

建設省土木研究所 正会員 宇野 高明
建設省土木研究所 正会員 小俣 篤
建設省土木研究所 正会員 横山 揚久

1. 緒言

日本海中部地震津波により、多くの中小河川護岸が被害を受けた。これらの被害状況を見るかぎりでは遡上津波がどの様に作用し、護岸が被災したかは判断できない。西村らは護岸法先の洗掘について指摘しているが、本研究においては特にBoreの遡上に伴い、護岸が周辺洗掘を受け倒壊へと至る過程を実験的に把握するものである。

2. 実験方法

実験に使用した水槽は図-1に示す全長約30m、幅5mのもので、横断方向全体に護岸を設置して2次元水路として用いた。Boreは護岸に直角に入射することになるが、これは特に河川の河口湾曲部を想定しているためである。実験に用いた護岸模型を図-2に示す。護岸部分は厚さ4mm、比重1.9のセメントボードを用いた。Boreは図-1に示した起潮装置内の空気室の圧力を制御することにより発生させる。今回は初期排気圧を一定値とし、吸気時間 T_e を4ケース変えて実験を行った。表-1には、図-2のP1における最大水深 h_0 と T_e の関係を示す。地形条件としては、表-2に示す様に堤内及び堤外を固定床もしくは移動床で組合せたものであり、堤内勾配を2通りに変え、各々堤内に境界壁を設置したものとしないものとした。水位と流速の測定には容量式波高計とフロペラ流速計を用いた。測定点は図-2に示したP1～P9である。流速計はP1では底から1.5cmと4cmの2点に、その他は底から5mmに設置した。Boreの空間波形と護岸周辺の洗掘過程を把握する為に水路側面よりモータードライスカメラとビデオを用いて撮影を行った。移動床については実験終了後最終地形の測定を行った。

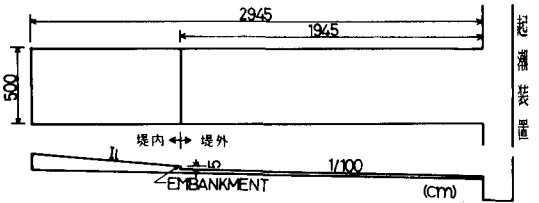


図-1 実験水路

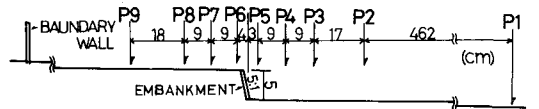


図-2 護岸模型及び測点

表-1 実験波

表-2 地形条件

T_e (sec)	h_0 (cm)
8	4.07
10	5.08
12	6.10
16	7.25

堤外	堤内	I_1
固定床	移動床	1/50
固定床	移動床	1/20
移動床	固定床	1/50
移動床	固定床	1/20
固定床	移動床	1/50
固定床	移動床	1/20
移動床	移動床	1/50
移動床	移動床	1/20

3. 実験結果

本実験では、48ケースの実験を行ったが、ここでは $I_1 = 1/50$ 、 $h_0 = 7.25$ cm、境界壁無しの場合の結果を示す。図-3は各測点の底面からの水深 h の時間波形を示したものである。P1の初期波形には小さな分裂波がみられるが、以後すぐに破波してBoreとなる。護岸に到達したBoreは護岸によりかなり反射する。P6における初期の振動はBoreが護岸に衝突したためのものである。遡上時の最大流速 V_u と戻り時の最大流速 V_d の分布をまとめたものが図-4である。(1)は上記のケースであり、比較の為(2)には境界壁有りの場合、(3)には $I_1 = 1/20$ の場合を示した。図によると(1)では V_u がP5で小さくなっているが、これは流速計の応答性が悪い為のものでP6、P7の V_u が小さめに

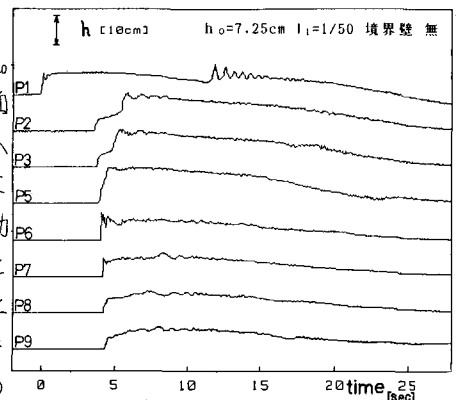


図-3 Boreの時間波形

なっているのも同様な理由の為と考えられる。 V_h は各点ともほぼ100 cm/sの値を示している。次に(2)をみると(1)と比べて V_u には大きな差異は無いが、 V_h は堤内(P6~P9)で約1/2, 堤外では約1/4に減少している。これは、境界壁により遡上距離が制約され、戻り時に十分な水面勾配ができない為である。(3)では V_u はP8, P9でやや減少し、 V_h は堤内で約1/3, 堤外で約1/6となっている。この理由は(2)と同様に堤内勾配がきつくなった為、遡上距離が短くなったことによる。

図-5では実験後の最終地形形状により、 h_o と洗掘深 S の関係を求めた。図では S は砂の粒径 d で、 h_o は護岸高 R で無次元化してある。図によると、堤外での洗掘は境界壁が有る場合は無い場合よりも小さく、堤内勾配がきつい場合はさらに小さくなる。これは図-4に見る

図-4 遡上及び戻り時の最大流速分布
図-5 洗掘深
図-6 洗掘過程

図-5では実験後の最終地形形状により、 h_o と洗掘深 S の関係を求めた。図では S は砂の粒径 d で、 h_o は護岸高 R で無次元化してある。図によると、堤外での洗掘は境界壁が有る場合は無い場合よりも小さく、堤内勾配がきつい場合はさらに小さくなる。これは図-4に見る

実験での現象が現地にそのままあてはまるとはいえない。現地に於いては S/d ないしは h_o/R が本実験より1~2オーダー大きいことを考えると、堤外の洗掘は図-6(1)よりも初期においてかなり大きく、図-6(3)の説明で述べた初期の戻り流れが激しい時期に護岸基部がかなり洗掘される可能性があり、護岸が表面を上にしてすべり倒れることが考えられる。事実現地に於いては多くの護岸が表面を上にして倒れており、戻り流れによる堤外洗掘が護岸の倒壊に強く関係すると考えられる。

4. 結論

実験の結果、護岸周辺の洗掘には地形が強く影響することかわかった。特に境界壁の効果は、現地においては重要な要素となる。護岸の倒壊については戻り流れの影響が大きく、現地では多くの場合護岸があおむけに倒壊するものと考えられる。

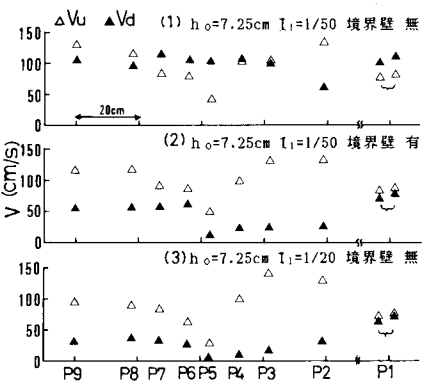


図-4 遡上及び戻り時の最大流速分布

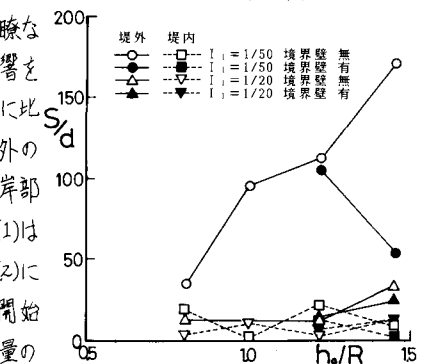


図-5 洗掘深

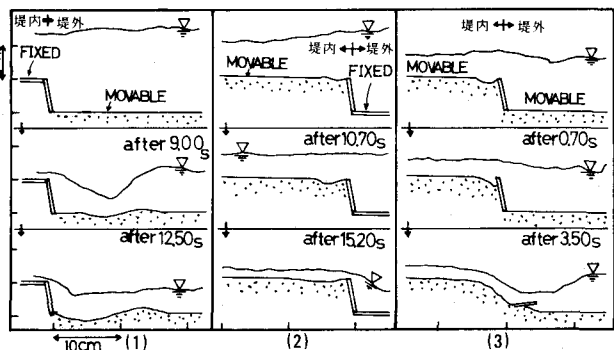


図-6 洗掘過程