現地 3 次元点群データ及び AR 技術を活用した線路切換リスク抽出に関する取組み

東日本旅客鉄道（株）　東京工事事務所　正会員○　吉竹　郷
東日本旅客鉄道（株）　東京工事事務所　堂本　竜哉

1.　はじめに

渋谷駅改良第 2 回線路切換は、埼京線下りをこう上するとともに大部分は新設構造物側（東側）、一部は既設構造物側（西側）に切り換えることで、埼京線ホームと山手線ホームを並列化する工事である。本稿ではこのうち、3 次元点群データによる事前リスクの抽出と AR 技術によるリスク箇所の手計計測との比較検証に関する取組み結果を報告する。

2.　目的

線路切換工事において、「計画線の絶対座標」と「電化柱や現在線の相対座標」という二つの既知の事柄を別々に把握しているのが現状である。そのため、これらの離隔や位置関係が不明であり、既設構造物側への切換において計画線の建築限界が駅の各種設備や電化柱などに支障するリスクがある。この課題に対して、現地の情報と図を元に算出された線路移動量などの計画データを統合して網羅的なリスク抽出を行うことにより、建築限界支障の有無を確認した。

3 次元点群データと新設構造物モデルの構築による線路切換前のリスク抽出とリスク箇所における AR 計測の妥当性検証という二つの観点から線路切換リスク抽出に関する取組みを以下に述べる。

3.　実施内容

3.1　線路切換に向けた事前のリスク抽出

駅の各種設備や電化柱などの現地の既設構造物の情報を、位置情報を持った点群データとして精密に取得した（図 1）。次に、取得した点群データと同じ座標系に計画モデルを構築した（図 2）。そうすることで、データ上にて「現地の既設構造物と計画線の建築限界」の離隔や位置関係の事前確認ができ網羅的なリスク抽出が可能となった。（図 3）

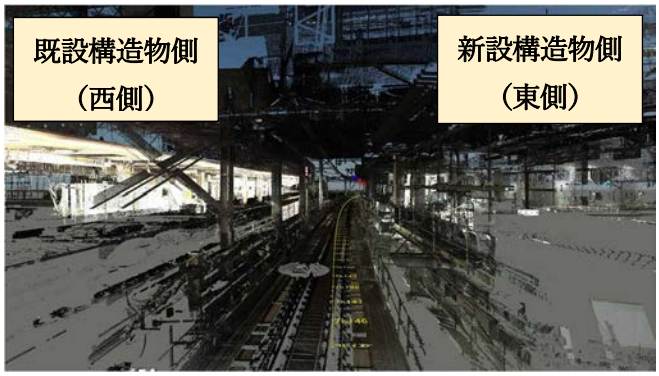


図 1　点群データ（現地の情報）

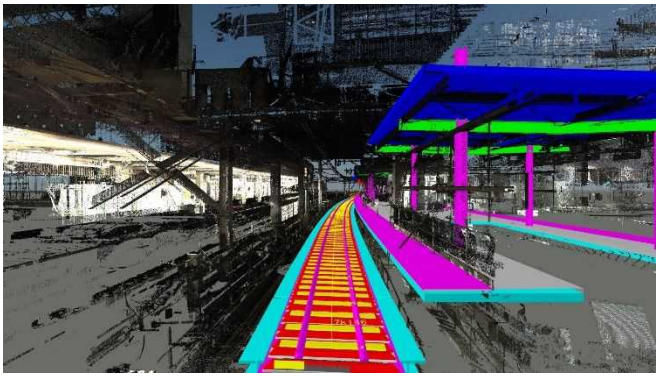


図 2　点群データと新設構造物モデル（計画）

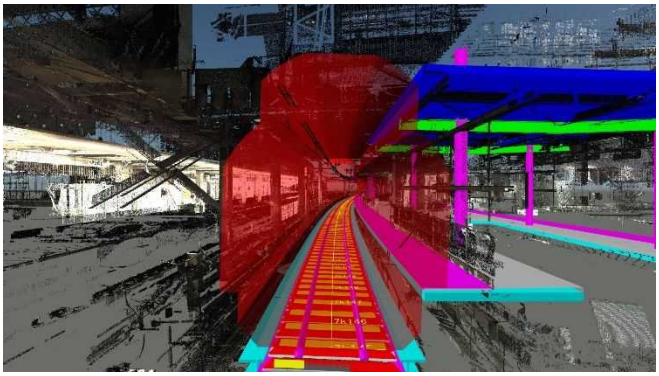


図 3　建築限界モデル（計画）

3.2　線路切換当日のリスク箇所の確認

3.2.1　概要

事前に抽出した既設構造物と建築限界モデルの離隔が小さい箇所について、トータルステーションを用いた測量と AR 技術を用いて移設後の線路を基準に建築限界を表示し、線路切換当日の施工誤差による建築限界支障の確認を行った。

3.2.2　計測方法

トータルステーション測量により計測断面に設置する基準定規を視準し、計測用のパソコン画面に AR による

キーワード　現地 3 次元点群データ、AR 技術、建築限界支障確認
連絡先　〒150-0002 東京都渋谷区渋谷三丁目 13 番 11 号 TK ビル 5 階 TEL:03-3400-0733 E-mail:g-yoshitake@jreast.co.jp

© Japan Society of Civil Engineers

建築限界モデルを出現させて（図 4)、測点と建築限界モデルの離隔を計測する。

3.2.3 計測結果

計測結果は表 1 に示した通り、AR 計測と手計計測の測定値差異は最大で 20mm、平均 6.2mm となった。

さらに、7k241　宮益架道橋桁中央部の BIM モデルによる事前確認と AR による当日確認の整合性は以下に示す通りになった。（図 6、図 7）

① BIM モデルによる事前確認
　測点～軌道中心距離　1679mm

② 当日宮益桁架設結果
　桁が東側に 5mm 移動

③ 当日軌道設置結果
　軌道中心が西側に 7mm 移動

④ ①に②③の施工誤差を反映
　測点～軌道中心距離
　①1679mm-②5mm-③7mm=1667mm

⑤ AR 計測との差異
　1667mm-1667mm=0

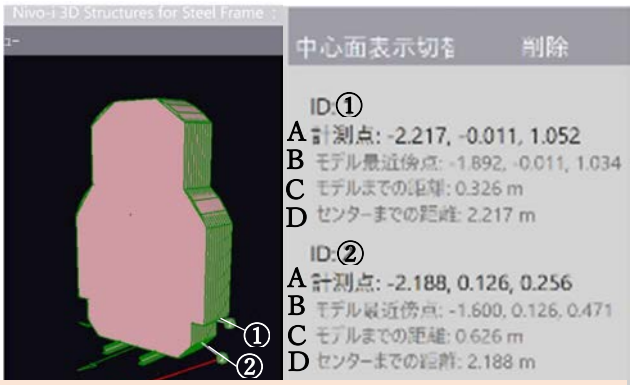
4. 考察

事前に確認できる断面が限定される二次元断面と比較し、空間的に確認できる 3D モデルを活用したリスク抽出は、従来よりもリスク低減に大きく寄与すると考えられる。

AR 計測による当日の確認において、計測結果から、手計計測と比較して AR 計測の測定値が危険側に出る傾向がある。ただし、比較結果差異は最大 20mm、平均 6.2mm であり、建築限界の測定として概ね問題がないことが確認された。誤差が「+側」に出た原因については、今回用いた計測手法は 2 次元画面上で視認しての計測であるため、例えば円柱状構造物の実際の端部を計測することが困難であり、実際より少し内側を計測しなければならなかったためと考えられる。今後、軌道中心から構造物端部を自動で計測できるようなシステムを構築していくことで、多くの人数と時間を要する社内検査の代替として、AR 技術を展開していくことができると考えられる。

5. まとめ

3 次元点群データ及び AR 技術の活用は、特に手計りが困難な箇所の視覚的かつ即時的なリスク抽出において大いに有用であった。今回の取組みにより、事前リスクの抽出及び切換当日の確認において、複雑な現場でも活用の幅を広げていくことができると考えられる。



A 計測点の座標（X,Y,Z）
B 計測点に最も近い建築限界モデル点の座標（X,Y,Z）
C 計測点から建築限界モデルまでの最短距離
D 計測点から軌道中心までの水平距離

図 4　AR（建築限界モデル）確認画面の抜粋

表 1　計測結果一覧

計測番号	キロ程	対象物	AR測量 測点	AR測量 軌道中心までの水平距離①	AR測量 建築限界までの最短距離	手計測量 基準値	手計測量 実測値②	手計測量 差	差異 ①-②	備考
①	7k144	仮連結鋼材	山電側	1,349	127	-	-	-	-	
			姫京ホーム側	1,384	77	-	-	-	-	
②	7k168	銀座線桁終点方	桁下端	306	507	5,050	5,584	534	-	桁下空頃　測点7k180
③	7k174	仮躯本12	鉛直突出棒先端	676	-138	-	-	-	-	AR測量後に撤去
④	7k194	仮躯本13	吊り鋼材	311	544	-	-	-	-	AR測量後に撤去
⑤	7k235	宮益架道橋桁起点側添接板	ボルト上端	1,791	207	-	-	-	-	
			添接板上端	1,745	157	1,625	1,749	124	-4	
			上り側	1,792	318	1,625	1,772	147	20	
⑥	7k241	宮益架道橋桁中央部	添接板上端	1,695	109	-	-	-	-	
			添接板下端	1,667	77	1,625	1,660	35	7	
⑦	7k248	宮益架道橋桁終点側添接板	ボルト上端	1,780	195	-	-	-	-	
			添接板下端	1,724	132	1,625	1,719	94	5	
⑧	7k259	仮躯本15	柱側面	2,730	839	1,950	2,728	778	2	
			鉛直突出棒先端①	806	309	-	1,575	1,475	-	
			鉛直突出棒先端②	469	-12	-	-	-	-	AR測量後に撤去
⑨	7k265	下4信号柱	柱側面	2,217	326	1,950	2,215	265	2	
⑩	7k270	山内信号機11	柱側面	2,421	569	1,950	2,413	463	8	
⑪	7k284	メッシュ柵	柵側面	2,004	381	1,625	1,994	369	10	
⑫	7k286	仮躯本16	柱側面	2,218	325	1,950	2,212	262	6	
			鉛直突出棒先端	1,162	392	-	1,910	1,810	-	
								平均	6.2	

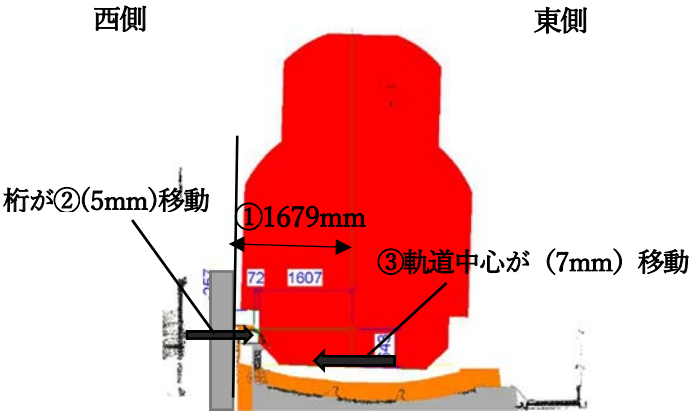


図 6　BIM モデルでの事前確認

図 7　AR による計測結果

© Japan Society of Civil Engineers