

지역별의 알칼리 골재 반응 분석에 관한 연구

A Study on the Analysis of Alkaline Aggregate Response by Region

이재삼¹ · 민태범^{2*}

Lee Jae Sam¹ · Min, Tae-Beom^{2*}

Abstract

Rough stones of aggregates used as concrete aggregates for 6 regions in Korea were sampled and the reactivity of alkali aggregates was analyzed using chemical analysis method and mortar rod method.

키 워 드 : 골재, 알칼리 골재반응, 콘크리트

Keywords : aggregate, alkali aggregate reaction, concrete

1. 서 론

알칼리골재 반응이란 포틀랜드 시멘트의 알칼리 성분인 Na⁺, K⁺ 등이 경화된 콘크리트 내부에 존재하면서 골재에 포함된 반응성 실리카와 만나 팽창성 반응겔(gel)을 생성하는 반응으로 팽창성 균열이 발생함으로 콘크리트의 이상 반응을 일으키고 내구성에 악 영향을 미칠 수 있다. 따라서 국내 6개지역에 대한 콘크리트용 골재로 사용되고 있는 골재의 원석을 샘플링하여 알칼리골재 반응성에 대해 화학적 분석 방법과 모르타르봉법을 이용하여 분석하였다.

2. 실험방법 및 실험결과

2.1 실험방법

본 연구의 화학적 방법에 의한 실험계획 및 방법은 표 1과 같다. 사용재료로서 2020년 골재자원조사 지역 중 산림 및 선별·파쇄골재의 85종을 대상으로 KS F 2545 골재의 알칼리-골재 잠재반응 시험방법(화학적 방법)에 따라 시험을 실시하고 ASTM C 289 및 JIS A 5309에 따라 유해성 판정을 수행하였다.

시험결과 알칼리 골재 잠재 가능성을 선정하는 기준은 ASTM C 289에서 제시된 알칼리 골재 잠재 가능성 비교를 위한 그래프에서 유해한 골재 또는 알칼리 골재 잠재 가능성이 있는 지역에 위치하거나 JIS A 5308에서 제시된 $Sc \geq 10\text{mmol}$ 이고, $Rc < 700\text{mmol}$ 일 때 $Rc \leq Sc$ 일 경우 유해 가능성이 있는 것으로 분류하였다.

모르타르봉 시험에 사용된 시료는 알칼리골재 반응가능성이 높은 시료를 대상으로 ASTM C 1260 에서 규정하는 골재의 크기에 따라 시험을 실시하였다. 즉, 골재, 시멘트 및 물을 혼합한 모르타르를 몰드에 넣은 후 습윤조건(25 ± 3) °C RH(95%)에서 24 ± 2시간 동안 1차 양생을 수행하였으며, 몰드에서 분리한 모르타르바를 80°C의 물속에 넣어 24 ± 2 시간 동안 유지한 후 80°C 1 N NaOH 용액에 넣어 5, 10, 14일이 경과한 시점의 길이변화를 측정하였다.

표 1. 실험계획 및 방법

번호	조사지역	시료구분	시료수		시험방법
			계획	수행	
1	괴산군	산림골재 선별·파쇄 골재	17	17	KS F 2545 ASTM C 289 JIS A 5309
2	가평군		14	14	
3	고양시		10	10	
4	광주시(경기)		14	14	
5	합천군		23	23	
6	속초시		7	7	
합계			85	85	

1) 한국골재산업연구원, 연구위원

2) 한국골재산업연구원, 책임연구원, 교신저자(tbmin@ark.re.kr)

2.2 실험결과

골재의 알칼리 반응성 조사 및 분석 시료 85개 중 KS F 2545 골재의 알칼리 잠재반응 시험방법(화학 적 방법)을 통하여 ASTM C 289 유해성 판정기준도표 및 JIS A 5308에서 제시된 기준과 근접하거나 용해실리카량(Sc)이 높아 알칼리 골재 잠재 가능성이 예상되는 골재는 총 4개(4.71%)로 확인되었다.

표 2. 지역별 알칼리골재 잠재가능성 시험결과

No	Sc	Rc	Sc/Rc	No	Sc	Rc	Sc/Rc	No	Sc	Rc	Sc/Rc	No	Sc	Rc	Sc/Rc	No	Sc	Rc	Sc/Rc	No	Sc	Rc	Sc/Rc
1	19.57	85.11	0.23	16	13.43	42.01	0.32	31	15.43	4528	0.34	46	21.00	92.08	0.23	61	22.14	109.06	0.20	76	29.00	114.60	0.25
2	14.86	50.12	0.30	17	15.43	110.24	0.14	32	21.43	32.67	0.66	47	36.57	89.15	0.41	62	17.00	189.47	0.09	77	43.00	114.45	0.38
3	25.00	105.36	0.24	18	26.43	38.63	0.68	33	32.71	50.04	0.65	48	30.29	88.03	0.34	63	18.57	67.91	0.27	78	23.29	57.03	0.41
4	10.43	89.99	0.12	19	16.00	29.59	0.54	34	29.71	80.51	0.37	49	46.29	72.01	0.64	64	18.14	97.88	0.19	79	15.00	196.89	0.06
5	16.86	45.20	0.37	20	19.43	35.24	0.55	35	14.71	177.80	0.08	50	20.86	267.07	0.08	65	15.00	141.24	0.11	80	15.57	143.19	0.11
6	23.43	81.88	0.29	21	25.00	45.14	0.55	36	16.57	143.23	0.17	51	13.14	23.69	0.55	66	35.14	161.80	0.22	81	6.00	197.39	0.03
7	25.57	46.45	0.55	22	15.71	56.62	0.28	37	23.29	61.15	0.38	52	15.43	93.75	0.16	67	23.14	99.49	0.23	82	30.29	64.47	0.47
8	21.43	78.58	0.27	23	25.14	27.12	0.93	38	26.29	132.69	0.20	53	17.00	88.95	0.19	68	25.14	84.80	0.30	83	20.86	55.83	0.37
9	25.86	107.67	0.24	24	26.57	95.20	0.28	39	18.29	104.86	0.27	54	24.86	73.18	0.34	69	15.14	41.72	0.36	94	28.57	71.21	0.40
10	15.71	160.35	0.10	25	16.71	24.43	0.68	40	15.43	57.98	0.12	55	12.57	69.79	0.18	70	19.00	56.44	0.34	85	11.86	131.99	0.09
11	16.43	114.40	0.14	26	24.86	61.61	0.40	41	17.86	117.61	0.15	56	11.14	11.52	0.97	71	19.71	52.86	0.37				
12	21.43	47.89	0.45	27	16.57	65.08	0.25	42	21.71	61.18	0.35	57	24.86	63.91	0.39	72	29.14	88.65	0.33				
13	17.71	76.45	0.23	28	16.00	161.41	0.10	43	31.43	93.25	0.34	58	23.14	54.72	0.42	73	21.14	87.22	0.24				
14	34.86	36.29	0.96	29	30.57	78.65	0.39	44	18.71	98.80	0.19	59	19.71	13.59	1.45	74	27.14	134.28	0.20				
15	19.29	25.36	0.76	30	18.57	52.70	0.35	45	19.00	126.86	0.15	60	22.86	66.65	0.34	75	28.00	90.62	0.31				

·Sc : 용해실리카량
·Rc : 알칼리농도 감소량

표 3. 길이변화를 시험결과

No	길이변화 값(mm)				길이변화율(%)	No	길이변화 값(mm)				길이변화율(%)	No	길이변화 값(mm)				길이변화율(%)	No	길이변화 값(mm)				길이변화율(%)
	원시료	5일	10일	14일			원시료	5일	10일	14일			원시료	5일	10일	14일			원시료	5일	10일	14일	
1	287.9	288.1	288.3	288.4	0.16	6	288.8	289.0	289.1	289.1	0.09	11	286.9	287.2	287.3	287.3	0.13	16	289.1	289.3	289.4	289.4	0.09
	286.5	286.7	286.9	287.0	0.15		288.9	289.1	289.1	289.2	0.10		286.8	287.1	287.1	287.1	0.11		289.2	289.4	289.5	289.5	0.09
	286.1	286.3	286.4	286.5	0.14	7	286.8	286.9	287.0	287.0	0.09	12	287.4	287.6	287.7	287.7	0.11	17	285.8	286.0	286.0	286.0	0.09
	286.6	286.7	286.9	287.0	0.14		286.9	287.0	287.1	287.1	0.08		289.1	289.3	289.4	289.4	0.10		285.8	285.9	286.0	286.0	0.07
	286.8	287.0	287.0	287.0	0.06		8	290.4	290.6	290.6	290.7		0.10	13	285.1	285.3	285.3		285.3	0.08	18	286.8	287.0
286.8	287.0	287.0	287.0	0.06	288.4	288.7		288.7	288.7	0.09	287.8	288.0	288.0		288.1	0.09	287.3	287.6	287.7	287.7		0.13	
4	285.1	285.2	285.2	285.2	0.03	9	288.4	288.5	288.5	288.6	0.06	14	285.1	285.2	285.2	285.2	0.03	19	287.5	287.7	287.8	287.8	0.12
	285.1	285.2	285.2	285.2	0.03		288.5	288.7	288.7	288.7	0.05		286.0	286.2	286.2	286.2	0.07		287.4	287.7	287.7	287.8	0.13
5	287.7	287.9	288.1	288.1	0.15	10	287.2	287.4	287.4	287.5	0.10	15	285.0	285.0	85.1	285.1	0.03	20	286.5	286.7	286.8	286.8	0.08
	285.0	285.0	285.2	285.3	0.08		287.3	287.5	287.5	287.5	0.09		285.1	285.1	285.1	285.1	0.02		293.5	293.7	293.8	293.8	0.10

3. 결 론

알칼리골재 조사 분석 시료 85개 골재시료 중 화학법에서 알칼리골재 잠재가능성이 높은 골재와 CaCO3 함량이 높은 골재를 모르타르봉 시험방법으로 측정한 결과를 분석한 결과이다. 알칼리골재 반응 조사를 위한 85개 골재 시료중 알칼리골재 반응성이 높은 골재와 CaCO3 함량이 높은 골재 20종을 대상으로 ASTM C 1260 모르타르봉의 길이변화 시험을 실시한 결과 시험기준인 0.1% 이상 길이가 증가하여 알칼리골재 잠재가능성이 확인된 골재는 20종 중 50%인 10종(괴산 4종, 가평1종, 합천5종)으로 나타났다.

참 고 문 헌

1. 박상욱, 이현승, 송영환, 이광조. 콘크리트포장 알칼리 골재반응에 의한 구조물 손상원인 및 대책. 대한토목학회지. 2015 48~53.
2. 손영준, 하재담, 엄태선, 이종열. 국내외 알칼리골재반응 평가 방법에 관한 연구. 한국콘크리트학회. 2007. 605~609