

洪水による建物敷地洗掘を考慮した家屋被害推定指標に関する研究

金沢大学理工学域環境デザイン学類 学生会員 ○瀧 はるな
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、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おり、令和元年台風19号では全壊3,077棟、半壊24,809棟、一部損壊25,543棟、浸水37,629棟、令和2年7月豪雨では全壊1,622棟、半壊4,415棟、一部損壊3,588棟、浸水6,701棟の被害を受けている。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、洪水時の避難的的確な判断を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

洪水時の家屋被害推定指標については、平成30年7月豪雨と平成27年関東・東北豪雨、令和元年台風19号の家屋被害を基に作成した^{1), 2)}。この時、氾濫流が家屋に及ぼす力は主に水平方向であることを考慮し、

外力は流体力のみとした。氾濫流が家屋に与える水平方向の力を次式で表す。

$$P_D = C_D \frac{1}{2} \rho v^2 \cdot B h (N) \quad (1)^3$$

ただし、 C_D :抗力係数単体家屋 2.128⁴⁾、家屋群 1.2⁵⁾、 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。

家屋の耐力も水平方向を考え、単位壁量から1階の耐力を算出する方法をとった。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。

$$P_u = 1.5 \times \text{基準耐力} \times \text{単位壁量} \times 1 \text{階床面積} \quad (2)^6$$

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回帰直線を用いて比較する。この時、耐力の小さい家屋であっても床面積が大きいと家屋耐力も大きく算出されるため、一部の被害と整合が取れないことを考慮し、家屋耐力を単位面積当たりの家屋耐力 p_u として検討する。

3. 家屋の洗掘被害について

3.1 鬼怒川左岸(茨城県常総市三坂町)地域

平成27年9月関東・東北豪雨により洪水被害の発生した鬼怒川左岸の三坂町地区で行った家屋19棟の現地調査⁷⁾では2000年以降に建築された比較的新しい家屋である3棟で洗掘被害を確認している。この3棟と残留した家屋1棟を除く15棟はいずれも調査時点で築30~40年以上であった。

この地区は微地形区分では微高地に分類されており⁷⁾、標高は15.0~16.5mの範囲にある。ボーリング調査記録⁸⁾の存在する700m程離れた地点も微高地の分類であり、表土下の火山灰質砂層の標高が15.95mと現地調査した地域との標高差が小さいため、三坂町地区もこれに類似した地質構造になると推測できる。良質な支持層の N 値としては粘性土層で20

以上、砂質土層で30以上が目安とされている⁹⁾がこの地区では N 値がこの目安の値を満たしていない。

3.2 千曲川左岸(長野県長野市穂保)地域

令和元年台風19号により洪水被害の発生した千曲川左岸の穂保地区決壊口直下の家屋84棟についての現地調査²⁾では24棟で洗掘被害を確認している。建築年別でみると、築40年以上が34棟中10棟、築40年～18年が38棟中9棟、築18年未満が14棟中5棟となっており、築年数18年未満の家屋が多く洗掘されている傾向にある。

この地区は微高地に分類されており⁷⁾、標高は331.0~334.0mの範囲にある。決壊した堤防上で行われたボーリング調査⁸⁾では盛土下の粘土混じりシルト層の標高は329.2mであり、現地調査した地区との標高差がそれほど大きくないために、類似した地質構造になると推測できる。穂保地区の N 値は良質な支持層の目安⁹⁾を満たしておらず、軟弱地盤に多い粘土やシルトで構成された層が地表近くに多い。

3.3 洗掘を考慮した家屋耐力について

2つの地区の調査に基づく、地盤の N 値が小さいと家屋が洗掘されやすく、建築からの年数が短い家屋だと洗掘されやすい傾向があるという結果となった。また、現地調査^{1), 2)}から、堤防決壊口付近や氾濫流の真上等流速が大きいところで洗掘が起きやすくなっている。そこで、洗掘を受けた家屋に対し、家屋に対する洗掘の影響について、洗掘係数 s_v を用いて評価する。なお s_v は流速 v の関数とし、家屋耐力 P_u に乗ずることとする。ここで、分析には平成30年7月豪雨と平成27年関東・東北豪雨の現地調査データ¹⁾のうち倒壊、流失または洗掘を受けた家屋のデータを用いる。

洗掘係数が $0.21v$ の時の家屋耐力と流体力指標の関係を図-1に示す。相関関係を表す R^2 値は0.914となった。ここで、洗掘補正を行っていない場合の R^2 値は0.908であり、洗掘補正を行ったことで回帰式の精度が多少高まったと言える。特に、図中の赤丸で示した洗掘によって流出した家屋について、相関関係が改善されたことに着目している。

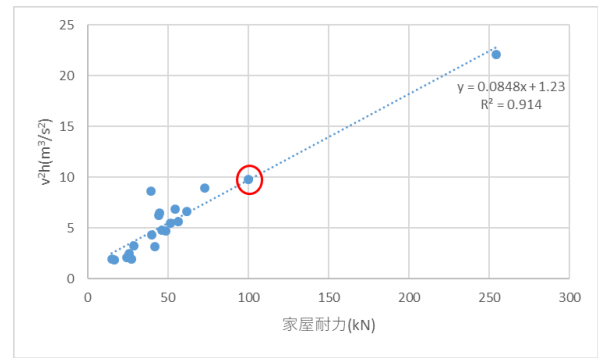


図-1 洗掘補正後の家屋耐力と流体力指標の関係

4. まとめ

被害の推定指標に洗掘を考慮することによって指標の精度が上がった。洗掘を考慮した家屋被害の推定指標について実際の被災家屋との整合性がとれているか、過学習になっていないかの検証を行い、さらに洗掘係数 s_v について考慮すべき要素を考察することで、提案する指標の改善を行う。

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) 桑村仁：建築水理学水害対策の知識，pp.73-95，pp.107-125，2017。
- 4) 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。
- 5) 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。
- 6) 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)。
- 7) 国土交通省国土地理院：治水分類図(更新版)，<https://maps.gsi.go.jp/#16/36.096074/139.965434/&base=std&ls=std%7Clcmfc2&blend=0&disp=11&vs=c1j0h0k0l0u0t0z0r0s0m0f1>，(2020/10/20 閲覧)。
- 8) 国土地盤情報検索サイト KuniJiban，<http://www.kunijiban.pwri.go.jp/viewer/> (2020/10/25 閲覧)。
- 9) 農林水産省：工事監督必携 第5編参考資料編，<https://www.maff.go.jp/j/nousin/seko/gizyutu/attach/pdf/index-1.pdf>，(2020/12/12 閲覧)。