

II - 26

荒川における霞堤の効果について （有限要素法による検討）

建設省 東北地方建設局
福島工事事務所 佐藤洋一

1 はじめに

急流河川の改修においては霞堤を積極的に活用した事例が数多く、阿武隈川の支川である荒川においても古くから霞堤による改修が行われており、昭和初期までに築かれた霞堤が直轄河川区域の13kmの河道区間に左右岸合計38箇所存在している。

本検討は、荒川の河道計画において霞堤効果のより積極的な活用を図ることを目的に、霞堤の持つ種々の水理効果の定量的な把握を試みたものであり、荒川上流部（距離標8k及び10k地点付近）の霞堤をケーススタディとして有限要素法による水理検討を行い霞堤の効果的な活用について考察を加えたものである。

2 荒川の概要

2.1 河川概要

荒川は、阿武隈川の最大級の支川の一つであり、吾妻山系に源を発し福島市の西部を貫流した後、市街地のほぼ中央で阿武隈川に合流し、合流点から上流13k地点の地蔵原堰堤までが直轄河川区域、これより上流が直轄砂防区域として管理が行われている河川である。

荒川流域の特徴としては、上流が砂防区域となっていることから解るとおり、急峻で流出が速く、古くから氾濫を繰り返してきた歴史があり、沿川には水防林等がいたるところに残されている。

荒川の治水は、水防林による土砂害の除去を目的に始められたものであるが、扇状地の開田が進んだ明治以降、氾濫による被害をなくす要求が強くなり本格的な築堤が進められた経緯がある。

2.2 河道の特性

荒川の河道は、河床勾配が1/30～1/170と極めて急峻であり、洪水の流出及び流下が速く洪水時の平均流速は軒並み4m/sを越える状況にある。また、河道の蛇行と土砂流出が著しく、度重なる氾濫被害に対応するために築かれた霞堤、石積三面張りの堤防等により現在の姿が形成されている。現況の河道は、改修の進捗により流路は固定された状態にあるが、河道内での蛇行と局所洗掘が著しい等安定しない状態が続いており、河床の安定と滞筋の固定を目的として13kmの河道区間に27基の床固・帯工が設置されている。

2.3 河道計画の経緯

荒川の河道計画については、昭和49年の改修計画策定時に既設床固工の評価と霞堤の扱いが今後の課題となっており、その後、土木研究所における床固工区間の模型実験結果等を基に課題の検討を行い平面形、横工等の検討が行われているほか、タンクモデルを用いた氾濫シミュレーションにより氾濫の形態と霞堤からの氾濫流の還元が確認されている。現在は、昭和61年、平成元年、2年と相次いだ大規模出水の評価を行い、現況河道の特性を活用した河道計画の検討を進めている。

3 霞堤効果の検討

3.1 検討の目的

洪水に対し有効な霞堤の機能としては、1)遊水効果 2)氾濫流の還元効果 3)本堤に対する二線堤効果等が考えられるが、この内1)及び2)に対する荒川の河道での効果量を把握することを目的として本検討を実施した。

3.2 検討手法

霞堤の効果を検討する場合、河道内の水理状況に加え氾濫域を流下する流水の挙動を追跡する必要があること、また、荒川の現況河道が急峻な地形性状からなっており子細な地形の影響が水量に与える影響が大きいこと、及び、計画洪水流量による水理検討では射流に近い状態を解析することとなるため、これらの条件に適合し水理状況を表現できる検討手法として2次元の座標系を用いた有限要素法によるシミュレーションを行うこととした。

具体的には、条件を変えた複数のシミュレーション結果を用い、河道状況の変化に伴う水量の変化から霞堤の効果を検討した。

表-1 荒川の諸元

項 目	諸 元	備 考
流域面積	185.4(km ²)	
流路延長	29.7(km)	幹川流路延長
直轄管理区間	13.0(km)	
計画降雨	200(mm/day)	降雨確率 1/100
計画高水流量	1,700(m ³ /s)	阿武隈川合流点
河床勾配	1/30～1/170	直轄河川区域

1)遊水効果の検討

霞堤区間の河道モデルを用い、無堤状態、霞堤状態、一連堤（霞堤締切）状態の各水理量を比較した。

2)氾濫流の還元効果の検討

霞堤開口部の角度と延長を変化させた条件で、氾濫流の河道還元にもっとも有利な霞堤形状を検討した。

3.3 検討条件

1)河道モデル

荒川8k及び10k付近の霞堤をケーススタディとし、各々約1kmの区間に渡り現況の地形条件、低水路の蛇行、砂礫堆の状況等を考慮し、氾濫域も含めて0.2mの標高差を表現できる三角形メッシュによる河道モデルを設定した。

検討区間の選定理由

- ・過去の洪水において、この区間の霞堤が決壊している。
- ・河床勾配が約1/40～1/60と急で落筋の蛇行も見られ床固工が設置されている等荒川上流部の代表的な河道特性を有している。
- ・霞堤の形状が典型的な様相を呈しておりケーススタディとして取り扱うのに適している。

2)計算手法

平面2次元座標系による浅水長波方程式を基礎方程式とし、2段階陽の有限要素法により離散化を行い流況解析を行った。

3)境界条件

計画高水流量（当該区間計画高水流量 $Q=1,100$ (m³/s)）によるハイドログラフを滑らかな曲線を描く関数で近似し上流端流入量とした。また、現況河道の流下能力を考慮し氾濫流量を設定した。

3.4 検討結果

本検討の結果で見る荒川河道の水理特性を以下に述べる。

- ・検討区間の流入ハイドログラフと流出ハイドログラフの波形の間には、殆ど変化が見られない。
- ・また、ピーク流量もほぼ等しく、流量の低減も見られない。
- ・流速分布に見る主流線は、低水路落筋に沿うものと河道中央部を直線的に流下するものが現れる。
- ・築堤形状による影響は流速に現れ、一連堤では無堤より高速、霞堤では無堤より低速となる。
- ・現況霞堤の氾濫還元効果は、氾濫量の1割未満である。
- ・霞堤角度45度の氾濫還元効果が大きく現況の2～3倍の効果となるが、90度になると還元効果は低下する。
- ・霞堤の延長は長い程還元効果が高まるが、開口部の地形形状による影響が大きい。

4 検討結果の考察と今後の検討課題

検討結果を基に、荒川の霞堤効果と今後の河道計画策定へ向けた検討課題について考察する。

- ・荒川の河道における霞堤の効果は、氾濫流の還元効果が最も顕著であり、一般に霞堤の効果といわれる遊水効果については、流水が高速に、かつ直線的に流下すること、計画高水の継続時間が短いこと、及び開口部の地形特性の影響等によりピーク流量の低減は殆ど期待できないが、開口部から流出した水が減勢の効果を発揮し河道内の流速を低減させる効果が見られる。
- ・氾濫流の還元効果は霞堤形状の改良により向上が期待できるが、角度の変更、延伸と併せて開口部の地形形状変更により一層の還元効果向上が期待できる。
- ・これらの特性を勘案した荒川における霞堤の効果的な利用方策は、氾濫流の戻り効果を最大限活かすように霞堤形状及び開口部地形を整正し、更に、霞堤により河道内流速が低減される効果を利用して流水の減勢を促進させることが望まれる。
- ・また、別途荒川の下流部について実施した帯工の効果に対するシミュレーション結果から、帯工についても流速を低減させる効果が把握されている。
- ・今後は、連続する霞堤と床固・帯工の相互の効果を連動させた一連河道としての評価を行い、減勢効果を促進させる手法等について検討する必要がある。

5 おわりに

荒川の沿川は、福島市の発展により洪水に対するダメージポテンシャルが年々高まっており、また、市街地貫流部等での環境需要の増大など、治水安全度の向上と安定河道の整備が一層求められている。

本検討においては、有限要素法による検討を行うことにより、急流河道での水理特性について多くの有用な情報を得ることができた。今後の荒川河道計画の策定へ向けて的確な反映を図って参りたい。最後に、本検討の実施に当たり、多大なご尽力を頂いた前橋工業短期大学の梅津剛先生に謝意を表し報文を終わる。