

ふれあい橋（斜張橋）のケーブル張力調整

(株)片山鉄工所	正員	夏 秋 義 広
同 上	正員	竹 野 基 司
同 上	正員	坂 本 純 男
同 上	正員	出 田 徳 央

1. はじめに ふれあい橋はJR京葉線の検見川浜駅前の都市開発の一環として、千葉市真砂地区に建設された歩道橋である。本橋は、図-1に示すようなA型塔を有するファンタイプの2径間連続斜張橋である。

本橋では、現場におけるケーブル張力の調整に際し、調整量の計算を迅速かつ容易とするため、パーソナルコンピュータを用いた精度管理システムを開発した。本文は、その概要について報告するものである。

2. ケーブル張力の調整要領 本橋のケーブル張力の調整要領は次のとおりである。

- 1) ケーブル張力、主桁のキャンバー、および塔の倒れ量の計画値と実測値との差（誤差）が許容値（管理目標値）以下となるよう、ケーブル定着格点間距離を補正する。
- 2) 主桁のキャンバーについては、ケーブル定着格点に着目する。定着点以外の主桁のたわみは、ケーブル定着点の主桁のたわみに着目することで管理できる。
- 3) 管理目標値としては、ケーブル張力については±10%、主桁のキャンバーについては-5～+15mm、塔頂の倒れ量については±10mmとする。
- 4) 誤差量および調整量（シム厚）の計算にはパーソナルコンピュータを用い、工学的判断を加味できるような対話方式にて処理できるシステムとする。

ケーブル張力の調整フローを図-2に示す。ケーブル張力の調整は、120tのセンターホールジャッキを用いて主桁側でケーブルを引込み、ソケットと支圧板との間のシムプレートを変更して行った。引込み要領を図-3に示す。

3. 調整量の計算 各ケーブルの調整力ベクトルを{X}、ケーブル張力の誤差ベクトルを{ΔT}、主桁のキャンバー誤差ベクトルを{ΔD}、塔の倒れ量の誤差ベクトルを{ΔH}とすると、ケーブル張力、主桁のキャンバー、塔の倒れ量に関する適合条件はそれぞれ式(1)～(3)で表わされる。

$$[T]\{X\} = \{\Delta T\} \dots\dots\dots (1)$$

$$[D]\{X\} = \{\Delta D\} \dots\dots\dots (2)$$

$$[H]\{X\} = \{\Delta H\} \dots\dots\dots (3)$$

ここに、[T]はケーブル張力の影響マトリックスであり、その要素 t_{ij} は第jケーブルを単位量調整した場合の第iケーブルの張力変化量である。同様に、[D]および[H]はそれぞれ、主桁のたわみ影響マトリックスおよび塔の倒れ量影響マトリックスである。

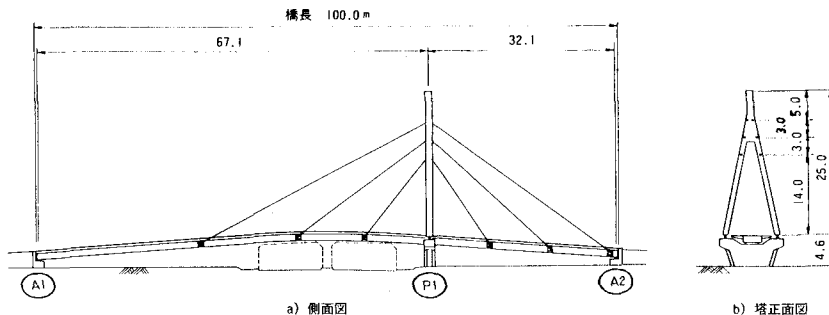


図-1 一般図

式(1)～(3)を同時に満足する $\{X\}$ は必ずしも存在しないため、実際の計算に際しては調整誤差を最小とする最適値問題として解けば良い。しかしながら、本橋の場合ケーブル本数も少なく、調整力の影響が影響マトリックスの内容からある程度推定できること、および調整量の決定に工学的判断を加味できるようにするため、対話型のプログラムを開発し、現場でパソコンにて計算するようにした。

4. 計測 ケーブル張力の計測には振動法を用いた¹⁾

振動数の計測はケーブルの主桁側から $l/8$ 点付近に加速度計を設置し、人力により強制的に加振してケーブルを振動させ、振動状態が安定した時の固有振動数を測定した。

振動法の場合、ケーブルの曲げ剛性や境界条件が精度に影響を及ぼすため、張力法によりキャリブレーションを行った。すなわち、プレストレスの導入後に全ケーブルについてロードセルと変位計を用いて直接ケーブル張力を計測する。引張ジャッキの負荷を徐々に増大してゆき、その時のジャッキ反力と変位との関係が図-4のように得られると、領域Bの回帰直線が横軸と交わる点が求める張力となる。同時に、このときのケーブルの固有振動数を測定しておき、振動法によるケーブル張力を計算し、張力法による値との比(補正係数)を決定した。

張力調整作業時には、振動法により計測した値を上述の補正係数で補正して実際のケーブル張力を算出した。なお、ケーブルの加振方向は、重力加速度の影響を受けないよう、水平方向とした。張力調整時の温度影響はパソコンで自動補正したが補正量の誤差が大きくならないよう比較的気温の安定している時期に計測を行った。

5. 調整結果 現場におけるケーブル張力の調整結果を表-1に示す。なお、後死荷重載荷後には計測を行った結果、管理目標値内であることが確認されたため、調整作業は行っていない。表-1に示したケーブル張力の実測値は、左右のケーブル張力の平均値であり、左右のケーブル張力の差はわずかであった。完成時の主桁キャンバーの最大誤差は+10mmであり塔の倒れ量の誤差はわずか3mmであった。

6. おわりに 本橋では現場にてパソコンを用いた結果、ケーブル張力の調整作業をスムーズに行えた。プログラムの内容等については、講演当日発表する。

本橋の建設に際し、御指導いただいた、千葉県企業庁千葉建設事務所の方々をはじめ、関係各位に感謝いたします。

参考文献 1) 新家徹、広中邦汎、頭井洋、西村春久: 振動法によるケーブル張力の実用算定式について、土木学会論文報告集 NO.294, pp.25-32, (1980)。

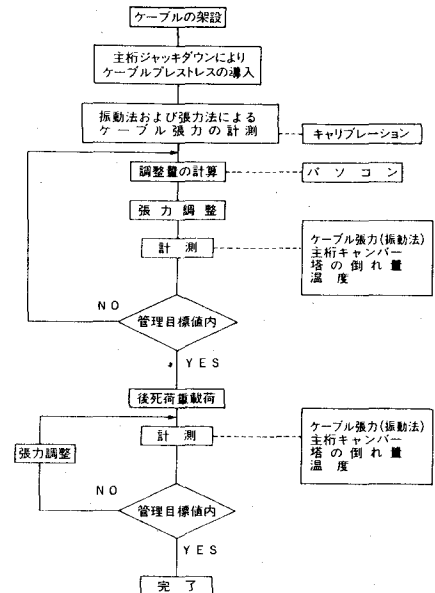


図-2 ケーブル張力の調整フロー

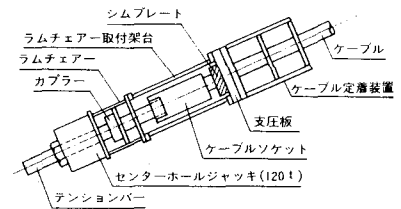


図-3 ケーブル引込み装置

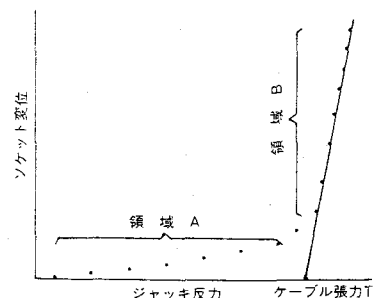


図-4 ジャッキ反力とソケット変位との関係

表-1 ケーブル張力調整結果

項目	位置	A1側			A2側		
		上段	中段	下段	下段	中段	上段
前死荷重	実測値(t)	60.2	32.1	13.4	20.4	25.3	72.3
載荷後	計画値(t)	58.5	30.9	14.7	21.3	25.7	67.8
後死荷重	実測値(t)	76.6	55.8	23.9	32.0	41.1	95.9
載荷後	計画値(t)	82.4	59.8	25.4	33.0	44.8	104.9