

3次元スキャニングデータを活用した橋脚耐震補強施工について

(一社) 北海道土木施工管理技士会

株式会社玉川組

工務課長

工事第1課主任

竹 樋 満 寛[○]

谷 口 武 俊

Mituhiko Takehi

Taketosi Taniguti

1. はじめに

本工事は、空知管内の中核都市滝川市と砂川市との市界を流れる石狩川の支流で空知川に架かる一般国道12号、新空知大橋の橋脚耐震補強を行う工事である。新空知大橋は、道央空知の要所であり、橋長677m、幅26.5m、PC箱桁橋10径間、PC π ラーメン橋1径間で構成されている。本工事では、橋脚10基のうち4基を鋼板巻立工法で補強するので、施工にあたり、既設橋脚の情報をより早く、正確に得るため、3次元スキャニングデータを活用して行った施工管理について報告する。

工事概要

- (1) 工事名：一般国道12号 砂川市 新空知大橋耐震補強工事
- (2) 発注者：北海道開発局 札幌開発建設部 担当事務所 滝川道路事務所
- (3) 工事場所：北海道砂川市、滝川市
- (4) 工期：平成24年2月28日～平成25年1月30日

(5) 工事内容

橋脚補強工 N = 4基

RC 橋脚巻立鋼板製作工 A = 1964m²

中間貫通 PC 鋼棒 N = 450組

変位制限装置設置工 N = 30基

2. 現場における問題点

主な問題点を以下に示す。

- ① 工事箇所は北海道のなかでも寒冷で降雪量も多く、受注当初には1mを越す積雪があるうえ、4月初旬まで降雪が続くなど、早期着手は困難な状況にあった。
- ② 工程の鍵となる巻立鋼板は、既設橋脚の規模により1基毎80枚から100枚に分割し、合計で360枚を工場で作成する。鋼材の発注から、納品まで約80日を要し、その後製作におよそ40枚を30日で作成するサイクルで行う。
- ③ 製作前に現地測量で既設橋脚から情報を取得し割り付け図面を作成する。中間貫通 PC 鋼棒は、

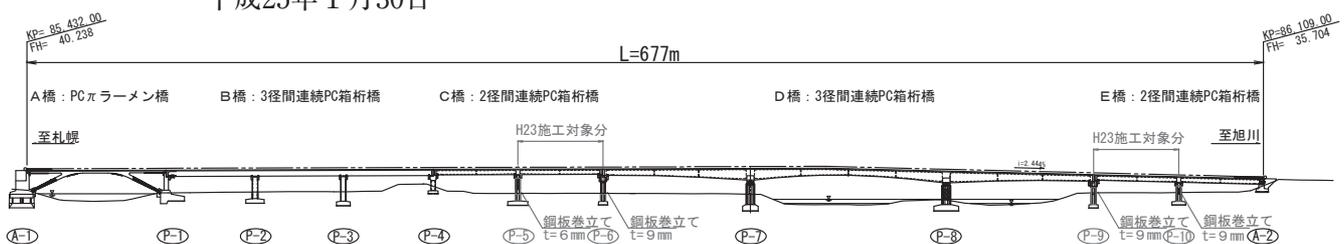


図-1 橋梁側面図

1基につき81本から135本使用され、4基合計で450本であり、橋脚毎に断面厚を測定し随時発注するが、およそ30日程度の製作日数を要するため、5月中旬までに発注する必要がある。特にPC鋼棒は工程の初期段階に使用される材料であり、掘削後での発注では、工程に30日程度の遅延を生じさせる。

以上のことから既設橋脚の情報を早期に把握して、資材発注を済ませ工程を短縮できないかの検討を行った。

検討した問題点を以下に列記する。

従来の測定方法だと、掘削前に足場を仮設するか、高所作業車を使用する、点の測量である。

そこで以下の問題が考えられた。

- ・地上部に足場を仮設しての測量は、工程と経済的負担がある。
- ・高所作業車で測量は、融雪期だと地盤のトラフィカビリティ面で車両搬入が厳しい。
- ・上記2点の共通項目とし、河川管理者、滝川市等の行政手続きが必要となり早急な許可は難しい。
- ・測量機材と人手だけで橋脚形状情報を計測できないか。

以上の観点から、足場仮設・高所作業車等を使用しないで橋脚を面の形状で計測するノンプリズムによるスキャニング測量で情報を3次元データとして取得して解析し、耐震補強前後の測定データから、橋脚の幅(軸方向、軸直角方向)を医療機器のMRI測定機と同様に断面分割し情報を取

得し、鋼板補強の原寸及び無収縮モルタル平均厚の妥当性と橋脚の維持管理情報取得しようとする

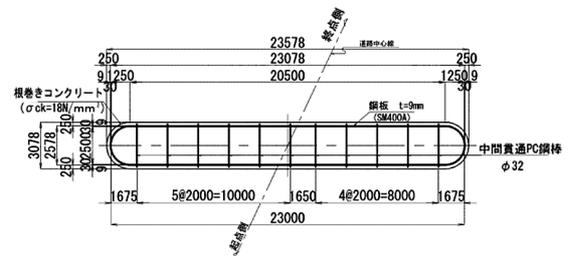
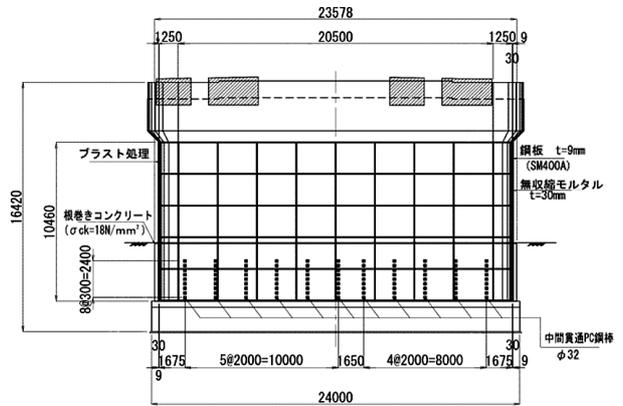


図-2 橋脚補強図-1

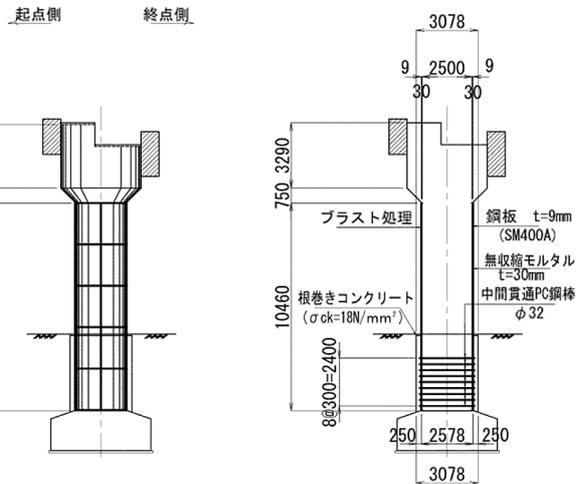


図-3 橋脚補強図-2

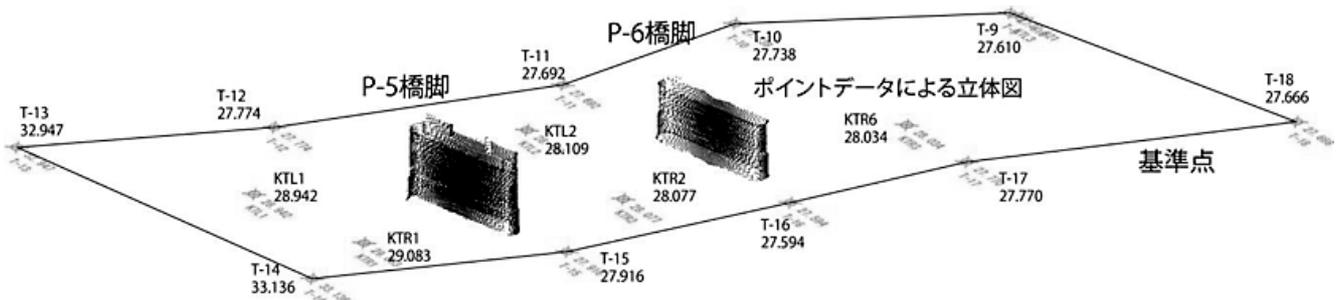


図-4 基準点網図と橋脚ポイントデータ図

ものである。

3. 工夫・改善点と適用結果

トータルステーションのスキニング機能を使用して3次元データを取得し3次元点群データから3次元モデルを作成し、既設橋脚出来形確認の方法について検討した。

- ①計測した3次元データを合体させる目的と橋梁の経年観測データを得る目的で基準点を橋脚周囲に網図として設置する。
- ②観測したデータからサーフェスを作成し、形状情報を得る。
- ③サーフェスは平面形状を解析するが高さ方向にある橋脚断面は解析できるのか。

現地における計測作業は、地上に出ている部分を先に計測し、鋼板巻立後に再度計測した。

スキニングは0.1m 間隔で計測し、起点・終点側等2～4方向から行い、データを専用ソフトで一度合成させてからCSV 出力し、別の3次元ソフトで読み込んで解析を実施した。

読み込み時に点群データは、ポイントファイルとして処理を行った。点群データ処理した場合、CAD 上にポイントデータ (x・y・z) が残らず経年変化に対応できないためである。また、サーフ

ェスは、平面形状を解析することに優れているが、高さをもつ橋脚の様な形状では、TIN からサーフェスを作成する際に起点側と終点側にサーフェスがつながり解析が不可能となった。

そこで断面厚解析のため、橋脚ポイントデータは、Z 軸を X 軸方向に90° 回転させた。平面上に橋脚を寝かせた状態にし、サーフェスを上面、下面の両方別々に作成し、断面厚を解析した。

断面厚は仮の線形を作成し、横断ラインを作成したあと任意の測点で橋梁断面を自動作成できるようにした。

測定結果から補強前と補強後を比較。

P-6 橋脚解析結果

補強前断面平均厚2,509mm図面との差+9mm

補強後断面平均厚2,587mm図面との差+9mm

注入厚の平均値32.6mm設計値の差+2.6mm

研掃厚の計算

$$2,587 - 2 \times (32.6 + 9) = 2,504\text{mm}$$

$$2,509 - 2,504 = 5\text{mm}$$

表面処理による研掃厚

$$5\text{mm} \div 2 = 2.5\text{mm} \text{ (両面の為)}$$

なお、注入厚は鋼板の注入孔545箇所を実測した数値の平均値である。

以上から一般的に研掃厚は1mm程度とされているが、コンクリート表面の状態により研掃厚は、大きくなる事が経験的に判断され、実測データからも仮に研掃厚を1mmと修正しても+1.5mmとなり、データとしての信頼度は高く、実用範囲内と判断される。

補強後の橋脚幅は、表面処理による研掃厚を考慮しても当初橋脚幅に設計上の厚さが確保できて

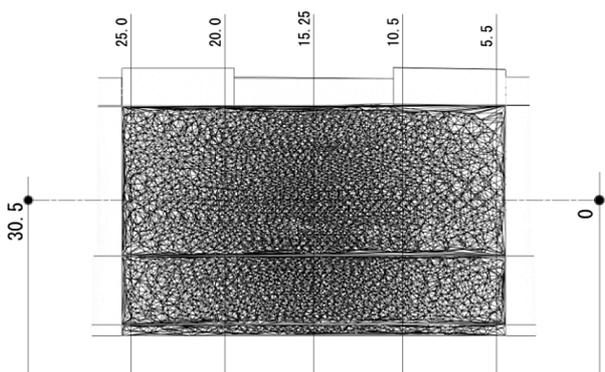


図-5 橋脚サーフェス



図-6 2層サーフェス

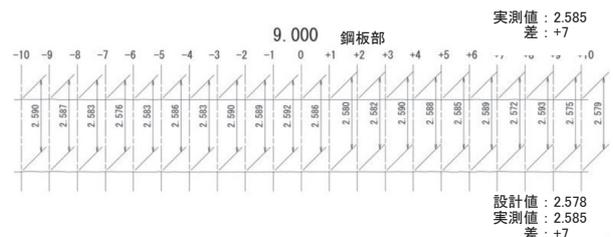


図-7 断面幅解析結果



図-8 自動計測状況



図-9 P-5橋脚耐震補強完了

いと判断された。

自動計測には、橋脚片面当りに2時間の測定時間を要するが、測定者が必要なく、他の作業をすることが可能となった。又、10cm間隔で通常の測量をすると、1橋脚1週間程度必要となり、全体で4週間の測量時間が必要（測量人員＝2人×28日＝56人）とされるが、その人員を削減し、他の

仕事に回すことが可能となった。

PC鋼棒は、掘削前にスキャニング測量データから発注し、工程を30日短縮できた。

4. おわりに

現地は、埋め戻しもほぼ完了し床掘り時に撤去した護岸ブロックの復旧を残すのみとなり12月下旬までに外業はすべて終わる予定である。

本工事で初めて3次元データ解析処理を実施したが、汎用3次元CADによるTINサーフェス利用には、試行錯誤的な面もあった。しかし点の測量から面の測量による情報データが、今後の維持管理に役立つ事を期待している。また、今後は平面形状測量の応用として、一般道路等の3次元データ情報を交通規制なしに測量ができるので、地滑り災害の現場で、2次災害の危険が伴う箇所では、今回採用したノンプリズムによるスキャニング測量が活用できると期待している。

3次元スキャニングは、測定データの3次元処理に、当社においては全ての技術者が対応できていないのが実情であり、今後の課題である。また他現場で使用する場合は、トラバー点を後方交開法での測量を念頭に点数を多く設置すると測定精度が向上し、測定時間の短縮も可能である。

3次元スキャニング採用に当り、ご理解と数々のご助言を頂いた北海道開発局 札幌開発建設部 滝川道路事務所の皆様に感謝申し上げます。ここに謝意を表します。