

令和 6 年 6 月 14 日現在

機関番号：13301

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2021～2023

課題番号：21K04585

研究課題名(和文) 基礎地盤と家屋抵抗強度を考慮した洪水氾濫時における家屋被害軽減手法の開発

研究課題名(英文) Mitigation of Damage to Houses during Flood Inundation by Considering Foundation Soil and Resistance Strength of Houses

研究代表者

村田 晶 (Murata, Akira)

金沢大学・地球社会基盤学系・助教

研究者番号：30283097

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,200,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、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、洪水流に対する家屋の安全性を判断するための指標を提案することを目的とする。建物抵抗力には建物特性だけでなく建物敷地の状態が大きく関わっていることから、本研究では家屋密集度や洪水流による敷地の洗掘を考慮に入れ、指標作成の際補正できるかどうかを検討する。指標を作成するにあたり、近年で被災した洪水被害について分析したものをデータとして用いた。また、指標の妥当性を検証するため、令和元年東日本台風による洪水で被災した長野県長野市穂保地区を対象に評価した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

近年、ゲリラ豪雨や台風、線状降水帯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も甚大な被害をもたらされることは少なくない。それら洪水被害を背景に、平成27年及び平成29年には水防法の改正がなされた。この法により、想定最大規模の洪水浸水想定区域の拡充や水害ハザードマップの改定がなされた。しかし、家屋における水災害に対する明確な設計基準は存在しないため、洪水時家屋が安全たりうるかの安全性指標を作成することで、その危険性を認識することができ、住民の避難計画等の避難行動の判断の指標とすることができた。

研究成果の概要(英文)：This study examines the relationship between external flood forces and building resistance in flood damage. The objective of the study was to develop an index for determining the safety of houses against flood waters. The study takes into account the density of houses and scouring of the site by flood waters, because the building resistance is not only related to the building characteristics but also to the condition of the building site. In order to develop a house safety index against flood waters, data from recent floods are used. To verify the validity of the index, we evaluated the Hoho area of Nagano City, Nagano Prefecture, which was affected by the flooding caused by the East Japan Typhoon in 2019.

研究分野：災害軽減工学

キーワード：洪水流 家屋被害 安全性評価指標

1. 研究開始当初の背景

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が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。

2. 研究の目的

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。

3. 研究の方法

(1) 洪水時の家屋被害推定

既往の研究¹⁾²⁾³⁾から、流体力 P_D は以下のように表す。

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

ただし、 C_D :抵抗力係数単体家屋 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。

(2) 洗堀による補正

洗堀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、写真-1のように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として考慮する。具体的には、洗堀に関わる因子として、流速、家屋敷地地盤、外壁素材の3点を考え、家屋耐力を洗掘係数 S_v で除することで考慮する。洗掘係数 S_v は以下の式で表す。

$$\text{洗掘係数 } S_v = f(\text{流速}) \times (\text{外壁} \cdot \text{敷地地盤係数}) \quad (3)$$

外壁・敷地地盤係数については以下の表-1で定義する。外壁については土壁、板壁、トタン、モルタル、サイディングの5種類で分類し、トタンとサイディングの外壁の家屋に対して補正をかけ



写真-1 洪水氾濫流による住宅の洗掘被害

表-1 外壁・敷地地盤係数

外壁素材	家屋敷地地盤	外壁・敷地地盤係数
トタン サイディング	土	1.4
	犬走り	1.2
	コンクリート	1

外壁素材	家屋敷地地盤	外壁・敷地地盤係数
土壁 板壁 モルタル	土	1.0
	犬走り	
	コンクリート	

敷地地盤については土、犬走り、コンクリートの3種類で分類し、敷地地盤が土である家屋と犬走りがある家屋に対し補正する。

(3) 家屋耐力と流体力指標の相関評価

洪水氾濫流の流速推定の方法はマンシングの流速式を用い、次式のように表す。

$$v = \frac{1}{n} R^{\frac{2}{3}} I^{\frac{1}{2}} \quad (4)$$

ただし、 v :流速(m/s)、 n :粗度係数($m^{-\frac{1}{3}} \cdot s$)、 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-2 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。また、径深 R は次式で表す。

$$R = \text{流積}/\text{潤辺} = BH/(2H + B) \quad (5)$$

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 は国土地理院地図を用い、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穂保地域の現地調査データを用いる。

4. 研究成果

流速推定結果から求めた流体力指標 v^2h と家屋耐力の相関について図-1 に示す。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する。しかし、一部家屋では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再補正する必要がある。

参考文献

- 1) 朴木り子：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。
- 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)。

表-2 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
	〃(ベーピングあり)		0.012
	塩化ビニル管		0.010
ライニングした水路	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
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
整正断面水路		0.025 0.033	0.030
自然水路	非常に不整正な断面，雑草，立木多し	0.075 0.150	0.100

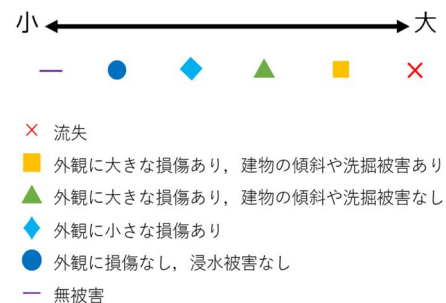
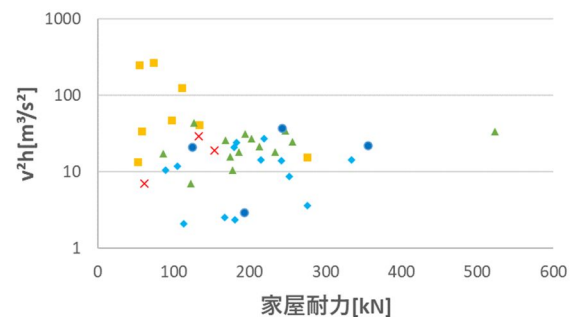


図-1 家屋耐力と流体力指標との相関

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計1件（うち査読付論文 1件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 1件）

1. 著者名 須田達	4. 巻 16
2. 論文標題 輪島市黒島地区のワクノウチ建築物の耐震性能	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 歴史都市防災論文集	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -

〔学会発表〕 計8件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 0件）

1. 発表者名 村田 晶
2. 発表標題 伝統構法木造建物の耐震性能に関する解析的研究 - 入力地震動特性の影響評価 -
3. 学会等名 日本建築学会北陸支部
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 村田 晶
2. 発表標題 建物敷地洗掘を考慮した洪水時家屋被害推定指標に関する考察
3. 学会等名 日本自然災害学会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 村田 晶
2. 発表標題 マンシ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
3. 学会等名 土木学会中部支部
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Ohori, M.
2. 発表標題 Tsunami Inundation Simulation for the Sonobe Area of Takahama Town in Fukui Prefecture
3. 学会等名 The 20th International Symposium on Geo-disaster Reduction
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 大堀道広, 村田 晶
2. 発表標題 2022年6月能登地方の地震による珠洲市の地震被害と臨時地震観測
3. 学会等名 日本地球惑星連合2023年大会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 須田 達
2. 発表標題 振動台実験に基づく伝統木造建築物の制震ダンパー補強に関する研究
3. 学会等名 日本地震工学会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 須田 達
2. 発表標題 既存木造建築物の低品質コンクリート基礎に関する研究
3. 学会等名 日本建築学会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 須田 達
2. 発表標題 輪島市黒島地区における伝統木造建築物の構造特性と耐震性能
3. 学会等名 日本建築学会北陸支部
4. 発表年 2022年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究分担者	大堀 道広 (Ohori Michihiro) (50419272)	滋賀県立大学・環境科学部・教授 (24201)	
研究分担者	須田 達 (Suda Taturu) (90533571)	金沢工業大学・建築学部・教授 (33302)	

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------