

平成29年7月秋田豪雨における 馬場目川洪水の再現と堤防被災について*

秋田大学理工学部

植木 洸太朗

秋田大学大学院理工学研究科 渡辺 一也

1. はじめに

近年、降雨形態が変化しひら豪雨などの集中豪雨により浸水被害が多発する状況となっており¹⁾、河川の特性を常時把握しておく必要がある。2017年7月には、梅雨前線の影響によって全国的に記録的な大雨に見舞われ、特に秋田県では河川の氾濫や土砂災害による甚大な被害が発生した²⁾。秋田県内最大の二級河川である馬場目川³⁾においても、2017年の7、8月に発生した集中豪雨により、非常に高い水位が観測され、河川左岸の堤防に洗堀が生じた。このような被害を減らすためには、高頻度で精度の良いデータの蓄積が重要である。しかし、現状では二級河川では多くのデータを取得することは難しい。

そこで、本研究では7、8月の馬場目川における洪水の数値計算を実施し、河床変動や流速に関する検討を行った。また、その結果から洪水によって被災した堤防の洗堀時の状況と要因についての考察を行った。

2. 水位変化と計算時間について

2017年7月と8月の水位をそれぞれ図-1、図-2に示す。7月1日から8月31日の洪水イベントの間に3回、図中に赤い破線で示している氾濫危険水位の3.6mを超えている。図中にcal.1で示される1回目の洪水では、7月16日の午前から水位が上昇し始め16:00頃にピークの4.04mに達している。図中にcal.2で示される2回目の洪水では2回のピークがあり、7月22日の午前から水位が上昇し始め14:00頃にピークの3.82mに達し、一度低下したが7月23日の9:00頃に2度目のピークの4.00mに達した。図中にcal.3示される3回目の洪水は、8月24日の午後から水位が上昇し始め、8月25日の4:30頃にピークの4.51mに達した。また、8月24日からの洪水では、護岸が洗堀されていた。

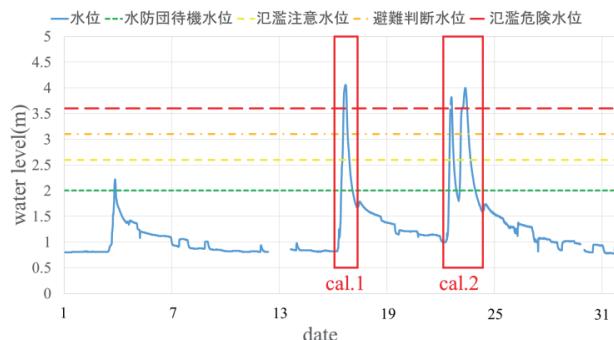


図-1 7月の水位データ

*Study on Numerical Simulation the Flood in Babame River Caused by Akita Heavy Rainfall in July 2017 and Damage of the Embankment by Kotaro Ueki and Kazuya Watanabe.

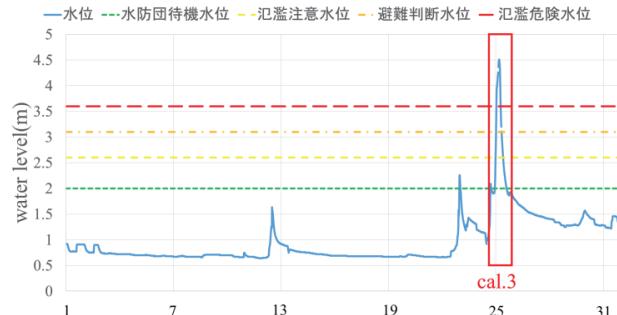


図-2 8月の水位データ

次に、図-1、図-2 中の cal.1-cal.3 の範囲で数値計算を行った。計算時間は、7月 16 日 6:00 から 7月 17 日 6:00 までの 24 時間(cal.1)，7月 22 日 0:00 から 7月 24 日 0:00 までの 48 時間(cal.2)，8月 24 日 18:00 から 8月 25 日 18:00 までの 24 時間(cal.3)である。また、それぞれの計算について cal.1~3 として以降は示す。

3. 現地調査と数値計算

本研究の研究対象である馬場目川は、秋田県内最大の二級河川である。今回、数値計算を行った平ノ下地区は写真-1 に示す延長約 850m の領域である。

地形条件は、既往の研究を参考とした⁴⁾⁵⁾。全区間において、概ね川幅は 40m、堤防から河床までは 4m である。写真-1 中の丸で囲んだ箇所が被災した護岸の位置を表している。写真-2 は右岸から左岸側の堤防を撮影したもので、洗堀された護岸の状況を示している。また、図中の矢印は流れ方向を示している。写真-1 中の St.1~3 は 11 月 6 日に測量を行った測線を示している。



写真-1 計算領域 (平ノ下地区)



写真-2 護岸の状況

計算には久保観測所での流量を用いた。cal.1~3 の流量データを、それぞれ図-3~5 に示。ピーク時の流量は cal.1 が $272\text{m}^3/\text{s}$, cal.2 は 2 つのピークがあり $239\text{m}^3/\text{s}$ と $264\text{m}^3/\text{s}$, cal.3 が $344\text{m}^3/\text{s}$ である。久保観測所における計画高水流量は、 $280\text{m}^3/\text{s}$ であった。

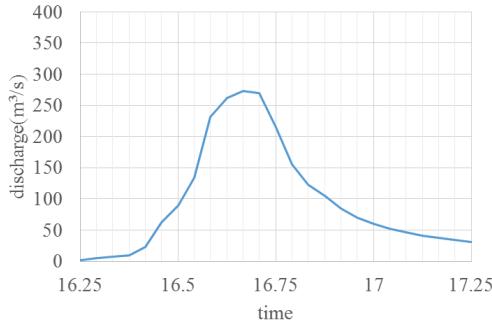


図-3 流量(cal.1)

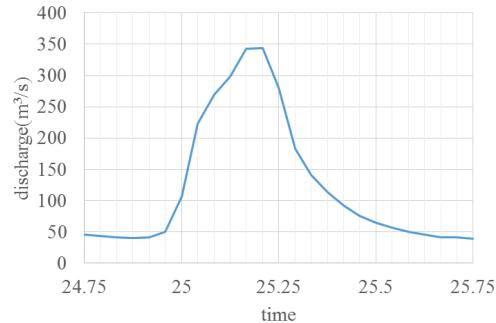


図-5 流量(cal.3)

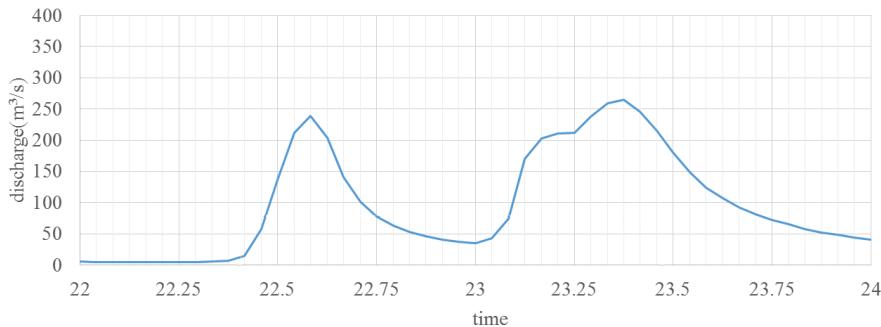


図-4 流量(cal.2)

計算式については既往の研究⁶⁾を参考とした。式(1)~(3)に今回使用した連続式と運動方程式を示す。

$$\frac{\partial h}{\partial t} + \frac{\partial(hu)}{\partial x} + \frac{\partial(hv)}{\partial y} = 0 \quad (1)$$

$$\frac{\partial(uh)}{\partial t} + \frac{\partial(hu^2)}{\partial x} + \frac{\partial(huv)}{\partial y} = -hg \frac{\partial H}{\partial x} - \frac{\tau_x}{\rho} + D^x \quad (2)$$

$$\frac{\partial(vh)}{\partial t} + \frac{\partial(huv)}{\partial x} + \frac{\partial(hv^2)}{\partial y} = -hg \frac{\partial H}{\partial y} - \frac{\tau_y}{\rho} + D^y \quad (3)$$

ここで、 h は水深、 t は時間、 u 、 v は x 、 y 方向の平均流速、 g は重力加速度、 H は水位、 τ_x 、 τ_y は x 、 y 方向の河床せん断力、 D^x 、 D^y は x 、 y 方向の拡散項を示している。

また、本研究で使用した計算格子を図-6 に示す。縦断方向間隔は 5m、横断方向を 10 分割と設定した非正方格子を用いて作成した計算格子となっている。

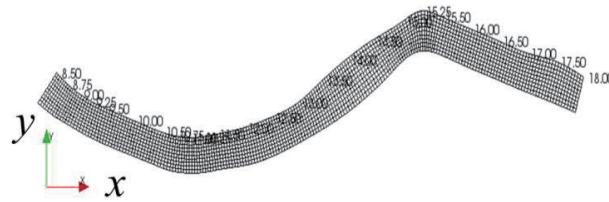


図-6 計算格子

4. 計算と考察

cal.1 の初期とピーク時と計算後のコンター図と堤防付近の流速ベクトルを図-7, 図-8 に示す。cal.2 の結果も同様に図-9, 図-10, cal.3 の結果も同様に図-11, 図-12 に示す。図中に示すコンター図, ベクトル図は右から順に計算前, ピーク時, 計算後を表している。cal.2 では, ピークが 2 回あったので, 流量の多かった 2 度目のピーク(33 時間後)を代表として図中に示した。計算後に st.1 から st.2 の間の左岸側で最も体積が見られたのは, cal.2 であった(図-9)。また, ピーク時に湾曲部右岸側で河床が最も洗堀されていたのは, cal.3 であった(図-11)。流速ベクトルに関して, 全ての計算で湾曲部右岸へ流速ベクトルが向いていた。被災した堤防付近で流速ベクトルが大きくなったのは, cal.3 であった(図-12)。

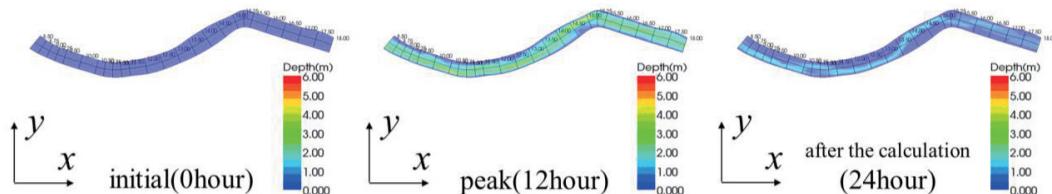


図-7 cal.1 のコンター図

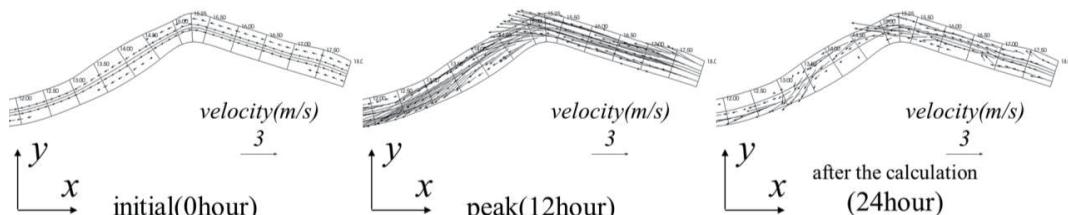


図-8 cal.1 のベクトル図

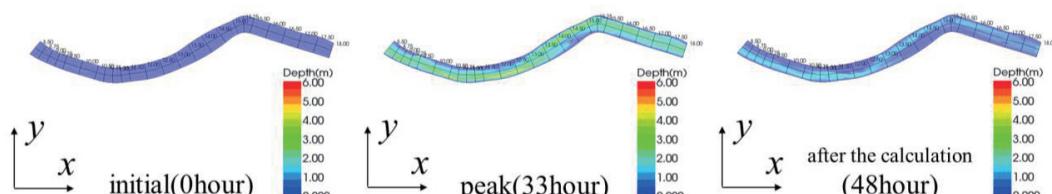


図-9 cal.2 のコンター図

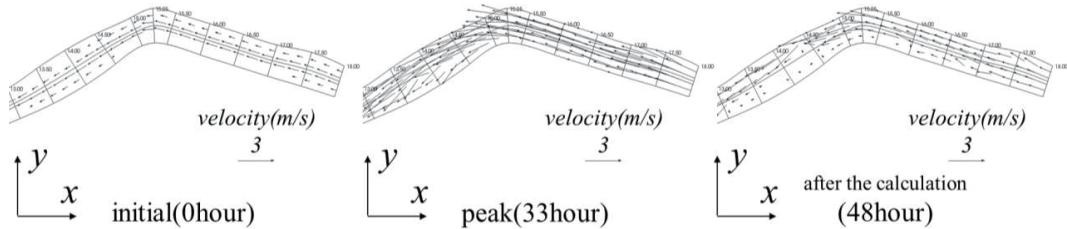


図-10 cal.2 のベクトル図

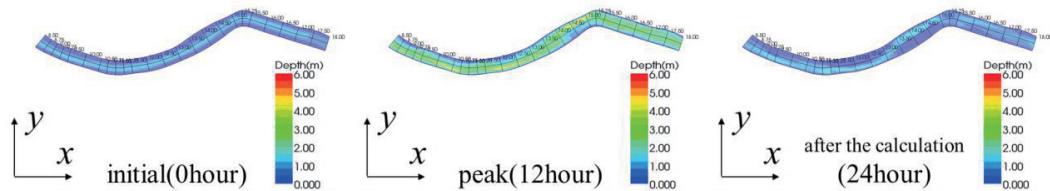


図-11 cal.3 のコンター図

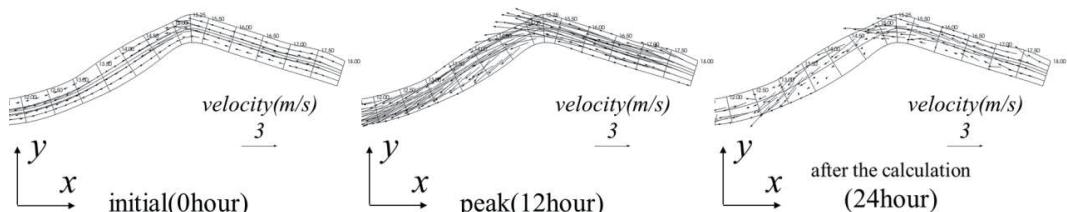


図-12 cal.3 のベクトル図

次に、数値計算によって作成した横断面図と実測値を比較した。St.1~3における結果をそれぞれ図-13、図-14、図-15に示す。St.1では、cal.1～cal.3の結果全てで左岸側に堆積が見られた。St.2では右岸側の浸食は再現出来ていたが、左岸側では実測値よりも堆積がみられた。St.3では、cal.3と実測の結果を比較すると左岸側での浸食傾向と右岸側での堆積傾向が一致していた。また、St.3のcal.1の結果は右岸側で浸食、左岸側で堆積が見られ、cal.2の結果は河川中央部に浸食が見られた。

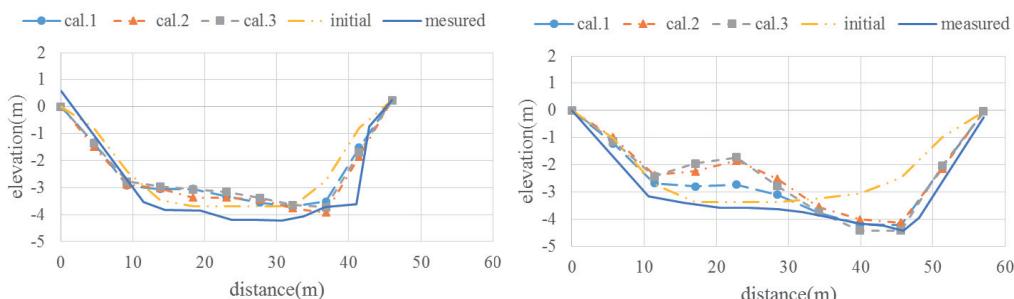


図-13 測量結果(St.1)

図-14 測量結果(St.2)

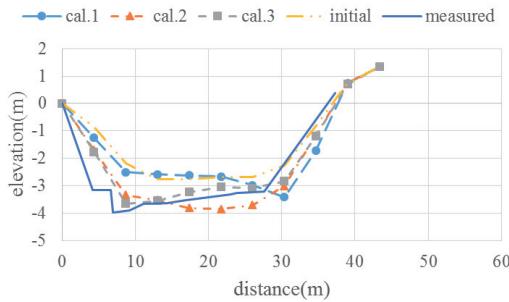


図-15 測量結果(St.3)

cal.3 で St.1 と St.2 において、実際の断面と異なった結果がみられたのは、洪水により初期断面が変化していた可能性などが理由であると考えられる。

堤防が洗堀された 8 月 24 日の洪水計算では、流量ピーク時に堤防のある左岸側でピーク時に河床の洗堀がみられた。根元が洗堀された事により堤防の安定性が失われ滑るようにして崩壊した可能性があると推測される。また、8 月 28 日に行った現地調査では、周辺で洪水痕跡が見られなかったことから、越流による浸水被害はなかったものと考えられる。

5. おわりに

本研究では、平成 29 年 7、8 月の洪水について再現計算を行った。その結果、8 月 24 日の計算(cal.3)において、流量ピーク時に左岸の護岸付近で流速ベクトルが大きくなってしまっており、河床の洗堀がみられた。これは、実測の結果と一致する。そのため、根元が洗堀されたことにより、堤防の安定性が失われ滑るようにして崩壊した可能性があると考えられる。

謝辞：本研究を行うにあたり、秋田県秋田地域振興局より馬場目川の地形データ及び水文データを提供して頂いた。ここに記し、謝意を表する。

参考文献

- 1) 気象庁：災害をもたらした気象事例（平成元年～本年）,
http://www.data.jma.go.jp/obd/stats/data/bosai/report/index_1989.html (2017 年 12 月 10 日閲覧)
- 2) 秋田地方気象台：秋田県災害時気象資料,
<http://www.jma-net.go.jp/akita/kenchogensyo/kenchogensyo.htm> (2017 年 12 月 10 日閲覧)
- 3) 秋田県：二級河川馬場目川水系 河川整備基本方針, 2007,
<http://www.pref.akita.lg.jp/pages/archive/10601> (2017 年 12 月 22 日閲覧)
- 4) 萩原照通, 会田俊介, 風間聰：根固め用袋材が河床変動に及ぼす影響について, 土木学会東北支部技術研究発表会概要, 2015 (CD-ROM)
- 5) 池森俊介, 渡辺一也：馬場目川における粒径を考慮した変動計算に関する検討, 土木学会東北支部技術研究発表会概要, 2016 (CD-ROM)
- 6) 大桃直人, 渡辺一也：2013 年 8 月豪雨を対象とした洪水再現計算, 土木学会東北支部技術研究発表会概要, 2015 (CD-ROM)