

II-126 河川堤防決壊口の形状と拡大過程

京都大学防災研究所 ○ 正員 藤田裕一郎

京都大学防災研究所 正員 村本 嘉雄

1. はしがき: 河川堤防の決壊災害の規模は、流入外水の量と継続時間に左右される。それらを予測し、被害の軽減を図る速やかな応急仮締切のためには、決壊口の拡大過程とその形状を明確にしておく必要がある。本文では、決壊口の形状についての検討結果と河川流を考慮した拡大過程の実験について述べる。

2. 決壊口の形状: 決壊口付近には通常発達した洗掘穴(おっ堀)が形成され、従来の破堤資料の検討によれば、その平面形状は河川流すなわち流入外水の供給方向の影響を受け、それが強い場合には、堤内側で堤防法線に垂直な洗掘穴の中心軸が堤外側で上流(外水の供給)側に曲がる。高水敷や合流点からの逆流でその影響が小さい場合には直線状の中心軸が僅かに傾く程度である。また、破堤原因の相違による決壊口形状の差異はほとんど認められず、逆に同一原因で破堤した場合でも形状は様々である。従来の資料及びこれまでの実験資料を用いて、破堤部の3方向の形状特性量、すなわち堤防天端面での開口幅 B 、堤内地盤面での洗掘穴の長さ L 及びそれからの最大洗掘深 D の関係を図-1に比較検討した。現地資料には種々の時間経過のものが含まれているので、途中停水段階の実験値も示した。実験の B と L とは、 $L = (2 \sim 3)B$ のかなり明確な比例関係が認められるが、現地資料は $L = B$ の関係を中心に約1 orderの範囲で変動している。 $B > L$ の幅の広い決壊口の資料には計画規模を遥かに越えた大出水時の全面越流で決壊した中小河川の例が多く、一方、実験と同様の $L = 2B$ の关系到近いものは計画前後の出水で局所的に決壊した例が大半である。 B と D 、 L と D の関係は、実験、実例とも B と L の関係よりも変動範囲が狭く、それぞれ $D = (0.05 \sim 0.1)B$ 、 $D = (0.03 \sim 0.06)L$ の関係を示し、破堤部の最大洗掘深について一つの目安を与えている。とくに、後者の関係では、実例と中期から後期の実験値が同じ関係によく纏まり、決壊口の縦断形状が破堤原因や決壊状況に関係なくかなりの相似性を持つことが判る。このような最終形状に到る過程についての現地資料はほとんど無いので、実験によって推察せざるを得ない。以下では、河川流れが無視できない場合を想定して行った実験について述べる。

3. 破堤部の拡大過程に関する実験: 実験に用いた図-2の堤防決壊実験装置は、幅1m、長さ9.5m、深さ0.4mの堤外河道部に堤体設定区間だけ左側壁を開放して長さ6.6m、幅5.5mの堤内部を沿わせたもので、堤内部の中央には深さ0.3mの陥凹部を有し、7個のジャッキで支持されている。河道部の流入端には整流水槽が、流出端には自動昇降堰があり、それらは同一規格の計量水槽に繋がっていて決壊口の通過流量が推定できる。堤内部の両端には2.7m長の側壁が河道部の側壁と連続しており、側壁のない堤内部の外周には承水路が巡らされている。装置の河道部に平行な両端にはレールが敷設されていて測定と数均し用台車が可変で走行する。この装置に平均粒径1.42mmの一樣砂で高さ、天端幅とも10~30cm、法勾配3割の堤体模型を設定し、既報¹⁻⁴⁾の基礎実験とほぼ同様の方法で6ケースの実験を行った。すなわち、実験開始前に堤外河道部にほぼ満杯状態で水を流し、堤体を十分浸潤させた後堤体に埋め込んでおいた

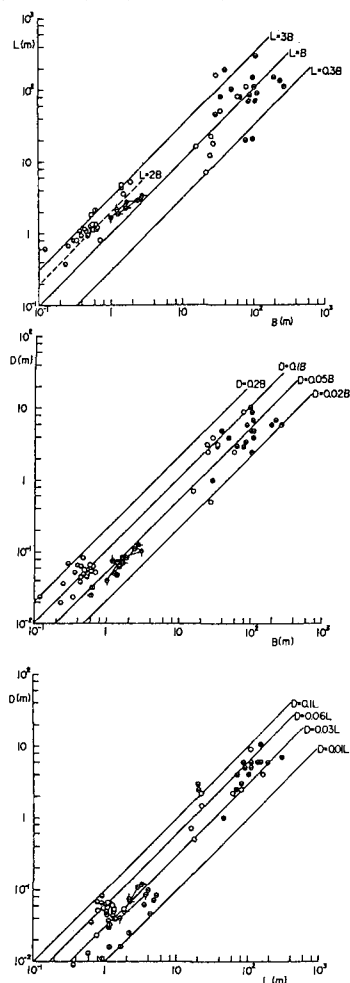


図-1 破堤部の形状特性の検討

アングルを取り除いて局所的な欠陥を引き起こし実験計測を始め、途中何回か停水して決壊口周辺の形状を測定した。この間供給流量と堰を調節して外水位をできるだけ一定に保つように試みたが、装置の制限で完全な制御は困難であった。

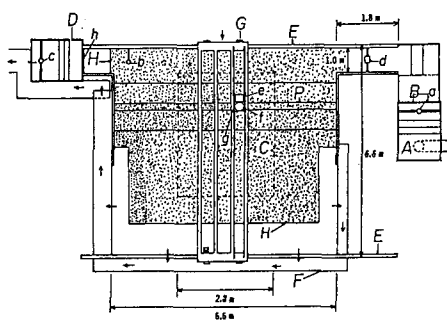
4. 決壊口形状の変化と土砂移動： 破堤部の平面形状は、欠壊部の下刻が堤敷地盤に達するまでの段階では、河川流の無い場合と同様に左右対称であるが、決壊口の拡大にともなう洗掘穴の中心軸が傾き始め、堤外側に上流方向に折れ曲がっていき、最初に指摘した実際の場合に酷似した形状となる。高水敷のある場合には低水路から決壊口に向かう水みちの形成も認められる。横断形状は、図-3のように、初期の対称な断面の最深部が下流に進み深くなるとともに、上流側が堤敷地盤面まで埋め戻されるので、全体には歪むが洗掘穴形状は比較的対称

である。その後通水が続くと上流側堤体も下流側に劣らず侵食される。堤内では、両側に一定高のリッジを伴った三角形の洗掘穴が深さを増しながら下流側に進む。図-4にこの破堤部の変化に伴う土砂の侵食深・堆積厚の平面分布の推移を示す。初期では侵食の大きなピークが堤体の初期欠壊部分にあり、堤内地盤も僅かに洗掘されている。その両側にはリッジの形成に対応した堆積があって、全体として極めて対称な分布である。つぎの時点では、侵食の大きなピークは決壊口の下流側の堤体洗掘部にみられるが、上流側にもピークが形成され始めており、それらの間に楔のように細長い堆積のピークがあって、洗掘穴の埋め戻しのあったことを示している。この埋め戻し土砂は上流側の堤体と高水敷の洗掘によって供給されたことが判る。決壊口下流側の堤内には広く土砂が堆積していて、洗掘穴の移動にともなう侵食土砂がこの部分に流送されてくることも判る。時間の経過とともに3個所の侵食域とそれに挟まれた堆積域はさらに明確になる。主侵食域の高水敷上に延びた部分にも堆積の帯が沿っていて、高水敷の水みちも埋め戻されながら移動することが判る。破堤部下流側のリッジへなど周辺への堆積も顕著であるが、最終段階になると、流入流量の増加に対応して、リッジと埋め戻しの部分を除いて堤内の広い範囲に侵食域が広がっている。上流側では侵食域はその近くに堆積域を伴っていて、土砂の流送方向が推定できる。

5. あとがき： 河川堤防決壊口の形状と河川流の無視できない場合の拡大過程に関する実験結果について述べ、その特徴を指摘した。これらの結果に基づいて、現在破堤部の流況解析と拡大過程の予測法の検討を進めている。

最後に、実験と結果の整理に尽力してくれた田村多佳志、田林聖志両君に謝意を表します。

＜参考文献＞1-3)村本・藤田・田村
:昭58-60関西支部年講, 4)藤田・田
村・村本:京大防災研年報,第27号B-



(A, D: 計量水槽, B: 整流槽, C: 陥凹部, E: レール, F: 承水路, G: 測定台車, H: 砂止め, P: 堤体模型, a~c: 容量式波高計, d: サーボ式水位計, e: 砂面計, f: サーボ式波高計, g: トラバーサー, h: 昇降機)

図-2 堤防決壊実験装置の平面図

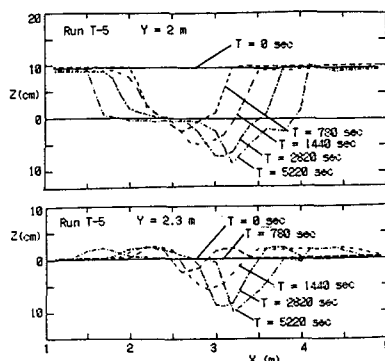


図-3 決壊口の横断形状の変化

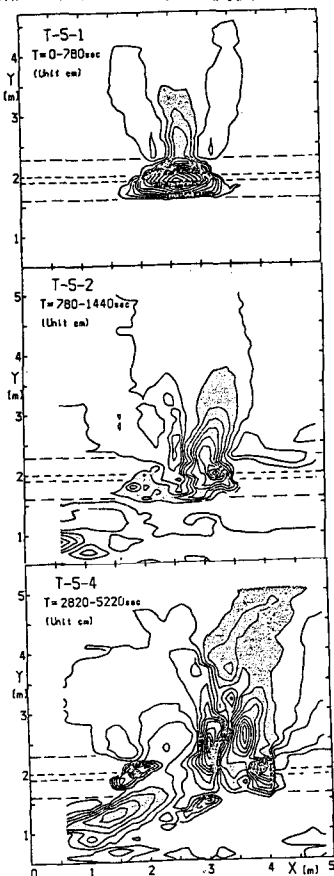


図-4 侵食深と堆積厚の平面分布