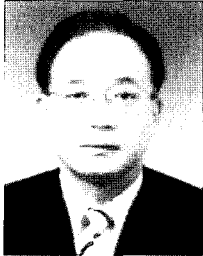


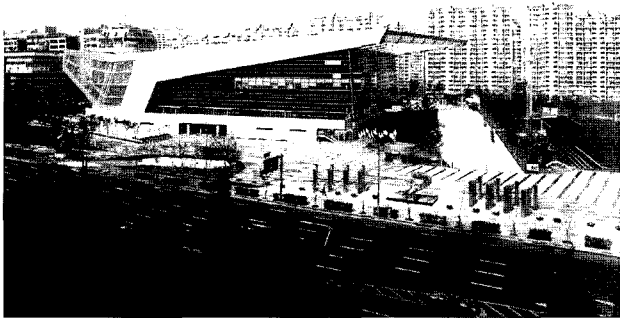
## 현대 인천삼산월드체육관 신축현장



정수현  
현대건설(주)  
건축사업본부장



이선표  
현대건설(주)  
현장소장



### 1. 공사개요

현대 인천삼산월드체육관 현장은 인천광역시 부평구 삼산동에 인천의 지역적 특성과 여건을 고려한 체육관 건립, 다양한 국제행사 개최, 문화활동 공간의 장 제공, 인천시 랜드마크로서의 위상과 자부심 고취라는 목표아래 건립되었다. 체육관은 경인고속도로, 서울외곽순환도로의 결절점에 위치하여 인천국제공항, 김포공항으로의 접근성이 양호하며 지하철 7호선 및 주도로인 길주로에 접해 있어 대중교통을 이용한 접근이 용이하다. 동북아 중심도시로 성장하는 인천시민의 삶의 질 향상을 위한 문화 체육활동 중심공간, 생활체육 활성화를 위한 시민에게 열려있는 광장으로서의 역할을 충족하기에 충분할 것이다.

대지조건	대지위치	인천광역시 부평구 삼산동 458-1 삼산택지지구 내
	지역·지구	자연녹지지역, 지구단위계획구역
	대지면적	50,020㎡ (15,131평)
건물규모	도로현황	남측: 40m도로, 북측: 20m도로, 서측: 20m도로
	건축면적	9,819㎡ (2,970평)
	연면적	43,029㎡ (13,016평)
	건폐율	19.63%
	용적률	36.65%
	층수	지하2층, 지상3층
	구조	철근콘크리트조, 철골트러스조
주차대수	주용도	문화집회시설, 운동시설
	전체	553대(지상:49대, 지하:504대)
외장재료	외벽	칼라복층유리, 알루미늄 복합패널 화강석 버너구이
	지붕	메탈패널

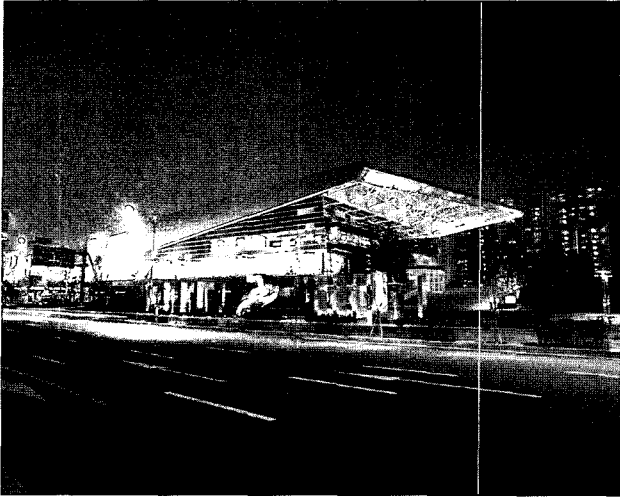
### 2. 설계개요

본 사업의 기본설계 및 실시설계는 무영종합건축사사무소에서 구조설계는 ES건축구조엔지니어링에서 담당하였다.

건축 계획적인 측면에서는 지상부분은 경기장, 관람시설 및 부대지원시설로 구분되며, 관람동선과 부대지원동선을 층별로 명확히 구분하였다. 지상3층은 생생한 현장감을 느낄 수 있는 관람석, 고품격의 관람서비스를 제공하는 스카이박스를 배치하였으며 지상2층은 진입광장을 통한 편리한 진출입이 가능하도록 하였으며 커튼월을 통한 자연광이 유입되는 순환형 콘코스와 부대시설을 배치하여 관람객의 편의를 증대시켰으며 지상1층에는 부대지원시설과 임대시설, 근접관람이 가능한 가변석을 설치하였다. 지하부분은 보조경기장, 생활체육시설, 주차장으로 구분되며, 생활체육시설은 수영장, 사우나, 에어로빅, 헬스장을 배치하여 시민들에게 열려 있는 생활체육의 공간을 제공하였으며 지하주차장은 생활체육시설로의 접근이 용이하도록 하였으며 2차선 진출입 램프로 원활한 소통이 되도록 하였다.

구조상으로는 체육관 지붕은 대공간 구조에 적합한 2차원 평면 트러스이며, 관람석은 R.C보와 PC슬래브를

적용하였으며 보조경기장 지붕은 시공성 및 대공간을 감안하여 프리플렉스 합성보를 채택하였으며, 기초는 매트 기초, D.R.A 말뚝을 적용하여 상재하중이 적절히 분배되도록 하였다. 또한 G.L -2.0M의 지하수위로 인한 부력에 대응하기 위해 부력앵커공법을 적용 하였다.



일자	주요사항
2004.10.29	기공식
2004.11.05	착공신고
2004.11.19	토공사 착수
2005.03.07	철근콘크리트공사 착수
2005.05.18	1층바닥슬래브 CON' C 타설완료
2005.08.03	주경기장 PC스탠드공사 착수
2005.11.01	지붕공사 착수
2005.11.17	AL 커튼월공사 착수
2005.12.04	외부 조경공사 착수
2006.05.01	경기장 마루널공사 착수
2006.06.21	도장 및 인테리어공사 착수
2006.09.26	사용승인허가

### 3. 현장조직

현대 인천삼산월드체육관 현장은 소장 이선표 부장을 중심으로 건축, 설비, 전기, 토목, 조경, 설계, 품질, 안전, 공무, 관리의 10개 부서 27명의 직원들이 23개월이라는 짧은 공사기간에 7,500석 규모의 체육관을 최상의 품질로 안전하게 준공하여 인천 시민들에게 체육 및 문화활동의 장을 제공하고자 하는 목표를 충실히 수행하였다.

### 4. 주요 Milestone

본 사업은 Fast Track 방식으로 진행되어 2004년 10월 착공 이후 토공사 및 기초공사를 진행하면서 실시설계를 병행하였으며 지하골조공사에 무량판슬래브공법 및 기둥선타설공법을 적용하여 2개월의공기를 단축하였다. 또한 경기장 스탠드에 PC 슬래브를 시공하고, 보조경기장 지붕에 프리플렉스빔을 시공하였으며 슬래브에 선조립 철선 트러스데크를 시공하는 등 건식화, 기계화를 통해 공기를 단축하였다.

더불어 지붕 철골 Main Truss를 지조립 후 설치하는 블록화 시공 등으로 골조공사에서 공기를 단축하여 마감공사의 품질을 확보하는 등 철저한 공정관리로 공기 내 준공이라는 목표를 달성하였다.



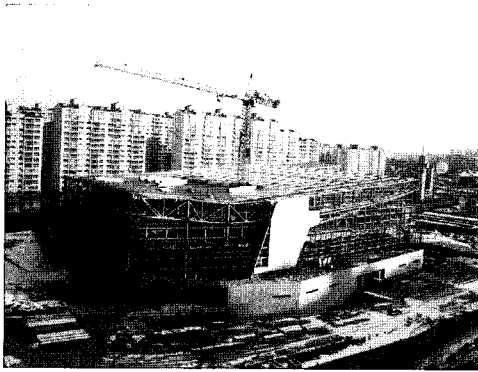
2004년 10월 현장전경



2004년 12월 현장전경



2005년 7월 현장전경



2005년 12월 현장전경



2006년 4월 현장전경



2006년 9월 현장전경

## 5. 주요공법 및 현장 특징 소개

### 5.1 토목 : D.R.A, Rock Anchor

#### 5.1.1 D.R.A 공법(PhC Pile)

당 현장은 2회에 걸친 지질조사 결과 상부로부터 매립토, 퇴적토(점성토), 풍화토, 풍암층으로 분포되어 있는 것으로 판단되었다. 기초방식은 깊은 기초방식인 말뚝기초로 결정되었고 매입공법은 굴착 후 스크류를 통하여 시멘트 밀크를 주입, 파일을 삽입시키는 SIP공법이 선정되었지만, 기초 바닥 LEVEL차가 7~8M까지 발생되는 바, 대형천공장비인 Auger Crane의 이동 및 회전이 어려워 기존 SIP공법보다 변형된 선천공 후굴착 방식 즉, 공삭공

D.R.A (Double Rotary Auger)공법을 채택하게 되었다. 시험항타를 통하여 얻은 결과치를 기준하여 사전에 선단 지지층의 깊이를 확인 후 천공을 시작하고 Leader의 수직도를 체크하면서 계획굴착심도까지 천공하였다.

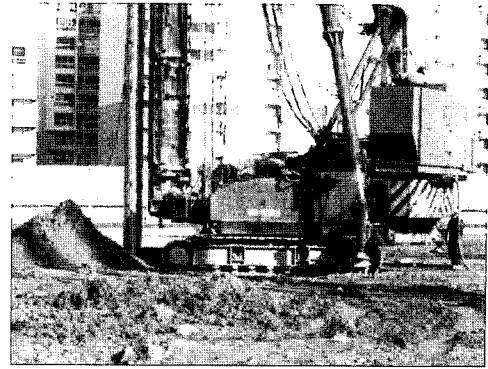


사진 1. D.R.A 시공

천공이 완료되면 예비 Service Hole에서 용접이음을 완료한 PhC Pile을 Casing Rod에 삽입하고 선단안착을 확인하기 위하여 경타하였다.

Casing과 Pile간의 간극내에 Cement Paste를 천공 상단 부까지 차올라 올때까지 주입함과 동시에 Casing을 인발하였다.

(적용공법/수량 : D.R.A( $\phi$ 450mm PhC Pile) 전체 1,132본)

#### 5.1.2 Rock Anchor공법 (부력 Anchor 공법)

당 현장의 지반조사 결과 지하수위가 G.L -2.0M로 부력에 대응방안이 필요하였고 기초저면에 점토층이 위치하여 영구배수공법 적용이 불가능하고 지하수위가 높은 점을 고려하여 Rock Anchor공법을 적용하였다.

Anchor는 국제적으로 널리 통용되는 이중부식 방지 처리된 마찰형으로 영구 구조물의 안정을 유지할 수 있는 성능을 가진 영구 Anchor를 적용하였다. 천공직경은 Anchor Dia + 2.5cm 이상의 직경으로 천공하였고 천공 후 지하수가 용출될 시는 고압력 그라우팅으로 프리그라우팅한 후 재천공하여 지하수의 용출을 방지하였다. 천공완료 후 Hole 붕괴를 방지하기 위해 즉각 제작된 Anchor Body를 인력 또는 장비를 이용하여 소요깊이까지 삽입 후 지지대를 설치하여 공내에 부유시켰고 그라우팅을 실시하였다. 이 때 천공경의 끝부분부터 시작하여 공내의 공기와 지하수가 바깥으로 배출되도록 관리하였다.

기초 Con'c를 타설하고 Bearing Plate 및 Anchor Head를 설치한 후 인장을 실시하였다.

(적용공법/수량 : Rock Anchor / 100Ton:149공, 80Ton:23공, 60Ton:190공)

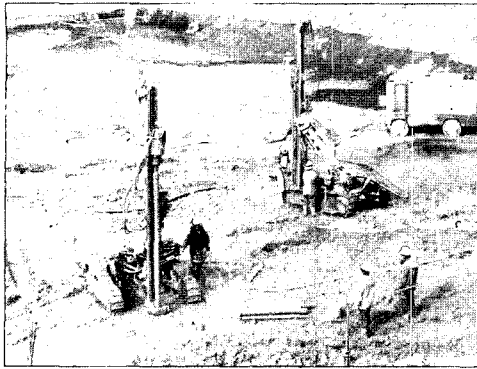


사진 2. Rock Anchor 시공

5.2 골조 : Preflex Beam, PC 스탠드, 대공간

지붕 Truss

5.2.1 Preflex Beam 공법

당 현장의 보조경기장은 지하층에 위치하여 30m 경간의 기둥 없는 구조와 농구경기장을 위한 소요 충고를 만족시켜야 하는 바, Steel Girder에 미리 설계하중의 10~20%를 추가 고려한 Preflexion 하중을 가한 후 하부 플랜지에 고강도(500kgf/cm<sup>2</sup>) Con'c를 타설하는 Preflex Beam 공법을 적용하였다.

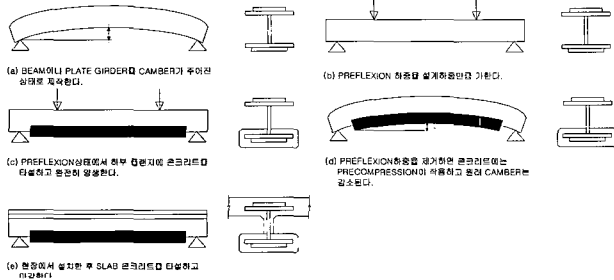
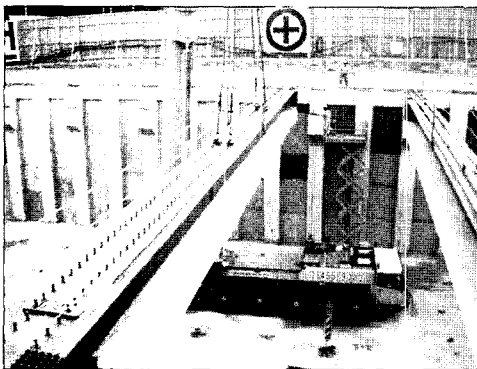


그림 1. Preflex Beam 제작 순서도



(적용공법/수량 : Preflex Beam / L=30M 10본)

공장에서 3분절로 제작한 Preflex Beam을 트레일러로 운반하여 현장에 반입한 후 현장에서 지조립하였다. 보조경기장 근접해서 설치할 경우 벽체에 무리한 응력이 가해져 구조적 결함이 발생할 우려가 있어 120Ton 크레

인을 550Ton 크레인으로 보조경기장 내부에 투입한 후 내부에서 Preflex Beam을 설치하는 방법을 선택하였다.

5.2.2 PC 스탠드 공사

당 현장 전식화, 기계화 시공을 통한 공기단축을 위해 경기장 관람석 스탠드에 PC슬래브를 적용하였다. 그러나 관람석 코너부분이 곡선형태로 되어 있어 PC 스탠드 공장제작시 철저한품질관리를 통한 정밀제작 및 균일한 품질확보가 될 수 있도록 철저히 관리하였다. 또한 별도의 마감미 없이 PC 표면이 미려하게 나오도록 관리하였고, 스탠드에 설치되는 전기, 설비 매입물이 누락되지 않도록 철저히 관리하였다. PC스탠드를 지지하는 Raker Beam은 R.C로 시공하였는데 골조공종과 PC공종간의 충분한 사전협의, 도면검토 및 현장 Level 확인을 통해 PC스탠드 설치 시에 오차가 발생하지 않도록 관리하였다. 공장제작된 PC스탠드를 충격이 가지 않도록 운반하여 현장에 반입한 후 타워크레인을 이용하여 사전에 계획한 시공구간 순서에 따라 설치하였다.

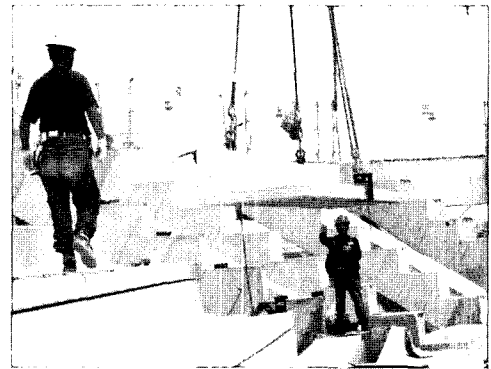


사진 3. PC 스탠드 설치

PC스탠드는 관람을 위한 공간이 되므로 향후 유지관리 및 오염방지를 위해서 스탠드 내측으로 물이 고이지 않도록 스탠드 밖으로 경사를 두어 시공하였다.

(적용공법/수량 : PC스탠드 / 680㎡)

5.2.3 대공간 지붕 트러스

당 현장은 체육관 프로젝트 특성 상 70M의 장스팬을 만족하는 지붕구조 형식이 필요하였다. 따라서 지붕 적재하중 및 구조적 안정성과 비상하는 이미지의 설계외관을 만족할 수 있는 일방향 평면 트러스를 선정하였다. 3차원 도면검토를 통해 정밀하게 공장제작한 트러스 소부재를 현장에서 지조립하고 크게 2분절로 지조립한 트러스를 타워크레인으로 인양하여 사전에 제작한 가설 벤트 위에 얹어 조립하였다. 철골공사에 참여하는 용접사는 AWS D1.1 SECTION4의 요건에 따라 기량 검정시험을 통하여 철저히 선별 관리하였으며 현장용접부위에 대하

여 용접 검사를 실시하여 엄격히 품질관리 하였다.

단순한 파이프 트러스 구조는 역동적인 체육관 이미지를 살려 주었고 Cat Walk 및 전기, 설비 기기 설치도 용이하였으며 전체적인 미관도 빼어나다.

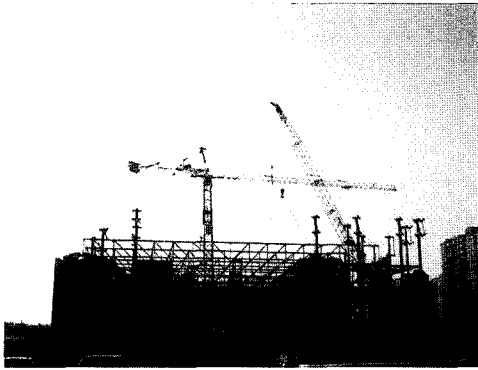


사진 4. 지붕 트러스 시공

### 5.3 지붕 : PVF강판 지붕 Panel

당 현장의 지붕으로는 기존에 상용되었던 PVDF(불소수지도장)강판 지붕보다 내후성, 내식성, 내오염성이 탁월한 PVF(불소필름코팅)강판 지붕을 적용하였다. 지붕 Panel의 구조는 Liner Deck, 부직포, Glass Wool, Hat Channel, 상판으로 이루어져 있으며 당초 Panel 두께는 200mm였으나 체육관 음향 잔향시간을 고려하여 300mm로 크게 변경하였다. PVF 필름이 외산자재로 자재 및 색상성정의 지연으로 인한 자재투입이 지연되는 일이 없도록 조기에 선정하여 발주하였다. 공장제작 및 자재투입 지연 등으로 인한 공기지연 요소를 사전에 제거하기 위하여 성형기를 현장에 반입하여 Liner Deck, 지붕상판을 현장에서 성형하여 시공하였다.

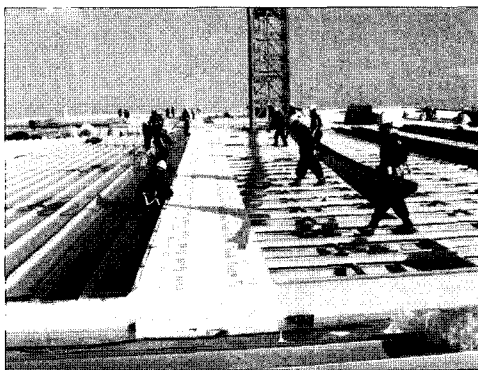


사진 5. 지붕 Panel 시공

일체형 강판 지붕의 장점은 강판 Roll을 성형하므로 지붕강판의 이음매가 없어 누수에 강하다는 것이다. 그러나 하자가 발생하였을 시 보수가 어렵다는 단점도 있어 Liner Deck ~ 상판 시공까지의 전 과정을 철저히 검사

하여 다음 작업을 진행하도록 함으로써 누수하자가 발생하지 않도록 관리하였다. 또한 누수에 취약한 강판과 강판의 접합부를 전체적으로 검사하여 지붕공사의 최종 작업이자 가장 중요한 작업인 Seaming이 미비한 부분이 없도록 철저히 관리 하였다.

(적용공법/수량 : PVF강판 지붕 / 8,040㎡)

### 5.4 마감 : 장선식 Flooring

체육관 주경기장 및 보조경기장 바닥에 장선식복미산 단풍나무 Flooring을 적용하여 시공하였다. Flooring은 받침목, 레벨조정용 플라스틱 썰기, 방진고무, 장선목, 합판, 단풍나무 Flooring으로 구성되어 있다. M.F.M.A(복미산 단풍나무 협회) 및 FIBA(국제 농구 연맹)의 인증을 받은 자재를 시공하여 향후 국제경기를유치하여 개최할 수 있도록 하였다.

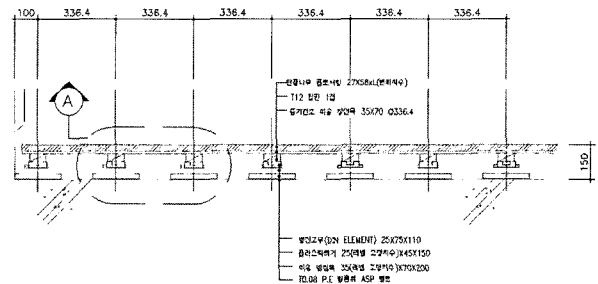


그림 2. 단풍나무 Flooring 단면도

Flooring을 시공하는 바닥 슬래브의 수평허용오차는 3,000mm에서 ±3mm이내, 바닥 습도는 10% 이내이어야 한다. 자재의 현장 반입은 현장적응을 위해 1~2일 전 반입하였고 보관 현장의 온도는 18℃, 습도는 40~50%를 유지하였다. 바닥 방습을 위해 P.E필름을 전체적으로 깔았고 온도 및 습도의 변화에 따라 발생하는 팽창을 수용하기 위하여 Flooring 4장마다 동전을 끼워 틈을 주는 4장규칙에 따라 시공하였다.



사진 6. 단풍나무 Flooring 시공

Flooring 시공 후 #80~120의 샌딩페이퍼로 샌딩 한 후 우레탄 바니쉬로 현장 도장하여 마감하였다.

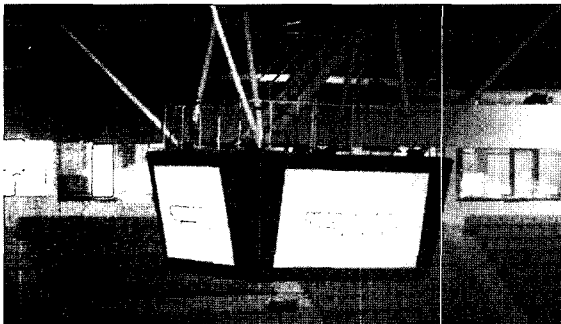
**5.5 조경 : 시민에게 열린 생활체육공원**

본 사업의 목적인 인천 시민에게 문화공간, 생활체육의 장을 제공하기 위해 외부에 인조잔디축구장과 농구장, 족구장을 비롯하여 산책로 석정원 등 생활체육공원을 조성하였다. 또한 인근 근린공원과의 연계를 통해 녹지공간을 유입하였고 조깅트랙, 지압로 등을 설치하여 생활 속에서 시민들이 여가를 즐길 수 있는 친환경적인 공간을 조성하였다.



**5.6 전기 : 경기진행을 위한 무정전 설비, 4면형 Full-Color 전광판**

본 체육관은 국제경기 개최를 위해 경기진행을 위한 무정전 5단계 전력공급이 가능하도록 시공하였고 경기장 전원품질 향상을 위해 무정전 점검 운전기능의 ATS를 채택하여 시공하였다. 또한 생생한 경기관람을 위하여 4면형 Full-Color 전광판을 설치하여 관람객들에게 최고의 서비스를 제공하도록 하였다.



**5.7 설비 : PMV 공조제어 시스템**

본 체육관은 쾌적한 관람환경을 제공하기 위하여 PMV(Pulse Width Modulation)를 도입하여 인원수 측정에 의한 외기량 제어 및 모니터링에 의한 비전분석, 경기상황에 따른 공조량을 제어할 수 있는 시스템을 적용

하였다. 경기장 상부에 설치된 CCD 카메라로 제어섹터별 분할 촬영 및 비전분석 시스템으로 화상내용을 분석하여 원격제어에 의한 실시간 풍량 및 온도데이터 입수, 덕트 액츄레이터 및 관련장비 제어를 통해 실내의 온도 및 덕트 풍량을 재분배하여 에너지를 절감하였다.

**6. 맺음말**

인천 시민들에게 문화활동의 장, 생활체육의 공간을 제공하고자 건립된 인천삼산월드체육관은 이제 동북아 중심도시로 성장하는 인천시민들에게 생활속에서 함께하는 공간으로, 인천을 대표하는 체육관으로 자리매김 될 것이다.

또한 본 체육관에 국제경기를 유치, 개최하여 운영능력을 검증함으로써 인천광역시가 2014년 아시안게임 개최지로 선정되는데 크게 기여하리라 확신합니다.

이제 인천삼산월드체육관을 최상의 품질로 짧은 공기에 내어 준공하기 위해 최선을 다한 모든 관계자와 현대건설 직원들에게 뜨거운 박수를 보내며, 현대건설의 기술력과 자부심으로 지어진 본 체육관이 많은 이들에게 사랑 받는 공간이 되길 바랍니다.

마지막으로 고난을 이겨내고 다시 일어난 현대건설에 지속적인 애정과 관심을 부탁드립니다.