

マンニングの流速式を用いた洪水氾濫流に対する流速推定に関する研究

金沢大学理工学域地球社会基盤学類 学生会員 ○山地 柊輝
金沢大学理工研究域地球社会基盤学系 正会員 村田 晶, 池本 敏和

1. はじめに

近年、ゲリラ豪雨や台風、線状降水帯等の影響により大規模な洪水が発生し、人的被害だけでなく、家屋に対して甚大な被害をもたらされることが少なくない。家屋に対する洪水の被害は多く存在している。平成27年関東・東北豪雨による洪水被害を背景に、平成27年及び平成29年には水防法の改正がなされ、水害ハザードマップが改定される等の水災害に対する意識は高まりを見せている。しかし、家屋における明確な設計基準が存在する地震、風、雪、火災に対して水災害に対する家屋の明確な設計基準は存在しておらず、洪水時の避難行動の判断の指標が明確ではない。

本研究では、洪水氾濫流が家屋に及ぼす影響は複雑であり、指標を得る中で考慮された洪水、住宅数が多くないことから、既往の洪水被害における氾濫外力と建物抵抗力の関係を考察し、洪水時に避難するかどうかを考える上で、家屋が安全かどうかを判断するための指標を得ることを目的とする。



写真-1 洪水氾濫流による住宅の洗掘被害

2. 洪水時の家屋被害推定手法

既往の研究¹⁾²⁾³⁾から、流体力 P_D は以下のように表す。

$$P_D = C_D \frac{1}{2} \rho v^2 \cdot Bh(N) \quad (1)^4$$

ただし、 C_D :抗力係数単体家屋 2.128⁵⁾、家屋群 1.2⁶⁾、 ρ :流体の密度 1,000(kg/m³)、 v :流速(m/s)、 B :流れ直交方向の構造物の幅(m)、 h :構造物の影響を受けない接

近流の浸水深(m)である。

また、家屋耐力 P_u は以下のように表す。

$$P_u = 1.5 \times \text{基準耐力} \times \text{単位壁量} \times 1 \text{階床面積} \quad (2)^7$$

基準耐力について、新耐力基準は2001年以降の1.96(kN/m)、旧耐震基準は2000年以前の1.27(kN/m)を適用する。流体力が家屋の耐力より大きくなった時家屋は倒壊するとし、完全倒壊し始めるときの流体力指標 $v^2 h$ を算出し、家屋耐力との関係について評価する。

3. 家屋耐力と流体力指標の相関評価

3.1 マンニングの流速式を用いた流速推定

洪水氾濫流の流速推定の方法はマンニングの流速式を用い、次式のように表される。

$$v = \frac{1}{n} R^{\frac{2}{3}} I^{\frac{1}{2}}$$

ただし、 v :流速(m/s)、 n :粗度係数(m^{-1/3}・s)、 R :径深(m)、 I :動水勾配(-)である。

粗度係数 n はGoogle mapsの航空写真から地面の種類を判別し、表-1から当てはまる数値を代入する。しかし、水路で使われている地面よりも粗いと考えするためアスファルトを0.020、その他の土や立木、砂利の部分を0.033とし、この2つの値で評価していく。複数の種類の地面がある場合は平均をとって算出する。

径深 R は次式で表される。

$$R = \text{流積/潤辺} = BH / (2H + B)$$

ただし、 B :流路幅(m)、 H :水深(m)である。流路幅 B は国土地理院地図から流路になり得る場所の家屋間の距離を測定することで算出する。水深 H は現地調査で測定した浸水高のデータを用いる。

動水勾配 I は国土地理院地図から算出している。任意の2点の標高差をその2点間距離で除し求める。

なお、データは令和元年台風19号の被害を受けた千曲川流域の穂保地域の現地調査から測定したもの

を用いる。

表-1 粗度係数

流路の形式	流路の状況	nの範囲	nの標準値
カルバート	現場打ちコンクリート		0.015
	コンクリート管		0.013
	コルゲートメタル管 (1形)		0.024
	〃 (2形)		0.033
	〃 (ペーピングあり)		0.012
ライニングした水路	塩化ビニル管		0.010
	コンクリート2次製品		0.013
	鋼, 塗装なし, 平滑	0.011~0.014	0.012
	モルタル	0.011~0.015	0.013
	木, かんな仕上げ	0.012~0.018	0.015
	コンクリート, コテ仕上げ	0.011~0.015	0.015
	コンクリート, 底面砂利	0.015~0.020	0.017
	石積み, モルタル目地	0.017~0.030	0.025
	空石積み	0.023~0.035	0.032
	アスファルト, 平滑	0.013	0.013
ライニングなし水路	土, 直線, 等断面水路	0.016~0.025	0.022
	土, 直線水路, 雑草あり	0.022~0.033	0.027
	砂利, 直線水路	0.022~0.030	0.025
	岩盤直線水路	0.025~0.040	0.035
	自然水路	0.025~0.033	0.030
	非常に不整正な断面, 雑草, 立木多し	0.075~0.150	0.100

3.2 流速推定の結果

流速推定の結果から求めた流体力指標 v^2h と家屋耐力をプロットしたものが図-1である。多くの家屋では家屋耐力と流体力指標の相関評価の結果と実際の被害状況が一致しているといえる。すなわち、洪水氾濫流の流速推定の仕方としてマンシングの流速式を用いるのは妥当であると考えられる。しかし、一部家屋では補正耐力が高く、流体力指標が比較的小さく、被害が生じているにもかかわらず、家屋耐力が高くなっていることから、家屋敷地の洗掘による影響を考慮する必要があると考える。

4. まとめ

本研究では、マンシングの流速式を用いて洪水氾濫流に対しての流速推定を行った。結果から、実被害と大きな差はなく、洪水氾濫流にマンシングの流速式を用いるのは妥当であると考えている。しかし、一部家屋では実被害との整合性がないため、補正をかけていく必要がある。補正方法として、洪水氾濫流により洗掘されやすい家屋の家屋耐力に対して補正をかけることを検討している。洗掘とは激しい川の流れや波浪などにより、堤防の表法面の土が削り取られる状態のことをいい、洪水氾濫流によって家屋敷地地盤が削られ、倒壊・流失の被害が発生することから指標を加えるべきだと考えている。洗掘されやすい家屋にどのような特徴があるのかなど調査し、評価をしていきたい。

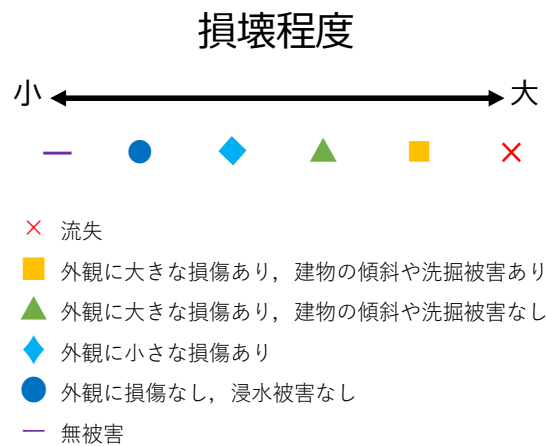
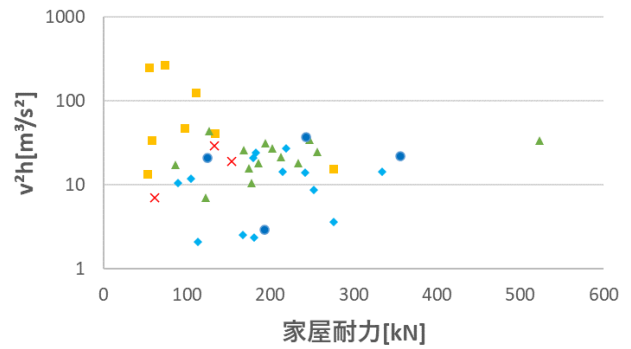


図-1 家屋耐力と流体力指標の相関評価

参考文献

- 1) 朴木るり子：洪水氾濫流に対する家屋被害評価に関する研究, 金沢大学卒業論文, 2018.
- 2) 岸展摩：大規模洪水による家屋被害推定に関する研究, 金沢大学卒業論文, 2019.
- 3) 瀧はるな：洪水による建物敷地洗掘を考慮した家屋被害推定に関する研究, 金沢大学卒業論文, 2020
- 4) 桑村仁：建築水理学水害対策の知識, pp.73-95, pp.107-125, 2017.
- 5) 高橋保, 中川一, 加納茂紀：洪水氾濫による家屋流失の危険度評価, 京大防災研究所年報第 28 号 B-2, 1985.4.
- 6) 福岡捷二, 川島幹雄, 横山洋, 水口雅教：密集市街地の氾濫シミュレーションの開発と洪水被害軽減対策の研究, 土木学会論文集 No.600, 1998.
- 7) 国土交通省水管理・国土保全局河川環境課水防企画室 国土技術政策総合研究所 河川研究部 水害研究室:洪水浸水想定区域作成マニュアル第4版, pp.ix-xiii, http://www.mlit.go.jp/river/shishin_guideline/pdf/manual_kouzuishinsui_1507.pdf, (2019/12/12 閲覧).