

周期外力作用下における砂層中の間げき水圧分布特性

岡山大学工学部

正員 名合宏之

四電エンジニアリング

正員 古川修三

洲本市

正員 〇寺岡朗裕

1. まえがき

本研究は、せきやゲートのような河川構造物周辺の河床洗掘機構あるいは護岸や床固めなどの破壊機構を、流れにともなう発生する変動流体力との関連で捉えようとする研究の第一歩として行なったものであり、河床面上に発生する圧力変動を周期変動外力にモデル化し、河床構成材料に及ぼすその力学的影響について実験的に検討したものである。

2. 実験装置および実験方法

実験装置は、図1に示すような鉛直1次元模型で、ピストンの往復運動により試料容器内の水面上に周期変動圧力が加わる構造になっている。試料容器には内径8.9cm、高さ70.0cmのアクリル製円筒管を使用し、変動圧の周波数は15~10.0Hzに、また変動圧振幅は水頭で5~10cmの間に設定できるようにした。

圧力の検出には振散型半導体圧力変換器(豊田工機製)を用い、水中および砂層中の1測点の変動圧をデータレコーダに同時記録した。次にこのアナログデータをデジタルデータ列に変換した後、平均操作および時系列解析などの処理を行ない、変動圧振幅および測点間の位相のずれなどの変動圧特性について検討した。なお、砂層材料としては、気泡混入率が異なると考えられる数種の試料を用いそれぞれについて変動圧周波数を1.95, 3.51, 5.27および6.84 Hzと変化させて計測を行なった。

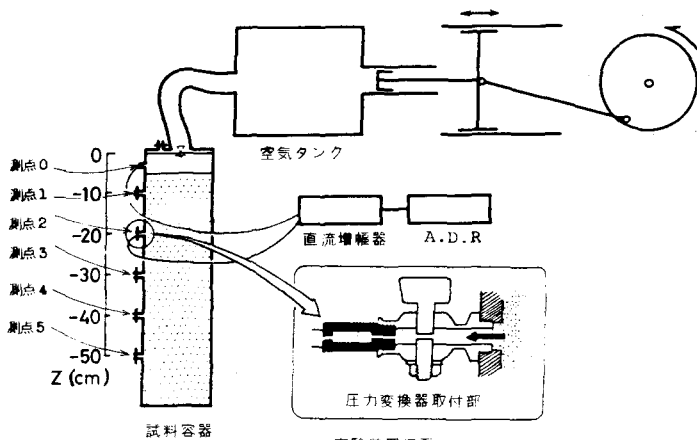


図1 実験装置概要

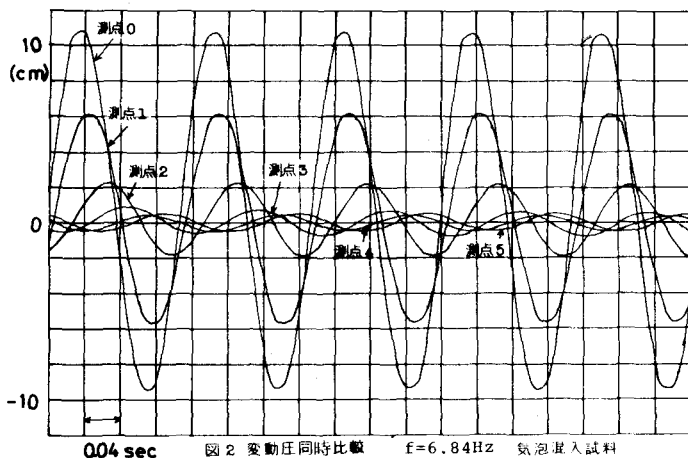


図2 変動圧同時比較 $f = 6.84 \text{ Hz}$ 気泡混入試料

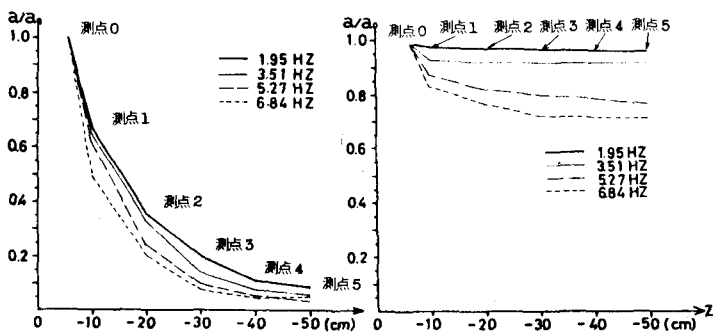


図3-1 振幅減衰特性 気泡混入試料

図3-2 振幅減衰特性 脱気試料

a₀: 水中変動圧振幅 a: 砂層内変動圧振幅

a₀: 水中変動圧振幅 a: 砂層内変動圧振幅

3. 実験結果とその考察

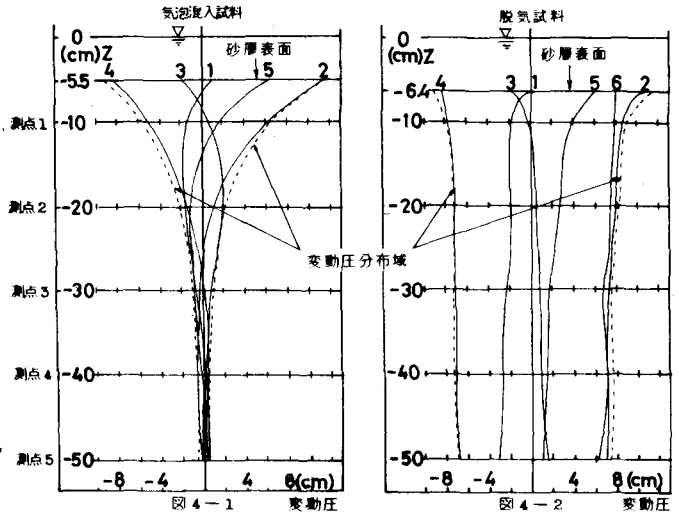
図2は気泡混入率が最も高いと考えられる試料について、各測点の変動圧を同時比較したものである。この図より砂層内の変動圧は、周期は砂層表面上の変動圧と同じであるが、振幅は試料下方に向うにしたがって減少し、また、位相が遅れてゆくことがわかる。

図3-1および図3-2はそれぞれ気泡混入率が大きい試料およびそれの小さいと考えられる試料(脱気試料)における変動圧振幅の鉛直方向変化を示したものである。これらの図では、気泡混入率が大きいほど、また、変動周波数が大きいほど振幅の減衰が著しくなることがわかる。

図4-1および図4-2は、それぞれの試料における鉛直方向変動圧力分布の時間的変動を示したものである。砂層表面上の数値は各圧力分布曲線が $\Delta t=0.02$ 秒ごとに变化してゆく順序を示している。これらの図では、振幅だけでなく、位相も変化してゆく様相が認められる。位相がずれることによって、下層の圧力が正である状態で上層では負の圧力が生じている現象が図4-1に明確に現われている。

図5-1は気泡混入率の高い試料につき変動圧周波数が6.84 Hzの場合の砂層面に作用する変動圧と各層に作用する変動圧の差($h_0' - h'$)を示したものである。また、図5-2は、この差圧に試料の水平断面積を乗じた全差圧($(h_0' - h') \times A$)と、対象としている層より上部の砂の水中重量(W_s)との比を示したものである。この図より、測点1の層では、差圧の水中重量に対する比が-1を下まわる。すなわち、水中重量よりも大きな上向きの力が作用することが認められる。

本研究では周期変動圧力作用下における砂層内部の変動圧分布特性の概要を示したが、上述した現象の層構成材料に及ぼす力学的影響および変動圧分布曲線の解析的表示に関して今後検討していくことが必要である。



変動圧分布 $\Delta t=0.02$ sec $f=6.84$ Hz

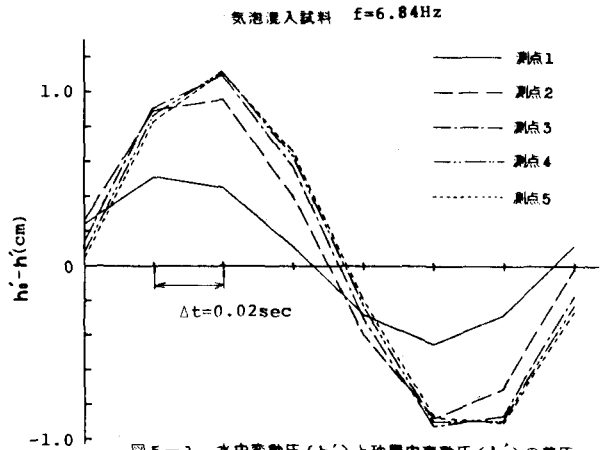


図5-1 水中変動圧 (h_0') と砂層内変動圧 (h') の差圧

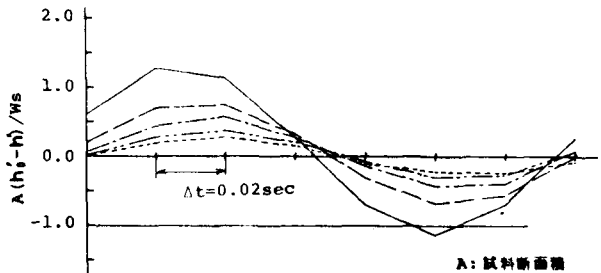


図5-2 各測点上層部の砂層水中重量 (W_s) と差圧により層に作用する力 ($(h_0' - h') \cdot A$) の比