

鉄道高架橋における点群データを用いた施工基面幅の計測

○東日本旅客鉄道株式会社 正会員 チェ ウジン
東日本旅客鉄道株式会社 正会員 水野 弘二
東日本旅客鉄道株式会社 正会員 土橋 幸彦
東日本旅客鉄道株式会社 正会員 栗原 仁

1. はじめに

建設業における生産性向上の取り組みの一つとして、点群データを活用した現場業務・作業の効率化がある。鉄道の連続立体交差工事のように、長大な構造物の工事においては、その寸法測定に要する時間や手間が多く必要になる。そのような工事において、本稿では効率的に寸法測定を行うことを目的に点群データを用いて施工基面幅を計測するにあたっての問題点と解決策を報告する。

2. 施工基面幅の計測

鉄道施設の新設・改良工事においては、鉄道事業法に基づき、供用開始の前に検査を行い、技術基準との整合確認を行っている（以下、完成検査）。

その項目の一つに施工基面幅がある。施工基面幅とは図-1のAに示すように軌道中心から高欄等までの水平距離をいい、保守作業の作業性等を考慮し決められた幅である。

今回点群データを用いた施工基面幅の計測を行ったのは、新潟駅付近連続立体交差事業^{*1}における高架橋の完成検査である。高架橋の計測延長は約1.3kmであり、施工基面幅の計測箇所は約200箇所に及ぶ（図-2）。今回の施工基面幅の計測箇所には高欄・電柱基礎・ダクト（保守用通路）等があり、それらの項目について点群データを用いて計測し、完成検査の適用に取り組んだ。

3. 点群データを用いた測定

3.1. 点群データの取得

今回、点群データの取得するため、3次元レーザースキャナーを使用した。図-3に計測間隔と計測器とレールの位置関係を示す。施工基面幅計測にあたり、取得した点群データから、3.2.で述べる軌道中心線の抽出を行うが、軌道中心線の連続的な抽出に重要な計測間隔やレールからの離れを事前に決定するために、文献2の算定式を用いて、使用した3次元レーザースキャナーの解像度とレールからの離

れから計測間隔を導き、計測を行った。レールからの離れは2m、計測間隔は20m毎として測定を行った（図-3）。

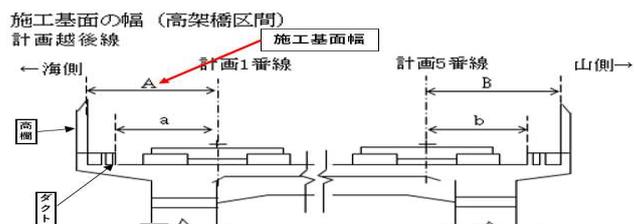


図-1. 施工基面幅の概要

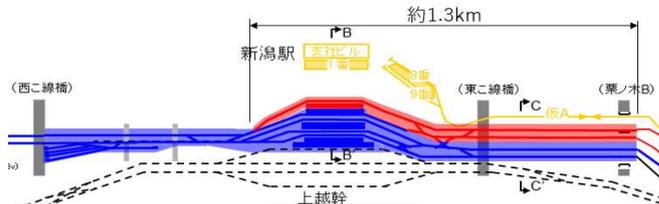


図-2. 施工基面幅の計測範囲（赤ハッチング）



図-3. 計測時の諸元

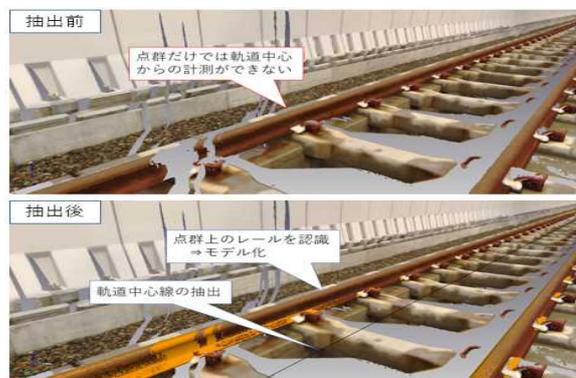


図-4. 軌道中心線抽出の前後

3.2. 軌道中心線抽出

図-4にRailway-Eye^{*3}を用いた軌道中心線の抽出を示す。施工基面幅を計測する際に基準となるのは

軌道中心線である。点群データだけでは軌道中心からの計測が困難である。そのため、点群データからレールのモデルをフィッティングすることで軌道中心線を抽出することができるソフトウェアである Railway-Eye を使用し、3. 1. で取得した点群データから軌道中心線を抽出した。

3. 3. 点群データを用いた施工基面幅の計測

図-5 に点群データからの施工基面幅の計測例を示す。施工基面幅を計測するためには、軌道中心から対象構造物の水平距離を測る必要がある。そのため、Railway-Eye 機能を活用し、抽出した軌道中心線上に垂直な面（以下、軌道中心面）を作成するとともに、計測箇所の構造物側の点群から面（以下、構造物面）を作成する。構造物面は、計測箇所の点群を範囲指定し、その範囲内の平均的な位置に面のモデルが形成される。作成した構造物面から軌道中心面に垂直な距離を計測し、施工基面幅とした。

4. 計測精度の確認

点群データによる計測は今までの完成検査での適用の前例がないことや、その誤差の設定基準がないため、その誤差と信頼性の確認が必要であった。

そのため、従来の施工基面幅計測で行っていた方法（以下、手計測）（図-6）と、点群データから得られた寸法との差を誤差として整理した（表-1）。

手計測は約 200 箇所について行い、同じ位置の点群データからの計測値と誤差を算出した。図-8 に手計測との誤差を示す。グラフ横軸が手計測との 1mm ごとの誤差、縦軸が誤差ごとのデータ数である。誤差算出の結果、手計測との平均差は 1.0 mm 程度であり、最大差は 14mm であることを確認した。14mm を超える値が 3 か所あったが、計測時に施工中であったケーブル等の支障物の箇所や信号設備箱の取手を計測する箇所で点群の点が疎だったため、有効な計測ができない箇所であった。今回の完成検査に向けては、最大差である 14mm を点群データによる施工基面幅の計測値の誤差として設定した。これにより、点群データを用いた施工基面幅の計測値から 14mm を差分した値が施工基面幅の基準値を下回る数か所は手計測を行うこととし、それ以外は点群計測値を検査に活用した（図-7）。

5. おわりに

本稿では鉄道高架橋の施工基面幅計測に点群データを活用し、点群データの誤差を考慮しながら検査に適用することができた。今後は他の検査項目に範囲を広げ、検査で点群データの活用を行い、検査業務の効率化を進めたい。

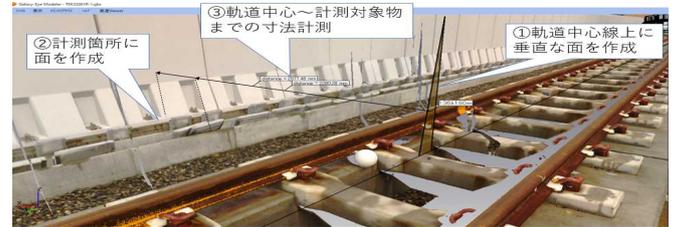


図-5. 点群データによる施工基面幅の計測の例



図-6. 従来（手計測）の様子

表-1. 点群計測と手計測の比較

キロ程	k	m	実測値		差 (②-①)	記事
			①手計測	②点群		
136	160	000	2,962	2,973	11	A高欄
			2,275	2,283	8	aダクト
136	148	970	2,952	2,956	4	A高欄
			2,268	2,267	-1	aダクト
136	140	000	2,960	2,959	-1	A高欄
			2,281	2,275	-6	aダクト
136	133	970	2,969	2,978	9	A高欄
			2,284	2,291	7	aダクト
136	127	600	2,973	2,972	-1	A高欄
			2,278	2,269	-9	aダクト
136	104	030	2,966	2,968	2	A高欄
			2,277	2,285	8	aダクト

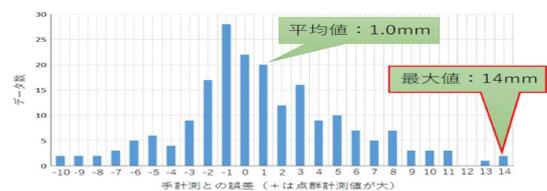


図-7. 点群計測と手計測の差のヒストグラム

参考文献

- 1) 新潟市, 新潟駅付近連続立体交差事業 <https://www.city.niigata.lg.jp/kurashi/doro/ekisyu/renzoku/renritsu.html>, (最終更新日: 2020. 9. 10, 閲覧日: 2022. 10. 1)
- 2) 水野ら, 点群データからの軌道中心線の抽出 (距離・角度による精度およびレール認識範囲), 土木学会全国大会第 77 回年次学術講演会, 2022
- 3) 株式会社富士テクニカルリサーチ, Railway-Eye, <https://ftr.co.jp/products/railway-eye/>, (閲覧日: 2022. 10. 1)
- 4) 飯塚ら, 点群データからの軌道中心線の抽出 (レール抽出方法による精度影響の検証), 土木学会全国大会第 77 回年次学術講演会, 2022