

## 대전 이용노미술관 건립공사 현장



한 승 구  
계룡건설산업(주)  
부사장



차장 최기현  
계룡건설산업(주)  
현장소장

### 1. 머리말

2005년 12월에 착공하여 2007년 1월 완공예정인 이용노 미술관은 대지면적 2,450평에 건축연면적이 514평의 문화예술공간으로 지하1층, 지상2층 규모이며, 계룡건설산업(주)와 한일시멘트(주) 및 (주)트라이포드에서 공동으로 개발한 고내구성 백색칼라 콘크리트 조성물을 활용하여 국내 최초로 백색노출 콘크리트로 시공되고 있다.

대전 엑스포 과학공원과 정부대전청사 사이의 자연녹지 공간에 조성되는 이용노 미술관은 기존 예술문화공간인 문화예술의 전당, 시립미술관 및 조각공원 등과 자연스러운 연계를 통하여 선형 문화벨트를 형성한다. 또한, 주변에 생태수목원, 다양한 레포츠를 즐길 수 있는 엑스포 남문광장 및 엑스포 과학공원, 평송청소년수련원 등이 위치하고 있어 청소년의 교육 및 휴식공간의 활성화에 기여한다.

특히, 자연을 추구하고 추상성을 지닌 고암 이용노 화백(1904-1989)은 충청남도 홍성 출신으로 서예와 문인화 정신을 기반으로 사군자에서 추상화, 플라주, 문자추상, 군상에 이르는 다채로운 회화작업과 조각, 도자기, 판화, 타피스트리 등 장르를 넘나드는 방대한 작품을 남김으로써 가장 전통적이며 현대적이고 국제적인 평가를 받고 있다. 이용노 미술관은 이러한 고암 이용노 화백의 작품과 어우러지고 작품성을 보다 쉽게 이해시키며, 자연과 건축물이 혼연일체가 되도록 전시실 및 실내정원이 자연스럽게 연결되는 방식으로 설계를 하기 위하여 미술관 외관을 백색노출 콘크리트로 설계·시공하였다. 특히, 미국 및 유럽 등지에서는 각종 미술관을 비롯한 박물관과 전시관 등에 백색노출 콘크리트를 시공한 예가 많이 있지만, 국내에서는 최초로 백색노출 콘크리트가 시공된다

는 점에서 더욱 주목을 받고 있다. 따라서, 백색노출 콘크리트의 개발과정 및 시공개선안 사례를 소개함으로써 추후 백색노출 콘크리트를 시공하는데 도움이 되었으면 하는 바램으로 시공사례를 기술하고자 한다.



### 2. 공사개요

#### 2.1 일반사항

구 분	내 용
공 사 명	이용노 미술관 건립공사
위 치	대전광역시 서구 만년동
공사기간	2005.12. 7 ~ 2007. 1. 2
설 계 자	정림건축, 보드양(프랑스)
발 주 자	대전광역시 건설관리본부
시 공 자	계룡건설산업(주)
감 리 자	도원엔지니어링건축사사무소
대지면적	8,100.00㎡
건축면적	1,214.01㎡
연 면 적	1,700.75㎡
용 적 율	15.93%
용 도	문화집회시설(전시장)
지역지구	자연녹지지역
규 모	지하1층, 지상2층
구 조	철근콘크리트조(백색 노출콘크리트)
외장재료	백색 노출콘크리트
주차대수	33대

2.2 층별개요

구 분		면 적		비 고	
		m	평		
1	전시부분	전시실-1	461.98	139.75	대 전시실 2실 소 전시실 2실(이용노 유품 전시실 1실 포함)
		전시실-2			
		전시실-3			
		전시실-4			
소 계		461.98	139.75		
2	관리부분	도서/자료/정보검색실	70.35	21.28	이용노 문화연구소 포함
		관장실	30.45	9.21	
		사무실	42.63	12.90	
		명예관장실	30.45	9.21	
		회의실	31.92	9.66	
소 계		205.8	62.26		
3	부속시설	수장고-1	118.14	35.74	수장고 2실(대, 소)
		수장고-2			
	소 계		118.14	35.74	
4	부대시설	카페테리아	94.31	28.53	부대시설관련 -A/V실, 작품해포장실(준비실), 기계실, 소화가스실, 전기실, 발전기실, 중앙감시실, 숙직실, MDF실, 하역장
		뮤지엄샵			
		기 타	295.09	89.26	
	소 계		389.4	117.79	
전용면적 계		1,175.32	355.53		
공용면적 계		525.43	158.94	공용면적 -홀, 계단실, 화장실 등 전체 공용부분	
합 계		1,700.75	514.48		

3. 백색 노출콘크리트 개발

3.1 개요

미국 및 유럽 등에서는 미술관, 박물관, 전시관을 비롯한 특수한 목적을 위한 콘크리트 구조물은 건축물 자체가 예술성을 대변하고, 주변환경과 일체화를 충족시키기 위해서 백색 노출콘크리트로 시공되는 사례가 보편화되어 있다. 이러한 사례로서 하이미술관(미국 애틀랜타), 게티센터미술관(미국 LA), 현대미술관(스페인 바르셀로나), 오페라하우스(호주 시드니) 등을 들 수 있다. 백색은 공간과 빛을 강조하여 날씨와 시간 및 계절에 따라 내·외벽에 비치는 자연광의 강약에 따른 미묘한 농담 차이를 발생시켜 전시품의 전시효과를 증가시킬뿐만 아니라, 주변환경과 일체화된 건축물의 표현이 가능하다. 그러나 아쉽게도 우리나라에서는 백색 노출콘크리트로 시공된 사례가 전무한 실정이다. 이러한 원인은 백색 노출콘크리트의 경제성 때문으로 사료된다. 그러나, 백색 노출콘크리트는 기존 콘크리트 공사처럼 페인트, 벽지, 석재 등으로 별도의 마감공정이 필요가 없으며, 구조물 자체에 색상을 표현할 수 있다는 점이 특징이다. 따라서 건축물 전체 시공비 및 기간 등을 고려하면 오히려 경제성 측면에서 불리하지만은 않을 것으로 사료된다.

3.2 백색 노출콘크리트 배합설계 및 제조

백색 노출콘크리트는 사용하는 재료의 색상이 콘크리트 노출면에 나타나기 때문에 선정시 주의를 해야 한다. 이러한 백색 노출콘크리트는 백색시멘트를 사용하는 경우와 보통포틀랜드시멘트에 백색안료를 혼입하는 경우 및 백색시멘트에 백색안료를 혼입하는 경우로 구분할 수 있다. 경제적인 측면에 있어서 백색시멘트를 사용하는 경우가 가장 유리하고, 다음으로 보통포틀랜드시멘트에 백색안료를 혼입하는 경우이고, 마지막으로 백색시멘트에 백색안료를 혼입하는 경우가 가장 불리하다. 반면에, 백색도 측면에서 백색시멘트에 백색안료를 혼입하는 경우에 가장 높게 나타나고, 기타의 경우 백색도는 비슷하게 나타난다.

백색 노출콘크리트는 콘크리트 공사만을 비교할 때 일반 콘크리트 공사에 비해서 가격이 상승되는 불리한 점은 있지만, 건축물 전체 공사비에 미치는 영향은 백색 노출콘크리트 자체가 마감재료의 역할을 하기 때문에 상대적으로 낮아질 수도 있다.

본공사에서는 백색시멘트와 백색안료를 사용하는 방법을 선정하였다. 백색 노출콘크리트의 배합설계를 하는데 있어서 색채 균일성, 균열발생 억제, 충전성 및 재료 분리저항성, 내구성능 등을 고려하여 계룡건설산업(주),

한일시멘트(주) 및 (주)트라이포드에서 공동으로 개발한 결과를 바탕으로 하여 최종배합비는 다음과 같이 결정하였다.

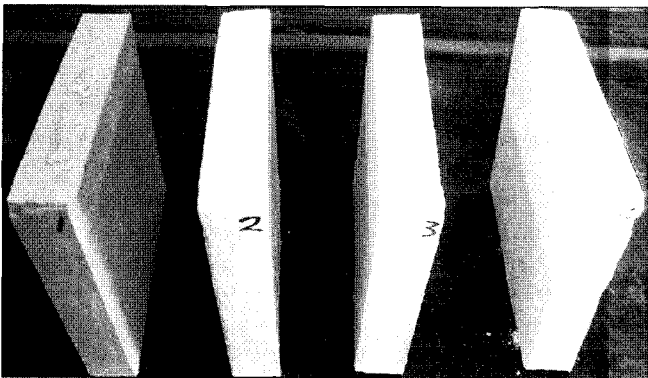
때문에 콘크리트 자체의 내구성능이 건축물의 수명에 매우 밀접한 영향을 미치게 된다. 이에 따라서 내구성능을 향상시킬 수 있는 다양한 재료를 사용하는 것이 바람직

백색 노출콘크리트 조성물에 따른 검토

구 분	경제적 측면	백색도	비 고
보통포틀랜드시멘트 + 백색안료	가격 상승, 유지관리비 상승	80±2	
백색시멘트 단독	가격 약간 상승, 유지관리비 비슷	80±2	
백색시멘트 + 백색안료	가격 상승, 유지관리비 상승	90±2	

※ 경제성 : 보통포틀랜드시멘트를 사용한 보통 콘크리트와 비교

※ 백색도 : 헨터법으로 계산



1. 백색시멘트 단독      2. 백색시멘트 + 안료(5%)  
3. 백색시멘트 + 백색안료(10%)      4. 백색시멘트 + 백색안료(20%)

하며, 본 공사에서는 내구성을 향상시키기 위하여 수밀성 무기질 균열저감제(SWP-2)를 사용하였고, 강도를 향상시키기 위해 오메가2000을 사용하였다. 상기 배합표와 같이 제조된 콘크리트의 성능은 아래와 같다.

#### 4. 백색 노출콘크리트 시공

##### 4.1 샘플시공

###### 4.1.1 문제점

거푸집의 종류, 타설방법, 다짐방법 등을 변수로 5차례에 걸쳐 샘플시공을 진행한 결과 일반 노출콘크리트에

백색 노출콘크리트 배합표

W/C(%)	S/a(%)	단위중량(kg/m <sup>3</sup> )							
		물	백색시멘트	오메가2000	잔골재	굵은골재	고성능 감수제	백색안료	SWP-2
35±5	50±1	165±10	410±20	20±5	800±20	900±20	3.0±0.5	20±5	1.8±0.2

※ 오메가2000(강도 증진제) : 한일시멘트(주), 분말

※ SWP-2(수밀성 무기질 균열저감제) : (주)트라이포드, 액상

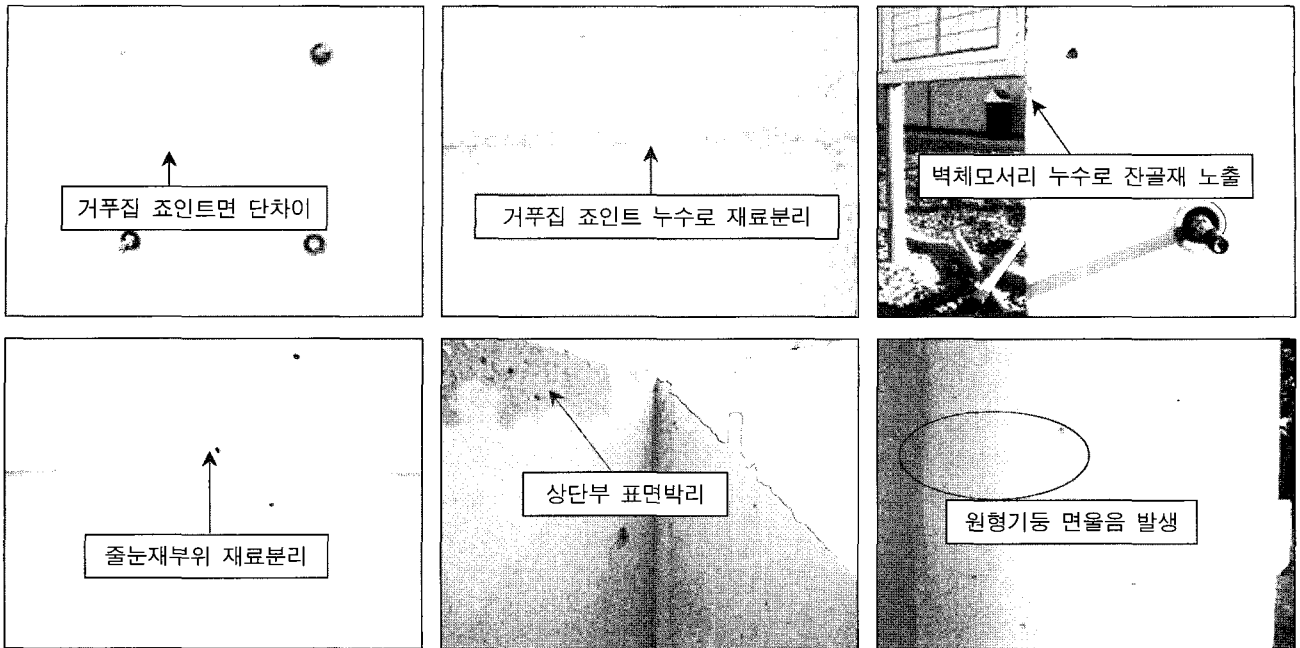
백색 노출콘크리트의 성능

항 목	슬럼프 플로우 (cm)	공기량 (%)	28일 압축강도 (MPa)	염화물함유량 (kg/m <sup>3</sup> )	철근부착력 (N/cm <sup>2</sup> )
성 능	40~50	3.0~4.5	40~50	0.1 이하	922~1095

상기 배합표에서 재료 선정시 주의해야 할 사항으로서 잔골재의 미분함량과 자체색상은 노출콘크리트의 색상에 영향을 미치게 되므로 선정에 주의를 해야 한다. 한편, 굵은 골재의 경우 골재분리 및 충전불량을 방지하기 위해 19mm 이하 골재를 사용하는 것이 바람직하며, 잔골재와 마찬가지로 미분함량이 낮은 골재를 선정하는 것이 좋다. 백색안료는 다양한 종류가 있는데, 시멘트와 반응하지 않는 산화티탄을 사용하였다.

한편, 외부환경에 콘크리트 면이 직접적으로 노출되기

서 지적된 문제점들이 발생되었다. 기본적으로 거푸집 이음매 사이의 누수에 의한 잔골재 노출, 타설시간 차이에 의한 재료분리, 노출 표면의 물곰보, 줄눈재부위의 재료분리 발생 등이 대표적이다. 일반 노출콘크리트와 다른점으로는 백색 노출콘크리트의 백색도가 높기 때문에 상기와 같은 문제점들이 미세하게만 나타나도 노출면이 심하게 불량해 보이는 점이다. 따라서, 일반 노출콘크리트보다 좀더 정밀하고 세심한 주의가 필요함을 알 수 있었다.



4.1.2 샘플시공에 의한 종합검토

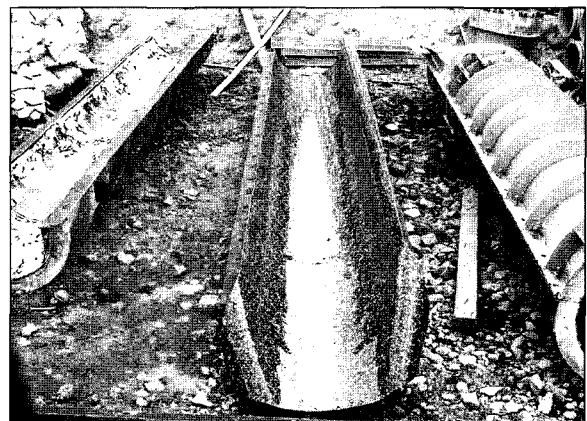
구 분	검토내용	비 고
거푸집공사	- P.E.T 합판을 사용하고, 합판조인트 부분에는 코킹을 시공하여 누수방지 - 콘간격은 450×450(격자보는 600×600)으로 함 - 격자보 하부부분은 누수방지를 위하여 보하부에 2중바닥 시공후 보옆에 코킹시공을 시공하여 누수방지 - 줄눈재에 코킹을 사용하여 누수방지 - 벽체내부면은 유로폼 사용	
철근공사	- 철근피복은 옹벽내부에 있는 세퍼레이터에 고정(1.5×1.5m 간격)하여 피복유지(스페이서 미 사용) - 상부보 철근배근시 간격을 50mm 이상 유지하여 고주파진동다짐기(∅49)의 작업성을 확보 - 개구부는 크랙방지를 위해 크랙발생 방향에 직각으로 HD16-2 보강시공	
콘크리트공사	- 타설방법 : 1회 타설높이는 1.5m 이하, 타설간격은 60~70분이내로 함 - 타설시 다짐방법 : 일반 1회, 고주파 2회 진동기 다짐(30cm 간격) - 상부 블리딩면은 타설후 쇠훅손 마감후 비닐보양 실시	

4.2 백색 노출콘크리트 시공계획

백색 노출콘크리트를 타설하여 시공할 때 가장 중요한 변수로서 거푸집 공사, 철근 공사, 콘크리트 타설 공사를 들 수 있으며, 타설 완료후 오염이 발생하지 않도록 유지관리하는 것이 매우 중요하다.

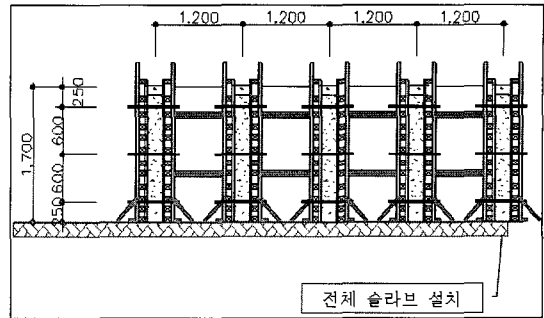
4.2.1 원형거푸집 시공계획

- 총고 6M, 3.0M 원형기둥 제작, 보하부까지 선타설
- 제작후 수평조인트를 없애기 위하여 내부에 코킹 및 도장마감
- 원형기둥은 수직조인트가 측면에 발생하도록 조립

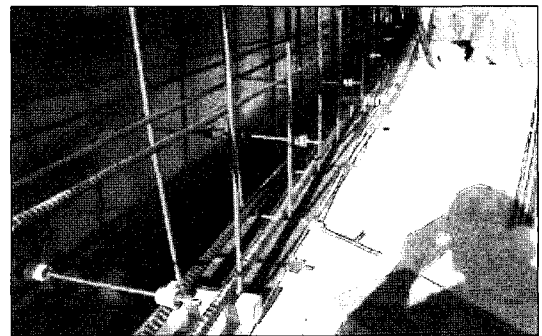
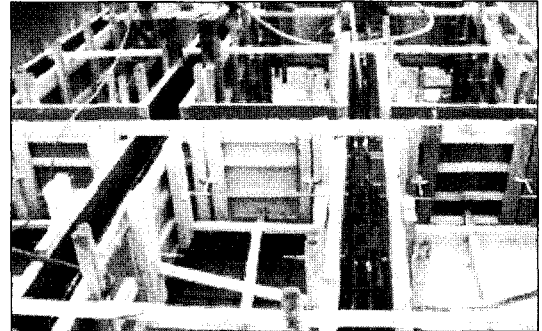




상하부 조인트 마감  
내부 장판지 마감

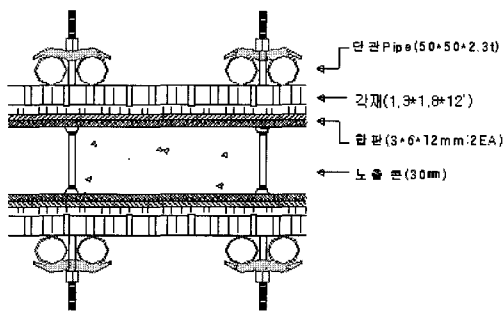
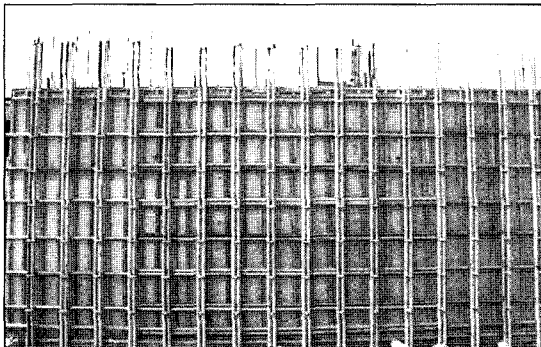


전체 슬라브 설치



#### 4.2.2 용벽거푸집 시공계획

- 합판과 합판면에 틈이 발생하지 않도록 밀실하게 제작 및 조립
- 수평 강관보강은 노출 콘 간격에 준하여 간격배치
- 수직보강은 노출콘의 사이내부에 각재를 추가보강 (각재(40×55), 강관파이프)



층 줄눈 위치

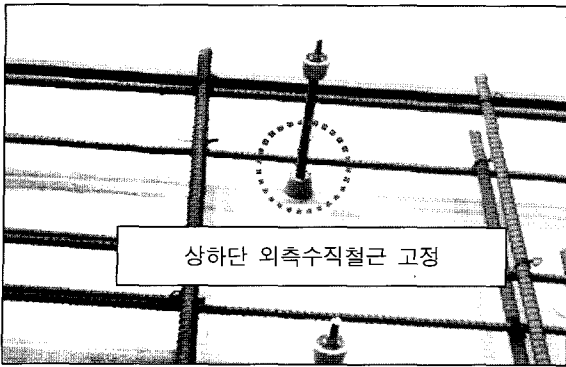


#### 4.2.3 격자보 시공계획

- 2층 평슬라브 선 설치후 격자보 거푸집 작업
- 격자보 거푸집 사이에는 거푸집 지지목을 설치하여 밀실하게 볼트 체결
- 보 철근은 거푸집 세퍼레이터에 매달아 처침을 방지

#### 4.2.4 철근 시공계획

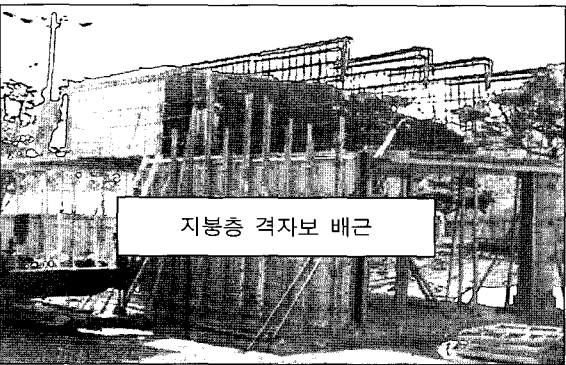
- 철근 배근시 결속선을 철근 안쪽으로 구부려 시공하여 합판면에 손상이 가지 않도록 관리
- 보 하부철근 배근시 몰탈고임재는 노출되기 쉬우므로 사용하지 않으며, 형틀조립시 타이 위에 결속 시공하여 타설시 처침을 방지
- 벽체 및 지붕충격자보 철근배근시 간격을 50mm이상 확보하여 고주파진동이(Ø49) 다짐시 작업성 확보
- 거푸집 조립완료후 거푸집상단 및 하부(하부에서 1.5M)에 외측수직철근을 고정시켜 타설시 변형방지
- 창이나 개구부 등에서는 균열발생으로 노출콘크리트의 품질을 저하시키거나 누수현상으로 내부 철근 녹물이 흘러내리는 경우가 있으므로 균열방지용 보강근을 균열예측 방향에 직각으로 2-HD16 이상을 배근함
- 노출콘크리트 부분의 구조적인 도면 검토를 실시한 바 구조부재의 검토 결과에 따른 취약부위 철근보강으로 균열제어



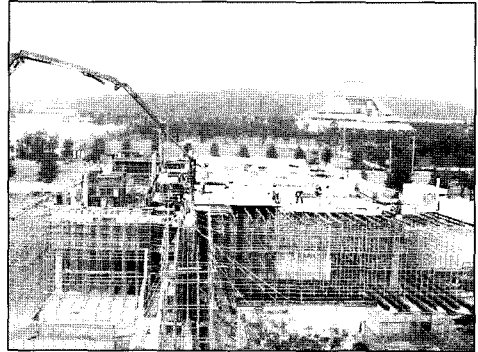
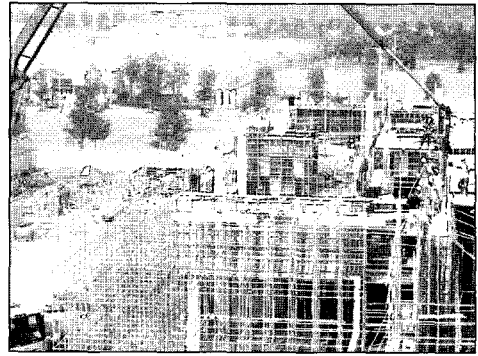
상하단 외측수직철근 고정



지붕층 바닥보와의 접면부

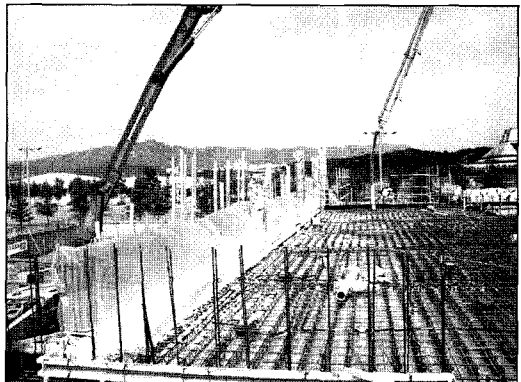
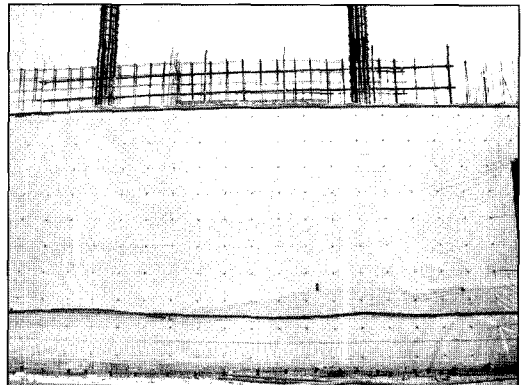


지붕층 격자보 배근



#### 4.3 백색 노출콘크리트 유지관리

백색 노출콘크리트 공사에 있어서 거푸집은 최소 3일간 양생시킨 후 탈형을 실시하였고, 탈형된 부위가 황사 및 대기중의 먼지, 우수 등에 의해 오염되는 것을 방지하기 위하여 먼저 오염방지제(HS100) 시공후 비닐로 덮어씌워 보양을 하였다. 추후 콘메움후 발수제 도포로 최종마감을 실시하였다.

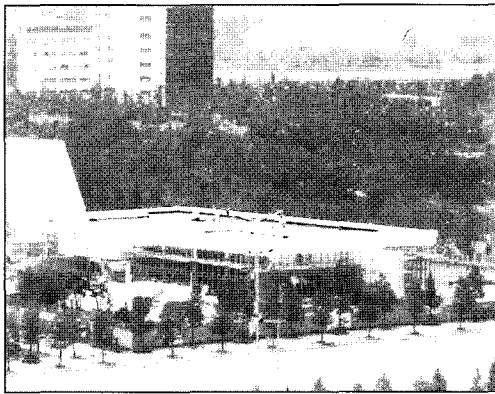
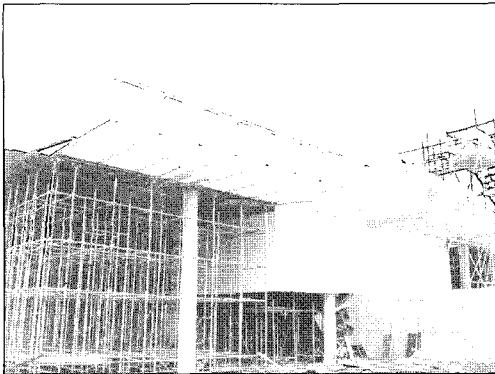


#### 4.2.5 콘크리트 타설계획

- 슬럼프 플로우(45~55cm), 공기량(4.5±0.5) 등의 현장기준을 정하여 현장시험 확인 후 타설
- 타설시 적정인원은 부어넣기(2인), 진동기보조요원(3인), 일반진동기(1인), 고주파진동기(2인) 등을 비롯하여 거푸집보기 목수, 철근공, 미장공, 전기공, 설비공 등을 포함하여 14인이 1조를 형성
- 쿨드조인트 방지를 위해 부어넣기 시간(60~70분 이내)을 준수하고, 고주파 진동기 다짐시 삼입간격은 약 30cm 이하로 하고, 다짐시간은 1개소당 10~15초를 기준으로 하며, 다짐이 끝난후 천천히 붓을 빼어냄(곰보발생억제)
- 옹벽 타설시 1회 타설높이를 1.5M로 하여 돌려가며 타설하고, 선타설 부위와의 조인트는 깊게 30cm이상 다짐
- 타설시 옹벽상단에 걸쳐 시공, 타설 높이를 최소화 하여 재료분리 발생 억제

#### 4.4 준공완료 시점의 전경

이응노 미술관의 준공을 앞두고, 백색 노출콘크리트 시공이 완료된 전경사진은 다음과 같다.



앞두고 있으며 본 건축물이 향후 이와 비슷한 배경에서 건립될 건축물에 작은 도움이 되었으면 하는 바램이다.

마지막으로 이응노 미술관이 완공되기까지 각고의 노력을 아끼지 않은 발주처 관계자 및 설계자, 감리자, 여러 협력회사 그리고 당 건설현장의 직원 및 근로자에게 감사를 드리며 이상으로 맺음말을 대신한다.

### 5. 맺음말

경제적 생활수준의 향상에 따라 문화생활에 대한 사회적 욕구가 증대하고, 이에 대한 지방자치체의 적극적인 대응전략으로 문화시설에 대한 수요가 증대되고 있는 것이 현실이다.

특히, 미술관을 비롯한 전시관은 건축물 자체가 예술성을 대변하고, 주변환경과 일체화가 필요하기 때문에 1980년대 이후 양적·질적으로 미술관을 비롯한 전시관은 현대 건축의 실험성을 잘 드러내면서 건축의 발전을 선도하는 유형으로 전개되고 있으며, 국제적으로 유명한 미술관들이 해외진출을 시도하고 있다. 이러한 전시관은 전시품이라는 부동의 대상물을 가장 잘 보여주기 위한 배경역할을 하면서 동선과 빛(특히 자연광)의 역할이 무엇보다 중요한 유형으로 작용하기 때문에 날씨와 시간 및 계절에 따라 내·외벽에 비치는 자연광의 강약에 따른 미묘한 농담 차이로 전시효과를 증가시키는 백색 노출콘크리트로 시공하는 예가 꾸준히 증가하고 있다.

이응노 미술관은 국내에서 백색 노출콘크리트로 최초 시공되는 현장이기 때문에 개발자·시공사·설계자·감리단·발주처·협력회사 등이 총력을 기울여 성공적인 준공을