

액체질소 강제순환에 의한 초전도 케이블 냉각

고 득 용^{*}, 염 한 길, 이 관 수^{*}

한국기계연구원 열유체공정기술연구부 열공조기계그룹, ^{*}한양대학교 기계공학과

LN2 Forced Flow Cooling on HTS Power Cables

Deuk-Yong Koh^{*}, Han-Kil Yeom, Kwan-Soo Lee^{*}

HVAC & Cryogenic Engineering Group, Thermo-fluid System Department, Korea Institute of Machinery & Materials, 305-600, P. O. Box. 101, Yuseong, Daejeon, Korea

^{}Department of Mechanical Engineering, Hanyang University, 17 Haengdang-dong Seoul 133-791, Korea*

요 약

고온 초전도체는 일정 온도영역에서만 고유의 특성을 갖는 초전도 현상이 나타나기 때문에 초전도 케이블의 선재를 초전도 상태로 유지하기 위해서는 냉각이 반드시 필요하게 된다. 액체 냉각방식은 저온의 액체를 순환시켜 냉각하는 방식으로 열적인 안정성이 우수하기 때문에 대용량의 안정적인 냉각능력 확보를 위해 고온 초전도체를 이용한 전력 케이블의 냉각에는 과냉각된 액체질소를 강제 순환시키는 방법을 사용한다.

순환하는 액체질소의 냉각능력 범위는 액체질소의 어는점에서 초전도 선재의 임계 온도까지이며, 이 범위에서 냉각시스템의 안정성과 경제성을 고려하여 운전 온도를 결정해야 한다. 안정적인 냉각능력 확보를 위해 과냉각된 액체질소를 가압하여 순환시키고, 액체질소의 증발을 막기 위해 외부 열 침입을 최소화할 수 있도록 저온용기(cryostat)의 외부를 진공 단열하고, 다층 단열재인 MLI(Multi-Layer Insulation)를 시공한다. 초전도 전력 케이블의 열 부하(thermal load)는 주위로부터 침입되는 열과 통전 시 케이블 내부에서 발생하는 열에 의해 결정되는데, 특히 외부에서 침입되는 열은 저온 용기의 단열 성능에 큰 영향을 받는다.

초전도 전력 케이블의 수력학적 특성 또한 케이블 설계시 고려되어야 할 중요한 사항이다. 특히 케이블의 압력 손실은 전체 케이블의 길이를 결정하는데 중요한 설계인자이다. 초전도 전력 케이블의 저온 용기는 전체 케이블의 유연성을 위해 주름관(corrugated pipe) 형태를 사용한다. 본 연구에서는 고온 초전도 전력 케이블의 냉각 유로에 대한 압력 강하를 측정하고, 유량에 따른 제어 밸브의 개도, 질량 유량계의 영향 등을 분석하였다.

참고문헌

1. R.C. Hawthorne, H.C. von Helms, *Prod. Engineering* 34, pp. 475.
2. J.G. Weisend, S.W. van Sciver, *Cryogenics* 30, 1990, pp. 935.
3. S. Fuchino, N. Tamada, I. Ishii, N. Higuchi, *Hydraulic characteristics in super conducting power transmission cables*, *Physica* 345, 2001, pp. 125-128.
4. KERI, *Development of distribution level HTS power cable*, 2003 DAPAS program workshop, CAST, 2003.Seoul, Korea.