

PC箱桁橋における外ケーブル張力の継続計測 —東九州自動車道平田川橋—

(株)安部日鋼工業 正会員 ○國富 康志  
 (株)安部日鋼工業 只熊 公義  
 住友電工スチールワイヤー(株) 正会員 及川 雅司  
 西日本高速道路(株) 石塚 純

1. はじめに

近年、既設構造物の延命化など構造物の長寿命化が図られており、維持管理が重要視されている。プレストレストコンクリート橋(PC橋)において、PC鋼材の導入緊張力が構造物の生命線と言っても過言ではなく、設計値を満足するように緊張力を導入しなければならない。また、供用後においてもクリープや乾燥収縮の影響を考慮した有効緊張力が、確実に保持されていることが重要である。

施工時の緊張力導入において、従来の緊張管理は緊張ポンプの圧力とPC鋼材の伸び量を測定することで、間接的にPC鋼材端部の張力を管理している。また供用後の張力は、必要に応じて測定されている場合があるが、緊張力導入時から供用後まで継続的に計測した報告は見受けられない。

そこで、外ケーブルを有するPC箱桁橋を対象に、「①PC鋼材の任意の位置に対して、直接的に張力を計測」することで、PC鋼材端部の張力管理に加えた任意位置での張力管理による緊張力の導入精度向上を図った。また、「②緊張力導入時から供用後にかけて継続的に計測」を実施することで、導入緊張力の経時変化を確認し、維持管理時における検査方法としての有効性を検証する。計測には、『PC鋼材用磁気張力センサー』を用いており、緊張力導入後3年間実施する計画である。現在、緊張力を導入してから1年が経過しており、本報告では緊張力導入時とその後1年分の計測結果を示す。

2. 計測概要

2. 1 橋梁概要

工 事 名：東九州自動車道 篠原川橋(PC上部工)工事 平田川橋  
 工 期：2010年7月～2012年6月 有効幅員：9.260 m  
 構造形式：3径間連続PC箱桁橋 横断勾配：3.51～2.95%  
 橋 長：108.500 m 縦断勾配：1.68%  
 支 間 長：25.15 m+56.00 m+25.15 m 架設工法：片持ち張出し架設

橋梁の構造一般図(図-1)と外ケーブル配置図(図-2)を以下に示す。

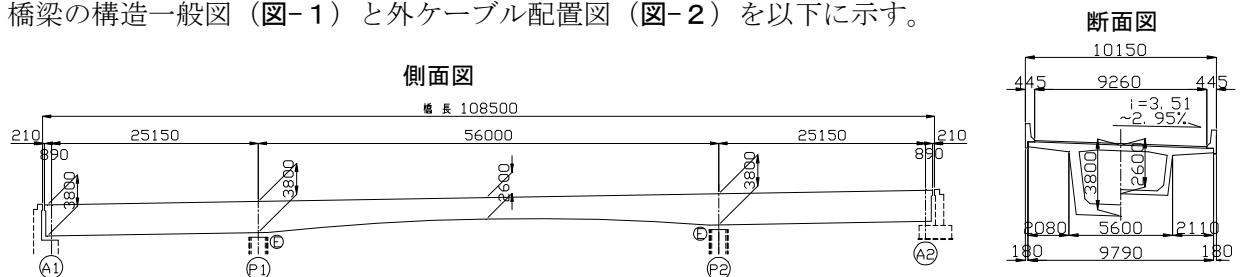


図-1 構造一般図

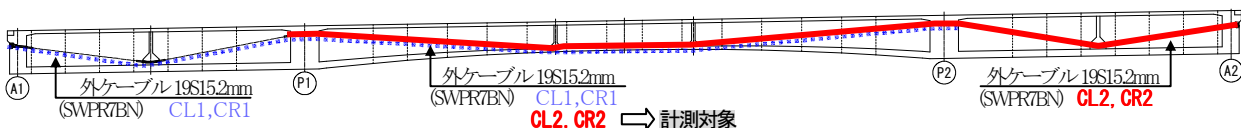


図-2 外ケーブル配置図

## 2. 2 計測位置

計測装置は、P1柱頭部側面からおおよそ4.5m、P2側の位置 (図-3) に設置し、L側とR側それぞれの外ケーブル (2本) の計測を行った。計測位置は、維持管理時 (供用後) の計測を考慮して、計測者の手が届く高さ (1800mm以下) を考慮して決定した。計測装置の設置状況を写真-1に示す。

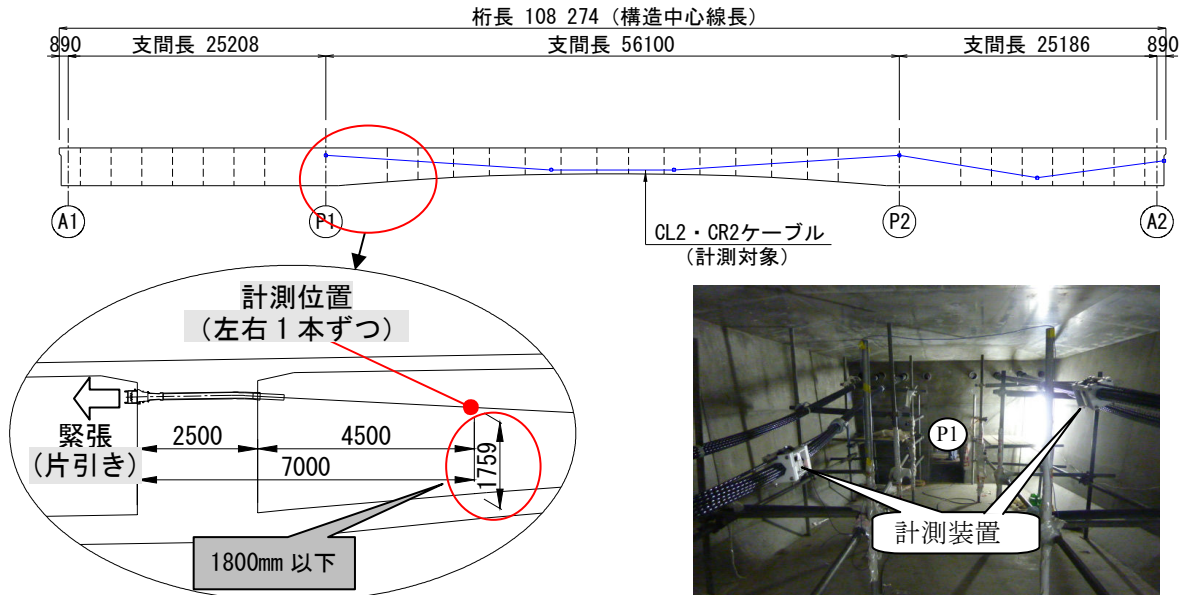


図-3 計測位置図

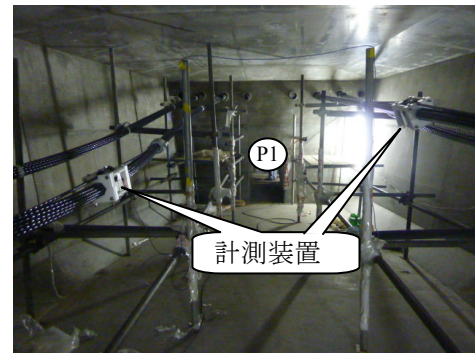


写真-1 計測装置設置状況

## 2. 3 計測方法

### (1) 計測装置の概要

鋼材張力計測に用いる『PC鋼材用磁気張力センサー』とは、鋼材に張力を加えた際に変化する磁界強さを計測することで、設置位置の鋼材張力を直接計測できるものである。計測時の電源は、従来の同様の計測装置の場合、電源を必要として大きな機材が必要であったが、本計測装置はパソコン電力のみ (パソコンを接続していない時は、内蔵の乾電池) で計測できる (図-4、写真-2)。

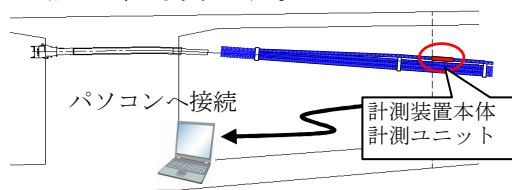


図-4 計測装置設置概要図

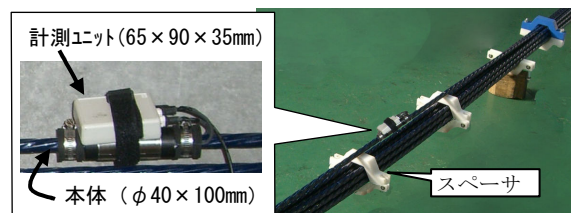


写真-2 計測装置本体

本計測装置は、写真-2にあるように1本のPC鋼材へ設置するため、スペーサを用いて1本の鋼材を浮かす必要がある。そのため、対象となる1本の鋼材は、他の18本の鋼材に対して全長が長くなり、19本全体で緊張作業を実施することにより、僅かながら張力の減少が発生する。また、スペーサを用いることによって、供用時の鋼材の振動に対するフレットィングの影響が懸念された。そこで、事前検討によって、これらの影響が僅かである事を確認している (張力減少率: 0.001%, フレットィング: 繰り返し載荷300万回で問題なし)。

### (2) 計測時期

計測は、緊張力導入時とその後3年間 (維持管理期間) 継続的に計測する。表-1にこれまでの計測実施日と今後の計測予定を記す。

表-1 計測計画

緊張終了時	竣工時	半年後	1年後	1.5年後	2年後	2.5年後	3年後
H23年 12月1日	H24年 2月29日	H24年 6月7日	H24年 12月12日	H25年 6月初旬	H25年 12月初旬	H26年 6月初旬	H26年 12月初旬
← 実施済み				→ 今後の計測予定			

(3) 計測精度

計測精度は最大鋼材緊張力の±5%(メーカー技術資料より)であり、計測するPC鋼材種類がSWPR7BL15.2であるため、緊張力導入時の鋼材引張力は200kNとなり、計測誤差は±10kNとなる。計測結果のイメージを図-5に示す。計測装置は張力導入時と除荷時において上下逆の凸形状(リーフ形状)となる特性を有しており、このリーフ形状は±5%の範囲内に収まる。

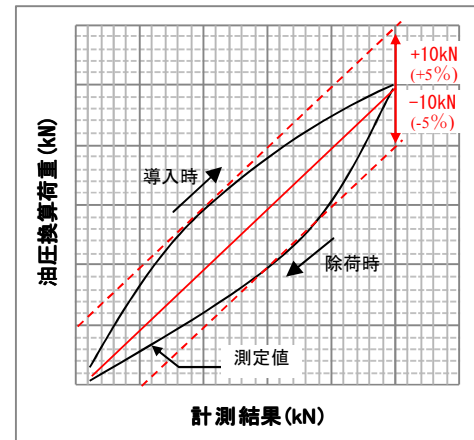


図-5 計測結果概要図

(4) 計測手順

1) 緊張力導入時

本計測装置を用いた現場における緊張力の計測は初めての試みであるため、現場での緊張管理は従来の手法(ポンプ圧力と鋼材伸び量による管理)で行っている。この時のポンプ圧力から求められる計算値と、計測結果を比較することで、計測位置においても緊張力が計算値通り導入されているかを確認する。計算値は、ポンプ圧力から求めた鋼材張力であり、計測装置設置位置における鋼材張力を算出している。そのため、ジャッキ内部の摩擦損失と、鋼材角変化による摩擦損失を考慮している。妥当性は、設計値と計測結果が1:1となる図(図-6)を準備し、計算値に対して±5%の範囲内に計測結果が収まっていることを確認する。図-6に示す計算最終値とは、緊張計算から求めた計測装置設置位置での緊張時導入緊張力である。

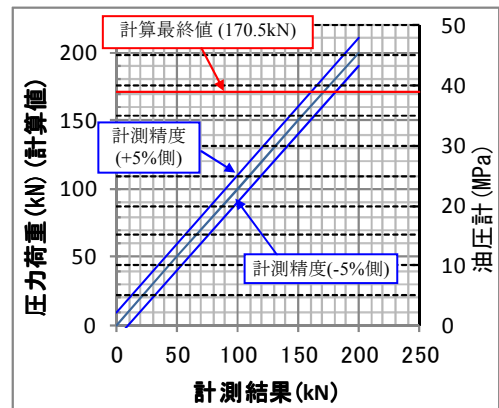


図-6 計測管理図(緊張力導入時)

2) 維持管理時

緊張計算の実施段階で、計測時期を考慮したステップで計算する。計測時期に応じた計画値を基準として、計測結果が計画値の±5%の範囲内に収まっているかを確認すると共に、継続的な計測により鋼材張力の経時変化(乾燥収縮やクリープ、リラクセーションによる変動)を計測し、有効緊張力が長期にわたって保持されていることを確認する。維持管理時の計測は、緊張力導入直後(セットロス考慮)からの計測とし、計測管理図を図-7に、各計測時期の鋼材張力設計値を表-2にそれぞれ示す。図-7に示す計測下限値とは、緊張計算最終値(緊張力導入2500日後)から計測誤差-5%考慮した値である。

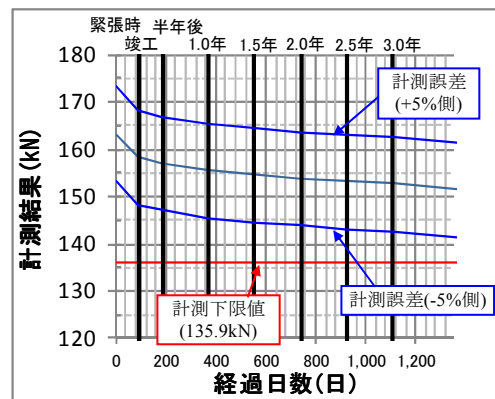


図-7 計測管理図(維持管理時)

表-2 鋼材張力設計値

緊張終了時	竣工時	緊張半年後	緊張1年後	緊張1.5年後	緊張2年後	緊張2.5年後	緊張3年後	最終
163.30	158.20	157.02	155.59	154.51	153.75	153.21	152.72	145.99

(kN)

### 3. 計測結果および考察

#### 3.1 緊張力導入時

施工時におけるL側とR側の計測結果を、それぞれ表-3、4と図-8、9に示す。

表-3 L側の計測結果 (緊張力導入時)

圧力計(Mpa)	3.2	8.2	13.1	18.3	23.4	27.2	28.0	33.0	37.6	39.4	39.5	定着後
計算値(kN)	10.7	32.9	54.7	77.8	100.5	117.4	121.0	143.2	163.7	171.7	172.1	163.3
計測結果(kN)	12.8	30.0	48.8	69.8	92.3	109.5	113.3	136.5	155.3	163.6	164.7	156.0

表-4 R側の計測結果 (緊張力導入時)

圧力計(Mpa)	3.2	8.0	13.3	18.2	23.3	28.0	33.0	37.4	39.3	定着後
計算値(kN)	10.7	32.0	55.6	77.4	100.1	121.0	143.2	162.8	171.2	163.3
計測結果(kN)	12.1	30.2	51.3	73.1	96.7	119.4	143.6	164.6	173.2	156.0

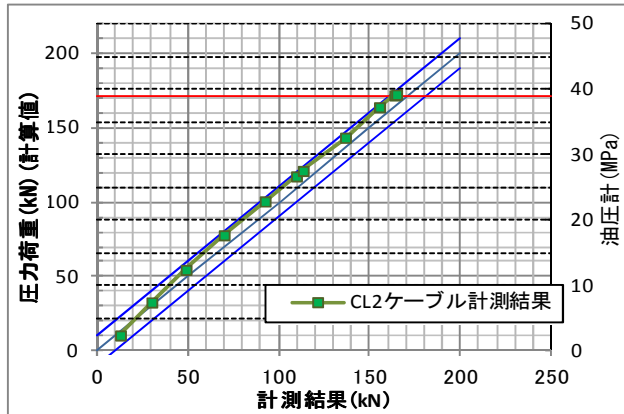


図-8 L側の計測結果図 (緊張力導入時)

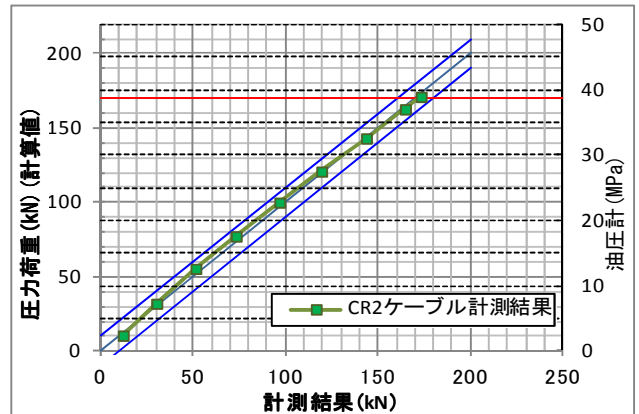


図-9 R側の計測結果図 (緊張力導入時)

L側とR側で大小の差はあるが、両ケーブルとも計測装置を設置している位置において、計算値と同等の計測結果であり、緊張力導入位置だけでなく計測装置設置位置でも必要な緊張力を導入されていることを確認できた。

#### 3.2 維持管理時

緊張力導入直後 (セットロス発生後) から導入1年後までの計測結果を図-10に示す。

計測結果のバラつきが見受けられるが、これは計測誤差や、設計で想定している施工条件が実状と異なるなど、様々な要因が重なった影響である。また、半年ごとに計測結果が上下に変動しているが、計画値に沿って上下動を示しており、計測時の計測誤差や外気温による影響だと考えられる。

ただし、両ケーブルとも管理範囲内であると共に計測下限値以上であり、計画値を満足する結果である。

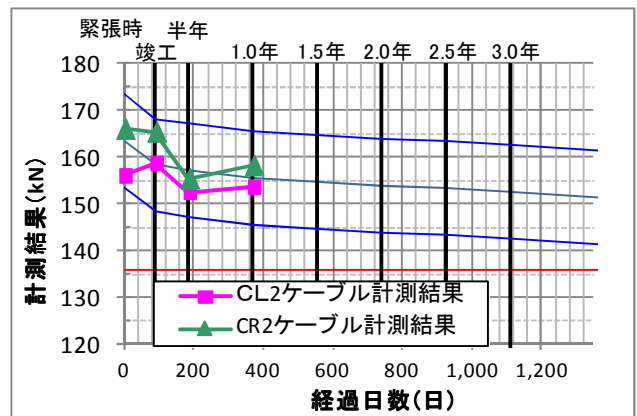


図-10 計測結果 (維持管理時)

### 4. まとめ

緊張力導入時および維持管理時において、計測位置 (PC鋼材の任意の位置) で必要な緊張力が導入されていることと、その緊張力が保持されていることを確認できた。本計測装置は緊張力を直接計測できるため、従来の緊張ポンプ圧力とPC鋼材伸び量による管理に加えて、任意の位置における緊張管理が可能となり、より精度の高い緊張力の導入が可能になると思われる。

今回の計測では緊張管理時における張力計測と、緊張力導入後1年目までの計測が完了している。今後も計測を継続することで、長期間経過した後においても、導入した緊張力が計画値程度保持されているかを確認する。これにより、維持管理時における有用な管理ツールの1つとなることを確認していきたい。

最後に紙面を借りて、本計測に協力いただいた関係者の方々に改めて感謝申し上げます。