

洪水時の氾濫流による家屋の流失抵抗評価

金沢大学理工学域環境デザイン学類 学生会員 ○朴木 るり子
金沢大学理工研究域地球社会基盤学系 正会員 村田 晶, 宮島 昌克

1. はじめに

近年, ゲリラ豪雨や台風, 激甚化した線状降水帯等の影響により大規模な洪水が発生し, その結果 2015 年関東・東北豪雨では家屋被害が全壊 80 棟, 半壊 7,022 棟, 一部損壊 343 棟, 浸水 12,278 棟, 2018 年西日本豪雨では全壊 6,695 棟, 半壊 10,719 棟, 一部損壊 3,707 棟, 浸水 30,216 棟の被害を受けている. ここで, 家屋における地震, 風, 雪, 火災に対する設計基準はあるが, 氾濫流に対する家屋の抵抗力が不明瞭であるため, 水災害に対する明確な設計基準が存在していない. そのため, 氾濫流に対して居住している家屋がどれだけ耐えうるか認知することで, 住民の避難計画等の判断に用いることができると考える.

そこで本研究では, 木造家屋の耐力と洪水氾濫流による外力である流体力との関係を明らかにするため, 過去の洪水被害の事例から当該地点の浸水深と流速データを収集するとともに, 被災家屋の氾濫流に対する耐力の算出し, 木造家屋の耐力と流体力の相関性を検討する.

2. 木造家屋の耐力と流体力の算出式

2.1 木造家屋の耐力

本研究では, 河川氾濫時に氾濫流が家屋に及ぼす力は主に水平方向であることから家屋の耐力も水平方向の耐力を考えた. 木造家屋の水平方向耐力は終局せん断耐力を用いており, 短期許容耐力を 1.5 倍したもので式 1¹⁾で表される.

$$P_u = 1.5P_a$$

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

ただし, P_u :終局せん断耐力(kN), P_a :短期許容せん断耐力(kN), 基準耐力について, 新耐震基準は 2001 年以降の 1.96kN/m, 旧耐震基準は 2000 年以前の 1.27kN/m を適用する. 単位壁量は cm/m^2 , 床面積は m^2 を単位とする. 在来工法の家屋では地震力が耐力壁だけで抵抗するように考えられていることから式 1 を用いるが単位壁量については表-1

表-1 単位壁量 (単位: cm/m^2)

屋根の形式	階層	1950年 旧耐震基準	1959年 旧耐震基準	1981年 新耐震基準
軽い屋根の場合	2F	8	12	15
	1F	12	21	29
重い屋根の場合	2F	12	15	21
	1F	16	24	33

を参考にする.

2.2 流体力

流体力とは構造物が氾濫流に囲まれた状態で構造物に作用する力として定義する. 洪水時に氾濫流が家屋に与える水平方向の力は式 2²⁾に示す.

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

ただし, C_D :抗力係数, ρ :流体の密度(kg/m^3), v :流速(m/s), B :流れ直交方向の構造物の幅(m), h :浸水深(m)である. 抗力係数 C_D は 2.128, 流体の密度は $1,000 \text{ kg/m}^3$ を用いる.

3. 木造家屋の耐力と流体力の関係

木造家屋の耐力と流体力の関係を検討するにあたって, 本稿は 2015 年関東・東北豪雨と 2018 年西日本豪雨の洪水被害を対象とする. 木造家屋の耐力は式 1 を基に, 被害状況から 1 階耐力を算出する. ここで, 1 階耐力を算出するために必要となる 1 階床面積は, 基盤地図情報ビューア Version4.00³⁾と Googlemap を使用して求める. また, 築年数については, 国土地理院による地図・空中写真閲覧サービスと Googlemap による外観写真から判断する. 流体力は F_u 値を直接用いず, $v^2 h (\text{m}^3/\text{s}^2)$ を流体力の指標として用いる.

まず, 関東・東北豪雨で被害があった鬼怒川決壊地点の常総市三坂町地区の家屋 13 棟と西日本豪雨で被害があった西予市野村地区の肱川左岸の家屋 3 棟を対象とし, 式 1 と式 2 からこれらの家屋が完全倒壊し始める $v^2 h (\text{m}^3/\text{s}^2)$ を算出した. これらの

算出した v^2h (m^3/s^2) の値と家屋耐力との関係を示したものを図-1 に示す。ここで、「完全倒壊」とは氾濫流によって家屋が完全に崩壊、あるいは流失することを意味する。次に、関東・東北豪雨の氾濫時の v^2h (m^3/s^2) 推定値と家屋耐力との関係について図-1 に示す回帰直線を用いて比較する。回帰直線は、佐藤ら⁹⁾による研究から、家屋に何らかの被害が発生し始める $1.5m^3/s^2$ 以上で考える。その結果は図-2 に示す。図に示す凡例 1~5 は関東・東北豪雨の被害家屋のデータで、30 棟が対象である。うち凡例 1~4 は鬼怒川決壊地点の三坂町地区にある家屋で、凡例 1~3 は決壊口直下に立地する家屋である。家屋の被害別に、凡例 1 は完全倒壊家屋、凡例 2 は構造躯体が無事で敷地に残留した家屋、凡例 3 は構造躯体は無事だが原位置からの滑動(流失)が確認された家屋とする。凡例 4 は決壊口から約 460m 離れた地点の家屋を示す。凡例 4 のすべての家屋は構造躯体が無事で敷地に残留している。凡例 5 は鬼怒川溢水地点付近の若宮戸地区における家屋を示す。ここでの v^2h (m^3/s^2) 推定値について、対象地点の浸水深は映像と二瓶ら⁹⁾による調査報告書から、流速は iRIC2.3 によるシミュレーションの外水氾濫結果⁹⁾から算出する。回帰直線よりも上側にプロットされる家屋は完全倒壊を免れる家屋を、下側にプロットされる家屋は完全倒壊する家屋を意味する。以上より図-2 に示すように、凡例 2, 4 が直線上側にプロットされているのは実被害状況と一致している。しかし、凡例 1 はすべて直線下側に、凡例 5 はすべて直線上側にプロットされるべきだが、一部結果が整合していないという結果になった。

4. おわりに

今回、家屋の耐力と v^2h (m^3/s^2) の関係を示したが、洪水時の家屋の被害状況が一部整合しなかった。その原因として、家屋の耐力が床面積に比例するため、新築で丈夫な家でも床面積が小さいと耐力がない家として計算されてしまうことや家屋によって実際に用いている耐力壁量と建築基準で定められている必要耐力壁量との間に差があることがあげられる。したがって、対象家屋の条件によって補正係数のようなものを考慮し、家屋の耐

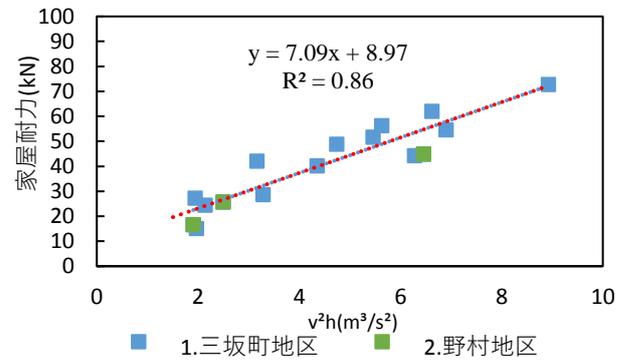


図-1 家屋耐力と流体力指標との関係

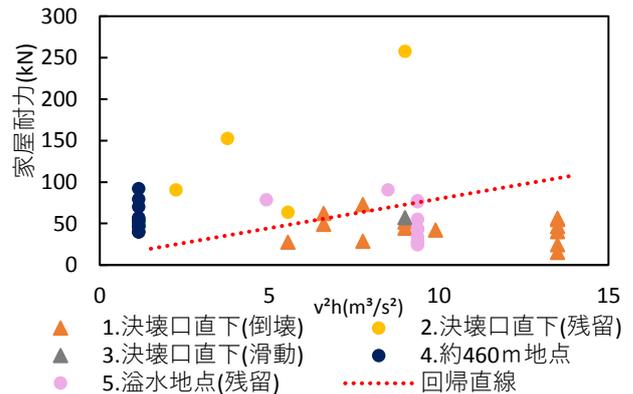


図-2 回帰直線と推定値との比較

力あるいは流体力の指標を改善していく予定である。

参考文献

- 1) 国土交通省：洪水浸水想定区域作成マニュアル第4版，http://www.mlit.go.jp/river/shishin_guideline/pdf/manual_kouzuishinsui_1507.pdf (2018/11/29 アクセス)。
- 2) 桑村仁：建築水理学水害対策の知識，pp.73-95, pp.107-125。
- 3) 国土地理院：基盤地図情報ダウンロードサービス <https://fgd.gsi.go.jp/download/menu.php> (2018/10/10 アクセス)。
- 4) 佐藤智，今村文彦，首藤伸夫：洪水氾濫の数値計算および家屋被害について—8610号台風による吉田川の場合—，第33回水理講演会論文集 pp.331-336, 1989年2月。
- 5) 2015年関東・東北豪雨災害 土木学会・地盤工学会 合同調査団関東グループ：平成27年9月関東・東北豪雨による関東地方災害調査報告書，p.56, 2015。
- 6) 石上元春：2015年鬼怒川洪水の外水氾濫における建築構造物の危険性評価，<http://www.mmm.muroran-it.ac.jp/~ootabo/mizukan/pdf/2015/2015ishigami.pdf> (2018/11/12 アクセス)。