

## 볼밀조건이 알루미늄 나노절연유의 분산거동에 미치는 영향

### The Effect of Ball Mill Condition on the Dispersion of Nano-Sized Alumina Transformer Oil

송현우 · 최철 · 최경식 · 오제명  
한전 전력연구원 신기술센터

나노유체(Nanofluids)는 열전도도가 높은 고형의 나노입자를 기존의 냉각매체에 미량 분산첨가한 것으로서, 유체의 열전달 특성을 획기적으로 개선할 목적으로 최근 활발히 연구되고 있다. 본 연구에서는 초고압 변압기용 절연유를 대체할 수 있는 고열효율의 나노절연유를 개발함에 있어, 절연유에 대한 장시간 분산안정성을 확보할 수 있는 나노분말 표면개질 기술을 개발하고자 하였다.

본 실험에 사용된 분말은 기상공정에 의해 합성된 상용 알루미늄 분말로써, 평균입도가 각각 30 nm (Nanostructured and Nanophase Materials社)와 13 nm (Degussa社)인 구형 입자를 사용하였다. 일반적인 상용분말은 입자의 합성 및 포집과정에서 수백 nm에서 수  $\mu\text{m}$  수준에 이르는 조대 응집체로 존재하므로 표면개질 전, 적정 조건으로 볼밀 분쇄처리 하였다. 소수화 표면으로의 표면개질은 분산제(Oleic Acid)와 입자표면간의 에스테르화 반응을 이용하여 화학결합을 유도였으며, 초음파 조사 조건에서 절연유에 분산시킨 후, 시료에 따른 분산안정성의 차이를 비교 평가하였다.

실험 결과, 표면개질 전 볼밀 분쇄처리한 시료가 미분쇄 시료보다 높은 분산안정성을 보였으며, 볼밀처리 시간이 증가할수록 그 효과가 더욱 뚜렷하게 나타났다. 또한, 볼밀 시간이 증가함에 따라 소수화 안정제의 최적 첨가량이 증가함으로써 분말이 보다 미세하게 분쇄됨을 알 수 있었다. 본 실험에서 사용한 두 종류 알루미늄 분말의 절연유내에서의 분산거동을 상호 비교한 결과, 평균입도 13 nm 인 알루미늄 분말이 보다 안정적인 분산상태를 유지하였다. 이는 분말의 초기 상태가 미세하고 균일한 응집체일수록 절연유내에서의 분산에 더욱 유리한 것으로 판단되며, 이와 함께 저응집 특성의 분말 제조가 요구된다.