

高崎市吉井町における水害対策の検討に向けた水理模型の作製と基本検討

群馬工業高等専門学校 学生会員 ○吉井 響 正会員 永野 博之
群馬工業高等専門学校専攻科 学生会員 池本 敦哉

1. はじめに

群馬県高崎市吉井町に位置する多胡橋の上下流では、2007年台風9号による大雨により鑄川が氾濫し、川沿いの宅地・農耕地で浸水被害が発生した。多胡橋上流の右岸側は、度々浸水被害に見舞われており、従来から流下能力の向上が図られてきたが、2007年の災害を契機に計画規模を見直した上で築堤等の河道改修が行われた。しかしながら、2019年台風19号による大雨でも浸水被害が発生している。本研究は、水理模型実験を通じて、この地区で発生する水害の実態解明と今後の水害対策に寄与することを目的とするものである。

2. 被災地域の河道改修に関する経緯

鑄川は、群馬県と長野県の県境に位置する物見山付近に源を発し、高崎市南部で烏川に合流する、流路延長58.8km、流域面積632.4km²、69支川を持つ利根川水系の一级河川である(図-1)。2007年の台風9号による洪水で、多胡橋周辺では宅地と農耕地に浸水被害が発生した。これにより、2004年(H16)より行われてきた改修事業の計画規模は1/30から1/50に見直され、多胡橋から上流約880mまでの区間と、多胡橋から下流約300mまでの区間では築堤等による浸水被害防止が進められた。しかしながら2019年台風19号による洪水では、多胡橋上下流で浸水被害が発生したことを、著者らは災害直後の現地状況から確認している。ただし、多胡橋下流では右岸側に越水痕跡を確認したが、多胡橋上流右岸では、堤外側の堤防法面において天端付近に流下物が付着していたものの、越水痕跡は確認できず、どのようにして被害が生じたか不明瞭な点がある。そこで、水理模型実験より明らかにすることとし、まずは2007年台風9号での洪水を対象に検討を行った。

3. 実験概要

3.1 検討対象範囲

研究対象地域は、2007年台風9号、2019年台風19号による豪雨で被災した高崎市吉井町とし、鑄川の右支川である大沢川が合流する地点から多胡橋までの区間を河道の検討対象区間とし、図-2に示す横1,440m、縦740mの領域を検討対象範囲として模型を作製した。



図-1 鑄川流域と対象地域(国土基盤地図情報²⁾より作成)

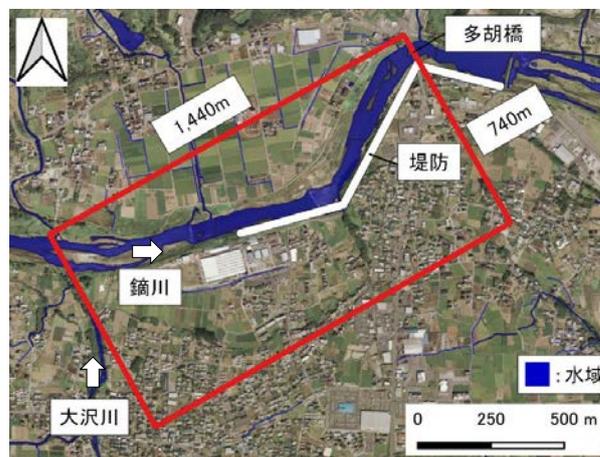


図-2 模型作製範囲(背景: 国土地理院空中写真³⁾)

号による豪雨で被災した高崎市吉井町とし、鑄川の右支川である大沢川が合流する地点から多胡橋までの区間を河道の検討対象区間とし、図-2に示す横1,440m、縦740mの領域を検討対象範囲として模型を作製した。

3.2 実験模型縮尺

実験模型は、押出発泡ポリスチレンを骨組みとした積層模型の表面に石粉粘土を貼り、その上からニス塗布して作製した。積層模型は、国土地理院の基盤地図情報数値標高モデル²⁾から作成した。本模型は、水平縮尺1/400、鉛直縮尺1/25の歪み模型とした。

3.3 実験条件および方法

実験に先立ち、岩崎水位観測所(群馬県所管)での水理量に着目して原型と模型間における相似則の成立を検証した。検証結果を表-1に示す。模型に0.002m³/sの流量を与えたときに計測された水位は0.04mであり、

その結果から算出した粗度係数は $0.042\text{m}^{-1/3}\text{s}$ であった。これらを原型換算すると、流量 $105\text{m}^3/\text{s}$ のときに 1.00m の水位が記録され、粗度係数は $0.018\text{m}^{-1/3}\text{s}$ に相当することになる。一方で現地河道の水位と流量の関係 (H-Q 関係) からは、流量 $100\text{m}^3/\text{s}$ が流れるときに 0.72m の水位が観測され、粗度係数の値は $0.018\text{m}^{-1/3}\text{s}$ になると評価される。ここに H-Q 関係は、2007 年台風 9 号でのデータであり、水位は岩崎観測所の実測水位を用いた。流量は観測されていないため、鐺川と烏川の合流地点直下の岩鼻観測所 (国交省所管) で観測された流量データに両観測所の流域面積比を乗じて算出した流量を用いた。検証の結果、模型 (換算値) と原型では大きな差がないことから、作製した模型を用いて実験を行うこととした。本実験では、2007 年台風 9 号発生時の流下能力である $1,300\text{m}^3/\text{s}$ を目安に流量を設定し、コンテナ内の水をポンプで汲み上げるとともに、水を入れたバケツを手作業で斜動させて模型に供給した。バケツには、約 15L の水を入れ、ポンプからの給水中に、1 回あたり 1 秒間で上流端に供給した。バケツの斜動による供給は 3 度行った。供給する水は判別しやすくするため、アクリル絵具で赤色に着色した。氾濫状況と水位の変化はビデオカメラで撮影した。模型における岩崎水位観測所の位置にテープ尺を貼付し、実験終了後、ビデオにより水位の判読をした。図-3 に計測地点を示す。

3.4 実験結果および考察

バケツ斜動による供給のたびに水位が上昇し、右岸側で越水が 3 回確認された。1 回目の越水の様子を図-4 に示す。越水地点は図-3 に○印で示した。この地点では水衝部で上昇した水位が陸域側に流れ込んでいた。この地域は、2007 年台風 9 号と 2019 年台風 19 号で浸水した地域である。越水時の水位を原型の水位に換算し、H-Q 関係から流量を算出した。越水時の模型と原型の水量の関係を表-2 に示す。表-2 より、越水時の流量は、堤防整備前の流下能力である $1,300\text{m}^3/\text{s}$ 相当以上の流量と算出された。すなわち、この地区での 2007 年台風 9 号時の被害は越水によるものと考えられる。

4. おわりに

本研究では、2007 年台風 9 号により発生した浸水被害について検討することを目的に、大沢川合流地点から多胡橋までの区間を対象に模型を作製し、水理模型実験を実施した。その結果、多胡橋上流の右岸側の地域

表-1 模型と原型での水理量の検証結果

	模型*	原型 (H-Q)
流量 [m^3/s]	0.002 (105)	100
水位 [m]	0.040 (1.00)	0.72
粗度係数 [$\text{m}^{-1/3}\text{s}$]	0.042 (0.018)	0.018

※ () 内の数値は模型の計測量を原型換算した値

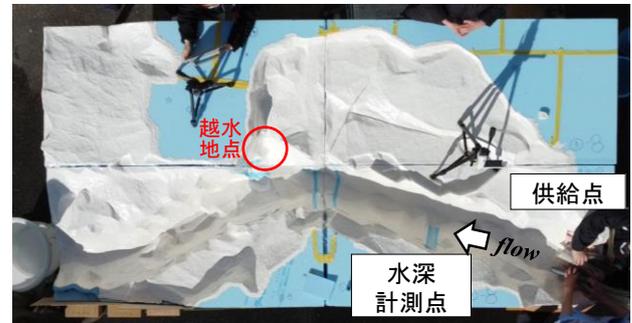


図-3 計測地点 (下側が北)

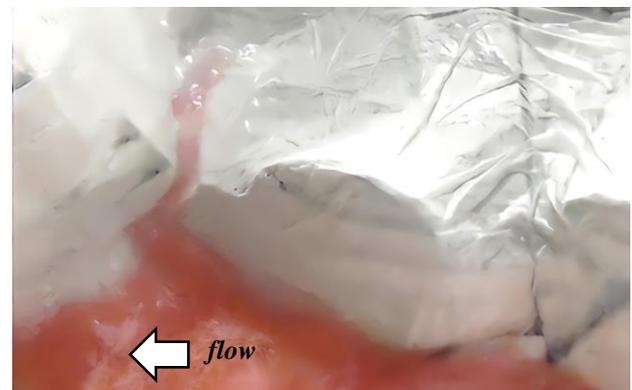


図-4 越水の様子 (図-3 の○印の地点)

表-2 越水時の水理量の関係

	模型		原型	
	水深[m]	流量 [m^3/s]	水深[m]	流量 [m^3/s]
1回目	0.20	0.032	5.00	1,627
2回目	0.17	0.028	4.25	1,423
3回目	0.18	0.030	4.50	1,494

における 2007 年台風 9 号の被害形態は越水による外水氾濫であるという結果を得た。今後は、供給する流量を増加したケースの実験を行い議論する必要がある。

謝辞

本研究を実施するにあたり、群馬県県土整備部河川課より、災害時の水位データや写真など貴重な資料を提供頂いた。ここに記して謝意を表します。

参考文献

- 1) 群馬県：平成 22 年度県事業調査書，第 30 回公共事業再評価委員会 (平成 22 年 8 月 20 日)，<https://www.pref.gunma.jp/07/h0110207.html> (2022.01.20 最終閲覧)。
- 2) 国土交通省：基盤地図情報，<https://fgd.gsi.go.jp/download/menu.php> (2021.01.20 最終閲覧)。
- 3) 国土交通省：地理院タイル一覧，<https://maps.gsi.go.jp/development/ichiran.html> (2021.01.20 最終閲覧)。