

建設省土木研究所 正員 藤田 光一
建設省土木研究所 正員 橋本 宏
建設省土木研究所 正員 加藤 善明

1. はじめに

一般に、越流水による堤防の破壊は裏法から始まる^{(1),(2)}。この裏法部に作用する越流水の力の特性を把握することは、堤防の越流水に対する安全度や初期の浸食機構を考える上でも、耐越水工法を設計する上でも重要である。本研究は、小型固定床堤防模型を用いた越流水実験により浸食が起こる前の堤防に作用する底面せん断力と底面圧力の分布特性を明らかにし、さらに土木研究所で行なっている実大堤防模型越流水実験(移動床)の結果と合わせて、越流水初期の裏法浸食形態について考察を加えたものである。

2. 堤体に作用する圧力及びせん断力

〈i〉実験の内容 図1に実験に用いた堤防模型を示す。勾配は1割と2割の2種類である。実験条件は表1に示されており、表中の越流水深は天端上流端での水深を意味し、マニングの粗度係数 n と相当粗度 K_s は流速分布の測定結果から求めたものである。この堤防模型に越流水を起こし、流速・底面圧力を測定した。流速測定にはピトー管を用い、底面の圧力は埋込まれた圧力管によって測定した。以下に結果を示す。

〈ii〉底面圧力分布 図2に底面に作用する圧力の縦断分布を示す。流線の急激な曲がりによって法肩部では大きな圧力低下が、法尻部では大きな圧力上昇が見られる。これより、法尻部では流れが堤防に非常に強い力を与えることがわかる。また従来、法肩で流れがはく離した後再付着する際法尻同様堤防に強い衝撃が加わると考えられていた。しかし図2より法肩直下では顕著な圧力上昇は起こっていないことがわかる。(負圧が回復しているだけである。) したがって、堤防の法肩直下に流れ

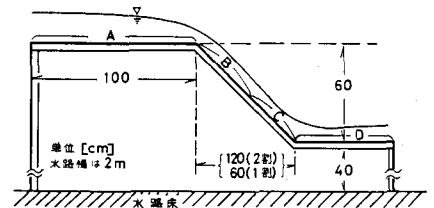
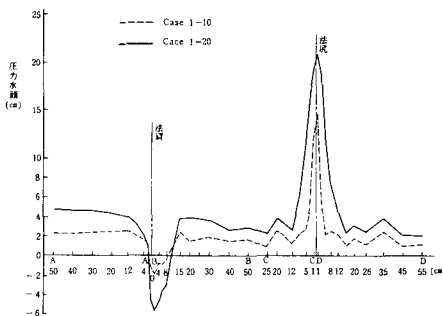


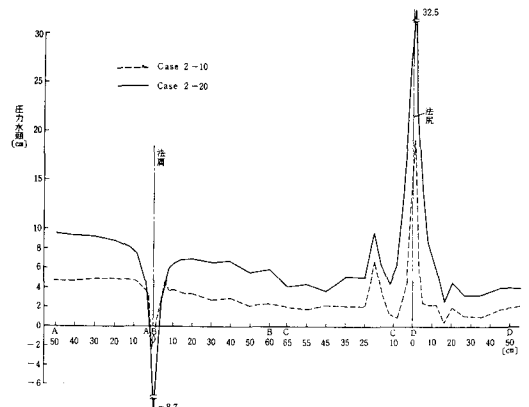
図1 小型堤防模型(固定床)

表1 実験条件

実験 Case	裏法勾配	越流水深	単位幅越流量	マニング n	相当粗度 K_s
1-10	1割	10cm	45(l/s/m)	0.0065	滑面
1-20	1割	20cm	130	0.0065	滑面
2-10	2割	10cm	45	0.009	0.014(cm)
2-20	2割	20cm	130	0.009	0.014

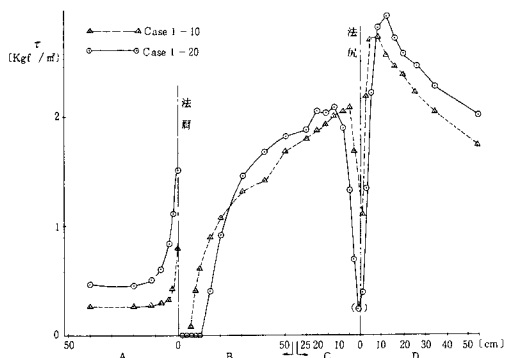


a) 1割勾配

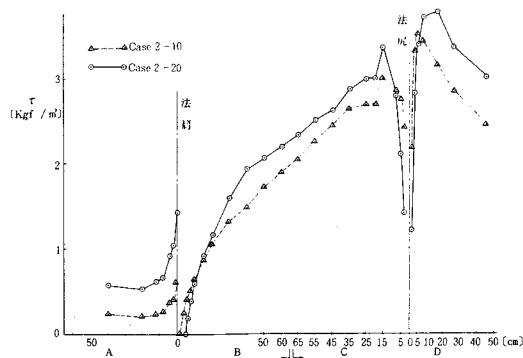


b) 2割勾配

図2 底面に作用する圧力の縦断分布



a) 1割勾配



b) 2割勾配

図3 底面せん断力の縦断分布図

が強く当たることは特にないと考えられる。

<ii>底面せん断力分布 底面せん断力は、底面付近にある境界層内では対数則(粗面)あるいは $1/7$ 乗則(滑面)が成立しているとの仮定を用い、底面流速(ヒト管を底面について規定した流速)から次式を用いて求めた。式中の K_s は充分境界層が発達している裏法下部での流速分布規定により求めた。図3に結果を示す。天端では法肩の近傍を除いてせん断力は小さい。裏法部では、法肩直下のせん断力がほとんど0であり、流下するにしたがってせん断力は増加する。法尻では急激にせん断力が減少し、法尻の少し下流で急上昇し最大値を示す。以上の特性は1・2割勾配の堤体に共通している。法肩直下と法尻でせん断力が小さいのは、はく離が起きているからであり、法尻の少し下流でせん断力が最大となるのは流れが底面に押しつけられているからである。以上の結果から、裏法の下部に行く程増大し法尻直下で最大値を示すというせん断力の分布特性が明らかとなった。

3. 越流初期における堤防の浸食形態

図4は、土木研究所において行っている実大堤体模型による越流実験の結果から越流初期の浸食形態を示したものである。裸堤については、砂質土である江戸崎山砂でできた堤体が裏法の上部において、粘性土である小貝川土砂でできた堤体が裏法の下部においてより大きな浸食を受けている。一方裸堤よりも越流に対する強度の大きい改良土堤と芝張堤については、ほとんどが法尻付近だけに浸食を受けている。以上より、土の耐浸食性が高い場合には裏法下部と法尻において、耐浸食性が低い場合には裏法上部と下部の両方から浸食が始まるという特性があることがわかる。このことは、せん断力が堤体表面を浸食しうる大きさになった部分より下流で浸食が生じることを示している。堤体が浸食に弱い場合には、裏法上部でせん断力が浸食に耐える限界値を上回るため、裏法の上部から浸食が起り、一方芝張堤のように浸食に耐える程度耐える堤体の場合には、せん断力が大きくなる裏法下部及び法尻において浸食が始まるものと考えられる。

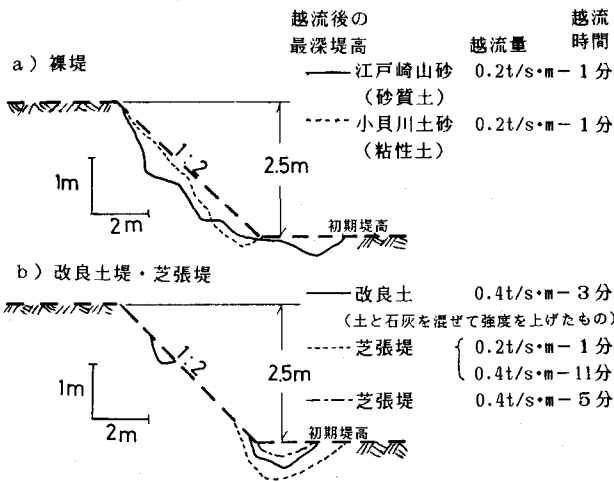


図4 越流初期の浸食特性(実大堤体模型実験)

[参考文献] 1) 吉野 堤 他、越流による堤防の破壊特性、24日本橋、2) 有賀 石川 他、越流による堤防の破壊特性(その3)、25日本橋