

총설

# MF/UF 막 표준화 해외사례 및 표준화연구의 동향

홍승관<sup>†</sup> · 김세진 · 김하나<sup>\*</sup> · 허현철<sup>\*</sup> · 최영준<sup>\*</sup>

고려대학교 건축·사회환경공학과

<sup>\*</sup>서울시 상수도연구원

## Standardization of MF/UF Membranes for Drinking Water Treatment

Seungkwan Hong<sup>†</sup> · Sejin Kim · Hana Kim<sup>\*</sup> · Hyunchul Hur<sup>\*</sup> · Youngjune Choi<sup>\*</sup>

Department of Civil, Environmental and Architectural Engineering, Korea University

<sup>\*</sup>Water treatment Section, Waterworks Research Institute, Seoul Metropolitan Government

### 1. 서론

최근 막여과 정수처리기술에 대한 연구개발이 활발히 진행되면서, 정수처리용 MF/UF 막여과 공정의 적용에 대한 관심이 높아지고 있다. 정수처리 공정에 막여과 처리시설을 확대 보급하기 위해서는 수도용 막 모듈의 성능 및 시설 등의 품질 적정화를 도모하여 수도사업자 등에게 일정수준 이상의 막 모듈을 공급하는 것이 중요하다(홍승관, 2005).

정수처리 공정에 막여과 처리기술을 먼저 도입한 미국과 일본 등의 경우, NSF(National Sanitation Foundation) 및 AMST(The Association of Membrane Separation Technology of Japan)에 의한 막 모듈 및 시설에 대한 성능평가와 인증 제도를 운영하여 수도용 막 모듈 및 시설의 성능을 평가함으로써 안정적인 막 여과기술 도입을 유도하고 있다. 최근 우리나라도 막 여과 정수 시설도입에 관한 관심이 크게 높아지면서 수도법 개정(2006년 6월 30일)으로 시설용량 5천 m<sup>3</sup>/일 이상의 막여과 정수시설은 환경부장관이 고시하는 기준에 따라 2009년 7월부터 설치 가능하게 되었다. 이에 안정적인 막여과 정수시설의 설치를 위하여 막 모듈의 종류 및 계열구성, 전처리여부, 공정구성 등 기술적인 사항에 대해 설치기준 고시가 마련(2008년 12월)되었다. 또한 수도용 막여과 시설에 대한 인증제도 연구가 진행되면서 앞으로 이를 통하여 국내의 막여과 처리시설 도입이 활발하게 이루어질 것으로 기대된다(한국상하수도협회, 2005).

그러나, MF/UF 막여과 시설의 도입에 있어 수도사업자들이 가장 우려하고 있는 부분 중의 하나는 특정 MF/UF 막 모듈 및 시설을 도입하였을 때, 막 제조사별 막 모듈과 시설의 호환성 결여로 특정 막여과 기술에 대한 의존도가 높아진다는 점이다. MF/UF의 경우 가압식, 침지식, 내압식, 외압식 등 막 제조사별로 다양한 모듈형태 및 시설이 상용화됨에 따라 정수장에 MF/UF 막 여과 시설을 도입함에 있어 특정 업체의 막 모듈을 선택하는데 어려움이 있다. 또

한, 현재 우리나라의 막 제조 기술은 선진국에 비해 뒤져 있는 것이 사실이기 때문에 초기 국내 막 시장은 해외 선진 막 제조사들에 의해 선점될 우려가 있어 각 제조사들의 막 모듈 및 시설의 호환성을 강화시킬 수 있도록 표준화에 대한 연구와 고찰이 필요하다.

### 2. 막 표준화의 해외 사례

#### 미국

미국의 경우, 막 모듈 및 시설에 사용되는 제품을 US EPA로부터 권한을 위임받아 NSF(National Sanitation Foundation)에서 인증하고 있으며, 먹는물 처리시설에 대한 단체 표준제정과 오염물질 제거기준 설정에 대한 업무를 수행하고 있다. 현재 NSF기준은 ANSI(American National Standard Institute; 미국국립규격협회)에 의해 공인되고 있으며, NSF는 US EPA 후원아래 구체적인 막여과 시설에 대한 인증절차를 ETV(Environmental Technology Verification) Protocol에 제시하고 있다(NSF International, 2002).

EPA와 NSF에 의해 설립된 인증절차를 바탕으로 미국의 LT2ESWTR(Long Term 2 Enhanced Surface Water Treatment Rule)을 위반하지 않는 범위 내에서 주마다 다양한 형태의 막여과 시설을 수도시설로써 인증하고 있다(AWWA, 2005).

따라서, 미국에서는 각 주의 주정부가 실정에 적합하게 각기 다른 막 인증제도를 시행하고 있거나 마련 중에 있는 실정이다. 그 결과 병원성 미생물 제거능 인증을 비롯하여, Pilot testing 실행 유·무 및 막 완결성 시험 절차 등에 대해 주마다 다른 형태로 시행되고 있다(EPA, 2001, 2003). 이렇게 주별로 다양한 형태의 제도 및 막여과 시설의 도입은 막 표준화를 어렵게 하고 있다. 2002년에 미국의 수도 전문가들을 대상으로 실시한 설문조사에서 50%는 앞으로 MF/UF 모듈 또는 시스템이 표준화될 것이라고 예측하였으나, 36%는 기술적인 측면과 막 제조사 간의 이해관계 등을 이유로 표준화는 이루어지지 않을 것이라고 전망하였다(AWWA, 2005; Fig. 1).

<sup>†</sup> To whom correspondence should be addressed.

skhong21@korea.ac.kr

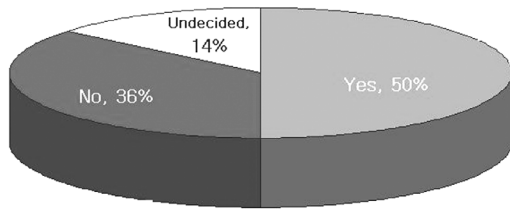


Fig. 1. 미국의 막 표준화 가능성에 대한 전문가 설문조사 결과

특히 시장원리와 다양성을 추구하는 미국의 현 상황에서 당분간 막 모듈의 표준화는 시장의 자율적인 조정에 의해 추진될 것으로 예측하였고, 실제 설문조사에서도 대부분의 전문가들이 앞으로 10개 이하의 대기업이 전 세계 시장을 독점하고 이들을 중심으로 자연스럽게 표준화가 이루어질 것으로 내다보았다. 이러한 의견을 종합해 볼 때, 미국의 경우 MF/UF 막모듈의 표준화는 쉽게 이루어지지 않을 것으로 보여지고, 표준화가 되더라도 국가 주도가 아닌 시장 원리에 의한 자연스런 표준화가 추진될 것으로 판단된다 (한국물환경학회, 2006).

**일본**

일본의 경우, 막 모듈에 대한 인증을 막분리기술진흥협회 (AMST)에서 제정한 성능조사 항목 및 기준에 의해 막 제조사에서 수행한 실험결과를 검증하여, 수도용 막 모듈로서 성능을 인정해 주고 있다(서울시 상수도연구원, 2007). 또한, 일본에서는 막여과 처리시설을 도입할 때, 막 모듈은 AMST에서 인증을 받아야하며, 막 여과시설의 경우 (재)수도기술연구센터에서 인증한 시설에 한해 정부에서 보조금을 지급하고 있다.

일본의 막 산업은 국가의 면밀한 주도아래 구체적인 발전계획을 수립하여 단계적인 기술도입을 추진하였다. 이를 통해 일본의 막 관련 산업은 막 제조 및 엔지니어링 기술력을 축적하여 국제 경쟁력이 있는 산업으로 양성되었다. 1991년부터 2007년까지 민·관·학 공동 연구프로젝트로 MAC21, New MAC21, ACT21 및 e-Water사업을 추진해오면서, 440 여개소의 정수장에 총 360,000 m<sup>3</sup>/일 용량의 막

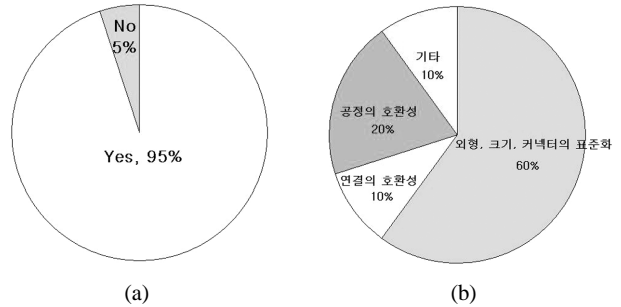


Fig. 2. 일본의 막 표준화 필요성에 대한 전문가 설문 조사 결과

여과 처리시설을 도입하였다. 특히 e-Water 사업에는 막 여과시설을 도입하고 있거나, 시설도입을 검토해본 적이 있는 수도사업자를 대상으로 막 표준화에 대한 설문조사가 포함되었는데 설문자의 95%는 제조사에 대한 종속성 탈피, 막 모듈의 교체 용이, 비용 절감 등을 이유로 표준화가 필요하다고 답변하였다(Fig. 2(a)). 또한, 막 표준화의 가장 중요한 요소로는 막 모듈의 외형이나 크기 및 연결배관 등의 표준화(60%)를 꼽았다(서울시 상수도연구원, 2007; Fig. 2(b)).

이와 같은 막 여과시설의 호환성 요구에 의해 (재)수도기술연구센터에서는 기존에 사용되고 있는 막 모듈을 형태에 따라 크게 세 가지로 분류하여 2007년에 표준화 형식을 Table 1과 같이 제시하였다. Table 1에 나타난 일본의 막 모듈 표준화는 일본 내 막 제조사에서 제안된 사양을 중심으로 진행되었음을 알 수 있다(한국물환경학회, 2006).

일본의 막 표준화안이 도입된 시기를 살펴보면 막 여과시설이 도입되기 시작하여 시설적용이 급격히 증가하는 시점이자(Fig. 3(a)), 대용량 막여과 시설의 적용을 앞두고 진행되었다(Fig. 3(b)). 현재 우리나라의 경우 막 여과시설 도입사태가 적고 향후 대용량 시설 도입을 앞두고 있으므로 표준화안이 제시되면 그 파급효과는 매우 클 것으로 예상된다(서울시 상수도연구원, 2007).

이러한 일본의 막 모듈 표준화 과정은 막 제조 및 엔지니어링 기술이 미비한 국내 실정을 감안할 때, 앞으로 우리나라가 나아가야 할 막 산업 발전 모델을 제시하고 있으며, 일본의 표준화 연구사례는 국내 막 모듈 및 시설의 표

Table 1. 일본의 막 모듈 표준화안

No.	형식명	막 모듈형식 설명	센터사양품 막모듈 군
1	종 케이싱 일체형	·막엘리먼트와 케이싱(수납용기)이 일체로 제작된 세로형 구조 ·일반적으로 교환은 케이싱체로 함	·타입1-A : 모듈의 직경이 가늘고, 길이가 긴 것 (φ200 * L2300) ·타입1-B : 모듈의 직경이 크고, 길이가 짧은 것 (φ300 * L1700) ·타입1-C : 타입1-B의 대형 (φ450 * L1700)
2	횡 케이싱 수납형	·막 엘리먼트와 케이싱이 각각 독립되어 있고, 복수의 막 엘리먼트가 수납되어 있는 가로형 구조 ·일반적으로 케이싱은 항구적인 재료로 제작되며, 수납되어 있는 막 엘리먼트만 교환한다.	·타입2-A : 기성품을 기준으로 함 (φ200 * L3600)
3	종 케이싱 수납형	·막 엘리먼트와 케이싱이 각각 독립되어 있고, 복수의 막 엘리먼트가 수납되어 있는 세로형 구조 ·일반적으로 케이싱은 항구적인 재료로 제작되며, 수납되어 있는 막 엘리먼트만 교환한다.	막 엘리먼트의 표준화가 필요하며, 그 내용에 따라 3종류로 분류 ·타입3-A : φ600 ·타입3-B : φ900 ·타입3-C : φ1200

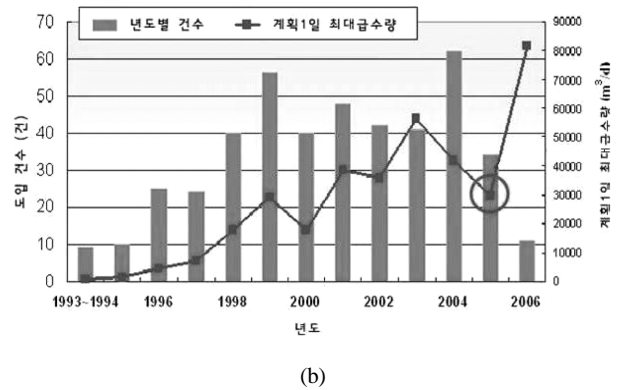
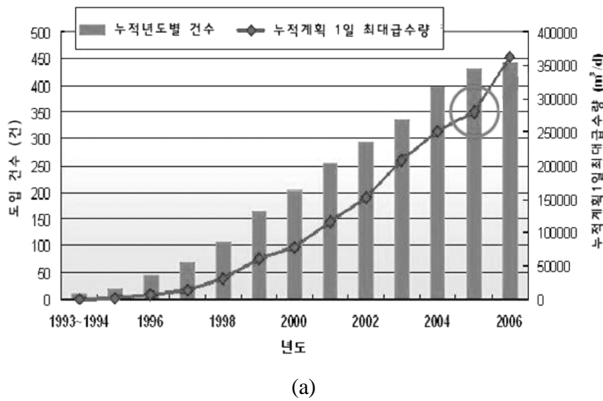


Fig. 3. 일본의 막 표준화안 도입시기 분석

준화 연구에 좋은 자료를 제공하고 있다.

침지식 막 모듈의 경우, 2007년에 제정된 모듈의 표준화에 포함되지 않았는데, 일본 내 침지식 막여과 시설의 적용실적이 미비하여 성능평가가 제대로 이루어지지 않았다는 판단하에, 앞으로 3~4년간의 심도있는 연구를 수행한 뒤 표준화를 추진할 것으로 판단된다.

일본의 표준화 연구는 6가지 특징으로 요약된다. ① 새로운 형태의 막 모듈보다 기존의 검증된 막 모듈 군으로 표준화를 도출하여 기술적 선도성과 경제적인 측면 등을 강조하였으며, ② 기술력이 검증된 막 모듈에 대해서 기술적인 우위성보다는 사업적 측면으로 접근하여 표준화 모듈을 분류하였다. ③ 또한 형태별, 규모별 막 모듈의 복수 표준화를 도출하여, 처리시설의 규모에 따라 적합한 막 모듈을 선택해 사용할 수 있는 융통성 있는 표준화를 이끌어 냈고, ④ 강제사항이 아닌 일본 (재)수도기술연구센터의 추천사항으로 수도사업자들이 자유롭게 막 모듈을 선택할 수 있도록 하였다. ⑤ 중·대규모 막 여과 처리시설의 본격적인 도입을 앞두고 일본 내 제조업체들의 제품을 중심으로 표준화 모듈을 도출하였고, ⑥ 무엇보다 표준화를 통해 막 모듈간 호환성을 확보하도록 하여 수도사업자의 편의를 고려하였다.

**유럽**

유럽의 경우 정수처리분야의 MF/UF가 아닌 하·폐수처리분야의 MBR(Membrane Bioreactor) 기술에 대한 표준화 연구를 수행한 것으로 조사되었다. MBR기술은 생물학적 수처리기술과 침지식 막여과 기술이 결합된 것으로 본 연구과제는 침지식 막여과 기술의 표준화와 매우 밀접한 관계가 있다고 판단된다. MBR의 경우, 다양한 기술의 발달로 크기나 용량, 운영방식 등 기술적인 측면에서 제조사마다 많은 차이를 보여 수요자들에 의해 MBR 기술의 표준화에 대한 필요성이 언급되었다. 이에 유럽 표준화 위원회는 2005년부터 AMEDEUS(Accelerate Membrane Development for Urban Sewage purification)프로젝트를 추진하여 MBR 시설의 막 모듈 표준화를 통한 호환성 확보와 시설의 표준화를 통한 성능평가 기준 확보의 두 가지 측면에 대한 연구를 시작하게 되었다. AMEDEUS 프로젝트는 전 세계 MBR 시장에서 중요한 비중을 차지하고 있는 그룹(유럽 10

개국, 비유럽 4개국, 80개 기관 소속 전문가)을 대상으로 자문을 의뢰하여 새로운 정보를 확보하고 시장경향을 파악하였다(AMEDEUS, 2007).

AMEDEUS 프로젝트에서는 시장기대치(Market expectation)와 기술적 항목 두가지 측면으로 설문조사를 하였다. 먼저 시장기대치에 대한 설문조사 중 MBR의 표준화 필요성에 대해서는 설문자의 78%가 긍정적인 대답을 하였고, 전체의 60%는 MBR시설의 호환성이 확보되면 그에 따른 투자시장이 증가할 것이라고 대답했다(Fig. 4). 또한, MBR의 표준화연구 시기에 대한 질문에는 전체 설문자의 70% 이상이 적절하다고 응답을 하였다(AMEDEUS, 2007; Fig. 5).

기술적 항목으로 막 모듈 및 시스템의 표준화시 수요자와 공급자간의 장·단점에 대한 설문조사가 이루어졌는데, 수요자에게는 선택의 기회와 운전의 용이성 등이 장점으로 거론된 반면, 공급자에게는 기술개발 저해에 따른 문제점이 단점으로 거론되었다. 자세한 내용은 Table 2와 같다.

또한, 호환성 확보에 필요한 기술적 요건의 항목별 중요도는 Table 3과 같이 조사되었는데 대부분이 평막과 중공사막의 두 형태로 복수 추진할 것을 권고하고 있다. 하지만 표준화시 중요한 요소인 호환성 확보는 실질적인 어려움이 많을 것으로 예상하였다.

반면, 정수처리공정에서의 침지식 막여과 시설은 해외의 제조사에서 높은 시장 점유율을 확보하고 있고, 광범위한 특허를 보유하고 있다(Table 4).

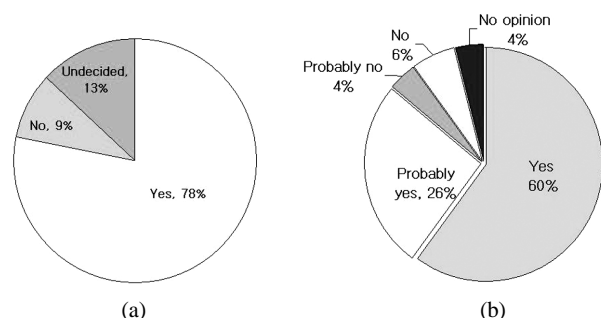


Fig. 4. (a) MBR 표준화 필요성에 대한 설문 조사 결과 (b) 막 표준화를 통한 시장 확대 가능성에 대한 설문 조사 결과

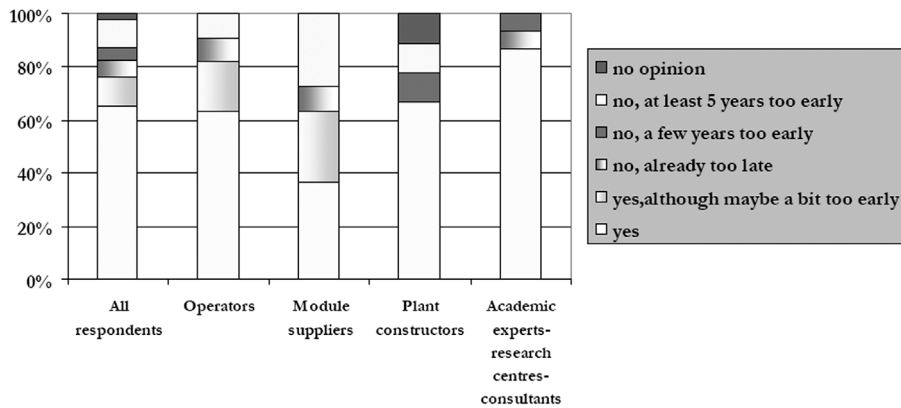


Fig. 5. 유럽 MBR 표준화 시기에 대한 설문 조사 결과

Table 2. 유럽 MBR 표준화의 장단점 분석

	일 반	수 요 자	공 급 자
장점	<ul style="list-style-type: none"> <li>·막 선택의 판단기준 명확히 제공</li> <li>·신뢰도 향상</li> <li>·운영의 용이성과 비용 최적화</li> <li>·시간 절약 및 모듈 비용 감소</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>·독점 방지</li> <li>·공급의 안정성</li> <li>·비용 감소</li> <li>·신뢰도 향상</li> <li>·입찰시 표준화 적용</li> <li>·모듈 경쟁력 향상</li> <li>·운영의 용이성</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>·시장 범위 확대</li> <li>·디자인 및 건설시 표준화 적용에 따른 비용 절감</li> <li>·새로운 제품 및 서비스에 대한 홍보시간 단축</li> </ul>
단점	<ul style="list-style-type: none"> <li>·막 기술개발 저해</li> <li>·시험방법의 신뢰성 부족</li> <li>·최적의 방법 찾기 어려움</li> <li>·운영비 증가</li> <li>·기술개발으로 인한 문제점 발생</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>·토목 구조물 부지면적 증가</li> <li>·추가 비용 및 작업 필요</li> <li>·공정과 플랜트 운전의 부조화 가능성</li> <li>·개런티 문제</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>·경쟁 심화</li> <li>·이익 감소</li> <li>·기술 개발의 제한</li> <li>·신규 개발 업체의 참여 제한</li> </ul>

Table 3. 유럽 MBR 표준화 및 호환성 확보를 위한 기술적 고려 사항

중요도	기술적 항목	
높음	· 모듈 크기	· 모듈 용량
중간	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 전처리 스크린 타입</li> <li>· 전처리 보조시설</li> <li>· 처리수의 연결관 수, 직경</li> <li>· 여과탱크 규격</li> <li>· 에어레이션 파이프 치수, 숫자</li> <li>· 크레인</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 여과탱크의 MLSS</li> <li>· 여과수 펌프의 여과와 역세척도</li> <li>· 슬러지 리사이클 펌프</li> <li>· 버블 에어레이션 유량</li> <li>· 화학약품 첨가펌프와 저장용기</li> <li>· 에너지 효율성</li> </ul>
낮음	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 전처리 mesh 폭, bypass</li> <li>· 여과수 집수 파이프 종류</li> <li>· 에어레이션 연결 종류</li> <li>· 여과수 펌프의 종류</li> <li>· 여과탱크의 여과수, 슬러지, 에어레이션, 커버</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 블로어 형식, 압력, 여분</li> <li>· 화학약품 종류, 열처리</li> <li>· 생산성 보증 pH 및 운영 온도</li> <li>· 바이오 리액터의 슬러지, 커버</li> </ul>

따라서, 국내 침지식 막 모듈 및 시설의 표준화는 해외제 조사의 특허 범위 분석 및 특허료, 기술 전수 여부에 관한 조사가 먼저 필요하다. 현재, 침지식 막여과 시설의 표준화 에 대한 국제적 합의가 이루어지지 않았으며, 국내 막 제 조사의 기술개발 성과를 고려하여 표준화시기를 조절하는 것이 타당할 것으로 판단된다.

### 3. 국내 막 표준화 연구

#### 기본방향 및 추진방안

표준화의 궁극적인 목표는 수도사업자 관점에서 다양한 기술에 대한 호환성 확보가 중심이 되어야 하기 때문에 국 내의 복수의 업체가 표준화 된 막 모듈 및 시설을 생산하 고 경쟁할 수 있는 체제를 갖추 수 있는 방향으로 추진하 여야 할 것이다.

막 모듈 및 시설의 표준화 연구는 기본적으로 기술적, 경 제적, 제도적인 측면에서의 면밀한 검토가 필요한데, ①표 준화하고자 하는 막 모듈의 성능은 제조기술, 엔지니어링 기술 및 적용실적 등이 검증된 제품으로 미래 발전 가능성 이 있는 제품이여야 할 것이다. ②국내 막 관련 산업 보호

**Table 4.** 주요 선진 막 제조사의 침지형 막 모듈에 대한 특허 보유 현황

주요선진 막 제조사 현황	침지식 막여과 관련 특허 보유 현황
○ Zenon 社 - 하·폐수 처리를 위한 침지식 모듈 특허 다수 - 특허 및 기타 기술 공개에 매우 민감 ○ Memcor 社 - 가압식과 침지식 모두 주력 제품으로 생산 - 상수도 적용에 많은 실적 보유 - 최근 카세트 방식의 하·폐수용 모듈 개발	- 운영방법 : 공정제어기술, 막과단감지 기술 등 관련 특허 다수 - 통수방식 : 통수(여과)방식에 대한 특허 다수 - 막 재질 : 막 제조방법, 표면재질 등 특허 다수 - 모듈구조 : 막의 배열방법, 유닛구조변화 등을 통한 Fouling 저감기술 등 다수 - 모듈크기 : 사이즈에 대한 특허는 없음

와 해외 시장 진출에 대한 발전 가능성이 검토되어야 하며, ③표준화된 막 모듈에 대한 법적 강제성을 최소화하고 시장원리에 따른 도입을 원칙으로 막 모듈의 상용화를 추진하여야 할 것이다. 세 가지 측면이 모두 고려된 막 모듈 및 시설의 표준화는 앞서 조사된 해외 선진국의 막 표준화 사례를 토대로 국가 주도아래 선진 막 제조사들의 우수한 기술을 협력 및 제휴할 수 있도록 접근하여야 할 것이다.

이렇게 도출된 막의 표준화는 강제 규정이 아닌 전문기관(협회 등)에 의해 권장사항으로 진행되어야 할 것이다. 다만, 이러한 표준화의 확산과 보급을 위하여 전문기관을 통해 인증 받은 표준화 막 모듈 및 시설을 정수처리공정으로 도입할 때, 사업비를 지원하는 등 제도적인 지원이 뒷받침되어야 할 것이다. 전문기관을 통해 막 모듈 및 시설의 인증을 받게 함으로써, 무분별한 도입을 방지할 수 있으며 안정적인 막 여과 처리시설을 수도사업자들에게 공급할 수 있을 것이다. 그러나, 현실적으로 국내 막 제조기술 및 시설의 적용실적이 해외 업체들에 비해 뒤져있기 때문에 국내 막 표준화를 통한 호환성 확보를 위해서는 해외 업체들의 적극적인 참여를 유도하여야 할 것이다.

따라서, 이러한 표준화 과정을 통해 얻어진 국제협력과 호환성 확보는 막 산업시장 확대를 유도하여 국내 막 제조 및 엔지니어링 기술 개발을 촉진하는 계기가 될 것이다.

**표준화 내용 및 범위**

앞서 거론된 기술적, 경제적, 제도적인 측면이 고려된 기본방향과 추진방안을 바탕으로, 막 여과 시설에서 사용되는 모듈간의 호환성 확보를 위해 국내 막 표준화는 제품사양에 관한 기준과 성능에 관한 기준이 고려되어야 할 것이다 (Table 5).

구체적으로 MF/UF 막 모듈의 경우, 중공사막의 특성과 막 모듈의 형태, 여과방식 등이 매우 다양하기 때문에 하

나의 통일된 기준을 마련하는 것은 어려운 일이므로, 가압식과 침지식의 막 모듈형태에 대해 별도의 기준을 마련하여야 할 것이다. 가압식과 침지식의 막 모듈 사양에 관한 기준으로 모듈형태별 막 모듈의 사이즈(길이, 직경) 및 외형(통수방식 등)의 복수 표준화를 최소화하고, 막 모듈 성능에 관한 기준으로 투과 유속 및 운전압력 등을 제시하여 막 여과 처리시설의 호환성이 확보되도록 표준화 기준을 도출하여야 할 것으로 판단된다.

국내 막 표준화 연구는 2005년 이후 환경부 Eco-STAR Project의 일환으로 연구가 수행되어, 막 표준화의 기본개념을 검토하고 표준화 추진전략에 대한 기본방향을 제시한 바 있다(서울시 상수도연구원, 2007). 이를 계기로 2006년 6월에 국내 막 표준화 공청회를 개최하여 막 여과 관련 산·학·연 및 수도사업자 등 각계의 의견을 수렴하였고 2007년 3월에는 일본, 유럽의 막 표준화 연구 추진 책임자들이 세계 최초로 한자리에 모여 국제 막 표준화 연구 동향을 발표하는 국제 막 표준화 공청회를 성공리에 개최하였다. 이러한 연구 노력을 바탕으로 국내 막 인증제도가 확립된 후 인증된 막 모듈을 대상으로 구체적인 국내 수도용 막 표준화안이 제시될 예정이다.

**4. 결론**

MF/UF 막 모듈에 대한 표준화의 필요성은 해외에서도 충분한 공감대가 형성되어 있지만 여러 가지 이유로 인해 현재까지 국제적인 표준화가 이루어지지 못하고 있는 실정이다. 그러나, 이미 일본에서는 가압식 막 모듈에 대한 표준화 기준이 확정되었고, 유럽에서는 침지식 MBR 표준화를 위한 연구가 진행되는 등 막 표준화에 대한 관심이 높아지고 있다.

MF/UF 막의 표준화의 본질적인 의미는 다양한 형태의

**Table 5.** 국내 막 표준화 내용 및 중요성

표준화 내용 및 범위		필요성	비고
제품 사양에 관한 기준	막 공극 크기	중	MF/UF 구분은 없어도 수도용도에 적합한 상하한선은 필요할 수도 있음
	중공사 직경	하	막 재질 및 특성에 따라 다를 수 있음
	모듈당 막 면적	하	막모듈당 생산성과 관계하나 막 재질 및 특성에 따라 다를 수 있음
	모듈 길이	상	막모듈 교체시 호환성을 위해서는 필수 요소임
	모듈 직경	상 (중)	막모듈 교체시 호환성을 위해서는 필요
	모듈 외형 (통수방식)	상 (중)	막모듈 교체시 호환성을 위해서는 필요
제품 성능에 관한 기준	투과 유속	하	막모듈당 생산성과 관계하나 막 재질 및 특성에 따라 다를 수 있음
	운전 압력	중	막여과 운전시 배관 및 펌프 등의 설비 호환성을 위해 필요할 수도 있음

막 모듈 및 시설의 호환성을 강화시키는 것이다. 즉, 제조 사별 다양한 치수와 외형 등을 일정한 규격으로 통일함으로써 호환성을 증가시키는 것이 그 목적인 셈이다. 표준화가 이루어지면 막의 호환성이 증가되므로 수도사업자는 막여과 처리시설의 도입을 결정하는데 적어도 호환성 미흡 문제로 인해 주저하지는 않을 것이다. 비록 막의 표준화에 따라 막 제조 회사들은 심한 경쟁을 겪게 되겠지만 막 관련 업체들은 기술개발에 더 많은 투자를 하게 될 것이고, 시민들은 수준 높은 수질의 물을 공급 받을 수 있어, 새로운 수처리 산업의 성장동력으로 주목 받을 것으로 판단된다.

막 표준화는 국내 뿐 아니라 국제적인 동조를 얻을수록 그에 따른 효과가 커지므로 반드시 공동의 표준을 갖도록 노력하여야 한다. 이와 같이 막 표준화 기술개발 등을 통해 국제적으로 경쟁력 있는 막 산업 기술을 확보하게 되면, 국내 막 산업의 발전을 도모할 수 있을 것으로 기대된다. 따라서, 하루빨리 국내 실정에 맞는 막 표준화 기준을 도출하고 시행하여 국제 표준화시 선도적인 역할을 하고 국내 막 산업의 발전 및 국제적인 위상을 높일 수 있는 계기를 마련하여야 할 것이다.

## 사 사

본 연구는 환경부 Eco-STAR Project 수행기관인 수처리 선진화사업단(과제번호: I2WATERTECH 04-2)의 연구비 지원에 의해 수행되었으며 이에 감사드립니다.

## 참고문헌

- 서울시 상수도연구원(2007). *중대형 막분리 고도정수처리시스템 개발 및 상용화*. 환경부 Eco-Star Project 2단계 연구결과보고서.
- 한국물환경학회(2006). *수도용 막모듈 및 시설 인증제도 도입에 관한 연구*.
- 한국상하수도협회(2005). *국내 막기술 발전을 위한 증장기 계획 수립*.
- 홍승관(2005). *세계화를 지향하는 한국의 물산업*. 고려대학교 부설 환경기술정책연구소.
- AMEDEUS (2007). *Towards standardisation of MBR technology*.
- American Water Works Association (2005). *Microfiltration and Ultrafiltration Membranes for Drinking Water*.
- EPA (2001). *Low-pressure Membrane Filtration for Pathogen Removal : Application Implementation, and Regulatory Issues*.
- EPA (2003). *Membrane Filtration Guidance Manual*.
- NSF International (2002). *Environmental Technology Verification Protocol*.