

고속철도 가공전차선로의 드로퍼 수명예측 연구

A Study on the Life Cycle Prediction of the Dropper Overhead Catenary System in High Speed Railway

윤응규*, 김재문†

Eung-Kyu Youn*, Jae-Moom Kim†

초 록 고속철도 가공전차선로에서의 드로퍼는 전차선의 높이를 일정하게 유지하고, 부하전류를 전차선과 조가선에 분담 해주는 역할을 위하여 상부의 조가선에서 하부의 전차선을 지지하고 있으며, 이러한 드로퍼가 가닥 단선이 생기면 묶음이 풀리면서 가닥들이 흩어지고 점차 가닥 단선이 빠르게 진행되는데 가공전차선로를 구성하는 드로퍼에 대하여 평균수명 및 신뢰도를 산정하고자 한다.

주요어 : 드로퍼, 평균수명, 신뢰도

1. 서 론

고속철도 가공전차선로를 구성하는 드로퍼 상부측이 끊어지게 되면 전기차량의 집전장치와 충돌을 일으키게 되므로 팬터그래프를 하강하여 타행운전을 해야 하고, 하부가 끊어지는 경우 전동차량 운전에는 문제가 없지만 전차선로 순환전류에 의하여 인접한 다른 드로퍼나 균압선에 문제를 초래할 수 있다. 고속철도 1단계 구간(경부선 서울~동대구간)의 장애 데이터로 드로퍼에 대하여 와이블(Weibull)분석을 통해 평균수명 및 신뢰도를 산정하였다.

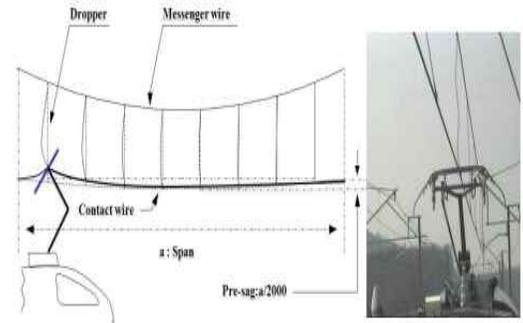


Fig.1 고속전차선로의 드로퍼

2. 본 론

2.1 고속전차선로의 드로퍼 구성

고속 전차선로는 그림 1과 같이 이동하는 팬터그래프가 직접 접촉하면서 열차에 전기를 공급하는 전차선(Contact Wire), 드로퍼(Dropper)를 통해 전차선을 현수하는 조가선(Messenger Wire), 조가선을 지지하는 가동 브래킷(Hinged Bracket) 그리고 급전선 및 가동 브래킷 등을 지지하는 전주 등으로 구성한다. 드로퍼는 전차선을 수평으로 유지하기 위해 전차선을 조가선에 현수하는 장치로써, 단면적 12[mm²]의 청동연선 양단에 클립형 금구로 조가선 이도에 맞춰 전차선을 조가선에 현수되게 지지한다.

드로퍼 설치간격은 배치간격에 따라 가선특성(탄성도 특성, 비균일률 파악, 고유 주파수해석, 정적 압상력, 파동전파속도, 증폭계수 등) 및 각종 계수파악 등에 매우 중요한 역할을 하고 있다.



Fig.2 드로퍼 모양

2.2 WEIBULL분석을 통한 수명 예측

2004년부터 2014년까지 발생한 고속전차선로 가선 시스템에서의 드로퍼 고장에 대해 누적 고장 시간을 계산하여 분석을 진행하였으며, 이 때 고장데이터의 단위는 시간이다. 고장은 전차선로 멈춤에 따른 고장으로 정의하였고, 전차선로 가선시스템 드로퍼의 고장데이터를 추출하였다.

신뢰성 척도는 신뢰성, 고장률, 평균 고장시간 간격, 평균교환 시간, 고장까지의 평균 시간을 활용하여 구체적으로 신뢰성의 정도를 판별하기 위한 척도를 말한다. 신뢰성 자료의 통계적 분석을 위해 우선 획득된 수명자료를 어떠한 수명분포에 적용시킬 수 있는지를 판정하는 적합도 검정을 위하여 고장분포의 적합성 검토에 Minitab을 이용하였으며 WEIBULL 분포를 사용하였다.

분석대상 개소의 드로퍼의 전체수량이 112,303개에서 하나의 드로퍼가 문제시 1경간 내의 드로퍼가 전체 영향을 받는다. 향후 교체 시 1경간을 검토해야 하므로 경간 내(63m) 9개의 드로퍼로 구성되어 9개로 나누어 구간을 12,478개소로 분리하여 분석하였다. 실제 장애 수량 154개에서 분석의 정확성을 기하기 위하여 1년 미만 데이터 14개를 제외한 후 그림 3에서 분포분석(우측편중분포)의 모수 분포분석을 시행한 결과 평균이 26,528일, B10수명으로 8,280일로 분석 되었다.

2.3 드로퍼 평균수명 비교

드로퍼 평균수명과 고장수명을 B10 수명을 이용하여 비교한 결과 표 1과 같이 8,280일로 분석되었다.

Table 1. WEIBULL 분석결과

구 분	드로퍼
β	1.90517
η	29,898.4
MTTF(MTBF)(일)	26,528
B10 life(년)	8,280일 (22.7년)
R(신뢰도)	0.831031
h(고장률)	0.0000238

시공개소별로 수명주기를 측정한 결과 표 2와 같이 전체는 22.7년으로 나타나고, 토공개소는 24.5년, 터널개소는 23.8년, 교량개소는 20.6년으로 나타나 교량개소의 드로퍼 교체주기를 전체 교체주기보다는 2.24년 정도 앞당겨야 한다.

Table 2. 시공개소별 수명주기

구분	전체	토공	터널	교량
B10 Life(일)	8,280	8,938	8,704	7,507
B10 Life(년)	22.7	24.48	23.84	20.56

3. 결 론

본 논문에서는 가공전차선로에 신뢰도 분석을 위해 2004년~2014년까지의 고속철도 가공전차선로 운영 중에 발생한 11년간의 장애 데이터를 통한 피드백 분석으로 다음과 같은 결과를 도출하였다.

정확한 교체주기를 위하여 중요시설물에 대한 WEIBULL 분석을 통해 MTTF(MTBF)측정하고, 교체주기를 B10 Life로 수명을 예측하였다.

참고문헌

- [1] 양병남, '최신전기철도공학', 성안당, 2005
- [2] 고속전차선로 유지보수 매뉴얼, 한국철도공사
- [3] 한국철도시설공단, '회계규정시행세칙', 별표2
- [4] 한국철도공사 '전철전력유지보수시행세칙' 별표 2
- [5] 이기천, '속도향상을 위한 고속전차선로 드로퍼 기계적 피로분석에 관한 연구', 2012
- [6] 2014~2015년 철도통계연보, 한국철도공사
- [8] 서순근, 'Minitab 신뢰성분석', 이레테크, 2005

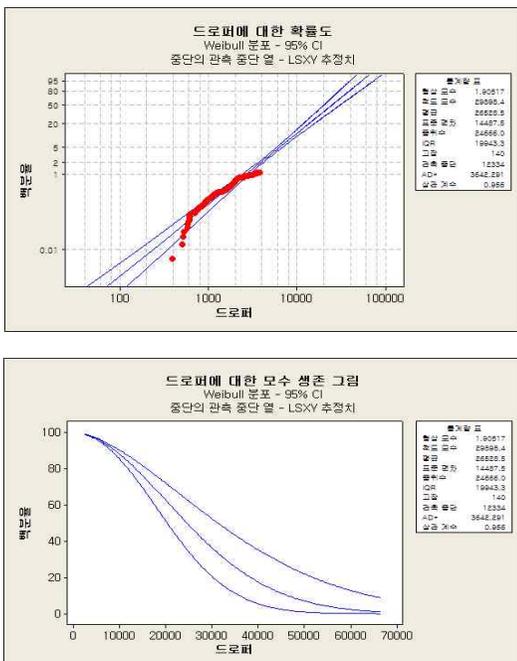


Fig.3 WEIBULL 분석