

三次元点群データを用いた駅ホーム上家建築限界管理技術の検証

正会員 ○中野淳子* 正会員 増田祐也*
 会員外 磯岬希* 会員外 荒井宏一*

三次元点群	鉄道建物	建築限界
軌道	カント	離隔

1. はじめに

列車軌道に近接する鉄道建物は、列車運行の安全を確保するため、構造物を設けてはならない範囲として「建築限界」が定められている。これを支障しないことを確認するため、建築限界と建築物の離隔測定（以下、建築限界測定）を定期的実施している。建築限界測定は、これまで、①軌道に乗せて測定する機器、②ホーム上から測定する機器の2種を用いて実施してきた。どちらもレーザーによる測量で、機器①については、機器を軌道に乗せた際に2本のレールの高低差を検出するとともに、レールからの距離を測って値を算出する。機器②については、レール上で3点、測定したい箇所1点、レーザーを当てて距離を測り、それらの値から算出する。機器②に比べると、機器①は直接レールに乗せていることから、軌道両側の高低差である「カント」がより正確に出ており、そこからの距離もより正確に出ている。一方、機器②は、測定の際に線路に下りる必要がなく、ホーム上から測定できるため、作業が容易である。

本報告では、建築限界測定について、現行の測定機器と同等の精度を持ち、かつ容易に測定するための新たな手法として、3D レーザースキャナで得られた点群データを用い、三次元空間内で建築限界の状況を確認する手法を検討した。

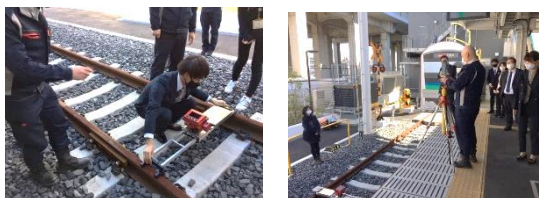


図1 機器①（左）機器②（右）を使用した
現場測定イメージ

2. 検証方法

駅建物で建築限界を測定するのは、多くの場合、ホーム上家であるため、ホーム上家の建築限界測定で検証を行う。実駅ホーム及び模擬駅ホームにおいて、3D レーザースキャナで撮影を行った。実施駅は、K 駅、I 駅、T 駅の3駅である。建築限界値の算出は、3D レーザースキャナより得られた三次元点群データ上で、レールに合わせて建築限界型の仮想モデルを配置し、そのモデルから上家までの距離をデータ上で算出することとした。この時、

モデルは以下3種を使用し、比較した。

- (1) 任意の断面を切出し、建築限界型の断面モデルを配置
- (2) 任意の連続的な空間を把握するため、建築限界型車両モデル（長さ20m）をホーム全体に並べて配置
- (3) 軌道の形状によらず全ての空間を把握するため、ホーム全体に断面モデルを連続的に繋げたモデルを配置

モデルの配置は、三次元空間上でレールを目視により識別し、手動で三次元空間のレール上に配置した。

3. 結果と考察

K 駅において、上記（1）のモデルを配置した結果が図2である。



図2 モデル(1)による建築限界測定（K 駅）

この断面モデルからホーム上家端部までの距離を、三次元空間上で計測することで、建築限界値を出すことができた。

次に、（2）のモデルを配置した結果が図3である。

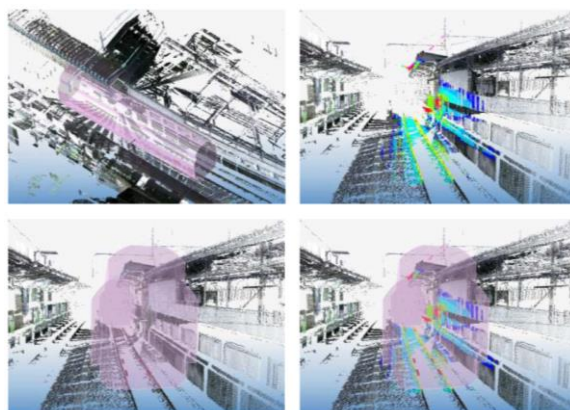


図3 モデル(2)による建築限界測定（T 駅）

図3では、建築限界型車両モデルからホーム上家までの距離を、上家に色付けすることで表した（赤：-200～0 mm，黄・緑：0～200 mm，青：200 mm 超）。これにより、色合いによって上家全体の離隔が、ビジュアル上、一目で識別できる。また、(1) のモデルでは、断面を配置した1点の離隔しかわからなかったが、(2) のモデルでは、上家を面で捉えて連続的に知ることができるメリットがある。

しかし、(2) のモデルでは、線路がカーブしているような場所においては、車両モデルの配置状態によって離隔に差が出てしまうことが考えられた。図4で矢印部分に注目すると、車両の位置によってホームと車両との距離に差異が出る。

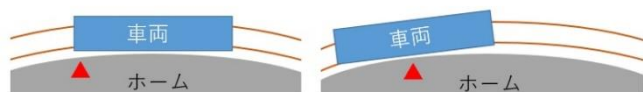


図4 ホームがカーブしている状態での車両モデル配置位置による差異

このような差異をなくすため、(3) のモデルを考案した。(3) のモデルでは、(1) の断面モデルを連続的に、レールのカーブに合わせて曲線的・ヘビ状に繋げており、車両のように直線的ではないため、図4のように、モデルの配置状況による離隔の差は出ない。(3) のモデルを配置した結果が、図5である。

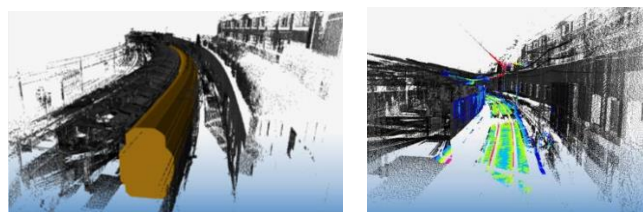


図5 モデル(3)による建築限界測定（I 駅）

図5では、カーブの大きいI駅の結果を示した。(3) のモデルであれば、(2) の結果で述べた「視覚的にわかりやすく、上家全体を捉えられる」メリットを活かしたまま、図4で示した問題点を解決した。

以上の結果から、三次元点群を活用した建築限界測定では、(3) のモデルを採用するのが妥当であると考ええる。

次に、三次元点群での測定値は、既存の機器と比べて精度上問題がないのか、検証した結果を述べる。特に精度良く測定が可能な、機器①で建築限界を計測した値と、三次元点群で計測した値とを比較した結果が、図6である。

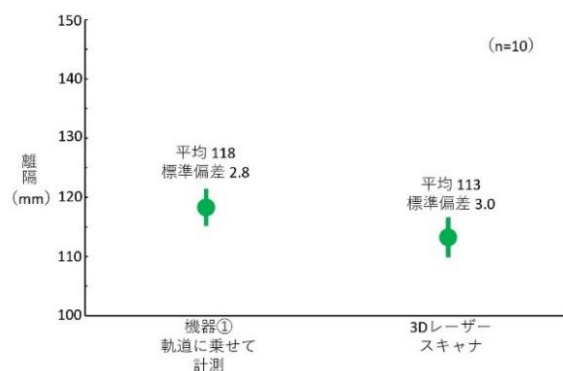


図6 機器ごとの測定結果データ比較（模擬駅ホーム）

機器ごとのデータ比較は、正確に位置を指定して比較するため、模擬ホームにて実施した。機器①については、ホーム上家の同じ点を10名で測定した値の平均と、標準偏差を求めた。点群については、現場の計測で人による差異が出ることがないが、データ上にて人の手によりレールへ建築限界型のモデルを配置しているため、データ処理段階での人による差異を確認した。その結果、図6のように、機器①と三次元点群とで、値は5 mm程度の差であった。また、標準偏差の値から、測定者による差異は同程度であった。今後、実駅においても本手法の精度について値の比較を行い、検証する必要がある。

最後に、測定の容易さについて記載する。機器①を使用した場合、線路上に機器を置くことから、測定作業までの事前の手続きに手間を要する。また、列車の往来がない時間帯（夜間）での作業が必要になる。一方、機器②と同様に、三次元点群はホーム上から測定するため、日中でも作業が可能である。

4. 結論

駅及び模擬駅ホームにおいて検証した結果から、三次元点群データの活用で、ビジュアル的にわかりやすく、建築限界の状況確認を可能とした。また、模擬ホームの測定結果から、今回の点群を利用した方法で、同程度の精度を得られることが検証できた。現行の測定機器と比べて、精度面及び作業の容易さも兼ね備えたものであることが期待される。

5. 今後の課題

今回は建築限界のモデル配置を手動で行った。今後はコンピュータが自動でレールを認識してモデル配置することができれば、測定者による差異をなくできるとともに、データ処理の時間が削減できると考えられる。また、測定の精度に関しては、実駅での検証を行う必要がある。