

変動水圧による護岸の裏込め土砂の吸い出しに関する実験的研究

岡山大学工学部 正 員 名合 宏之  
岡山大学工学部 正 員 前野 詩朗  
岡山大学大学院 学生員 ○佐々原秀史  
岡 山 県 庁 正 員 赤松 賢治

1. はじめに

洪水時に発生する急激な変動水圧は、護岸の破壊原因の一つである裏込め土砂の吸い出し現象を引き起こすものと考えられる。本研究は、護岸法先に砂利層（以後、フィルターと呼ぶ）を設置した場合の吸い出し防止効果について、フィルター部の透水係数を種々に変化させて実験的に考察したものである。

2. 実験方法

実験には、図1に示すような奥行40cmの2次元砂層模型を用いた。砂層材料としては高飽和状態の砂試料（豊浦標準砂、 $d \approx 0.25\text{mm}$ ）を用いた。護岸模型は法面に鉄板を使用し、法面勾配はすべての場合において1割に固定している。フィルター部は網目0.34mmのしっかりとした金網を用いて枠を作り、その中に粒径0.42～1.19mmの砂利および標準砂を詰めたものを使用している。その他、フィルターの透水係数の変化による吸い出し量の変化と検討するために、透水性マットおよび不透水性マットの透水係数をそれぞれ $k = \infty$ 、 $k = 0$ とみなし、フィルターの一つとして用いた。なお、透水性マットは空のフィルターに網目0.15mmの金網を巻きつけたものを、また不透水性マットには鉄板を用いた。実験では、砂層表面から100cmの水を張り、そこに変動圧振幅約40cm（水頭換算）、周波数約1.0Hzの変動空気圧を作用させている。実験条件を表1に示す。

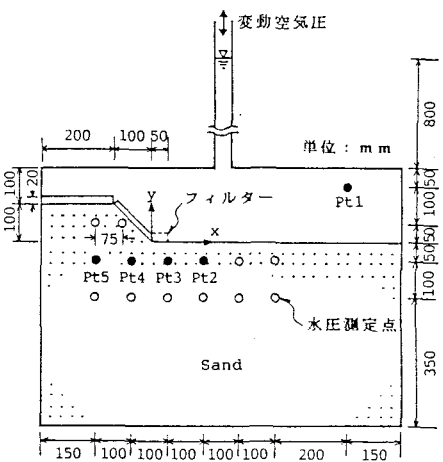


図1 実験装置

変動水圧は500分間作用させ、吸い出し量の計測は、実験開始後30, 60, 100, 200, 300, 500分経過後に行った。計測点は、法面先端、フィルター中央、フィルター先端にとり、以後フィルター近傍では細かく、フィルターから離れ

表1 実験条件

| Case        | 1               | 2                 | 3                 | 4                 | 5     | 6   |
|-------------|-----------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------|-----|
| フィルター部 (mm) | MESH<br>網目 0.15 | 砂利<br>0.53 ~ 1.19 | 砂利<br>0.42 ~ 0.83 | 砂利<br>0.42 ~ 0.53 | 標準砂   | 鉄板  |
| 透水係数 (cm/s) | 透水              | 0.039             | 0.038             | 0.036             | 0.015 | 不透水 |
| 幅 (mm)      | 50              |                   |                   |                   |       |     |
| 厚さ (mm)     | 20              |                   |                   |                   |       |     |

るにつれて粗く、計14列とり、奥行方向にはそれぞれ5点づつとっている。なお、吸い出し量の決定については、実験開始前の高さを基準とし、それと各時間経過後の高さとの差を吸い出し高さとし、それを各奥行方向に平均化した吸い出し高さから、鉛直2次元モデルであることを考慮して、台形公式を用いて面積を求めそれを吸い出し量として表わした。また、実験では図1に示す各点において変動間隙水圧を圧力変換器を用いて測定し、水圧伝播の様子を調べた。

3. 実験結果および考察

図2にフィルターの透水係数の変化に伴う吸い出し量の変化を示す。これは下から順に30, 100, 500分経過後の吸い出し量を表している。この図から分かるように、フィルターの透水係数が大きくなる程吸い出し量は少なくなっている。

図3に吸い出し量の時間変化を示す。吸い出し量 $S$ と時間 $T$ との相関を調べるために今、 $S = a + b\sqrt{T}$ なる関係式を仮定する。ここで、 $a$ 、 $b$ は最小二乗法によって決まる定数である。この式を用いて最小二乗法により吸い出し量 $S$ と時間 $T$ との相関係数 $r$ は、 $r = 0.9723 \sim 0.9990$ とかなり高い相関を示した。このことより吸い出し量と時間とは2次曲線の相関が強いといえる。

図4はCase 2およびCase 5の場合の砂層内間隙水圧の時間変化を表したものである。この図より、変動水圧は砂層内を振幅の減衰と位相の遅れを伴って伝播していることが分かる。しかし、この両図からはフィルターの透水係数の変化による明らかな差異は見られなかった。このことより、透水係数の変化による砂層内水圧変化は少なくとも、吸い出し量には差が出てくることがわかる。

フィルターの透水係数の変化に伴って吸い出し量が変化することとして変動水圧の伝播形態の差異が考えられる。透水フィルターの場合、変動水圧はフィルターに垂直に伝播し、砂の吸い出し方向もフィルターに垂直になる。この時吸い出し方向にはフィルターが存在するため吸い出しは起こりにくい。また、不透水フィルターの場合、水圧はフィルター下部ではフィルターに平行に伝播し、吸い出し方向もフィルターに平行となるが、この時吸い出し方向には遮蔽物が存在しないため吸い出しが起こりやすい。以上のように考えると、フィルターの透水係数の変化により水圧の垂直伝播と水平伝播との割合が変わり、吸い出し量が変化すると考えられる。

上述したように考えると、Case 1が最も吸い出し量が少なくなるはずであるが、本実験においてはCase 2およびCase 3の方がCase 1よりも少ない。このようになった原因として、Case 2およびCase 3はフィルターとして枠内に砂利が詰まっており、フィルター部分の押え効果が働き吸い出し量が少なかったのではないかと考えられる。

#### <参考文献>

- 1) 変動水圧による護岸の裏込め土砂の吸い出しとその防止に関する実験的研究, 第40回土木学会中国四国支部研究発表会講演概要集, pp.168-169, 1988.
- 2) 変動水圧作用下における護岸の裏込め土砂の吸い出しに関する研究, 第32回水理講演会論文集, pp.595 - 600, 1988.

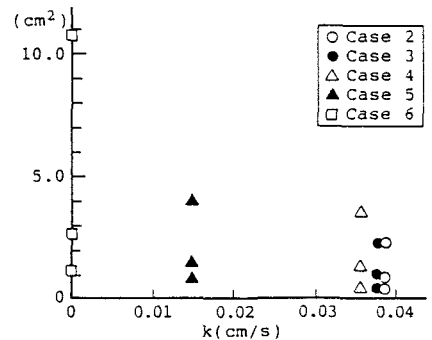


図2 透水係数による吸い出し量の変化

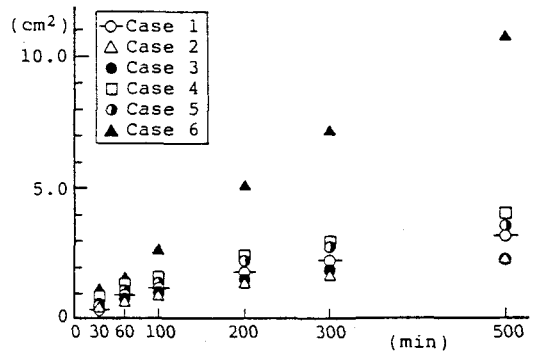
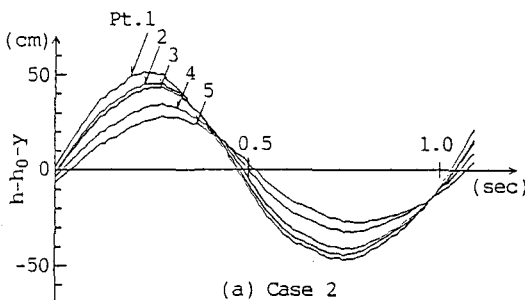
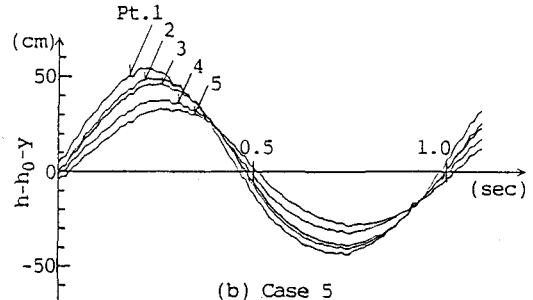


図3 吸い出し量の時間変化



(a) Case 2



(b) Case 5

図4 砂層内変動間隙水圧水頭の時間変化