

越流による河川堤防の一次元破壊

岐阜大学工学部 学生員 梶野 浩司

岐阜大学工学部 正 員 中谷 剛

岐阜大学工学部 正 員 田中祐一朗

1. はじめに

河川からの洪水災害を防止、軽減するために、人間は色々な手段を考え、河川に対して働きかけをしてきた。しかし、現在に至っても洪水による災害は発生している。この原因の多くは、降雨により水位が上昇し、堤防を越流、決壊したためである。河川堤防は、水が堤防の高さを超過する事態が極めて少ないという立場から造られているためか、堤防の破壊に関する研究は比較的少ない。また、実堤防では、色々未知な点が多く堤防の崩壊過程を解明するのは、非常に困難である。本研究は、堤防破壊の基礎的な過程を知るために均一砂によるモデル実験を行い、流砂の連続式による堤体の低下過程を、流砂の平衡性、非平衡性の考慮の有無を主に検討し、実験との比較を行おうとするものである。越流による堤防の破壊機構を明らかにすることにより、今後の災害対策に役立てることを目的とする。

2. 実験方法

実験は、均一砂による模型堤防を作成し、それを崩壊させることによりその過程を調べる。実験装置は、アクリル製水路（幅15 cm、長さ200 cm、高さ35 cm）（図1）を、使用し、その中に模型堤防（図2）を作成する。そして上流側から一定量の水を供給し、破壊させ、横からビデオにより撮影し実験後読みとることとした。また、実験ケースは、表1に示すように4ケース行った。

実験結果の一部を図に示す（図3上、図4上）。図3は、法勾配が30°の場合であるが、ほぼ初期勾配のまま平行に崩壊していった。また、図4は、法勾配が20°の場合であるが、法面が20°から、30°になりそこからほぼ平行に崩壊していくことがわかる。流量の大小の違いにおいては、崩壊速度の違いが顕著に現れていた。

3. 解析方法

流砂量を計算するとき、このような急斜面においては、越流水は加速流れの不等流になり、流砂量の非平衡性が現れることが考えられる。

この非平衡性の考慮の有無を検討するためにまず平衡流砂量での検討を行うことにする。

ここでは、Meyer-Peter-Mueller（以下、M-P-M）の式を使用することにする。

表1－実験ケース

粒径 0.1 mm

	法面勾配	流量
CASE 1	30°	484.4 cc/s
CASE 2	30°	344.4 cc/s
CASE 3	20°	488.2 cc/s
CASE 4	20°	342.5 cc/s

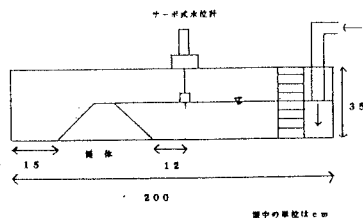


図1－実験装置

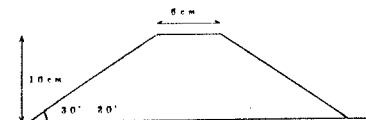


図2－堤体模型

$$q_b = 8 \cdot (\tau_{*e} - 0.047)^{3/2} \cdot (sgd^3)^{1/2} \quad (1)$$

$$\tau_{*e} = u_{*e}^2 / (sgd)$$

$$u_{*e} = (n_b/n)^{3/4} u^*$$

$$n_b = 0.0192 (d_{90})^{1/6}$$

ここで、摩擦速度 u_* の値は、下のもので求める。

$$\tau_0 = \rho g R I_e \cos \theta$$

$$u_* = (\tau_0 / \rho)^{1/2}$$

d : 粒径 q_b : 流砂量 s : 土の比重

τ_{*e} : 有効せん断力 n : マニングの粗度係数

I_e : エネルギー勾配 θ : 河床勾配

R : 径深

堤体の低下過程は、流砂の連続式を用いる。

$$\frac{dz}{dt} = \frac{1}{1-\lambda} \cdot \frac{dq_b}{dx} \quad (2)$$

水面形方程式は、

$$\frac{dh}{dx} = \frac{\tan \theta / (n^2 \cdot Q^2) / R^{4/3}}{\cos \theta - B \cdot Q^2 / g A^3} \quad (3)$$

B : 水路幅

計算をするに当たっての越流量は、実験の時に測定した、堤体より上流側での水位変化を用い次の式で求めたものを使用する。

$$q = q_0 - S \Delta h / (\Delta t) \quad (4)$$

q : 越流流量 q_0 : 供給流量

Δt は水位差 Δh を生じた時間差

S : 上流の水路部の湛水面積

これらの式を用い、堤体の低下過程を求める。CASE 1 と CASE 3 の計算結果を (図 3 下) (図 4 下) に示す。

今後、非平衡性を考慮した計算を行い、比較を行う予定である。その詳細は、講演時に述べる。

参考文献

- 1、首藤、田中ら、越流による砂州崩壊に関する研究、(土木学会論文集 No. 479)
- 2、額、河川堤防の破壊機構に関する研究、(平成5年、岐阜大学卒業論文)

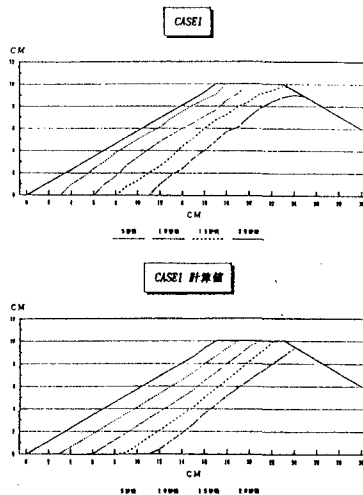


図3 $\theta = 30^\circ$ の場合の実験結果 (上)

と計算結果 (下)

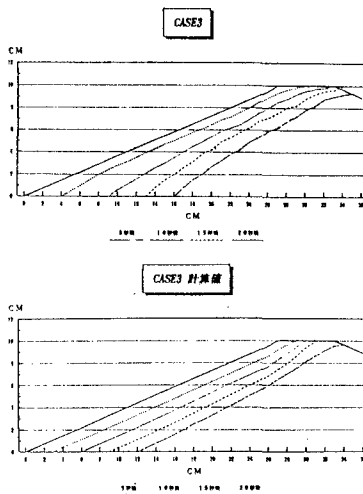


図4 $\theta = 20^\circ$ の場合の実験結果 (上)

と計算結果 (下)