

# 플라이애쉬 및 고로슬래그를 치환한 라텍스 개질 콘크리트의 중성화 특성

## The Carbonation Property of Latex Modified Concretes with Fly ash and Blast Furnace Slag

정원경\*      홍창우\*\*      김경진\*\*\*      심도식\*\*\*\*      윤경구\*\*\*\*\*  
Jeong, Won Kyong   Hong, Chang Woo   Kim, Kyong Jin   Sim, Do Sik   Yun, Kyong Koo

### ABSTRACT

This study was performed to investigate the characteristics of carbonation for latex modified concrete with fly ash and blast furnace slag. The experimental variables consisted of ground granulated blast-furnace slag contents (0%, 30%, 50%), fly ash contents (0, 30%) latex contents (0,5,10,15%). Two different methods of carbonation test such as CO<sub>2</sub> gas and 5% sulphuric acid digestion resistance test were varied in this study.

### 1. 서론

최근의 산업계에서는 시멘트를 제조할 때 CO<sub>2</sub>가스 배출 억제, 대체 에너지의 절감 효과 및 산업부산물의 재활용이라는 측면에서 광물질 혼화제의 이용이 널리 권장되고 있다. 또한 해양구조물의 수중 불분리성 콘크리트, 강섬유보강 콘크리트, 댐 콘크리트 등에 혼입하여 내구성 및 수밀성 향상 효과를 얻고 있다. 즉 광물질 혼화제는 환경 문제의 개선과 자원 재활용 측면 및 안정성과 내구성을 향상시키므로 콘크리트 혼합재료로 그 사용량은 더욱 증가할 것으로 예상된다. 그러나 현재 광물질 혼화제를 첨가한 콘크리트 포장에 대한 연구는 활발하지 못하며 광물질계의 콘크리트 혼합의 여러 장점에도 불구하고 성능향상 및 경제성을 높이는 포장체 혼화재료의 연구는 아직도 부족한 실정이다.

따라서 본 연구에서는 콘크리트 혼합재료 쓰이고 있는 광물질계의 잠재 수경성 및 포졸란 특성이 콘크리트 교면포장용으로 실용화된 라텍스 개질 콘크리트(Latex Modified Concrete ; 이하 LMC)에 혼합되었을 경우 중성화억제 효과와 강도 특성에 대하여 연구하였다.

### 2. 콘크리트의 중성화 특성

건전한 콘크리트 내의 강재는 콘크리트 자체의 알칼리 환경에서 발생하는 부동태 피막에 의해 부식이 발생하지 않는다. 그러나 환경적 요인 중 CO<sub>2</sub>의 영향을 받아 콘크리트의 알칼리 성질이 약해짐에 따

\* 정회원, 충주대학교 토목공학부 공학박사  
\*\* 정회원, 충주대학교 토목공학부 공학박사  
\*\*\* 정회원, 강릉대학교 토목공학부 공학박사  
\*\*\*\* 정회원, 강원도립대학 건설시스템과 공학박사  
\*\*\*\*\* 정회원, 강원대학교 토목공학과 공학박사

라 강재의 부식을 초래할 수 있게 된다.

본 연구에서는 기존 콘크리트의 내화성을 증진시키기 위해 사용되어지는 플라이 애쉬와 고로슬래그에 대하여 혼입률 변화에 따른 촉진 중성화 실험을 실시하였다. 실험변수로는 플라이 애쉬 및 고로슬래그 혼입률 0, 30, 50%와 라텍스 혼입률 5, 10, 15%로 설정하였다. 재령경과에 따른 강도발현을 고찰하여 강도발현 특성과 중성화 특성을 연구하였다. 이를 통해 새로이 제안되는 플라이 애쉬 및 고로슬래그 치환 SB 라텍스개질 콘크리트의 사용성에 대한 기초연구를 수행하였다.

## 2.1 탄산가스 노출에 의한 중성화 실험

콘크리트의 중성화 저항성을 조기에 판단하기 위하여 탄산가스의 농도를 높여 실시한 콘크리트의 촉진중성화 시험 방법은 일본건축학회에서 제시한 콘크리트의 촉진중성화 시험방법(안)에 의하여 실시하였다. 시험체의 제작은 5×5×5cm의 몰탈 공시체를 이용하였으며 시험체의 측정재령에서 시험체를 반으로 절단하여 측정하였다. 재령별 공시체의 중성화 특성을 분석하기 위하여 시험체 제작 후 초기 28일간은 기건양생(20℃, 50%RH)을 실시하였으며 이후 그림 1의 중성화 촉진 장비를 이용하여 추가재령 7일, 14일, 28일에 중성화 실험을 실시하였다. 촉진중성화 시험장치는 온도 30±2℃, 상대습도 60% 5%, 탄산가스농도 5%±2%의 조건으로 실시하였으며 소정의 재령이 경과한 시점에서 시험체를 직각으로 절단한 후 1%의 페놀프탈레인 용액을 분사하여 중성화 깊이를 측정하였다.

## 2.2 황산용액 침지에 따른 중성화 실험

내약품성 실험은 ASTM C 267 규정에 준하여 ø10×20cm의 원형 공시체를 제작 28일 동안 기건 양생(20℃, 50%RH)을 실시한 후 5% 황산 수용액에 추가재령 7일, 14일, 28일 동안 침적하여 내약품성 시험을 수행하였다. 시험액은 공시체 1개에 대해 2.4 l로 하였으며, 5%황산의 수용액에 대해서는 일정한 농도를 유지하기 위하여 3일에 한번 씩 교환하였다. 침적 후 시험액에서 공시체를 꺼내어 침식되고 약화된 부분을 수돗물로 세정하여 제거한 후 천으로 닦은 후에 아래의 식에 의해 중량 변화율과 깊이방향으로 절삭한 후 1%의 페놀프탈레인 용액을 분사하여 중성화 깊이를 측정하였다. 여기서,  $W_0$ 는 시험액 침적 전의 공시체 중량이며  $W_1$ 는 시험액 침적 후의 공시체 중량 (g)이다.

$$\text{중량 변화율(\%)} = \frac{W_1 - W_0}{W_0} \times 100$$

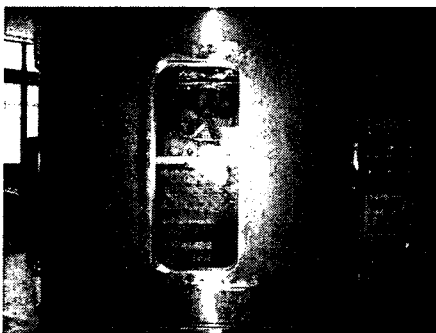


그림 1. 촉진중성화 장비

표 1. 배합 특성

Title	Slump (cm)	Air %	W/C	W/B
OPC	18.0	2.9	0.53	0.53
F30	18.0	1.6	0.79	0.55
B30	17.0	2.5	0.75	0.53
B50	17.0	2.2	1.05	0.53
L05	18.0	4.9	0.45	0.45
L10	18.0	4.3	0.39	0.39
L15	17.0	4.1	0.34	0.34
L15B50	18.0	3.5	0.64	0.32
L15F30	17.0	3.7	0.46	0.32
L15B30	18.0	3.8	0.45	0.32

### 3. 중성화에 따른 콘크리트 특성 변화

표 1은 실험변수에 대한 초기 슬럼프 및 공기량을 나타낸 것이다. 본 연구에서는 동일 조건에서의 시험체 분석을 위하여 초기 작업성 18±2cm로 설정하여 배합을 시행하였으며 이때의 물-시멘트비와 물-바인더(시멘트+광물질혼화재)는 표 1과 같다. 기타 AE제 및 감수제를 첨가하지 않은 경우이며 라텍스의 첨가로 인하여 가장 큰 물-시멘트비의 절감효과를 나타내고 있다. 그러나 광물질혼화재의 첨가로 인한 물-시멘트비의 절감효과는 크지 않으며 플라이애쉬 첨가로 인한 공기량 감소현상이 뚜렷한 것으로 나타났다.

표 2. 중성화 깊이 측정결과

Factors	탄산가스 중성화(재령28일 후)			황산침지 중성화(재령28일 후)		
	7일	14일	28일	7일	14일	28일
OPC	4.62	6.51	9.04	1.39	1.55	3.57
F30	6.48	7.70	17.03	1.41	1.97	3.80
B30	4.80	4.82	8.58	1.69	2.25	3.27
B50	4.47	7.26	17.43	1.46	1.86	3.68
L5	0.00	5.52	6.65	0.98	1.72	3.72
L10	0.00	0.00	5.54	1.44	1.96	4.10
L15	0.00	0.00	1.00	0.38	1.48	3.52
L15F30	0.00	0.00	5.04	0.77	1.64	2.83
L15B50	0.00	0.00	5.44	1.31	2.60	3.80
L15B30	0.00	0.00	4.92	0.86	1.96	3.28

표 2는 실험변수에 대한 탄산가스 중성화 깊이와 황산 침지 시의 재령에 따른 중성화 깊이를 나타낸 것이다. 이를 살펴보면, 플라이애쉬와 고로슬래그 첨가만으로는 중성화에 대한 저항성이 크게 향상되지 않는 것으로 측정되었으며 라텍스의 첨가로 인하여 탄산가스에 의한 중성화 저항성이 크게 향상되는 것으로 나타났다. 또한 그림 2~4는 황산용액에 침지한 시편의 재령에 따른 강도저하 특성을 나타낸 것이며 광물질계 혼화재의 첨가보다도 라텍스의 첨가로 인하여 강도저하 현상이 크게 줄어드는 것으로 나타나고 있다.

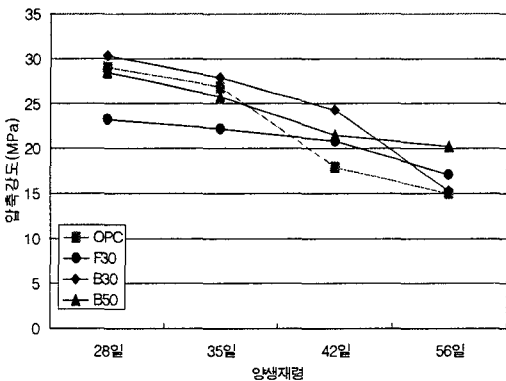


그림 2. 황산용액 침지 후 압축강도 저하 (광물질 혼화재)

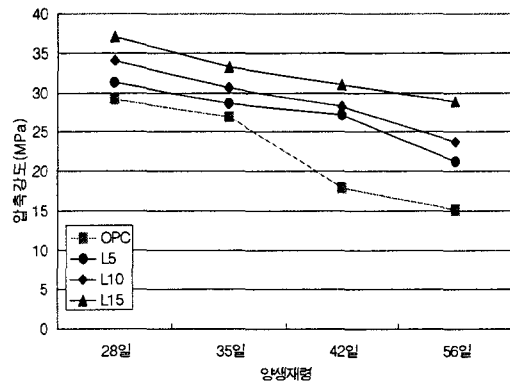


그림 3. 황산용액 침지 후 압축강도 저하 (LMC)

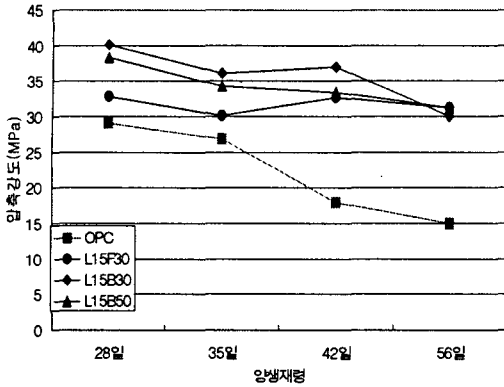


그림 4. 황산용액 침지 후 압축강도 저하  
(광물질 혼화제+LMC)

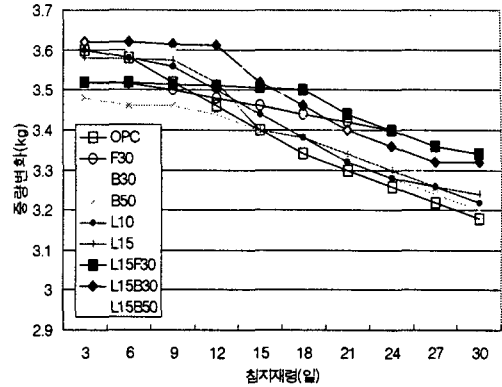


그림 5. 황산용액 침지 후 무게손실 특성

#### 4. 결론

광물질계 혼화제 및 라텍스를 혼입한 콘크리트의 중성화 특성을 살펴본 결과 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

- 1) 광물질계 혼화제를 첨가할 경우의 작업성 향상보다는 라텍스의 첨가로 인한 작업성 향상이 더욱 뚜렷하였으며 라텍스 및 광물질계 혼화제를 동시에 혼합할 경우 더욱 우수한 작업성 증진 효과를 나타내었다.
- 2) 탄산가스 중성화 촉진 실험결과, 광물질 혼화제의 첨가만으로는 탄산가스에 의한 중성화 억제 효과가 크지 않은 것으로 나타났으나 라텍스의 첨가로 중성화 억제 효과는 크게 향상되는 것으로 나타났다.
- 3) 황산침지 재령에 따른 강도저하는 라텍스와 광물질 혼화제를 같이 사용할 경우가 가장 적은 강도저하 현상을 나타내었다.
- 4) 황산용액의 열화현상에 따른 중량 변화율은 모든 경우에 있어 OPC보다 작은 박리량을 나타내었으며 특히 라텍스 첨가율 15%에 혼합된 광물질계 혼화제 시편에서 가장 적은 박리량을 나타내었다.

#### 참고문헌

1. 김영철(2006) 플라이애쉬를 혼화제로 사용한 SB라텍스 개질 콘크리트의 강도 및 내구 특성, 충주대학교 토목공학과 석사학위 논문.
2. 장호성(2006), 고로슬래그 미분말을 사용한 콘크리트의 촉진양생에 따른 강도 및 내구특성, 충주대학교 건설도시공학과 석사학위 논문.
3. 신중식(2000), 플라이애쉬 및 고로슬래그 미분말을 혼입한 콘크리트의 내구성에 관한 실험적 연구, 조선대학교 건설공학과 석사학위 논문.
4. 김태형, 김종인, 최영화(1998), 고로슬래그 미분말을 사용한 모르타르의 물성”, 한국콘크리트학회 봄 학술발표회 논문집, pp.105-110.
5. 윤보현(1997), 콘크리트의 내산성에 관한 실험적 연구-규사 분말 치환 콘크리트를 중심으로, 한국콘크리트학회지, Vol.9 No.5, pp. 127-135.