

신양사옥빌딩(Urban Hive) 신축공사

- 신성건설(주) -



주 환 철
건축사업본부장



이 정 규
현장소장

표 1. 공사개요

구 분	내 용
대지위치	서울시 강남구 논현동 200-7번지
대지면적	1000.90 M2(303.30 평)
지역지구	제3종 일반주거지역, 일반상업지역, 중심미관지구, 주차장시설제한지역
건축면적	597.58 M2
건 폐 율	59.70 % (법정:60%)
연 면 적	10347.96 M2
용 적 율	774.11% (법정: 800%)
규 모	지하4층, 지상 14층
내외장재	컬러노출콘크리트+ T24 투명복층유리
주차대수	59대
구 조	철근콘크리트조 + TSC Beam

Prologue

본 프로젝트는 강남구 논현동(교보생명 사거리)에 신축한 건물이며 2006년 05월에 착공하여 2008년 12월에 준공되었다. 본고에서는 건축물의 가장 큰 특징인 외부 노출콘크리트의 시공방법 및 품질관리를 중심으로 프로젝트의 시공 과정을 소개하고자 한다.



그림 1. 시공과정

1. Urban Hive Project 소개

노출콘크리트의 사용은 1950년대 중반 영국의 건축가 스티븐 부부가 건축물의 솔직한 표현으로 윤리성과 진실성을 찾고자 하는 브루탈리즘 건축을 제창하면서 시작되었다. 이들은 건축에 있어서 공간적, 구조적, 재료적 개념을 발견하여 그 개념이 뚜렷이 나타나고 기억 될 수 있도록 재료 및 구조의 솔직한 표현을 시도하였으며, 이러한 시도는 르꼬르뷔제에 의하여 현실화 되었다.

국내에서는 르꼬르뷔제의 제자인 김중업씨가 서강대본관(1958년)에 최초로 노출 콘크리트를 적용한 이래 김수근씨도 자유센터(1963년)와 노출콘크리트를 적용한 건축물을 다수 설계하였다. 이후 여러 건축가들이 노출 콘크리트 건물을 설계하였으나 시공 및 유지관리 기술 부족으로 인해 노출콘크리트 건물은 페인트라는 간편한 마감재로 본 모습을 잃어갔으며, 그 대신 시공이 간편하고 유지관리가 쉬운 타일, 금속 패널, 유리, 철과 같이 구조체와는 상관없는 마감 재료를 사용한 건축물들이 도시를 대부분 차지하여 왔다. 그러던 중 1990년대 들어 미니멀리즘(Minimalism)이라는 디자인 및 사회적 환경변화에 따라 일본의 건축가 안도 다다오의 노출콘크리트 작품을 통해 국내에서도 다시 노출콘크리트에 대한 관심이 높아지게 되었다.

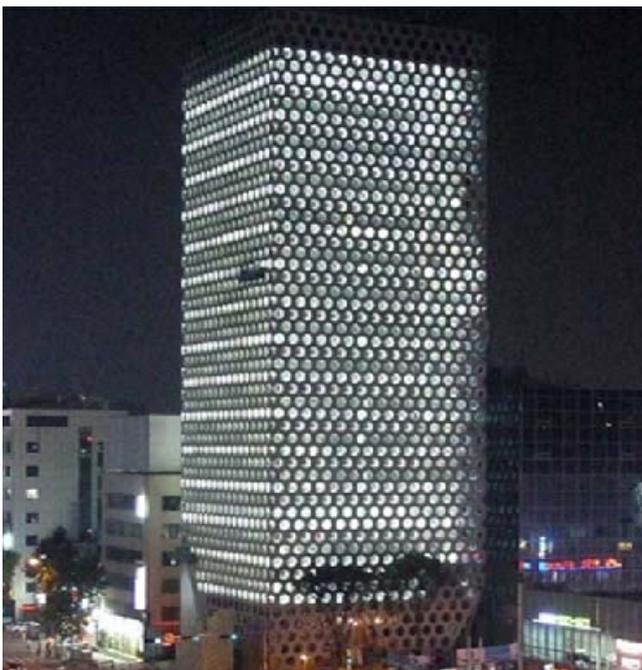


그림 2. Urban Hive 전경(야간)

노출콘크리트는 구조와 그 형태가 동일하다는 것에 그 특징이 있다. 동근 거푸집에서는 둥글게, 모난 거푸집에서는 모나게, 거친 표면의 거푸집에서는 거친 표면을,

매끈한 거푸집에서는 매끈한 표면을 나타내는 것이 노출콘크리트이다. 또한, 표면뿐만 아니라 건축가가 의도한 형태를 그대로 만들어 낸다는 것이 가장 큰 장점이 있다.

이렇듯 건축가나 시공자에게 모두 매력적인 노출콘크리트는 그 매력 뒤에 숨겨진 위험성도 가지고 있다. 일반적으로 노출콘크리트의 기본적인 요구성능은 1) 동일한 색채, 2) 균열의 억제, 3) 콘크리트의 치밀한 충전, 4) 재료분리 억제, 5) 내구성 등이다.

또한, 노출콘크리트를 외피로 할 경우 외피와 내피인 유리 커튼월 사이의 공간은 음영을 만들어 외부에서 보는 사람으로 하여금 건물의 깊이감을 주며, 여름의 뜨거운 직사광선을 차단하고 대류를 형성하여 예열된 유리의 온도를 식혀주며 겨울의 차가운 바람을 막아주어 실내온도가 떨어지는 것을 방지함으로써 에너지 절약에 유리하다.

Urban Hive Project는 초기 설계에서부터 1) 동일한 색채를 위한 Color Pigment의 사용, 2) 균열억제 및 지진, 장스팬 구조에 강한 Honey Comb(허니콤)형태의 외부 구조 시스템 및 고강도 콘크리트 사용, 3) 콘크리트의 치밀한 충진을 위한 고유동 콘크리트의 사용, 4) 재료분리 억제를 위한 타설 환경에 따른 혼화재 비율 조정, 5) 내구성을 위한 특수 표면 처리용 혼화물(콘크리트용) 및 발유/발수제 도포를 계획 하였다.

착공부터 수차례의 Mock-up 제작을 통해 1) 거푸집의 종류에 따른 문제점을 파악하고, 2) 거푸집의 종류에 따른 주위 기후조건의 영향, 3) 구조물의 형태에 따른 수화열의 영향력, 4) 양생기간에 따른 표면의 강도변화 정도, 5) 원하는 동일 색상을 위한 Pigment의 종류 및 비율, 6) 노출콘크리트 표면 강화를 위한 혼화물 및 발유/발수제 종류를 결정하였으며, 모든 과정은 설계감리자와 건축주의 확인을 통해 초기 계획에 근접한 시공방법을 선정하였다.

특히, 발유/발수제의 경우 콘크리트의 오염방지 및 표면 강도 강화, 균열방지와 직결되므로 매우 중요한 공정이며 제품의 성능에 따른 주기적인 관리가 요구된다.

2. Mock-Up Test

2.1. 1차 시험: 2006.10.01 ~ 2006.10.31



원형 거푸집의 형태를 일부 수정하여 탈형작업 및 설치작업을 원활하도록 하였으며 지정 색상의 콘크리트를 위하여 Pigment의 비율을 변경하였다.

2.3. 3차 및 4차 시험: 2006.12.01 ~ 2006.12.12

거푸집은 일반 열연강판을 사용하였으며 표면 코팅은 처리하지 않고 일반 유성 박리제를 도포하였으나 그 결과 백색시멘트와 열연강판 간의 화학반응이 작용하여 검은 피막이 형성되어 노출콘크리트 면에 정착되는 문제가 발생되었으며 원형거푸집을 탈형하는 과정에서 콘크리트 일부가 박리되는 현상이 발생되었다.

2.2. 2차 시험: 2006.11.11 ~ 2006.11.21



검은색 피막 형성을 막기 위해 거푸집의 재료를 P.O. Steel로 변경하고 비교 대상으로 피막형성용 거푸집 코팅제를 사용하였다. 또한 기포발생을 줄이기 위하여 다양한 방

법의 다짐 도구를 준비하였다. 일반 벽진동 다짐기 사용에 다른 성능과 비교를 위하여 기존 해머를 개조한 다짐기를 사용하였다.

P.O. Steel 거푸집과 피막형성 코팅제 사용 거푸집 모두 백색시멘트 사이에 발생되던 검은 피막은 사라졌으나 요구되던 광택은 코팅제 쪽의 품질이 월등히 높았다. 두 가지 벽진동기에 의해 일부 큰 기포는 제어되었으나 잔 기포는 크게 줄지 않아 콘크리트 혼화제를 사용하기로 하였다.

2.4. 5차 시험: 2006.12.24~2007.01.02



정해진 재료인 P.O. Steel을 사용하여 새로운 거푸집을 제작하는 대신 박리제를 다시 시험하기로 결정하였다. 코팅제의 경우 부분적인 보완이 불가능한 단점이 있어 기존 유성 박리제 중 토목현장에서 사용되는 고품질의 것을 시험해보기로 하였다. 그러나 위와 같이 시공할 경우 콘크리트 표면의 광택(치밀함)이 미흡하고 거칠다는 문제점이 발생하였다. 따라서 Color Pigment 비율은 다시 조정하기로 하였다.

2.5. 6차 시험: 2007.01.04~2007.01.12



색상칩과 동일한 제품을 얻기 위하여 Color Pigment의 비율을 조정하였으며 기포량을 조정하기 위한 혼화제의 사용을 조정한 결과 Cool Gray Color 계열의 제품을 얻게 되었다. 기포가 줄어들어 콘크리트 표면은 보다 치밀해졌으나 광택이 미흡한 문제점은 해결되지 않았다.

콘크리트 표면의 광택을 만들기 위하여 표면 코팅제의 사용이 다시금 검토되고 있으나 공기상의 여러 문제점을 해결하는 것이 난점이라 다른 방법을 강구할 필요가 있다.

2.6. 7차 및 8차 시험: 2007.01.17~2007.02.26



큰 규모의 Sample을 제작하여 다시 Color Pigment 비율을 조정하였으며 최종적으로 백색시멘트에 White Color Pigment를 특정비율 사용하는 것으로 결정하였다. Steel에 슈퍼밀러 처리를 하여 콘크리트 표면에 광택을 내도록 실험하였으나 이러한 거푸집 처리방법은 녹발생에 취약하고 기준층 작업 시 고공 작업이 불가능하기 때문에 배제하였다.

최종품질을 확인하기 위하여 샌더 패드(Sander Pad)의 종류 및 코팅제 종류에 따른 발유/발수 성능을 비교하는 시험을 병행하였다.

2.7. 9차~13차 시험: 2007.03.10~2007.04.11



탈형 후 표면의 광택 및 오염 방지를 위한 코팅제의 종류를 시험하였다. 불소 침투성 발유/발수제와 불소 도막형 발유/발수제, 실리콘 아크릴계 발수제를 비교 시험한 결과 불소 침투성 발유/발수제를 사용하는 것으로 결정하였다. 광택의 경우 도막형이 더 유리하였으나 표면에 스크래치가 발생하였을 때 발유 및 발수 성능이 저하되기 때문에 침투성의 성격을 갖고 있는 제품(DuPont Zonyl 8740)을 선정하였다. 광택은 콘크리트 강도가 강하여 특정 샌더 패드를 사용한 숙련된 기술자의 작업과 세라믹 코팅제(고온산화방지용)의 사용으로 보완할 수 있으므로 발유/발수제 도포 전에 충분한 광택작업, 표면강화작업이 반드시 선행되어야 한다.

3. 시공프로세스 결정

13차에 걸쳐 시행된 Mock-up Test를 통해 확정된 시공 방법은 아래의 순서에 의해 작업되어졌다. 단, 다음에 제시된 작업은 Urban Hive와 같은 강도 및 Pigment를 사용한 노출 콘크리트 기준이다.



- 1) 거푸집은 P.O. steel을 사용하며 금속의 특성상 현장에서 수정이 불가능하기 때문에 레이저 제단기를 사용하여 정확하게 제작한다.
- 2) 녹물 방지를 위하여 콘크리트와 접촉하지 않는 부위는 모두 녹방지 페인트를 도포해야 한다.
- 3) 콘크리트와 접촉하는 표면에는 도막형 코팅제를 도포

한 후 그 위에 특수 유성 박리제를 재차 도포한다.

- 4) 거푸집 설치 시 거푸집과 기존층 콘크리트 사이의 이음 부위에 틈이 발생하여 재료가 새거나 층 연결 부위에 단이 형성되는 것을 막기 위하여 수절 프레임을 만들어 주어야 하며, 수직수평을 유지하면서 GCS 혹은 RCS 가설 발판을 사용하여 최대한 긴밀하게 설치하여야 한다.
- 5) 철근 배근의 간격과 각도, 피복간격을 정확히 준수하여야 하며 거푸집 표면을 손상하지 않도록 유의한다.

4. 콘크리트 타설

- 1) 콘크리트는 지정된 색상과 강도 및 혼화제 비율의 제품을 S-레미콘 공장에서 생산하며, 생산당일 레미콘 생산회사의 연구원 2인이 제품 생산을 관리하고 1인은 지속적으로 생산물의 품질을 확인하였다. 다른 1인은 생산된 첫 제품과 함께 현장에 도착하여 바닥 테스트를 시행하고 타설 완료 시점까지 현장에서 품질을 확인한다. 한편, 신성건설의 직원 1인은 Pigment의 정량 사용을 확인하기 위하여 공장에 타설 시간동안 상주하였다.
- 2) 다짐은 3개조로 구성된 콘크리트 타설 작업자들이 저주파 및 고주파 다짐기를 사용하여 기울어져 있는 모든 기둥을 10분 간격으로 순차적으로 다짐작업을 수행하였다. 1조는 타설과 동시에 타설되어 흘러가는 부분의 하단부를 다져주어야 하며, 2조는 타설되는 부분을 즉시 다져주어야 한다. 3조는 마무리로써 1,2조가 수행한 다짐작업 부분을 다시 다져주어야 하는데, 이때 다짐봉은 천천히 들어 올려야 한다. 한편, 작업 시 거푸집 표면에 다짐봉이 닿지 않도록 유의하여야 한다. 고유동 콘크리트의 특성상 공기에 노출된 부분의 양생이 빠르게 진행되기 때문에 이를 숙지하여 적절한 속도로 다짐 작업을 진행하여야 한다.

5. 거푸집 제거



양생기간은 벽체의 경우 타설 완료 후 48시간으로 한다. 단 계절에 따라 유동성이 있으며, 그 기준은 강도측정기를 사용하여 탈형강도 기준 데이터와 비교한 후 작업한다. 탈형 이전에는 디비닥 볼트 및 핀 제거 작업만을 허용하며 콘크리트 면에서 거푸집을 직접 뜯어내는 것을 금지한다.

6. Putty & Sander 작업



- 1) 탈형한 콘크리트 면이 기존의 것과 단이 발생한 경우 다이아몬드 그라인더로 평활작업을 수행하거나 절단한다.
- 2) 이상의 작업들이 완료된 면 혹은 타설 시 충전이 미진한 부분 혹은 물기포가 많이 형성된 곳을 에어 브러쉬로 깨끗이 청소한 후 1차로 고강도 시멘트 혼화물을 충전한다. 이때 충전하는 것은 백시멘트, 무리안료, 접착증강 등의 화학약품을 특정 비율로 배합한 것이어야 한다.



- 3) 충전한 혼화제는 기존 노출콘크리트 면보다 돌출되지 않도록 안으로 충분히 다져주면서 충전하고, 1회로 끝내는 것이 아니라 시간을 두고 함몰되어진 곳이 없는지 확인하며 작업한다. 돌출되게 충전된 곳은 양생 후 스크레퍼나 헤라를 사용하여 평탄작업을 수행한다.
- 4) 1차 충전된 혼화제가 완전히 건조된 후 앞서 사용한 혼화제를 재차 넓은 면에 2~3회 이상 퍼티한다.



- 5) 퍼티한 혼화제가 완전히 건조한 후 기존 노출 콘크리트에 비해 많이 돌출된 부분 혹은 평탄하지 않은 분에 대하여 1차로 샌더(220, 300, 400 패드)를 사용하여 면고르기를 실시한다. 이때 돌 혹은 다이아몬드 그라인더의 사용을 절대 금한다.



- 6) 샌더작업을 시행한 면은 기존의 노출콘크리트와 이색 및 이질감이 발생할 수 있으므로 이를 보완하기 위해 에어브러쉬를 사용하여(백색시멘트 분말+무기안료+접착증강제+침투형 세라믹 코팅제 SR-800) 특수 혼합물을 도포한다.
- 7) 6)번 작업이 수행된 부위에 2차 샌더(600,1000 패드) 작업을 실행하고 작업이 완료되면 표면에 부착된 분진을 에어흡입기를 사용하여 제거한다.
- 8) 도포한 면이 노출콘크리트 면에 비해 인위적으로 일정한 색조를 유지한다면 7)에서 도포한 혼화물의 무기안료의 양을 조정하여 불규칙한 패턴의 문양이 생기도록 먹선작업을 시행한다.



- 9) 도포 및 먹선 작업이 끝난 면이 완전히 건조하게 되면 미세한 엠보싱이 형성되는데 이를 제거하는 동시에 광택을 내기 위한 샌더(2000 패드) 작업을 수행한다. 침투형 세라믹 코팅제 SR-800은 고온산화방지, 내열성 향상, 내수성, 내해수성, 내산성, 내알칼리성, 동결융해 방지에 우수하므로 샌더 작업시 발생하는 콘크리트 화상을 방지한다.



- 10) 이상의 모든 작업을 완료하여 9~13차 시험에서 확인한 노출콘크리트와 동일한 표면강도의 광택과 치밀함이 가능한 경우 감리자와 시공사의 확인을 득한 후 다공성 소재 침투성 불소 발유/발수제를 2회 이상 콘크리트 면이 충분히 젖도록 도포한다.
- 11) 1차 충전된 혼화제가 완전히 건조된 후 앞서 사용한 혼화제를 넓은 면에 2~3회 이상 퍼티한다.

7. Coating 작업

노출콘크리트는 말 그대로 콘크리트로 마감된 상태를 말한다. 알칼리성을 지니는 콘크리트는 도시의 산성화된 대기에 매우 취약하다. 우리가 쉽게 볼 수 있는 노출콘크리트 건축물의 대부분은 이러한 특성을 간과하고, 준공시점에 발수제를 1회 도포하거나 도포하지 않은 채 적절한 유지관리를 하지 않아 표면에 곰팡이가 피고, 풍화되어 표면강도가 약화하여 많은 물기포가 발생하여 미관이 좋지 않게 된다.

Urban Hive Project는 국내에서 보기 드문 고층의 노출콘크리트 건축물이며, 허니컴구조가 그대로 외부에 노출되어 있어 비와 바람, 눈에 직접 영향을 받는 특수성을 갖고 있기 때문에 유지관리에 많은 주의가 따른다. 따라서 건축물에 도포될 발유/발수제는 그 기능 및 수명에서 탁월한 성능의 것을 선택해야만 했다.

일반적인 실리콘계열의 발수제가 아닌 침투 및 수용성 불소 코팅제를 선택한 이유는 도막성의 경우 도막이 유지되는 기간에는 콘크리트를 보호하지만 자외선에 의해 도막 자체에 황변현상이 발생할 위험을 내포하고 있고, 바람 또는 공기 중의 먼지에 의해 긁힘이 발생하여 찢어질 경우 콘크리트를 보호하지 못한다.

Urban Hive는 교통먼지가 많고 대지가 높아 거센 바람에 쉽게 노출되기 때문에 도막형은 상기의 이유로 적절하지 않다. 한편, 강남역에 위치한 부티크 모나코의 경우 도막형 발수제에 황변이 발생한 사례를 참조하였다.

침투성의 경우 불소계열이 기름성분에 대한 내오염성이 우수하며 콘크리트의 통기성이 좋으며, 표면 강도를 높여주고 수명이 길기 때문에 선택하였다. 최종적으로 DuPont Zonyl 8740이 시험결과 타 제품에 비해 성능이 우수하여

선정하게 되었다.

더불어 발수제 도포 전 노출콘크리트 표면 강화를 위해 만든 혼화물에 침투성 세라믹 코팅제를 첨부하여 표면을 치밀하게 하여 2중의 효과를 얻고자 하였다.

Epilogue

2010년 2월 교보빌딩에서 Urban Hive를 바라보면 착공에서 준공까지 그때의 고민들이 영사기가 돌아가듯 파노라마처럼 펼쳐진다.

- 1) 가장 어려웠던 시기는 지하철 9호선 공사로 인하여 33m가 굴토된 상태에서 1m 근접하여 24m를 굴토했던 시기 (구조검토 3회로 지하철 버팀대에 대응)
- 2) 지상 뿐만 아니라 지하층까지 노출콘크리트로 시공 (버팀대를 조정하여 시공)
- 3) Hoist 설치가 외벽 편칭으로 불가 (내부 Core부에

- TSC보를 피해 유리규격에 맞추어 주문제작)
- 4) 외부에서 콘크리트 타설이 불가 (CPB 적용)
- 5) 외벽 비계설치 불가 (GCS, RCS 혼용)
- 6) 동절기 콘크리트 양생 (Spiral Duct Punching을 통한 GCS에 맞게 제작)
- 7) 17.2m 장스팬 TSC보 설치 (새벽시간에 강남대로의 교통을 통제하여 트레일러에서 바로 설치)
- 8) 고급 마감재를 개발하여 적용 (E/V, 천정재, 하드웨어, 도아, 바닥재, 위생도기, 인테리어 등)
- 9) 전국 20여개 대학과 시공사 현장방문
- 10) 콘크리트 물성을 유지하기 위하여 GPS를 활용하여 레미콘의 운반시간, 도심지 차량정체 등 모니터링 많은 콘크리트 전문가들의 자문과 직원들의 고민으로 Urban Hive가 준공되어 강남의 명물로 자리매김하고 건축문화의 선진화에 이바지한 것에 큰 보람을 느낀다.



그림 3. Urban Hive 내부에서 바라본 시내 전경