

알칼리 골재의 반응성에 관한 광물학적 분석

petrographic analysis for the alkali-aggregate reactivity

김 해인 * 이 장화 * 심 재황 ** 임 명혁 ***
Hae-In Kim Jang-Hwa Lee Jae-Hwang Shim Myong-Hyeuk Imm

— ABSTRACT —

Recently, as the natural aggregates are exhausted, using the crashed stones bring the possibility of the alkali-aggregate reactivity.

In this study, the samples are collected from the stony mountains chosen by using a geological survey map and analyzed in terms of the amount and the shape of the reaction minerals by a polarization microscope and X-ray diffraction which belong to the petrographic examination of aggregates for concrete.

From this study, most samples of the sedimentary rocks and the granite of the igneous rocks show the possibility of the alkali-aggregate reactivity.

1. 서론

알칼리 - 골재반응에 의한 피해는 여러나라에서 발견되고 있으며 한때 이에 대해서 안전지대로 생각했던 이웃 일본에서도 알칼리 - 골재 반응으로 인한 콘크리트의 파괴가 확인되어 이에 대한 연구가 활발히 수행되어 왔다. 이는 최근 양질의 천연골재가 대부분 고갈되어 쇄석골재를 사용함에 따라 알칼리 - 골재반응의 가능성이 상대적으로 증가된데도 원인이 있다고 볼 수 있다. 골재의 화학반응성 (알칼리 반응 포함)을 판정하는 방법으로는 광물학적방법 (ASTM C 295)과 화학적방법 (KSF 2545, ASTM C 289) 및 모르타르 시험방법 (KSF 2546, ASTM C 227)이 있으며 각각의 시험결과를 종합비교하여 판단하는 것이 요구되며 어떤 한가지 결과만으로 판단하는 것은 지양되어야 한다. 본연구는 국내의 콘크리트에 있어서 알칼리 - 골재반응의 잠재성을 판단하기 위해 일단계로 광물학적인 방법에 의해 현재 골재로 사용되는 암석에 대한 반응성 물질의 구성비를 분석한 것이다.

2. 시료 선정 및 채취

1:250,000 축척의 지질도를 이용하여 암종별, 생성 연대별로 조사 대상 석산 및 암석 종류를 결정하였으며, 선정된 석산으로부터 3 - 5 개의 시료를 채취하였다. 채집 장소는 <그림1>과 같다.

* 정희원, 한국건설기술연구원 구조연구실, 선임 연구원
** 한국건설기술연구원 구조연구실, 연구원
*** 경북대 지질학과 박사과정

3. 분석 방법

알칼리 - 골재반응의 잠재성을 판단하기 위하여 반응성 물질의 양 및 그 반응성 물질을 포함하고 있는 암석의 종류와 조직 성상을 편광 현미경법과 분말X선 회절 시험법 (XRD)을 통해 분석 하였다. 다음은 알칼리 반응성 광물과 그 확인 방법이다.

(1) 파동소광 석영

석영은 압력과 온도의 영향을 받아 그 결정구조가 변하는데, 파동소광 석영을 편광 현미경법으로 관찰하면 석영 결정은 명암이 변하여 파동소광을 나타낸다. XRD에서는 석영의 회절 상태를 알 수 있으며, 성분추정과 정량은 편광 현미경법으로 구할 수 있다.

(2) 미소 운모

미소 운모에는 사암 및 점판암에 나타나는 미소 흑운모와 미소 백운모, 열수 작용을 받는 견운모 등이 있다. 조성적으로 백운모와 견운모는 동일하며, 편광 현미경법 하에서의 광학적 특징 또한 동일하므로 유해 광물로서의 구분에 있어서 양자를 동일 광물로 취급한다. 미소 운모의 성분추정과 정량은 편광 현미경법에 의한다. 흑운모의 특징은 여러 색상이 있으며 백운모는 무색이며 복굴절이 강하다.

(3) Glass

일정한 화학 조성을 가지지 않으며 암석의 종류에 따라 glass의 조성에 차이가 있다. glass 존재의 확인에는 편광 현미경법이 적합하며, 편광 현미경의 직교 NICOL 아래에서는 암흑색으로 나타나 판단이 용이하다.

(4) Cristoballite와 Tridymite

Cristoballite와 tridymite가 화산암중의 晶洞을 메워 산출되는 경우는 그 결정립이 크기 때문에 편광 현미경법으로 광학적 특징을 관찰 할 수 있지만, 대부분의 경우 화산암중의 탈glass화 작용에 의해 생성된 Cristoballite와 Tridymite의 결정립은 극히 미세하므로 편광 현미경법이 곤란하여 XRD에 의한다.

4. 유해 광물 허용치와 분석 결과

콘크리트중 유해 광물 허용치의 일례로서는 <표1>과 같으며, XRD 및 편광 현미경법에 의한 암석 종류별 분석 결과는 <표2>와 같고, 대표적으로 사암과 홍장석흑운모화강암에 대한 편광 현미경 사진은 각각 <그림2>와 <그림3>과 같다.

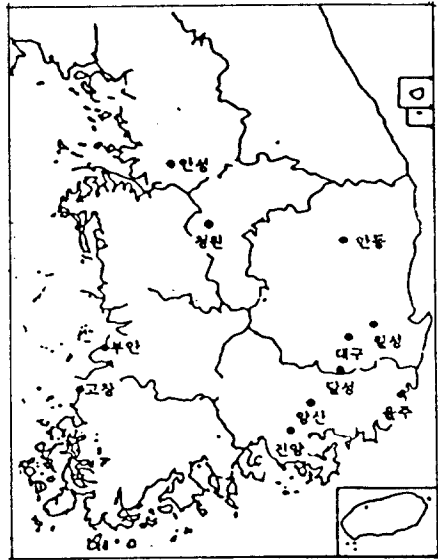
5. 결론

편광 현미경법과 XRD에 따른 암석의 반응성광물 분석 결과는 다음과 같다.

- (1) 퇴적암의 H-1 사암, Y-2 사암, H-36 이회암, H-14 혈암은 각각 알칼리 반응성 광물의 총량이 30%에 가깝거나 이를 초과하므로 알칼리 반응의 가능성이 있다는 것으로 판단된다.
- (2) 변성암의 모든 시료에서는 미량의 알칼리 반응성 광물이 검출 되었다.
- (3) 화성암 시료중의 홍장석흑운모화강암은 알칼리 반응성 광물이 30% 이상 검출되었으므로 알칼리 골재 반응의 가능성이 있는 것으로 판단된다.
- (4) 기타 광물이 30%를 넘은 암석 (응회암, HORNFELSE, 유문암질응회암)도 화학반응의 가능성이 있는 것으로 판단 된다.

6.참고문헌

- (1) 丸 章夫, "骨材品質にかかる耐久性の診断手法: 岩石. 鑛物學的手法", 콘크리트工學, Vol 26, No. 7, 1988. 7
- (2) 丸 章夫, "鑛物學的立場からみた骨材の品質", セメントコンクリート, No. 415, 1981. 9
- (3) 脇坂安彦 외, "鑛物學的にみた岩石の反應性", セメントコンクリート, No. 499, 1988. 9
- (4) American Society for Testing and Materials, "Standard Practice for PETROGRAPHIC EXAMINATION OF AGGREGATES FOR CONCRETE", ASTM C 295
- (5) ASTM C227-71, Standard Test Method for "Potential Alkali Reactivity of Cement-Aggregate Combinations (Mortar Bar Method)".
- (6) ASTM C289-71, Standard Test Method for "Potential Reactivity of Aggregates (Chemical Method)".
- (7) A.M. Neville, "Properties of Concrete", 3rd Edition.
- (8) L.J. Murdock and K.M. Brook, "Concrete Materials and Practice", John Wiley and Sons, New York.

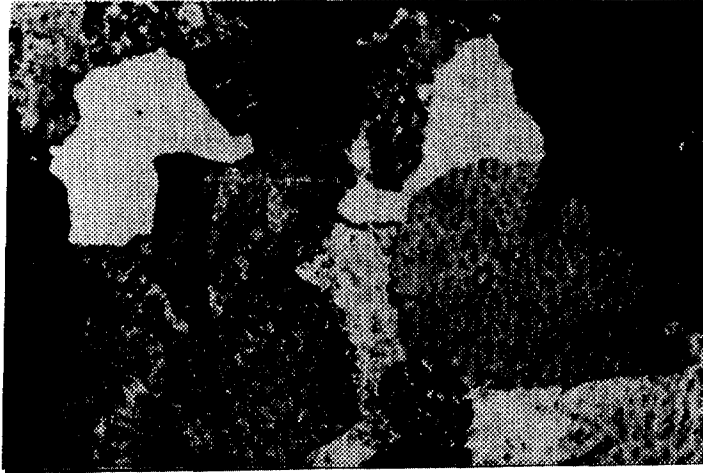


<그림1> 시료 채취장소



<그림2> 사암에 대한 편광 현미경 사진:

- P - 사장석 (Plagioclase)
- Q - 석영 (Quartz)
- O - 정장석 (Orthoclase)



〈그림3〉 홍장석흑운모화강암에 대한 편광 현미경 사진

〈표1〉 콘크리트중 유해광물량 허용량 기준치⁽¹⁾

물질 (광물) 명		존 재 상 태		허용량 (기준치)
알칼리 반응성 플질 (광물)	Glass, Cristoballite, Tridymite, 미소운모 등			약 30% 이하
로몬타이트	구성물 질을 교대	퇴적암속	기타의 암석속	존재가 확인되면 사용하지 않는 것이 좋다.
				1 - 2% 이하
	세 맥			
몬모리로나이트	퇴적암속	기타의 암석중		존재가 확인되면 사용하지 않는 것이 좋다.
				약 20% 이하

<표2> 암석 종류별 분석 결과

	N O.	암 석 명	구 성 광 물								채 집 장소	분 석 기 기		
			석소광석영	파동소광석영	사장석	정장석	운 모	결광물	semicilli	미 소 모			기 타 (gl, ty, cy)	
비 적 암	H-1	사 암	17.8	25.0	30.4	13.2	0.8	0	10.4	0	암편 : 2.4 (0)	경북 달성군 다기면 상리동	편광 현미경 X R D	
	Y-2	사 암	1.8	30.4	15.4	36.0	1.2	0	0	12.2	저트 : 3.0 (0)	경북 안동군 입동면	"	
	H-36	이 회 암	15.0	30.5	15.5	37.0	1.8	0	0.2	0	방해석 (0)	경북 칠성군 진천면 급척리	"	
	H-14	회 암	18.5	31.5	0	39.5	4.5	0	0.5	5.5	방해석 (0)	대구 북구 도동 항산 바리 고개	"	
	H1K	응 회 암	12.3	1.0	28.8	4.4	1.5	7.0	2.5	0	암편 : 42.5 (0)	경남 진양군 사봉면 사곡리	편광 현미경	
편 성 암	전 속	JH	HORNFEISE	48.5	4.5	0	29.0	7.0	6.5	0	3.0	녹염석 (0)	대구 수성구 상동 앞산	"
		35	HORNFEISE	52.5	0	0	0	17.5	0	0	0	기질 : 30.0 (0)	경남 울주군	"
	외 속	7	흑운모암	46.0	15.5	0	0	35.0	0	0	0	실석 : 3.5 (0)	충북 청원군 부용면	"
		1	흑운모암	34.5	8.5	7.0	20.5	29.5	0	0	0	변질장석 (0)	충북 청원군 부용면	"
화 성 암	2	안 산 암	9.5	0	56.0	0	14.5	0	0	0	방해석 (gl : 5.0)	"	"	
	3	흑운모석영 편 조 암	17.8	0	43.0	24.4	5.4	0	0	0	녹니석 : 7 실 석 : 2.4	"	"	
	4	흑운모석영 편 조 암	18.0	0	49.0	21.6	5.0	0	0	0	녹니석 : 4.4 실석, 저근	충북 청원군 부용면	"	
	5	안 산 암	0	0	56.5	0	0	0	0	0	녹염석 (0)	"	"	
	6	화 선 투 강 암	28.4	0	48.2	11.0	6.4	0	0	0	녹니석 : 6 인회석	전북 부안군	"	
	21	석 편 조 암	22.8	0	25.6	48.4	3.2	0	0	0	블루명광물 인회석	전북 고창군	"	
	22	홍장석흑운 모 화강암	0	27.3	37.1	24.3	6.4	1.5	0	0	0	녹니석 : 2 실 석 : 1.4	경남 양산군	"
	31	반 려 암	0	0	68.0	0	0	5.3	0	0	0	편 석 : 26.6 녹니석	"	"
	32	유문암질 응 회 암	12.0	17.0	30.0	0	0	0	0	0	0	암 편 : 40 악열수변질	"	"
	33	흑 운 모 화 강 암	38.4	0	28.5	21.6	2.8	1.5	0	0	0	저 른 인회석	경남 양산군	"
	34	유 문 암	42.5	0	25.5	18.0	0	1.0	0	0	0	기 질 : 13 방해석	경기 안성군	"