

3D スキャナを用いた腐食桁の残存板厚の計測に関する研究

前橋工科大学 学生会員 ○石村 裕亮 東日本旅客鉄道株式会社 正会員 若狭 周汰
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 小林 寿子

1. はじめに

現在、高度経済成長期に建設され、今後建設から50年を超える鉄橋は増加する。鉄橋の高齢化に伴う維持管理の重要性が高まっていく中、鉄道橋、道路橋と、老朽化により桁の腐食が進み、鋼材の断面積が小さくなり、耐荷力が低下してしまうことが問題である。そこで3D スキャナにより桁の残存板厚を計測し、鋼材の断面積及び腐食欠損量の傾向を調べ維持管理していく必要がある。

2. 目的及び研究手法

リベット桁を3桁使用し1桁につき塗膜を剥がしていない第1状態、スクレーパーで塗膜を剥がせるところまで剥がした第2状態、ブラストで塗膜を完全に剥がした第3状態の3つの異なる状態で3D スキャナによる計測を行いデータ化する。3D スキャナはカナダのCreaForm 開発のHandyscan3Dを使用する。3桁の全長は、5.488m, 5.488m, 5.491mである。3D スキャナによる計測に当たり、座標を読み取る機械で

片面を2分割ずつの合計4分割で座標を読み取る。計測では、長さが長いほど測定誤差が大きくなり精度が下がってしまうため、読み取った座標を基にそれぞれ片面を4分割した合計8分割で測定を行う。

測定により得たデータを1桁ずつ、3つの状態で塗膜の厚さにどのような違いがあるかを比較し調べる。比較結果を踏まえ、塗膜を完全に剥がさない第1、第2状態から第3状態の残存板厚をどのように予測していくかの検討を行うことが最終目標である。本研究では、3D スキャナで得たデータから正しい比較結果を得ることを目的として行い、最終目標の予測を行うことに繋げていく。

3. 結果及び考察

8分割にして得たデータをまずは、当初の想定であった8つの全てのデータを合成し1つの桁の形状にして比較を行った。その比較状況は図1の通りである。図の色は2つの状態で比較を行い、厚さが同じ

部分が灰色、厚さが小さくなっている部分が黒系で示され、厚さが小さくなるにつれ黒に近づいていく。更に、厚さが大きくなっている部分が白系で示され、厚さが大きい部分ほど白に近づいていく。

図1では、1桁目の第1状態のデータに第2状態のデータを重ね合わせている比較状況のため、塗膜を剥がしていない部分は灰色、スクレーパーで剥がした部分が黒系で示されていなければならないが、左端付近や所々の厚さが逆に大きくなっているという比較結果になり、正しい比較結果が得られなかった。残り2桁でも同じような結果になった。この比較方法では、1つの桁の形状にするため8つのデータを合成する際に大きな誤差が出てしまう事や、全長が長すぎるにより比較対象との位置合わせの際に全体でバラつきが出て精度が落ちたと考えられる。

そこで次に範囲を小さくし誤差や位置ずれを修正するため8分割で得たデータを両面で1つずつ取り、表裏で繋ぎ合わせて桁の1/4の形状にし、1/4毎で比較を行った。この方法では正しい比較結果を得ることができたが、得られたのは20%程度であった。精度が低い原因として上フランジ、下フランジを計測する際に3D スキャナを横移動だけでなく回転させて

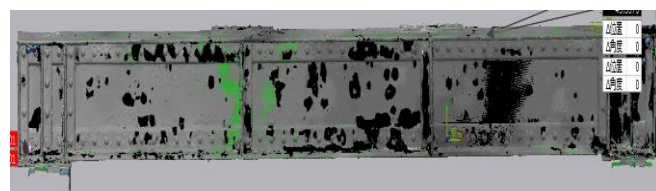


図1 桁全体での比較状況(第1状態-第2状態)

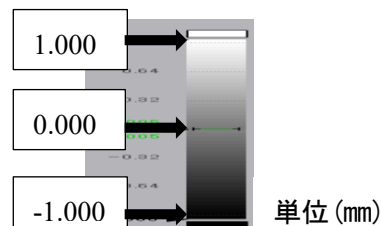


図2 比較状況のコンターレベル(図1～図5 共通)

キーワード 3D スキャナ 塗膜厚 残存板厚

連絡先〒3710816 群馬県前橋市上佐鳥 460-1 前橋工科大学 社会環境工学科 TEL027-265-0111

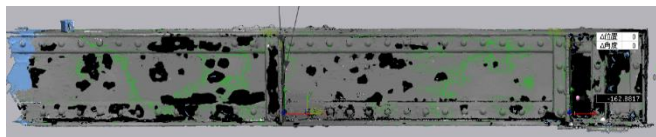


図3 横繋ぎ合成での比較状況(第1状態-第2状態)

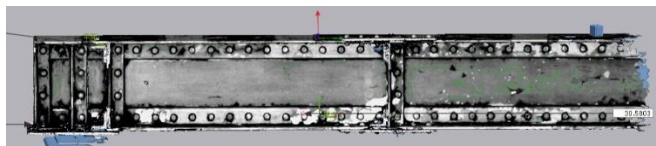


図4 横繋ぎ合成での比較状況 (第1状態-第3状態)

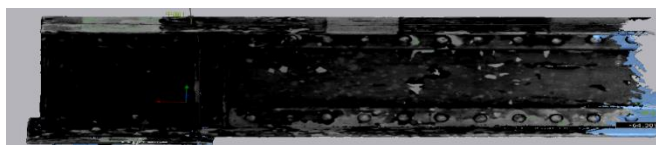


図5 1/4 桁での比較状況(第1状態-第3状態)

いる為、厚さに誤差が出てしまう事に加え、第1状態と、第2状態では厚さに大きな違いが無い為、高精度での計測及び、位置合わせをしないと正しい比較結果が得られないということが考えられる。

次に隣合った横同士で2つのデータを合成し、片面で半分ずつの2つ、もう片面で2つでの合計4分割にして比較を行った。この合成方法では、計測の際に同じ形状分の座標を得ている為、合成の精度が最も高く行える。その為、比較でも第1状態と第2状態での比較結果は3桁全て図3の通りとなり正しい結果が得られた。しかし、比較対象が第3状態での比較結果は全て正しい結果が得られなかった。第3状態では、厚さに大きな違いが生じ、スクレーパーで完全に塗膜を剥がしきった部分を除いてほぼ全て厚さが違う為、横つなぎでの合成では基準となる部分が無く正しい結果が得られなかったと考えられる。比較状況を図4に示す。第3状態との比較状況では、厚さが全て小さくなっている為、全体が黒系になっている状況が正しい比較状況である。

第3状態を比較対象にした比較は、なるべく範囲を小さくしつつ基準となる情報量を増やすため、もとの1/4桁に区切った表裏を繋ぎ合わせる合成で行った。この方法では、第1状態と第2状態での比較では正しい結果が得られなかったが、比較対象が第3状態のものでは3桁で合計24部分比較を行い23部

表1 1/4 桁合成による比較での厚さの違い(mm)

第1状態-第3状態	1桁目	2桁目	3桁目
ウェブ部分	-1.45226	-1.08009	-1.53674
上フランジ上面	-0.53108	-0.65105	-0.96670
上フランジ下面	-1.51206	-1.31362	-1.48051
下フランジ上面	-1.80510	-1.62621	-1.42784
下フランジ下面	-1.38046	-0.85453	-0.80754
第2状態-第3状態			
ウェブ部分	-0.85110	-0.94526	-0.73421
上フランジ上面	-0.47960	-0.64618	-0.73471
上フランジ下面	-1.08768	-0.68059	-1.05374
下フランジ上面	-1.44856	-0.74112	-1.16783
下フランジ下面	-1.06316	-0.81126	-0.76587

分で正しい結果が得られた。その比較状況を図5に示す。上下フランジ及び両面のウェブ部分の4面があることで厚さが小さくなっているにも上手く位置合わせが行われ正しい結果が得られたと考えられる。

正しい結果が得られた1/4桁合成による第3状態との比較での厚さの違いを各部分で平均値をとって表1に示す。比較結果から、第1状態より第2状態の方が第3状態との厚さの違いが小さく、塗膜の厚さが近づいていることが分かる。その中でも上フランジ上面が最も塗膜の厚さが小さく、下フランジ上面が最も塗膜の厚さが大きいことが予想できる。

4. まとめ

比較を行っていき、第1状態と第2状態での比較を行う際には、隣り合った横同士のデータを合成し片面の半分ずつで比較していく方法が最善であることが分かった。比較対象が第3状態になる際は、桁を1/4毎に表裏で繋ぎ合わせ合成し比較していく方法が最善だと言える。

この方法から得られた比較結果から塗膜が特に厚くなっている部分、薄くなっている部分や、部分毎の厚みを予測することができる。予測を踏まえて、桁毎におおよその塗膜厚を算出することが可能になる。そこから、塗膜がある状態から元々の桁の残存板厚をどのように予測するかを今後検討していく。また、正しい比較結果が得られた方法への考察が本当に証明できるものなのか検討していく必要がある。