

PSF를 이용한 수중 용존기체 분리특성

Separation characteristics of dissolved gas underwater using PSF

*허필우¹, 박인섭²

*P. W. Heo¹ (pwheo@kimm.re.kr), I. S. Park² (ispark@kimm.re.kr)
^{1,2}한국기계연구원 에너지플랜트연구실

Key words : PSF, Separation, Underwater

1. 서론

용존기체의 분리량을 증가하기 위해서는 분리막의 표면적을 증가시키는 것이 필요하다. 단위 부피당 표면적을 증가시킴으로써 휴대형 분리장치의 가능성이 증가된다. 일본에서는 캐리어용액을 사용하여 물에서 용존산소의 분리량 증가에 대해 보고하였다.[1] 산소의 용해도가 물보다 높은 헤모글로빈 용액을 사용하여 물과 1차적으로 접촉을 시킨다. 물에서 헤모글로빈 용액으로 용존산소를 이동시킨 후 온도를 증가시켜 헤모글로빈 용액에 있는 용존산소를 분리한다. 이렇게 함으로써 물에서 직접 용존산소를 분리하는 것보다 분리되는 양을 증가할 수 있음을 보여주었다. 그러나 캐리어 용액이 추가됨으로써 시스템이 복잡하고 비용이 증가되는 단점이 있다. 이와 같은 용존산소의 분리를 통한 수중분야에의 이용은 다양하게 시도되고 있다. 특히 중공사막을 이용하면 부피를 줄일 수 있는 장점이 있기 때문에 이와 같은 용존산소를 포함하는 용존기체의 분리는 분리량이 증가되면 다양하게 응용이 기대된다.

본 실험에서는 PSF 재질로 제작된 중공사막을 사용하여 용존기체 분리실험을 수행하였다. 분리막에 가하는 압력을 감소시키면서 용존기체 분리량을 측정하였다.

2. 실험장치

용존기체의 분리실험장치는 그림 1과 같이 저장조, 펌프, 필터, 분리막, 진공펌프, mass flowmeter(MF) 등으로 구성된다. 저장조는 2개로 구성되어 한 개는 유체를 공급하고, 한 개는 용존기체가 분리된 후 모으는 용도로 사용된다. 공급되는 유체와 분리되어 처리된 유체가 섞이지 않도록 하기 위해 저장조를 2개 사용하여 분리하였다. 용존기체

가 분리되어 처리된 유체는 용존산소 값이 감소되므로 직접 유체를 공급하는 저장조에 공급되면 분리되는 기체량의 측정에 영향을 미친다. 필터는 유체에 포함된 이물질들을 분리하여 분리막의 특성 저하를 막기 위해 사용되었다. 일정한 시간동안 실험을 한 후에는 교체하여 사용하였다. 용존기체를 분리하는 분리막은 그림 2와 같이 poly-sulfone(PSF) 재질로 제작된 중공사막을 사용하였다. 실험에 사용된 분리막은 부피에 대한 표면적을 증가하기 위해 중공사 형태의 막을 사용하였다. 중공사막의 표면적은 1.2m²을 갖는다. 중공사의 내부로 유체가 통과되고 중공사의 외부로 용존기체를 분리한다. 중공사막이 포함된 분리막이 내부에 있고, 외관은 파이프 형태를 갖는다. 파이프의 중심축 방향으로 유체가 공급되고 배출되며, 파이프의 측면으로 분리된 용존기체가 배출된다. 용존기체가 분리되는 포트는 물이 1/3 정도 채워진 비커에 연결한다. 중공사막에서 분리되는 포트는 비커의 상부 고무마개에 꽂은 튜브에 연결한다. 이때 튜브는 물속에 잠기게 함으로써 용존기체가 분리되는 동안 발생하는 버블을 통해 용존기체의 분리를 시각적으로 확인할 수 있다. 비커의 측면에 있는 포트를 그림 3과 같은 MF에 연결하여 용존기체의 분리량을 측정한다. MF에서 수집된 용존기체량은 PC에 전달되어 저장된다. MF의 다른 한 포트는 진공펌프에 연결된다. 진공펌프에서 압력을 600 Torr에서 300 Torr 까지 100 Torr 간격으로 감소하면서 비커내의 버블을 통한 시각적인 확인과 MF를 통한 정량화된 분리량 데이터를 수집한다.



Fig. 1 Experimental devices for dissolved gas



(a) Structure of PSF



(b) Manufactured PSF

Fig. 2 PSF hollow fiber membrane



Fig. 3 Mass flowmeter

3. 실험결과

수중에서 PSF로 제작된 증공사막을 이용하여 용존산소를 포함하는 용존기체의 분리특성을 조사하였다. 압력을 600 Torr, 500 Torr, 400 Torr, 300 Torr로 감소하면서 분리되는 용존기체의 양을 측정하였다. 그림 4는 압력의 변화에 따른 용존기체의 분리특성을 나타낸다. 압력이 감소함에 따라 분리되는 용존기체의 양이 증가함을 알 수 있었다. 압력을 감소시키면 초기에 짧은 시간에 많은 양이 분리되는 특성을 나타냈다.

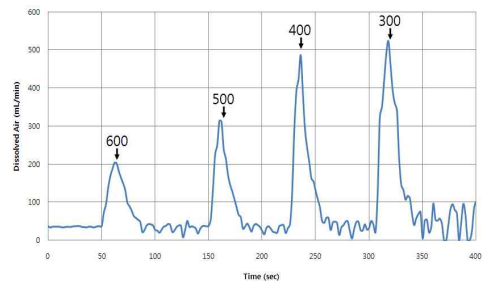


Fig. 4 Dissolved gas with pressure

4. 결론

PSF 증공사막은 단위 부피당 표면적이 PDMS에 비해 크므로 용존기체 분리장치의 크기를 줄이는데 유리하다. 본 용존기체의 분리실험을 통해 압력을 감소하면 용존기체의 분리량이 증가됨을 알 수 있었다. 분리되는 기체는 압력 변화의 초기에 분리되는 양이 증가하다가 감소하는 특성을 나타냈다. 분리되는 용존기체 데이터는 수중에서 용존산소를 포함하는 용존기체를 이용하는 수중 레저 장치분야에 응용이 기대된다.

참고문헌

1. Nagase, K., Kohori, F., Sakai, K., "Development of a compact gill using concentrated hemoglobin solution as the oxygen carrier", J. of Membrane Science 215, 281-292, 2003.