

鉄道構造物におけるデジタルカメラ測量の活用について

東日本旅客鉄道（株） 正会員 ○小野 桂寿
 （株）ニコン・トリンプル 亀田 義則
 （株）ニコン・トリンプル 橋永 通男

1. はじめに

鉄道構造物を測量するときは、一般的にレールレベル上からの位置関係を出すことが多いため、線路上での位置合わせ等の作業が発生する。しかし列車の運行間隔が密な箇所は、日中の時間帯では線路上（建築限界内）での作業が困難な箇所も存在し、測量に多くの時間と労力を要することがある。

本研究では高画素のデジタルカメラを活用することによって、離れている位置から測量したい箇所を撮影することで、線路上の位置合わせを無くし、建築限界内に入る作業を極力少なくすることを目的とする。

2. デジタルカメラを用いた測量

今回用いたデジタルカメラによる測量方法は、まず測量する範囲に目印となるターゲットを設置する。このターゲットは、解析時に複数枚の画像を重ね合わせる時に必要とするもので、測量する範囲内であれば任意の位置に設置しても良い。また測量する範囲の中に一箇所だけ寸法が既知のものを入れるようにする。今回は測量ポール（2m）を寸法が分かるものとして、範囲内に設置した。ターゲットの設置後、測量したい箇所をデジタルカメラで撮影する。撮影のポイントとしては、測量対象物（範囲）が入るように複数の角度で2～3枚程度撮影する。撮影した画像は専用の画像処理ソフトで解析し、3次元データを作成することによって対象物の寸法・面積・体積を測定する。なお今回使用したデジタルカメラは533万画素の市販されているカメラを使用した。

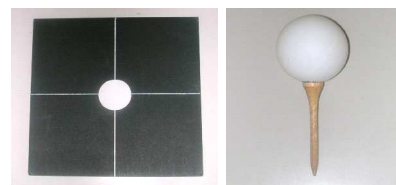


図1. ターゲット

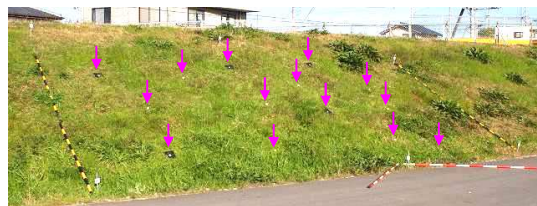


図2. ターゲット設置状況

3. 現地試験

現地試験として、法面上に設置してある対象物の2点間の距離（測量ポール間距離）と面積の測定と、建築限界測定を実施した。ここで測定精度の検証方法として、法面の測量についてはトータルステーションによる計測値、建築限界測定については一般的に用いられているレーザ測距器による計測値と比較した。

また法面の測量については、ターゲットの設置数の違いによる測定精度の検証も合わせて実施した。また建築限界測定については従来の測定時間との比較も行った。

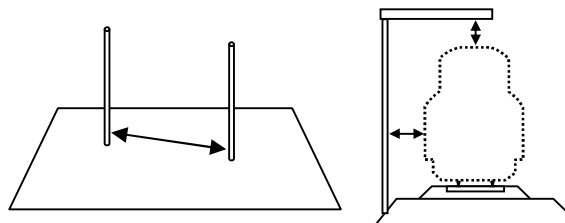


図3. 現地試験イメージ

4. 現地試験結果

法面について、トータルステーションによる測量の結果と比較すると、デジタルカメラによる測量ではターゲット数が8個を超えると、2点間の距離の誤差が10mm以下になることが分かった（図5）。ターゲットの設置数が多いほど対象物の2点間の距離の精度が上がる。しかしターゲットの設置数を多くすると、設置と撤去に伴う作業量が増えてしまい作業効率が低下する。これらの結果よりターゲットの設置数は、測量精度の要求レベルと、現場における一連の作業に要する時間とのバランスをとって決めることになる。

キーワード：デジタルカメラ 写真測量 画像処理

連絡先：〒980-8580 仙台市青葉区五橋一丁目1番1号 TEL:022-266-9636・FAX:022-214-7512



図 4. 法面解析状況

建築限界測定について、一般的に使用しているレーザ測距器を用いた場合、線路内に入り建築限界を測定する箇所にレーザを当てて距離を測定する。日中・長距離の測定においてはレーザ光の視認性が低下する為、対象物に垂直に当たっているかの判別が難しい、レーザ測距器に実装されているトラッキングモード（連続測定）等の方法を用いて対象物との垂直を判別する。つまり一般的に建築限界を測定するには建築限界内で位置合わせをしなければならない。

一方、デジタルカメラによる測定では対象物を撮影することが出来れば、撮影する位置は建築限界外であっても構わない。実際に位置合わせを含めた建築限界測定に要した時間を計測してみたところ、レーザ測距器による測定は15分（平均）、デジタルカメラによる測定は10分（平均）であった。レーザ測距器による測定に時間を要するのはレール上で位置合わせをするためであり、デジタルカメラによる測定ではターゲット等を設置するが任意の位置で良いため、位置合わせを必要としない。結果、現場での作業時間を短縮できた。

今回の試験の結果、ターゲット数を10個程度設置すれば、実測との誤差±10mm以下の精度を得られることが分かった。これは工事に伴う簡易な現場測量や、工事計画等を作成する際の測量の代わりとして十分な精度を持つと考える。またデジタルカメラによる測定は画像情報とデジタル測定値情報を同時に取得できる。画像情報は視覚への伝達・確認が可能であり、デジタル測定値情報は野帳に記入したものを整理する方法に比べ、成果物作成・CADへの運用がスピーディーになるものと考えられる。

建築限界の測定については、一般的に用いているレーザ測距器の測定精度と同等の精度を有していることが分かる。またデジタルカメラを用いた今回の手法は、従来の2次元断面測定データではなく、奥行き方向も含めた3次元データを作成するため、撮影できる範囲であれば、一度に奥行き方向の複数の断面について建築限界を測定することが可能となる。

5. おわりに

以上の結果からデジタルカメラを用いた測量を用いると、従来の測量より離れた位置からの測量が可能となる。また現地では写真撮影がメイン作業となるため、短時間かつ少人数での測量を行えるため、災害等が発生した緊急時にも活用できると考える。今後は緊急時の活用方法について検討をしていきたい。

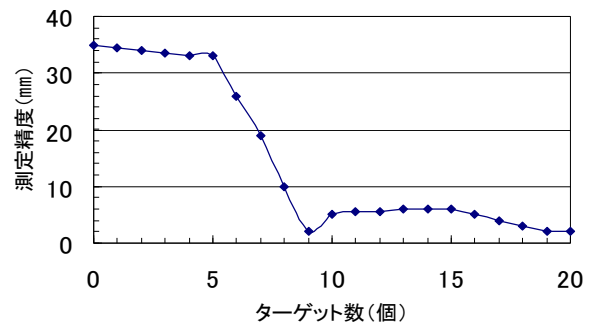


図 5. ターゲット数と精度の関係



図 6. 跨線道路橋に対する建築限界測定

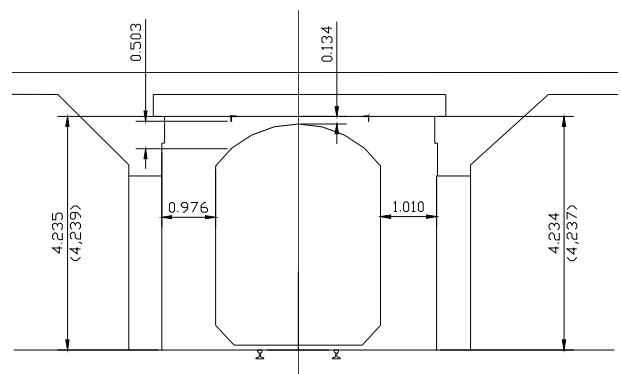


図 7. 建築限界図（非電化）

表 1. 建築限界測定

レール面からの距離 (mm)	左	右
レーザ測定器	4239	4237
デジタルカメラによる測量	4235	4234
測定誤差	4	3