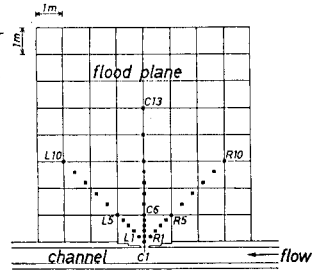


大成建設K.K.
京大防災研究所
同上

正員 高橋 正敏
正員 石原 安雄
正員 小栗竹 重機

1. まえがき 破堤氾濫水の挙動を知ることは、避難経路や堤内地の諸施設の配置計画を立案するうえで重要であり、従来、有質によってこの問題が取扱われ、水難危険度評価モデルに至るまで多くの実験および提案がなされている。本研究は、これらの成果をふまえたうえで、水路の側面に設けた開口部(以下では破堤口と呼ぶ)を急閉したときの水路内外の破堤口付近の水理特性について実験的研究を行おうとするものであり、今回の報告は、その第1報として、計測された水流量から現象の概略的把握を目的とした実験結果について述べる。



2. 実験方法 直線区間45m、幅60cm、高さ40cm、底勾配1/500のモルタル仕上げの水路を用い、下流端より約20mの位置の右岸に上方引板をゲートとして破堤口とした(図-1, 2参照)。この破堤口の外側に破堤口部の水路床と同一レベルでかつ水平な8m×8mのモルタル製氾濫原を設置した。氾濫原上の水位は、図-1に示すように、水路と直角な方向(C.ライン)には3本、左右45°の方向(L.ライン、R.ライン)に各10本のφ3mmの水位標を立て、これを写真撮影することによって測定した。また氾濫水の拡がりは上流よりの写真撮影によった。水路内の水流量は、図-2に示すように、破堤口中央断面(M.P.3)とそこから上下流に各60cm、120cmの位置の合計5断面において水位を、M.P.1, M.P.5においてはプロペラ式小型流速計で流速を測定した。

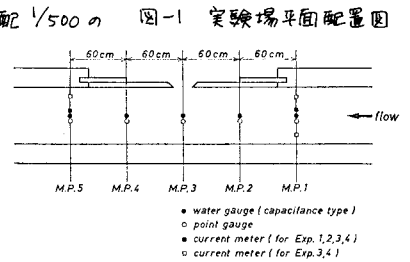


図-2 破堤口付近の配置図

表-1 実験条件

	h_0 (cm)	Q (l^3/sec)	v (cm/sec)	F_r	$\sqrt{g h_0}$ (cm/sec)
EXP.1	7.0	11.9	28.3	0.34	82.8
EXP.2	9.8	12.3	20.9	0.21	98.0
EXP.3	11.7	17.6	25.1	0.23	107.1
EXP.4	20.5	35.8	29.1	0.21	141.7

実験は水路に一定流量を流して置き、急にゲートを引板くことにより、破堤を模擬するという方法で行い、破堤口からの流出流量は、M.P.1～M.P.5間における連続方程式より計算によって求めた。水路内の初期条件(h_0, Q)を変えて4ケースの実験を行い、たが、その水路内の実験条件を示したものが表-1である。

3. 実験結果と概要

(1) 水路内の流況 ゲート急閉直後は非常に複雑な流況を呈するので測定がかなり困難であり、測定精度もよくないと思われるが、水路内の水深 h 、流速 V 、流量 Q の測定結果の1例が図-3である。ゲートを急閉すると、水位は破堤口の付近から急低下し、それが上下流に伝わり、また急低下後も僅かながら低下を続けるが、下流端で反射した負の波が伝播してくると再び急低下する。一方、流速・流量は、負の波の影響を受けない範囲内では、破堤口より上流側では急増し、下流側では急減し、その後はほぼ一定に保たれている。

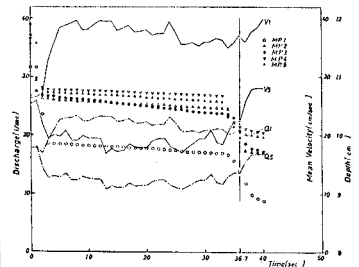
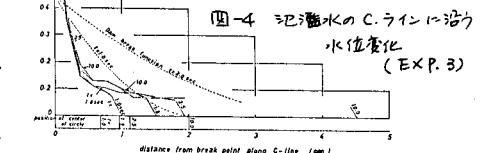


図-3 水路内の流況 (EXP.3)

(2) 氾濫水の流況 図-4はC.ラインに沿った氾濫水の水面形状を、縦軸を水路内の初期水深 h_0 で除した無次元水深をとって、時間ごとに示したものであり、破堤口近傍では水面形状があまり変



化してはいないことがわかる。図-5は氾濫水の拡がる様子を示したもので、有賀が示したように、破堤の初期において図-6のように円によって近似できるようであり、また図-6中の黒丸はその円の中心位置を示すが、これらの中心は破堤口中心を通る直線上に並ぶようである。以下ではこの直線を氾濫軸と呼ぶことにする。

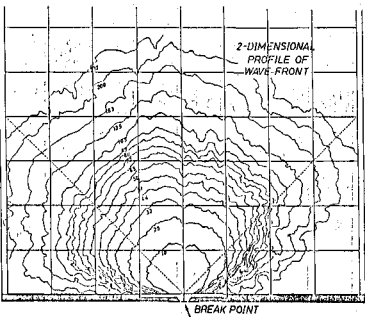


図-5 氾濫水の拡がり (EXP.3)

4. 考察

(1) 流出流量 水路内 M.P.1 ~ M.P.5 間での連続条件から求めた破堤口からの流出流量が図-7である。EXP.1を除くと、破堤時から2~3 sec 後で流量が最小となるがその後急増し、負の段波状の反射波がくるまでほぼ一定に保たれるようである。いまこの流量 Q_B (図では変動範囲で示す) と水路内の初期水深 h_0 との関係を示したものが図-8であり、図中には、破堤口の幅を水路幅としたときの Dam break function による流量 (Q_{BF})、および h_0 と total energy としたときの限界流量 (Q_{cr}) が同時に示されている。測定値は両者の中間の値を示しているが、これは幅の広い水路の一端に水路幅より狭い決壊口を有するときの Dam break の問題から定性的に説明できるように思われる。

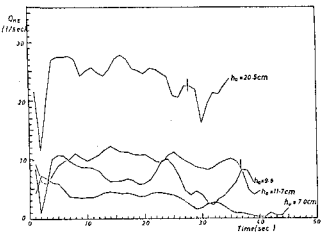


図-7 破堤口からの流出流量

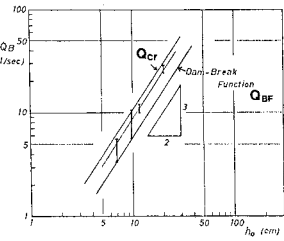


図-8 流出流量と初期水深

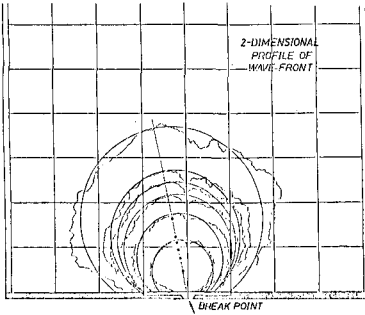


図-6 拡がり円とその中心 (EXP.3)

(2) 氾濫水の挙動

図-9は氾濫軸に沿って、氾濫水の先端の位置 Y_f と、破堤口から図-6の円中心の位置 Y_R (実線) およびそれに対応する円の半径 R (破線) との関係を示したものである。なお図中の細い実線は勾配 $1/2$ の直線である。この図から破堤初期における円中心の移動は円半径の増大とほぼ同じ程度の大きさであるが、やがて円中心の移動は緩慢となって、氾濫水の拡がりには主に半径の拡大によるようになることがわかる。つぎに、図-10は氾濫軸が水路軸の法線となす角 θ と、氾濫前の水路内の流れの Froude 数 F との関係を示したものである。

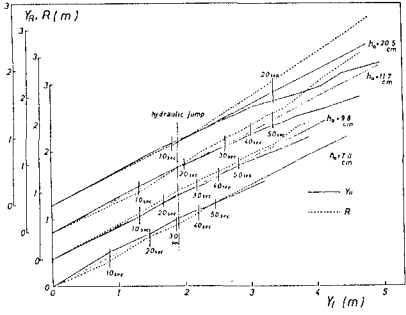


図-9 氾濫水の拡がりの大きさ

Froude 数が0のときは $\theta = 0$ となるとして曲線が描かれているが、水路内の流れの Froude 数の増大とともに θ も増大する傾向がみられ、水路内の水理量が氾濫水の流況に与える影響の一つとして注目される。

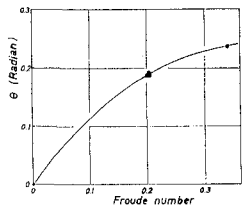


図-10 氾濫軸の方向

5. おわりに 以上、水路の側方に設けた破堤口からの氾濫についての実験結果と若干の考察について述べたが、このような流れを control するもの (例えば control section の位置と水理条件) は何か、水路内の流れが氾濫水の流況にどのように影響するか等、今後の研究にまたねばならない課題が多いが、破堤時に水路内の水流に大きな影響が現われ、破堤口より上流側で流速・流量が急増すること、破堤口からの流出流量は Q_{BF} と Q_{cr} との中間の値をとること、水路内の流れの影響によって氾濫軸が下流側に傾くこと等が明らかになった。

参考文献 1) 有賀世治：有堤河川の氾濫区域の推定に関する実験的研究，第1報，第2報，東海大学紀要，1977
2) 有賀世治・樋口邦治：氾濫水害時における水難危険度推定モデル，土木学会第33回年次学術講演会概要集，昭和53年