

# 국내 쇄석골재를 사용한 모르타르 봉 및 콘크리트 각주 시험편의 알칼리-실리카 반응성 비교

## Comparison of Alkali-Silica Reactivity for Mortar Bar and Concrete Prism Specimens Using Crushed Aggregates in Korea

김성권 Kim, Seong-Kwon	강원대학교 공과대학 토목공학과 박사후과정 (E-mail: kimskwon@kangwon.ac.kr)
윤경구 Yun, Kyong-Ku	정회원 · 강원대학교 공과대학 토목공학과 교수 (E-mail: kkyun@kangwon.ac.kr)
허인 Hur, In	한국도로공사 기술심사처 처장 (E-mail: hi1026@ex.co.kr)

### ABSTRACT

**PURPOSES :** The purpose of this study is to compare the alkali-silica reactivity for mortar bar and concrete prism specimens using crushed aggregates of 5 types in Korea. And the alkali-silica reactivity for those aggregates are measured by chemical test method.

**METHODS :** The alkali-silica reactivity for those aggregates was measured by chemical test method of KS F 2545, mortar-bar test of KS F 2546, accelerated mortar-bar test method of ASTM C 1260 and concrete prism test method of ASTM C 1293, relatively.

**RESULTS :** The alkali-silica reactivity for those aggregates was verified by chemical test of KS F 2546 and accelerated mortar-bar test of ASTM C 1260. However, it was not by mortar-bar test of KS F 2546 and concrete prism test of ASTM C 1293.

**CONCLUSIONS :** The above results showed that relationship among the four test methods were very low. The results from 3 types of test methods using cement-aggregate combinations appeared to be different. Because the environmental conditions of test methods for measuring the alkali-silica reactivity such as equivalent alkali content(external source), humidity, temperature, and times were different though the aggregates were same. Moreover, alkali-silica reactivity showed the biggest impact when alkalis were supplied form outside and exposed to environmental conditions. The accelerated mortar-bar test method seems to be most appropriate test method for concrete structures exposed to alkali environment.

### Keywords

*alkali-silica reactivity, KS F 2545, KS F 2546, ASTM C 1260, ASTM C 1293*

Main Author : Kim, Seong Kwon, Researcher  
Department of Civil Engineering, Kangwon National University,  
ChunCheon, 200-701, Korea  
Tel : +82.33.250.6240 Fax : +82.33.255.6241  
email : kimskwon@kangwon.ac.kr

International Journal of Highway Engineering  
<http://www.ksre.or.kr/>  
ISSN 1738-7159 (Print)  
ISSN 2287-3678 (Online)

## 1. 서론

### 1.1. 논문개요

알칼리-실리카 반응을 평가할 수 있는 방법은 광물학적 분석, 골재의 알칼리 함유량 분석, 길이 변화 시험,

겔의 확인 등과 같이 골재를 대상으로 하는 방법과 시멘트와 골재의 혼합물을 이용하는 방법 그리고 반응 생성물을 확인하는 방법으로 구분된다[Kim,S.S., et al., 2010].

국내에서는 1990년대 초반까지는 국내 쇄석 골재를 대상으로 화학적 방법과 모르타르 붕 방법을 이용하여 화학적 방법으로는 반응성 골재의 존재를 확인하였으나 모르타르 붕 방법으로는 반응성 골재의 존재를 확인하지 못하였다[Lee, J.H., et al., 1993]. 그러나 1990년대 중반에는 모르타르 붕 방법으로도 일부 반응성 골재의 존재를 확인하였지만[Yoon, J.H., et al., 1994] 콘크리트 구조물의 피해 사례는 전무한 상황이었다. 그러나 국내에서도 2003년 서해안 고속도로 콘크리트 포장 구간에 알칼리-실리카 반응에 의한 피해 사례가 보고되었다[Hong, S.H., et al., 2003].

화학적 방법과 모르타르 붕 방법으로 국내 쇄석 골재에 대한 알칼리-실리카 반응 평가 결과 일부 골재에서 서로 다르게 판정되어 두 방법의 상관성이 낮은 것으로 나타났다[Lee, J.H., et al., 1993; Yun, K.K., et al., 2009; Yoon, J.H., et al., 1994]. 또한 모르타르 붕 방법으로는 반응성이 없던 골재가 축진 모르타르 붕 방법에서는 반응성이 있는 것으로 판정되었으며[Jun, S.S., et al., 2003] 축진 모르타르 붕 방법을 적용한 결과 국내 쇄석 골재에서도 반응성이 있는 골재를 다량 확인하였다[Yun, K.K., et al., 2008; Hong, S.H., et al., 2006]. 그러나 국내 쇄석 골재를 대상으로 현장 상황과 가장 유사한 결과를 나타낼 수 있는 장점을 가진 콘크리트 각주 방법을 적용하여 알칼리-실리카 반응성을 평가한 결과는 전무한 상황이다.

따라서 본 논문에서는 국내 쇄석 골재의 알칼리-실리카 반응성을 평가하기 위하여 화학적 방법 및 모르타르 붕 방법과 병행하여 콘크리트 각주 방법을 적용하였으며 시험방법에 따라 동일한 골재에 대한 알칼리-실리카 반응성 판정결과를 비교·분석하고자 하였다.

## 1.2. 알칼리-골재 반응의 발생조건 및 시험방법

알칼리-골재 반응은 콘크리트 구조물을 화학적으로 열화시키는 현상으로 콘크리트의 체적팽창을 유발하여 망상형 균열이나 철근 구속방향으로 평행한 균열을 초래한다. 알칼리-골재 반응은 Fig. 1과 같이 시멘트(또는 콘크리트) 내부에 존재하거나 외부로부터 유입되는 알칼리 이온( $Na^+$ ,  $K^+$  등)이 골재에 포함되어 있는 반응성(열역학적으로 준안정 상태) 실리카와 화학적으로 반응하여 새로운 생성물(반응성 겔)을 형성하고 주위의 온도가 높으면 이러한 반응이 촉진된다. 생성된 반응성 겔은 물을 흡수하고 팽창하여 콘크리트 구조물에 균열을 발생시키고 심할 경우에는 구조물 붕괴 가능성까지 내

포하고 있다.

알칼리-골재 반응 중 알칼리-실리카 반응에 의한 피해 사례가 세계적으로 가장 많이 보고되었으며 일부에서는 알칼리-실리카 반응을 콘크리트의 압으로 기술하였다[Graham West, 1996]. 또한 알칼리-실리카이트 반응과 알칼리-탄산염 반응에 의한 피해 사례는 일부 보고된 것에 불과하여 알칼리-골재 반응은 통상적으로 알칼리-실리카 반응을 의미한다. 알칼리-실리카 반응은 1930년대 미국에서 최초로 보고된 이후 지속적인 연구 결과로 골재의 알칼리 잠재 반응 시험방법이 ASTM에 제정되어 있다. 국내에서도 전 세계적으로 광범위하게 사용되고 있는 ASTM을 적용하여 1982년 화학적 방법과 모르타르 붕 방법, 1993년 JIS를 적용한 신속법, 2005년 축진 시험방법을 적용한 콘크리트 방법이 제정되었다.

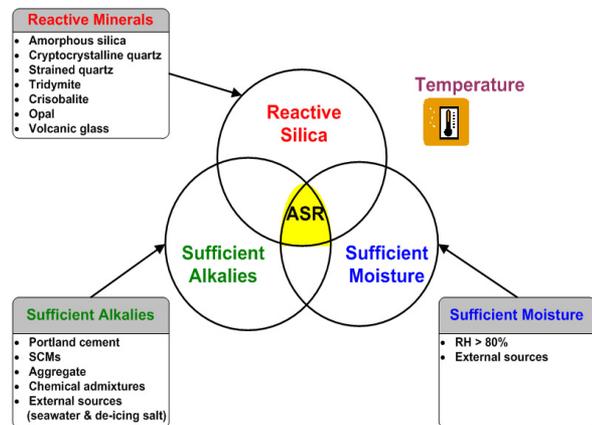


Fig. 1 Condition to Cause AAR

Table 1은 국내·외에서 주로 사용되는 알칼리-실리카 반응성 시험방법을 평가 대상에 따라 골재, 시멘트-골재 혼합물, 알칼리-실리카 겔로 구분하여 정리한 것이다. 골재의 알칼리-실리카 반응을 평가할 수 있는 방법이 다양한 것을 확인할 수 있다.

Table 1. Standard Test Methods

Type Methods	Aggregate	Cement-Aggregate Combination		Gel Identification
		Mortar	Concrete	
Standard Test Method	KS F 2545	KS F 2546	KS F 2585	ASTM C 856
	JIS A 1145	KS F 2825	ASTM C 1293	Los Alamos-
	ASTM C 289	JIS A 1146	RILEM AAR-3	Staining Method
	ASTM C 295	ASTM C 227	RILEM AAR-4	(Powers, 1999)
	RILEM AAR-1	ASTM C 1260		
		RILEM AAR-2		

## 2. 실험계획 및 방법

### 2.1. 실험재료

#### 2.1.1. 시멘트

시멘트는 국내 S사의 1종 보통 포틀랜드 시멘트 제품으로 등가알칼리 함량이 0.74%(=Na<sub>2</sub>O+0.658K<sub>2</sub>O)로서 저알칼리 시멘트 기준(0.6% 이하)을 만족하지는 못하나 골재의 알칼리-실리카 반응성을 평가할 수 있는 제품이다. Table 2는 시멘트의 화학적인 특성을 나타낸 것이다.

Table 2. Chemical Composition of OPC

	SiO <sub>2</sub> (%)	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (%)	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (%)	CaO (%)	MgO (%)	SO <sub>3</sub> (%)	Na <sub>2</sub> Oeq (%)		TiO <sub>2</sub> (%)	
							K <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> O		
OPC	21.54	5.60	3.38	62.59	2.70	1.96	0.74	1.05	0.05	-

#### 2.1.2. 골재

골재는 알칼리-실리카 반응에 의한 대규모 파손이 발생한 서해안 고속도로 콘크리트 포장 구간에 위치한 충남 보령의 폐석산에서 5종을 채취하여 사용하였다. 골재의 암석학적인 분석결과는 Table 3과 같다.

## 2.2. 실험방법

국내 채석 골재의 알칼리-실리카 반응성을 평가하기 위하여 화학적 방법으로 KS F 2545, 모르타르 붕의 길이 변화를 측정하는 방법으로 KS F 2546과 ASTM C 1260 그리고 콘크리트 각주의 길이 변화를 측정하는 방법으로 ASTM C 1293을 적용하였다.

### 2.2.1. KS F 2545 화학적 시험방법

KS F 2545 화학적인 시험방법은 1일 후 골재에서 용해된 실리카량(Sc)과 알칼리 농도 감소량(Rc)의 비율 그리고 도표를 이용하여 골재의 알칼리-실리카 반응성을 판정한다.

### 2.2.2. KS F 2546 모르타르 붕 시험방법

KS F 2546 모르타르 붕 시험방법은 재령 6개월에 알칼리-실리카 반응에 의한 모르타르의 길이 변화를 측정하여 팽창률이 0.1% 이상이면 반응성 있음으로, 0.1% 미만이면 반응성 없음으로 판정하도록 한다. 다만, 재령 3개월에서 0.05% 이상으로 측정된 경우에는 그 시점에서 반응성 있음으로 판정할 수 있지만 0.05% 미만으로 측정된 경우에는 재령 6개월까지 시험을 지속한 후 판정한다.

### 2.2.3. ASTM C 1260 촉진 모르타르 붕 시험방법

ASTM C 1260 촉진 모르타르 붕 시험방법은 재령 14일(타설 후 16일)에 알칼리-실리카 반응에 의한 모르타르의 길이 변화를 측정하여 팽창률이 0.2% 이상이면 반응성 있음으로, 0.1% 미만이면 반응성 없음으로, 0.1~0.2%이면 잠재 반응성이나 재령 28일까지의 길이 변화를 측정 후 판정한다.

### 2.2.4. ASTM C 1293 콘크리트 각주 시험방법

ASTM C 1293 콘크리트 각주 시험방법은 재령 1년에 알칼리-실리카 반응에 의한 콘크리트 각주의 길이 변화를 측정하여 팽창률이 0.04% 이상이면 반응성 있음으로 0.04% 미만이면 반응성 없음으로 판정한다.

콘크리트 배합은 단위 시멘트량 420±10kg/m<sup>3</sup>, 물-시멘트비 42~45%이며, 굵은 골재는 최대 치수 19mm 이고 완전 건조된 상태로 70±0.2%를 사용하며 굵은 골재의 입도분포는 Table 4와 같다. 또한 시멘트의 등가알칼리 함량을 계산하여 콘크리트의 등가알칼리 함량이 1.25%가 되도록 NaOH를 배합수에 일정량을 첨가하여 혼입한다.

콘크리트 각주의 크기는 75×75×85mm로 3개/조로 제작하며, 콘크리트 각주의 양 끝단에는 길이 변화 측정을 위한 스티드를 설치한다.

콘크리트 타설 후 23°C가 유지되는 항온·항습기에서

Table 3. Lithological Properties of Aggregates

Composition Type	SiO <sub>2</sub> (%)	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (%)	TiO <sub>2</sub> (%)	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (%)	MnO (%)	MgO (%)	CaO (%)	Na <sub>2</sub> O (%)	K <sub>2</sub> O (%)	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (%)	LOI (%)	Total (wt.%)
Siltstone	60.48	19.61	0.85	7.83	0.05	1.76	0.38	0.82	3.79	0.15	3.64	99.34
Mudstone	54.66	22.77	0.69	9.51	0.05	1.52	0.41	0.37	4.95	0.26	4.17	99.36
Felsic vitric tuff	73.04	14.30	0.16	1.76	0.03	0.72	0.72	0.72	0.73	5.07	0.05	99.67
Andesite-1	69.35	15.37	0.33	2.00	0.03	0.88	2.01	4.04	4.05	0.08	1.18	99.33
Andesite-2	54.32	16.80	1.17	8.16	0.21	3.15	4.26	5.24	1.01	0.47	5.20	99.98

24시간 동안 양생한다. 24시간 양생된 콘크리트는 몰드에서 분리하여 콘크리트 각주의 길이를 버어니어 캘리퍼스로 0.002mm까지 측정한다. 또한, 콘크리트 각주의 양 끝단에 설치된 스테드까지의 길이를 0.01mm까지 측정 가능한 다이얼 게이지가 설치된 길이 변화 측정기로 양생 전 길이를 측정한다.

초기 측정이 완료된 콘크리트 각주는 밀폐용 반응조를 이용하거나 충분히 적힌 부직포로 감싼 후 폴리프로필렌 밀폐 용기에 넣고 38±2°C가 유지되는 항온기에서 길이 변화를 유도한다. 영점 길이 변화 측정 후 콘크리트 각주의 길이 변화는 재령 7일, 28일, 56일 그리고 3, 6, 9, 12개월에 측정하고 필요하다면 6개월마다 측정하며 콘크리트의 상태 및 균열 발생 여부를 육안으로 확인한다.

ASTM C 1293 콘크리트 각주 시험방법은 일반적인 환경에서 1년 동안 수행하여야 하며, 1년 전에 사용되었던 골재가 최근에 사용되는 골재를 대표한다고 판단하기에 곤란하다는 단점을 지니고 있다. 그러나 다른 시험방법에 비하여 현장 상황과 가장 유사한 결과를 나타내며 골재 자체나 모르타르가 아닌 콘크리트를 대상으로 알칼리-실리카 반응성을 평가하기 때문에 실제 콘크리트 구조물을 모사할 수 있다는 장점을 가지고 있다.

Table 4. Requirement of Aggregate for ASTM C 1293

Sieve size (mm)		Mass (%)
Passing	Retained on	
19.0	12.5	33
12.5	9.5	33
9.5	4.75	33

### 3. 실험결과 및 고찰

#### 3.1. KS F 2545 시험결과 및 고찰

KS F 2545 화학적 시험결과는 Fig. 2와 같다. 실트암(Siltstone; ①), 이암(Mudstone; ②), 규장질유리질응회암(Felsic vitric tuff; ③)은 잠재유해로 판정할 수 있으며, 안산암-1(Andesite-1; ④)과 안산암-2(Andesite-2; ⑤)는 유해로 판정할 수 있다.

#### 3.2. KS F 2546 시험결과 및 고찰

KS F 2546 모르타르 봉 시험결과는 Fig. 3과 같다. 5종 골재 모두 재령 3개월의 팽창률이 0.05% 미만이며, 재령 6개월의 팽창률도 0.1% 미만이므로 반응성 없음으로 판정할 수 있다.

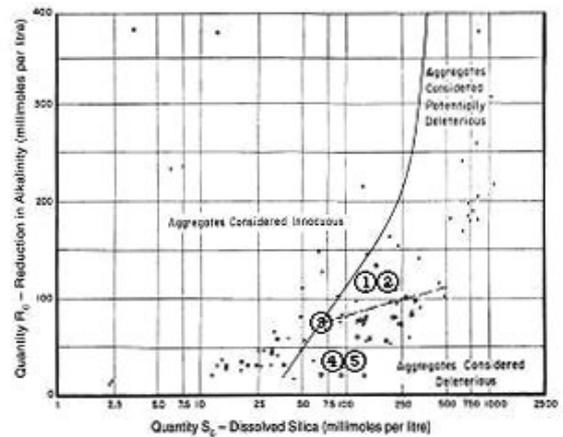


Fig. 2 Result of KS F 2545

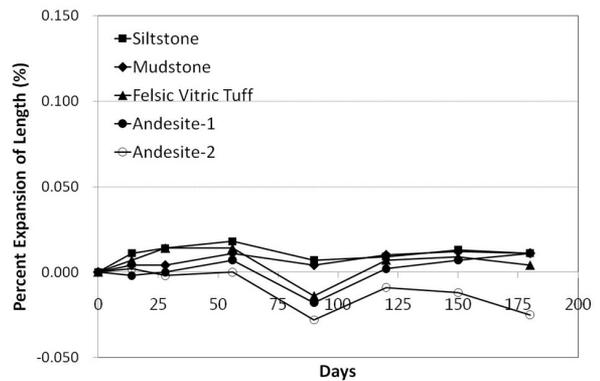


Fig. 3 Result of KS F 2546

일부 골재에서는 재령에 따라 모르타르 봉의 길이가 줄어들어 수축하는 현상을 보이고 있다. 이는 모르타르 봉의 길이 팽창을 유도하는 기간 동안 저장 용기 내 모르타르 봉이 수면과 접촉하지 않은 상태로 거치되어 있으므로 건조수축에 의한 영향으로 판단된다.

#### 3.3. ASTM C 1260 시험결과 및 고찰

ASTM C 1260 축진 모르타르 봉 시험결과는 Fig. 4와 같다. 실트암과 이암은 재령 14일의 팽창률이 0.2% 이상이므로 반응성 있음으로 안산암-2는 팽창률이 0.1% 미만이므로 반응성 없음으로 판정할 수 있다. 규장질유리질응회암과 안산암-1은 팽창률이 0.1~0.2% 이므로 잠재 반응성이나 재령 28일의 팽창률이 0.2% 이상이므로 반응성 있음의 경향을 보이고 있다.

모르타르 봉이 1N NaOH 수용액에 수침되어 있어 외부로부터의 알칼리 공급이 지속적으로 이루어지므로 모든 골재에서 재령이 증가할수록 모르타르 봉의 팽창률이 증가하는 경향을 보이고 있다. 만약 재령 28일을 기준으로 고려한다면 안산암-2를 제외한 4종의 골재 모두 반응성 있음으로 판정할 수 있으며, 안산암-2의 경

우에도 잠재 반응성에 가까운 팽창을 보이고 있다. 또한, 재령 28일 이후에는 5종 골재 모두 잠재 반응성 이상으로 판정될 가능성이 높을 것으로 판단된다.

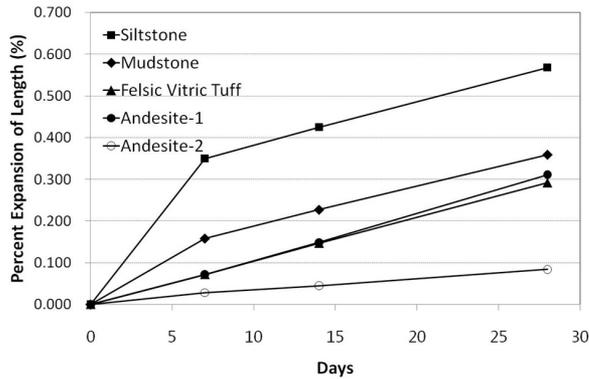


Fig. 4 Result of ASTM C 1260

### 3.4. ASTM C 1293 시험결과 및 고찰

ASTM C 1293 콘크리트 각주 시험결과는 Fig. 5와 같다. 5종 골재 모두 재령 12개월의 팽창률이 0.04% 미만이므로 반응성 없음으로 판정할 수 있다.

일부 골재에서는 재령에 따라 콘크리트 각주의 길이가 줄어들어 수축하는 현상을 보이고 있다. 이는 콘크리트의 길이 팽창을 유도하는 기간 동안 폴리프로필렌 밀폐 용기 내 콘크리트 각주를 충분히 적신 부직포로 감싸 두었지만 상대습도를 100%로 유지하지 못하여 건조수축에 의한 영향으로 판단된다.

이암과 안산암-2의 경우 재령 12개월에서의 최종 팽창률은 0.04% 미만으로 알칼리-실리카 반응성이 없는 것으로 판정되었지만 재령 9개월과 12개월에서 상대적으로 콘크리트의 팽창률이 각각 0.036%, 0.039% 증가하여 만약 건조수축의 영향을 배제할 수 있다면 알칼리-실리카 반응성 판정 결과에 영향을 미칠 수 있을 것으로 판단된다.

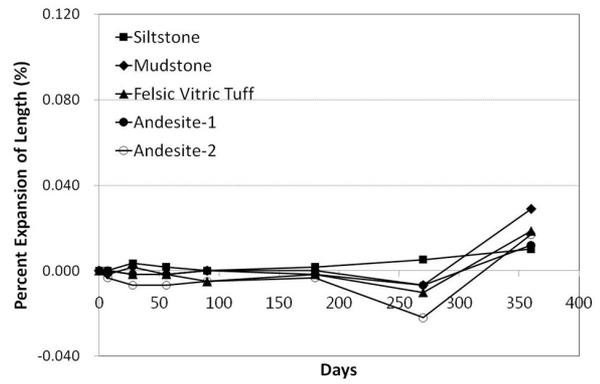


Fig. 5 Result of ASTM C 1293

### 3.5. 시험방법에 따른 비교·고찰

국내 쇄석 골재 5종을 대상으로 각각의 시험방법에 따른 결과를 Table 5에 나타내었다. KS F 2545 화학적 시험방법과 ASTM C 1260 촉진 모르타르 봉 시험방법에서만 반응성 골재를 확인할 수 있으며 KS F 2546 모르타르 봉 시험방법과 ASTM C 1293 콘크리트 각주 방법에서는 반응성 골재를 확인할 수 없었다.

KS F 2546 모르타르 봉 시험방법에는 KS F 2545 화학적 시험방법으로 유해 판정을 받은 골재라도 모르타르 봉 시험방법에서 반응성이 없는 것으로 판정되면 후자를 따르도록 기술되어 있으므로 대상 골재 5종 모두 반응성 없음으로 판정할 수 있다.

시멘트-골재 혼합물을 이용하는 시험방법 중에는 ASTM C 1260 촉진 모르타르 봉 방법에서만 4종의 골재에서 잠재 반응성 이상으로 판정되었다.

KS F 2546은 ASTM C 227를 적용한 시험방법으로 국내 쇄석 골재에 대하여 적용 여부의 타당성에 관한 연구결과가 부족한 상태로 제정되었다. 또한, ASTM C 227의 경우 유해한 팽창이 뚜렷하게 나타나지 않을 수 있다고 지적받고 있으며 특히 탄산염 골재에 대해서는 적합하지 않기 때문에 신뢰할 수 없는 시험방법으로 간

Table 5. Result of Test Methods for Aggregates, Respectively

Test Method Type of Agg.	Result of Test Methods			
	Aggregate	Cement-Aggregate Combination (Expansion of Length)		
	Chemical Method	Mortar-Bar Method		Concrete Method
	KS F 2545	KS F 2546	ASTM C 1260	ASTM C 1293
Siltstone	possible reactive	non reactive	reactive	non reactive
Mudstone	possible reactive	non reactive	reactive	non reactive
Felsic vitric tuff	possible reactive	non reactive	possible reactive	non reactive
Andesite-1	reactive	non reactive	possible reactive	non reactive
Andesite-2	reactive	non reactive	non reactive	non reactive

Table 6. Differences of Test Conditions Between Test Methods

Test Methods Contents	KS F 2545	KS F 2546	ASTM C 1260	ASTM C 1293
Type of test	Chemical	Mortar bar	Mortar bar	Concrete prism
Testing	Aggregate	Expansion	Expansion	Expansion
Type of particles	Fine or crushed coarse	Fine	Fine	Coarse or fine
Size of Sample or specimen(mm)		25.4×25.4×254	25.4×25.4×285	75×75×285
Alkali content (% Na <sub>2</sub> Oeq) L=Limited UL=Unlimited		L: Na <sub>2</sub> Oeq of cement	UL: immersed in 1N NaOH solution	L: 1.25%(+NaOH)
Humidity		Put specimens between 25mm upper water in container	Immersed in NaOH solution	As closed to 100% as possible(reactor) or Wrapped in damp cotton cloth and further double wrapped in polythene
Temp.(°C)		38±2°C	80±2°C	38±2°C
Criteria	S <sub>C</sub> /R <sub>C</sub>	0.1% (0.05%)	0.2% < 0.1%~0.2% < 0.1%	0.04%
Time	2days	6months(3months)	14days	12months

주되고 있는 실정이다(Jun,S.S., 2006).

KS F 2546과 ASTM C 1293의 경우에는 길이 변화 유도 기간에 모르타르 봉과 콘크리트 각주에서 각각 건조수축이 발생되어 일부 재령에서는 수축하는 경향을 보이고 있지만 상대습도를 100%로 유지하여 건조수축의 영향을 배제할 수 있다면 알칼리-실리카 반응성 판정 결과에 영향을 미칠 수 있을 것으로 판단된다.

Table 6은 시험방법에 따른 시험조건을 나타낸 것이다. 알칼리-실리카 반응을 발생시키기 위한 조건은 Figure 1과 같다. 골재에 포함되어 있는 반응성 실리카 성분, 내부 또는 외부로부터의 알칼리 량 그리고 충분한 수분의 공급이 필수적이다. 따라서 동일한 골재를 사용하더라도 각각의 시험방법에 따라 등가 알칼리 함량, 외부로부터 공급되는 알칼리의 종류 및 농도, 습도, 온도의 차이가 발생되며 알칼리-실리카 반응성을 판정하기 위하여 소요되는 기간도 각기 다르므로 알칼리-실리카 반응성이 서로 다르게 판정되었다.

보령 폐석산에서 채취한 5종의 임의의 쇄석 골재를 대상으로 4종류의 시험방법에 따라 알칼리-실리카 반

응성을 평가하였으나 시험방법에 따라 그 결과가 서로 다르게 판정될 수 있다는 것을 확인하였다. 그러나 외부로부터 공급되는 알칼리의 영향과 같이 노출환경 조건이 알칼리-실리카 반응에 가장 큰 영향을 미치는 것으로 나타났으므로 촉진 모르타르 봉 방법이 콘크리트 구조물에 가해질 수 있는 노출 환경을 가장 적절하게 모사할 수 있는 것으로 판단된다.

#### 4. 결론

국내 쇄석 골재의 알칼리-실리카 반응성을 평가하기 위하여 대규모 피해 사례가 발생한 구간에 위치한 보령 폐석산에서 채취한 5종의 골재를 대상으로 KS F 2545 화학적 방법, KS F 2546 모르타르 봉 방법, ASTM C 1260 촉진 모르타르 봉 방법 그리고 ASTM C 1293 콘크리트 각주 방법을 적용한 결과 다음과 같은 결론을 도출하였다.

1. KS F 2545 화학적 시험방법에서는 5종의 골재 모두 잠재 반응성 이상으로 판정되었으나 KS F 2546 모르타르 봉 시험방법에서는 5종의 골재 모두 반응성

- 없음으로 판정되어 5종 골재 모두 반응성 없음으로 판정할 수 있다.
2. ASTM C 1260에서는 5종의 골재 중 실트암과 이암은 반응성 있음으로 안산암-2는 반응성 없음으로 규장질유리질응회암과 안산암-1은 잠재 반응성으로 판정되었으나 반응성 있음의 경향을 보이고 있다.
  3. ASTM C 1293에서는 5종의 골재 모두 반응성 없음으로 판정되었다.
  4. 동일한 모르타르 붕을 이용한 KS F 2546과 ASTM C 1260은 모르타르 붕의 길이 변화를 유도하는 기간 동안 외부로부터 유입되는 알칼리 및 농도, 습도, 온도와 같은 시험조건 차이로 알칼리-실리카 반응성 판정 결과가 서로 다르게 나타났다.
  5. 동일한 골재를 대상으로 평가한 결과 시험방법에 따라 알칼리-실리카 반응성이 서로 다르게 판정되어 시험방법에 따른 상관성이 낮은 것으로 나타났다.
  6. 외부로부터 공급되는 알칼리의 영향이 알칼리-실리카 반응에 가장 큰 영향을 미치는 것으로 나타나 촉진 모르타르 붕 방법이 콘크리트 구조물에 가해질 수 있는 노출환경 조건을 가장 적절하게 모사할 수 있을 것으로 판단된다.
  7. 향후 알칼리-실리카 반응으로 파손이 발생한 콘크리트 구조물로부터 채취한 반응성 골재를 대상으로 시험방법에 따른 정량적인 분석이 이루어져야 할 것으로 판단된다.

## References

- ASTM C 1260, 2005, *Standard Test Method for Potential Alkali Reactivity of Aggregate(Mortar-Bar Method)*, American Society for Testing and Materials
- ASTM C 1293, 2005, *Standard Test Method for Determination of Length Change of Concrete Due to Alkali-Silica Reaction*, American Society for Testing and Materials
- Graham West, 1996, *Alkali-aggregate reaction in concrete roads and bridges*, Thomas Telford, England
- Hong, SeongHo, Han, SeungHwan, Ahn, SeongSun, 2003, A Study of Alkali-Aggregate Reaction Using the Chemical Method on the Jointed Cement Concrete Pavement, *Proceedings of the KSCE*, pp.1856~1859
- Hong, SeongHo, Han, SeungHwan, Yun, KyongKu, 2006, Alkali-Silica Reaction Behavior by Accelerated Mortar Bar Method for Type of Rocks in Korea, *Proceedings of the KSCE*, pp.451~454
- Jun, SsangSun, 2006, *Alkali-Silica Reaction of the Domestic Crushed Stones on the Rock Types*, Ph.D., Pusan National University
- Jun, SsangSun, Lee, HyoMin, Jin, ChiSub, Hwang, JinYeon, Lee, Jin Sung, 2003(Spring), Alkali-Aggregate Reaction of the Crushed Stones Depending on the ASTM C 227 and C 1260 Test Method, *Proceedings of the KCI*, pp.13~18
- Kim, SeongSoo, Ryou, JaeSuk, Lee, SeungTae, Jung, HoSeop, 2010, *Construction Materials Engineering*, pp.81~84
- KS F 2545, 2002, *Testing method for potential reactivity of aggregates(Chemical method)*, Korean Agency for Technology and Standards
- KS F 2546, 2002, *Testing method for potential reactivity of aggregate(Mortar-bar method)*, Korean Agency for Technology and Standards
- Lee, J.H., Kim, S.W., 1993, A Study on the Chemical Reaction of Crushed Aggregates, *KICT 93-SE-112-2*, KICT
- Yoon, JaiHwan, Jaung, JaeDong, Lee, YoungSu, 1994, An Experimental Study on the Alkali-Silica Reaction of Crushed Stones, *Journal of the KCI*, Vol.6 No.2, pp.108~117
- Yun, KyongKu, Kim, SeongKwon, Seo, JaeYeop, 2009, Evaluation for Alkali-Silica Reactivity using Chemical Method and Mortar-bar Methods, *Proceedings of the KSCE*, pp.417~420
- Yun, KyongKu, Hong, SeungHo, Han, SeungHwan, 2008, Expansion Behavior of Aggregate of Korea due to Alkali-Silica Reaction by ASTM C 1260 Method, *Journal of the KCI*, Vol.20 No.6, pp.431~437
- (접수일 : 2012. 7. 25 / 심사일 : 2012. 7. 30 / 심사완료일 : 2012. 8. 24)