

(11) 中谷川橋 (二期線) の計測工

日本道路公団	福岡建設局	稲月 聡
(株)ピー・エス	九州支店	正会員 服部 満
鉄建建設(株)	九州支店	正会員 清水 眞典
同	上	○梶原 勇二

1. はじめに

中谷川橋 (二期線) は、九州自動車道の八代I.C. ~人吉I.C. 間の四車線化工事の一環として建設される橋長218.5m、アーチ支間106mのPC補剛桁を有する逆ランガーアーチ橋である。

特徴として、中央径間部の構造形式は一期線と同じ逆ランガー形式であるが、起点側側径間にPC2径間連続箱桁を結合している点があげられる。

架設工法は、中央径間部を補剛桁とアーチリブを一体施工できる特殊ワーゲンにより、補剛桁、アーチリブ、鉛直材、斜吊り材の4部材で順次トラスを形成しながら張り出すトラス張出し工法を採用している。この工法では、張出し架設の進行に伴い構造系が順次変化するため、施工中の各部材の応力変動を把握、検討して以降の架設に反映する計測施工が不可欠となる。

本稿では、中谷川橋の施工にあたり特に重要となる斜吊り材の張力管理を中心に、計測管理基準値の設定、および計測工について報告する。

写真-1に張り出し施工状況、図-1に全体一般図を示す。

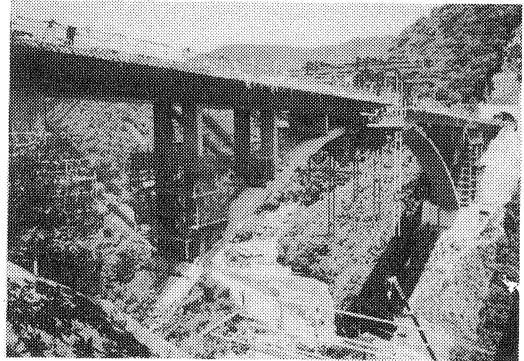


写真-1 張り出し施工状況

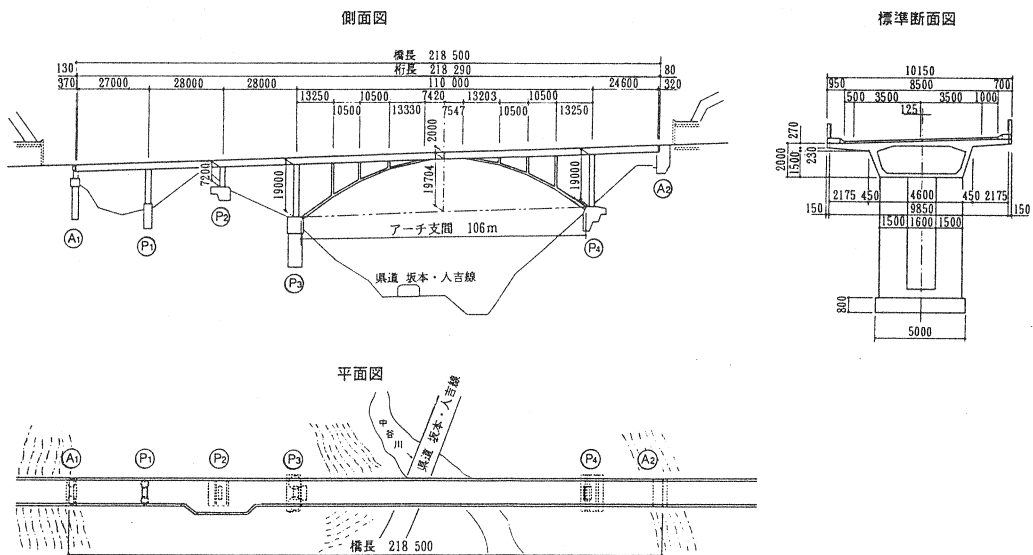


図-1 全体一般図

2. 施工概要

表-1に本橋の概要、写真-2に特殊ワAGENまた、図-2に施工順序を示す。

表-1 概 要

道路規格	第1種3級・B規格
設計速度	80km/h
橋 格	一等橋 (B活荷重)
構造形式	PC補剛桁を有する逆ランガーアーチ橋
橋 長	218.500m
桁 長	218.290m
支 間	27.000m+2@28.000m+110.000m+24.600m
有効幅員	8.500m
斜 角	90° 00
横断勾配	i = 2.00%
縦断勾配	i = 2.950% ~ 1.864%
平面線形	A = 350, R = ∞

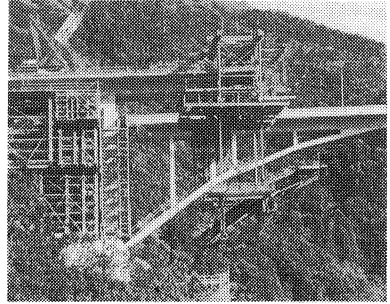


写真-2 特殊ワAGEN

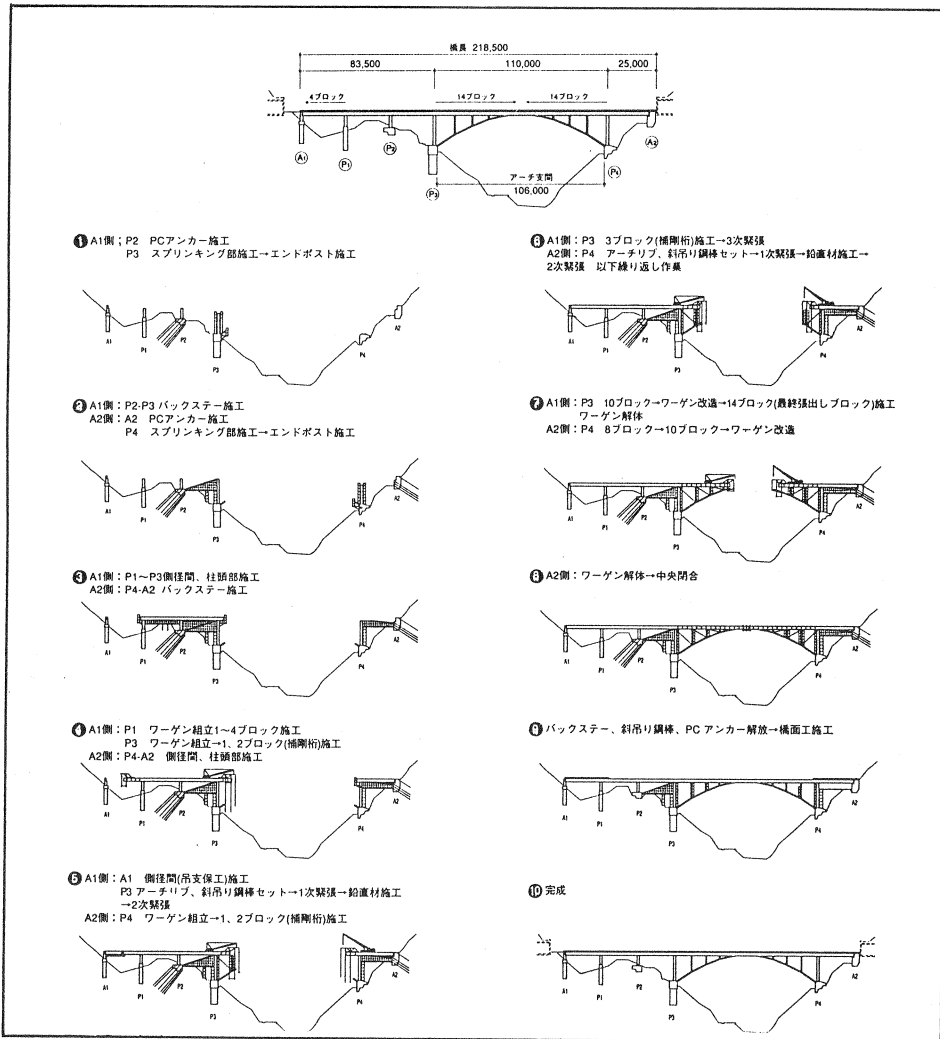


図-2 施工順序

3. 斜吊り材の張力調整

斜吊り材は、トラス張出し工法におけるトラス材として架設系のフレーム全体の剛性を高めるとともに、補剛桁の応力度を改善する目的で設置する仮設部材である。

斜吊り材の緊張は各トラスフレームのアーチリブ打設後(1次緊張)、鉛直材打設後(2次緊張)、トラスフレーム完成後(3次緊張)の3段階に分けて行う。

図-3に斜吊り材の緊張を行ったトラス1フレームの施工順序を示す。

なお、緊張目的の違いから1次、2次緊張を張力の一次調整、3次緊張を二次調整と称し、以下にその目的を述べる。

(1) 一次調整

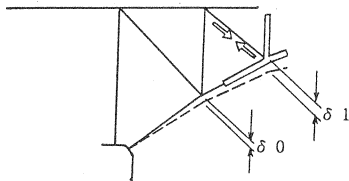
アーチリブ、鉛直材、補剛桁から構成されるフレームが所定の形状寸法になるように、打設荷重によるアーチリブ間の相対たわみを打ち消す。(高さ調整機能)

(2) 二次調整

張出し施工時に鉛直材上の補剛桁上縁に生じる引張応力(負の曲げモーメント)に対して、正の曲げモーメントを発生させて引張応力の低減を図る。(応力調整機能)

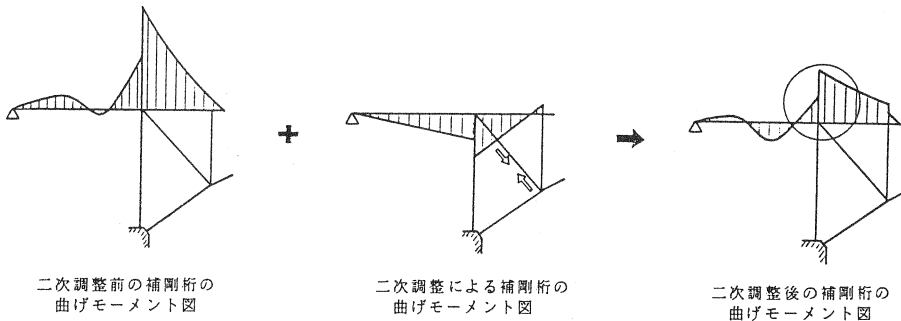
図-4に張力調整機能の概略を示す。

(1) 一次調整



アーチリブ間の相対変位  
( $\delta_1 - \delta_0$ )  $\rightarrow$  0

(2) 二次調整



二次調整前の補剛桁の曲げモーメント図

二次調整による補剛桁の曲げモーメント図

二次調整後の補剛桁の曲げモーメント図

図-4 斜吊り材の張力調整の概略

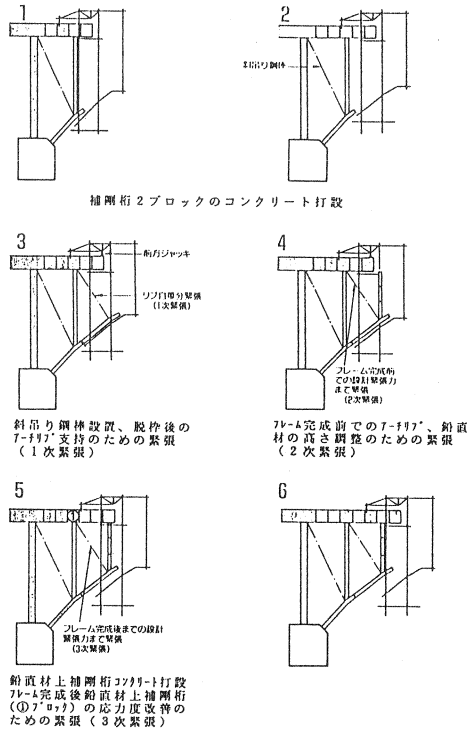


図-3 トラス1フレームの施工順序

4. 計測管理基準の設定

本橋は、トラス張出し架設の進行に伴い不静定次数が変化する高次不静定構造物である。このため、部材の応力変動は複雑であり、計測にあたっては施工誤差を考慮した要因解析を行い、設計値に対して許容応力度を越えない範囲の管理幅を設定した。

(1) 上部工の計測管理

斜吊り材の張力管理、コンクリートの応力度管理では、設計値との差を生じさせる主要因を把握するための要因解析を行い、影響度の大きな要因により管理基準値を設定した。表-2に要因解析における誤差要因を示す。

表-2 要因解析における誤差要因

誤 差 要 因		誤 差 量
荷重強度	コンクリート重量	+ 5%
	ワーゲン重量	+10%
	斜吊り材張力	+10%
温度の影響	床版温度差	+ 5°C
	斜吊り材温度差	+ 5°C

検討の結果、斜吊り材張力の変動による影響が最も大きく、管理基準値は、

**斜吊り材の張力を+10%、-5%変動させる**

ことにより設定した。

(2) PCアンカー、バックスティの張力管理

PCアンカー、バックスティの張力は、それぞれ定着岩盤のクリープ、コンクリートブロックのクリープやPC鋼材のレラクセーション等が原因で減少する。緊張時には、最大作用張力にこれらの減少量を加えた初期張力を導入した。計測は、張力の減少傾向を把握しつつ、作用張力以上の張力が導入されていることを確認した。

バックスティの緊張は、従来、側径間施工後に全張力の導入を行ってきた。本施工においては、P3側径間に2径間連続箱桁を結合しているため、側径間の主方向PC鋼材の緊張によりP3付近の桁下縁に引張応力が作用し、バックスティの緊張によりさらに引張応力が加算される。このため、第1段階でアーチ施工部のワーゲン載荷に必要な最小張力のみ導入し、ワーゲン載荷により桁下縁の応力に余裕が生じた段階で残りの張力を導入した。

(3) 基礎の変位管理

基礎地盤のバネ定数から予測される変位量と基礎に強制変位を与えた場合の上部工への影響解析を行い、橋体に許容値以上の応力が作用しないように管理幅を設定した。

5. 計測工

5.1 概要

施工に際しては、不慮の施工異常に対して早期に対応するため、橋体各部に種々の計測器を設置し、各部材の応力変動を把握、検討、対処する計測施工の体制をとった。

計測データの記録は、測定点、測定回数が多く、計測期間が長期に渡るため、パソコンを用いたデータ集中管理による自動記録により行った。計測時間は温度の影響を抑えた午前6時とし、斜吊り材の張力調整等リアルタイムなデータが必要な場合に備えて、随時モニターできるシステムとした。

計測項目は、①PCアンカーの張力②バックスティの張力③斜吊り材の張力および温度④各部のコンクリート応力度⑤橋台、アーチアバットの変位および傾斜⑥P3基礎(深礎杭)の鉄筋応力度である。

P3エンドポストの基礎については、アーチアバットとしては実績の少ない深礎杭(図-5、φ5000、ℓ=11000、n=2)であり、傾斜した支持地盤から突出した構造となっているため、橋軸方向の水平変位を左右の2箇所、また、左右の杭に鉄筋応力計を設置して基礎および杭の変位を検討した。

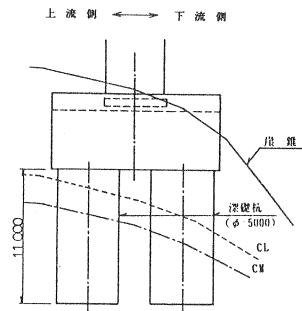


図-5 P3基礎構造

図-6 に計測器配置図を示す。

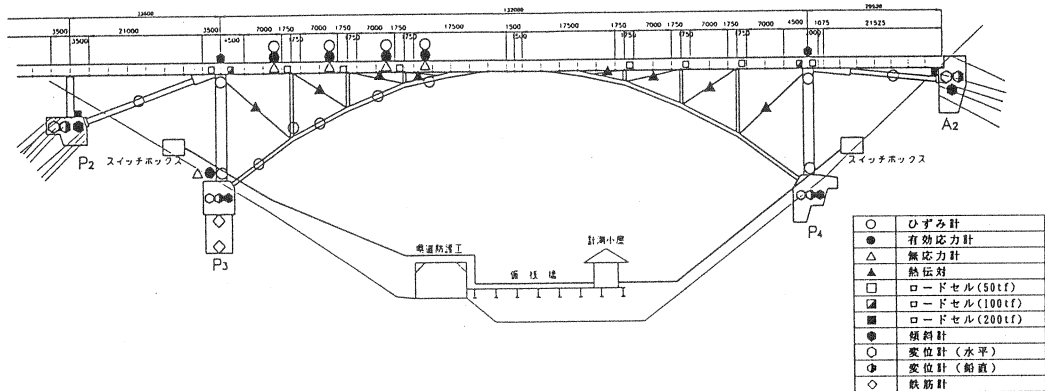


図-6 計測器配置図

### 5. 2 斜吊り材の張力管理

斜吊り材の張力管理は本橋の施工において最も重要な計測管理項目である。斜吊り材は6～18本のPC鋼棒(φ32)で構成されている。図-7に斜吊り材の配置と張力測定用ロードセルの配置を示す。

張力の計測は、次の2項目について行った。

- ・緊張時の張力管理
- ・二次調整後の張力変動管理

#### (1) 緊張時の張力管理

斜吊り材の緊張は、前述のように高さ調整のための1次、2次緊張（張力の一次調整）、トラスフレーム完成後の応力度調整のための3次緊張（張力の二次調整）の3回行った。ただし、第4斜吊り材については、張力の二次調整により補剛桁の負の曲げモーメントを増加させる方向に働くため、二次調整は行わなかった。図-8に第4斜吊り材の二次調整による曲げモーメント図を示す。

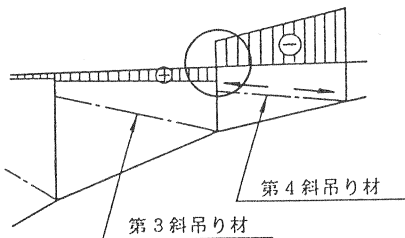
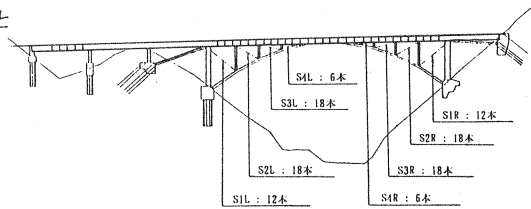


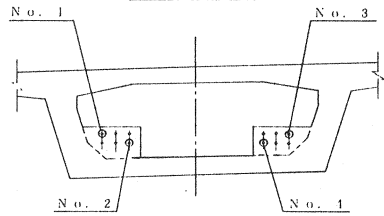
図-8 第4斜吊り材の二次調整による曲げモーメント図

1次緊張時には、アーチリブは底版支保工に支持された状態にあり、導入張力の均等化は困難であった。このため、斜吊り鋼棒のサグを取り、支保工脱枠後にアーチリブを支持できる張力を導入した。

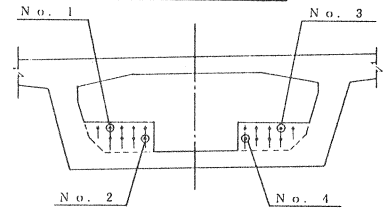
2次緊張時に張力の均等化と所定のフレーム形状になるようアーチリブの高さ調整を行った。



第1斜吊り材



第2, 3斜吊り材



第4斜吊り材

図-7 斜吊り材およびロードセルの配置

3次緊張は導入張力が大きく、フレームの弾性変形による張力減少量も大きくなる。緊張時には、ロードセルに携帯用の荷重測定器を接続し、弾性変形による減少量を測定しながら2～3回に分けて緊張した。

表-3 二次調整力 (単位: tf)

	P 3 側	P 4 側
第1斜吊り材 (S1)	130	130
第2斜吊り材 (S2)	200	220
第3斜吊り材 (S3)	340	340

表-3に3次緊張時に導入する二次調整力を示す。

(2) 二次調整後の張力変動管理

二次調整後の載荷荷重、構造系変化に対する作用張力の変化を計測した。

斜吊り材は、補剛桁の応力調整機能を持っている反面、施工時の構造系の変化に対しても敏感に反応する部材である。斜吊り材の張力は、ロードセルにより直接かつ簡単に測定でき、測定精度も高い。

したがって、施工に際して斜吊り材の張力を随時計測し、設計値との比較を行い、構造系変化に対する健全性の確認を行った。

5. 3 斜吊り材張力の計測結果

図-9に第1斜吊り材の張力計測結果を示す。

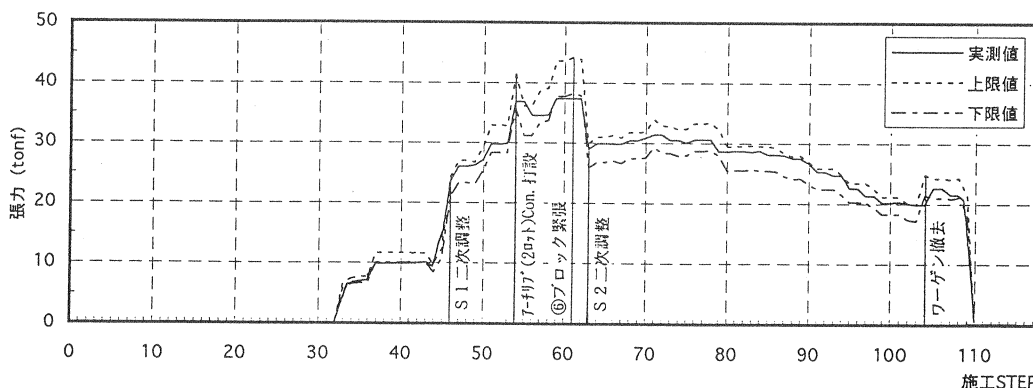


図-9 第1斜吊り材張力変化図

計測値は、ほぼ管理値内で変化しており、調整張力の導入、施工時の構造系変化に異常がなかったことが確認される。

6. おわりに

本稿では、斜吊り材の張力管理を中心に施工時における計測工について報告したが、同時に計測したコンクリートの応力度、基礎の変位においても特に異常を示す項目はなかった。また、本橋は本年6月に中央連結部の施工、つづいてバックスティ、斜吊り材等の仮設鋼材の張力解放を行い、完成構造系としての姿を現すことができた。本報告が、今後の逆ランガーアーチ橋施工の参考となれば幸いである。

最後に、本橋の施工・計測にあたってご指導、ご尽力を頂いた関係各位に誌上をお借りして感謝の意を表します。

参考文献

1) 都田、山口、白石、梶原：俣野川橋の計測工とグラウンドアンカー，プレストレストコンクリート，Vol. 35, No. 3, May, 1993