

平成27年度 次世代社会インフラ用ロボット（水中維持管理用）

No.	技術名称	応募者	共同開発者	ページ
(実用検証技術)				
1	吊り下げ式水中ビデオカメラ及び小型ROVによる水中維持管理システム	(株)SeaChallenge	(株)東京マリンサービス 日本潜水機(株) VVLAI	1
2	画像鮮明化技術を用いたダム維持管理ロボットシステム	パナソニック(株)		2
3	遠隔操作無人探査機による水中構造物診断システム	五洋建設(株)		3
4	マルチビームソナーと水中3Dスキャナー搭載ROVによる維持管理点検技術	いであ(株)		4
5	小型フレーム構造ROVを用いた水中維持管理技術	ニッスイマリン工業(株)	長崎大学 日本文理大学 北九州市立大学	5
6	アクアジャスターによる姿勢制御した水中構造物の健全性評価	(株)大林組		6
7	水中点検ロボットシステム	(株)アーキ・ジオ・サポート	東京大学生産技術研究所	7
(要素検証技術)				
8	テザー伸展操舵型の遠隔操作水中ロボットの開発	(株)建設技術研究所	(株)ハイボット 東京工業大学	8
9	可変構成型水中調査用ロボット技術	(株)キュー・アイ	(国研)産業技術総合研究所 (株)日立製作所 ディフェンスシステム社	9

2015 次世代社会インフラ用ロボット開発・導入

公表可

2015.11時点

No.1

水中維持管理

吊り下げ式水中ビデオカメラ及び小型ROVによる水中維持管理システム

～水中部可視化技術の現場検証～

応募者: 株式会社SeaChallenge

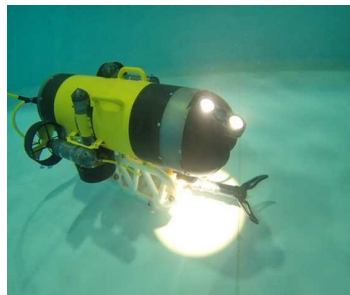
共同開発者: 株式会社東京マリンサービス・日本潜水機株式会社・VVLAI

[概要]

小規模器材をユニット化し、各ダムの現場的制約等を踏まえ複合的に組み合わせ作業準備から撤収まで人力対応できるシステム。

従来潜水士で作業していた潜水目視調査及び非破壊検査等をロボットに代替し、潜水士の安全性の確保・維持管理業務の効率化及び低コスト化を実現する。

[写真・イメージ]



[特徴]

現場対応力&スピード化&潜水士負担軽減&低コスト化

- 準備から撤収まで人力対応
- 分割フロートによる機動性の高さ
- クリアサイトによる濁度大の水中環境映像化
- 現場の濁度大の水を浄水装置で浄化サイト用水作成可能
- 小型ROVによる非破壊検査(肉厚測定・ボルトの緩み調査)
- 吊り下げ式水中ビデオカメラによる調査のスピード化
- 大深度における水中調査(100mを想定)
- ROV防水脆弱性の解消予備ユニットにより現場修理対応

[前回からの改良点]

- コンセプトそのままに新開発ROV及吊り下げ式水中ビデオカメラの導入
- 位置精度向上のための分割式ボート及び新技術VRS-RTXの導入

15WA1-0002-1 画像鮮明化技術を用いたダム維持管理ロボットシステム

～ ダム維持管理ロボットシステムの現場検証 ～

応募者: パナソニック株式会社

[概要]

今後、社会インフラの老朽化が急速に進行する状況下、ロボット技術による効果・効率の向上が重要である。以下の水中ロボット、点検システムを開発し、ダム維持管理ロボットシステムの実現を目指している。

[写真・イメージ]

■ パナソニックの強みであるセンシング・イメージング技術 × ロボティクスでアシスト!

[特徴] 水中点検動画撮影のお困り事改善に貢献

- **お困りごと: 水中は濁度が高く視認性が低い**
高濁度映像の視認性向上する**画像鮮明化技術**より、点検撮影動画から汚濁によるかすみ・浮遊物を除去
- **お困りごと: 水中は濁度が高く視認性が低い**
LED光源配置と水中屈折率に合わせ設計した**面均一照射レンズ技術**により、撮影カメラ画面全体を一樣輝度で均一化を実現し、点検解析に必要な映像ステッチング、点検箇所損傷抽出の精度向上を実現
- **お困りごと: 安定した映像が撮りにくい、再生時に揺れで酔う**
センサとスラスト制御で**自律姿勢制御技術**より、壁面勾配と正対した状態をキープしながら、安定した並行移動でブレ・歪のない安定した壁面の表面映像撮影をサポート
- **お困りごと: 撮影位置把握、俯瞰確認不可**
センサとスラスト情報により、**撮影位置を把握(自己位置センシング技術)**し、得られた画像情報をもとに**損傷自動抽出技術**より、点検箇所の損傷を抽出し、さらに**ステッチング技術**より、位置、サイズを定量的に2次元マップ化を行い、経年変化管理を可能とする

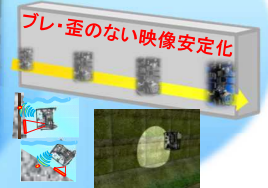
① 画像鮮明化技術
高濁度映像の視認



② 面均一照射レンズ技術
画面全体を一樣輝度で均一化



③ 自律姿勢制御技術
安定した並行移動



④ 損傷自動抽出、ステッチング技術
位置、サイズを定量的に2次元マップ化



[前回からの改良点] 水中ロボットの自己位置推定を行い、以前発見した損傷箇所に入りつける。

問い合わせ先: パナソニック(株) AVCネットワークス社 事業開発センター 安藤 達泰 Tel: 06-6905-4162 Mail: ando.tatsuyasu@jp.panasonic.com

遠隔操作無人探査機による水中構造物診断システム

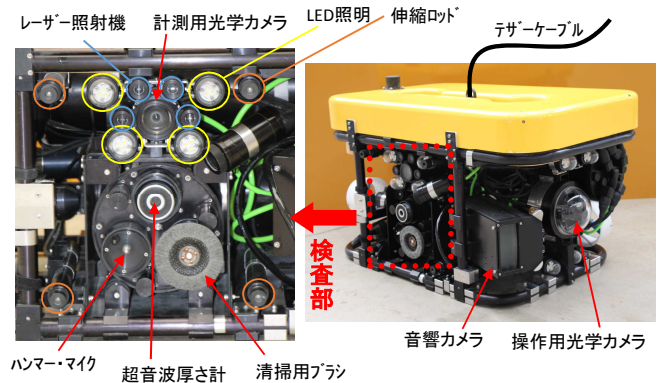
～ ROVを利用した水中調査ロボットによる大水深構造物の診断技術

応募者: 五洋建設株式会社

[概要]

水中構造物診断システムは大水深構造物の健全性調査(概査および精査)・診断を行う技術である。水中調査ロボットは**水深150mまでの耐水圧性能**を有し、ポート上等からの**遠隔操作による無人潜航**、設定深度・方位での**スラスト制御による位置保持**および伸縮ロッドによる傾斜面等への位置保持、**光学カメラ・音響カメラによる画像取得**、調査個所の**清掃・肉厚計測・打音検査**が可能である。また、**計測データの保存・解析による健全性の診断**が可能である。

[写真・イメージ]



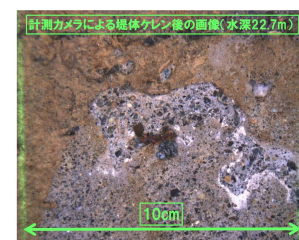
[特徴]

特徴	内容
① 比較的高い可搬性	長さ80cm、幅50cm、高さ48cm
② 耐水圧性能	水深150m(潜水深度実績127m)
③ 遠隔操作、無人潜航	ケーブル長300m
④ 位置保持	水中(設定深度・設定方位) 構造物面上(伸縮ロッド使用)
⑤ 潜航位置把握	GNSSプイと水中音響測位利用
⑥ 調査データ	リアルタイムデータ確認、同期保存

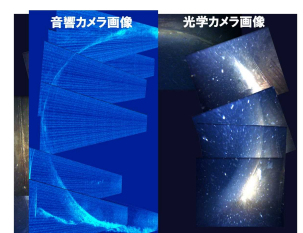
検査項目	機器
① 広域状態把握(低濁度時)	操縦用光学カメラ、LED照明
② 近接状態把握(クラック長さ・幅計測等)	計測用光学カメラ、LED照明 平行グリーンレーザー
③ 状態把握(高濁度時)	音響カメラ
④ 点検箇所清掃	清掃用ブラシ
⑤ 打音検査	ハンマー、マイク
⑥ 鋼材肉厚計測	超音波厚さ計

[前回からの改良点]

濁水中での鮮明画像の取得、ソナーによる障害物の把握、GNSSプイによる測位精度の向上



ダム堤体のコンクリート面の画像



洪水吐き部(ハルマ)の画像

問い合わせ先: 五洋建設株式会社 技術研究所

Tel: 0287-39-2100

マルチビームソナーと水中3Dスキャナー搭載ROVによる維持管理点検技術

～ 水中維持管理の現場検証 ～

【概要】

これまでの潜水士による水中構造物の目視点検は、水深が深く濁度の高い水域では、損傷状況を効率よく確認・計測し、経年変化を定量的に把握することが困難であった。

本技術では、船上からのマルチビームによる測量と、ROVに搭載した水中3Dスキャナー(BV5000)による水平方向からの測量結果を重ね合わせ、対象物の損傷状況を効率よく概査する。

損傷が疑われる部分においては、ROV搭載のHDカメラ・デジタル一眼カメラにより近接撮影し、損傷の状況を精査する。

【特徴】

- BV5000搭載ROVは**小型・軽量**のため、船上作業員4名+小型発電機で調査可能(**重機や潜水士が不要**)。
- 潜水士では作業のできない**水深100m以上でも長時間作業**が可能(最大200m)。
- マルチビームソナーとBV5000による音響測定は、**濁りの影響を受けることなく**、水中構造物、湖底地形を**短時間で広範囲を測定可能(概査)**
- ROVは、全周囲ソナーとBV5000による音響画像を船上でリアルタイムに確認できるため、カメラの画像が映らない**濁水中でも操作可能**。4つのスラスターにより、**0.5m/sec以下の流速で作業可能**。
- 成果品は**XYZ座標を持つ3D図**となるため、構造物の劣化・破損や塵芥の付着、洗掘・堆積の**経年変化を容易に把握**。

【前回からの改良点】

ハイビジョン画質のHDカメラを搭載し、船上でのリアルタイムの高画質動画の確認が可能となった。さらに複数のカメラ画像から3D画像を作成。

問い合わせ先: 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(ふるとの) 太郎 Tel:045-593-7602 Mail:ftarou@ideacon.co.jp

応募者: いであ株式会社

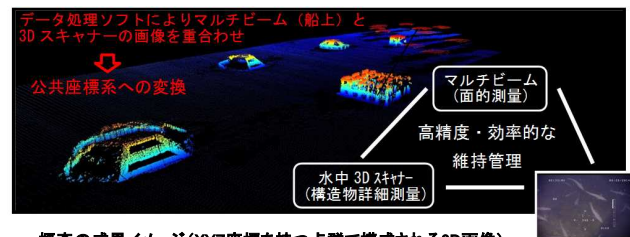
【写真・イメージ】



BV5000搭載ROV



小型船から人力で投入・撮収



概査の成果イメージ(XYZ座標を持つ点群で構成される3D画像)

小型フレーム構造ROVを用いた水中維持管理技術

～ 低コスト、軽量で機動性に優れたROVの現場検証～

【概要】

水深40m程度までを使用水深とし、ハイビジョンカメラ、LED照明、深度センサーや距離センサーなどの装備品を軽量フレーム構造に納め、三軸スラスターを搭載しスムーズな動作を可能としました。

低水温や視界が制限された環境でも迅速/容易に取り扱うことができます。

【特長】

着目点	特長	効果
低コスト	用途/機能を限定し汎用品でシステム構成	・材料費 数百万円
機動性	シンプルなシステム構成 ①ROV本体 ②ケーブル ③基地局	・1台の普通車に搭載可能 ・運用開始まで最短で約5分(標準装備品の場合)
汎用性	・可搬型発電機/家庭用電源で稼働 ・メンテナンスが容易	・容易に電源確保 ・電源供給の限り運航可
広い用途	必要に応じてセンサー類を脱着可能	・水深測定 ・深度センサー/距離センサー ・水中自位置観測機器他 ・堤体観察 ・距離センサー/深度センサー他
操縦性	マイコン支援の手動制御	・専門オペレータは不要

応募者: ニッスイマリン工業株式会社

共同開発者: 長崎大学、日本文理大学、北九州市立大学

【写真】



写真1. ROV本体とケーブル



写真2. 潜航中



写真3. 基地局のモニタ画面

【前回からの改良点】「モザイク図」を作成するための画像処理システムの開発、位置特定と姿勢制御の向上、中性浮力型電源ケーブルの開発

アクアジャスターを内蔵した水中点検ロボット技術 (ROV)

～ 高深度における壁面撮影技術の現場検証 ～

応募者: 株式会社 大林組

[概要]

潜水士を利用して行っていた水中部でのゲート設備や堤体の点検を、潜水士を利用することなく水上から行える技術である。さらに目視困難な領域でも点検を行える。

水平方向を任意に向けることが可能なジグと、地上または船上から任意な場所に移動できるROVとの組み合わせることで、目視困難な水中にある構造物を広域で迅速に測定/点検することを可能とする。

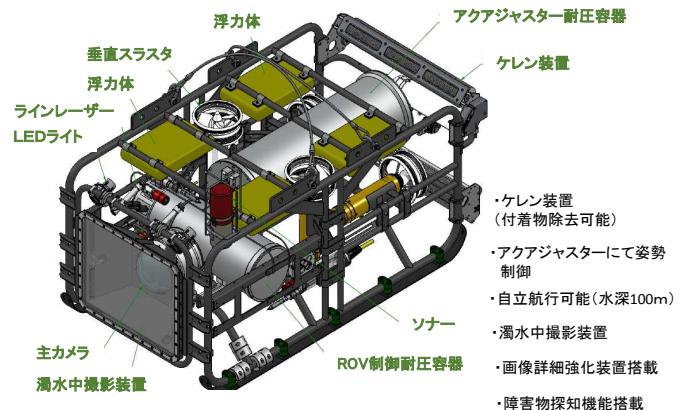
[特徴]

- 超音波を利用したソナー、高輝度LED、ハイビジョンカメラ、濁水中撮影装置、画像詳細強化装置などを搭載し、撮影が困難な夜間や、濁った水中でも撮影が可能である。
- 当社が開発したアクアジャスターをROVに搭載することで、水流による影響を受けることなく機械本体の姿勢制御を可能とすることで、より正確な撮影が可能である。
- 光ケーブルを採用することで、リアルタイムでの撮影状況をクリアな映像で確認することが可能である。
- 潜水士作業では困難な深度の海底においても調査が可能である。(深度100mまで対応)
- 地上に設置するトータルステーションとの連携で水中にいるROVの位置を割りだし、撮影箇所を正確な位置を把握することが可能である。
- ROV本体後方にケレン装置を搭載している為、撮影する壁面が汚れていても清掃することが可能であり、よりクリアな撮影が可能である。

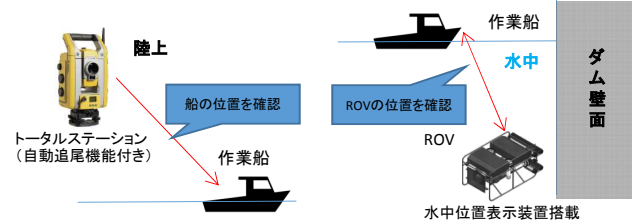
[前回からの改良点]

- ソナーにより、濁水中でもダムからの距離を認識
- ハイビジョンカメラ前面装置により、濁度によらず高画質の映像取得

ROV完成イメージ図



- GPSが受信できない場所では、トータルステーションと水中位置表示装置を活用することでROVの位置を正確に把握し撮影位置精度の向上を図ります。



問い合わせ先: 株式会社 大林組 土木本部 生産技術本部 設計第三部

Tel: 03-5769-1314

Mail: hamachi.katsuya@obayashi.co.jp

6

水中点検ロボットシステム

～ 堤体及び構造物の状態を確認できるシステム～

応募者: 株式会社アーク・ジオ・サポート (AGS)

共同開発者: 東京大学 生産技術研究所 巻研究室

[概要]

潜水士による近接目視の代替として、濁水中のナビゲーションを補助する水中音響機器を搭載するとともに、コンクリート等構造物の確認、点検を可能とする音響カメラを搭載したROVシステムである。

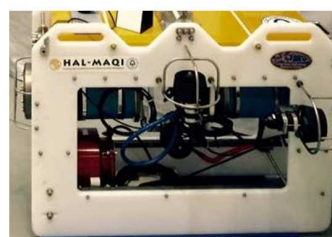
システムには相対的位置情報を把握するためのDVL及び障害物探知ソナーを搭載する。また高感度カメラで撮影した画像を用いたモザイク図の作成も可能である。

[特徴]

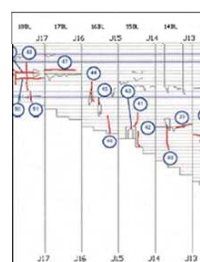
- 潜水士では困難な水深40m以深におけるダムの堤体や施設の画像撮影ができる。
- DVL等の音響ソナーにより周囲の状況を確認、濁水中でも移動が可能。
- 自動航行システムを開発中である。

[前回からの改良点]

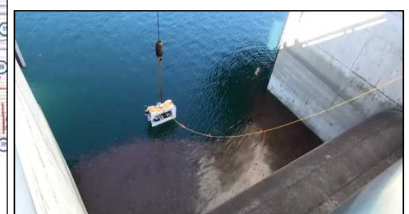
- 電源系統、データ通信システムを改良
- 位置精度を向上させるために各種センサー類を搭載、アプリケーションソフトを開発中である。



ROV (Remotely operated vehicle)



損傷図 (イメージ)



問い合わせ先: 株式会社アーク・ジオ・サポート (AGS)

Tel: 03-5304-7899

Mail: info@a-gs.jp

7

水中構造物の近接目視等を位置計測しつつ安定に実施可能なテザー伸展操舵型ROVの研究開発

～ダム水中構造物の調査・点検技術～

[概要]

本ROVは、高精度カメラの前方に透明板を設けた容器とスラスタにより構成している。点検では、堤体近傍に固定した操作船を用い、ダム堤体の横継目（15m間隔のスリット）に沿ってスラスタで押し付けながらテザーで降下し、映像を取得する。また、ブラシで清掃するなどして付着物を除去した構造物の状態把握を行うことにより、位置情報と合わせ精緻なデータ取得を実現する。

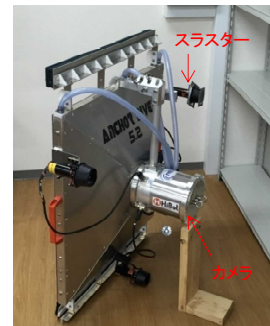
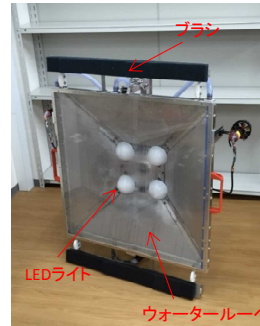
[特徴]

1. 潜水士では困難な水深100mまで調査可能
2. 濁水環境下でも透明水を充水したウォータールーペを用いることで目視把握が可能。
3. 高解像度カメラと画像処理技術により微細な変状を把握する。
4. 堤体表面清掃が可能なブラシを搭載
5. ボート上から操作するため、ダム上流面の形状、構造に関わらず対応可能
6. スラスタを用いた前後左右の移動および姿勢制御が可能

[前回からの改良点]

水深100m程度に対応可能なカメラ容器の耐圧性向上

応募者：株式会社建設技術研究所、
共同開発者：株式会社ハイボット、国立大学法人東京工業大学



水中点検ロボット アンカーダイバー5.2本体写真



ダム上流面水中点検イメージ図

問い合わせ先：株式会社建設技術研究所 広報室 Tel:03-3668-0451 Mail: koho@ctie.co.jp

8

可変構成型水中調査用ロボットの研究開発

～ 水中近接目視代替技術の現場検証 ～

[概要]

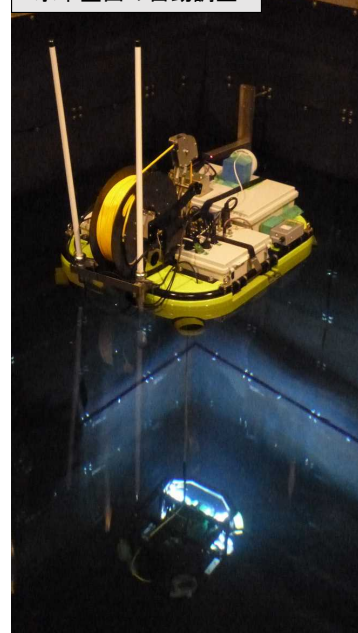
本システムは、水上ロボット、水中ロボット、操作インターフェースを基本構成とする可変構成型であり、各種アタッチメントを用いることで、ダムおよび河川の調査に柔軟に対応する。ダム調査時は水上ロボットと水中ロボットをケーブルで接続した構成を基本形態とする(右記 写真・イメージ参照)。河川調査時は水上ロボットの喫水部を河川用喫水部に交換し、音響イメージングソナーを装着した構成を基本形態とする。

[特徴]

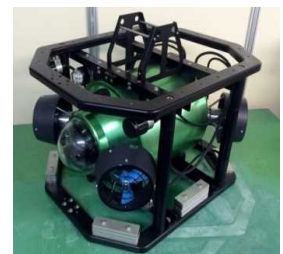
- 本システムの水中壁面自動調査機能を使用することで、潜水士による調査と比較し、格段に高効率な調査(概査)を行う。
- 自動調査映像から一枚の堤体広域マップ(概査)を自動生成でき、詳細調査箇所(精査)の把握と履歴管理が可能。
- 水上機の位置は目視可能であり、GPS情報とダム堤頂等の環境との相対位置により、正確な水平位置を把握する。また水上機から巻出したケーブル長さをカウントすることで、正確な水中撮影位置を記録する。
- 水中ロボット搭載のP/T機能付高精細カメラと角度可変式配光照明により、浮遊物の写り込み・ハレーションを低減した水中映像撮影を行う。
- 水中ロボットにマニピュレータ、回転ブラシ、近接用ガイドアームを装着し、点検箇所の清掃や触診を行う。
- 音響イメージングソナーデータの3Dモデリングにより、3次元地形マップを生成(河川調査時)。

応募者：株式会社 キュー・アイ
共同開発者：株式会社 日立製作所 ディフェンスシステム社
独立行政法人 産業技術総合研究所

水中壁面の自動調査



水中ロボット



操作インターフェイス



問い合わせ先：株式会社 キュー・アイ 担当窓口：松原 Tel: 045-783-1035 Mail: matsubara@qi-inc.com

9