

土研新技術ショーケース2016 in 大阪 2016.07.14

特許：第5458270号
名称：水中構造物点検システム及び画像処理装置

港湾構造物水中部劣化診断装置

国立研究開発法人 土木研究所
寒地土木研究所 寒地機械技術チーム
岸 寛人
kishi-n22aa@ceri.go.jp

CERI 国立研究開発法人 土木研究所 寒地土木研究所

従来の構造物水中部の点検方法

潜水士の**目視**により変状を確認
部分的に写真撮影
水中の**濁り**などが作業効率に大きく影響

CERI 国立研究開発法人 土木研究所 寒地土木研究所 1/23

従来の点検報告書

水の**濁り**、**明るさ**の異なる写真のつなぎ合わせ
水中部**全体**の状況を**把握しにくい**

効率的な構造物水中部の点検技術

CERI 国立研究開発法人 土木研究所 寒地土木研究所 2/23

港湾構造物水中部劣化診断装置

超音波により**構造物水中部**の**全体画像**を作成
→ 水中部**全体**の**損傷**、**経年変化**を**監督員**の**目**で確認できる

音響カメラ撮影画像
約2.3m
約1.7m

音響カメラおよび計測機器
画像解析ソフトウェア
架装装置および船装用架台

全体画像（モザイク図）
約11.1m
約100m

CERI 国立研究開発法人 土木研究所 寒地土木研究所 3/23

モザイク図を使用した点検報告

モザイク図を使用した点検報告書（案）
PC画面上での計測

モザイク図（CAD図面との重ね合わせ）

CERI 国立研究開発法人 土木研究所 寒地土木研究所 4/23

音響カメラ

超音波で撮影

→ 被写体に向け送信した**超音波**の**反射強度**により**画像化**
→ **水の濁り**や**周囲の暗さ**に関係なく**撮影可能**

22.4cm
18.4cm
32.5cm
重量：
13.2 kg（空中）
5.4 kg（水中）

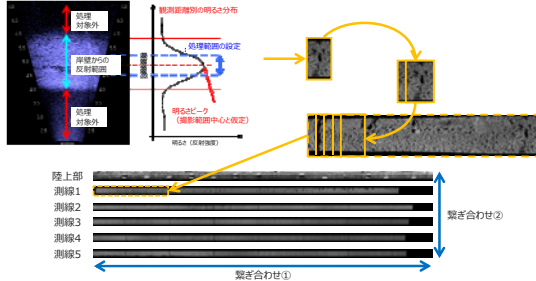
29° 撮影距離
14° 撮影角度
撮影範囲

CERI 国立研究開発法人 土木研究所 寒地土木研究所 5/23

モザイク図の作成（画像解析ソフトウェア）

モザイク図作成方法

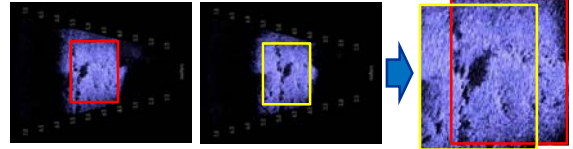
- ①撮影画像の各フレームを水平方向に繋ぎ合わせ
- ②各測線の画像を垂直方向に繋ぎ合わせ



モザイク図の作成（画像解析ソフトウェア）

モザイク図作成における解析

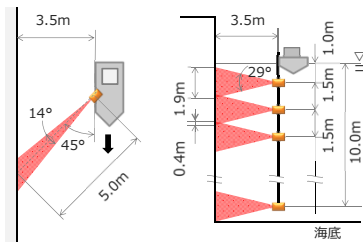
- ①幾何学的接合
音響カメラの位置・姿勢情報等をセンサで計測し、対象構造物との相対的な位置関係を算出して接合（位置精度高い）
- ②画像マッチング処理
前後2つの画像の一致する部分を探し、画像のみで接合（動揺の影響小さい）



画像解析ソフトウェアでは両者の利点を組み合わせてモザイク図を作成

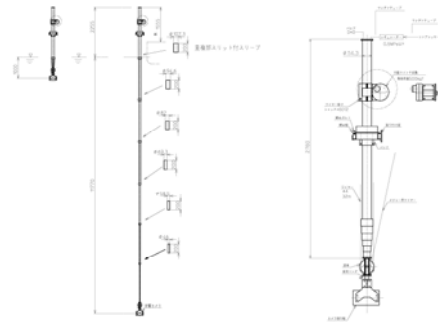
撮影方法

- ・船舶に音響カメラを搭載し、移動しながら撮影
- ・撮影水深を変化させ、構造物水中部の全体を撮影



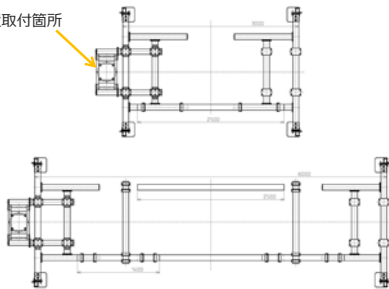
架装装置

- ・撮影時の水の抵抗および可搬性を考慮
- ・伸縮式



艀装用架台

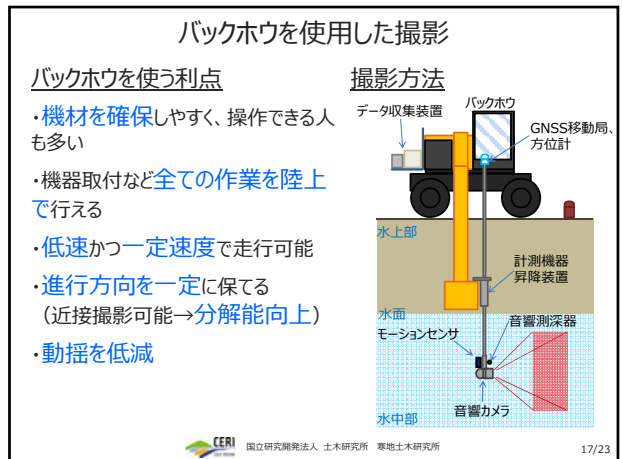
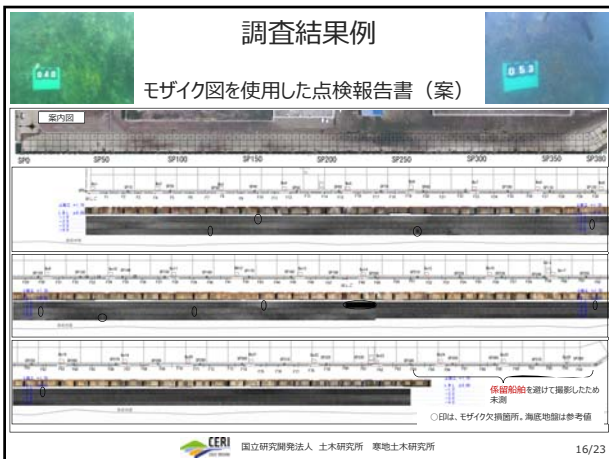
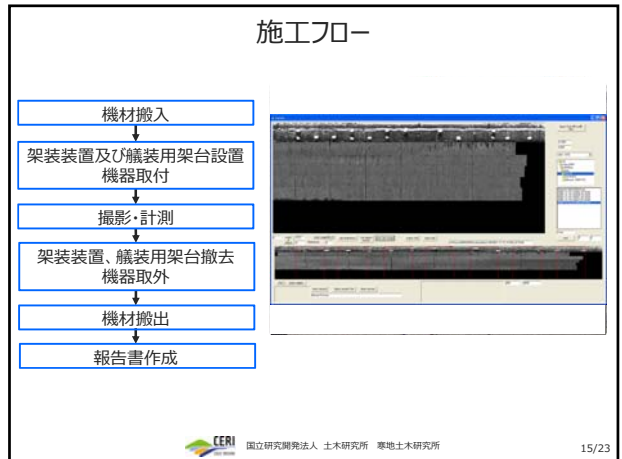
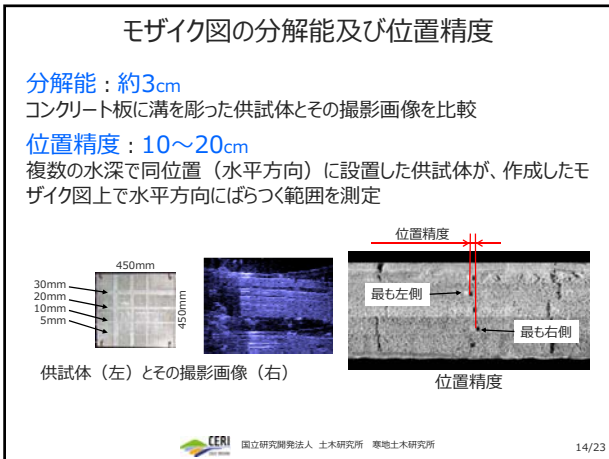
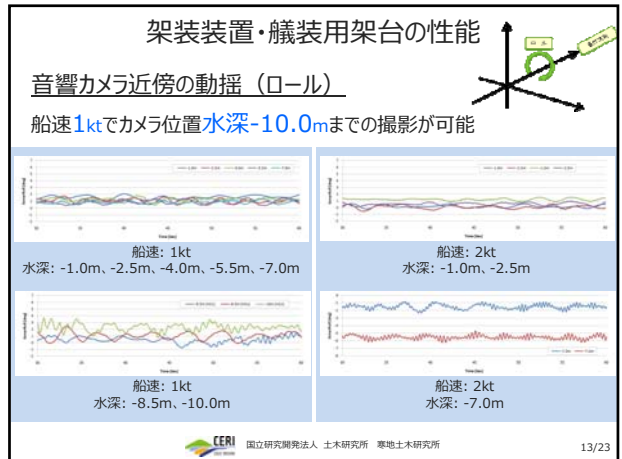
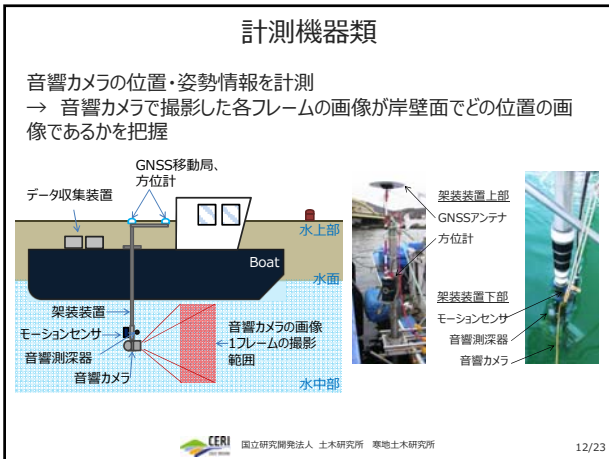
架装装置取付箇所



架装装置・艀装用架台



架装装置、艀装用架台を取り付けた状態



バックホウを使用した撮影

計測機器昇降装置

- 船舶用の架装装置、艦装用架台より小さく、軽い
- 設置・撤去が容易**
- 電動で昇降し、可動域は3m（音響カメラの撮影範囲を考慮すると水深5m程度まで撮影可能）

バックホウ

ソナー昇降装置

音響カメラ

フラック付角パイプ

CERI 国立研究開発法人 土木研究所 寒地土木研究所 18/23

バックホウを使用した撮影

動揺（ロール）の比較

船舶に比べ約6分の1に低減

船舶による計測

約4秒周期の揺れ

±2度の揺れ、岸壁-計測機器間距離3.5m

バックホウによる計測

±0.3度の揺れ、岸壁-計測機器間距離1.5m

CERI 国立研究開発法人 土木研究所 寒地土木研究所 19/23

バックホウを使用した撮影

分解能

岸壁への接近と揺れの低減により幅1cmの溝を識別可能

供試体
・コンクリート板
L400mm*W400mm*H50mm
・緑矢印は幅約1cmの溝

バックホウによる現地計測
供試体までの垂直距離 約1.5m
移動速度 約0.2m/s

室内試験
供試体までの垂直距離 約1.3m
移動速度 約0.2m/s

室内試験
供試体までの垂直距離 約1.3m
移動速度 約0.5m/s

CERI 国立研究開発法人 土木研究所 寒地土木研究所 20/23

まとめ (1/3)

日当り調査面積の比較

調査手法	調査面積	備考
潜水調査	1200 m ² /日	維持管理計画書策定のための現地調査費（暫定案）：国土交通省
音響カメラ + 船舶	6500 m ² /日	速度 1kt (≒0.5m/s) 岸壁-音響カメラ間の垂直距離 約3m 分解能 約3cm 撮影可能水深 ~10m
音響カメラ + バックホウ	3900 m ² /日	速度 0.5m/s 岸壁-音響カメラ間の垂直距離 約1.5m 分解能 約1cm 撮影可能水深 ~5m

※海象等による動揺の影響でデータが画像解析ソフトでの処理に適さないと判断される場合は再測を行う必要があり、調査面積は減少することがある

CERI 国立研究開発法人 土木研究所 寒地土木研究所 21/23

まとめ (2/3)

直接業務費の比較

調査面積が大きい場合、潜水調査に比べ安価

2905 m²

2329 m²

5500 m²

潜水調査

音響カメラ+バックホウ

音響カメラ+船舶

調査面積 (m²)

直接業務費 (万円)

<試算条件>
・水深5mの場合で比較
・潜水調査は、維持管理計画書策定のための現地調査費（暫定案）の潜水調査（1）による
・潜水調査は、安全監視船を計上している

CERI 国立研究開発法人 土木研究所 寒地土木研究所 22/23

まとめ (3/3)

適用条件、留意事項

- 表面形状を画像化する装置であり、付着物がある場合はその形状が撮影される
- 鋼矢板岸壁は凹凸が大きいため、凹部分が影になり写らない
- 係留船舶が多い場合は連続的に計測できない
→ 船舶が少ない時間等に撮影

CERI 国立研究開発法人 土木研究所 寒地土木研究所 23/23

ご清聴ありがとうございました

特許登録

特許番号：第5458270号

名称：水中構造物点検システム及び画像処理装置

国立研究開発法人 土木研究所

国際航業株式会社

国立大学法人 東京大学

お問い合わせ

国立研究開発法人 土木研究所 寒地土木研究所

寒地機械技術チーム TEL：011-590-4049