

流れと波の共存場における橋脚周辺の洗掘に関する実験的研究

岡山大学大学院
岡山大学大学院
岡山大学環境理工学部

学生員
学生員
正会員

○津田 晃宏
Md.Faruque Mia
名合 宏之

1. はじめに

水中地盤に変動水圧が作用すると、間隙水圧変化により地盤内の有効応力が減少し、流れに対する地盤のせん断抵抗力が低下する。変動水圧発生場に設置された橋脚周辺においてはこのような現象が発生し、その結果として、洗掘が進行することが予想される。本研究は流れと波の共存場における橋脚周辺の洗掘現象をこのような観点からとらえようとする研究の第一歩として行ったものであり、本報告では流れと波の共存場における洗掘特性と流速分布との関連について述べるものである。

2. 実験概要

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。河床材料には標準豊浦砂を用い、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 45l/s、水深は 27cm 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。

3. 実験結果および考察

図 2 は各ケースにおける最大洗掘深について整理したグラフである。この図において、上流側から波高 6cm の波を発生させた Case1-4 では、定常流時（Case1-1）での洗掘深よりも小さくなっているのに対して、下流側から波高 6cm の波を発生させた Case2-4 では洗掘深は定常流時に較べて大きくなっていることが分かる。そこで、本研究では、このような洗掘深の違いについて定常流時（Case1-1、Case2-1）と、波高が 6cm の波を発生させたケース（Case1-4、Case2-4）における河床の洗掘形状と流速に着目して、検討する。

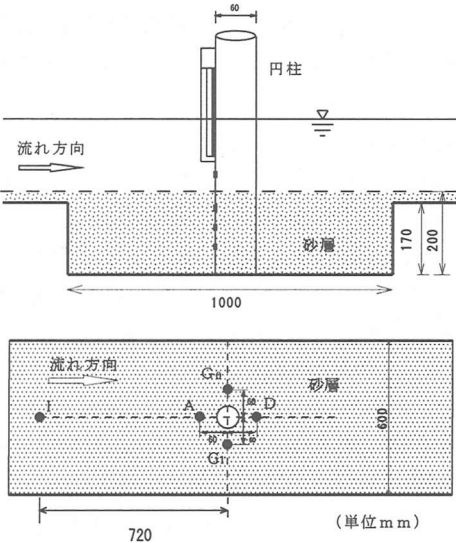


図 1 ピット部および流速測定ポイント

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	210	45	27	0	0	0	定常流
Case1-2	150	45	27	4	1.25	230	上流から 下流
Case1-3	190	45	27	5	1.25	190	
Case1-4	190	45	27	6	1.05	170	
Case2-1	190	45	27	0	0	0	定常流
Case2-2	190	45	27	4	1.81	220	下流から 上流
Case2-3	130	45	27	5	1.74	240	
Case2-4	190	45	27	6	1.65	190	

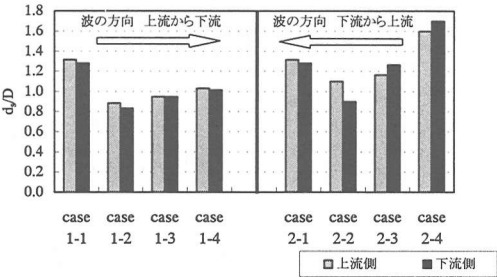


図2 最大洗掘深の比較

図3は、上記のケースでの洗掘形状を示したものである。Case1-4 でみられるように、流れと波の共存場においては、定常流時には現れなかった河床波の存在が確認され、さらに実験観察よりこの河床波は下流方向に移動していることも確認された。

図4はこれらのケースにおける Pt.I、Pt.A における流速を比較したものである。左の列のグラフは定常流と上流からの波、右の列は定常流と下流からの波を発生させたときの流速を比較したものである。

まず、波を上流側から発生させた場合 (Case1-4) での Pt.I の流速であるが、この測点は橋脚の上流 72cm のところにあり、橋脚の影響はほとんどないと見なせる断面である。流れの上層部では平均流速は定常流の場合とほぼ同じである。しかし、下層部 (初期砂層から 3cm) では、波を発生させた場合には平均的に底面流速が増大し、加えて波による周期的な流速増加により、定常流の場合にくらべて土砂は移動しやすくなっていることを意味している。つぎに、Pt.A での流速であるが、この測点は、橋脚の直前面にある。上層部の流れ方向 (X 軸方向) の平均流速は定常流の場合とほとんど変わらないが、下層部においては、Pt.I とは逆に、流速は減少していることが分かる。鉛直方向 (Z 軸方向) の流速については、全体に下向流となっているが、その平均的な値は定常流の場合とほとんど変化はない。これらの流速分布を考慮すると、X 軸方向および Z 軸方向の流速の合成によって生じる橋脚前面の洗掘は波が共存する場合は定常流時較べて減少する方向にあるようである。このことは、上記の上流断面で土砂が移動しやすくなっており、河床波の流下に伴う洗掘孔への土砂流入を合わせて考えると、波高が小さい場合に最大洗掘深が定常流時に較べて減少することをある程度裏付けていると考えられる。

ところが、波を下流側から発生させた場合、洗掘深が大きくなっているにもかかわらず、流速特性は、上流側から発生させた場合とほぼ同じ傾向を示している。このことは、流れと波の共存場における橋脚周辺の洗掘には、流速以外に橋脚周辺での砂層内の圧力のような要因も関わっていることを示しており、今後は、最初に述べた波によって発生する変動水圧による砂層の抵抗力の減少という観点からも検討を進める必要がある。

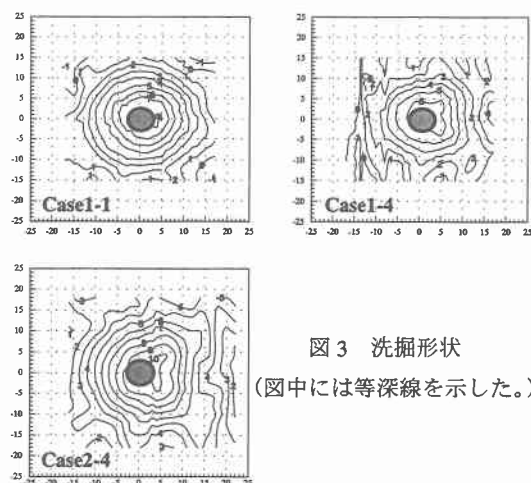


図3 洗掘形状
(図中には等深線を示した。)

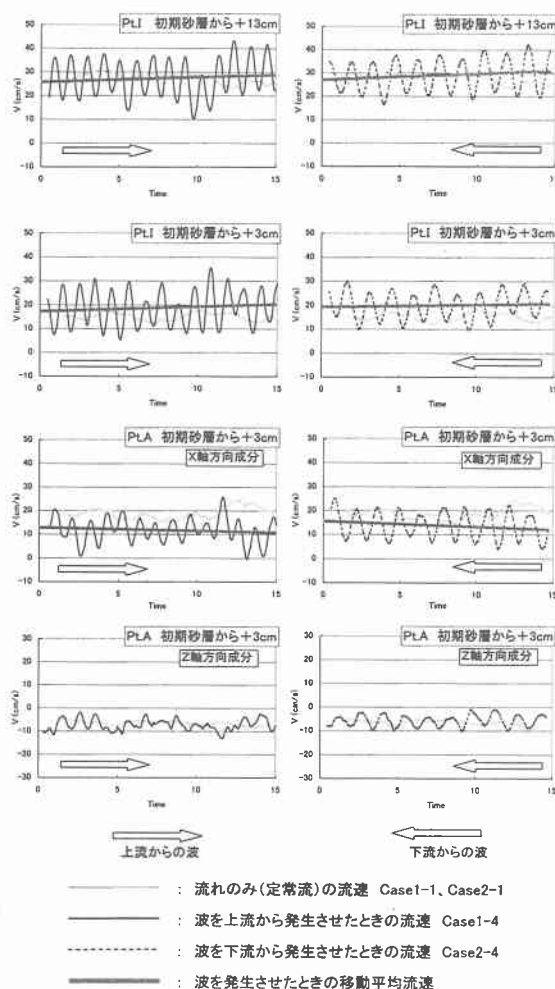


図4 Pt.I、Pt.Aでの流速変化