

自動追尾機能付きトータルステーションを用いた橋面高さ管理

鉄建建設(株)		○大野 俊平
鉄建建設(株)	正会員	磯部 善隆
鉄建建設(株)	正会員	菅原 広道

キーワード：橋面高さ管理，自動計測，データ管理

1. はじめに

橋梁の施工における品質および出来形管理において、精度確保が難しく労力を要するのが橋面の高さ管理である。橋面高さ管理では、施工中の構造系変化を考慮した変形計算より上げ越し量を算出し、上げ越し量にしたがって型枠セットを行い、最終的に道路橋ではクリープ終了時に、鉄道橋では軌道敷設時に橋面が所定の高さになるようにする。橋面高さは、コンクリートのヤング係数の違いや出来形誤差、緊張力誤差、温度の影響などさまざまな要因で設計値との誤差が生じるため、完成時に許容値を超える誤差が予測される場合は、施工中に適時上げ越し量を補正する必要がある。

張出し架設工法で施工される橋梁では、毎週のように「コンクリート打設」、「PC鋼材緊張」、「移動作業車の移動」を行うため、順次橋面高さ変動する。このため、その都度橋面高さを測定し、設計値との比較・補正を行うことで精度確保に努めている。橋面高さは一般的にはレベルを用いて2名で測量し、橋長の長い橋梁では多くの時間を要する。

本稿では、橋面高さ管理の省力化および精度向上を目的とした、ICT技術を活用した橋面高さ管理方法について報告する。一般的な橋面高さ管理方法と本報告の管理方法の比較を表-1に示す。

表-1 現況と本施工の比較

	現況	本施工
測定	計測に2人必要	1人での計測が可能
	測量野帳への記載、手計算が必要	計測値が自動計算されるため記載・手計算が不要(人的ミスの軽減)
管理	システムへの計測値の手入力が必要	計測値テキストファイルを直接インポートするため入力が不要(人的ミスの軽減)
	測定者が複数いるとデータ整理が煩雑となる	自動計測データを直接取り込み一括管理するため管理が簡素化される

2. ICT技術を活用した橋面高さ管理方法

2.1 使用機器

橋面高さ計測および計測データ管理には以下の機器を使用した。

(1) トータルステーション (TN-100)

一人での単独測量を可能とするために、自動追尾機能付きのトータルステーションを採用した。

(2) スマートフォン (コントローラー)

フリーアプリケーション「MAGNET construct」をインストールすることで、スマートフォンをコントロール端末としてトータルステーションを操作する。また計測データの送受信に用いる。

(3) 上げ越し管理システム (パソコン)

各施工ステップにおける橋面高さの設計値と計測値をグラフ表示し比較するシステム。従来、計測結果はパソコン上で手入力していたが、スマートフォンの計測結果出力ファイルを直接読み込めるようにした。

2.2 システム概要

計測については自動追尾式トータルステーションをスマートフォンで制御する1人測量とし、計測値の管理には上げ越し管理システムを用いる。各機器の関連図を図-1示す。

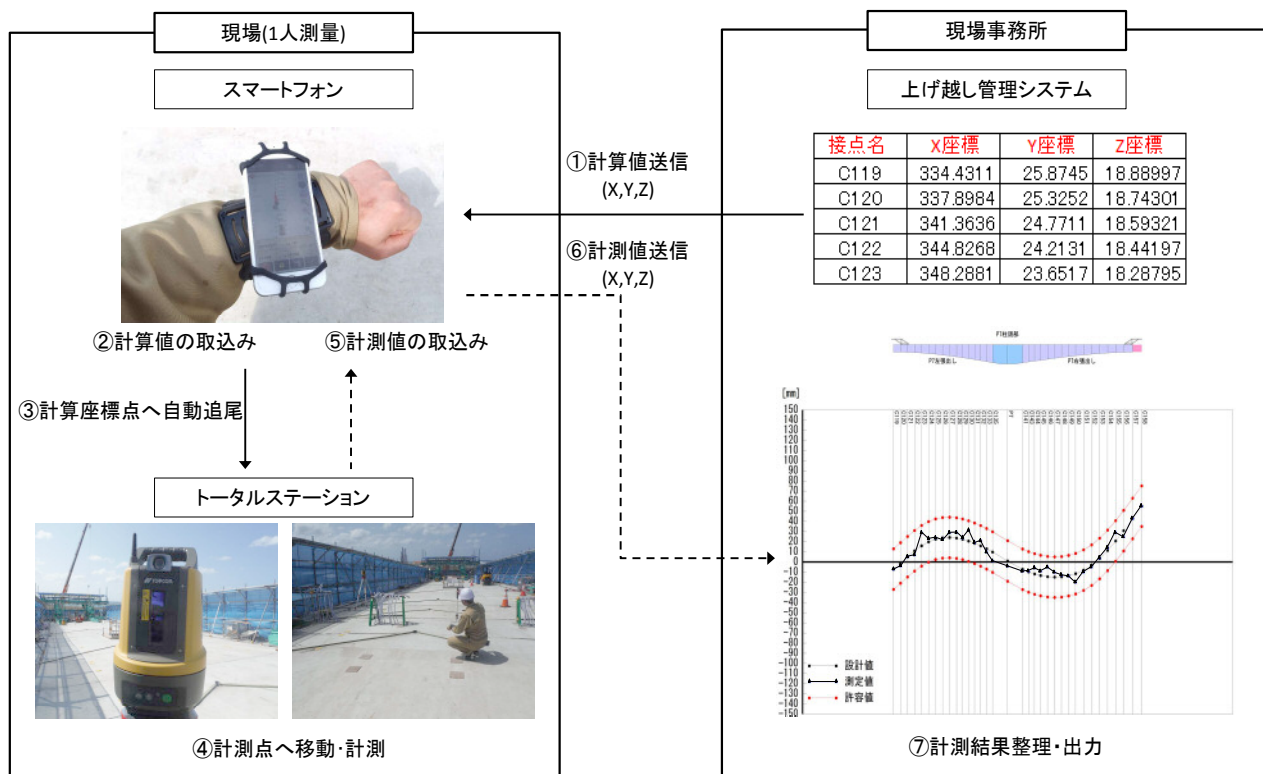


図-1 計測機器関連図

3. 測定管理状況

3.1 計測準備

計測前に上げ越し管理システムで計測する施工ステップの橋面高さを算出し、Android端末へXYZ座標データを送信する。Android端末側ではトータルステーションの制御に使用するアプリケーション「MAGNET construct」で受信した計測用ファイルを読み込む。座標データを読み込んだAndroid端末画面を図-2、計測を行った橋面全景を写真-1に示す。

3.2 計測

(1) 器械設置

計測位置を一望できる箇所にトータルステーションを設置する。トータルステーションが無線電波を発信している状態とし、スマートフォンとトータルステーションを無線接続する。

(2) 単独(1人)測量

座標を持った既知点を後視し、トータルステーションの座標位置を測定したのち、スマートフォンで測定したい座標点を選択し、トータルステーションを当該座標点に自動追尾させ計測を行う。計測したXYZ座標データは、スマートフォンに随時送信される。測量時のスマートフォン画面を図-3、単独測量状況を写真-2に示す。



図-2 座標データ表示画面

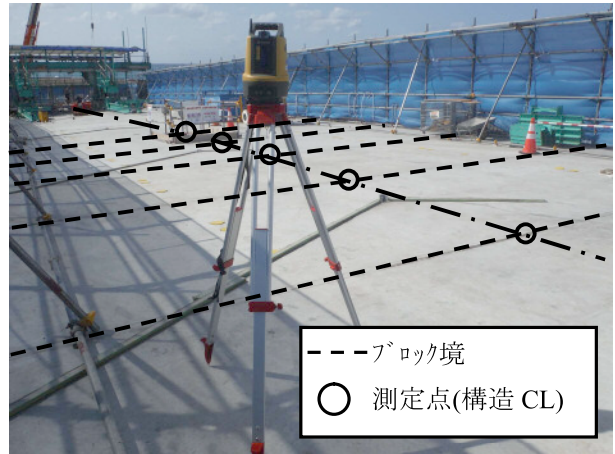


写真-1 橋面全景



図-3 測量時端末画面



写真-2 単独測量状況

3.3 データ管理

(1) 計測結果の送信・入力

測定終了後、スマートフォンから上げ越し管理システムがインストールされているパソコンへ計測結果ファイルをメール送信し、パソコン上で上げ越し管理システムに計測結果を読み込む。

(2) 計測結果の出力・管理

上げ越し管理システム上で橋体形状管理図を出力し、設計値と計測値の誤差を確認をする。計測結果ファイル詳細を図-4、橋体形状管理図出力画面を図-5に示す。

各測点の実測値				設計値との差			切り	盛り
測設点	測設ノート	測設X	測設Y	測設Z	ΔX	ΔY		
C156_stk	C156	447.791	9.022	12.844	0.006	-0.006	0.003	0.003
C155_stk	C155	443.893	9.441	13.088	0.005	-0.004	-0.01	0.01
C154_stk	C154	439.912	9.883	13.313	0.006	-0.006	-0.004	0.004
C153_stk	C153	435.973	0.341	13.546	0.006	-0.003	-0.004	0.004
C152_stk	C152	432.027	10.818	13.774	0.013	0	0	0
C151_stk	C151	428.08	11.31	14.008	0.013	-0.002	0	0
C148_stk	C148	417.258	12.772	14.644	0.017	-0.003	0.003	0.003
C147_stk	C147	413.813	13.267	14.848	0.017	-0.013	-0.004	0.004
C146_stk	C146	410.373	13.77	15.052	0.012	-0.019	-0.008	0.009
C145_stk	C145	406.922	14.274	15.243	0.018	-0.018	-0.003	0.003
C144_stk	C144	403.974	14.706	15.407	0.013	-0.009	0	0
C143_stk	C143	401.012	15.136	15.576	0.022	0.007	-0.001	0.001
C141_stk	C141	398.102	15.569	15.74	-0.021	0.026	0	0
C135_stk	C135	383.396	17.913	16.546	-0.085	0.012	0.005	0.005
C133_stk	C133	380.4	18.395	16.706	-0.044	0.007	0.003	0.003
C132_stk	C132	377.46	18.88	16.873	-0.06	0.001	-0.008	0.008
C131_stk	C131	374.506	19.365	17.023	-0.063	-0.002	-0.005	0.005
C130_stk	C130	371.543	19.854	17.183	-0.057	-0.006	-0.012	0.012
C129_stk	C129	368.602	20.336	17.325	-0.074	-0.003	-0.005	0.005
C122_stk	C122	344.924	24.209	18.44	-0.097	0.004	0.002	0.002

図-4 計測結果ファイル

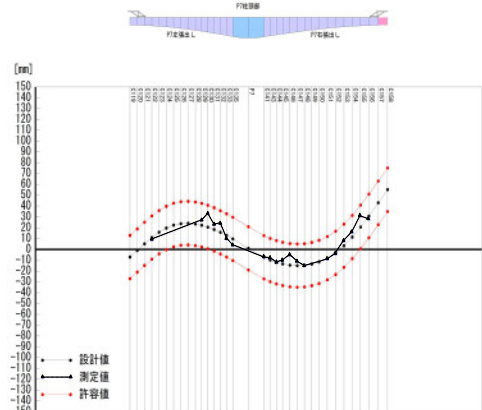


図-5 橋体形状管理図

4. 計測精度の確認

最後に自動計測の計測精度確認をするため同じ計測座標点において、通常行うレベル測量を実施し、計測値の比較を行った。なお、計測は器械設置点より前後50m程度の範囲にある19点について行った。図-6に測定範囲を示す。

設計値と計測値の橋体形状の差について図-7、自動計測とレベル計測値の差について図-8に示す。

結果として、自動計測とレベル測量の測定値の誤差は±3mm程度であった。橋体形状測定精度としては問題無い範囲の誤差といえ、自動計測によって得られた計測値の精度を確認することができた。

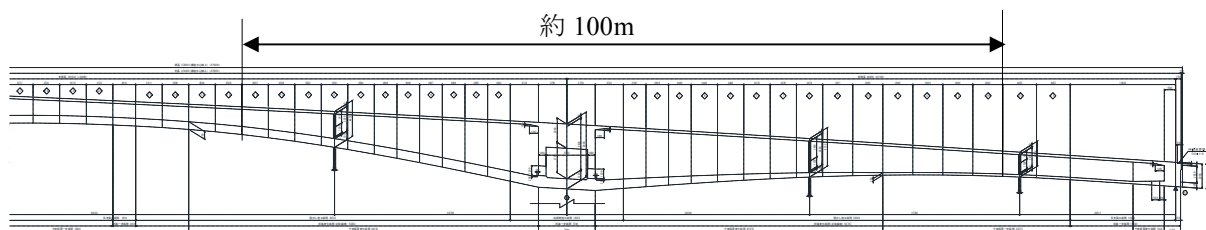


図-6 測定範囲縦断面図

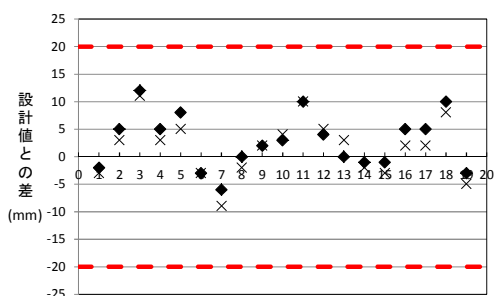


図-7 設計値と実測値の比較

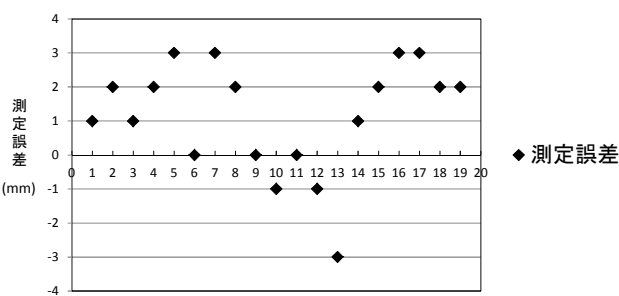


図-8 自動計測とレベル計測の誤差

5. おわりに

今回の橋面高さ管理方法は、省力化および精度向上を目的として実施した。省力化については通常2人で行っている測量を1人で行うことができること、および実際の計測時間も通常行っているレベル測量と同等であることから、計測に必要な労力を半分程度に抑えることができた。データ管理については、従来計測結果を手計算、標高を算出し、上げ越し管理システムに手入力していたが、スマートフォンから直接計測結果(標高)を取り込むことができるため省力化が図れる。橋面高さの測定は施工ブロック数が多くなるほど測定回数および測点が多くなるため、施工ブロック数の多い長大橋梁において省力化が期待できるものとする。

精度に関しては、自動追尾式トータルステーションによる計測は、レベル測量と遜色ない精度であることが確認された。自動追尾式トータルステーションによる計測は、測定者が正しい測定方法を習得する必要があるが、1人で測量できること、および現場での手計算などが不要なことを考慮すると橋面高さ管理全般の省力化、および精度向上が期待できると考える。