

고속철도용 감속기 사용유의 운행 중 상태 변화에 관한 연구 A study on the changes in high speed train gear box oil conditions during operation

*#김형진¹, 이찬우¹, 조덕영², 이동형¹

*#H. J. Kim(hjkim@krri.re.kr)¹, C. W. Lee¹, D. Y. Cho², D. H. Lee¹

¹ 한국철도기술연구원 첨단고속철도연구실, ²(주)솔지

Key words : running gear, relative permittivity

1. 서론

윤활유는 주로 회전하는 기계요소부품의 금속과 금속 마찰면 사이에 윤활유막을 생성시켜 접촉면에서 발생하는 마찰(열)이나 진동, 마모 등을 저감시켜 기계 요소부품의 작동을 원활하게 할 뿐만 아니라 공기 중에 포함되어 있는 산소나 수분 등의 침입을 차단하여 금속면의 부식을 방지하는 역할을 한다. 그러나 사용하는 기간 동안 윤활유는 이러한 금속접촉면 마찰열이나 금속 마모입자, 산소 및 수분 등의 영향을 받아 점차 열화가 촉진되므로 본래의 윤활유 특성이 변하게 된다. 따라서 윤활유 내에 포함된 수분이나 철분 등 마모물질 등이 규정된 한계를 초과하면 기계요소부품의 안전한 사용 및 신뢰성 확보를 위하여 이러한 오염물질을 제거하거나 윤활유를 교체해 주어야 한다. 특히, 오염물질의 양을 적정 수준 이하로 관리 하는 것은 기계장치의 안전한 사용 및 최적의 성능 확보를 위하여 대단히 중요하며 이를 위해 사용유의 시료를 주기적으로 채취하여 오염정도를 측정하고 이상 유무를 관리기준과 비교 검토하여야 한다.

우리나라의 고속철도는 프랑스 고속철도 기술에 기반하여 도입되었지만 고속철도의 초기 운행 결과 프랑스에서 제시한 고속철도 감속기의 윤활유 관리규정은 국내 실정에 다소 부합하지 않은 것으로 나타났는데 이는 우리나라의 기후 및 지형, 선로조건 등 고속철도의 제반 운행조건이 프랑스의 경우와 상이한 때문으로 분석된다. 따라서 현재 국내에서 운행되는 고속철도 차량의 감속기는 한국철도공사가 국내실정에 적합하도록 설정한 주행기어검수규정[1]에 따라 기어유의 수분 및 철분 허용 함유량 기준으로 관리하고 있으며 주기적(주행회기 14일 이내 또는 20,000km 주행)으로 윤활유의 색상을 점검하고 있다. 색상 점검 결과 이상이

있다고 판단되면 수분 및 철분성분 검사를 실시하고 허용치를 초과하면 적법한 검수지침에 따라 윤활유의 보충, 교체 등 감속기의 윤활유를 관리하고 있다.

2. 윤활유 열화 상태 분석

본 연구에서 윤활유의 상태분석을 위하여 사용된 모니터링 센서는 Argo-Hytos사의 LubCos H₂Oplus II 센서이다. 일반적으로 상대 유전율은 계측 시, 윤활유 자체의 온도에 의한 영향을 받으므로 서로 다른 온도 조건에서 측정된 값은 직접적으로 비교하기가 어렵기 때문에 기준온도에서의 상대유전율 값을 사용하기도 한다. 다음 그림은 고속철도 감속기에서 채취한 윤활유 시료를 이용하여 유의 온도를 38℃에서 58℃로 변환시키는 과정에서 일정 시간 간격으로 상대유전율(P)을 측정하고 40℃ 온도로 환산한 상대 유전율(P40)과 비교한 수치를 나타낸 것이다. 그림에서 알 수 있듯이 상대 유전율(P)은 온도가 높아질수록 그 값이 낮게 나타나 온도의 영향을 받는 것으로 나타났다.

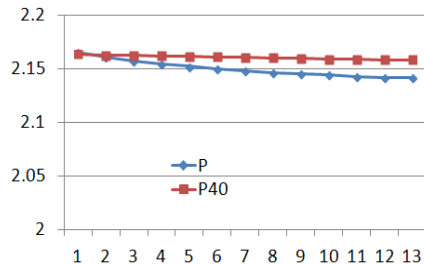


Fig. 1 Relative permittivity(2B-ARU)

수분 함유량이 상대유전율(P40)에 미치는 영향을 분석하기 위하여 1,000ml의 고속철도 감속기유 신유(동점도 233cSt@40℃, 20.7cSt@100℃)가 담

긴 비이커를 열판위에 놓고 70℃로 유지하면서 비이커에 센서를 담근 후 5분 간격으로 수분 100ppm씩 투입하여 3000ppm까지 수분 함유량을 늘렸으며 2분 간격으로 상대 유전율(P40) 값을 측정하였는데 수분 함유량이 약 1,200~1,300ppm을 넘어서면 상대 유전율이 급격히 증가하는 경향을 나타내었으며 이는 기존에 측정된 임의의 일정온도(60℃)에서의 상대유전율 변화 패턴[2]과 유사하게 나타났다.

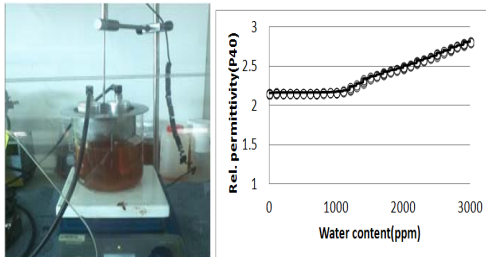


Fig. 2 Oil analysis results(water content)

사용기간(주행거리)에 따른 고속철도 감속기 사용유의 상태변화를 분석하기 위하여 특정 편성의 KTX차량의 감속기(ARU: 차축감속기, MRU: 모터 감속기)를 추적 관리하였다. 다음 그림은 해당 차량 편성에서 교체되지 않고 계속 사용되고 있는 감속기에서 신유 및 1, 2차 시료채취 후 철분 함유량 변화를 측정한 것인데 1차 및 2차 시료 채취 시 주행거리는 신유 주입 후 약 50,000km와 240,000km이었으며 월 평균 약 50,000 km의 주행 이력을 나타내고 있다.

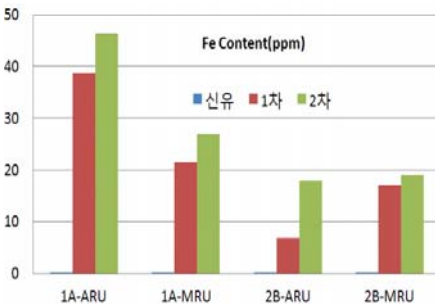


Fig. 3 Oil analysis results(Fe content)

그림에서 알 수 있듯이 신유 상태에서는 거의 검출되지 않았던 철분 함유량이 차축 및 모터 감속기 2개의 set 모두에서 주행거리가 증가할수록 증가

하는 것으로 나타났다. 모든 감속기 사용유에서의 수분 함유량이 약 100ppm내외로 상대유전율에 미치는 영향이 크지 않은 점을 감안하면 철분함유량 증가도 상대유전율(P40) 변화(Fig. 4)에 큰 영향을 미치지 않은 것으로 평가된다. 이는 2차 채취 시 철분 함유량 변화가 1차 채취 때와 비교하여 최대 10ppm 정도로 미미하기 때문인 것으로 분석되며 의미 있는 값을 도출하기 위해서는 향후에도 영업용 고속철도차량에 장착되어 있는 감속기의 기어유에 대한 지속적인 추적관리 및 분석이 필요하다.

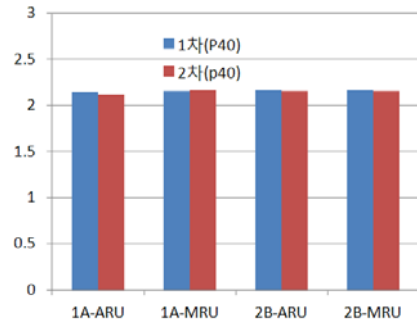


Fig. 4 Oil analysis(Relative permittivity)

3. 결론

고속철도를 포함한 철도차량의 감속기유는 사용하는 동안 외부유입 및 공기와의 접촉에 의한 수분이나 접촉면의 마모 등으로 인한 철분 등 금속 마모물질이 증가되며 이는 기어유의 열화를 촉진시켜 해당 부품의 원활한 작동 및 사용수명이나 철도차량의 안전운행에 지배적 영향을 미치므로 철도운영처에서도 고속철도 검수규정에 감속기유에 대한 관리규정을 두고 있다.

본 연구는 향후 고속철도 감속기의 이상상태 분석 및 모니터링 기법에 적용하기 위하여 상용 오일 모니터링 센서를 이용하여 차량 운용에 따른 감속기유의 상태변화를 검토하였는데 주행거리가 길어질수록 감속기유의 철분 함유량이 증가하는 것으로 나타났다.

참고문헌

1. 김수지, 김서-기계장치 검수, 한국철도공사, 2011
2. 김형진 외, “고속철도 감속기 윤활유 상태 모니터링 기법에 관한 연구”, 한국정밀공학회 춘계학술대회 논문집, 2012