

沿岸音響トモグラフィによる早崎瀬戸および長島海峡の潮流水平分布調査

本州四国連絡橋公団 第三管理局 向島管理事務所 小川和也
アジア航測(株) 総合研究所 開発部 正員 石川暢博、高野 忠
広島大学 工学部 江田憲彰

1. はじめに

港湾工事、海上架橋事業および海域環境モニタリング等に伴う対象海域の流況(潮流)を把握する手法は、電磁流速計等による定点観測(点のデータ)又はADCP(ドップラ流速分布計)による曳航調査(時間差を伴う鉛直断面データ)が主であった。このため対象海域全体の潮流水平分布を把握する場合、多数の定点観測データ、曳航観測データより推測する方法によっていた。

この度、長崎県、熊本県および鹿児島県に位置する早崎瀬戸および長島海峡において、自然条件調査の一環として潮流現況を把握するための潮流調査を実施した。実施時期は最大潮流を把握するために大潮期と、潮止まりの最小流速を把握するために小潮期に、それぞれ実施した。

本調査は、沿岸音響トモグラフィシステムを用いて、潮流の水平分布調査を実施した。本システムは、沿岸海域に音響送受信局を囲むように設置し、送受信局双方向で音波の伝播時間を測定し、測定データをインバース解析することにより、広域の沿岸海域の潮流水平分布(面的なデータ)を瞬時に把握することが可能なシステムである。図-1に沿岸音響トモグラフィシステムの概念図を示す。本調査結果から両海域の流向・流速水平分布を把握することができた。

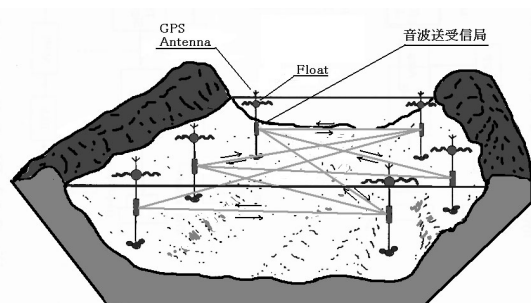


図-1 沿岸音響トモグラフィシステムの概念図

2. システムの構成

海面係留型沿岸音響トモグラフィシステムは、沿岸海域に海面ブイで係留し、送受信局毎で固有のコードを持つ Gold 系列で位相変調された音波の送受信を任意の時間間隔で繰り返し、受信データを内部に記録する機能を持つ。

(1) 電子回路部

時間管理、計測データファイルの管理を行う制御部(内部ホストコンピュータ)、GPSの時刻信号および内部水晶クロックにより時刻同期をする時刻管理部、周波数可変型タイミング回路、音波発信に関わる出力回路、音波受信に関わる受信・直交復調回路および相関処理部で構成される。電子回路部は、バッテリーと共に耐圧容器に格納される。

(2) 音響送受信器

周波数 5.5kHz の ITC 社製送信機(トランスミッタ, ITC-201)、BENTOS 社製受信機(ハイドロフォン, AQ-1)を使用している。

以上のシステムを図-2に示す海面ブイによる係留系により調査海域に設置し、音波伝播時間の連続観測を実施した。

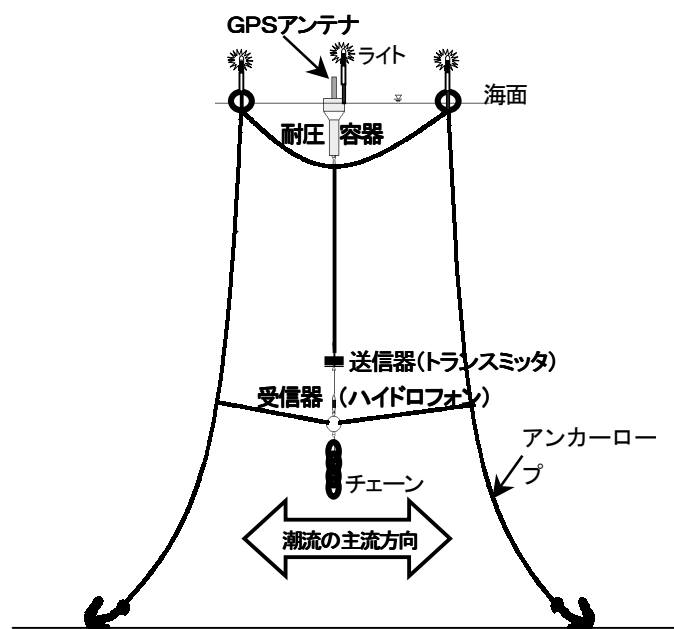


図-2 沿岸音響トモグラフィの構成

キーワード：潮流調査、潮流水平分布、音波伝播時間、インバース解析、海上架橋

〒243-0016 神奈川県厚木市田村町 8-10 アジア航測(株) 総合研究所 開発部 TEL046-295-1886

3. 早崎瀬戸・長島海峡への適用

(1) 調査の流れ

早崎瀬戸・長島海峡で本システムを使用した潮流水平分布調査方法は、以下の通りである。

- ① 早崎瀬戸（約3×4km）、長島海峡（約2×2km）各々の調査海域の周囲に沿岸音響トモグラフィ送受信局5台を海面係留し、双方向の音波伝播時間を10分間隔で連続約24時間計測した。長島海峡では、海峡中央部に赤島が存在するため、赤島の東西2海域に分割して調査を実施した。また、音響送受信器（トランスミッタ・ハイドロフォン）の設置水深は約6mで統一した。
- ② 観測により得られた音波伝播時間データをインバース解析（後処理）により約1時間毎の潮流水平分布を求めた。
- ③ 沿岸音響トモグラフィによる潮流水平分布調査と同期し、調査海域に設定した測線上を昼間のみADCPにより曳航観測を実施した。ADCPにより得られた潮流鉛直断面データと、トモグラフィにより得られた潮流水平分布データの比較評価を行った。

(2) 調査結果

図-3に早崎瀬戸、図-4に長島海峡における流速ベクトルの水平分布を示す。早崎瀬戸は、島原半島と天草下島に挟まれた最狭部約5kmの海域であり、東流最強時は、島原半島側で反時計回りの反流が発生することが知られている。本調査で得られた潮流水平分布からも、この流況が把握できた。また、この時の最大流速は、320cm/sであった。長島海峡は、天草下島と長島に挟まれた最狭部約2kmの海峡で、天草下島より赤島が存在する。地形が変化に富み複雑な流況を示す。南南西流最強時に得られた潮流水平分布からも赤島の東の海域が本流になる複雑な流況が確認できた。最大流速は387cm/sであった。ADCPと比較し両海域共に流向が良く一致していることが分かる。

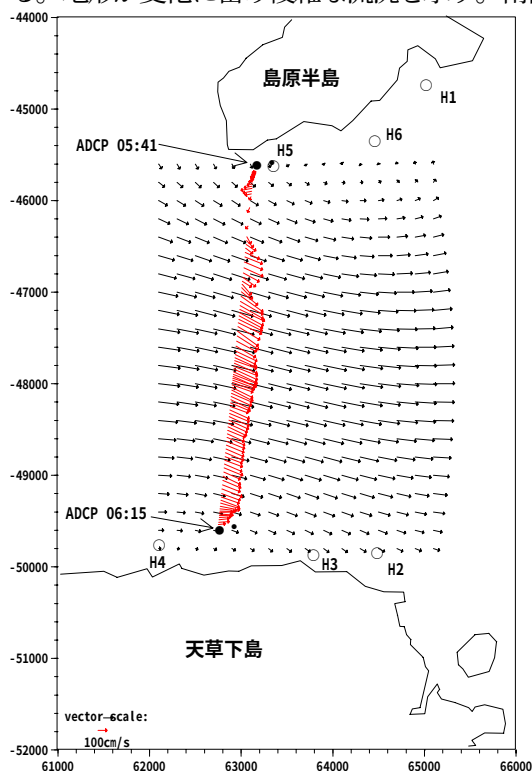


図-3 流速ベクトルの水平分布（早崎瀬戸）

平成11年11月10日大潮期（東流最強時）

トモグラフィ：06:30

ADCP：06:37-07:22

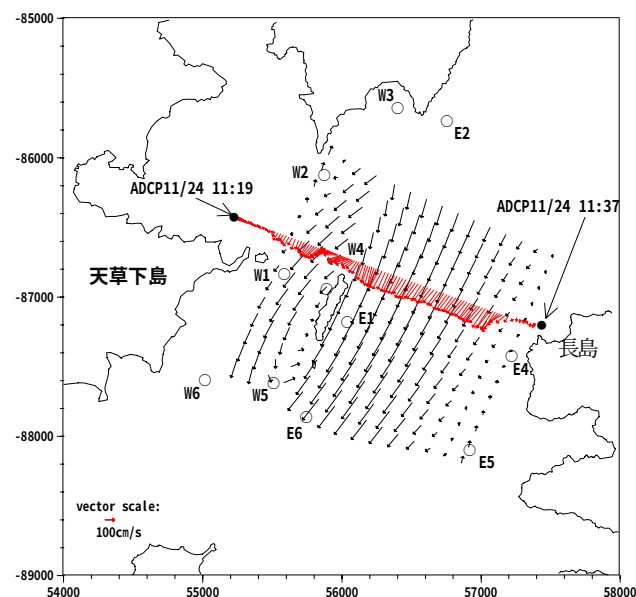


図-4 流速ベクトルの水平分布（長島海峡）

平成11年11月24,25日大潮期（南南西流最強時）

トモグラフィ：11月24日 11:20（東海域）

11月25日 14:40（西海域）

ADCP：11月24日 11:19-11:37

4. おわりに

沿岸音響トモグラフィシステムにより、早崎瀬戸および長島海峡において潮流水平分布調査を実施し、両海域における時系列の潮流二次元水平分布を把握することができた。時系列で沿岸海域の潮流水平分布を瞬時に把握する調査手法としては独自の手法であり、海上架橋事業の検討に必要な潮流調査の他、水産関連または環境モニタリング調査等広く応用できると考える。また、海中における音速は密度により影響を受けるため、理論的に水温分布も計測可能である。また、受信器を複数（ハイドロフォンアレー）にすることで層別の潮流・水温分布も計測可能である。最後に本調査にご協力頂いた長崎県、熊本県及び鹿児島県のご担当者へ深く感謝致します。