

PSII-10 高潮氾濫水の伝播・衝突特性について

京都大学防災研究所 正 員 河田恵昭
 京都大学防災研究所 正 員 土屋義人
 京都大学 学生員 法花真治

1. 緒 言

高潮災害では、破堤箇所から堤内地に流入する大量かつ高速の氾濫水によって大きな人的・物的被害が発生することは過去の被災例が示すところである。この氾濫水の持つ破壊力の表示を得るには、まずその挙動を数値シミュレーションで予測する必要があるが、その流入条件や先端条件の水理学的な妥当性はあまり明らかになっていない。ここでは、氾濫水の伝播特性と、直角方向に位置する2箇所からの氾濫による衝突特性を実験的に検討する。

2. 高潮氾濫水の伝播・衝突に関する実験

1) 実験の概要；氾濫模型は図1に示すように、1辺が4m四方の水平床で、モルタル製であり、その側面にはステッピングモータとマイコンによって制御された模型水門（開口幅10cm）を互いに直交する2方向に取り付け、これらの開閉によって破堤を再現した。水門の海側は破堤による負の段波が水槽壁面で反射して、破堤口からの氾濫水の挙動に影響しないように十分広い水域を持つようにしてある。図1には波高計の設置位置も合わせて示してある。なお、この氾濫模型の上方約6mの所に高速ビデオカメラを置き、着色した氾濫水の時・空間的な挙動を撮影した。また、外水位を一定に保つために、堰を常時越流するように給水した。ゲートの天端は破堤開始時に外水位より1cm高くし、一定速度（6cm/s）で下降するゲートによって、破堤過程を表した。

2) 実験結果；図2は氾濫水先端部の伝播およびそれら相互の衝突後の擾乱の時間的变化を示したものであり、決壊口のゲートを開けた時刻を0とし、1s毎の氾濫水の先端部及び衝突後の擾乱先端部の位置をそれぞれ実線及び破線で表している。また、図3は実験開始後の1、2及び3s後の各先端部の位置を読み取り、45°方向と接線方向の伝播距離の比Rを求めて示したものである。まず、氾濫水の広がり対称性から、ゲートA及びBは同一条件で作動していることが確認される。つぎに、氾濫水先端部の平面形状の伝播に伴う変化についてであるが、決壊口幅10cmの場合、初期氾濫水深の影響が若干存在するようである。一方、5cmの場合には、決壊初期からかなり円弧状に伝播していくことが認められる。これは、初期氾濫水深が5.93cmであって、決壊口の幅よりも大きいことため側壁の影響を受ける結果、伝播速度が幅方向に一樣になるからと推定される。したがって、図3から、今回の氾濫実験で

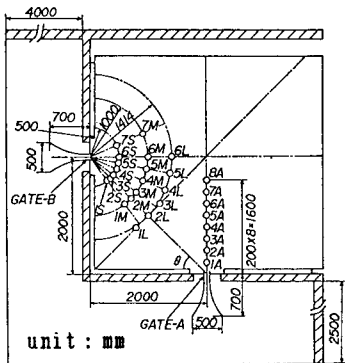
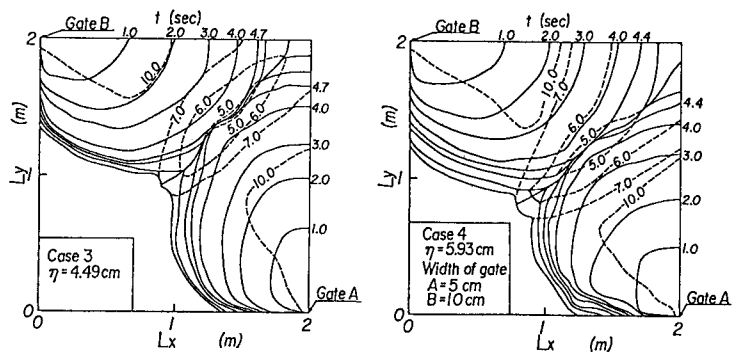


図1 高潮氾濫実験装置と計測点



(a) 決壊口幅 10cm (b) 決壊口幅 A=5cm, B=10cm

図2 高潮氾濫水の先端部の時間的变化

は氾濫初期には氾濫水の平面形状は卵形であり、その後円形に近づき、時間的に相似形を保ちながら伝播しないことが分かる。また、粗度をつけた場合は氾濫水深が大きくなるが、伝播の平面形状はむしろ非対称に保たれることが見いだされる。図4は氾濫水先端部の走時曲線の1例を示す。図中の角度の定義は図1に示す。これから、決壊口の幅の影響が接線方向の伝播速度に現れていることが分かる。図5は氾濫水深の時間的変化を表したものである。まず、決壊口から遠ざかるにつれて先端部の水面勾配が徐々に緩やかになり、2A地点の直前ではFroude数が2.2となり、その後跳水のため水位の極大点が現れていることが分かる。つぎに、段波の衝突によっても先端付近の水面形がほとんど乱れていないことが認められる。観察によれば、氾濫水同志の混合はあるものの、変色域は衝突点の連続で作られる衝突線の両側のごく狭い領域であって、氾濫水の衝突によってフロントの伝播がほとんど静止し、擾乱のみが反射して伝播するといえる。

3. 高潮氾濫モデルの適用性

図6は氾濫水の初期伝播速度に及ぼす水深の影響を示し、同時に氾濫の数値シミュレーションにおける決壊条件を与えるRitterの方法や段落ちなどの長波の伝播速度を仮定する方法による値を求めている。なお、実験結果からマンニングの粗度係数は0.01とした。これから、後者は流量フラックスを少なく見積っているが、有限時間の破堤の拡大過程が導入できるので、Ritterによる流速を与え、両者によって初期条件を与える方法が考えられる。

図7は先端条件としてthreshold水深を考え、水深が0.1mmになれば先端が前進するとして計算した結果と実験値とを比較したものである。これから、実験値に適合するためにはさらにこの水深を小さくする必要があることが分かるが、今回の計算では陽解法で行ったため結果が不安定になりやすく、今後、ADI法等で改良する必要がある。

4. 結 語

さらに、氾濫原に湛水している場合の実験を行うとともに、改良された数値モデルとの比較を行う予定である。なお、本研究は自然災害特別研究(1)の補助を得て実施したものであり、記して謝意を表す。

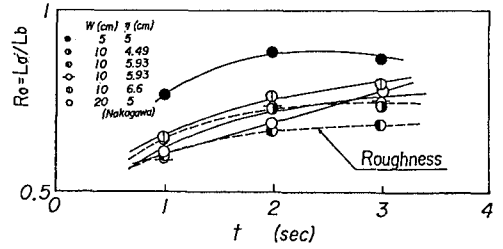


図3 氾濫水の伝播に伴う平面形状の対称性の変化

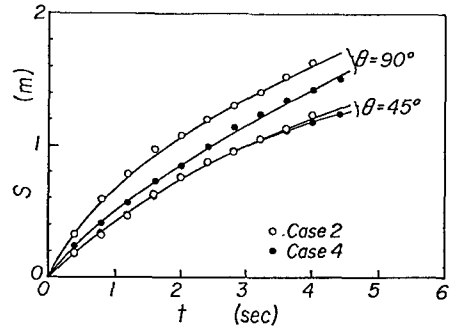


図4 氾濫水の走時曲線に及ぼす決壊口幅の影響

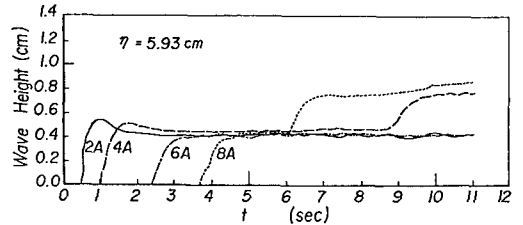


図5 氾濫水位の時間的変化（計測点は図1参照）

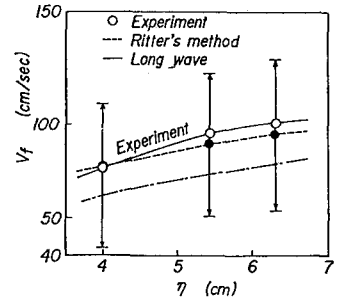


図6 氾濫水の伝播初速度の水深による変化

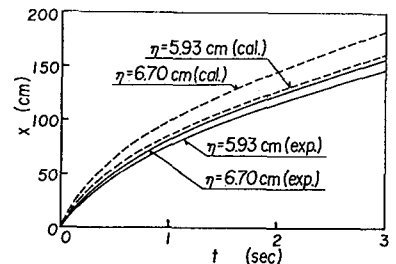


図7 氾濫水の先端条件の適用性