

# 전기철도 시스템에서의 스프링식 자동장력 조정장치 설치 및 운영에 관한 고찰

## A Study on the Operation and Installation of Spring Type Tensioning Devices in Electric Railway System

윤용한\*    임금광\*\*

Yoon, Yong-Han, Yim, Geum-Kwang

---

### ABSTRACT

This paper presents a study on the operation and installation of spring type tensioning devices in electric railway system. In conventional ways, 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 introduce spring type tensioning devices for Korea railroad. Also, We present some suggestions for the operation and installation of spring type tensioning devices in electric railway system.

---

### 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 운영을 확보하는 매우 중요한 핵심 설비이다. 현재 사용하고 있는 자동장력 조정장치를 구분하면 활차식과 스프링식이 있고, 특히 스프링식 자동장력 조정장치는 2004년까지는 일본에서 개발한 제품을 전량 수입한 실정이었다. 즉, 활차식과 동등하게 긴 가선의 본선에 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 일본에서는 종래의 활차식을 대신하여 정식으로 사용하고 있다.

본 연구에서는 한국 실정에 맞게 개발된 스프링식 자동장력 조정장치를 현장에 설치한 후, 1년 넘게 운영한 결과에 따라 나타난 몇 가지 고찰 사항을 소개하고, 설치 및 운영에 따른 새로운 (안)을 제안한다. 또한, 그 성능이 어느 정도인지를 정량적으로 분석한다.

---

\* (주)대동기술단 기술연구소 책임연구원, 정회원

\*\* (주)대동기술단 기술연구소 연구소장, 경북전문대학 철도전기과 교수, 정회원

## 2. 스프링식 자동장력 조정장치의 개요

### 2.1 종류

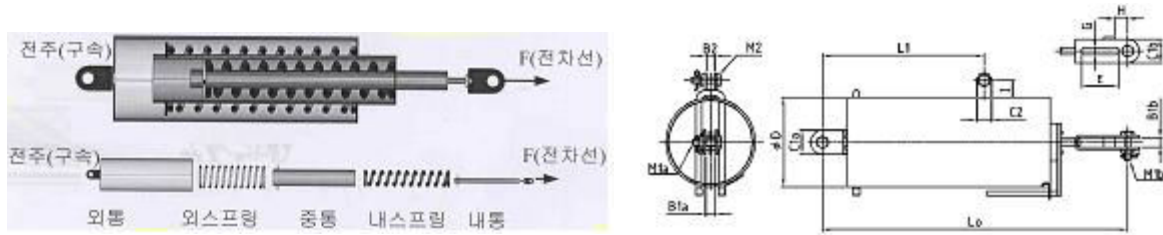
표준장력[kN] (공칭장력)	종류	동작범위[cm] (stroke)	주용도/선종 (일괄 인류 방식)	최대장력거리[m] (표준장력거리)
19.6 (20)	KRSB-20-S50	50	Simple Catenary GT 110[mm <sup>2</sup> ]- CdCu 70[mm <sup>2</sup> ]	570(550)
	KRSB-20-S63	63		680(650)
	KRSB-20-S76	76		800(750)
23.5 (24)	KRSB-24-S37	37	Simple Catenary GT 110[mm <sup>2</sup> ]- CdCu 70[mm <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)

### 2.2 제원 및 평가 기준

항목	제원	비고
스프링 재질	고강도 강 채용(SUP 12V)	중량 감축
온도 범위[℃]	-20[℃] ~ +40[℃]	표준 온도 : +10[℃]
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 스프링의 반발력을 이용하여 전선의 단말을 인장하는 원리로서 금속 제 2분의 통 사이에 스프링 코일을 압축하여 넣은 것이다. 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.



### 2.4 하중 시험 조건

구 분		조립시		최소시		표준시		최대시	
		높이 [mm]	하중 [kgf]	높이 [mm]	하중 [kgf]	높이 [mm]	하중 [kgf]	높이 [mm]	하중 [kgf]
KRSB-20	외스프링	321.0	1710±6[%]	305.0	1800±6[%]	269.0	2000±6[%]	233.0	2200±6[%]
	내스프링	316.0	1710±6[%]	303.5	1800±6[%]	276.0	2000±6[%]	248.5	2200±6[%]
KRSB-24	외스프링	313.0	2050±6[%]	296.5	2160±6[%]	261.0	2400±6[%]	225.5	2640±6[%]
	내스프링	313.0	2050±6[%]	300.5	2160±6[%]	274.0	2400±6[%]	247.5	2640±6[%]
KRSB-28	외스프링	315.0	2395±6[%]	300.0	2520±6[%]	265.5	2800±6[%]	231.0	3080±6[%]
	내스프링	315.0	2395±6[%]	303.6	2520±6[%]	278.4	2800±6[%]	253.0	3080±6[%]
KRSB-30	외스프링	346.0	2560±6[%]	329.0	2700±6[%]	290.0	3000±6[%]	251.0	3300±6[%]
	내스프링	341.0	2560±6[%]	330.0	2700±6[%]	302.5	3000±6[%]	275.0	3300±6[%]

### 2.5 내구 시험 및 크리프 시험 조건

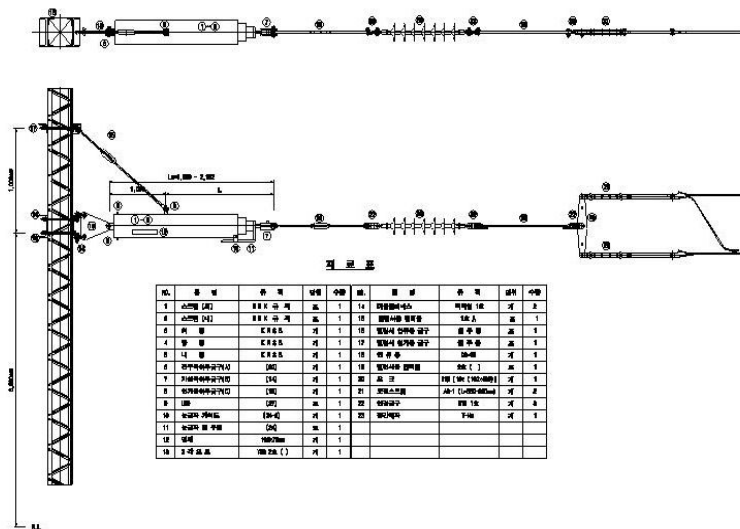
구 분	시험수량	내구시험 (50,000 회)		크리프시험	
		하중범위 [kgf] (내/외)	가진주파수 [Hz]	압축하중 [kgf] (내/외)	압축시간 [h]
KRSB-20	외스프링 및 내스프링의 우권, 좌권 (각 1개)	1800 ~ 2200 (55.0/72.0)	0.5 ~ 5.0	2200 (248.5/233.0)	200
KRSB-24		2160 ~ 2640 (53.0/71.0)	0.5 ~ 5.0	2640 (247.5/225.5)	200
KRSB-28		2520 ~ 3080 (50.6/69.0)	0.5 ~ 10.0	3080 (253.0/231.0)	200
KRSB-30		2700 ~ 3300 (55.0/78.0)	0.5 ~ 10.0	3300 (275.0/251.0)	200

### 3. 스프링식 자동장력 조정장치의 설치

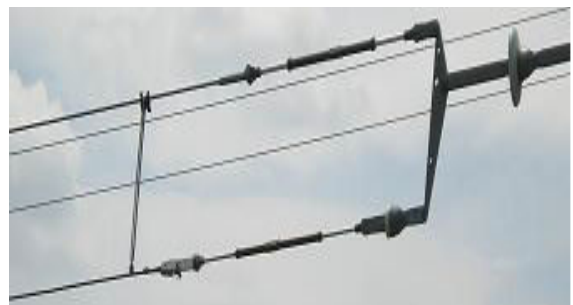
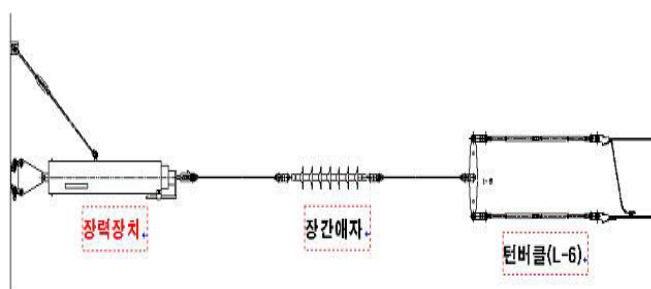
#### 3.1 성능, 동작 시험 및 설치 사진



#### 3.2 한국의 설치 장주도 및 일본의 설치 사진



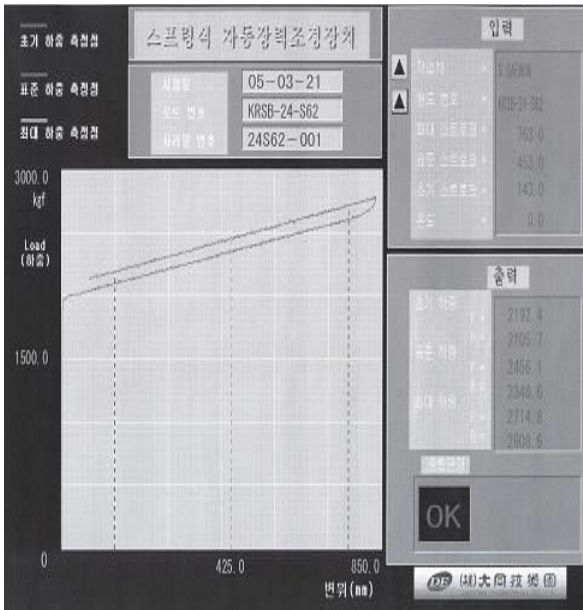
#### 3.3 설치 장주도의 새로운 제안 - 조정스트랩 대신 턴버클 설치



#### 4. 스프링식 자동장력 조정장치의 운영



#### 4.1 스프링식 자동장력 조정장치의 성능 시험 결과(KRSB-24-S62)



설치 전(2005년 03월 21일) 결과



설치 후(2005년 08월 31일) 결과

횟 수	스트로크		기 압(F)		감 압(R)		상대오차 [%]
	[mm]	[kgf]	[%]	[kgf]	[%]	[%]	
1	-310	2188.7	-8.80	2058.1	-14.25	27.72	
	0	2445.1	1.88	2313.2	-3.62		
	310	2723.4	13.48	2576.9	7.37		
10	-310	2209.5	-7.94	2060.5	-14.15	27.83	
	0	2442.6	1.78	2303.5	-4.02		
	310	2728.3	13.68	2584.2	7.67		
20	-310	2203.4	-8.19	2063.0	-14.04	27.87	
	0	2468.3	2.85	2310.8	-3.72		
	310	2731.9	13.83	2572.0	7.17		
30	-310	2202.1	-8.25	2049.6	-14.60	28.58	
	0	2463.4	2.64	2305.9	-3.90		
	310	2735.6	13.98	2573.2	7.22		

설치 전(2005년 03월 21일)

횟 수	스트로크		기 압(F)		감 압(R)		상대오차 [%]
	[mm]	[kgf]	[%]	[kgf]	[%]	[%]	
1	-310	2196.0	-8.50	2078.9	-13.38	27.41	
	0	2457.3	2.39	2337.6	-2.60		
	310	2736.8	14.03	2617.2	9.05		
10	-310	2187.5	-8.85	2072.8	-13.63	27.46	
	0	2460.9	2.54	2331.5	-2.85		
	310	2731.9	13.83	2603.8	8.49		
20	-310	2180.2	-9.16	2081.3	-13.28	27.01	
	0	2448.7	2.03	2332.8	-2.80		
	310	2729.5	13.73	2617.2	9.05		
30	-310	2158.2	-10.08	2081.3	-13.28	27.11	
	0	2436.5	1.52	2340.1	-2.50		
	310	2731.9	13.83	2596.4	8.18		

설치 후(2005년 08월 31일)

## 5. 결론

본 연구에서는 한국 실정에 맞게 개발된 스프링식 자동장력 조정장치를 현장에 설치한 후, 1년 넘게 운영한 결과에 따라 나타난 몇 가지 고찰 사항을 소개하였고, 설치 및 운영에 따른 새로운 (안)을 제안하였다. 또한, 그 성능이 어느 정도인지를 정량적으로 분석하였다.

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.

조가선, 전차선은 온도 변화에 의한 신축, 부하 전류에 따른 신축, 장기 사용에 의한 전차선 마모에 따른 탄성 신장으로 합성 전차선 이도 장력의 영향을 주는 요소의 악 영향을 최소화해야 한다. 즉, pantograph의 이선, 집전 성능 악화, 장력 증대로 전차선의 단선 등 위험을 제거하기 위하여 합성 전차선의 장력을 일정하게 유지시켜주는 자동장력 조정장치를 유지보수비가 저렴하고 직무 종사자들의 안전을 도모하기 위하여 종래의 활차식을 최근 개발 실용화되고 안전성과 신뢰성이 입증된 스프링식 자동장력 조정장치로 대체하는 것이 바람직하다고 사료된다.