

多点同時変位計測システムを用いたこ線橋の 支保工変位モニタリング

広島県土木施工管理技士会

株式会社ビーアールホールディングス

現場代理人

向井 寿一[○]
Toshikazu Mukai

極東興和株式会社

監理技術者

寄井 治
Osamu Yorii

極東興和株式会社

河金 甲
Hajime Kawakane

1. はじめに

近年、建設事業において ICT（情報通信技術）を導入して品質や出来形の向上を目指す情報化施工が注目されている。情報化施工は、大規模な土工事における建設機械の自動制御や出来形管理等の分野で先行導入されてきた。コンクリート工事においても、IC タグとタブレットを組み合わせた生コンの打込み管理や、無線温度センサーを活用した養生管理等、採用事例が増えつつある。ここでは、情報化施工の一つとして行った、多点同時変位計測システムを用いたコンクリート打込み時のトラス梁式支保工変位モニタリングによる橋面高さの出来形精度向上及び安全性向上への取り

組みを報告する。

工事概要

- (1) 工事名：高徳線阿波大宮・板野間吹田こ線橋上り線上部工新設工事
- (2) 発注者：四国旅客鉄道株式会社
- (3) 工事場所：徳島県板野郡板野町吹田
- (4) 工期：平成27年5月15日～平成28年6月30日
- (5) 工事内容（図-1）

施工延長：62.0m

※高松自動車道（四車線化）の吹田高架橋（PRC 10径間連続ラーメン箱桁橋、橋長 L=415m）の第1施工区間（P4-P5径間、JR高徳線こ線部分）

有効幅員：9.810m

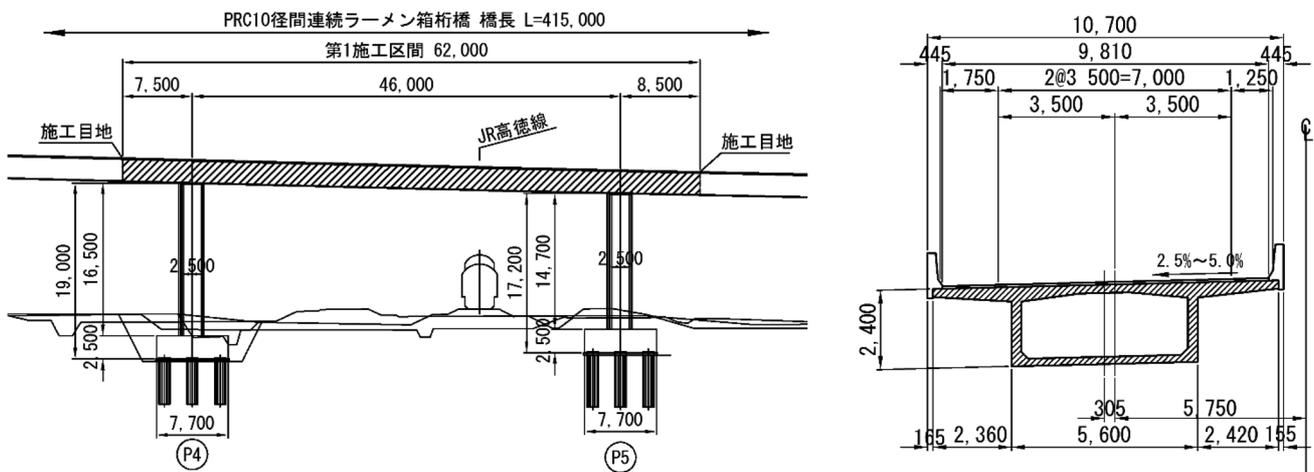


図-1 橋梁概要図

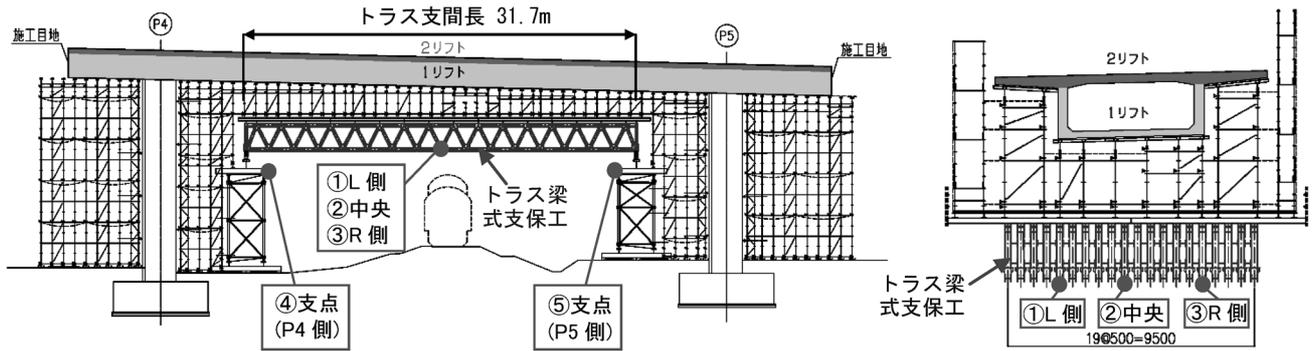


図-2 架設図および計測位置

2. 現場における問題点

本工事の主桁は、図-2に示すように固定支保工架設工法を用いて、1リフト目に下床版とウェブ、2リフト目に上床版のコンクリート打込みを行うことにより製作した。施工区間中にあるJR高徳線を跨ぐため、支保工には長支間化が可能なトラス梁式支保工を採用した（図-2、図-3）。このトラス梁式支保工を用いた本橋の施工にあたり以下の問題点があった。

(1) トラス梁式支保工のたわみ

トラス梁式支保工を用いて支保工の長支間化を図ると、コンクリート打込み時の梁材のたわみ量は大きくなる。打込み時の梁材のたわみ分はあらかじめ上げ越して施工するため、橋面高さの出来形精度向上にはトラス梁のたわみ予測が重要である。

一方、本橋に用いた支間長が31.7mもあるトラス梁式支保工の使用実績は少なく、たわみ予測に関するデータの蓄積が十分ではなかった。さらに、2リフト目のコンクリート打込み時には、トラス梁と1リフト目の施工部分(下床版とウェブ)が抵抗して複雑な挙動となることが考えられた。

(2) たわみ量計測方法

上記のようなたわみ予測の妥当性を確認するには、コンクリート打込み時にトラス梁式支保工のたわみ量を計測する必要がある。一般的なたわみ量計測手法として、図-4に示すような計測対象物に下げ振りを設置して、その変位量を計測する手法がある。しかしながら、トラス梁直下にJR



図-3 施工状況

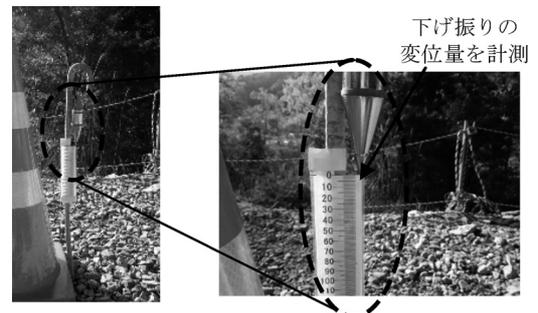


図-4 たわみ量計測手法の一例

高徳線が通過している本橋では用いることができなかった。

(3) 安全対策

コンクリート打込み作業は昼間に行うため、JR高徳線が通過中での作業となり、安全に十分配慮した施工が不可欠であった。このため、コンクリート打込み作業中に支保工に異常があれば早期に察知して対策を講じる、または作業を中断する必要があった。

3. 工夫・改善点と適用結果

(1) 多点同時変位計測システムの概要



図-5 レーザー距離計

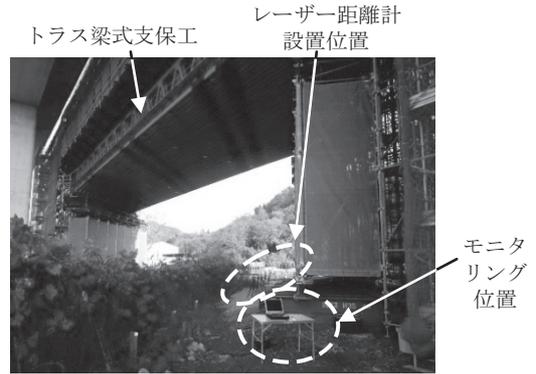
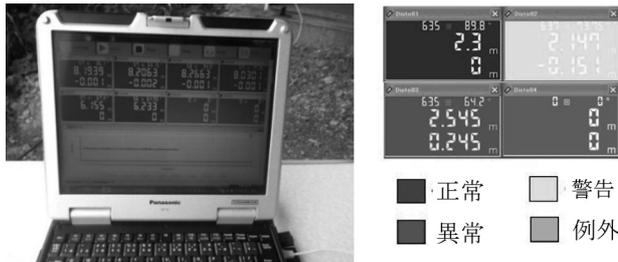


図-7 変位計測状況



※距離計をリモート制御してデータ集約

図-6 計測画面（ステータス表示例）



図-8 レーザー距離計設置状況

コンクリート打込み作業時に、トラス梁直下から離れた位置でも多数の測点を同時に計測可能な多点同時変位計測システム¹⁾を適用した。このシステムは、山岳トンネル施工時の切羽監視のために開発されたものである。多点同時変位計測システムの主な特徴を以下に示す。

- ① Bluetooth 通信機能によりワイヤレスで複数台のレーザー距離計（図-5）を同時にリモート制御して、距離（計測可能距離100m、精度±1mm）と角度計測（精度±0.05°）を行う。
- ② 連続計測機能（最小計測間隔：1秒）により、各レーザー距離計で計測したデータをあらかじめ設定したしきい値内であるか常時比較してステータス表示が可能である（図-6）。
- ③ 計測対象へのターゲットプレートやプリズムを設置しなくても計測可能であり、人が立ち入ることができない箇所の計測が可能である。

(2) 本施工への適用方法

コンクリート打込み時における支保工変位計測位置を図-2に、計測状況を図-7と図-8に示す。トラス梁の支間中央変位を3箇所（中央とウェブ直下付近）と、トラス梁支点部のH鋼の変位量を計測した。なお、計測間隔は1分とした。

モニタリング中、たわみ量の計算値が最大で-9mmであることを考慮し、計算値からの差に応じて以下の対処を行うこととした。

- ① 計算値-5mmを超えた場合（警告）
計測間隔を短くして、継続的に変位が増加するか経過観察するとともに、支保工の点検を実施する。
- ② 計算値-20mmを越えた場合（異常）
作業を中断して原因を究明する。
- (3) 適用結果

打込み開始から完了までの支間中央におけるトラス梁たわみ量の推移を図-9に、打込み完了時の実測値と計算値との比較を表-1に示す。トラス梁のたわみ量は、トラス梁の支間中央変位量の実測値から支点変位量の実測値を引くことにより求めた。なお、支点位置の変位量は最大でも-2mmと小さかった。

主桁自重によるトラス梁のたわみ量の計算値は、2次元フレーム解析により求めた。本橋で採用したトラス梁は横方向を密に連結した構造であった

ため、主桁自重を全てのトラス梁で均等に負担すると仮定してたわみ量を算出した。また、2リフトのたわみ量の計算には1リフトの主桁剛性をトラス梁との重ね梁として考慮した。

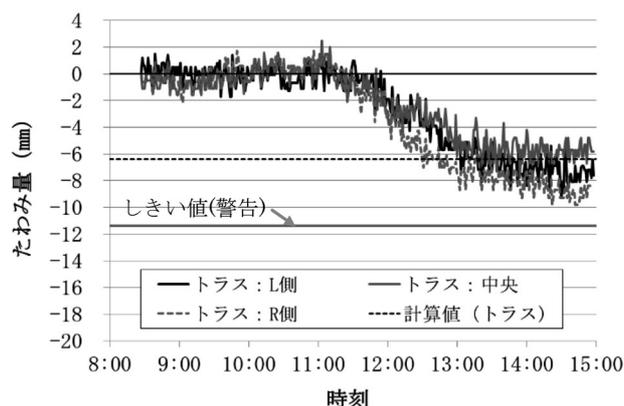
図-9に示すように、1リフトは11時頃、2リフトは10時半頃からトラス梁支保工上の箇所のコンクリート打込み作業となり、トラス梁のたわみ量が増加し始めた。その後、コンクリート打込み作業中にたわみ量が急激に増加することはなかった。図-9からもわかるように、作業中の「警告」のしきい値とした計算値から-5mmを越えるたわみ量になることはなく、無事に作業を終えることができた。

表-1に示す実測値をみると、1リフトと2リフトともにウェブ直下の「L側」と「R側」が「中央」よりも大きなたわみ量となる傾向があった。しかし、その差は最大でも3mm程度と橋面高さの出来形管理の範囲である50mm(+5~-45mm)に対して小さく、平均するとほぼ計算値に近い値であった。このため、本施工で用いたトラス梁式支保工において、今回と同様の計算手法によりたわみ予測を行い、たわみ分を上げ越して施工すれば、トラス梁のたわみが出来形に及ぼす影響は考慮できると考えられる。

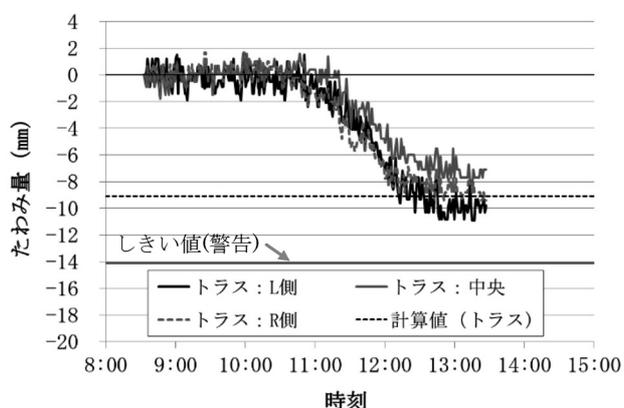
4. おわりに

本橋はJR高徳線上の施工ということで、特にコンクリート打込み作業は慎重に行う必要があった。今回、山岳トンネル施工時の切羽監視に用いられていたシステムを本施工に適用することで、レーザー距離計のリモート制御によりリアルタイムに支保工変位をモニタリングして、安全性を高めたコンクリート打込み作業を行うことができた。

多点同時変位計測システムは、計測対象へのターゲットを必要とせず、複数の計測対象の距離変動を簡易にモニタリングできる技術である。今回のようなトラス梁式支保工の変位計測だけでは



(1) 1リフト打込み時



(2) 2リフト打込み時

図-9 トラス梁たわみ量の推移

表-1 実測値と計算値の比較

	1リフト			2リフト		
	L側	中央	R側	L側	中央	R側
実測値	-7.6	-5.8	-8.4	-9.8	-7.1	-9.4
計算値	-6.4	-6.4	-6.4	-9.1	-9.1	-9.1
差 (実測-計算)	-1.2	0.6	-2.0	-0.7	2.0	-0.3

なく、例えば、門型クレーンを用いた主桁架設時の架設機材変位モニタリングによる安全対策等、PC橋施工時に今後も活用していきたい。

参考文献

- 1) 寺島佳宏他：多点同時変位計測による切羽安全監視システムの開発と不良地山における試験適用，トンネル工学報告集第20巻，pp. 219-223，2010. 11