

周期的加減圧可能振動流発生装置の試作

京都大学工学部 正〇酒井 哲郎, 学 森川 淳

1.はじめに 碎波帯における漂砂現象とくにシートフローを再現する実験装置として、比較的容易に大きな海底面流速を再現できるU字管型振動流発生装置が多く用いられてきた。この装置は、一方を解放したU字管の他方の端の空気をピストンで出入りさせて振動流を発生させるものである。U字管水平部に大きな流速を発生させる事ができるが、振動流体は大気圧のもとで振動するため水平部中央では水圧は常に一定で、進行波による流速と波圧の変動を再現することはできない。しかし、漂砂や洗掘現象では、海底面での波圧による海底面近くの地盤内部の間隙水圧や有効応力の変動の影響が注目されている。ここでは進行波の流速と水圧の変動を同時に起こし得る実験装置の試作を行った。

2.水圧変動の発生方法 振動流とは独立に水圧変動を発生させるために、当初は密閉した環状管に満たした水に独立して振動流と圧力を与える方式を検討したが、製作費の制約上断念した。そこで従来のU字管型振動流発生装置に改良を加える方針で試作を行った。そのためには、左右の水面を同時に加減圧する必要がある。左右の空気室の圧力を同時に増減するとU字管水平部でも水圧が増減するが、左右の圧力は同じなので水は静止したままである。加減圧を正弦波状に行うとしてその位相を左右でずらすと、左右の圧力差で水面の上下動が起こる。つまり左右空気室に同じ周期の正弦波形の圧力変動を加え、その位相をずらすとU字管中央部に水圧の増減を伴う振動流が得られる。

3.実験装置の構造 実験装置は 図-1 に示すように密閉したU字管の両端に加圧用の圧縮空気の吸気管と排気管を設け、水平部には砂を注入し実験観測ができるよう強化ガラスを前後面に用いた土槽を設けたものである。圧縮空気の吸気管は左右独立したブロワー（圧縮空気発生装置）に接続され、出力を無段階に調整できるインバーターで制御される。出力調整つまみには最小 0 から最大 60 までの目盛りが切られており、数値はブロワーの加圧強さに対応している。排気管には開度を全開から全閉の間で段階的な正弦波状に変化できる弁が設置されている。開閉の制御はパソコンで行い、周期 T と右の弁の開閉の左のそれからの位相差 D を設定する。U字管左側垂直部に水位計が、水平部中央天板に水圧計が設置してある。本研究は装置の特性把握が目的であり、土槽には砂を入れずに水が入った状態で運転をした。土槽中の水の影響を減らすために振動流の通路との間に仕切り板を設置したが、今回のみの暫定措置のため完全には仕切られていないために圧力の伝播がさげられない。

4.実験方法 装置を運転する際に設定する事項は、インバーターの出力調整つまみで設定する左右のブロワーの加圧強さ、加減圧周期 T および位相差 D であり、これらの値の組合せでできる多数の条件下で運転しデータを採取した。値の組合せは、

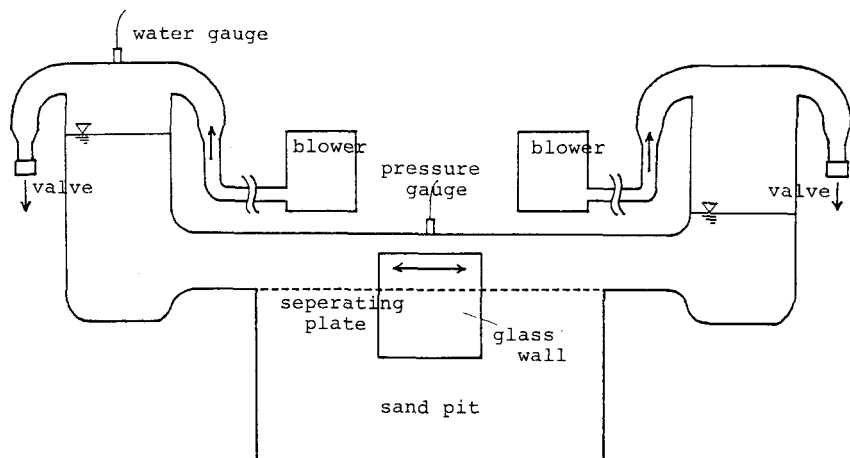


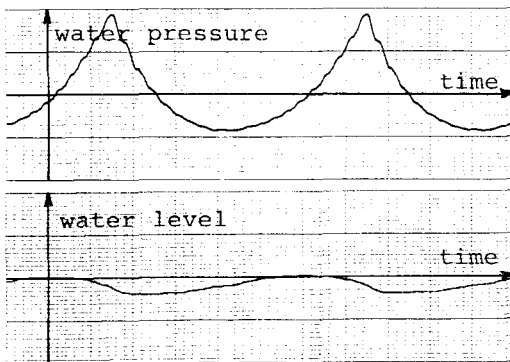
図-1 実験装置

Tetuo SAKAI, Jun MORIKAWA

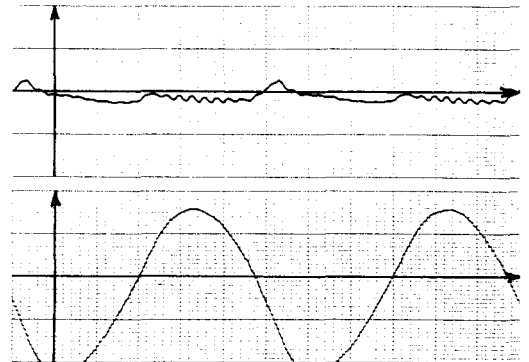
ブローワーの目盛りが左右とも 60 として D を 0 ～ 5.0 秒の間で 1.0 秒（状況によっては 0.5 秒）毎に変化させた際の $T = 3.0, 4.0, 5.0, 6.0$ 秒について観察するケースと、 T と D を固定して左右のブローワー目盛りを変化させた際の様子を $(T, D) = (3.0 \text{ 秒}, 0.5 \text{ 秒}), (4.0, 0.5), (5.0, 0), (5.0, 0.5), (5.0, 1.0), (6.0, 0), (6.0, 0.5), (6.0, 1.5)$ について観察するケースとした。上記の 2 つの計器で得た水位と水圧の変化をペン書きオシログラフに記録した。

5. 実験結果 まずブローワー出力が左右とも 60, $T = 6.0$ 秒, $D = 0$ 秒（図-2,(1)）では、左右加減圧の位相差がないので水圧変動は生じるが水位変動は生じない。次にブローワー出力と周期 T はそのまま $D = 3.0$ 秒（図-2,(2)）とすると、左右の加減圧が半周期ずれるため水位変動は生じるが中央部では水圧変動は生じない。またブローワー出力が左右とも 60, $T = 6.0$ 秒で、 $D = 5.0$ 秒、（図-2,(3)）のように左右の加減圧の位相差が小さい（ D の値が T に近いか、あるいは小さい）時は、水位変動と水圧変動ともに生じる。次に $T = 6.0$ 秒, $D = 0$ 秒に固定したままブローワー出力を変化させると、例えば左が 60, 右が 30（図-2,(4)）の場合、左右空気室の平均圧力の差のために平均水位が移動し、この場合は左の平均水位が低下する。以上 $T = 6.0$ 秒について述べたが、同じ事が他の周期についても言える。

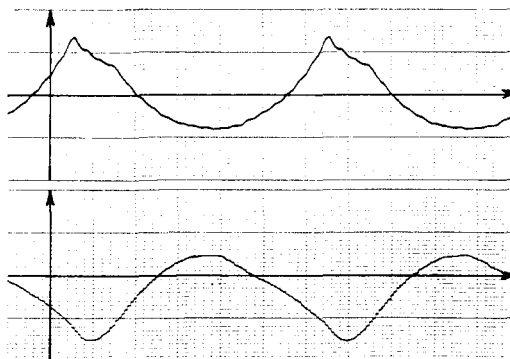
進行波の場合、海底面で流速と波圧は同位相で増減する。本実験装置の U 字管垂直部左側の水位と流速は位相が $\pi/2$ ずれる。したがって流速と水圧の位相を一致させるには、図-2 では水位と水圧の位相が $\pi/2$ ずれる必要がある。この条件を満たし、かつ水位、流速の変動がともにある程度の大きさになる場合として、周期 6.0 秒に限ると、ブローワー出力の左が 60, 右が 30, $T = 6.0$ 秒, $D = 0$ 秒の場合（図-2,(4)）が考えられる。



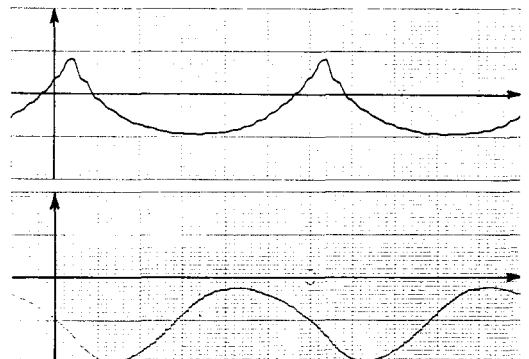
(1) 60,60, $T = 6.0$ 秒, $D = 0$ 秒



(2) 60,60, $T = 6.0$ 秒, $D = 3.0$ 秒



(3) 60,60, $T = 6.0$ 秒, $D = 5.0$ 秒



(4) 60,30, $T = 6.0$ 秒, $D = 0$ 秒

図-2 実験結果の例