

京都大学防災研究所 正員 中川 一

京都大学防災研究所 正員 高橋 保

京都大学大学院 学生員 加納茂紀

1. まえがき 近年、都市化の度が非常に低平地や山麓部にまで及び、河川改修工事の遅れと氾濫危険区域内での居住人口および資産の増加により、洪水氾濫による災害ポテンシャルが高まりつつあると言われている。そこで、こういった危険区域を予測し、土地開発規制、諸施設の耐洪水最適配置条件および避難基準等を設定する上でも、洪水氾濫水の挙動特性を明らかにしておく必要がある。河川堤防の決壊やダム破壊によって起こる洪水氾濫は、堤内地の地形、構造物の配置状態および破壊・破壊の規模等の諸条件によって複雑に変化するものと思われる。本報では、種々の条件のもとで氾濫を発生させる実験を行い若干の知見を得たのでこれを報告するとともに、数値シミュレーションとの比較・検討を行う。

2. 実験 勾配可変の4.5×4.5mの氾濫台上にモルタルブロック(長さ20×幅2×高さ4cm)を表-1のような条件で配置し、これを市街地モデルと見なす。表中、配置A,Bとあるのは、前者がブロックを縦横に正列させに並べ、後者は4島の並べ方を示し、 θ はブロックの長辺が y 方向(横方向)となす角度である。氾濫台の一辺の中央に設置した給水槽にはゲートが架設されており、モータにより側方に開口させ、市街地モデルに破壊を模擬した氾濫を発生させた。同表中、 i は x 方向の勾配で、今回は y 方向には勾配をつけていない。 H は給水槽内の初期水深、 B は最終的な破壊幅であって、破壊口における流況ハイドログラフは図-1のようである。測定項目は、水深、フロントの移動速度および方向、流速、流向であって、水深はサーボ式水位計とポイントゲージで、他はビデオ撮影を行い、後でその映像を解析することにより求めた。

3. 破壊後の洪水水の挙動 図-2(A)~(C)($i=0$)および図-3(A)~(C)($i=1/100$)は、ブロックの配置と勾配の影響による氾濫形状の時間変化を見にものである。図中の『Line』を街路と呼ぶことにすると、A-0°の配置では街路を進行するフロントが速く、勾配を有する方が重力の効果でこれが顕著である。また、街路内でのフロントの形状に偏りが見られるが、これは街路入口近傍における流速ベクトルの偏倚成分が影響しているものと思われる。A-45°の配置では、開口部から放射方向に近い街路ではフロントの進行は速く(Line-1,2)、街路と放射方向がずれるにつれ、街路を通過するフロントの移動速度は小さくなる(Line-3,4,5)。勾配があるV-A-45°では、街路中の流水は x 方向

表-1 実験条件

EXP.	i	H (cm)	B (cm)	配置	θ
I	0	14	10	A	0°, 45°, 90°
	0	14	10	B	0°, 45°, 90°
	0	14	20	B	0°, 45°, 90°
II	0	14	20	A	0°, 45°, 90°
	0	16	10	B	0°, 45°, 90°
	0	16	10	-	-
III	0	16	20	A	0°, 45°, 90°
	0	16	20	B	0°, 45°, 90°
	0	16	20	-	-
IV	0	16	20	A	0°, 45°, 90°
	0	16	20	B	0°, 45°, 90°
	0	16	20	-	-
V	1/100	14	10	A	0°, 45°, 90°
	1/100	14	10	B	0°, 45°, 90°
	1/100	14	10	-	-
VI	1/100	14	20	A	0°, 45°, 90°
	1/100	14	20	B	0°, 45°, 90°
	1/100	14	20	-	-
VII	1/100	16	10	A	0°, 45°, 90°
	1/100	16	10	B	0°, 45°, 90°
	1/100	16	10	-	-
VIII	1/100	16	20	A	0°, 45°, 90°
	1/100	16	20	B	0°, 45°, 90°
	1/100	16	20	-	-

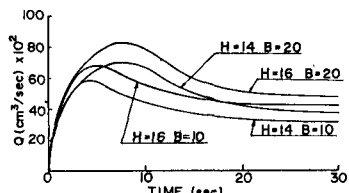
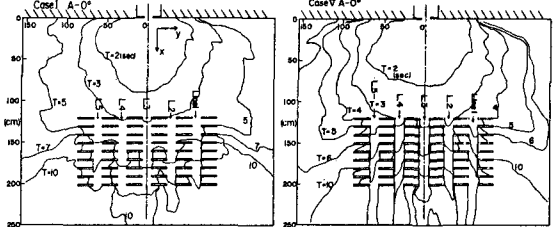
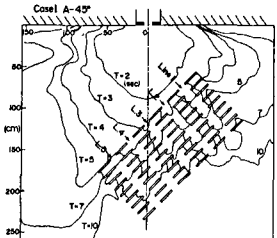
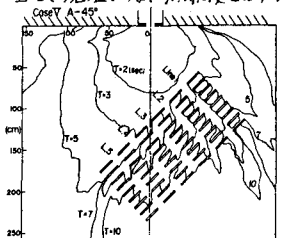
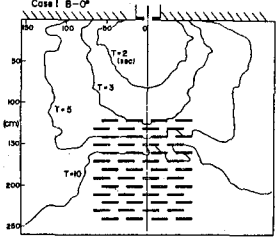
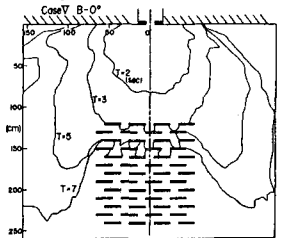


図-1 破壊口における流出ハイドログラフ

図-2(a) 氾濫水の拡がりの時間変化($i=0$)図-3(a) 氾濫水の拡がりの時間変化($i=1/100$)図-2(b) 氾濫水の拡がりの時間変化($i=0$)図-3(b) 氾濫水の拡がりの時間変化($i=1/100$)図-2(c) 氾濫水の拡がりの時間変化($i=0$)図-3(c) 氾濫水の拡がりの時間変化($i=1/100$)

の加速度成分をもつため、流木の分岐や合流が見られ複雑な挙動を至している。B-0°の配置では、流木は市街地を直進できず、フロントの進行は極めて遅く浸水に長時間を要し、湛水深は前2列のブロック前面で他のどのケースよりも大きかった。図-4は浸水面積率の時間変化を各ケースについて比較したものである。浸水面積

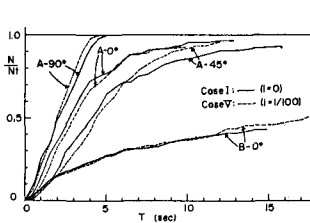


図-4 浸水面積率の時間変化

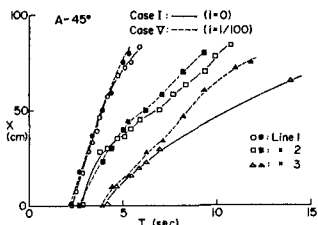


図-5 街路におけるフロントの定時曲線

率とは、ビデオ解析より1メッシュ (10×10cm) の50%以上が浸水したメッシュの個数 N と構造物配置域の全メッシュ数 N_t に対する割合をいう。B-0°の配置では、勾配による違いは顕著でなく、A-45°の配置の場合、IとVのケースの浸水面積率がある時点で逆転し、勾配のないIのケースの浸水面積の増加が緩慢になる。これは、図-5に示した街路内のフロントの定時曲線からもわかるように、決壊口から離れるに従って街路と直交する流れが卓越して街路方向の進行速度が遅れるが、勾配のある場合にはその度合が緩和されるためであると考えられる。

4. 数値計算結果との比較 数値計算には、汎用計算機に開発された2次元モデルを用いた。計算条件を表-2に示す。図-6(a)および(b)は各々CASE V-A-0°およびB-0°の配置をしたとき5秒における汎濫水深の計算結果である。図-3(a)(c)の実験値に相当し、計算結果には同時刻における実験値も記されている。図-6(a)より、街路ではフロントの進行は実験値よりも小さく計算され、形状の偏倚も認められない。図-6(b)では、直進できる街路がないため、フロントの進行が抑制され結果的に実験値と計算値がほぼ一致している。図-7(a)および(b)は図-6に対応した流速ベクトルの計算結果である。ある程度市街地への流入状況や市街地内での流木の動きが再現されている。今回、先端水深を0.01mmで規定した先端条件を用いたが、0.1および1mmの水深でも同様の計算を行

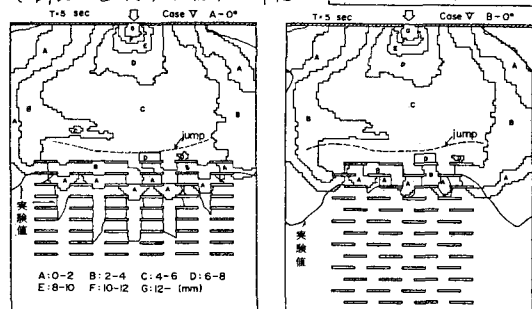


図-6(a) 汎濫水深の計算結果

図-6(b)

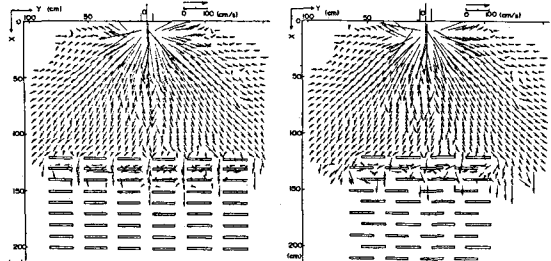


図-7(a) 流速ベクトルの計算結果

図-7(b)

ところ、ほとんど変化はなかった。図-8, 9はそれぞれ構造物の影響がないA-2秒における、勾配がある場合および完全に平坦な場合の汎濫域の計算値と実験値とを比較したものである。勾配がある場合でも計算値は実験値よりも小さく、平坦な場合は水面勾配が急でほとんど

広がらないことから、先端の移動に関して先端水深を規定した差分計算方法自体にも問題があるものと思われる。次に水深についてみると、開口部中心線上の定常状態における水面形と計算値とを比較したのが図-10である。跳水前の射流域では両者がかなり一致しており、計算値がほとんど変化しないことから、この部分では破壊後短時間で定常水深になると推察される。

5. おわりに 差分計算では格子、時間間隔とも市街地の特性を考慮する際に

制約があり、場を効果的に表わせかつ簡便な計算方法を開発する必要がある。図-10 水面形の計算値と実験値との比較

<参考文献> 岩佐義朗・井上和也・水島雅文: 汎濫水の水利の数値解析法, 京大防災研年報, 第23号 B-2, 1990, pp. 305-317.