

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。使用の際は、機器と対象物との距離を約30cm離す必要がある。問題点は、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、測定データの重ね合わせが必要となり、測定誤差が増大する可能性がある。詳しくは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、測定方法別の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⁽¹⁾(以下ターゲットと省略)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3D座標データを元に、3Dスキャナで表面をスキャンしていく(写真2)。

誤差を抑えなければいけないのは手順①の作業と考えられる。手順①で対象物の形状の大元を測定するため、手順①で測定誤差が生じると、手順②の測定に影響が出てしまうためである。また、手順②のみを変更した場合は誤差 $\pm 0.1\text{mm}$ の範囲内となり、手順①より誤差は小さなものであった。

今回の研究では、手順①の測定方法を4ケース試し、精度確認を行った。

精度確認は、正確な測定データと比較しコンター図で示す。正確なデータは、手順①におけるターゲットの読み込みをHandyscan3Dではなく、「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、広範囲のターゲットを一度に読み込めるため、正確に3D座標を取得できる。こ

の機器で3回測定したデータを比較したところ、全て誤差 0.01mm 以内であり、正確な比較対象のデータと考えられる。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、誤差確認のため、図1の赤円内に位置するターゲットを共通の基準座標(以下「共通位置」とする)として、データの比較を行った。Handyscan3Dでの測定は図1の赤円内の座標を共通位置として行うため、別方法の測定であっても、常に誤差が生じない箇所となる。つまり、他の箇所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と認識できる。

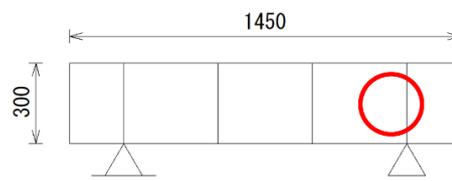


図1. 寸法図と「共通位置(赤円内)」(mm)

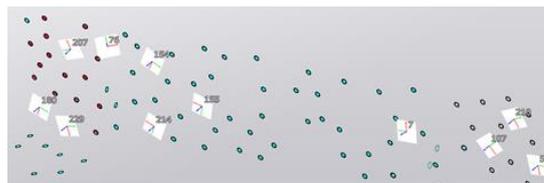


写真2. 手順①のターゲット読み込み表示画面

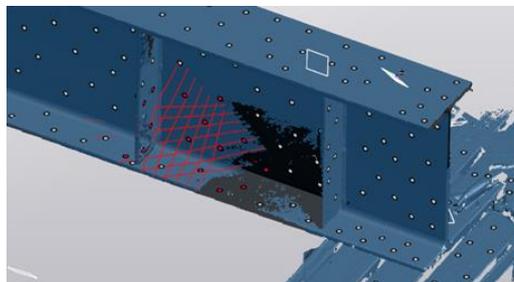


写真3. 手順②のスキャン時の表示画面

ポジショニングターゲット⁽¹⁾: 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

測定結果は正確なデータとの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。正の値は正確な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、「共通位置」から左端まで直線的に測定した。結果は、「共通位置」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)。測定距離を長くするほど、測定時のターゲットの誤認識が発生する確率が高まると考えられる。

(方法2)桁裏側の測定のため、下を回り込むように、表側と裏側を連続して測定する(図2において、読み込むターゲットを点線で示す)。結果は、下から上になるほど誤差が増大していく。(写真4)3D スキャナと測定面が45°以上傾くと、ターゲットの誤認識が生じると考えられる。また、表側(写真3)の誤差に伴い、裏側も誤差が増大することが分かる。

(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。測定面積が増えるため、ターゲットの認識が容易になると考えられる(図2)。結果は、設置した箇所では誤差0.0822mmで、設置していない箇所でも誤差0.1423mm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)表側と裏側を個別に測定した後、表側と裏側のデータを合成し、桁を再現する方法を行った(図3)。結果は、誤差の境界線が、直線的に示された。(写真7)測定データ自体はMaxSHOTを使用した正確なデータのため、データ同士を合成する際、誤差が生じていると考えられる(図4)。誤差の原因として、合成する際の作業(裏側・表側データの互いに共通する箇所に点を打つ、位置合わせ作業(写真8))を、手動で行うため、作業毎に誤差が生じると考えられる。

4.まとめ

(方法1)では、平面を直線的に測定した場合は1mあたり誤差約0.7mmが生じた。桁全体の測定は、现阶段ではHandyscan3Dのみの測定では難しいことが分かった。また、(方法3)では、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0.0822mmまで抑えることを確認した。また、(方法4)の表側と裏側の別々のデータを合成する場合では、誤差0.1956mmの精度であることが確認された。

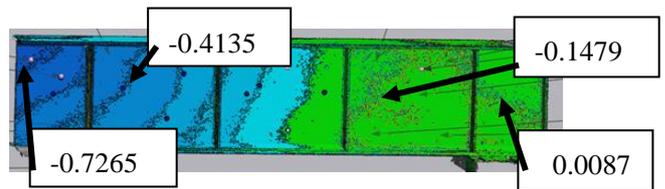


写真3. (方法1)表側 (単位:mm)



写真4. (方法2) 写真3の裏側(単位:mm)

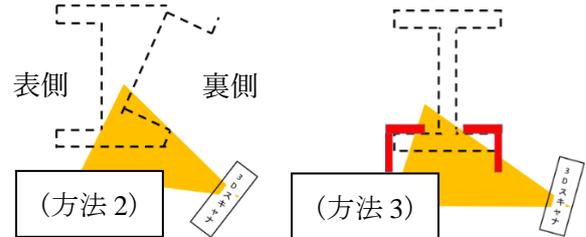


図2. (方法2,3)鋼材の有無の場合での読み取り方

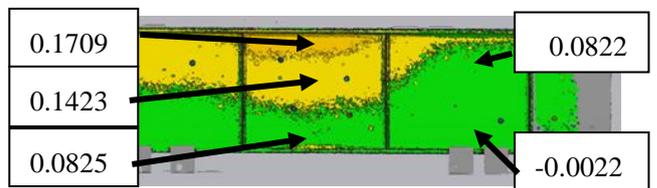


写真5. (方法3) 裏側(単位:mm)

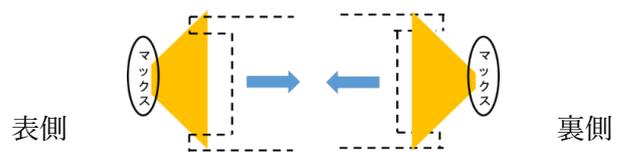


図3. (方法4) 表側と裏側の合成

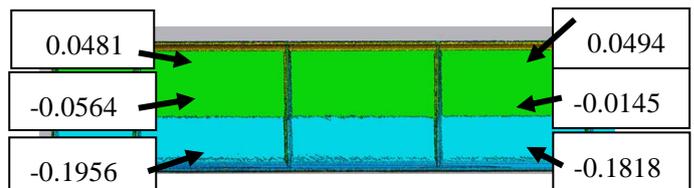


写真7. (方法4) 裏側(単位:mm)

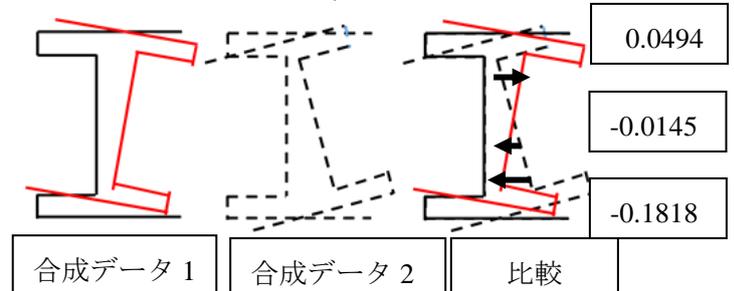


図4. (方法4)合成誤差の原因



写真8. (方法4) 共通箇所に点を打ち、その点同士が重なるように位置を合わせる。(7箇所を設定)