

## バネ式自動張力調整装置による架線移動の実態について

木ノ瀬 元晴 (東日本旅客鉄道株式会社)

About the actual state of the change in the length of the overhead wire in the case of using the spring type automatic tension adjustment device.

Motoharu Kinose (East Japan Railway Company)

Recently, we come to use not conventional pulley type (WTB) but spring type (STB) as an automatic tension adjustment device in order to adjust the tension of the overhead wire with easy maintenance.

For the maintenance of the overhead wire, it is necessary to know about the middle point of the wire and the length changed by the temperature.

We have used a conventional formula to know them, but we need to verify whether the conventional formula is proper in the case of using the STB.

Therefore, in this research, we measure the length of the overhead wire for a year, and compare the value calculated by the conventional formula with the actual value by the measurement.

As a result, it is confirmed that using the conventional formula is proper in the case of using the STB.

キーワード：自動張力調整装置

Keywords: Spring type automatic tension adjuster

## 1. はじめに

電車線路を保全する上において重要な要素の一つに、架線の移動の把握がある。電車線は温度により伸縮するため、架線の両端または片側に自動張力調整装置を設置し、その変化を吸収することによりし張力を一定に保っている。電車線金具は架線の動きに追従するため、曲線区間等でこれらの金具がパンタグラフに支障したり、架線に異質な力を加えることのないよう各地点の架線の移動を把握し、新設、改良工事の際はこれらを計算によって求めて、適性な位置に金具類をセッティングしている。

最近、電車線の張力調整にはメンテナンスフリーのため、従来の滑車式自動張力調整装置 (WTB) ではなくバネ式自動張力調整装置 (STB) が設置されるようになっていく。しかし、この場合にも従来の計算方法で問題が無いことを検証した例はなかった。

そこで本研究では STB による電車線架線移動の実態を把握し、従来の計算方法で求めた理論値と比較することにより、保全に活用することを目的とした。

## 2. 確認場所の選定

長野支社管内で勾配があり、温度変化の大きい山間部である 5 箇所を選定、実態把握を行った。

表 1 確認場所

NO	線名	区間	線別	電柱番号	設備	記事	長さ[m]
1	信越線	北長野・三才 ~ 三才構内	単線	本23 ~ 構本2	STB		1,038
2	信越線	黒姫 ~ 妙高高原	下り	下10 ~ 下34	STB	起点側 AS箇所	1,034
3	信越線	黒姫 ~ 妙高高原	上り	上10 ~ 上34	STB	起点側 AS箇所	1,018
4	信越線	黒姫 ~ 妙高高原	下り	下31 ~ 下59	STB		1,316
5	信越線	黒姫 ~ 妙高高原	上り	上31 ~ 上59	STB		1,311

## 3. 理論中性点

理論中性点の算出は従来から利用されている①～⑤の公式を利用している。

「可動ブラケット抑制抵抗算出」

$$f = T \times \frac{S}{R} \times \frac{x}{G + g} \quad \dots \textcircled{1}$$

f ; 可動ブラケット抑制抵抗 (kN)、T ; 張力 (kN)、R ; 曲線半径 (m)、S ; 径間 (m)、G ; ゲージ (mm)、g ; 偏位 (mm)、x ; 電車線移動量 (mm)

「抑制抵抗総和の算出」

$$\Sigma R1 = \frac{T \cdot C \cdot \Delta t \cdot X1 \cdot D}{R \cdot G} \quad \dots \textcircled{2}$$

$\Sigma R1$  ; 距離  $X1$  の抑制抵抗総和 (kN)、 $D$  ; 曲線長さ (m)、 $C$  ; 線膨脹係数、 $\Delta t$  ; 温度差 (°C)、 $X1$  ; 距離 (m)

「勾配による外力の算出」

$$\alpha t = W g \cdot X \quad \dots \textcircled{3}$$

$\alpha t$  ; 勾配による外力 (kN)、 $W$  ; 電車線単位重量 (kg)、 $g$  ; 線路勾配、 $X$  ; 線路勾配延長 (m)

「O形ブラケット連続に伴う外力の算出」

$$R0 = \alpha t + f \times N \quad \dots \textcircled{4}$$

$R0$  ; O形ブラケット連続に伴う外力、 $N$  ; 連続するO形ブラケット数量

「 balanサーからの調整距離」

$$\alpha T = \Sigma R1 + \frac{L1}{S} \times f + r + R0 \quad \dots \textcircled{5}$$

$\alpha$  ; 張力変動率 (%),  $r$  ; balanサー内部抵抗 (kN)、 $L1$  ; balanサーからの調整距離 (m)

選定した5箇所についての理論中性点位置を表2に示す。

表2 中性点位置一覧表

NO	区 間	柱 番 号	中性点計算		中性点位置
			A点側計算 (柱番号)	B点側計算 (柱番号)	
1	北長野～ 三才構内	本23～構本2	425m, 613m (本32号)	563m, 475m (本34号)	本32～本34
2	黒姫～ 妙高高原	下10～下34	486m, 548m (下21号)	355m, 679m (下17号)	下17～下21
3	黒姫～ 妙高高原	上10～上34	441m, 577m (上20号)	429m, 589m (上20号)	上20
4	黒姫～ 妙高高原	下31～下59	838m, 478m (下48号)	733m, 583m (下46号)	下46～下48
5	黒姫～ 妙高高原	上31～上59	888m, 423m (上49号)	736m, 575m (上46号)	上46～上49

4. 架線移動量

架線移動量の算出は従来から利用されている次式により行っている。

$$\rho = \alpha \cdot t \cdot L \quad \dots \textcircled{6}$$

$\rho$  ; 電線伸び (mm)、 $\alpha$  ; 線膨脹係数、 $t$  ; 温度変化 (°C)、 $L$  ; 電線長さ (m)

5. 現地測定方法

可動ブラケットの根付位置を「0mm」としてレールに基準線を記し、現地可動ブラケット位置と基準線との距離を測定した。図1に概略を示す。

移動量については、基点側への移動を「+」、終点側への移動を「-」として計測を実施した。

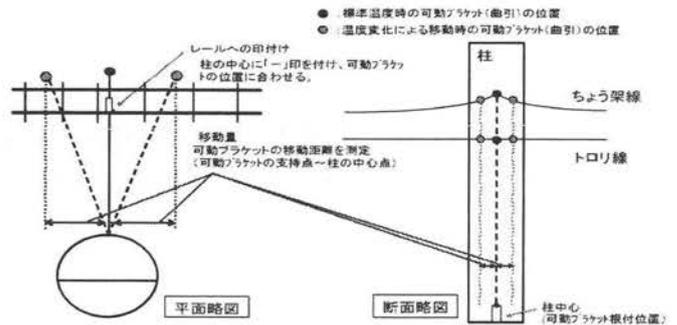


図1 測定方法概略図

6. 架線移動の検証

⑥の計算式により、温度変化に伴う電線の伸びを算出し、移動量の数値をグラフ化した。

更に、測定データを基にB地区の標準温度10°Cに0mmとして換算値したものをグラフ化した(測定データの最高気温と最低気温時のみを表示)。

以下の図2～図6で確認場所ごとにそれらと比較したグラフを示す。

(1) 北長野～三才構内 本23～構本2 1038m

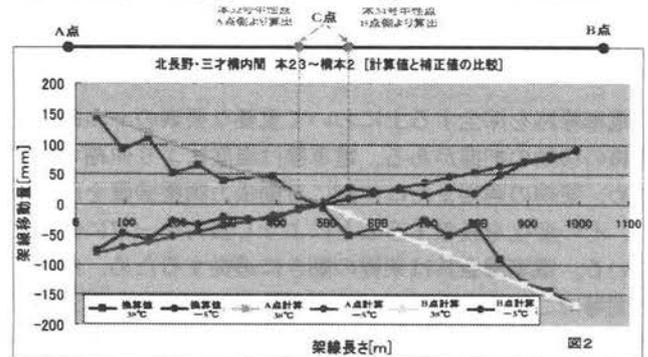


図2 換算値と計算値の比較グラフ

(2) 黒姫・妙高高原間 下10～下34 1034m

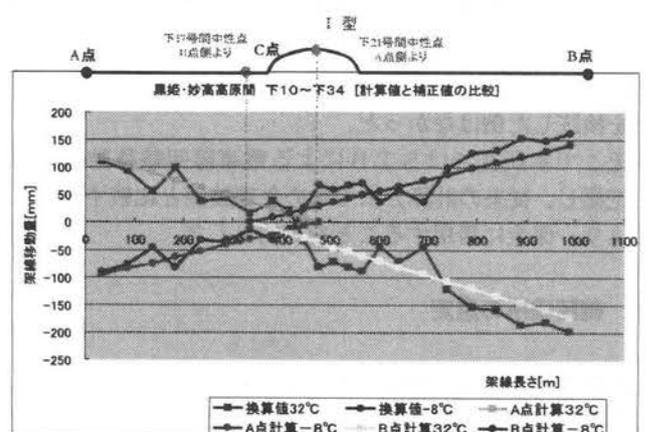


図3 換算値と計算値の比較グラフ

(3) 黒姫・妙高高原間 上10～上34 1018m

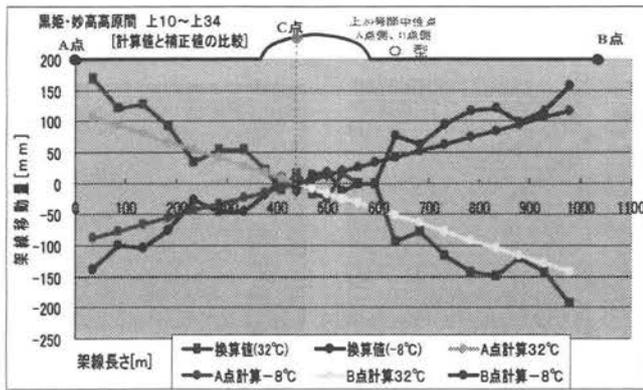


図4 換算値と計算値の比較グラフ

(4) 黒姫・妙高高原間 下31～下59 1316m

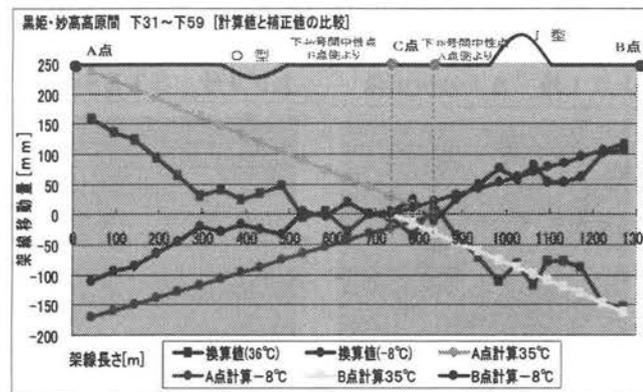


図5 換算値と計算値の比較グラフ

(5) 黒姫・妙高高原間 上31～上59 1311m

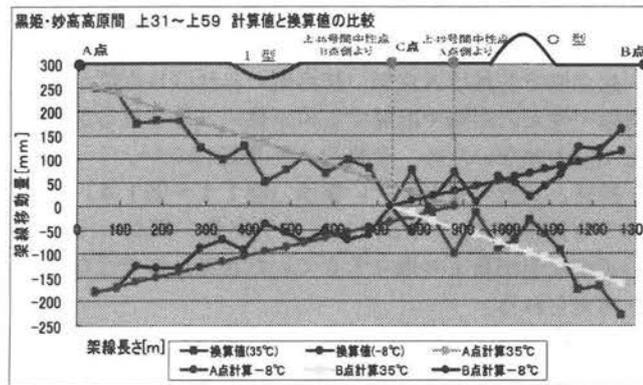


図6 換算値と計算値の比較グラフ

7. 架線移動についての考察

各箇所の誤差値を図7により示す。

平均誤差は28.2mm。

最大誤差は黒姫・妙高高原間 下31～59号間で-132mm。

最小誤差は黒姫・妙高高原間 上31～59号間で0mmであった。

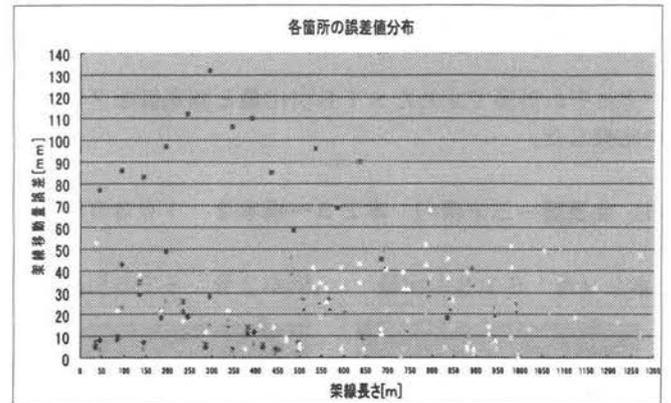


図7 各箇所の誤差値分布データ

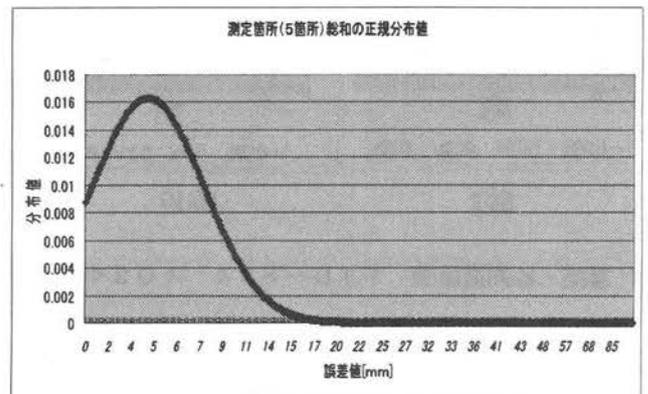


図8 誤差値の正規分布図

図8では誤差データの偏差値を算出し、平均28.2mm、標準偏差24.5の正規分布図として表示した。

4～5mmの範囲で誤差数が多数あることが確認できる。

- ・いずれも理論中性点付近での移動量の差は温度差が大きくても些少であった。
- ・今回の測定方法では多少のズレが生じてしまうが、理論中性点の位置からの移動量は計算値とほぼ同じであることが判る。
- ・理論中性点や移動量が計算値とほぼ同じであることが判ったため、従来の計算式も使用ができることが確認できた。
- ・今後の保全もそのまま利用が可能であると考えられる。

8. STB引出量

温度変化に伴うSTB引出量は下記計算式を利用し算出している。

$$l = \frac{S}{2} \times \frac{t_0 - t}{30} \times \frac{L}{L_0} \quad \dots \textcircled{7}$$

l;引出量(mm), S;ストローク(mm), t<sub>0</sub>;標準温度(B地区10°C), t;温度(°C), L;電線長さ(全長/2)(m), L<sub>0</sub>;最大適用電線長(m)

9. STB引出量の検証

それぞれ計算で求めたSTB引出量と測定値をグラフで比較した。

(1) 北長野～三才構内 本23～構本2 1038m

本23号 STB引出量

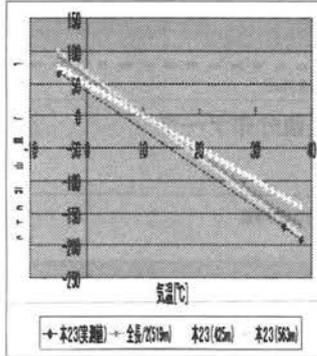


図9

構本2号 STB引出量

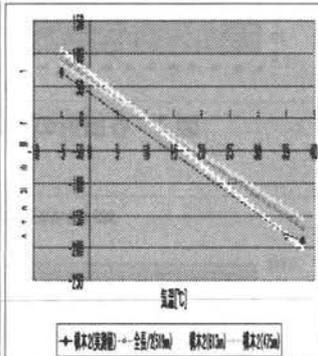


図10

(2) 黒姫・妙高高原間 下10～下34 1034m

下10号 STB引出量

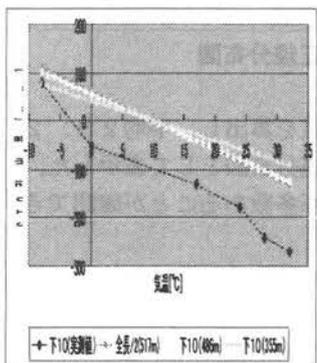


図11

下34号 STB引出量

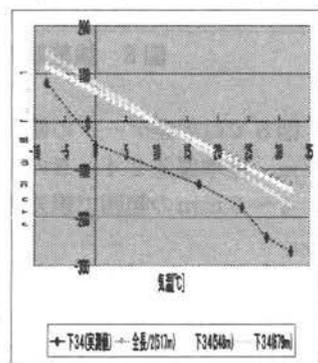


図12

(3) 黒姫・妙高高原間 上10～上34 1018m

上10号 STB引出量

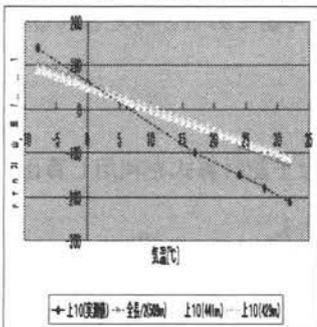


図13

上34号 STB引出量

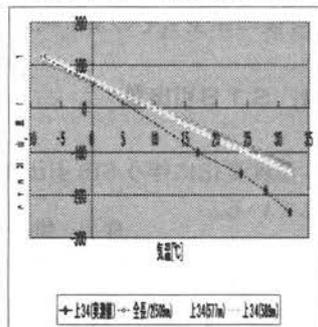


図14

(4) 黒姫・妙高高原間 下31～下59 1316m

下31号 STB引出量

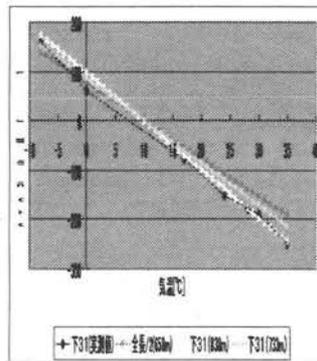


図15

下59号 STB引出量

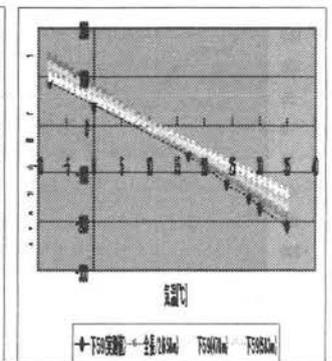


図16

(5) 黒姫・妙高高原間 上31～上59 1311m

上31号 STB引出量

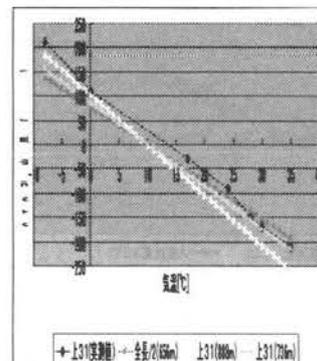


図17

上59号 STB引出量

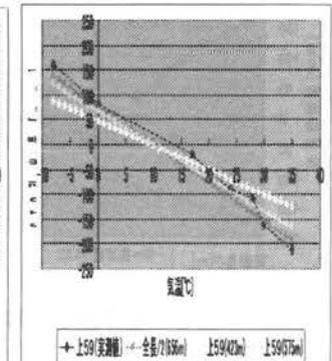


図18

10. STB引出量について考察

- ・ 起点側であればA点側、終点側であればB点側からの理論中性点の距離で計算するのが良いと思われるが計算上では大差ないため、全長/2でも問題はない。
- ・ 計算と実測の差が大きい箇所(図11～図14)は、STB設置時点で気温に対する引出量が異なっていた(正規な引出量より取りすぎている状態)のではないかと考えられる。

11. まとめ

今回の研究により、バネ式自動張力調整装置(STB)設置区間においても、基本的には従来どおりの計算方法で問題の無いことを検証することができた。

最後に今回の研究にあたりご指導いただきましたジェイアール総研電気システムの大浦先生に感謝いたします。