

II-359

変動圧付加振動流場での間隙水圧と漂砂現象に関する一実験

北海道大学大学院 学生員 伊藤慎一
 水資源開発公団 正 員 柴矢武彦
 北海道大学工学部 正 員 山下俊彦

1. はじめに

波による漂砂現象を取り扱う際に砂粒子を動かす外力としては、底面せん断応力の他に非定常性に起因する水平方向と鉛直方向の圧力勾配がある。水平方向の圧力勾配の効果については、著者ら等の研究により掃流砂とシートフロー状砂移動について明らかにされている。一方、鉛直方向の圧力勾配は砂層内に発生する過剰間隙水圧によるものであり、最近波による砂地盤の液状化等地盤工学的な研究が活発に行われている。しかし、この過剰間隙水圧あるいは液状化と漂砂現象の関係についての研究は、前野ら（1989）¹⁾、酒井ら（1989）²⁾、鶴谷ら（1990）³⁾、山下ら（1993）⁴⁾等、限られている。そこで本研究では、変動圧付加振動流装置を用い、変動圧場、振動流場、変動圧付加振動流場での間隙水圧と漂砂現象を実験的に調べたのでその結果を報告する。

2. 実験装置及び方法

図-1に実験装置の概略を示す。本装置はピストン1により振動流を、ピストン2により圧力変動を発生させることができる。ピストン1とピストン2は同一のモーターで駆動されており、周期、両者の位相差及び各々のストロークが任意に設定可能である。波による底面での流速変動と圧力変動は位相が同じであるために本実験ではピストン2の位相をピストン1の位相より $1/2\pi$ 早くした。実験条件は表1に示す5ケースであり、ケースNo.の順に各々約2分間実験を行った。使用した砂の粒径は0.3mm、比重は2.65である。砂層の深さは15cmで、底質表面より上10cm、下2cm、下12cm、の3箇所に水圧計を設置し間隙水圧を測定した。流速は光ファイバーLDVで計測し、同時にビデオを撮影して底質粒子の動きを調べた。

3. 実験結果と考察

図-2に間隙水圧変化の実験結果の例を示す。主流に比べて砂層下層の水圧変動に位相の遅れと圧力振幅の減衰が見られるのが分かる。

図-3は前報⁴⁾の実験の結果で、この場合は位相の遅れも圧力振幅の減衰もほとんど見られない。これは図-3の実験の時には砂層内の気泡を出来るだけ取り除いたためと考えられる。このように変動圧による地盤内の間隙水圧の位相遅れや圧力振幅の減衰は砂層内の気泡量が大きな影響を及ぼしていることが分かる。

図-4に間隙水圧の位相遅れと周期の関係を示す。

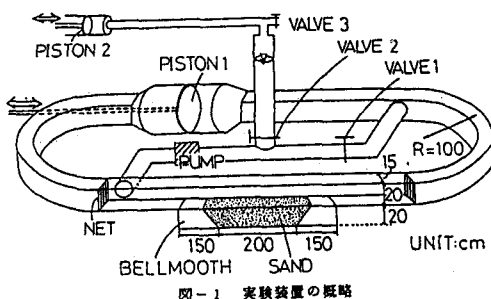


図-1 実験装置の概略

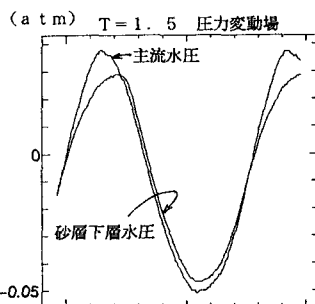


図-2 実験結果

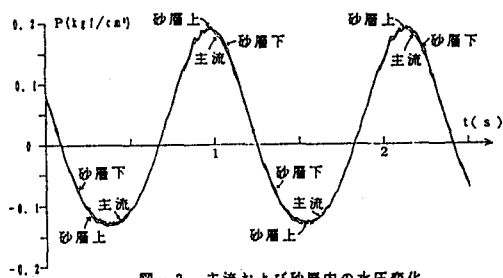


図-3 主流および砂層内の水圧変化

変動圧場の場合には周期 T が速くなると位相差 Φ は増大した。変動圧付加振動流場の場合には位相差は減少していることが分かる。

図-5に圧力振幅比と周期の関係を示す。 P は砂層下層の水圧変動の振幅、 P_b は主流の水圧変動の振幅である。ここでも、変動圧場の場合に

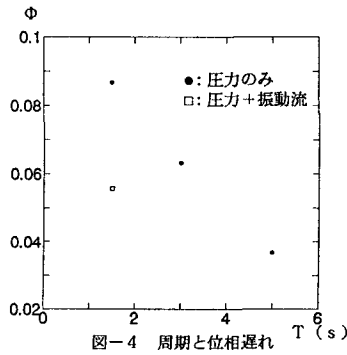


図-4 周期と位相差

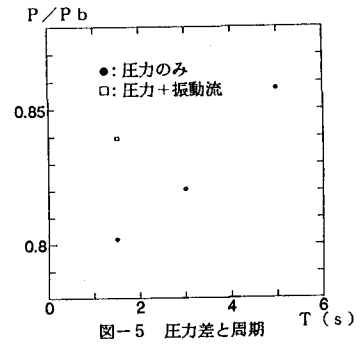


図-5 圧力差と周期

は周期が速くなると圧力振幅比は1より減少しているのが分かる。また、変動圧付加振動流場の場合には圧力振幅比が1に近づくということがいえる。

図-6、7にそれぞれ間隙水圧の位相差と圧力振幅比の時間的変化を示す。時刻 t は装置を起動させた時をゼロとしている。また、装置の都合上設定周期にするのに約15秒要したので $t=15$ 秒後について考察する。変動圧場の場合は位相差、圧力振幅比は、時間的に一定になることが分かる。一方、変動圧付加振動流場では、位相差、圧力振幅比は時間的にそれぞれ増大、あるいは1よりさらに減少し、約100秒後にほぼ一定になることが分かる。これは、振動流を加えた場合に砂粒子が深い層までせん断的な移動をするため発生していると考えられる。

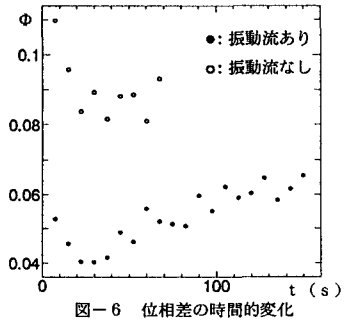


図-6 位相差の時間的変化

砂の移動状態についてビデオを用いて解析を行った。砂層表面の位置は、case 1とcase 2の変動圧場の場合はともに1mm沈下した。case 3の場合は4mm、変動圧付加振動流場のcase 4の場合は、8mm沈下した。振動流場のcase 5の場合は沈下量ほぼは0mmであった。実験中に砂層中から気泡が出ていくのが確認されており、実験中に高密度化が起こったものと考えられる。また、周期が速い方が、振動流が付加されている方がより高密度化が起こっている。変動圧付加振動流場と振動流場の漂砂現象を比較すると、変動圧付加振動流場の場合には砂澱が出来にくく漂砂移動も激しいことが分かった。また、振動流場では砂層の表層部のみで移動するのに対し、変動圧付加振動流場では砂層の深いところまで移動するのが確認された。

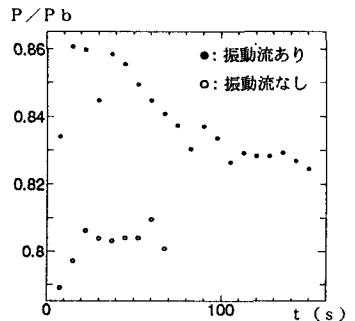


図-7 圧力差の時間的変化

参考文献 1) 前野ら(1989): 海岸工学論文集、第36巻、pp.789~793 2) 酒井ら(1989): 海岸工学論文集、第36巻、pp.794~798 3) 鶴谷ら(1990): 海岸工学論文集、第37巻、pp.289~293 4) 山下ら(1993): 第12回混層流シンポジウム講演論文集、pp.89~90

	C A S E	T (s)	P b m (atm)	U m (cm/s)
変 動 圧 場	1	5	0.055	****
	2	3	0.056	****
	3	1.5	0.093	****
変 動 圧 付 加 振 動 流 場	4	1.5	0.107	43.0
振 動 流 場	5	1.5	****	38.8

表-1 実験条件