

25kV 특고압 차간 연결 케이블 유지보수 방법

The maintenance methods for inter car jumper of 25kV high voltage

박성준*†, 안홍관*, 최진*, 김도연**

Seong-June Park*†, Hong-Kwan An*, Jin Choi*, Do-Yeon Kim**

Abstract An inter car jumper cable(HVJL) usually connects the terminations on both cars has been used at EMU or High speed train operated in AC 25kV line. And the life (between 7 and 12years) is decided depending on various parameters like the real loads, movements between cars & environmental circumstances. However it was too difficult to predict a potential longevity (Estimating expected lifetimes) accurately on initial introduction step in Korea even through FEA was performed by supplier. Therefore, this paper provides a maintenance manual of HVJL and propose prevention method of unexpected accidents (broken or burning) in advance by carrying on regular checks of the resistance measurements during its service life.

Keywords : Inter car jumper cable(HVJL), Electric multiple unit(EMU), Finite Elements Analysis(FEA)

초 록 일반 전동차 및 고속 차량내 AC 25kV 특고압 라인에 대해 차간 연결 케이블 사용하고 있으며, 그에 대한 종류는 2가지 타입을 주로 적용하고 있다. 그러나, 차간 연결 케이블 도입 시부터 해당 장치에 대한 유지보수 방법 및 검수 주기가 나와 있지 않아서 장치의 내구성 수명이 몇 년 일지 추측하는 것은 많은 변수들 때문에 정확하게 판단하는 것은 거의 불가능했으며, 차간 연결 케이블의 설치 개소는 차량 진동/충격 이나 환경적 영향에 많이 노출되어 있어 단선 및 소손 될 우려가 있으므로 주기적으로 점검하여 차량내 전원의 안전성을 위하여 유지 보수 매뉴얼을 제시하고 주기적으로 기준 저항값 측정을 통하여 장치에 대한 수명 보증, 단선 및 소손에 대한 사고를 사전에 예방할 수 있다.

주요어 : 25kV 특고압, 차간 연결 케이블, 진동/충격, 저항값

1. 서 론

기존 철도 차량에는 차간 연결 케이블로 Cur1 타입과 편조선 타입을 적용하고 있었으나 해당 장치에 대한 유지보수 방법이 나와 있지 않아 장치의 내구성 수명 및 환경적 노출에 대한 영향성을 알 수 없었기 때문에 차간 연결 케이블의 단선 및 소손 등에 대해 위험 요소를 주기적으로 점검하여 차량 전원 공급의 안전성을 확보하고자 한다. 그에 따른 점검 주기 및 유지보수 방법을 통해 장치에 대한 수명 보증, 단선 및 소손에 대한 사고를 사전에 예방할 수 있을 것으로 사료된다.

† 교신저자 : 현대로템(주) 기술연구소(psj@hyundai-rottem.co.kr)

* 현대로템(주) 기술연구소

** TE 코리아

2. 본 론

2.1 유지보수 방법

차간 연결 케이블은 유지보수 매뉴얼에 준하여 차량 정지 상태에서 주기적으로 차간 연결 케이블 양단 저항 측정 실시를 제안하여 실시한다.

2.1.1 점검 주기

가급적 최소 1년에 한 번 정기 점검을 권장한다.

2.1.2 계측 장비

(1) 저항계

1) 사양

min. 10A ~ 최대 20A 시험 전류를 갖는 저 저항계

2) 정확도

최소 0.01m Ω , 저항범위(Resistance range : 0 ~ 20m Ω) / 4 Terminal Bridge

(2) 온도계

0 degree ~ 40 degree 범위 내 측정이 가능해야 하고, 차간 연결 케이블 제작사의 권장 측정 온도는 약 20 $^{\circ}\text{C}$ 조건에서 측정하는 것이 보다 정확한 값 계측 가능하다.

상기 두 조건을 만족하는 계측기를 사용한다.

▶ 저항계의 계측기 예제 : 모델명 (Megger BT51)



Fig. 1 The Megger of resistance meter

2.1.3 시험 방법

(1) 열차 옥상 위에 저항계와 온도계를 준비한다.

(2) 차량 완성차 상태에서 차간 연결 케이블의 정상 취부 상태 확인 후, 검사가 진행 될 모든 접촉 표면이 깨끗해야 한다.

(3) 저항계의 전원을 On 후 동작 전류는 최소 전류 10A ~ 최대 전류 20A, 저항 범위는 0 ~ 20m Ω 으로 설정한다.

차간 연결 케이블의 양단을 두 가지 측정 방향(Probe의 정상인 방향과 반대 방향)을 통해 저항값을 측정하고, 이 값의 평균을 계산함으로써 초기 저항값을 산출한다.

$$\text{평균저항값 } R[m\Omega] = \frac{\text{일반적인방향의저항값}[R1] + \text{반대방향의저항값}[R2]}{2} \quad (1)$$

(4) 차간 연결 케이블의 리그(Lug) 사이의 저항값을 측정하고 기록한다.

(5) 저항계의 전원을 off 한다.

(6) 대기 온도를 측정하고 기록한다.

20℃로 정규화된 저항값 결과를 얻기 위해 해당되는 온도보정계수 [표1]를 평균 저항값에 곱한다.

$$\text{기준값관계식 } R0[m\Omega] = \text{평균저항값}(R) \times \text{온도보정계수} \quad (2)$$

Table 1 Resistance Measurement Temperature Correction

Ambient Temperat Range °C	Correction Factor	Ambient Temperat Range °C	Correction Factor	Ambient Temperat Range °C	Correction Factor
5	1.063	26	0.977	47	0.904
6	1.058	27	0.973	48	0.901
7	1.054	28	0.970	49	0.898
8	1.050	29	0.966	50	0.894
9	1.045	30	0.962	51	0.891
10	1.041	31	0.958	52	0.888
11	1.037	32	0.955	53	0.885
12	1.033	33	0.951	54	0.882
13	1.028	34	0.947	55	0.879
14	1.024	35	0.944	56	0.876
15	1.020	36	0.940	57	0.873
16	1.016	37	0.936	58	0.870
17	1.012	38	0.933	59	0.867
18	1.008	39	0.930	60	0.864
19	1.004	40	0.927	65	0.850
20	1.000	41	0.923	70	0.836
21	0.996	42	0.920	75	0.822
22	0.992	43	0.917	80	0.809
23	0.988	44	0.914	85	0.797
24	0.985	45	0.910	90	0.784
25	0.981	46	0.907		

2.1.4 측정 위치

(1) 95SQ 3턴인 경우

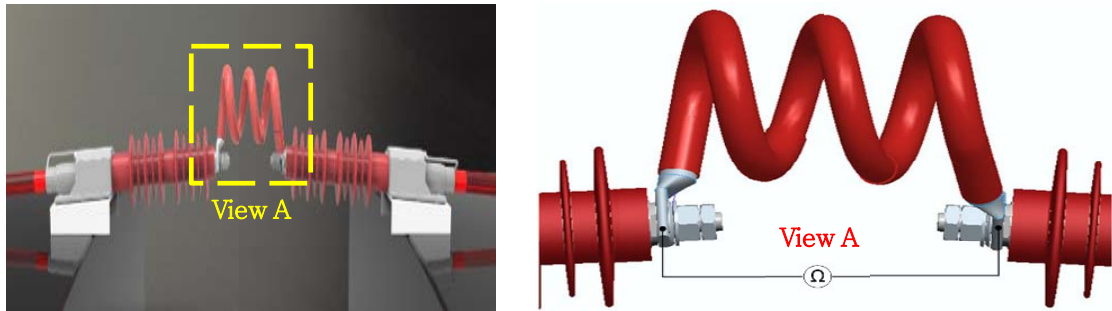


Fig. 2 Inter car jumper of 3 turns

(2) 150SQ 4턴인 경우

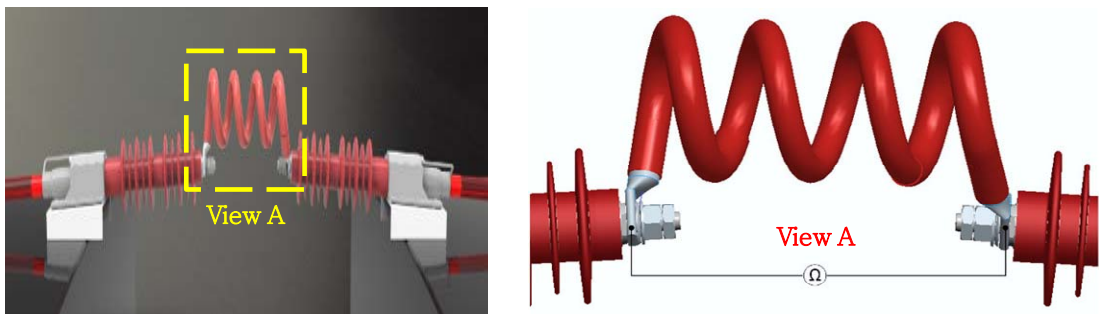


Fig. 3 Inter car jumper of 4 turns

2.1.5 판정 기준

(1) 기준

러그 사이의 저항값(R_0)이 $R_{test} \times 2$ 배가 될 시 점퍼를 교체한다.

(2) 95SQ 3턴인 경우

평균저항값(R_{test})은 $0.201\text{m}\Omega \pm 0.012\text{m}\Omega$ 기준으로 성적서를 제공한다.

예시) 전수검사 시 해당 케이블의 기준 저항값이 “ $0.201\text{m}\Omega \pm 0.012\text{m}\Omega$ ” 인 경우, 측정 후 저항값이 두 배수인 “ $0.402\text{m}\Omega \pm 0.024\text{m}\Omega$ ” 이상일 경우에는 차간 연결 케이블을 교체해야 한다.

Table 2 Electrical testing of 3 turns

ELECTRICAL TESTING (mΩ)			
ROUTINE TEST DATA	TEST	RESULT	OPERATOR No.
END TO END RESISTANCE	$0.201\text{m}\Omega \pm 0.012\text{m}\Omega$		
Equipment : 4 Terminals Bridge			

(3) 150SQ 4턴인 경우

평균저항값(R_{test})은 $0.192m\Omega \pm 0.008m\Omega$ 기준으로 성적서를 제공한다.

예시) 전수검사 시 해당 케이블의 기준 저항값이 “ $0.192m\Omega \pm 0.008m\Omega$ ” 인 경우, 측정 후 저항값이 두 배수인 “ $0.384m\Omega \pm 0.016m\Omega$ ” 이상일 경우에는 차간 연결 케이블을 교체해야 한다.

Table 3 Electrical testing of 4 turns

ELECTRICAL TESTING (mΩ)			
ROUTINE TEST DATA	TEST	RESULT	OPERATOR No.
END TO END RESISTANCE	$0.192m\Omega \pm 0.008 m\Omega$		
Equipment : 4 Terminals Bridge			

(4) 판정 기준 그래프

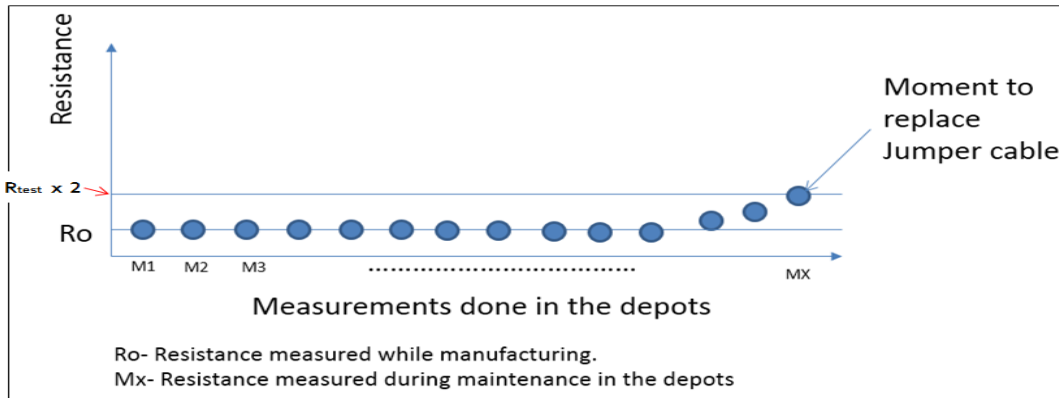


Fig. 4 Criteria Graph

3. 결론

본 논문은 철도차량용으로 적용되고 있는 25kV 특고압 차간 연결 케이블에 대해 장치 선정은 X, Y, Z 설계값으로 차량 조건에 맞게 케이블 길이 및 Curl 수를 선정하여 설치하고, 유지보수를 통해 차량 시스템 안정화 도모와 차량 이용 고객의 안전을 확보할 수 있다.