

지오폴리머 모르타르의 알칼리-실리카반응에 관한 연구

A Study on the Alkali-Silica Reaction of Geopolymer Mortar

김 성 훈* 김 영 수**
 Kim, Sung-Hoon Kim, Young-Soo

Abstract

The purpose of this study is to investigate the expansion of alkali-activated geopolymer mortar containing reactive aggregate due to alkali-silica reaction. In addition, this study is particularly concerned with the behavior of these alkaline materials in the presence of reactive aggregates. The test method included expansion measurement of the mortar bar specimens and geopolymer compressive strength test. Major results that alkali-activated geopolymer mortars showed expansion due to the alkali-silica reaction, geopolymer mortars is safety for the expansion exhibited less than 0.2% a 14 day.

키 워 드 : 지오폴리머, 알칼리-실리카반응, 알칼리활성화제, 중합반응
 Keywords : geopolymer, alkali-silica reaction, alkali activator, polymerization

1. 서 론

최근 온실가스에 의한 환경문제로 건설 분야에서는 제조과정 중 다량의 CO₂를 배출하는 시멘트를 대체할 수 있는 저탄소 시멘트 계 재료의 개발 요구가 증대되고 있다. 지오폴리머의 경우 시멘트를 사용하지 않고 무기결합체에 알칼리 활성화제를 첨가하여 제조하게 되므로 CO₂ 배출을 매우 낮출 수 있는 장점이 있다. 그러나 알칼리 활성화제를 사용하므로 높은 수준의 알칼리성을 띠고 있어 반응성 골재와 함께 사용될 경우 알칼리-실리카반응(Alkali-Silica Reaction: ASR)을 유발하여 구조물의 심각한 내구성 저하를 초래할 수도 있기 때문에 이에 대한 연구가 필요한 실정이다. 이와 같은 관점에서 본 연구에서는 국내에서 채취한 반응성골재와 알칼리 활성화 지오폴리머 간의 ASR 팽창성을 평가하고 기존의 연구를 바탕으로 산업부산물을 사용한 지오폴리머 콘크리트 제조에 관한 기초적 자료를 제시하고자 한다.

2. 실험계획

본 연구에서 사용된 실험인자 및 평가방법과 배합설계는 표 1, 2와 같이 실시하였다. 알칼리 활성화제의 비율을 1:1로 설정하였으며, 국내에서 채취한 반응성골재를 사용하여 결합재 구성비율에 따른 지오폴리머를 제조 한 후 고온양생을 실시하였다. 평가항목으로는 모르타르 압축강도 실험(KS L 5105)과 Mortar-Bar Test(ASIM C 1260-94)을 통하여 알칼리 활성화제 따른 지오폴리머의 강도 및 ASR에 의한 팽창특성을 비교평가를 실시하였다.

표 1. 실험인자 및 평가방법

항목		수준
실험 인자	알칼리 활성화제 (수산화나트륨 : 규산나트륨) (수산화나트륨 : 탄산나트륨)	1 : 1
	결합재의 종류	고로슬래그(G), 플라이애시(F), 메타카올린(M)
	결합재 구성비율 (%)	100, 50
	반응성골재 (%)	100
	양생조건 (°C)	80
평가 항목	압축강도 (일)	7, 28
	팽창률 (일)	3, 7, 11, 14

표 2. 배합설계

시편명	W/B (%)	중량배합(g)						잔골재
		단위 수량	알칼리 활성화 제	결합재량			잔골재	
				시멘트	고로슬 래그	플라이 애시		
Control	47	206.8	-	440	-	-	-	990
G100		-	-	440	-	-	-	
F100		-	-	-	440	-	-	
M100		-	-	-	-	440	-	
G50F50		-	-	220	220	-	-	
G50M50		-	-	220	-	220	-	

* 부산대학교 건축공학과 석사과정
 ** 부산대학교 건축공학과 정교수, 교신저자(kys@pusan.ac.kr)

3. 실험 결과

3.1 압축강도

그림 1, 2는 알칼리 활성화제 종류에 따른 압축강도의 실험결과이다. 수산화나트륨과 규산나트륨을 알칼리 활성화제로 혼합 사용한 지오폐리머 시편이 수산화나트륨과 탄산나트륨을 혼합 사용한 시편보다 강도가 높은 것으로 나타났다. 재령 28일의 경우 활성화제의 종류와 관계없이 단일 결합재의 경우 플라이애시, 메타카올린은 Control 보다 압축강도가 낮았지만 고로슬래그를 사용한 경우 높은 압축강도를 나타냈다. 이는 고로슬래그를 100% 사용한 지오폐리머 시편이 ASR이 나타나지 않음에 따라 Control에 비하여 현격한 강도의 차이가 발생된 것으로 사료된다.

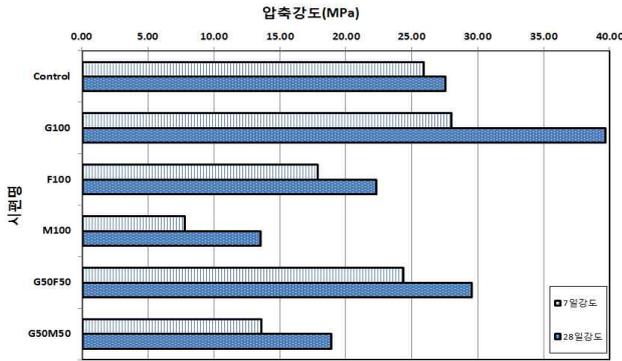


그림 1. 활성화제종류 따른 지오폐리머 압축강도 (수산화나트륨+규산나트륨)

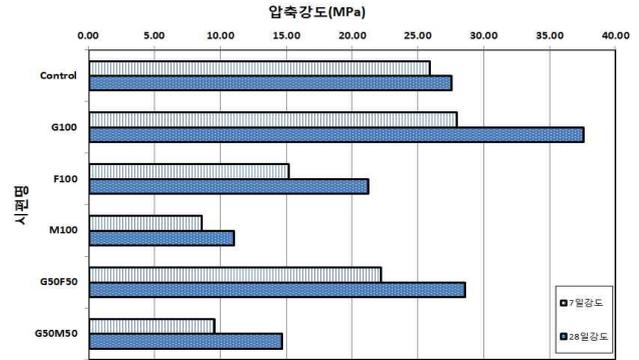


그림 2. 활성화제종류 따른 지오폐리머 압축강도 (수산화나트륨+탄산나트륨)

3.2 팽창률

알칼리 활성화제 종류에 따른 팽창률 그림 3, 4를 보면 Control의 경우 침지재령 14일에서 팽창률이 0.21%로 ASTM C 1260-94에서 제시하고 있는 기준치 0.2%를 초과하여 반응성이 있는 것으로 나타났다. 알칼리 활성화제의 종류에 상관없이 메타카올린의 경우 0.11%, 0.10%로 기준치를 초과하지 않았으나 잠재 반응성이 있는 것으로 나타났다. 고로슬래그를 100% 사용한 지오폐리머 시편은 각각 0.07%, 0.05%로 팽창률이 매우 낮았다.

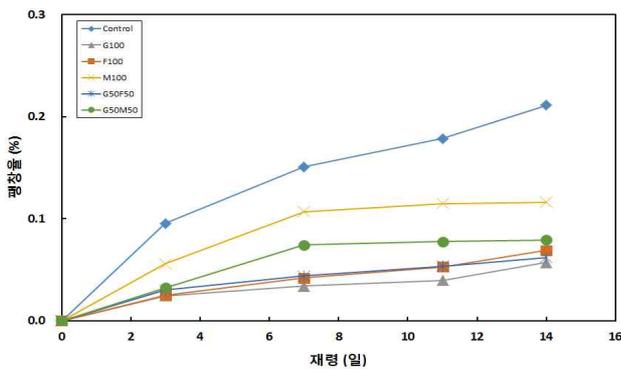


그림 3. 활성화제종류에 따른 팽창률 (수산화나트륨+규산나트륨)

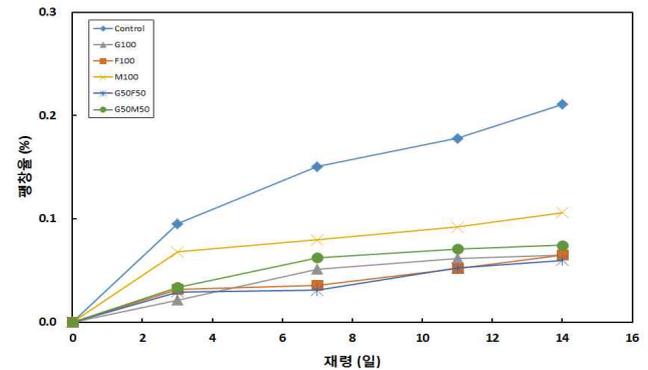


그림 3. 활성화제종류에 따른 팽창률 (수산화나트륨+탄산나트륨)

4. 결 론

- Control의 경우 재령 28일에서 30MPa 이하의 압축강도를 보였으나, 고온 양생 시 수산화나트륨 + 규산나트륨을 알칼리 활성화제로 사용한 고로슬래그 지오폐리머의 경우 압축강도가 39MPa로 매우 높게 나타났다.
- 반응성골재를 혼합한 Control의 경우에는 14일 기준치 0.2%이상의 높은 팽창률을 나타낸 반면에, 알칼리 활성화제를 사용한 지오폐리머 경우 높은 알칼리양에도 불구하고 침지재령 14일에서 0.2%이하의 낮은 팽창률을 보였다.

참 고 문 헌

1. P. K. Mehta Paulo and J. M. Monteiro, Concrete Structure, Properties and Materials, Mcgraw-Hill, pp.1~650, 2005