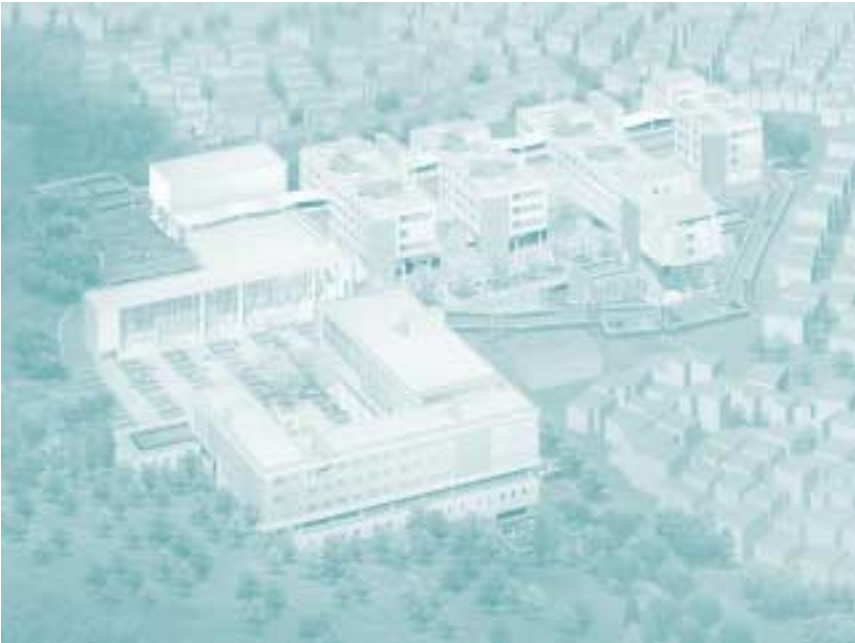


건축물 내·외부 노출마감공법 현장 적용

최근 들어 콘크리트 구조물의 외부 마감공법은 일반콘크리트 마감 후 미장, 타일, 돌, 각종 판넬 등을 이용한 일반적인 외부 마감공법 외에 거푸집 탈형 후 콘크리트 면을 최종 마감으로 하는 노출콘크리트 마감공법 등 다양한 유형이 사용되어지고 있다. 특히 노출콘크리트 마감공법은 국내의 시공실적이 미비하며 공법에 대한 정의 및 적용기준이 명확히 제시되고 있지 못한 실정으로, 당현장 적용사례를 중심으로 노출콘크리트 마감공법의 시공방법 정립 및 현장 적용시 문제점 추출을 통해 추후 동일공법 적용에 따른 현장개선방안을 모색하고자 한다.



글 | 최익준
 한국예술종합학교 신축현장 공무과장
 02-960-6994/5
 이메일 | cikjun@ssyenc.com

01 서론

노출CON'C 마감공법은 건교부 표준시방 및 표준 품셈 등에 공법 자체의 명확한 정립이 되어있지 않으며 국내 시공사례도 매우 빈약하여 현장적용시 시공계획 수립 및 적정원가 산출에 많은 어려움을 겪어 왔다. 또한, 내부노출마감의 경우 시공사례가 흔치 않으며, 시공 관리에 많은 주의점이 요구되어짐에 따라 추후 동일공법 시행시 좋은 참고자료로서 당현장 적용사례를 소개 하고자 한다.

표 1 | 주요외부마감 현황

주요 마 감	외부 :		노출콘크리트(19,719㎡), 골강판(12,711㎡), AL루바(928㎡) 스프릿페이스트블럭(3,234㎡)
		내부	바닥
		벽	치장블럭 / DRY WALL
		천정	CON'C + 수성페인트

02 노출마감공법

2-1. 노출콘크리트 마감공법

가톨릭세병원 신축공사와 관련 당사에서 제안한 Best Value 항목은 아래와 같다.

1) 개요

노출콘크리트 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 일반콘크리트 공법과는 확실한 차이가 있다.

2) 노출콘크리트 마감공법의 요구조건

같은 규격의 레미콘이라 할지라도 각 회사별로 콘크리트의 양생 후 색상이 달리 표현됨으로 노출콘크리트 마감에 있어서는 레미콘 공급회사를 최소화 해야 하며 따라 당 현장에서는 관급소재로 4개사에 분할 배정되어 있는 레미콘사를 발주처 동의를 받아 2개사로 축소하여 부위별로 구분 타설 하였다.
균열발생억제 및 콘크리트 충전성 확보/재료분리 방지 등을 위해 각 하자발생 요인별 분석 및 MOCK-UP시공을 통해 최적의 시공방안 도출하여 현장 적용하였다.

표 2 | 노출콘크리트 마감공법의 요구조건

요구조건	영향요인	관리요소
색채 균일성	· 사용재료 · 배합설계 · 거푸집/박리제 · 타설방법 · 경화콘크리트 상태	· 동일회사 레미콘 사용
균열 억제	· 건조수축 · 다짐/양생 · 부재형상 · 균열유도 줄는 유무 · 강풍/폭염	· 양질골재사용 · 단위수량 저감 · 팽창제/수축 저감제 사용
충진성/재료분리 저항성	· 슬럼프 지수 · 골재치수 · 타설방법 · 철근간격 · 피복두께	· 슬럼프 준수, · 지연제, 고성능 AE 감수제 사용 · 가능한 작은골재 사용 · 레이턴스/블리딩 적게발생하는 배합설계 · 철근피복두께 / 콘크리트 타설 속도 준수
내구성	· 중성화 · 염해 및 동해	· 중성화 · 염해 및 동해 · W/C 비 낮춤 · 규정공기량 확보 · 염소이온 총량 규제준수 · 발수제/침투성 흡수방지제 마감 · 피복두께 통상보다 10mm 증가시킴

사진 1 | 노출콘크리트 MOCK-UP TEST



현장내 MOCK-UP 을 별도 시공하여 각 레미콘 규격별 TEST 및 콘크리트 타설방법, 단면구성, 발수제TEST, 창호 마감 DETAIL 등을 검토하여 현장작업 노출콘크리트의 품질확보 및 시공기준 결정하였다.

3) 시공 단계별 관리방안

(1) 설계도서검토

- 노출콘크리트 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(20mm) 사용
- 표면품질 및 충전성 향상, 재료분리방지를 위한 목적이나, 비용증가로 미사용.
- 콜드조인트나 Honey Comb방지
- 운반, 타설, 이어치기 시간 준수

(3) 거푸집공사

- 품질기준, 시공정밀도, 구조물의 모양에 따른 합판 및 사용 횟수 선정 (폼타이 및 콘위치의 영향으로 전용횟수가 1회로 제한 됨)
- 시공상세도 기준으로 합판의 크기, 이음매 위치, 콘구멍 위치 등을 고려하여 거푸집 제작 (되도록 절단 없이 전체 사용)
- 폼타이 및 콘의 종류에 따른 하자발생 방지 방안강구 (특수 SEPA BOLT를 적용하여, 관통형 누수대책 수립, 맵합형-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)
- SLAB 타설시 거푸집 바닥면에 이물질이 흘러지 않도록 관리하며, 타설전 이물질 제거
- 배근완료후 타설시점이 길어지거나 우수에 의한 철근 녹이 발생치 않도록 작업계획 수립

(5) 콘크리트 타설

- 콘크리트 주입관을 최대한 깊이 삽입후 타설
- 고주파 바이브레이터 사용
- 50~60CM 간격, 한 장소에서 5~15초
- 거푸집 바깥면에 폼 바이브레이터 나 목망치, 고무망치 등을 사용하여 다짐작업 병행 하여 노출면의 품질 확보
- 기 타설된 노출콘크리트면 오염방지 보양 실시 (수직 연속되는 기둥이나 벽체의 콘크리트 타설시 거푸집틀 새로 흘러나온 물에 오염되지 않도록 관리)

(6) 거푸집 탈형

- 거푸집 존치기간 준수 및 탈형시 충격최소화
- 노출된 철근의 녹발생 방지
- 기 타설 노출콘크리트 면과의 충돌로 인한 손상방지

(7) 발수제 처리

콘크리트 자체가 마감인 노출콘크리트 공법의 경우 구조물의 품질 및 표면 상태를 장기간 유지하기 위해서는 발수제의 역할이 매우 중요하게 작용한다.
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.
또한, 현재 반영구적인 발수제는 없기 때문에 노출 콘크리트의 품질유지를 위해 시공단계에서 부터 노출면 보수공법을 검토해야 한다.

표 3 | 노출콘크리트 면 보수 공법 종류

종류	특징
부분 보수공법	· 노출콘크리트의 자연미를 최대한 살리는 공법으로 오염제거, 재료분리, 코너각 탈락 등 일반적으로 문제가 되는 부분만을 집중적으로 보수하는 공법 · 전체가 아닌 부분만을 보수하는 공법이기에 때문에 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

표 4 | 노출 콘크리트면 유형별 하자종류

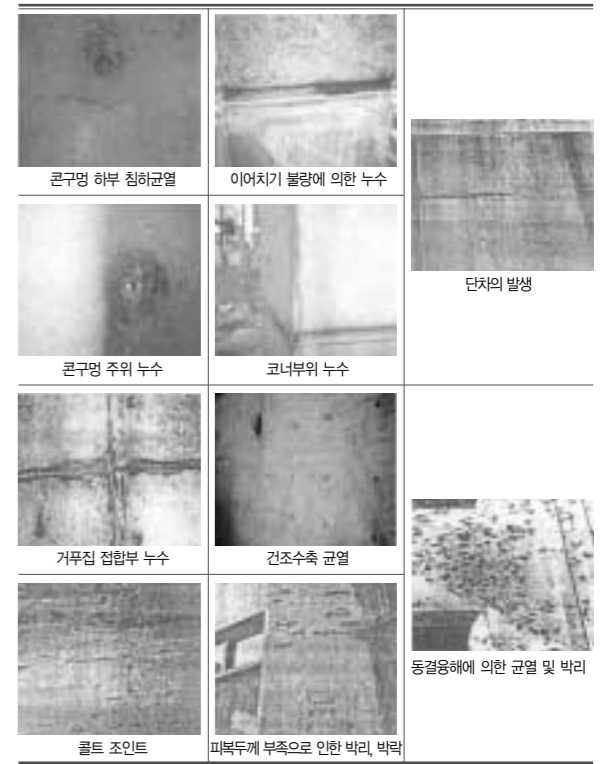


표 5 | 발수제의 종류별 특징

종류	특징	내구연한
아크릴계	내수성, 내알칼리성, 작업성우수, 조기건조	5~8년
우레탄계	아크릴계보다 내후성우수	5~10년
아크릴 우레탄계	아크릴계, 우레탄계 보다 내후성 우수	8~10년
아크릴 실리콘계	불소계에 준한 내후성	10~15년
불소계	고내후성, 장기적인 보호효과	10~20년

표 6 | 노출콘크리트 마감공법 시공 PROCESS

단계(1~8)	내용	단계(9~16)	내용
내면형 철근	공정도면을 참고하여 양면 단면 보, 거푸집 부착방향을 확인한다.	Fe Bar/콘송치	철근의 일부가 양면의 우수에 노출된다. Fe Bar도 양면의 두께를 유지하도록 한다.
내부 철근	거푸집 이음부에 코킹, 테이핑 등으로 수밀성 확보한다.	폼타이 콘송치	구멍의 일부는 순간격, 폼타이를 사용하여, 폼타이 (Fe Bar)가 양면의 우수에 노출되지 않도록 수밀성을 확보한다. 폼타이를 구멍에 넣어 수밀성을 확보한다.
외면형 철근	거푸집 양면에 (타이)를 두어 양면의 수밀성을 확보한다. 거푸집 단면의 수밀성을 확보한다.	폼타이 콘송치	양면에만 양면의 Fe Bar를 사용하여 양면의 우수에 노출된다.
개구부 철근	개구부 철근은 (타이)를 두어 양면의 수밀성을 확보한다. 개구부 철근은 양면의 우수에 노출된다.	폼타이 콘송치	개구부 철근은 양면의 우수에 노출된다.
외면형 철근	외면형 철근은 (타이)를 두어 양면의 수밀성을 확보한다. 외면형 철근은 양면의 우수에 노출된다.	폼타이 콘송치	외면형 철근은 양면의 우수에 노출된다.
내면형 철근	내면형 철근은 (타이)를 두어 양면의 수밀성을 확보한다. 내면형 철근은 양면의 우수에 노출된다.	폼타이 콘송치	내면형 철근은 양면의 우수에 노출된다.
개구부 철근	개구부 철근은 (타이)를 두어 양면의 수밀성을 확보한다. 개구부 철근은 양면의 우수에 노출된다.	폼타이 콘송치	개구부 철근은 양면의 우수에 노출된다.

단계(1~8)	내용	단계(9~16)	내용
기초공사	기초공사 단계는 구조물용 콘크리트의 타설 및 양생이 완료된 후, 기초의 일체 강도 확보를 위한 것이다.	기초공사	기초공사 단계는 구조물용 콘크리트의 타설 및 양생이 완료된 후, 기초의 일체 강도 확보를 위한 것이다.
1층 콘크리트 타설	1층 콘크리트 타설은 구조물용 콘크리트의 타설 및 양생이 완료된 후, 1층의 일체 강도 확보를 위한 것이다.	1층 콘크리트 타설	1층 콘크리트 타설은 구조물용 콘크리트의 타설 및 양생이 완료된 후, 1층의 일체 강도 확보를 위한 것이다.
2층 콘크리트 타설	2층 콘크리트 타설은 구조물용 콘크리트의 타설 및 양생이 완료된 후, 2층의 일체 강도 확보를 위한 것이다.	2층 콘크리트 타설	2층 콘크리트 타설은 구조물용 콘크리트의 타설 및 양생이 완료된 후, 2층의 일체 강도 확보를 위한 것이다.
3층 콘크리트 타설	3층 콘크리트 타설은 구조물용 콘크리트의 타설 및 양생이 완료된 후, 3층의 일체 강도 확보를 위한 것이다.	3층 콘크리트 타설	3층 콘크리트 타설은 구조물용 콘크리트의 타설 및 양생이 완료된 후, 3층의 일체 강도 확보를 위한 것이다.
4층 콘크리트 타설	4층 콘크리트 타설은 구조물용 콘크리트의 타설 및 양생이 완료된 후, 4층의 일체 강도 확보를 위한 것이다.	4층 콘크리트 타설	4층 콘크리트 타설은 구조물용 콘크리트의 타설 및 양생이 완료된 후, 4층의 일체 강도 확보를 위한 것이다.
5층 콘크리트 타설	5층 콘크리트 타설은 구조물용 콘크리트의 타설 및 양생이 완료된 후, 5층의 일체 강도 확보를 위한 것이다.	5층 콘크리트 타설	5층 콘크리트 타설은 구조물용 콘크리트의 타설 및 양생이 완료된 후, 5층의 일체 강도 확보를 위한 것이다.
6층 콘크리트 타설	6층 콘크리트 타설은 구조물용 콘크리트의 타설 및 양생이 완료된 후, 6층의 일체 강도 확보를 위한 것이다.	6층 콘크리트 타설	6층 콘크리트 타설은 구조물용 콘크리트의 타설 및 양생이 완료된 후, 6층의 일체 강도 확보를 위한 것이다.
7층 콘크리트 타설	7층 콘크리트 타설은 구조물용 콘크리트의 타설 및 양생이 완료된 후, 7층의 일체 강도 확보를 위한 것이다.	7층 콘크리트 타설	7층 콘크리트 타설은 구조물용 콘크리트의 타설 및 양생이 완료된 후, 7층의 일체 강도 확보를 위한 것이다.
8층 콘크리트 타설	8층 콘크리트 타설은 구조물용 콘크리트의 타설 및 양생이 완료된 후, 8층의 일체 강도 확보를 위한 것이다.	8층 콘크리트 타설	8층 콘크리트 타설은 구조물용 콘크리트의 타설 및 양생이 완료된 후, 8층의 일체 강도 확보를 위한 것이다.

| 사진 2 | 노출콘크리트 시공현황(강의동 C동)



| 사진 3 | 노출콘크리트 시공현황(강의동 D동)



| 사진 4 | 노출콘크리트 시공현황(도서관 선칸)



4) 노출콘크리트의 적용 시 문제점
 현재 국내에는 노출콘크리트 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.
 따라서, 노출콘크리트 마감의 명확한 개념정립 및 정확한 원가분석에 의한 시공단가 현실화가 이루어져야 할 것이다.

03 내부마감공사

3-1. 치장블럭공사

당 현장의 경우 내부마감이 스튜디오, 극장, 각종편집실 등을 제외하고는 대부분 외장마감과 같이 별도 마감설계가 되어져 있지 않다. 따라서 벽체의 경우 주마감재인 치장블럭의 시공 품질 확보를 위해 전체 시공면에 대한 시공상세도 작성 및 전기, 통신 등 별도 발주업체와의 협의로 모든 배관을 치장블럭내에 매립배관함으로써 고품질을 확보할 수 있었다.

| 사진 5 | 강의동 내부 치장블럭공사 현황



3-2. 바닥강화제 공사
 바닥의 주요마감 역시 콘크리트 타설 후 바닥 강화제 (액상하드너) 마감으로 되어 있으며, 시공 SPEC상 나중에 별도 후 마감처리가 불가능 함에 따라, 준공 시까지의 훼손 및 오염방지를 위해 별도의 보양대책 수립이 필요하였다.
 또한 바닥강화제의 강도 발현 전 바닥 SAW CUTTING을 시행해야 함에 따라 일반적인 철근 콘크리트 공사와 달리 SLAB 콘크

리트 타설 후 상부 층 골조투입시점이 4~5일 이상 지연되었으며, 바닥 보양 후에도 물리적인 충격에 의한 손상방지를 위해 작업자에 대한 계도교육이 필요하다.

| 사진 6 | 바닥강화제 선정시험



바닥강화제의 물성에 따른 강도 및 균일한 색상 유지 등 당 현장에 가장 적합한 재료선정을 위해 현장SAMPLE TEST를 실시하여 품질기준을 확립 하였다.

04 기타공사

4-1. 가설공사(시스템 동바리)

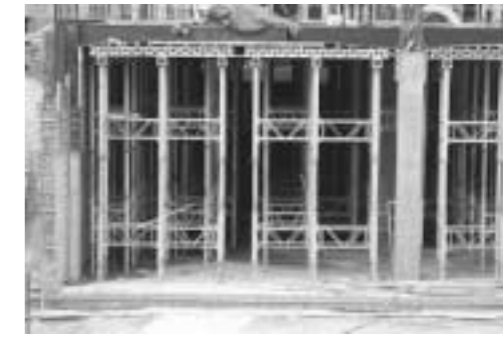
1) 현장 현황
 당 현장은 특수 예술시설인 관개로 일반 강의실 외에 TV 스튜디오를 비롯한 각종 특수시설로 구성되어 있어 전체면적의 42%(29,691m²)가 높은 층고(4.2m~12m)로 설계되었다. 또한 지상층 바닥마감이 노출콘크리트+바닥강화제로 설계되어 있어 동바리 설치 해체에 따른 바닥 마감면의 효과적인 보양대책 수립이 불가피 하였다.

2) 가설 동바리
 일반 강관 동바리가 2단~5단 보강 설치토록 설계 되어짐에 따라 높은 층고에서의 안전관리, 작업효율 저하 및 바닥 노출마감면의 상당부분 손상이 불가피 할 것으로 예상 되어 시스템 동바리 사용으로 공법변경 추진하였다.

3) 시스템 동바리(PERITABLE SYSTEM)적용
 층고에 따른 동바리 시공성 확보 및 슬라브의 지지용 POST를 최소화 (수직재간격 @900이내 →@1,000~@2,500)함의로 써

노출CON'C 바닥마감 훼손의 최소화하고 다양한 레벨의 구조체 생산에 효율적으로 적용하도록 하였다.

| 사진 7 | 시스템 동바리 시공



05 결론

실내·외 주된 마감에 노출콘크리트 (Architectural Exposed Concrete)로 설계되어, 콘크리트 타설시 마감품질이 결정되어지는 상황이므로 현장 실무 기술자들은 항상 노심초사 할 수 밖에 없는 상황의 연속이다. 내부 치장블럭은 각종 전기, 통신 및 설비 Pipe류를 조적시 블럭홀(Hole)안에 배관하고, Out Let을 표면 커팅하여 노출시키는 매립배관은 일반 조적공사 보다 몇 배의 노력과 예산이 투입되는 고된 작업이다.
 따라서, 국내에 확실한 공법 정립이 안되고 있는 노출 콘크리트 마감공법 및 내부 노출마감의 시공시 품질확보와 공사비용 현실화를 위해서는 입찰 및 현장 시공 전 철저한 설계도서 검토가 선행되어야 할것이다. S

| 사진 8 | 2006.04월말 현장전경



© 참고문헌
 1. [대한건축학회] 노출콘크리트 적정공사비 산정 을 위한 원가구성요소 분석, 2005.07