

II-107

潮流場における残差流の算定法について

京都大学防災研究所 正会員 馬場 康之
 京都大学防災研究所 正会員 今本 博 健
 京都大学防災研究所 正会員 石垣 泰 輔
 京都大学防災研究所 正会員 武藤 裕 則

1. はじめに：沿岸海域における物質の移動は、背後に人間活動の集積地を有する我国では関心の深い現象であり、昨今の自然環境に対する認識の高まりとともにさらに関心が深まっている。一般に沿岸海域で卓越する流動成分としては潮流が第一に挙げられるが、基本的に往復流であるため時間スケールの長い輸送現象に対する影響はあまり大きくない。逆にこのような現象には残差流の影響が大きいことが知られている。残差流は、通常定点観測結果の時間平均値（12時間25分または24時間50分）として得られるものであり、オイラー的な量である。しかし、物質の移動はラグランジュ的な現象で、水粒子そのものに着目した取り扱いが必要であり、残差流についてもラグランジュ的な観点からの議論が求められる。このような立場から、本報告では大阪湾内の残差流を粒子の移動の面から検討することを目的に大阪湾水理模型を用いた水理模型実験を実施した。

2. 実験及び解析手法：実験に用いた大阪湾水理模型（水平縮尺：1/5000、鉛直縮尺：1/500）は、フルードの相似則に基づく歪み模型であり、2台のプランジャー型起潮機により潮汐を再現する。本実験における潮汐条件は大潮のみである。またその他の条件として、河川からの淡水の流入を再現するために平水流量に相当する量の温水を淀川及び大和川から流入させた。本実験では、模型内の水表面に識別可能なトレーサ（4cm角の紙片）を散布し、個々のトレーサの位置を1周期につき8回、計5周期間にわたって35mmカメラで撮影してトレーサの移動を捉えた。こうして得られた粒子の移動データから次の2種類の残差流を算定した。1つは、粒子そのものに着目するもので、移動開始した位置から1周期後に到達した位置までの距離を要した時間で除して得られるものである（図1）。なお図1は明石海峡西流最強時から1周期間の粒子の移動から得られた残差ベクトルを格子点での値に変換したものである。もう1つは、粒子の移動から格子点における潮流速を算定し、各格子点における潮流速を1周期間で平均化して得られるもので、従来より用いられている残差流に相当する（図2）。

3. 湾内の残差流に関する検討：図1及び図2に示した湾内の残差ベクトル図は湾の西側でそれぞれ異なる特徴を示す。従来の現地観測や数値計算結果においては、沖の瀬付近に時計回りの環状となる残差流の存在が指摘されており、本実験の結果においても定点での平均値として求められた図2において同様の残差流が認められる。一方、粒子の移動から算定された残差流では友ヶ島水道の北側に反時計回りを呈する部分がみら

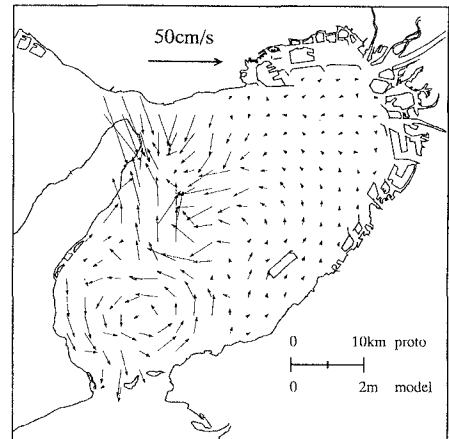


図1 残差ベクトル図

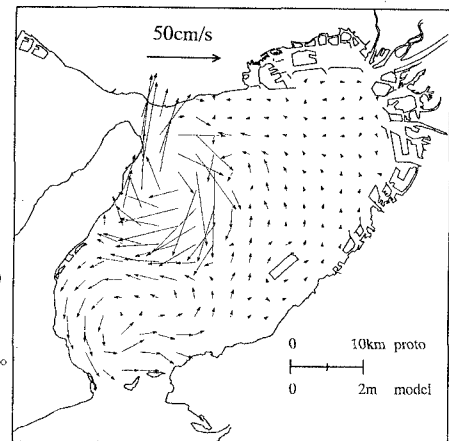


図2 残差ベクトル図（定点平均値）

れるが、沖の瀬付近では一定の傾向を持たない。また、残差流速の小さな湾の東側では両者の間にはあまり大きな違いはみられない。この2つの残差流の違いを検討するために、

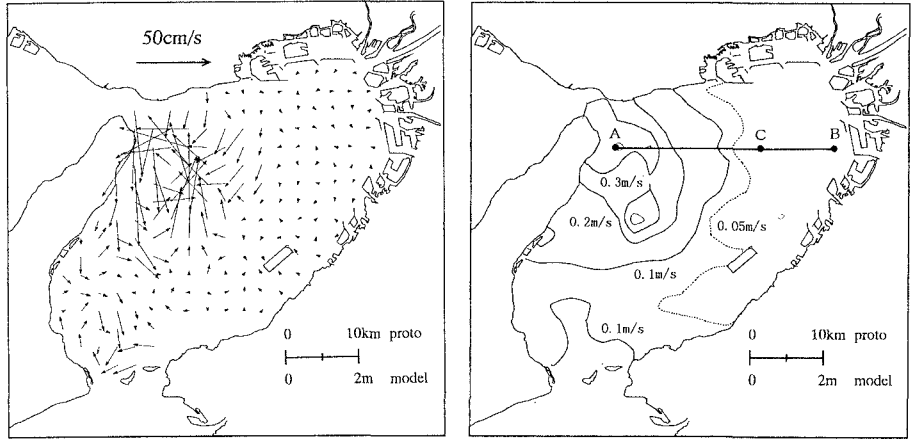


図3 算定法の違いによる残差流速の差（ベクトル図・コンター）

双方の差をベクトル及びコンターで表示したのが図3である。差の特に大きな部分は沖の瀬付近から明石海峡にかけての領域であり、逆に湾の東半分には差が微小な領域が広がる。図3の点線の位置は大阪湾の水深20mの等深線にほぼ相当している。大阪湾ではこの水深20m線を境に流動特性の異なることが知られており、流動特性の違いが2つの残差流の違いを生み出していると考えられる。そこで図3に示したA-B間の潮流速を図4に、潮流速の勾配を図5に示す。ただし図4の潮流速は明石海峡西流最強時の値であり、図5では各値を最大の絶対値で無次元化したものを示している。図中にある矢印の位置が図3の点線の位置であるが、この位置から湾の東側（点B側）では潮流速の勾配が非常に小さく、ほぼ0に近い値を取り、反対に点Aの付近では相対的に大きな勾配を持つことがわかる。潮流速の勾配の大きな領域では、粒子が出発点から離れた時、粒子の位置と出発点における流動の差が大きくなり、粒子は出発点とは異なった流動の影響を受けて移動することになる。このことにより、定点での平均値として求められた残差流と粒子の移動から得られた残差流の間に差が生じることになる。さらに、粒子の移動から算定された残差流は移動を開始する潮時の違いによっても異なる結果となる。図6に点Aと点Cにおける残差ベクトルを示す。図中太線は各点における平均値としての残差ベクトル、他の4つはそれぞれ明石海峡西流、東流の最強時とその間の憩流時に点A、Cを出発した粒子の移動から得られた残差ベクトルである。点Cでは大きさ、向きともに似た傾向を示すが、点Aでは移動開始の潮時の違いによって得られる残差ベクトルが大きく異なり、移動を開始する時刻も残差流を決定する1つの要因となることがわかる。

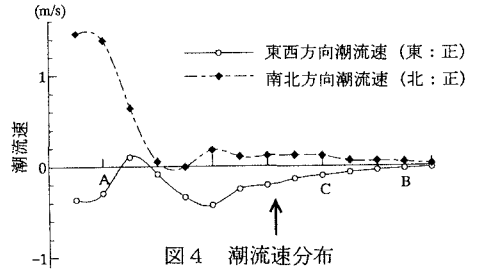


図4 潮流速分布

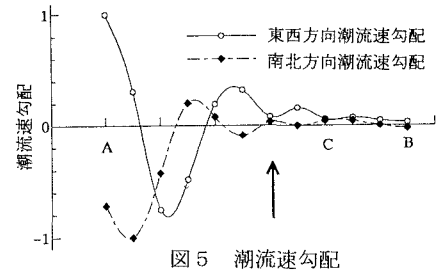


図5 潮流速勾配

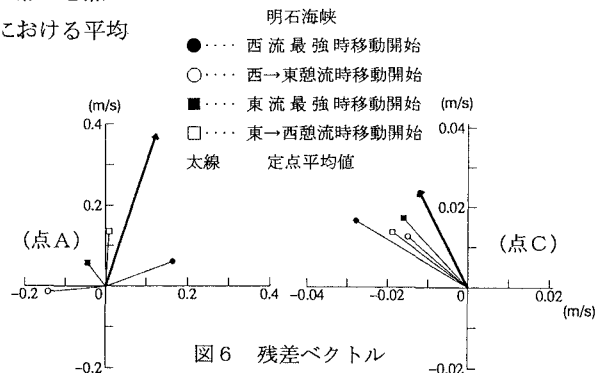


図6 残差ベクトル