

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 西崎 丈能

表1 氾濫実験条件

CASE	浸水の有無	i	境界の有無	Bs (cm)
1-1	YES	1/500	YES	5
1-2	YES	1/500	YES	10
1-3	YES	1/500	YES	15
2-1	YES	1/500	NO	5
2-2	YES	1/500	NO	10
2-3	YES	1/500	NO	15
3-1	YES	-1/200	YES	5
3-2	YES	-1/200	YES	10
3-3	YES	-1/200	YES	15
4-1	YES	-1/200	NO	5
4-2	YES	-1/200	NO	10
4-3	YES	-1/200	NO	15
5-1	NO	-1/200	YES	5
5-2	NO	-1/200	YES	10
6-1	NO	-1/200	NO	5
6-2	NO	-1/200	NO	10

1. まえがき 近年、都市周辺の開発と土地利用の高度化に伴い、洪水氾濫危険区域内で人口や資産の集中化が進み、災害ポテンシャルが増大しつつあると言われている。本研究では、洪水氾濫の危険範囲の予測、避難体制の整備などのソフトな洪水氾濫対策を確立するため、市街地模型における氾濫水の挙動特性および破堤に伴う堤体土砂の堆積範囲とその規模を実験的に明らかにするものである。

2. 洪水氾濫の実験 勾配可変の4. 5×4. 3mの氾濫台上に、家屋ブロック(20×20×5 cm) 30個を表1の条件下で配置し、これを市街地モデルと見なした。氾濫台の一边中央に幅10 cmのゲートを設け、これを開くことにより破堤を模擬した氾濫を発生させた。表中、浸水の有無の欄はブロック内への浸水の有無、iは勾配、境界の有無の欄は市街地周囲に不透過な境界が有るか無いかで、Bsはブロック間隔(街路幅)である。なお、流量はゲート開口と同時に2 l/sとなるように設計されている。測定項目は、氾濫水の水深、流速および拡がりの時間変化であって、水深はサーボ式水位計で、他はビデオ撮影を行い、その画像解析によった。

3. 実験結果 図1はCASE 4-1, 4-2, 6-1, 6-2の中央街路におけるフロントの走時曲線である。浸水条件が同じ場合、街路幅が大きいくほど移動速度が速く、浸水が無い方が有る場合と比べてかなり速い。これらのことは、Bsが10 cmに比して5 cmの方が遮蔽効果が大きく、中央街路に流入する単位幅流量が小さくなることと、浸水がある場合にはブロック内への運動量輸送があるために、中央街路を通過する過程で運動量が減少することによると考えられる。このことは、実際の氾濫現象においても、家屋内への浸水がフロントの伝播特性に大きな影響をもつことを示している。

4. 数値計算との比較 数値計算には岩佐らの水平二次元モデルを用いた。計算条件は表2に示すとおりである。図2-a, bはそれぞれCASE 5-2における破堤後3秒までの氾濫状況の計算値と実験値である。

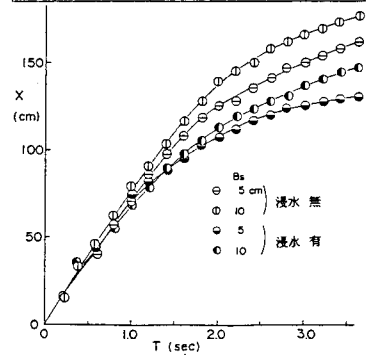


図1 浸水の有無による走時曲線の相違

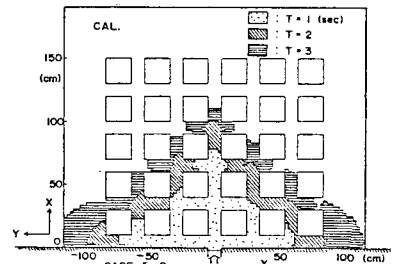


図2-a 数値計算結果

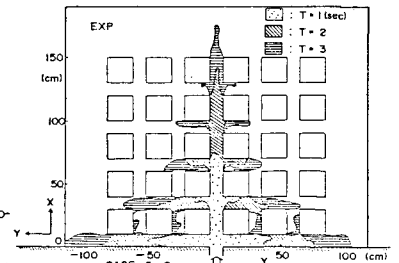


図2-b 実験結果

表2 計算条件

H= 2.5 (cm)
B=10.0 (cm)
i=-1/200
$\Delta X=2.5$ (cm), $\Delta Y=2.5$ (cm)
$\Delta t=0.0001$ (sec)
$g=980$ (cm/sec ²)
$n=0.008$ (sec/m ^{1/3})
$\rho=1.0$ (g/cm ³)

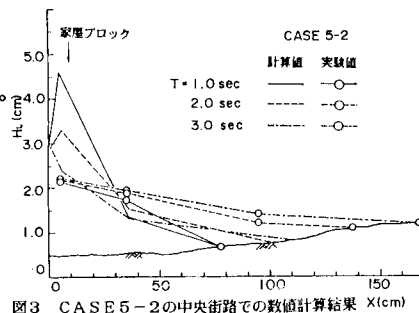


図3 CASE 5-2の中央街路での数値計算結果 X(cm)

図3は中央街路での水深の時間変化の計算値と実験値を比較したものである。

図2より、1秒では中央街路の進行速度は両者ほぼ等しいが、それ以後計算値の方は急速にX方向の速度が減少し、ほとんど進行しなくなり、横方向に拡がっていく。また、図3より、計算値の方は第1列目のブロック前面でせき上げを起こし、水深が実験値よりも高くなっていることがわかる。これは、計算では、氾濫水は第1列目のブロックの線から中央街路方向への流入が阻害され、横方向に拡がってブロック前面でせき上げを起こし、その結果運動量が横方向に輸送されるため、X方向には進行しにくくなるものと考えられる。実際、実験では氾濫水がジェットの性状を示して中央街路をいっきに進行するのに対し、計算では、静水压近似によって計算される水面勾配で横方向への運動量輸送が顕著となり、現象を適切に表わしていないのが一因だと考えられる。

5. 土砂堆積実験 氾濫実験で用いた氾濫台の一辺に、長さ8m、幅および深さ20cmの水路を架設し、その一部に幅20cmの切欠きを設け、そこに表3に示す土砂を用いて、天端幅10×長さ20×高さ5cmの直方体の堤体を作った。切欠き部にはゲートを設け、水路内が定常な流れになった時点でゲートを開き破堤させた。なお、家屋内への浸水が無い場合を対象としている。実験条件は表3に示すとおりであって、混合砂は、2, 3, 5号砂を等重量比で混合したもので、Bs欄のNOはブロックを配しない場合で、氾濫台の勾配は-1/200である。図4に示したQ-T曲線から、定常時には約2ℓ/sの流量を供給していることがわかる。

6. 実験結果 混合砂を用いたCASE 9-1と9-3の破堤後3分30秒後の土砂堆積形状と採砂地点を図5, 6に、各採砂地点における土砂の粒度構成を図7-a, bに示す。これらより、9-1では主流方向の左側に、9-3では中央街路の左側に堆積域の広い部分がみられ、かつその外縁部に比較的均一で大粒径の砂が堆積していることがわかる。このことは以下のように考えられる。即ち、氾濫水の主流方向が右へ偏倚している結果、掃流力は右側の方が大きく、この部分の土砂は十分分級分散することなく一挙に流送されるのに対し、左側は十分分級分散して拡がる。その間、水深が薄いために露出面積の大きい大粒径の砂は流体力を受けやすく、その結果流送されやすくなる。一方、小粒径の砂は大粒径の砂に遮蔽され、流送されにくい。したがって、大粒径の砂が外縁部に比較的均一に堆積するものと考えられる。

7. あとがき 数値計算で実験結果を十分説明できるところにまでは至っておらず、今後、これを改良するとともに掃流力の分布と土砂堆積域との関係および堆積域の予測(数値計算)について研究を進めていく必要がある。なお、本研究の一部は文部省科学研究費一般研究(C)の補助を受けた。記して謝意を表する。(参考文献) 1) 岩佐・井上・水鳥: 京大防災研年報, 23号 B-2, 1980。

表3 土砂堆積実験条件

CASE	堤体構成材料	Bs (cm)
7-1	3号砂	NO
7-2	$q_m = 1.49 \text{ (mm)}$ $\sqrt{d_{84}/d_{16}} = 1.26$	5
7-3		10
7-4		15
8-1	5号砂	NO
8-2		5
8-3		10
8-4		15
9-1	混合砂	NO
9-2		5
9-3		10
9-4		15

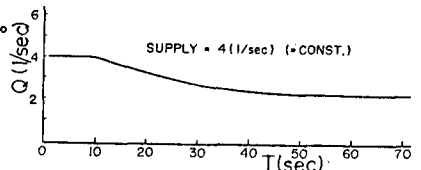


図4 下流端でのQ-T曲線

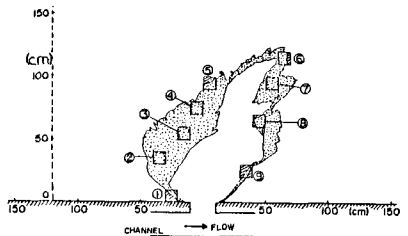


図5 CASE 9-1の最終形状と採砂点

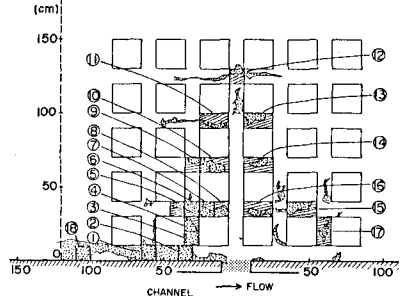


図6 CASE 9-3の最終形状と採砂点

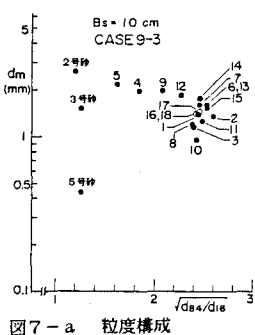


図7-a 粒度構成

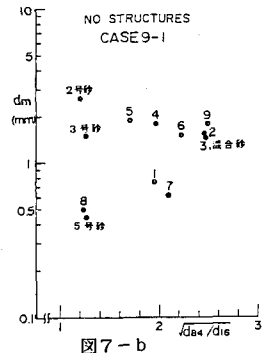


図7-b