

東京大学工学部 正会員 堀川 清司  
 東京大学工学部 正会員 砂村 継夫  
 東京大学大学院 学生会員 〇鬼頭 平三  
 東京大学大学院 学生会員 品川 正典

1 はじめに

海浜変形を理論的, 実験的に解析しようとする試みは, 従来いくつかなされている<sup>1)</sup>にもかかわらず, 現象が極めて複雑なため, 現在のところ, その試みは満足に現象を説明するまでには至っていない。

二次元の海浜変形を理論的に取扱う場合には, まず, 波の水粒子運動に起因する net flow (質量輸送と戻り流れをたし引きしたものを) を定量的に把握することが必要であろう。従来, 図-1に示すような定性的な net flow pattern が考えられているが, その定量的把握はなされていない。

そこで, 筆者らはこの flow pattern を水素気泡ならびに固体浮子を用いた流速測定法により定量的に捉えることを試みた。その結果, 図-1に示される flow pattern とは本質的に異なる結果を得たので, ここにその概要を報告する。

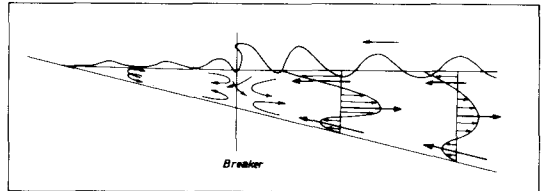


図-1 沿岸部における net flow pattern<sup>2)</sup>

2 実験装置ならびに実験方法

実験は幅 60 cm の二次元造波水路 (図-2) を仕切り板で二分した幅 29 cm の水路で行った。底面は 1/24 の一様勾配とした。表-1 に実験波の諸元を示す。

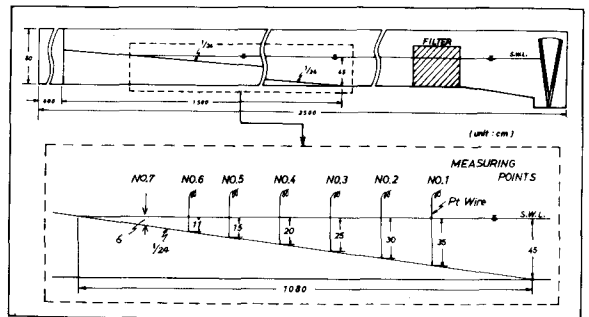


図-2 実験水槽及び測点

表-1 実験波の諸元

図-2に示すように7測点を設定し, これらの測点において水粒子の運動を, 水素気泡式流速測定法<sup>3)</sup> (以下「H.B.法」と略す) あるいは, 固体浮子による流速測定法 (以下「浮子法」と呼ぶ) を用いて捉えた。H.B.法の場合は, 白金線より生ずる水素気泡列を 16 mm シネカメラを用いて撮影した。この測定法は碎波帯内のような大きな乱れにおいては, 水素気泡の拡散が激しく使用に適さない。この場合は浮子法を採用した。これは

CASE	H (h=40cm)	T	Ho	Ho/Lo
1	7.5 cm	1.7 sec	7.7 cm	0.017
2	5.8	1.7	6.0	0.013
3	7.8	1.4	8.7	0.028
4	5.6	1.4	6.2	0.020
5	5.6	1.0	5.9	0.038
6	3.9	1.0	4.1	0.026

図-3に示すような装置から水中に発射された直径6 mmの固体浮子(比重約1.0)を、8 mm シネカメラを用いてカラーフィルム上に撮影するものである。金属細管の先端にとりつけた浮子が大きな流速時に飛び出さぬように絶えず真空ポンプによって吸引しておき、任意の時間に丁字管にとりつけられたピンチコックを回すすと圧力が加わり、圧力伝達管を通してその圧力は瞬時にすべての浮子に作用し、波の進行方向に対して垂直に浮子が同時に発射される。なお、これらの浮子は水素気泡と同じ精度で水粒子運動に追従することが確認されている。

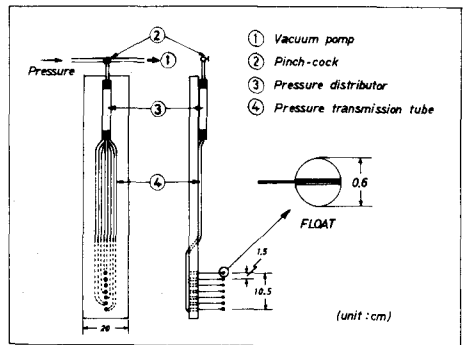


図-3 固体浮子発射装置

### 3 解析方法

H.B.法の場合は、16 mm フィルム上の水素気泡列のうち、流速逆転時に発生する気泡列先端(最も明瞭に判断できる)の1周期後の位置と白金線との差を読みとり、それを波の周期で除したものを net transport velocity とした。

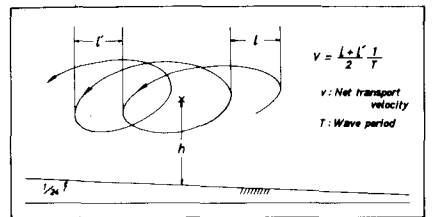


図-4 浮子法の解析方法

浮子法の場合は、8 mm カラーフィルム上に写された浮子を追跡して、その軌跡を描き、図-4に示される1周期の net の移動量  $l, l'$  の算術平均をとって net transport velocity と考えた。

Russell<sup>4)</sup>の実験によれば、net flow pattern は約15分で定常に達している。本実験では完全な定常状態は観測されず、ほぼ一定の周期をもつと思われる pattern の繰返しが見られた。この現象の周期が便宜的に図-3(a)に示すような値  $d$  の変動で表わされると考えて、その時間変化の一例をプロットしたものが同図(b)である。すべてのケースでこのような30秒前後の周期が認められた。この値は、実測された水路の固有振動周期とほぼ一致しており、セイシュの固有周期を求める近似式<sup>5)</sup>  $T = 2l / \sqrt{gh}$  ( $l = 20$  m,  $h = 20$  cm) で計算した結果ともほぼ一致した。したがって、flow pattern の周期性は水槽の固有振動に帰因すると考えるのが妥当であろう。

なお、底面勾配による反射率は、Greslou-Mahe の実験結果<sup>6)</sup>によれば、2~3% であるので無視することができると思った。

以上述べたように、水槽の固有振動周期を一周期として実験結果が変動することを考慮して、実験結果はすべてのケースに対して30秒平均をとって整理した。

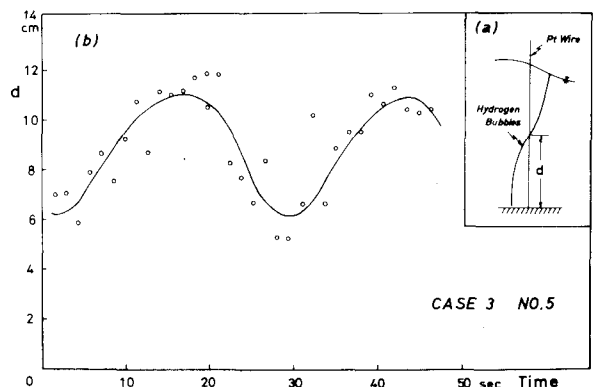


図-5 flow pattern の周期性の一例

#### 4 実験結果ならびに考察

今回得られた実験結果をまとめたものが図-6である。図中、円でかこまれた測点における flow pattern は浮子法によるものである。この図から明らかのように、砕波点より沖側においては従来考えられて来た flow pattern (図-1参照)とは本質的に異なる flow pattern, 即ち上層部においては沖向きの流れが、下層部においては岸向きの流れが存在する。

一方、砕波帯内においては、表層では岸向き、中・底層では沖向きの流れがすべてのケースにおいて認められ、それらの流速は砕波点の沖側のものに比較してかなり大きいことがわかる。

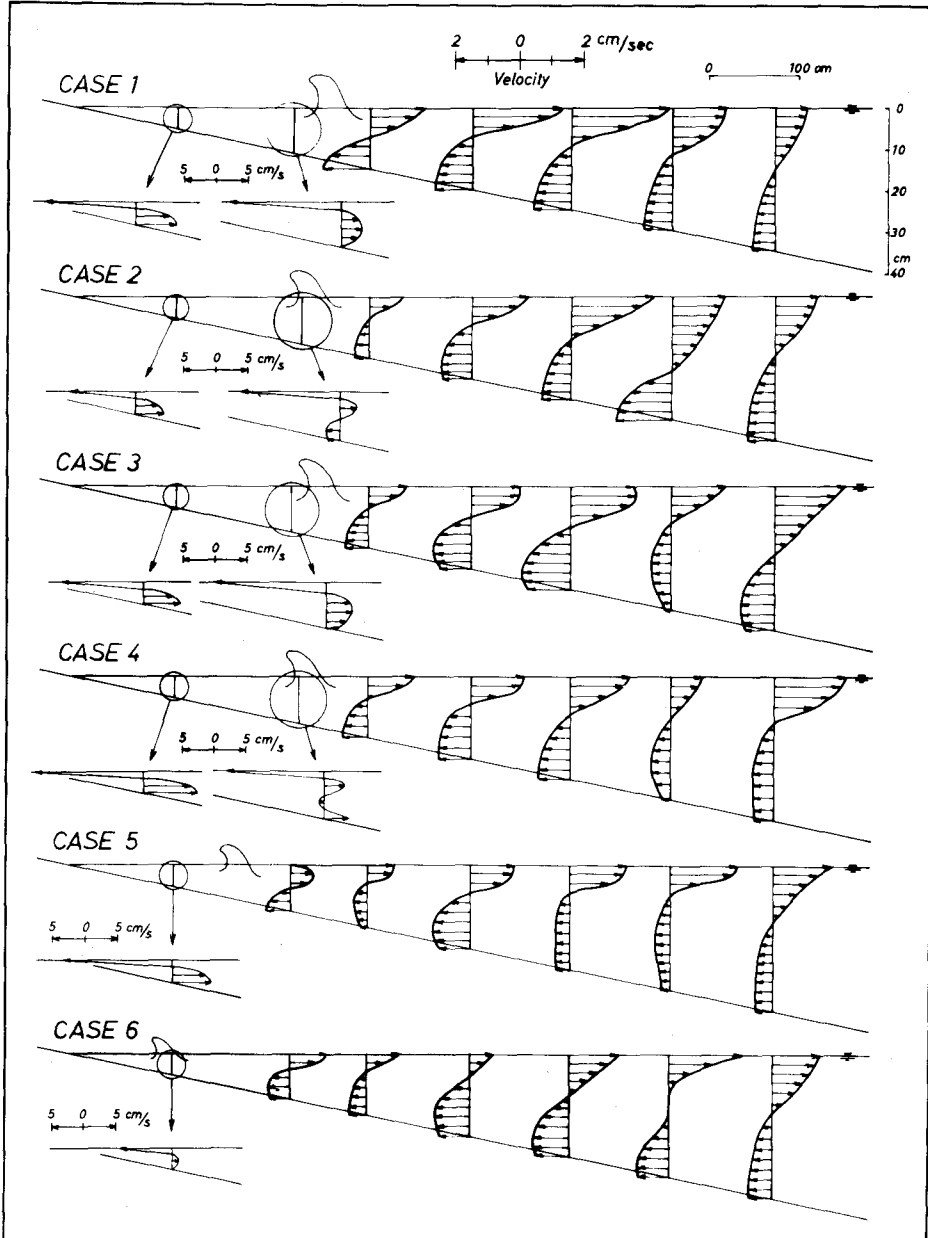


図-6 本実験で得られた net flow pattern

これらの結果から、定性的には図-7に示すような二つの大きな循環の存在が考えられる。即ち、砕波点近傍が一つの barrier となり、それより沖側においては、下層部の向岸流が砕波点附近で方向を逆転して沖に向う上層部の流れとなる。一方、砕波帯内においては沖に向う中・下層の流れは砕波点近傍で方向が逆転し岸向きの流れとなる。

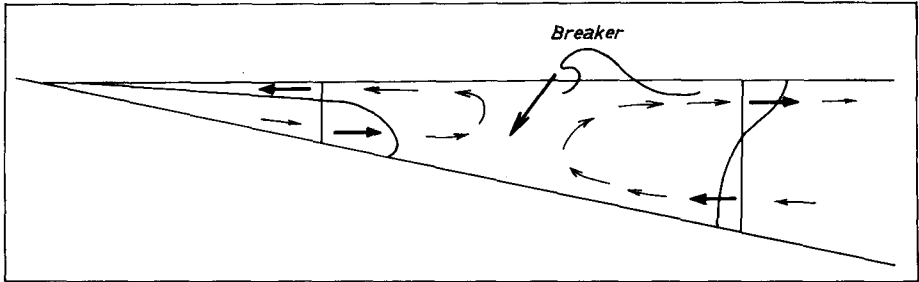


図-7 推定される2つの循環

#### 5 おわりに

上述したように、従来の flow pattern (図-1) と異なる結果が得られた。しかし、図-6に示した flow pattern の中には沖向きの流れと岸向きの流れとが compensate していない所がみられた。これは実験の二次元性が保たれていないことによるものと考えられる。この点に関しては現在検討中である。今後、海浜変形と直接関係のある底面附近の流れの状態をさらに定量的に把握しなければならぬであろう。

最後に、本稿をとりまとめるに当り、お世話になった東京大学工学部土木工学科港湾研究室渡辺晃博士ならびに同研究室の皆様にごして謝意を表する次第である。

#### 参考文献

- 1) 例えは Eagleston, P. S., B. Glennie, and J. A. Dracup: Equilibrium Characteristics of Sand Beaches, J. HY., Proc. ASCE, pp. 35-57, 1963.
- 2) Johnson, J. W. and P. S. Eagleston: Coastal Processes, pp. 404-492, Estuary and Coastline Hydrodynamics (ed. by A. T. Ippen), McGraw-Hill, New York, 744p, 1966
- 3) 堀川清司, 渡辺晃, 満岡英世: 波による水粒子速度の測定方法について, 第22回年次学術講演会講演概要, II-91, 1967.
- 4) Russell, R. C. H. and J. D. C. Osorio: An Experimental Investigation of Drift Profiles in a Closed Channel, Proc. 6th Conf. on Coastal Eng., pp. 171-193, 1958.
- 5) 土木学会編: 水理公式集, pp. 562, 1971.
- 6) Greslou, L. et Y. Mahe: Etude du coefficient de reflection d'une houle sur un obstacle constitue par un plane incline, Proc. 5th Conf. on Coastal Eng., 1956.