

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

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
 岡山大学工学部 学生員 〇佐々原秀史
 兵庫県庁 正 員 山田 弘

1. はじめに

洪水時にみられる急激な水圧変動は、護岸破壊原因の1つである土砂の吸い出しを発生させる。本研究では、この吸い出し現象を低減させる手段として、護岸法先にマットを設置することに着目し、マット透水性の有無や長さの違い、また護岸勾配の違いについてその効果を実験的に考察した。

2. 実験方法

実験には、図1に示される鉛直2次元砂層模型を用いた。模型の奥行きは40cmである。砂層材料としては高飽和状態の砂試料（豊浦標準砂 $d \approx 0.25$ mm）を用いている。約100cmの水を砂層面上に張り、水面上に周期的変動空気圧を作用させている。

変動圧振幅は水頭にして約40cmであり、周波数は約1.0 Hzである。護岸模型は法面勾配を変えることができ、本実験では不透水性の鉄板を法面に使用している。またマットは透水性と不透水性マットを用いるが、透水性マットには、実験試料の砂の粒径より網目が小さい金網を变形しにくい太い針金に固定したものを使用し、不透水性マットは等水性マットをビニールシートで覆ったものを使用している。実験条件としては表1に示されるCase 1 からCase 11のもとおこない、それぞれについて変動水圧特性、吸い出し現象を調べている。実験では、法面となる鉄板を

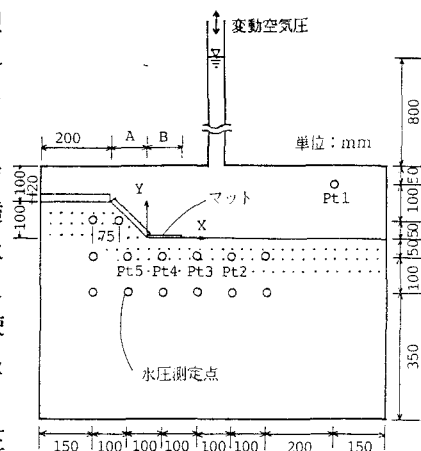


図1 実験砂層

表1 実験条件

CASE	勾配 (割)	マット透水性	A (mm)	B (mm)
1	1	—	100	0
2	1	有	100	50
3	1	有	100	100
4	1	有	100	200
5	1	無	100	50
6	1	無	100	100
7	1	無	100	200
8	0	有	0	100
9	0	無	0	100
10	2	有	200	100
11	2	無	200	100

固定し、規定重量の標準砂を入れ、バイブレーターで締め固めさらに変動水圧を5時間かける。その後、図2に示すように斜線部分の砂を取り除いて護岸上部にアクリル板のふたを固定し、砂層面上に100cmの高さの水を張り、変動水圧を作用させ500分間実験を続けた。その間吸い出しの計測は、各計測時間に達すると変動水圧をかけるのを中止して、ポイントゲージを改造したものによりその高さを計測し、計測終了後、再び変動水圧をかけ実験を続けるようにした。計測点は法面先端から0 cm、マットの中央点、マットの先端点、以後マットの近傍では細かく、マットから離れるにつれて粗く計12～14列とり、また奥行き方向には5点とっている。なお、吸い出しの計測については、各計測点における各時刻の高さを実験開始時の高さから差し引いた値を吸い出しの高さとした。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。

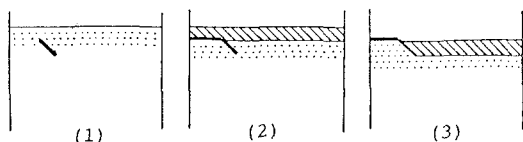


図2 砂層の締め固め

3. 実験結果と考察

図5は、変動水圧を500分間かけたときの吸い出しのようすを示したものである。これらの図より、マットを設置した場合の方が設置しない場合に比べて、明らかに砂の吸い出し量が少なくなっている。またマットの浸透性の有無について影響をみると、マットが透水性の場合、マット長、護岸勾配に関係なく吸い出し量は少なくなることがわかる。さらにマット長による影響をみると、不透水性の場合マットが長くなるほど、吸い出し量は減少しており、一定の関係が存在するように思われる。また、透水性マットについては、わずかながらマット長が長くなるほど吸い出し量が減少している。次に砂層内間隙水圧(h)の時間変化として図4を示す。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わかる。浸透性の有無について比較すると、透水性マットにおいては、変動水圧の伝播の仕方は、マット長に影響を受けずほぼ一定であり、図面は省略するが、マットが無い場合と比べてほとんど変化がみられない。一方、不透水性マットにおいては、マット長が長くなる程、変動水圧は振幅の減衰と位相の遅れをともなって護岸内へ伝播している。この原因として、不透水マットの場合、変動水圧はマットの先端を回り込んで護岸内へ伝播することからマット長が長くなるほど、回り込む距離も長くなるということが考えられる。また不透水マットは、マット下部において水圧がマットと平行に伝播するが、透水性マットでは、水圧はマット面に対して鉛直に伝播する。従って砂が吸い出されるべき方向に透水性マットが存在するために、上述したように砂の吸い出し量が少なくなったものと思われる。

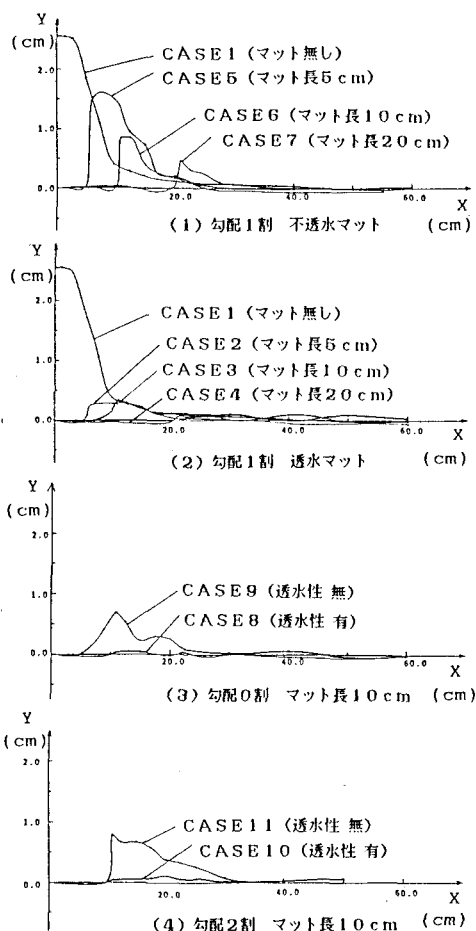


図3 土砂の吸い出しの高さ(500分後)

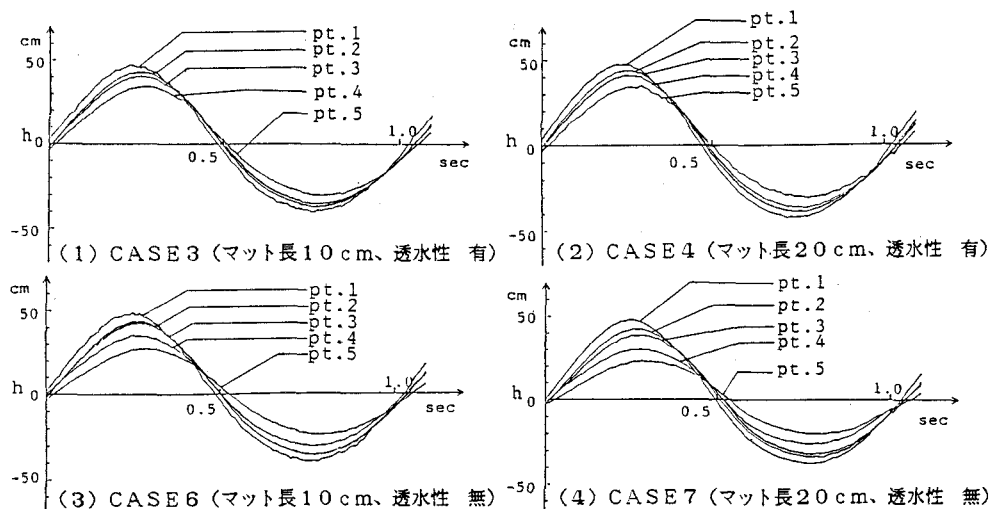


図4 間隙水圧の時間変化