

(44) 本道寺橋の施工時における計測について

日本道路公団東北支社建設部 鈴木雄吾  
 日本道路公団東北支社山形工事事務所 三浦 修  
 (株)ピー・エス(株)銭高組共同企業体 正会員 石川利信  
 (株)ピー・エス東北支店 正会員 ○ 福地和雄

1. はじめに

本橋は、山形自動車道のうち山形県西村山郡西川町大字本道寺から月岡間に位置し、一級河川寒河江川を跨ぐ橋長981.0m、幅員10.0mの高架橋であり、完成すると東北の高速道路の中で最長の橋となる。

構造形式は、PC4径間連続ラーメン箱桁橋(片持ち張出工法)+PC6径間連続ラーメン箱桁橋(片持ち張出工法)×2連からなる。このうち6径間部は、地形的な理由により支間割りが側径間部と中央径間部が同程度となることから以下の施工方法を採用した。

- ① 側径間側の非対称3ブロック及び側径間吊り支保工部を仮設の外ケーブルを用いて施工する。
- ② 側径間完成後、桁端部において反力調整を行い負の曲げモーメントを減少させ、外ケーブルを解放撤去する。

本稿は、第7回シンポジウムにおける設計・施工についての報告に引き続き、上記施工時の外ケーブルの張力管理及び反力調整の計測結果について報告する。

2. 橋梁概要

橋梁概要は以下のとおりであり、図-1、図-2に全体一般図を示す。

工事名：山形自動車道 本道寺橋(PC上部工)工事

工事箇所：山形県西村山郡西川町大字本道寺～月岡地内

工事期間：平成7年12月28日～平成10年12月11日

橋種：プレストレストコンクリート道路橋

橋長：981.000 m

桁長：238.900 m + 370.800 m + 370.751 m (構造中心)

支間：【A1～P4】28.336 m + 60.064 m + 93.000 m + 55.900 m

【P4～P10】54.400 m + 4 @ 65.000 m + 54.800 m

【P10～A2】54.400 m + 4 @ 65.000 m + 54.751 m

有効幅員：10.000 m (標準部)

活荷重：B活荷重

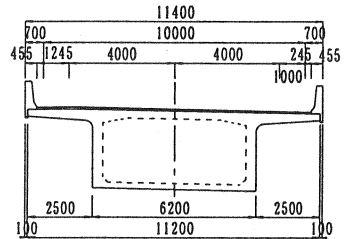
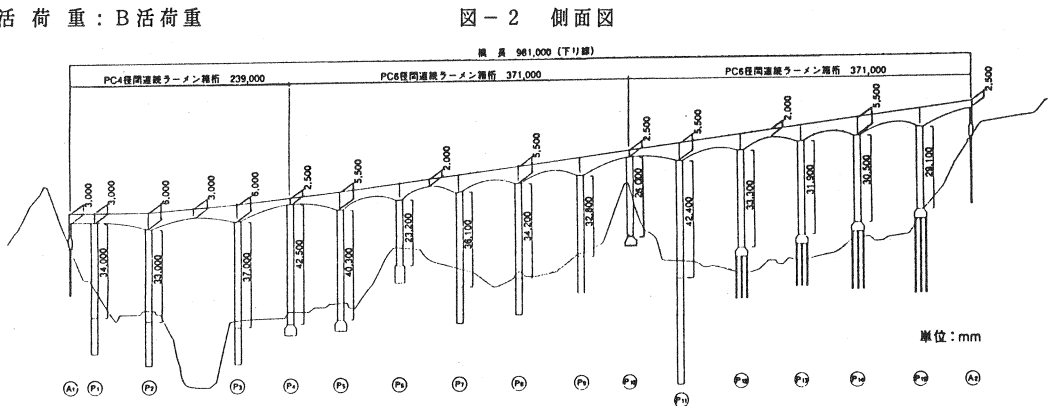


図-1 標準断面図

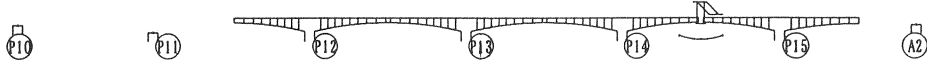


### 3. 施工順序及び計測計画

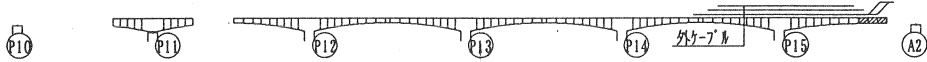
#### 3.1 施工順序

外ケーブルの施工から撤去までの施工順序を図-3に示す。

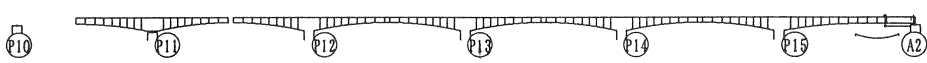
(1). P14~P15閉合部の施工 (ワーゲンによる閉合部連結→連続鋼材1次プレストレス導入→ワーゲン撤去)



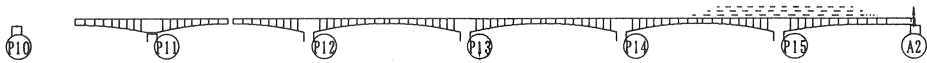
(2). A2側3ブロックの張出施工 (外ケーブルを使用した張出施工完了後にA2側ワーゲン撤去)



(3). 側径間閉合部の施工 (吊り支保工による側径間閉合→連続鋼材1次プレストレス導入)



(4). ジャッキアップ及び外ケーブルの撤去 (A2支点において20cmジャッキアップを行い、その後外ケーブルを撤去)



(5). 最終プレストレスの導入 (P14~P15, P15~A2径間の連続鋼材の最終プレストレス導入)

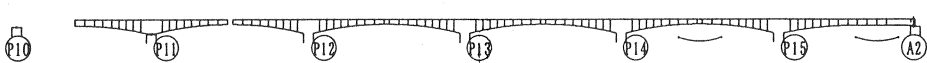


図-3 施工順序

#### 3.2 計測計画

計測の目的及び計測手段について、以下に示す。

① 外ケーブル設置時は、応力的に外ケーブルに依存する割合が大きいため、温度変化等による張力変動について計測を行った。(長短の3本の鋼棒を抽出し、それらの両端にロードセルを設置して張力変動を測定した。また、熱電対を用い外気温、コンクリート温度、鋼材温度を測定した)

② 側径間完成後も支間中央付近において負の曲げモーメントが支配的なため、外ケーブル撤去前に反力調整を実施する必要がある。そのため、反力調整による応力改善が理論値と大きな差がないか確認する。

(主要断面に、ひずみ計及び無応力計を埋設し、応力変動を測定した)

計測箇所は、施工が最も早いP14~A2径間部において実施した。詳細な計測位置を図-4に示す。

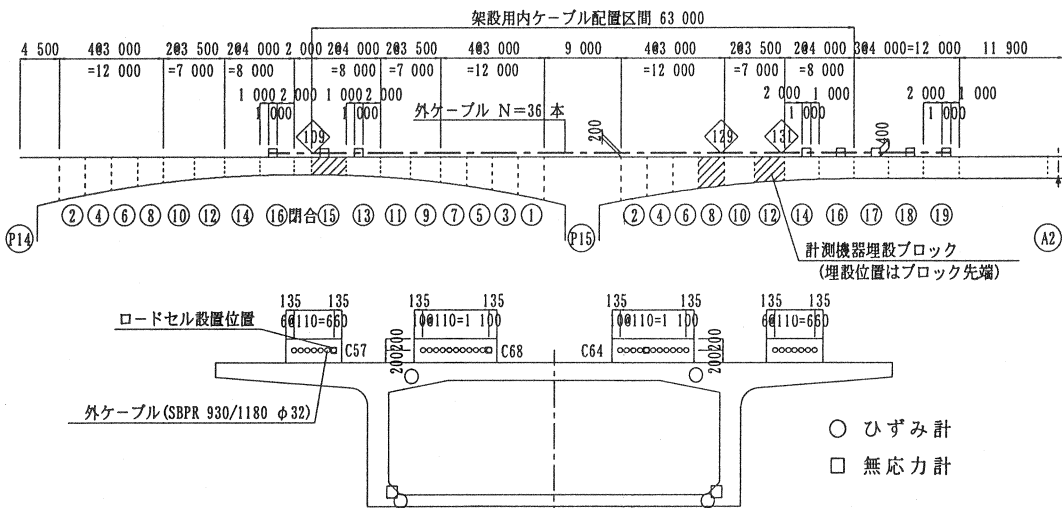


図-4 計測機器設置位置図

4. 計測結果

4. 1 外ケーブルの張力管理

外ケーブルの緊張は、中央径間閉合後に16本各張出施工時にそれぞれ8, 8, 4本と計4回に分け行った。緊張に伴う各主要点における応力変化量は、理論値とほぼ同様となった。

架設時において最も心配された事は、直射日光等によりPC鋼材の温度が上昇し、コンクリート本体との相対温度差が大きくなった場合の外ケーブルの張力減少であった。

設計段階における検討では、相対温度が10℃生じた場合約 1.9tfの張力減少が推定された。そのため、ケーブルに沿って防護カバーを掛け温度の急激な昇降を極力さける事とした。

冬季施工となったワーゲン撤去時までは、相対温度差はほとんど生じず、一定の張力を保持していた。図-5は、春先以降の相対温度差が激しい期間を抽出したものである。

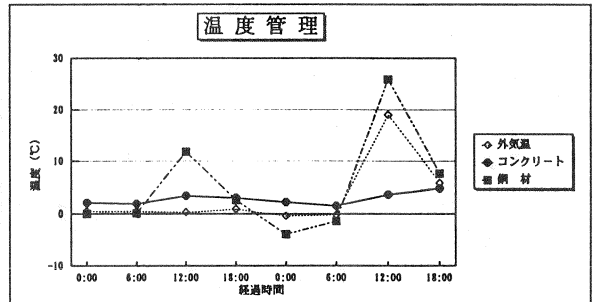
図では、相対温度差が20℃以上あるのにも関わらず張力変動が 1.5tf程度しか変動していないその理由としては、鋼材温度測定位置が1箇所集中していたため、鋼材の全体温度を把握しきれていないためであると思われる。

表-1は、各主要施工段階における張力の設計値との比較を示している。導入直後においては実測値の方が緊張力が高いが、その理由としては鋼材の摩擦係数が設計値よりも小さいことが推察される。また、ワーゲン撤去以降張力の減少が大きいが、その原因としては気温の変化が考えられる。冬季に緊張し、気温の上昇に伴い鋼材及びコンクリートの温度が上昇することにより、両者の線膨張係数の違い等によって張力が減少したと思われる。

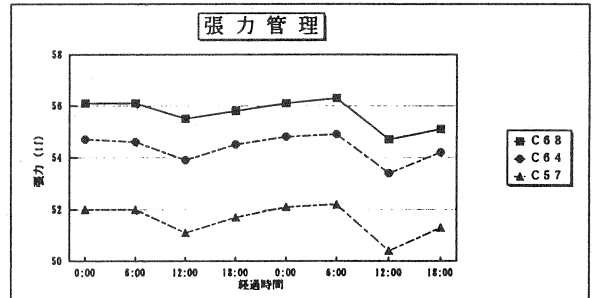
以上、鋼材張力の減少量は設計値よりも大きかったが、最終プレストレス量は設計値程度確保されていた事が確認された。

4. 2 反力調整管理

反力調整の方法としては、写真-1に示す様に油圧ジャッキにより主桁に20cmの強制変位を与えるものである。



0.5	0.5	0.3	0.9	-0.4	-0.2	19.0	5.8	外気温
2.1	1.9	3.4	3.0	2.2	1.5	3.6	4.8	コンクリート
0.0	0.1	11.8	2.6	-3.9	-1.4	25.9	7.6	鋼材



56.1	56.1	55.5	55.8	56.1	56.3	54.7	55.1	C 6 8
54.7	54.6	53.9	54.5	54.8	54.9	53.4	54.2	C 6 4
52.0	52.0	51.1	51.7	52.1	52.2	50.4	51.3	C 5 7

図-5 温度変化に対する張力変動

	実 測 値 (tf)				設計値
	C 6 8	C 6 4	C 5 7	平均値	
導入直後	60.0	60.2	55.0	58.4	56.0
17B打設直後	58.5	—	—	58.5	54.0
18B打設直後	58.5	56.8	—	57.7	54.1
19B打設直後	58.6	56.8	—	57.7	54.3
ワーゲン撤去時	58.2	55.9	54.0	56.0	52.9
側径間吊り載荷時	55.0	53.7	51.0	53.2	53.8
側径間閉合時	54.2	53.4	50.8	52.8	53.1

表-1 各主要施工段階における鋼材張力

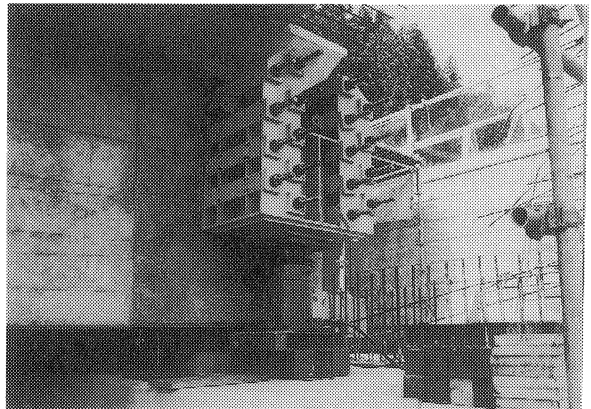


写真-1 反力調整状況 (A 2)

反力調整の管理は、応力度変化量、反力変化量、変位変化量について行った。

反力調整は、5cm単位毎に応力及び反力の変化量を、10cm単位毎に変位の変化量を計測し、理論値との比較を行った。

その結果、図-6、図-7に示す様にそれぞれの変化量としては、理論値とほぼ一致したため、計画通りの20cmにて反力調整を終了した。

反力値については、反力調整前より理論値に対して20t程度大きかったが、その原因として以下の点が考えられる。

- ① 理論値で考慮していないジャッキ受け金具及び支承部レアー重量の差による反力増
- ② 側径間吊り支保工施工部の部材寸法誤差による反力増
- ③ 床版とその他の部材の温度差による反力増
- ④ 側径間吊り支保工撤去荷重の重量差による反力増

支保工荷重撤去の重量差とは、図-8に示す様に設計では吊り支保工荷重を側径間完成時に逆載荷する事により構造系変化の影響を考慮しているが、撤去荷重が設計値より軽いことによる影響である。

上記の理由に伴う理論値の補正を行った結果が図-7に示す補正值であり、実測値とほぼ一致する。

反力調整に伴う変位の変化量についても数mm程度の誤差で理論値と一致した。

外ケーブル撤去による各変化量についても反力調整の結果と同様であった。

以上の事より、反力調整による応力改善が適切に実施された事と、反力調整の必要性が確認されたと考える。

### 5. おわりに

本橋は、平成10年12月の竣工をめざし、P4、P10R、P10L側の側径間施工及び橋面施工を残すのみとなりました。最後に、本橋の設計、施工にあたり多大なるご指導、ご尽力を頂いた関係各位に心から感謝の意を表する次第であります。

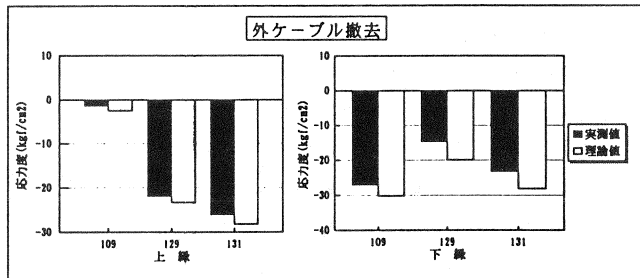
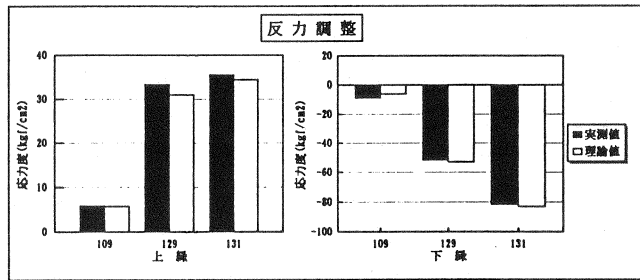


図-6 主要断面のコンクリート応力変化量

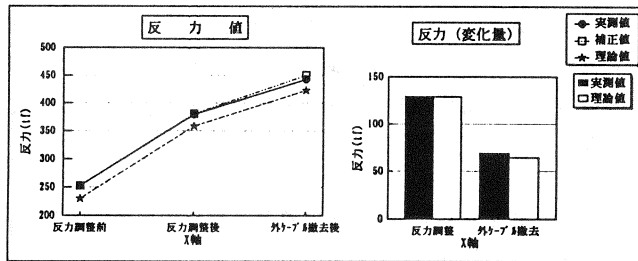


図-7 反力変化量及び反力値

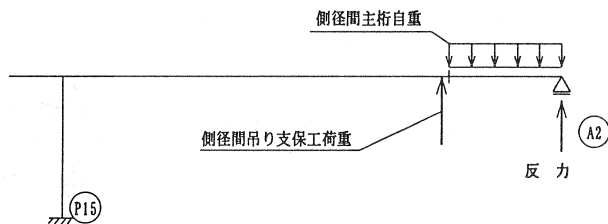


図-8 側径間完成時荷重載荷図