

한국형 스프링식 장력 장치의 개발 및 평가  
Development and Evaluation of a Spring Type Tensioning Device  
for Korea Railroad

윤용한\*      임금광\*\*  
Yoon, Yong-Han\*      Yim, Geum-Kwang\*\*

---

ABSTRACT

This paper presents a development and evaluation of a spring type tensioning device for Korea railroad. The wheel type tensioning device used in the Korea railroad requires much time and labor for maintenance including wire replacement and oil application. So, we found it necessary to develop a new type of maintenance-free tensioning device. In this paper, we introduced a spring type tensioning device for Korea railroad.

---

1. 서론

자동장력 조정장치(tensioning device)란 전기철도의 가공전차선로에서 합성전차선(전차선+조가선+부속 설비)이 대기 및 부하전류에 의한 온도변화의 신축에 따른 장력변화를 항상 일정한 상태로 자동 조절하여 전기열차의 집전상태를 양호하게 유지함으로써 전기열차의 안전 운행을 확보하는 매우 중요한 핵심 설비이다. 현재 사용하고 있는 자동장력 조정장치를 대별하면 활차식과 스프링식이 있고, 특히 스프링식 자동장력 조정장치는 일본에서 개발해 전량 수입하고 있는 제품이다. 즉, 활차식과 동등하게 긴 가선의 분선에 사용할 수 있도록 (주)동일본여객철도, (주)일본발조 및 (주)전업이 공동 개발한 것이 스프링식 자동장력 조정장치이다. 이 개발은 종래에 비하여 유지보수의 비용을 대폭 감소시켰고, 설비의 장 수명화를 기하였기 때문에 종래의 활차식을 대신하여 정식으로 일본에서 사용하고 있다.

따라서 본 논문에서는 한국 실정에 맞는 스프링식 자동장력 조정장치의 개발 과정과 평가 방법을 소개하고, 그 성능이 어느 정도인지 정량적으로 분석한다.

---

\* 정회원, (주)대동기술단 기술연구소, 책임연구원, (T)02-330-5071, nofate@hanmail.net

\*\* 정회원, (주)대동기술단 기술연구소, 연구소장, (T)02-330-5070, yimgk@hanmail.net

## 2. 한국형 스프링식 자동장력 조정장치의 주요 내용

### 2.1 종류

표준장력 [kN] (공칭장력)	종류	동작범위 [cm] (stroke)	주용도/선종 (일괄 인류 방식)	최대장력거리 [m] (표준장력거리)
19.6 (20)	KRSB-20-S50	50	Simple Catenary GT 110[mm <sup>2</sup> ]- CdCu 70[mm <sup>2</sup> ]	570(550)
	KRSB-20-S63	63		680(650)
	KRSB-20-S76	76		800(750)
23.5 (24)	KRSB-24-S37	37	Simple Catenary GT 110[mm <sup>2</sup> ]- CdCu 70[mm <sup>2</sup> ]/Bz 65[mm <sup>2</sup> ]	470(450)
	KRSB-24-S49	49		630(600)
	KRSB-24-S62	62		800(750)
27.4 (28)	KRSB-28-S36	36	Heavy Simple Catenary GT 150[mm <sup>2</sup> ]- CdCu 80[mm <sup>2</sup> ]/Bz 65[mm <sup>2</sup> ]	470(450)
	KRSB-28-S48	48		630(600)
	KRSB-28-S60	60		800(750)
29.4 (30)	KRSB-30-S39	39	Heavy Simple Catenary GT 170[mm <sup>2</sup> ]- CdCu 80[mm <sup>2</sup> ]	470(450)
	KRSB-30-S53	53		630(600)
	KRSB-30-S63	63		800(750)

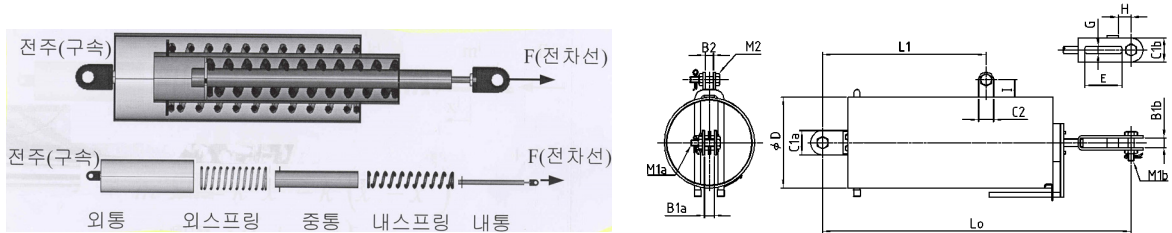
- 주. · KRSB : Korea Railroad - Spring Tension Balancer의 약자  
· 표준장력거리의 ( )내 수치는 설계 기준으로 제안

### 2.2 제원

항목	제원	비고
스프링 재질	고강도 강 채용(SUP 12V)	중량 감축
온도 범위 [°C]	-20[°C] ~ +40[°C]	표준 온도 : +10[°C]
스트로크 여유	규정치의 ±20[%]	
장력 변화시 오차	규정치의 ±15[%] 이내	히스테리시스 포함
회전 방지 기능	본체 동작시 중통/내통의 회전 방지 기능을 가질 것	
방청 처리	스프링 : 흑색 도장 내통/중통/외통 : 용융아연도금	HDZ 70(98[μm]이상)
외통 치수	Φ318.5[mm]×L2162[mm]×450[kg] 이하	KRSB-30-S63 기준
장력 거리	최대 800[m]	
기대 수명	30년 이상	
인장 내하중 시험	최대 장력(표준 장력 × 1.1)의 2.5배에 견딜 것	3분 간
파괴 강도 시험	약 12,800[kgf]에 견딜 것 약 13,260[kgf]에 견딜 것	부하시 3분 간

## 2.3 구성도

스프링식 자동장력 조정장치는 금속제 스프링의 반발력을 이용하여 전선의 단말을 인장하는 원리로서 금속제 2본의 통 사이에 금속제의 스프링 코일을 압축하여 넣은 것이다. 금속 스프링은 금속 통속에 내장되어 그리스(grease)로 보호되어 있기 때문에 녹슬지 않고 오랜 세월 방치 상태에서도 충분한 내력을 가진 구조임이 입증되고 있기 때문에 무보수의 유지보수로 알맞다. 그 구조는 다음과 같다.



## 3. 한국형 스프링식 자동장력 조정장치의 개발 장비 및 개요

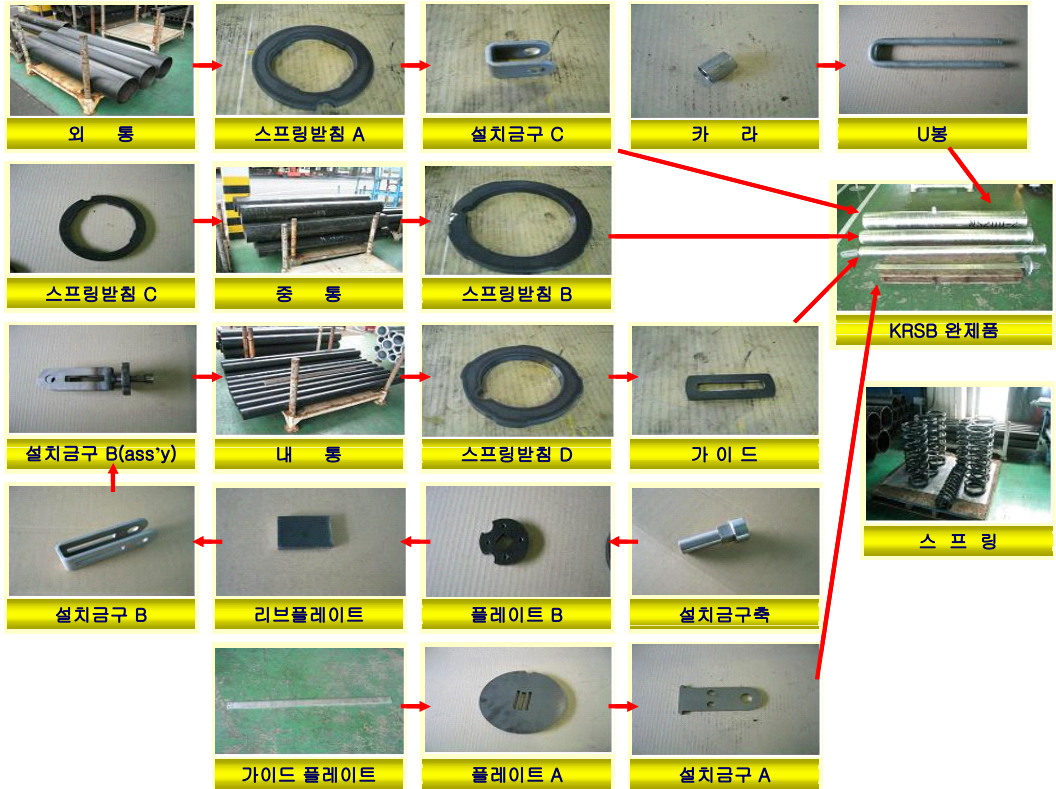
### 3.1 조립기



### 3.2 성능 시험기



### 3.3 개발 개요도



## 4. 한국형 스프링식 자동장력 조정장치의 평가 방법

### 4.1 인장 내하중 및 성능 시험

검사 항목	시험 방법	판정 기준
인장 내하중 시험	시험기에 조립된 KRSB를 설치하고 KRSB에 장력을 서서히 가하여 최대 장력(표준 장력의 110[%])의 2.5배를 3분간 가한다.	KRSB의 각 부에 이상이 생겨서는 안 된다.(파손, 변형 및 탈락 등)
성능 시험 (동작 시험)	시험기에 인장내하중 시험을 마친 KRSB를 설치하고 KRSB에 서서히 장력을 가하여 각 장력 눈금(스케일 플레이트) 마다 장력을 측정하고 중단 까지 장력을 가한다. 그 후 장력을 서서히 줄이면서 다시 각 장력 눈금마다 장력을 측정한 후, 성능을 판정 기준에 의하여 확인한다.	장력의 허용 오차는 유효 스트로크의 양단에 히스테리시스를 포함하여 표준 장력의 15[%] 미만이어야 한다.

#### 4.2 재료 검사

시험 방법	판정 기준
1. KRSB에 사용하는 코일 스프링은 납입 시방서에 따른다. 2. 환봉, 관, 관 및 그 외의 재료는 도면에 지시된 재료(재질)를 사용한다.	1. 강도가 요구되는 부품에 대해서는 재료 증명서(검사 증명서)를 이용하여 판단한다. 2. KRSB에 적용되는 재료의 화학적인 성분은 “C>0.3[%], Si>0.16[%]”를 만족하는 지 재료 증명서(검사 증명서)를 이용하여 판단한다.

#### 4.3 치수 및 외관 검사

검사 항목	시험 방법	판정 기준
치수 검사	도면에 근거하여 노기스, 금속제 출자 등의 계측기를 이용하여 주요 치수를 검사한다.	치수의 허용값은 도면에 기재된 허용값을 만족해야 한다. 단, 클레비스(clevis)는 전수 측정을 한다.
외관 검사	육안으로 외관에 사용상 유해한 흠, 변형, 변색 및 더러움 등이 있는가를 검사한다.	표면 처리 불량, 갈라짐, burr(갈죽갈죽함) 및 현저한 편육(가장자리의 두꺼움) 등의 유해한 결함이 없어야 한다.

용접 검사		
1. 용접에 관해서는 도면에 지시된 용접 기호에 근거하여 시행하고, 각장에 대해서는 지시값 이상의 육성을 가해야 한다. 2. 육안으로 유해한 용접 결함(각장 부족, 언더컷, 오버랩, 균열, 크레이터, 기포, 스패터 부착 등)이 없어야 한다. 3. 육안으로 판정이 곤란할 경우에는 PT(액체침투탐상검사) 등을 행하여 판단한다. 4. 강도가 요구되는 용접에 대해서는 정기적으로 샘플로 단면 컷(파괴시험)을 하여 용접 용합에 문제가 없는 지을 확인한다. 5. 또한, 강도가 요구되는 용접 개소에 대해서는 정기적으로 강도 확인용 시험 샘플을 제작하여 충분한 강도인지를 확인한다. 6. 필요시 용접 상태의 검사를 의뢰하여 검사 성적서를 확인한다.		

#### 4.4 표면(방청) 처리 검사

검사 항목	시험 방법	판정 기준
표면 처리(방청/도금) 검사	KRSB에 가한 도금 처리에 대해서 도금 두께를 측정한다.	도금업자로부터 제출된 도금 성적서를 확인한다. 필요에 따라서는 도금 두께를 측정한다.
	용융아연도금 부착량을 전자도막측정계로 측정, 산출한다. 측정은 시험편 1개에 대해서 5개소 이상의 두께를 측정하여 그 평균치를 산출한 후 판정한다.	- 도금 종류 : HDZ 35(350g/m <sup>2</sup> ), 49[μm] - 도금 종류 : HDZ 70(700g/m <sup>2</sup> ), 98[μm]

## 주의 사항

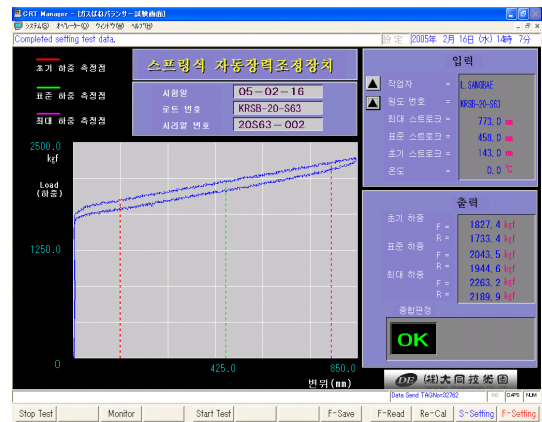
1. HDZ 70을 적용할 경우에는 전처리 단계로서 슛블라스팅(shot blasting) SSPC-SP6을 실시해야 한다.
2. 표면 처리에 있어서 국부적인 도금 보수는 가능하다. 단, 보수 전에 본 표면이 노출되어서는 안 되며, 보수 범위는 반 조립품에 있어서 외표 면적의 최대 10[%] 이내로 한다.

### 4.5 한국 제품과 일본 제품의 비교 - 동작 및 성능

지금까지 언급된 방법으로 개발된 한국형 스프링식 자동장력 조정장치는 일본의 것과 성능의 차이가 크지 않음을 다음 그림과 같이 알 수 있다.



한국 제품



일본 제품

### 5. 결과

스프링식 자동장력 조정장치는 전기철도의 가공전차선로에서 합성전차선(전차선+ 조가선+ 부속 설비)이 대기 및 부하전류에 의한 온도변화의 신축에 따른 장력변화를 항상 일정한 상태로 자동 조절하여 전기열차의 집전상태를 양호하게 유지함으로써 전기열차의 안전 운영을 확보하는 매우 중요한 핵심 설비이다. 따라서 본 논문에서는 한국 실정에 맞는 스프링식 자동장력 조정장치의 개발 과정과 평가 방법을 소개하였고, 그 성능이 어느 정도인지 정량적으로 일본의 것과 비교하여 분석하였다. 그 결과 성능과 동작에 있어 큰 차이가 없음을 확인하였다.

따라서 새로 개발된 한국형 스프링식 자동장력 조정장치는 전차선의 길이가 800[m] 이내서는 설치 및 운영이 가능하다. 또한, 소형화/경량화 및 공해, 염해 등으로부터 스프링을 외통으로 보호할 수 있어 수명이 길어지고, 외통 내부에 스프링을 장착함으로써 무보수화를 기할 수 있어 유지보수비를 절감하고, 특별한 장애 요인이 없어 열차 안전 운영을 확보할 수 있게 되었다.