

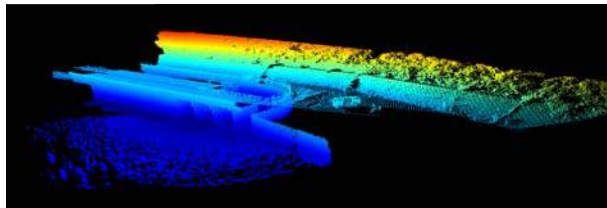
水中3Dスキャナーによる
水中構造物の形状把握、
維持管理・点検技術

～ 水中可視化技術の応用 ～

i-Construction推進コンソーシアム
ピッチイベント 2017年5月29日

いであ株式会社
国土環境研究所
環境調査部
技術開発室
古殿 太郎

Tel : 045-593-7602
ftarou@ideacon.co.jp



1

本日のプレゼンテーション内容

“平成27年度 国土交通省 次世代社会インフラ用ロボット
開発・導入の推進（水中維持管理技術）（直轄河川）”

1. 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（直轄河川）
2. 水中3Dスキャナー搭載ROVによる維持管理点検技術（直轄ダム）

- ✓ 技術概要・特徴
- ✓ ロボット仕様
- ✓ 実証試験結果
- ✓ 委員会の評価

3. 調査・活用事例

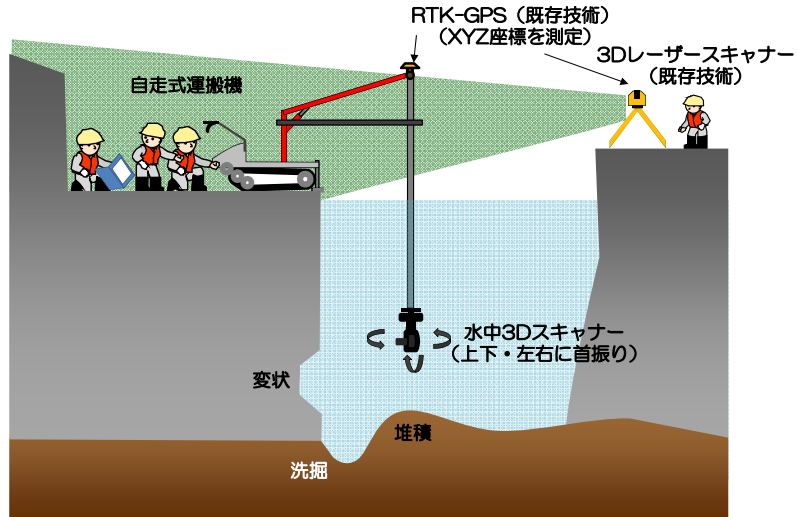
- ✓ 魚礁・熱水鉱床
- ✓ 従来手法（作業船・潜水土）～



2

1.1 H27 次世代社会インフラ用ロボ（水中維持管理） 技術概要（河川）

3Dレーザー Scanner と水中3D Scanner による維持管理点検技術



3

1.2 3Dレーザー Scanner と水中3D Scanner による維持管理点検技術 特徴

いであ技術の特徴

“ 潜水土による目視観察やマルチビームソナーを用いた 3D 測量に比べて、**簡易・安価・高密度**に水中構造物の形状や水底の洗掘・土砂堆積状況を確認する概査手法 ”
(クラック等の小規模の変状は対象としない)

- クローラー式運搬機、水中3D Scanner、RTK-GPS、発電機、ノートPCで構成
- 常に電力が供給できるため、**連続作業時間が長く動作が安定**
- 陸上からの測定のため、**流速の影響が小さい**
- 水中3D Scannerは音響機器のため、**濁水中でも測定可能**
- 普通車サイズの**バン1台で運搬可能**
- **調査員3名**で組立、測定、撤収を実施（実証試験では組立1時間、撤収45分）



安価で高い汎用性を実証試験で証明したい！

4

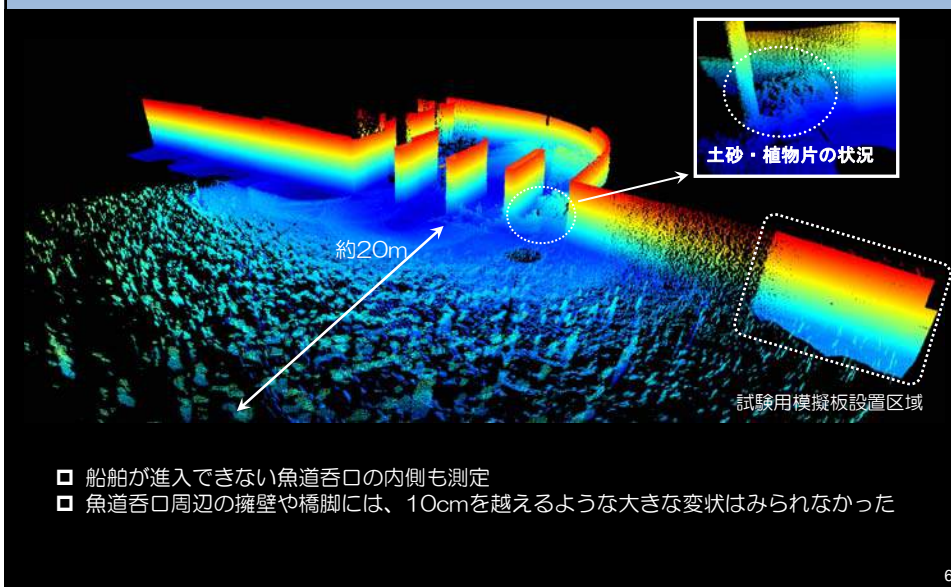
1.3 ロボット外観・仕様



外形寸法	ソナー： 267(mm)×234(mm)×391(mm) 運搬機： 1640(mm)×605(mm)×845(mm)
アーム長	3000mm
全重量	約150kg
使用周波数帯	1350kHz
最大測定距離	30m (最適距離1~20m)
測定時間 (1回あたり)	一般的に5分 ~ 20分、 最長48分 (360° 全周測定、解像度最大時)

5

1.4 実証試験結果(1) 水中3Dスキャナー 直轄河川右岸 魚道呑口周辺



約20m

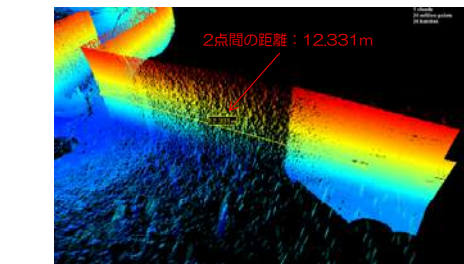
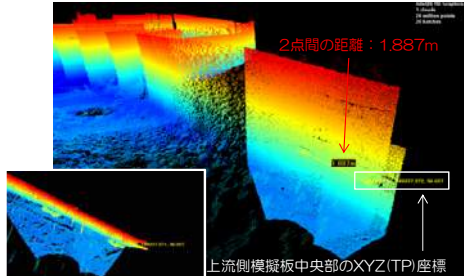
土砂・植物片の状況

試験用模擬板設置区域

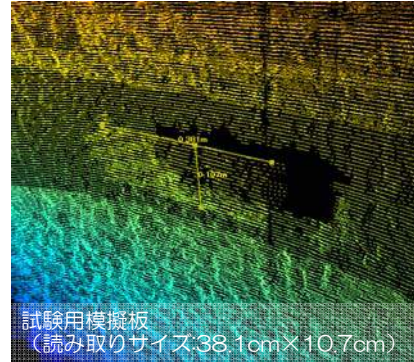
- 船舶が進入できない魚道呑口の内側も測定
- 魚道呑口周辺の擁壁や橋脚には、10cmを越えるような大きな変状はみられなかった

6

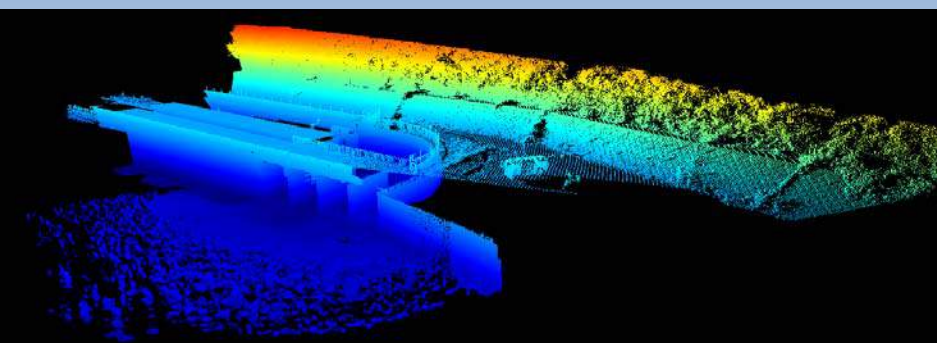
1.4 実証試験結果(2) 水中3Dスキャナー 試験用模擬板による精度確認



- 測定結果は点群モデルで表示、データ上の2点をポイントすることで点間の距離を表示
- 測定精度は概査の10cm以内をクリア



1.4 実証試験結果(3) シームレスな3D点群モデルの作成



- 陸上部と水中部の測定データを統合し、シームレスな3Dモデルを作成（任意断面の表示も可能）
- 3Dモデルは様々な角度からの俯瞰・ズームが可能（ビューソフトは無償）
- 統合データはXYZ座標データであるため、一般的なGIS・CADソフトでの解析が可能
- 点群で測定対象物を表現しているため、任意の2点間の距離を瞬時に測定・表示
→水中構造物の形状やサイズを容易に把握可能

1.5 次世代社会インフラ用ロボット現場検証委員会 評価（河川）

評価項目	委員評価	
濁水対応	水中3Dスキャナーにより、 濁度に拘わらず面的な状態把握 が可能。また、3D鳥瞰図から読み取った 矢板部の寸法は誤差率3%以下 という高い精度で測定されている。	◎
コスト比較	護岸1,000㎡当たりの調査費用で比較すると、従来方式（潜水士による点検）に比べて、諸経費抜き、諸経費込みのいずれにおいても 57%と大幅に低減 する。	◎
現場条件への対応 （濁度、流水、流木など）	検証時の最大流速は、魚道呑口下流側擁壁で 0.7m/sec であった	○
位置把握精度	VRS-GNSSと3D水中スキャナーを組合せて使用。指定した模擬板の 位置特定誤差は概ね10cm程度で、きわめて精度が高い 。	◎
水深20m以上への対応	検証時の水深は約3~5mで、現場では検証できなかったが、実績として、別府湾で水深約50mの魚礁測定の事例があり、 水深20mへの適用は可能 と思われる。	○
機器の搬入・撤去の容易性	機材がコンパクト で、荷下ろし用機械は不要で 人力だけで可	◎
クラック等の測定	水中3Dスキャナーの解像度では クラックの確認は困難 である	—



“試行的導入を推薦” かつ
“★★★” を取得。
平成28年度は試行的導入を実施

2.1 H27 次世代社会インフラ用ロボ（水中維持管理）技術概要（ダム）

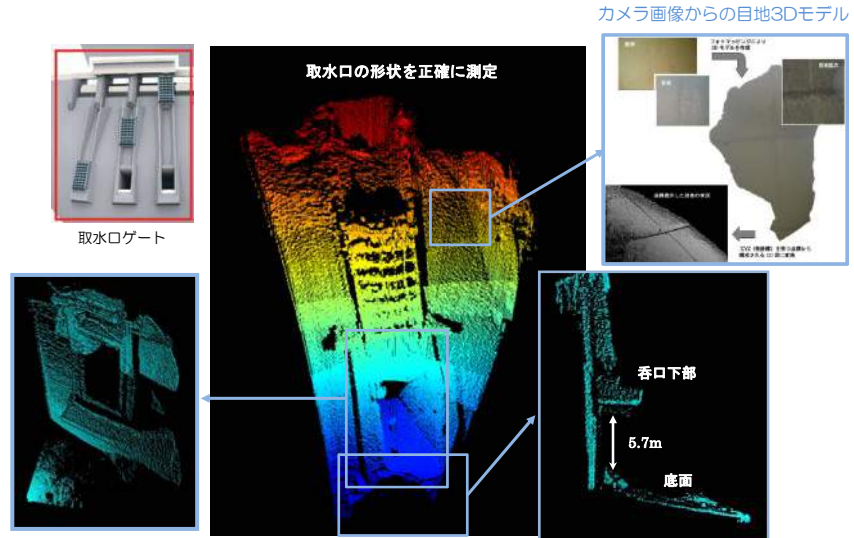
水中3Dスキャナ搭載ROVによる維持管理点検技術



技術的特徴：高い汎用性（ダム調査に特化していない）

小型・省力	調査員3名+ROV+小型発電機+作業船（重量約80kg、人力で揚収）
広範囲 長時間	潜水士では対応できない水深で長時間の作業が可能
最大潜水水深 / 最高速度	300m / 3ノット（約5km/h）
画像撮影	ハイビジョンビデオカメラ 操作用ビデオカメラ （外付：一眼レフカメラ、4Kビデオカメラ）
3D測量	水中3Dスキャナ+モーションセンサー（浮遊状態での測定）
その他	全周周センサーによる監視、音響機器（USBL）によるROV位置把握、マニピュレーター、

2.2 実証試験結果 取水ロケット測定（水中3Dスキャナー、ビデオカメラ）



11

2.3. 次世代社会インフラ用ロボット現場検証委員会 評価（ダム）

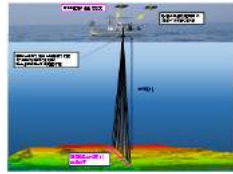
評価項目	委員評価	
濁水対応	濁水中でも画像、照明技術、レーザー、音響等を使用して状態把握が可能。	○
コスト比較	水深40m以深、1,000㎡当たりの調査費用と比較すると、従来の方法（潜水士による点検等）に比べ、 費用対効果の面で優位となる。	◎
現場条件への対応 (濁度、流水、流木など)	濁度、水流、流木の存在等の現場条件は、現場検証場所での検証時期のものを想定。	○
位置把握精度	性能上は可能（時間切れで確認できず）。	△
水深40m以上への対応	海域で水深200mの測定実績あり	○
機器の搬入・撤去の容易性	荷下ろし用機械は不要で 人力だけで可	○
クラック等の測定	光学カメラでコンクリート構造物表面の劣化状況等が面的に確認できる。	○
汎用性	他の 多くの現場において効果を発揮できる。	◎



“要改良事項が解決されれば活用が期待できる”
平成28年度にシステム全体の作業効率を大幅改善済

12

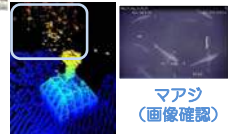
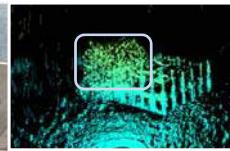
3.1(1) 調査事例 (マルチビーム + ROV + 水中3Dスキャナー 水深50~100m)



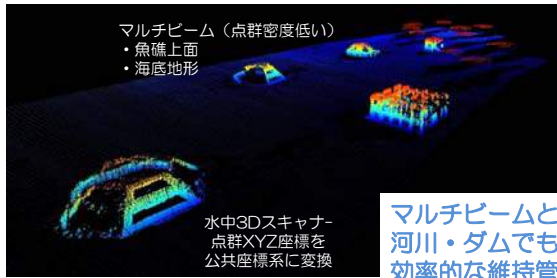
マルチビームによる
広範囲の概査



水中3Dスキャナー搭載
ROVによる精査



水中3Dスキャナーで
魚類集積状況も測定

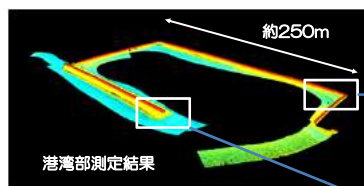


マルチビーム (点群密度低い)
・魚礁上面
・海底地形

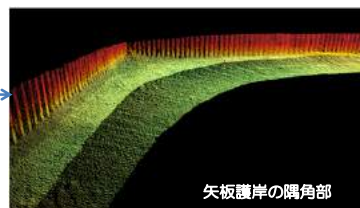
水中3Dスキャナー
点群XYZ座標を
公共座標系に変換

マルチビームと水中3Dスキャナーを統合し、
河川・ダムでもi-Constructionに対応する
効率的な維持管理を実施可能

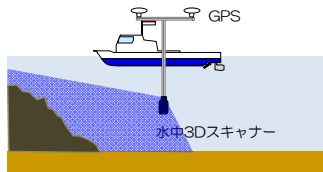
3.2 水中3Dスキャナーの活用事例 作業船への艙装 (河川での実績も有り)



港湾部測定結果

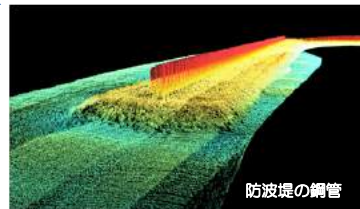


矢板護岸の隅角部



GPS

水中3Dスキャナー



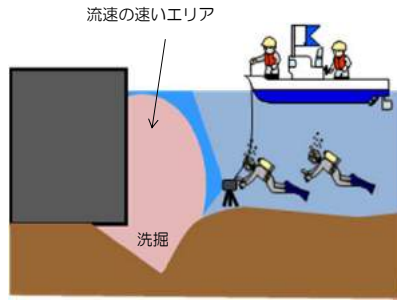
防波堤の罅管

- 船舶から測定 (モーションセンサーで動揺補正)
- ・マルチビームに比べ点群密度が高い
 - ・斜め上からの測定により対象物側面も測定

小型作業船+調査員3名で、艙装・撤収を含め1日で実施

構造物の隅角部や凹凸の多い樋門、堰の前面・下流、橋脚などに有効

3.2 水中3Dスキャナーの活用事例 船上から垂下



流速の緩い離れた場所に
船上から垂下。または
潜水士が固定

水中インフラの維持管理には、適切なプラットフォームと測定方法の選択が重要

御清聴、有難うございました。

