

# 환경친화적 축구장 건설을 위한 신기술

(용수 재이용 중심)



김동운 소장  
삼성에너지엔지니어링 기술연구소

한외여과막은 이방성구조(Asymmetric Structure)로 되어 있는데 선택 분리 기능을 가진 표면 활성층(Active Skin Layer)과 이를 지지하는 다공성 지지층으로 구성되어 있어, 분리능력을 분획분자량(Molecular Weight of Cut-Off). 분획분자량은 90%이상 배제될 수 있는 구형단백질의 분자량으로서 약 1,000~100,000 달톤 정도이다.

2002년 서울에서 개최되는 월드컵 경기는 전국민적 관심사로서 21세기의 문을 여는 시금석이 될 수 있는 중요한 행사이다. 삼성에너지엔지니어링이 주도하여 시공하게 될 상암동 축구경기장은 단순한 체육경기장이 아니라 민족의 유산이 될 수 있도록 철학을 가진 스포츠 단지가 될 것이다. 본 상암동 축구장 건설에 도입된 신기술은 여러가지가 있으나 본고에서는 축구장이 주변 환경과 조화될 수 있는 환경 친화적 경기장이 될 수 있도록

고려된 에너지 및 용수 재이용에 관한 내용을 소개한다.

## 1. 스포츠 단지 환경 이미지 구축을 위한 환경 철학

스포츠 단지에 환경 친화적인 이미지를 부여하기 위해서는 다음과 같은 기본 원칙을 가지고 건설한다.

- 주변환경에 대한 친화적 시설화
- 주변자연 생태계에 대한 환경부하의

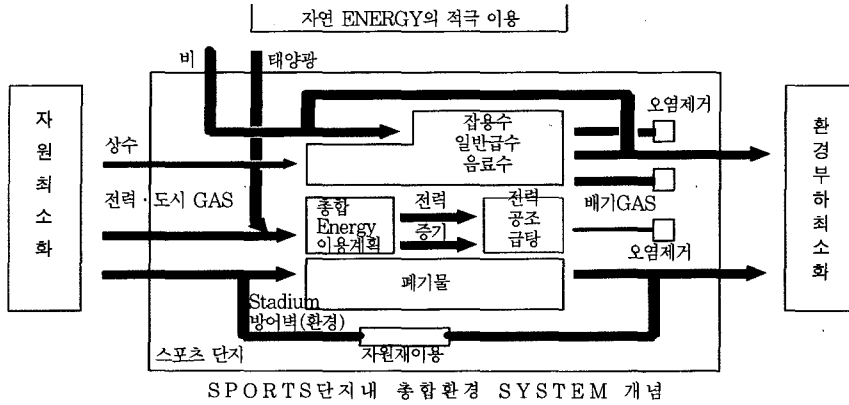


그림1. 환경친화적 축구경기장의 환경 처리 시스템 개념도

**최소화**

- 자연과 공생할 수 있는 공간
- 이용인이 여유와 매력을 가질 수 있는 공간화

그림 1은 스포츠 단지의 종합환경 시스템에 대한 개념도를 보여주고 있다.

본 시스템 구성을 위한 개본 개념은 다음과 같다. 첫째 지역사회내 기반시설에 대한 환경부하를 저감할 수 있어야 한다. 따라서 사용된 용수를 지역에 있는 환경기초시설에 전부 배출하는 것이 아니라 상당 부분 재이용하는 것을 기본 목표로 설정하였다. 둘째 경기장 및 부대시설은 자연에 너지를 최대한 이용하여야 한다. 자연광에 의한 채광은 조명용 소모 전력을 최소화할 수 있으며 이러한 고려하에 지붕재료는 테프론코팅유리섬유(PTFE/glass)로 결정되었다.

**2. 용수 재이용**

상암동 축구장의 경우 62,500 석 규모로 건설되기 때문에 소도시 정도의 용수 사용량을 보일 것으로 예측되고 있다. 따

라서 용수의 재이용은 수자원고갈에 따른 자원의 재활용과 지역사회에 대한 환경부하를 감소시킨다는 측면에서 설계 단계에서부터 고려되었다. 용수의 재이용에 의한 도입효과는 다음과 같이 예상해 볼 수 있다.

**<도입효과>**

- 수자원고갈에 따른 수자원의 재활용
- 공공수역의 수질오염 경감
- 하수 배출량의 경감
- 용수 공급의 신뢰성 확보
- 부하변동의 대응에 유리

**2.1 재이용수의 용도**

중수도 시스템은 음용수를 제외한 모든 계통에 중수도 시스템을 도입할 수 있으나, 월드컵 주경기장에서는 대·소변기 세정용수와 조경관수 살수용으로 이용한다.

**2.2 상암 축구장 용수 재이용 처리 계통도**

**2.3 용수재이용처리장치**

본 용수재이용에는 담체에 고정된 생물

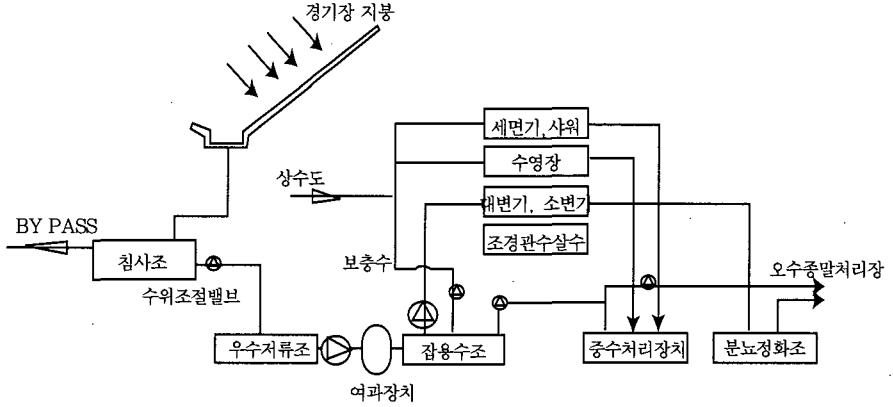


그림 2 용수 재이용 처리 계통도

막을 이용한 생물학적 처리에 한외 여과막을 수반하는 공정을 기본으로 채용하고 있다. 이에따라 처리수의 수질은 BOD(3mg/l, SS=0mg/l)로써 중수도에 쓰이기 적합한 수질을 얻을 수 있다.

■ 담체 공정을 이용한 생물학적 처리

담체란 수처리에 사용되는 수중미생물의 농도와 특성을 향상시킬 목적으로 사용되는 구조물로서 재질 및 형태가 미생물의 특성에 맞도록 제작되어 있어 미생물이 밀

집하여 거주함으로써 상암축구장과 같이 오염 부하의 불규칙적인 용도에 적용이 가능한 장점을 갖고 있다. 이러한 담체는 기존의 활성 슬러지 폭기조에 투입/사용되며 유기물을 처리하는 일반활성슬러지의 모든 장점을 그대로 사용한다. 삼성엔지니어링에서 연구개발되어 사용되고 있는 유기물 제거용 담체(Bio CAP™)은 폴리우레탄을 기본구조체로 표면에 활성탄의 흡착능을 유지하는 특수접착제를 이용하여 제조된 것으로 타 담체에 비하여 월등히 넓은 표면적(35,000 m<sup>2</sup>/m<sup>3</sup>)을 미생물에게 제공하여 하/폐수중의 유기물을 고속 (5kg BOD/m<sup>3</sup>/day)으로 처리할 수 있다. 그림3은 삼성담체(BioCAP™)의 외관을 보여주고 있다. 이러한 담체를 이용할 경우 포기조 소요면적을 기존 활성슬러지에 비하여 획기적으로 절감(1/3 이하)할 수 있으며 슬러지의 침전성을 크게 향상시킬 수 있어 건물 내부에 처리시설을 좁은 면적하에서도 설치할 수 있다.

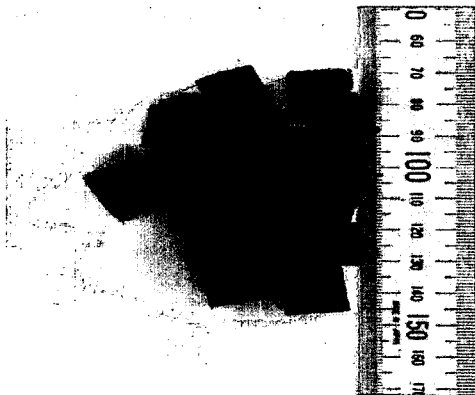


그림3. 유기물 처리용 담체(BioCAP™)


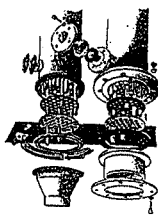
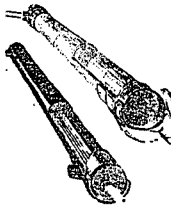

■ 한외 여과막 시스템

한외여과는 반투막을 이용하여 고분자와 저분자 물질을 분리하는 방법으로 주로 물에 용해된 고분자물질의 농축, 정제, 순수 제조, 오 폐수 고도처리 등에 사용된다. 한외여과막은 이방성구조(Asymmetric Structure)로 되어 있는데 선택 분리 기능을 가진 표면 활성층(Active Skin Layer)과 이를 지지하는 다공성 지지층으로 구성되어 있다. 선별 능력을 가지는 표면 활성층의 기공 크기는 콜로이드 물질의 분별이 가능할 정도로 크기가 작고 미세하므로 분리능력을 분획분자량(Molecula Weight of Cut-Off) 즉, 걸러 낼 수 있는 분자량의 크기로 나타내며, 분획분자량은 90% 이상 배제될 수 있는 구형단백질의 분자량으로서 약 1,000~100,000 달톤 정도이다. 표1은 한외여과막의 종류 및 특징들을 보여주고 있다. 폐수의 오염부하, 고형물의 농도에 따라 사용될 수 있는 한외 여과막의 종류는 다르기 때문에 중수도 시스템에 쓰이는 가장 최적의 한외여과막을 선정하여야 한다.

### 3. 결언

대규모 스포츠 단지를 지역환경에 친화적인 시설로 만들기 위해서는 여러가지 사항들이 고려가 되어야 한다. 본 상암 월드컵 경기장 건설은 경기장과 경기장 주변지역을 쾌적하고 자연에 조화로운 지역으로 만들려 하고 있다. 위에서 언급된 에너지와 용수재이용 측면에서의 접근은 이러한 목표를 이루는데 일부분이지만 중요한 부분으로서 앞으로 건설된 월드컵 경기장이 국민 모두에게 사랑과 신뢰를 받을 수 있는 시설이 되는데 일조하기를 기대한다.

표1. 한외여과막 시스템의 종류 및 구조적 특징

항목	PLATE & FRAME	TUBULAR	HOLLOW FIBER	SPIRAL WOUND
형태				
구조	여러가지 여과막 MODULE중 가장 먼저 실용화 되었으며 막과 지지체를 SANDWITCH TYPE으로 적층시켜 MODULE화 시킨것으로 비교적 간단한 구조로 이루어짐	다공관(HOUSING)에 원통형으로 성형된 MEMBRANE을 여러 개씩 강직한 MODULE로서 가장 간단한 구조로 되어 있음.	외경 0.1mm~1.5mm 정도의 막 다발의 양쪽 끝부분을 EXPOXY포접하여 만들며 타 MODULE과는 달리 막의 지지체가 없는 구조임.	SPIRAL WOUND TYPE MODULE은 2장의 평막사이에 흡수가 가능한 지지체를 넣고 막의 외면에는 그물형태의 SPACER를 적층시킨 후 ROLL CAKE 형태로 말아서 만든 MODULE임.