

노출콘크리트 마감공법의 시공 프로세스 분석을 통한 설계 · 시공관리 방안

The Design and Construction Management of Exposed Concrete Finish Work through the Construction Process Analysis

송 영 웅* · 최 윤 기**

Song, Young Woong · Choi, Yoon-Ki

요 약

노출 콘크리트 마감공법은 건축설계자의 입면 개념에 따라 일반 및 제물치장 콘크리트 마감공법과 더불어 다양한 마감품질과 표면형태를 나타내며 최근 적용사례가 꾸준히 증가하고 있는 추세이다. 노출 콘크리트 마감공법은 설계 및 시공수준, 마감면의 품질 및 평활도, 색상 및 질감에 따라 타 콘크리트 마감공법보다 공사비 투입이 증가되고 체계적인 설계 및 시공관리가 요구됨에도 불구하고 노출 콘크리트 마감공법에 대한 정의가 불명확하고 설계, 시공, 유지관리 단계별 관리 방안이 구체적으로 제시되지 않아 원가상승, 시공품질 저하, 시공성 저하 등의 문제가 유발되고 있다.

본 연구에서는 노출 콘크리트 마감공법의 체계적인 관리방안 제시를 위하여 국내의 불명확한 노출 콘크리트 마감공법의 정의를 문헌조사 및 사례조사를 통하여 명확하게 제시하고, 노출 콘크리트 마감공법의 색채균일성, 균열발생 억제, 콘크리트 충전성확보 등 노출콘크리트 마감공법의 요구사항과 결합유형을 분석하였다. 이를 바탕으로 노출 콘크리트 마감공법의 시공프로세스를 타 콘크리트 마감공법과 비교 분석 하였으며, 노출 콘크리트 마감공법의 설계단계, 시공계획 및 관리단계, 유지·보수 단계별 관리방안을 제시하였다.

키워드 : 노출콘크리트, 제물치장콘크리트, 프로세스, 설계 및 시공관리

1. 서 론

1.1 연구의 배경 및 목적

최근 들어 콘크리트 구조물의 외부 마감공법은 일반콘크리트 마감공법과 더불어 설계자의 입면개념에 따라 제물치장 콘크리트, 노출콘크리트 마감공법 등 다양한 형태의 마감유형이 사용되고 있다.

국내의 노출콘크리트 마감공법의 사용은 1958년 서강대학 본관에 처음 적용된 이후 1970년대까지 일부 적용되었으나 당시 시공관리 기술의 부족으로 인하여 설계상 시공고려요소의 검토가 미흡하였고 품질확보를 위한 콘크리트 배합, 거푸집공사, 철

근공사, 콘크리트 타설 및 양생 관리가 체계적으로 진행되지 못하여 노출면 품질저하와 내구성 저하의 문제를 나타내었다. 이후 1990년대 초부터 외부 입면 형식의 다양화, 시공기술의 발달, 콘크리트 품질향상 등으로 인하여 노출콘크리트 마감공법의 적용사례가 꾸준히 증가하고 있다.

성공적인 노출콘크리트 마감공법의 적용을 위해서는 콘크리트 마감면의 평활도, 설계 및 시공수준, 색상 및 질감에 따라 명확하게 정의하고 품질 및 마감형태에 따른 시공프로세스가 계획 및 설계단계부터 체계적으로 반영되어야 한다. 하지만 현재 국내에서는 제물치장 콘크리트 마감공법과 노출 콘크리트 마감공법의 적용 개념 및 범위가 혼재되어 있으며 각 단계별 고려요소가 체계적으로 제시되지 못하고 있다. 이는 노출 콘크리트 마감공법의 요구사항에 따른 공사 프로세스를 계획 및 설계단계에서 반영하지 못하고 시공단계로 이어져 원가상승, 시공품질 저하, 시공성 저하 등의 문제가 유발되고 있다.

따라서 본 연구에서는 노출 콘크리트 마감공법의 정의를 명확하게 제시하고 노출 콘크리트 마감공법의 요구조건 및 결합분석

* 학생회원, 숭실대학교 건축공학과 대학원, 박사과정, songhero@ssu.ac.kr

** 종신회원, 숭실대학교 공과대학 건축학부 교수, 공학박사(교신저자), ykchoi@ssu.ac.kr

- 본 연구는 숭실대학교 2005년 교내연구비 지원으로 이루어졌음

을 통하여 제물치장·노출 콘크리트 마감공법의 시공 프로세스를 비교 분석하고, 이에 따른 노출 콘크리트 마감공법의 설계단계, 시공계획 및 관리단계, 유지·보수 단계별 관리방안을 제시함으로써 노출 콘크리트 마감공법의 관리체계 기반을 마련하고자 한다.

1.2 연구의 범위와 방법

본 연구는 콘크리트 마감공법의 유형을 일반·제물치장·노출콘크리트 마감공법으로 한다. 기존 콘크리트 마감공법의 개념 및 차이점을 고찰하여 노출 콘크리트 마감공법의 정의 및 적용 범위를 명확하게 제시한다. 각 마감공법의 명확한 구분에 근거한 실무자 면담과 사례분석을 통하여 노출 콘크리트 마감공법의 시공 프로세스를 분석한다. 또한 노출 콘크리트 마감공법의 시공 프로세스를 타 콘크리트 마감공법과 비교하여 분석하고 노출 콘크리트 마감공법의 설계, 시공계획 및 관리 단계에서의 요구 사항, 관리 주안점을 도출한다.

이는 노출 콘크리트 마감공법의 관리방안 제시를 위한 이론적, 실무적 근거를 명확히 하고 설계, 시공계획 및 관리, 유지관리 단계별 관리방안을 제시하기 위해서이다.

노출 콘크리트 마감공법의 단계별 관리방안은 시공 프로세스 분석을 통한 고품질의 노출 콘크리트 마감공법을 구현하기 위한 설계, 시공계획·관리, 유지·보수 사항에 대하여 중점관리 항목을 도출하여 제시한다.

본 연구의 흐름은 그림 1.과 같다.

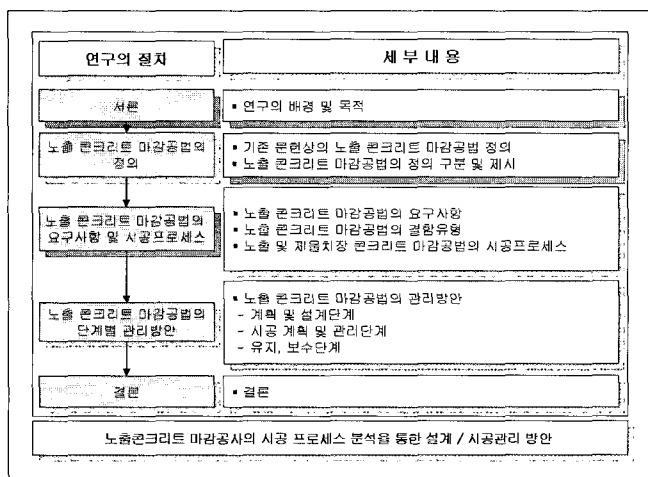


그림 1. 연구의 흐름

2. 노출콘크리트 마감공법의 정의

2.1 기존 문헌상의 노출 콘크리트 마감공법 정의

제물치장 콘크리트와 노출 콘크리트 마감공법은 콘크리트 면에 별도의 마감을 추가 시행하지 않고 표면이 외부에 노출 되도록 하는 마감공법으로 그 기본 개념이 유사함으로서 제물치장 콘크리트와 노출 콘크리트 마감공법의 명확한 개념이 나뉘어 정의되지 않고 혼재되어 사용되고 있다. 또한 제물치장 콘크리트와 노출 콘크리트 마감공법의 영문 표기도 'exposed concrete'로 동일하게 표현되고 있다.

기존 제물치장과 노출 콘크리트 마감공법의 정의는 표 1.과 같다.

표 1. 제물치장과 노출 콘크리트 마감공법의 정의

분류	출처	정의
제물치장 콘크리트 마감공법	건축공사 표준시방서, 대한건축학회	(1999년) 제물치장 콘크리트의 정의 및 관련 시방내용이 제시되지 않음. (2005년 개정예정 안) 콘크리트면 자체에 대하여 기계손 및 쇠탄손 등을 이용하여 문지르거나, 슷돌 또는 그라인더 등을 이용하여 면을 갈아내거나, 표면 마무리재 등을 이용하여 콘크리트 표면 자체를 마무리 하는 공법으로, 마감대상은 바닥 콘크리트, 벽면 및 천장면의 마감공사에 적용한다.
	건축용어사전, 성안당, 2004년	제물치장 콘크리트 (Exposed Concrete)는 거꾸집을 제거하여 얻어지는 콘크리트 표면을 그대로 마감면으로 하는 콘크리트를 의미한다
노출 콘크리트 마감공법	두산건설 기술연구소, 성공적인 노출 콘크리트 적용을 위한 설계단계 고려요소, 2000년	노출 콘크리트 (Exposed Concrete) 공법은 넓은 의미에서 Architectural Concrete 공법의 일부 분야이다. Architectural Concrete 공법은 탈형 후 콘크리트 면을 단순 노출 시키거나 거꾸집제의 나뭇결무늬를 콘크리트 표면에 표출 시키는 방법 이외에도 공제의 일부를 노출 시키는 방법, 콘크리트 표면에 양각, 음각의 문양을 새기는 방법 및 표면의 색상, 광택을 표현하는 방법 등을 총칭하는 공법이다.
	임남기, 노출 콘크리트 품질확보를 위한 체크리스트 개발, 대한건축학회 논문집, 2005년 1월	노출 콘크리트란 철근 콘크리트 구조물을 시공한 후 콘크리트 표면에 마감 재료를 따로 시공하지 않고 콘크리트 자체의 색상 및 질감으로 콘크리트 표면을 마감하는 기법으로 골조공사와 마감공사를 병행하는 공법이다.
	김총식, 노출 콘크리트의 시공 : 배제대 예술관, 국제 교류관, 건축, 2005년 4월	노출 콘크리트란 철근 콘크리트 구조물을 시공한 후 콘크리트 표면이 외부에 노출 되도록 함으로써 별도의 마감 재료를 사용하지 않고 콘크리트 자체의 조소적인 미를 살려 자연스러운 마감효과를 나타낼 수 있도록 시공하는 콘크리트를 말한다.

이러한 제물치장 콘크리트 마감공법과 노출 콘크리트 마감공법의 개념의 모호함으로 인하여 제물치장 콘크리트 마감공법은 노출면에 견출 작업을 시행하는 공법으로, 노출 콘크리트 마감공법은 제물치장 마감 면에 노출 손보기 정도의 작업을 시행하는 정도로 인식되고 있다.

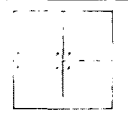

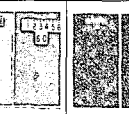
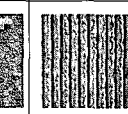
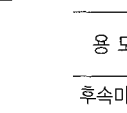
2.2 노출 콘크리트 마감공법의 정의 구분 및 제시

국외에서는 노출 콘크리트 마감공법을 넓은 의미에서 Architecture Concrete¹⁾ 공법의 일부 분야로서 인식하고 탈형 후 콘크리트 면을 단순 노출 시키거나 거푸집재의 나뭇결무늬를 콘크리트 표면에 표출 시키는 방법 이외에도 골재의 일부를 노출 시키는 방법, 콘크리트 표면에 양각, 음각의 문양을 새기는 방법 및 표면의 색상, 광택을 표현하는 방법 등을 총칭하는 공법으로 정의되고 있다.

노출 콘크리트 마감공법의 요구 성능은 색채 균일성능, 균열 발생 억제성능, 충전 성능 및 재료분리 저항성능, 내구성능 등을 들 수 있으며 이러한 노출 콘크리트 마감공법의 요구 성능에 따라 노출 콘크리트 배합설계 및 사용재료를 선택하여야 한다.

표 2.는 Architecture Concrete의 종류를 나타내고 있다.

표 2. Architecture Concrete의 종류

종류	광택 노출	나뭇결무늬 노출	칼라 콘크리트	골재 노출	양각/음각 문양
내용	시멘트 수화반응시 발생하는 Transition zone 을 응용, 거푸집 표면재의 광택을 콘크리트 표면에 전사시켜 치밀하고 매끈한 질감을 표현하는 공법	거푸집 표면재로 목재 송판을 사용하여 노출표면에 목재의 질감이 나타나다도록 하는 공법	콘크리트 자체에 강렬한 색조 또는 파스텔 색조를 사용하여 건축가의 시적인 형태미를 드러내는 공법	굵은 골재, 중석, 칼라유리파편 등을 사용하여 노출 콘크리트의 마감면에 다양한 이미지를 표현하는 공법	거푸집 표면에 플라스틱 폼, 스티로폼 폼, PE문양 폼, 골함석, 가마니 등을 붙여 여러 가지 문양을 표현하는 공법
사진					

노출콘크리트 마감공법과 제물치장 콘크리트 마감공법은 Architecture Concrete의 유형에 속하며 마감품질과 표면형태에 따라 구분되어야 한다. 노출콘크리트 마감공법의 적용을 위해서는 입면개념과 설계상세, 요구품질 및 성능 등이 구체적으로 제시되어야 한다.

Architecture Concrete의 개념 및 유형에 따른 노출 콘크리트 마감공법의 개념은 그림 2.와 같다.

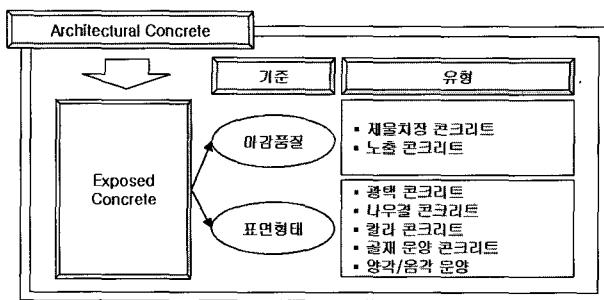


그림 2. 노출 콘크리트 마감공법의 개념

따라서 제물치장 콘크리트 마감공법은 콘크리트면 자체에 대하여 기계흡손 및 쇄흡손 등을 이용하여 문지르거나, 슛돌 또는 그라인더 등을 이용하여 면을 갈아내거나, 표면 마무리재 등을 이용하여 콘크리트 표면 자체를 마무리 하는 공법이며, 노출 콘크리트 마감공법은 콘크리트 색상 및 질감을 이용하여 콘크리트 표면에 마감 재료를 따로 시공하지 않고 거푸집 탈형 후 콘크리트 면을 최종 마감으로 하여 콘크리트 자체의 색상 및 질감으로 표면을 마감하는 공법을 의미한다.

이러한 분류들을 종합하여 노출 콘크리트 마감공법과 제물치장 콘크리트, 일반 콘크리트의 정의, 생산 목적, 용도, 후속마감을 구분하여 정리하면 표 3.과 같다.

표 3. 콘크리트 마감공법 별 정의비교

구분	노출 콘크리트 마감공법	제물치장 콘크리트 마감공법	일반 콘크리트 마감공법
정의	콘크리트 표면에 마감 재료를 따로 시공하지 않고 거푸집 탈형 후 콘크리트 면을 최종 마감으로 하여 콘크리트 자체의 색상 및 질감으로 표면을 마감	콘크리트면 자체에 대하여 기계흡손 및 쇄흡손 등을 이용하여 문지르거나, 슛돌 또는 그라인더 등을 이용하여 면을 갈아내거나, 표면 마무리재 등을 이용하여 콘크리트 표면 자체를 마무리 하는 공법	콘크리트 구체는 구조적 역할만을 하고 콘크리트 타설 후 내·외부면에 미장 및 건식 마감공사를 추가 수행하는 마감공법
생산목적	콘크리트 자체의 색상 및 질감 이용 목적	콘크리트 평활도만을 목적 (비용절감을 위해 미장대신 면처리 시행)	구조체 / 모체로서의 콘크리트
용도	미적 요소를 사용하여 주요부위 마감	APT외벽, 주차장, 계단 실 등	건축물의 골조
후속마감	발수제, 투명코팅(선택)	도장 (선택)	다양한 마감재 적용

3. 노출콘크리트 마감공법의 요구사항 및 시공프로세스

3.1 노출콘크리트 마감공법의 요구사항

노출 콘크리트 마감공법은 계획, 설계 단계부터 콘크리트 마감면의 성능확보와 시공성 확보, 시공관리를 위한 상세한 고려 및 품질확보 인식이 중요하다. 노출 콘크리트 마감공법은 일반 콘크리트 마감공법과 달리 철근 콘크리트 공사에 있어서도 상당한 기술축적을 요구하는 공법으로서 이에 대한 의식부족은 노출 콘크리트 마감공법을 적용함에 있어서 재료의 결함, 배합요인의 미비 및 작업성의 불량 등 많은 문제점을 유발하고 있는 실정이다.

노출 콘크리트 마감공법의 대표적인 결함 유형은 균열, 피복 두께 확보 불량, 평활도 불량, 수직도 불량, 표면 이물질, 콘크리트 색채어긋, 크랙부위 누수, 녹물, 강도저하 등이 있다. 이러한 결함은 노출 콘크리트 마감공법의 품질저하에 큰 영향을 미치며 시공적인 측면에서는 거푸집 조립 불량, 콘크리트 타설 불량, 철


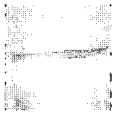




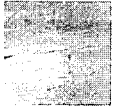
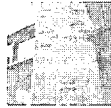

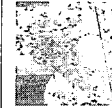
1) 노출콘크리트 제조/설계/시공 기술, 한국콘크리트학회, 2002년도 제3회 기술강좌

근 조립 불량, 콘크리트 양생 불량, 표면 발수제 미도포 등이 문제요인이라 할 수 있다.

또한 재료 및 유지관리 측면에서는 콘크리트 적정 품질확보 미흡이 노출 콘크리트 마감공법의 품질확보에 기본적인 요소 문제점이며, 중성화, 염해, 크랙 미보수 등의 유지관리가 결여됨에 따라 노출 콘크리트의 품질이 상당히 저하되는 것으로 나타났다(임남기, 2005).

노출 콘크리트 마감공법의 계획, 설계의 미비 및 부적절한 시공관리로 인한 노출 콘크리트 마감공법의 결함 유형은 표 4.와 같다.

표 4. 노출 콘크리트 마감공법의 결함 유형

콘구멍 하부 침하균열	이어치기 불량에 의한 누수	콘구멍 주위 누수	코너부위 누수	거푸집 접합부 누수
				
건조수축 균열	콜드 조인트	피복두께 부족으로 인한 박리, 박락	단차의 발생	동결융해에 의한 균열 및 박리
				

이러한 노출 콘크리트 마감공법의 결함을 제거하고 양질의 노출 콘크리트 마감면을 구현하기 위해서는 체계적인 설계 및 시공관리가 필수적이며 이에 따른 체계적인 관리방안의 필요성이 요구된다.

노출 콘크리트 마감공법은 일반 콘크리트 및 제물치장 콘크리트 마감공법에 비해 색채 균일성, 균열발생 억제성능, 콘크리트 충전성 및 재료분리 저항성, 내구성능 확보 등의 관리항목에 중점을 두어야 한다.

색채균일성은 같은 면에서 동일한 질감 및 색채를 나타내는 것으로 사용재료, 배합설계, 거푸집 및 박리제, 타설 방법, 양생 등의 영향을 받으며 각 영향요인에 대한 시공관리가 필요하게 된다.

균열발생 억제는 콘크리트의 재료적 특성인 경화 과정에서 발생하는 건조수축에 의한 균열 발생을 의미하며 콘크리트 자체의 건조수축, 다짐 및 양생, 부재의 형상 및 크기, 균열 유발 줄눈의 유무 등의 영향요인이 있으며 양질의 골재사용, 단위수량의 저감, AE감수제의 사용, 수축저감제의 사용으로 콘크리트의 균열 발생을 최소화하여야 한다.

콘크리트 충전성 및 재료분리 저항성 확보는 슬럼프치, 골재의 치수, 타설 방법, 철근간격 및 피복두께 등의 영향을 받으며

슬럼프치의 준수, 20mm 이하의 골재 사용, 레이턴스 및 블리딩 저감, 잔골재율의 증가, 철근의 피복 두께 확보 등을 통하여 콘크리트의 충전성 및 재료분리의 감소를 확보하여야 한다.

내구성능의 확보는 콘크리트 중성화, 염해 및 동해에 의한 철근 부식으로 인하여 영향을 받으며 물/시멘트비를 낮추고 공기량의 확보, 콘크리트 내 염소이온 총량을 규제하여야 한다.

이러한 성능을 만족시키기 위해서는 설계 및 계획 단계부터 시공계획을 체계적으로 수립하여야 하며, 다양한 요구조건을 구현하기 위해서는 공사원가의 증가가 불가피 하며, 공사내역 및 시방서에 관리항목들을 명확히 기술하여야 한다.

노출 콘크리트 마감공법의 요구조건에 따른 영향 요인은 표 5.와 같다.

표 5. 노출 콘크리트 마감공법의 요구조건



구분	정의	영향 요인	관리요소(대책)
색채 균일성	같은 면에서 동일한 질감 및 색채를 나타내는 것	<ul style="list-style-type: none"> • 사용재료 (시멘트, 잔골재, 굵은 골재 등) • 배합설계 및 제조방법 • 거푸집 및 박리제 • 타설 방법 • 경화 중 콘크리트 상태 	• 동일회사 재료 사용(1개의 레미콘 공장에서 사용 재료 반입)
균열발생 억제성능	건조 수축하여 경화하는 과정에서 균열발생 최소화	<ul style="list-style-type: none"> • 콘크리트 자체의 건조수축 • 다짐/양생 • 부재의 형상 및 크기 • 균열유발 줄눈 유무 • 강풍/폭염 • 개구부 및 설비배관 주위의 건조수축 	<ul style="list-style-type: none"> • 양질의 골재사용 • 슬럼프값 낮추어 단위수량 저감 • AE감수제 사용으로 단위수량 저감 • 팽창제/수축저감제 사용
콘크리트 충전성 및 재료분리 저항성	콘크리트의 품질확보를 위한 충전성과 재료분리에 의한 결함을 최소화	<ul style="list-style-type: none"> • 슬럼프치 • 골재 치수 • 타설 방법 • 철근간격/피복두께 	<ul style="list-style-type: none"> • 규정된 콘크리트 슬럼프 준수 • 지연제/고성능AE감수제 사용 • 골재는 가능한 작은 치수 사용 • 레이턴스/블리딩이 적게 발생하는 배합설계 • 잔골재율 증가 • 철근 피복두께/콘크리트 타설속도 준수
내구성능	외부 환경에 대한 저항성	<ul style="list-style-type: none"> • 콘크리트 중성화 • 염해 및 동해에 의한 철근부식 	<ul style="list-style-type: none"> • W/C비 낮춤 • 규정 공기량 확보 • 콘크리트 내 염소이온 총량 규제 준수 • 피복두께를 통상보다 10mm 증가시킴 • 발수제/침투성 흡수방지제 마감

3.2. 노출콘크리트 마감공법의 시공 프로세스

3.2.1 노출콘크리트 마감공법의 시공 프로세스

일반 콘크리트는 유로폼, 강폼 등 규격화, 일체화된 거푸집을 사용하거나 한번 제작한 틀을 재가공하여 사용 할 수 있으나 노

표 6. 노출 콘크리트 마감공법의 시공 프로세스

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

출 콘크리트 마감공법은 입면의 특성상 각 부분의 개구부와 콘구멍 및 줄눈의 위치 등이 서로 일치하지 않는 경우가 많아 재사용이 어려우므로 각 부분별로 바탕틀을 제작하여 합판을 설치해야 한다. 합판 설치시 거푸집의 배부름 현상을 방지하기 위하여 합판을 1겹으로 시공한 후 장선, 멩에, 폼타이의 간격을 조정하거나, 현장 여건에 따라 미세한 변형을 방지하기 위한 목적으로 합판을 2겹으로 시공할 수 있다.

노출 콘크리트 마감공법은 거푸집 제작 및 설치시 다른 콘크리트와는 달리 줄눈 및 콘 위치를 표시하고, Tie Bolt 구멍 뚫기와 수직/수평 줄눈을 설치하는 과정이 추가된다. 이것은 노출 콘크리트 마감공법의 디자인 특성상 점 요소로서의 콘, 선 요소로서 줄눈의 크기와 위치가 중요하기 때문이며 실시도면에 맞추어 정밀한 시공이 요구되어 노무비가 증가하는 요소이다. 또한 표면재를 부착하는데, 이는 수밀성을 확보하여 색의 균일성을 추구하고 매끈한 표면을 얻기 위한 과정이다.

또한 콘크리트 타설 및 다짐시 노출 콘크리트 마감공법은 콜드조인트의 발생을 막기 위해 1회 타설량이 다른 콘크리트 마감공법에 비하여 적으며 마감면의 품질확보를 위해 목망치 다짐과 기 시공된 면의 보양을 위한 살수 과정이 필요하다.

노출 콘크리트 마감공법은 일반 콘크리트 마감, 제물치장 마감공법과 비교하여 고품질의 노출면을 확보하기 위하여 우레탄 코팅합판 설치, 조인트 필름 부착, 수직/수평 줄눈 설치, 목망치 다짐 등의 추가 작업이 실시된다.

노출 콘크리트 마감공법은 바탕틀제작, 내수합판설치, 우레탄 코팅합판설치, Tie 볼트 구멍뚫기, 조인트 필름부착, 개구부설치, 수직·수평 줄눈설치, 거푸집 면청소 및 인양세우기, Tie 볼트 및 콘 설치, 철근 배근, 내부쪽품설치, 콘크리트 타설 및 다짐, 목망치 다짐, 살수보양, 양생 및 탈형, 콘구멍 처리 및 보수 등 많은 시공순서 및 관리기술이 필요하다. 노출 콘크리트 마감공법의 시공 프로세스는 16단계로 분류되며 표 6.과 같다.

3.2.2 제물치장 콘크리트 마감공법의 시공프로세스

제물치장 콘크리트 마감공법은 노출 콘크리트 마감공법 보다 노출면의 요구 성능등급과 품질이 상대적으로 낮은 공법이다.

제물치장 콘크리트 마감공법은 바탕틀 제작, 코팅합판설치, Tie 볼트 구멍뚫기, 개구부 설치, 거푸집 면청소, 철근배근, Tie 볼트 및 파이프 설치, 내벽거푸집설치, 콘크리트 타설 및 다짐, 보양 및 양생, 탈형 및 보수, 면처리 등의 순서로 진행된다.

제물치장 콘크리트 마감공법은 노출 콘크리트 마감공법보다 고품질의 노출면을 얻기 위한 노력이 비교적 적게 투입되며 현장 조건에 따라 조인트 필름, 줄눈설치, 내부쪽품 설치, 목망치 다짐 등의 시공과정이 생략되는 경우가 많으며 콘크리트 면의

표 7. 제물치장 콘크리트 마감공법의 시공프로세스

단계(1~12)	내용	
바탕틀 제작		설계도면을 참고하여 멩에 장선 등 거푸집 바탕틀을 제작한다.
코팅 합판 설치		거푸집 바탕틀에 평활도를 유지하도록 내수 합판을 설치한다.
Tie Bolt 구멍 뚫기		내부품(유로폼) 규격에 맞추어 일정한 간격으로 타이볼트 구멍을 뚫는다.
거푸집면 청소 인양/세우기		거푸집면의 불순물을 제거하고, 외벽 거푸집을 인양, 설치한다.
철근 배근		규정된 철근의 순간격, 피복두께를 준수하여 배근한다.
Tie Bolt/ Pipe 설치		Tie Bolt를 외벽 거푸집에 고정시키고 관통형 PVC Pipe를 설치한다.
내벽 거푸집 설치		철근배근 완료 후 내벽 거푸집을 설치하고 내부품에 타이볼트를 고정시킨다.
탈형 및 보수		거푸집 존치기간을 준수하여 탈형한 후 합판 Joint등의 돌출 부분을 그라인더로 갈아낸다.
면처리 (모르타르 채우기)		관통 Bolt 부분 및 평활도가 불량한 곳에 모르타르를 채워 Joint부위에 평활도를 유지한다.
면처리 (시멘트 풀칠)		평활도 유지를 위한 몰탈처리 부분 등에 최후마감(수성Paint)을 위한 시멘트 풀칠로 표면처리한다.

평활도 확보를 위하여 보양 및 양생작업 후 면보수작업 작업을 실시하여야 한다.

제물치장 콘크리트 마감공법의 시공 프로세스는 12단계로 분류되며 표 7.과 같다.

일반 콘크리트, 제물치장 콘크리트, 노출 콘크리트 마감공법의 시공 단계 별 작업 순서를 거푸집 제작 및 설치, 철근배근, 거푸집 추가 작업, 콘크리트 타설 및 다짐, 거푸집 양생 및 탈형, 유지보수 단계로 분류하여 비교하면 그림 3.과 같다.

이상과 같이 노출 콘크리트 마감공법의 시공 프로세스는 타 콘크리트 마감공법과 비교하여 관리 항목 및 시공 프로세스가 복잡하며 고품질의 마감입면을 나타내기 위해서는 각 단계별 체계적인 관리방안을 수립하여야 한다.

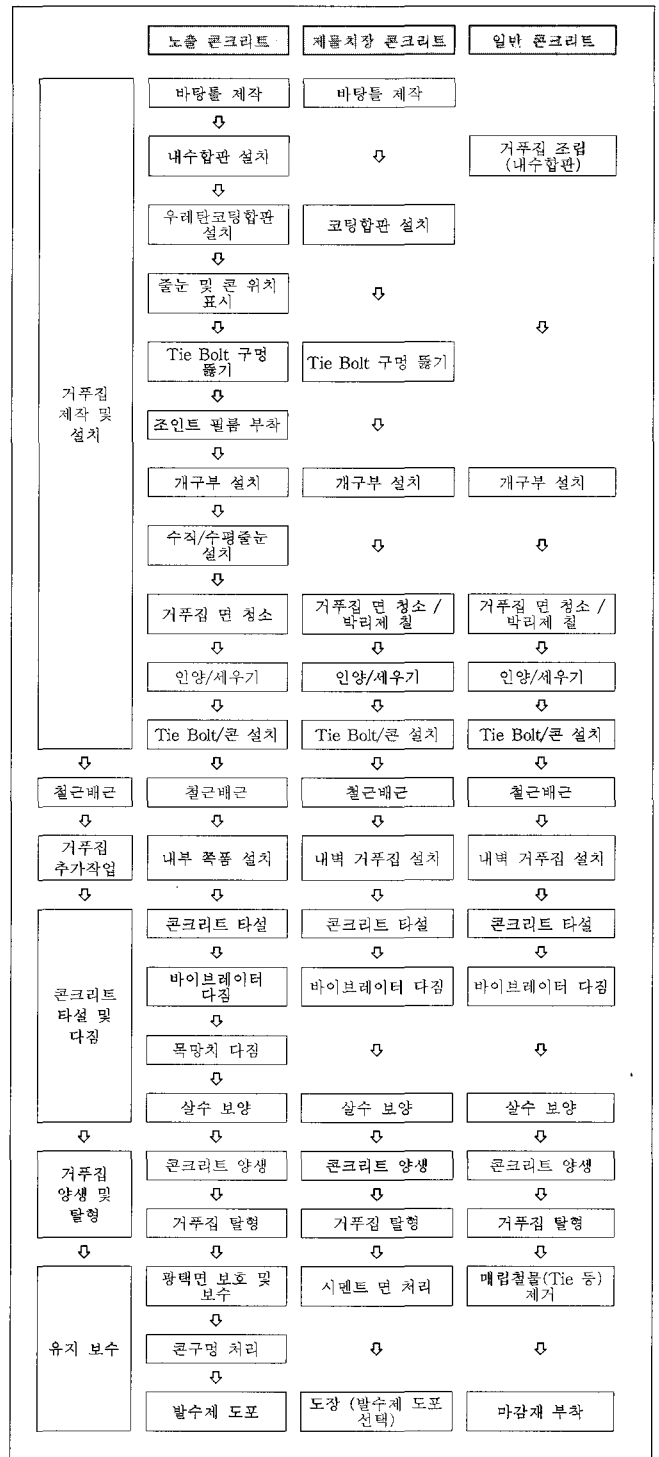


그림 3. 콘크리트 마감공법 별 시공 프로세스

4. 노출 콘크리트 마감공법의 관리방안

노출 콘크리트 마감공법은 콘크리트 마감면 자체의 성능구현을 통하여 고품질의 노출 콘크리트 마감면을 나타내어야 한다. 이를 위해서는 노출 콘크리트 마감공법에서 예상되는 문제점을 사전에 검토하여 시공성을 확보해야 하며, 설계단계에서부터 유

표 8. 각 단계별 관리 항목

단계	관리 항목	
설계 단계	① 노출 콘크리트 마감공법의 정의 및 적용범위의 명확한 제시 ② 노출 콘크리트 마감면의 명확한 품질기준 제시 ③ 적정공사비 및 공기에 대한 인식 ④ 면의 분할 결정 ⑤ 면의 질감 결정 ⑥ 노출 콘크리트에 적합한 입면과 단면 계획	
시공계획 단계	① 노출부위의 특징 파악(평면, 입면 형상, 층고) ② 동절기 공사기간 파악(시공일수) ③ 시공물량 파악 (부위별, 층별 시공 면적 및 물량) ④ 정밀도 계획(정밀도 기준, 관리) ⑤ 노출 콘크리트 시공도 작성(골조도, 패널, 줄눈, 콘 분할도 등)	
시공 관리 단계	콘크리트 배합 설계	① 색채균일성을 위해 동일한 레미콘 공장에서 재료반입 ② 양질의 가능한 작은 치수 골재 사용 ③ 레이턴스 및 불리딩이 적게 발생하는 배합설계 ④ 가능한 W/C비를 낮추어 고강도의 밀실한 콘크리트 제조
	거푸집 공사	① 품질기준, 시공 정밀도, 구조물의 모양에 따른 합판 및 사용 횟수 선정 ② 시공도를 기준으로 합판의 크기, 합판의 이음매 위치, 콘구멍 위치 등을 고려하여 거푸집 제작 ③ 녹 발생 방지를 위해 도금된 Sepa-Boit 및 노출 콘크리트 전용 콘 사용 ④ 이음부위에 코킹, 테이핑 등으로 수밀성 확보 ⑤ 검은색 먹물의 사용을 금지, 흰색 유성마카펜 등 유성펜 사용
	철근 공사	① 철근의 순간격, 피복두께 준수 ② 결속선 결속 후 안쪽으로 구부러 넣어 시공 ③ 개구부 주변 보강철근 시공 ④ 스페이서, 세퍼레이터는 녹이 나지 않는 제품 사용 또는 녹막이 조치 ⑤ 콘크리트 타설 전 이물질 제거
	콘크리트 공사	① 거푸집의 수직도, 조임 철물 긴결 상태, 청소상태, 이음부 처리상태 점검 ② 거푸집 내부와 바깥면 다짐작업 병행 ③ 기 타설된 노출 콘크리트 부분의 오염 방지를 위해 보양
	탈형 및 양생	① 콘크리트 면에 충격을 최소화 하여 탈형 ② 노출된 철근의 녹 발생 방지 ③ 기 타설된 노출 콘크리트의 오염 최소화
유지보수단계	① 오염부위 청소 및 보호장치 설치 ② 방수제의 내구연한에 따른 정기적인 재도장	

지보수 단계까지 각 단계 별 관리 방안을 수립하여야 한다. 각 단계별 시공관리 계획과 시공성 확보를 통한 노출 콘크리트 마감공법 구현을 위해서는 체계적인 관리가 제시되어야한다. 건축 설계, 시공계획 및 관리 단계, 유지·보수단계별 관리항목을 요약하면 표 8.과 같다.

4.1 계획 및 설계단계관리 방안

노출 콘크리트 마감공법의 적용을 위해서는 계획 및 설계단계부터 노출 콘크리트 마감공법의 요구조건과 시공관리 항목을 분석하고 도면, 시방서, 내역서, 현장설명서를 작성하여야 한다. 설계자의 의도와 노출면의 특성을 고려하고 각 콘크리트 마감공법의 형태, 치수, 마감품질, 표면 형태, 특이사항 등을 구분하여 설계개념 및 시공상 특징을 도면, 시방서, 내역서, 현장설명서에

명확하게 기술하여야 한다. 하지만 현재 국내 노출 콘크리트 마감공법의 적용 실태를 조사한 결과 외부마감공법의 정의가 불명확하고 제물치장 콘크리트 마감공법과 노출 콘크리트 마감공법의 도면, 시방서, 내역서, 현장설명서 작성을 위한 적용기준이 구체적으로 제시되지 않아 노출 콘크리트 마감공법 적용을 위한 품질 등급이 명확하게 구분되지 못하고 있다. 이로 인하여 도면 작성에 따른 내역항목 산정의 어려움과 구체적이지 못한 공사시방서 작성, 현장설명서의 시공요구조건 미반영 등 많은 문제점이 유발되고 있다.

설계자는 노출 콘크리트 마감공법의 선정 시 설계의도를 도면에 명확하게 표현하고 공사시방서 작성에는 각 마감공법 별 마감품질, 표면형태에 따른 시공방법을 구체적으로 명기하여야 한다.

공사 수행을 위해 중요한 서류 중 하나인 내역서는 수량산출서에 의해 집계된 공종별 품명에 대한 내용이며 재료비, 노무비, 경비 등으로 구분되어 단가 및 금액이 결정되어진다. 내역항목 산출시에는 제물치장 콘크리트 마감공법과 노출 콘크리트 마감공법의 명확한 정의와 분류에 따라 공사원가(재료비, 노무비, 경비)를 산정하고 노출 콘크리트 마감공법의 설계 및 시공 상 특성에 따른 추가 원가항목(일위대가, 폼셈)과 생산성을 반영하여 적정 공사비를 산출하여야 한다.

양질의 노출 콘크리트 품질확보를 위해서는 도면, 내역서, 시방서, 현장설명서에서 노출 콘크리트 마감공법의 정의, 일관된 용어의 사용과 함께 관리 기준을 명확하게 기재하여 설계 및 시공관리상의 혼돈을 미연에 방지하여야 할 것이다.

노출 콘크리트 마감공법 적용을 위한 설계단계 관리항목은 표 9.와 같다.

표 9. 계획 및 설계단계 주요 관리 항목

항목	주요내용
(1) 노출콘크리트 적용 범위 및 반영 제시	노출 콘크리트 마감공법의 정의 및 적용범위를 명확하게 제시하고 설계도서, 내역서, 시방서 등에 반영하여야 한다.
(2) 노출 콘크리트 마감면의 품질기준 제시	노출 콘크리트 마감공법의 경우 일반 콘크리트 마감과 제물치장 콘크리트 마감공법보다 고품질의 기준이 적용되므로 품질조건에 따라 시공방법 및 순서, 공사비 규모가 증가하므로 요구품질을 설계도서에 상세하게 명기하여야 한다.
(3)적정공사비 및 공사기간 협의	노출 콘크리트 마감공법의 공사시스템 및 시공순서를 반영하여 현실적인 폼셈 및 일위대가를 반영하여야 한다. 하지만 현재 이에 대한 기준이 불명확하므로 발주자, 설계자, 시공자는 사전 협의를 실시하여야 한다.
(4) 면의 분할 결정	노출 콘크리트 마감면의 전체적인 이미지는 합판과 줄눈에 의한 면의 분할에 따라 결정된다. 계획시 합판은 3'x6' 또는 4'x8' 등 기본모듈, 이음선의 중, 횡방향, 줄눈간격 및 크기 등에 대한 검토가 필요하며, 부위별 위치별 시공 상세도를 통하여 거푸집 입면 계획을 세운다.
(5) 면의 질감 결정	노출 콘크리트 마감공법의 표면은 일반노출, 광택노출, 무늬노출, 골재노출 등 마감면의 종류에 따라 건축물 전체의 이미지를 달리하므로 사전에 어떤 마감면을 사용할 것인지에 대한 명확한 확인 절차를 거쳐야 한다.

표 9. 계획 및 설계단계 주요 관리 항목(계속)

항목	주요내용
(6) 노출 콘크리트 마감공법에 적합한 입면과 단면 계획	노출 콘크리트 마감공법은 타 마감공법보다 거푸집 사용의 전용횟수가 상이하게 차이가 나타나며 급급적 복잡한 입면계획은 지양하여야 하며, 이는 원가 상승의 원인이 되므로 규칙적인 입면계획을 수립하여야 한다.

4.2 시공계획 및 관리 단계방안

노출 콘크리트 마감공법의 시공단계 관리방안은 콘크리트 배합설계, 거푸집공사, 철근공사, 콘크리트 공사, 탈형 및 양생 단계로 나누어 분석되며 각 단계별 관리 방안은 다음과 같다.

(1) 콘크리트 배합설계

노출 콘크리트 마감공법의 시공을 위한 배합설계상의 주요 관리 항목은 성능(시공성, 내구성)확보, 재료관리, 색채 균일성이 있으며, 이는 타 마감공법과 비교하여 중점적으로 관리 계획을 수립하여야만 고품질의 노출 콘크리트 마감면을 구현 할 수 있다.

표 10. 콘크리트 배합설계 주요 관리 항목

항목	주요내용
성능 관리	건조 수축 균열 대책 건조 수축으로 인한 균열발생을 최소한으로 억제하는 것이 공사의 성패를 좌우한다. 이를 위해 양질의 골재를 사용하고, 슬럼프값을 낮추어 단위수량을 저감시켜야 하는데 이때, 단위수량을 과도하게 낮추게 되면 시공성저하 및 타설시 골재분리가 발생하여 품질저하의 요인이 된다. 따라서 AE감수제나 고성능 AE감수제를 사용하여 단위수량을 저감시킨다. 또한, 팽창제나 수축저감제를 사용하여 콘크리트의 균열이 최소화될 수 있도록 한다.
	시공성능 저하 대책 콘크리트의 충전성 및 재료분리 저항성을 고려한 배합설계가 이루어져 타설시간 지연에 의한 골조조인트, 골재분리에 의한 Honey Comb, 노출면 물곰보 및 노출면 오염의 발생을 최소화 시켜야 한다. 이를 위해 현장도착 콘크리트 품질관리 시험시 규정된 슬럼프를 준수하도록 배합 관리해야하며, 모르타르 충전성 향상 및 골재분리 방지를 위하여 가능한 작은 치수의 골재를 사용해야한다. 또한 레이턴스 및 블리딩이 적게 발생하는 배합설계가 필요하다.
재료 관리	내구성능 저하 대책 노출 콘크리트 마감공법은 직접 외부 환경에 노출되기 때문에 이로 인한 중성화, 염해 및 동해에 의한 철근부식 등의 내구성에 대한 검토가 필요하다. 가능한 W/C비를 낮추어 고강도의 밀실한 콘크리트를 제조하며, 규정 공기량 확보로 동결융해 저항성을 향상시킨다. 또한 경화 전 콘크리트 내 염소이온 총량 규제를 준수하여 철근부식 발생을 억제 시킨다.
	시멘트 제조회사나 시멘트 종류에 따라 시멘트 색상이 명확히 차이 나므로 반드시 동일회사의 시멘트를 사용하여야 하며, 가능한 동일한 레미콘 공장에서 생산되는 콘크리트를 사용해야 한다.
	골재 골재분리 및 충전 불량에 의한 Honey Comb을 방지하기 위해 20mm의 골재를 사용한다.
	물 일반적으로 상수도를 사용하며, 지하수, 하천수, 슬러지수 등을 사용할 경우 콘크리트에 악영향을 미치지 않는 것으로 사용하고 시험 성적서를 반드시 검사해야 한다.
혼화제 콘크리트 제조에 필수 불가결한 것으로 주로 AE제, AE감수제, 고성능 AE감수제가 있으며, 콘크리트 시공성(Workability)개선 및 단위수량 저감에 사용된다. 색상에는 영향을 미치지 않으므로 콘크리트 운반시간, 슬럼프 저하방지, 응결시간 조정 등의	

표 10. 콘크리트 배합설계 주요 관리 항목(계속)

항목	주요내용
혼화제	콘크리트 충전 성능 및 분리 저항성을 향상시키는 용도로 검토하여야 한다.
색채 균일성 관리	노출 콘크리트의 색채를 균일하게 맞추기 위해서는 동일회사제품의 시멘트, 골재, 혼화제, 및 혼화재료를 사용하고 동일한 레미콘 공장에서 반입하는 것이 바람직하다.

(2) 거푸집공사

거푸집의 적용은 부위별 시공조건에 적합한 거푸집을 사용하여야 한다. 거푸집 전용횟수는 입면 형태에 따라 다르며 노출 콘크리트 마감공법의 경우 폼타이 및 콘 위치의 영향으로 거푸집 전용횟수가 1회로 제약된다. 또한 노출 콘크리트 마감공법의 품질기준, 시공 정밀도, 구조물의 모양에 따라 합리적으로 합판 선정 및 사용횟수를 정한다.

노출 콘크리트 마감공법의 거푸집 시공을 위한 주요 관리 항목은 표 11.과 같다.

표 11. 거푸집 시공 주요 관리 항목

항목	주요내용
항목주요내용폼타이, 콘, 줄눈 등 부속자재 관리	폼타이 및 콘은 관통형과 매립형이 있으며 관통형의 경우는 누수대책을 수립하고 매립형은 Sepa-Bolt의 녹물 방지 대책을 수립해야 한다. 폼타이, 매립형 콘의 장기간 방치로 인한 녹물 발생은 콘크리트의 오염으로 이어지므로 도금된 Sepa-Bolt 및 노출 콘크리트 전용 콘을 사용하며, 철선사용으로 인한 녹 발생을 방지하기 위하여 이연도금 철선을 사용한다. 줄눈은 줄눈 나누기를 섬세하게 하고 줄눈의 재질도 검토하여 줄눈 시공시 일정한 선이 형성되도록 정밀하게 시공한다.
거푸집 계획 및 시공	거푸집 분할은 디자인에 따라 일치시켜며, 되도록 절단 없이 전체를 사용하는 것이 바람직하다. 거푸집단 이음부위는 코킹, 테이핑 등으로 수밀성을 확보하여 뿔뿔이로 인한 결함을 방지한다.
	거푸집면의 상태를 꼼꼼히 파악하여 탈형시 우그리짐이나 깨짐, 불순물로 인한 노출면의 불량요인을 제거한다.
	거푸집 전용 시 타설면과 이질감 발생을 방지하기 위해 거푸집면 청소를 철저히 실시하고 박리제를 도포한다.
	벽체 거푸집 제작 시 기 승인된 시공도를 기준으로 합판의 크기, 합판의 이음매 위치, 콘구멍 위치 등을 고려하여 거푸집을 제작한다.
거푸집 계획 및 시공	검은색 먹물의 사용을 금지하고, 전기 설비와 사전 협조하여 거푸집면에 전기시설 설치위치를 표시한 자국이 노출면에 나타나지 않도록 한다.
	슬래브에 코팅합판 사용 시 벽체와 마찬가지로 청결을 유지하며, 철근 배근시 통상적으로 쓰이는 유색 크레용의 사용을 금지하고, 전기배선을 위한 Marking 작업시 흰색 유성마카펜등 유성펜을 사용한다.
	개구부는 마감과 바로 직결되므로 개구부 형틀 작업시 고려하여야 할 사항으로는 콘크리트 타설시 Box인방부의 처짐이 발생하지 않고 전체 형상에 변형이 생기지 않게 견고하게 제작하여야 하며, Box의 위치 또한 타설시 움직임이 없도록 고정을 견실히 하며, 정밀하게 설치하여야 한다.
거푸집 계획 및 시공	거푸집의 간결철물은 조임 기구 등을 사용하여 철저히 조인다.
	탈형시 거푸집 존치기간을 절대 준수하여 실시하되 일반 거푸집 공사의 거푸집 탈형처럼 과격하게 탈형해서는 안되며, 특히

표 11. 계획 및 설계단계 주요 관리 항목(계속)

항목	주요내용
거푸집 계획 및 시공	모서리 부분은 파손되기 쉬운 부분이므로 각별히 주의하여 탈형한다.
	슬래브 해체 작업시 강제 서모트나 강제 파이프 등이 노출 콘크리트 면에 부딪혀 손상이 가지 않도록 주의해야 한다.
	장마철이나 동절기에 공사가 중단될 때에는 슬래브 상부에 노출된 Dowel Bar에서 발생된 녹물이 바닥 노출 콘크리트 면에 흘러내려 얼룩이 발생하지 않도록 녹 방지제나 시멘트 페이스트를 칠하는 등 적절한 조치를 취해야 한다.
	양생시 외벽 부분은 상부 슬래브에서 물이 흘러내리지 않도록 외부 철근에서 내부 쪽으로 약간의 경사를 두어야 한다.
	탈형 후 해체 자재는 즉시 정리를 하여 필요이상의 자재를 슬래브 위에 적재하지 않으며 가능한 한 거푸집정비 작업 등 상층 거푸집 준비작업을 할 수 있는 현장 내 적당한 장소에 작업장을 만든다. 현장여건이 여의치 않을 경우 슬래브 내에 천막 등의 보양을 하여 한 곳에서 작업하여 슬래브의 오염을 최소화 한다.

이는 타 콘크리트 마감공법과 거푸집관리 측면에서 유사하지만 단 고품질의 마감면을 위해 특별하게 중점을 두어야 하는 관리 항목이다.

(3) 철근공사

노출 콘크리트 마감공법의 철근공사는 벽체와 슬래브 부위에 중점을 두어야 한다.

벽체부위 철근 공사는 벽체 자체의 내구력 증진 및 구조계산상의 제 성능을 발휘시키기 위하여 철근 배근시 규정된 철근의 순간격, 피복두께를 준수하고, 결속선이 거푸집면에 닿아 콘크리트 타설 시 녹이 발생하지 않도록 결속 후 안쪽으로 구부려 넣어 시공하여야 한다. 또한 개구부 주변의 균열방지 및 최소화를 위하여 보강철근을 시공하고 스페이서 설치시 플라스틱 제품으로 견실하게 고정하여 탈락되는 일이 없도록 한다. 세퍼레이터의 사용은 지양하고 부득이 사용할 경우 녹이 나지 않는 제품을 사용하며, 기존 제품 사용 시 투명 에폭시 코팅 등으로 녹막이 조치를 한다.

슬래브 부위는 벽체와 같이 내구력 증진 및 구조계산상의 제 성능을 발휘시키기 위하여 철근 배근시 규정된 철근의 순간격, 피복두께를 준수하고, 결속선이 바닥 합판 면에 닿지 않도록 주의한다. 특히 바닥 면에 결속선 및 기타 이물질들을 흘리지 않도록 관리하여야 하며, 콘크리트 타설 전 이물질들을 제거하여야 한다. 스페이서는 가능한 플라스틱 제품을 사용하여 탈형 후 노출되지 않게 한다. 부득이 콘크리트 제품 사용 시 가능한 크기가 작은 것으로 정돈되어 설치하여 탈형 후 규칙적으로 보이도록 한다.

철근배근 완료 후 콘크리트 타설시점까지 기간이 길어지거나 우수에 의한 철근의 녹이 발생하지 않도록 작업계획을 세워야 한다.

(4) 콘크리트 공사

콘크리트 타설 전 거푸집의 수직도, 조임 철물 긴결상태, 청소 상태, 이음부 처리상태, 타설부의 습윤 상태 유지여부 등을 점검한다. 인력의 계획 및 배치가 제대로 이루어졌는지 확인하고 타설을 시작한다.

콘크리트 타설은 타 마감공법과 같이 타설조건을 준수하고 콘크리트 타설 기본 관리 사항을 기본으로 중점 관리 사항을 정리하면 표 12.와 같다.

표 12. 콘크리트 공사 주요 관리 항목

항목	주요내용
콘크리트 타설	콘크리트 주입관을 최대한 깊이 넣어 타설깊이를 줄여 골재분리가 생기지 않도록 한다. 가능하면 트래미관을 사용한다. 1차 콘크리트 타설이 완료되어 바이브레이터 작업이 끝난 후 타설 위치를 옮길 때 기 타설 부위의 최종마무리로 작업자를 추가 배치하여 하부에서 상부로 10cm 간격으로 이동하며 2~3회씩 두드려 준다.
콘크리트 다짐	고주파 바이브레이터를 사용하여 다짐하며, 50~60cm간격으로, 한 장소에서 5~15초 동안 사용하는데, 하부로부터 상부로 들어 올리면서 진동다짐을 할 때 물과 공기가 위로 올라올 시간을 고려하여 한다. 또한 시공 위치에 따라서 적절한 크기의 바이브레이터를 사용하여야 한다. 거푸집 바깥면에서 Form Vibrator나 목망치, 고무망치 등을 사용하여 다짐작업을 병행하여 노출면 품질저하 요인을 최소화 시킨다. 철근이 밀집되어 바이브레이터의 사용이 불가한 곳에는 필히 Form Vibrator나 목망치, 고무망치 등으로 노출면의 품질을 확보한다.
콘크리트 양생 및 보양	노출 거푸집면과 철근 사이로 바이브레이터를 삽입하면 안되며, 외부 거푸집면에 Air-Pocket이 집중될 우려가 있으므로 과도한 다짐은 하지 않는다. 수직으로 연속되는 기둥이나 벽체에 기 타설된 노출 콘크리트 부분이 상부에서 타설되는 콘크리트에서 흘러나온 물에 오염되지 않도록 보양하고, 타설시 하부에 고압 살수기를 미리 준비하여 흘러내리는 시멘트 페이스트를 즉시 제거한다. 바닥이 노출 콘크리트로 기 타설된 부분에도 PE필름, 천막 등으로 보양한다.

4.3 유지·보수 단계의 관리방안

노출 콘크리트 마감공법의 시공 중, 시공후의 유지보수 관리방안은 다음과 같다.

(1) 시공 중의 유지·보수

노출 콘크리트 마감면의 탈형 후 오염부위는 바로 청소를 실시하여야 하며, 벽과 기둥의 코너 부위 및 손상되기 쉬운 부위는 코너비드 및 시트 등을 이용해 충격에 손상되지 않도록 보호커버를 설치하여야 한다.

노출 콘크리트 마감공법은 가능한 콜드 조인트, 곰보현상 등이 생기지 않도록 하여야 하고 만약 문제가 생긴 부위는 재시공

하거나 노출 콘크리트 전문 보수공법을 선정하여 보수를 실시하여야 한다. 하지만 설계 및 시공성 확보를 통하여 보수는 최소화 하는 것이 바람직하다.

(2) 시공 후의 유지·보수

노출 콘크리트 구조물의 품질 및 표면 상태를 장기간 유지시키기 위해서는 발수제의 역할이 매우 중요하다. 현재까지 생산된 발수제의 수명은 반영구적인 것이 없기 때문에 사용된 발수제의 내구연한에 따라 정기적으로 재 도장을 실시하여야 한다.

시공 후 장시간이 지나면 노출 콘크리트 마감공법의 전반적인 보수를 실시하여야 하며, 노출 콘크리트 마감면을 원상태에 가깝게 재현시키는 노출면 보수기술은 많이 개발되고 있다. 노출면 보수재료는 크게 수지를 사용한 재료와 무기질계로 있으며 수지계를 사용할 경우에는 물의 흡수력 차에 의한 얼룩 및 자외선에 의한 변색 현상 등에 유의 하여야한다.

5. 결론

노출 콘크리트 마감공법은 제물치장 콘크리트 마감공법과 비교하여 콘크리트 마감면의 평활도, 설계 및 시공수준, 색상 및 질감에 따라 품질 등급에 따라 공사비 투입이 증가되고 체계적인 설계 및 시공관리가 요구된다. 하지만 현재 국내의 경우 노출 콘크리트 마감공법에 대한 정의가 불명확하고 설계, 시공, 유지관리 단계 별 관리 방안이 제시되지 못하고 있는 실정이다.

따라서 본 연구에서는 국내의 불명확한 노출 콘크리트 마감공법의 정의를 문헌조사 및 사례조사를 통하여 제시하고, 노출 콘크리트 마감공법의 요구조건 및 결합분석을 통하여 제물치장 콘크리트 마감공법과 노출 콘크리트 마감공법의 시공 프로세스를 비교 분석하였다. 이를 바탕으로 노출 콘크리트 마감공법의 관리 방안을 설계, 시공, 유지관리 단계로 분류하여 단계별 주요 관리방안을 제시하였다.

본 연구의 결과를 요약하면 다음과 같다.

(1) 노출 콘크리트 마감공법의 정의

제물치장 콘크리트 마감공법은 콘크리트면 자체에 대하여 기계흡손 및 쇠흐손 등을 이용하여 문지르거나, 슷돌 또는 그라인더 등을 이용하여 면을 갈아내거나, 표면 마무리재 등을 이용하여 콘크리트 표면 자체를 마무리 하는 공법이며, 노출 콘크리트 마감공법은 콘크리트 색상 및 질감을 이용하여 콘크리트 표면에 마감 재료를 따로 시공하지 않고 거푸집 탈형 후 콘크리트 면을

최종 마감으로 하여 콘크리트 자체의 색상 및 질감으로 표면을 마감하는 공법을 의미한다.

(2) 노출 콘크리트 마감공법의 시공프로세스 및 관리방안

노출 콘크리트 마감공법은 보통 콘크리트 마감공법과 달리 철근 콘크리트 공사 기술에 있어서도 상당한 기술축적을 요구하는 공법으로서 이에 대한 인식부족은 노출 콘크리트 마감공법을 적용함에 있어서 재료의 결합, 배합요인의 미비 및 작업성의 불량 등 많은 문제점을 유발하고 있는 실정이다.

이를 개선하기 위해서는 노출 콘크리트 마감공법의 색채 균일성, 균열발생 억제, 콘크리트 충전성 확보 및 재료분리 방지, 내구성 확보가 필수적이며, 노출 콘크리트 마감공법의 적용에 있어서 예상되는 문제점을 사전에 검토하기 위하여 설계단계, 시공계획 및 관리단계(콘크리트 배합설계, 거푸집 공사, 철근공사, 콘크리트 공사, 탈형 및 양생), 유지보수 단계로 분류하여 각 단계별 관리 방안을 제시하였다.

본 연구의 노출 콘크리트 마감공사의 정의, 시공프로세스 및 관리방안을 근간으로 향후 노출 콘크리트 마감공법의 적정 공사비 산정을 위한 원가 구성요소의 분석이 가능 할 것이라 사료 된다.

참고문헌

1. 건설연구원(2005), 건설공사 표준품셈
2. 김상근, 노출 콘크리트 시공사례, 대림산업
3. 김종원 외 5명(2004), “문양콘크리트 광택화에 따른 성능평가에 관한 실험적 연구”, 대한건축학회논문집
4. 김충식(2005), 노출 콘크리트의 시공 : 배재대 예술관, 국제교류관, 건축
5. 나눔테크(2002), 노출 콘크리트의 표면마감 보수 공법
6. 대한건축학회(1999), 건축공사표준시방서
7. 임남기(2005), “노출 콘크리트 품질확보를 위한 체크리스트 개발, 대한건축학회논문집”, 제 21권 1호
8. 정태웅(2000), 성공적인 노출 콘크리트 적용을 위한 설계단계 고려요소, 두산건설 기술연구소
9. 정태웅, 노출 콘크리트 시방서, 세향 AC & M Ins.
10. 한국콘크리트학회(2002), 노출 콘크리트 제조/설계/시공 기술, 제3회 기술강좌
11. 한천구 전충근(2001), “배합요인에 따른 제물치장 콘크리트의 표면 광택 특성”, 대한건축학회논문집, 제 17권 11호
12. Bidding Requirements, Contract Forms, and

Conditions of the Contract, Construction Sciences
Research, 1995. 4

논문제출일: 2005.10.28

심사완료일: 2005.12.23

Abstract

Because designers want to express various elevation, architectural concrete has recently paid attention to finish material and has increasingly used in the construction. architectural concrete needs more careful and professional supervision works such as controlling quality of color, texture, construction plan, and design plan. none the less, It is not clear to define process and manage methods for the construction life-cycle, which causes the expense to increase and the quality to be poor. this study will analyze concrete finish method by dividing three parts which are common, exposed and architectural concrete finish method. definition and the limit of application in architectural concrete finish method will be present by comparing three methods. Throughout an interview with a staff in charge and a case study, this paper shows the requirement and the keynote of management which are divided by three steps; the design, construction and maintenance. finally, this research provides management methods of individual steps for effective construction.

Keywords : Exposed concrete, Process, Design & Construction management
