선로보수장비 트랜스미션 오일 교환주기 분석

Analysis of Transmission Oil Replacement Cycle for Track Repair Machine

홍영선*, 황욱선**, 박준성*, 김재문***†

Young-Seon Hong, Wook-Sun Hwang, Jun-Sung Park, Jae-Moon Kim

초 록 선로보수장비에 사용중인 트랜스미션 오일은 엔진 가동시간 기준으로 제작사에서는 1,000시간 사용 후 교환을 제시하고 있으나, 1,000시간에 대한 정비기준이 없어 보수적 유지보수 관점에서 조기에 교환하고 있어, 제작사 제시 기준보다 다소 지연된 선로보수장비 정비기준 1,200시간 적용의 적정성 여부를 시험을 통해 확인하였다. 시험 결과 점도, 점도지수, 산가는 모든 샘플에서 허용범위 내로 측정되었으며, 허용범위가 정해지지 않은 수분과 입자오염도는 측정 데이터에 의한 상관분석을 통해 사용시간 경과에 따른 변화량의 상관관계가 낮음이 확인되었다. 따라서 트랜스미션 오일의 경우 선로보수장비 정비기준 1,200시간 적용이 가능할 것으로 판단되었다.

주요어 : 선로보수장비, 트랜스미션 오일, 교환주기

1. 서 론

선로보수장비에 사용중인 트랜스미션 오일은 사용하는 동안 점점 열화가 진행된다. 열화된 상태로 계속 사용하면 열화가 급속히 진행되어 트러블 발생, 운전수명 단축, 장치 의파손 원인이 되므로 열화에 대한 판정으로 적정한 시점에 교환이 요구된다. 트랜스미션 오일의 열화판정은 눈으로 직접 보고 판단하는 외관적 열화판정이나 시험분석하여 판단하는 방법이 사용되고 있다. 두 방법 모두 새 기름과의 비교에 의해 판정하며, 사용된 오일의 시험분석은 성상분석, 오염분석, 마모분석으로 구분된다. 사용된 오일의 상태평가를 위해서는 정기적인 시험을 통해 교환여부의 판단이 필요하나, 선로보수장비의 경우 제작사에서는 1,000시간 사용 후 교환을 제시하고 있으나, 1,000시간에 대한 선로보수장비 정비기준이 없어 보수적 관점에서 600시간 사용 후 교환되고 있다.

†교신저자 : 한국교통대학교 교통대학원
(goldmoon@ut.ac.kr)
* 한국철도공사 인재개발원
** 한국철도공사 시설장비사무소
*** 한국교통대학교 교통대학원

2. 본 론

2.1 트랜스미션 오일 교환기준

선로보수장비는 크게 작업용 장비와 견인용 장비로 구분되고 있으며, 작업용 장비의 경우 대부분 수입하여 사용하고, 견인용 장비는 국내 제작사를 통해 도입되고 있다. 이에 따른 트랜스미션의 제조사도 다르며 오일의 교환주기도 다소 상이하다. Table 1.은 트랜스미션 제조사 별로 제시된 오일의 교환주기를 보여주고 있다.

Table 1. 제조사 별 오일의 교환주기

제조사	최초 교환	최초 교환 이후
NICO社	100시간 사용 후	1,000시간 사용 후
ZF社	100시간 사용 후	1,000시간 사용 후 또는 1년 마다
VOITH社	-	5,000시간 사용 후 또는 3년 마다

선로보수장비의 경우 보선장비 검수 시행절차서에 의해 교환을 시행하며, 제작사 제시 기준보다 짧은 엔진가동 600시간 마다 교환을 하고 있다. Table 2는 선로보수장비 트랜스미션의 정비기준을 보여주고 있다.

Table 2. 선로보수장비 정비기준

정비종류	정비기준	정비내용
LI-12	600시간 가동 또는 12개월 운용	트랜스미션 오일 및 필터 교환
GI-2	1,200시간 가동 또는 2년 운용	LI-12 정비항목 포함

2.2 시험 및 분석

선로보수장비 중 멀티풀 타이 탬퍼와 궤도안정기 7대를 대상으로 시험분석하였다. 시험은 엔진구동 시간을 기준으로 현재 기준보다 많이 사용된 시간대가 다른 사용유를 사용하였으며, 시료의 채취는 오일이 희석될 수 있도록 트랜스미션을 충분히 구동시킨 후 배유구를 통해 중간유를 받아 시료로 사용하였으며, 성상분석과 오염분석을 통해 점도, 점도지수, 산가, 수분, 입자오염도를 측정하였다. 시험방법은 점도의 경우 ASTM D 445, 점도지수는 ASTM D 2270, 산가는 ASTM D 974, 수분은 ASTM D 7546, 입자오염도는 ISO 4406-99에 규정된 방법으로 시험하였다.

시험 결과 점도, 점도지수, 산가는 모든 샘플에서 허용범위 내에서 측정되었으며, 허용범위가 정해지지 않은 수분과 입자오염도는 사용시간대 별 측정된 데이터에 대한 분산분석표를 작성하여 식(1)~(4)에 의해 사용시간에 따른 측정값의 상관관계를 비교하였다.

$$S_{xy} = \sum_{i=1}^{n} x_i y_i - \frac{\sum_{i=1}^{n} x_i \sum_{i=1}^{n} y_i}{n} \quad \cdots\cdots\cdots(1)$$

$$S_{xx} = \sum_{i=1}^{n} x_i^{2} - \frac{(\sum_{i=1}^{n} x_i)^2}{n} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots(2)$$

$$S_{yy} = \sum_{i=1}^{n} y_i^{2} - \frac{(\sum_{i=1}^{n} y_i)^2}{n} \cdots\cdots\cdots\cdots(3)$$

$$r = \frac{S_{xy}}{\sqrt{Sxx}\,\sqrt{Syy}} \cdots\cdots\cdots\cdots(4)$$

여기서, x_i는 장비별 사용시간, y_i는 장비별 수분 또는 입자오염도이다.

수분함량의 경우 상관계수가 0.38013으로 사용시간에 따른 수분함량의 증가는 상관관계가 낮게 판단되었다. 입자오염도는 입자크기 $4\mu m$, $6\mu m$, $14\mu m$의 입자수를 세어 표현됨에 따라 입자의 크기별로 가중치를 부여한 종합오염도로 환산하여 상관관계를 확인하였다. 가중치 적용에 의한 입자오염도의 경우 상관계수가 0.04109로 사용시간에 따른 입자오염도의 증가에 대한 상관관계가 거의 없음이 확인되었다.

3. 결 론

선로보수장비에 사용중인 트랜스미션 오일은 엔진 가동시간 기준으로 제작사에서는 1,000시간 사용 후 교환을 제시하고 있으나, 현재는 1,000시간에 대한 정비기준이 없어 보수적 관점에서 600시간 사용 후 조기에 교환하고 있어, 제작사 제시 기준보다 다소 지연된 선로보수장비 정비기준 1,200시간 적용의 적정성 여부를 시험을 통해 확인하였다. 시험 결과 점도, 점도지수, 산가는 모든 샘플에서 허용범위 내로 측정되었으며, 허용범위가 정해지지 않은 수분과 입자오염도는 측정 데이터에 의한 상관분석을 통해 사용시간 경과에 따른 변화량의 상관관계가 낮음이 확인되었다. 따라서 트랜스미션 오일의 경우 선로보수장비 정비기준 1,200시간 적용이 가능할 것으로 판단되었다.

참고문헌

[1] 홍영선 등 5인 (2023). “회귀분석에 의한 선로보수장비 유압작동유 교환주기 분석” 2023년 한국철도학회 춘계학술대회논문집

[2] 정미숙 (2014). “Excel과 R을 이용한 통계학”. 자유아카데미

[3] Plasser & Theurer (2018). “멀티플 타이 탬퍼 사용 및 정비지침서“. 엠씨알코리아

[4] ㈜성신RST (2022), “견인용 모터카 유지보수매뉴얼”