

PC 桁旋回引出し時の品質管理について

水落 敏¹・有澤英樹¹・樋口隆一²・伊藤恒治²・田辺重男³・蓮井昭則⁴

¹農林水産省北陸農政局（〒920-8566 金沢市広坂 2-2-60）

²正会員 株式会社間組北陸支店（〒950-0082 新潟市中央区東万代町 1-22）

³正会員 株式会社間組土木事業本部（〒105-8479 東京都港区虎ノ門 2-2-5）

⁴正会員 工博 株式会社間組技術研究所（〒305-0822 つくば市苅間 515-1）

横江頭首工二期建設工事の PC コンクリート橋の建設では、橋台背面において橋軸方向に PC 桁の製作ヤードが確保できないため、製作ヤードから橋台までのレールを使用した PC 桁の引出し時に旋回運搬が必要となった。施工では全回転型重量台車の利用などの従来からの対策を講じると共に、運搬中の PC 桁の変形を光ファイバーによる計測システムを設置して測定し、旋回時の横倒れ座屈に対する管理値による計測管理を実施した。その結果、PC 桁の品質確保を確認して運搬を完了した。

キーワード：橋梁，PC 桁，品質管理，計測管理，光ファイバー

1. まえがき

国営常願寺川沿岸農地防災事業の横江頭首工改修工事は築造後 50 余年を経過して老朽化が激しくなった横江頭首工を改修するもので、頭首工堤体上部には PC 桁の管理橋が設けられる構造となっている。PC 桁は河川敷で製作し引出して橋脚に設置するが、橋台背面の橋軸方向に主桁の製作ヤードを確保できないため、製作した PC 桁を引出し時、旋回運搬が必要となった。

施工では旋回運搬に対する従来からの対策は当然採用するが、それに加えて、運搬時の PC 桁の変形挙動を測定し、横倒れ座屈などに対するリアルタイムの計測管理を実施して PC 桁の品質を確認・確保した。本文は品質管理の方法とその結果について報告するものである。

2. 工事概要

横江頭首工は富山県中新川郡立山町の常願寺川

の富山平野に広がる上流部に位置し、常願寺川の豊富な水を富山平野の農地約 7,900ha に安定して供給するために、昭和 17 年度から 27 年度にかけて、国営常願寺川農業水利事業によって建設されたものである。老朽化が激しいことから、平成 11 年度から国営常願寺川沿岸農地防災事業として改修工事が行われた（「頭首工」とは、河川などから用水路へ必要な用水を引き入れるための堰（せき））。改修前の横江頭首工の概要を図-1 に、改修工事中の状況を写真-1 に示す。

改修された頭首工はフローティングタイプの半可動堰で堰高 14.1m、堰長は 144.3m（固定部 84.3m、可動部 60m）で、PC 桁を使用する管理橋は堰体上部に設けられ、5 径間 3 主桁の PC 単純 T 桁橋である。PC 桁は右岸の仮設ヤードで製作し、レール使って運搬、橋脚に設置されるものである。しかし、橋台背面において橋軸方向に主桁の製作ヤードを確保できないため、ヤードから橋台までの PC 桁の引出し時、15 回の旋回運搬を行わなければならない、運搬時に過大な曲げモーメントが作用する可能性が懸念された。

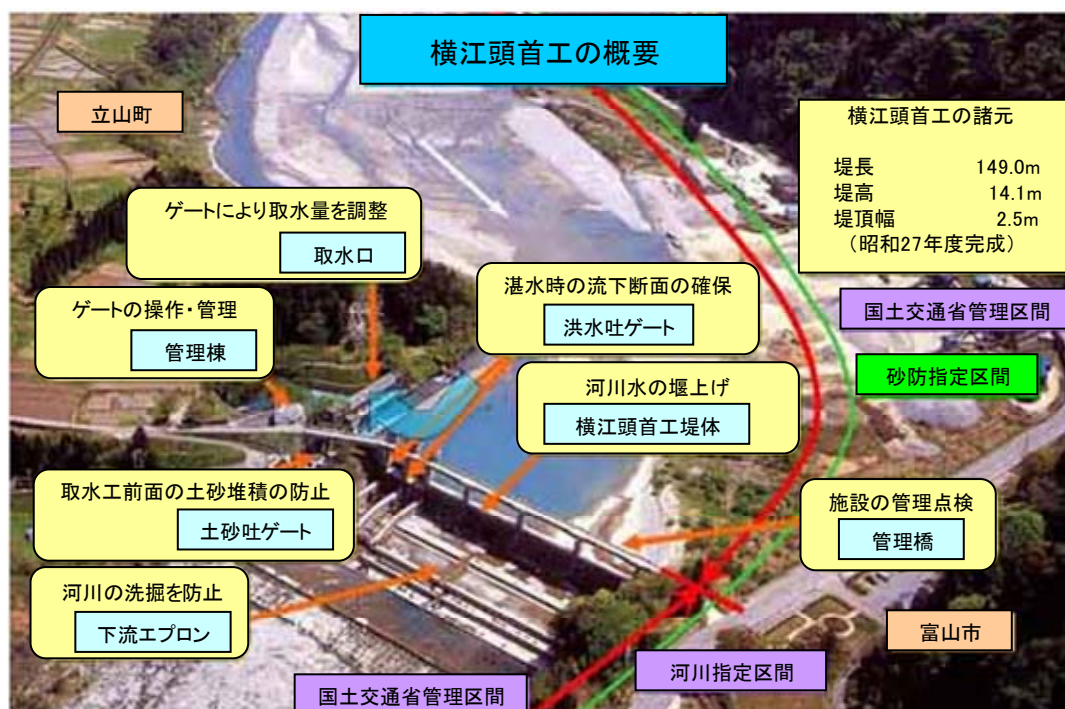


図-1 改修前の横江頭首工の全体概要（北陸農政局HP¹⁾）



写真-1 改修工事中の横江頭首工

3. 施工上の工夫点

PC 桁の製作ヤードから橋脚部へのレールを使っての運搬に際しては、以下のような施工上の対策をまず講じた。図-2 に管理橋と主桁製作ヤードとの位置関係を示す。

- ① 旋回角度を極力抑えるため、製作ヤード軸線と橋軸線のなす角度を極力小さくするようヤードを計画する。
- ② 製作ヤード、運搬経路は極力、水平な路盤を形成する。
- ③ ヤードでの桁引出し時は、PC 桁を全回転型重

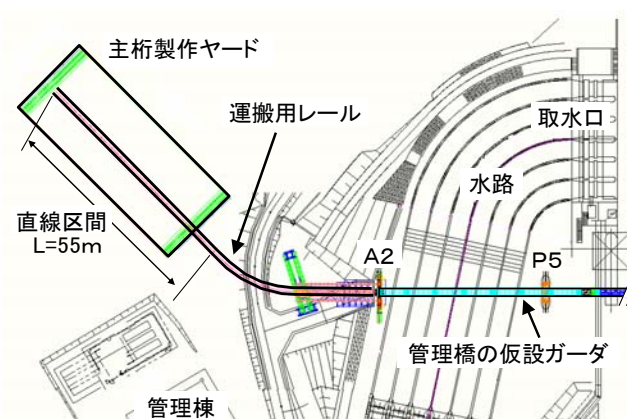


図-2 管理橋と主桁製作ヤードの位置



写真-2 全回転型重量台車（PC 桁の前後端）

量台車に登載し、曲線部でも PC 桁に不必要な曲げが作用しないようにする。全回転型重量台車を写真-2 に示す。

そして、これらに加えて移動中の PC 桁の品質をリアルタイムで定量的に確認し、必要に応じて PC 桁のそりなどを解消する作業を行う計測管理を実施することとした。従来の PC 桁運搬では、このような管理が実施された例はほとんど見られない。しかし構造物の品質を定量的な数値で監視・管理することは重要と考えられる。

4. 運搬時における計測管理の考え方

(1) 目的

PC 桁運搬時の変形をリアルタイムで測定し管理することにより、PC 桁の品質を確認、保証することを目的とした。

(2) 管理対象

PC 桁の曲線部の移動では、桁に水平方向の曲げが発生する可能性がある。その大きさは桁の両端の変位量から推定することができるため、PC 桁断面両端の変位を測定し、その差を管理指標とした。また、桁の移動には開始から完了まで数時間を要することから、PC 桁の変形には日射や気温の変化によるコンクリート自体の動きも含まれるため、両者の差で管理することは温度変化による影響を除外するためにも有効と考えられた。

管理は PC 桁に導入したプレストレスが失われる状態（ゼロ）のときの曲げモーメントの大きさ

を計算し、そこから求められた桁両端の変位差を制限値とし、その制限値の 50% を一次管理値、80% を二次管理値とし、移動中の測定結果と比較しながら行った。

(3) 測定方法

今回の計測管理では、次のような条件を満足できる測定方法が必要となる。また、PC 桁の移動は 1 週間に 1 桁程度の間歇的な実施となるため、測定装置類の転用ができ、測定の専門家ではない現場職員でも設置や測定が可能であることなど、計測費用の抑制も条件となった。

- ①移動する PC 桁は長さ 40m 程度と長く、局所的ではなく桁全体としての挙動を管理するためには、ある程度広い区間を測定できること。
- ②測定区間を桁中央 10m とした場合、管理値は 1mm 前後と非常に小さく、ひずみゲージ並みの高い測定精度が得られること。
- ③対応策を実施するため、リアルタイムモニタリングが可能であること。

(4) 対策

指標（測定値）が一次管理値を超えた場合は、警報装置を点滅させ、その後の測定値を注視し、二次管理値を超えた場合は運搬を停止し、台車を後退させてレールと台車との軋みを除去する、あるいは PC 桁をクレーンで一旦吊り上げて桁のそりを開放するなどの対策を実施することとした。

5. 計測管理

(1) 測定システム

前述の条件を満足する測定方法として光ファイバーをセンサーとして用いた構造物モニタリングシステム（OSMOS：オスモス）を採用し、基準値以上の変位が測定された場合には、回転灯を点灯し、周囲に知らせて所定の対応を行った。図-3、写真-3 に測定装置の概要を示すが、センサー長は 10m で、測定感度は 4/1000mm，測定精度は 4/100mm である。また、測定は毎秒 20 回のサンプリングタイムで行い、測定誤差を平滑化するために 2 秒間の平均値を指標とした。

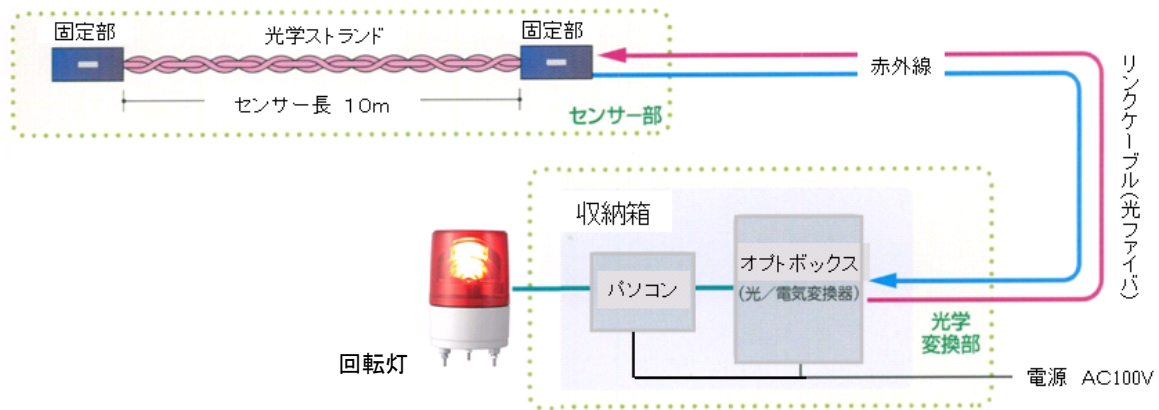


図-3 PC 桁の変形管理に使用する OSMOS システム

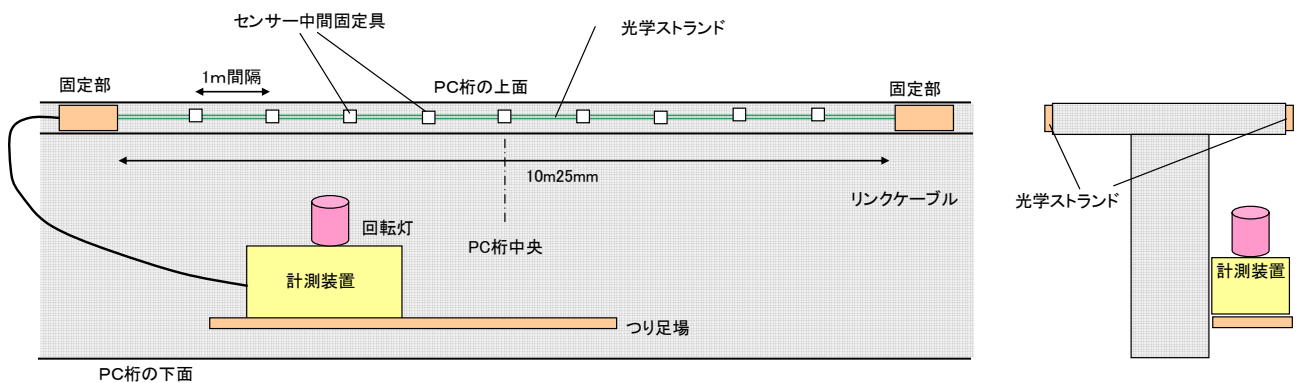


図-4 測定位置および装置配置



写真-3 センサー(光学ストランド)



写真-4 PC 桁とセンサーの取り付け位置

(2) 測定位置および設置方法

センサー（光学ストランド）は図-4 のように、PC 桁頂版部の両端でセンサーの中央部と桁中央部を一致させて設置し、計測装置および回転灯は周囲から見やすく操作し易いように、側部に設置した仮設つり足場の上に置いた。写真-4 にセンサーの設置位置を、写真-5、写真-6 に設置状況を示す。センサーの設置ではコンクリートにできるだけ傷をつけないように配慮し、両端の固定部はコンクリート表面にホールインアンカー（φ5mm）を設け、それにネジ止めで固定した。また、セン

サー（光ファイバーケーブル）は中だるみを生じないように 1m 間隔ごとにセンサー中間固定具で支えた。

(3) 管理基準値

PC 桁引出し時の管理は、OSMOS による測定値（桁中央部 10m 間の変位量）を指標にした数値で管理した。管理基準値を表-1 に示すが、制限値は PC 桁に導入したプレストレスが桁の変形挙動によって 0（ゼロ）になる場合の変形量（2 つの測定値の差）である。一次管理値は制限値の 50%，



写真-5 センサーの設置状況



写真-7 桁移動（曲線部）



写真-6 計測装置の設置状況



写真-8 桁移動（曲線部完了）

表-1 管理基準値

桁名称	制限値 (mm)	一次 管理値 (mm)	二次 管理値 (mm)	備考
径間1	1.59	0.8	1.43	頂版部
径間2	0.73	0.36	0.66	頂版部
径間3	0.41	0.21	0.37	頂版部
径間4	0.26	0.13	0.24	頂版部
径間5	0.54	0.27	0.48	頂版部

二次管理値は 80% で設定した。

管理基準値を越えた変位が測定されると、PC 桁上に置いた回転灯が点滅し、管理基準値のレベルに基づいた対応が実施されることになる。

6. 管理実績

(1) 測定状況

PC 桁の運搬状況を写真-7、写真-8 に示すが、PC 桁の運搬は、まず直線部を移動し、桁の前端部が曲線部にかかり、続いて後端部が曲線部を通

過する。計測管理は桁の運搬開始から、後端部が曲線部を抜け直線部に入るまで実施した。

(2) 計測管理結果

5 径間 15 本の PC 桁運搬のうち、管理対象の数値が一次管理値を超えてケースと気温の上昇によりコンクリートに熱膨張が生じたケースを例として、図-5、図-6 に示す。図-5 のケースは前方の台車と後方の台車が曲線部に差し掛かったとき、変形が大きくなったので、PC 桁を登載したまま台車を前後に移動させて軋みを取り、運搬を継続した。また、図-6 のケースでは、気温の上昇と共にコンクリートに熱膨張による変形が発生したが、PC 桁には曲げモーメントはほとんど発生していないことが分かる。

他の運搬においても、二次管理値を超えたケースがあったが、台車の操作により軋みを除去することにより PC 桁の曲げモーメントを解消することができ、品質確保を確認して運搬を完了した。

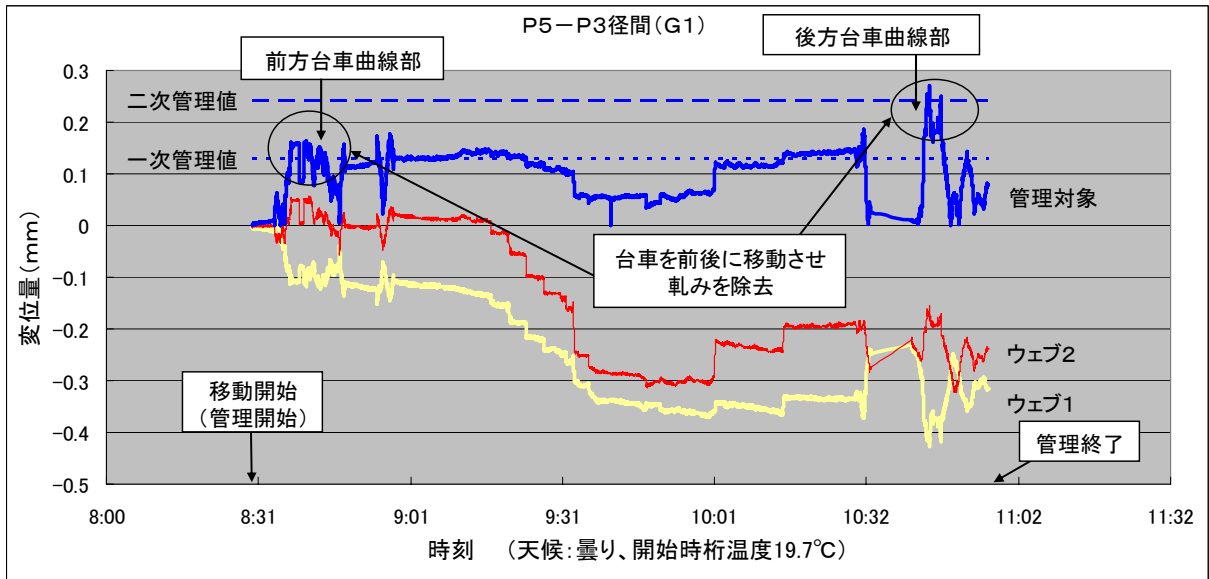


図-5 計測管理結果 1

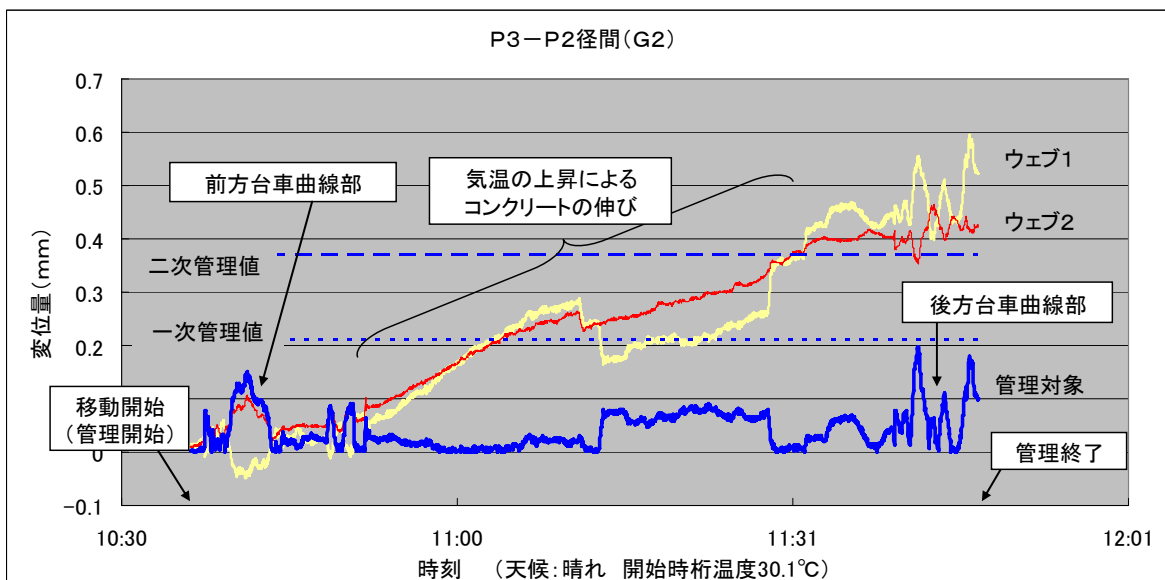


図-6 計測管理結果 2

7. あとがき

本工事では PC 桁引出し時の旋回に対する措置として、従来から行われている対策に加えて計測管理により PC 桁の品質を定量的に把握しながら施工を行った。この結果、引出し時の PC 桁には異常ひずみの発生はなく、また、二次管理値付近の変位発生に対しても台車の軋み除去等の対策を行い、引出しを行った全ての PC 桁において品質を確認・確保した。

PC 桁運搬時のこのような管理は、経験豊富で熟練した職人が実施してきたものであるが、本工事では計測による定量的データとして置き換えることができたと思われ、今後も施工管理方法の1つとして利用していきたいと考えている。

参考文献

- 1) 北陸農政局 HP
(<http://www.maff.go.jp/hokuriku/kokuei/jougan/gaiyo.html>)