

# ニールセンローゼ橋（白銀橋）のステップ解析及び張力管理

(株)IHI インフラシステム 正会員 ○服部 浩太郎  
(株)IHI インフラシステム 非会員 岩見 章博

## 1. はじめに

白銀橋（図-1）は橋長 174m の下路式鋼ニールセンローゼ橋である。施工範囲は製作・輸送・架設工事で、床版は施工範囲外であった。架設工法はケーブルエレクション直吊・斜吊併用工法を採用した。当工法は施工事例が少なく、難易度も高いことから、事前に仮設ケーブル・鉄塔を含む橋梁全体をモデル化したステップ解析（解体計算）を行い、算出した製作キャンバーを架設時の施工管理目標値とした。

## 2. 架設の特徴

図-2 に架設ステップを示す。本橋梁では特殊な架設ステップが 2 点ある。

### (1)Step-2

中央部の補剛桁を先行架設している。直吊ケーブルは初期状態では張力が入っていないため、鉛直方向の剛性は極めて低い。そのため、最初に補剛桁を端部から架設すると、鉛直たわみが大きくなり架設が難しくなる。また補剛桁のたわみ角が大きくなり、支承に大きな回転変位が発生し、許容値を超える恐れがある。従って、中央部の補剛桁を先行架設し、直吊ケーブルに張力を入れる必要があった。

### (2)Step-4

アーチを CP1 橋脚側から片側架設している。これは、CP1 側に桁を仮置きする場所がなく、全て A2 側から桁をケーブルクレーンで運ぶ必要がある。この状態で CP1 側のアーチ桁を架設し終わる前に A2 側のアーチを架設してしまうと、アーチが A2 側に設置している斜吊索と干渉するため、CP1 側のアーチを先行架設とした。

## 3. モデル化の概要

ステップ解析の解析ソフトは MIDAS/Civil を用いる。要素モデルについては表-1 に通りである。

節点は格点、継手部、アーチリブ定着点に設ける。主索バックステイは主索全体のサグによる軸力や変位の影響を解析に反映させるために 4 分割とした。主索と直吊索の交点間には格点間における主索のサグ量が小さいことから、格点は設けない。主索のサグ最下点にも節点を設けた。

支承条件は、A2 側は橋軸・橋軸直角方向固定、回転方向可動とし、CP1 側は補剛桁閉合までは A2 側と同様にし、アーチ架設時から橋軸方向を可動とした。また隅角部は剛結として解析を行った。

キーワード ニールセンローゼ橋、ケーブルエレクション、直吊斜吊併用工法、ステップ解析、張力調整  
連絡先 〒590-0977 大阪府堺市堺区大浜西町 3 番地 (株)IHI インフラシステム TEL 072-223-2691

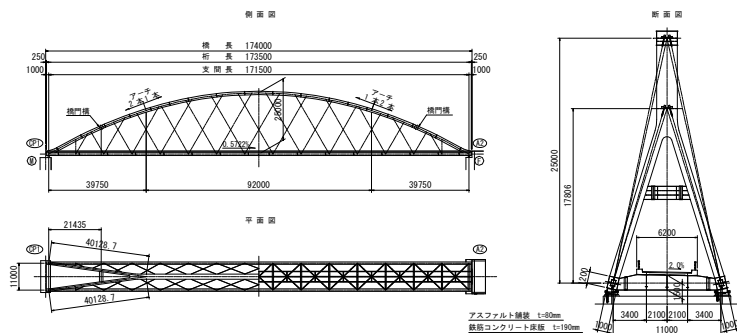


図-1 橋梁一般図

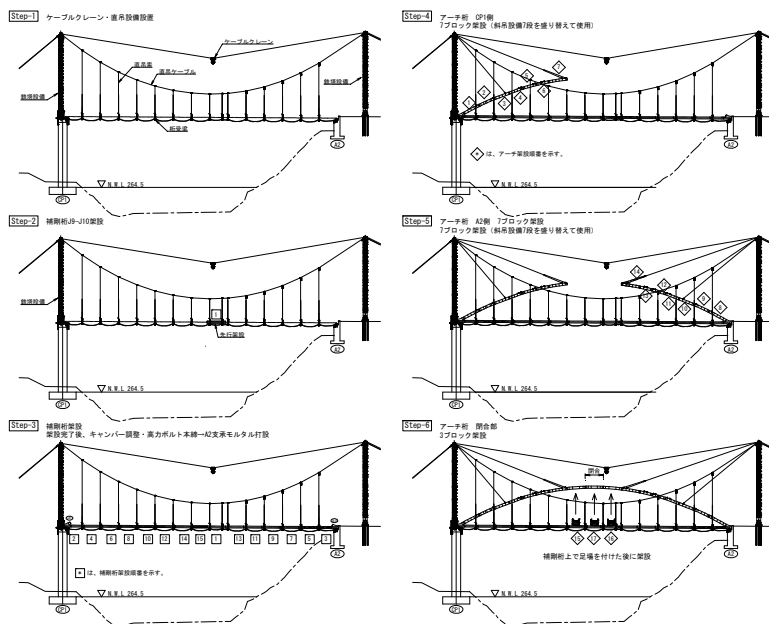


図-2 架設ステップ図

表-1 要素モデル

| 要素   | 部材               |
|------|------------------|
| 梁    | 補剛桁、アーチ、鉄塔、桁受梁   |
| トラス  | ニールセンケーブル、主索、直吊索 |
| ケーブル | 斜吊索(控索)          |

載荷荷重は、上記要素の死荷重、橋面荷重、足場荷重および直吊索、斜吊索の初期張力とした。

縦桁、下横構の剛性は主部材の剛性に比べ小さく、モデルが複雑になるため、要素としてはモデル化を行わず、補剛桁に分布荷重として与えた。部材間の結合は剛結合とし、鉄塔基部の面内回転のみピン結合とした。

#### 4. キャンバー解析

本工事では出来形精度の向上を図るために、実剛度、実鋼重を使用し再解析を行い、製作キャンバー値に反映させた。

キャンバーの管理値として、補剛桁閉合後、直吊索解放後の解析により算出し設計値とした。

補剛桁閉合後、直吊索解放後の補剛桁の鉛直キャンバーの設計値と実測値を表-2、図-3にまとめた。

その規格値は  $25 \pm L/2 \approx 110\text{mm}$  で、本工事の目標値は規格値の80%である88mmとした。図-3より、格点の鉛直キャンバーは目標値以内に収まり、目標値を満たしたことがわかる。

#### 5. 張力調整

ニールセンローゼ橋は、完成時にケーブル張力が許容値以内に収まるように管理する必要がある。

ケーブルの断面は死荷重+活荷重で決まっている。本工事は床版工が別発注であるため、橋面工載荷前のケーブル張力の設計値を解析で求めて、実測値と比較した。

ケーブル仕様及び配置図を表-3、図-4に示し、設計値と計測結果を図-5に示す。C8とC21以外のケーブル張力の計測値は設計値との誤差が50kN以内となり、概ね設計値と同じ傾向であったが、C8とC21は設計値より200kN程度大きくなった。そのためC8とC21については、死荷重+活荷重載荷したときのケーブル張力が許容値以内かどうか解析にて確認した。その結果図-6に示すように、すべてのケーブルが許容値以下の張力に収まっているため、完成時の張力は許容値以下になると考えられる。C11、C18の張力が許容値に近いので、橋面工工事のときに張力を管理する必要がある。

#### 6. まとめ

本工法では以下4点が問題になったが、ステップ解析によって、事前に応答値を把握することができた。

- ① 架設時の桁の変位量、鉄塔の倒れ量
- ② アーチ片側架設時の隅角部の応力
- ③ アーチ閉合時のアーチ先端の橋軸変位
- ④ ニールセンケーブルの張力

前例の少ない難易度の高い工法であったが、適切な機材の使用・解体計算による施工管理等により無事完了した。

#### 参考文献

- 1)阿太橋上部工工事ーケーブルエレクション直吊工法における架設精度管理：日鉄トピーブリッジ技報 No.2 (2011)
- 2)(社)日本橋梁建設協会：ケーブルエレクション工法 (1998.9)

表-2 鉛直キャンバー

| 鉛直方向   |     | S1 | C1 | C2  | C3  | C4  | C5  | C6  | C7  | C8  | C9  | C10 | C11 | C12 | C13 | C14 | S2 |
|--------|-----|----|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|----|
| 補剛桁閉合後 | 設計値 | 0  | 96 | 189 | 238 | 240 | 236 | 249 | 265 | 264 | 248 | 235 | 240 | 239 | 180 | 97  | 0  |
|        | 実測値 | 0  | 89 | 187 | 240 | 234 | 241 | 279 | 297 | 297 | 296 | 256 | 237 | 250 | 203 | 94  | 0  |
|        | 誤差  | 0  | -7 | -2  | 2   | -6  | 5   | 30  | 32  | 45  | 48  | 21  | -3  | 11  | 13  | -3  | 0  |
| 直吊索解放後 | 設計値 | 0  | 11 | 3   | 6   | -2  | -1  | -8  | 8   | 8   | 4   | 7   | 12  | 5   | 1   | 1   | 0  |
|        | 実測値 | 0  | 32 | 61  | 81  | 93  | 102 | 108 | 111 | 111 | 108 | 102 | 93  | 81  | 62  | 32  | 0  |
|        | 誤差  | 0  | 39 | 97  | 128 | 134 | 135 | 144 | 134 | 128 | 133 | 117 | 107 | 105 | 79  | 27  | 0  |
| 直吊索解放後 | 設計値 | 0  | 35 | 87  | 115 | 109 | 109 | 113 | 118 | 121 | 123 | 116 | 109 | 105 | 80  | 27  | 0  |
|        | 実測値 | 0  | 7  | 36  | 47  | 41  | 33  | 36  | 23  | 17  | 25  | 15  | 14  | 24  | 17  | -5  | 0  |
|        | 誤差  | 0  | 3  | 26  | 34  | 12  | 7   | 5   | 7   | 10  | 15  | 14  | 16  | 24  | 18  | -5  | 0  |

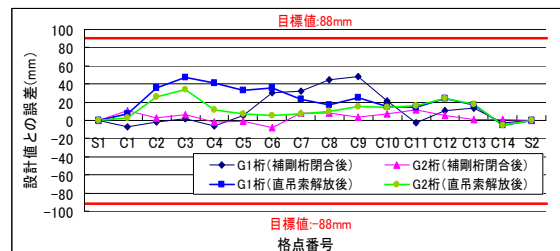


図-3 鉛直キャンバー誤差

表-3 ケーブル仕様

| ケーブル種別   | SPWC 37                | SPWC 55                | SPWC 73                |
|----------|------------------------|------------------------|------------------------|
| ケーブル断面構成 | φ7mm垂鉛めっき鋼線 PE被覆<br>60 | φ7mm垂鉛めっき鋼線 PE被覆<br>70 | φ7mm垂鉛めっき鋼線 PE被覆<br>80 |
| 引張荷重     | 2 240 kN               | 3 320 kN               | 4 410 kN               |
| 標準断面積    | 1 420 mm <sup>2</sup>  | 2 120 mm <sup>2</sup>  | 2 810 mm <sup>2</sup>  |
| 弾性係数     | 196 kN/mm <sup>2</sup> | 196 kN/mm <sup>2</sup> | 196 kN/mm <sup>2</sup> |
| 単位重量     | 12.4 kg/m              | 18.2 kg/m              | 24.1 kg/m              |
| ケーブル番号   | C2~C7, C9~C20, C22~C27 | C8, C21                | C1, C28                |

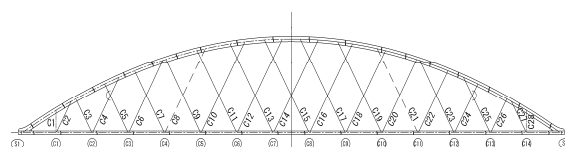


図-4 ケーブル配置図

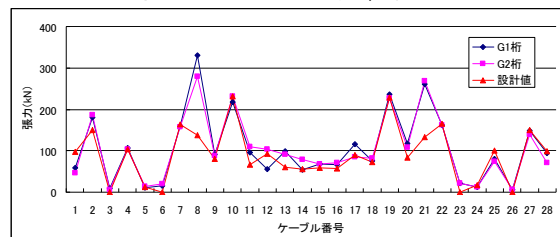


図-5 直吊索解放後のケーブル張力

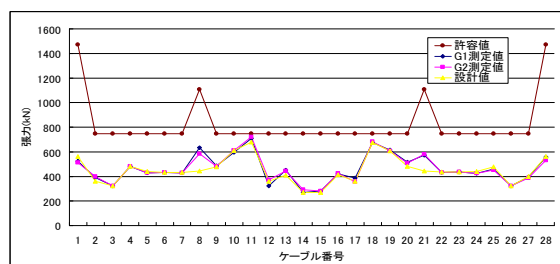


図-6 死荷重+活荷重載荷時のケーブル張力