

압연공정을 이용한 금속 정밀여과막의 제조 및 여과특성

민 석 홍* · 김 중 오**[†] · 정 종 태**

*강릉대학교 금속재료공학과, **강릉대학교 토목공학과
(2007년 6월 14일 접수, 2007년 8월 6일 채택)

Manufacturing and Filtration Performance of Microfiltration Metal Membrane Using Rolling Process

Seok-Hong Min*, Jong-Oh Kim**[†], and Jong-Tae Jung**

*Department of Metal and Materials Engineering, Kangnung National University

**Department of Civil Engineering, Kangnung National University

(Received June 14, 2007, Accepted August 6, 2007)

요 약: 본 연구는 압연공정을 이용하여 금속망 만을 사용하여 금속막을 제조하는 과정과 금속망과 금속분말을 사용하여 금속막을 제조하는 과정에 대해 연구했다. 금속망 압연과정에서 선택된 금속망은 각각 10%, 20% 그리고 30%의 감소율로 압연했다. 이 압연공정은 망 wire의 지름을 변화시키거나 망의 단면적의 감소를 통해 망의 공경 크기를 감소시킨다. 압연된 금속망의 여과율은 압연시키지 않은 금속망의 여과율과 거의 동일한 여과율을 보였으며 금속망의 공경크기 분포 또한 더 균일했다. 금속망 위에 금속분말 층을 제조하는데 있어 분말 접합제로서 PVA를 사용하였으며 1시간 동안 100°C에서 금속분말 층을 건조시키고 진공에서 3시간 동안 1000°C에서 소결시키는 방법이 높은 공경 밀도와 균열이 없는 금속망 위에 금속분말 층을 형성하는 최적 조건이었다. 소결 전 30% 감소율을 가지는 금속망에 대해 금속분말 층 형성에 압연공정을 적용할 경우 여과율이 약 0.7 μm 인 금속막이 성공적으로 제조되었다.

Abstract: The manufacturing process of metal membrane made of only metal mesh and both metal mesh and powder with using rolling process have been studied. In the rolling of metal mesh, selected metal meshes were rolled with the reduction ratio of 10%, 20%, and 30%, respectively. Such rolling process resulted in the decrease of mesh pore size through reduction the cross sectional area of mesh and changing the diameter of mesh wires. Also, it enhanced the filtration ratio of rolled mesh which is almost same as the filtration ratio of upper grade unrolled mesh and the reliability of membrane by making pore size distribution become more uniform. In fabricating metal powder layer onto metal mesh, using PVA (polyvinyl alcohol) as a binder of powder, drying the metal powder layer at 100°C for 1 hr, and sintering it at 1,000°C for 3 hr in vacuum were to be optimum conditions for obtaining good quality of metal powder layer on metal mesh with high pore density but no crack. With additional rolling of metal powder layer on metal mesh with 30% reduction before sintering, metal membrane which filtration ratio is about 0.7 μm has been successfully manufactured.

Keywords: metal mesh, metal powder, metal membrane, rolling, sintering

1. 서 론

산업의 발달과 함께 공해물질 및 폐기물의 양이 증가하고 있으며 깨끗한 환경을 보존하기 위하여 산업폐수의 여과장치, 소각로의 집진장치, 승용차 및 각종 내연

기관의 배기가스 정화장치 등이 사용되고 있다. 이러한 여과 및 정화장치에서 불순물을 제거하기 위하여 분리막의 사용이 증가하고 있는 실정이다. 분리막은 두 개의 균일한 상간의 선택적인 장벽으로서 분리막을 통한 물질의 이동은 압력의 구배나 전기적 전위차에 의하여 일어난다[1]. 분리막의 성능은 분리막 재료 내부에 존재하는 기공에 의해 좌우되며, 전체 기공률, 기공의 크기

[†]주저자(e-mail : jokim@kangnung.ac.kr)

및 분포에 의해 결정된다. 이러한 분리막에 사용되는 재료로는 크게 고분자, 세라믹, 그리고 금속재료가 있다 [2-7]. 이들 중 금속재료를 이용한 금속 분리막은 사용되는 여과층(여과를 담당하는 부분)의 형태에 따라 크게 금속분말(metal powder), 금속 섬유(metal fiber), 그리고 금속망(metal wire mesh)의 3가지 종류로 구분할 수 있다. 금속섬유로 만들어진 분리막은 인발 등에 의해 제조된 직경 5~30 μm 인 금속섬유가 방향성이 없이 무질서하게 배열되어 있으며 기체 혹은 액체 등의 유체가 zig-zag 형태의 경로로 분리막을 통과하면서 고체 입자를 여과하는 분리막이다[8]. 금속망 분리막은 금속 wire를 일정한 형태로 직조한 망(mesh)을 사용하여 만들어지는 분리막으로서, 분리막의 특성에 따라 망의 크기가 다르거나 직조방법이 다른 망을 여러겹 겹쳐서 사용한다. 일반적으로 분리막은 다섯 층의 금속망을 가압 소결한 형태로 되어 있는데(Fig. 1), 실제적인 분리막의 역할은 위로부터 두 번째의 망이 담당하고 나머지 층은 이를 보조하는 역할을 담당하고 있다. 금속망 분리막에서는 wire간의 간격과 직경 및 직조방법에 따라 여과할 수 있는 입자 크기의 조절이 가능하며, 통기도가 우수한 특성을 갖고 있다[9].

금속분말로 만들어지는 분리막은 금속분말을 소정의 입도로 분류한 후에 필요한 형태로 성형·소결의 공정을 거쳐 제조된다. 이때 여과할 수 있는 입자의 크기는 금속분말의 크기에 의해 결정되어지며, 소재로는 내식성이 우수한 스테인레스강(stainless steel)과 청동(bronze) 분말이 주를 이루고 있다[10]. 위의 금속 분리막들은 여과율에 따라서 사용되는데, Table 1에서 보듯이 일반적으로 여과율이 1 μm 보다 클 경우에는 금속망이나 금속섬유를 사용하고 있으며, 여과율이 그 이하인 경우에는 금속분말을 소결하여 사용하고 있다. 이러한 이유는 여과율이 1 μm 이하인 경우에 공극의 크기가 작으면서 투과성을 유지하기 위하여 금속섬유 또는 mesh wire의 두께가 얇아야 하는데 기술상의 어려움으로 인하여 원자재의 공급처가 한정되고 가격도 매우 높기 때문이다. 그러나, 금속분말의 경우에도 분말의 크기가 금속막의 공극크기(또는 여과율)와 관련이 있기 때문에 여과율이 1 μm 이하가 되려면 분말의 크기가 적어도 5 μm 이하이어야 한다. 더구나, 금속분말로써 가장 많이 사용되는 스테인레스강 316 L 분말은 국내에서 생산되지 않고 있다. 이러한 이유들로 인해 현재 국

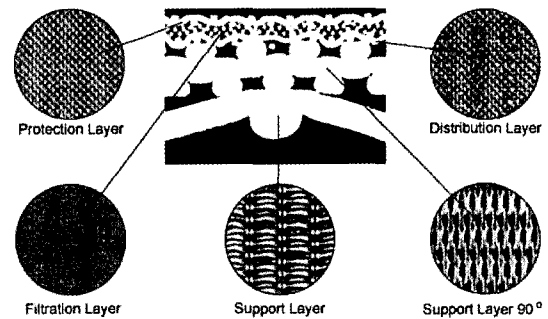


Fig. 1. Cross section of metal membrane.

내에서 직접 제작되는 금속막은 여과율이 2 μm 이상이다. 따라서, 가능한 한 국내에서 직접 제조하고 있는 원자재(스테인레스강 316 L 분말은 제외)를 사용하여 여과율이 1 μm 내외인 금속막의 국산화를 목표로 연구를 진행하였는데, 연구의 방향은 크게 두 가지로 나눌 수 있다. 첫 번째는 금속망 만을 사용하여 1 μm 대의 여과율을 가지는 금속막을 만드는 것으로서, 여과율이 2 μm 이상에서 사용되는 여과층 금속망을 압연하여 공극의 크기를 줄임으로써 여과율 1 μm 대의 분리막을 얻는 방법에 관한 연구이다. 두 번째로 금속분말을 이용한 분리막 제조에서는 1 μm 이하의 여과율을 얻는 것을 목적으로 금속망 위에 금속분말을 도포하여 압연공정에 의해 분말 간의 그리고 분말과 금속망 간의 결합을 향상시키고, 기공의 크기를 감소시키고자 하였다.

2. 실험방법

2.1. 금속망 분리막

실험의 목적인 국내 제작 금속망으로의 1 μm 대 분리막 제작을 위해 여러 금속망 중 국내에서 제작 가능한 가장 낮은 여과율인 #270/2000을 선정하고 이것을 중심으로 #165/1450, #510/3600을 선정하였다. 금속망은 10 × 10 cm의 크기로 압연률(reduction ratio, R) 10%, 20%, 그리고 30%로 각각 압연하였다. 압연률을 30%까지만 선택한 이유는 압연에 사용된 금속망의 초기 두께가 너무 얇아서 30% 이상의 압연률을 얻기 위해서는 상하 roll을 거의 접촉시킨 상태에서 압연을 해야 하는데, 이런 경우 roll과 전동기에 상당한 무리를 주기 때문이었다. 압연과정을 거친 금속망은 SEM을 통하여 변화 양상을 관찰하였으며, 압연된 능침직 금속망을 여과층으로 사용하여 가압소결 방법을 이용해 지름이 50

Table 1. Filtration Rate of Metal Membranes (CKC Inc)

		Sintered wire mesh	Metal fiber	Metal powder
Filtration rate (μm)	98% Removal	2~100	3~60	0.1~100
	Absolute	12~120	15~80	1~120

mm인 disk 형태의 5-layer sintered mesh filter 형태로 제작하였다. 가압소결은 1×10^5 torr의 진공분위기 안에서 약 1200°C로 1시간 동안 10 kgf/cm² 이상의 압력을 가하면서 실시하였다. 가압소결에 의해 만들어진 5-layer sintered mesh filter는 capillary flow porometer를 이용하여 기공의 크기 및 bubble point pressure를 측정함으로써 필터의 기공특성을 조사하였고, 막분리 실험장치를 이용하여 막저항과 여과특성, 그리고 실제 하수 처리 후 수질 변화 등을 측정하였다.

2.2. 금속분말 분리막

분리막의 성형체를 형성하기 위해 평균입도 5 μm의 금속분말(SUS 316L)을 사용하고 지지층으로는 금속망(#40/200)을 이용하였다. 우선 분말에 포함된 오염물을 제거하기 위하여 세척처리를 실시하였다. 세척처리는 사용된 금속분말을 에탄올에 넣어 1시간에 걸쳐 초음파 세척처리하고 침전된 금속분말을 80°C의 온도로 2시간 건조하여 불순물을 제거하였다. 세척처리가 끝난 금속분말을 5 wt%의 PVA용액과 8:2의 무게비로 혼합하여 slurry 형태로 만들고, dip-coating 방법을 이용하여

금속망(#40/200)에 금속분말을 도포하였다(Fig. 2). 도포된 금속분말을 상온에서 24 h의 건조한 후 다시 100°C의 온도로 24 h 건조하여 성형체 내의 수분을 제거하였다. 제조된 성형체는 압연기를 이용하여 각각 10%, 20%, 30%의 압연률로 압연하고 1×10^5 torr의 진공분위기 안에서 약 1000°C로 3시간 동안 소결 처리하여 지름이 50 mm인 disk 형태로 제작하였다. 제작된 분리막은 capillary flow porometer를 이용하여 기공의 크기 및 bubble point pressure를 측정함으로써 필터의 기공특성을 조사하였고, 막분리 실험장치를 이용하여 막저항과 여과특성, 그리고 실제하수 처리 후 수질 변화 등을 측정하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1. 금속망 분리막

Fig. 3에서 Fig. 5까지는 각각의 금속망의 압연률에 따른 기공의 형상변화를 보여주는 SEM 사진으로 압연률이 높아짐에 따라 횡선의 폭이 넓어짐으로 기공의 크기가 점차 줄어들었지만 균일한 크기를 유지하였다. Table 4는 실험에 사용된 금속망들을 압연하였을 때 1 in² 면적 내의 기공수 변화를 위의 SEM 사진들로부터 측정된 결과를 보여준다. 압연에 의한 금속망의 면적 증가로 단위 면적당 기공의 개수는 줄어들었다. 하지만, 금속망의 면적이 넓어지는 것보다 내부의 기공 부피가 줄어드는 형태로 압연에 의한 변형을 흡수하기 때문에

Table 2. Absolute/mean Filtration Rate of Twilled Dutch Weave

Absolute filtration rate of twilled dutch weave [S.G.wire cloth Co., Ltd, (ehwawire Co., Ltd)*, (G Bopp & Co., Ltd)**]								
Mesh type	#20/250	#40/400	#50/500	#50/600	#80/700	#80/800	#100/700	#100/800
Absolute filtration rate (μm)	110~120	90~110 (90~110)*	70~90 (70~90)*	60~70 (60~70)*	45~55, (35~38)* (35~38)**	(36~38)*	(45~55)*	36~38
Mesh type	#120/1000	#165/800	#165/1400	#200/600	#200/1400	#270/2000	#325/2300	#325/2400
Absolute filtration rate (μm)	27~29 (27~29)*	24~26, (24~26)* (24~26)**	16~18, (16~18)* (16~18)**	(28~32)*	(12~14)* (12~14)**	9~10 (9~10)*	(8~9)* (8~9)**	4~5
Mesh type	#325/2300	#450/2750	#510/3600					
Absolute filtration rate (μm)	(7~8)**	(6~7)**	(5~6)**					
Mean filtration rate of twilled dutch weave (G Bopp & Co Ltd)								
Mesh type	#20/250	#80/700	#200/600	#165/800	#165/1450	#200/1400	#325/2300	#510/3600
Nominal filtration rate (μm)	100	25	20	15	10	5	2	1

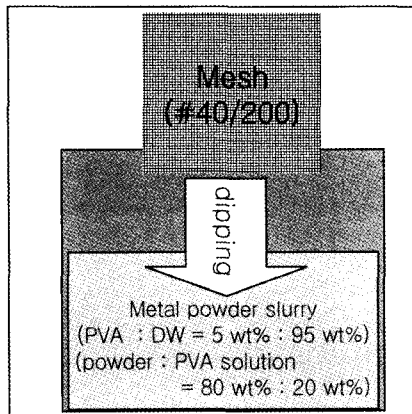


Fig. 2. Applying process of metal power using dip-coating method.

Table 3. Filtration Rate of Metal Mesh Combination (Nichidai (Japan))

Type	Filtration rate (μm)	Combination
500/3500	0.3	100 · 500/3500 · 100 · 12/64 · 64/12
400/3000	0.5	100 · 400/3000 · 100 · 12/64 · 64/12
325/2400	2	100 · 325/2400 · 100 · 12/64 · 64/12
200/1400	5	100 · 200/1400 · 100 · 12/64 · 64/12
165/1400	10	100 · 165/1400 · 100 · 12/64 · 64/12
165/1200	15	100 · 165/1200 · 100 · 12/64 · 64/12
165/800	20	100 · 165/800 · 100 · 12/64 · 64/12

단위 면적당 기공의 수는 크게 변화하지 않았다. Table 5는 각각의 금속망을 압연하였을 경우에 압연률에 따른 기공의 크기 및 pore pressure의 변화를 나타낸다. #165/1450 금속망의 경우에는 평균 기공크기(MFPD)가 압연 전의 17.38 μm에서 10% 압연에 의해서는 거의 변화가 없다가, 20% 압연에서는 14.28 μm로 약 18% 감소하였으며[#270/2000 초기상태 값], 30% 압연에서는 12.41 μm로 약 29% 감소하였다. #270/ 2000 금속망의 경우에는 평균 기공크기가 압연 전의 14.22 μm에서 10% 압연에 의해서 13.72 μm로 4%, 20% 압연에 의해서 12.46 μm로 약 12%, 그리고 30% 압연에 의해서 8.35 μm로 약 41% 감소하였다[#325/ 2300 초기상태 값]. #510/3600 금속망에서도 10% 압연에 의해서는 기공의 평균크기가 거의 변화하지 않았으나 20% 압연에 의해서는 기공의 평균크기가 5.46 μm로 약 13%, 30% 압연에 의해서는 4.56 μm로 약 27% 감소하였다. 따라서 10% 압연률로 압연하면 기공의 크기는 거의 변화가

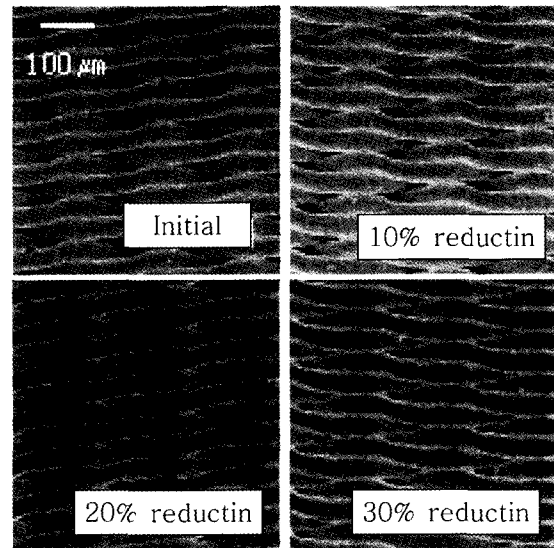


Fig. 3. Variation of pore shape on metal mesh reduction (#165/1450).

Table 4. Pore Number of 1 in² on Reduction Rate

Mesh type	Pore density (# of pores/in ²)			
	R = 0%	R = 10%	R = 20%	R = 30%
#165/1450	105,220 ± 720	103,100 ± 940	97,870 ± 340	96,360 ± 490
#270/2000	187,360 ± 2,750	184,310 ± 2,150	179,880 ± 2,400	176,320 ± 1,550
#510/3600	815,480 ± 1,750	814,650 ± 9,220	811,120 ± 6,820	743,340 ± 6,550

없었지만, 30% 압연률로 압연하게 되면 압연 전에 비하여 기공의 평균크기가 27~41% 감소하는 효과를 보임으로써 필터로 제작하였을 경우에 여과율을 낮출 수 있을 것으로 기대된다. #510/3600에서의 평균 기공크기의 변화에서 초기상태 및 압연 후 기공의 크기가 줄어든 상태에서도 금속망 회사에서 제시한 평균기공크기 1 μm (Table 2)는 얻을 수 없었다. 이것은 실제로 측정된 압연 전의 금속망 기공크기가 금속망 제조회사들이나 Nichidai 社(Table 3)에서 제시한 여과율과는 큰 차이를 보이기 때문에, 국내에서 제작 가능한 금속망을 사용하여 압연공정에 의해 1 μm대의 여과율을 가지는 금속분리막을 제조하기는 힘들 것으로 보인다. 하지만, 금속망으로 만들어지는 금속막의 제조에 있어서, 간단한 압연공정에 의해 좀 더 낮은 여과율을 갖는 금속망을 사용하는 효과를 볼 수 있었다.

Fig. 6에서 Fig. 8까지는 각각의 금속망을 압연하였을

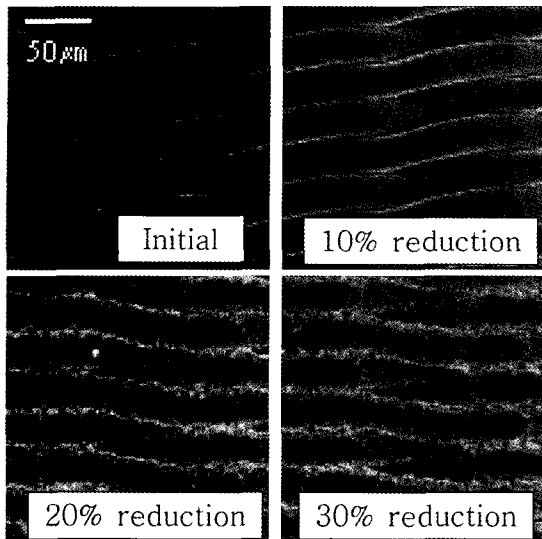


Fig. 4. Variation of pore shape on metal mesh reduction (#270/2000).

경우에 압연률에 따른 기공의 크기 분포를 나타내는데, 모든 금속망에서 압연률이 증가함에 따라 기공의 크기 분포가 좁아지는 형태의 결과가 나타났다. 이것은 금속망만을 사용하여 분리막을 만들 때 압연공정에 의해 여과율 면에서 좀 더 신뢰성 있는 분리막을 제조할 수 있다는 것을 의미한다.

Fig. 9는 실제 하수를 이용하여 금속망 분리막의 투과특성을 측정된 결과를 보여주는데 압연률이 높아짐에 따라 투과유속은 빠른 감속을 보였다. 이때 나타나는 투과유속의 변화는 하수 중에 포함된 고형물질에 의

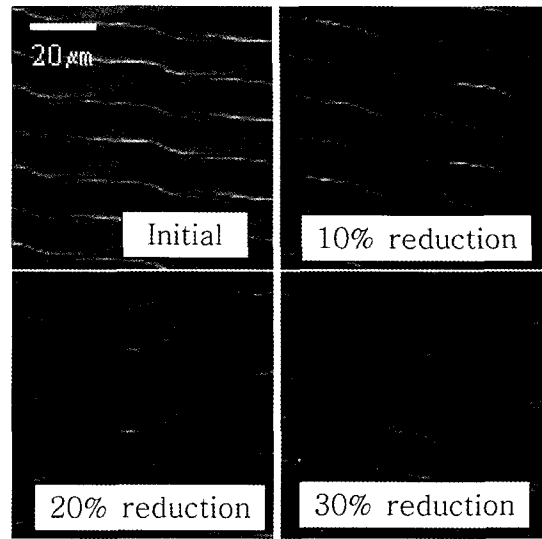


Fig. 5. Variation of pore shape on metal mesh reduction (#510/3600).

한 막의 막힘 현상에 의해 발생하는데, 압연률에 따라 기공의 크기가 작아짐으로써 막힘 현상이 더 빠르게 나타나는 것을 반영하고 있다. 또한, 여과된 하수 중에 잔류하는 고형물과 이에 따른 탁도를 측정된 결과를 살펴보면(Figs. 10, 11), 압연률에 따라 금속 분리막의 고형물 제거율과 탁도 제거율이 약간 증가하였으나 그 차이는 기공 크기의 감소율에 비해 매우 작았다. 그 이유는 하수 중에 포함되어 있는 고형물에 의한 막힘 현상이 기공 크기의 감소효과보다 더 크게 작용했기 때문으로 생각된다.

Table 5. Pore Diameter and Pore Pressure on Reduction Rate

조건	Mean flow pore pressure MFPP (Kpa)	Mean flow pore diameter MFPD (μm)	Bubble point pore pressure BPP (Kpa)	Bubble point pore diameter BPD (μm)
#165/1450	2.59	17.38	2.42	18.92
#165/1450 10%	2.59	17.63	2.37	19.29
#165/1450 20%	3.21	14.28	2.88	15.89
#165/1450 30%	3.69	12.41	3.63	12.63
#270/2000	3.21	14.22	2.94	15.57
#270/2000 10%	3.33	13.72	3.02	15.13
#270/2000 20%	3.67	12.46	3.66	12.52
#270/2000 30%	5.48	8.35	4.94	9.27
#510/3600	6.80	6.27	6.24	7.34
#510/3600 10%	7.33	6.25	6.33	7.23
#510/3600 20%	8.38	5.46	6.72	6.82
#510/3600 30%	10.05	4.56	6.75	6.78

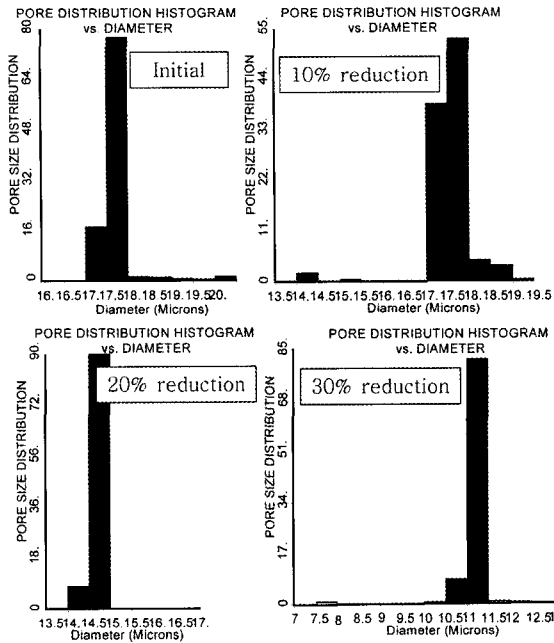


Fig. 6. Distribution of pore diameter on reduction rate (#165/1450).

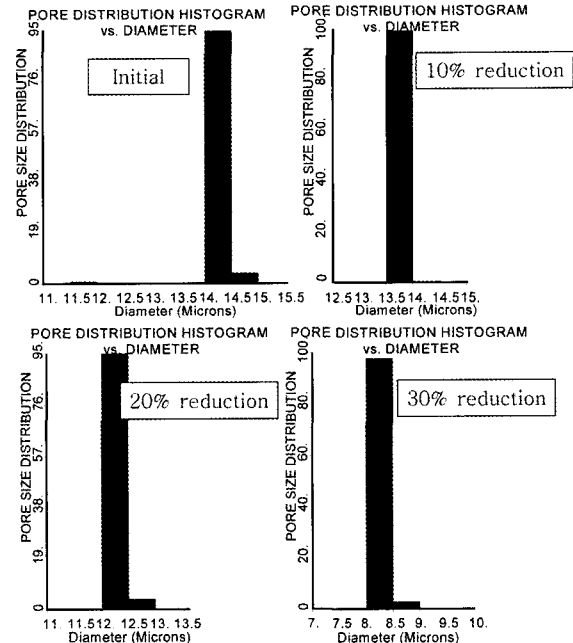


Fig. 7. Distribution of pore diameter on reduction rate (#270/2000).

3.2. 금속분말 분리막

압연된 성형체의 SEM관찰 결과에서 압연률이 높아짐에 따라 금속분말 입자의 변형이 커졌고 이에 따라 금속분말간의 밀집도가 높아졌으며 금속망과 금속분말간의 접합이 상승하였다(Fig. 12). Fig. 13은 소결처리한 금속분말의 표면을 SEM으로 관찰한 결과를 나타낸 것으로서 분리막 30%의 압연률에서는 균열이 발생하지 않았으나 10%와 20%의 압연률에서는 균열이 발생하였다. 10%의 압연률에서는 균열이 금속망과 금속분말간의 접촉부위에서 크게 발생하였고, 20%의 경우에는 금속망과 금속분말간의 접촉상태는 양호하였으나 종선 사이에서 약간의 균열이 발생하였다. 이러한 결과는 압연률이 작은 경우에 금속분말간 그리고 금속분말과 금속망 사이의 결합력이 충분치 않아 압연과정에서 발생한 응력에 의하여 소결과정 중에 균열이 발생하기 때문이라고 생각된다. 기공특성에 대한 분석은 10%와 20%에서의 균열의 영향으로 정확하지 않지만 초기상태에 비하여 20% 압연률에서 4%의 기공축소가 이루어졌고, 30%의 압연률에서는 약 16%의 기공축소가 이루어졌다(Fig. 15). 여기서 초기상태에 비하여 10% 압연률에서 기공의 크기가 커진 것은 균열의 발생 때문으로 생각된다. 막분리 실험장치를 이용한 실제 하수의 여과실험에서 균열이 발생한 10%와 20%의 압연률에서는 초기 투

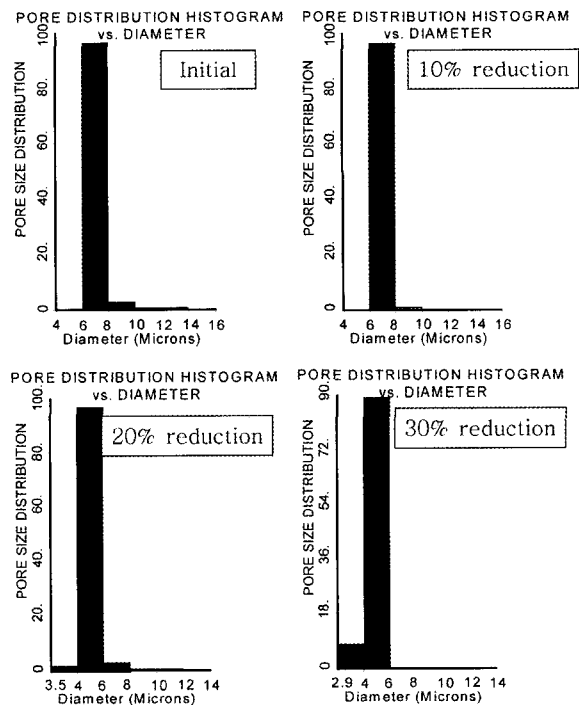


Fig. 8. Distribution of pore diameter on reduction rate (#510/3600).

과유속이 압연을 하지 않은 경우에 비하여 컷으며 급격한 투과유속의 감소가 발생하였다(Fig. 16). 이에 비하여 균열이 보이지 않은 초기상태와 30%의 압연률을 비

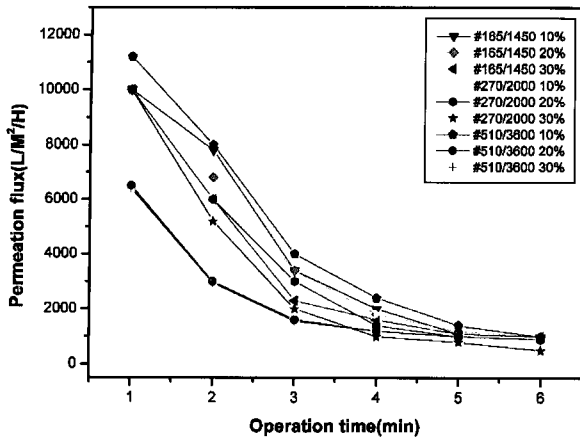


Fig. 9. Variation permeation flux on reduction rate (Conditions: pH 6.8, SS 87 mg/L, TMP 23 kPa, Turbidity 70 NTU).

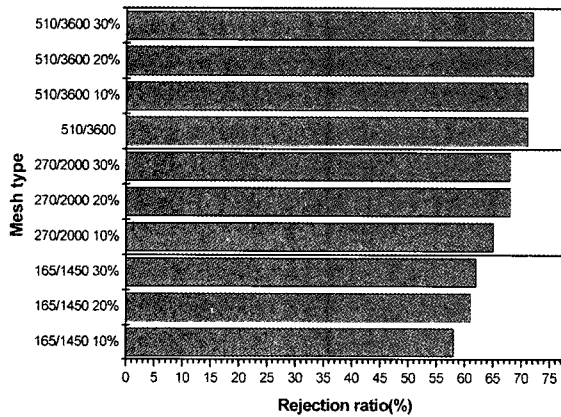


Fig. 10. Rejection ratio of SS on reduction rate (Conditions: pH 6.8, SS 87 mg/L, TMP 23 kPa, Turbidity 70 NTU).

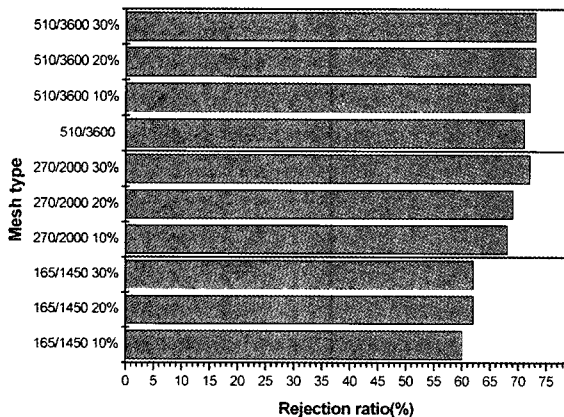


Fig. 11. Rejection ratio of turbidity on reduction rate (Conditions: pH 6.8, SS 87 mg/L, TMP 23 kPa, Turbidity 70 NTU).

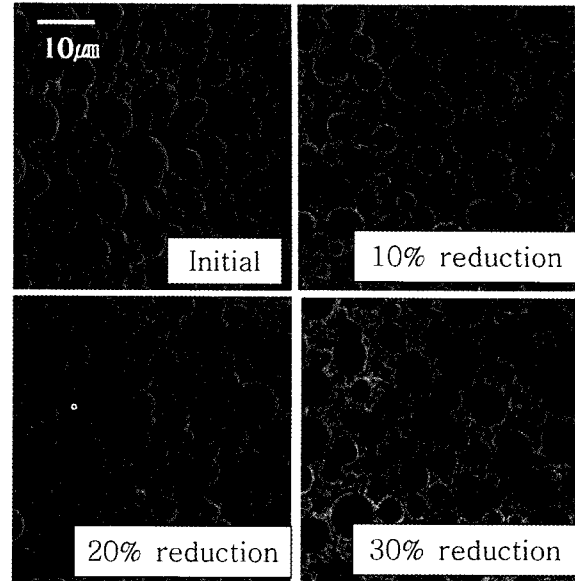


Fig. 12. Transformation of metal powder body on reduction rate.

교했을 때는 압연에 의한 기공크기의 감소와 투과저항의 증가로 인하여 30%의 압연률에서 낮은 투과유속을 나타내었다. 여과된 하수 중에 잔류한 고형물과 이에 의한 탁도를 측정된 결과에서는 균열의 발생 없이 기공의 크기가 작아진 30% 압연률에서 고형물의 제거율과 탁도의 제거율이 가장 높았다(Figs. 17, 18).

4. 결 론

금속망을 가지고 분리막(5-layer sintered mesh filter)을 제조한 결과와 금속망 위에 금속분말(평균입도 5 μm)을 도포/압연하고 소결하여 금속분말 분리막을 제조한 결과는 다음과 같다.

1) SEM을 통한 이미지 분석에서 금속망은 압연 정도가 증가함에 따라 종선 위의 횡선의 면적이 증가와 단면적의 감소로 인하여 기공의 크기가 감소하였다. 압연으로 인한 단면적 대비 기공 수는 감소하였으나 큰 차이를 나타내지는 않았다.

2) 압연공정을 통해 금속망의 기공의 크기는 보다 상 위 단계 금속망의 기공크기와 유사한 값을 보였다.

- #165/1450 : 20% 압연에서 #270/2000의 측정치(MFPD, MFPP)
- #270/2000 : 30% 압연에서 #325/2600, #325/2300의 측정치(MFPD, MFPP)

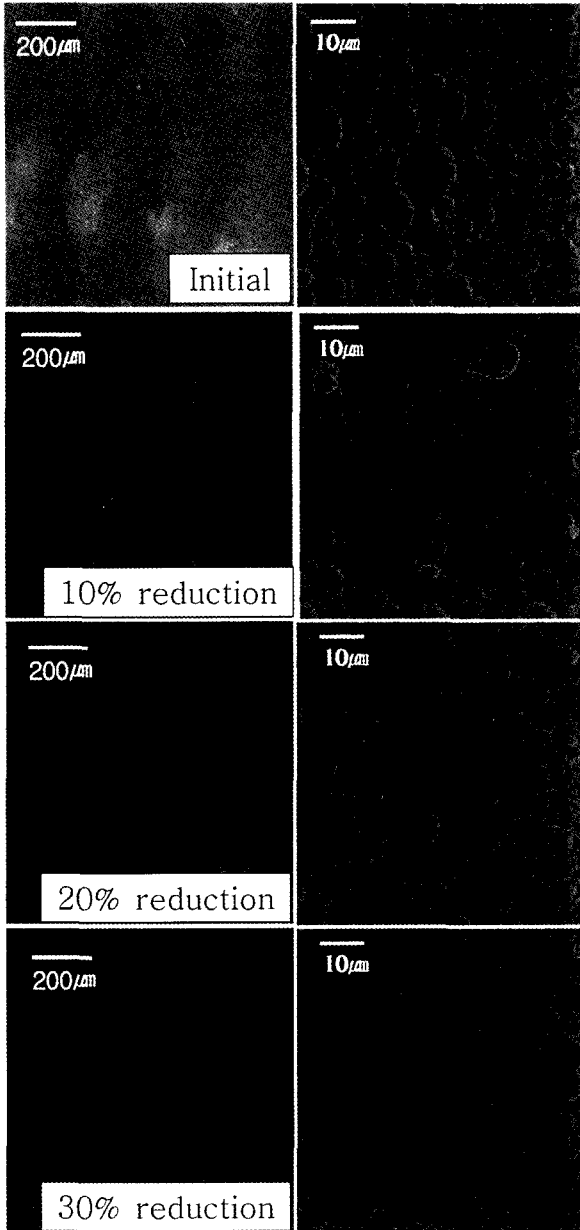


Fig. 13. Cleavage of metal powder crystalline on reduction rate.

- #510/3600 : 20% 압연에서 13%의 기공축소와 23%의 MFPP 증가, 30% 압연에서 27%의 기공축소와 65%의 MFPP 증가

- 3) 압연에 의해 기공크기 분포의 폭이 줄어드는 것으로 보아 기공크기의 균일도가 높아졌음을 알 수 있었다.
- 4) 막 투과유속의 측정 결과에 의하면 압연 정도의 증가에 따라 초기 투과유속은 감소하였으나, 정상상태 투과유속은 거의 유사한 값을 보였다. 또한 부유물 제

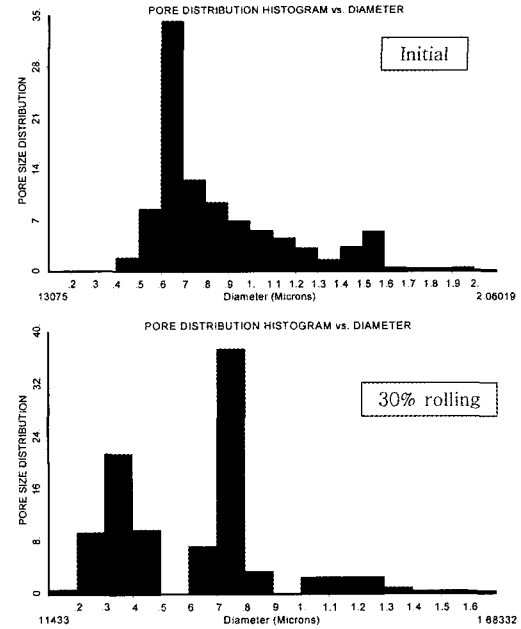


Fig. 14. Pore diameter of metal powder crystalline on reduction rate.

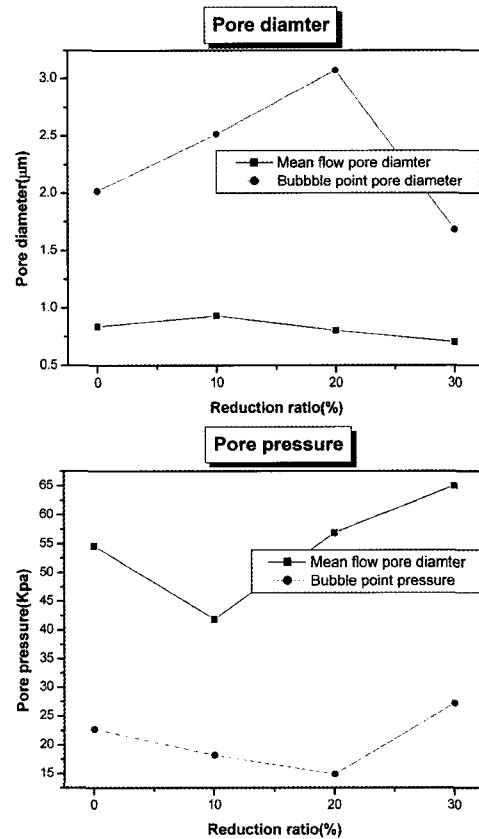


Fig. 15. Variation of pore diameter and pore pressure on rolling process of metal powder membrane.

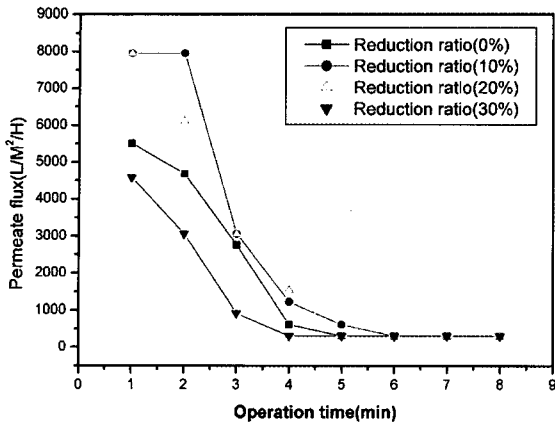


Fig. 16. Variation permeation flux on reduction rate (Conditions: pH 7.3, SS 117 mg/L, TMP 23 kPa, Turbidity 87 NTU).

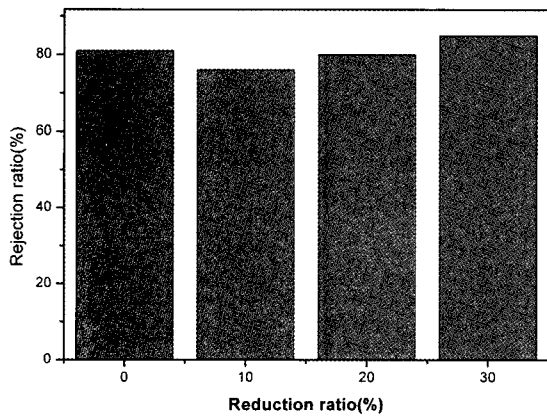


Fig. 17. Rejection ratio of turbidity on reduction rate (Conditions: pH 7.3, SS 117 mg/L, TMP 23 kPa, Turbidity 87 NTU).

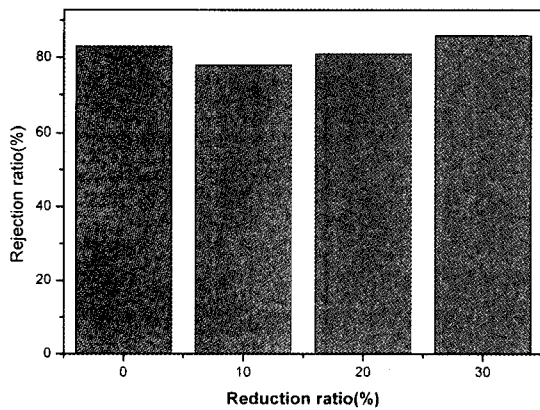


Fig. 18. Rejection ratio of SS on reduction rate (Conditions: pH 6.8, SS 117 mg/L, TMP 23 kPa, Turbidity 87 NTU).

거울과 탁도 제거율은 압연률이 커짐에 따라 증가하였다.

5) 압연을 통하여 금속분말 간, 금속분말과 금속망 간의 밀집도의 향상을 확인할 수 있었다.

6) 30% 압연률에서 기공크기는 16% 감소하였다.

7) 막 투과유속과 잔류 부유물, 탁도의 측정에서 압연률이 높아짐에 따라 투과유속은 감소하였고, 부유 고형물과 탁도 제거율은 높아졌다.

8) 평균여과율이 약 0.7 μm인 금속분말 분리막을 제작할 수 있었다.

감 사

본 연구는 한국학술진흥재단 지역대학우수과학자 연구지원(KRF-2006-521-D00516)으로 수행되었으며 이에 감사드립니다.

참 고 문 헌

1. Membrane Separation, 한국막학회 (1996).
2. "Perspecting an Ideal Filter Medium", Metal Powder Report, **46**, 19 (1991).
3. K. Scott and R. Hughes, "Industrial Membrane Separation Technology", in Chap. I, Blackie Academic & Professional, UK (1996).
4. O. Savadogo and B. Xing, "Hydrogen/oxygen polymer electrolyte membrane fuel cell (PEMFC) based on acid-doped polybenzimidazole (PBI)", *J. of New Materials for Electrochemical Systems*, **3**, 33 (2000).
5. K. Wang and E. I. Stiefel, "Toward Separation and Purification of Olefins Using Dithiolene Complexes: An Electrochemical Approach", *Science*, **291**, 106 (2001).
6. Sang H. Hyun and Gye T. Kim, "Synthesis of Ceramic Microfiltration Membranes for Oil/Water Separation", *Separation Science and Tech.*, **32**, 2927 (1997).
7. W. S. Ho, and D. C. Dalrymple, "Facilitated transport of olefins in Ag⁺-containing polymer membranes", *J. Membr. Sci.*, **91**, 13 (1994).

8. 한유동, 송인혁, “여과용 금속 Fiber 필터 개발”, 대한금속학회, **10**, 737 (1997).
9. Tao Li, “Dependence of filtration properties on stainless steel medium structure”, *Filtration & Separation*, **34**, 265 (1997).
10. Iijima Katsu, 일본 특허 공개 Application numb. 07-111540 (1996).