

2016年の台風10号による久慈川の洪水氾濫と流木の影響

首都大学東京

高崎忠勝

中央大学理工学研究所 ○土屋十園

1. はじめに

本報は2016年8月の台風10号による岩手県北部水害の調査報告りをもとに、久慈川における洪水氾濫に流木が果たした影響に関して検討をしている。もしもこの洪水において流木が橋梁群に捕捉されていなければ、堤防からの溢水氾濫による被害はなかったか、あるいは大規模に至らなかったという仮説に基づいて流出解析を行い流木の有無による河川水位の溢水の検討を行っている。

2. 久慈川の水害の特徴

台風10号による総降雨量は、2016年8月29日0時から31日12時までの主要地点の久慈市下戸鎖278.5mm、岩泉町248.0mm、刈屋226.5mm、久慈139.5mm、山形178.5mmであり、三陸沿岸域に近い北上高地に集中している。その結果、久慈市の被害は死者1名、全壊31棟、大規模半壊194棟、一部破損7棟、床上浸水1,279棟、床下浸水747棟、合計2,258棟（うち住宅1,223棟）であり、東日本大震災の津波被害1,248棟（うち住宅568棟）を1,010棟上回る被害であった。

3. 久慈川氾濫と流木の状況

(1) 溢水氾濫状況

2016年11月20日、久慈市内の氾濫調査、浸水痕跡調査を行った。調査はスタッフ、レーザー距離計等を使用し、目視により65地点の地盤からの浸水深を計測した。久慈市消防課の資料²⁾を参考に住民のヒアリングも行い堤防からの溢水氾濫状況を確認し、浸水マップを作成した。図-1に溢水、浸水深の計測箇所を示した。久慈川の浸水面積は約0.63km²であり、支川長内川上流右支川の小屋畑川では0.016km²であった。最大浸水深は市街地で223cmであった。溢水箇所は上流から下流に向けて、上の橋上流の右岸と次の中の橋間の右岸から、中の橋からJR鉄道橋までの左右岸から溢水、更に久慈橋までの左岸の堤防から溢水している。いずれの箇所も流木が橋梁の橋台、橋桁、欄干等に捕捉され、橋の上流側に集中している。上の橋では左岸に流木が捕捉され右岸から溢水している。住民へのヒアリングでは上の橋上流の地点及び久慈橋より下流では溢水していないことが分かっている。



図-1 久慈市内の痕跡調査箇所と氾濫流



図-2 久慈川 JR 鉄橋に捕捉された流木²⁾

(2) 橋梁に捕捉された流木の状況

図-2は2016年9月1～2日、洪水低減後のJR鉄橋に捕捉された左岸堤防から見た流木である。流木は全ての橋脚、橋台などに横断的に捕捉されている。流木の直径20～30cm、長さ5～10mの小灌木からの大木まであり、幹・枝葉が一体の樹木も見られる。また、河川敷のグラウンドに設置されたフェンスが流木や小灌木、雑草を捕捉して高水敷に転倒している。



図-3 生出町 (St. 1)、八日町 (St. 2) の水位観測所

(3) 久慈川の河川水位

図-3は生出町水位観測所 (St. 1)、八日町水位観測所 (St. 2) の位置を示した。図-4は観測されている水位計のハイドログラフである。中の橋右岸上流の八日町水位計 (St. 2) のハイドログラフのピークは7.46mであり、堤防天端7.28mを0.18m超えている。即ち、溢水したことを示している。また、St. 2地点では基準点と横断面の関係が不明であり、H-Q関係式は未作成である。3.2Km上流 (St. 1) は既往H-Q関係式が存在するが、今回の洪水を適用すると最大水位を大きく上回り、適用範囲を大きく超える

ことがわかった。また、洪水期間中の総流量が総降水量を上回り水収支の点からも使用できないと判断した。

4. 流出解析による検討

(1) 河川水位と水位・流量関係式

上記の理由から 2015 年洪水を含む 2014～2016 年の 3 か年間の流出解析を行い、水位・流量関係式を作成する方法を検討した。計算は 4 段タンクモデルを用いて久慈川流域の降雨流出解析を行い、上流の生出町 (St. 1) の観測ハイドログラフに適合するようにマンニング式、連続式から粗度係数 n の最適化を行い、H-Q 式を作成した。マンニング式の流積 A 、径深 R 、水面勾配 I は岩手県の資料³⁾をもとに設定し、粗度係数 n は 2016 年の算定した総流量を再現できる値をマンニングの逆解析により算定した。得られた n の値は 0.037 であり河道の粗度係数として妥当な範囲にあると判断した。作成した St. 1 の水位・流量曲線を図-5(左)に示した。この水位・流量曲線から水位データを適用して算定した St. 1 の最大流量は $1,033\text{m}^3/\text{s}$ となる。次に、上記 St. 1 と同様に St. 2 の水位・流量曲線を作成した。St. 2 の水位データについては基準高と横断面の位置関係が不明なため、粗度係数 n および水位データの基準高をマンニング式の逆解析により算定した。得られた n の値 0.038 は St. 1 に近い値であり、妥当な範囲の値であると判断した。St. 2 の水位・流量曲線を図-5(右)に示した。

(2) 生出町水位観測 (St. 1) のタンクモデルの適用

流域面積の算定は GIS ソフト Map Window を使用した。流域面積は St. 1: 262.005km^2 、St. 2 が 270.595km^2 となる。St. 2 は St. 1 の 1.03 倍の流域規模を有する。タンクモデルは降雨量と流量は日単位である。モデルパラメータは田中丸ら(1995)と同様に SCE-UA 法によって同定し、誤差評価関数は Nash-Sutcliffe 指標を用い (NS) 0.57 を得た。流量の観測値は、水位と H-Q 式の両データを入手できた 2015 年を対象とした。その結果、計算流出量は 2014 年 928mm 、2015 年 836mm 、2016 年 889mm であり、2015 年の観測流量 827mm を概ね再現できている。St. 1 の年間流量に流域規模を考慮して 1.03 倍したものを St. 2 の年間流量とした時、この流量となる水位の零点高は 1.8m であり、粗度係数は 0.038 となり、St. 1 と St. 2 で概ね近似値が得られた。St. 2 の最大水位は 7.46m であり、堤防天端高 7.28m より 0.18m 高い。St. 2 の水位・流量曲線から天端高に対する流量は $1,267\text{m}^3/\text{s}$ となっている。

(3) 流木による水位上昇と流木の捕捉がない場合の水位

図-6 は最適化による 2 地点の流量曲線である。図-5 の水位・流量曲線で算定した最大流量は St. 1 が $1,033\text{m}^3/\text{s}$ 、St. 2 が $1,365\text{m}^3/\text{s}$ であり、St. 2 の流量は St. 1 の 1.32 倍になっている。St. 1 と St. 2 の間に大きな流入はなく、流域面積の違いは 1.03 倍であり、2 箇所流量に大きな違いはないと考えられる。8 月 30 日 20 時以降に St. 1 と St. 2 の流量の違いが大きくなり、流木の影響によって St. 2 の水位が急上昇したと推測される。図-6 の赤色点線 St. 2 (流域規模) は、St. 1 の流量を 1.03 倍したものであり、St. 2 の流木の捕捉がないときの流量を示している。このとき最大流量は $1,073\text{m}^3/\text{s}$ であり、水位・流量曲線によるものより $293\text{m}^3/\text{s}$ 小さい。この流量に対する水位は 6.90m であり観測水位より 0.56m 低く、更に堤防天端高を 0.38m 下回る。従って、橋梁による流木の捕捉による水位上昇がない場合、溢水氾濫による被害はなかったか、大規模に至らなかったと考えられる。

参考文献

- 1) 土屋十園・小山直紀・大石裕泰・佐伯博人：2016年8月の台風10号による岩手県北部水害調査報告，自然災害科学，Vol. 36，No. 4，2018，pp. 409-427，2018。
- 2) 岩手県久慈市災害対策本部および同消防課：台風第10号浸水状況図（久慈川），2016年11月18日。
- 3) 岩手県県北広域振興局土木部：<http://www.pref.iwate.jp/kenpoku/>，2016年11月18日。

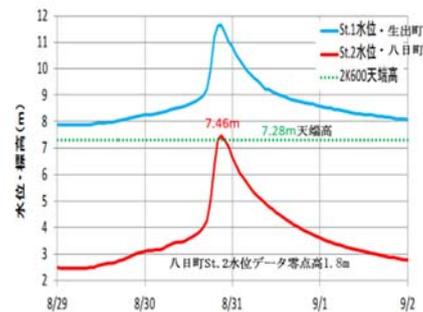


図-4 生出町 St. 1, 八日町 St. 2 の
ハイドログラフ

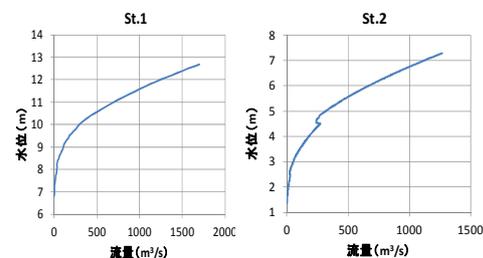


図-5 最適化による St. 1, St. 2 の水位流量曲線

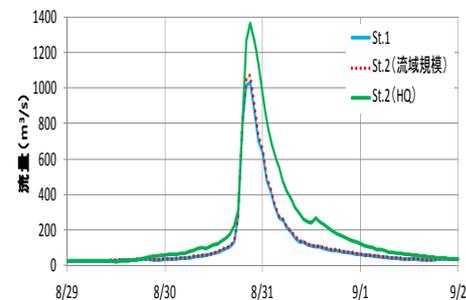


図-6 最適化による St. 1, St. 2 の流量曲線