

河川形状の破堤プロセスに及ぼす影響

名古屋大学社会環境工学科 ○学生員 前田 和
 名古屋大学大学院工学研究科 正会員 鶴見哲也
 松江工業高等専門学校 正会員 寺本敦子
 名古屋大学大学院工学研究科 正会員 辻本哲郎

1.はじめに 2004年は、多くの台風がわが国を来襲し、新潟・福島豪雨を始めとして、多くの破堤による被災が生じた。これらの破堤は様々な堤内地条件（例えば地盤高や舗装、市街化など）や河道線形において発生しており、これらと破堤プロセスや堤内地での水・土砂輸送現象との関連を明らかにする事は、ハード及びソフト面での整備・対応のあり方を向上させる基礎的な情報となりうる。そこで本研究では平面2次元の水・土砂輸送の数値解析モデルを用いてこの問題について考察する。

2. 数値解析の方法 解析については、本研究室で開発されたNHSED2D モデル¹⁾を用いた。本モデルは流れについては非定常流項を含む平面2次元流れの運動方程式と連続式、地形変動については流砂の連続式や流砂量式（芦田・道上式、限界掃流力には岩垣式）をいている。離散化には collocate 格子を採用し、一般座標に対応している。安息角を越える勾配は、土砂の連續に注意して安息角にするように逐次地形が更新されている。本モデルは、実験データとの比較によって精度を確認している。

3. 計算条件と結果 中規模河川をモデル化するにあたって、基本条件 run001（図-1）として、堤体高、天端高を 6m、法面を2割勾配、粒径を 0.375mm、供給流量 $Q=750\text{m}^3/\text{s}$ とし、予め切り欠き部を上流部から 150m を中心に 20m の幅、敷高 5m で設け、そこからの破堤進行を見た。河道下流端条件は、流出流量が正の場合は水位 5.5m に固定、それ以外は流量 0 とした。堤内地は、上下流側を壁面、左岸側を段落ち条件とした。以上の基本条件に加え、

(1) 堤内地盤高を変えた 2 ケース

(run002, run003 : run001 よりそれぞれ、+2m, -2m 変化)

(2) 河道に湾曲を与えて破堤させる 2 ケース

(run004, run005 : それぞれ内岸側、外岸側の破堤、河道中心線の曲率半径 300m)

の計算を行った。図-2, 3, 4 は、5 ケースの破堤口からの流入流量、破堤口幅（天端間の距離）および堤体横断中心線上の最低点（破堤口高さを代表）の時間変化である。run005 を除き、始めの 20 分までの変化は緩やかで、下刻・拡幅に徐々に進む。その後拡幅と下刻が速く進むがその開始時刻やその後の進行速度はケースによって異なり、その破堤口形状の時間変化が、流入流量の時間変化となって現れる。

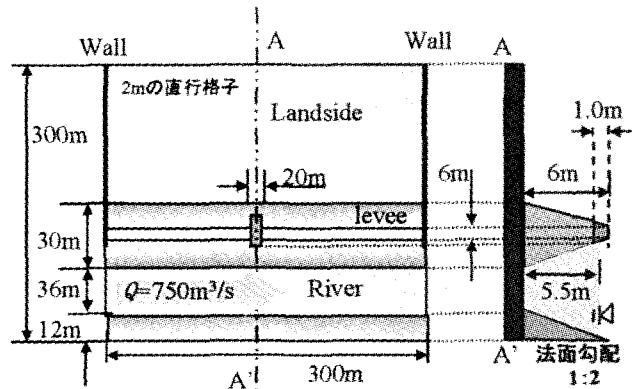


図-1 解析条件（基本条件、run001）

表-1 破堤条件

	基本条件
run001	
run002	堤内地盤高+2m
run003	堤内地盤高-2m
run004	曲率半径 300m 内岸
run005	曲率半径 300m 外岸

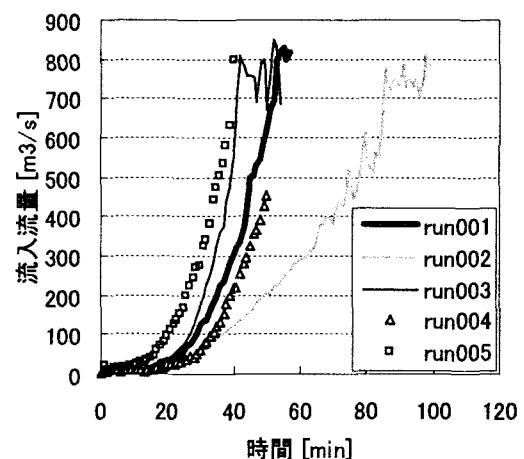


図-2 破堤部流入流量の時間変化

4. 堤内地盤高による影響 堤内地盤の低い run003 では、堤体土砂の堤内地への輸送が速やかに行われ、堤内地盤の高い run002 では遅い。これは破堤口断面の拡大速さ及び限界流の現れる部分の高さの低下速度の差として現れ、流入流量の時間変化に影響している。破堤口の拡幅は、主に下流側への進行であり、流入流量が河川流量と一致してからは、上流側への拡幅が進む。図-5(a)および(b)は、run001 および run03 での地盤高分布と単位幅流量ベクトルを表し、流入流量がほぼ $400\text{m}^3/\text{s}$ となる時刻に対応する 44 分後と 38 分後のものである。落堀の形成と、堤体土砂の破堤口正面への土砂堆積が流れを二分させている様子が現わされており、流入流量が増加してからは、河川水の運動量による下流側への水の流れ・洗掘が強く、五十嵐川の破堤²⁾などの傾向と似ている。

5. 湾曲した河川形状の影響について 図-2~4 から、内岸側破堤条件の run004 は基本条件とほぼ同じ挙動を示した。一方、外岸側破堤条件の run005 での流入流量は図-2 によれば、10 分頃までの値が他のケースに比べやや多く、これは湾曲による水位上昇が影響したものであり、その結果越流部・法面での掃流力が増加し、破堤口拡大が大きく進む時刻を早めたとみられる。それ以降の挙動は run001 の傾きと同様となった。図-5(c)は run005 での 33 分後の地盤高と単位幅流量ベクトルであるが、図-5(a)の基本ケースと比べて、特に違いはみられなかった。

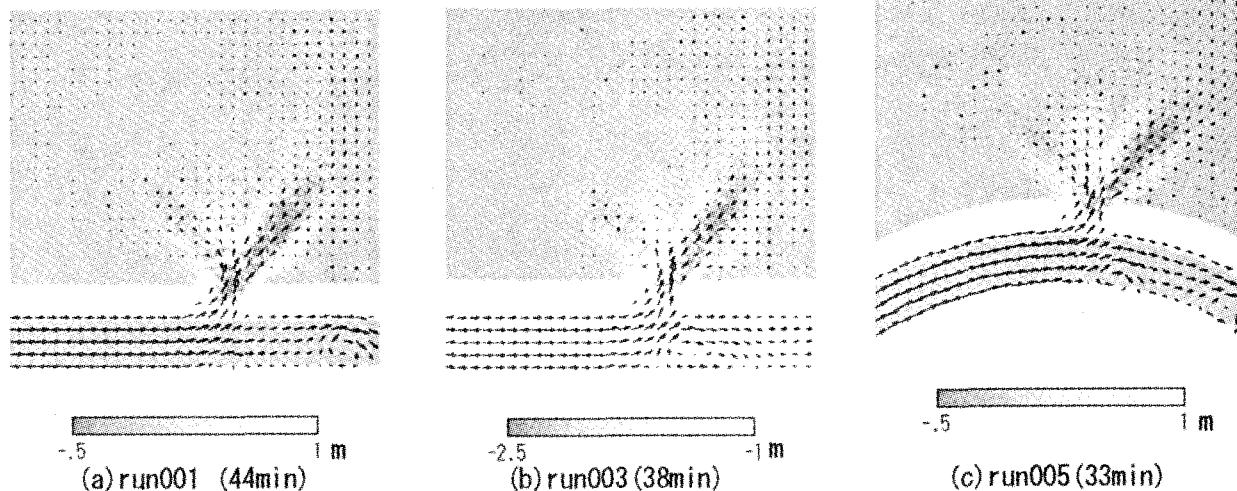


図-5 流入流量が約 $400\text{m}^3/\text{s}$ の時の地盤高と単位幅流量ベクトルの空間分布

6. おわりに 本解析により堤内地盤高による影響は強いことが、指摘された。湾曲による影響については、外岸側の水位上昇による影響が支配的であったが、新潟豪雨での河川よりやや川幅の大きなケースについて扱っており、幅の狭い、流速の早い条件や曲率半径によっては、湾曲の効果が強く出る可能性も考えられ、これらの影響について詳細に解析を行う必要がある。

参考文献 1) Pornprommin *et al*: Numerical simulation in straight channels by the NHSED2D Model, *J. Appl. Mech.*, Vol.5, pp.629-638, 2002.

2) 新潟県土木部：7. 1 3 新潟豪雨洪水災害調査委員会, 第1回資料, 2004.

