

河床保護工からの土砂の抜け出しに及ぼす変動水圧の影響に関する研究

岡山大学大学院 学生員 ○山縣 正明
 岡山大学環境理工学部 正会員 前野 詩朗
 岡山大学環境理工学部 正会員 里本 公明

1. 序論

高度成長期の砂防施設の整備や河川改修の結果、河川への流出土砂量が減少し、全国的各地の河川において河床低下が深刻な問題となっている。このような状況下において、堰や橋脚などを保護する目的で設置される河床保護工が洪水時に沈下散乱するといった被害が多く見られるようになってきた。このような河床保護工の被災は、堰や橋脚などの重要な河川構造物の機能・安定性を低下させるのみならず、構造物そのものの壊滅的な破壊の要因となる。したがって、河床保護工の安定性を検討し、沈下散乱を防ぐための方策を提示することは工学上重要な課題である。そこで、本研究は、河床保護工の沈下散乱を防ぐための方策を考えていくための第一歩として堰下流部における河床保護工からの土砂の抜け出し現象に着目し、土砂の抜け出し現象と変動水圧との関係について実験的に明らかにしようとするものである。

2. 実験装置と方法

本実験に用いた水路は、長さ 16m、幅 0.6m、深さ 0.4m の可変勾配水路で、跳水を洗掘孔上に生起させるため堰を設置している。図 1 に示すように、洗掘孔として 16cm×5cm×5cm のアクリル製の角柱を洗掘の状況が可視化できるように水路右側のガラス面に添わせて設置した。間

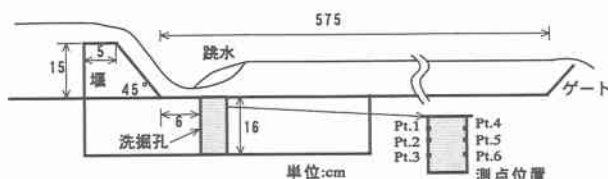


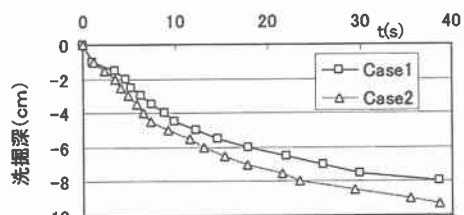
図 1 実験装置

隙水圧の計測のため、側点位置に示すように洗掘孔の上流側と下流側の面にそれぞれ上から順に 3cm, 6cm, 9cm の 6 か所に圧力変換器を取り付けた。砂試料としては、平均粒径 0.25mm、比重 2.65g/cm³ の豊浦標準砂を使用した。また、流量は、30(l/s)である。本実験では、土砂の河床面からの離脱外力に影響すると考えられる鉛直方向の圧力変動を、跳水による水面変動で与えることとし、洗掘孔より下流側に跳水が生起する場合を Case1、図に示すように洗掘孔上に跳水が生起する場合を Case2 とする。それぞれについて、洗掘孔内に土砂を充填していないケースと充填しているケース（洗掘孔をメッシュで覆い土砂が抜け出さない状態）および、洗掘孔内の土砂が抜け出すケースの実験を行った。洗掘孔内の土砂が抜け出すケースの間隙水圧の計測は、洗掘孔内の土砂が流水により抜け出さないように、あらかじめ洗掘孔上にメッシュを敷き、所定流況に達した後、30 秒間経過した時点でメッシュを取り除く方法で行った。また、土砂の抜け出す様子もあわせてビデオ撮影した。

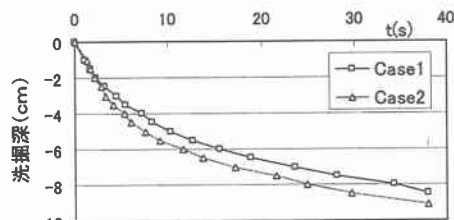
3. 実験結果と考察

3.1 洗掘の進行特性

図 2 は、洗掘孔の中心位置と中心から下流側 1.5cm の位置の洗掘の進行状況を示した図である。この図より、20 秒前後までは、洗掘孔の中心より下流側 1.5cm の方が洗掘の進行が早くなっていることと、それ以降は、洗掘の進行は、ほぼ同



(a) 洗掘孔の中心



(b) 洗掘孔中心より下流側 1.5cm

図 2 洗掘の進行特性

じ程度になることがわかる。また、Case2の方が、1.5cm程度洗掘深が大きくなっていることがわかる。図には掲載していないが通水1時間後の最終洗掘深は、Case1では中心が13.28cm、下流側1.5cmが13.23cm、Case2では中心が15.22cm、下流側1.5cmが15.21cmであった。最終洗掘深の結果からも、洗掘がある程度進行した後の洗掘孔の中心と下流側との洗掘深は同程度であること、また、Case2の方の洗掘深が大きいことがわかる。

3.2 間隙水圧の変動特性

図3は、洗掘が進行して土被り厚が少なくなり、Pt.4が現れる時間帯のPt.4の間隙水圧データを表したもので、図3(a)、(b)はそれぞれCase1、Case2の実験結果である。Pt.4は、Case1では4.7秒後に、Case2では3.3秒後に現れる。Case1についてみると、土砂が抜け出してPt.4の土被り厚が減少すると、間隙水圧の変動が大きくなっていることがわかる。この傾向は、Case2の場合にも見られる。また、Case2の方が、間隙水圧の変動が大きいことがわかる。図4は、Case1とCase2における土砂の抜け出し直後と土砂が抜け始めてから80秒後の間隙水圧の変動特性を示したものである。この図より、Case1は変動の変化がほとんどないが、Case2では、抜け出し直後に比べ、土砂が抜け出してから80秒後の方が間隙水圧変動が大きくなっていることがわかる。これは、実験開始直後の土砂が充填されている時には砂層中で減衰していた間隙水圧が、土砂の抜け出しが進むにつれて土砂の影響をあまり受けなくなり、洗掘孔内に直接水圧が伝播するようになったためと考えられる。

3.3 有効応力の変動特性

図5は、土被り厚が減少してPt.4が現れる時間帯の有効応力の変化を示している。この図から、Case1では、土被り厚が減少しPt.4の出現が近づくにつれて有効応力の変動が大きくなっていることがわかる。またCase2では、実験初期の段階から有効応力が急激に減少し、変動もかなり大きくなっている。

4. 結論

本研究では、河床保護工からの土砂の拔出しに及ぼす変動水圧の影響を明らかにすることを目的として、洗掘孔上における跳水の有無により変動水圧の影響を実験的に検討した。その結果、洗掘孔上に跳水が生起し、変動水圧の影響が大きいと考えられるケースについて以下のようなことが明らかにされた。

- 1) 洗掘の進行が早くなる。
- 2) 間隙水圧の変動が大きくなる。
- 3) 有効応力が急激に減少する。

今後の課題として、洗掘孔内の流速分布や、間隙水圧の周波数特性に及ぼす変動水圧の影響を検討する予定である。

【参考文献】1) 村上 正吾他：透過性防護工の橋脚周辺の局所洗掘に及ぼす影響について、水工学論文集第43巻 pp.629-634, 1999.

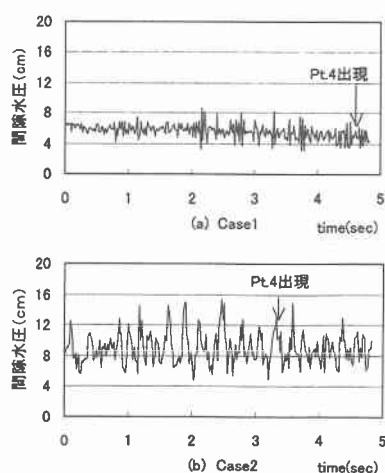


図3 間隙水圧の時間変化

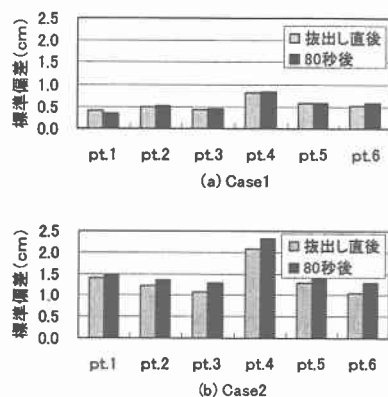


図4 間隙水圧の変動特性

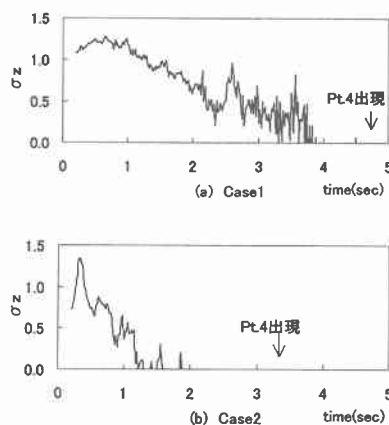


図5 有効応力変化