

既設構造物の改築における 3Dレーザースキャナー測定の適用

日本橋梁建設土木施工管理技士会

三菱重工鉄構エンジニアリング(株)

現場代理人

計画主任

計画担当

山田 潤[○]

北川 淳一

服部 伸幸

Jun Yamada

Junichi Kitagawa

Nobuyuki Hattori

1. はじめに

近年、鋼橋の新設および架け替え需要が減少する中、既存ストックの有効利用を目的とした既設構造物の改築（拡幅、改造、補強等）工事が増加している。改築工事では、既存構造物の状態をいかに正確に把握するかが工事の成否に大きな影響を与える。本論では、既設構造物の出来形形状の把握に3Dレーザースキャナー測定（以下、3Dスキャン測定と呼ぶ）を適用した事例（2件）を基に、その活用手法について述べる。

【工事概要】

①工事 A

(1) 工事名：守口ジャンクション鋼桁及び鋼製橋脚その他工事

(2) 発注者：阪神高速道路株式会社

(3) 工事場所：大阪府守口市

(4) 工期：平成21年9月25日～

②工事 B

(1) 工事名：東京外環自動車道高谷高架橋（鋼上部工）工事

(2) 発注者：東日本高速道路株式会社

(3) 工事場所：千葉県市川市

(4) 工期：平成22年11月30日～

2. 現場における課題・問題点

既設構造物には竣工当時の施工誤差や経年変化（支点沈下等）を含んでいる。また改築設計に必要な既設構造の「完成図」に、耐震補強などの完成後に追加された構造物の情報が反映されていない場合がある。

改築工事ではこれに起因する不適合事例が数多くあり、現地確認を行ったり、新設部材を現場にて架設する段階ではじめて判明する。（図-1）

このような取り合いの不適合はその後新設部材の手直しが必要となるだけでなく、現場工程や段取りにも大きな悪影響を与える結果となる。これらは、工期・コスト共に厳しい制約のある改築工

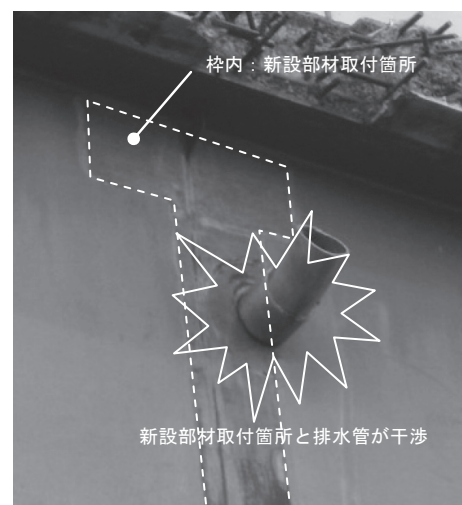


図-1 現地取り合い不適合例

事において最も懸念する事項であり、スムーズな工事運営にはこの「取り合い不適合」を無くすことが課題といえる。

このような取り合い不適合を生じさせる原因は、前述の「既設構造物の出来形形状の把握」が正確に出来ていないことに尽きる。また出来形形状の把握は、現地に新規部材が搬入されてからでは既に遅く、製作が着手する段階でも手遅れとなるケースが多い。よって出来形形状の把握は設計段階で実施する必要がある。

従来も設計段階で出来形形状の把握は実施しているが、それでもなお取り合い不適合が発生するのはその方法に問題があると考えられる。

図-2に設計段階における従来の作業フローを示す。

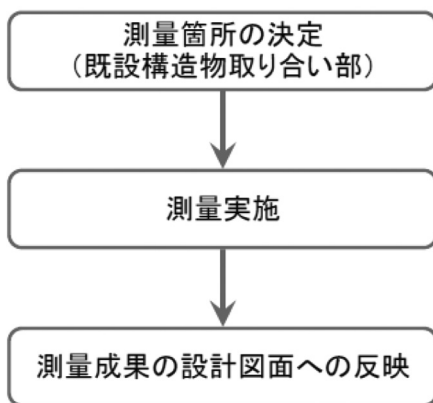


図-2 従来型作業フロー

従来既設構造物の測量は足場が設置できないケースが多いため、トータルステーションによるノンプリズム測量を採用するケースが多い。

しかしながらこの手法では、事前に決定した計測ポイントしかデータを得ることが出来ず、その計測数も限られる。そのため設計図面への反映時

に、完成図を用いて取り合い部分の形状情報を補完することになる。

このプロセス、すなわち限られた情報(測量データ)と既設構造物との整合性が確かでない完成図を用いての設計作業が、取り合い不適合防止に立ち足らぬ問題点となるのである。

3. 対応策と適用結果

上記の問題に対し、本工事では3Dスキャン測量を採用し、新設構造物が取り合う既設構造物全体を3Dレーザースキャナーを用いて3次元座標データを有する点群を得ることで出来形形状の把握を試みた。図-3は工事Bにおいて実際に計測した3Dスキャンによる点群データである。

3Dスキャン測量の基本原理はトータルステーションのノンプリズム測量と同じだが、大きく異なるのは特定の測点だけでなく3Dスキャナーから視準できる既設構造物の表面の座標を計測できることにある。本工事では約10mmピッチで既設構造物表面の座標を計測した。

3Dスキャン測量を採用した際の設計段階の作業フローは図-4のようになる。

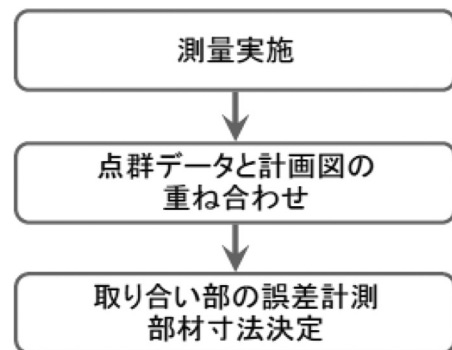


図-4 作業フロー (3Dスキャン測量)

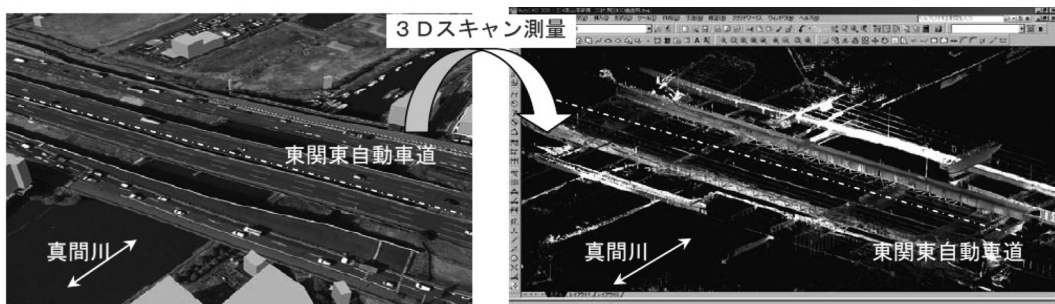


図-3 3Dスキャン測量 測量成果 (工事B)

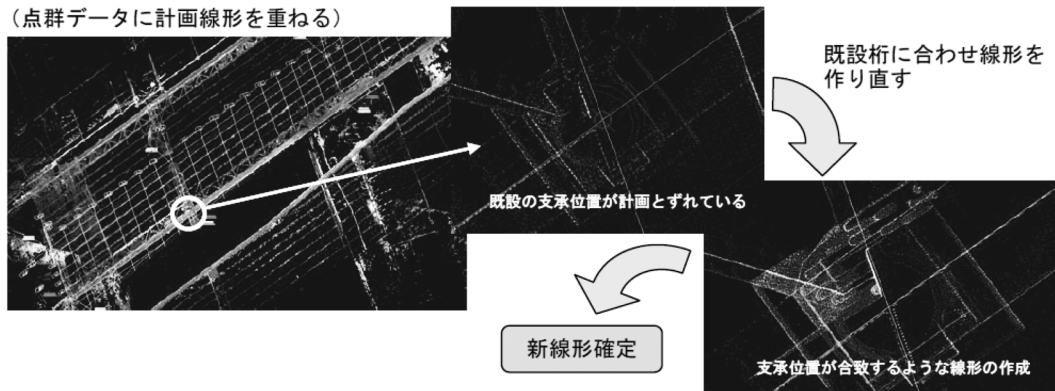


図-5 既設桁の線形作成フロー

本工事は既設橋梁の拡幅工事であったため、次のような手順を踏むことで取り合い不適合防止および設計品質向上に取り組んだ。

(1) 既設桁の線形作成

拡幅後の完成系の線形(以下、計画線形と呼ぶ)は「完成図」を基に作成される。しかしながら「完成図」には既設構造物の現況が完全に反映されていない。そこでまず計画線形を点群データに重ね合わせ誤差を把握し、既設構造物に合うような線形を新たに作成した。(図-5)

既設桁の拡幅工事においては、このように橋面や新設桁の線形(計画線形)と既設桁の線形(新線形)が混在することになる。

この混在する状況が「実態」であり、この「実態」を把握することが現地取り合い不適合を防止する打ち手となる。

またこれらを格子解析に反映することで、拡幅による既設桁への影響をより厳密に再現することができる。(設計品質の向上)

(2) 既設桁との取り合い部材寸法の決定

既設桁線形を線形計算・格子計算に反映することで、取り合い部材(横桁・対傾構)の平面寸法は確定できる。次に高さ方向の寸法を確定する。

図-6に既設桁横断方向の点群データを示す。既設桁はキャンバー誤差を含んでおり計画高さで部材を製作すると取り合わない。そこで各取り付け部材位置ごとに既設桁の位置(高さ)を確認し、部材形状を調整した。

以上の手順を踏むことで、設計上配慮できる取

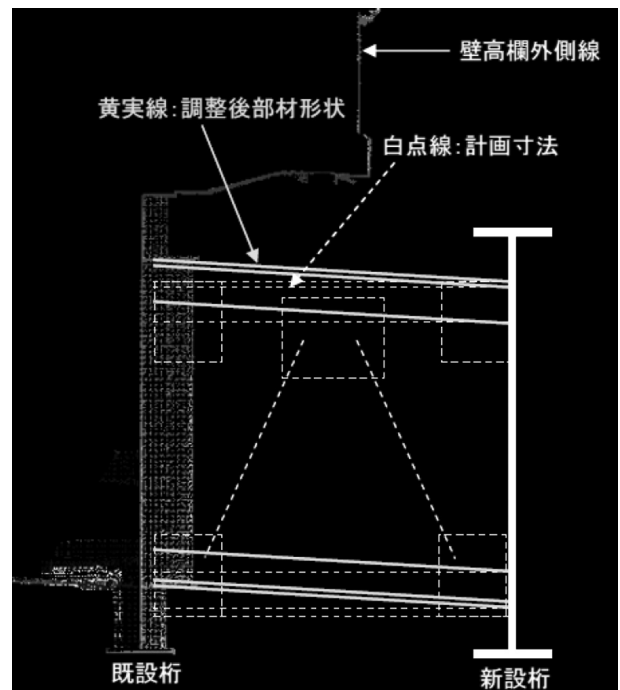


図-6 部材形状の微調整

り合い不適合はほぼ防止できると考える。

(3) 測量誤差の吸収

3D スキャン測量はトータルステーションによるノンプリズム測量と同様に約6mm程度の誤差を有する。これは設計上排除できないものである。しかしながら6mmの誤差というのは高力ボルトの孔の余裕(拡大孔適用時:4.5mm)よりも大きく、取り合い不適合の原因になりうる。

そこで現地施工時にボルト孔を後施工することで対処した。具体的には図-7に示すとおり、既設と新設の取り付け手順によって、いずれかのボルト孔を後施工とした。

以上の通り、設計段階における取り合い不適合

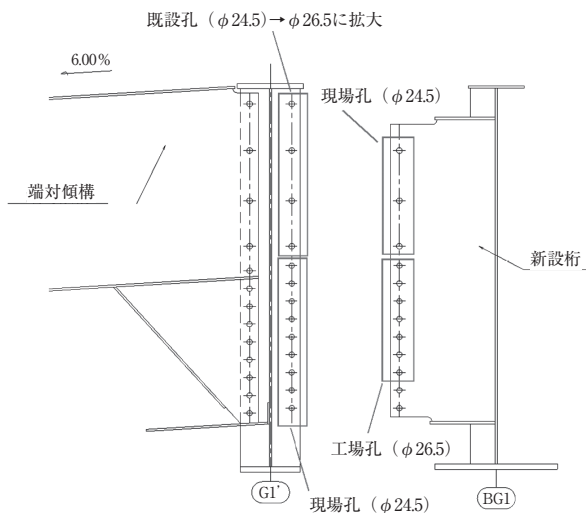


図-7 現地孔あけ種別 (工事 A)



図-8 現地施工状況 (工事 A)

対策を講じた結果、現場では問題なく架設を進めることができている。(図-8)

図-1 で示した取り合い不適合は、本項で述べた手順を踏むことで、事前の取り合い検証が可能になり設計段階で対策を講じることが可能になる。

4. おわりに

3Dスキャン測量は様々な構造物の現況形状を把握するための有効なツールとして土木分野でも採用例は多い。しかしながら採用事例の多くは、地表の形状計測や道路計画などのマクロな視点での検証である。

橋梁の分野での採用事例もいくらかあったが、それはある位置の座標や寸法計測といった従来型の測量と何ら変わらないものであり、3Dスキャン測量の特色を十分活かしていないものであった。これは、線形変更・取り付け部材寸法の決定といったミクロな視点での検証手法が確立できていなかったことによる。

今回このように改築工事における3Dスキャン測量の適用方法を確立し、その有効性が確認できたことで、今後の改築工事にも容易に適用できる手法を整備することができた。

取り合い不適合の防止はコスト改善に効果があるだけでなく、安全上も非定常作業の防止にもつながる。取り合い不適合事例の多い既設構造物の改築工事においては特に注意する必要がある。

我々土木施工管理技士は「安価で良質なインフラを安全に国民に届けること」を常に念頭に置いて業務にあたることが重要であり、既存の技術からの脱却を図り、最新の知見を常に取り入れるなどチャレンジ精神を持ち続けることも同時に求められていると考える。