

나노버블을 활용한 수중 이산화탄소 용해 농도 측정 방법론 제시 및 평가

이지영*, 김종규**

*신한대학교 건설환경시스템공학과

**신한대학교 에너지공학과

e-mail: jkim@shinhan.ac.kr

Presentation and Evaluation of a Methodology for Measuring Dissolved Carbon Dioxide Concentration in Water Using Nanobubbles.

Ji Young Lee*, Jong Kyu Kim**

*Institute of Construction & Environmental Technology, Shinhan University

**Dept. of Energy Engineering, Shinhan University

요약

본 논문에서는 나노버블을 활용한 수중에 용해된 이산화탄소의 정확한 농도 측정을 위해 밀폐형 Chamber를 구축하고, Mass Balance 계산을 적용하여 용존무기탄소 형태로 수중에 존재하는 이산화탄소의 농도를 정량적으로 분석하는 방법을 제시하였다. 나노버블 기술을 적용한 이산화탄소의 수중 용해 효율성을 평가한 결과, 총 주입량 11,452mg/L, 배출량 5,964mg/L로 측정됨에 따라 수중에는 5,488mg/L의 이산화탄소가 용해되어 있는 것으로 판단되며, 약 48%의 용해 효율을 확인하였다. 본 연구를 통해 향후 이산화탄소의 효율적 재사용 및 고정화 기술 개발을 위한 기초 자료로 활용될 수 있을 것으로 기대된다.

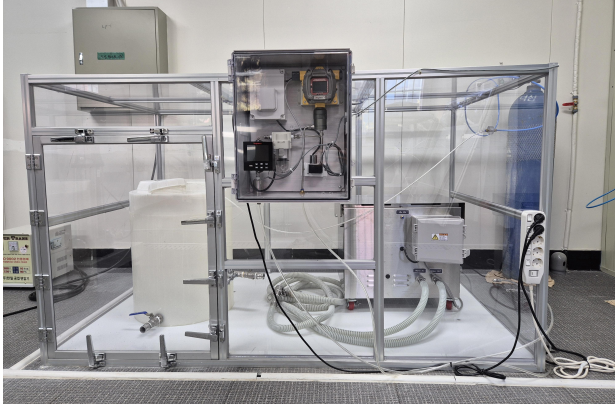
검증하고자 하였다.

1. 서론

2. 본론

지구온난화와 기후변화가 심각해짐에 따라 온실가스 배출량, 특히 이산화탄소 감소가 중요한 문제로 부각되었다. 이에 따라 이산화탄소를 저감시키기 위한 연구가 계속되고 있으며, 이산화탄소의 재사용 효율을 증가시키기 위하여 이산화탄소를 수중에 용해시키는 기술이 연구되고 있다. 최근에는 나노버블을 활용하여 수중에 이산화탄소를 용해시키는 방법이 제시되었으며, 나노버블을 활용하면 일반적인 조건에서 기존 압력을 사용하는 방법보다 높은 농도의 이산화탄소를 수중에 장시간 용해시킬 수 있다. 그러나 이산화탄소의 효율적인 주입량 분석 및 고정화와 같이 실제 적용을 위해서는 수중 용해된 이산화탄소의 정확한 농도 측정이 필요하다. 이산화탄소는 수중에 CO_2 형태 외에도 HCO_3^- (중탄산 이온), CO_3^{2-} (탄산 이온)와 같은 용존무기탄소 형태로 용해되는 것으로 알려져 있으며, 기존 측정 방법의 경우 계산 과정이 복잡하거나 많은 시간이 소요됨에 따라 실시간으로 적용하기에는 한계점이 있다. 따라서 본 연구에서는 용존무기탄소 형태로 용해되어 있는 이산화탄소의 정확한 농도를 측정할 수 있는 방법론을 제시하고자 Chamber를 구축하여 실험을 통해

본 연구에서는 기존 수중 이산화탄소 농도 측정 방법의 한계점을 극복하고자, 밀폐형 Chamber를 구축하여 수중에 용해된 이산화탄소의 정확한 농도 측정 방법을 제시하였다. 본 연구를 위해 제작된 Chamber는 그림 1과 같이 유량계와 가스 측정기가 설치되어 있어 이산화탄소의 수중 총주입량 및 배출량을 측정할 수 있도록 설계되었으며, 이를 기반으로 Mass Balance(주입량-배출량)을 계산하여 수중 용해된 이산화탄소의 농도를 분석하였다. 또한, Chamber 내부 나노버블 생성장치를 설치하여 나노버블을 활용한 수중 용해된 이산화탄소의 농도를 분석하고 용해 효율성을 확인하였다. 실험을 실시하기 전 기밀성 평가를 통해 Chamber의 가스누출 여부를 확인하였으며, Chamber의 완전 밀폐 상태를 확인한 후 실험을 진행하였다. 최종적으로 나노버블을 활용하여 수중 용해된 이산화탄소의 농도를 분석한 결과, 총 주입량 11,452mg/L, 배출량 5,964mg/L로 측정됨에 따라 수중에는 5,488mg/L의 이산화탄소가 용존무기탄소 형태로 용해되어 있으며, 약 48%의 용해 효율을 가지는 것으로 확인되었다.



[그림 1]

3. 결론

본 연구를 통해 Chamber 기반의 정량적 측정 방법을 활용하여 수중에 용해된 이산화탄소의 정확한 농도 측정이 가능함을 확인하였다. 또한, 나노버블 기술을 적용할 경우 이산화탄소의 수중 용해 효율을 향상시킬 수 있음을 입증하였다. 이러한 결과를 통해 향후 이산화탄소의 효율적인 재사용 및 고정화 기술 개발에 있어 중요한 기초자료로 활용될 수 있을 것으로 기대된다.

참고문헌

- [1] 강찬술, 장호중, 박정준, 여우석, 김주현, 김덕현, 김종규, “친환경 Carbon Eating Concretelye 제조를 위한 나노버블 이산화탄소 용해 배합수 제조 기술 개발 및 최적화”, 한국수처리학회지, 제 31권 3호, pp. 125-135, 2023년.
- [2] Mulana, F., Munawar, E., Heldiana, H and Rahmi, M, “The Effect of Carbon Dioxide Gas Pressure on Solubility, Density and pH of Carbon Dioxide-Water Mixtures”, Materialstoday:Proceedings, Vol 63, pp. 46-49, 2022.
- [3] Das, A., Bhattacharya, S. K and Krishnaswami, S, “Carbon Isotope Ratio of Dissolved inorganic Carbon (DIC) in rivers Draining the Deccan Traps, India: Sources of DIC and Their Magnitudes”, Earth and Planetary Science Letters, Vol 236, pp. 419-429, 2005.
- [4] 이정민, 이성주, 박명환, “미세버블 기술”, 고분자 과학과 기술, 제 29권, 6호, pp. 529-535, 2018.
- [5] 조민기, 채기탁, 고동찬, 유용재, 최병영, “탄산수의 알칼리도 및 총 탄소 측정방법 비교 연구”, 한국지하수토양환경학회지, 제 14권, 3호, pp. 1-13, 2009.