧 JIS（JIS A 5308;1998）の判定図にプロットしたものを図1示す。化学法により「無害でない」と判定された骨材は、碎石、川砂利、陸砂といった分類には関連性がないが、安山岩を含む場合が比較的多い。また、アルカリシリカ反応性鉱物は、クリストバライト、トリディマイト、または火山ガラスであった。これらの骨材の特徴は、比較的高い Sc と Rc を示すことから、旧 JIS 判定図上の Sc=Rc 基準線近傍か、「無害でない」の判定領域にプロットされた。一方で、安山岩であっても Sc が比較的低く、Rc が高いものがあり、「無害」判定となった。また、砂岩、または砂岩を含む川砂利、安山岩の一部や輝緑岩は「無害」判定となった。これらの骨材に含まれるアルカリシリカ反応性鉱物は微小石英であったが、Sc<Rc の場合、「無害」判定となった。今回収集した骨材の場合、化学法によって「無害でない」と判定されたものの多くが改良化学法によって限界アルカリ量が低く、アルカリシリカ反応性の高い骨材に区分される点で両者の適合性は高いと考える。しかし、「無害でない」と判定さ

キーワード：コンクリート、骨材、アルカリシリカ反応、化学法、改良化学法、限界アルカリ量

連絡先：〒185-8540 東京都国分寺市光町 2-8-38

（財）鉄道総合技術研究所材料技術研究部（コンクリート材料）TEL 042-573-7338

れた骨材の一部は限界アルカリ量が 2.7 kg/m^3 となることがわかった。また、「無害」判定骨材であっても限界アルカリ量が 3.0 kg/m^3 の骨材が存在することもわかった。これらの骨材は、反応性の高い鉱物を比較的多く含んでいる場合が多く、このことは、ASR 抑制対策として規定されるアルカリ総量規制値を遵守しても条件によっては ASR が進行する可能性があることを示唆していると考える。

表 1 骨材の各種評価試験結果

No.	岩 種	化学法			改良化学法	偏光顕微鏡 XRFによる同定結果		
		判定	Sc	Rc	Rc ⁰ 限界アルカリ量			
1	凝灰岩	無害	15	58	26	微少石英		
2	石灰岩	無害	1	15	7			
3	凝灰岩	無害	15	32	21	微少石英		
4	石灰岩	無害	1	16	11			
5	凝灰岩	無害	16	50	32			
6	凝灰岩	無害	37	169	73	火山ガラス		
7	砂岩	無害	23	52	26	微少石英		
8	川砂	砂岩 凝灰岩	無害	52	101	61	火山ガラス	
9	凝灰岩	無害でない	203	164	28	27	クォースライト トリデマイト 火山ガラス	
10	川砂	凝灰岩 砂岩	無害でない	190	132	66	30	火山ガラス
11	砂岩	無害	14	48	25	35	微少石英	
12	砂岩	無害	26	38	20	30	微少石英	
13	石灰岩	無害	1	203	9	35		
14	川砂	砂岩 チャート	無害	70	88	23	35	微少石英
15	川砂利	凝灰岩 砂岩 凝灰岩 凝灰岩 凝灰岩	無害でない	131	129	60	35	火山ガラス
16	川砂利	砂岩 チャート 花崗岩	無害	28	74	40	35	微少石英
17	凝灰岩	砂岩 チャート 凝灰岩	無害でない	318	97	50	27	トリデマイト
18	川砂利	砂岩 チャート 花崗岩	無害でない	163	61	45	30	微少石英
19	凝灰岩	無害	33	136	110	40	火山ガラス	
20	凝灰岩	無害でない	245	156	90	35	火山ガラス	
21	凝灰岩	無害でない	624	108	25	27	クォースライト	
22	川砂利	砂岩 花崗岩 チャート	無害	32	78	35	30	微少石英
23	凝灰岩	無害でない	388	96	40	27	火山ガラス	
24	凝灰岩	無害	28	82	66	40	微少石英	
25	凝灰岩	無害でない	221	108	55	30	火山ガラス	
26	砂岩	凝灰岩 砂岩	無害でない	231	170	70	30	火山ガラス
27	凝灰岩	無害	15	173	90	40	微少石英	
28	砂岩	凝灰岩 砂岩	無害	76	121	50	35	微少石英
29	凝灰岩	無害でない	447	85	30	27	火山ガラス	
30	砂岩	凝灰岩 砂岩	無害でない	225	142	75	35	火山ガラス
31	凝灰岩	無害	9	235	200	40	火山ガラス	
32	凝灰岩	無害でない	395	121	40	27	火山ガラス	
33	川砂利	砂岩 花崗岩	無害	29	44	30	30	微少石英
34	川砂利	砂岩 チャート 花崗岩	無害でない	212	123	60	30	微少石英
35	川砂利	砂岩 チャート 凝灰岩	無害でない	318	118	50	27	微少石英
36	川砂	砂岩 チャート 凝灰岩	無害でない	119	186	65	35	微少石英
37	川砂利	砂岩 凝灰岩 花崗岩 凝灰岩	無害でない	166	146	55	30	火山ガラス
38	砂岩	無害	33	67	45	35	微少石英	
39	結晶片岩	無害	14	34	23	35	微少石英	
40	凝灰岩	無害でない	325	153	94	27	火山ガラス	
41	砂岩	無害	31	72	38	30	微少石英	
42	砂岩	無害	34	78	35	30	微少石英	
43	石灰岩	無害	10	53	1	35		
44	川砂	砂岩 チャート	無害	26	63	33	30	微少石英
45	砂岩	無害	25	67	45	35	微少石英	
46	砂岩	無害	24	75	44	35	微少石英	
47	凝灰岩	無害	12	41	28	35	微少石英	
48	凝灰岩	無害	15	26	4	35		
49	緑色片岩	無害	18	47	30	35	微少石英	

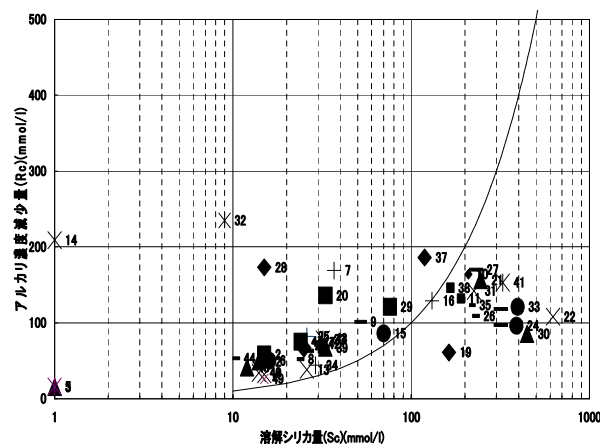


図 1 化学法の判定図

4. まとめ

コンクリート用骨材を収集して、岩石・鉱物学的記載による分類や、化学法、改良化学法によって骨材のアルカリシリカ反応性について検討した。収集した骨材には旧 JIS 判定図の「無害でない」領域や境界線近傍にプロットされる骨材が多く存在し、限界アルカリ量も、現行のアルカリ総量規制値を下回るものがあり、アルカリ総量規制値を遵守しても ASR が進行する条件があることがわかった。限りある骨材資源の有効に活用していくために、今後さらに骨材の情報収集に努め、アルカリ総量規制値の適正化に資する結果を得ていきたいと考える。

参考文献

- 1) 鳥居和之ほか：北陸地方の反応性骨材の岩石学的特徴と骨材のアルカリシリカ反応性試験の適合性，土木学会論文集No.767/V-64, pp.185-197, 2004
- 2) 山戸博晃ほか：石川県産骨材のアルカリシリカ反応性の評価に関する研究，コンクリート工学年次論文集，Vol.29, No.1, 2007
- 3) 立松英信ほか：コンクリート用骨材の有効利用について－改良化学法の活用－，建設用原材料，Vol.1, No.2, pp.7-13, 1991