

36 i-Construction 等

橋梁架設における現地施工への CIM 技術活用

日本橋梁建設土木施工管理技士会
JFE エンジニアリング株式会社
監理技術者
片 山 博 司

1. はじめに

工事概要

- (1) 工 事 名：H30舞浜交差点横断歩道橋上部工事
- (2) 発 注 者：国土交通省関東地方整備局
- (3) 工事場所：千葉県浦安市舞浜2丁目地先
- (4) 工 期：平成31年3月13日～令和2年5月29日
- (5) 諸元（形式）：4径間連続鋼下路式钣桁橋
（橋長）：133.013m（道路中心線上）

2. 現場の特徴と課題

当該工事現場は一般国道357号上に位置する重交通道路、舞浜交差点を横断する歩道橋を建設する工事である。図-1の平面図に示す通り、現地にはJR舞浜駅と舞浜2丁目をつなぐ既設歩道橋（図中の淡いハッチング部）が存在するが、これに対して離隔約250mmの位置に平行に新設歩道橋を架設した（濃いハッチング部）。加えて、新設歩道橋の上空には舞浜交差点を立体する国道357号（令和2年6月開通の舞浜立体）および首都高速道路高架橋が通過しているため、上方は高架橋、左右は既設歩道橋と舞浜立体の橋脚に囲まれた狭隘な箇所条件下での工事であった。架設ヤード条件を図-2に示す。

架設現場は支障物に囲まれており、接触・挟まれ事故などの危険要素を多分に含むことと、重交通道路を規制しての施工であるため、架設のやり直しが利かず、架設計画を綿密に策定することが何よりも重要であった。そこで、本工事では事前にCIMモデルを活用しての架設シミュレーションを実施し、架設時の問題点の洗い出しを行うことを決定した。

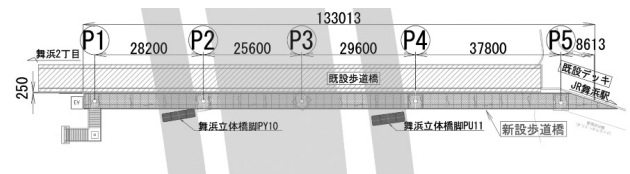


図-1 舞浜歩道橋平面図

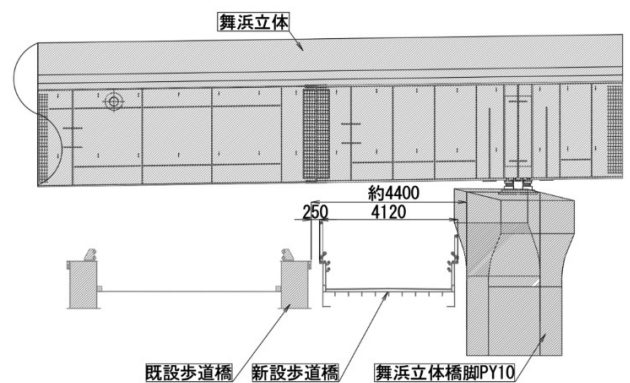


図-2 架設ヤード条件 (A-A断面図)

3. 工夫・改善点と適用結果

3.1 CIMモデル活用概要

本工事では下記に示す大きく分けて3つの工程を経てCIM架設シミュレーションを実施した。

- ① 新設橋梁CIMモデルの作成
- ② 3Dスキャナによる現地ヤード状況の点群データ取得と現地ヤード状況のCIMモデル作成
- ③ CIM架設シミュレーションの実施

各項目に要した時間・使用機器を表-1に示す。本工事の場合は本社勤務のCIM専門技術者の力を借り、CIMモデルの作成から架設シミュレーション動画の作成を実施した。

表-1 CIM実施概要

	作業	時間	使用機器
①	CIMモデル作成	3週間	PC, AutoCAD
②	ヤード条件の計測	1日	3Dスキャナ
	ヤード条件のモデル化	3日	PC, Recap
③	架設シミュレーション	3週間	PC, Navisworks, 3D建機ナビ

3.2 架設シミュレーション結果

P2-P3間およびP3-P4は上方に高架橋が存在するため、多軸台車による一括架設をそれぞれ1夜間かけて実施した。P3-P4間の多軸台車架設に対してCIM架設シミュレーションの結果を受けて架設計画を変更すべき箇所を1か所抽出した。図-3に示す、道路の中央に存在するP3橋脚周りのベントと多軸台車が接触することが判明した。ベントとの接触を避けるように、既設歩道橋下へ一度桁を入れ込み、多軸操作でベントを回避して架設する案も考えられたが、高欄を設置した新設桁を乗せた状態では、既設歩道橋をくぐることは高さの制約から無理であった。そこで、本工事では図-4に示す通りP3橋脚周りのベント構造と位置を見直して、接触の起こる多軸台車側へ部材が張り出さないよう改良を行った。さらに多軸

台車の機種を6軸から5軸に減らして小型化することで、ベントに接触せず架設ができることを確認した。

早期段階で現行の架設計画の問題点を抽出し、架設方法の修正、ベントの構造変更、ベントの強度確認を一括架設の3か月前には完了した。これによって現地での材料手配に十分間に合い、架設を開始することができた。



図-3 P3-P4架設計画当初



図-4 P3-P4架設計画変更後

支障物の多い場所に対して、2次元の図面によって架設計画を行うには熟練した技術が要される。今回のP3-P4間多軸台車一括架設を例に挙げると、P3ベントと多軸台車の接触のような平面的干渉の他に、多軸台車と既設歩道橋および上空の高架橋との高さ方向の干渉も確認しなければならない。地盤高は各所で異なるため、最も高い箇所を元に計画を立てなければならない。もっと詳細な話をすると、本工事では新設桁の下方が道路であり、一括架設後に付属物である高欄を取り付けることは、部材の落下等の危険性があるためにできない。地組桁に高欄を設置した状態で多軸台車架設を実施するのだが、架設時に高欄が既

設構造物に接触しないか、架設の弊害にならないかの干渉チェックも必要である。一括架設後にヤード内に収まる領域は事前に高欄を設置する必要はないため、架設の弊害になるのであれば設置しない選択もできる。地組桁への高欄設置範囲の決定に関しても、視覚的に確認が可能である点から有用であった。

以上のように、架設計画を行う上で注意すべき点は多岐にわたり、これらの着目点を全て2Dの図面で処理しようとする場合見落としも起こりうる。3Dモデルによって架設計画を実施することで、視覚的に発見しやすい重大なミスを見逃すことがなくなる。さらに、架設計画を動画にして共有することで、動画を作成した担当者では気が付かなかった盲点に現場施工担当者が気が付き、対策を練るきっかけにもなると考える。

3-3. CIM架設シミュレーション動画を活用した作業手順周知会

架設シミュレーションを実施したことで、架設時の留意点や架設手順が明らかとなった。特に支障物に囲まれ作業手順が複雑であったP1-P2間の架設に関して記述する。P1-P2間はオールテレーンクレーンによる一括架設を行った。P2橋脚周辺は前述の図-1および図-2に示した通り、新設桁の上空を舞浜立体が通過し、左右を既設歩道橋と舞浜立体のコンクリート橋脚に囲まれている。既設歩道橋と橋脚の距離は最も狭い箇所約4.4mであり、ここに幅員4.12mの新設桁を差し込むように架設する必要があった。この狭隘な箇所に対する一括架設手順を図-5から図-8に示す。はじめに架設位置へ到達するまで、既設歩道橋のスロープに設置された照明柱の上空を地組桁が超えるようにクレーンを旋回させる。(図-6) 続いて、架設個所に到達すると、介錯で桁位置の調整を行いながら照明柱の間に地組桁を落とし込む。(図-7) その後再びクレーンを旋回させて地組桁が舞浜立体橋の下方へ差し込まれる様に架設を行う。(図-8)



図-5 架設シミュレーション 地切り



図-6 クレーン旋回



図-7 既設歩道橋照明柱間への桁落とし込み

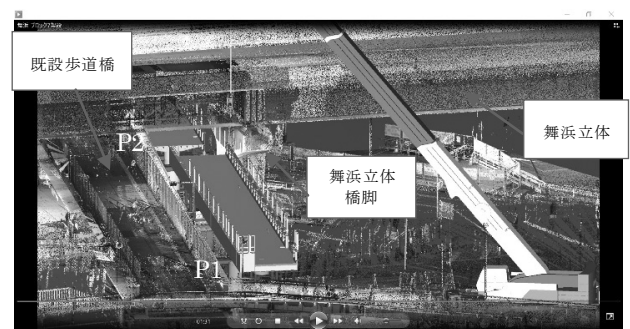


図-8 支障物間への桁差し込み

当該工事の架設地点は臨海部のために風が強く、強風による荷振れが生じる可能性があるため、既設構造物への接触リスクが高い。今回は地組桁のP1側とP2側に電動チルホールへ接続したワイヤーを設置して、吊り上げ時の地組桁を引っ張り、位置を制御しながら架設を行った。この機械的制御を行うにも施工手順と操作のタイミングを架設に携わる全ての担当者が正しく理解することが重要である。

上記のように、細かな作業手順を文章・平面図のみで架設従事者全員に伝えることは難しいため、本工事ではCIM架設シミュレーション動画を一括架設の作業手順周知会に使用した。シミュレーション動画の視覚的な効果によって、架設の留意点や手順、各員の配置・担当する作業の内容とタイミングを正しく共有することが可能となり、接触事故などの災害なく架設を完了することができた。

また、シミュレーション動画は発注者への説明にも活用し、互いに認識の共有が容易となった。

3-4. その他の効果

CIMモデルやヤード条件を計測した点群データを処理・編集するには、ある程度性能の良いパソコンを用意した上で、3DCADや点群データを処理するソフトを購入する必要がある。しかし、完成した3Dモデルの閲覧のみであれば、現場での実用もそこまで難しくない。本工事ではCIMの3Dモデルを現場でもタブレット端末を用いて確認できるように設定し、活用した。ネット環境さえあれば、現場内の任意の場所でCIMモデルを確認できる。現地とモデルを同時に確認ができるために、現場における職員や作業担当者との打ち合わせに活用することで、意思疎通が図りやすくなった。さらに、当該工事は若手技術者が多く配置されていたが、2D図面を読み取る技術に乏しい若手技術者に対して、CIMモデルが主桁構造を正しく認識するための補助的役割を担った。本工事の例を挙げると、地組用架台や架設用ベントの構造を決定する際に、架台やベントと主桁の干渉の有無を判断することが容易となった。

4. おわりに

本工事においてCIMを現地施工へ活用した際に得られた知見を以下にまとめる。

- ① 狭隘な架設ヤード条件に加えて、重交通量の交差点を規制しての一括架設を実施するにあたり、CIM技術を活用した架設シミュレーションを行い、事前に架設計画の問題を抽出し、対策を講じたことで、工期の遅延なく工事を竣工した。
- ② CIMモデルを用いた架設シミュレーション動画を作成し、これを作業手順説明会に使用した。動画は架設従事者全員が作業手順を正しく理解することを助け、狭隘な施工条件下の架設を事故なく安全に完遂した。さらに、発注者への説明にも活用することで、認識の共有が容易になった。
- ③ タブレット端末を用いてCIMモデルを現場で閲覧可能にすることで、現地とモデルを見比べながら架設段取りの打ち合わせが可能となった。さらに、2D図面のみで打合せするよりも認識を共有しやすくなった。

CIMデータ作成は3Dデータを扱う技能を要する点、ソフト・ハードの導入が必要な点から現場でのデータ作成が難しい現状がある。本工事では現地ヤードの点群データ計測を1度実施した。一方、ヤード状況が時刻とともに変化する場合、1度の計測のみでは効果的なCIM活用が難しい状況もあるため、現場担当技術者に現地ヤード状況の点群データの取得とヤード形状のモデル化、さらに架設シミュレーションを実施する技能が求められる。今後は現場技術者へのCIM技術教育並びにソフト・ハードの整備を行い、より多くの工事でCIMモデルを施工に活用していく考えだ。

終わりに、本工事の施工に当たりご指導いただきました国土交通省関東地方整備局首都国道事務所の皆様には厚くお礼を申し上げます。