

광택노출콘크리트의 광택유지성 및 내구성 평가

Study on the Maintenance of Gloss and Durability test of Glossing Exposure Concrete

하재담* 김기수** 최룡** 정태웅*** 이현희**** 신성우*****
Ha, Jae-Dam Kim, Ki-Soo Choi, Long Chung, Tai-Wung Lee, Hyun-Hee Shin, Sung-Woo

ABSTRACT

Glossing Exposure Concrete is a high quality architectural concrete, i.e., appearance of natural stone and a marbling effect concrete to achieve high quality glassy reflective surface for outer wall of the building. In this study to obtain the conservation and durability of gloss of the "glossing exposure concrete" we developed a form practice and the best mix proportion and derived the optimistic removal time of form to bring out the durable glassy reflective surface and durable concrete. Hereby with the "glossing exposure concrete" obtained, we investigate the accelerate carbonation and accelerate durability test to evaluate the durability factor of this type of concrete.

1. 서론

광택노출콘크리트란 콘크리트의 표면에 대리석과 같은 광택이 발현되며 또한 장기적으로 유지되며, 내구성이 우수한 콘크리트이다. 콘크리트 자체의 광택을 발현시키기 위해서는 광택을 갖고 있는 거푸집 표면재의 종류에 따라 광택발현 정도의 차이가 있을 뿐 광택발현에는 문제가 없다. 그러나 어떤 종류의 거푸집 표면재를 사용하면 시간이 경과함에 따라 발현된 광택이 저하 및 소멸되는 현상이 나타나므로 광택노출콘크리트를 시공하기 위해서는 광택의 유지를 위한 양생기술이 확보되어야 한다. 또한 기존의 노출콘크리트는 내구성을 고려한 배합이 아니고 일반 콘크리트를 사용하게 되어 내구성상 불리하므로 광택노출콘크리트를 위한 별도의 배합을 적용하는 것이 바람직하다. 이에 따라 본 연구에서는 거푸집 제작, 콘크리트 배합 및 콘크리트 양생방법 등을 고려하여 초기 광택발현도가 높고, 발현된 광택을 장기적으로 유지시킬 수 있을 뿐만 아니라, 내구성상 유리한 광택노출콘크리트를 제작하여 중성화 및 가속내구성 등의 내구성시험을 통하여 이들의 광택 유지성을 측정하여 광택노출콘크리트의 기술을 한 단계 향상하는 계기가 되었다.

- * 정회원, 쌍용양회공업(주) 중앙연구소 콘크리트연구실 선임연구원
- ** 정회원, 쌍용양회공업(주) 중앙연구소 콘크리트연구실 실장
- *** 정회원, 쌍용양회공업(주) 중앙연구소 소장
- **** 두산건설(주) 기술연구소 차장
- ***** 두산건설(주) 기술연구소 연구원
- ***** 정회원, 한양대학교 건축공학부 교수

2. 연구 내용

2.1. 실험계획

광택노출콘크리트는 미적 측면에서 건물의 외관이 아름다워야 하고 또한 외부환경의 직접적인 영향을 받기 때문에 기능적 측면에서 중성화 등의 내구성을 향상시켜야 하며 장기적으로 광택이 유지되어야 적용이 가능하다. 광택노출콘크리트의 광택도 및 내구성을 실험하기 위한 인자와 수준은 다음과 같다.

표 1 실험 인자 및 수준

인자	수준		비고
배합강도 종류	일반 배합(kgf/cm ²)	300	고로슬래그 미첨가 배합
	광택 배합(kgf/cm ²)	240, 300	고로슬래그 첨가 배합
발수제	무도포, 불소수지(YJ555), 프로셀		프로셀은 촉진중성화시험에만 사용
거푸집 존치기간	3일, 7일		적산온도 산정에 의한 최적 거푸집 존치기간은 6.4일로서 본 실험에서는 6.4일≒7일로 하였음.
필름종류	일반 필름, 투수 필름		

본 배합시험에 사용한 재료의 특성은 다음과 같으며 콘크리트의 배합은 표 3에 나타내었다.

표 2 사용 재료의 특성

사용 재료	표기	물성
1종 포틀랜드시멘트	C	1) 비중 : 3.15, 2) 분말도 : 3,210cm ² /g, 3) S사 D공장산
고로슬래그 미분말	Sg	1) 비중 : 2.90, 2) 분말도 : 4,337cm ² /g
잔골재	S	1) 비중 : 2.60, 2) 흡수율 : 1.1%, 3) 조립율 : 2.75
굵은골재	G	1) 비중 : 2.65, 2) 흡수율 : 0.7%, 3) 조립율 : 7.60
혼화제	AD	1) 비중 : 1.05, 2) 빈솔레진계
불소수지	-	1) 비중 : 1.05kg/l, 2) 색상 : 자연건조형 투명, 3) 건조도막 두께 : 40μm 4) 건조시간 : 지축건조 30분, 경화건조 8시간
일반필름	-	1) 두께 : 75±2μm, 2) 색상 : 무색 투명, 3) 인장강도 : 38.97±0.29kg/25mm 4) 신장율 : 132%±5%, 5) Heat creep resistance : 90℃ 이상

표 3 콘크리트 배합표

배합	설계강도 (kgf/cm ²)	W/B (%)	S/a (%)	단위재료량(kg/m ³)					
				W	B		S	G	AD
					C	Sg			
P30	300	46.0	41.0	203	441	0	674	1022	0.662
G24	240	50.0	42.0	190	342	38	724	1008	1.520
G30	300	42.9	39.0	189	400	44	654	1031	1.764

2.2. 물성시험 및 시험방법

시험은 다음과 같이 KS 및 ASTM 규준에 따라 실행하였다.

표 4 시험종류 및 규격

시험종류	규격	실험체 크기
Fresh 콘크리트	슬럼프	KS F 2402
	공기량	KS F 2421
Hardened 콘크리트	압축강도	KS F 2405 몰드 : φ10×20cm
내구성	가속내구성	KS L 2003 몰드 : 10×10×40cm
	촉진중성화	CO ₂ 10%, 온도40℃, 상대습도60% 몰드 : φ10×20cm
광택유지성	장기광택도	ASTM D 523 과벌 : 30×50×10cm

2.3. 시험결과 및 분석

2.3.1. Fresh 콘크리트 및 Hardened 콘크리트

아래의 표에서 보여주는 것과 같이 모든 배합은 60분 후의 슬럼프 및 공기량을 $12\pm 2\text{cm}$ 및 $4\pm 1\%$ 로 맞추는 것을 고려하여 초기의 슬럼프를 $18\pm 3\text{cm}$, 공기량을 $4.5\pm 1.0\%$ 로 하였으며 또한 모든 배합에서 재령 28일 강도는 설계강도를 상회하였다.

표 5 슬럼프, 공기량 및 압축강도

배합	설계강도 (kgf/cm^2)	슬럼프 (cm)	공기량 (%)	압축강도 (kgf/cm^2)	
				7d	28d
P30	300	11.2	4.0	225	372
G24	240	10.8	4.1	198	342
G30	300	11.5	4.0	264	425

2.3.2. 내구성

2.3.2.1 가속내구성

가속내구성 시험은 원래 유리의 내구성을 내습 내광 및 냉열 반복 시험의 반복에 의하여 단기간에 측정하기 위한 시험방법으로서 본 실험에서는 콘크리트 시료에 대하여 내습 내광 및 냉열 반복 시험 방법을 차용하고, 시험 전후의 광택도를 측정하여 광택내구성을 평가하고자 하였다.

그림 1은 G30에 대하여 도포 유무에 따른 광택유지율을 비교한 것이다. 불소수지 발수제를 도포한 실험체의 광택도는 도포하기 전에 비하여 오히려 증가되며, 경시변화량도 매우 적은 것으로 나타났다. 이는 발현된 광택이 콘크리트 자체의 광택이라기보다는 발수제가 광택피막을 콘크리트 표면에 도포됨으로써 발생한 수지 자체의 광택이라는 것을 의미한다. 또한 무도포 실험체 중 G30-7일인 것의 광택도 및 광택유지율은 불소수지를 도포한 것과 거의 동등한 수준을 나타내었다.

그림 2는 가속 2회 후의 콘크리트 배합 종류에 따른 광택유지율을 비교한 것이다. G30-7일은 87%로서 광택배합일수록 또한 거푸집 존치기간이 길수록 광택유지율이 높은 것으로 나타났다. 이는 광택 배합의 경우 고로슬래그 혼합에 의하여 경화조직이 더욱 치밀해지기 때문인 것으로 사료된다.

그림 3은 배합에 따른 광택도의 경시변화이다. 광택배합은 일반배합에 비하여 초기 광택발현율이 높을 뿐 아니라, 장기 광택유지율도 높은 것으로 나타났다. 특히 존치기간 7일의 G30의 광택유지율이 가장 높았으며, 광택의 소멸이 거의 없었다.

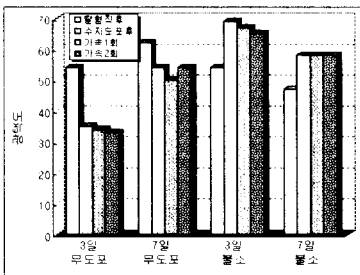


그림 1 발수제에 따른 광택유지율

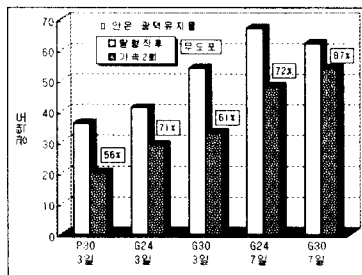


그림 2 배합에 따른 광택유지율

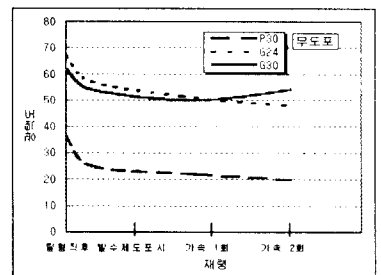


그림 3 배합에 따른 광택도의 경시변화

2.3.2.2 촉진중성화

본 시험에서는 탄산가스 10%, 온도 40°C 및 습도 60% 조건에서 촉진중성화 시험을 4주간 한 결과 다음 그림에 나타난 것과 같이 거푸집 존치기간이 길수록 중성화깊이는 작아지는 것으로 나타났다. 또한 배합별로는 광택배합인 G30의 중성화 깊이가 일반배합보다 작은 것으로 나타났다. 또한 거푸집 존

치기간 7일에서 발수제 종류 및 도포 유무에 따른 중성화깊이를 측정된 결과에 의하면 발수제를 도포한 것의 광택도가 도포하지 않은 것보다 대체적으로 중성화 깊이가 작은 것으로 나타났다. 그러나 불소수지의 중성화 저항성이 우수한 것으로 나타난 반면, 프로셀은 성능이 저조한 것으로 나타났다

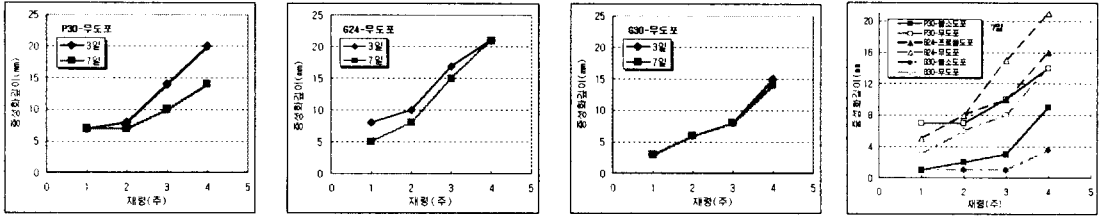


그림 4 중성화 깊이

또한 아래의 전자현미경 촬영에 의하면 존치기간이 7일이고 불소수지를 도포한 시편이 촉진중성화 후 표면상태가 매우 좋아 광택유지성이 우수한 것을 확인할 수 있었다.

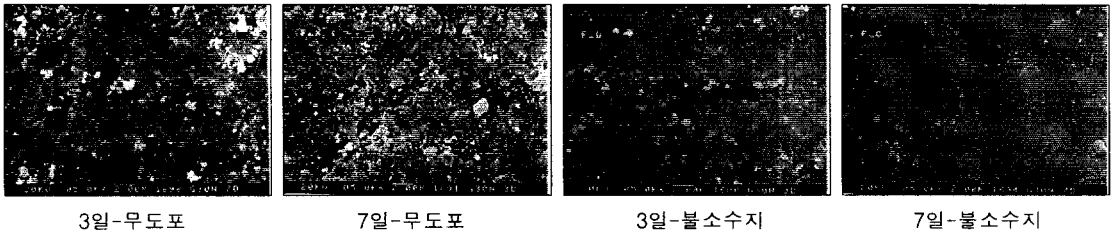


그림 5 존치기간에 따른 촉진중성화 후 SEM 사진(×5000배)-G30배합

2.3.2.3 광택유지성

G30-7일 무도포의 장기재령 실험체의 광택도 측정결과에 의하면 아래의 표에서 알 수 있듯이 재령 2년된 실험체의 광택도는 45.0으로서 각종 전자재의 광택도와 비교할 때, 인조석 물갈기 보다 훨씬 우수한, 화강석 물갈기 수준의 광택을 유지하고 있다.

표 6 장기 재령 실험체의 광택도 측정결과

측정위치 \ 측정횟수	1	2	3	4	5	6	7	8	9	평균
전면	48.2	41.8	44.5	43.0	38.0	51.1	45.6	45.4	50.6	45.36
후면	44.0	42.1	43.9	46.5	44.1	47.5	45.5	46.5	42.2	44.7

3. 결론

- 1) 거푸집 존치기간을 7일간 유지한 실험체의 광택도 및 광택유지율이 우수하며 내구성 및 중성화에 대한 저항성이 높은 것으로 나타났다.
- 2) 광택배합을 적용한 콘크리트의 광택유지율이 우수하며 내구성 및 중성화 저항성이 높았으며, 불소수지를 도포한 실험체의 광택유지율과 동등한 성능을 나타내었다.

참고문헌

1. 두산건설(주) & 쌍용양회공업(주), “광택이 발현되는 노출콘크리트의 제조 및 시공방법”, 신기술지정신청서, 1999. 7
2. 신성우 외 3인, ‘수화반응시 생성되는 계면피막을 응용한 광택노출콘크리트 공법’, KCI, 콘크리트학회지 Vol. 11, No.1, 1999. 2
3. 하재담 외 5인, “광택노출콘크리트의 개발 및 실용화 연구”, KCI, 1998년도 봄 학술발표회.