

腐食した鋼板の 3D スキャナーによる残存板厚計測に関する研究

宮地エンジニアリング 正会員○村井 向一，前橋工科大学 正会員 谷口 望
西日本高速道路 正会員 松尾 祐典，NEXCO 総研 正会員 服部 雅史
東日本旅客鉄道 窪田 利幸，日立造船 正会員 大庭 拓也
横河ブリッジ 蔭山 裕太，三井共同コンサル 別所 和希

1. はじめに

橋梁の維持管理では定期点検の判定などマニュアル化等により効率化が図られている。しかし、定期点検における変状に対する性能評価は、定性的な評価が一般的であり、特に道路橋においては詳細調査や対策の要否は技術者の技量によるところが大きい。また、詳細調査や対策を実施する場合は、更に膨大な時間と費用を要することとなる。本研究では、短時間で定量的に腐食時の残存板厚を計測する一手段として、3D スキャナーによって簡易に腐食鋼板の残存板厚を計測できるか検証を行った。

2. 試験体：腐食鋼板 PL 305×9×580 -2 枚、実橋腐食桁 H200×200×8×13×2500-1 本

試験体の腐食鋼板 2 枚は桁架設機材である工事桁の下横構用ガセットプレートで、既に廃棄されて資機材の敷板に長年使用していた腐食鋼板を計測に使用した。計測時には別の鋼板と仮付け溶接して垂直に立てている（写真-1）。また、ものづくり大学から提供していただいた、実橋の腐食桁についても計測を行った（写真-2）。なお、実橋腐食桁は H400 の下側半分を切断・撤去したものである。



写真-1 腐食鋼板

写真-2 実橋腐食桁

3. 腐食鋼板測定

(1) 計測機器

計測に使用した機器は、①東京都立大学のタワー型 3D レーザー計測装置（以下、都立大）、②Creaform 社の HandyScan700TM（以下、Creaform）、③FARO 社の FocusS350（以下、FARO）、④Leica 社の 3DDisto（以下、Leica）の 4 機種を使用した。各計測機器の計測精度、計測距離比較を表-1 に示す。

表-1 計測精度、計測距離比較表

機種	仕様	
	計測精度	計測距離
都立大	0.0005mm	0.15m（固定）
Creaform	0.02mm+0.06mm/m	0.3m±0.1m
FARO	約2mm/100m	0.6m～350m
Leica	約1mm/10m	0.5m～50m

表-2 計測機器ごとの計測時間比較表

機種	試験体	
	腐食鋼板	実橋腐食桁
都立大	2時間	4時間
Creaform	0.5時間	1時間
FARO	0.3時間	0.5時間
Leica	15時間	未計測

(2) 計測結果

計測機器ごとの計測時間比較表を表-2 に、データ整理時間の比較表を表-3 に示す。計測ピッチは都立大が 5mm、Leica が 10mm、Creaform と FARO は点群データとしている。なお、Leica については腐食鋼板の 40%程度しか計測を行っていないため、表に示した時間は 1 枚計測したと仮定して、実作業の計測時間を 2.5 倍した時間を示している。

計測結果のデータは、都立大と Leica が座標データ、Creaform と FARO が点群データとなる。都立大と Leica のような座標データを取得するタイプの計測機器は、計測時には座標位置をレーザーで 1 点ごとに計測、移動を



図-1 タワー型 3D レーザー計測装置¹⁾

キーワード 橋梁点検，劣化診断，耐荷力評価

連絡先 〒103-0006 東京都中央区日本橋富沢町 9 番 19 号 宮地エンジニアリング（株） TEL03-5652-6622

繰り返すため、計測時間が長くなる一方、取得データは座標情報になるので、計測後のデータ整理は比較的簡易に行うことが出来る。

Creaform と FARO のような点群データを取得するタイプの計測機器は、多点レーザーを対象物に対し一気に照射してスキャンするため、計測時間は1点レーザータイプと比較して圧倒的に早い。取得する点群データを簡易に座標位置データに変換できない。今回の計測では Creaform と FARO の点群データを 10mm ピッチで輪切りにして断面図(図-2)を作成し、その断面図を人力にて1点ずつ CAD 上で計測して板厚を確認したため、結果的には対象物をノギスやキャリパーゲージで計測するよりも時間が掛かった。

腐食鋼板計測結果の板厚をコンター図にしたものを、図-3に示す。都立大と Creaform が比較的同じ板厚となっているのに対し、FARO は板厚が厚めに、Leica は板厚が薄めの計測結果となっている。図-4 は実橋腐食桁の計測結果コンター図であるが、腐食鋼板計測結果と同様の傾向を示している。FARO と Leica の計測誤差については、複数の計測データを合成して一つの計測データとするデータ整理時の、人力による合成作業の誤差と考えられる。図-5 は Creaform と FARO の同一箇所における合成前の計測データを重ね合わせた図であるが、誤差は約 0.5mm 程度で機器単体での計測性能についてはそれほど違いが確認出来ない。合成前のデータを比較して分かる事は、図-3,4 にて生じた 2mm 程度の各計測機器比較の計測誤差は、計測機器の性能差ではなく、作業者がデータ合成作業を行うときに生じる誤差であることが分かる。また、点群データについてはデータ合成後に 10mm メッシュで板厚を計測することに時間が掛かりすぎて、今回の試験結果であれば部材を直接計測したほうが時間は早いという結果となった。腐食の計測等に行う計測作業において、数ミリ単位の誤差は許容できないものの、機器が計測した元データでは精度の高い記録をしているので、今後データ合成についての技術が発達すれば、簡易で精度の高い計測を期待できる。

4. 謝辞

本研究は、鋼橋技術研究会 鋼橋の劣化機構検討部会(部会長：ものづくり大学・大垣賀津雄) WG1 の活動内容であり、東京都立大学の野上先生、日本ファブテックの小峰様、関係各位からご指導いただき、ものづくり大学、前橋工科大学の学生の皆様には試験についてお手伝いいただきましたことを感謝いたします。

【引用】1) 日本ファブテック小峰様作成資料

2) 前橋工科大学谷口研究室作成資料

表-3 計測機器ごとのデータ整理時間比較表

機種	試験体	
	腐食鋼板	実橋腐食桁
都立大	1時間	1時間
Creaform	22時間	66時間
FARO	22時間	54時間
Leica	15時間	未計測



図-2 FARO の点群データ(左)と断面図(右)

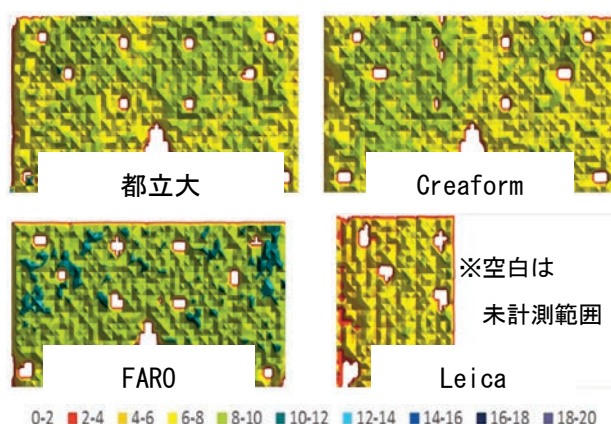


図-3 腐食鋼板計測結果コンター図

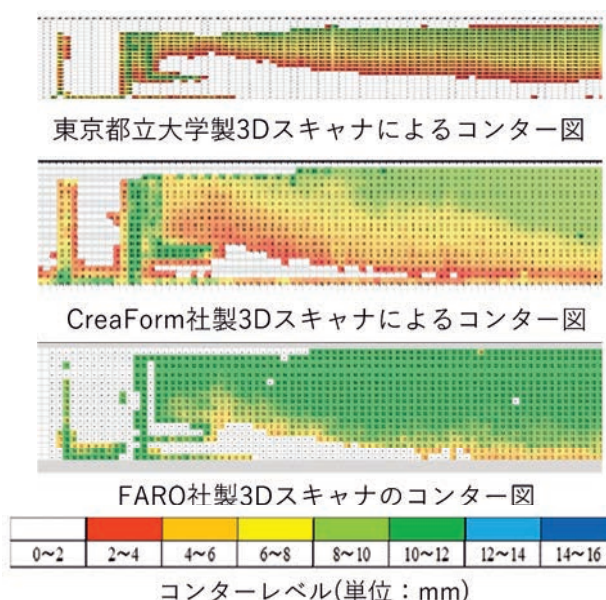


図-4 実橋腐食桁計測結果コンター図²⁾

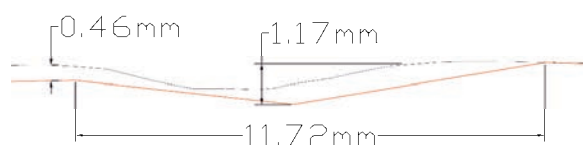


図-5 Creaform と FARO の合成前データ比較