

하이드레이트 형성 억제제의 제어 방출을 위한 스마트 캐리어 설계

김신현[†]

한국과학기술원 생명화학공학과
(kim.sh@kaist.ac.kr[†])

해저 원유이송 과정에서 발생하는 고압 저온 조건은 가스 하이드레이트 형성을 촉진시켜, 이송관을 통한 유체의 흐름성을 저해하는 요인이 된다. 하이드레이트 형성을 막기 위해 다량의 형성 억제제가 투입되고 있으나, 경제성 저하 및 환경 파괴의 문제가 있다. 본 연구에서는 억제제를 직접 투입하는 대신, 스마트 캐리어에 탑재시켜 이송관으로 도입하고, 하이드레이트 형성 조건에서만 억제제를 방출시킴으로써, 소량의 억제제로 최대의 하이드레이트 형성 억제 효과를 달성할 수 있는 신개념 캐리어를 구현하고자 한다. 이를 위해, 미세유체시스템을 이용하여 물-오일-물의 조성을 갖는 이중액적 (double emulsion)을 형성하고, 이를 주형으로 이용하여 캐리어를 설계한다. 이때, 캐리어가 하이드레이트 형성 온도인 섭씨 15도 내외에서 억제제를 자발적으로 방출할 수 있도록, 캐리어의 고분자막 내부에는 상전이물질이 균질하게 분포하도록 설계한다. 이에 의해, 하이드레이트 형성 온도 이상에서는 상전이물질이 액체 상태로 존재하여 고분자막이 유연한 특성을 보이는 반면, 형성 온도 이하에서는 상전이물질이 고체로 변화함에 따라 고분자막의 취성이 급격히 증가하여 외부 흐름에 의해 고분자막이 파손되게 된다. 이러한 온도 민감성 캐리어는 하이드레이트 형성 조건에서만 선택적으로 억제제를 방출하여 효과적으로 하이드레이트 형성을 막을 수 있게 한다.