

タイトル

ハンディー型 3D スキャナーを利用した埋設配管の腐食検査事例

サブタイトル

<過酷環境でも利用可能な 3D 計測機器 3DSL-Rhino>

(株)セイコーウェーブ 新村 稔

## 1. はじめに

本稿では当社が2016年8月に発売を開始した、ハンディー型 3D スキャナーを用いた埋設配管の腐食検査・アセスメント事例と、トラッキング装置 MT-Eagle を援用した 3D 画像自動配置システムを解説する。埋設配管の事例では、溶接線周りの腐食計測事例にも言及する。

第1図は本稿で取り上げた計測装置の外観である。手元で 3D スキャンのトリガーを切ることができるため、当社従来製品（3D TOOLBOX）と比較し、使い勝手が向上した。現場でも安心して使えるよう、IP67（防塵防水）の性能を有しており、また、連続6時間以上のバッテリー駆動が可能である。



第1図 3DSL-Rhino™

## 2. 埋設配管の現場

第2図は、埋設配管を掘り出し、保護材を剥いで、表面処理（ケレン）を施した後、計測に取りかかる場面の写真である。埋設配管のどこに腐食などの不具合があるのかは、事

前に、インテリジェント PIG (Pipeline Inspection Gear) を投入し、場所の特定を終えている。



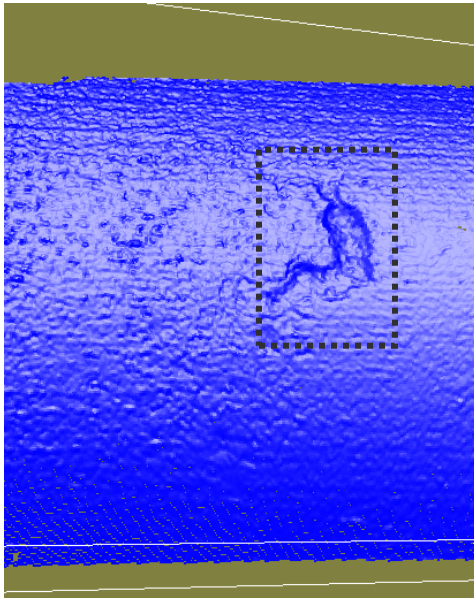
第2図 埋設配管検査現場

配管表面にはオイルやタールなどの付着が認められたため、浸透探傷検査で使われる現像スプレーを塗布し、表面状態が一定になるようにした。

## 3. 配管腐食の 3D 計測

第3図は、埋設配管の頂上（12時）付近に発生した腐食の 3D 計測画像である。

第4図は、第3図3D計測データに腐食深さのカラーマップを生成したものである。

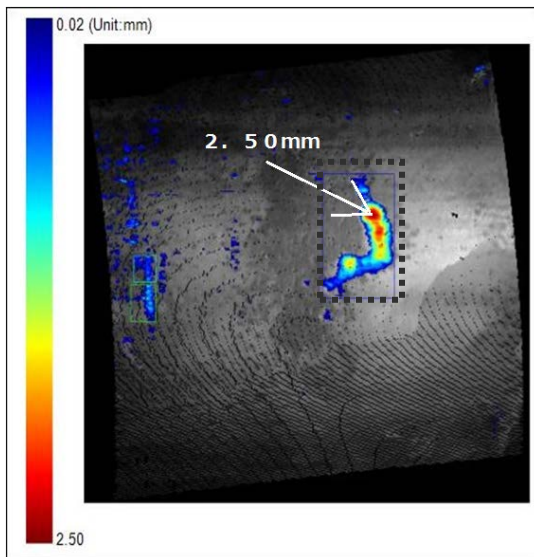


第3図 腐食の3D画像 (その1)

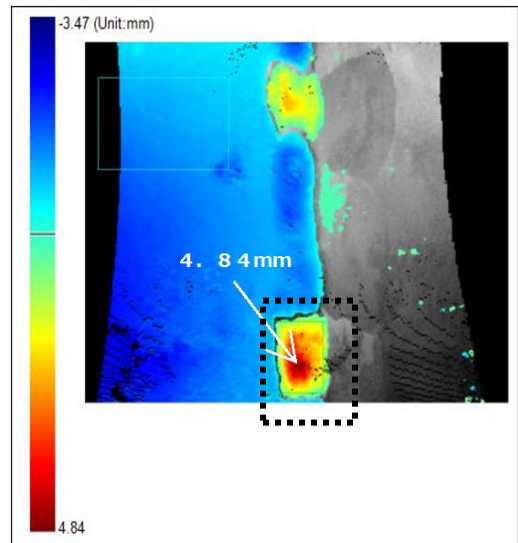
である。溶接線上の腐食はデプスゲージでは計測が困難であるが、3D計測では現場にて容易に計測が可能であることに注目されたい。



第5図 腐食の3D画像 (その2)  
(モノクロテクスチャ付き)

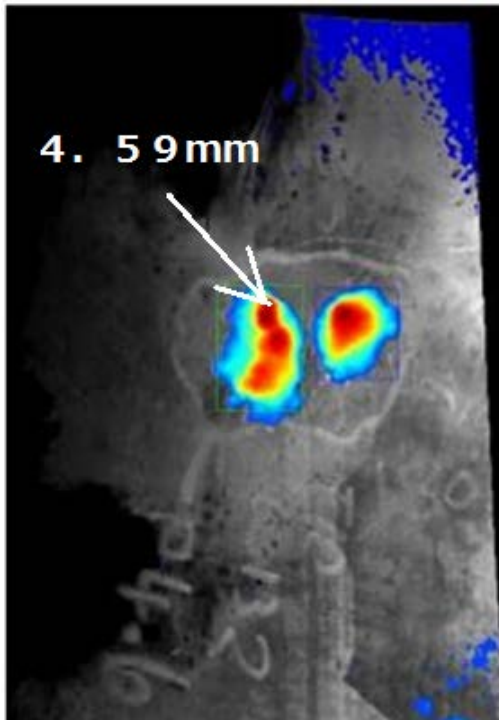


第4図 腐食深さのカラーマップ(その2)



第6図 腐食深さのカラーマップ (その3)

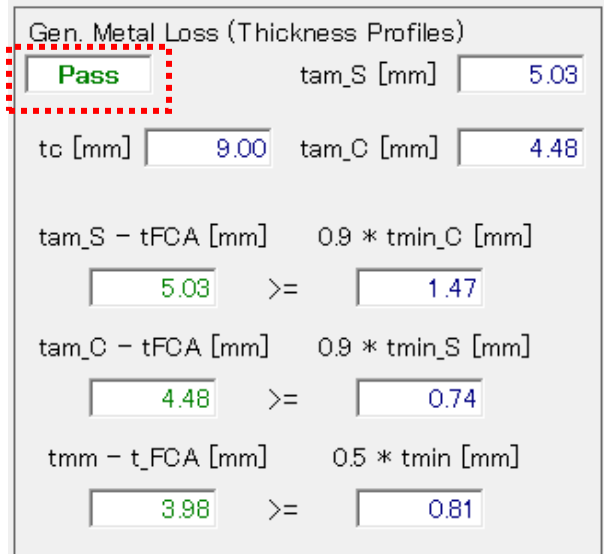
第5図は溶接線上3時方向に発生した腐食の3D画像。第6図はそのカラーマップ画像



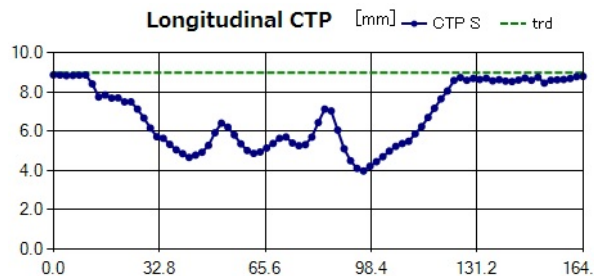
第7図 腐食深さのカラーマップ  
(その4)

#### 4. 腐食配管の供用適性評価

第7図は埋設配管の6時方向（底面）に発生した腐食のカラーマップ図である。この腐食を有した配管に対して、日本溶接協会 WES2820-2015 に基づいた供用適性評価ソフトウェア“Uni-Fitness”を適用した結果が図8である。この結果を得るためには、配管の設計情報と、第7図から得られるグリッド単位の深さ情報（c s vデータ）をソフトウェアに入力する手順を踏む。また、第9図は腐食深さ情報を代表する CTP（Critical Thickness Profile）を示した図であり、このプロファイルに基づいて、レベル2の評価が実行される。



第8図 F F S 評価結果



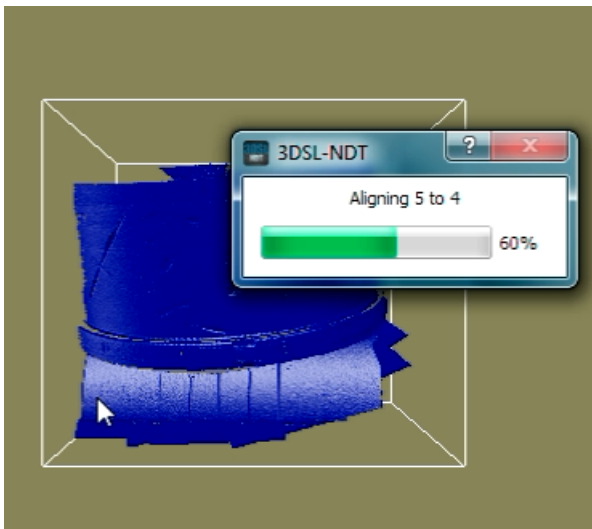
第9図 C T P

第8図では第一段階の評価（General Metal Loss evaluation）で“Pass”となったが、この評価が“Fail”となった場合、第9図のCTPを使う第2段階の評価（Local Metal Loss evaluation）が実行される。

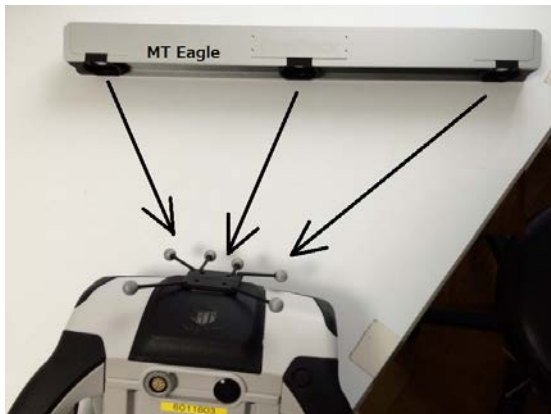
また、将来の供用可能性を判断するために、将来の腐食代を入力して余寿命を評価することも可能である。

## 5. 複数3D画像の自動合成

ここまでは1枚の3D画像の解析と評価について述べてきた。腐食領域が1回の計測範囲（表1参照）を超える場合、複数回の3D計測を行い、従来は手作業で3D画像の合成を行っていた。その手間を省くべく、当社では、3DSL-Rhinoの位置を検出し、自動的に3D画像を合成する装置を新たに開発した。その合成作動様子を第10図にて、位置検出原理を第11図で示す。



第10図 3D画像自動合成



第11図 位置検出原理

第11図では、検出装置MT-Eagle内蔵の赤外線発光ダイオードが赤外線を投射し、その反射光を3台のカメラでとらえる。3DSL-Rhinoの頭部には、赤外線を効率よく反射するボールが設置され、その位置が検出される。第10図では検出された位置情報を元に、各々の3D計測データを空間座標の中に配置し、3D画像の合成を行っている。この装置を現場で活用することで、1回の計測範囲を超える腐食領域の計測データを用意に取得することが可能となった。

## 6. 3DSL-Rhinoの諸元

表1は、本稿で紹介した3D計測装置3DSL-Rhinoの主な仕様を示す。

装置名称	3DSL-Rhino™
計測手法	構造化光位相シフト法
カメラ画素数	30万
最大計測範囲	150mm x 260mm
有効対物距離	35cm ~ 47cm
平面分解能	0.4mm @40cm
奥行き分解能	0.05mm @40cm
計測所要時間	80ms
3D計算時間	3秒前後
PC interface	Gigabit Ethernet
定格消費電力	12V, 15ワット
環境仕様	IP67

表1. 3DSL-Rhinoの諸元

当社の従来装置である3Dtoolboxに比べてこの装置の最大の改善点は、以下の3点である。

- (1) エルゴノミクスデザイン
- (2) 手元のトリガーボタン

### (3) 3倍速化された内蔵カメラ

以上の改善により、現場でより使いやすくなるとともに、MT-Eagle の活用と合わせて、計測所要時間が大幅に短縮された。

### 7. 最後に

3DSL-Rhino を始めとする当社の3D計測装置は、現場での作業効率化、データ取得再現性の向上、より精細なデータの取得による記録性の向上、経年変化のより精確な記録・評価などに貢献するために設計されており、埋設配管維持管理にとどまらず、インフラ（鉄橋、道路橋など）の維持管理にもその力を大いに発揮することができる。

本装置の普及を通じて、産業設備、国土インフラの安全安心の向上につながることを切に希望するものである。

### <筆者紹介>

1982年東北大学工学部電気系卒業、同年、セイコーエプソン入社。米国向けPC設計、表示コントローラ半導体企画などを歴任。2010年株式会社セイコーウェーブ創業。現在副社長として、装置の開発、日本・アジア市場開拓に従事。



写真1