

배관내 수용액의 빙충전을 측정

박성배[†], 박승상^{*}, 백종현^{*}, 서태범^{**}

인하대학교 기계공학과 대학원, ^{*}한국생산기술연구원, ^{**}인하대학교 기계공학부

Measurement of the Ice Packing Factor of an Aqueous solution in pipe

[†] Graduate School, Inha University, Incheon 420-751, Korea

^{*} Korea Institute of Industrial Technology, ChonAn 330-825, Korea

^{**} Department of Mechanical Engineering, Graduate School of Inha University, Incheon 420-751, Korea

요 약

아이스슬러리형 빙축열 시스템은, 제빙기를 이용하여 물 또는 수용액에 수십 μm 에서 수 mm 정도의 작은 얼음입자가 섞인 아이스슬러리를 연속적으로 제빙하고, 이를 축열조에 저장하였다가 이용하는 방식의 빙축열 시스템이다. 이 방식은 제빙 효율이 높으며, 얼음 입자가 작아 부하대응력이 우수하다는 장점을 가지고 있다. 또한 아이스슬러리를 직접 수송시 단위유량당 냉열수송량이 커서 건물의 냉방은 물론 지역냉방 시스템, 그리고 각종 산업용 냉각 시스템에 효과적으로 활용될 수 있다. 하지만 배관으로 직접 수송시 해결해야 할 문제점이 많이 있는데, 그중 가장 기본적인 것은 관내 밀폐 없이 아이스슬러리를 안정적으로 수송하는 문제라고 할 수 있다. 또한 수요자에게 공급되는 냉열량의 계량, 즉 빙충전율(Ice Packing Factor, 이하 IPF)측정이 해결되어야 할 중요 문제점들이다.

본 연구에서는 아이스슬러리 빙축열시스템에서 비교적 널리 이용하고 있는 2성분계 수용액인 에틸렌글리콜 6~7 wt% 수용액을 스크래퍼형 아이스슬러리 제빙기를 이용하여 아이스슬러리로 만든 후, 자체 제작한 test section을 이용하여 밀도, 동결점 및 굴절률을 측정하였다. 이를 위하여 우선 농도에 따라 동결점과 굴절률을 구하였으며 측정된 결과는 분해능이 가장 뛰어난 질량유량계를 기준으로 하고 동결점 및 굴절률을 이용한 방법과 비교하였다.

본 연구를 통해 온라인 굴절계를 이용한 IPF 측정은 정확도를 높이려고 cyclone을 사용하여 얼음 입자를 분리하였는데, 일부 particle가 있더라도 측정상의 오차가 $\pm 5\%$ 내에서 만족함으로써 배관상의 얼음입자에 상관없이 실시간으로 IPF를 측정할 수 있음을 보였다. 또한 동결점으로 측정한 IPF값은 밀도값과 비교하였을 때, 측정값에 대한 신뢰도가 가장 낮음을 알 수 있었으며, 밀도로 측정한 IPF값은 분해능이 우수해서 수용액의 농도차에 가장 민감하게 반응하였다.

참고 문헌

1. Lee, D. W., 2001, Ice slurry type storage system and utilization, The Magazine of the SAREK, Vol. 30, No. 6, pp. 21-26.
2. Matsumoto, K., Okada, M., Kawagoe, T. and Kang, C. D., 2000, Ice storage system with water-oil mixture (Actual proof of formation of high IPF suspension with adhesion of ice to cooling wall, Trans. JSME (B), Vol. 66, No. 641, pp.182-188.(Japanese)
3. Peck, J. H., Chung, D. Y., Kang, C. D., and Hong, H., 2005, Measurement of the Ice Packing Factor of an Aqueous Solution Using the Index of Refraction, Korean Journal of Air Conditioning and Refrigeration Engineering, Vol. 17, No. 11, pp. 1088-1094