

技術番号 BR030070

技術名 魚群探知機を用いた橋梁基礎の洗掘計測技術「Nソナー」 開発者名 中央開発株式会社

試験日 令和6年 12月 12日 天候 晴れ 気温 3.1 °C 風速 - m/s

試験場所 福島ロボットテストフィールド

カタログ分類 計測・モニタリング技術 カタログ 検出項目 洗掘 試験区分 標準試験

試験で確認する
カタログ項目 進入可能性
可動範囲
計測精度

対象構造物の概要

・水槽内の底部に形状を計測するためのコンクリートブロックを設置(図-1,写真-1,2)



写真-1 小水槽(満水時)

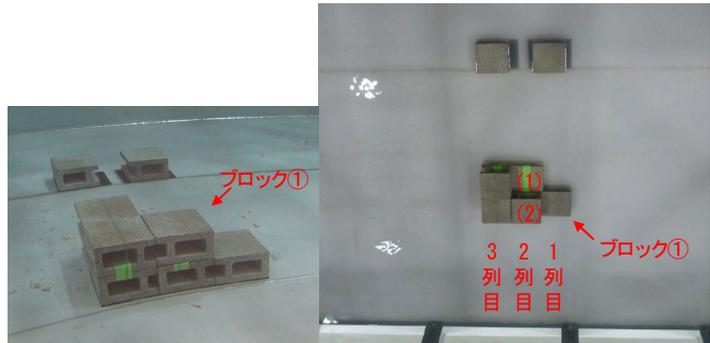


写真-2 コンクリートブロック設置

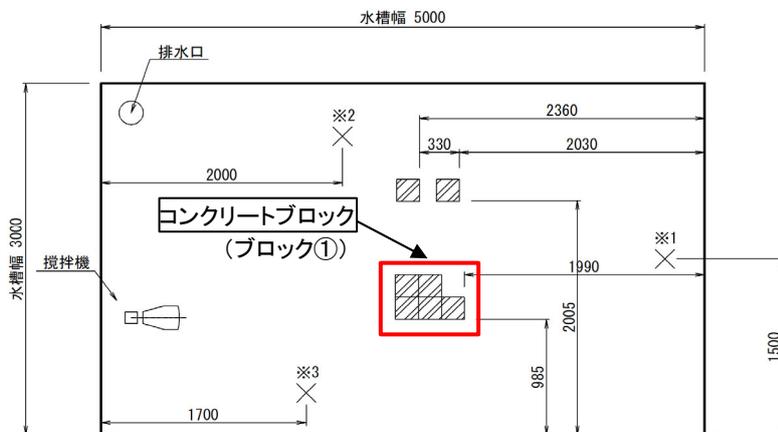
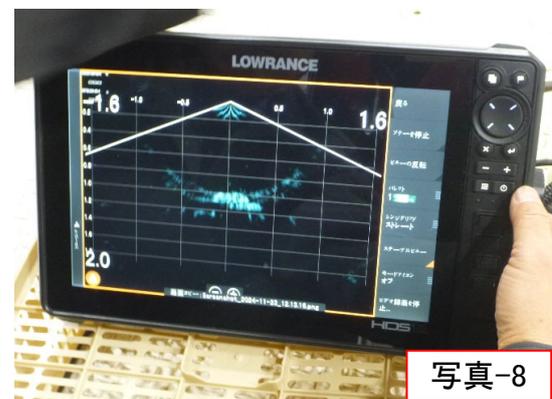
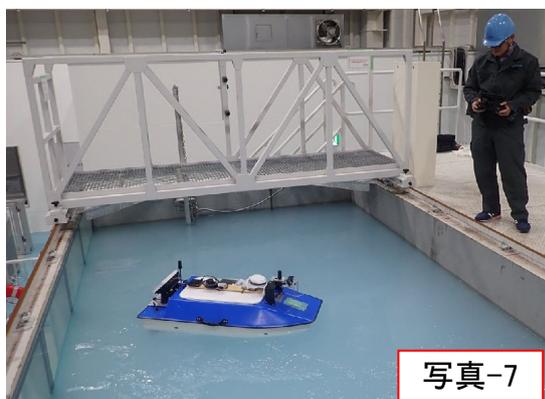
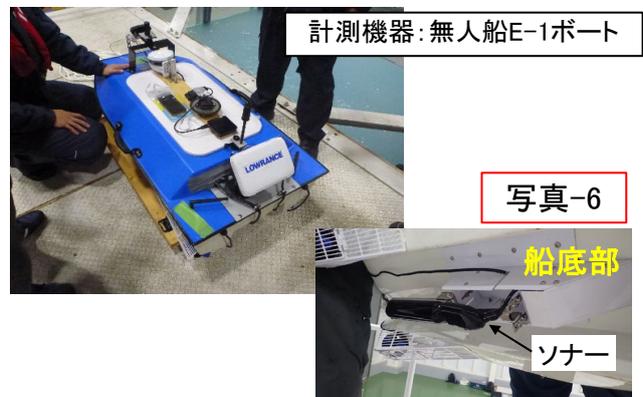
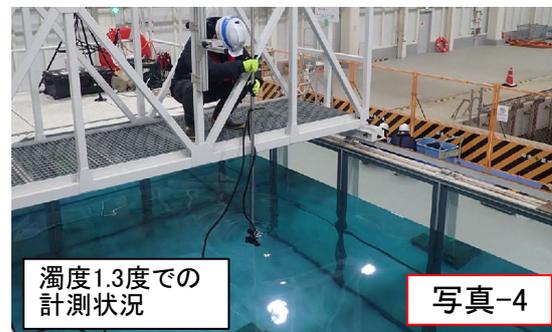


図-1 小水槽平面図

- × : 水流と濁度計の計測位置
- 水流無し、カオリン無し
 - ※1 濁度計測 1.26NTU
 - ※2 濁度計測 2.03NTU
 - ※3 濁度計測 0.49NTU
 - 平均1.3NTU
 - 水流あり、カオリンあり
 - ※1 濁度計測 50.8NTU
 - 流速計測 0.191m/s
 - ※2 濁度計測 50.1NTU
 - 流速計測 0.190m/s
 - ※3 濁度計測 48.8NTU
 - 流速計測 0.038m/s
 - 平均49.9NTU
 - 平均0.14m/s

- ① 本技術はRTK-GNSSが機能することを前提としており、屋内ではGNSSを受信できないことから、計測機器に搭載しているソナーをポールに取り付け、それを使用し計測精度の試験を行う(写真-3)
- ② 流速なし(流速0m/s)、濁度なし(濁度1.3度)の条件で、水槽底部に設置されたコンクリートブロック(ブロック①)の形状を計測(写真-4)
- ③ 流速装置(攪拌機)を使用し流速0.14m/s、濁度あり(濁度49.9度)の条件で、水槽底部に設置されたコンクリートブロック(ブロック①)の形状を計測(写真-5)
- ④ 計測機器(無人船E-1ポート)の準備を行い、計測機器を水槽内に着水(写真-6)
- ⑤ 進入可能性能、可動範囲の確認(写真-7)
- ⑥ 後日、解析結果からブロックの形状を確認

開発者による計測機器の設置状況



※進入可能性能



写真-9 進入可能性能の検証(小水槽の寸法)

水深1.86mで、W3.0m × H2.3m × L5.0mの空間において、進入可能かを確認する。

※可動範囲

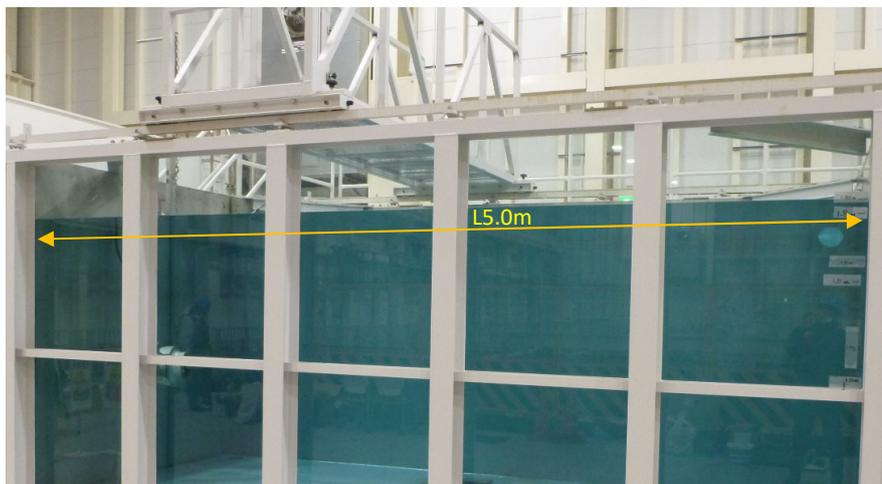


写真-10 可動範囲の検証(小水槽の延長)

水槽の延長5.0mを可動可能かを確認する。

※計測精度

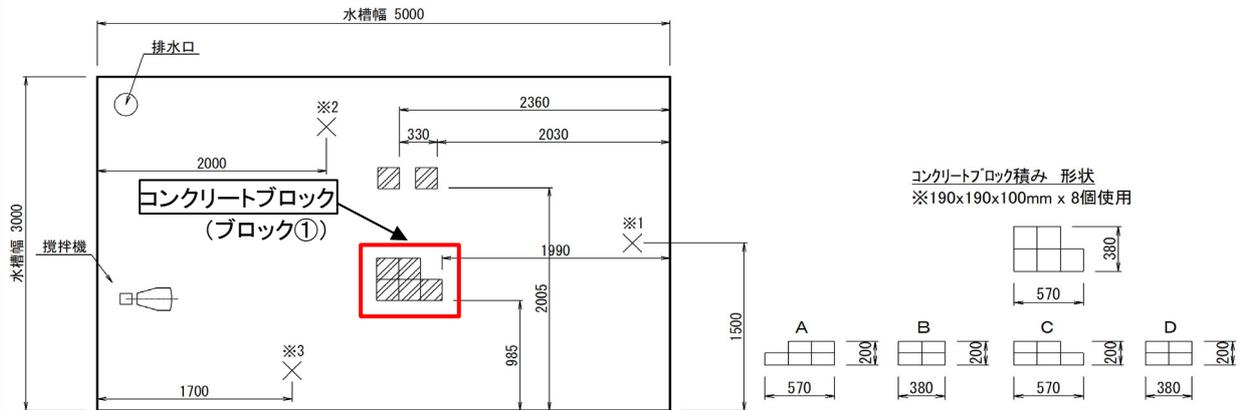


図-2 コンクリートブロック設置位置

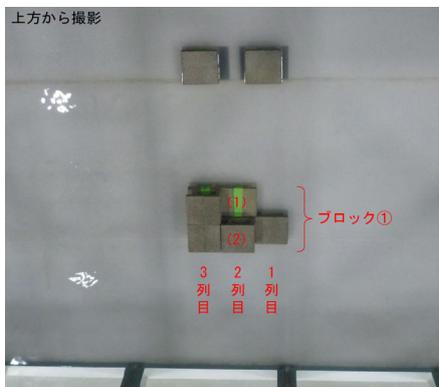
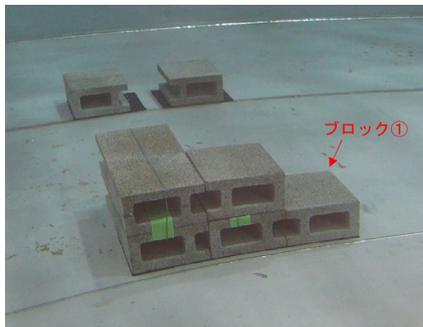
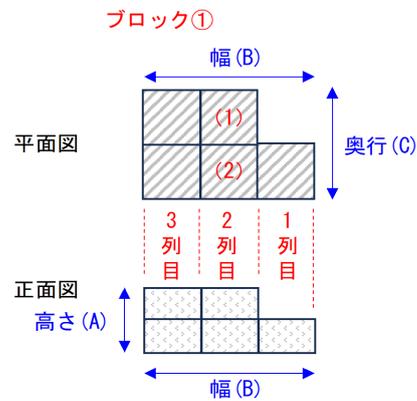


写真-11 コンクリートブロック設置



ブロック①	高さ(A)	幅(B)	奥行(C)
1列目	0.10 m	0.19 m	0.19 m
ブロック①	高さ(A)	幅(B)	奥行(C)
2列目 (1)	0.10 m	0.19 m	0.19 m
ブロック①	高さ(A)	幅(B)	奥行(C)
2列目 (2)	0.20 m	0.19 m	0.19 m
ブロック①	高さ(A)	幅(B)	奥行(C)
3列目	0.20 m	0.19 m	0.38 m

図-3 コンクリートブロック寸法(真値)



写真-12 濁度材投入状況



写真-13 流速装置(攪拌機)

計測条件

計測1回目: 流速0m/s, 濁度1.3度

計測2回目: 流速0.14m/s, 濁度49.9度

コンクリートブロックの形状を上記条件で計測し、真値との誤差を計測精度とする。

※計測結果

・進入可能性

水槽内W3.0m×H2.3m×L5.0m(水深1.86m)の空間を進入可能

・可動範囲

水槽内5.0m範囲 動作可能

操縦者から計測機器(無人船E-1ボート)までの距離 約2~5m

・計測精度

ブロック① 1列目	リファレンス(m)			当該技術(m)			差分(m)		
	高さ(A)	幅(B)	奥行(C)	高さ(A)	幅(B)	奥行(C)	高さ(A)	幅(B)	奥行(C)
計測1回目	0.100	0.190	0.190	0.082	0.169	検出できず	0.018	0.021	-
計測2回目	0.100	0.190	0.190	0.082	0.169	検出できず	0.018	0.021	-

ブロック① 2列目 (1)	リファレンス(m)			当該技術(m)			差分(m)		
	高さ(A)	幅(B)	奥行(C)	高さ(A)	幅(B)	奥行(C)	高さ(A)	幅(B)	奥行(C)
計測1回目	0.100	0.190	0.190	検出できず	検出できず	検出できず	-	-	-
計測2回目	0.100	0.190	0.190	検出できず	検出できず	検出できず	-	-	-

ブロック① 2列目 (2)	リファレンス(m)			当該技術(m)			差分(m)		
	高さ(A)	幅(B)	奥行(C)	高さ(A)	幅(B)	奥行(C)	高さ(A)	幅(B)	奥行(C)
計測1回目	0.200	0.190	0.190	0.173	0.174	検出できず	0.027	0.016	-
計測2回目	0.200	0.190	0.190	0.173	0.174	検出できず	0.027	0.016	-

ブロック① 3列目	リファレンス(m)			当該技術(m)			差分(m)		
	高さ(A)	幅(B)	奥行(C)	高さ(A)	幅(B)	奥行(C)	高さ(A)	幅(B)	奥行(C)
計測1回目	0.200	0.190	0.380	0.187	0.174	0.362	0.013	0.016	0.018
計測2回目	0.200	0.190	0.380	0.187	0.174	0.362	0.013	0.016	0.018

サンプル数 $n = 7$ (*)

$$\text{リファレンスの平均} = \frac{a_1 + \dots + a_n}{n} = \frac{0.100 + 0.190 + 0.200 + 0.190 + 0.200 + 0.190 + 0.380}{7} = 0.207\text{m}$$

$$\text{計測精度} = \sqrt{\frac{(x_1 - a_1)^2 + \dots + (x_n - a_n)^2}{n}}$$

$$\text{相対誤差} = \sqrt{\frac{(x_1 - a_1)^2 + \dots + (x_n - a_n)^2}{n}} \div \left(\frac{x_1 + \dots + x_n}{n} \right) \times 100$$

リファレンスの平均(0.207m)に対する計測精度、相対誤差

(*)

		計測精度 (m)	相対誤差 (%)
計測1回目	流速0m/s,濁度1.3度	0.02	10.07
計測2回目	流速0.14m/s,濁度49.9度	0.02	10.07

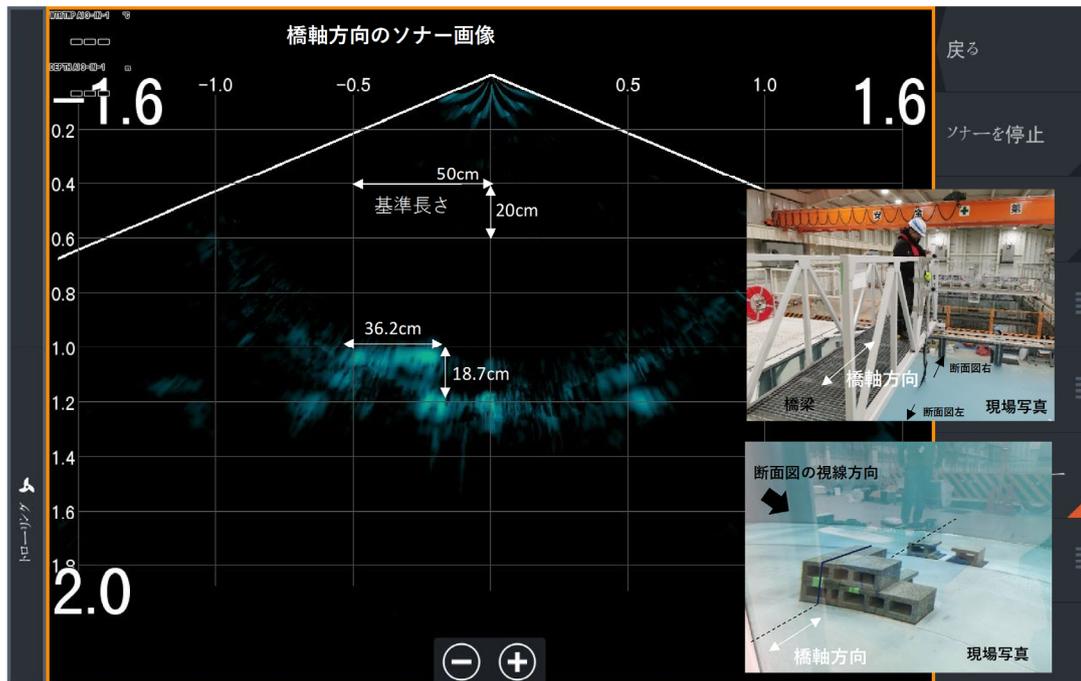
*: 今回の標準試験では

計測機器による形状が計測できなかった箇所あり

(計測箇所12箇所中、計測できた箇所7箇所、計測できなかった箇所5箇所
計測ができた割合: $7/12 \div 58.83\%$)

上記 計測精度は、計測ができた箇所のみで算出している。

計測データ



濁度剤(カオリン)を入れて濁度50程度の環境下での画像になる。

濁度剤投入前は計測機器の調整で適切な画像をとれなかった。

計測は上記成果図の右側にある写真に示すとおり、計測者が橋梁上で振動子を水中に投入し計測を実施した。

はじめに、橋軸方向に計測者が移動し、いくつか画像を取得した。その中の一枚が上図になる。次に、コンクリートブロックの反応が確認できた場所をマーキングし、橋軸直角方向のソナー画像を得たのが下図である。

技術番号 BR030070

技術名 魚群探知機を用いた橋梁基礎の洗掘計測技術「Nソナー」 開発者名 中央開発株式会社

試験日 令和6年 3 月 4 日 天候 雨, 風あり 気温 - °C 風速 - m/s

試験場所 - 構造物名 ダム

カタログ分類 計測・モニタリング技術 カタログ 検出項目 水深 試験区分 -

試験で確認する
カタログ項目 動作確認

対象構造物の概要

※対象構造物の一般図、全体写真、計測対象となる部位・部材の写真を記載すること



- ① 使用するアルミ製ボートを搬入する(写真3)。
- ② 使用する計測機器を準備する(図1)。
- ③ アルミ製ボートに計測機器を固定ポールと治具で設置し、水面に浮上させる(写真4)。
- ④ エレキモーターで水面上を航行して計測する。
- ⑤ 航行しながらNソナーの測深を行い、その途中で停船してレッドロープ測深を行った。

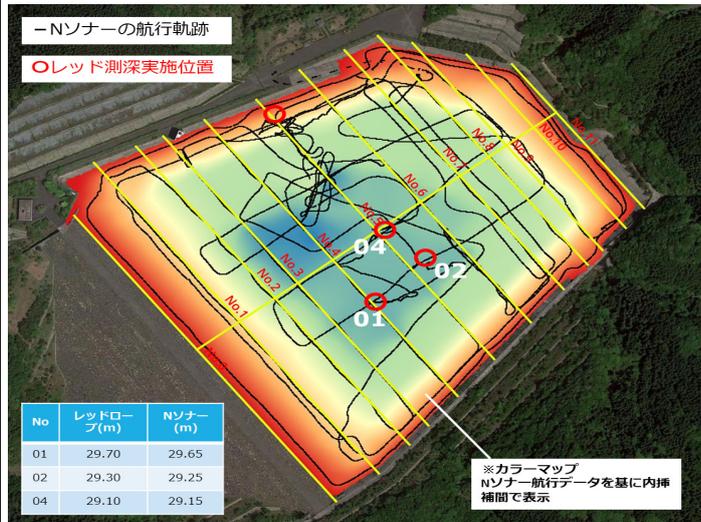
開発者による計測機器の設置状況

※計測機器の設置状況が分かるように、写真や図で示すこと



比較対象を得るため、立会者による計測機器の設置状況





位置	測深結果 (m)		精度	
	レッドロープ (A)	Nソナー (B)	(A-B)	国交省実施要領 (10+h/100)cm hは水深(cm単位)
01	29.70	29.65	0.05	39.70
02	29.30	29.25	0.05	39.30
04	29.10	29.15	-0.05	39.10

①強風や波浪による船体の揺動が少ない条件下で航行すること

そのため、流速毎秒0.8m(時速約3km)程度以下の水域での航行が望ましい。

②本試験フィールドはダム湖のため、流速の影響はなく、試験当日は若干の雨風の影響はあったものの、

船体の揺動を引き起こす条件ではなかった。

本試験では、レッドロープ(重錘)とNソナーによる測深精度の比較検証をおこなった結果、3点において誤差は5cm以内であった。測定地点の深度は約30mであることから、河川定期縦横断測量業務実施要領・同解説(平成30年4月国土交通省)の湖・ダムの深浅測定の精度目安である $\pm(10+h/100)$ cm h:水深(cm)から目標精度は約40cmとなり、その精度を十分満足する結果を得られた。