

新技術調査表（1）

				登録番号	1301005		
名 称	C3Dによる3次元測深技術システム			調 査 表 作成年月日	2013年 7月 5日 更新2017年 4月24日		
副 題	極浅水域までの3次元測深・地形・構造物などの調査システム			開発年月日	2007年 6月 1日		
分 野	①共通 3公園 5海岸 7その他	2道路 4河川 6砂防	区 分	②材料 工法 製品 機械 その他	大 分 類	特 記 項 目	
					調査工	精度： 海上保安庁告示102号に示す特級水域での測深可能精度	
開 発 者 等	開発会社	会社等名		株式会社アーク・ジオ・サポート 東京大学生産技術研究所		担当部署	技術本部 (株式会社アーク・ジオ・サポート)
		担当者名		佐々木 いたる (株式会社アーク・ジオ・サポート)		TEL	03-5304-7899 (株式会社アーク・ジオ・サポート)
	提案会社兼問い合わせ先	会社等名		株式会社 アーク・ジオ・サポート		担当部署	技術本部
		担当者名		池田 克彦	〒 151-0071	TEL	03-5304-7899
		住 所		東京都渋谷区本町2-18-14 アティブ初台1階		FAX	03-3373-4770
	ホームページ		http://www.a-gs.jp		e-mail	ike@a-gs.jp	

【概 要】

C3Dによる3次元測深技術システムは、測量船(ゴムボートを含む)に艀装することで、極浅水域までの3次元測深、地形、構造物などの計測調査ができるシステムである。

【特 徴】

1. C3Dは面的な測深が可能な音響測深機

3次元サイドスキャンソナーC3Dは、測量船に艀装することで、極浅水域（水深0.5m）～200mの水域における面的な測深が可能であり、従来の単素子音響測深機よりも計測測線本数が減少する。

2. 海上保安庁告示102号に示すスワス音響測深機として認定された測深機

「水路測量における測定又は調査の方法に関する告示」に適合した測深機であり、従来の単素子音響測深機よりも測定精度が向上する。

3. 実証実験で工程短縮・経済性向上確認技術

計測測線本数の減少により工程短縮、省人化及び経済性の向上が図れる。



写真1：C3Dによる極浅水域の河川における測深状況

新技術調査表（2）

実績件数	東京都： 2件 国土交通省： 11件 その他公共機関： 0件 民間： 1件	国土交通省	1技術活用パイロット： 0件 2特定技術活用パイロット： 0件 3試験フィールド： 0件 4リサイクルモデル事業： 0件		
特許	1有り	2出願中	3出願予定	④無し	(番号：)
実用新案	1有り	2出願中	3出願予定	④無し	(番号：)
評価・証明	1技術審査(番号：) 2民間開発建設技術(番号：) ・証明年月日() ・証明年月日() ・証明機関() ③新技術情報提供システム[NETIS] 番号:KT-090015-VE, 登録年月日:2009年5月13日, 更新年月日:2017年4月20日 ④その他 平成21年度東京都港湾局新技術登録				
キーワード	①安全・安心 2環境 3ゆとりと福祉 ④コスト削減・生産性の向上 ⑤公共工事の品質確保・向上 6リサイクル 7景観 自由記入 深淺測量、河川縦横断測量、水中構造物調査				
開発目標(選択)	①省人化 ②省力化 ③作業効率向上 ④施工精度向上 5耐久性向上 6安全性向上 7作業環境の向上 8周辺環境への影響抑制 9地球環境への影響抑制 10. 省資源・省エネルギー 11. 出来ばえの向上 12. リサイクル性向上 13. その他				
従来との比較	従来からの材料名・工法名：単素子音響測深機による深淺測量 1 工程 ①短縮 (62.1%) 2 同程度 3 増加 (%) (計測測線本数の減少による) 2 省人化 ①向上 (49.2%) 2 同程度 3 低下 (%) (工程短縮による) 3 経済性 ①向上 (55.3%) 2 同程度 3 低下 (%) (工程短縮、省人化向上による) 4 施工管理 ①向上 ②同程度 3 低下 () 5 安全性 ①向上 2 同程度 3 低下 () (工程短縮、省人化向上による) 6 施工性 ①向上 2 同程度 3 低下 () (計測測線本数の減少による) 7 環境 ①向上 ②同程度 3 低下 () 8 汎用性 ①向上 ②同程度 3 低下 () 9 品質 ①向上 2 同程度 3 低下 (海保告示102号特級に適合) 10 その他 (特になし)				
【歩掛り表】 標準 ・ ④暫定 【施工単価等】					
直接工事費（計測範囲1km当り）					
		単 位	従来工法 単素子音響測深機	新規工法 C3D測深機	効 果
比較項目					
測線本数		本/箇所	201	77	38.3%
工 程		日/箇所	103	64	62.1%
省人化		人/箇所	368	181	49.2%
経済性	観測費	円/箇所	511,474	367,976	71.9%
	その他人件費	円/箇所	7,934,507	4,157,563	52.4%
	その他経費	円/箇所	5,185,833	3,009,483	58.0%
	材工共	円/箇所	13,631,814	7,535,022	55.3%
<施工条件> (共通項目) 1.水面幅200m 2.平均水深2m 3.計測範囲1km(縦断方向) (従来工法) 1.測線間隔5m 2.測深機は単素子音響測深機とする。 (新規工法) 1.測線間隔13m 2.測深機はC3Dとする。 【施工上・使用上の留意点】 流速4.0knot以下、風速10m/s以下、水深0.5~200mまでの船舶(ゴムボート等を含む)航行可能な水域。 【参考資料】 海上保安庁告示102号「水路測量における測定又は調査の方法に関する公示」HP。					

新技術調査表 (3)

1. C3Dは面的な測深が可能な音響測深機

(1) 測深機の種類と概要

- ・C3Dは、米国Benthos社の製品。日本に5台（平成25年5月現在）。
- ・C3Dは、表1に示すように、直下の測深のみの単素子音響測深機と比べて測深幅が広い。

表 1 各測深機の概要比較

比較項目	従来工法	新規工法	参考工法
対象機種	PDR601型	C3D	Seabat8125型
音響測深機の種類	単素子音響測深機 (線の測深)	スワス音響測深機 (面的測深)	スワス音響測深機 (面的測深)
測定原理	— 音波を海底に発信し、跳ね返って戻ってくるまでの時間から直下の水深を測る。	インターフェロメトリ方式 一定間隔ごとの位相差 (複数の受波部が発信から反射波を受信するまでの時間の差) により角度を計算し位置を測定する。	ビームフォーミング方式 反射波の戻り時間を特定の角度 (受信ビームの方向角) で測定する。
測深方向 (スワス角)	直下 (ビーム角6°) 半減全角	約160°	約120°
測深幅 (スワス幅)	幅を持たない	ソナー高度の5~8倍	ソナー高度の3倍
受波部	1点	6点 (片側)	120点 (片側)
適応水域区分	-a級	特級	特級
深さの誤差	$\sqrt{a^2+(bd)^2}$ (a=0.5, b=0.013, d=(水深) m)	$\sqrt{a^2+(bd)^2}$ (a=0.25, b=0.0075, d=(水深) m)	$\sqrt{a^2+(bd)^2}$ (a=0.25, b=0.0075, d=(水深) m)
深さの誤差 (水深2m)	0.50m	0.25m	0.25m
測深可能範囲	0.5~140m	0.5~200m	1~120m

*適応水域区分は、海上保安庁告示 102 号による。

なお、Seabat8125型は、C3Dに比べスワス角及び測深可能範囲が狭いので、測定工数及び費用が高いが、特級水域の測深機として既に認定されているため、参考として列記した。

(2) C3Dの測定方法

- ・写真1に示すように極浅水域での測定方法は、C3Dをゴムボートに艀装し、動揺補正のための動揺センサー、位置情報取得のためのGNSSを設置する。

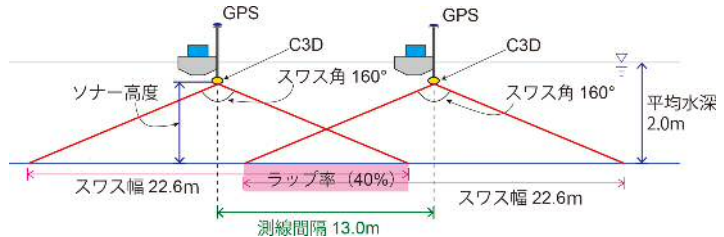


図 1 スワス角と測線間隔

- ・測線間隔の求め方は、平均水深2.0m、スワス角160°

とすると、図1のとおりスワス幅が22.6mとなる。また安全を配慮してラップ率を40%とすると、測線間隔は13.0m (22.6×(1-0.4) = 13.56m) となる。

- ・C3D測深機の測線本数については、従来工法と同様に横断方向の測線本数77本として比較した (1.0km [計測範囲] ÷ 13.0m [測線間隔] = 76.92本より)。

2. 海上保安庁告示102号に示すスワス音響測深機として認定された測深機

(1) 特級水域における深さの誤差判定限度内の測深機

- 1) 実験目的：C3D 取得データの精度について、特級水域の測深機種として既に認定されているスワス音響測深機 Seabat8125 型との比較を行った。
- 2) 実験場所及び実験年月：横須賀長浦沖海上保安庁の測深機能試験域、平成 19 年 6 月
- 3) 検証方法：浅地・傾斜地・深地において 50m 四方の範囲を 1m×1m メッシュで測定し、Seabat8125 型での測定値と C3D の差の平均値を求め、上記の基準により Seabat8125 型での測定を真値とした場合の誤差の限度値と対比した。
- 4) 評価結果：検証結果は、表 2 に示すように、格差平均値が誤差限度内にあり、C3D では、Seabat8125 型と同程度の精度が確保されることが実証できた。
- 5) 参考文献：『C3D (3次元サイドスキャンソナー) 極浅海域調査について』、平成 19 年 11 月、海洋調査技術学会

*水深誤差限度の計算方法は、

$$\text{深さの誤差判定の限度} = \sqrt{a^2 + (bd)^2}$$

(a=0.25m, b=0.0075m, d=(水深)m)

表 2 Seabat8125 型及び C3D の測深精度検証結果

区画	測深点数	Seabat平均水深(m)	C3D平均水深(m)	格差平均値(m)	水深誤差限度*	評価
浅地	2,599	10.765	10.56	0.205	±0.262	○
傾斜地	2,579	23.507	23.522	-0.015	±0.306	○
深地	2,600	40.007	40.219	-0.212	±0.391	○

検査・試験データ等

建設局事業への適用性

ダム、湖沼、河川、沿岸域等において、深浅測量・河川縦横断測量、橋脚護岸等の水中構造物調査、地形 (深堀等) 調査などに適用できる。

新技術調査表（４）

(2) 水深0.5mまでの浅瀬水域における測深が可能な音響測深機

- 1) 実験目的：水深 0.5m までの測深と精度検証
- 2) 実験場所及び年月：木曾川中流域（愛知県一宮市）、平成 25 年 5 月
- 3) 実験方法：河川中央から岸に向かって測量船を走行させ、水深 1.8m から 0.4m まで横断方向に 200m ほど進み、船底が河床に接触するまで計測した（図 2）。同時に No.1~ 15 までの 15 地点においてスタッフにて計測を行い、C3D の取得データと比較し、精度検証を行った。
- 4) 計測結果：計測結果は、表 3 のとおり、

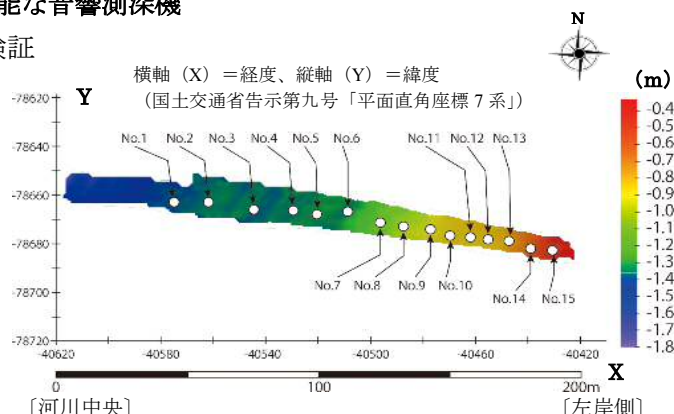


図 2 水深 0.5m におけるデータ取得状況

0.40m まで実測でき、水深 1.5m 以浅においても『建設省公共測量作業規定 解説と運用』に掲載された観測精度の許容範囲であり、±15cm 及び±(10+h/100)cm の精度を満たしていた。

表 3 極浅水域における観測の精度

	No. 1	No. 2	No. 3	No. 4	No. 5	No. 6	No. 7	No. 8	No. 9	No. 10	No. 11	No. 12	No. 13	No. 14	No. 15
X	-40613.25	-40596.25	-40573.75	-40554.75	-40542.75	-40527.25	-40511.25	-40500.75	-40487.25	-40477.25	-40466.75	-40458.75	-40448.25	-40438.25	-40426.75
Y	-78657.25	-78657.25	-78661.75	-78661.75	-78664.25	-78662.75	-78668.25	-78670.25	-78671.75	-78675.75	-78675.75	-78676.75	-78678.25	-78681.75	-78682.75
C3D (単位: m)	1.48	1.43	1.40	1.33	1.36	1.32	1.34	1.16	0.99	0.94	0.85	0.92	0.82	0.61	0.40
スタッフ (単位: m)	1.42	1.36	1.40	1.42	1.41	1.32	1.29	1.13	1.06	1.01	0.95	0.98	0.84	0.65	0.32
差 (単位: m)	0.06	0.07	0	-0.09	-0.05	0	0.05	0.03	-0.07	-0.07	-0.1	-0.06	-0.02	-0.04	0.08

*C3D の水深値は、50cm メッシュの平均値を採用

(3) 水深200mまでの測深が可能な音響測深機

- 1) 実験目的：水深 200m までの測深
- 2) 実験場所及び年月：鳴門海峡、平成 19 年 11 月
- 3) 実験方法：潮流が停滞した時に計測を行った。
- 4) 計測結果：図 3 に示す東西に渡る横断図と水深 200m までの測深が確認できた。
- 5) 参考文献：『鳴門海峡海底地形調査について』、平成 20 年 3 月、第 20 回海洋工学シンポジウム、日本海洋工学会・日本船舶海洋工学会

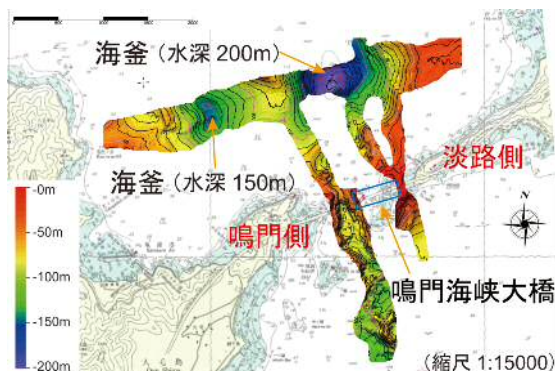


図 3 鳴門海峡（等深線図）

3. 実証実施試験で工程短縮・経済性向上確認技術

表 4 従来工法、新規工法、参考工法比較表

比較項目	単位	施工単価比較用			利根川での実測値		
		従来工法	新規工法	参考工法	従来工法	新規工法	参考工法
音響測深機の種類	-	単素子	スワス		単素子	スワス	
対象機種	-	PDR601型	C3D	Seabat8125型	PDR601型	C3D	Seabat8125型
算出方法	-	積算	積算	積算	積算	実績	実績
現場条件	計測範囲（縦断方向）	km	1	1	1	4	4
	水面幅	m	200	200	200	280	280
	平均水深	m	2	2	2	4	4
測量方法	適用測深幅水深比	倍	—	6.5	3.0	—	8.0
	測線間隔	m	5.0	13.0	6.0	5.0	32.0
	測線数（横断方向）	本	201	77	167	801	126
	測線数（縦断方向）	本	41	16	34	57	9
	測線延長距離（水面幅×測線数〔横断方向〕）	km	40.2	15.4	33.4	224.3	35.3
観測日数	踏査日数	日	6	1	1	26	1
	1日測深距離	km/日	—	14.85	14.85	—	18
	1日測深距離、積算基準による補正	km/日	27.0	1.0	1.0	27.0	1.0
	作業日数	日	35.28	1.04	2.24	169.73	1.9

測量船運行状況：平均時速：1.5knot（2.7km/h）、1日の作業（計測時間）：5.5時間とし、1日測深距離は14.85kmとした。

観測以外の工程：作業計画1日、図面作成38日、点検整理22日の61日

※1: 単素子音響測深機については、『設計業務等標準積算基準書 設計業務等標準積算基準書（参考資料）平成23年度版』の積算に従った。

水面幅による変化率[y]=y=0.0035x+0.65とし、水面幅200mではy=1.35となり、水面幅280mではy=1.63とした。

※2: スワス音響測深機については積算資料がないため、基本的には『設計業務等標準積算基準書 設計業務等標準積算基準書（参考資料）平成23年度版』を基にしたが、実際の現場に即さない箇所（踏査、観測）に関しては、実績を基に算出した。

新技術調査表（5） 《実績表》

	局名	事務所名	工事件名	施工期間	CORINS 登録 No.	
東京都における施工実績	港湾	東京港建設事務所	平成20年度京浜運河維持浚渫深浅測量	H20. 12. 15-H21. 3. 23	登録なし	
	港湾	離島港湾部計画課	平成20年度八重根漁港-3.0m泊地深浅測量	H20. 12. 12-H21. 3. 30	登録なし	
【評価等がある場合、その内容】						
東京都以外の施工実績（国土交通省・地方自治体・民間等）	発注者	工事件名	施工期間	CORINS 登録 No.	区分	
	国土交通省 近畿地方整備局 淀川河川事務所	淀川水制工計画業務	H24. 3. 29-H24. 6. 3	登録なし	1	
	国土交通省 九州地方整備局 菊池川河川事務所	菊池川鍋田地区他河床状況調査業務	H23. 12. 27-H24. 3. 15	登録なし	1	
	国土交通省 九州地方整備局 八代河川国道事務所	平成23年度球磨川下流地区深浅測量等業務	H23. 11. 26-H24. 3. 26	登録なし	1	
	国土交通省 関東地方整備局 相模川水系広域ダム管理事務所	平成23年度宮ヶ瀬ダム貯水池測量業務	H23. 11. 16-H24. 3. 25	登録なし	1	
	国土交通省 中国地方整備局 岡山河川事務所	百間川河口水門周辺詳細設計業務	H23. 11. 6-H24. 2. 29	登録なし	1	
	国土交通省 九州地方整備局 八代河川国道事務所	平成22年度球磨川下流地区深浅測量業務	H22. 11. 30-H23. 3. 31	登録なし	1	
	国土交通省 国土技術政策総合研究所 河川研究部	川内川下流河床形状計測業務	H22. 9. 7-H22. 10. 15	登録なし	1	
	国土交通省 国土技術政策総合研究所 河川研究部	サイドスキャンソナー計測業務	H22. 1. 26-H22. 2. 26	登録なし	1	
	国土交通省 関東地方整備局 京浜河川事務所	平成21年度相模沿岸地形調査業務	H21. 9. 25-H22. 3. 19	登録なし	1	
	国土交通省 松山港湾・空港整備事務所	四国西南航路深浅測量	H21. 9. 11-H21. 12. 25	登録なし	1	
国土交通省 国土技術政策総合研究所 河川研究部	サイドスキャンソナー計測性能検討試験	H21. 1. 29-H21. 3. 27	登録なし	1		
民間	葛西海岸保全区域深浅測量	H21. 2. 20-H21. 3. 31	登録なし	1		
区分	1一般工事 2技術活用パイロット 3特定技術活用パイロット 4試験フィールド 5リサイクルモデル事業					
【評価等がある場合、その内容】						
・ NETISの活用効果評価結果の総評では、工程に極めて優れ、経済性、品質・出来形、施工性に優れた技術であると評価された。						

参 考 意 見 欄

1. 評価選定会議参考意見

- ① 調査対象河川が本システムの適用条件(河川幅、水深等)に合致しているか確認すること。
- ② G P S 未受信域での測量調査については十分検討すること。