

전주월드컵경기장 P.C 공사 시공사례

- Precast Concrete Construction for Chounju Soccer Field -

서수일*

1. 경기장 건립개요

지붕과 4개 부분으로 나누어진 스탠드는 전주의 전통 토산품인 합죽선의 이미지를 형성화하여 모든 이들에게 열려 있는 공간이라는 개념과 세계로 비상하는 전주시의 의지를 나타낸다. 부채 모양으로 펼쳐진 지붕을 케이블로 지지하는 4개의 대형 기둥은 그 옛날 마을의 안녕과 수호, 풍년을 기원하여 마을 어귀에 세웠던 솟대를 이미지화 한 것이며, 인장 케이블은 우리 전통 악기인 가야금의 12현을 상징화하여 전주시가 소리의 고장임을 은유적으로 표현하였다.

하부 구조물 전체는 PSC 공법 적용하여 공기를 최소화하고 구조물의 고강도, 균질성, 정교성을 확보하였으며, 네모서리 부분을 개방하여 일조 및 통풍조건을 유리하게 마련 해주고 있다. 전래행사인 답교놀이(그해의 재액을 물리친다 하여 정월 대보름날 밤에 다리를 밟는일)의 개념을 도입하여, 경기장 부지를 관통하는 조촌천의 유로를 변경하여 경기장 외곽을 돌아

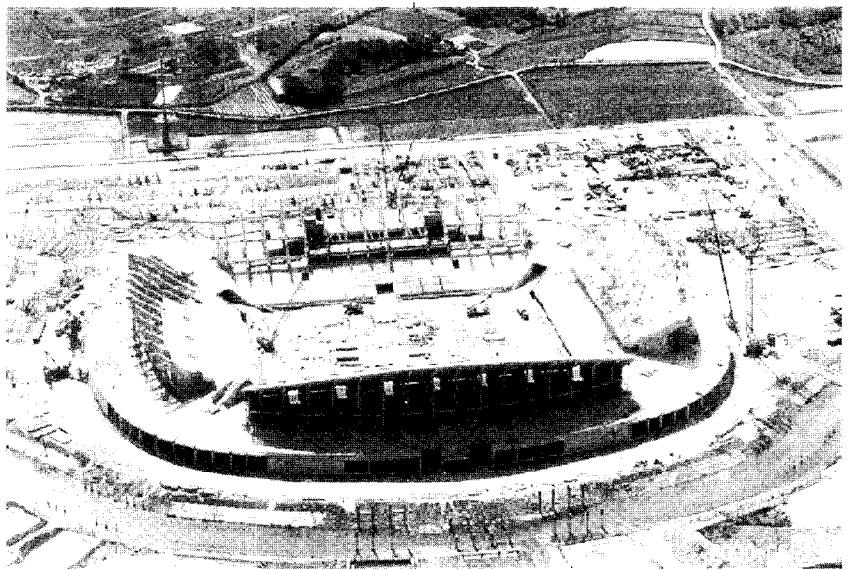


사진 4. 전주월드컵경기장 시공 전경

흐르게 하는 생태하천 조성(하천주위에 공기를 품고있는 rubber dam을 설치하여 수위를 일정하게 조절)을 하고, 관객들이 이 하천 위의 다리를 건너 경기장에 입장하도록 하였으며, 우수재활용을 위해 2,000 ton 규모의 지하 우수저장탱크를 설치하여 가뭄시 조경 용수로 재활용하도록 시공하였다.

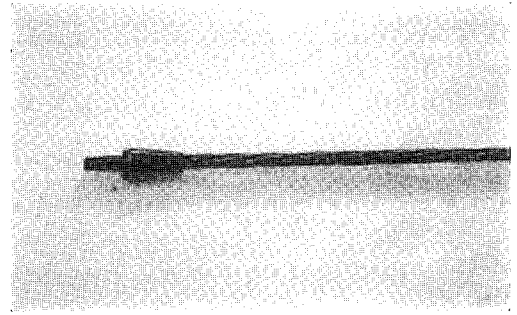
관중석은 4만 2,477석이며, 이 가운데 약 88%가 지붕으로 덮여있다. 그라운드

에는 105 m × 68 m 면적의 천연 잔디를 깔고, 부대시설로 보조 경기장, 헬기장, 주차장, 테마공원, 만남의 광장, 생태하천 등을 갖추고 있으며, 주차장은 7,550대(단지내 4,050대, 인근 학교 3,500대) 규모이다. 전주월드컵경기장은 21세기를 맞이하는 지구촌의 첫 축제의 장과 지난 세기의 인종, 문화, 지역적 차별주의를 청산하고 후손에게 물려줄 자랑스러운 문화유산이 되기 위해 건립되었다.

* 성원건설(주) 전주월드컵경기장 공사과장

표 1. PC 강선 및 강연선의 종류 및 기호(KS D 7002참조)과 강연선 샘플

종류		기호	
PC 강선	원형선	SWPC 1	
	이형선	SWPC 1	
PC 강연선	2연선	SWPC 2	
	이형 3연선	SWPC 3	
	7연선	A종	SWPC 7A
		B종	SWPC 7B
	19연선	SWPC 19	



비고 : 7연선 A종은 인장강도 175 kgf/mm²(1720 Nf/mm²)급
 7연선 B종은 인장강도 190 kgf/mm²(1860 Nf/mm²)급을 나타낸다.
 이형선은 거의 둥근 단면을 가지고 일정한 돌기 또는 오목자국을 연속 또는 일정한 간격으로 낸 것

2. 공사특성

당 현장은 설계에서부터 시공까지 P.C (프리캐스트 콘크리트, 프리캐스트 프리스트레스트 콘크리트, 프리캐스트 포스트 텐션닝 콘크리트)를 적극적으로 활용하여 많은 공기를 단축할 수 있었다. 철골계단의 답석 및 난간의 두겹은 프리캐스트 콘크리트, 스탠드 및 하부 경사보는 프리캐스트 프리스트레스트 콘크리트, 상부 경사보 및 링빔은 프리캐스트 포스트텐션닝 콘크리트를 적용하였다.

P.C 공사는 공기를 단축할 수 있고, 시공이 용이하다는 커다란 장점이 있으나 이러한 장점을 살리기 위해서는 수반되는 단점보완(부재간의 접합부, 부재 사이즈, 매입철물 등)에 세밀한 검토가 요구된다. 본 장에서는 P.C 공사의 용어설명을 통해 일반인들에게 유사 공사에 도움이 되 고자 한다.

2.1 장점 및 단점

2.1.1 장점

건식공법으로 재료의 고강도화가 가능하기 때문에 자중이 철근 콘크리트보다 경량이다. 또한 공장생산 제품의 고강도 콘크리트이므로 외관이 미려하며, 내구성이 탁월하고, 내화피복이 불필요하다. 공장생산/현장조립설치의 공정으로 시공성이 좋고, 대량생산이 가능하여 공기를 단축할 수 있으며, 특히 국내 PC 공장에서 좋은

품질의 제품을 생산할 수 있어 유리하다.

장스팬 구조의 경우 프리스트레싱이나 포스트텐션닝을 긴장재를 사용하여 경제적인 구조부재가 될 수 있고, R.C나 철골에 비해 상대적으로 강성이 커서 진동에 유리하다. 또한 고강도 콘크리트 제품이므로 뛰어난 내구성으로 유지관리 비용이 저렴한 것도 장점이다. P.C는 시공성과 공기를 고려하여 2층 바닥 이상의 구조에 적용함이 바람직하다.

2.1.2 단점

장점에 비해 단점에는 아래와 같은 것이 있을 수 있으므로 P.C 제품 설계시 주의할 사항을 알아야 한다.

- 설계도와 샵드로잉의 초기 검토에 많은 시간이 소요됨.
- 중장비의 운용에 대한 검토 및 관리가 필요함.
- 부재의 공장 제작 및 운반에 대한 관리 및 검토가 필요함. 특별한 관리필요함.
- 부재의 현장 적치에 대한 검토 필요.
- 가설재에 대한 검토가 필요함.
- 부재 설치시 숙련된 기능공이 필요함.
- 각 부재간(R.C + P.C, P.C + P.C) 접합부에 대한 처리 검토 필요.
- 연관작업(R.C 공사, 철골공사 등)에 대한 검토가 필요함.
- 부재의 품질관리 및 성능에 대한 검토가 필요함.(각종 시험 등)
- 외력에 의한 응력을 상쇄하도록 계획

적으로 역방향의 인장응력을 미리 가한 것으로 프리텐션과 포스트텐션 개념을 포함한다.

2.2 용어설명

① 프리캐스트 콘크리트(P.C) : 구조물이 놓여질 위치가 아닌 곳에서 만들어진 후 운반되어 설치되는 구조용 콘크리트의 광의의 개념.

② 프리스트레스트 콘크리트(Psc) : 외력에 의해 생길 수 있는 콘크리트의 인장응력을 줄이기 위하여 미리 압축력을 가한 구조용 콘크리트.

③ 프리스트레스(Pst) : 외력에 의한 응력을 상쇄하도록 계획적으로 역방향의 인장응력을 미리 가한 것으로 프리텐션과 포스트텐션 개념을 포함한다.

④ 프리텐션(Prt) : 콘크리트를 타설하기 이전에 긴장재에 프리스트레스를 가하여 놓은 방식.

⑤ 포스트텐션(Pot) : 콘크리트 경화 후 긴장재에 스트레스를 가하는 방식.

⑥ 전달시 긴장력(Pt) : 잭이나 Psc 방식의 매트로부터 콘크리트 부재의 긴장재에 전달되는 힘.

⑦ 유효 프리스트레스(Ep) : Pst 강재 긴장시 또는 긴장작업이 끝난 후 여러가지 원인에 의해 인장력의 손실이 발생됨. 최초 긴장한 초기 프리스트레스에서 손실량을 뺀 값이 유효프리스트레스.

⑧ 강연선(Strand) : 프리스트레스 콘

크리트의 보강에 사용되는 강재로 여러 가닥의 강선으로 꼬여진 것으로 KS D 7002에 강연선의 종류 및 특성 등이 규정되어 있다.

- PC 강연선의 치수 및 기계적 성질 (KS D 7002참조)
- 당 현장은 SWPC 7A(9.3 mm), SWPC 7B(12.7mm, 15.2mm)을 사용하였고 제조사는 만호제강, 고려제강 제품을 사용하였음.

3. 설계 및 샵드로잉

3.1 PC 공사 설계기준

- (1) 1990년 건설부 표준 시방서(05060 : 프리스트레스, 07000 : 프리캐스트)
- (2) 도로교 표준시방서
- (3) KS F 4034(속빈 프리스트레스 콘크리트 판넬 참조)
 - 1) 콘크리트의 설계기준강도
 - 프리텐션 350 kgf/cm² 이상,
 - 포스트텐션 300 kgf/cm² 이상
 ※ KS F 4034 : 콘크리트의 재료 및 배합은 재령 28일 강도가 400 kgf/cm² 이상 되도록 한다.
 - 2) 잔골재의 염화물량
 - 프리텐션 0.02 % 이하,
 - 포스트텐션 0.04 % 이하
 - 3) 콘크리트의 염화물량(CI⁻ 양 기준)
 - 프리텐션 0.2 kgf/cm² 이하,
 - 포스트텐션 0.2 kgf/cm² 이하
 - 4) 프리스트레스 도입시 콘크리트 압축강도 : 아래 항을 최소값으로 하고 특기시방에 따른다.
 - 프리스트레스 도입 직후의 최대 압축응력의 1.7배,
 - 프리텐션 300 kgf/cm²,
 - 포스트텐션 200 kgf/cm² 이상.
 - 공법에 정해져 있는 값
 - 도로교 표준시방서 6.3.9 : 포스트

텐션 270 kgf/cm² 이상

※ KS F 4034 : 콘크리트의 압축강도가 250 kgf/cm² 이상 또는 프리스트레스 도입직후 최대압축응력이 1.7배 이상이 되었을 때, 강재를 절단해서 일정 프리스트레스를 도입한다.

5) 강재의 응력(KS F 4034)

- PC 강재의 응력은 긴장시에는 PC 강재 규격인장 강도의 75 %와 PC 강재 규격 항복점강도의 85 % 중에서 작은 값 이하로 한다. 정착 완료시에는 PC 강재 규격 인장 강도의 70 %와 PC 강재 규격 항복점 강도의 80 % 중에서 작은 값 이하로 한다.

6) PC 강재간의 간격

- 프리텐션 : 강재 공칭지름의 3배 이상 & 굵은 골재 최대치수의 1.25배 이상
- 포스트텐션 : 쉬스 상호간 간격 30 mm 이상, 굵은 골재 최대치수의 1.25배 이상 (담당원 승인시 붙여서 시공 가능)

7) PC 강재의 피복

- ㄱ. 프리스트레스 : 내력벽, 기둥, 50 mm 이상
 - 비 내력벽, 슬래브 35 mm 이상,
 - 직접 흠에 닿는 부분 60 mm 이상,
 - 기초(기초 콘크리트 부분 제외) 80 mm 이상,
 - HCS 피복 20 mm 이상(KS F 4034)

ㄴ. 철근 및 철망의 피복(프리캐스트)

- 흠에 접하거나 외기에 면하는 프리캐스트 부재
- 벽체부재 : D35를 초과하는 철근 및 철망 4.0 cm, D35 이하인 철근 및 철망 2.0 cm,
- 기타부재 : D35를 초과하는 철근 및 철망 5.0 cm, D19 이상 D35 이하인 철근 및 철망 4.0 cm, D16 이하의 철근 및 철망 3.0 cm
- 외기나 흠에 접하지 않는 프리캐스트 콘크리트

- 슬래브, 벽, 장선 : D35를 초과하는 철근 및 철망 3.0 cm
 - 보, 기둥 : 주근 1.5 cm 이상 4.0 cm 이하의 범위에서 철근 및 철망의 공칭직경 이상
 - 띠근, 늑근, 나선근 1 cm
 - 셸, 절판부재 : D19 이상의 철근 및 철망 1.5 cm, D16 이하의 철근 및 철망 1.0 cm
- ㄷ. 특별히 내화를 필요로 하는 부재에서 피복은 화열의 온도, 지시간 등을 고려하여 가) 및 나)항에 규정하는 피복두께 이상으로 하며, 표준은 슬래브에서 3.0 cm 이상, 기둥 및 보에서 5.0 cm 이상으로 한다.
- ㄹ. 화학적인 작용 또는 침식을 받을 우려가 있는 프리캐스트 부재 벽체 및 슬래브 5.0 cm, 기타 부재 5.0 cm
- 8) 충전재의 배합 (프리스트레스) : W/C비 40 % 이하
 - 충전재는 긴장 작업 후 될 수 있는 대로 조기 실시
 - 9) 프리스트레스 도입후 PC 강재의 여장 절단은 강재 직경의 1.5배 이상 띄워 절단
 - 10) 슬럼프 값 : 공사 시방에 따른다.
 - 공사 시방에 명기 없을시 : 프리스트레스 18 cm 이하(05060-3), 프리캐스트 15 cm 이하(07000-2.2)
 - 11) 내구성 확보를 위한 재료 배합기준 (프리캐스트)
 - 단위 시멘트량의 최소값은 300 kgf/cm², W/C비 60 % 이하
 - 12) 충전용 콘크리트(프리캐스트) : PC 부재의 설계강도 이상
 - W/C비 60 % 이하, 슬럼프 값 21 cm 이하, 단위 시멘트 값 300 kgf/cm²
 - 굵은 골재의 최대치수 15 mm 이하,
 - 단면 형상에 따라 20 mm 이하 사용가능. ☑