

遮蔽物を有する家屋に作用する氾濫流荷重に関する実験的研究

徳島大学 学生会員 ○岡本 拓真 徳島大学大学院 武藤裕則
 徳島大学大学院 田村隆雄

1.研究の背景と目的：現在の建築物は地震や強風に対する設計技術は進歩しているのに対し、水が引き起こす災害に対しては未だ十分に検討されていない。令和元年に発生した台風第19号では、長時間激しい雨が降り続き、多くの河川で氾濫が発生、住宅の全半壊等63,771棟、住家浸水30,368棟の甚大な被害が出た¹⁾。現在、氾濫流による家屋の破壊限界を検討するにあたっては、家屋の形状や流れに対する向き、上流側の遮蔽物の影響等は無視されている。これらを踏まえて本研究では、家屋模型に作用する氾濫流荷重を直接計測し、家屋の形状や遮蔽物の数、家屋との距離の違いによる氾濫流荷重の変化について考察する。さらに氾濫流荷重に対する建築物の安全性の評価のため、既存建築物の設計で用いられている地震荷重による破壊限界を用い、氾濫流荷重による建築物の破壊限界について検証する。

2.家屋に作用する氾濫流荷重に関する実験：実験水路は全長15m、幅100cm、深さ42cmの長方形断面水路である。流量は4.4、12.05、24.73l/s(以下Q1、Q2、Q3という)の3パターンで行った。氾濫流荷重による抗力を計測する家屋の模型(以下、計測家屋という)は、一般的な家屋に多く見られる立方体、直方体、L字型を用意し、遮蔽物には立方体と同じ大きさのものを設置した。

新築建築物の構造や階数に関する統計¹⁾から木造2階建てを実験対象とする。計測家屋及び遮蔽物の大きさは新築建築物の床面積を棟数で割ることで算出している。図1は計測家屋の立体図を示す。直方体とL字型は各辺の長さが異なるため、図2のように氾濫流に対し計測家屋の設置方向を変え抗力の違いについて考察する。

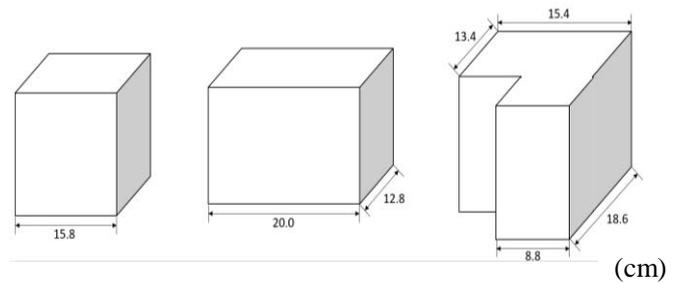


図1 計測家屋の立体図

ここで式(1)より算出されるそれぞれの計測家屋に作用する単位幅あたりの終局地震力を表1に示す。

$$P_E/B = C_E \cdot \sum_{i=1}^n w_i \cdot L \quad (\text{kN}) \cdots \cdots (1)$$

ここに、 P_E は終局地震力、 C_E は地震ベースシア係数とし桑村²⁾より0.5、 B は構造物の幅、 L は構造物の長さ、 w_i は単位床面積当たりの重量とし最上階では1.5、その他では2.5としている。また全国の中核都市の家屋密集地における家屋総面積が対象領域面積に占める割合は10~40%がほとんど³⁾であることから、家屋が等間隔で整列していると仮定すれば、家屋間隔1と家屋幅bの比1/bは0.7~2.3に相当する。実際には公園や空き地などでこれよりも家屋間隔が広くなることを考慮し、本実験では1/b=1,2,3とし、遮蔽物を図3のように設置した。

立方体	直方体		L字型			
	(w)	(n)	(ur)	(dr)	(dl)	(ul)

図2 計測家屋の設置パターン

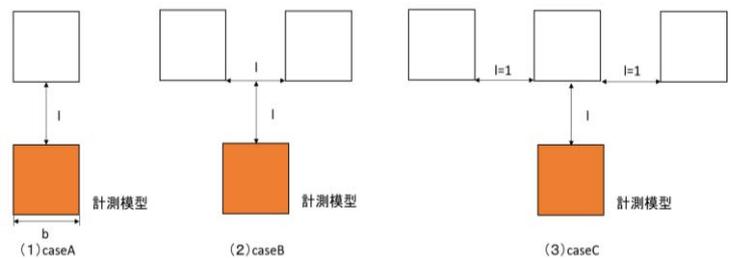


図3 遮蔽物の配置パターン

表1 各形状の単位幅あたりの終局地震力

形状	立方体	直方体w	直方体n	L字型ur	L字型dr	L字型dl	L字型ul
終局地震力(N)	6.32	5.04	8.00	6.55	5.42	6.55	5.42

3.実験結果および考察： 図4は各形状と抗力の関係を示す。立方体と比較した際、直方体n以外は抗力が上昇した。また流量を増加させても各形状の抗力差にほぼ変化は見られなかった。L字型同士でも抗力が異なっているのは凸部分が家屋前面か後面のどちらかの違いであり、後面にあるほうが抗力は小さくなった。また前面に凸部分があるL字型ur, ulを比較すると、家屋全体の幅に対して凸部分の幅が狭いL字型ulの抗力が小さくなってから、凸部分が抗力に与える影響は小さい。

図5は立方体における遮蔽物の数と抗力の関係について示す。抗力の大小関係は、caseB>単体配置>caseC>caseAとなっている。実験での観測によれば caseB では遮蔽物に衝突した水が中央に集められ計測家屋前面の水位を上昇させた、また caseC では家屋正面に位置する遮蔽物によって作られた後流域が左右の遮蔽物によって中央に集められた水によって阻害されている状況が見られた。

図6は各形状の単体配置と caseB(l/b=3)の抗力の関係を示す。図中の黒丸で囲んだものが caseB で抗力が単体配置より上昇したものであり、各形状で caseB では抗力が上昇する傾向にあることが言える。また立方体、直方体w、L字型dlについて、Q3における単体配置と caseB との抗力比を図中に示している。

図7は立方体、直方体w、L字型dlについて現行の耐震設計に基づく氾濫流荷重による家屋の破壊限界に図6で示した抗力比を適用したものを示す。氾濫流荷重に対する家屋の安全性について、現行の耐震設計に基づく破壊限界を検討しても想定以上の抗力がかかる可能性があるため安全性を確保できていないことがわかる。

4.まとめ：本研究の結果から、遮蔽物の配置の仕方によって氾濫流による抗力は変動し、住宅街のような家屋が密集している箇所では、家屋間隔や流量によっては抗力が単体配置の場合よりも大きくなる可能性がある。今後の課題として、水平方向以外の抗力や漂流物の衝突なども考慮しなければならない。

5.参考文献：1)消防庁「令和元年台風第19号による被害及び消防機関等の対応状況(第64報)」(<https://www.fdma.go.jp/disaster/info/items/taihuu19gou64.pdf>)(参照 令和2年1月10日)、2)桑村仁：建築水理学～水害対策の知識～、pp25-28, pp99-100, 技報堂、2017.7、3)福岡捷二、川島幹雄、横山洋、水口雅教：家屋群に作用する氾濫流の流体力に関する実験的研究、水工学論文集第41巻、pp693-698、1997.2

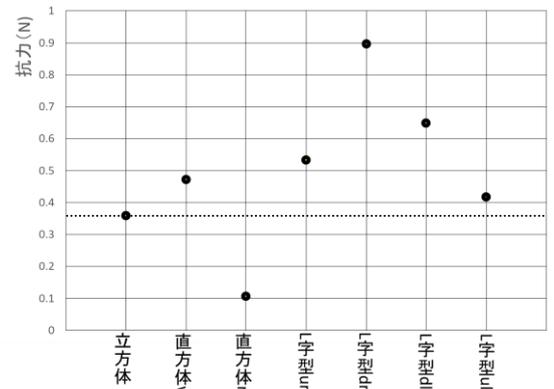


図4 各形状と抗力の関係

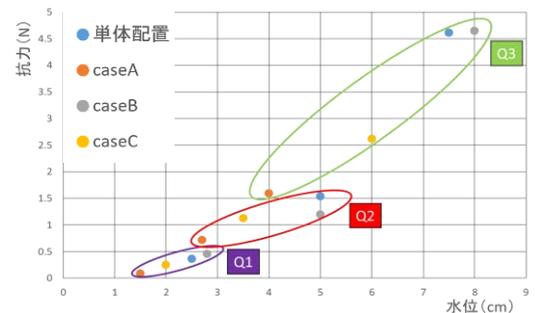


図5 遮蔽物の数と抗力の関係

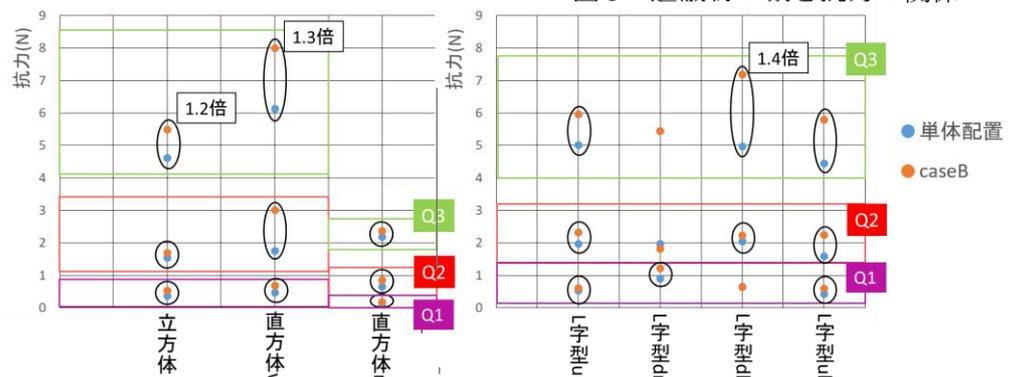


図6 各形状の単体配置と caseB の抗力の関係

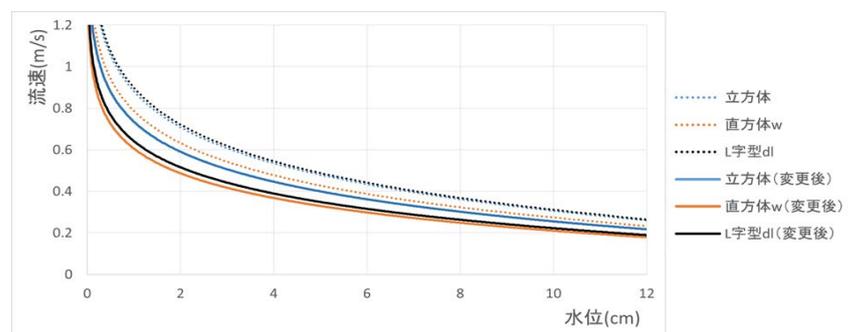


図7 破壊限界曲線