

붕규산 유리 분말을 혼입한 차폐용 콘크리트의 알칼리 실리카 반응에 의한 팽창 실험

An Experimental Study on Alkali-Silica Reaction due to Neutron Shielding Concrete Containing Borosilicate Glass Powder

장 보 길* 김 지 현** 정 철 우***
Jang, Bo-Kil Kim, Ji-Hyun Chung, Chul-Woo

Abstract

Borosilicate glass can be used for improving neutron shielding of concrete. The well known expansion of borosilicate glass caused by expansion of mortar bar was can cause serious damage to the concrete. In this research, borosilicate glass was powdered to reduce the particle size similar to that of cement, and 20% cement replacement set was reduced expansion rate about 30%. But aggregate replacement set was damaged because of Alkali-Silica Reaction expansion.

키 워 드 : 중성자 차폐 콘크리트, 붕규산 유리, 유리 분말, 알칼리 실리카 반응
Keywords : neutron shielding concrete, borosilicate glass, glass powder, alkali-silica reaction

1. 서 론

콘크리트는 많은 다양한 원자력 관련 사업 및 시설에서 방사선을 차단하고 구조재로써 성공적으로 사용되어 왔다. 일반적인 원자력 발전소에 서는 내·외부의 두 개 Layer의 콘크리트를 사용하는데, 내부 Layer는 중성자 유출을 외부의 구조적 콘크리트에 해가 되지 않을 정도로 줄여 안정성을 확보하는 것이며, 외부 Layer는 중성자 및 감마선의 유출을 막기 위해 만들어져 있다. 이 때 콘크리트 내부의 비중이 큰 물질들에 의해 방사선은 산란효과를 일으키게 된다. 그러나 이러한 물질들을 인위적으로 투입할 경우 응결의 지연 및 물리적 강도의 저하의 우려가 있다. 따라서 본 연구에서는 차폐능이 있다고 잘 알려진 붕소의 투입을 위하여 붕소를 함유한 물질로 붕규산 유리를 선정하여 투입하기로 하였다. 그러나 유리의 투입은 알칼리 실리카 반응(Alkali-Silica Reaction; ASR)으로 인한 팽창이 우려되므로 이를 억제하기 위해 분말화하여 투입하 고 우선적으로 ASR팽창에 관한 실험을 진행하였다.

2. 샘플 제작 및 실험

실험은 ASTM C 1260을 기본으로 하였다. 샘플의 측정값에 대한 팽창율 공식은 다음과 같다

$$\text{팽창율 (\%)} = \frac{\text{Comparatory Reading} - \text{Zero Reading}}{\text{Zero Reading}} \times 100 \quad (1)$$

각 샘플에 따른 수준 및 세부 배합은 표 1과 같으며, 시간 경과에 따른 알칼리 실리카 반응에 의한 팽창 결과는 그림 2와 그림 3에 나타내었다. 재료는 쌍용양회사의 1종 보통 포틀랜드 시멘트, 주문진산 표준사, 평균 입경 13 μ m의 Pyrex분말을 사용하였다.

3. 결 론

본 연구에서는 방사선 차폐용 콘크리트의 차폐성능을 향상시키기 위해 붕규산 유리를 콘크리트에 각기 다른 비율로 시멘트를 대체하여 투입 하였을 경우 ASR에 의한 팽창 결과를 얻었다. 서로 다른 물/시멘트 비의 배합이라 할지라도 모두 시멘트를 대체하여 유리분말을 10% 투입한 샘플에서는 Plain 샘플에 비해 약간의 팽창 증가를 나타내었으나, 시멘트를 20% 대체한 샘플의 경우에는 앞선 Plain이나 10% 대체 샘플보다 팽창성이 낮아짐을 확인할 수 있었다. 그러나 10% 대체한 경우에서 Plain 샘플에 비해 전체적으로 확인할 수 있는 팽창의 증가와 20%를 대체한 샘플에서의 확연한 팽창 감소 사이에서의 상관관계에 대한 추가적인 실험이 요구될 것으로 사료된다.

* 부경대학교 건축공학과 석사과정
** 부경대학교 건축공학과 연구원, 공학박사
*** 부경대학교 건축공학과 조교수, 공학박사

표 1. 샘플 배합표

No	샘플	w/c	치환율(%)	투입 재료 총량(g)			
				물	시멘트	유리분말	잔골재
1	0.47-PL	0.47	0	865.0	-	406.55	1,946.25
2	0.47-F10		10	778.5	86.5		
3	0.47-F20		20	692.0	173.0		
4	0.40-PL	0.40	0	865.0	-	346.00	
5	0.40-F10		10	778.5	86.5		
6	0.40-F20		20	692.0	173.0		

*Cement:Aggregate = 4:9 ; Relative Density 2.25



그림 1. 샘플 양생 14일간 팽창율(w/c .047)

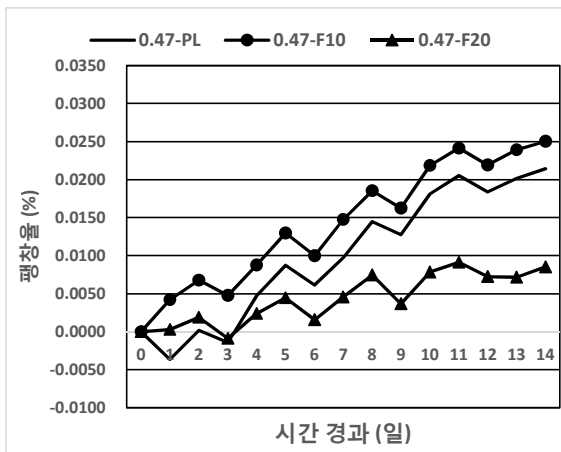


그림 1. 샘플 양생 14일간 팽창율(w/c 0.47)

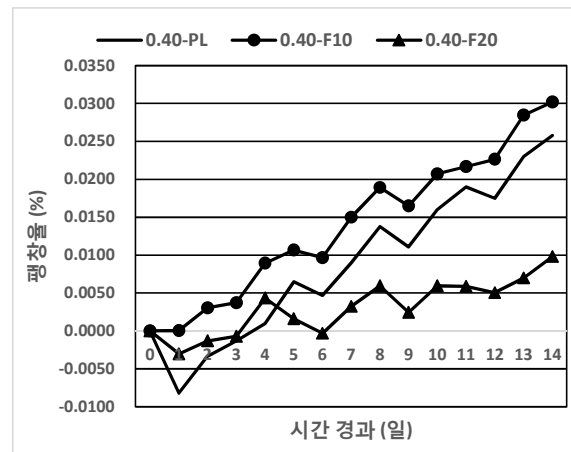


그림 2. 샘플 양생 14일간 팽창율(w/c 0.40)

감사의 글

본 연구는 국토교통부 국토교통기술촉진연구사업의 연구비지원(과제번호 14CTAP-C07471-01)에 의해 수행되었습니다.

참고 문헌

1. Ilker Bekir topcu et al., Properties of concrete containing waste glass, Cement and Concrete Research 34, pp.267~274, 2004
2. Andrea Saccani et al., ASR expansion behavior of recycled glass fine aggregate in concrete, Cement and Concrete Research 40, pp.531~536, 2010