



블랙 노출콘크리트 적용 사례

A Case Study on the Black Exposed Concrete

이재현 Lee, Jaehyun
대림산업(주) 기술개발원 과장

안홍주 An, Hongjoo
대림산업(주) 제주오설록현장 과장

김영준 Kim, Youngjun
대림산업(주) 제주오설록현장 소장

1. 머리말

본 프로젝트는 <표 1>에서 볼 수 있듯이 (주)아모레퍼시픽에서 발주한 제주오설록 증축공사로써 철근콘크리트조 + 철골조로 구성되어 약 10개월 간 진행된 공사였다. 본 공사의 가장 큰 특징은 외관이 블랙 노출콘크리트 + 유리로 구성되어 있다는 것이며, 특히 일부 구간의 경우 블랙 노출콘크리트 표면을 폴리싱한 후 액상하드너로 마감하는 공법을 잘 구현하는 것이 관건이었다.

당사에서 처음으로 시도하는 블랙 노출콘크리트였던 만큼 다양한 시험 및 검토가 진행되었고, 프로젝트를 성공적으로 수행할 수 있었다. 본 고를 통해 향후 유사한 프로젝트 발생시 참고자료로 적극적인 활용이 가능할 것으로 기대된다.

2. 현장 건축 특기시방서 검토

우리 현장 건축 특기시방서의 특이사항을 <표 1>에 나타내었듯이 공통사항으로는 W사의 흑백 분말 안료를 시멘트량의 약 10% 정도 사용하도록 지정되어 있었으며, 블랙 노출콘크리트의 설계기준압축강도는 24 MPa이었다. 또한, 개별 사항으로 티클라스는 블랙 노출콘크리트 양생 후 폴리싱 + 액상하드너 작업을 하도록 설계된 반면 부속동의 경우 블랙 노출콘크리트 양생 후 지정발수제를 시공하도록 설계되어 있었다.

3. 배합 및 시공관리방안 검토

3.1 배합 및 폴리싱 깊이 도출

우리 현장 블랙 노출콘크리트의 일반 노출용 배합(부속동)과 폴리싱 노출용 배합 및 폴리싱 깊이(티클라스)를 검토하기 위해 총 4차에 걸쳐 Visual Mock-up 시험을 실시하였으며,

표 1. 공사 개요 및 특이사항

공사개요		특이사항
공사명/ 발주처	제주오설록현장/(주)아모레퍼시픽	
구조	철근콘크리트조, 철골조	
건축 면적	전체 2,283 m ² (기존 1,130 m ² +금회증축 1,153 m ²)	
건축 규모	1. 티하우스 확장 2. 티스톤/이니스프리체험관/부속동 신축 3. 조경공사	
외관	칼라노출콘크리트+유리	

Visual Mock-up 시험체를 <사진 1>에, Visual Mock-up 시험 결과를 <표 2>에 나타내었다.

1차 Visual Mock-up 시험 결과 일반 노출용 배합(부속동)의 경우 색상 및 경제성을 고려하였을 때 흑색 분말 안료 6% 슬럼프 배합이 가장 적합할 것으로 협의되었으며, 폴리싱 깊이의 경우 폴리싱 노출면의 색상 및 경제성 측면에서 1~3mm가 가장 유리할 것으로 협의하였다.

2차 Visual Mock-up 시험 결과 폴리싱 노출용 배합(티클라스)의 경우 잔골재는 쇄석(현무암) 100%를 사용하는 것으로 결정하였다.

3차 Visual Mock-up 시험에서는 흑색 액상 안료를 추가로 검토 하였으나 그 효과가 미미하여 흑색 분말 안료를 단독으로 시멘트량의 10~15% 수준을 치환하기로 최종 결정하였다.

4차 Visual Mock-up 시험에서는 쇄석 잔골재 100%

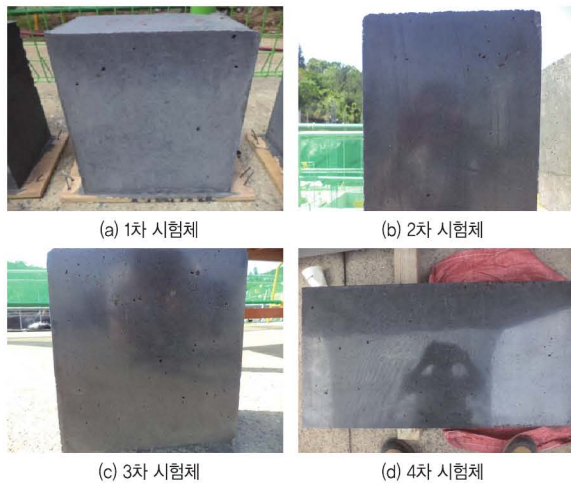


사진 1. Visual Mock-up 시험체

표 2. 배합 및 폴리싱 깊이 도출을 위한 시험 결과

구분	일반 노출용 배합(부속동)	폴리싱 노출용 배합 및 폴리싱 깊이(티클라스)
1차 Visual Mock-up	흑색 분말 안료 6% 슬럼프 배합으로 최종 결정	폴리싱 깊이는 1~3mm로 최종 결정
2차 Visual Mock-up	-	잔골재는 쇄석(현무암) 100%로 최종 결정
3차 Visual Mock-up	-	흑색 액상 안료는 사용하지 않기로 최종 결정
4차 Visual Mock-up	-	흑색 분말 안료 13% 플로우 배합으로 최종 결정

배합 적용시 발생할 수 있는 재료분리를 방지하기 위해서 플로우 배합으로 변경하였으며, 폴리싱 전의 노출면보다 폴리싱 후 노출면의 광택이 현저히 좋아지는 것으로 나타났고, 기존 슬럼프 타입의 쇄석잔골재 100% 배합보다 플로우 타입의 쇄석잔골재 100% 배합 적용이 색상이나 면 상태가 상대적으로 우수한 것으로 평가되었다.

전술한 바와 같이 총 4차에 걸쳐 Visual Mock-up 시험을 실시하여 일반 노출면 및 폴리싱 노출면의 색상, 면 상태, 시공성 등을 종합적으로 평가한 결과 <표 3>과 같이 부속동(일반노출) 및 티클라스(폴리싱)의 최종 배합을 도출하였다.

3.2 시공관리방안 검토

<사진 2>는 Mock-up 시험체의 거푸집 탈형 후의 모습을 나타낸 것으로 노출콘크리트 시공관리상 문제점을 도출하여 대책을 세우기 위해 실시하였으며, 그 결과를 <표 4~6>에 나타내었다. <표 7>은 Mock-up 시험 결과를 토대로 하여 블랙 노출콘크리트 시공관리방안을 검토한 내용으로 거푸집 수밀성 확보 방안, 타설 시 품질 확보 방안, 다짐시 품질 확보 방안 및 보양 관리방안 측면으로 정리하였다.

표 3. 최종 도출 배합

구분	규격	W/B (%)	S/a (%)	B (kg/m³)	단위질량(kg/m³)			
					W	C	잔골재	흑색 분말안료
부속동 (일반노출)	20-24-180 (슬럼프타입)	47.1	48.0	361	165	340	쇄석 50%	21 (C×6.0%)
티클라스 (폴리싱)	20-24-600 (플로우타입)	32.7	54.0	520	170	460	쇄석 100%	60 (C×13%)



사진 2. Mock-up 시험체

표 4. 거푸집 조립상태(시공성)


구분	내용	
문제점	<ul style="list-style-type: none"> • 개구부 및 거푸집 변형발생 • 시공 정밀도 및 수밀성 불량 	<ul style="list-style-type: none"> • 거푸집 코너부위 품질 불량 • 슬래브 및 벽체 접합부 단차 발생
		
시공시 대책	<ul style="list-style-type: none"> • 거푸집 조립시 시공 정밀도 확보 • 장선 및 멍에 구조계산 철저 	<ul style="list-style-type: none"> • 거푸집 코너부위 코킹 밀실 시공 • 숙련된 기능공 작업배치 및 교육철저

표 5. 거푸집 조립상태(이음부위 및 수밀성)


구분	내용	
문제점	<ul style="list-style-type: none"> • 거푸집 이음부위 단차 발생 • 거푸집 이음부위 수밀성 부족 	<ul style="list-style-type: none"> • 기둥 코너 부위 시멘트 페이스트 유출
		
시공시 대책	<ul style="list-style-type: none"> • 노출 합판 시공시 무두뿔 고정 철저 • 거푸집 이음 부위 코킹 처리 	<ul style="list-style-type: none"> • 기둥 코너 부위 코킹 처리 및 거푸집 보강


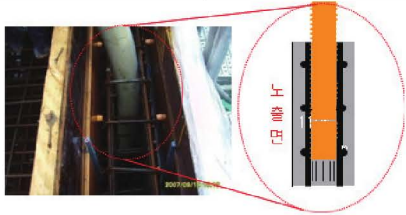
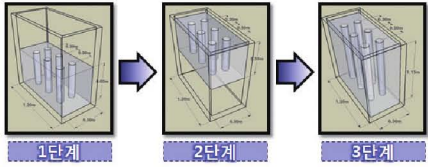


표 6. 콘크리트 타설 및 다짐관리

구분	내용	
문제점	<ul style="list-style-type: none"> • 바이브레이팅 자침 미준수 • 콘크리트 타설시 다짐 부족 	<ul style="list-style-type: none"> • 콘크리트 노출면 곰보 발생
		
시공시 대책	<ul style="list-style-type: none"> • 콘크리트 타설 높이 및 속도 준수 • 콘크리트 타설시 시공 관리 철저 	<ul style="list-style-type: none"> • 바이브레이팅 사용기준 확인 및 교육 철저

3.3 발수제 검토

발수제 선정 시험을 위해 이번 현장 특기시방서에 명기되어 있는 A사 제품을 비롯하여 총 3종류의 발수제를 선정하여 비교 시험을 진행하였다.

표 7. 블랙 노출콘크리트 시공관리방안

구분	시공 관리 방안	
거푸집 수밀성 확보방안	<ul style="list-style-type: none"> • 거푸집 및 합판 이음매 부위는 코킹으로 밀실하게 처리 	<ul style="list-style-type: none"> • 거푸집 하부를 밀실하게 조치하기 위해 Mortar 채움 실시
		
	노출용 합판 이음매 처리	거푸집 하부 밀실 처리
타설시 품질확보 방안	<ul style="list-style-type: none"> • 수직부재 타설시 타설호스나 트레미관 등을 이용 	<ul style="list-style-type: none"> • 이어치기 시간차는 30분 이내로 관리하여 콜드조인트 방지
		
	타설 호스 사용 사례	
다짐시 품질확보 방안	<ul style="list-style-type: none"> • 다짐시간 : 10 ~ 20초 다짐 • Vibrator 올림 속도 : 3cm/초 이하 	<ul style="list-style-type: none"> • 외벽다짐은 목망치를 사용하여 하부에서 상부로 100mm 간격
		
	다짐 순서 및 방법	
보양관리 방안	<ul style="list-style-type: none"> • 녹물이 흘러내리기 전에 P콘 자리 메움 또는 고무마개 설치 	<ul style="list-style-type: none"> • 이어치기 시간차는 30분 이내로 관리하여 콜드조인트 방지
		
	P콘 자리 메움 사례	벽체 비닐 보양 사례

〈사진 3〉은 발수제 선정을 위한 실구조물 Mock-up 시험 장면을 나타낸 것으로 실구조물에 A사, B사, C사의 발수제 제품을 시공하여 발수제와 함께 색상 및 질감에 대한 육안평가를 실시하였다. 〈표 8〉은 발수제 검토 결과를 나타낸 것으로 내구성, 경제성 및 품질 측면에서 종합적으로 검토한 결과 이번 현장 특기시방서에 명기되어 있는 A사 제품으로 선정되었다.

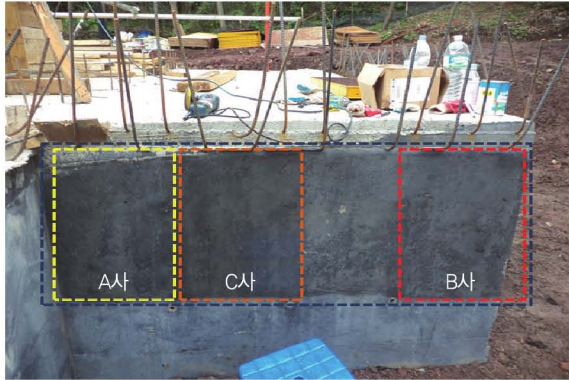


사진 3. 발수제 선정을 위한 실구조물 Mock-up 시험

표 8. 발수제 검토 결과

항목	A사	B사	C사	비고
내구성	중	상	하	-
경제성	상	하	중	-
품질(색상 등)	상	중	중	육안 평가
발수제 선정	O	X	X	-

※ 내구성 평가 기준 : 상(수명 10년 이상), 중(수명 5~10년), 하(수명 5년 미만)

※ 품질(색상 등) 평가 기준 : 육안 평가

4. 맺음말

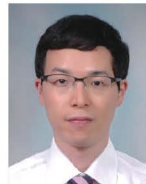
본 프로젝트에 적용된 블랙 노출콘크리트의 일반 노출면 및 폴리싱 노출면의 품질을 확보하기 위해 다음과 같은 절차로 최적 콘크리트 배합 및 시공관리 방안을 도출할 수 있었다.

먼저 현장의 건축 특기시방서 검토를 통해 검토의 방향을 설정할 수 있었으며, 총 4차에 걸쳐 Visual Mock-up 시험을 실시하여 일반 노출면 및 폴리싱 노출면의 색상, 면상태, 시공성 등을 종합적으로 평가하여 블랙 노출콘크리트의 최종 배합 및 폴리싱 적정 깊이 등을 도출하였다. 또한, 시공관리 방안 및 개선점을 도출하기 위해 현장에서 적용되는 부위인 벽체, 슬래브, 계단, 파라펫, 이형구간, 물끊기홈 및 개구부 등을 집약시킬 수 있는 Mock-up 시험을 실시하였다.

마지막으로 4개의 발수제에 대한 비교 시험을 통해 본 프로젝트에 적합한 발수제를 선정함으로써 최적 콘크리트 배합 및 시공관리 방안의 도출하여 프로젝트를 성공적으로 수행할 수 있었다.

본 고에서 제시한 데이터 및 관리 방안은 현장의 여건이나 프로젝트의 성격에 따라 정답이 아닐 수도 있으나 유사한 프로젝트 수행시 참고할 수 있는 기초자료로써 충분한 가치가 있을 것으로 생각된다. □

담당 편집위원 : 김용로(대림산업(주)기술개발원) kyr8447@daelim.co.kr



이재현 과장은 충남대학교 건축공학과를 졸업한 후 2007년 대림산업(주) 건축사업본부에 입사하였으며, 2009년부터 현재까지 기술개발원에 재직하면서 콘크리트와 일반재료 관련 연구개발 및 기술지원을 수행하고 있다.

archi0528@daelim.co.kr



안홍주 과장은 전남대학교 건축학과를 졸업한 후 2005년 대림산업(주) 건축사업본부에 입사하였으며, 공동주택 및 일반건축 공정관리, 품질관리 업무를 수행하고 있다.

20050254@daelim.co.kr



김영준 소장은 서울대학교 건축학과를 졸업한 후 1992년 대림산업(주) 건축사업본부에 입사하였으며, 현재까지 본사 건축기술팀 및 공동주택, 주상복합, 오피스 등의 현장시공 업무를 수행하고 있다.

youngjun@daelim.co.kr