

I - 340

荒川アーチ橋の吊材の張力管理

○首都高速道路公団 正員 草壁郁郎

横河川田瀬上 J V 正員 山本 哲

1. はじめに

現在建設中の板橋足立線は、高速5号池袋線と高速川口線とを結ぶ延長7.1kmの路線である。荒川アーチ橋は、この内の高速川口線との接続点に位置し、一級河川荒川を渡河する橋長約141mのダブルデッキ形式のニールセンローゼ橋である。図1に上部工の構造図を示す。ニールセンローゼ橋は、内的に高次不静定構造物であり、設計・製作・架設の段階で発生する不可避免的な誤差により吊材張力は互いに敏感に影響し合う。従って、一般的に架設精度管理の一環としてケーブルの張力調整を実施している場合が多い。以下に、張力調整の方法からその結果までについて述べる。

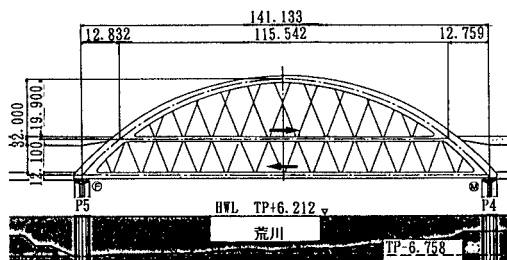


図1 上部工構造図

2. 張力測定方法

本橋は、地組立時に「設計長」で上層補剛桁用と下層補剛桁用のそれぞれ独立したケーブルを取り付けた。ケーブルは、荷重・剛度の差異・製作／架設時の形状の狂いなどによって作用張力に幾分の誤差が生じている。設計上はこれらの誤差を考慮して、 $\pm 10\%$ の許容を認めているが、台船による一括架設工法の採用と言うことも考慮して、より精度を高めることから張力の調整を行った。調整時期は、工事工程の関係から鋼桁架設完了の時点で実施した。吊材の張力調整方法には、①ロードセル法と②振動法に大別されるが、近年の実績や結果の信頼性の向上を考慮して振動法により行った。振動法による張力の算定式は、表1の実用算定式¹⁾にて行うが、下層ケーブルが上層階を貫通していることも考慮して予め吊材の「キャリブレーション」を行って算定式を補正した。キャリブレーションは、断面積・長さの異なる吊材をグループ化し、92本中34本について行い、引っ込みジャッキ力と固有振動数との相関関係を求めた。この結果から、 $T' = aT + b$ の関係式の a 、 b を求め補正值 T' を求めて実張力を算出した。

表1 張力の实用算定式

Γ	張力算定式
$\Gamma < 3$ (1次振動のみ)	$T = \frac{W}{K} (f_1)^2 \left(1.02 - 6.26 \frac{C}{f_1} \right) \quad (f_1 \geq 1.0)$
$\Gamma \geq 3$ (1次・2次振動)	$T = \frac{4W}{K} (f_1)^2 \left(0.857 - 10.89 \left(\frac{C}{f_1} \right)^2 \right) \quad (3 \leq f_1 \leq 1.7)$ $T = \frac{4W}{K} (f_1)^2 \left(1 - 2.2 \frac{C}{f_1} - 2 \left(\frac{C}{f_1} \right)^2 \right) \quad (1.7 \leq f_1)$ ただし、$f_1 > 1.0$ の場合、$T = \frac{4W}{K} (f_1)^2$ によるも可

 f_1, f_2 : 計測した1次、2次の固有振動数

$$C = \frac{EI\delta}{wl^4}, \quad \delta = \frac{T}{EI} \cdot l$$

$$\Gamma = \frac{wl}{128EA\delta^2 \cos^4 \theta} \cdot \left(\frac{0.31\delta + 0.5}{0.31\delta - 0.5} \right)$$

EI : ケーブルの曲げ剛性 θ : ケーブル傾斜角
 EA : ケーブルの伸び剛性 T : ケーブル張力
 l : ケーブルの長さ w : 単位長さ当りの重量
 δ : ケーブルの水平長 g : 重力加速度
 s : ケーブルのサグ δ : サグ比

表2 管理目標値

項目	管理目標値
架設完了時	
補剛桁キャンバー	$\pm 1/2 (25 \times (L-40)) = \pm 1/2 (25 \times (142-40))$ $= \pm 63\text{mm}$ 以内
ケーブル張力	$\pm 0.1T_d$ 以内

注) キャンバーについては、道路公団の管理目標値 $\pm (25 \times (L-40))$ の1/2を目標とした。

3. 管理目標値

張力の調整を行うにあたり、表2に示す管理目標値を定めて応力・形状の両面から管理を行った。

4. 張力調整

吊材に使用のケーブル定着部は、ナット定着方法を採用しているため調整は、最適調整量分だけナットを回転させて張力の

調整を行う。この最適調整量の算出は調整によって得られる予測誤差を重み付きの最小2乗法により2乗和を最小にする調整量算出プログラムを利用して計算している。調整後、再度測定を行い理論値と比較し、管理値内に収まらない場合は同様な作業を再度繰り返す。これらの一連の作業フローを図2に示す。重みとは、張力調整により変化する桁のキャンパーへの影響をどう評価するかで決まる。即ち、橋体の安全性と機能性との重みであり、本橋では安全性を優先させ吊材ケーブル張力にのみ重みを置いた評価をしている。これはキャンパー値に及ぼす張力調整の影響が小さいと判断して決めた。実際の計算はパソコンを利用したシュミレーション解析にて行っている。

図3に吊材張力の調整結果を示す。図は両主構の内、下流側の主構を示す。調整は1回で完了する事ができた。その理由としては、①ナットの回転により微調整が可能であった。②地組立時の形状精度が良好であり、調整本数が少なかった。が挙げられる。なお、測定は日射の影響のない夜間に行った。図4は張力調整における桁キャンパーの測定結果を示す。いずれも表2の管理目標値を十分満足する結果を得ることができた。

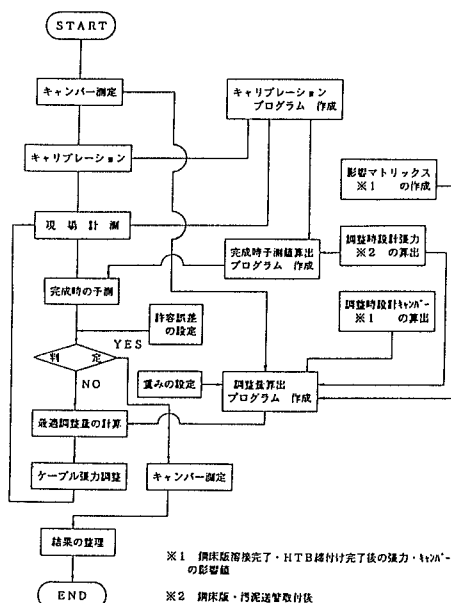


図2 張力調整フローチャート

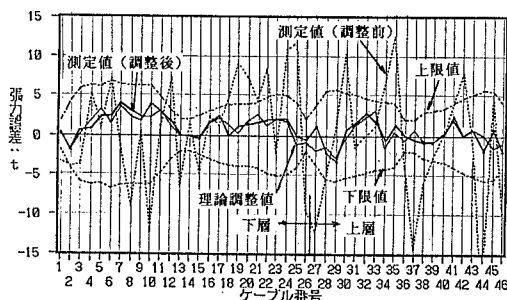


図3 吊材張力調整結果（下流側）

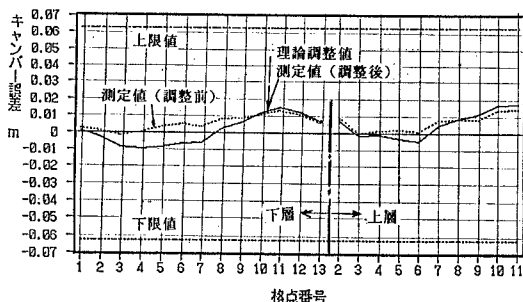


図4 桁キャンパーへの影響（下流側）

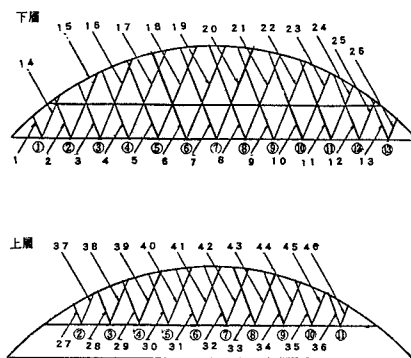


図5 格点番号および吊材番号

参考文献

- 1) 新家他：「振動法による吊材張力の实用算定式について」，土木学会論文集294号，1980.2
- 2) 阪神道路公団：新浜寺大橋 工事誌，平成5年12月