

한국예술종합학교에서의 노출마감공법 적용

Application of Architectural Exposed Concrete in Korea National University of Arts



장덕배*
Duk-Bae Jang



최장식**
Jang-Sik Choi

1. 서론

쌍용건설(주)에서 시공하고 있는 한국예술종합학교 제2교사 신축공사 현장은 서울의 동북부인 서울시 성북구 석관동 산 1-5번지에 위치하고 있으며, 서초동 예술의전당 내에 위치한 제1교사와 더불어 전문 문화예술인을 양성하는 문화관광부 산하 전문교육기관이다(그림 1).

현재 교사는 문화재 보호구역 안에 위치하고 있으며, 옛 국정원 건물을 일부 고쳐서 사용하고 있으나, 부족한 시설을 별도의 건물로 사용함에 따라 각 시설들이 무계획적으로 혼재되어 있다.

사업부지가 의릉(조선조 20대 경종의 묘)이라는 역사적 공간과 접하였으며, 향후 건축물 준공 시 건물의 형태, 조경 및 외장재가 이러한 문화재와 조화를 이루며, 예술전문교육기관으로서의 특성 있는 공간 구성과 더불어 문화시설이 미비한 서울 동북부의 문화공간으로서의 큰 역할을 수행하게 될 것이다(표 1).

본 고에서는 한국예술종합학교에 적용한 노출 콘크리트에 대해 다루고자 한다.

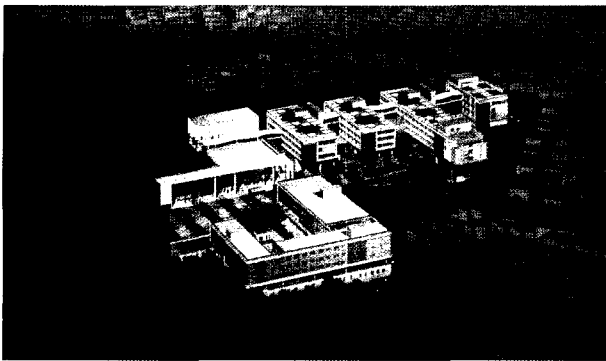


그림 1. 한국예술학교 조감도

* 정회원, 쌍용건설(주) 한국예술종합학교 현장소장
DBJANG@ssyenc.com

** 쌍용건설(주) 건축본부장

2. 노출마감공법

2.1 노출 콘크리트 마감공법

2.1.1 개요

노출 콘크리트 마감공법은 콘크리트 표면에 마감재료를 따로 시공하지 않고 거푸집 탈형 후 콘크리트 면을 최종 마감으로 하여 콘크리트 자체의 색상 및 질감을 표면 마감으로 사용하는 것으로, 콘크리트 타설 후 별도의 표면 마감을 하는 제치장 콘크리트 및 단순한 구조적 역할만을 수행하는 일반 콘크리트 공법과는 확실한 차이가 있다(표 2).

2.1.2 노출 콘크리트 마감공법의 요구조건

같은 규격의 레미콘이라 할지라도 각 회사별로 콘크리트의 양생 후 색상이 달리 표현됨으로 노출 콘크리트 마감에 있어서

표 1. 공사개요

공사명	한국예술종합학교 제2교사 신축공사
발주처	문화관광부/한국예술종합학교
설계/감리	삼우설계+공간건축+나라건축
시공사	쌍용건설(주)의 3개사
공사기간	2002. 12. 23 ~ 2006. 10. 09
공사규모	대지면적 44,628 m ² (13,500평)
	건축면적 14,518 m ² (4,392평)
	건폐율 : 3.35 %
	연면적 56,358 m ² (17,048평)
주요시설	학교, 도서관, 공연장, 전시장
	교육연구 및 복지시설
용도	R.C + S.R.C
구조	외부 : 노출 콘크리트(19,719 m ²)
	골강판(12,711 m ²), AL루바(928 m ²)
	스프리트레이스트블럭(3,234 m ²)
	내부 : 바닥-콘크리트 + 바닥강화제
주요마감	벽 치장블럭/dry wall
	천정 - 콘크리트 수성페인트

표 2. 노출 콘크리트 마감공법의 요구조건

색채 균일성	· 사용재료 · 배합설계 · 거푸집/박리제 · 타설방법 · 경화콘크리트상태	· 동일회사 레미콘 사용
균열억제	· 건조수축 · 다짐/양생 · 부재형상 · 균열유도 줄눈유무 · 강풍/폭염	· 양질골재사용 · 단위수량 저감 · 팽창제/수축저감제 사용
충진성/ 재료분리 저항성	· 슬럼프치 · 골재치수 · 타설방법 · 철근간격, 피복두께	· 슬럼프 준수 · 지연제, 고성능 AE감수제 사용 · 가능한 작은골재사용 · 레이턴스/블리딩 적게 발생하는 배합설계 · 철근피복두께/콘크리트 타설속도 준수
내구성	· 중성화 · 염해 및 동해	· W/C 비 낮춤 · 규정공기량 확보 · 염소이온 총량 규제준수 · 발수제/침투성 흡수방지제 마감 · 피복두께통상보다 10 mm 증가시킴



사진 1. 노출 콘크리트 mock-up test

는 레미콘 공급회사를 최소화해야 함에 따라 당 현장에서는 관급자재로 4개사에 분할 배정되어 있는 레미콘사를 발주처 동의를 받아 2개사로 축소하여 부위별로 구분 타설 하였다(표 3).

균열발생억제 및 콘크리트 충진성 확보/재료분리 방지 등을 위해 각 하자발생 요인별 분석 및 mock-up시공을 통해 최적의 시공방안 도출하여 현장 적용하였다(사진 1).

현장 내 mock-up을 별도 시공하여 각 레미콘 규격별 테스트 및 콘크리트 타설방법, 단면구성, 발수제 테스트, 창호 마감 디테일 등을 검토하여 현장적용 노출 콘크리트의 품질확보 및 시공기준 결정하였다

2.1.3 시공 단계별 관리방안

(1) 설계도서검토

- 노출 콘크리트 마감공법의 품질기준 결정
- 설계도서 및 현장설명서 내용 반영

- 적정공사비 및 공기검토
- 면의 분할 및 입·단면 계획 수립
- (2) 콘크리트 배합설계
 - 색채 균일성을 위해 동일한 공장의 레미콘 사용
 - 건조수축균열 방지
 - 양질의 골재사용 및 단위수량 저감 (시공성확보 및 재료분리 방지를 위해 슬럼프값 (18 ~ 22)유지 및 고성능 AE감수제 사용)
 - 팽창제나 수축저감제 사용
 - 세골재(20 mm) 사용
 - 표면품질 및 충진성 향상, 재료분리방지를 위한 목적이나, 비용증가로 미사용
 - 콜드조인트나 허니컴방지
 - 운반, 타설, 이어치기 시간 준수
- (3) 거푸집공사
 - 품질기준, 시공정밀도, 구조물의 모양에 따른 합판 및 사용횟수 선정 (폼타이 및 콘위치의 영향으로 전용횟수가 1회로 제한됨)
 - 시공상세도 기준으로 합판의 크기, 이음매 위치, 콘구멍 위치 등을 고려하여 거푸집 제작 (되도록 절단 없이 전체 사용)

표 3. 노출 콘크리트 면 보수 공법 종류

종류	특징
부분 보수공법	· 노출 콘크리트의 자연미를 최대한 살리는 공법으로 오염제거, 재료분리, 코너각 탈락등 일반적으로 문제가 되는 부분만을 집중적으로 보수하는 공법 · 전체가 아닌 부분만을 보수하는 공법이기에 고도의 보수기술 필요
전면 보수공법	· 노출 콘크리트 면의 품질 상태에 상관없이 전체를 표면처리 하는 공법으로 전체적으로 깨끗한 품질을 얻을 수 있음 · 부분 보수공법에 비하여 상대적으로 자연스러움이 떨어짐
미장공법	· 부분 보수공법과 연관되는 공법으로 무기질계 콘크리트용 보수 전용 시멘트를 이용하여 보수하는 공법
도장공법	· 도막형 색조 발수제나 수지계 페인트를 사용하여 마감처리 하는 공법

- 폼타이 및 콘의 종류에 따른 하자발생 방지방안강구
(특수 sepa bolt를 적용하여, 관통형-누수대책 수립, 매립형-녹물발생 대책 수립)
- 거푸집 이음부위에 코킹, 테이핑 등으로 수밀성 확보
- 검은색 먹물사용금지(흰색 유성펜 사용)
- 개구부 형틀의 변형이 없도록 견고한 제작/설치
- 거푸집 긴결철물의 조임 철저

(4) 철근공사

- 철근의 순간격, 피복두께 준수
- 결속선 결속 후 거푸집 안쪽으로 구부러 넣어 시공
녹발생 방지
- 개구부 주변 보강철근 시공 철저
- 스페이서, 세퍼레이터는 녹이 나지 않은 제품 사용
(PVC 제품 사용)
- 슬래브 타설시 거푸집 바닥면에 이물질이 흘러지 않도록
관리하며, 타설 전 이물질 제거
- 배근완료 후 타설시점이 길어지거나 우수에 의한 철근
녹이 발생치 않도록 작업계획 수립

(5) 콘크리트 타설

- 콘크리트 주입관을 최대한 깊이 삽입후 타설
- 고주파 바이브레이터 사용 - 500 ~ 600 mm 간격,
한 장소에서 5 ~ 15초
- 거푸집 바깥면에 폼 바이브레이터나 목망치, 고무망치
등을 사용하여 다짐작업 병행 하여 노출면의 품질 확보
- 타설된 노출 콘크리트면 오염방지 보양실시
(수직 연속되는 기둥이나 벽체의 콘크리트 타설시 거푸
집틈새로 흘러나온 물에 오염되지 않도록 관리)

(6) 거푸집 탈형

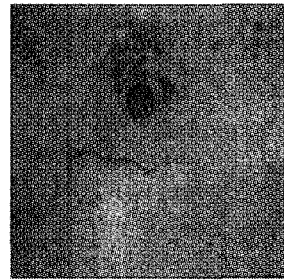
- 거푸집 존치기간 준수 및 탈형 시 충격 최소화
- 노출된 철근의 녹발생 방지
- 타설 노출 콘크리트면과의 충돌로 인한 손상방지

(7) 발수제 처리

콘크리트 자체가 마감인 노출 콘크리트 공법의 경우 구조물의 품질 및 표면 상태를 장기간 유지하기 위해서는 발수제의 역할이 매우 중요하게 작용한다.

표 4. 발수제의 종류별 특징

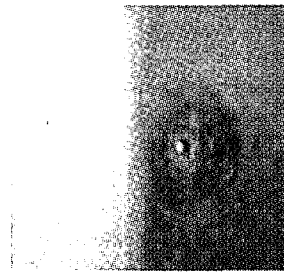
종류	특징	내구연한
아크릴계	내수성, 내알칼리성, 작업성우수, 조기건조	5 - 8년
우레탄계	아크릴계보다 내후성 우수	5 - 10년
아크릴우레탄계	아크릴계, 우레탄계보다 내후성 우수	8 - 10년
아크릴실리콘계	발수성에 준한 내후성	10 - 15년
발수제	고내후성, 장기적인 보호효과	10 - 20년



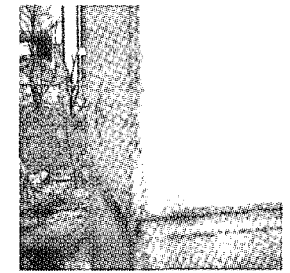
(a) 콘구멍 하부 침하균열



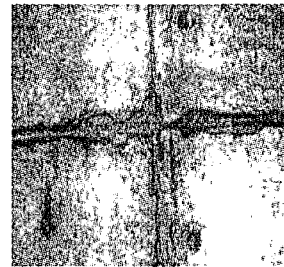
(b) 이어치기 불량에 의한 누수



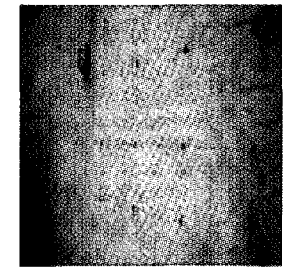
(c) 콘구멍 주위 누수



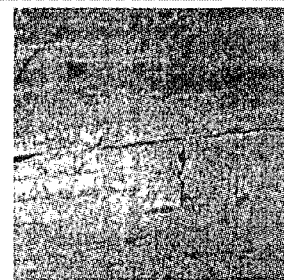
(d) 코너부위 누수



(e) 거푸집 접합부 누수



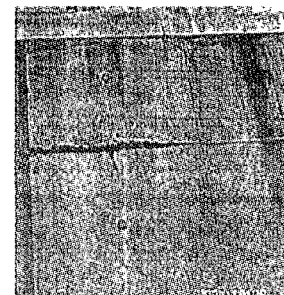
(f) 건조수축 균열



(g) 콜드 조인트



(h) 피복두께 부족으로 인한 박리, 박락



(i) 단차의 발생



(j) 동결융해에 의한 균열 및 박리

사진 2. 노출 콘크리트면 유형별 하자 종류

재료적 특성상 발생할 수 밖에 없는 균열에 의한 우수 침투 차단기능은 물론, 내구성이 우수하며 물의 흡수 및 자외선에 의한 색변 현상이 없는 제품을 선정해야 한다(표 4 및 사진 2).

또한, 현재 반영구적인 발수제는 없기 때문에 노출 콘크리트의 품질유지를 위해 시공단계에서 부터 노출면 보수공법을 검토해야 한다.

2.1.4 노출 콘크리트의 적용 시 문제점

현재 국내에는 노출 콘크리트 마감공법에 대한 명확한 정의와 품질기준이 정립되어 있지 않다. 또한 건축공사 표준시방서 및 표준품셈 등에도 자료가 미비하며, 제물치장 콘크리트와의 개념상의 혼돈으로 인하여 현장에서 설계자와 시공사 사이에서 품질수준 및 공사비용에 대하여 많은 갈등을 야기시키고 있는 것이 현실이다.

표 5. 노출 콘크리트 마감공법의 시공 프로세스

단계(1 ~ 8)	내용	단계(9 ~ 16)	내용
바탕틀 제작	설계도면을 참고하여 멩에 장선 등 거푸집 바탕틀을 제작한다.		폼타이 좌우가 정확히 수평이 되도록 한다. 최대한도로 조여 정확한 두께를 유지하도록 한다.
내수 합판 설치	거푸집 바탕틀에 평활도를 유지하도록 내수 합판을 설치한다.		규정된 철근의 순간격, 피복두께를 준수하고, 결속선이 거푸집면에 닿아 콘크리트 타설 시 녹이 발생하지 않도록 결속 후 안쪽으로 구부려 넣어 시공한다.
우레탄 코팅 합판 설치	거푸집 분할은 디자인에 따라 일치시키며, 되도록 절단 없이 전체를 사용한다.		철근배근 완료 후 내부에서 폼타이 구멍에 맞추어 쪽품을 설치한다.
tie bolt 구멍 뚫기	shop drawing에 맞추어 폼타이 구멍을 뚫는다. 이때 작업자의 신발이 거푸집면을 상하게 하지 않도록 주의한다.		골재분리 방지를 위해 호퍼 및 트레미관을 이용하며, 전체 높이는 3단계로 나누어 타설한다.
조인트 필름 부착	수밀성을 확보하기 위해 코팅시트를 부착하여 시멘트 풀이 빠져나가는 것을 방지한다.		거푸집 바깥면에서 form vibrator나 목망치, 고무망치 등을 사용하여 다짐작업을 병행하여 노출면 품질저하 요인을 최소화 시킨다.
개구부 설치	콘크리트 타설시 개구부틀 인방부의 처짐이 발생하지 않고 전체 형상에 변형이 생기지 않게 견고하게 제작한다.		타설되는 콘크리트에서 흘러나온 물이 하부를 오염시키지 않도록 고압 살수기를 미리 준비하여 흘러내리는 시멘트페이스트를 즉시 제거한다.
수직/수평 줄눈 설치	이어치는 부분에 줄눈을 설치하고 건조수축균열에 대비하여 균열유도줄눈도 설치한다.		거푸집 존치기간을 절대 준수하여 탈형하며, 특히 모서리 부분은 파손되기 쉬운 부분이므로 각별히 주의하여 탈형 한다.
거푸집면 청소 인양/세우기	거푸집면의 불순물을 제거하고, 거푸집간 이음부위는 코킹, 테이핑 등으로 수밀성을 확보하여 물빠짐으로 인한 결함을 방지한다.		폼타이 구멍에 철물이 노출되므로 시멘트와 백시멘트의 비율을 조정하여 색을 맞춰 혼합하여 매워준다.



사진 3. 노출 콘크리트 시공현황(강의동 C동)



사진 6. 현장전경(2006. 04월 말)



사진 4. 노출 콘크리트 시공현황(강의동 D동)

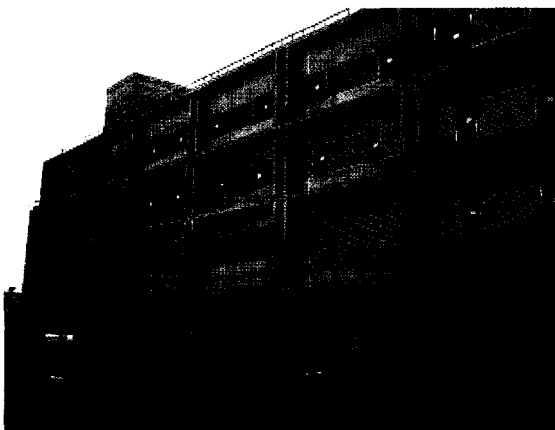


사진 5. 노출 콘크리트 시공현황(도서관 선근)

따라서, 노출 콘크리트 마감의 명확한 개념정립 및 정확한 원기분석에 의한 시공단가 현실화가 이루어져야 할 것이다(사진 3~5).

3. 결 론

살내·외주된 마감이 노출 콘크리트 (architectural exposed concrete) 로 설계되어, 콘크리트 타설시 마감품질이 결정되는 상황이므로 현장 실무 기술자들은 항상 노심초사 할 수 밖에 없는 상황의 연속이다.

따라서, 국내에 확실한 공법 정립이 되어 있지 않은 노출 콘크리트 마감공법 및 내부 노출마감의 시공 시 품질확보와 공사비용 현실화를 위해서는 입찰 및 현장 시공 전 철저한 설계도서 검토가 선행되어야 할 것이다.

예술전문인을 육성하는 본 프로젝트 특성상 다양한 공간 구성 및 내·외부 마감에 있어서의 실험적인 시도(사진 6)는 준공 후 이 지역의 문화적인 역할 수행과 더불어, 아직도 국내에 확실한 공법 정립이 안되고 있는 노출 콘크리트 마감공법이 국내의 대표적인 사례로 자기매김하게 될 것을 기대한다. □

참고문헌

1. 대한건축학회, 노출 콘크리트 적정공사비 산정을 위한 원기구성요소 분석, 2005, 07, pp. 11 ~ 24.