

II-224 堤防を越流する流れの内部構造

東北大学大学院 学生員 〇木嶋卓也
 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ーを用いて底面圧力を測定した。測定間隔は斜面で5cm、底部で1cmである。平均流速 $\bar{u}$, $\bar{v}$, レイノルズ応力 $\overline{u'v'}$, $\overline{v'v'}$, $\overline{u'u'}$ 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、垂直方向に1~2mm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、水面形を実線で、 $h \cos \theta$ に対応する高さを点線で示している。流れが等流の時は、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、法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少な差の生じていることが分かる。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、底面から1.6cmまでの平均流速分布を示している。また図中、点線は境界層厚を、実線は排除厚を示している。滑面の場合、法面上では、下方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となる。特に法肩では、下方ほど流速が早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、法面上では、下方に行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。両ケースとも法面上の境界層厚、排除厚は下流へ行っても成長せず、粗面、滑面でそれぞれ境界層厚1.2cm, 1.0cm, 排除厚2mm, 1mmとなり、ほぼ一定値をとる。

ヘッドタンクより
 整流板
 量水槽へ
 0 66 (cm)

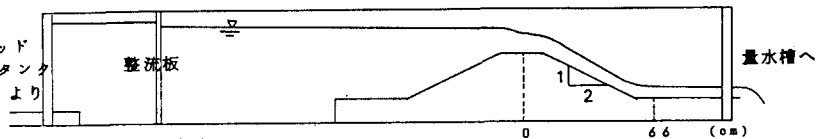


図-1 実験装置

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

(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。つまり、
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
が現れた結果で
あるかも知れず、
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。これ
は、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
速分布や剪断応
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。

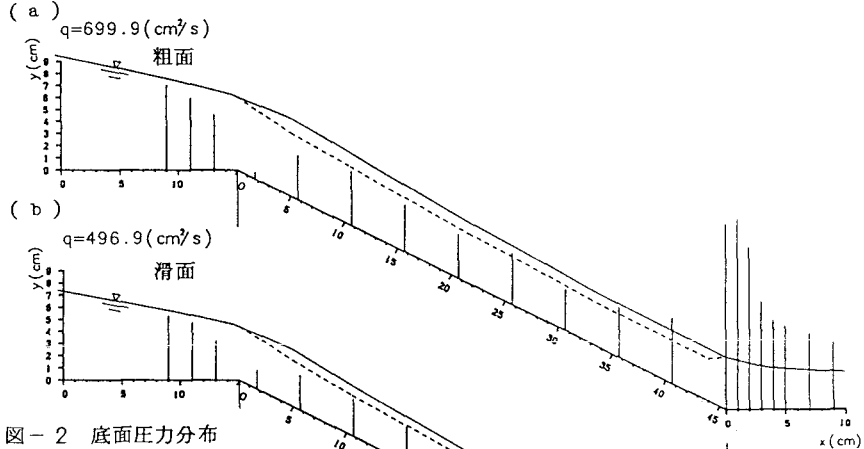


図-2 底面圧力分布

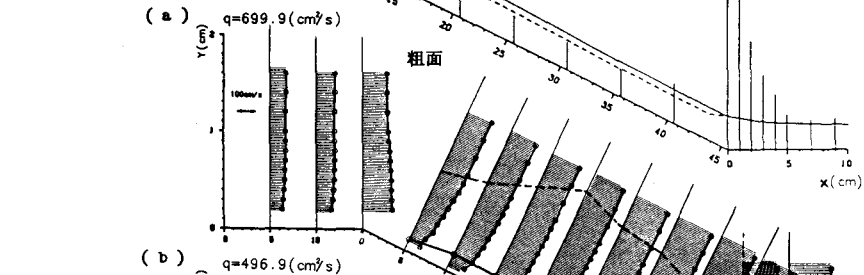


図-3
平均流速分布

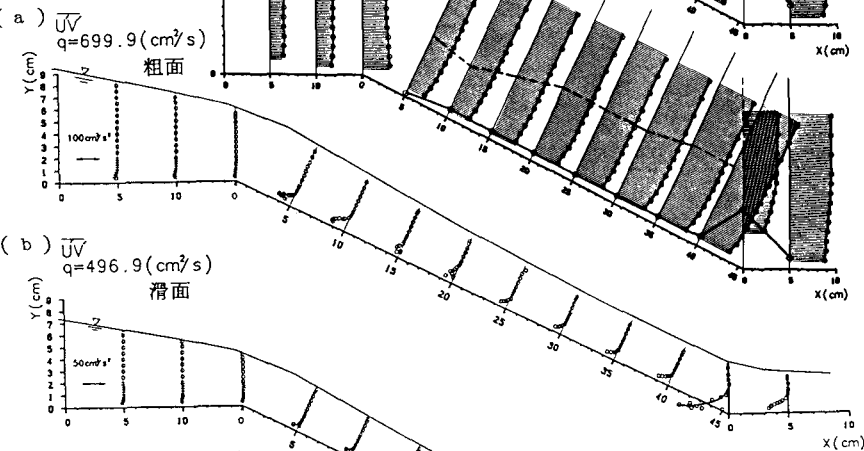


図-4 せん断応力分布