

タイトル

インフラ変状の近接目視を3D計測により見える化・定量化実現

サブタイトル

3D Imaging System のインフラ計測への応用

(株)セイコーウェーブ 新村 稔

◆はじめに

近年の3次元計測装置の発達には目覚ましいものがある。その応用も多岐に亘る。最も活躍している分野は、製造ラインのロボットビジョン、具体的には、多関節ロボットの目として、摘みあげ（ピッキング）の位置決めをする応用であろう。この三次元の目を外に持ち出して、さまざまな計測・評価をすることは、社会の安全安心の向上に寄与できるであろうが、計測行為自体が簡便で楽しいものとなりつつあり、更に普及が進むことが予想される。この寄稿では、外に持ち出した3次元計測装置がどのようにインフラ変状計測に活躍をしているかを、いくつかの事例を基に解説する。

◆コンクリート壁亀裂、変位の計測

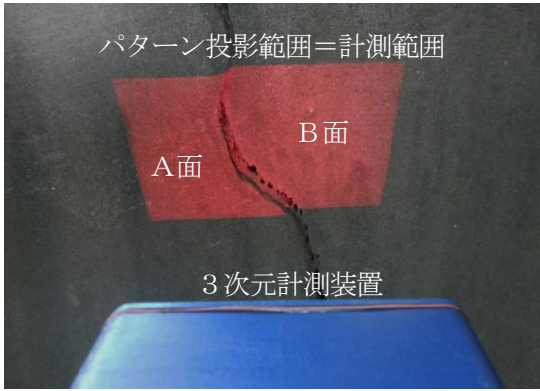
第1図は、コンクリート壁の亀裂を計測している事例である。地面に近い場所では、三次元計測装置を三脚に載せ、亀裂に対面させて計測する。手の届かない高所亀裂の場合、バキューム吸着式ロボットに搭載するか、或いは第2図のような伸縮式ポール⁽¹⁾に載せて計測する。この製品の場合、最大12メートルの高さまで延ばすことが可能である。



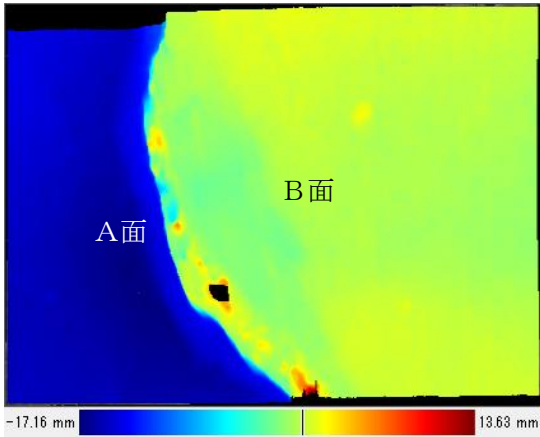
第1図 計測風景



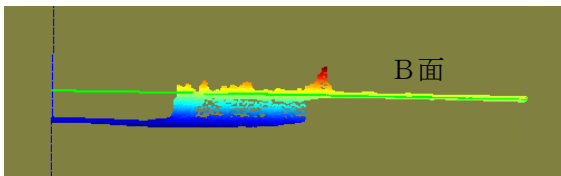
第2図 伸縮ポール



第3図 計測対象範囲



第4図 高さのカラーマップ

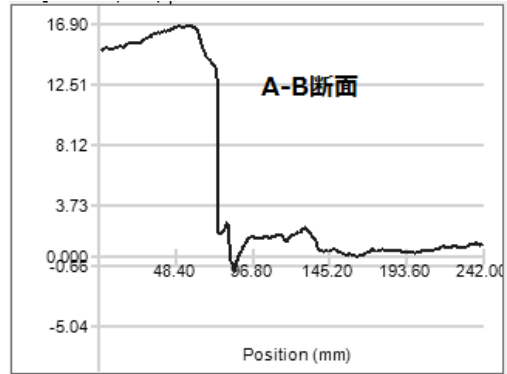


第5図 高さ基準面

第3図は、第1図表示の壁の亀裂部位に構造化光パターンを投影して、計測を実行している様子。第4図は、第3図計測範囲に対して、B面を高さの基準とした場合の高さカラーマップ表示。第5図は第4図を上から見た断面図である。第4図の下部にあるバーとその両側の数字は、基準面からの高さ（マイナス数字）、深さ（プラス数字）を表す。

第6図は第4図におけるA-B断面をグラフ化

したものである。これから亀裂左側のA面が、亀裂右側のB面より 16.9 ミリメートル手前に突き出ていることがはっきりと読み取れる。この計測装置の場合、0.01 ミリメートルの高さの違いまで読み取ることができる。



第6図 A-B断面グラフ

第1図で装置を設置してから第6図のグラフを出すまでの所要時間は、およそ5分。3D計測そのものは0.3秒で完了する。本稿で利用している3次元計測装置は、LED発光の構造化光を用いたもので、その主な仕様を第1表に示す。装置の詳細に関しては参考文献1を参照されたい。

装置名称	eVox-LCG01
計測手法	構造化光位相シフト法
カメラ画素数	30万
計測範囲	300mm x 150mm
対物距離	35cm ~ 55cm
平面分解能	0.4mm
奥行き分解能	0.05mm 以下
計測所要時間	0.3秒

第1表 計測装置仕様

◆路面亀裂、変位の計測

第7図は計測範囲を拡大した新機種の外観であ

る。この仕様を第2表に示す。この装置は、400万画素のカメラとより高輝度なプロジェクターを採用し、縦60cm、横40cmの範囲の計測が可能である。仕様を第2表に示す。



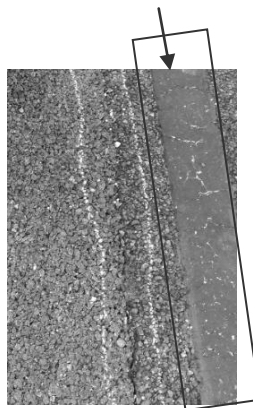
第7図 大面積対応3D計測装置

装置名称	3DSL-Puma
計測手法	構造化光位相シフト法
カメラ画素数	400万
計測範囲	600mm x 400mm
対物距離	90cm ~ 100cm
平面分解能	0.3mm
奥行き分解能	0.05mm 以下
計測所要時間	1秒

第2表 計測装置仕様

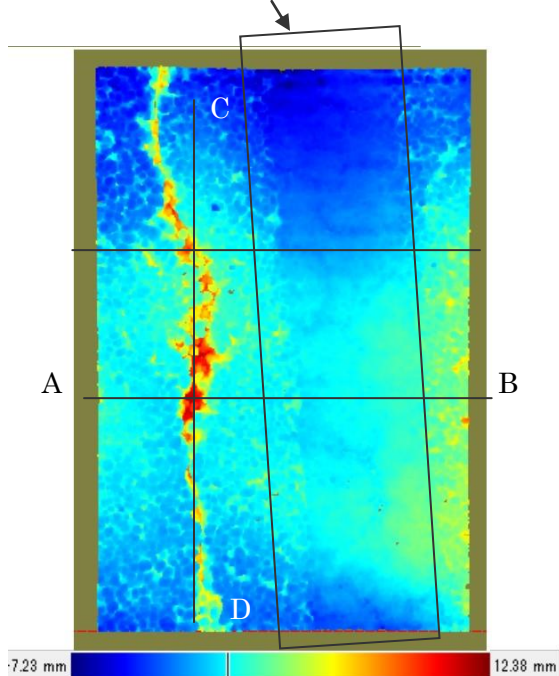
第8図は、アスファルト路面亀裂の写真。第9図は3次元計測した対象範囲のカラーマップ表示図である。このカラーマップ下部のカラーバー両脇の数字から、基準面からの盛り上がり高さ7.23ミリメートル(アスファルト路面上に盛られた標識線)と亀裂の深さ12.38ミリメートルが読み取れる。第10図は第9図における、A-B断面、C-D断面のグラフ化である。この断面グラフは、最大深さ地点を自動検出して作図しているが、その上に任意の地点をマウスクリックして重ね書きをしている。

路面の標識線

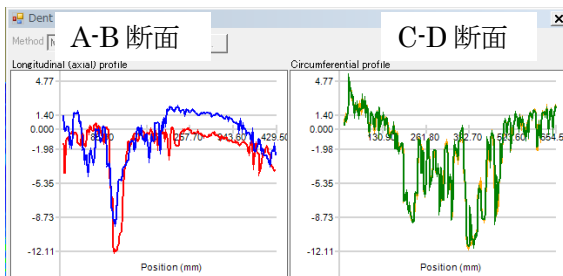


第8図 路面亀裂写真

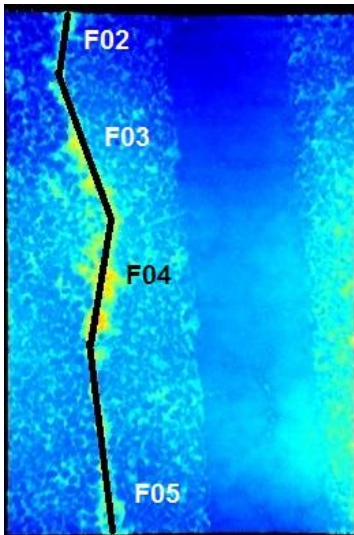
路面の標識線



第9図 路面亀裂の3次元カラー画像



第10図 路面亀裂の断面グラフ



第 1 1 図 亀裂マーキング

第 1 1 図は、3次元カラーマップ第9図の上で、亀裂に沿って直線を引いたものである。これらの直線の長さが、第 1 2 図で表示されている。つまり、亀裂の長さの定量化を、マウスの簡単な操作だけで行うことが可能となった。

Feature	Max Depth	Area	Width	Length
01				55.94
02				87.59
03				96.60
04				165.30
05				225.39

第 1 2 図 亀裂長さの算出

◆デジタルカメラ写真計測での課題

デジタルカメラ写真の上でも第 1 1 図と同様な長さ計測は可能であるが、その場合、以下のような課題があり、3次元計測手段が導入される主な要因となっていることに留意されたい。

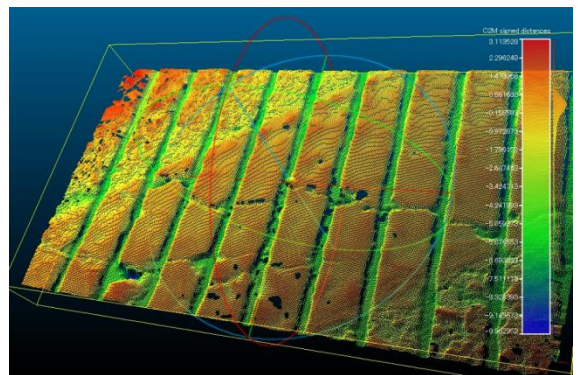
- (1) デジタルカメラ写真では、深さ・高さの区別がつかないため、亀裂なのか、盛り上がりなのか、異物なのかの判断が付けられない。
- (2) 同様に、一定深さ以上の亀裂だけを抽出

しての長さ計測はできない。

本文記載の3次元計測・評価システムでは、一定深さ以上の亀裂、あるいは、一定高さのみに色付けをすることも可能であるため、既存の計測データに対して、解析・表示パラメータを変更するだけで、指定以上の深い亀裂や異物発見などが容易に行える。

◆最後に

現在、より複雑な路面形状の亀裂検出のための技術開発を進めており、第 1 3 図のように、排水溝を切っている路面の亀裂を検出することを目標としている。技術開発が完了した際は、誌面でご紹介したいと考えている。



第 1 3 図 排水溝のある路面亀裂例

<註釈>

- (1) 株式会社イクシスリサーチの製品

<参考文献>

- (1) 配管技術 2013年8月号『配管腐食の3次元計測と解析評価ソフト』

<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。2010年株式会社セイコーウェブ創業。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。