

# 궤조 절연부의 자성발생 원인 분석

이태영\*†, 권호진\*\*, 이남수\*\*

Tae-young Lee\*†, Ho-jin Kwon\*\*, Nam-su Lee\*\*

접착절연레일(Glued Insulated Rail)은 인접한 레일의 연결부에 절연체를 삽입하여 전기적으로 구분하고 레일 이음매판을 강력 접착제와 절연된 볼트, 너트 등으로 고정하여 강화한 절연레일을 의미한다. 구간별로 전기적 절연이 이루어지므로 궤도회로장치를 이용하여 열차위치를 검지를 할 수 있도록 기능하는 신호보안장치의 궤도회로를 구성하기 위한 주요 구성품이다. 접착절연레일은 이음매판이나 접착제가 불량할 경우 단부 충격 및 처짐 증가로 인해 접착부가 파손되어 진진되며 절연성 저하 및 유격 발생의 문제가 발생된다. 이런 문제로 인하여 근래에 접착절연레일에 대한 연구 및 관련기준에 대한 검토가 이루어지고 있다. 또한 접착절연레일 절연부에 이물질(숫조각 등)등의 접촉으로 인한 궤도회로 장애가 발생하고 있어, 궤조 절연부의 자성발생의 원인을 분석하여 이에 대한 예방대책을 세울 수 있도록 하고자 한다.

본 연구는 한국철도공사의 자체연구개발 공동연구과제 “접착식 절연레일 장애예방에 관한 연구”에 의해 수행되었습니다.

**주요어** : 접착절연레일, 구조적 안전성, 전기절연성

## 1. 서 론

접착절연레일은 인접한 궤도회로와의 전기적인 경계를 두기 위한 전기적 단락을 유도하는 레일이면서 레일의 불연속 구간을 보강하는 역할을 한다. 접착절연레일은 기능적으로 매우 중요한 궤도 구성품이나 종래에는 파손사례가 종종 발생하여 근래에는 내구성을 보완하고자 하는 연구개발이 이루어지고 있다. 그러나 접착절연레일 파손에 의한 궤도회로 장애 뿐만아니라 절연부에 이물질(숫조각 등) 부착으로 인한 장애도 발생되고 있어 이에 대하여 본 연구가 진행되었으며 현재 궤도장애 발생 현황과 원인분석을 진행중이다.

## 2. 연구개발 배경 및 필요성

국내 절연이음매는 일반절연이음매와 접착

\*\* (주)세안 기술연구소

식절연이음매(접착절연레일)를 사용하고 있으며 접착절연레일은 본선 구간이나 분기기내에 주로 사용되고 있다. 접착절연레일은 절연편의 경사각도에 따라 직각식(Fig 1), 경사식(Fig 2)으로 구분되어지며 일반선로에는 직각식, 분기기내에는 경사식이 주로 사용되어졌으나 근래에는 직각식을 주로 사용하고 있다.

접착절연레일은 궤도회로를 구성하기 위한 매우 중요한 구성품이나 그 수요가 많지 않아 활발한 연구가 이루어지지 않았으나 접착절연레일 파손 및 유격 발생으로 인하여 근래에 연구개발이 이루어지고 있다.

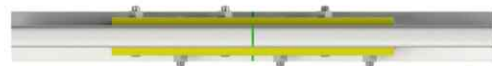


Fig 1. 직각식 접착절연레일

\*† 한국철도공사 연구처(farsou@korail.com)

\* 한국철도공사 연구처

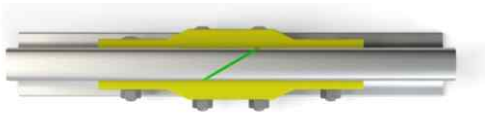


Fig 2. 경사식 접착절연레일

그러나, 접착절연레일의 파손 및 유격 발생과는 다른 문제점이 현장에서 발생되어 있어 열차 지연 운행을 초래하는 경우가 발생되어 있다. 주요 발생 원인으로 접착절연레일 절연부내에 쇳조각으로 추정되는 이물질이 접촉되어 레도회로 장애가 발생되었으며 결함 사례는 Fig 3과 같다.



Fig 3. 접착절연레일 결함 사례

따라서 위의 발생 현상을 파악하고 원인 분석을 통하여 문제점을 해결하기 위한 연구 개발이 필요한 실정이다.

### 3. 연구개발 수행 내용

#### 3.1 장애발생 현장 방문 및 조사

레도 절연부에 쇳조각이 부착되는 현상은 지속적인 열차주행으로 인한 충격으로 인하여 레일이 자화되어 쇳조각이 달라붙는 것으로 추정되었다. 이를 확인하기 위하여 레도회로 장애가 발생되었던 구간을 포함한 현장을 방문하여 레일의 자화현상을 파악하였다.

- 1)일시:2021.02.10. 10:00 ~ 17:00
- 2)장소:의정부역, 양주역 구내
- 3)측정장비:교류클램프미터, 나침반 등

레도회로 장애가 발생된 개소를 포함하여 총 6개소의 발생전류 및 접착절연레일 상태를 조사하였으며 조사 결과는 Table 1과 같다.

Table 1. 절연레일 전류세기 및 상태

No.	절연 종류	절연편 이격거리	레일 종류	전류 세기	선로 방향
역구내	접착절연	3 mm	50kg		
58T	일반절연	6 mm	60kg		

5T(일반)	일반절연	19 mm	60kg		
5T(분기)	일반절연	-	50kg		
23T	일반절연	5 mm	50kg		
22AT(분기)	일반절연	-	60kg		
23AT(분기)	접착절연	4 mm	60kg		

레도 절연부의 자성 유발 요인을 조사한 결과 ①선로의 방향과 지자기 방향 정렬이 연관성이 있었으며, ②레일 끝단에 가해지는 충격량, 횡수에 따라 자성의 세기가 증가되는 현상을 보였다.

레일의 자화 현상은 ①레일 단면이 직각인 경우, ②도상 다지기가 부족한 경우, ③열차 속도를 감속하는 구간, ④열차 속도가 높은 구간에서 증가하는 것으로 조사되었다.

Fig 4는 레일 자화로 인한 쇳가루 부착사례이며 Fig 5은 레일 단부에서 측정되는 자기장 세기를 측정한 사례이다.



Fig 4. 절연부 쇳가루 부착 사례



Fig 5. 레일 자기장 측정 사례

#### 3.2 이음매부 현장 방문 및 조사

레도회로 장애발생 현장 방문 및 조사 결과 레일의 자화 현상은 열차 충격에 대하여 매우 밀접한 관계를 가지는 것으로 판단되었으며 선로방향이 지구자기방향과 일치할 경우에도 자화현상이 가속되는 것으로 예측되었다.

지구자기장과 레일 자화현상에 대해서는 추가적인 조사의 필요성이 있어 지구자기장 방향과 직각방향의 선로를 선정하여 방문 및 측정하였다. 또한 금번 조사에서는 교류측정기가 아닌 레일자성측정기를 사용하여 레일 자성측정에 정확도를 기하였다.

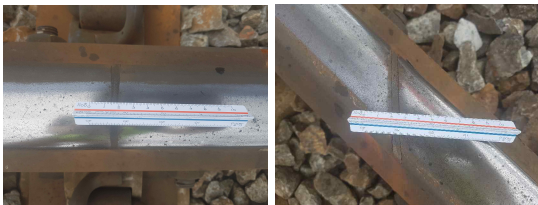
- 1)일시:2021.09.06. 11:00~16:00
- 2)장소:도고온천역, 예산역, 삽교역
- 3)측정장비:가우스미터, 나침반 등  
신축이음매를 포함하여 총 8개소의 자기장 세기 및 방향을 조사하였으며 조사 결과는 Table 2와 같다.

**Table 2.** 레일 자기장 세기 및 선로방향

No.	절연 종류	절연편 이격거리	레일 종류	자기장 세기	선로방향
도고 YT	신축이음매	-	60kg	0~8.2	동북 30°
도고 YT	접착절연(직)	4.5~6	60kg	1.1~5.3	동북 30°
도고 21A	접착절연(경)	5.5~6	60kg	1.7~4.4	동북 30°
도고 21A	일반절연	8~9	60kg	2.7~20	동북 15°
예산 51A	접착절연(경)	5.5~6	60kg	0.4~4.8	북동 20°
예산 51A	접착절연(직)	4~6	60kg	0~1.4	북동 10°
삽교 22A	접착절연(경)	5.5~6	60kg	0.1~3.3	동남 5°
삽교 22A	접착절연(직)	4.5~6	60kg	0.9~4.9	동남 20°

레도 절연부의 자기장 세기 및 선로방향을 조사한 결과 일반절연(FRP)에서만 자화현상이 검출되었으며 접착절연레일은 상태가 매우 양호한 관계로 자화 현상이 거의 발생되지 않았다. 이는 레일의 자화 현상은 열차의 충격에 의하여 발생하는 것으로 확인되었으며 선로방향과의 연관성은 찾기 어려웠다.

Fig 6은 접착절연레일 절연편 상태이며 Fig 7은 레일에서 발생하는 자기장 세기를 측정하는 사례이다.



**Fig 6.** 접착절연레일 절연편 상태



**Fig 7.** 레일 자기상 세기 측정

#### 4. 결론

접착절연레일은 구조상 취약한 구조임과 동시에 다양한 기능적 문제점들이 발생되고 있으며 이를 해결하기 위하여 연구가 이루어지고 있다. 그러나 기존의 구조적 문제점 뿐만 아니라 레일의 자화 현상으로 인한 궤도단락 현상이 발생하고 있다. 이에 접착절연레일의 구조적 안전성을 동등 이상으로 유지하면서 레일 자화현상을 해결할 수 있는 연구를 진행하였다. 현재 레일 자화 원인에 대하여 조사 및 연구를 진행하였으며 지속적인 연구를 통하여 레일 자화 현상으로 인한 쇄가루의 부착으로 인한 궤도단락 현상을 방지할 수 있는 접착절연레일 개발이 최종 목표이다.

#### 참고문헌

- [1] Ministry of Land, Infrastructure and Transport (2018), KRS TR 0004-17(R) *Insulated rails*, Sejong, Korea
- [2] Korean Standards Association (2014), KS R 9169 *Glued insulated rails*, Seoul, Korea
- [3] 권호진 외 4명 접착절연레일 성능향상, 한국철도학회 2021년 춘계학술대회, pp. 123~126