

太田川放水路におけるADCP観測とその解析

広島工業大学大学院 学生員 ○門田 誠也
 広島工業大学大学院 学生員 藤原 正季
 広島工業大学 正会員 水野 信二郎

1. はじめに

本研究では、1998年11月13日、20日、12月4日の3日間、広島湾にそそぐ太田川放水路において、塩水楔の追跡調査の為、ADCP流速計（直読式超音波ドップラー流速分布計）とSTD測器による同時縦断観測を行った。ADCP観測においては、GPSから得られた観測地点の詳細な緯度・経度と共に、各地点の2方向水平流速成分と表面水温を各水深ごとに計測し、太田川放水路に沿った水深の縦断分布、平均流速と単位幅流量の解析処理を行った。また、ADCPとSTD観測の結果の比較検討を行うことを研究目的とした。

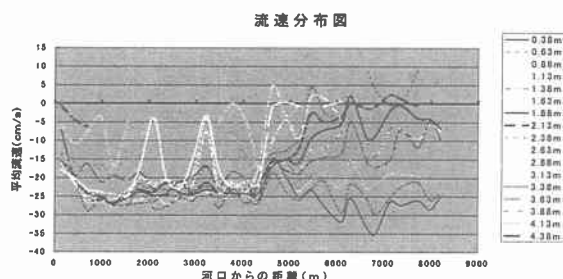
2. ADCPの概要

ADCPはドップラーレーダーの技術を海流の計測に応用に実用化された。海水中では、電磁波はほとんど伝播しないため音波を利用する。海洋中には生物起源、非生物起源の無数の音の散乱体が存在する。これらの微小散乱体は海流とともに移動する。海中音波の散乱波のドップラーシフト振動数が流速に比例する性質を利用して海流の流速を計測している。（ $\Delta f = \alpha v$ 、ここに Δf はドップラーシフト振動数、 v は流速、 α は定数である。）

3. データの解析

(1) 流速分布図

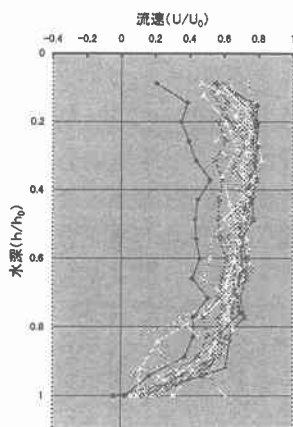
12月4日の縦断観測で求めた流速データを、280mごとに平均しグラフ化した。一瞥して分かるとおり、4500mを境に流速の分布が大きく異なっていることが分かる。STD観測の結果から4500mを境にして、左側は強混合域、右側は弱混合域の特徴を示している。



(2) 鉛直流速分布

流速 U は最大水面流速 U_0 で、 h は各測定点の水深 h_0 でそれぞれ無次元化して、流速鉛直分布を得た。左側が強混合域のグラフ（図2）で右側が弱混合域（図3）のグラフである。河口から4500mの区間の強混合域では、流速成分は河床付近を除いてほぼ一定の流速を保っていて、4500mから上流の区間の弱混合域では、流速成分は河床から水面まで直線的に流速が増加することが分かる。

鉛直流速分布(強混合域)



鉛直流速分布(弱混合域)

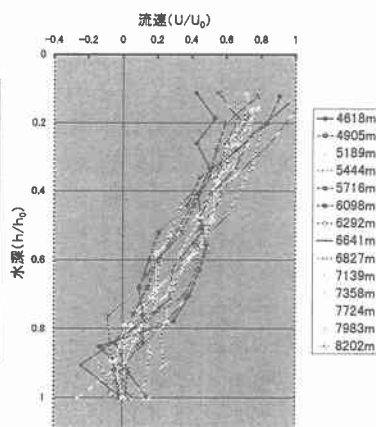


図2 鉛直流速成分(強混合域)

図3 鉛直流速成分(弱混合域)

(3) 平均鉛直流速成分

強混合域と、弱混合域の瞬間流速値を各区間で平均化して、図4の平均鉛直流速成分のグラフを得た。これを見て分かるように、河床に近い部分の流速は、河床の抵抗の為小さくなっている事が分かる。強混合域のグラフは河床から表層にかけてほぼ様な流速分布を示し、乱流混合によって下層の流速が加速を受けていることが良く分かる。他方、弱混合域では河床から表層に向けて直線的に流速が増加することが分かる。つまり弱混合域では成層の影響から乱流混合が弱くなり、強混合域では潮汐の影響により乱流混合が強く乱流となる。このため鉛直流速分布が異なると結論できる。

(4) 単位幅流量グラフ

12月4日に縦断観測したときのデータから単位幅流量を求め、単位幅流量と水深との関係がよく分かるよう、単位幅流量と水深を重ねて示図したのが図3である。これにより、単位幅流量（北向きを正）は水深の影響をかなり色濃く受けている事が分かる。一方5000m付近を境に、河口側の流量の絶対値がほぼ直線的に増加している事が分かる。この流量増加を説明する為に、この範囲において潮位変動が起こっていると仮定した。

(5) 連続の式の適用

潮汐データ（第6管区海上保安本部）図6から、観測時の潮汐は満潮から干潮にかけて観測を行っていた。ここで、河口から5000mの範囲で、広島港で得られた潮位の変化量（ η ）と我々が計測した単位幅流量（ q ）を求めると、それぞれ（1）、（2）のようになるので、（3）の連続の式の成立が確認できる。従って、図3の河口に向かう流量増加は、潮位の減少に対応すると結論できる。

平均鉛直流速分布

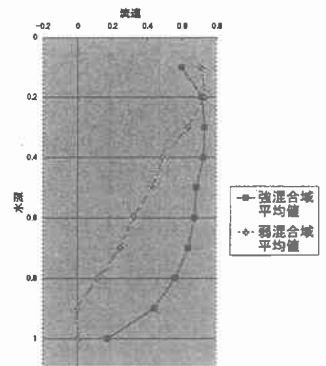


図4 平均鉛直流速分布

$$\frac{\partial \eta}{\partial t} \approx -0.000173 \text{ (m/s)} \quad (1)$$

$$\frac{\partial q}{\partial x} \approx 0.000148 \text{ (m/s)} \quad (2)$$

$$\frac{\partial \eta}{\partial t} + \frac{\partial q}{\partial x} = 0 \quad (3)$$

単位幅流量 ($\text{m}^3/\text{s} \cdot \text{m}$) (12月4日)

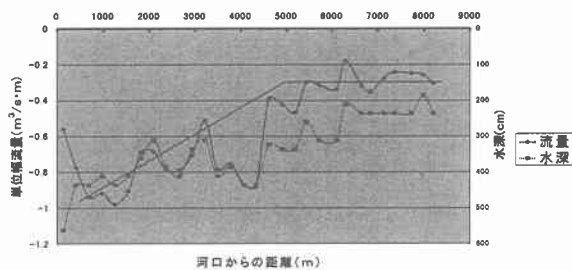


図5 単位幅流量

潮位変動(平成10年12月4日)

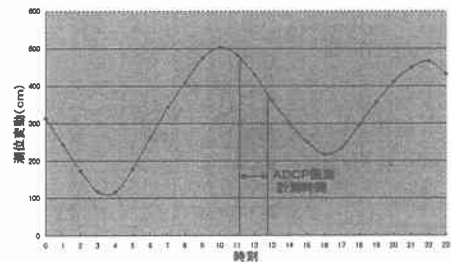


図6 潮位変動

4. 結果と考察

太田川放水路は、鉛直流速分布や単位幅流量により大きく二つに大別出来ることが分かった。しかし、流速分布図と単位幅流量では境界が若干異なる。そこで、今回はSTD観測により得られた、河口フロント（4500m）を基準として用いた。

河口から4500mの強混合区間では、各層で流速成分の値がほぼ一定で、かつ非定常の連続の式（3）が成り立つ為、潮汐変動の影響を受けていると考えられる。もう一つは、4500mから上流の弱混合域の区間である。この区間では、各層での流速成分の値が河床から水面に向かって直線的に増加していて、流量 Q ＝一定の定常な連続の式が成り立つ為、河川水が支配する領域であると考えられる。

また、ADCP観測で流量分布の変化が現れた地点と、STD観測において成層の影響が現れた河口フロントの位置が、ほぼ同位置を示していた。そのためADCP観測により観測された鉛直流速分布や、単位幅流量は、海水と河川水の混合過程と密接な関係を持っていることが分かった。