

堤防を越流する流れに関する実験

東北大学工学部○学生員 木嶋卓也

東北大学大学院 学生員 西田勝幸

東北大学工学部 正 員 首藤伸夫

1. はじめに

堤防越流による洗掘、破堤の機構を知るには、堤防を越流した流れがその堤防に及ぼす力を明らかにする必要がある。ここでは、堤防を越流した流れの模型実験を行い、底面における圧力、流速分布、レイノルズ応力分布等の特性を検討する。

2. 実験方法

実験装置を図-1に示す。底面の中心線に沿ってマノメータを用いて底面圧力を測定した。測定間隔は斜面で5cm間隔、底部で1cm間隔である。平均流速 $\bar{u}$ 、 $\bar{v}$ 、レイノルズ応力 $\overline{u'v'}$ 、 $\overline{v'u'}$ 、 $\overline{u'u'}$ は、偏光式2次元LDVにより測定した。測定範囲は堤防天端中央から66cmまで、測定間隔は流れ方向に5cm間隔、垂直方向に1~2mm間隔とした。実験は、堤防表面粗度、越流流量を変えて2ケース行った。2ケースの実験条件を表-1に示す。

流れは、堤防天端において限界水深が生じ、射流となって法面上を流下し、射流のまま堤内地を通過して量水槽へ流入する。堤内地で跳水が生ずることのない流れとした。

3. 実験結果

(1)底面圧力分布 図-2、(a)、(b)に、測定された圧力分布を縦線で、水面形を実線、 $h \cos \theta$ に対応する高さを点線で示している。等流の時は、この点線と一致するはずである。滑面であるケースbの場合、傾斜面の大半の場所で点線と縦線は、良い一致を示す。堤防法肩、堤防法尻では、流線の曲がりによる差が生じている。法肩の前後とも10cmの間、法尻でも変化点の前後10cmの間で、差が大きい。同様の傾向は、粗面であるケースaの場合にもうかがわれる。ただし、一樣斜面上でも点線に比べ縦線が若干小さい傾向があり、底面粗度の影響で微小な差が生じていることがわかる。なお法肩、法尻での流線の曲がりによる差の生ずる範囲は、流速の大きい程広くなる傾向がある。

(2)流速分布 図-3 (a)、(b)は、平均流速分布を示している。滑面の場合、斜面上では、底面のごく近傍まで一様分布に近い分布形となっているが法肩、法尻で異なった形状になる。特に法肩では、下方ほど流速が速い加速流になって流線の剥離を示唆する形である。これは圧力分布の傾向とも一致する。粗面の場合、斜面上では、下方にいくほど流速が小さくなる。法肩では、滑面の場合と同様の傾向がある。

(3)剪断応力分布

図-4 (a)、(b)は、 $\overline{u'v'}$ の分布を示す。

流速が大きい時、

法肩直後の剪断力

分布と斜面上での

分布と異なった傾向が現れる。

すなわち、下方に行くにつれ

て増加していた剪断力が、また

減少することである。これ

は、圧力勾配が正であるため

の影響があらわれた結果であ

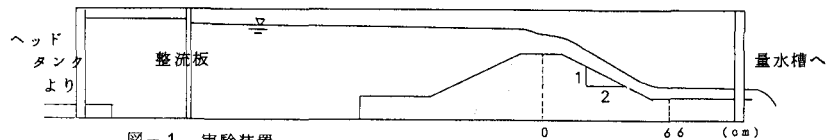


図-1 実験装置

表-1 実験条件

ケース	単位幅流量	レイノルズ数	表面	水路幅	DATA数
a	700 cm ² /s	70000	粗面	10 cm	6000
b	497 cm ² /s	49700	滑面	10 cm	6000

るかも知れず、今後詳細な検討を要する。一般に法尻付近で大きな剪断力が生じている。水平面に衝突するため鉛直方向流速が生じ、運動量輸送が増加したからであろう。

4. 結論

堤防を越える流れの構造を知る第一歩として2つのケースにつき乱流の測定を実施した。ほぼ常識的な結果が得られたが、局所的な洗掘を解明するためには流速分布や剪断力分布を推定出来るようにせねばならず、なお実測例を増やし理解を深める必要がある。

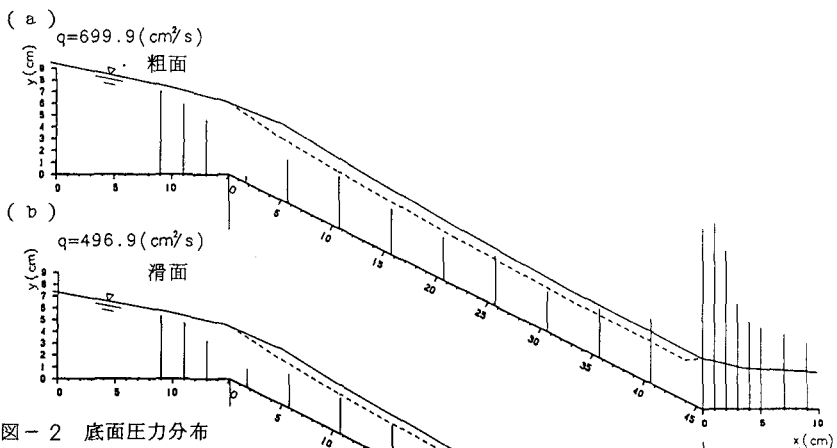


図-2 底面圧力分布

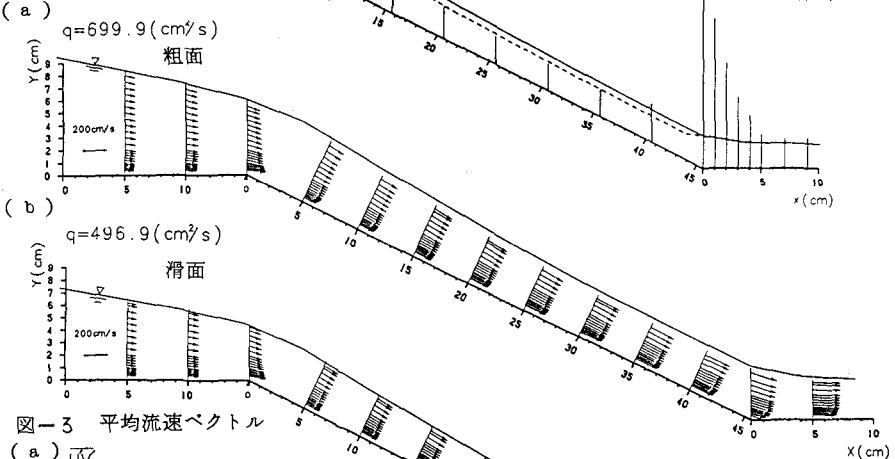


図-3 平均流速ベクトル

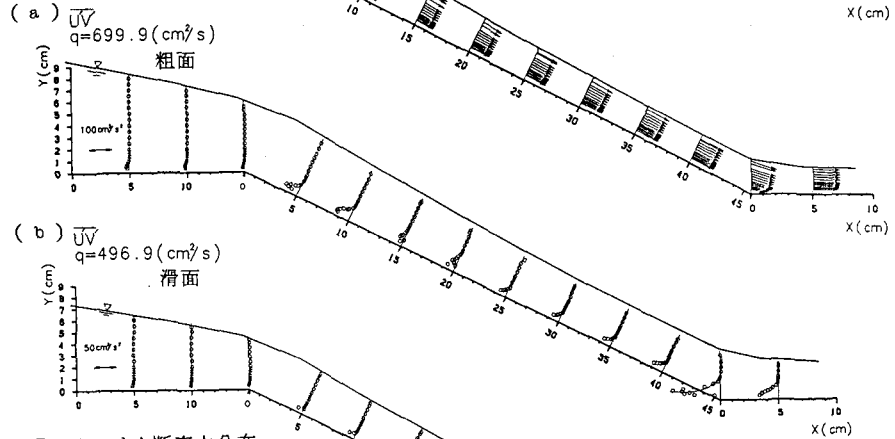


図-4 せん断応力分布