

弱混合河川の水理特性

ハレ工業大学 正員 〇西田 修三
ハレ工業大学 学生員 中村 成樹
三浦 宏貴

1. はじめに

昭和60年8月5日～9日、北海道天塩川河口部において行なった野外調査データを基に、弱混合河川の水理特性、主として潮汐に対する応答特性に関して得られた知見について報告する。

天塩川は、日本海側に河口を有し、北海道では石狩川に次ぐ流路長をもつ一級河川である。河口より上流7kmまでは水深4～5m、川幅200～300mのほぼ一様な直線流路となっており、密度構造は密度の急変する内部境界面を有する典型的な弱混合形式を呈している。

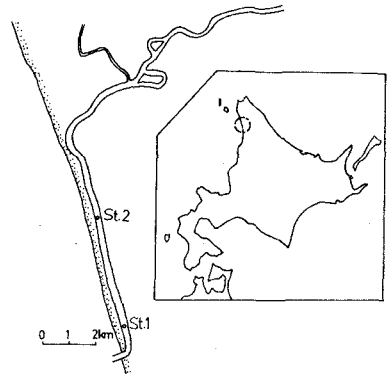


図 1

2. 現地調査

主たる調査項目を以下に示す。

1) 船を使用した塩水くさびの形状及び流況・塩分の移動観測。

使用機器：超音波測深機、CM-II型流向流速計、電気伝導度計、その他。

2) 流況、塩分、水位の2定実(St.1: 河口より上流1.5km, St.2: 河口より上流5.5km)における昼夜観測。

使用機器：リザーバル式水位計、内部界面追尾計、CM-II型流向流速計、電気伝導度計、塩分計、その他。

3) LDV、2方向電磁流速計による河川乱流計測。

調査項目2)の下流側定実には、流心より右岸より1m(幅6m、全長19m)をアンカーで固定し観測ステーションとした。さらに、精密な流速測定のために、舳より流心側約2mの地点に観測塔を設置し、波による動揺を除去しデータ収集を行った。また、上流側では橋を利用し、橋上より各測定を行った。

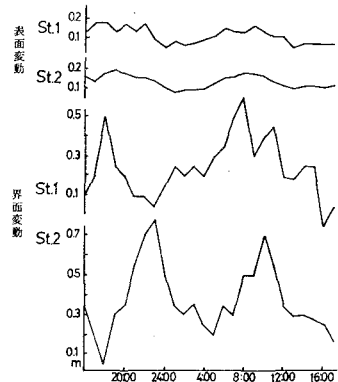


図 2

3. 調査結果

1) 表面及び界面変動

図2は4km離れた2定実St.1とSt.2における表面及び界面の潮汐による25時間変化を示したものである。表面変動の振幅は2定実ともに10cm程度であり、ほとんど減衰はみられず、また、位相もほぼ同位相で顕著な時間遅れは認められないのに対し、界面変動はその振幅が60cmにも達し、水面変動に比べ極めて大きく、また、位相に関しても2定実で約

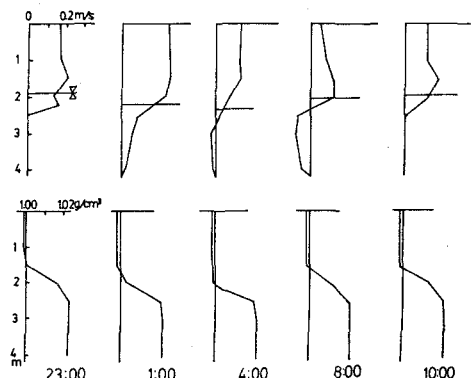


図 3

3時間の遅れ(相互相関より算出)を示している。ちなみに、2層流の界面波速式より2定束間の伝播時間を計算したところ約2.7時間となり、実測とのよい一致がみられた。

2)流速及び密度の鉛直分布

St.2において一周期にわたり観測された流速及び密度分布の変化のようすを示したのが図4である。予想通り、落潮時には塩水の逆流層が消失し、全層が流下しており、逆に、漲潮時には塩水層内において逆流が卓越していることがわかる。また、密度分布に関しては、満潮時に混合層が厚く、干潮時には薄くなり再二層化が進むことがわかる。満潮時に混合層が厚くなるのは、漲潮時に界面におけるシアが強くなり上下層の混合が促進され、さらに、底面流速も大きくなり、河床の凹凸により生じた乱れが界面を破壊するためと考えられる。逆に、落潮時にはシアが弱くなるとともに底面流速も小さくなり、乱れの発生が抑制されると同時に、上層流により混合層が掃流されるため、混合層厚が薄くなる、て現われたものと考えられる。

3)界面抵抗係数及び連行係数

図4は潮汐による界面抵抗係数の変化のようすを示したものである。前述のように、2定束間の界面変動に位相差が存在するため、2定束間の界面勾配より算出される f_i の値は一昼夜にわたり大きく変動し、時には負値を示すこともある。また、連行係数 E も同様に潮汐の影響を受け、大きく変動していることがわかる(図5)。このことから、界面抵抗係数及び連行係数の決定は、少なくとも一周期以上のデータを基に行う必要があることがわかる。図6、図7には、従来のデータ整理の方法に従い、 $f_i-\psi$ 、 $E-F_d$ の関係を示した。図中、参考までに金子及び須賀らによって提案されている関係式も図示した。近年、界面抵抗係数 f_i と岩崎数 ψ の関係が注目され、多くの実験、野外調査が行われてきたが、野外調査データの散乱の主要な原因の一つは、潮汐による影響であろうことがうかがえる。

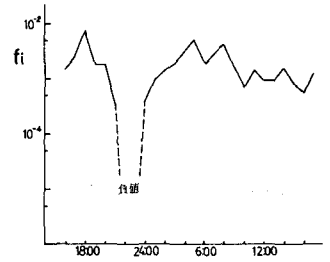


図 4

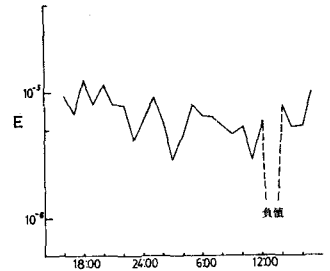


図 5

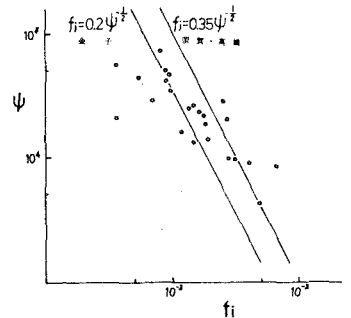


図 6

4. おわりに

潮位差10cm程度の小さな潮汐も、弱混合河川においては大きな界面変動を誘起し、流速構造や、くさび長の算定に必要な界面抵抗係数等に大きな影響を及ぼすことがわかった。

本調査は、吉田静男助教授をはじめとする北海道大学工学部工業力学第二講座との合同調査であった。また、データの収集、解析には、大越進一郎君をはじめ本研究室学生諸君の助力も得た。ここに深甚な感謝の意を表する次第である。

参考文献

1) 玉井信之: 密度流の氷理, 技報堂, 1980. 2) 土木研究所報告第160号, 1983.

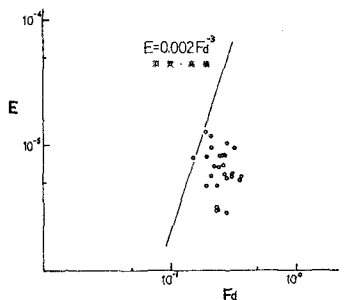


図 7