

沿岸における測流について

北海道大学教授理学博士 福 島 久 雄
同 助教授理学博士 溝 口 裕

漂砂を中心とした数多くの問題の中、最も重要なものは海浜を移動する漂砂の量の観測、港湾附近に於ける砂の運動状態、与えられた気象条件の下に与えられた地点を通る漂砂の量の推測等であろう。未知の部分は定性的領域から定量的領域にまたがっており、問題の解決には多くの完全な観測資料を必要とするように思われる。或時間に或断面を過ぎる砂の量を知るにはその断面に於ける流速分布、及び砂の濃度を知らなければならない。海水中の砂の捕集方法についてはすでに昨年の講演会¹⁾に述べたので今は沿岸における海水の流れと、筆者等の行った測流について述べたいと思う。

沿岸流は定義に従えば汀線の附近、砕波帯の内側に起こる流れで汀線に沿うものである。Shepard 及び Inman 氏²⁾等はかつて外浜帯の循環を論じてセル状構造をもつ外浜帯海水の運動を示した。氏によると海岸近くの海水の流れは大別して2つの系統がある。その第一は沖の方で海岸に平行に流れている海岸流であつて、いそ波帯の外側をしめ主に潮流或は遷移吹送流の性質をもつものである。第二はいわゆる海浜流系統であつて海岸流よりも内側の部分であり複雑な構造をもっているのがその主なものは第一に波による質量の輸送の流れである。之は波浪の運動によつて水の実質部分を砕波帯の外側から内側に向つて運ぶ流れであり、第二はこの岸へ輸送された水が boundary である汀線に沿うて流れる沿岸流である。沿岸流は汀線に沿うて流れるのみならず相反する方向の沿岸流は合流して汀線に垂直な方向の流れを所々に生じ離岸流を生ずる。離岸流の先端は沖で拡大して離岸流頭を造るという。Inman 氏は同時にいそ波帯の表流と底流とを多数回観測した結果を挙げているがそれによれば底流の観測では1115の中80%が沖に向う底流を示している。波や風による質量輸送は上下両層の構造をもっていると考えられるのである。

海岸の種々の形状の中最も基本的なものは直線状海岸であるが、更に等深線が汀線に平行な砂浜での沿岸流の速度は今迄も多くの人々によつて論ぜられた。Putnam, Munk, Traylor³⁾等の諸氏の式があることは周知のとおりである。この流速は波高、波速、週期、波向、浜の傾斜及び浜の摩擦係数等の函数であり摩擦係数は又速度の函数であると考えられている。然し現象自身が複雑であるのでこの公式が直ちにどこにでも当てはまるとは言えないようである。このような直線状の砂浜に直角に構造物が出た場合にはその構造物に沿うてセル状の離岸流が出来ることも知られている。

沿岸の流れが漂砂に関係するものである以上、海水の運動をしらべる時には波浪による短周期の運動を無視するわけにはいかない。沿岸における流れを計器によつて実測する場合、波浪の運動の影響が多少とも計器に表われることは考えられることである。又竹竿による砂の捕集の機構にも波浪による短周期の運動が影響があると思われる。Eaton⁴⁾氏は波による質量輸送と波浪運動の速度差によつて波による岸向の流れが卓越し、理想的な直線状の浜では波が正面から押寄せて来る時にはいそ波帯に於て底引き流れと呼ばれる冲向きの流れが出来ることを述べている。最近 Inman 及び奈須両氏⁵⁾は砕波帯附近の波浪に伴う水の軌道運動を観測した。これは棒の先に球を取付けた抵抗体の根もとに Strain gage の element がはられている一種の短周期の流速計を用いたものでこれによつて観測した波浪の極大水平速度の観測値は波の profile が単純で有効周期6秒以上、波高と谷の水深の比が0.2以上の波については孤立波の理論がよく一致することを示した。

沿岸における流速測定を行う方法は種々ありそれぞれ長所と短所をもっているが、最も普通には定置式の(例えば小野式)流速計や棒浮子等が使用される。浮標の放流によるものは風の影響もある事が考えられ同時に時間的变化も混入してゆくと思われる。表面の流速ならば色素を放流するのも一つの方法である。例えば Fluorescein を使用すると海面上の発見は容易であるが時間が経つに従つて拡散も甚しくなる。Inman 氏も前述の報告中に表面浮標、色素、十字海流板を用いて測定を行つているのが色素の流れと浮標の観測とはよい一致を示している。底流の方は浮力を調節したバレーボールを用いているがその詳細は明らかでない。

筆者等は砂の捕集のための竹竿の附設と共に表面の測流を行う目的で流向を示す浮標を碇置し竹竿の設置の期間一日1〜2回の流向観測をすることをこの数年来行つている。その苫小牧港の1例を図-1に示した。東北風の場合の表面流の流向を示している。流速は費用、時間のため重要な点について行うより外はない。一般にこのような観測は観測点が3次元の分布をしておりその上波浪による事故が多く漂砂量、測流ともに最も重要な荒天の時の満足すべき観測結果はなかなか得難い。

図-1

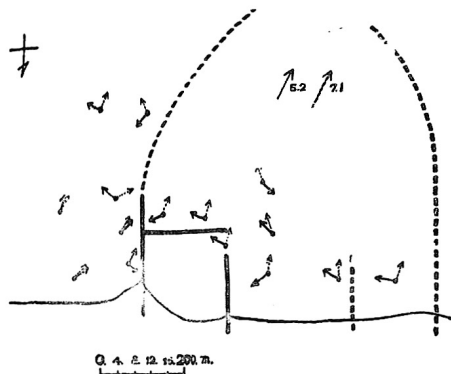
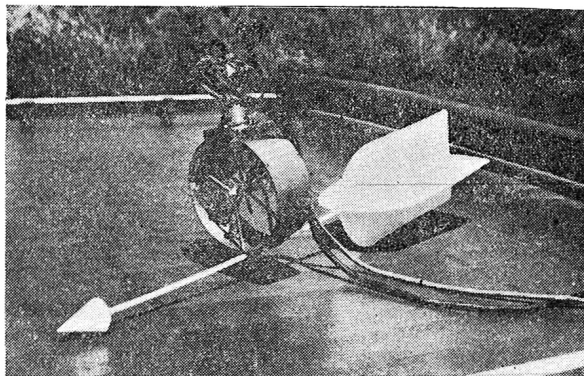
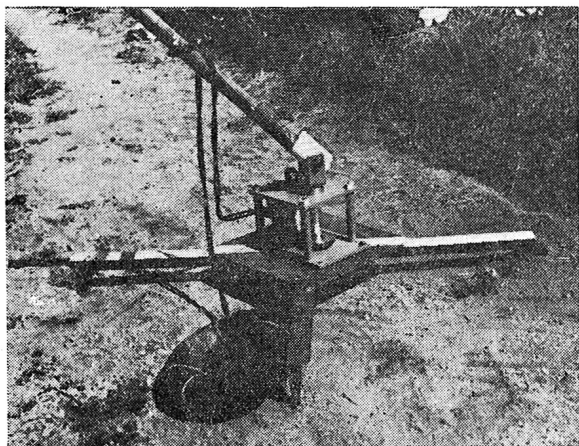


図-2



当教室で試作した定置式の流速計の一つは数mの浅海に沈設する方式のものである⁶⁾。この装置は頭部の電接部分、及び記録部分からなる。頭部は図-2に示すように回転部分は流向にむけるための矢羽根と回転部分からなっている。回転部はプロペラとウオームギヤによつて10回転で油中の電気接点を一回閉ち之によつて記録計に5mAの電流が一瞬間流れる。この頭部は竹竿に支持されている。竹竿の一端は図-3の如く流向計に連結し、この向きによつて図-4の回路のレバーを回転する。レバーは16個の接点と共に油浸されていて

図-3



海水の侵入を防いでいる。レバーがタップ上をまわつてゆくと回路中の電流は 0.95mA~4.5mA まで段階的に変化する。プロペラの回転による毎分の電接回数を x 、流速 y を cm/sec で表すと例えば普通の測流の範囲では $y=5.4x+3.0$ (No.2) の程度である。この

図-4

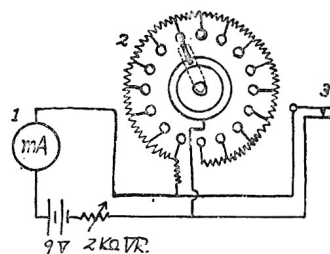
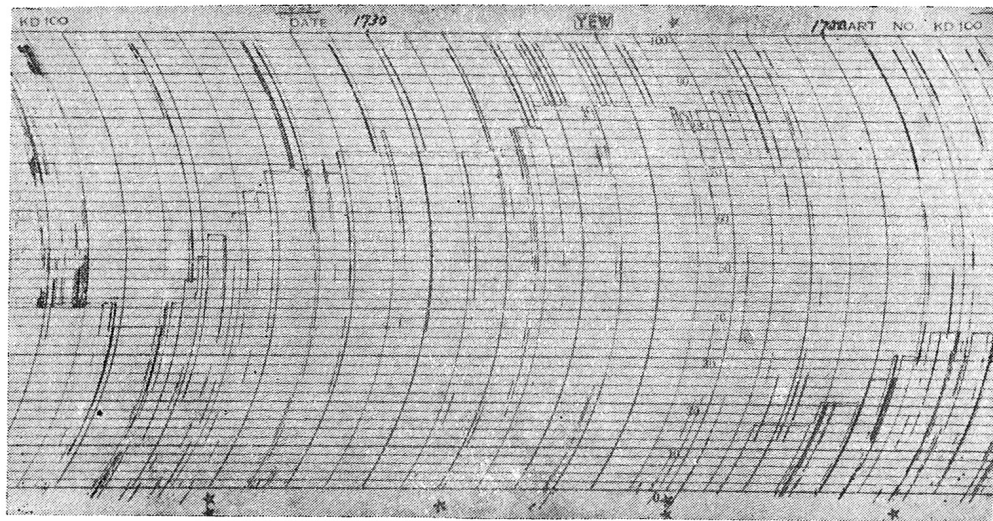


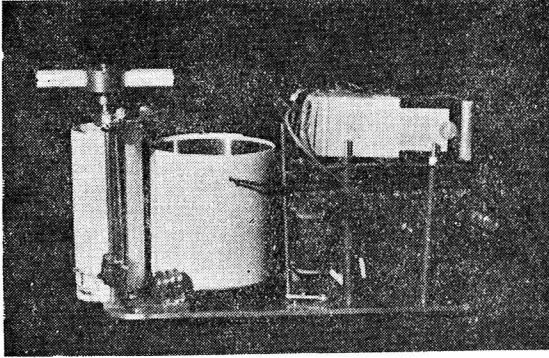
図-5



設置には鉄製のアングルを十文字に組合せたものを用いその先端には爪をつけて海底に固定するに便してある。記録計には 5mA の自記電流計を用い陸上の観測室においてこの間をコードで連結した。図-5 は石狩の海岸に於ける記録の一例である。設置するにはその時の竹竿の方向をコンパスで決定し電流値と方位との関係をしらべておく必要がある。この装置によると記録紙の交換の手数がなく時々刻々の流速と流向を陸上で読み得るが、コードの波浪による故障もあり頭部の強化も望ましい。

本年夏、筆者等は沈設式の流向流速計を試作した。その内部を図-6 に示す。外部にはプライス式流速計

図-6



の頭部を改造した電接部分と回転部分があり、前者はコードにより内部に落されたジャール式自記回数器と連結されている。流向を記録するには外部に浅い馬蹄形の磁石があつて矢羽根に固定され矢羽根の方向を内部の水平棒磁石(図-6 左上方)に伝える。水平磁石の下には自記紙を巻いた円筒が磁石と回転軸を共通にして取付けられてある。自記ペンは時刻と共に鉛直上方に引き上げられるのは自記風信器と同様であるが、そのための時計は流速計のそれを共用した。全体は扁平なシルクハット状の鉄のケースに納められている。

現在この流速計は苫小牧港の観測に使用し

ているのでその成績についてはその他の結果と共に講演の時に報告出来ることゝ思う。

(8月31日)

文 献

- 1) 海岸工学講演会講演集 (1955) p. 155,
- 2) Shepard, F. P. and D. S. Inman : Nearshore Circulation. Proceedings of the First Conference on Coastal Engr. p. 50 海岸工学 I. p. 56.
- 3) Putnam, J. A., W. H. Munk, and M. A. Traylor: The Prediction of Longshore Currents. Trans. Amer. Geophy. Union, Vol.30 pp. 337-345.
- 4) Eaton, R. O. : Littoral Processes on Sandy Coasts. Proc. of the First Conference on Coastal Engr. p. 140. 海岸工学 I. p. 123.
- 5) Inman, D. L. and N. Nasu : Orbital Velocity Associated with Wave Action near the Beach Zone. Technical Memorandum No. 79.
- 6) 福島, 宮腰, 柏村: 北大工学部研究報告 No. 8 pp. 194-201.