

고속 분기기의 벨 크랭크 파손에 따른 장애 원인 분석

Analysis on causes of Faults in damaged Bell Crank of High Speed Line Turont

김용규* 백종현** 김종기***
KIM, Yong-Kyu BAEK, Jong-Hyun KIM, Jong-Ki

ABSTRACT

We carried out a vibration test to analyze causes of the damage in the plate of Bell Crank of the high speed Line turnout, at the section where the plate of high speed railway turnout get damaged from May 8th to 9th in 2006. In addition, through a test of the material quality, we performed an analysis of the qualities (of the components) composing the plate. The result indicates that the main cause of faults of the high speed line turnout, which is installed in the section of Chil-gok IEC, is the vibration. In this paper, effects on track-side equipments from vibration, and measurements to protect them from it are mainly analyzed and checked

1. 서 론

2005년 고속선 철곡 신호기계실(IEC : Interlocking Equipment Center)의 5002p, 5002f, 5008p의 분기기에서 벨 크랭크 좌대가 파손되어 열차 지연 장애가 발생하였다. 5002f의 경우에는 물품 교체에도 불구하고, 파손 현상이 연속적으로 2회 발생하였다. 이러한 장애의 원인이 정확하게 규명되지 않음에 따라 향후의 장애 예방을 위해 궤도 전문가의 판단 또는 CTC 유지보수 시스템의 분기기 관련 장애 기록을 검토함으로써 크랭크 틀의 제조상 결함, 크랭크 틀에 지장물이 통과하면서 가한 충격 및 궤도 설치 불량에 의한 진동 현상으로 추정하였다. 특히 2005년 7월 17일 고속열차(KTX : Korean Train eXpress)가 관련 분기기를 통과할 때마다 좌대 틀을 교체하기 이전까지 5008p 분기기에는 매우 많은 장애가 감지되었다. 그러나 철곡 IEC 구간에 궤도 형상 개량 작업이 시행된 후에는 계속적으로 발생하였던 파손 장애가 중단되었던 것으로 견주어 볼 때, 궤도 설치 불량 관련 가정이 좌판 문제의 주요 원인일 것으로 판단하였다. 이러한 판단 결과에 따라 고속선 분기기의 벨 크랭크 좌판 파손에 대한 원인 분석을 위해 2006년 5월 8일 ~ 9일까지 고속선 분기기의 좌판이 파손된 위치에서의 진동 시험을 실시함과 동시에 파손된 좌판에 대한 재질 시험을 통해 좌판을 구성하는 재질의 분석을 시행하였다. 시험 및 분석 결과, 철곡 신호기계실 영역에 설치된 고속선 분기기 장애의 주 원인은 열차 운행에 의해 유발되는 진동으로 확인되었다. 본 논문에서는 이러한 진동에 의한 분기기와 같은 선로변 장치의 영향과 진동으로부터 선로변 설비를 보호하기 위한 방안이 중점적으로 분석 및 검토되었다.

* 한국철도기술연구원 전기신호연구본부, 책임 연구원, 정회원

E-mail : ygkim1@krii.re.kr

TEL : (031)460-5434 FAX : (031)460-5449

** 한국철도기술연구원 전기신호연구본부, 선임 연구원, 정회원

*** 한국철도기술연구원 전기신호연구본부, 책임 연구원, 정회원

Emission Spectrophotometer(Hilger Analytical)를 사용하였다.



a) 시험 대상 b) Body-A c) Neck-B

그림 3. 벨 크랭크 좌판의 형상

규격 성분의 분석은 KS D 3503:1998의 기준을 적용하여 실행하였다. 측정 결과는 기타 금속 성분 구성과 함께 아래 표와 같이 주어지며, 벨 크랭크 좌판의 규격 성분은 Body-A와 Neck-B 모두 주어진 규격을 만족함을 확인하였다.

표 2 적용 규격 및 재질 시험 결과

성분 구분	C	Mn	P	S	Fe	C	Si	Mn	Cr
규격	-	-	0.050 이하	0.050 이하	-	-	-	-	-
Body Part-A	-	-	0.004	0.014	93.0	5.39	1.03	0.26	0.01
Neck Part-B	-	-	0.006	0.017	94.2	3.87	1.39	0.30	0.02

따라서 철국 IEC에서의 분기기 벨 크랭크 좌판의 파손은 구성 재질상의 문제점이 없는 것을 확인할 수 있었으며, 벨 크랭크 좌판의 파손은 진동 등과 같은 타 원인에 의해 발생되었을 것으로 추정되었다.

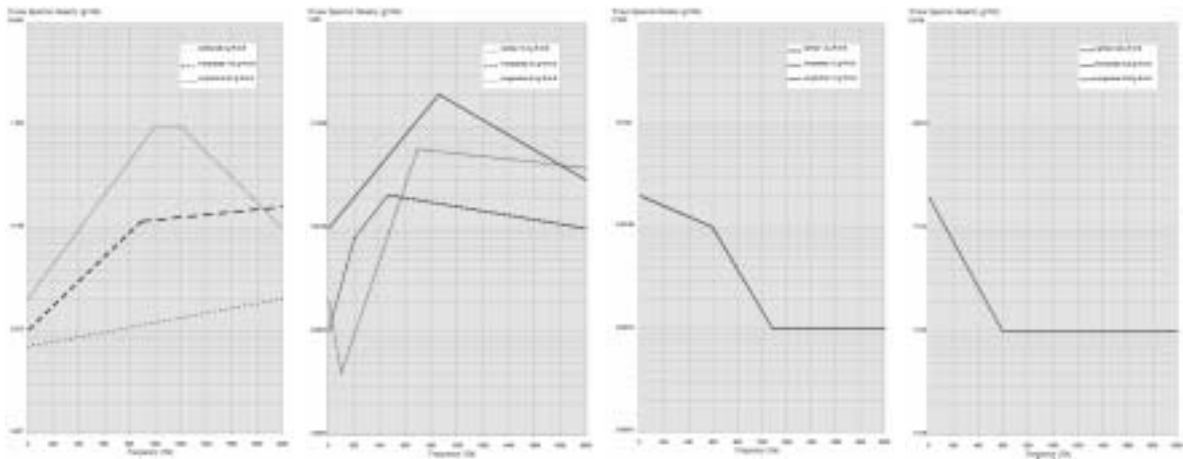
3. 진동 시험

3.1 진동 관련 규격 조사

선로변 설비에 대한 진동 기준값을 확인하기 위한 자료를 조사하였지만, 관련 기준값이 존재하지 않는 것으로 확인되었다. 현재 한국철도공사에서 추진중인 기존선 구간의 차상 신호 설치 관련 프로젝트인 ERTMS/ETCS Environmental Requirements의 경우에는 Cenelec 표준 EN 50125, EN 50155와 ORE research paper A118 report No 4를 적용하였지만, 정확한 진동 기준값 대신에 진동 시험 기준 및 내진성에 대해서만 언급하였다. 특히 지상장치의 진동 기준은 전력 스펙트럼 밀도를 갖는 임의적인 진동을 견딜 수 있어야 하며 이의 기준은 아래의 그래프와 같은 형태로 주어진다. 이는 선로에 설치되는 설비에 대한 진동 내구 한계를 의미하며, 관련 자료 또한 정확한 진동 기준 한계로 적용하기에 불충분하다. 표 3은 ERTMS/ETCS 지상설비인 발리스와 LEU(Lineside Electronic Unit)에 대한 진동 기준을 나타낸다.

표 3. 선로변 신호설비 관련 진동 기준

구분	진동 시험	충격 시험
LEU	0.23g	2g
발리스	0.23g	2g



a) 레일 장착 b) 침목 장착 c) 자갈 위 장착 d) 선로변 장착

그림 4. 신호설비의 진동 관련 ERTMS/ETCS 규정

표 4 설치 위치에 따른 진동 한계값

	레일 장착	침목 장착	자갈 위 장착	선로변 장착
Vertical	28.0g	13.0g	1.0g	0.23g
Traversal	14.0g	5.0g	1.0g	0.23g
Longitudinal	5.0g	2.0g	1.0g	0.23g

3.2 진동 측정

크랭크 톨의 제조 상의 결함을 분석하기 위해 관련 기기에 대한 외형 실측 검사와 재질 시험 결과는 설계 및 재질상의 특이한 이상을 발견하지 못함에 따라 선로에서의 수직 가속도가 분기기의 장애에 영향을 인가한 경우를 확인하기 위해 관련 설비의 설치 위치에서의 진동 시험이 최상의 방안으로 추정됨으로서 관련 설비에 대한 진동 측정 시험을 실시하였다. 그 결과, 만약 진동의 영향에 의한 분기기의 오동작이 확인될 경우에는 수시로 진동 측정을 실행함으로써 예방 차원의 오동작 방지를 실현할 수 있도록 방안을 강구해야 한다.



그림 4. 고속 분기기 설치 현황

고속분기기가 설치된 선로에서의 진동 측정을 위해 열차 운행이 적은 야간에 사전 측정 위치 조정 및

진동 측정 최대값은 1번 위치에서 주어지며, 이때의 진동 가속도 값은 10.827g였다.

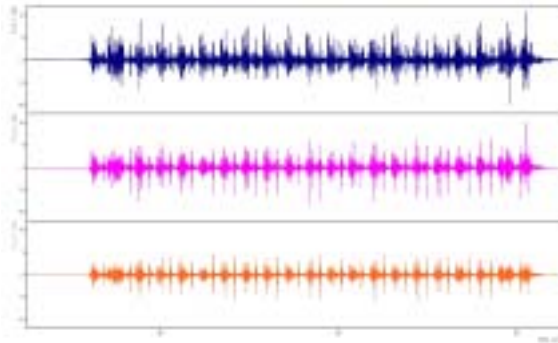


그림 8. 2회 차 진동 가속도 측정 결과
(2006년 5월 9일 12시 16분)

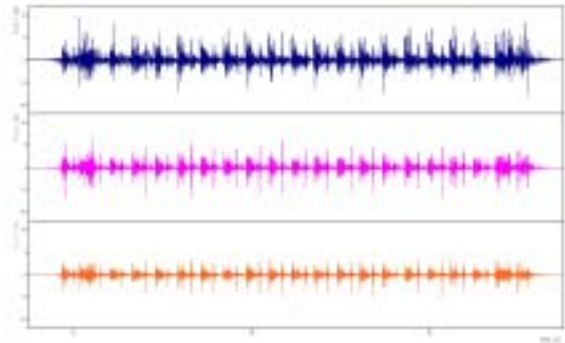


그림 9. 3회 차 진동 가속도 측정 결과
(2006년 5월 9일 12시 19분)

표 5. 고속 분기기 진동 가속도 측정 결과

회수	1회			2회		3회		4회	
시각	12:03:15			12:16:00		12:19:47		12:44:21	
위치	g(max)	g(min)	f(max)	g(max)	g(min)	g(max)	g(min)	g(max)	g(min)
1	9.515g	-7.827g	49.7Hz	10.827g	-10.067g	9.735g	-7.832g	8.802g	-7.944g
2	5.481g	-7.963g	45.7Hz	10.110g	-8.205g	6.133g	-7.197g	5.803g	-7.369g
3	5.573g	-8.426g	45.7Hz	4.797g	-6.165g	3.704g	-5.261g	5.546g	-5.603g

벨 크랭크 파손 분석에서 이미 예측한 결과와 동일하게 장애가 발생한 위치에서의 진동값은 비정상적인 큰 값으로 측정됨을 확인하였다. 그러나 이러한 측정 결과를 비교할 수 있는 진동 관련 기준값이 존재하지 않으며, 장애가 발생하는 경우에는 항상 시설 담당 부서와의 원인 규명 관련 책임 소재의 주요 항목으로 주어지며, 또한 시설 담당부서에의 진동 측정은 장애가 자주 유발되는 선로변보다는 검측 차량 등을 이용하여 차량에서 진동을 측정함에 따라 선로변 설비에서의 직접적인 진동 측정을 실행하지 않은 것으로 조사되었다.

5. 결론

예방 유지보수 차원의 주기적인 유지보수 형태로 진동에 의한 장애가 예상되는 지점에서 진동값을 측정한다. 특히 장애 발생 전, 후의 진동값을 측정하여 관련 설비에서의 진동 한계를 예측한다. 이러한 결과를 비교, 분석함으로써 예방 유지보수의 기준값을 설정한다. 만약 임의의 진동 측정값이 기준치를 초과할 경우에는 관련 시설물에 대한 점검을 실시함으로써 장애를 미연에 방지할 수 있을 것으로 예상된다. 또한 선로변 진동 측정값과 검측 차량의 진동 측정값간의 상관관계를 조사, 분석함으로써 선로변 설비에 대한 진동 기준값을 설정해야 한다. 이를 위해서는 일정 기간 동안 지상에서의 측정 데이터와 차량에서의 측정 데이터를 수집한 후, 관련 자료에 대한 대응 관계를 분석, 연구할 필요가 있다.

6. 참고 문헌

1. 고속선 신호설비 안정화와 성능 개선을 위한 연구 보고서, 2005, 한국철도기술연구원