

波と流れの共存場における橋脚周辺の局所洗掘に関する実験的研究

岡山大学大学院

学生員 ○成相 芳紀

岡山大学大学院

学生員 MD Faruque Mia

岡山大学環境理工学部

正会員 名合 宏之

1. はじめに

水中地盤に変動水圧が作用すると、間隙水圧の変化により地盤の有効応力が減少し、流れに対する抵抗力が減少し洗掘が進行することが予想される。本研究は、波と流れの共存場における円柱橋脚周辺砂層の洗掘現象をこのような観点から捉えようとする研究の第一歩として行ったものであり、波高、波の伝播方向が砂層内の有効応力および砂層の洗掘特性に及ぼす影響について実験的に検討する。

2. 実験の概要

実験には、幅 60cm、深さ 40cm、勾配 0.002 の直線水路を用いて行った。図.1 に示すように水路中央部には測定部となるピットを設け、その中央に橋脚モデルとなるアクリル製の直立円柱（直径 60mm）を設けた。河床材料には豊浦標準砂を用い、気泡が混入しないように砂層を形成した。プランジャー型の造波装置を用い、波を上流側および下流側から発生させることが可能である。定常流の流量は 45 l/s、水深は 27 cm とし、波高および波の伝播する方向を変え実験を行い、円柱橋脚前後での洗掘深と図に示すポイントにおける流速を測定した。実験条件は表.1 に示されているとおりである。この表における Case1-1 と Case2-1 は同じ実験条件であり、定常流の場合を示している。

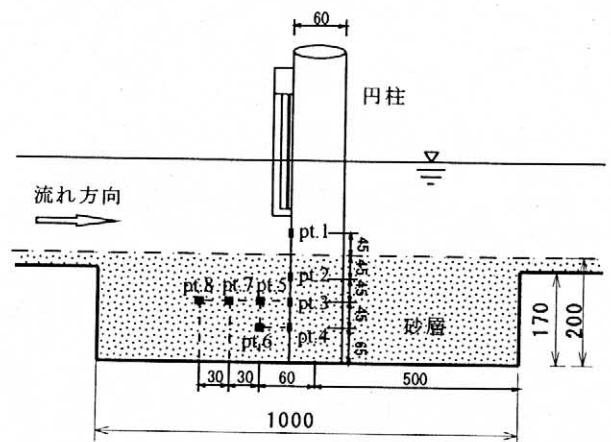


図.1 測定部詳細図

表.1 実験条件

Case	実験時間 (分)	流量 (l/s)	水深 (cm)	波高 (cm)	周期 (sec)	波長 (cm)	波の方向
Case1-1	190	45	27	-	-	-	定常流
Case1-2	150	45	27	4	1.25	230	上流から
Case1-3	190	45	27	5	1.25	190	下流
Case1-4	190	45	27	6	1.05	170	
Case2-1	190	45	27	-	-	-	定常流
Case2-2	190	45	27	4	1.81	240	下流から
Case2-3	130	45	27	5	1.74	220	上流
Case2-4	190	45	27	6	1.65	190	

3. 実験結果及び考察

図.2 は各ケースにおける円柱前側面、後側面それぞれの最大洗掘深を示している。波が共存する場合には伝播方向に関わらず、波高が小さい場合には流水のみの場合に較べて洗掘深は減少するが、波高が大きくなると徐々に増大していくことがわかる。またその洗掘深の増加は波の伝播方向が上流からよりも下流からの方が顕著であり、特に上流から波が伝播した場合には流れのみの場合よりも大きくなる傾向にある。洗掘深の減少の原因としては、波が作用した場合には波高変化により流速が変化し、 U/U_c の値が大きくなるため動的洗掘状態に近くなり、上流から土砂が供給され洗掘深を減少させているの

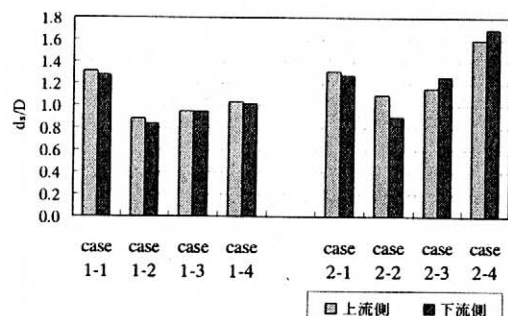


図.2 最大洗掘深の比較

ではないかと考えられる。一般に、波高変化が大きくなるにつれて動的洗掘状態に近づくが、波高の増加は砂層の有効応力の減少も引き起こし、流水に対する砂層表面の抵抗力は減少する。そのため波高が大きくなるほど、上流からの供給土砂量に較べて洗掘孔内からの流出土砂量の方が多くなるため最大洗掘深は大きくなっているものと思われる。このことを検討するため、図.3の各ケースにおける pt.3 の間隙水圧変化、有効応力変化および水圧変化に着目してみる。

間隙水圧図を見ると、pt.3 の間隙水圧変化は Case1-2, Case1-4, Case2-2 では水圧が若干振幅減衰しながら伝播したことを示す波形をしているが、波が下流から伝播する場合 (Case2-4) においては一時的に水圧が減衰せず、むしろ増大していることを表す波形となっている。これは図.4に模式的に示すように、砂層表面に液状化した砂粒子と水からなる混合流体的な挙動を示す領域が発生し、その混合流体の密度分だけ砂層内に作用する変動水圧の値も大きくなっていることを示していると思われる。

有効応力図に着目すると、波が上流から伝播した場合より下流から伝播した場合の方が砂層内の有効応力の変化が大きいがわかる。また、波の伝播方向の同一なケースを比較すると、波高の大きいケースが有効応力の変化も大きくなっている。以上のことから波高の大きな波が下流方向から伝播してきた場合には、砂層表面に液状化した混合流体領域と、それより下の砂層領域における大きな有効応力変化が発生し、他のケースに較べて流水に対する抵抗力が減少し、より洗掘され易い状態が生起し、洗掘深が大きくなると考えられる。

4.あとなぎ

本研究により、波高、波の伝播方向の違いが橋脚周辺砂層の洗掘特性に及ぼす影響についてある程度明らかにすることができた。すなわち、波高が大きくなるに従い砂層内の有効応力は減少し、また波が上流から伝播する場合よりも下流からの方が砂層内の有効応力は減少するため、洗掘深は大きくなる傾向にあるといえるようである。

【参考文献】

名合宏之 変動水圧による砂層の液状化に関する研究, 第26回水理講演会論文集, pp.589-594, 1983.

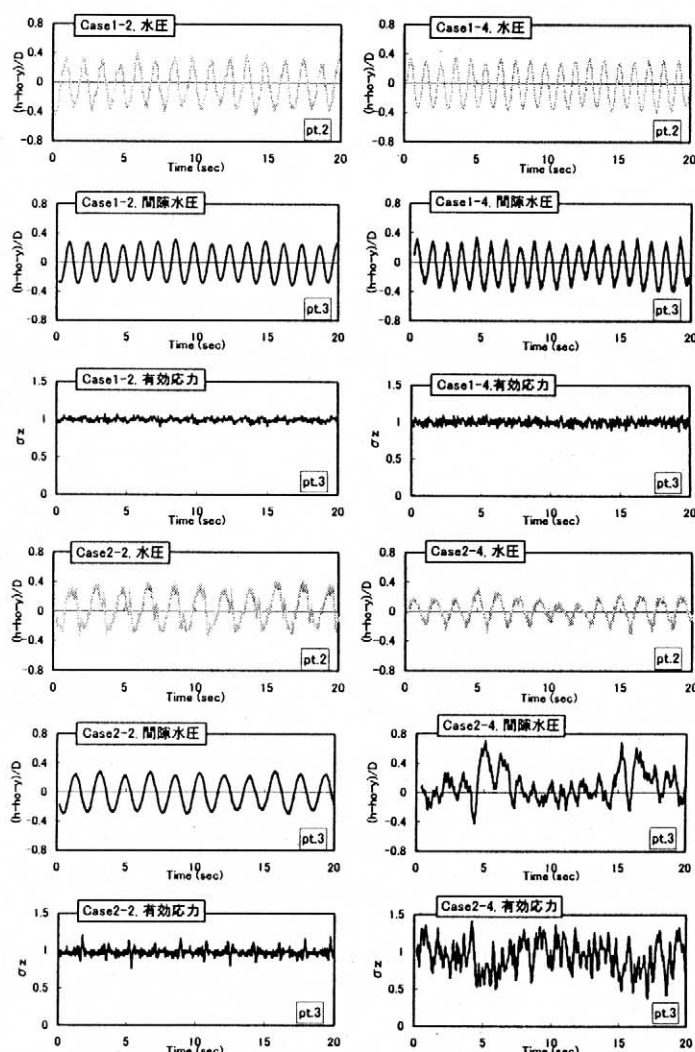


図.3 水圧およびpt.3における間隙水圧・有効応力の変化

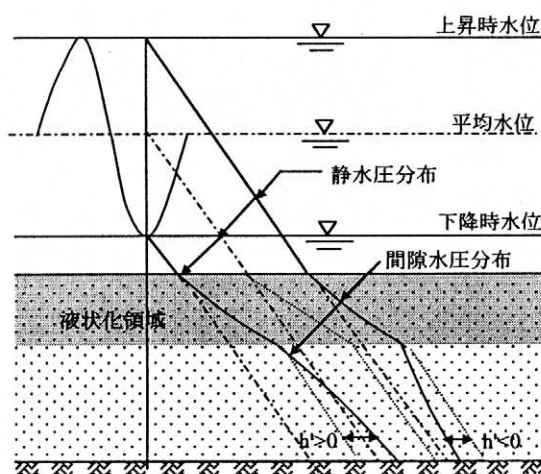


図.4 砂層内水圧分布