

霞堤の地形構成が主流の3次元構造に与える影響に関する基礎的実験的研究

宇都宮大学 学生会員 ○山谷慧悟
 宇都宮大学 正会員 池田裕一
 宇都宮大学 正会員 飯村耕介
 宇都宮大学 学生会員 長田一輝

1.はじめに

2020年7月に社会資本整備審議会より、答申として「気候変動を踏まえた水災害対策のあり方～あらゆる関係者が流域全体で行う持続可能な『流域治水』への転換～」¹⁾りがとりまとめられた。この「流域治水」への転換として(1)氾濫をできるだけ防ぐ対策、(2)被害対象を減少させるための対策、(3)被害の軽減、早期復旧・復興のための対策の3本柱を挙げている。流域治水としての整備を進めるにあたり、霞堤が有用な治水施設のひとつとして注目されている。例えば瀧らは、霞堤の治水機能を評価し、基準点水位の低減効果や内水・氾濫水の排除効果、氾濫限定効果などを確認している²⁾。

しかし、今後の激甚化、頻発化する豪雨災害に対して霞堤が機能する回数も増えるとすれば、単に量的な特性だけでなく、霞堤内部及び周辺の流況を精査し、質的な安全性・持続可能性などの検討も重要であろう。特に霞堤周辺の流れの3次元構造については明確にされていない。霞堤の場合、本堤・控え堤の形状だけでなく、流入支川あるいは旧河道の存在など、地形を構成する要素が多く、流況を複雑にしている。

そこで本研究では霞堤を簡略化したモデルを用いて室内実験を行い、霞堤の構成要素が主流部の流れの3次元性に与える影響について明らかにすることとする。

2.実験装置及び方法

実験には図-1に示す長さ16m、幅50cmの可変勾配型循環水路を用いた。この水路内を塩ビ板で縦断方向に仕切り、右幅25cmの主流部を作成し、水路上流端より10m地点に霞堤模型を作成した。図-2に本研究で用いた3ケースの霞堤模型を示す。急流河川の霞堤を想定し、堤外地への遊水はなく霞堤内部に貯留されている流況を再現することとし、近似的に霞堤上流端側を締め切った。また全国の霞堤を地形図上で確認したところ、本堤の角度は必ずしも本流に平行ではなく、やや霞堤側に傾いているものが目立ったため、あまり流況が複雑にならない程度の角度をつけることにした(case2)。さらに霞堤の設置位置は支川合流部が多く、旧河道になっているものもあったので、それに起因する段差の影響も見ることにして、図中

表-1 実験水理条件

水路長	16m	霞堤長さ	50cm
水路全幅	50cm	水路勾配	1/1000
主流部幅	25cm	流量	3500cm ³ /s
霞堤幅	25cm	水深	8.4cm

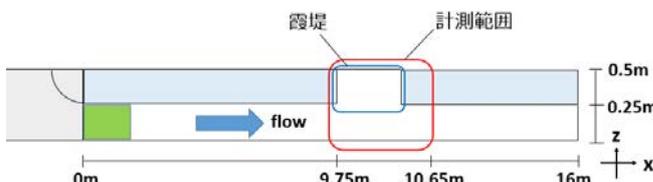


図-1 実験水路平面図

表-2 霞堤モデル

case	霞堤	本堤角度	旧河道
case0	なし		
case1	あり	0°	なし
case2	あり	8°	なし
case3	あり	8°	あり

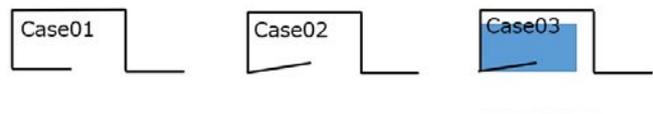


図-2 霞堤モデル 概念図

の着色していない部分が周囲より1cm凹むようにした(case3)。主な寸法や水路勾配、流量などの条件は表-1に示す通りである。座標系は流下方向にx軸、鉛直上向きをy軸、左岸方向にz軸とする。流速の測定にはKENEK社製の二成分電磁流速計を用いて、x、z方向成分を測定した。測定周波数は100Hz、測定時間は60秒間とした。測定点は、染料で流況を可視化して選定し、水平面内は不当間隔で(図-3など参照)、鉛直方向には6点、各case約2500点で計測した。水深はポイントゲージで計測した。

3.実験結果及び考察

まず、水深平均した水平面内流況を示す。図-3～6は、各ケースにおける(a)流速ベクトル、(b)レイノルズ応力(- $\overline{u'w'}$)コンター、(c)乱れエネルギー($(\overline{u'^2} + \overline{w'^2})/2$)の水深平均値を示したものである。図6の黒い点線は旧河道を示す。(a)をみると、主流部と霞堤内部との間に大きな

キーワード 流域治水, 霞堤, 3次元性

連絡先 〒321-8585 栃木県宇都宮市陽東7-1-2 宇都宮大学 TEL:028-689-625 E-mail: r189341@cc.utsunomiya-u.ac.jp

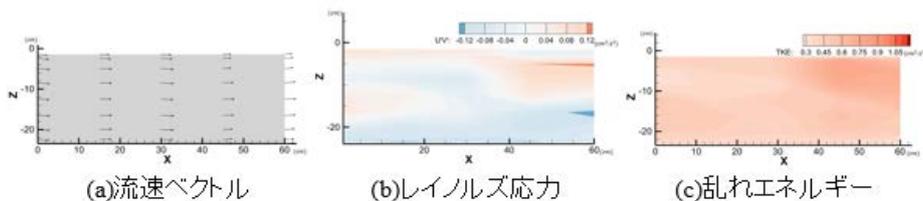


図-3 case0 実験結果(水深平均値)

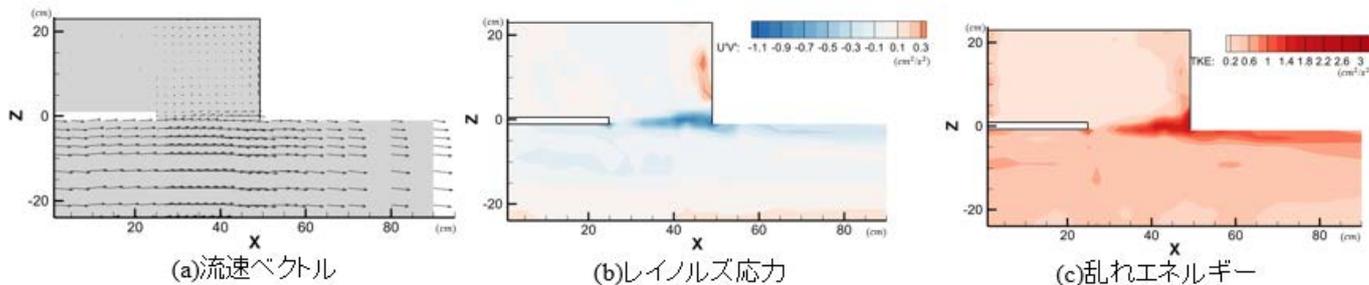


図-4 case1 実験結果(水深平均値)

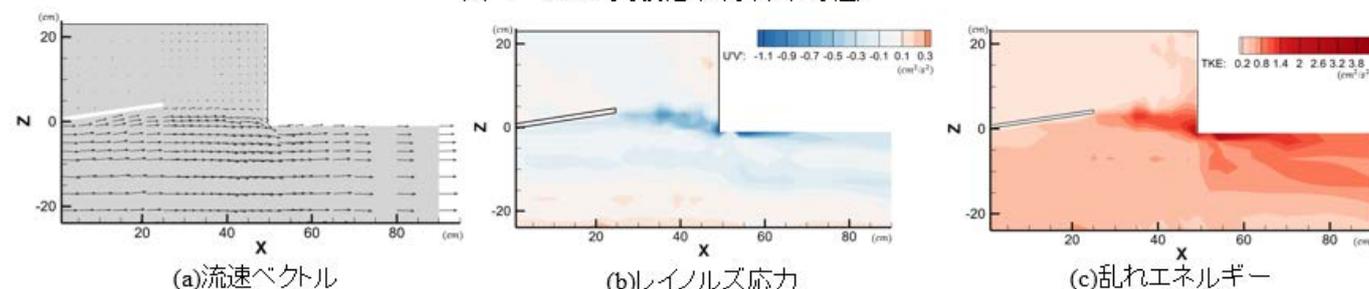


図-5 case2 実験結果(水深平均値)

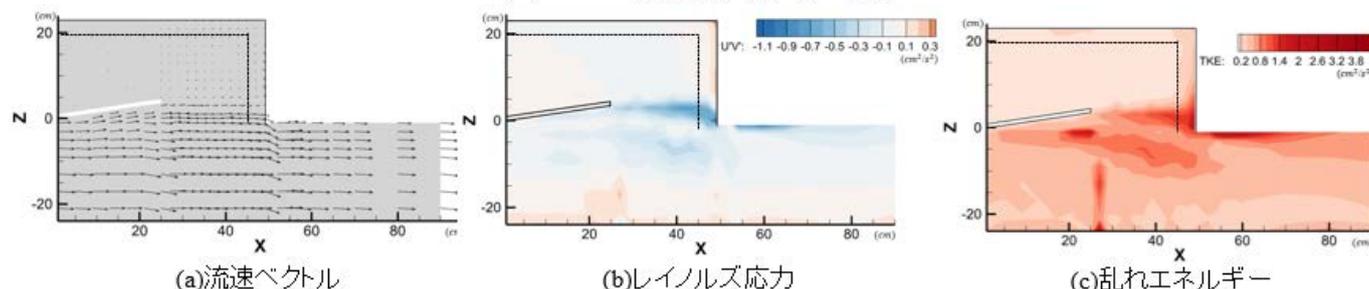


図-6 case3 実験結果(水深平均値)

流速差が生じていることがわかる。この流速差から強い乱れが生ずることが容易に予測でき、(b)、(c)では、本堤の延長線上に強いピークが表れていることがわかる。特にレイノルズ応力のピーク値は、霞堤のない case0 の 10 倍近くにもなっている。また、本堤の角度が 0° の case1 に比べて 8° の case2, 3 ではレイノルズ応力と乱れエネルギーの強い領域が霞手下流端付近から主流中央部まで伸びており、主流が大きく乱れていることがわかる。これは本堤とその延長線に沿った高速流と霞堤内の低速流により生ずるせん断流により乱れが大きく発生し、流れに乗って霞堤の下流側壁面($x=0.5m$)にあたり、この壁面に沿う流れに乗って乱れの大きな水塊が移動していると考えられる。さらに、case2 の乱れエネルギーは大きな値が広がっているが、case3 は旧河道があることによって壁面付近に乱れエネルギーの大きな

値が集中していることがわかる。これら 2 次元流況を踏まえた流れの 3 次元性については、発表会当日に報告する。

参考文献

- 1) 社会資本整備審議会，答申「気候変動を踏まえた水災害対策のあり方～あらゆる関係者が流域全体で行う持続可能な「流域治水」への転換～」，国土交通省，2020
- 2) 瀧，中村，原田，田中：霞堤の治水機能の評価方法及び流域治水計画における位置づけに関する考察，河川技術論文集，第 27 巻，pp. 557-562，2021
- 3) 藤田，小澤，長浜：直線開水路に設置された側岸凹部が主流に与える影響について，応用力学論文集 Vol. 4，pp. 549-556，2001