

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

# 水中構造物音響画像点検装置

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

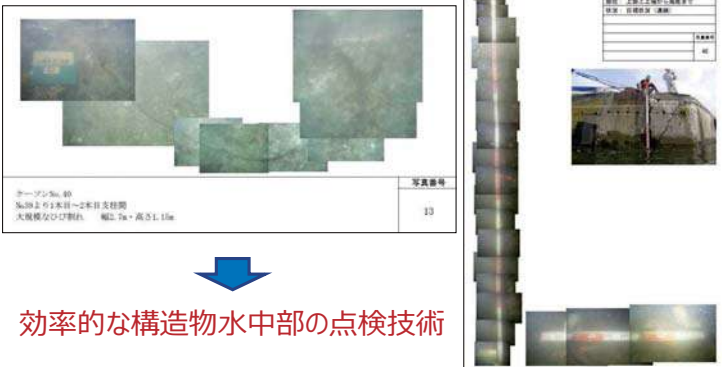
## 従来の構造物水中部の点検方法

潜水士の**目視**により変状を確認  
水中の**濁り**などが作業効率に大きく影響



## 従来の点検報告書

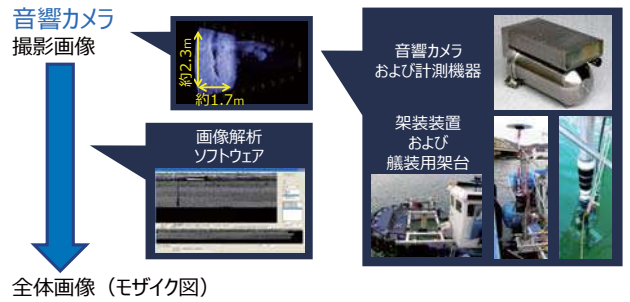
水の**濁り**、**明るさ**の異なる**部分的な**写真のつなぎ合わせ  
水中部**全体の状況**を把握しにくい



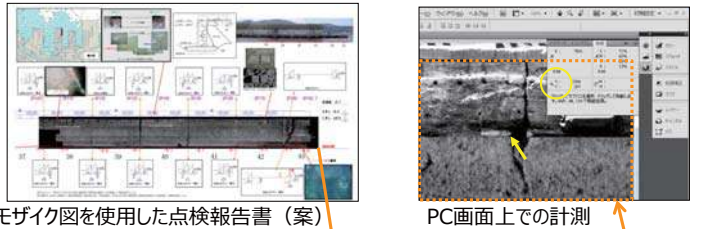
効率的な構造物水中部の点検技術

## 水中構造物音響画像点検装置

**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

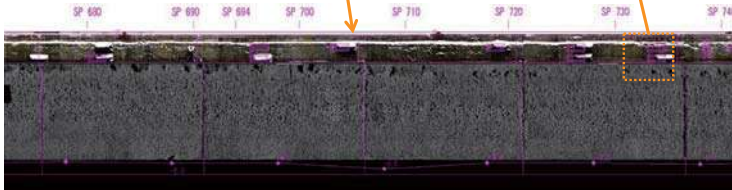


## モザイク図を使用した点検報告



モザイク図を使用した点検報告書（案）

PC画面上での計測

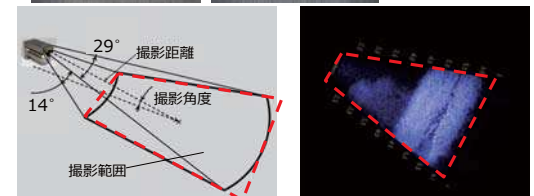


モザイク図（CAD図面との重ね合わせ）

## 音響カメラ

### 超音波で撮影

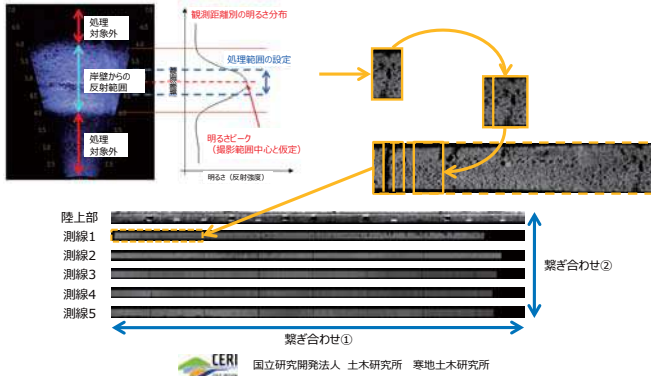
→ 被写体に向け送信した**超音波**の**反射強度**により**画像化**  
→ **水の濁り**や**周囲の暗さ**に関係なく**撮影可能**



## 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

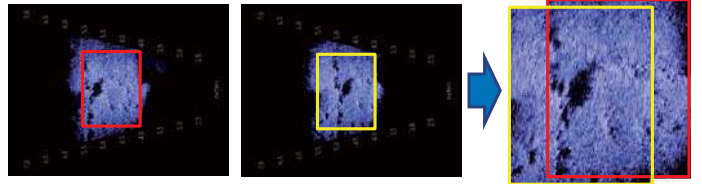


## モザイク図の作成（画像解析ソフトウェア）

### 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）

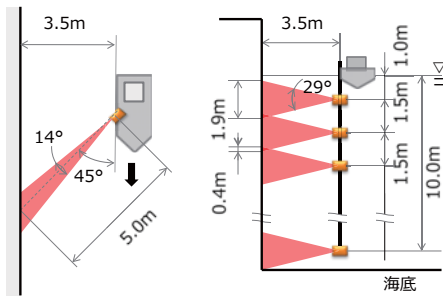
②画像マッチング処理  
前後2つの画像の一致する部分を探し、画像のみで接合（動揺の影響小さい）



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

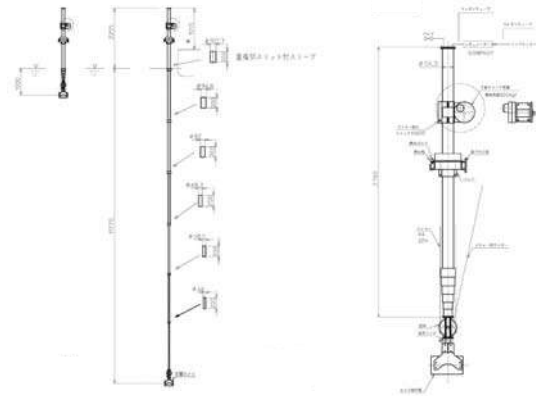
## 撮影方法

- ・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



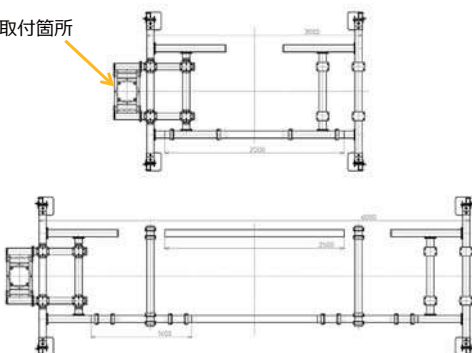
## 架装装置

- ・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

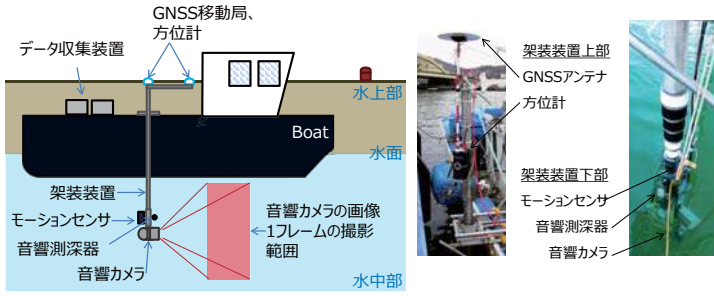


架装装置、艀装用架台を取り付けた状態

## 計測機器類

音響カメラの位置・姿勢情報を計測

→ 音響カメラで撮影した各フレームの画像が岸壁面でのどの位置の画像であるかを把握



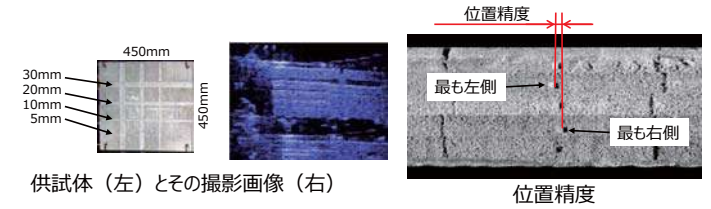
## モザイク図の分解能及び位置精度

分解能：約3cm

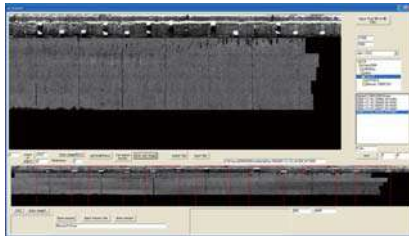
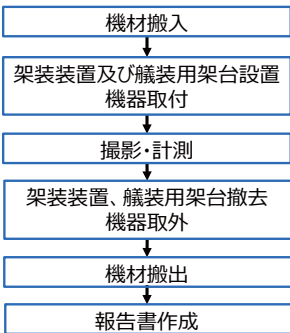
コンクリート板に溝を彫った供試体とその撮影画像を比較

位置精度：10~20cm

複数の水深で同位置（水平方向）に設置した供試体が、作成したモザイク図上で水平方向にばらつく範囲を測定

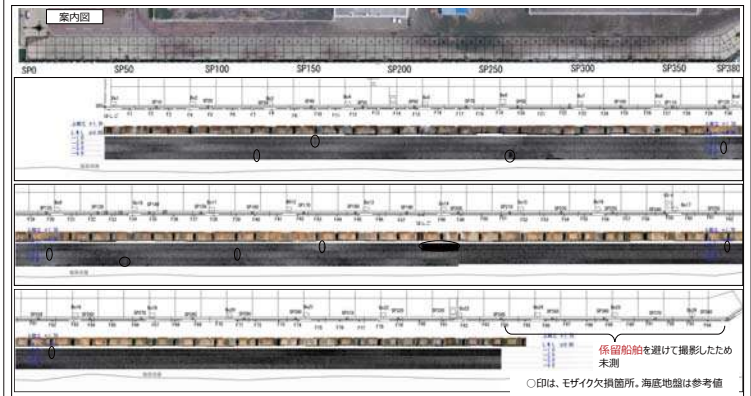


## 施工フロー



## 調査結果例

モザイク図を使用した点検報告書（案）

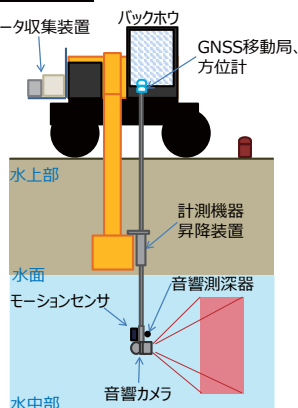


## バックホウを使用した撮影

### バックホウを使う利点

- ・機材を確保しやすく、操作できる人も多い
- ・機器取付など全ての作業を陸上で行える
- ・低速かつ一定速度で走行可能
- ・進行方向を一定に保てる（近接撮影可能→分解能向上）
- ・動揺を低減

### 撮影方法



## バックホウを使用した撮影

### 計測機器昇降装置

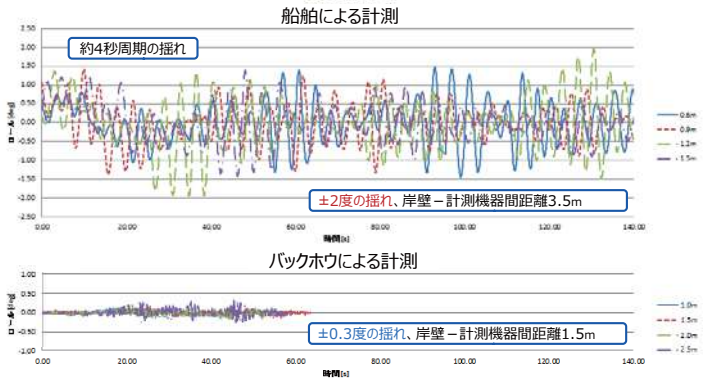
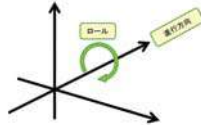


- ・船舶用の架装装置、艀装用架台より小さく、軽い
- ・設置・撤去が容易
- ・電動で昇降し、可動域は3m（音響カメラの撮影範囲を考慮すると水深5m程度まで撮影可能）



## 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



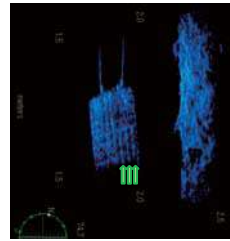
## バックホウを使用した撮影

### 分解能

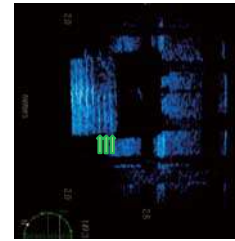
岸壁への接近と揺れの低減により幅1cmの溝を識別可能



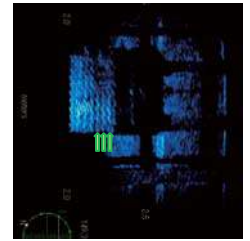
供試体  
・コンクリート板  
L400mm\*W400mm\*H50mm  
・緑矢印は幅約1cmの溝



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

## 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

ご清聴ありがとうございました