광택노출콘크리트의 현장 적용

In-situ Application of Glossy Architectural Concrete

정 태 웅* 이 현 희** 하 재 담*** 강 창 운****
Chung, Tai Wung Lee, Hyun Hee Ha, Jae Dam Kang, Chang Un

ABSTRACT

Glossy architectural concrete means high quality concrete which develops marble-like gloss on the surface of concrete. In spite of many benefits of architectural concrete to R.C. structure such as appearance of natural stone, saving of envelope materials and reduction of building weight, the failure of in-situ application of architectural concrete by the absence of knowledge on the physical properties and formwork for it can often be found in Korea.

This study is to offer the basic materials on the mix proportion, placing, vibrating, curing and treatment of concrete result from the mock up test and in-situ application of architectural concrete to embody high quality architectural concrete in Korea.

1. 서론

광택노출콘크리트란 대리석 질감의 광택이 발현되도록 한 고품질 노출콘크리트를 말한다. 이미 '98년 봄 학술발표회에서 광택노출콘크리트의 배합 및 물성에 관한 발표를 한 바 있으며, 본 고에서는 광택노출콘크리트의 현장적용 결과를 중심으로 서술하고자 한다.

노출콘크리트는 자연적인 외관, 외장재료 절약, 건물 자중 경감 등 여러 장점이 있음에도 불구하고 국내에서는 콘크리트 배합, 거푸집 제작 및 조립, 콘크리트 양생 및 표면처리 등에 대한 지식 및 기술이 미흡하여 현장 적용에 실패하는 사례를 종종 발견할 수 있다.

본 고에서는 광택노출콘크리트의 실물크기 모의실험 및 현장 적용 결과를 중심으로 콘크리트 배합, 타설, 다짐, 콘크리트의 양생 및 표면처리 방법 등, 고품질 노출콘크리트의 시공에 관한 자료정리 및 분석을 통하여 향후 국내 노출콘크리트의 범용화를 위한 기초자료를 제공하고자 한다.

2. Mock up test

당 공법을 적용한 현장의 개요는 표 1과 같다. 당 현장의 주요 구조체는 광택노출콘크리트를 적용하도

* 두산건설(주) 기술연구소 차장
** 두산건설(주) 기술연구소 연구원
*** 정회원, 쌍용양회공업(주) 중앙연구소 선임연구원
**** 쌍용양회공업(주) 강남지사 품질관리실장

록 설계되었으나, 국내에서는 선례가 없는 상태여서 현장 Mock up test를 실시하여 시방 및 품질기준을 결정한후 최종 현장적용을 진행하고자 하였다.

표 1 현장 개요

현장명	한국전자통신연구소 제 7동 및 부대시설
위 치	대전시 유성구 가정동
공 기	'95. 7. 1 ~ '98. 5. 15
연면적	34,757m^2
규 모	지상 6층, 지하 2층
광택노출 부위(면적)	내외부 벽체, 보, 기둥 및 브릿지(13,204m^2)

2.1 거푸집 제작

당초 시방서에 의한 일반 합판거푸집은 거푸집 변형으로 인한 누수, 콘주위의 누수가 발생함에 따라 고품질 광택노출콘크리트를 위한 거푸집제작을 위하여 다음 사항에 중점을 두었다.

1) 거푸집의 수밀성
- 합판의 이중구조 : 누수방지 및 강성유지를 위해 이중합판(18mm 내수 + 12mm 일반) 사용.
- 조인트 및 줄눈의 누수방지 : 줄눈재에 필름 부착.
- 기둥 및 옹벽 거푸집 하부의 패킹처리 및 실란트 코킹.
- 폼타이용 콘 및 세퍼레이터의 누수방지 : 콘 및 세퍼레이터 주문제작.

2) 광택의 발현

표 2 Form facing material 종류

종 류	Form facing material			
	전면	좌측면	우측면	후면
Type 1	FMA	좌동	좌동	좌동
Type 2	FMA	좌동	FMC	좌동
Type 3	FMB	좌동	좌동	좌동
Type 4	FMB	좌동	FMD	좌동

· 실험체 규격 : 900×900×150(mm)

Form facing material에 따른 광택발현 정도를 조사하기 위하여 표 2와 같은 실험인자에 따라 실험을 실시하였다. Form facing material에 따른 광택도는 FMA 및 FMB의 광택도가 양호하였으며, FMC 및 FMD는 광택도가 저조한 것으로 나타남에 따라 평면에는 FMB를 기둥 부위에는 FMC를 사용하기로 결정하였다.

2.2 콘크리트 배합

표 3 배합비 및 측정결과

	설계기준 강도 (kg/cm^2)	굳지 않은 콘크리트			경화 콘크리트			
		블리딩량 (ml/cm^3)	슬럼프 (cm)	공기량 (%)	광택도	28일압축강도(kg/cm^2)	촉진중성화 깊이(㎜)	건조수축율(×μ)
비교예 1	240	0.188	16.7	5.6	-	322	13	481
비교예 2	300	0.183	15.3	5.5	-	423	10	612
실시예 1	240	0.174	17.7	5.2	45.5	329	10	-
실시예 2	300	0.171	16.7	5.6	53.1	428	10	394

주1) 광택도는 탈형후 28일 경과시, 건조수축율은 12주 경과시 값임
주2) 광택도 측정은 ASTM D 523을 따름[3)]

적정 내구성 확보 및 광택 유지가 가능한 광택노출콘크리트를 개발하기 위하여 수밀성 향상 및 밝은 색상을 유도할 수 있는 분말도 4500cm^2/g의 고로슬래그 미분말을 일부 대체하였다. 굵은 골재는 20mm를 사용하였으며, AE감수제지연형을 사용하였다. 실내 실험 결과, 광택도, 블리딩, 압축강도, 중성화저항성 및 건조수축률에 대해 우수한 성적을 나타낸 실시예 2를 현장적용 광택노출콘크리트 배합으로 결정하였다.

2.3 콘크리트 운반, 타설 및 다짐 계획

옹벽 및 기둥 타설시 펌프압송에 의한 재료분리를 방지하기 위하여 펌프압송을 하지 아니하고 1.5m^3 용량의 전용 호퍼를 크레인으로 타설위치까지 운반한 후 트레미관을 연결하여 타설하였다. 또한 1회 충전

높이를 1m 이하로 하여 다짐을 용이하게 함으로써 밀실한 충전이 되도록 하였으며, 다짐은 고주파 바이브레이터를 사용하여 콘크리트 속에 갇힌 공기를 잘게 부수어 기포 발생이 최소화 되도록 하였다.

2.4 콘크리트 보양

광택노출콘크리트는 거푸집 존치기간에 따른 광택발현 및 유지 정도가 달라지므로 적정 거푸집 존치기간을 유지하는 것이 바람직하다. 본 공사에서는 실험실 실험결과에 따라 거푸집 존치기간을 일반 콘크리트 공사보다 길게 하여 콘크리트의 표면이 충분히 경화된 시점에서 탈형할 수 있도록 하였다. 또한 탈형 직후 빗물 등에 의한 오염 및 광택의 상실을 막기 위하여 비닐막을 씌워 보양하였다.

3. 현장적용

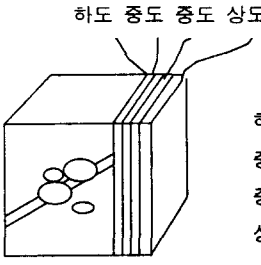
3.1 거푸집 조립 및 시공

벽체 및 사각기둥은 바이브레이팅시 벌어짐으로 인한 누수를 막기 위하여 FMA를 부착한 시스템폼을 사용하였으며, 코너부위의 누수방지를 위하여 패킹 테이프를 사용하였다. 원형기둥은 스틸 폼에 FMA 또는 FMB를 부착하여 사용하였다. 세퍼레이터의 경우 시스템 폼에서는 기존 매립형의 사용이 불가하여 관통형 PVC콘을 주문 제작하였다.

3.2 유지보수

손상된 표면의 보수재료로서 초벌메움재는 시멘트, 슬래그, 내부용 수성퍼티 및 소량의 아크릴 에멀전 혼합물을 사용하였으며, 재벌메움재는 내부용 수성퍼티와 외부용퍼티 혼합물을 사용하였다. 먼저 결함 부위 사포작업을 한후 하드너를 도포하고, 초벌메움, 재벌메움의 순서로 하였다. 또한 경화후 이물질의 제거를 위해 샌드페이퍼 작업을 실시하였다. 이 때 표면이 손상되지 않도록 사포를 부드럽게 문질러 주어야 한다. 마지막으로 면처리가 끝난 상태에서 7일 경과 후 2차 하드너를 도포하였다.

3.3 콘크리트 표면처리



하 도 : Feb Clear Super
중도 1차 : YJ555 유광
중도 2차 : YJ555 유광
상 도 : YJ555 유광

그림 1 표면처리 단계

콘크리트의 특성상 건조함에 따라 표면에 기포가 발생하여 외기 가스, 빗물이 침투하거나 유기물이 자라 표면을 오염시키기도 한다. 이를 방지하기 위하여 표면에 발수제를 도포하여 표면의 오염을 방지하도록 하였다. 본 공사에서는 투명인 Feb Clear Super 및 불소수지 코팅재를 콘크리트 표면에 도포하여 광택을 유지하고, 콘크리트를 유해한 외기 환경으로부터 보호하도록 하였다.

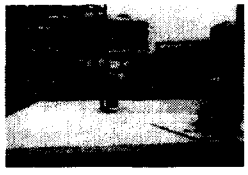


그림 2 표면재 부착

그림 3 거푸집 조립

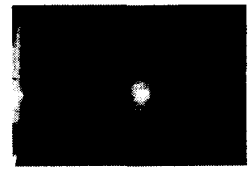


그림 4 광택발현된 벽체

그림 5 광택발현된 기둥

4. 현장시공 결과 분석

4.1 광택도

전반적인 광택도는 40이상 발현되어 화강석 물갈기 수준의 광택을 발현하는 것으로 나타났다.

표 4 광택노출콘크리트와 각종 건자재의 광택도

건자재 종류	광택노출콘크리트			대리석	화강석	도기질 타일	에폭시 수지	폴리우레탄 수지
	기둥	벽체	보					
광택도	43	48	44	70	37	86	69	77

4.2 거푸집 공사

1) Shop drawing 작성

캐드로 제작한 Shop drawing을 업체에게 제공하여 정확한 가공이 가능하도록 유도하였으며, 시스템 폼의 경우 래티스거더의 트러스간격에 의해 콘, 줄눈 및 폼타이의 위치가 결정되므로, 정확한 위치를 캐드를 이용하여 도면화 함으로써 정밀시공이 가능하였다.

2) 거푸집 시공

거푸집에서의 누수를 간과하고 진행하였던 Mock up test에서 누수되지 않은 면과의 시각적 대비로 인해 불량한 외관이 두드러지게 되었다. 이에 따라 다음과 같은 누수방지 조치를 취하였다.

- 충분한 강성을 가진 거푸집으로 변경 : 유로폼 → 시스템폼.
- 거푸집하부의 누수방지 패킹 및 실란트 코킹.
- 줄눈 및 콘의 흡수방지 : 자재의 PVC화, 흡수방지 테이프 부착.

5. 결론

1) 국내의 노출콘크리트 건물은 노출콘크리트의 질감을 살리지 못하고 견출마감이나 유색 수성페인트 도장 마감이 많았으나 본 건물은 세련된 노출콘크리트를 추구하였고, 내구성을 고려한 콘크리트 배합을 적용함으로써 규모 및 품질면에서 노출콘크리트 기술의 발전 및 국내 보급을 위한 계기를 마련하였다.

2) 본 공사의 핵심인 광택노출콘크리트 용 거푸집을 개발할 수 있었으며, 줄눈재 및 콘으로서 PVC재를 사용함으로써 기존 목재 줄눈에서의 누수를 막을 수 있었으며, 정밀한 줄눈 시공이 가능하였다. 또한 캐드로 제작한 Shop drawing을 업체에게 제공하여 정확한 가공이 가능하도록 하였다.

3) 광택노출콘크리트는 수밀한 타설을 필요로 하고 타설시간이 길게 되므로 응결시간이 길어야 하며 또한 타설시의 워커빌리티가 품질에 큰 영향을 미치게 돼 타설시 높은 슬럼프를 요구하므로 감수효과가 높고 응결을 지연해 줄 수 있는 AE 감수제 지연형을 사용함으로써 성공적인 현장적용이 가능하였다.

4) 향후 과제 : Form facing material은 전량 수입품이며 고가이다. 향후 이의 국산화를 통하여 가격을 안정시키므로써 경제적인 광택노출콘크리트를 시공할 수 있도록 해야 할 것이다.

참고문헌

1) 하재담, 정태웅, 이현희 외 3인, "광택노출콘크리트의 개발 및 실용화 연구", 한국콘크리트학회 봄학술발표회논문집, 제 10권 1호, pp.249~254, 1998.5.

2) 신성우, 정태웅, 이현희, 하재담, "수화반응시 생성되는 계면피막을 응용한 광택노출콘크리트 공법", 콘크리트학회지, Vol.11, No.1, pp.30~34, 1999.2.

3) ASTM D 523, "Standard Test Method for SPECULAR GLOSS", 1980.