

Block copolymer 비이온 계면활성제의 foam 안정성 연구

김창기, 정중헌, 윤인호, 윤석본, 최양규, 문제권

한국원자력연구원, 대전광역시 유성구 대덕대로 989번길 111

nchjung@kaeri.re.kr

1. 서론

방사성 물질 취급 시설의 가동 이력이 경과함에 따라 노후화 시설의 유지·보수 및 해체가 필요하며, 이러한 유지·보수 및 해체 시 작업자의 피폭 저감 및 방사성 물질의 확산을 막기 위한 목적으로 제염기술이 개발되었다. 현재 대표적인 제염기술로는 화학적 용해나 산화·환원 반응을 통해 높은 제염 효과를 지닌 화학 제염기술이 사용되어왔다. 그러나 화학제염기술은 다량의 방사성 폐액을 발생시키므로 제염 후 발생하는 방사성 폐액의 양을 저감할 수 있는, 보다 효율적인 제염을 목적으로 90 % 이상 기체로 구성된 foam 제염기술이 개발되었다[1].

foam 제염기술에 사용되는 foam 제염제는, 오염된 표면을 화학적 용해나 산화·환원 반응을 통해 제염할 수 있는 제염제와 이러한 제염제의 사용 양과 최종적으로 발생하는 방사성 폐액의 양을 줄일 수 있는 foam 생성 용액으로 구성된다.

일반적으로 제염은 오염된 표면과 제염제 사이의 접촉시간이 증가함에 따라 제염 효율이 높아진다. 따라서 foam 제염제의 제염효율을 높이기 위해서는 거품을 오랫동안 안정하게 유지시키는 것이 중요한데, co-surfactant와 viscosifier 등의 첨가제를 혼합함으로써 거품의 안정성을 보다 향상시킬 수 있다.

본 연구에서는 거품을 형성시킬 수 있는 여러 가지 물질 중에서 저농도 첨가라도 효과적이며 점도와 같은 기포계의 물리적 성질을 쉽게 변화시킬 수 있을 뿐더러 다양한 종류의 기포계에 적합한 특성을 갖는 block copolymer 비이온 계면활성제를 이용하여, 계면활성제의 종류, 농도, pH 및 거품을 안정화할 수 있는 viscosifier의 종류에 따라 foam 안정화 실험을 수행하였다.

2. 본론

거품을 형성할 수 있는 여러 가지 계면활성제 중 비이온 계면활성제는 화학적으로 안정하며, 온

도 및 pH의 변화에 비교적 영향이 적어 적용 범위가 넓은 장점이 있다. 본 연구에서는 비이온성 block copolymer를 사용하였으며, 용해성과 분자량 및 소수성도 등이 다른 block copolymer의 종류 (4400 Mn, 8400 Mn, 14600 Mn), 농도 (0.1-1 wt.%), pH (0.5-12) 및 foam의 안정화를 증진시킬 수 있는 viscosifier (Xanthan gum, Glycerol, Carboxymethylcellulose sodium salt)를 변화시켜 foam 안정화 실험을 수행하였다.

일정량의 계면활성제를 200 ml의 증류수에 용해시킨 후 viscosifier를 0.5 g 혼합하여 foam을 생성시켰으며, Fig. 1에 나타난 column 실험 장비를 이용하여 시간에 따른 foam의 양을 측정하였다.

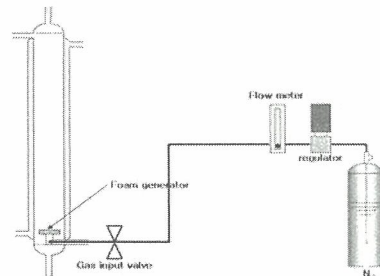


Fig. 1. Columnar equipment for the measurement of foam stability.

분자량과 소수성도가 다른 세 종류 block copolymer의 첨가에 따른 foam의 안정도 측정 결과를 Fig. 2에 표시하였다. 이 그림에서 알 수 있듯이 소수성이 강한 block copolymer인 4400 Mn은 20분 내에 foam이 소멸한 반면, 친수성 block copolymer인 8400 Mn과 14600 Mn은 4400 Mn보다 높은 foam 안정도를 보여주었다. 특히 분자량과 chain length가 긴 14600 Mn이 8400 Mn에 비해 높은 foam 안정도를 나타내어 2 hr 이상 50% 이상의 foam이 유지되었다. 이는 분자크기에 기인한 미셀 형성이 용이하여 foam의 안정화에 기여한 때문으로 사료된다. 또한 block copolymer

의 농도 변화에 따라 foam의 안정도 측정 결과 (Fig. 3) 예상한 대로 농도증가에 따라 foam이 안정되는 것을 알 수 있다.

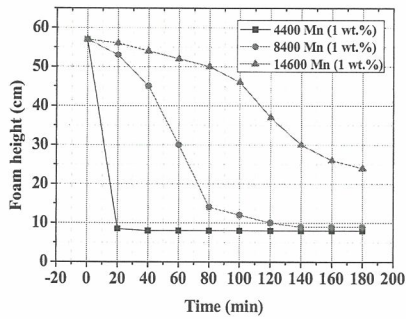


Fig. 2. Foam stability according to the various surfactant.

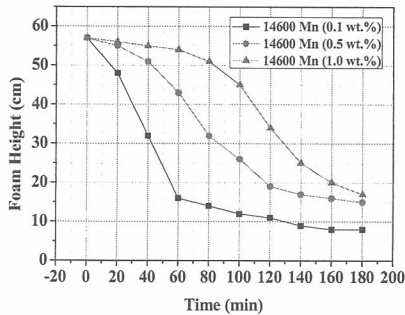


Fig. 3. Foam stability according to the concentration of surfactant.

Fig. 4는 pH의 변화에 따른 foam 안정성 측정 결과로써, 중성>산성>염기성 순으로 안정성이 감소하는 것을 알 수 있다. 이는 전기적 전기기중층 분포와 표면장력 등이 복합적으로 작용한 때문으로 사료된다.

Viscosifier가 foam의 안정성에 미치는 영향을 조사한 결과를 나타낸 Fig. 5에서 알 수 있듯이 Xanthan gum을 첨가한 경우 3 hr 동안 80 % 이상의 foam이 유지되어 가장 안정한 foam을 얻을 수 있었으며, viscosifier의 특성에 따라 foam의 안정성에 미치는 영향이 크게 다를 수 있다.

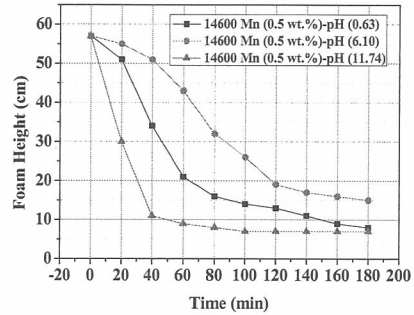


Fig. 4. Foam stability according to the pH.

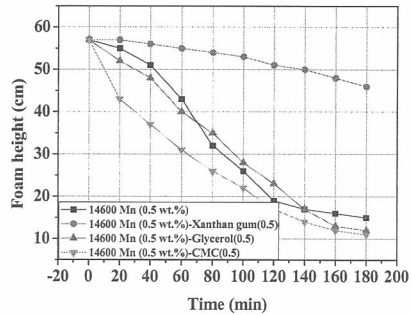


Fig. 5. Foam stability according to the various viscosifier.

3. 결론

기존 화학 제염기술의 단점인 다량의 액체 폐기물 저장을 목적으로 개발된 foam 제염기술의 제염효율을 증가시키기 위하여 foam 안정성 실험을 수행하였다.

1 wt.% 이하의 농도에서 제조된 block copolymer 비이온 계면활성제는 계면활성제의 분자량과 농도가 증가할수록 foam의 안정성이 증가하였으며, 중성 pH 조건에서 가장 안정한 foam이 형성되었다. foam의 안정화를 증가시키기 위해 첨가한 여러 가지 viscosifier 중 Xanthan gum이 보다 우수한 성능을 나타내었다.

4. 참고문헌

[1] Ohuchi S. et al., Experience of hot cell renovation work in CPF (Chemical Processing Facility), J. of the RANDEC, ISSN 1343-3881, No. 37, pp.25-37 (2008).