

(株) 神戸製鋼所 正 新家 徹

" " 頭井 洋

" " 〇宮坂 清彦

1. まえがき

本文はニールセン橋の架設時における斜材の張力調整に関する一計算法について述べるものである。架橋と終了したとき斜材張力は各種の製作・架設誤差によって設計値とは異なる値となるが、これらの差異を生じさせる要因の中には張力を調整して設計値と合致せしめるべきものと、むしろ調整すべきでないものとがある。実際の工事においてはこれらの両者を要因が定量的につかぬが、本文ではこれら要因の定性的な性質から簡単に区分できて調整すべき量だけを求める実用的な一計算法について報告する。

2. 誤差要因とその影響の大きさ

完成時のニールセン橋において計測された斜材張力に設計値と差異を生じさせる誤差要因としては(1)死荷重強度誤差、(2)断面剛度誤差、(3)形状差、(4)定着誤差、(5)温度誤差、(6)計測誤差などが考えられる。ここではこれらの要因に次のような適当な数値を仮定して斜材張力と断面力に及ぼす影響を検討する。構築のモデルは通常の設計法で決定した諸元と有するもので図1に示す。

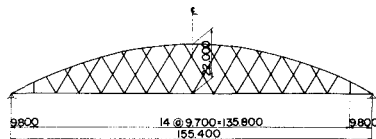


図1

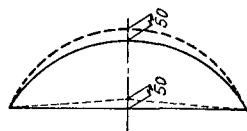


図2

(1) 死荷重強度に $+2.5\%$ の誤差があった場合。

(2) 補剛桁の剛度が 10% 増加していた場合。

(3) 骨組形状に図2のように 5 cm の差があった場合。

(4) 全部の斜材長がその定着面距離より 1 cm 以下の値(図5(4))で短かった場合。

(5) 上弦材と斜材・下弦材とに 5°C の温度差を仮定。

(6) $+0.5\text{ cm}$ 、 -0.5 cm の計測誤差が交互に及ぼされたと仮定。

表1にたわみ、図3、4(1)~(6)に斜材張力、上・下弦材曲げモーメントについての結果(誤差の大きさ)を示す。この結果より、

i) (1), (2), (3), (5)は本来斜材張力を調整してはいけなかったものであるが、一般的には発生応力とこのまま残っていると強度に及ぼす影響は小さいものと思われる。

ii) (4)に起因するものは斜材張力とともに、弦材曲げモーメントに無視できない応力を生じさせることが考えられ斜材張力を調整する必要がある。

iii) 主な(4)の場合にたわみの変化(キャンバー誤差)としては小さい場合もあることは注意を要する点である。(表1(4))

3. 調整量の決定

前述のように斜材の張力誤差を生じさせる各種要因のうち斜材張力を調整すべきものは斜材長とその定着面長の差異に起因するもののみでありこの場合(4)によって調整量(シム厚)が求められる。

たわみ誤差(最大値)

(CM)

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(7')
上弦材	0.5	2.1	0.0	0.5	-1.3	0.5
下弦材	0.5	2.1	-0.1	-0.8	-1.3	-0.6

表1

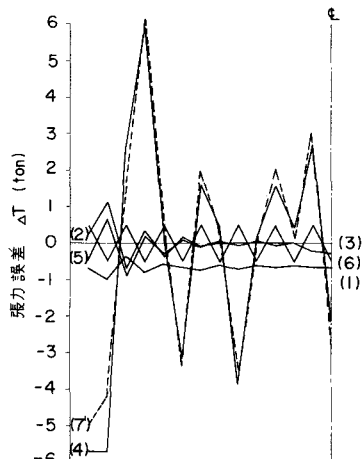


図3

$$\{\Delta L\} = [D] \cdot \{\Delta T\} \quad \dots (1)$$

ただし、 ΔL : 調整量

ΔT : 張力誤差。可 = $T_0 - T$, T_0 : 設計張力,

T : 実張力(計測張力)を表わす。

D : 骨組により定まる係数マトリックス。

ところが現場において実際に計測される斜材張力には各種の要因に起因するものが重なっている。このため(1)式はそのまま使用できず(4)項のみを選び出す手段を必要とする。今、前項の各要因にもとづく張力誤差可も(1)式に入れて ΔL を求めると図5(1)~(6)のようなシム量が算出される。図から、

i) (4)以外の要因のものは可が小さくても過大なシム量となる。

ii) (4)のものは可が大きくてもシム量としてはそれほど大きな値とならない。(わずかのシム量で調整可能)

これらの性質が下記の手段を考える。まず、誤差のうち(1)のような過大なシム量を与える一様分布誤差(誤差の大きさを T_0 の k 倍と仮定する)を除き、さらに一様でないものはわずかの残留張力 ε ($|\varepsilon| \leq \varepsilon_0$)を残しながら系全体のシム量を小さくすることを考え、これを最適値問題として解いた。したがって(1)式は(2)式に書き改められる。

$$\{\Delta L\} = [D] \cdot \{(\Delta T + k \cdot T_0) + \varepsilon\} \quad \dots (2)$$

最適値問題として目的関数には調整シム量のノルムを考へ、 ε , k を決定する。計算は共役勾配法を用いた。要因(1)~(6)を加えた可も(1)式に入れると図5(7)となるが(2)式で解く $\varepsilon_0 = 0.5 \text{ cm}$ に設定。

$k = 0.028$ を得ると(2)式となり調整すべき量(4)によく近似しているものと思われる。また調整の結果をみ、斜材張力、弦材曲げモーメント変化は表1、図3、4の(7)となりこれも(4)に近づいていることがわかる。

4. 結論

i) 斜材張力誤差を生じさせる要因のうち斜材長ととの定着長さに起因するものは張力調整力が必要がある。

ii) 実測張力から(4)の要因のものを選り出すのに(2)式は実用的な手法になり得る。

iii) ε_0 の設定には計測精度の問題があるが $0.5 \sim 1.0 \text{ cm}$ 程度設定してよからうと思われる。

iv) 多数の部材で構成されるニールセン橋には施工誤差が不可避であり断面の設計には曲げモーメントに対してある程度余裕を持たせるべきであると思われる。

参考文献

- 1) 畑・安原・野村「愛宕橋(ニールセン橋)における斜材張力調整について」 72.10. 土木学会年次学術講演会概要集
- 2) コワリック・オズボーン著 山本・小山訳「非線形最適化問題」

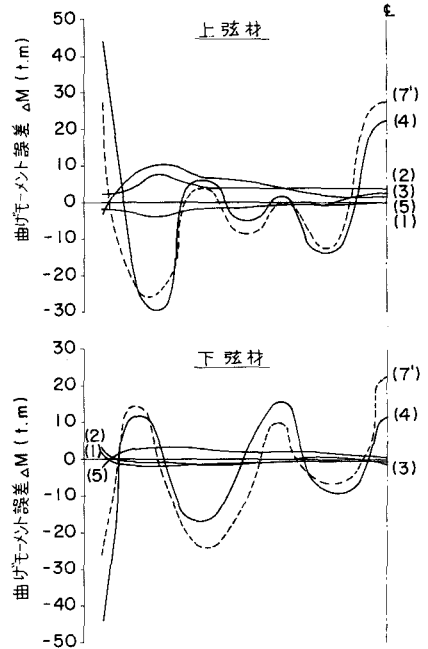
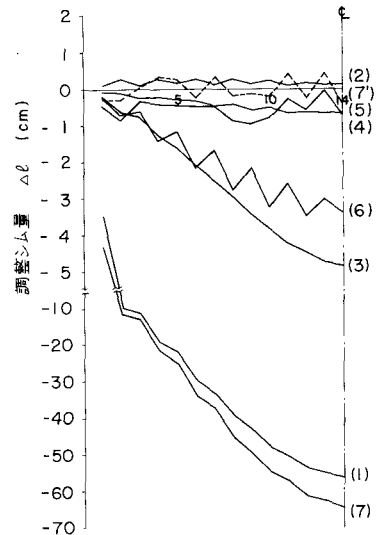


図4



注) 正シム挿入 負が除去を示す

図5