

3D レーザースキャナーと水中 3D スキャナーによる 維持管理点検技術

Maintenance Management and Inspection Using 3D Laser Scanner and 3D Multibeam Scanning Sonar

古殿 太郎^{*}，大野 敦生^{*} ^{*}いであ株式会社
Taro Furutono^{*} and Atsuo Oono^{*} ^{*} IDEA Consultants, Inc.

1. はじめに

当社はこれまで、環境・建設コンサルタントとしてインフラの設計や維持管理に実績を上げてきた。使用する機器は年々高性能・高精度・自律・省力・小型化が進み、データ処理・解析ソフトも高速・多機能化している。一方、少子高齢化・人口減少による労働力不足や社会インフラの老朽化、極端気象や震災により、効率的な維持管理点検や大規模災害に迅速に対応できる技術の開発が求められている。

このような課題に対応するため、当社は、適切な機器の組み合わせと改良、効率的な現地測定方法の検討により、水底やインフラの水中形状を簡易的に“可視化”する技術の開発を進めている。本報では、信濃川妙見堰で実施された水中維持管理ロボット実証試験の概要を紹介する。

2. 開発概要

河川でのインフラ維持管理は、護岸・河床の洗掘や取水部前面の土砂堆積、さらには大規模出水や災害時の破損・変状が対象となり、潜水士による目視観察や水中カメラによる確認、測量が実施されている。構造物の変状や地形変化は流速の速い水衝部や災害後の濁水中で発生することが多く、従来の方法で対応することが困難な場合も多い。そこで当社は、流速の早い濁水中でも効率よく破損・変状の位置・形状・サイズを概査できる技術の開発に着手した。

3. ロボットの開発と適用

効率の良い概査のためには、水中インフラや水底の形状を 3D 点群モデルとして可視化することが重要である。開発するロボットは、音響機器を陸上から水中に垂下し、水流と濁りの影響を最小限に抑えて形状を可視化することとした。さらに陸上部を 3D レーザースキャナーにより測定して水中部と統合し、シームレスな 3D 点群モデルの取得を目指した。

キーワード：3D Laser Scanner, 3D Multibeam Scanning Sonar

* 〒224-0025 横浜市都筑区早瀬 2-2-2

* Tsuzuki-ku, Yokohama

開発したロボットはクローラ型運搬機をプラットフォームとして、水中 3D スキャナーと RTK-GPS、ノートパソコンで構成される。シンプルな構造のため普通車サイズのバン 1 台で運搬可能であり、組立も 3 名×1 時間で終了できることから汎用性が高い。発電機を電源とするため長時間の測定も可能である。

表 1 ロボット仕様

| | |
|------------------------|--------------------------------|
| 外形寸法 (mm) (全長×幅×高さ) | 267 × 234 × 391 (アーム長 3000) |
| 重量(kg) | 150 |
| 周波数(MHz) | 1.35 |
| 最大測定距離(m) | 30(最適距離1~20) |
| 測定時間(分/スキャン) | 20(360°、点群密度最大) |



図 1 開発したロボット (左) と
水中 3D スキャナー (中), 3D レーザースキャナー (右)

4. 実証試験結果

4.1 垂直護岸，魚道呑口

実証試験は、搬入・組立・測定・撤収を 1 日で実施し、作業船の進入が困難な魚道内の形状も測定した。水中 3D スキャナーによる測定結果は、速やかに PC 画面に図示される。魚道呑口前面では、上流側で土砂・枝葉の堆積、下流側で洗掘または沈下と思われる窪みを確認した。

複数回の測定結果をデータ処理ソフトで統合し、3D レーザースキャナーによる陸上部の測定結果も統合して、シームレスな 3D 点群モデルを作成した。各点は、公共座標系の XYZ データが付与されているため、定期的な測定の比較により、経時変化を把握することが可能となる。

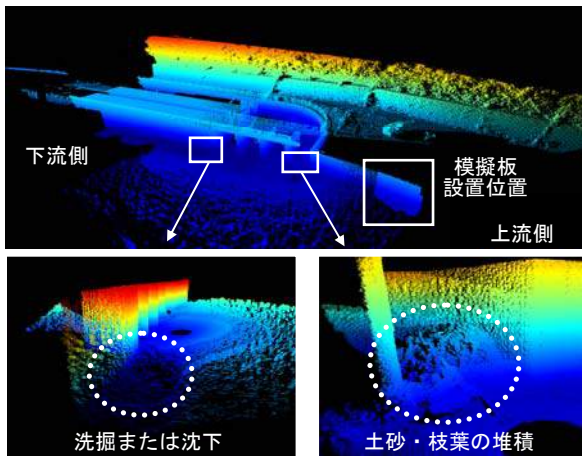


図 2 右岸魚道呑口周辺の 3D 点群モデル

4. 2 実証試験用模擬板

実証試験では、変状箇所の探索と測定精度に関する性能確認のため、変状に見立てた模擬板が設置された。

水中 3D スキャナーの測定により、魚道呑口の約 12m 上流で模擬板を発見した。形状の異なる 2 個の模擬板が河床から 1m 上方に設置され、模擬板間の距離は約 2m であった。複数の模擬板（長さ 360～450mm、幅 100～150mm）を測定した際の最大誤差は 40mm となり、概査に要求される誤差 100mm 未満を下回った。

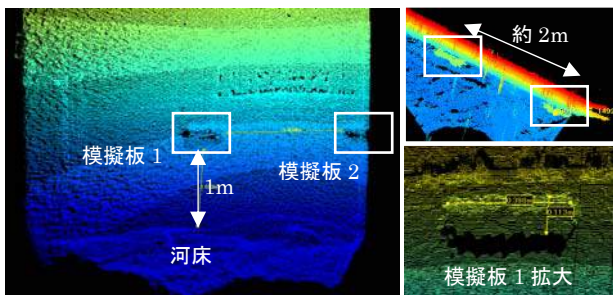


図 3 模擬板の測定状況

5. 今後の取り組み、謝辞

妙見堰での実証試験は陸上からの護岸測定であったため、河道中央部の河床や橋脚は対象外とした。測定対象により適切なプラットフォームを選択することが重要であるが、当社は ROV や作業船をプラットフォームとして用いた水中測定も実績がある。今後はさらに水中“可視化”技術の高精度化・効率化を進め、水中インフラの維持管理を含む様々な分野で貢献したい。

謝辞 現地実証試験の機会を御提供下さった国土交通省と当社技術を御審議・評価いただいた次世代社会インフラ用ロボット現場検証委員会の皆様に、この場をお借りして感謝の意を表す。

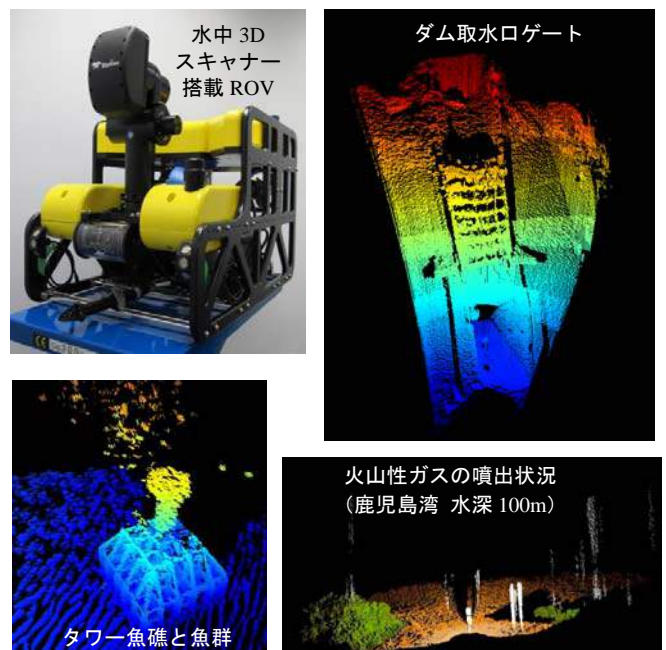


図 4 水中 3D スキャナー搭載 ROV による測定事例



古殿 太郎 (Taro Furutono)

1973 年 1 月 2 日生。1997 年東北大学大学院博士課程前期（修士課程）修了。修士（農学）。1997 年いであ㈱（旧社名 新日本気象海洋㈱）入社。現在、国土環境研究所環境調査部勤務。水域環境調査と技術開発に従事。



大野 敦生 (Atsuo Oono)

1981 年 7 月 12 日生。2006 年山梨大学大学院博士課程前期（修士課程）修了。修士（工学）。2006 年いであ㈱（旧社名 国土環境㈱）入社。現在、国土環境研究所環境調査部勤務。測量と技術開発に従事。