

河川堤防決壊口の拡大過程 (第3報)

京都大学防災研究所 正員 村本嘉雄 正員 藤田裕一郎
三井建設 正員 〇田村多佳志

1. まえがき 破堤による災害の防止・軽減を図るために決壊口の拡大過程に関する研究を進めている。1・2報¹⁾²⁾で結果と考察について述べた基礎実験に引続いて、大型の河川流を考慮した破堤実験装置を製作³⁾し実験を開始した。以下に、その概要と主な結果を報告する。

2. 実験の概要 実験装置は、図-1に示したように深さ0.3mの陥凹部を持つ幅6.6m、長さ5.6mの堤内部(A)を長さ9.5m、幅1mの河道部(B)に沿わせ、その上流端に整流槽(C)を、下流端に自動的に昇降する水位調節堰(D)を取付けたものである。河道部の流入・流出の両方に計量水槽(E,F)が接続してあり、測定台車(G)が上載されている。地盤として平均粒径1.42mmの一樣砂を敷いた上に基礎実験の2〜3倍規格の堤体を同一砂で盛った。実験条件は表-1のとおりであり、実験方法は基礎実験に準じている。

表-1. 実験の設定条件

実験 番号	天端 幅	堤体 高	法 勾配	実験 時間	堤体の 空隙率	供給 流量	水温
	(cm)	(cm)	(°)	(s)	(%)	(l/s)	(°C)
T-1	30	30	1:3	10 00	0.48	48.4	-
T-2	30	30	1:3	7 00	0.49	54.4	11.4
T-3	20	20	1:3	14 05	0.48	70.1	5.6

3. 実験の結果 Run T-1〜3では決壊口形状や通過流量の変化に多くの共通点が認められるので、ここでは途中停水をして形状の測定を行った Run T-3について述べる。

まず、決壊口形状の時間的变化を図-2に示す。T=2'40" (160")ではまだ決壊口形状は対称で、その下刻は堤外地盤まで達してあらず、堤体に直角方向に扇状丘が堤内地に伸びており、河川流の影響は認められない。T=8'10" (490")になると河川流あるいは流量の供給方向の影響が明らかで、決壊口は上流側には20cm程度しか拡がらないが下流側には約1m進み、洗掘穴は下流へ移動してその中心軸も斜めになり、上流側のリッジがよく発達する。T=14'05" (845")になると、洗掘穴はさらに下流側へ移動して、その形状自体も湾曲し、等高線の密度も下流側が高くなって、河道湾曲部の河床形状に似てくる。

決壊口への流入水によって上流側堤体の表法先付近の洗掘も著しくなる。

図-3には堤外水位、決壊口幅、決壊口通過流量の時間的变化

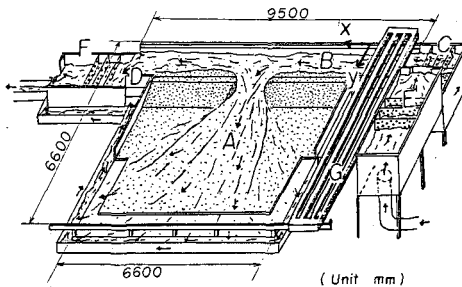


図-1. 実験装置の見取り図

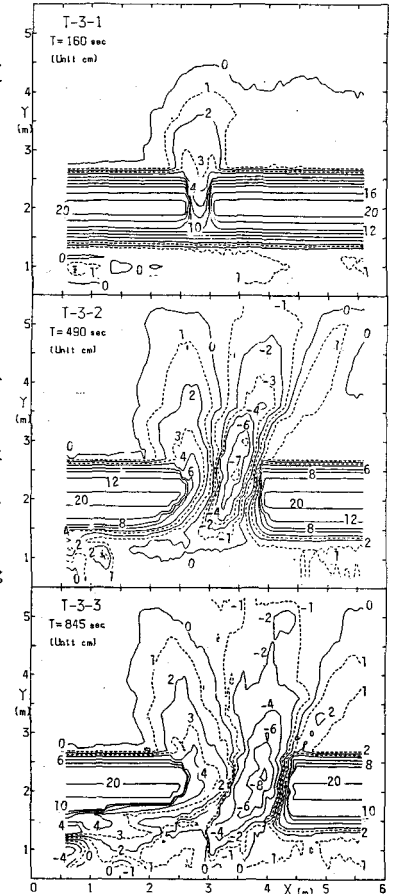


図-2. 決壊口形状の時間的变化

Yoshio MURAMOTO

Yuuichiro FUJITA

Takashi TAMURA

を示す。堤外水位は水位調節により変動しているが、決壊口の拡大とともに約8cm低下する。決壊口幅の変化には既述¹⁾のものと類似の4段階が認められ、第2, 3, 4段階の各開始時刻とそこのときの決壊口幅は $T=1', 5', 20', 13' 10''$ で $B=8, 113, 195$ cmとなっている。しかし、流入流向の影響で洗掘穴が移動しながら下流側の拡幅が進行するために、決壊口幅は大きくなり、また拡幅の継続時間は長くなる。供給流量 Q_0 と河道部からの流出流量 Q_1 の差 Q_3 と河道貯留分の変化とから求めた通過流量 Q_4 は停水と堰の操作の影響でやや複雑に変化したが、堰の全閉による供給流量での頭打ちまで急増し、第3段階は把握できない。決壊口付近の水面の縦断形状は図-4のようで、平均水面勾配は時間が進むにつれて0.17から0.04に減少し、いずれの時点でも流入部付近での河床にほぼ平行な水面形である。

4. 結果の検討 各横断面形状の変化から求めた洗掘・堆積量 S とその累加量を時間で除した通過流砂量 Q_B を図-5に示す。これより $T=2' 40'' \sim 8' 10''$ (160"~490")、 $8' 10'' \sim 14' 05''$ (490"~845")の裏法花 $Y=2.7$ mでは $Q_B=338, 160$ cm³/s、 $q_B=2.2, 1.1$ cm³/sとなり、芦田・道上の式から逆算した摩擦速度はそれぞれ $u_* = 7.4, 6.5$ cm/sとなる。Run Z-10²⁾の $T=0' \sim 3', 3' \sim 8'$ の $u_* = 5.5, 4.2$ cm/sと比較すると、摩擦速度の相似比は初期堤体形状の鉛直スケールによるフルード相似比 $\sqrt{2}=1.4$ に非常に近い。

また同様に堤体形状の相似なRun Z-6¹⁾に対するRun T-1、T-3の相似比を、初期堤体形状の長さスケール L 、 Q_0 、最大洗掘深 Z 、第4段階開始時の決壊口幅 B_4 、外水深 h_4 、通過流量 Q_4 の各々について表-2に、()内のフルード相似比と比較して示す。前述のように B_4 が大きくなること、供給流量による限界、Run T-3でのみ水位を調節したこと等を考慮するとフルード相似が成立しているとみられよう。

5. あとがき 今後、実験を重ねていくとともに、現地例への対応について検討と考察を加える必要がある。

《参考文献》

- 1) 2) 村本・藤田・田村：昭和58, 59年度関西支部年講
- 3) 藤田・田村・村本：第21回自然災害シンポジウム

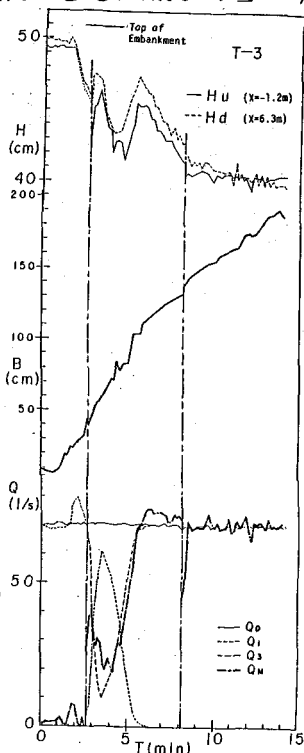


図-3. 堤外水位・決壊口幅・通過流量の時間的変化

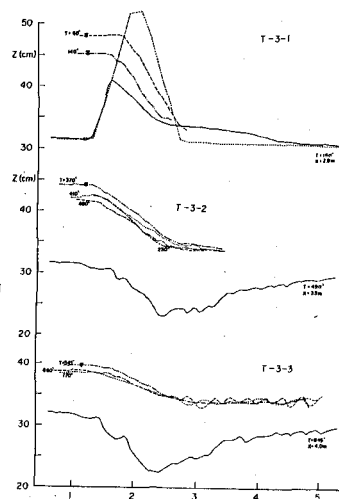


図-4. 水面形状の時間的変化

表-2. 実験の相似比

Run No.	L	Q_0	Z	B_4	h_4	Q_4
T-1	3	3.1 (16)	1.1 (3)	2.9 (3)	2.7 (3)	4.2 (16)
T-3	2	4.5 (5.7)	1.9 (2)	3.9 (2)	2.2 (2)	7.8 (5.7)

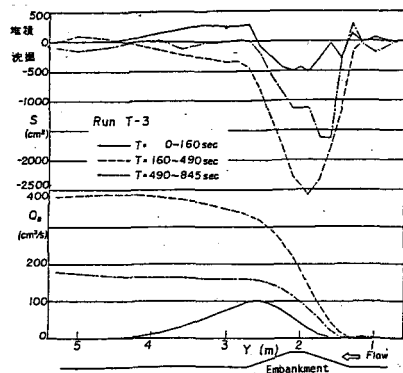


図-5. 土砂移動量と通過流砂量の時間的変化