

北東北地方において使用される骨材の
アルカリシリカ反応性に関する調査

日本大学 学生会員 ○矢澤 玲子 日本大学 学生会員 功刀 裕貴
日本大学 正会員 子田 康弘 日本大学 フェロー会員 岩城 一郎

表-1 コンクリートの配合

県	プラ ント	呼び 強度	Gmax (mm)	s/a (%)	W/C (%)	単位量(kg/m³)									
						W	C	S		G		混和剤			
								①	②	①	②	①	②		
青森	A	24	20	46.9	59.6	166	279	637	222	402	605	2.79	-	-	
		40	20	44.2	44.0	167	380	571	199	403	606	3.80	-	-	
	B	24	20	45.4	54.9	160	291	251	585	1033	-	2.91	-	-	
		40	20	40.0	39.6	164	414	208	484	1065	-	4.14	-	-	
	C	24	20	47.9	63.0	153	243	366	550	1021	-	1.94	-	-	
		40	20	45.5	45.0	153	340	334	500	1021	-	2.72	-	-	
	D	24	20	46.2	59.0	162	275	593	261	1030	-	2.75	-	-	
		40	20	42.4	43.0	164	381	517	226	1046	-	3.81	-	-	
	E	24	20	45.2	57.8	161	279	575	259	-	1053	2.79	-	-	
		40	20	40.8	42.1	166	394	490	219	-	1069	3.94	-	-	
	F	24	20	45.6	60.0	166	277	413	413	1029	-	2.77	-	-	
		40	20	38.4	39.5	170	431	320	323	1080	-	4.31	-	-	
G	24	20	47.8	57.9	168	291	599	269	988	-	2.91	-	-		
	40	20	43.7	41.5	170	410	516	232	1004	-	4.10	-	-		
秋田	A	24	20	43.5	61.0	164	269	477	318	1073	-	2.69	-	-	
		40	20	40.0	44.0	158	359	424	283	1103	-	2.87	-	-	
	B	24	20	40.1	59.7	168	281	397	328	1129	-	2.81	-	-	
		40	20	36.4	41.0	168	410	338	281	1129	-	4.10	-	-	
	C	24	20	44.4	59.0	165	280	484	320	1053	-	2.80	-	-	
		40	20	39.0	42.2	168	398	401	266	1088	-	3.98	-	-	
	D	24	20	47.3	63.5	163	257	621	266	1005	-	2.31	-	-	
		40	20	43.4	42.5	163	384	538	230	1016	-	3.46	-	-	
	E	24	20	47.2	60.0	165	275	522	348	979	-	2.75	-	-	
		40	20	44.8	42.0	158	376	476	318	987	-	3.01	-	-	
	F	24	25	42.8	53.0	171	323	384	384	1053	-	3.23	-	-	
		40	25	38.9	39.7	171	431	332	331	1069	-	5.17	-	-	
G	24	25	42.2	54.5	168	309	451	301	-	1079	3.40	-	-		
	40	25	36.0	39.0	176	452	355	237	-	1103	4.97	-	-		
H	24	20	46.9	63.1	170	269	430	429	997	-	2.69	-	-		
	40	20	43.6	42.3	166	392	380	380	1005	-	3.92	-	-		
岩手	A	24	25	42.7	54.5	165	303	539	231	1059	-	3.03	-	-	
		40	25	36.5	38.2	179	469	416	179	1059	-	4.69	-	-	
	B	24	20	50.2	56.5	160	284	949	-	948	-	3.41	-	-	
		40	20	46.3	40.0	168	420	813	-	948	-	5.04	-	-	
	C	24	20	48.5	57.0	165	289	451	450	291	683	2.31	-	-	
		40	20	39.0	36.5	174	477	327	327	313	726	3.82	-	-	
	D	24	20	47.2	58.0	157	271	625	260	1023	-	2.71	-	-	
		40	20	41.8	40.0	163	408	516	213	1050	-	4.08	-	-	
	E	24	20	46.1	53.0	160	302	860	-	1022	-	3.02	-	-	
		40	20	36.4	36.0	164	456	627	-	1110	-	4.56	4.56	-	
	F	24	20	48.0	57.6	162	281	627	269	1072	-	4.22	-	-	
		40	20	44.9	44.8	164	366	562	241	1090	-	5.49	-	-	
G	24	25	43.1	53.5	164	307	390	390	530	529	3.07	-	-		
	40	25	34.9	36.5	170	466	290	289	556	556	4.66	-	-		



図-2 コンタクトゲージ法

1. はじめに

近年、東北地方における橋梁などのコンクリート構造物においてアルカリシリカ反応(ASR)が顕在化している。その一因は、冬季に凍結防止剤(一般的に塩化ナトリウム)の大量散布が行われ、外部からのアルカリ分の供給に起因し、JIS の骨材試験で無害であったとしても凍結防止剤がASR を誘因することにより、構造物管理者はその対策に苦慮している現状にある。また、骨材は現地生産を基本とするため、容易に良質な骨材を他から調達することはコスト面も含めて難しい。一方で、ASR 対策の一つとして、フライアッシュや高炉スラグの混和がこの種の抑制において極めて有効であり、反応性骨材が必ずしも実利用が困難になるという訳ではない。本研究では、東北地方における骨材の有効利用をはかるため、まずは ASR 反応性を把握する必要があると考え、北東北地方 3 県の生コンプラントで使用される骨材を対象とした ASR 反応性の調査を行った。

2. 実験概要

表-1 に、調査したプラントのその配合を示す。表より、対象は、北東北地方(青森県、秋田県、岩手県)にあるプラントであり、青森 7 工場、秋田 8 工場および岩手 7 工場

の計 22 工場である。供試体としたコンクリートは、それぞれの工場において一般構造物と PC 構造物に適用される、呼び強度 24 と 40 の配合を対象とした。よって、供試体としての条件は、計 44 条件である。なお、骨材以外の材料(セメントと混和剤)も各プラントで使用されているものに合わせた。次に、ASR 促進試験は、外部から NaCl が供給される状況を想定し考案された SSW 試験に準拠²⁾して行った。測定は、材齢 1、7、14、28、61、91、126、154、182 日の計 9 回を基準とし、反応性を示したものは 14 日間隔で膨張量を測定した。図-1 に、測定状況を示した。供試体形状は、直径 100mm×高さ 200 mm の円柱供試体であり、膨張量をコンタクトゲージ(基長 100mm)により測定した。

3. 実験結果と考察

図-2 に、(a)青森県、(b)秋田県、(c)岩手県それぞれの SSW 試験結果を示す。図より、まず、結果として、各県に ASR を示す骨材が存在することが判明した。次に、呼び強度に着目すると膨張量は、呼び強度 24 よりも呼び強度 40 の方が膨張量が大きい。これは、呼び強度 40 の方が水セメント比は小

さく、セメント量が多いためその分アルカリ量が多く ASR が促進されたと考えられる。県別に着目すると、ASR を示したプラント数や ASR が生じるまでの促進日数が同様な傾向にはないことがわかる。青森県は、促進 91 日を経過した頃から膨張を示す供試体が多く、これに対して、秋田県、岩手県は促進 91 日より前に膨張を示す供試体が多い。また、膨張量の増加傾向についても急激な膨張を続けるものや膨張が数週間で収束するものと様々であった。以上より、本調査の結果のまとめとして ASR タイプを分類し評価した。表-2 に、本調査で定めた分類の定義を示す。表より、ASR の膨張の程度は、 2000μ を境界とし、これを超える膨張を急速 (R)、 2000μ 以下で収束したものを緩速 (S) とした。また膨張量が 500μ 以下の場合は反応性なしとして OK とした。反応の開始時期は促進 91 日を境界としこれより前は早期 (e)、以降は遅延 (l) とした。表-3 に、分類した結果を示す。表中にはタイプの割合を合わせて示した。表より、OK の割合は青森県が低く、また、ASR タイプは、青森県が S-e と R-l、秋田県と岩手県が S-l、R-e の割合が高いという結果であった。隣接する 3 県であっても ASR タイプが異なる傾向を示すことが明らかとなった。北東北 3 県では、S-e が 5%、S-l が 16%、R-e が 11%、R-l が 14%、および OK が 55% という結果で今回調査したプラントの約半数で ASR 反応性を示し、R と S-l というタイプの骨材の割合が高いことが判明した。

4. まとめ

北東北 3 県の ASR 反応性を調査した結果、ASR が 22 工場中 11 工場で認められた。今後は、この種の骨材を有効に利用するため、反応があった骨材に対してフライアッシュや高炉スラグを混和した場合の抑制効果を評価するとともに、南東北 3 県に対しても同様の調査を行う予定である。

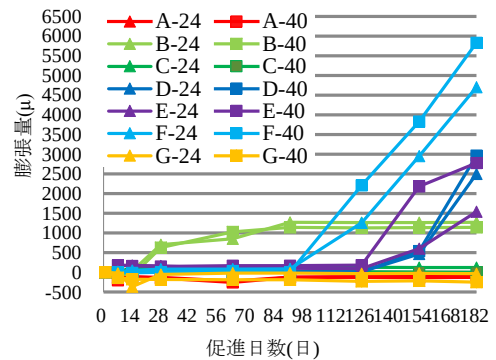
表-2 ASR タイプの分類記号

	急速	緩速
早期	R-e	S-e
遅延	R-l	S-l

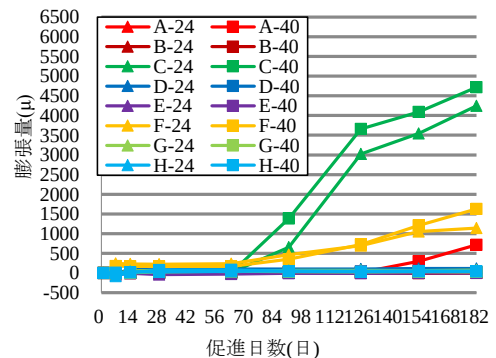
謝辞：本調査は、国土交通省東北地方整備局技術管理課と、青森、秋田、岩手それぞれの生コンクリート工業組合の協力により実施した。ここに記し謝意を表します。

【参考文献】1)前島拓他：凍結防止剤散布下におけるコンクリートの ASR 特性とその対策に関する実験的検討、第 69 回セメント技術大会講演要旨、pp.220-221(2015)

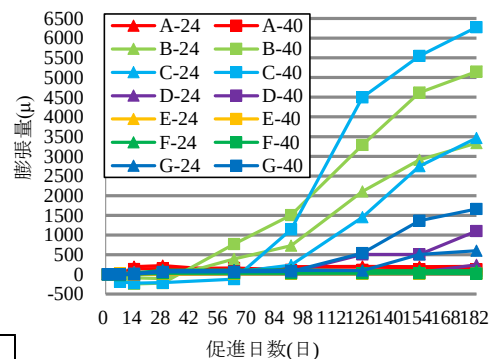
2)三浦尚他：外部から侵入する塩化ナトリウムがアルカリ骨材反応に及ぼす影響、第 47 回セメント技術大会講演集、pp.432-437(1993)



(a) 青森県



(b) 秋田県



(c) 岩手県

図-3 SSW 試験結果

表-3 ASR タイプの評価

県	プラント	呼び強度		県	プラント	呼び強度		県	プラント	呼び強度	
		24	40			24	40			24	40
青森	A	OK	OK	秋田	A	OK	S-l	岩手	A	OK	OK
	B	S-e	S-e		B	OK	OK		B	R-e	R-e
	C	OK	OK		C	R-e	R-e		C	R-l	R-e
	D	R-l	R-l		D	OK	OK		D	OK	S-l
	E	S-l	R-l		E	OK	OK		E	OK	OK
	F	R-l	R-l		F	S-l	S-l		F	OK	OK
	G	OK	OK		G	OK	OK		G	S-l	S-l
全体	S-e	14 %		全体	S-e	0 %		全体	S-e	0 %	
	S-l	7 %			S-l	19 %			S-l	21 %	
	R-e	0 %			R-e	13 %			R-e	21 %	
	R-l	36 %			R-l	0 %			R-l	7 %	
	OK	43 %			OK	69 %			OK	50 %	
全体		S-e : 5%	S-l : 16%			R-e : 11%	R-l : 14%			OK : 55%	