

## 4 四次元広角映像及び測量用ソナーシステムの開発

松本さゆり、吉住夏輝（港湾空港技術研究所）、南利光彦（日立製作所）、土屋健伸（神奈川大学・工）、鈴木紀慶（国交省 関東地方）

### 1. はじめに

海中における構造物の出来上がり確認や維持管理段階における水中部の健全度の把握や被災時の状況確認作業は測量や写真および潜水士の目視による空間的な位置確認により行われている。土木的用途の視認は構造物の空間的把握に相当するため、人間の視覚に近い、広範囲な三次元の空間をリアルタイム（以降、四次元）が有効と考えられたが、国内外共に実例は見受けられない。そこで、四次元表示を可能とする水中映像取得及び測量支援システム（4-DWISS）を開発した。

### 2. 4-DWISS について

#### (1) 4-DWISSの特徴及び性能緒言

4-DWISSは水中の四次元超音波映像と測量データを取得する新しいシステムである（**図-1**）。船舶から吊下した4-DWISSで水中を見ると、点線で囲まれた空間を視認でき（左図）、取得した映像は正面図、上面図、側面図のみならず鳥瞰図の表示を可能とする。尚、計測時は航行・停泊のいずれでも対応できる。

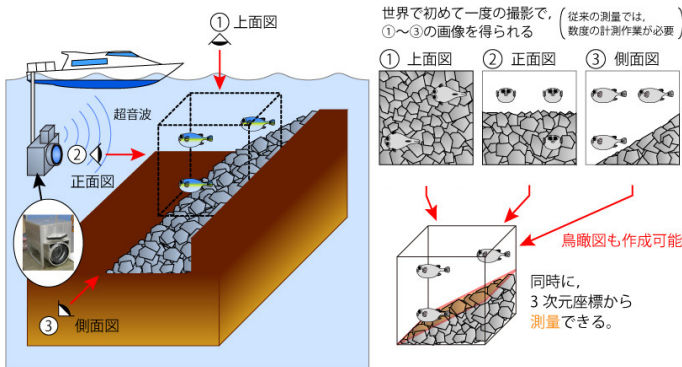


図-1 4-DWISSのイメージ図

4-DWISSのシステムブロック図を**図-2**に示す。図中左下側の点線で囲った領域は水中部（**写真-1**）、上側は陸上部のシステムである。水中部では音波の送受波や受信信号の増幅、音響レンズの駆動などを行い、陸上部では水中部の制御、送信信号の生成、受信信号の解析及び画像の生成や記録を行う。

主要性能を紹介する。水中部の大きさは0.50 m × 0.13 m × 0.66 m（巾×奥行き×高さ）、重量135 kgである。送波器は2 ch. 送信周波数は0.5～1.0 MHzのFMパルス波、音波送波範囲は縦・横共に約33度横方向には68ビームを送信する。受波器アレイは細、

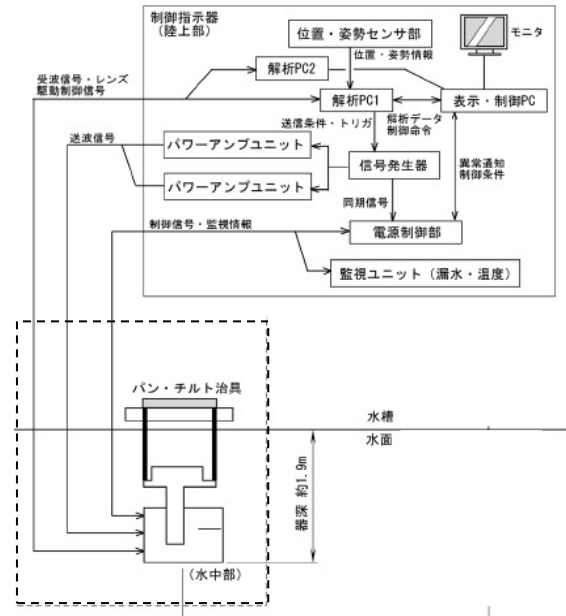


図-2 4-DWISSのシステムブロック図

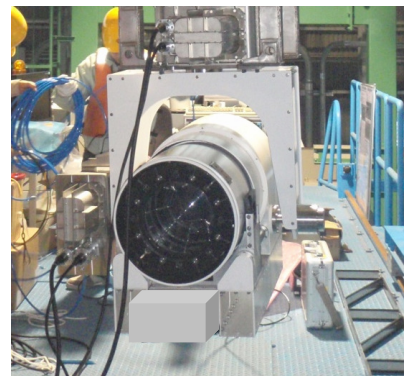


写真-1 4-DWISSの水中部

長い素子を縦方向に128 ch. 配置した。視程距離10 mの場合、視野範囲6 m×6 m（縦×横）、1画素の大きさ約5 cm×10 cm×13 cm（縦×横×奥行き）の直方体である。画像の更新速度は最速1秒あたり4枚である。実海域の水深に合わせて視程距離を25 m、対水速度3ノット以下及び耐水圧を10 m程度に対応している。

### 3. 測量精度の確認（水槽試験）

水槽内に巾10 m、高さ3 m、法面勾配1:1.1、出来高精度±15 cmとした模擬マウンド（**写真-2**、30～200 kg/個の捨石材）の法面高さを4-DWISSにより計測し、**図-3**に実線で示した。破線は比較のため、

事前に計測したレーザによる法面高さ（真値）である。4-DWISSによる法面高さ、傾きはおおよそレーザ測量による結果に近く、その精度は±5%以内であることを確認した。4-DWISSとレーザ測量との差異は、いずれもノイズ除去処理の誤差によるものと考えられた。

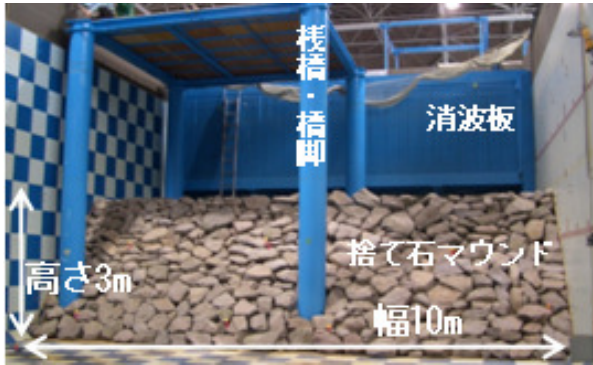


写真-2 水中作業環境再現水槽内のマウンド

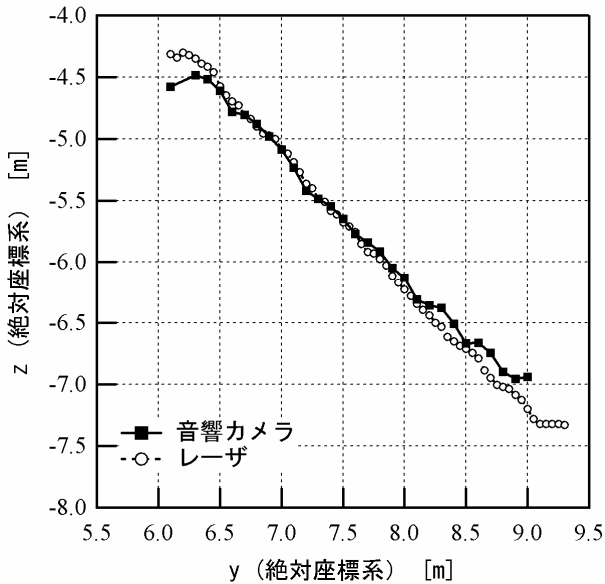


図-3 水槽内マウンド法面の高さ。4-DWISSとレーザ測量による測量結果の比較

#### 4. 実海域実験

実海域試験時の4-DWISSを含むシステム構成概略を図-4に示す。

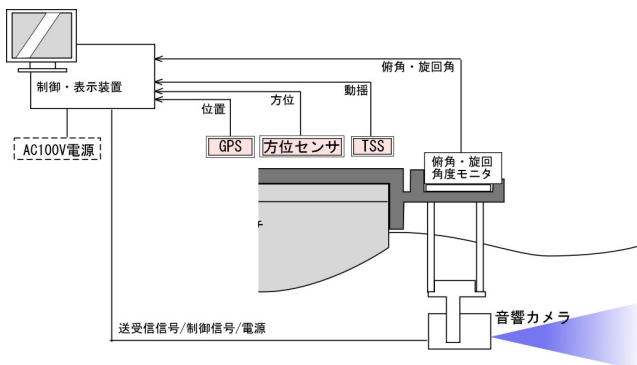


図-4 海上試験時のシステム構成概略

#### (3) 映像取得結果

視認対象は橋の脚部（ジャケット）水中部とその電気防食陽極である（写真-3）。船舶をジャケットに添って航行させながら、船上でモニタした映像の一部を図-5に示す。このときの計測条件は船速3 kt程度、4-DWISSとジャケットの距離が15~30 mであり、パン30度、チルト10度として4倍速モードでデータを収録し、船体動揺補正を行った後、反射強度による色付けを行い、モザイク表示とした。図中の左側にある四角錐状のフレームはリアルタイムで視認している範囲を、‘30.0[m]’は4-DWISSからの距離を示している。この図よりジャケット構造の一部が明確に見え、設計図面を参照し同形状であることを確認した。さらに、ジャケットの底辺部材に長方形の凸部（矢印）が見られるが、電気防食陽極であることを潜水士により確認済である。



写真-3 北側場周導路（現空港側）

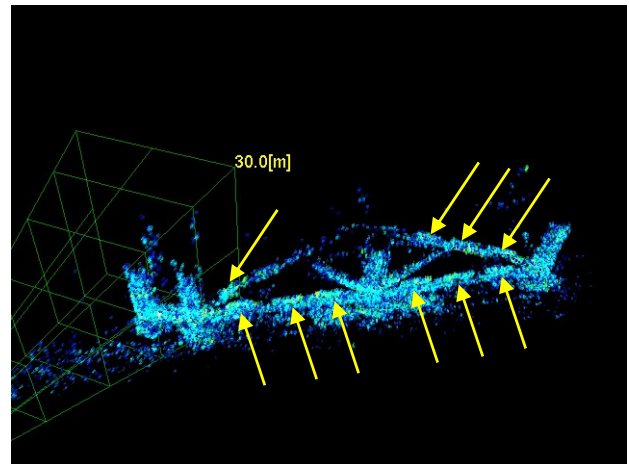


図-5 ジャケット水中部、矢印は電気防食陽極

#### 5. おわりに

人間の視野に近い三次元の空間を広範囲にリアルタイムで視認し、同時に測量も可能とする機器として4-DWISSの開発を行った。水槽内での測量精度検証により実運用に耐えうる精度を取得した。さらに実海域実験において、四次元映像による視認では船上でジャケットの水中部構造を確認ができることを示した。

本研究は国土交通省関東地方整備局による“東京国際空港再拡張事業基礎調査”の一環として行われた。また、H18~H21年度までの神奈川大学と港空研との共同研究成果の一部が反映された。