

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





ケーソンNo. 40 No.39より1本目~2本目支柱間 大規模なひび割れ 幅2.7m・高さ1.15m	写真番号 13
---	------------



効率的な構造物水中部の点検技術



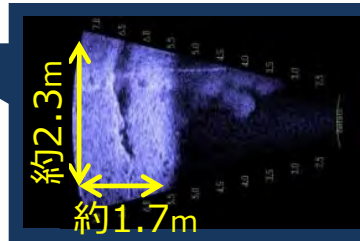
場所:	第3号埠頭北岸壁(-5.0m)
測点:	-9m岸壁とNo.1ブロックとの境
部位:	上部工上端から海底まで
状況:	目視状況(連続)
	写真番号
	46



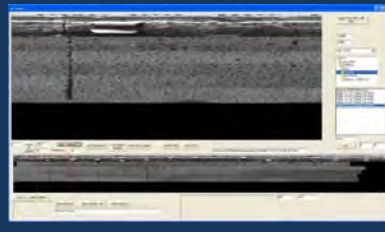
# 水中構造物音響画像点検装置

超音波(音響カメラ)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



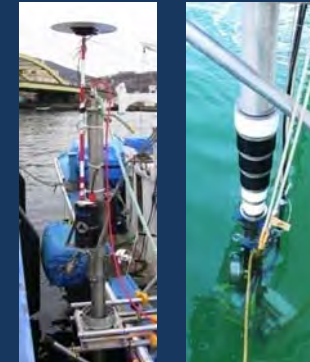
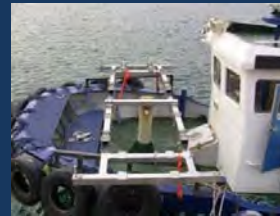
画像解析  
ソフトウェア



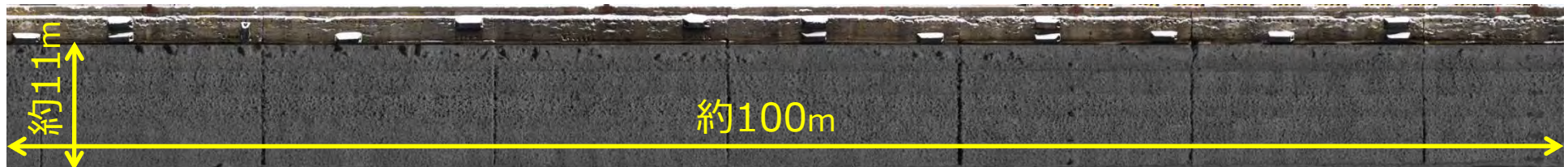
音響カメラ  
および計測機器



架装装置  
および  
艀装用架台

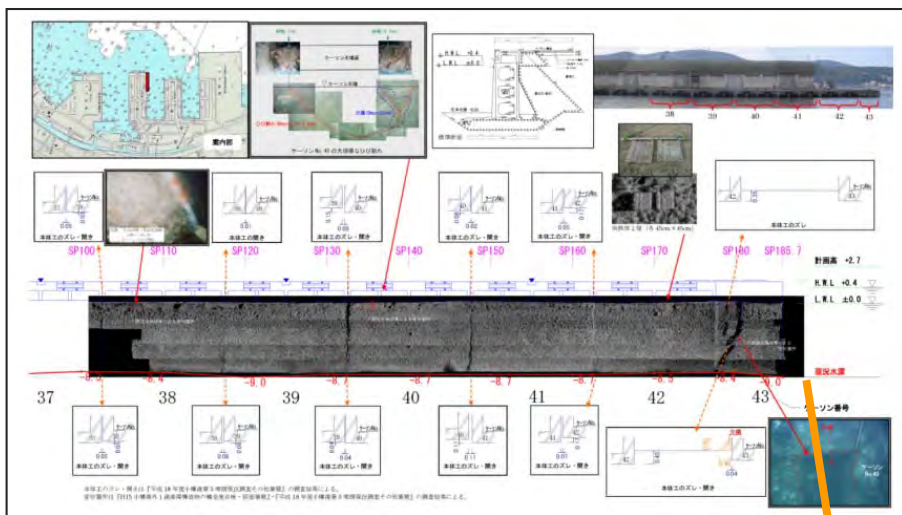


全体画像 (モザイク図)

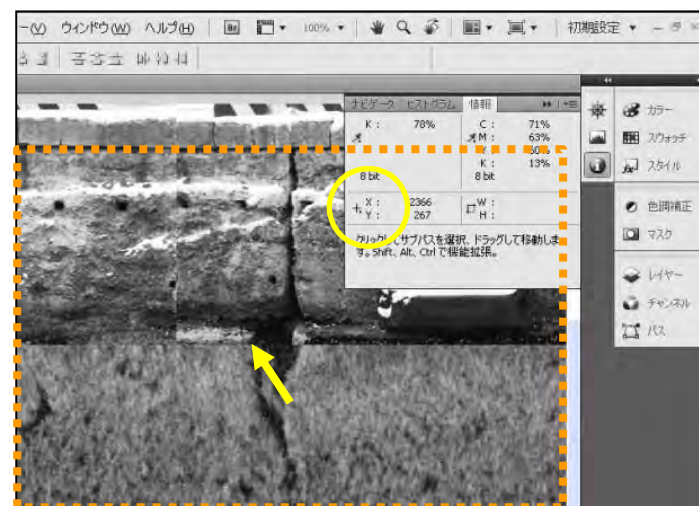




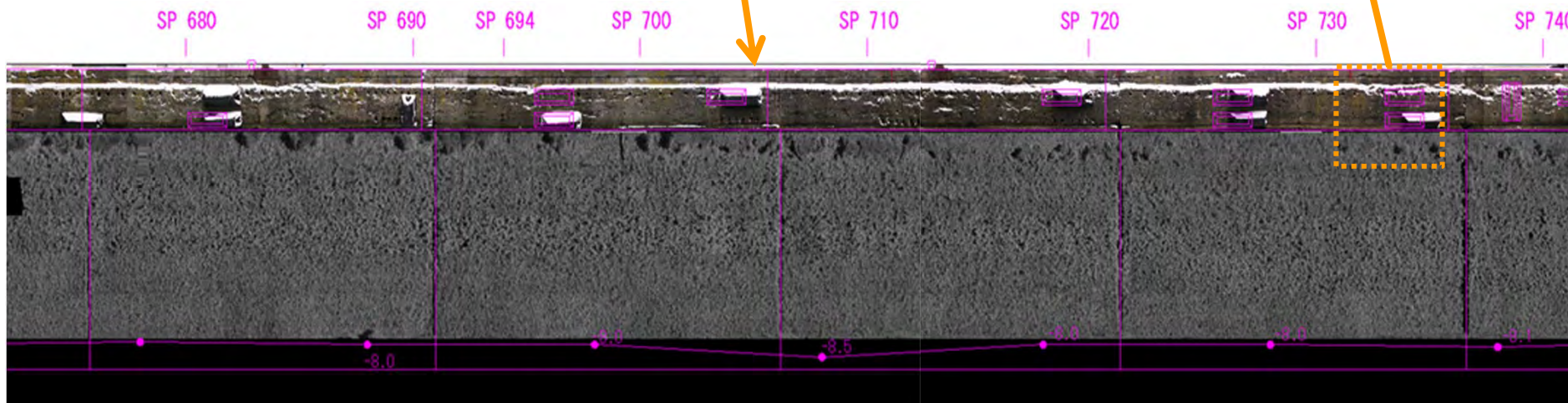
# モザイク図を使用した点検報告の例



モザイク図を使用した点検報告書（案）



PC画面上での計測

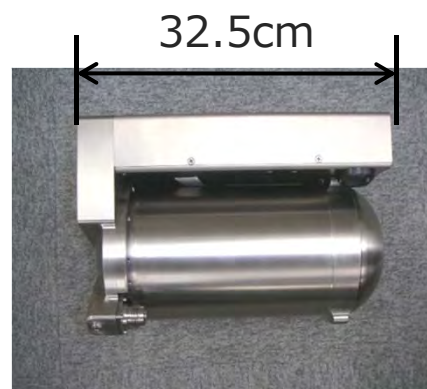


モザイク図（CAD図面との重ね合わせ）

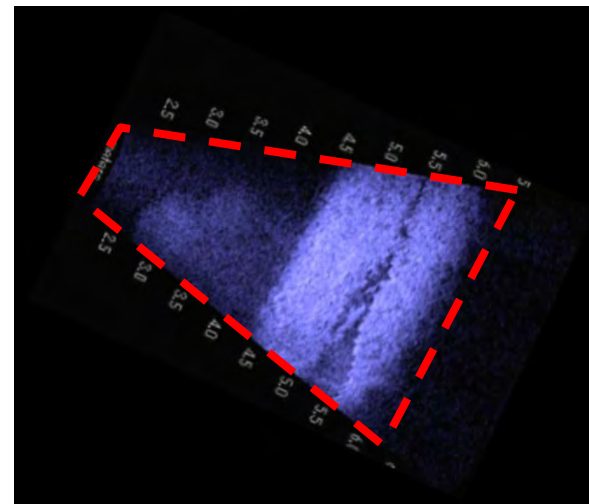
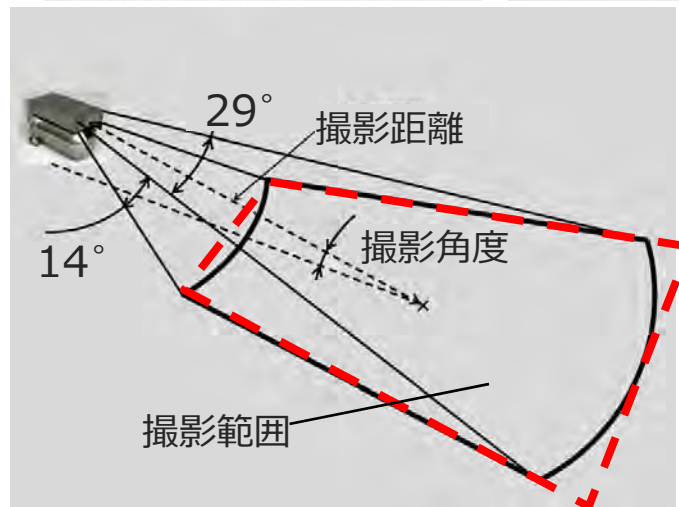
# 音響カメラ

## 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



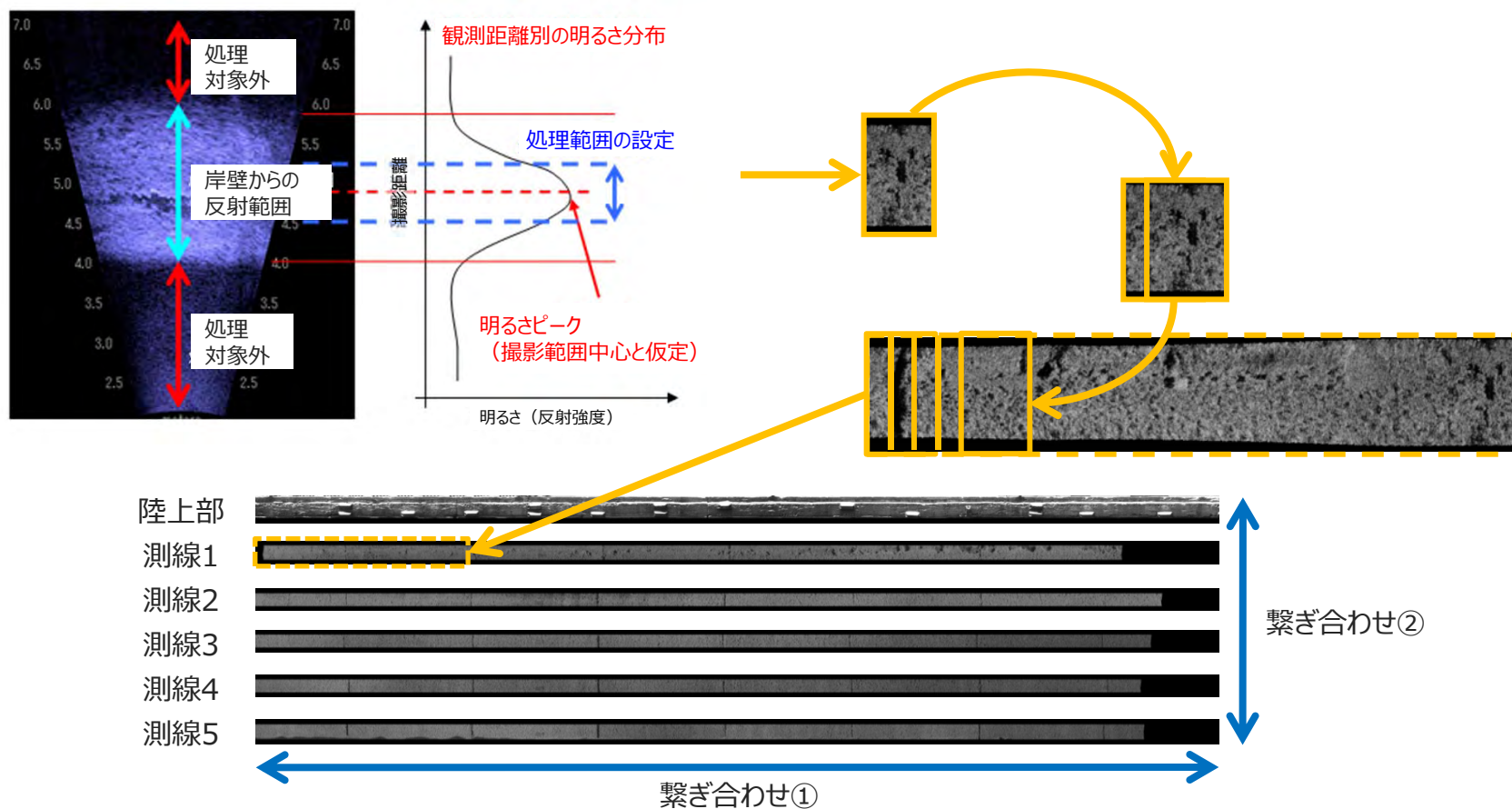
重量：  
13.2 kg (空中)  
5.4 kg (水中)



# 画像解析ソフトウェア（モザイク図の作成）

## 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





# 画像解析ソフトウェア（モザイク図の作成）

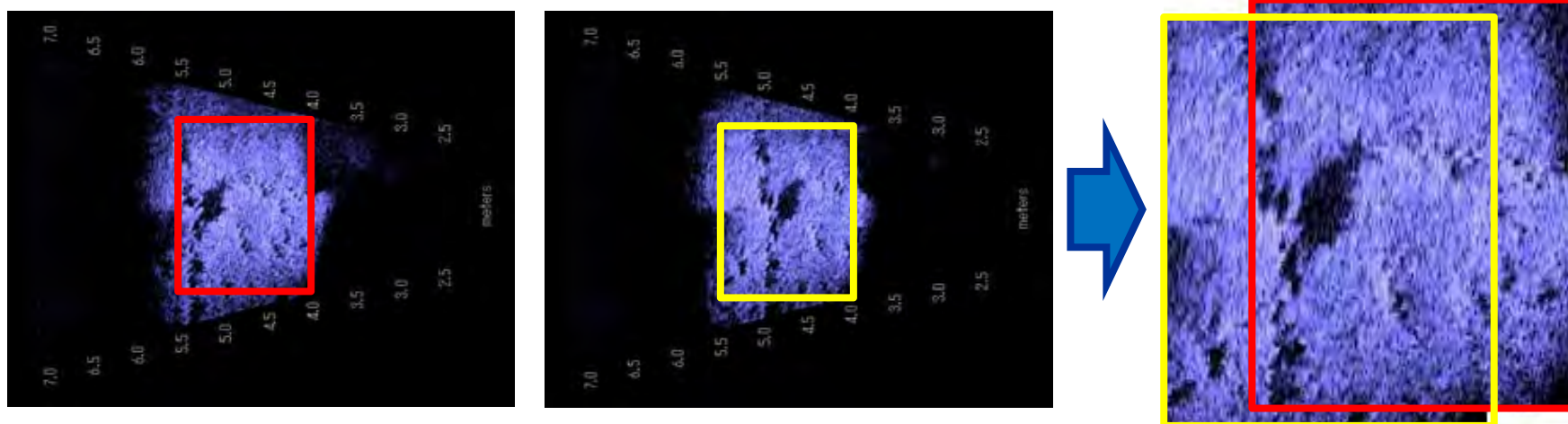
## モザイク図作成における解析

### 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）

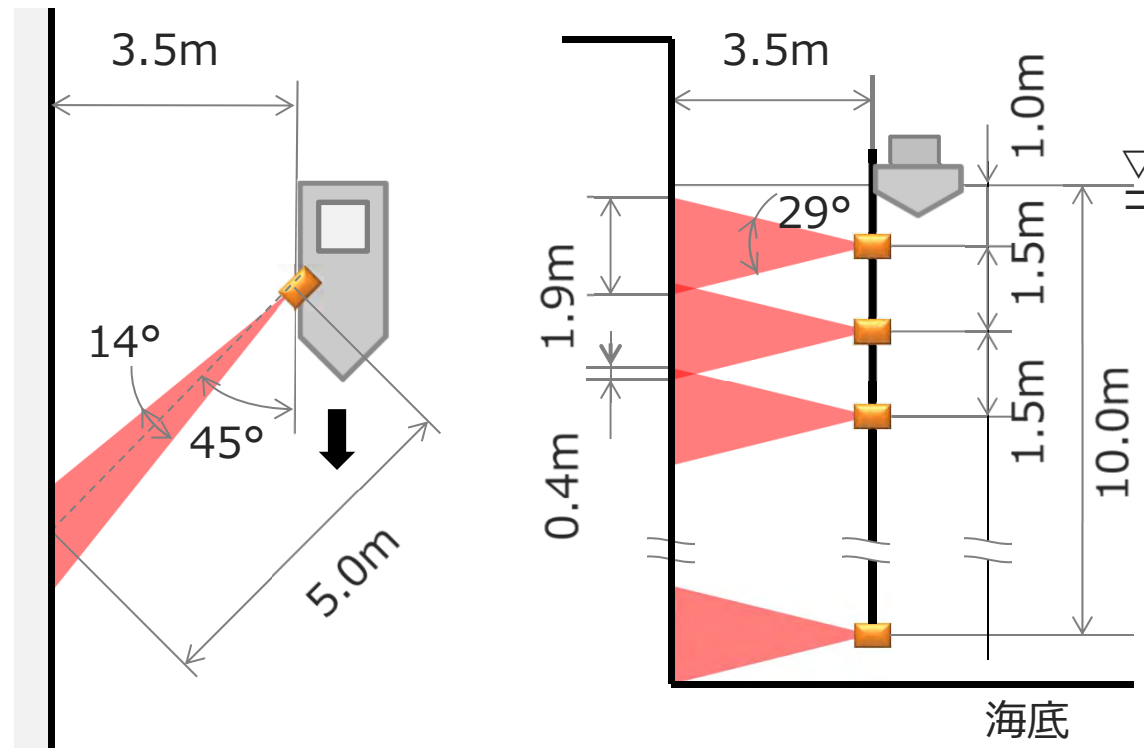


画像解析ソフトウェアでは両者の利点を組み合わせてモザイク図を作成



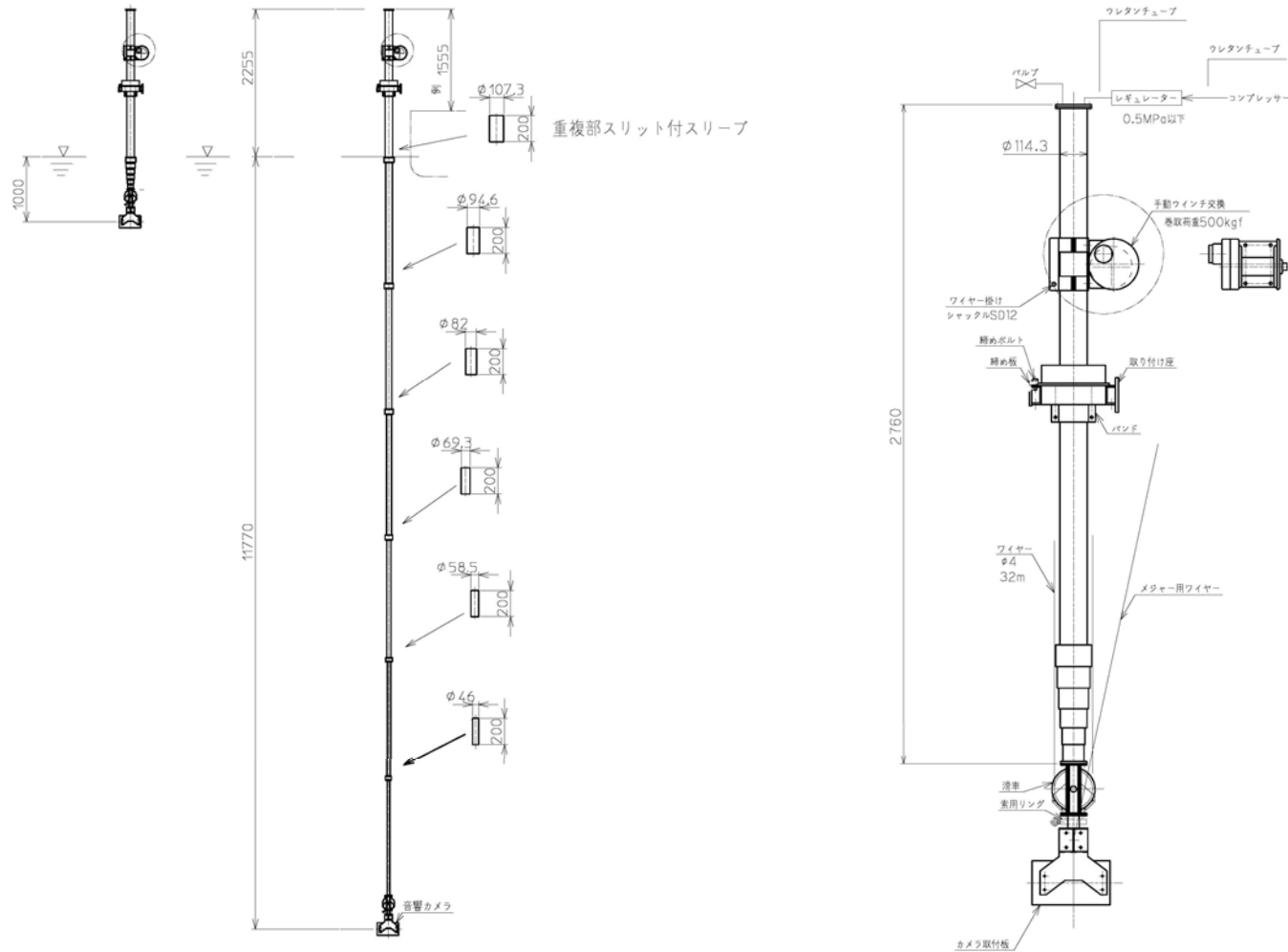
# 撮影方法

- 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



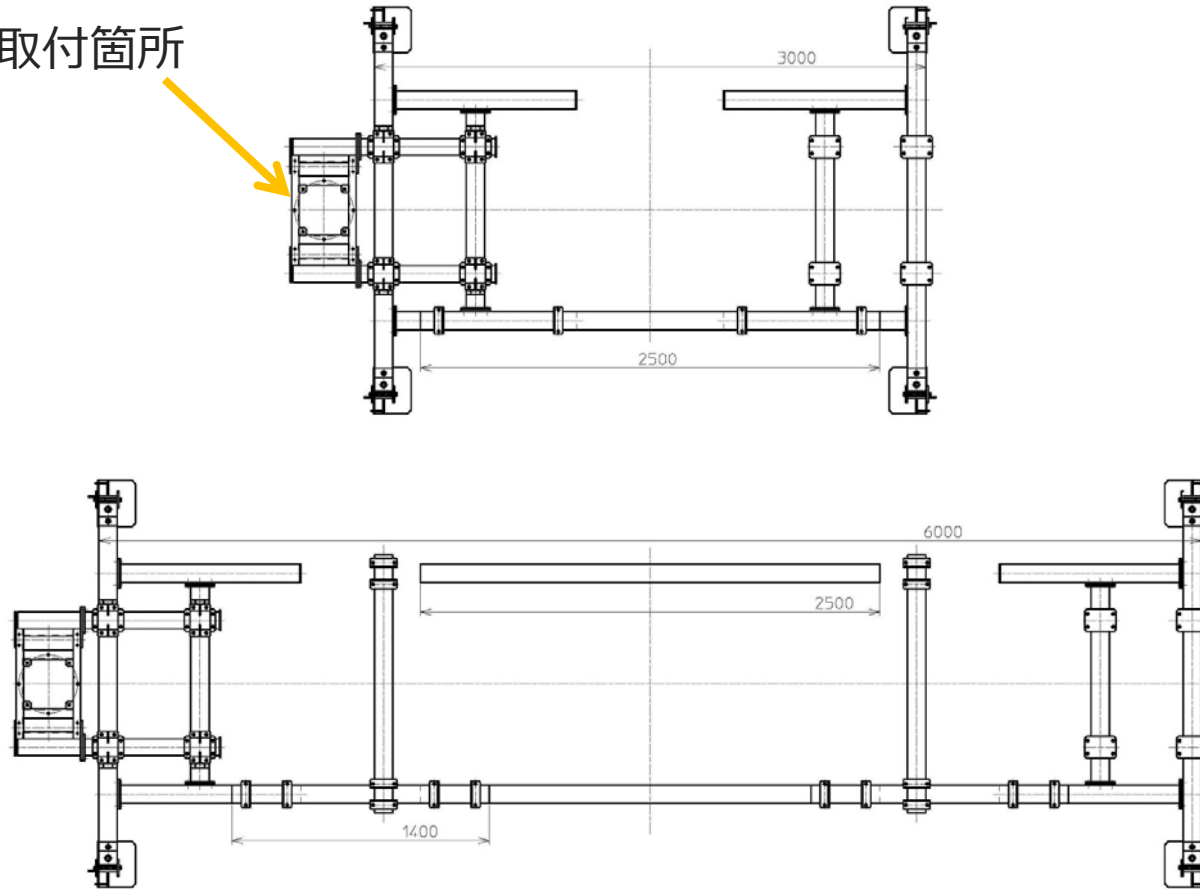
# 架装装置

- 音響カメラを撮影したい水深に固定するための装置
- 伸縮式ポール（ワイヤーロープウィンチにより長さ調整）



# 艀装用架台

架装装置取付箇所





# 架装装置・艀装用架台

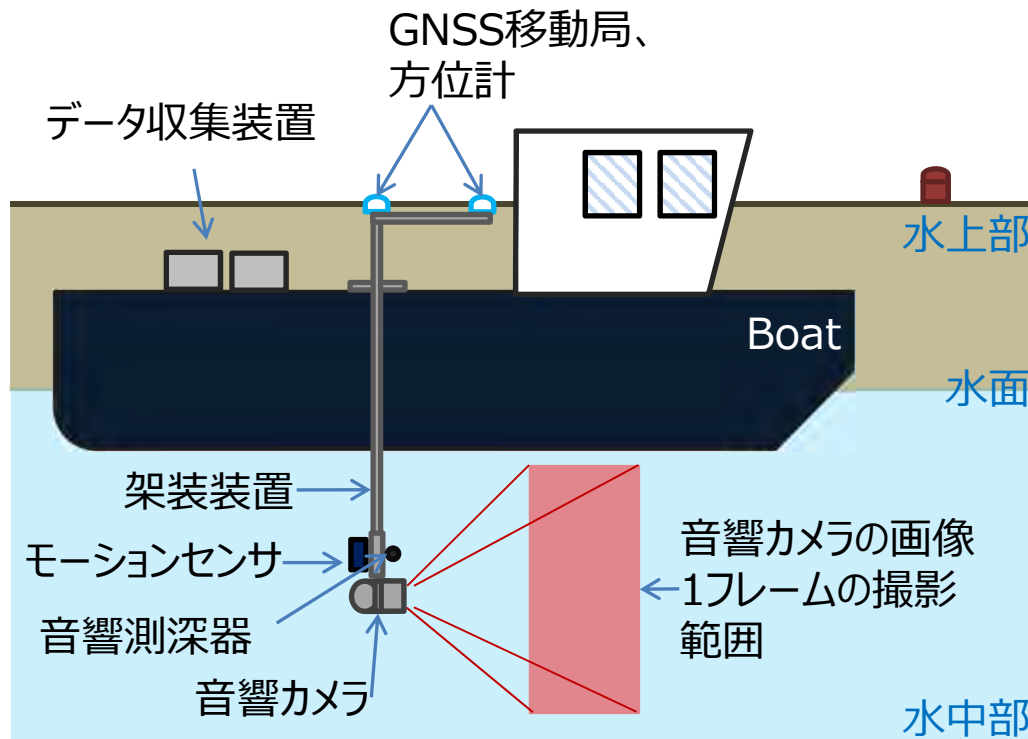


架装装置、艀装用架台を取り付けた状態

# 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どの位置の画像であるかを把握



架装装置上部

GNSSアンテナ

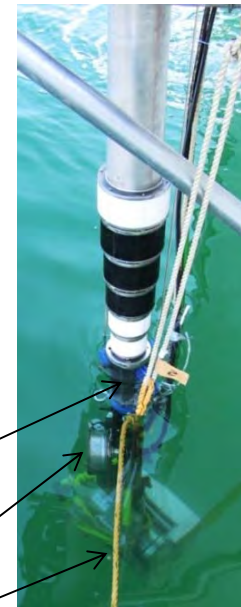
方位計

架装装置下部

モーションセンサ

音響測深器

音響カメラ



# 撮影状況

- 音響カメラ、計測機器類、架装装置、艀装用架台を船に取付
- 撮影、計測（撮影中の画像は、パソコンにより見られる）

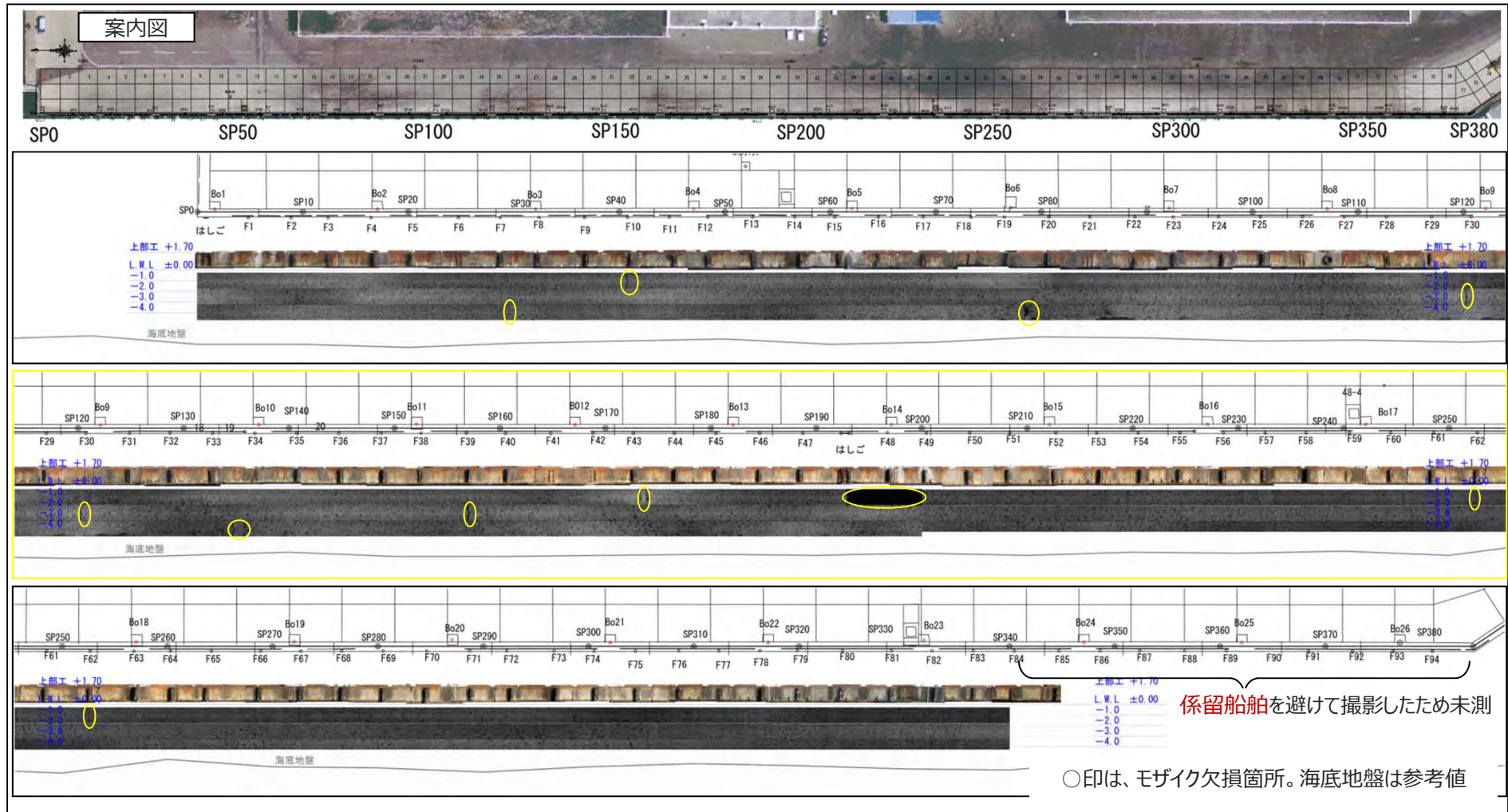


- 撮影した画像から画像解析ソフトウェアにより、モザイク図を作成



# 調査結果の例

## モザイク図を使用した点検報告書（案）



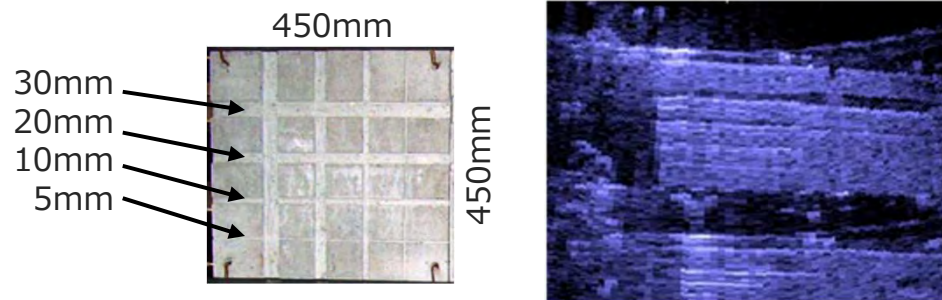
# モザイク図の分解能及び位置精度

分解能：約3cm

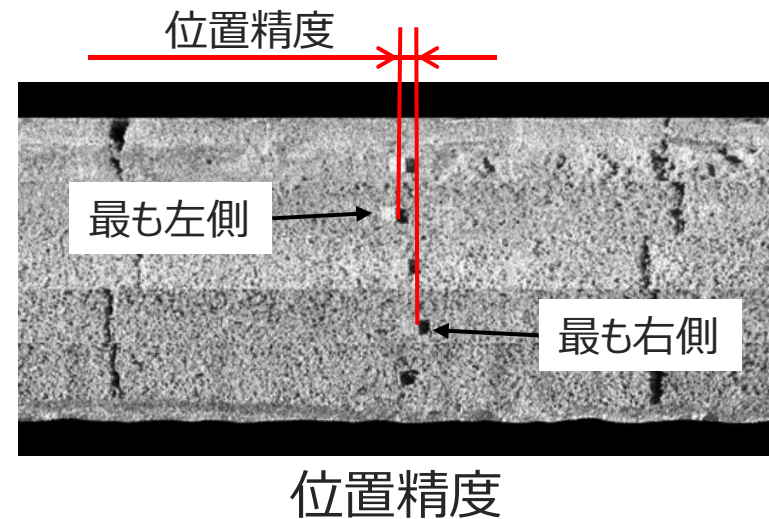
コンクリート板に溝を彫った供試体とその撮影画像を比較

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



供試体（左）とその撮影画像（右）

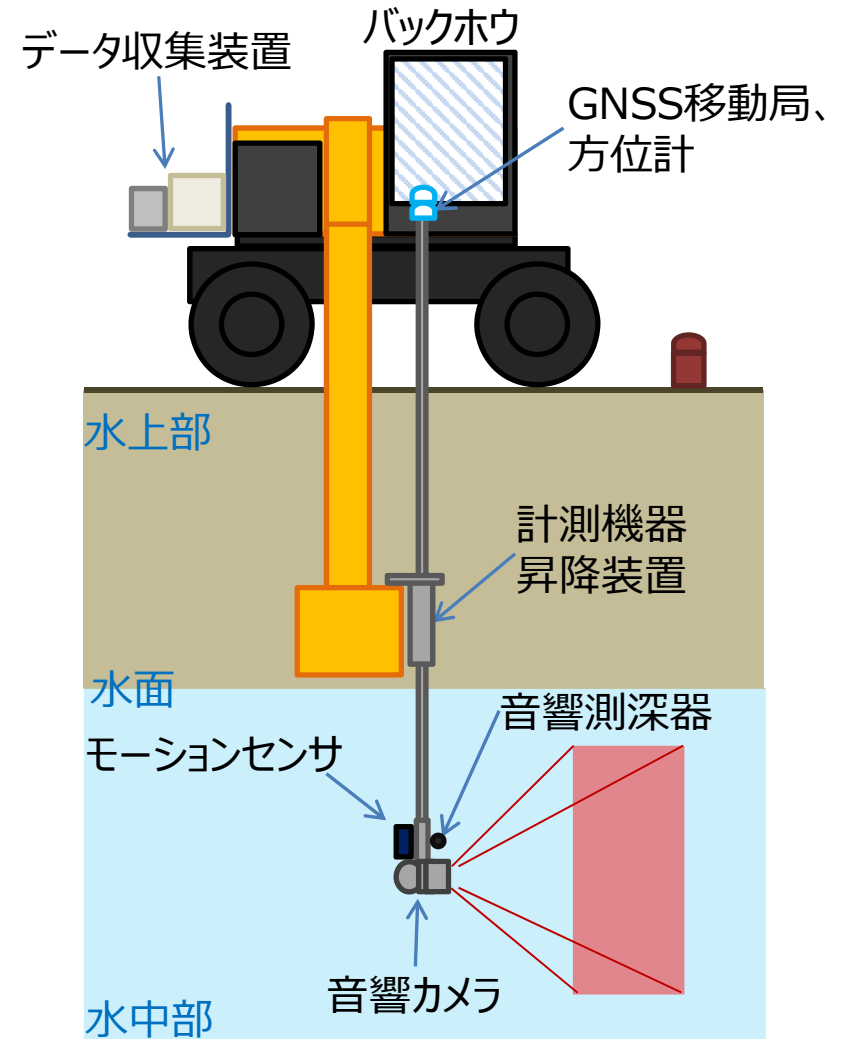


# バックホウを使用した撮影

## 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**

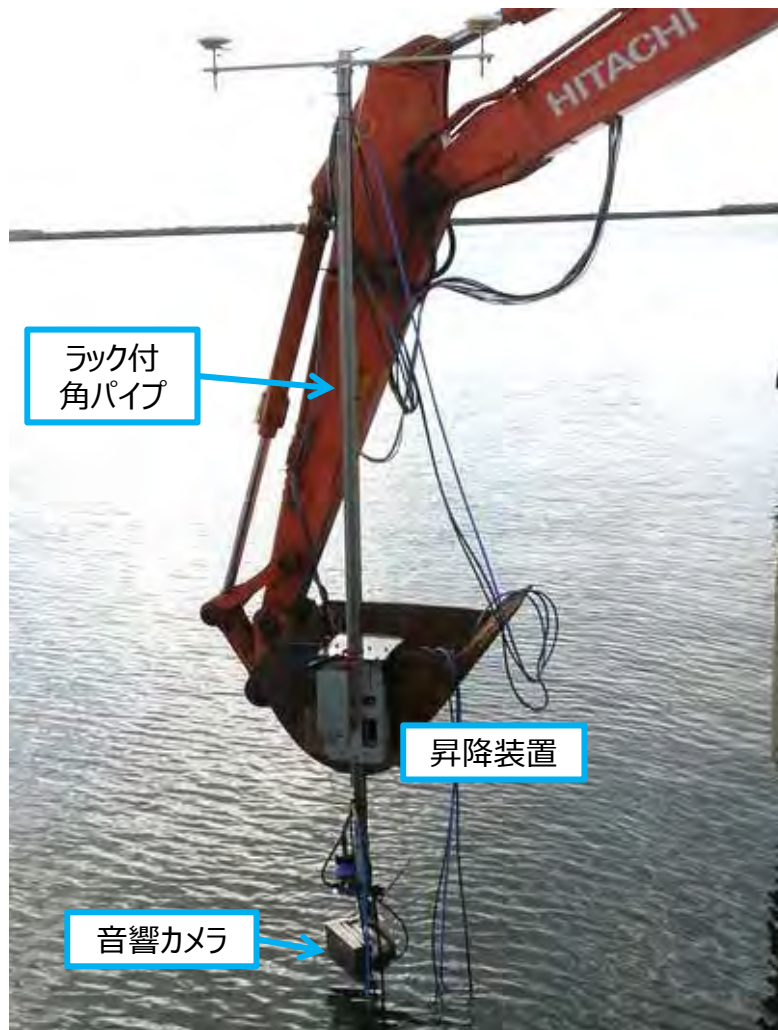
## 撮影方法





# バックホウを使用した撮影

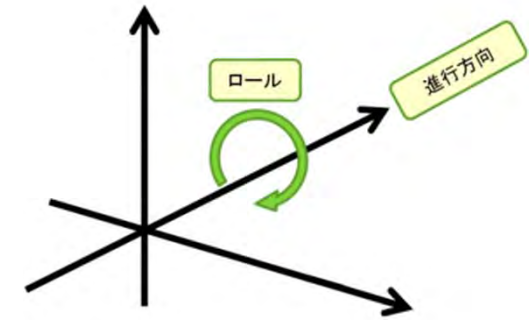
## 計測機器昇降装置



- ・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)

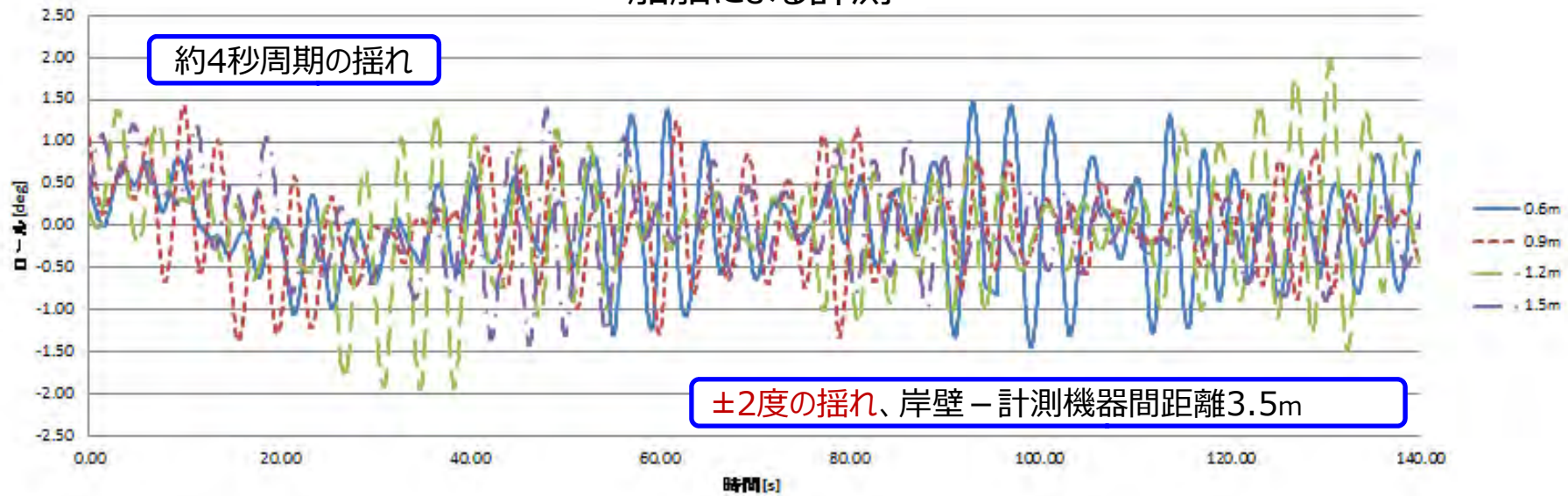


# バックホウを使用した撮影 動揺（ロール）の比較

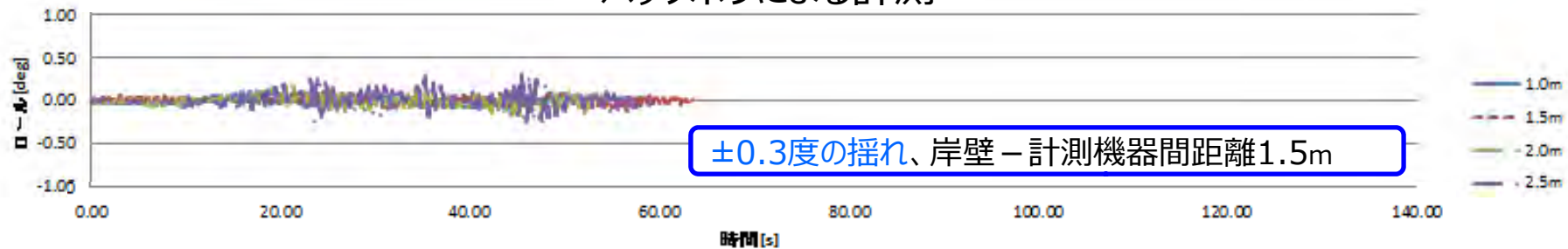


船舶に比べ約6分の1に低減

船舶による計測



バックホウによる計測



# バックホウを使用した撮影

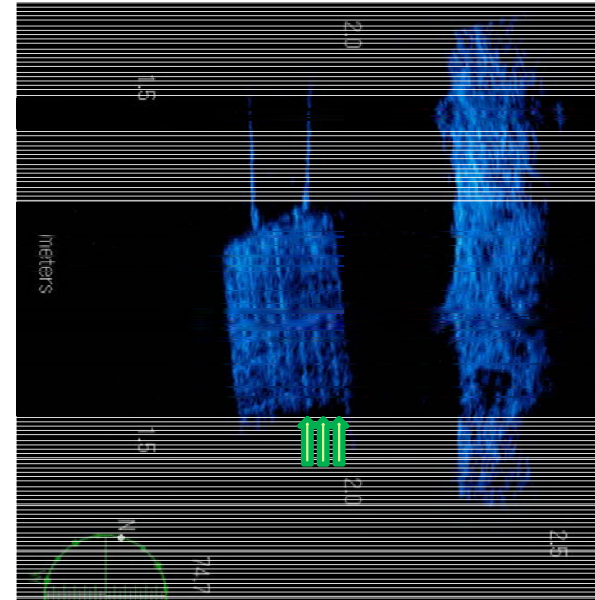
## 分解能

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  
(緑矢印は幅約1cmの溝)

# 適用条件、留意事項

- ・表面形状を画像化する装置であり、構造物表面に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撮影できない  
→ 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



国立研究開発法人 土木研究所 寒地土木研究所