

鉄道交差橋梁における支承形状の取得方法に関する検証と考察

ジェイアール西日本コンサルタンツ(株)岡山支店 正会員 下野満広 ○日隈一仁

1. 検証の目的

橋梁の補修設計の実施にあたって、桁や床版等の橋梁寸法を現地で取得する必要がある。その取得方法は、橋梁の交差条件によって様々であるが、鉄道交差橋梁の場合は、列車の走行安全性を第一に考えた手法を選定する必要がある。特に支承部は作業空間が狭隘で、視認性が悪いため、鉄道交差橋梁での詳細形状の取得にあたっては、線路閉鎖手続きを取った上で、梯子や橋梁点検車により支承部に近づき、コンベックス等により直接計測せざるを得ない。そのため、線路内立入による列車との触車等の労働災害の危険性の増大、線路内への立入手続きによる作業工程の延長が生じている。

以上の現状を改善するため、線路の外から橋梁支承部の詳細寸法を取得する方法を検証した。

2. 検証方法

検証は、既製の三次元計測機器の精度比較検証（以下、「検証1」）、計測機器の設置方法の検証（以下、「検証2」）、の2項目について検証を行った。

(1) 昨年度検証の結果

「検証1」については、既製の三次元計測機器のうち、通常のレーザースキャナよりも小さいポータブル型のレーザースキャナ(図1参照、以下、スキャナ)が、軽量(1 kg程度)かつ高精度(実測値との誤差±5 mm)で三次元データを取得可能であり、鉄道交差橋梁での有用性を確認した。一方、「検証2」については、既製の三脚を用いて、スキャナを高さ5.0mまで上げ、支承の詳細寸法を取得できることを確認した。ただし設置にあたっては、桁下に三脚が設置できる程度の固さの地面があること、三脚の占有幅1.2mを補完できる空間があることが前提であり、橋梁下の作業空間の状況によっては、適用に限界があることを確認した。

(2) 今年度検証の方向性

スキャナを主対象として、計測機器を支承部までアプローチさせるための方法を検証した。検証にあたっては電化区間での適用性を視野に、絶縁材を用いた機材の使用を基本とした。またアプローチ方法としては、表1に示す、①桁下からのアプローチ、②橋上からのアプローチ、の2種類のアプローチ方法を想定し検証を実施した。



図1 使用スキャナと既製三脚

表1 アプローチ方法

アプローチ方法	桁下からのアプローチ (グラスファイバーポール)	橋上からのアプローチ (懸垂型吊下げ装置)
設置状況		

3. 検証結果と考察

(1) 桁下からのアプローチ

桁下からのアプローチ方法として、絶縁素材のグラスファイバーを使用したポール(以下、グラスファイバーポール)によるアプローチを検証した。グラスファイバーポールは、昨年度の検証で使用したカーボンファイバー素材のポールと比較して、重量が大きく、弾性が高いため、ポールの延長が長くなるほどたわみが大きくなる。そのため本検証では、たわみを軽減させる目的で、ポール先端と地面をワイヤーで固定した状態で実施した。精度検証としては、図2の検証略図の通り、スキャナから一定方向向かって5.0mおきに設置したターゲットの形状寸法について、測定値と実測値の誤差により確認することとした。

検証結果を表2に示す。ターゲット下部のブロック形状について縦方向で最大12 mm、ブロック間距離で最大43 mmの誤差が生じる結果となった。誤差要因として、グラスファイバーポールが風やスキャナ自重等により、ポールがしなり、スキャナの固定が緩ん

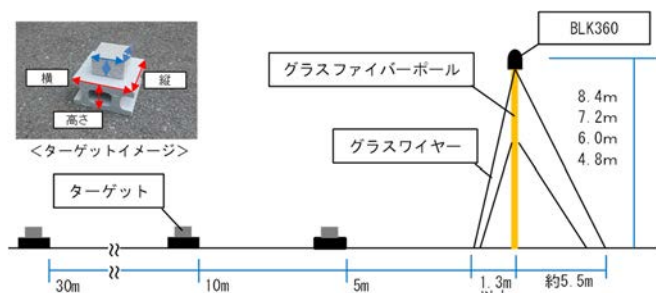


図2 検証略図

だと考えられる。特に検証当日は、6.4m/sの東南東の風が吹いており、誤差を引き起こした可能性が高い。

(2) 橋上からのアプローチ

橋上からのアプローチ方法として、懸垂型吊下げ装置（以下、吊下げ装置）によるアプローチを検証した。吊下げ装置の揺れ状況、揺れが及ぼす点群の状況について確認し、実測データと比較することで精度検証を行った。スキャナの設置位置は防護柵より4.5m下の地点、計測モードは、スキャナから10mの地点で5mm間隔の点群を取得できるモードとした。

吊下げ装置により取得した結果と実測値との比較を図3に示す。測定時、1.5m/sの北北西の風や、車の通行による橋梁の振動の影響を受け、スキャナ自体が揺動し、各支承の位置・高さに誤差が生じていた。スキャナ自体の振動は、各支承の変位量から青破線のような動きをしていたと推定され、水平動については風向きとほぼ一致した。

誤差の要因と考えられる吊下げ装置にかかる外力を図4に示す。スキャナの回転トルクによる影響は、点群そのものに大きな乱れが発生していないため、吊下げ装置の剛性およびスキャナの重量でほぼ吸収できていると想定される。また通過交通による振動は、支承部にレーザー照射している55秒間では交通が無く、影響の可能性は低い。

以上から、誤差要因として影響が大きいのは、風圧によるものであると想定される。橋上からのスキャナ設置状況について、橋上を支点として均一で剛性の強い材質で吊下げていると考え、吊下げたスキャナは風圧に押されることによって、図5のように、取付け箇所を支点として「振り子」の様な動きをしながら測定している状態になると想定される。

吊下げ直下より僅かに動いた地点で測定されるベクトルは、スキャナの傾き状態によって、実際の位置よりも上方向若しくは下方向のベクトルとして移動した地点で測定される。測定された点群は直下の点

表2 実測値との誤差

下部ブロック形状				ブロック間距離	
	縦mm	横mm	高さmm	点間	距離mm
実測値	180	185	95	実測値	5000
5m	168	181	85	5m-10m	5005
10m	169	181	87	10-15m	4991
15m	168	181	93	15m-20m	4957
20m	168	181	91	20m-25m	5041
25m	168	181	-	最大値	-43
最大値	-12	-4	-10		

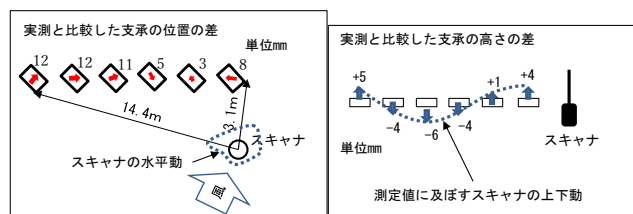


図3 測定値の比較（左:水平方向，右:垂直方向）



図4 吊下げ装置にかかる外力

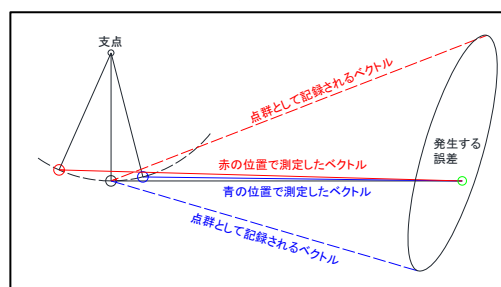


図5 吊下げ位置がずれた場合の誤差
群として記録されるため、長さと上下方向に誤差が生じる。その結果、図3の誤差が生じたと考察する。

4. まとめ

グラスファイバーポールの使用により、前回検証で取得できなかった橋梁におけるスキャナの適用を確認できた。一方で、風の影響によって取得誤差が大きくなる傾向があることから、風の影響を低減させる方策等、さらなる適用範囲の拡大に向けて取り組んでいきたい。

【キーワード】鉄道橋、線路外作業、支承部形状取得、三次元計測、レーザー・スキャナ

【連絡先】住所：岡山県岡山市北区下石井 1-1-3 日本生命岡山第二ビル新館 3F TEL：086-232-5302 FAX：086-232-5303