

분리막 신기술 인증 과 국제 표준화 동향

산업자원부 기술표준원 고분자섬유과
공업연구원 선 향

서론 : 우리의 과거 30년 경제 성장은 경공업을 시작으로 중화학공업으로 이어지는 대규모 투자와 대기업 중심의 물량 위주의 경제발전 정책에 기인한 것으로 생각지 않을 수 없다. 이러한 국가적 경제 발전정책은 물자의 절약과 생산 및 공급의 효율화를 통한 최적화된 산업기반을 구축할 수 있는 표준화 정책은 그 중요성이 빛을 잃을 수 밖에 없었던 것이 사실이다. 한편 일본은 1949년 2차 대전 패전 후 경제 재건을 위해 “공업표준화법”을 시행하고 JIS의 제정과 JIS 마크 표시제도의 운용이라는 2원적 체계를 구축하고 산업발전과 시대적 요구에 부응해 나갔다. 1970년 경제재건의 기치아래 있던 우리 정부도 각종 공업규격을 신속히 제정하고 이를 통해 경제발전의 밑거름이 되게 하기 위해 비교적 손쉽게 이해할 수 있는 일본의 JIS 규격을 번역, 규격 부합화사업에 착수하여 오늘날의 우리나라 KS규격의 골격을 형성하게 되었다. 그러나 풍요로운 생활에 대한 국민적 욕구 증가, 규제완화의 추진 등을 통한 자기책임원칙에 중점을 두는 경제·사회 시스템으로의 이행, 정보통신 분야 등에서의 현저한 기술혁신, EU등의 지역통합과 아시아 태평양 지역의 급속한 경제발전등에 따른 국제 경제 환경의 급격한 변화는 최근의 표준화에 대한 눈부신 환경변화와 관심을 불러 일으키게 되었다.

특히 분리막 분야에서의 표준화는 건설·토목분야 및 첨단산업분야의 반도체, 정밀의약품, 고급염료제조분야 뿐만아니라 국민생활과 직결되는 음용수제조용 정수기 제조분야에서 그 중요성이 증대하고 있다. 대규모, 장기간 사용되는 분리막의 특성을 고려할 때 표준화의 안전성을 확보하고 업체간 질서를 유지하며 새로운 기술개발의 원천을 제공한다는 점에서 다른 어떤 분야보다 필요성이 강조되는 분야라 생각된다. 첨단기기 및 첨단장비의 핵심부품으로 사용되는 분리막의 표준화는 최근 BtoB등으로 불리워지는 이종업체 및 동종업체 전략적 기술제휴시 기술의 표준과 기준을 제공함으로써 급변하는 시장에 대응할 수 있는 수단이 될 것이다. 또한 당사자의 합의에 근거한 규격의 제정과 새로운 분리막 시스템이나 분리막에 대한 표준제정과 신기술 인증을 통하여 제품 및 공정의 다양성, 복잡성, 무질서함을 최소화, 단순화하여 상호 신뢰를 확보할 수 있는 중요한 수단이 되는 것이라 할 수 있다. 또한 외국규격과 국내규격과의 부합화는 분리막시설의 국제적 상거래에 이용할 수 있다는 점에서 국내 업체의 경쟁력 확보에도 중요한 수단이 될 것이다.

1. 분리막 표준화를 통해 기대되는 효과

▶ 분리막 제품의 정보제공은 시장을 확대시킨다.

상거래에 있어 분리막 모듈의 치수나, 성능, 분획능 같은 성능이나 품질등 분리막 선택에 필수적인 정보를 표준 개발을 통해 공개함으로써 판매자 및 구매자 모두에게 제공함으로써 거래상의 비용을 절감하고 신뢰성을 확보할 하므로써 추후시장을 시장을 확대하는 효과를 가져온다.

▶ 분리막 관련 기술의 보급

분리막에 관한 기존응용기술 및 성능시험방법등의 표준 제정단계에서 발생하는 정보를 직·간접적으로 규격에 포함시킴으로 설계대비 성능품질을 비교할 수 있는 정보를 제공하고 이를 통해 표준 이상의 기술로 UPGRADE된 분리막 시스템 설계를 가능케 함으로써 분리막 시스템의 안정성과 신뢰성으 확보해 나갈 것으로 믿어진다.

▶ 생산성 향상

표준은 불필요한 생산요인을 사전 제거함으로써 제조공정을 최적화하는 효과가 있어 대량생산이 가능해지며 대량생산을 통한 원가절감, 비용절감이 가능해져 국산 가격 경쟁력을 확보케 할 것으로 기대된다.

▶ 경쟁환경의 정비

분리막의 시험방법 및 평가방법의 표준화를 통해 제품간의 비교가 가능해 지고, 기초적인 사항을 통일함으로 실제적인 경쟁을 통하여 발전이 기대되는 부분의 경쟁이 촉진된다. (예 :소프트웨어의 데이터 포맷 형식 분리막의 경우 모듈내의 중공사 분리막의 집속 밀도)

▶ 호환성의 확보

부품 교체나 상호접속이 가능해 진다.(모듈의 하우징의 암수등)

▶ 생산공정의 관리

생산공정이 표준화됨으로 공정관리가 쉬워지고 품질의 재현성을 확보함으로써 자동화를 통한 생산성을 확보할 수 있다.

▶ 사회적 목적 달성의 수단 (안전성 확보)

공중위생(각종 분리막 시스템의 표준화를 통한 공중위생 시설의 대규모 공급), 환경보전(중수도 시스템, 침지형 중공사 분리막 모듈을 이용한 폐수의 재활용), 안전성 확보(Leaking시험 관련 표준 시험방법 제정) 통한 등 사회적인 목적을 달성함.

▶ 상호 이해를 촉진하는 행동규칙으로서의 기능

사용되는 분리막 용어나 제도기호등과 같이 커뮤니케이션을 쉽게 하거나, 시험 방법등 객관적 평가 기준을 정함으로써 보다 넓은 상호 이해를 증진시킨다.

2. 표준화의 새로운 동향

(1) 규격체계의 다양화

1990년과 1995년 일본 분리막 표준화 연구회에서는 한외여과막, 역삼투막, 정밀 여과막등 제품을 세분류하여 여과막에 대한 단순한 규격제정에서 벗어나 다양한 분리막 제품에 대한 각각의 시험방법이나 치수등의 규격을 제정하여 사용하고 있다. 이것은 제품에 대한 올바른 정보를 제공함으로써 거래비용을 낮추는 효과를 가져왔다. 그러나 제품에 대한 규격제정은 급변하는 최근의 기술발전 속도를 신규격 제정 속도가 따라가지 못하는 현상이 발생하곤 한다. 이러한 현상은 분리막 분야에서는 잘 나타나고 있지는 않지만 통신, 반도체 분야에서는 자주 있는 일로 알려져 있다. 그래서 최근에는 제품 규격보다는 ISO 9000(품질시스템)시리즈나, ISO 14000(환경경영)에서 볼 수 있듯이 시스템이나 과정을 규격화하려는 경향이 나타나고 있다.

(2) 새로운 인증요구

분리막을 이용하는 기업은 분리막을 제조하는 기업에게 분리막 생산 분야를 OUTSOURCING하는 MILLIPORE와 같은 형태의 기업이나 거래가 증대하고 있다. 이런 와중에서 지속적인 거래실적에 근거한 상품의 품질을 대신하는 것으로 「제3자 인증」에 대한 요구가 높아지고 있다. 이것은 구경을 초월한 경제화의 진전전 과정에서 품질시스템의 심사등록제나, 시험·검사기관의 적격성을 인증하는 시험소 인정제도의 상호인정등 적합성평가의 「상호인정」을 통해 신규로 시장에 진출하려는 벤처기업이나 중소기업에게는 개관적 신뢰성을 확보할 수 있는 좋은 기회가 되기 때문에 최근 그 인증에 대한 요구가 증폭되고 있다.

(3) 기업의 생존을 위한 규격 개발

기술개발을 통해 원가절감과 기술경쟁력을 확보하려는 대부분의 기업들은 지금 까지 선진국의 기술을 모방하거나 지적소유권의 문제로 많은 모양티를 주고 기술을 사오는 경우가 우리나라 기술개발의 실제적 현황이라 할 수 있다. 완성된 기술, 즉 기술적 노하우를 생산현장에 적용시켜 신제품을 만들고 공정을 혁신적으로 개선하여 생산성을 높이는 등의 기술 도입은 기본기술의 원리를 모르거나 자본재의 생산 기술이 없는 상태에서 이루어지는 공정개선으로 향후의 더 진보된 자체기술개발은 어려워 질 것이다. 즉 선진국으로부터 도입된 기술이나 제품은 선진국의 표준(JIS, ASTM)에 따라 만들어진 것으로 고장이나 수리가 요구되는 경우 2차적인 경비가 발생할 수 밖에 없으며 이 구입되는 부품이나 소재의 가격결정은 물건을 구입해 온

곳에 의해 결정될 수 밖에 없다. 이러한 악순환고리는 우리나라 기업의 제품생산의 채산성을 떨어지게 만들고 기술적 경영보다는 규모의 경영에 더 많은 관심을 갖도록 만들어 왔던 것이 사실이다.

3. 표준화의 국가적 역할

(1) 규격제정의 역할

- ① 민간부문에 맡겨서는 적절한 규격화가 진행되지 않을 경우에 대한 대응
예) 규격이 공공의 목적을 가지는 경우, 규격에 반영되기 어려운 사항들(환경보전, 경쟁환경의 정비, 규격의 체계화 규격의 국제 부합화),
- ② 민간부문에 있어서의 적절한 규격화를 위한 환경정비
예) 정보공개 및 접근성 증진, 제품의 연구개발과 규격개발의 시간차 시정, 국제 규격과의 조화
- ③ 규격개발을 통해 신기술개발을 유도

(2) 인증의 역할

사회적 영향력이 크고 높은 신뢰성이 요구되는 분야의 인증에 있어서 국가의 중립적이고 공정한 입장이 요구된다. (간이상수도 사업등 중공사 분리막 시스템이 이용되는 사업분야) 공공조달분야에서의 국가, 지방자치단체, 공공기관등이 규격 사용자로서의 성격을 갖고 있는 경우

(3) 사회간접자본 투자의 기술적 검정

기술적으로 검정되지 않은 많은 처리공정이나 시설물로 인해 국가적 낭비가 심화되고 있다. 특히 농촌지역에서의 가축의 배설물을 재처리하기 위한 각종 시설들이 지방자치단체들의 무분별한 시설투자와 검정받지 않은 공정의 도입으로 국가적 낭비를 가져오고 있는데, 이것은 담당 공무원의 기술적 전문성 결여, 즉, 관련기술의 정보 수집능력의 문제점을 지적하고 있으나 사실 우리나라의 산업규격은 이러한 기술적인 정보나 표준화된 자료 제공하고 있지 못하고 있는 것이 사실이다.

이러한 관점에서 본다면 최근의 부실공사의 원인은 “하도급, 재하도급등 공사의 수주를 확보하는 과정에서 발생하고 있는 것으로 생각하고 있으나 사실은 기술적 검정이 불가능한 지방자치단체의 책임자와 국가적 표준 인프라의 부재로 인한 것으로 여겨 진다.

4. 분리막 분야에서의 신기술 인증현황

(1) 분리막 분야 신기술 인증과 분류

표 1 분리막 분야에서의 신기술 및 개발동향

	대분류	소분류	신기술 및 개발동향	
분리막	고분자분리막 (Polymeric Membrane)	정밀여과막 (MF막)	인공지능막으로 불리워지는 다층구조의 막을 통해 높은 선택투과성을 갖는막의 지지층으로 사용됨 (인공지능막)	
		한외여과막 (UF막)	인공신장용으로의 사용을 위한 안전규격 및 국제 규격에 적합토록하기 위한 노력 전개, 중수도 및 간이 상수도 시스템에 대한 수요발생	
		NF막	초저압하에서 일정이상의 투수량을 갖는 분리막(에너지 절감형 막) 분리막을 이용한 고순도 염료의 제조기술	
		역삼투막 (RO막)	시스템의 운영 효율이 최적화된 분리막 시스템	
		기체분리막	인공지능 및 환경변화 대응 선택투과성을 갖는 처리효율이 최적화된 분리막 시스템	
	세라믹분리막	무기 분리막	-	
	섬유상 필터 (Textile filter)	부직포 필터 Nonwoven filter		섬유의 고유특성(생체적합성, 내구성등)을 극대화한 분리막 시스템
				유리섬유를 원료로 한 복합막 및 고내열성 섬유를 원료로한 입자 분리막
				정전 필터, 활성탄소섬유를 이용한 필터
		직포 필터 Fabric filter	극세사를 이용한 초정밀 나권형 필터	

2) 신기술 인증사례분석

① 염료제조공정에서의 분리막을 이용한 생산성 향상

업체명 : (주) 그린웰

가. 재래식 염료 제조공정

(1) 분말염료제조시

합성 --▶ 염석(Salting Out) --▶ 여과 --▶ 건조 --▶ 분쇄 --▶ Mixer --▶ 포장

(2) 액체염료제조시

합성 --▶ 염석(Salting Out) --▶ 여과 --▶ 케익분산 --▶ 조제투입 --▶ 포장

나. 분리막을 이용한 신기술 공정

(1) 분말염료제조시

합성 --▶ 분리막정제및농축SYSTEM --▶ Spray Dryer --▶ 포장

(2) 액체염료제조시

합성 --▶ 분리막정제및농축SYSTEM --▶ 포장

NF분리막을 이용하여 염료의 제조공정을 단순화하여 생산성을 향상시키고 여과공정에서의 효율을 극대화할 수 있는 분리막모듈을 사용함으로써 제조되는 염료의 품질을 극대화시키는 효과를 가져 왔다. 이러한 공정개선의 효과는 직물에 염색하는데 과정에서 발생할 수 있는 각종 불량요인(염반, 불균염, 심색성 저하등, Buildup성 저하)들을 제거하므로 최종 제품의 부가가치를 극대화 시킴으로서 품질에 따른 가격형성이 극단적으로 달라지는 섬유, 패션산업에서의 경쟁력을 확보하였다.

다. 각 표준에 따른 평가항목 및 평가결과

표 2 염료제조공정에 응용된 분리막 시스템의 평가항목과 평가결과

실험항목	비교 DATA			성능기준	관련 규격번호	규격명
	기존 기술	타사	신기술			
투수량 (l/m^2hr)	-	28	37	30 L/m^2 hr 이상	DIN 58356-3	Membrane filter elements. specific liquid flow rate
					JIS K3821	Testing Methods for Pure Water Permeability Flow of UF Modules
					JIS K3833	Testing Methods for Initial Flow Rate of membrane Filters
투과액 염분함량(%)	-	1.1	1.3	1 이상	-	TDS법
탈염율(%)	(53260)	82.3	85.1 (37675)	Na ⁺ (80이상)	KS M9108 KS M9183	수질-이온 액체 크로마토그 래피를 사용하여 용해된 플 루오르화물, 염화물, 아질산 염, 오르토인삼염, 브롬화 물, 질산염과 황산염 이온 의 측정(오염이 적은 물에 대한 방법)방법등
	미량	미량	미량	Ca ²⁺ (70이상)		
	(17018)	80	80.5 (3317)	Cl (80이상)		
	(22541)	34.5	76.5 (5202)	SO ₄ ²⁻ (70이상)		
농축율(%)	-	55	63	55% 이상	JIS K3805	Testing Methods for Solute Rejection and Water Flux of RO Membrane Element and Module using Aquous Solution of Various Solute
LOSS율(%)	-	0.14	0.18	0.5% 이하	JIS K3805	
공정안정성	-	그래프1	그래프2	상대비교	자체시험법	

II. 분리막분야의 국제 표준화 동향

II-1. 분리막 관련 용어의 표준화 경향

각 국가별로 분리막 용어에 대한 제정현황을 표 3에 나타내었는데 이중 가장 광범위하게 용어 정의를 제정한 규격은 일본 JIS규격과 IUPAC규격을 들 수 있다.

표 3 국가별 분리막 용어 규격 제정 현황

국가 및 단체명	규격번호	규격명	생산 년도
일본(JIS)	JIS K3802	Technical Terms for Membranes and Membrane Processes (膜用語)	1995
미국(ASTM)	ASTM D6161	Standard Terminology Used for Crossflow Microfiltration, Ultrafiltration, Nanofiltration and Reverse Osmosis Membrane Processes	1997
프랑스(AFNOR)	NF X42-005	Biotechnologies Vocabulary. Filtration , Microfiltration Ultrafiltration , Reverse osmosis	1988
IUPAC		Terminology for membranes and membrane processes	1996

표4 는 IUPAC규격의 구성과 분류체계를 나타낸 것으로 다른 분리막용어규격에서는 찾아볼 수 없는 공정별 용어정의와 간단한 식으로 나타냄으로서 용어정의의 정확성을 확보한 것으로 보여 진다.

표 4. IUPAC 분리막 용어정의의 분류체계

용어 번호	영 문 명	국 문 명
1~45	General Terms	일반 분리막 용어
46~60	Carrier Mediated (Facilitated) Separations	캐리어를 이용한 (촉진) 분리
61~75	Dialysis, Nanofiltration, Ultrafiltration and Microfiltration Separations	투석, 나노여과, 한외여과, 정밀 여과 공정
76~83	Electrically Mediated Separations	전기적특성을 이용한 분리공정
84~88	Gas, Vapor and Pervaporation Separations	가스, 증기, 투과증발 공정
88~92	Reverse Osmosis Separations	역삼투 공정

II-2. 분리막 관련 시험방법의 용도별, 제품별 분류 경향

표 5. 일본 JIS의 정밀여과막 관련 규격현황

규격번호	규격명	생산 년도
JIS K3804	精密濾過膜엘레멘트의 치수	1990
JIS K3831	精密濾過膜엘레멘트, 모듈의 初期流量試驗方法	1990
JIS K3831해설	精密濾過膜엘레멘트, 모듈의 減壓濾過試驗方法 精密濾過膜엘레멘트, 모듈의 加壓濾過試驗方法 精密濾過膜엘레멘트, 모듈의 大流量濾過試驗方法	1990
JIS K3832	精密濾過膜엘레멘트, 버블포인트 試驗方法	1990
JIS K3833	精密濾過膜엘레멘트, 모듈의 擴散流量試驗方法	1990
JIS K3833附屬書	一次側 壓力降下를 測定하고 擴散流量 求하는 方法	1990
JIS K3834	精密濾過膜엘레멘트, 모듈의 比抵抗回復特性試驗方法	1990
JIS K3834附屬書	二個의 比抵抗計를 이용한 경우의 操作	1990
JIS K3835	精密濾過膜엘레멘트, 모듈의 細菌포집성능 試驗方法	1990
JIS K3835附屬書	1. 試驗菌의 同定方法 2. 保存用 試驗菌液의 調劑方法 3. 生菌數의 測定方法	1990

표 6 정밀여과막 관련 국제 규격현황

규격번호	규격명	기관	생산년도
NF X 42-203	Biological data sheet for selecting Filtration , Miicrofiltration or Ultrafiltration materials.	AFNO R	1989.05
NF X 42-204	Biological equipment used for Filtration Miicrofiltration or Ultrafiltration classification.	AFNO R	1989.06
XP X 45-102	Liquid Filtration. Porous membrous membranes. Retention rate of Microfiltration Membranes.	AFNO R	1996.12
D 6161	Standard Terminology Used for Crossflow Microfiltration, Ultrafiltration, Nanofiltration and Reverse Osmosis Membrane Processes	ASTM	1997

표 7 일본 JIS의 한외여과막 관련 규격현황

규격번호	규격명	생산 년도
JIS K3821	Testing Methods for Pure Water Permeability Flow of Ultrafiltration Modules	1990
JIS K3822	Testing Methods for Specific Resistivity Recovery Characteristic of Water Filtered by Ultrafiltration Modules	1990
JIS K3823	Testing Methods for Determining Bacterial Rejection of Ultrafiltration Modules	1990
JIS K3824	Testing Methods for Endotoxin Rejection of Ultrafiltration Modules	1990
JIS K3834	Testing Methods for Specific Resistivity Recovery Characteristic of Water Filtered by Membranes	1990

표 8 한외여과막 관련 국제규격현황

규격번호	규격명	생산 년도
NF X 45-103	Liquid Filtration. Porous Membranes. Retention Rate of Ultrafiltration and Nanofiltration Membranes.	1997
ASTM D5090	Standard Practice for Standardizing Ultrafiltration Permeate Flow Performance Data E1-1995 R(1995)	1990
ASTM D6161	Standard Terminology Used for Crossflow Microfiltration, Ultrafiltration, Nanofiltration and Reverse Osmosis Membrane Processes	1997
ASTM E1343	Standard Test Method for Molecular Weight Cutoff Evaluation of Flat Sheet Ultrafiltration Membranes E1-1997 R(1997)	1990

결론 : 분리막 분야는 1980년 이후 우리나라에서 활발히 연구되어 지고 1990년이후 비로서 상업화된 국산 분리막의 출시가 이루어졌다. 최근들어 각종 산업 분야에서 고성능 고품질이 요구되는 공정에서 자주 사용되는 산업용 분리막 시스템의 효율성에 대한 인식이 높아지고 폭발적으로 시장이 성장해 가고 있는 가정용정수기 시장에서의 분리막을 이용한 모듈 사용이 보편화되고 있는 시점에서 분리막 분야의 용어 표준화, 성능평가방법의 표준 제정은 적절한 시기라고 여겨진다. 분리막 분야에서의 신규 벤처기업들의 출현은 분리막 진보를 산업분야에 적용시켜 나갈 수 있는 절호의 기회로 , 이러한 기업들에 의해 산업분야 전반의 기술적 품질

혁신이 이루어지는 것을 기대하는 것은 지나친 욕심은 아닐 것이다.

이를 위해 국가는 분리막 신기술을 엄격히 심사할 수 있는 평가기술을 개발하여 중소기업 및 벤처기업 기업 중 기술개발과 국제 표준에 부합하는 기술력을 갖춘 기업을 가려내고 기존시장에서의 판로를 개척할 수 있도록 도와줌으로서 국가 발전에 도움이 될 것이라 믿어 의심치 않는다.

분리막 분야에서의 국제적인 표준 개발 동향은 분리막의 응용 기술이나 분리막 시스템의 개발 속도에 못지 않게 급변하고 있는데, 이것은 분리막 시스템의 표준화를 통해 각종 분야에서 사용되는 분리막 시장에 대한 독점적 시장 경쟁력 우위를 확보하려는 움직임이라 분석된다. 분리막 분야에서의 우리나라 표준제정은 이러한 국제적 변화요인과 내부적인 분리막 시장의 확대에 의해 그 필요성이 강조되고 있다고 볼 수 있다.