

방사성물질 오염물 세정기술 개발을 위한 마이크로버블 특성 평가

박상규, 김연화, 전중선, 이재민, 김위수, 한병섭
 (주)에네시스, 대전광역시 유성구 구암동 328
nunki@enesvs.co.kr

I. 서 론

마이크로버블 생성기술이 개발된 후 최근 몇 년 사이 국내·외에서 마이크로버블을 이용한 산업체에 서의 활용성이 증가되고 있다. 마이크로버블이란 직경이 대략 50 μm 이하의 미소 기포이며, 수중에서 생성 및 용해된다. 물과 공기만으로 생성된 마이크로 버블이라서 부가적인 부산물이 발생하지 않아 친 환경적인 살균 및 세정기술이다. 개발초기에는 수산물 양식, 온천욕, 피부미용 등에 적용하였으나, 현재 에는 각종 산업분야에 급속히 적용확대 되었다.

마이크로버블 생성과 소멸과정에서 발생하는 물리·화학적 특성을 이용하여 원자력시설에서 발생하는 배관재류 세정기술에 적용하고자 한다. 마이크로버블을 이용한 세정기술 개발에 필요한 세정대상 용액 환경 내에서의 마이크로 버블 특성을 확인하였다.

II. 본 론

1. 마이크로버블의 특성

마이크로버블의 생성의 기본원리는 공기를 물에 가압용해후 감압시에 발생된다. 이때 생성된 마이크로버블이 생성 및 소멸 과정을 되풀이하게 된다. 미세한 공기방울이 반복적으로 생성 및 소멸되는 현상을 캐비테이션 현상이라고 하는데, 이러한 캐비테이션 현상으로 기포의 진동이 발생되고, 이로 인해 마이크로 와류가 생성된다. 또한 기포가 수중에서 생성 및 소멸되면 기포주변에 프리래디칼이 생성되고, 이때 발생하는 충격파를 이용하여 배관류등의 스케일, 이물질 등을 세정할 수 있다.

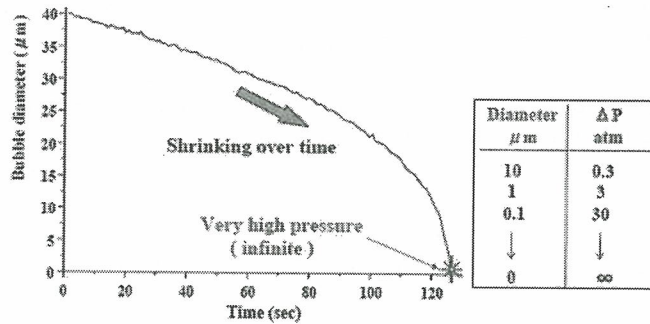


그림 1. 마이크로버블의 생성과 소멸.

2. 마이크로버블 세정효과 주요인자

마이크로버블의 세정효과를 높이기 위해서는 기포 유지시간, 부양속도 및 기포크기 등의 주요인자를 고려하여야 한다. 주요인자의 개발을 위한 고려사항으로는 다음과 같다.

- 제타포텐셜(ζ)을 증가시켜 마이크로버블의 유지 안정성 향상
 - 변수 : 유체온도, pH, pH 조절제, 용해기체 등
- 마이크로버블 소멸시 발생하는 캐비테이션 현상과 OH 라디칼 생성 향상에 적합한 크기의 마이크로버블 발생
- 배관재류 내로 발생된 마이크로버블의 연속적인 공급
- 세정에 적합한 마이크로버블 공급량 (용액내 밀도)

3. 마이크로 버블 특성 실험

세정대상 용액 환경 내에서 발생한 마이크로 버블의 안정적인 유지 및 버블 발생율을 확인하고자 다양한 세정 용액 조건내에서의 마이크로 버블 발생 정도를 확인하였다.

레이저 회절입도분석기를 이용하여 특성실험에 사용한 마이크로 버블 크기를 일반적인 실험조건에서 측정하였다. 마이크로버블 발생 작동시간 10분, 용액부피 10 L 동일 조건에서 마이크로 버블을 생성하였다. pH 2 - 12, 용액온도 20°C - 60°C, 화학 첨가제 등이 첨가된 세정 용액에서 발생한 마이크로 버블의 밀도를 비교분석하였다. 분석방법으로는 UV/VIS 분광광도계를 이용하였으며, 200 - 800 nm의 파장에서의 흡광도를 각각 비교하였다.

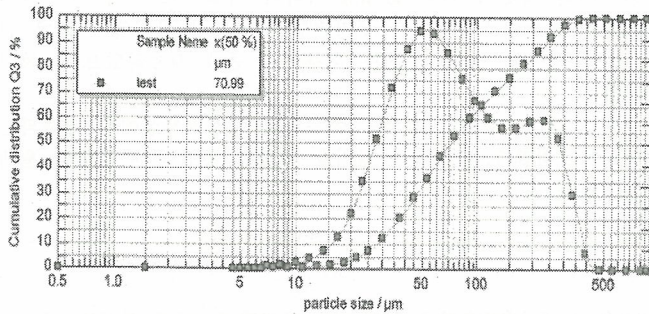


그림 2. 마이크로버블 크기 분석.

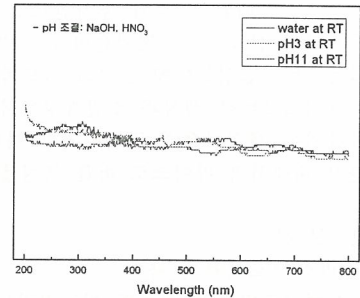


그림 3. 마이크로 버블 흡광도 분석.

III. 고찰

측정결과, 특성실험에 사용한 마이크로 버블 크기는 40-50 μm 이내의 버블이 가장 많이 발생하였으며 평균적으로 70 μm 크기의 버블이 발생하였다. pH, 용액온도 및 화학 첨가제 등의 변화 조건에도 마이크로 버블을 통과한 흡광도에 차이점을 확인하기 어려웠다. 향후 조건별로 심도있는 분석을 통하여 마이크로 버블 발생에 대한 상호관계를 규명하고자 한다.

마이크로 버블을 이용한 세정기술 개발을 위하여 이온활성조건, 용존기체조건(산소, 오존) 및 초음파 사용 등의 추가시험을 수행하여 버블 생성 및 유지시간의 최적 조건을 도출하고, 마이크로 버블을 이용한 세정장치를 개발하여 배관류 제염에 적용하고자 한다.

참고문헌

1. Takahashi, M. et al. Effect of shrinking microbubble on gas hydrate formation. J. Phys. Chem. B 107, 2171-2173(2003)
2. Takahashi, M. ζ potential of microbubbles in aqueous solutions: electrical properties of the gas-water interface. J. Phys. Chem. B 109, 21858-21864(2005)
3. Takahashi, M. Chiba, K. and Li, P. Free-radical generation from collapsing microbubbles in the absence of a dynamic stimulus. J. Phys. Chem. B 111, 1343-1347(2007)