

数値解析に基づく樹林帯等による破堤への影響についての検討

○名古屋大学工学研究科 学生員 岸本雅彦

名古屋大学工学研究科 正 員 辻本哲郎

名古屋大学工学研究科 正 員 鷲見哲也

1 はじめに 平成 9 年の河川法の改正では樹林帯を河川施設として位置付けており、堤防に沿って樹林帯を配置することにより破堤の氾濫流量を抑制する効果が期待されている。この氾濫流入流量の特性を知る事は洪水ハザードマップの作成等にご利用するための氾濫シミュレーションにおいて境界条件として重要である。しかし、樹林帯などの堤内地側の状況による氾濫流入流量や破堤口拡大過程への影響及び治水機能の検討は十分と言えない。そこで、本研究では樹林帯と堤内地の舗装(非洗掘)による効果を中心に、重要な部分を占める氾濫流量と破堤口拡大過程への影響について、解析モデルを用い検討を行った。

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 モデルを用いて行った。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、河床変動については、流砂の連続式を基礎式としてそれぞれを連動させている。各変量の離散化には Collocated 格子を用い、複雑な流れを安定して解くためにさまざまな工夫が施されている。¹⁾

3 計算条件と結果及び考察

1) 樹林帯による影響について

数値解析モデルは東海豪雨災害時の新川破堤規模での解析するために図-1 のように計算条件を設定した。堤体高、天端幅は共に 6.0m、法面は 2 割勾配とした。粒径は 0.375mm、供給流量 Q は $750\text{m}^3/\text{s}$ 、切り欠き部を上流側から 150m を中心に 20m の幅で設けた。下流端条件については藤田ら²⁾を参考に破堤口の拡大により、流出流量が負となる場合に流量フラックスをゼロとし水面勾配がゼロと設定した。この条件を基本条件とし、樹林帯については 4 パターン解析を行った。Case1 として河川管理施設等構造令施行規則に準じ設定し、胸高直径 0.3m 樹木で、 100m^2 当たり 10 本の密度とし、樹林帯の幅は河川法施行規則に拠り、裏法尻より 20m の幅で設けた。次に、樹林の密度がそれぞれ先の条件の 2 倍・3 倍を仮定したものをを行った。これは、それぞれ 100m^2 当たり 100 本の密度で生えている直径 6cm 及び 9cm の竹林と等価である。また、樹林帯の幅を Case1 の倍の 40m に設定したものとで解析を行った。尚、樹木の効果については抗力項として運動方程式に組み込んだ。図-2 より氾濫流入流量が供給流量とほぼ一定の値になるまでの時間が遅れている点や、図-3 より破堤幅の進行が遅れている点などから、樹林帯による破堤過程を遅らせる効果が認められる。さらに、樹林密度を増加することにより、破堤過程がさらに遅れている事が分かる。また、樹林帯の幅の変化は、破堤口の拡大に関しては影響しないが、氾濫流入流量の増加については遅らせる効果がある。

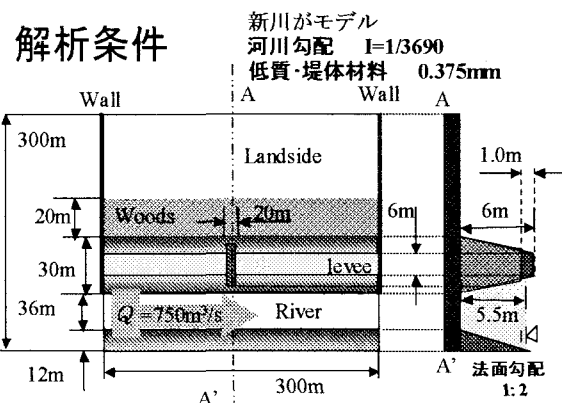


図-1 解析条件

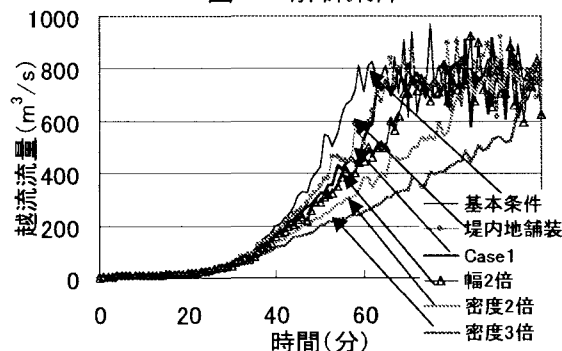


図-2 氾濫流入流量の時間変化

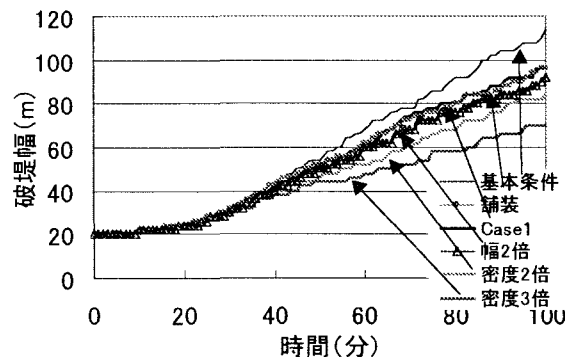


図-3 破堤幅の時間変化

これらの効果には、樹林帯による堰上げ背水による直接的影響が従来期待された。しかし、 Fr 数を調べてみると、いずれの場合においても、氾濫流入流量の増加段階では、支配断面となる $Fr=1$ の点は堤防の表法肩辺りに現れるので、限界流を直接制御する形での氾濫流入流量抑制に貢献しているとは言い難い。そこで考えられるのは地形変化進行の抑制による効果である。図-4 においての樹林帯と基本条件を比較すると支配断面を形成する堤体部での下刻が遅れ、氾濫流入流量の増加が抑えられているとみられるが、樹林帯の存在により樹林帯内の底面剪断力が減少し、堤内地に向かう流砂量が(基本条件よりも)小さくなり、堤体土砂の堤内地への持ち出し速度が抑制されることによる効果が推測できる

2) 堤内地の舗装による影響について

図-1 と同様の解析領域を設定し、堤内地全体を非洗掘条件として解析を行った。図-2、図-3 より、樹林帯同様に破堤過程を遅らせる効果が認められた。その理由としては次のように考えられる。まず、落堀等が形成されない事により、図-5 の(c)のように流れが広がるに従い $Flux$ は減少する。つまり、掃流力が減少し、図-4(c)において $y=100m$ 付近に見られる様に、破堤口からやや離れた場所に土砂が堆積しやすくなる。このマウンドが流れを抑制しそれにより堤外側の掃流力及び流砂量の低下を促し結果として、堤体部土砂の持ち出しを遅らせると考えられる。今後上記考察の量的検討が必要である。

4 まとめ 以上より、樹林帯と堤内地の舗装により破堤過程を遅らせる効果は認められた。しかしながら、今回のケースにおいて、堤内地の舗装や河川管理施設等構造令施行規則等で定められている程度の樹林帯の密度では、供給流量とほぼ同じになるまでの時間の差は 10 分程度しかなく、避難や水防活動のための時間的余裕を確保するためには、樹林帯については、樹林密度が同規則の場合の 2 倍以上である必要があると考えられる。今後は洪水ハザードマップ作成に用いられる氾濫シミュレーションの境界条件として重要な氾濫流入流量を中心に、樹林帯・舗装・街路などを想定し、その影響と効果的な水防対策についても考察していく予定である。

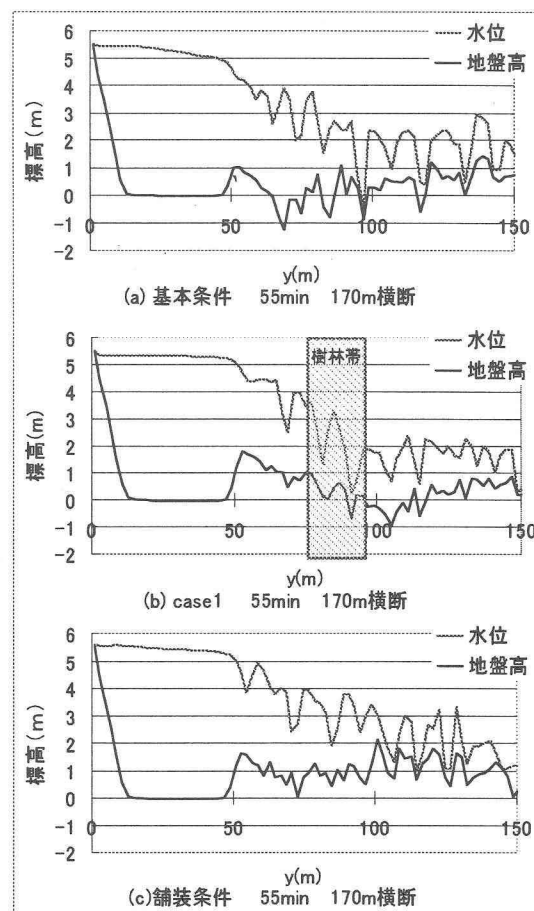


図-4 55 分後の上流から 170m 横断

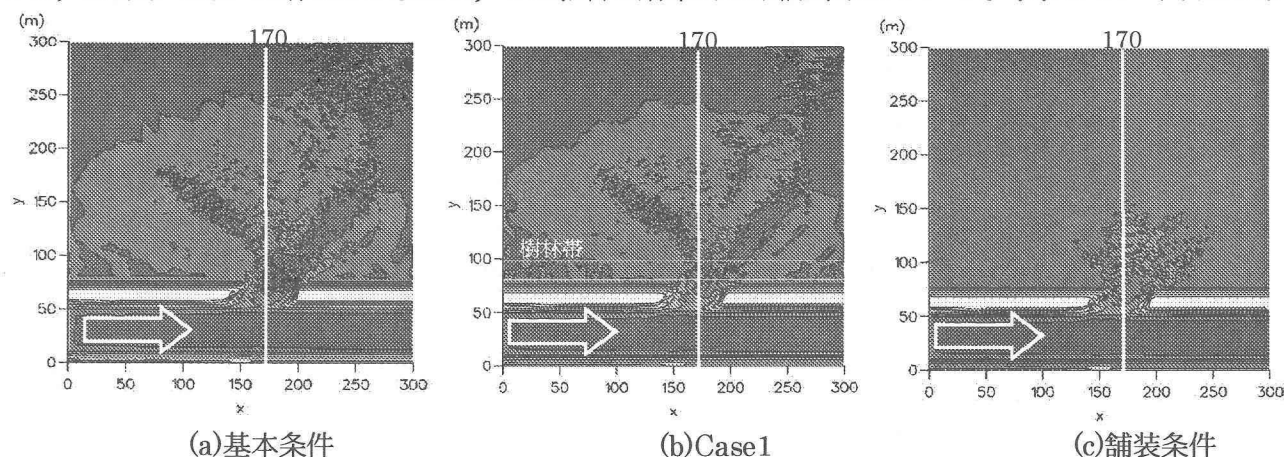


図-5 55 分での地形変化の様子

- 参考文献 1) PONPROMMIN *et al.*: Numerical Simulation in Straight Channels by the NHSED2D Model, J. Appl. Mech., Vol.5, pp.629-638, 2002.
 2) 藤田・村本・田村: 河川堤防の決壊に伴う外水と土砂の流入について, 京大防災研年報第 30, B-2, pp.527-549, 1987.