

鹿児島大学工学部 正会員・佐藤道郎
鹿児島市役所 徳重 誠

1. まえがき

不等流上を波がさかのぼる際に、流れの速度が波エネルギーの伝播速度より大きくなると、波はもはや流れをさかのぼることができなくなってしまう。その場合に、従来より波は遡上する限界の流速に達する前に砕け、砕けることが言われており、実験でも砕波や、流れ方向の速度勾配の非常に小さい場合には、激しい減衰をするのが見られる。ところがPeregrine (1976)はこの限界流速付近の波の変化についての計算から限界流速で波の反射が生じることを示した。またSmith (1976)はスエズ運河閉鎖中にoil tankerなどの多くの船舶が南アフリカの南西海岸沖で巨大波により損傷を受けた事故をAgulhas海流上で流れをさかのぼる波がcurrent barrierで反射し集中して巨大波が生じたものと推測した。StiassnieとDagan (1979)は流れによる波の反射について、逆流が次第に強まり部分反射が生じ、やがて完全反射に至るまでの解を得ている。

筆者はこれまでも流れによる波の変化について実験を行ってきたが、流れによる反射については注意を払ってなかった。また流れそのものによる反射²⁾について検討したという実験も見あたらないようである。そこで、流れによる波の変化を考える際にこの波の反射を従来のように無視して扱えるものなのか否かについて調べるために若干の実験を行った。本文ではその結果について報告する。

2. 実験

Stiassnieらは水平方向に流れの強さが放物線的に変化し、鉛直方向には一様分布する流れを深水波がさかのぼる場合について計算を行っており、そのような状況を実験水路でつくり出せば興味深い。そのような実験を行うことのできる施設も無いので、結果的には満足できるものではなかったが、これまで行ってきた噴流防波堤の実験装置を用いた。概略は図1に示す通りである。流速測定は径が5mmのアロパウ式流速計により、波高測定は容量式波高計で行った。波の実験では消波装置を用いて反射波を消そうとしても数パーセント程度の反射率の反射波が生じるのが普通であろう。本実験の場合、水表面付近に径50mmの多孔管が置かれてあるからその反射も生じる。そこで流れを生じさせる前に反射波を調べ、次に流れを生じさせてから測った反射波を調べて、後者と前者の差が流れによる反射であろうと簡単に考えることにした。流れのある場合の反射波の測定などについては加藤(1976)によって検討されているが、本実験の場合には噴流発生装置から十分に離れたところでは噴流の拡散により流れは弱まっており、流れによる波の変化は無視しうると考えられ、通常静水時の波の反射の測定に用いられるHealyの方法を用いた。実験時の水深は90cmで、周期0.88~1.47秒、波高2.3~8.2cmの波で実験を行った。

3. 実験結果

波が噴流発生装置に近づくにつれて向かい流れが強くなるために図2に一つの例を示すように波高が次第に大きくなり、やがて砕波する。その後波高は次第に小さくなり、流れが波の遡上限界より小さい場合には噴流発生装置の背後へ通過していく。

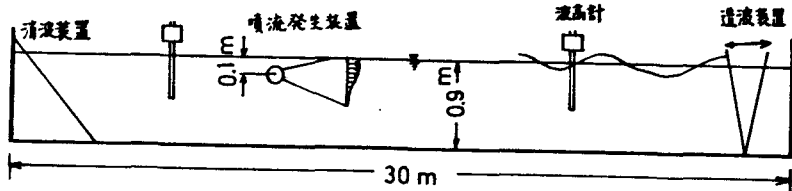


図1 実験装置

図2で H_i は入射波高, H_x は噴流発生装置からの距離 X における波高, L は入射波の波長である。

現時点で得ているデータについて限界流速に達しているかどうかは噴流の背後への通過波を調べればよい。その結果は図の3に示した。この図からこれらのデータは限界流速に達する前のものであり、それでも0.9秒付近の波はそれにならり近いものと考えられる。

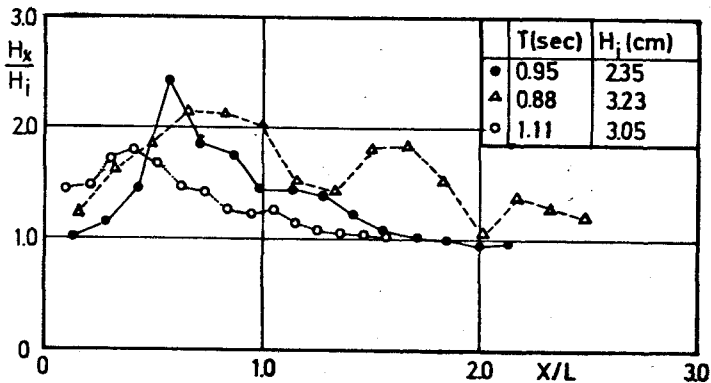


図 2. 波 高 変 化

流れの無いときの反射率を調べた結果は図4のとおりであった。ほぼ4~8パーセントの反射率である。

噴流を発生させたときの反射率は図5に示すようであった。相対水深 d/L が0.6程度(周期約1秒)以上の波、すなわち限界流速に近いところでは流れのあるときに、いく分か反射率が大きくなっている傾向が見られる。だが現時点での資料では限界流速付近のデータが少ないうえ、さらに検討する必要がある。

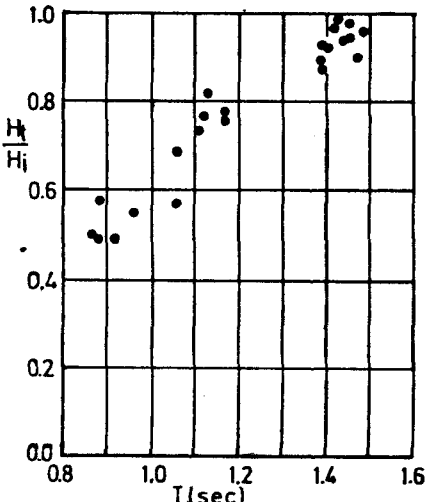


図 3. 通 過 波 高

いすれにせよ限界流速に達する前に、よほど波形勾配が小さくないかぎり、砕波したり乱れなどの作用でエネルギーのかかなりの部分を逸散することになり、その残りの部分が反射するとしてもそのエネルギー量としてはあまり大きなものではないように思われる。

いすれにせよ限界流速に達する前に、よほど波形勾配が小さくないかぎり、砕波したり乱れなどの作用でエネルギーのかかなりの部分を逸散することになり、その残りの部分が反射するとしてもそのエネルギー量としてはあまり大きなものではないように思われる。

〔 参 考 文 献 〕

SMITH, R. 1976. Giant Waves. J. Fluid Mech. 77. 417-431.

STIASSNIE, M. & G. DAGAN. 1979. Partial reflexion of water waves by non-uniform adverse currents. J. Fluid Mech. 92. 119-129

加藤 始・鶴谷 広一. 1976. 流れのなかでの反射波について. 第23回海岸工学講演会論文集 390-394.

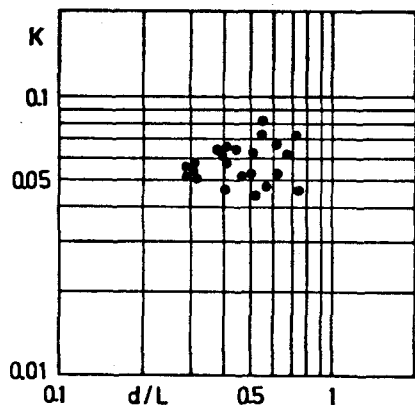


図 4. 反 射 率 (流 れ 無 し)

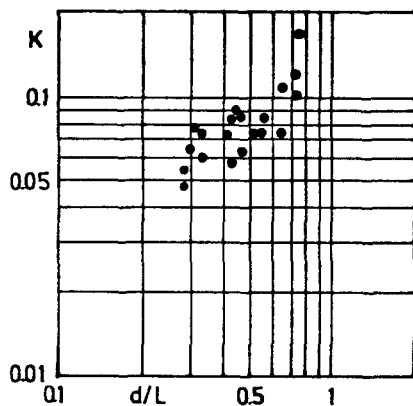


図 5. 流 れ の あ る と き の 反 射 率