

오손지역용 폴리머애자 성능기준 검토

A Review of Performance Evaluation Criteria for Polymer insulator for Contaminated Area

조호령*†, 박재원*, 김재상*, 박영식**

Ho Rung Cho *†, Jae Won Park*, Jae Sang kim*, Young Sik Park* **

Abstract On the railway systems in Korea, polymer stem insulators have been initially used for isolation of 25kV AC movable bracket since 2000, and recently many different types of polymer insulators like stem insulator, post insulator and tension insulator have been widely applied to Gyeongbu high-speed line(2nd phase) and Honam high-speed line. However, at highly contaminated areas like tunnel and seashore, there have been some cases that the flashover occurred due to the degradation of the insulation performance because of the cumulative contaminants to the surface of the insulators. Since the water washing needs a lot of time and money, the development of the polymer insulators for highly contaminated area is demanded to reduce the maintenance cost and to guarantee the safe operation of the railway system. In this study, the examples of polymer insulators used for the local and overseas railway systems and their performance criteria have been investigated and reviewed in order to develop the polymer stem insulators and post insulators optimized for the contaminated environment of Korea

Keywords : Contamination-Resistance, Insulation Performance, Polymer insulator, stem insulator, post insulator

초 록 국내철도의 전차선로에는 2000년도를 시점으로 AC 25kV 가동브래킷 절연용으로 폴리머 장간애자를 사용하기 시작하여 최근에는 경부고속철도 2단계 및 호남고속철도 전차선로용으로 장간애자와 지지애자, 인류애자도 모두 폴리머애자로 적용되고 있는 실정이다. 하지만 터널 및 해안가 등 오손이 심한 환경에서는 애자의 표면에 오손물이 누적되어 절연능이 저하되면서 섬락이 발생하는 사례가 있어서 운영기관에서는 주기적인 세정작업을 통하여 사고를 예방하고 있다. 오손된 애자의 세정작업에는 많은 비용 및 시간이 소요되고 있으므로 유지보수 비용을 절감하고 안전한 철도 운영을 위해서는 오손지역 전용 폴리머애자의 개발이 필요한 실정이다. 이에 본 논문에서는 국, 내외의 전차선로에 적용하고 있는 폴리머애자의 사례와 성능기준들을 면밀하게 조사하고 검토하여 국내 사용환경에 최적화 된 오손지역용 폴리머 장간애자 및 지지애자의 개발에 활용할 예정이다.

주요어 : 내오염, 절연성능, 폴리머애자, 장간애자, 지지애자

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

* (주)평일 기술연구소

** 한국철도공사 전기기술단

1. 서론

최근 국내철도에서 자기제 또는 유리제 애자를 대신하여 많이 사용하고 있는 폴리머애자는 설비비용이 저렴하고, 경량화로 취급의 편리성과 설계의 가변성으로 제작이 용이하다. 하지만 터널 및 해안가 등 오손이 심한 환경에서는 애자의 표면에 오손물이 누적되어 섬락이 발생하는 사례가 있어 주기적으로 청소를 통해 사고를 예방하고 있다. 이런 오손된 애자의 수시 청소로 고속철도의 경우 연간 약 11억원의 비용이 소요되고, 청소에 장기간이 소요되어 유지보수에 지장을 초래하고 있다. 따라서 유지보수 비용을 절감하고 안전한 철도 운영을 위해서 오손지역용 폴리머애자의 개발이 필요한 실정이다. 이에 본 논문에서는 개발을 위한 성능기준을 마련하기 위하여 국,내외 철도용 폴리머애자의 적용 사례를 조사하고 성능기준을 검토하여 국내 환경에 적합한 오손지역용 폴리머 장간애자 및 지지애자의 개발을 진행하고자 한다.

2. 본론

2.1 철도용 애자의 종류 및 사용 현황

현재 국내 철도용 애자는 설치조건에 따라 일반·고속·특수 구간용으로 구분하여 설치되고 있다.

- 일반철도 : '74년 일본 철도 기준 적용하고 있으나, 최근 일본은 일부 구간 장간애자에 절연그리스 도포하여 사용하고 있음.
- 고속철도 : 1단계 구간은 프랑스 TGV-북선과 동일한 규격의 유리제·자기제·폴리머제 애자를 사용하고 있고, 2단계 구간은 외자재를 폴리머재로 국산화하여 사용하고 있음.
- 특수구간 : DST, CaKo250등 특수 사양에 적용되는 애자로 가동브래킷 길이를 줄이기 위하여 기존의 장간애자(T-m)을 짧게 제작하여 사용하고 있음.

Table 1 Current Usage of Insulators by Type

구분	구분								
	장간애자			현수애자		지지애자		인류애자	
	T-m	T-ms	T-mx	T-s 1호	T-sx	NSP40	NSP50	T-s 2,3호	N-a
일반철도	○			○			○	○	○
고속철도			○		○	○			
특수구간		○		○				○	○

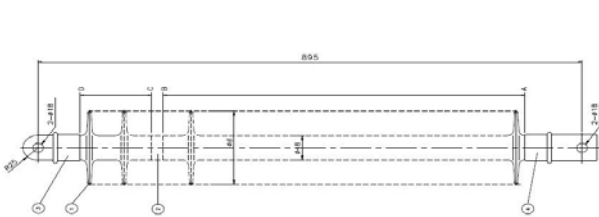
2.2 오손지역용 폴리머애자의 성능기준

2.2.1 기존 폴리머애자의 성능

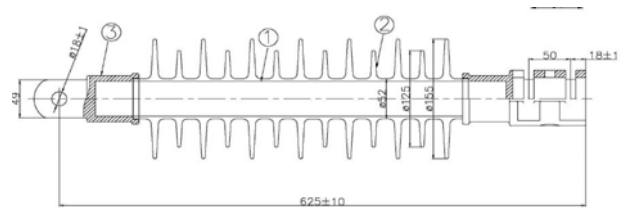
국내 일반철도와 고속철도에 사용되는 애자의 사양 및 해외 우수 기업의 제품별 성능기준 및 시험치에 대한 자료를 확인하여 오손지역용 장간애자 및 지지애자의 성능기준(안) 선정에 참고 하였다.

Table 2 Product Specifications of Stem Insulators of Various Manufacturers

특성		단위	국외(제조사/ 국가)				국내		개발사양(한)
			PFISTERER (독일)	EPG (루마니아)	DALIAN (중국)	SANWA TEKKI (일본)	장간애자 (고분자 T-m)	고속철도용 장간애자 T-mx	
누설거리	A-B	mm	1,240	1,230	1,600	1,815	1,250	1,300	2,139
	C-D	mm					230		
섭락거리	A-B	mm	약 500	약 500	468	약 650	659	385	650
	C-D	mm					159		
연결길이		mm	577	660	760	767	895	625	860
건조 뇌충격 섭락 전압	A-B	kV	-	-	-	-	380	-	400
	C-D	kV					100		
건조 뇌충격 내전압		kV	-	250	300	350	-	250	-
건조 AC 섭락 전압	A-B	kV	-	-	-	-	230		250
	C-D	kV					70		
주수 AC 섭락 전압	A-B	kV	-	-	-	-	180		200
	C-D	kV					50		
규정 굽힘 하중(SCL)		-	9 kN	6 kN	12 kN	-	3,430 Nm	4,000 Nm	4,000 Nm
규정 인장 하중(STL)		kN	-	100	-	70	118	90	118

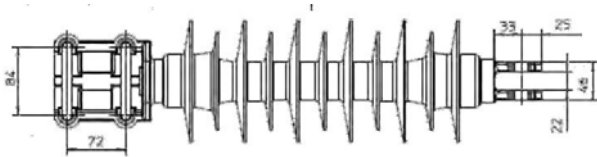


(a) Long Rod Insulator(Polymer Type T-m)

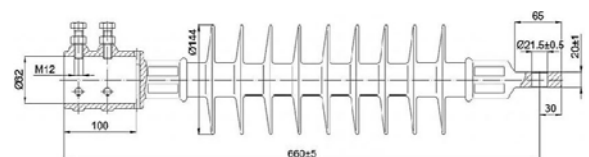


(b) Polymeric composite stem insulator for cantilever /HSL

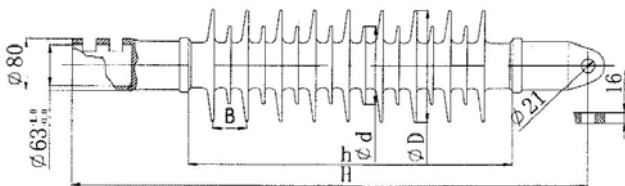
Fig. 2 Polymer Stem Insulator of Korean Manufacturer



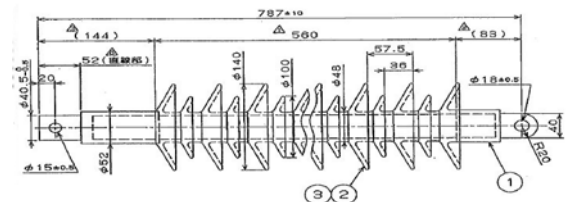
(a) PFISTERER (GERMANY)



(b) EPG (RUMANIA)



(c) Dalian (CHINA)

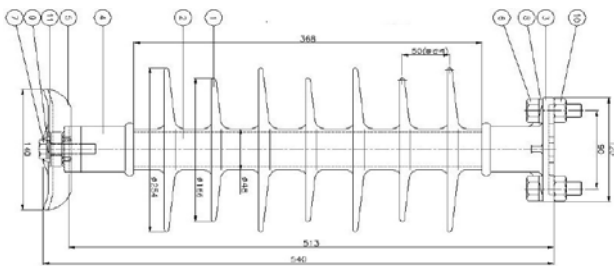


(d) SANWA TEKKI (JAPAN)

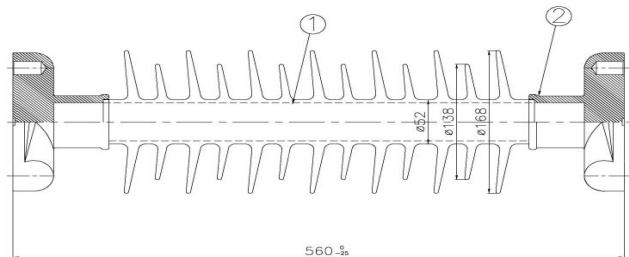
Fig. 3 Polymer Stem Insulators of Non-Korean Manufacturers

Table 3 Product Specifications of Support Insulators of Various Manufacturers

특성	단위	국외(제조사/ 국가)				국내		개발 사양(안)
		PFISTERER (독일)	DALIAN (중국)	YIKUN (중국)	NGK (일본)	장간애자 (폴리머제 NSP-50)	고속철도용 지지애자 NSP-40	
누설거리	mm	1,240	1,300	2,100	2,004	1,100	1,300	2.139
섬락거리	mm	약 480	약 720	약 740	-	516	385	650
취부길이	mm	502	750	780	762	513	560	800
건조 뇌충격 섬락 전압	kV	-	-	-	390	320	-	400
건조 뇌충격 내전압	kV	-	400	410	-	-	250	-
건조 AC 섬락 전압	kV	-	-	-	-	200	-	250
건조 AC 내전압	kV	-	-	185	-	-	-	-
주수 AC 섬락 전압	kV	-	-	-	-	150	-	200
주수 AC 내전압	kV	120	130	-	145	-	95	-
규정 굽힘 하중(SCL)	-	9 kN	8 kN	10 kN	-	6,963 N	5,000 Nm	6,963 N
규정 인장 하중(STL)	kN	60	-	-	-	-	80	80

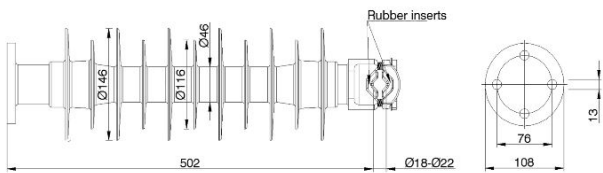


(a) Support Insulator(Polymer Type NSP-50)

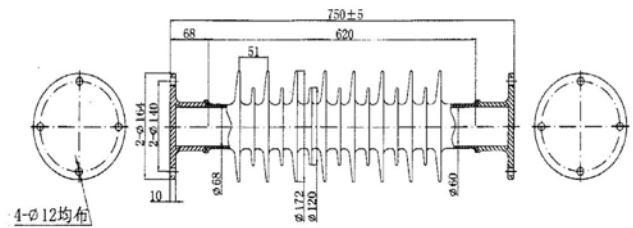


(b) Polymeric composite insulator for feeder supporting in tunnel

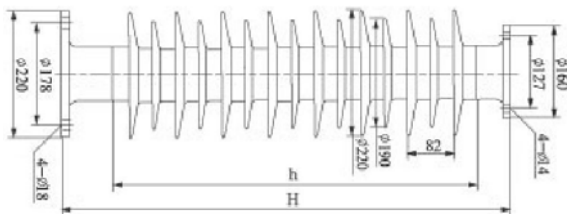
Fig. 2 Polymer Support Insulator of Korean Manufacturer



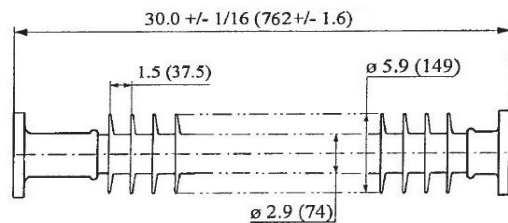
(a) PFISTERER (GERMANY)



(b) Dalian (CHINA)



(c) YIKUN (CHINA)



(d) NGK (JAPAN)

Fig. 3 Polymer Support Insulators of Non-Korean Manufacturers

2.2.2 오손지역용 폴리머애자 성능기준(안)

터널 및 염해 지역 특성상 충분한 절연성능과 내오염성이 요구되므로 전기적 특성인 절연성능이 69kV를 만족하도록 하면서 각 애자의 사용 용도에 따라 요구되는 기계적 성능과 전기적 특성은 기존 폴리머애자에 대한 한국철도 표준규격(KRS) 기준 및 해외 제품의 성능분석 검토를 통하여 다음과 같이 성능기준(안)을 설정하였다.

Table 4 Polymer Insulator Performance Criteria for Contaminated Area- Draft

특성		단위	정격	
			장간애자	지지애자
치수	누설거리	mm	2,139	2,139
	섭락거리	mm	650	650
전기적 성능	건조 뇌충격 섭락 전압	mm	400	400
	건조 AC 섭락 전압	kV	250	250
	주수 AC 섭락 전압	kV	200	200
기계적 성능	규정 굽힘 하중(SCL)	-	4,000 Nm	6,963 N
	규정 인장 하중(STL)	kN	118	80

2.3 오손지역용 폴리머애자 기본설계(안)

장간애자 및 지지애자의 성능기준(안)에 따라 기계적, 전기적 성능을 만족할 수 있도록 장간애자의 기본 설계(안)을 작성하였으며 이후 상세설계를 하여 오손지역에 적합한 장간애자를 개발할 예정이다.

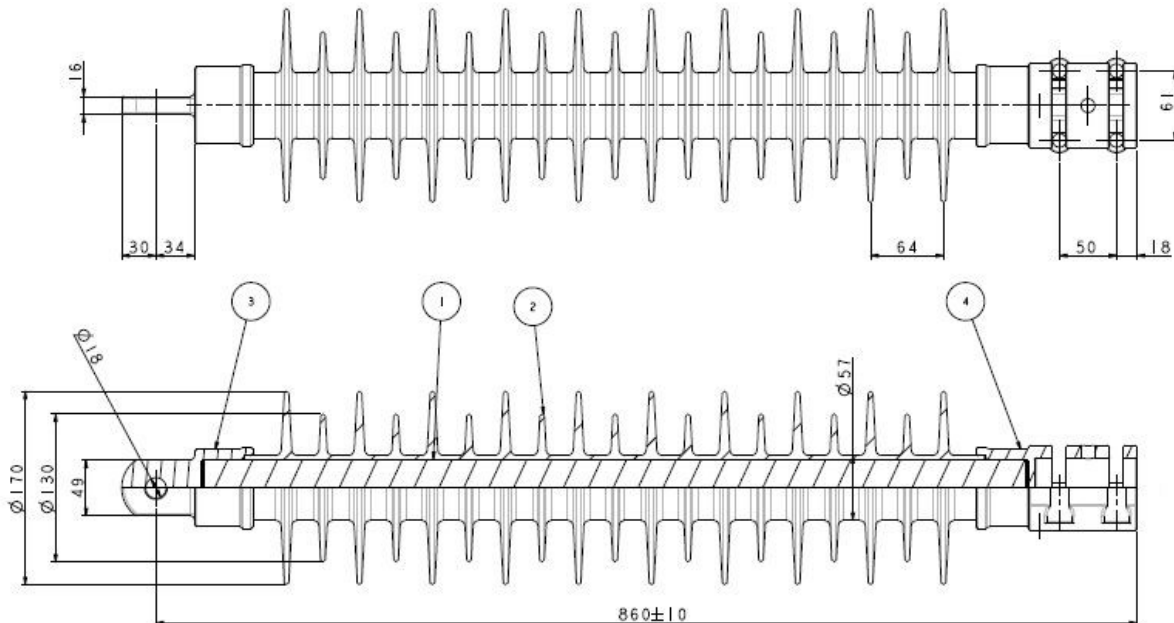


Fig. 4 Basic Design of Polymer Stem Insulator for Contaminated Area - Draft

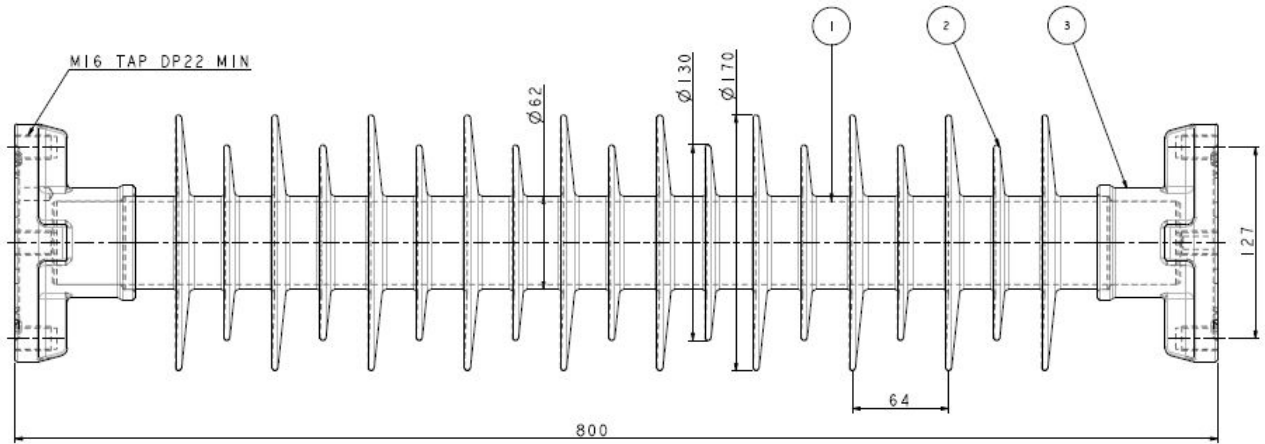


Fig. 5 Basic Design of Polymer Support Insulator for Contaminated Area - Draft

3. 결론

본 연구에서는 오손지역에 적합한 장간애자 및 지지애자 개발을 위하여 국내외 적용사례에 대한 성능기준을 검토하여 개발제품의 초기 성능기준(안)을 선정하였으며, 이후 수요처를 포함한 전문가 자문에 따른 설계검토 후 시제품을 제작하여 개발시험 및 현장검증을 통하여 오손지역에 적합한 장간애자 및 지지애자를 개발할 계획이다. 오손지역용 애자의 개발을 통하여 유지보수성을 향상시켜 예산절감과 안전한 철도운영에 기여할 수 있을 것으로 판단된다.

후 기

본 논문은 국토교통부에서 철도기술사업으로 지원한 “절연성능이 향상된 오손지역용 69kV급 폴리머 장간/지지애자 개발” 과제의 일환으로 수행되었습니다.