３次元画像計測ソフトを用いた建築限界測定　～測定手法の構築と精度検証～

西日本旅客鉄道(株)*1　池田　耕ニ
西日本旅客鉄道(株)*2　岡本　啓照
立命館大学/(株)三次元メディア*3　正会員　徐　剛
(株)ニコンシステム*4　正会員　外川　勝
(株)ニコンシステム*4　正会員　小出　博

１．はじめに

本研究では、建築限界測定の作業効率化と安全性の向上を目的とし、デジカメの画像データを基に、３次元画像計測ソフトを用いて建築限界測定を行なう手法を構築し、３次元画像計測ソフトによる精度検証を行なった結果を報告する。

建築限界とは、「鉄道に関する技術上の基準を定める省令」に定められている構造物が車両に接触することがないよう設置限界を示す指標で、レール中心から一定の離隔を持つ範囲である。また、建築限界測定とは旅客上家等の建造物が建築限界内に支障していないことを確認するために建築限界と構造物との離隔距離を測定することである。

測定方法については、これ迄数多くの研究がされている。現在は、プラットホーム端よりレーザー測定器で測距した結果を建築限界平面へ変換し、離隔距離を算出する方法を用いている。この方法は、プラットホーム端より測定作業を行なう為、安全性確保が必須であった。

本報告の測定方法を用いることで現場作業の効率化や安全面での改善が期待できる。

２．画像計測ソフトの選定

本研究では、計測ソフトとして３次元画像計測が可能な「Mega PointerⅡ」(ニコンシステム社)で検証を行なった。以下にその特徴を列記する。

①200 万画素以上のデジカメ画像からの計測が可能
②複数の画像から測定点を取得し、３次元解析より３次元座標を求め、それにより距離、面積、体積を算出できる。
③デジカメのメーカーおよび機種は不問。ただし、使用機種の初期補正(キャリブレーション)が必要となる。

この計測ソフトを用いることで、プラットホーム中央部から測定箇所をデジカメで撮影し、事務所で計測ソフトを用いた測定を行なうことになる為、現場での作業時間が短縮できる。また同時にプラットホーム端での現場作業がなくなりの安全性が向上する。

３．測定方法

測定方法を以下に列記する。

①測定箇所のデジカメ撮影

測定箇所に対し、カメラの撮影位置を変えて３枚撮影する。但し、撮影した３枚の画像各々に、測定対象点と座標算定のための基準点および基準寸法を含む必要がある。計測ソフト上でその基準点や基準寸法の取得を容易にする為、図１，２に示す測定補助具(以下、ターゲットと称する)を用いる。ターゲットは基準寸法取得用を２個、基準点取得用を４個使用する。

図１ターゲット
（基準寸法取得用）

図２ターゲット
（基準点取得用）

②測定箇所の３次元座標算定（計測ソフトにて）

撮影した３枚の画像を計測ソフト上に読込む。次に、１枚の画像につき、各ターゲット６点、旅客上家の鼻先スレート上の１点およびレール上３点の計 10 点を取得する。残り 2 枚の画像についても同様の作業を行なう。さらに基準長を入力し、３次元解析から各測定点の３次元座標を求める。図３～10はソフト上での作業を示します。

③建築限界平面への座標変換

算出した３次元座標値を建築限界寸法算定用の Excel シートで建築限界平面上に座標変換し、隔離距離を算定する。自動計算を予めプログラムした Excel シート用いることで３次元座標値を入力するだけで自動的に離隔距離を算定できるようになった。

キーワード：建築限界測定、画像計測、３次元解析、デジタルカメラ、座標変換
*1 〒553-0006 大阪市福島区吉野 3-2-12　TEL 06-6463-7056　FAX 06-6463-7057
*2 〒530-8341 大阪市北区芝田 2-4-24　TEL 06-6375-8962　FAX 06-6375-8915
*3 〒525-8577 草津市野路東 1-1-1 立命館大学 BKC ｲﾝｷｭﾍﾞｰﾀ　TEL 077-561-2799　FAX 077-561-2787
*4 〒220-6116 横浜市西区みなとみらい 2-3-3 ｸｲｰﾝｽﾞﾀﾜｰ B 16F　TEL 045-682-0140　FAX 045-682-0133

図 3 画像読込

図 4 基準点取得用ターゲット

図 5 基準点取得

図 6 鼻先スレート測定点取得

図 7 レール点取得

図 8 全測定点取得

図 9 基準長入力

図 10 ３次元解析

４．測定可能箇所

本測定方法は、デジカメ画像から計測をする為、異なる角度から複数枚の写真が撮影できなければ、測定できない。プラットホームの両側に線路があるような場合は、対向するプラットホームがない為、適用が難しい。ＪＲ西日本Ａ支社管内でプラットホーム形状を調査した結果、約 70%のプラットホームにおいては本測定が可能であることが分かっている。

５．精度実験と検証

測定精度検証の為、実習用路線にて実験を行なった。測定方法は、

①ソフト測定

使用機材：500 万画素デジカメ/Nikon COOLPIX5700

②トータルステーションによる測定

使用機材：Leica WILD T/TC1610

による２種類とした。

図 11 に測定結果を示す。図 11 中のａ，ｂはキャリブレーションデータの違いを、01、02 は測定者の違いを示す。ソフト測定は、各 10 回、計 40 回行なった。

今回の検証では、計測機器の誤差を考慮して、トータルステーションによる測定結果を基準値としいた。

表１に基準値に対する平均誤差と各測定の標準偏差を示す。

平均誤差は、

Ｘ軸方向で最大７㎜、Ｙ軸方向で最大１㎜

標準偏差は

Ｘ軸方向で最大 2.9㎜、Ｙ軸方向で最大 1.1㎜

となった。

平均誤差と標準偏差についてのキャリブレーションデータや測定者の違いによる誤差は約１㎜ であることが分かった。

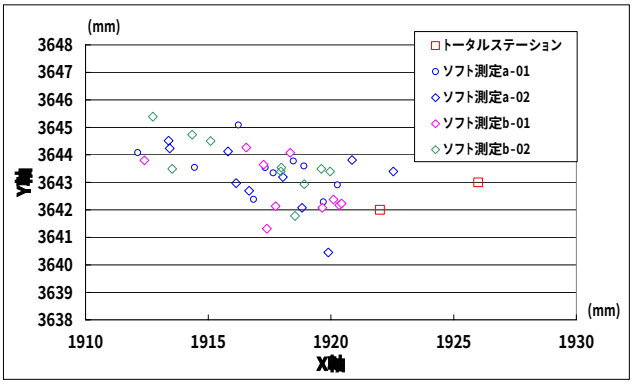

図 11 測定結果

表 1 基準点に対する平均誤差と標準偏差

測定方法	平均誤差（mm）		標準偏差（mm）	
	X軸方向	Y軸方向	X軸方向	Y軸方向
ソフト測定 a-01	-7	1	2.3	1.0
ソフト測定 a-02	-6	1	2.5	1.0
ソフト測定 b-01	-6	0	0.0	0.0
ソフト測定 b-02	-7	1	0.0	2.3

５．まとめ

本研究では、建築限界測定について、画像計測ソフトを用いた測定手法を構築した。また、精度検証実験を行い、その測定精度の検証を行なった。以上により、建築限界測定の作業の効率化と安全性の向上を実現した。

[参考文献]

(1)徐　剛：「写真から作る３次元ＣＧ」近代科学社 2001