

## 강체전차선로용 절연구분장치 및 장간애자 개발 Section insulator and Polymer railway insulator development for Overhead Rigid Conductor System

홍영기\*<sup>†</sup>, 박재원\*, 김재상\*, 이기원\*\*, 박윤철\*\*\*

Hong Yeonggi\*<sup>†</sup>, Park Jaewon\*, Kim Jaesang\*, Lee Giwon\*\*, Park Yunchel\*\*\*

**Abstract** Section insulator and Polymer railway insulator development for Overhead Rigid Conductor System are a key component of the overhead line by one of the methods for supplying electricity to the electric rail vehicle system. Overhead Rigid Conductor equipment can be divided by T-bar system used DC feeding section and AC feeding section used R-Bar. Key components of the section insulator of the R-Bar system is installed for the electrical division of a contact line system and polymeric railway insulator are applied to overhead rigid conductor system for bracket support and insulation. But currently all are dependent on imported goods. For railway/key component technology development, We have determined development standards and proceed development test by qualified office to develop Section insulator and polymer rail way insulator for overhead rigid conductor system which are suitable for 250km/h high speed operation. We are doing type test for them. After site installation test, We plan to develop reliable products.

**Keywords :** Conductor Rail System, R-Bar, Section Insulator, Polymer Insulator, Stem Insulator

**초 록** 강체전차선로용 절연구분장치 및 장간애자는 전기철도차량에 전기를 공급하는 가공 전차선로 시스템의 방식 중 하나인 강체가선 방식의 핵심 구성품이다. 강체가선 방식은 DC급전구간에 주로 사용하고 있는 T-Bar 시스템과 AC급전구간에 주로 사용하는 R-Bar 시스템으로 구분 할 수 있으며, R-Bar 시스템의 핵심 구성품인 절연구분장치는 전차선로의 전기적인 구분을 위하여 설치하고 장간애자는 브래킷 지지 및 절연을 위하여 강체전차선로에 적용되고 있으나 현재는 전량 수입에 의존하고 있다. 이에 철도/핵심부품 기술개발 과제로 250km/h고속운행에 적합한 강체전차선로용 절연구분장치 및 장간애자를 개발하고자 개발 규격(안)을 확정하여 공인기관에서 개발시험을 진행 중에 있으며, 이후 현장설치 시험을 통하여 신뢰성이 있는 제품을 개발할 예정이다.

**주요어 :** 강체전차선로, R-Bar, 절연구분장치, 폴리머애자, 장간애자,

### 1. 서 론

커티너리 방식은 고속 전차선로 시스템에 적합한 방식으로 간선형 및 고속철도 시스템에서 주로 사용하고 있으며, 강체 전차선로 시스템은 터널 단면적을 줄일 수 있어서 터널 공사비를 약 15% 정도 절감할 수 있다. 또한 강체 가선방식은 DC 급전구간에서 주로 사용하고 있는

† 교신저자: (주)평일 기술연구소(yghong@pyungil.com)

\* (주)평일 기술연구소

\*\* 한국철도기술연구원

\*\*\* 한국철도시설공단 기술연구처

T-Bar 시스템과 AC 급전구간에서 주로 사용하는 R-Bar 시스템으로 나눌 수 있다. 최근 일반철도도 200km/h 이상 고속화로 추진되고 있고 국내 고속용 R-Bar 시스템의 설계 기술이 전무하여 전량 수입에 의존하였다. 이에 고속용 R-Bar 시스템 개발을 국토교통부 과제로 2014년 08월부터 진행하게 되었고, 현재 설계 및 시제품 제작을 완료하여 공인기관시험을 진행 중이며 이후 현장설치시험을 진행할 예정이다.

## 2. 본 론

### 2.1 절연구분장치 및 장간애자 제작 사양(안) 작성

절연구분장치 및 장간애자의 개발기준을 정하기 위하여 전문가를 통한 자문회의를 2회 실시하였고 의견을 반영하여 국내 상황 및 외산 제품 이상의 성능을 사양(안)을 제시하였다. 또한 국제 표준인 IEC 61109, IEC 62217의 시험항목을 적용하여 장기신뢰성 및 전기적 특성, 기계적 특성을 시험할 것이며 이에 대한 특성치는 Table 1, 2와 같이 적용하였다.

**Table 1** Performance Criteria of Section Insulator for Overhead Rigid Conductor Rail

특성		단위	정격	
			장간애자	
치수	누설거리	mm	2,140	
	섬락거리	mm	580	
전기적 성능	AC 주수 내전압	kV	180	
	뇌충격 건조 내전압	kV	275	
기계적 성능	규정 굽힘 하중(SCL)	kN	15	
	규정 인장 하중(SML)	kN	100	

**Table 2** Performance Criteria of Polymer Insulator for Overhead Rigid Conductor Rail

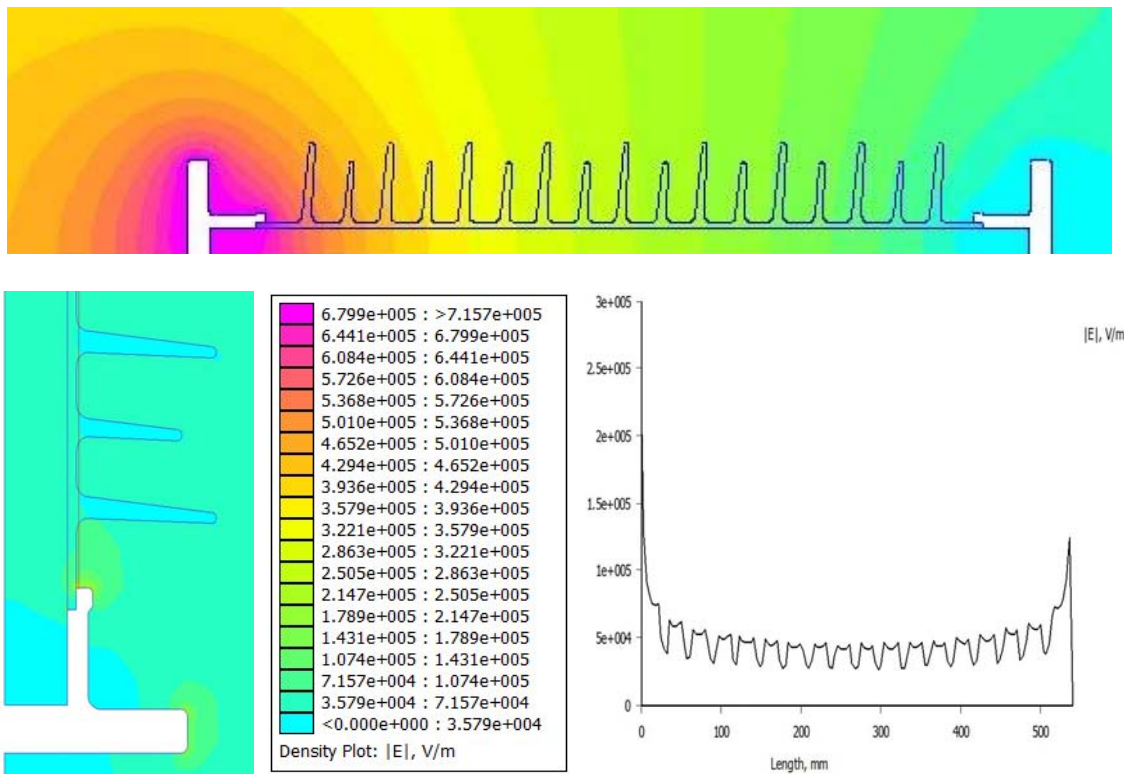
특성		단위	정격	
			절연재	구분장치
치수	누설거리	mm	1,300	1,300
	섬락거리	mm	-	240
전기적 성능	AC 건조 내전압	kV	300	71
	AC 주수 내전압	kV	150	70
	뇌충격 건조 내전압	kV	350	150
	절연저항	GΩ	1.2 이상	1.2 이상
	누설전류	μA	120 이하	120 이하
기계적 성능	편평도	mm	-	1 이내
	인장 내하중(RTL)	kN	30	50
	규정 인장 하중(SML)	kN	60	100



라 설계된 제품의 전계해석 결과 Sheath부 전계강도는 0.20 kV/mm, 금구부 전계강도는 0.21 kV/mm로 EPRI의 권고치를 만족하므로 제품설계에 이상 없는 것으로 판단된다.

**Table 3** In summary the EPRI recommendations on Electric field limits for polymer Insulators

	Type	Insulator component	E-Field limit [kV/mm]	Testing	Calculation
A	Dry corona	End fittings Corona Rings	1.7 - 2.1*	Yes	Yes
B	Wet corona	Sheath	0.42 for more than 10 mm	No	Yes
		End fitting seal	0.35*	No	Yes



**Fig. 3** The result for the electrical field analysis of Stem Insulator for Overhead Rigid Conductor Rail

### 2.3 절연구분장치 및 장간애자 제작

설계 도면에 따라 부품제작을 수행하였으며 Fig 4, 5와 같은 공정에 의하여 시제품을 제작하였다.

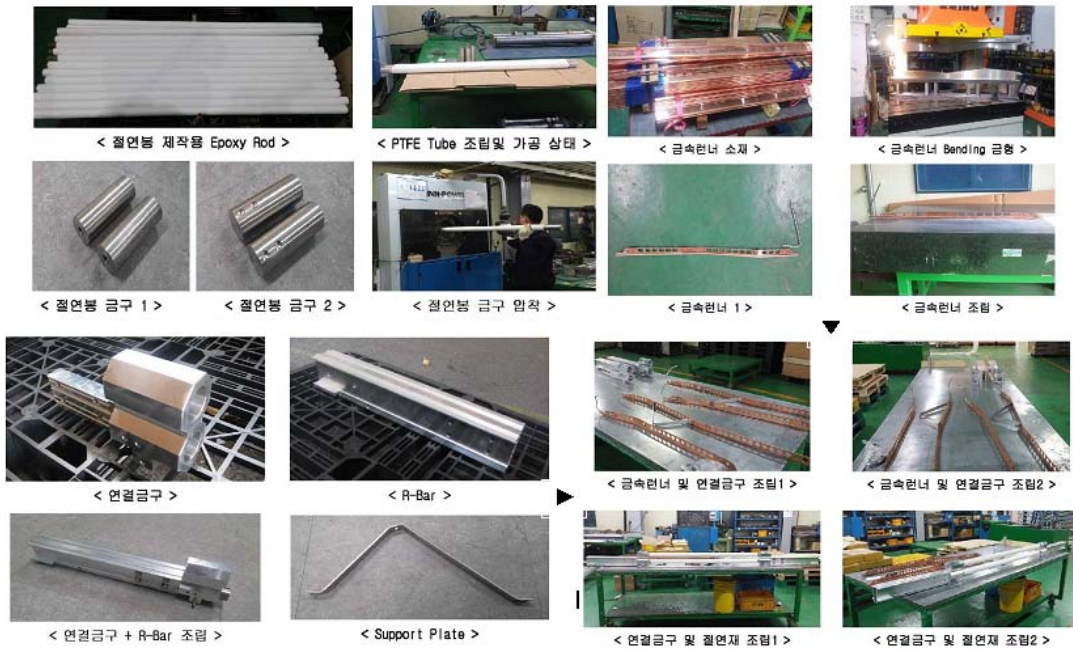


Fig. 4 Production process of Section Insulator for Overhead Rigid Conductor Rail



Fig. 5 Production process of Stem Insulator for Overhead Rigid Conductor Rail





**Fig. 6** Samples for Stem Insulator and Section Insulator for Overhead Rigid Conductor Rail

## 2.4 절연구분장치 및 장간애자 성능확인시험

절연구분장치 및 장간애자 제작사양(안)을 기준으로 참고시험 및 공인기관 시험을 진행 중에 있으며, 시험기준을 만족하고 있다.



**Fig.7** Performance test of Stem Insulator and Section Insulator for Overhead Rigid Conductor Rail

## 3. 결 론

본 개발은 강체전차선로용 절연구분장치 및 장간애자의 국산화 개발로 설계 및 제작에 대한 원천기술을 확보하고, 공인기관시험 및 국내 철도에 현장설치 시사용을 통하여 제품의 신뢰성 및 안전성을 검증하여 향후 현장적용 시 보다 안정적이고 빠른 열차운행에 기여할 것으로 기대된다.

## 후 기

본 논문은 국토교통부에서 철도기술사업으로 지원한 “250km/h급 강체전차선로 개발” 과제의 일환으로 수행되었습니다.