

東京工業大学 正会員 沢本 正樹

東京工業大学 の学生員 山口 清一

1 まえがき——砂漣の存在する場での波による浮遊砂機構を解明しようとする場合、砂漣から発生する渦による乱流構造を明らかにすることが先決であると思われる。堀川彦彦は電解式乱流計により砂漣上の乱れを測定し、日野大西は熱線流速計により横粗度上の乱れを測定した。本研究はHot Filmを用い、砂漣上の流速の水平成分、その乱れ成分等を測定したものである。

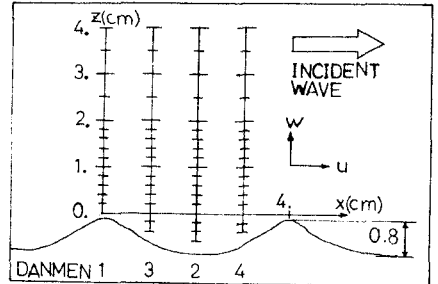


図-1 砂漣の寸法及び測定点

2 実験装置及び方法——実験は長さ20m、巾47cm、深さ60cmの水路で行ない、造波装置の反対側には消波装置を置き反射波をなくした。実験条件は水深30cm、周期1.5sec、波高5.5cmであり、砂漣は、本間・堀川らによる砂漣の算定式より、上述の諸条件に対応する砂漣波長、波高を求め人工的に作成した。これは、実際に波を起こして得られる砂漣の大きさとほとんど一致した。測定点は図-1のように4つの断面に対し、原点($z=0$)を砂漣頂にとり $z=2.0$ cmまでは0.2cmごと、 $z=2.0$ cmから4.0cmの間は0.5cm間隔にとった。また本研究では、流速の水平成分を測定するために、2つのI型フローをX型に組み合わせて用いた。Data処理はAD変換装置により、必要に応じて電磁オシロでモニターを行なった。

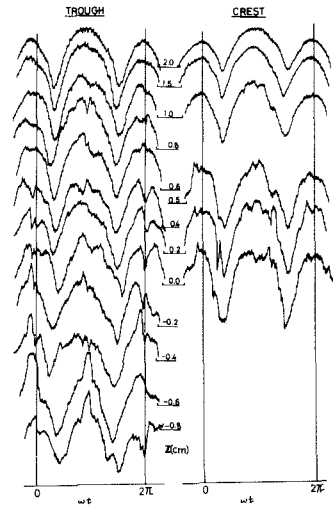


図-2 位相及び高さ変化による瞬間流速分布

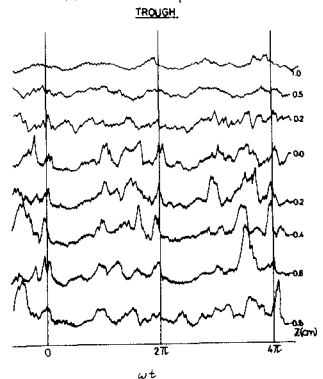


図-3 鉛直流速分布

3 瞬間流速——1本のHot Filmによりオシログラフに記録して得られた、瞬間流速の高さ方向の変化の一例を、砂漣の谷及び峰について図-2及び図-3に示す。図-2はフローを波の進行方向に対し直角におくことによって得られた流速の合速度($\sqrt{u^2 + v^2}$)を表わしたものであり、図-3は波の進行方向に対し平行におくことによって得られた流速の鉛直成分を表わしたものである。図-2を見ると、底面付近ではかなり不規則に乱れており、約10cm程度以上を過ぎると流れは規則的になってきていることがわかる。また粗度の小さい場合の乱流振動流で見られるような流速の位相のずれはほとんど見られない。図-3によると、流速の鉛直成分は周期性がほとんど見られず、その大きさは底面付近では無視できぬ大きさであり、特に位相の後半($\pi \sim 2\pi$)では大きい。これは砂漣の岸側と沖側で発生する渦の大きさに相異があるためであると考えられる。

4 平均流速及び変動流速——上述の議論を定量的に把握するために、ある位相における平均流速をN個の波のアンサンブル平均、及

の変動流速を、平均流速からのずれの自乗を N 波について平均したものの平方根として、下式のように定義した。

$$\bar{u}(x, z, t) = \frac{1}{N} \sum_{k=1}^N u_k(x, z, t)$$

$$u'^2(x, z, t) = \frac{1}{N} \sum_{k=1}^N (u_k - \bar{u})^2$$

実験では、計算機に直結された A/D 変換機によりサンプリング間隔 0.02 sec で波の峰から測定を開始し、32 波の平均をとることとした。このようにして得られた Data を砂漣の谷の場合について示したものが図-4 であり、高さ方向及び位相の変化による平均流速及び変動流速を示している。平均流速については、砂漣の谷底 ($z = -0.60$ m) では流速の大きさも小さく、規則性も乏しい。また $z = 0.00$ m 以上では波の峰が来た時は底部の方が流速が大きい、谷が来た時は上部の方が流速が大きくなっている。変動流速に関しては、高さ方向の差異による大きさの差は明瞭には見られないが、流速が最大に達する時には変動流速が小さくなり、流速の加速域及び減速域に変動成分のピークが表われている。

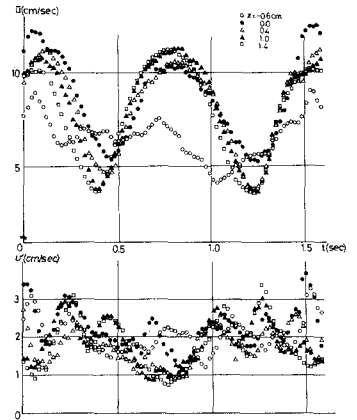


図-4 平均流速及び変動流速

5 因子分析法による流速成分——砂漣により発生する渦は周期的に見れば、かなりの定常性がある。したがって砂漣付近の平均流速には波による振動流成分、砂漣の凸凹による変動成分、及び砂漣により発生する大きな渦による成分等が含まれていると考えられる。ここではそれらの成分を抽出するために、各断面の流速をそれぞれベクトルと考え断面ごとに正準因子分析法を適用した。図-5 は計算上有意であるとみなしうる 3 つの因子について示しており、図-6 はその時間的寄与の大きさを $\alpha 1$ 断面の場合について示したものである。

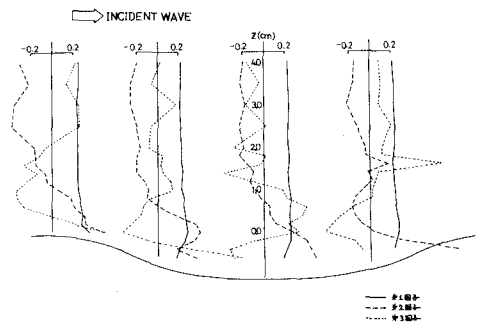


図-5 平均流速の因子分析

これらの図より、 $\alpha 1$ 因子は、その変動も波形と良く対応しており、波による振動成分を表わしていることがわかり、 $\alpha 2$ 因子については、その変動は加速域で正の最大、減速域で負の最大を取っており砂漣による地形の影響を表わしているものと思われる。 $\alpha 3$ 因子に関しては、その変動はほぼ $\alpha 2$ 因子と逆の傾向を示しているが、その意味は明らかではない。

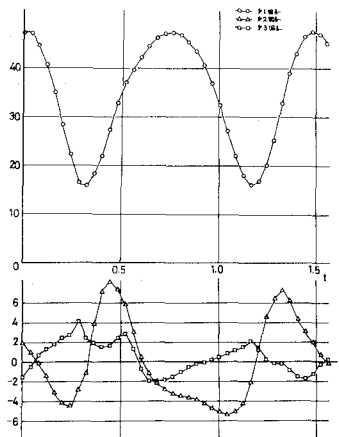


図-6 各因子の時間的寄与

6 結語——ここでは、I 型 Hot Film を X 型にして用い、砂漣上での水平方向の平均流速及び変動流速を測定した。また、正準因子分析を用いることにより、平均流速に含まれる流速の因子の分離を試みたが、渦による成分を定量的に得るにはいたらなかった。今後、砂漣により発生する大きな渦の、大きさ、強さ等の定量的な値を見出す方法を研究してゆく予定である。

(参考文献) 本間・堀川・鹿島 海溝 (1964) 堀川・渡辺 海溝 (1970)

日野・大西 海溝 (1971) Nakato, T et al ASCE (1977)