

폴리케톤 기반 정수처리용 가압형 중공사 분리막의 타사 모듈 호환을 위한 설계 및 검증

박광덕*, 이종훈*, 유병현*, 한재구*

*한국건설기술연구원

e-mail:kdpark@kict.re.kr

Design and Verification of Polyketone-based Pressurized Hollow Fiber Membrane for Compatibility with Other Manufacturers' Modules in Water Treatment

Kwang-Duck Park*, Jonghun Lee*, Ryu, Byung-hyun*, Han, Jae-Goo*

*Korea Institute of Civil Engineering and Building Technology(KICT)

요 약

정수처리 시설의 노후화로 인해 신소재 분리막 기술의 도입 필요성이 증가하였다. 본 연구는 Asahi Kasei UNA 620 모듈을 기반으로 폴리케톤(PK) 가압형 중공사(UF) 분리막 모듈을 설계하고, 다양한 상용 분리막 모듈이 설치된 스킴에 적용 가능성을 분석하였다. 각 분리막 모듈의 구조와 포트 위치, 배관 간섭 여부, 추가 연장 및 설계 변경 필요성 등을 비교 검토하여 호환성 및 적용성을 확인하였다. 본 연구는 폴리케톤(PK) 기반 가압형 중공사(UF) 분리막 모듈이 타사 설치 분리막과 호환되도록 설계된 모듈 개발과 검증을 수행하였다. A社 모듈을 기반으로 PK 분리막 모듈과 스킴을 설계하였으며, 다양한 제조사의 분리막 모듈과의 적용성을 평가하여 호환성 및 설계 변경 필요성을 확인하였다.

1. 서론

기존의 정수처리 시설에서 널리 사용되는 분리막 시스템은 일정 기간 운영 후 노후화 및 성능 저하로 인해 교체가 필수적이다. 이러한 교체 과정에서 새로운 소재나 기술을 적용한 분리막 시스템으로의 전환은 시설의 효율성과 수질 개선을 기대할 수 있다. 그러나 정수처리 설비의 특성상 공정 중단과 높은 교체 비용은 큰 장애물이다. 특히, 새로운 소재의 분리막을 도입할 경우 기존 분리막 모듈 및 프레임과의 호환성이 부족하면 전체 설비 교체로 인한 높은 비용과 장시간의 시설 운영 중단이 불가피하다. 따라서 신규 소재로 개발된 분리막 모듈이 기존 설치된 다양한 타사 분리막 시스템과 쉽게 호환될 수 있도록 하는 기술 개발이 필요하다.

본 연구에서는 다양한 상용 UF(Ultra Filtration) 모듈을 기반으로 폴리케톤 소재의 가압형 중공사 분리막 모듈을 설계하고, 기존 UF 모듈이 설치된 스킴에 적용 가능성을 분석하였다. 이를 통해 기존 시스템을 유지하면서 폴리케톤 기반 분리막을 대체 적용할 수 있는 구조적 호환성 확보 여부를

검토하였으며, 모듈의 설치 적합성, 배관 간섭 여부, 추가 설계 변경의 필요성 등을 중심으로 비교 검토하였다. 이는 국내외 다양한 정수처리 시설에 기존 설치된 분리막을 손쉽게 교체할 수 있도록 하는 설계에 중점을 두었다. 기존 분리막 설비를 유지하면서도 신규 폴리케톤 분리막 기술의 혜택을 빠르게 적용할 수 있도록 하는 것이 본 연구의 목적이다.

2. 기존 분리막 모듈 설계

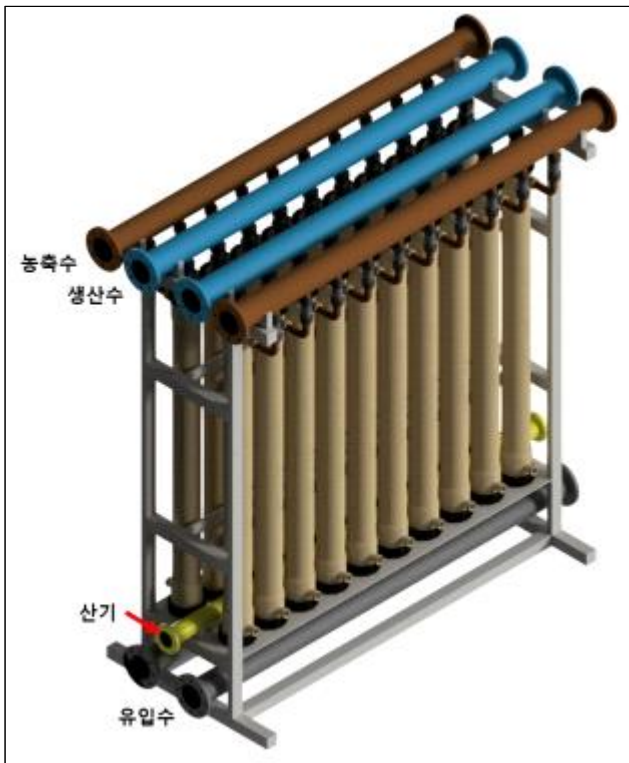
기존 정수처리 시설에서는 A社 UNA Series와 같은 특정 제조사의 분리막 모듈이 널리 사용되고 있다. 본 연구에서는 이 모듈을 기준으로 구조적 특성과 유체 흐름 분석을 수행하였다. 기존 모듈의 설계를 분석한 결과, 대부분의 모듈이 특정 구조와 연결 방식을 채택하여 설계되어 있음을 확인하였다. 이를 통해 폴리케톤 기반 분리막 모듈을 설계할 때, 구조적 호환성과 연결성 유지가 가장 중요한 설계 조건임을 확인하였다.



[그림 1] PK분리막 모듈과 A社 모듈 설계 비교

3. 타 분리막 모듈과 외형 설계 검증

본 연구에서는 앞서 설계한 A社 기반 PK 분리막 모듈을 이용하여 A社 모듈이 설치된 스킴에 적용이 가능한지 여부를 확인하였다. 적용 여부를 확인하기 위하여 A社 U모델이 적용된 스킴을 설계하였다. A社에서는 스킴 형태로 제품화되어있는 것이 없었으며, 모듈 설치 및 관로 설치 방식을 3개의 설계 자료를 확인하여 스킴을 설계하였다. 한 개의 스킴 당 20개의 모듈이 설치되도록 구성하였으며 상부에는 생산수(파란색)와 농축수(갈색)가 모이는 관을 설치하였으며, 유입수(회색)의 경우 하단으로부터 유입되도록 파이프를 구성하였다.



[그림 2] A社 U모델 스킴 디자인 및 구성

타 상용 UF 모듈을 해당 스킴에 적용할 경우를 각각 비교하였다. B社 I모델은 유입수관의 방향 조정과 길이 연장이 필요했고, B社 S모델은 유입수 및 생산수 관의 연장과 방향 조정이 요구되었다. C社 X모델은 포트 위치가 달라 전체 스킴 교체가 필요했고, D社 Z모델은 일부 관 연장 및 구조 변경이 필요했으며, E社 H모델은 새로운 규격의 클램프와 리듀서가 필요하였다. 이와 같은 분석을 통해 PK 모듈의 타사 호환성을 명확히 확인하였다.

[표 1] A社 U모델 스킴 적용성 평가

PK 분리막 모듈 (간접 및 연장에 대한 문제점 없음)	B社 I모델 (연장 및 방향전환, 클램프 교체 필요)
B社 S모델 (연장 및 클램프 교체 필요)	C社 X모델 (새로운 스킴 필요)
D社 Z모델 (연장 및 클램프 교체 필요)	E社 H모델 (신규어댑터, 연장, 클램프 교체 필요)

4. 결론

본 연구를 통해 PK 분리막 모듈과 스킴 설계의 타사 호환성 검증을 완료하였다. 설계된 PK 모듈은 일부 제조사 모듈과 직접 호환이 가능하여 교체 시 비용 및 시설 운영 중단 시간을 최소화할 수 있는 장점이 있다. 그러나 일부 타사 모듈은 추가 설계변경과 주의가 요구되므로, 현장 적용 시 신중한 접근이 필요하다. 본 연구는 정수처리 기술 현대화와 지속

가능성 향상에 기여할 것으로 기대된다.

감사의 글

본 결과물은 환경부의 재원으로 한국환경산업기술원의 물·대기 환경산업 경쟁력 강화를 위한 핵심 기자재 국산화 기술 개발사업의 지원을 받아 연구되었습니다.
(RS-2023-00215135)

참고문헌

- [1] 유홍진, “중공사모듈에 의한 수용액으로부터 유기오염물의 제거”, 산학기술학회논문지, 제 4권 2호, pp. 114-119, 2003년.
- [2] 신영철, 정건용, “중공사형 분리막 모듈의 설계를 위한 수치모사 연구”, 서울산업대학교 논문집, 제 54권 3호, pp. 413-419, 2005년.
- [3] 김봉철, 우윤철, 최용준, 이상호, and 최준석, “중공사 모듈을 이용한 MD 공정 설계 및 구축 현황”, 한국막학회 학술발표회, 5월, pp. 55-55, 2018년.