

## 3D スキャナによる鋼桁の残存板厚の測定方法に関する研究

前橋工科大学 学生会員 ○山田 智大  
前橋工科大学 正会員 谷口 望

東日本旅客鉄道株式会社 正会員 若狭 周汰  
東日本旅客鉄道株式会社 正会員 小林 寿子  
東日本旅客鉄道株式会社 正会員 平野 雄大

### 1. 研究背景と目的

本研究は、ハンディタイプの3D スキャナを用いて構造物を測定する際の、測定方法の違いが測定精度に与える影響についての研究を行った。

使用する3D スキャナは、カナダのCreaForm開発の「Handyscan3D(レーザー光切断方式)」を使用する。スキャンの際は、スキャナと対象物との距離が約30cm必要となる。ただし、この機器のみの使用では、土木構造物のような対象物が大きい場合、測定誤差が増大する可能性がある。この原因は2. 研究方法で述べる。

今回は、実桁を測定する作業を想定し、測定方法別にどの程度誤差が生じたのかを報告する。

### 2. 研究方法

試験体の測定手順について説明する。手順①: ポジショニングターゲット<sup>(1)</sup>を直接試験体に貼り、それを3D 座標として読み取る(写真1)。手順②: 読み込まれたポジショニングターゲットを元に、3D スキャナで表面をスキャンしていく(写真2)。

手順①で対象物の形状を読み取り、その座標情報を基に手順②のスキャンを行う仕組みであるため、測定誤差が生じるのは手順①であると考えられる。実際に手順②のみを変更した場合の誤差は0.1mmの範囲内であり、誤差は小さなものだった。

今回の研究では、手順①の測定方法を4ケース試し、精度の確認を行った。

また、精度確認のために比較対象とする正確な測定データは、別の方法で取得する。手順①におけるターゲットの読み込みを「MaxSHOT 3D 光学式座標測定システム」を用いて行う。この機器は、フォトグラメトリー(写真撮影による3D モデル生成法)を用いており、広範囲のポジショニングターゲットを一度に読み込めるため、対象物の3D 座標を正確に取得できる。精度確認のため、この機器で3回測定したデ

ータを比較したところ、すべて誤差0.01mm以内であり、正確な比較対象といえる。ただし、この機器の対象物からの適正撮影距離は3mから5mであるため、実際に測定する現場の足場を考慮すると、現場での使用は難しい。

測定対象となる試験体は、寸法全長1450mm、高さ300mmの鋼桁を使用した(図1)。

また、誤差の確認のため、図1の赤円内に位置する3D 座標データ(ポジショニングターゲット)を基準として、データの比較を行った。Handyscan3Dでの測定はこの箇所から行うので、別の測定方法であっても、常に誤差がなくなる場所になる。つまり、この箇所以外で誤差が生じた場合、その誤差は測定方法の違いによるもの認識できる。

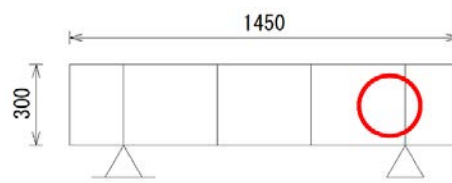


図1. 寸法図と基準ターゲット位置(赤円内)(mm)

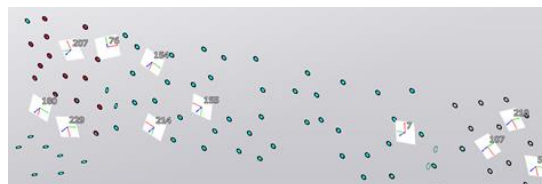


写真2. 手順①のターゲット読み込み画面

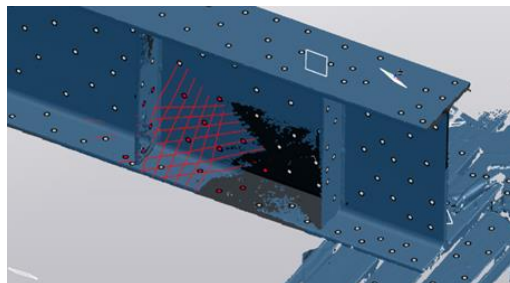


写真3. 手順②のスキャン時の表示画面

ポジショニングターゲット<sup>(1)</sup>: Handyscan3Dでスキャンを行う際、測定対象の形状を認識するために必要となる、専用の反射シールである(直径6mm)。

キーワード 鋼構造 3D スキャナ 測定精度 維持管理

連絡先 〒3710816 群馬県前橋市上佐鳥町 460-1 前橋工科大学 建設工学専攻 TEL027-265-011

### 3.測定方法と結果

測定結果は比較によって得られた測定誤差を、コンター図と数値で示す。正の値は比較データより厚みが増大するような誤差を示し、負の値は厚みが減少するような誤差を示す。

(方法 1) 手順①において、基準ターゲット位置から左端までを直線的に測定し、どの程度誤差が生じるかを調べた。測定距離を長くすると、ターゲットの誤認識が発生する確率が高まるためである。結果は、基準の位置から離れた箇所ほど、徐々に誤差が増大していった(写真 3)。

(方法 2) 桁の裏側を測定するため、表側から下から回り込むようにして測定する(図 2 において、読み込んだターゲットを点線で示した)。ただし、測定面と 3D スキャナが  $45^\circ$  以上傾くと、ターゲットの認識が難しくなる。そのため、この動作のような  $90^\circ$  面を測定する際が、最も誤差が生じやすいと考えられる。結果は、下から上へ行くほど誤差が増大していった(写真 4)。また、表側(写真 3)に沿ったように誤差が生じることがわかり、(方法 1)と(方法 2)を同時に行うと誤差がより増大すると考えられる。

(方法 3) 表側から裏側を連続して測定する際、試験体に L 字鋼材を設置する。測定面積が増えたため、ターゲットの認識がしやすいと考えられる(図 2)。結果、設置した箇所では誤差  $0.0822\text{mm}$  で、設置していない箇所でも誤差  $0.1423\text{mm}$  となった。(方法 2)の場合より、測定精度は向上した(写真 5)。

(方法 4) 面積当たりのターゲットの数を増加させる( $2.3$  個/ $100\text{cm}^2$  から  $7$  個/ $100\text{cm}^2$ )。3D スキャナによるターゲットの読み込み方法は、3 点以上認識されている状態で隣のターゲットを次々に認識していく方法である。面積当たりのターゲットの数を増やし、読み取りの誤差を減らすことを目的とした。しかし、発生する誤差に変化はなかった(写真 6)。

(方法 5) 直射日光に当てた状態での手順②においての作業は、誤差  $0.1\text{mm}$  の範囲に収まる結果となった(写真 7)。このことから日中での測定も問題がないことが分かった。

### 4. まとめ

Handyscan3D のみの測定では、(方法 1)と(方法 4)より、平面を直線的に測った場合は  $1\text{m}$  あたり誤差約  $0.7\text{mm}$  が生じた。現段階では桁全体の測定は行え

ないことが分かった。また、(方法 3)より、表側から裏側を連続して測定する場合、L 字鋼材を置き測定面積を増やすことによって誤差  $0.0822\text{mm}$  まで抑えることができた。桁の断面のみを測定する場合、この方法が適していると考えられる。

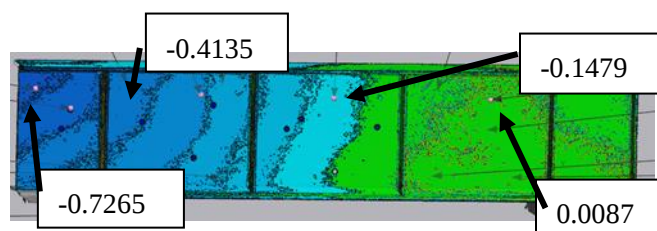


写真 3. (方法 1) 表側 (単位:mm)

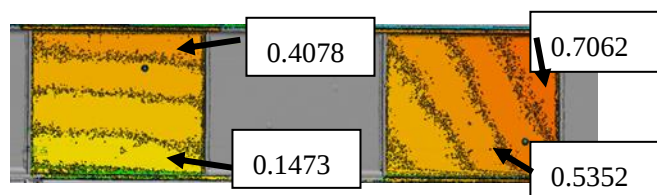


写真 4. (方法 2) 写真 3. の裏側 (単位:mm)

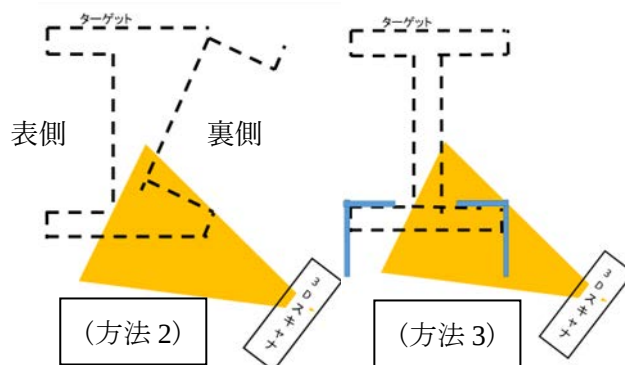


図 2. (方法 2, 3) 鋼材の有無の場合での読み取り方

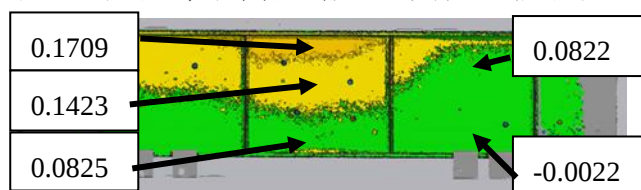


写真 5. (方法 3) 裏側 (単位:mm)

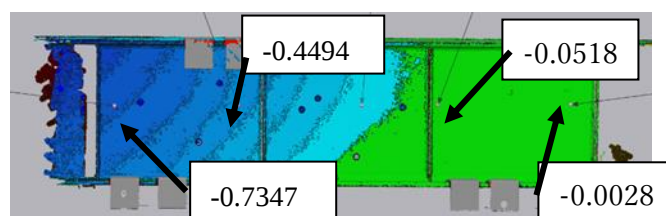


写真 6. (方法 4) 表側 (単位:mm)

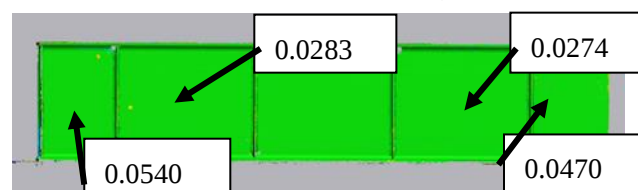


写真 7. (方法 5) 表側 (単位:mm)