

長岡技術科学大学 工学部 正員 中村 由行  
 長岡技術科学大学 工学部 正員 早川 典生  
 東京消防庁 学生員 椎名 弘

1, 序論 潮目に関する宇田の古典的研究をはじめとして、海域に於いて、水平方向に密度や水質が急激に変化する構造が報告されている。近年、ランドサットデータの利用等によってその存在を広く知られる様になった河口フロントは、その一例である。河口フロントの形成には、沿岸流の存在が必要であると考えられている。しかしながら、河川水の海上への拡がりに関する従来の研究には、沿岸流のこうした役割はあまり考慮されていない。Garvine らは、河口フロント周辺の詳細な現場観測をおこない、基本的流動特性を明らかにした。つまり、フロントは水平流速ベクトルの収束線になっており、フロント周辺に強い下降流が存在する事、また、フロント近傍の流れは、Surface Gravity Current の挙動として取り扱うことができる事を示した。そこで本研究では、現象を単純化した鉛直二次元系において Surface Gravity Current を発生させ、その先端が停止し続ける条件を実験的に見いだす事を目的とした。

2, 実験 Gravity Current の先端を停止させる実験については、Simpson らの一連の研究がある。彼らは可動床を用いて底面の粘性の効果をコントロールした実験をおこない、Gravity Current の挙動や先端部の詳細な形状を明らかにした。しかしながら、これらはいずれも底面に沿う流れを対象としており、Surface Gravity Current の実験例はほとんど見当たらない。

本実験においては、長さ 3.8 m, 幅 9.3 cm, 高さ 40 cm のアクリル製水槽を用いた。水槽の一端から塩水を、他端のノズルから淡水を、互いに逆向きに流入させ、フロント先端が停止した時点から、流速、密度、

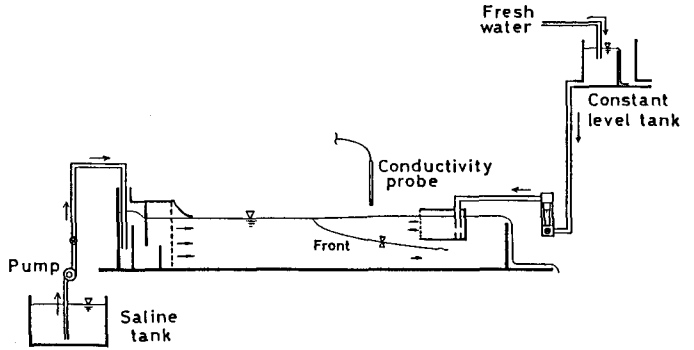


図1 実験装置

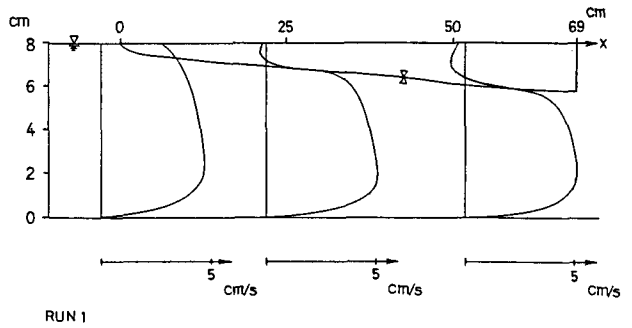


図2 平均的な界面形状と流速分布

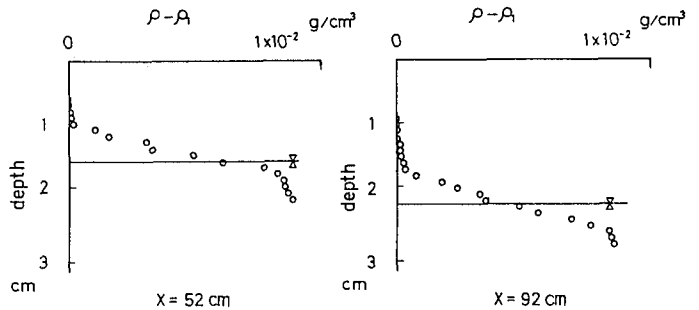


図3 平均の密度分布



図4 Gravity Current 先端部のスケッチ

界面形状を測定した。密度は、電導度計により NaCl 重量濃度から換算し、流速は水素気泡法と色素を追跡する方法とを兼用して測定した。

表1に実験条件を示す。添字 1,2はそれぞれ上層及び下層を示す。q, h, D は単位幅流量、全水深、上層水深を示し、l はノズル口から Gravity Current先端までの水平距離を示す。実験は、層平均 Ri 数が 1~10の範囲で 9ケースおこなった。いずれも先端部に図4に示すような Head が形成され、Headより下流側(下層から見て)には界面の砕波とそれに伴う連行が観察された。

図2に、Run 1 の場合の平均界面形状及び平均流速分布を示す。又、図3は Run 2の場合の平均密度分布を示す。ここでは、目視界面を界面と定義することにするが、図3に示す様に、それはほぼ密度分布の変曲点に一致した。

3, 連行係数及び内部抵抗係数 流下方向に 2~3 断面ほど流速分布を測定し、上層の流量差から連行係数 ( $E = ue/u^2$ ) を求めた。層平均 Ri 数との相関をみたのが図5である。図には、本実験の流況に近い下層密度流の報告例をあわせてのせてある。ややばつきはあるものの、福岡らの示した

$$-2/3$$

$$E = 0.003 Ri$$

でよく近似できるものと考えられる。

漸変二層流数値モデルにより、本実験の界面形状が再現できる様に内部抵抗係数を推定した。岩崎数  $\phi$  との相関を見たのが図6である。但し、a は金子の式

$$-1/2$$

$$f_i = a \phi$$

の定数である。Run 5 を除けば、 $a = 0.4 \sim 0.6$  となり、ほぼ各ケースについて同じ値であり、又、福岡らの結果にも近い値となった。

\*\* 文献 \*\*

- 1) Uda, M. : Geophys. Mag., 11, 1938.
- 2) Garvine, R. W. and J. D. Monk : J. Geophys. Res., 79, 1974.
- 3) 福岡・福嶋・守屋・新庄 : 土木学会論文報告集、第327号, 1982.
- 4) 中村・早川・椎名・福嶋 : 第33回海岸工学講演会論文集(投稿中), 1986.
- 5) 金子 : 第13回海岸工学講演会論文集, 1966.

表1 実験条件

Run	q <sub>1</sub>	q <sub>2</sub>	h	D	l	$\Delta\rho/\rho z$	L/D	q <sub>1</sub> /q <sub>2</sub>	D/h	Fl <sub>z</sub>	Fr <sub>0</sub>	a
1	-0.306	26.7	7.99	1.96	52	$7.54 \times 10^{-3}$	26.5	87.3	0.245	0.529	0.977	0.53
2	-0.451	19.8	7.97	2.70	117	$7.39 \times 10^{-3}$	43.3	43.9	0.339	0.431	0.706	0.52
3	-0.276	25.8	7.99	1.84	58	$7.54 \times 10^{-3}$	31.5	93.5	0.230	0.474	0.944	0.45
4	-0.287	34.4	8.16	1.69	29	$8.92 \times 10^{-3}$	17.2	119.9	0.207	0.587	1.166	0.70
5	-0.544	12.6	7.31	2.91	139	$3.54 \times 10^{-3}$	47.8	23.1	0.398	0.474	0.785	0.28
6	-0.352	20.7	8.06	2.75	46	$3.09 \times 10^{-3}$	16.7	58.8	0.341	0.687	1.069	0.64
7	-0.533	17.5	7.79	2.50	65	$3.09 \times 10^{-3}$	26.0	32.8	0.321	0.601	0.965	0.37
8	-0.375	8.95	7.78	2.78	69	$1.23 \times 10^{-2}$	24.8	23.9	0.357	0.505	0.798	0.37
9	-0.359	14.9	7.91	1.89	20	$1.30 \times 10^{-2}$	10.6	41.6	0.239	0.718	1.301	0.40

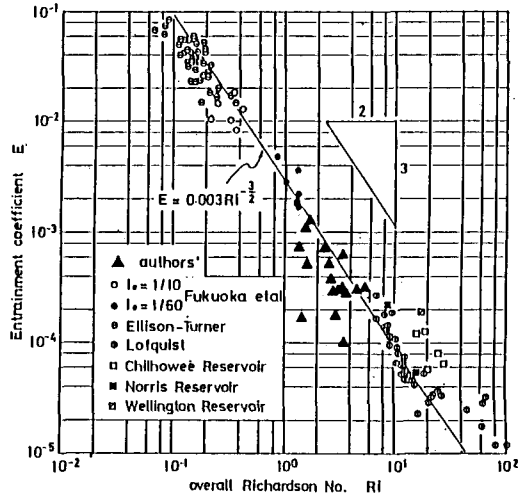


図5 連行係数と層平均Ri数との相関

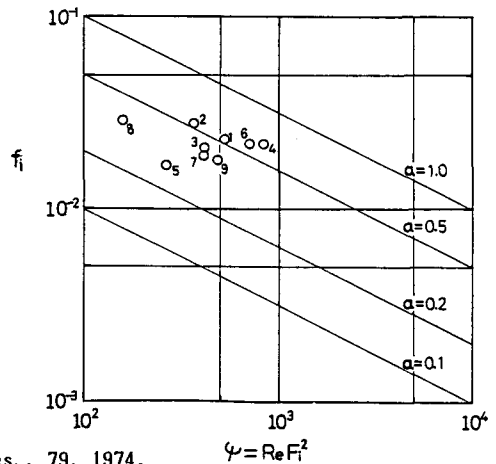


図6  $f_i$ と $\phi$ との相関