

鋼橋上部工出来形計測における 3D 座標データの活用

株式会社中央コーポレーション 非会員 ○千葉 慎二
株式会社中央コーポレーション 正会員 新銀 武

1. はじめに

BIM/CIM は計画・調査・設計・施工・維持管理の各段階で属性情報を持った 3D モデルを共有し、事業全体の効率化を図る取り組みである。国土交通省は 2023 年 BIM/CIM 原則化を推進しており、建設現場の生産性向上・品質確保を目的とした ICT（情報通信技術）の導入が今後必要不可欠である。

本検討では、任意の座標情報を持たせた BIM/CIM モデルと既知の現地座標を自動追尾マルチステーション機器(ライカ MS60 以下 MS60)内の複合空間としてリンクさせ、桁架設完了・床版施工完了時における 3D 座標データを取得した結果について報告する。鋼桁架設完了時には鋼桁仮組立て誤差及び鋼重たわみ誤差、床版・舗装施工完了時には死荷重によるたわみ誤差を含んだ 3D 出来形誤差計測を BIM/CIM モデル上同一点で実施することで、設計値 (CIM モデル) における鋼橋上部工の施工時の出来形計測結果・精度を検証した。

2. 対象橋梁

岩手県一関市に位置する、橋長 29.200m、支間長 27.550m、有効幅員 8.0m の単純合成鋼鉄桁橋である「藤の巻橋」を対象橋梁とした。橋梁概要・主桁骨組格点を図-1 に示す。新設橋梁のため、桁架設工、床版工、舗装工など、施工段階での 3D 座標データが取得可能である。

3. 計測手法概要

図-2 に対象橋梁の CIM モデルを示す。本検討では、準備段階として、線形座標、主桁高等の橋梁情報から、設計値の格点情報を属性情報として持つ CIM モデルを作成した。このモデルを MS60 に取り込み、CIM モデル上の格点から測点座標を設定した。また、現地の基準点として既知の現場座標(B.M.)も CIM モデル上に設定した。

現地計測に当たり、MS60 で現地の B.M.を計測し、その点と CIM モデル上の B.M.をリンクさせることで、

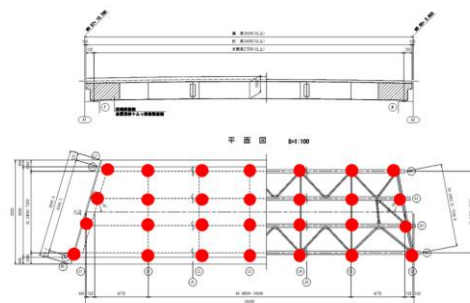


図-1 対象橋梁概要・格点

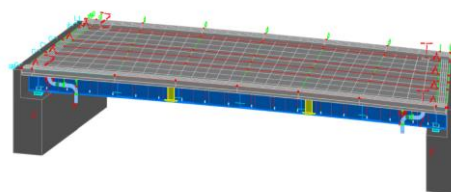


図-2 CIM モデル



図-3 計測状況

機器内の複合空間として CIM モデルと実橋を重ね合わせた。

図-3 に本検討の計測状況を示す。本検討では、桁架設工、床版工、舗装工において段階的に 3D 座標データを取得した。まず、鋼桁架設後に CIM モデル上の格点座標を用い、現地の測点への誘導を行い、CIM モデルと実橋の施工誤差を確認・取得した。その後、取得したフランジ上の出来形の 3D 座標データを、床版工の出来形管理時に活用することにより、位置出しを必要としない、同位置での計測を試みた。

キーワード 鋼橋上部工, ICT 施工, 出来形管理

連絡先 〒025-0003 花巻市東宮野目 11-5 (株) 中央コーポレーション TEL 0198-26-3033

4. 計測結果・考察

本検討では、設計段階で作成した CIM モデルに現地施工における既知の基準点 (X,Y,Z) の情報を持たせることで、実橋と設計時の CIM モデルとの施工誤差が計測できた。

桁架設後の CIM モデル上の設計値と MS60 での実測値の標高差を表-1 示す。実測値が規格値以内であることから、精度は十分担保されていると言える。CIM モデルとの誤差については以下の要因が考えられる。

1. 鋼桁製作時の誤差
2. 格子計算上のたわみの誤差
3. 施工時の足場重量によるたわみの誤差

鋼桁製作時の製作キャンバーの設計値と実測値を表-2 に示す。各桁の製作キャンバーの実測値には、プラス側の誤差が生じていることが分かる。しかし、表-1 の計測結果と比較すると、製作キャンバーがプラス側の誤差として生じているのにも関わらず、現地計測結果はマイナス側の誤差となっている。これは、3.の施工時の足場自重によるたわみの誤差が要因の一つであると考えられる。

5. 結言

一般的に鋼橋の場合、舗装・床版など橋面工施工後の標高を正確に計測することは少なく、記述の鋼桁架設完了時の誤差が、その後の橋面の標高誤差と評価している場合が多い。それは、橋面施工後に鋼桁格点を正確に位置出しすることが困難で、特に斜角や曲線線形がある場合などにおいては、計測誤差が計測位置による誤差を含み、誤差要因の整理が困難であるということも一員と考えられる。

CIM モデルを活用した鋼橋施工管理では、上記の計測位置による誤差を極力少なくすることができ、その誤差要因が比較的整理できるところに特徴がある。

しかし、前死荷重によるたわみの誤差に比べて、合成桁の場合、コンクリートのヤング係数の評価や鋼桁のたわみに寄与する鉄筋などの評価による誤差も含んだ後死荷重のたわみ誤差やクリープ・乾燥収縮によるたわみ誤差などが含まれ計測され、誤差要因の整理は簡単では無い。

CIM モデルに実基準点の情報を持たせることで、今後、計測頻度を上げ、計算上のたわみが実橋たわみに与える影響をより整理することで、完成時の路面線形出来形精度向上が可能となると考えられる。

表-1 標高計測結果

規格値： $\pm (20+L/2)$ mm = ± 33.78 mm
L=支間長 (m) = 27.550 m

測定位置		S1	C3	S2
G1	設計値 (CIM)	14.187	14.363	14.180
	実測値 (MS60)	14.184	14.361	14.176
	差	-3	-2	-4
G2	設計値 (CIM)	14.221	14.416	14.218
	実測値 (MS60)	14.216	14.417	14.216
	差	-5	+1	-2
G3	設計値 (CIM)	14.208	14.422	14.208
	実測値 (MS60)	14.204	14.417	14.208
	差	-4	-5	± 0
G4	設計値 (CIM)	14.154	14.381	14.151
	実測値 (MS60)	14.150	14.384	14.147
	差	-4	+2	-4

表-2 製作キャンバー計測結果

規格値： $-5\sim+10$ mm 支点部： ± 3 ($20<L\leq 40$)
L=支間長 (m) = 27.550 m

測定位置		S1	C3	S2
G1	設計値	35.8	220.9	28.4
	実測値	37.1	222.9	29.9
	差	+1.3	+2.0	+1.5
G2	設計値	69.8	274.9	67.3
	実測値	72.0	278.6	69.9
	差	+2.2	+3.7	+2.6
G3	設計値	57.0	281.9	57.8
	実測値	58.7	284.3	59.8
	差	+1.7	+2.4	+2.0
G4	設計値	3.0	242.9	0
	実測値	4.1	246.0	0
	差	+1.1	+3.1	0

6. 今後の展望

今回の鋼桁架設工で取得した 3D 座標データをもとに、床版工・舗装工完了の際、再度展開し、同一計測点上での出来形管理を行うとともに、設計値からの誤差の原因をより明確にしたい。また、これらの誤差情報を CIM モデルに反映して、今後の維持管理の利用することで、設計から維持管理までの CIM モデルの活用が期待できる。