

# 한국형 스프링식 장력 장치의 현장 시험 결과

## Field Test Results of a Spring Type Tensioning Device for Korea Railroad

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

---

### ABSTRACT

This paper presents field test results 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 field test results of spring type tensioning devices 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.

따라서 본 논문에서는 한국 실정에 맞게 개발된 스프링식 자동장력 조정장치를 현장에 설치한 후, 그 결과를 소개하고, 그 성능이 어느 정도인지 정량적으로 분석한다.

한국형 스프링식 자동장력 조정장치의 설치는 신설 구간이 아닌 기존 활차식이 설치된 5개소에 활차를 제거한 후, 스프링식을 설치하였다. 3개소는 일단 장력의 형태로 설치하였고, 나머지 2개소는 기존에 설치되어 있던 흐름 방지 장치를 한국형 스프링식 자동장력 조정장치의 설치 후, 제거하였다.

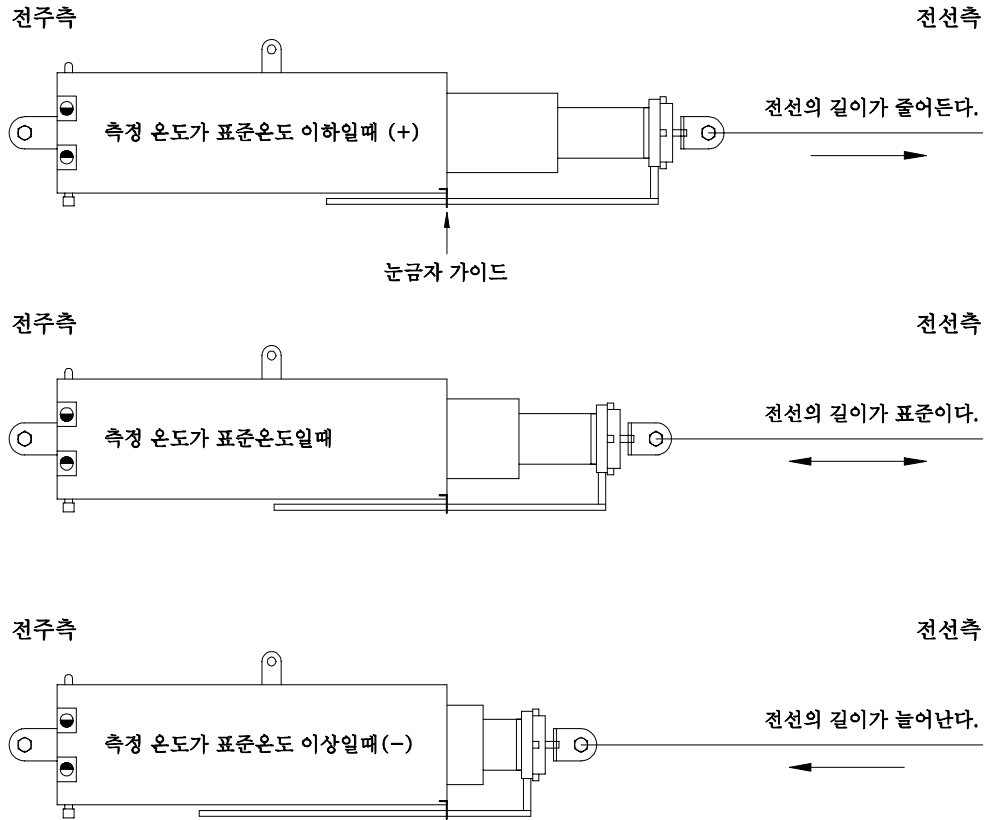
## 2. 스프링식 자동장력 조정장치의 동작 원리 및 눈금자 조정

### 2.1 온도 변화에 따른 동작 원리

---

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

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



## 2.2 눈금자 조정법

스프링식 자동장력 조정장치 설치시 온도를 측정하여 다음 공식에 의거 스트로크 길이를 계산한 후, 계산된 값을 눈금자 가이드에 맞게 조정해야 한다.

$$l = \frac{S}{2} \times \frac{t_0 - t}{30} \times \frac{L}{L_0} = \frac{S}{2} \times \frac{10 - t}{30} \times \frac{L}{L_0}$$

여기서,  $l$  : 스트로크 길이(인출량)[mm]

$S$  : KRSB의 동작 범위, ex) S63  $\Rightarrow$  630[mm]

$t_0$  : 표준 온도(10[ $^{\circ}$ C])

$t$  : 측정 온도[ $^{\circ}$ C]

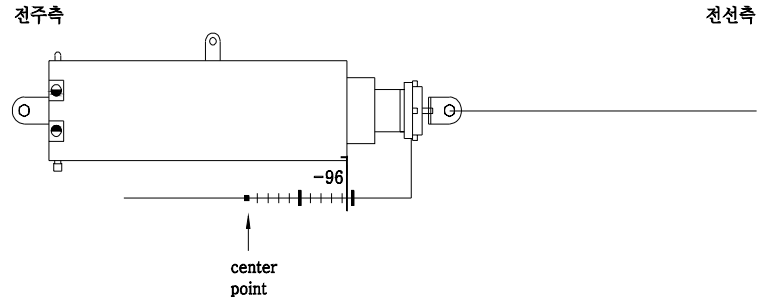
$L$  : 장력(인류) 거리[m]

$L_0$  : KRSB 종류별 최대 장력 거리[m]

## 2.3 눈금자 조정 예제

만약, KRSB-28-S60라면, KRSB의 동작 범위(S)는 600[mm]이고, 최대 장력 거리( $L_0$ )는 800[m]이다. 이 때, 측정 온도( $t$ )가 20[ $^{\circ}$ C]이고, 장력 거리(L)가 765[m]일 경우

$$l = \frac{600}{2} \times \frac{10 - 20}{30} \times \frac{765}{800} \approx -96[\text{mm}]$$



### 3. 스프링식 자동장력 조정장치의 현장 설치 및 운영

#### 3.1 현황

| 선명                  | 구간             | 가선<br>장력<br>[Ton] | 인류<br>거리<br>[m]                | 종류              | 설치일      | 계산<br>스트로크[mm] | 오차[mm]<br>(시공-계산) | 절대 오차<br>평균값<br>[mm] | 측정<br>횟수 |
|---------------------|----------------|-------------------|--------------------------------|-----------------|----------|----------------|-------------------|----------------------|----------|
|                     | 전주<br>번호       |                   |                                | 장력 거리<br>[m]    | 온도[℃]    | 시공<br>스트로크[mm] |                   |                      |          |
| 경부선                 | 대전조차장<br>구내    | 2.8               | 765<br>(한쪽<br>장력)              | KRSB-<br>28-S60 | 05.04.04 | 66.9           | + 3.1             | (OK)<br>10.70        | 75       |
|                     | 161-28<br>DS2호 |                   |                                | 800             | 3.0      | 70.0           |                   |                      |          |
| 강경선                 | 연무대<br>~신연무대   | 2.4               | 670<br>(한쪽<br>장력)              | KRSB-<br>24-S62 | 05.03.30 | -8.7           | -1.3              | (OK)<br>9.66         | 91       |
|                     | 9호             |                   |                                | 800             | 11.0     | -10.0          |                   |                      |          |
| 경인선<br>(초기)         | 주안<br>구내       | 3.0               | 640<br>(한쪽<br>장력)              | KRSB-<br>30-S63 | 05.04.06 | -25.2          | -4.8              | (OK)<br>34.85        | 63       |
|                     | 9-1호           |                   |                                | 800             | 13.0     | -30.0          |                   |                      |          |
| 경인선<br>(후기)<br>재 시공 | 주안<br>구내       | 3.0               | 640<br>(한쪽<br>장력)              | KRSB-<br>30-S63 | 05.07.20 | -126.0         | -4.0              | (OK)<br>7.14         | 13       |
|                     | 9-1호           |                   |                                | 800             | 25.0     | -130.0         |                   |                      |          |
| 안산선                 | 중앙~안산          | 2.0               | 1,352/2<br>(676)<br>(양쪽<br>장력) | KRSB-<br>20-S63 | 05.04.08 | 31.3           | -1.3              | (OK)<br>13.63        | 75       |
|                     | 41-1호          |                   |                                | 680             | 7.0      | 30.0           |                   |                      |          |
| 안산선                 | 중앙~안산          | 2.0               | 1,352/2<br>(676)<br>(양쪽<br>장력) | KRSB-<br>20-S63 | 05.04.09 | 0.0            | + 20.0            | (OK)<br>19.64        | 125      |
|                     | 71-1호          |                   |                                | 680             | 10.0     | 20.0           |                   |                      |          |

주. **· KRSB의 정상 운영 조건 : 절대오차 평균값 ≤ 유효 스트로크의 10[%]**

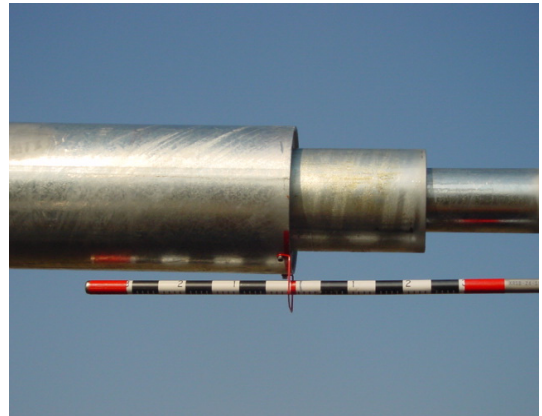
- 계산 스트로크는 제 2장 제 2절의 공식에 의거한다.
- 시공 스트로크(설치시 사용 용어) = 측정 스트로크(운영시 사용 용어)
- 절대 오차 평균값은 발생된 오차에 절대값을 취한 후, 평균을 낸 값
- (±) 부호 표시는 발생된 전체 오차가 일관됨을 의미한다.
- 설치시 시공 오차가 발생하는 이유는 활차식 자동장력 조정장치의 A 길이가 일정하지 않고, 조정 스트랩의 스텝도 50[mm] 또는 80[mm]으로 되어 있어 정밀 시공이 어려워 발생한 것이다.

경인선의 주안 구내 9-1호주는 초기 설치시 급격한 온도 변화로 시공에 문제가 있었고, 눈금자 조정에 현재의 온도를 정확히 반영할 수 없었다. 이것은 운영시 오차로 나타났고, 이 오차가 일관됨을 보여 2005년 07월 20일 오차를 보정하는 작업(전차선 조정 : 조정 스트랩 조정)을 수행하였다. 이후 오차가 줄어들었고, 비교적 정확하게 조정함을 알 수 있다.

### 3.2 모습



자동장력 조정장치의 설치 전(WTB)/후(KRSB)



자동장력 조정장치(KRSB)의 설치 운영 및 눈금자

### 4. 현장 운영시 나타난 결과

#### ① 측정 온도 오차 발생

- 온도계에서 발생하는 오차
- 가선된 전차선 전체의 평균 온도를 측정하는 것이 아니고, 스프링식 자동장력 조정장치가 설치된 전주에서 측정하기 때문에 발생하는 왜곡 오차
- 작지만 가압된 상태에서의 주울 에너지(joule energy) 미 반영

#### ② 측정 스트로크 오차 발생

- 10[mm] 단위 또는 5[mm] 단위로는 측정이 가능하나, 1[mm] 단위의 측정은

- 위치적인/시각적인 문제로 불가능. 따라서, 기본적인 스트로크 오차 발생
- 현재 스트로크가 현재 온도를 얼마나 반영하고 있는지 명확하지 않다.
- 즉, 일정한 온도를 계속 유지하는 시점에서는 현재 온도와 현재 스트로크는 상관 관계가 있지만, 온도가 급변(1[°C]/20[분] 이상)하는 시점에서는 상관 관계가 적기 때문에 왜곡된 오차가 발생한다.

### ③ 자연 발생적인 초기 오차

- 스트로크의 정밀한 조정이 곤란하다. 활차식 자동장력 조정장치의 A 길이가 일정치 않고, 조정 스트랩은 50[mm] 또는 80[mm] 스텝으로 되어 있으며, 조정 여유도 많지 않다.
- 흐름 방지 장치가 설치되어 있는 경우, 균형 설치라면 큰 문제가 없지만, 불균형 설치가 된 곳은 초기 설치시 정밀한 스트로크 조정이 곤란하다.

### ④ 안산선(중앙~안산)의 흐름 방지 장치(54-1호주) 철거에 따른 41-1호주 및 71-1호주의 운영 결과

- 41-1호주 쪽으로 약간 편향된 것은 전동차의 스프링식 자동장력 조정장치의 설치 방향과 열차의 단방향 운행의 결과
- 또한, 양 단(41-1호주와 71-1호주)에 온도차가 있고, 경간 중간에 역사가 있는 등의 영향으로 판단
- 전체적으로 흐름 방지 장치 때문에 불균형(unbalance) 설치를 할 수 밖에 없었던 것을 감안하면 만족할 만한 결과인 것으로 생각된다.

### ⑤ 총평

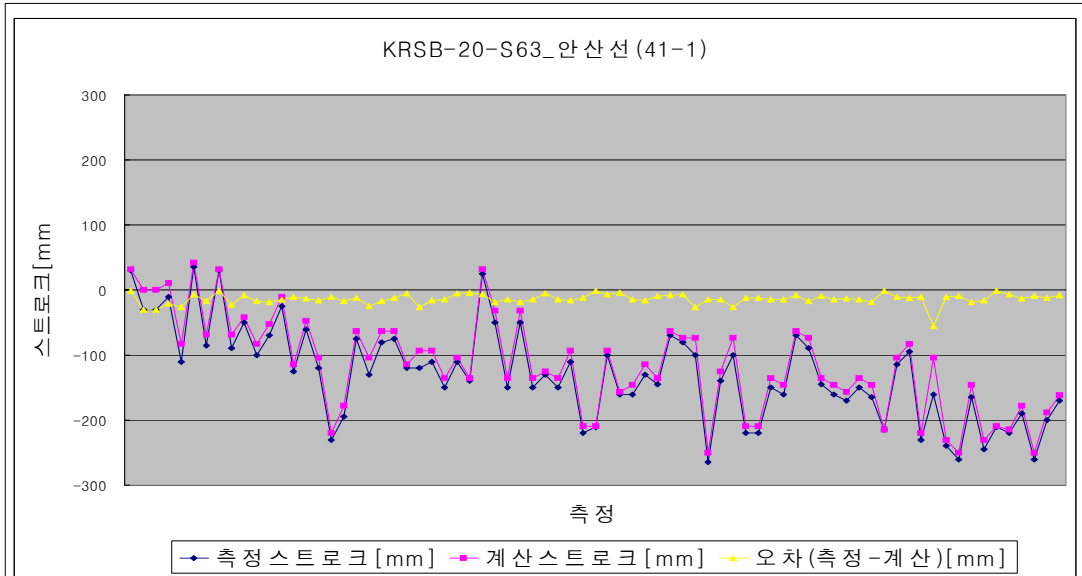
스프링식 자동장력 조정장치는 전기철도의 가공전차선로에서 합성전차선(전차선+조가선+부속설비)이 대기 및 부하전류에 의한 온도변화의 신축에 따른 장력변화를 항상 일정한 상태로 자동 조절하여 전기열차의 집전상태를 양호하게 유지함으로써 전기열차의 안전 운행을 확보하는 매우 중요한 핵심 설비이다.

본 논문에서는 한국 실정에 맞게 개발된 스프링식 자동장력 조정장치를 현장에 설치한 후, 그 결과를 소개하고, 그 성능이 어느 정도인지 정량적으로 분석하였다.

한국형 스프링식 자동장력 조정장치의 설치는 신설 구간이 아닌 기존 활차식이 설치된 5개소에서 활차를 제거한 후, 스프링식을 설치하였다. 3개소는 일단 장력의 형태로 설치하였고, 나머지 2개소는 기존에 설치되어 있던 흐름 방지 장치를 한국형 스프링식 자동장력 조정장치의 설치 후, 제거하였다. 전체적으로 만족할 만한 결과를 보이고 있고, 추후 동절기의 측정 데이터도 분석하는 것이 향후 연구 과제이다.

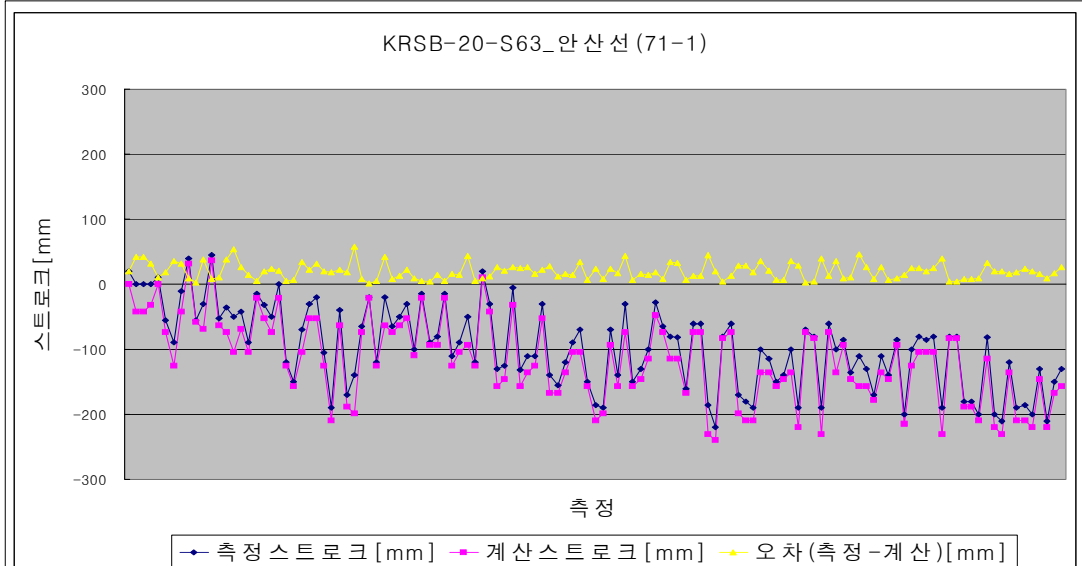
새로 개발된 한국형 스프링식 자동장력 조정장치는 전차선의 길이가 800[m] 이내서는 설치 및 운영이 가능하다. 또한, 소형화/경량화 및 공해, 염해 등으로부터 스프링을 외통으로 보호할 수 있어 수명이 길어지고, 외통 내부에 스프링을 장착함으로써 무보수화를 기할 수 있어 유지보수비를 절감하고, 특별한 장애 요인이 없어 열차 안전 운행을 확보할 수 있게 되었다.

## 5. 부록 - 흐름 방지 장치의 제거에 따른 영향 분석



설명

측정 온도에 따른 계산 스트로크와 측정 스트로크의 차이에 일관성이 있음을 알 수 있다. 절대 오차의 평균값은 스프링식 자동장력 조정장치의 인입량(-부호)으로 약 13.67[mm] 정도이다. 이는 초기 운영시 약 -30.0[mm]의 오차가 발생한 것에 비하면 작아졌기 때문에 정상적인 동작을 하고 있는 것으로 판단된다. 또한, 스프링식 자동장력 조정장치가 설치된 구간이 본선의 상선으로, 전동차의 진행 방향과 반대로 설치되었기 때문에 발생한 오차로도 생각할 수 있다.



설명

측정 온도에 따른 계산 스트로크와 측정 스트로크의 차이에 일관성이 있음을 알 수 있다. 절대 오차의 평균값은 스프링식 자동장력 조정장치의 인출량(+부호)으로 약 19.64[mm] 정도이다. 이는 초기 운영시 약 +35.0[mm]의 오차가 발생한 것에 비하면 작아졌기 때문에 정상적인 동작을 하고 있는 것으로 판단된다. 또한, 스프링식 자동장력 조정장치가 설치된 구간이 본선의 상선으로, 전동차의 진행 방향과 일치하기 때문에 발생한 오차로도 생각할 수 있다.