

家屋に作用する氾濫流の流体力に関する基礎実験 Fundamental Experiment of Hydrodynamic Forces Acting on Buildings

○松井春樹・川池健司・山野井一輝・小柴孝太

○Haruki MATSUI, Kenji KAWAIKE, Kazuki YAMANOI, Takahiro KOSHIBA

Flood analysis is critically important for disaster preparedness; however, the current standard method proposed by the Ministry of Land, Infrastructure, Transport, and Tourism utilizes uniform resistance coefficients in the calculation domain for buildings within flood flows, leading to insufficient evaluation of building resistance. Enhancing the treatment of building resistance in flood analysis requires crucial experiments directly measuring the fluid forces acting on houses. Therefore, this study conducted foundational experiments using cost-effective, easily removable instruments not previously employed in existing research to directly measure the fluid forces on houses in flood flows. The results, consistent with previous studies, confirmed the validity of the new measurement devices. Future work aims to enhance precision and conduct experiments in settings more representative of urban environments. (121 words)

1. はじめに

近年頻発する豪雨災害のソフト面での対策として、氾濫解析は有効である。

国土交通省が提示する浸水想定区域図作成マニュアル¹⁾においては氾濫解析の標準的な手法が示されており、この中で氾濫流中の建物群は空隙率及び抗力係数を与えることで表現されている。抗力係数は一律に与えられているが、元となっている栗城ら²⁾の実験では、直接抗力を測定しておらず、水深・流速等のその他の水理量から逆算的に算出しているうえ、ばらつきが小さいとは言えない結果を平均することにより算出している。したがって、現行の計算では建物の抗力について十分に評価できているとは言いがたい。

直接家屋に作用する氾濫流の流体力を測定し、抗力係数を算出している研究は多くはないもののいくつかある(例えば^{3), 4)}が、その多くが高価な分力計を用いて単体家屋に働く力のみを測定している。実都市における家屋に働く流体力の知見を得るためには複雑な家屋配置で複数点での計測が望ましいため、場所を選ばず計測可能な安価な計測機器が必要である。

そこで本研究では、安価で取り外しがしやすい手軽な計測機器を作成し、実際に直接流体力を測定する実験を実施することで、新たな計測技術の開発及びデータの蓄積を目的とする。

2. 実験概要

(1) 実験条件

実験は宇治川オープンラボラトリーの幅 1m, 長さ 20m, 水路勾配 1/1000 の直線水路(図-1)にて実施した。水路中央付近に一辺 10cm の立方体の家屋模型を設置し、これに計測機器を設置し、諸量を計測した。本稿で示す実験は、流入流量を 9.4L/s とし定常状態で実施したものである。

(2) 計測機器

中川ら⁵⁾を参考に、模型に加わる力をひずみから逆算することにし、内部にひずみゲージを搭載した市販のロードセル(Sensorcon 製)を用いて計測を実施した。このロードセルを家屋模型に固定し、水路床との間に 1mm 未満の隙間が空くように上からつるした。これは模型底部と水路床との隙間に生じる圧力差を無視するために、その隙間をゼロに近づけた結果である。また流体力を測定するロードセルとは別に、家屋模型の前後に超音波変位計を設置し、水深を測定した。計測機器の設置の様子は図-2 の通りである。

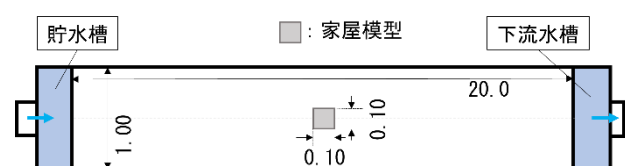


図-1 実験水路の平面図 (単位は m)

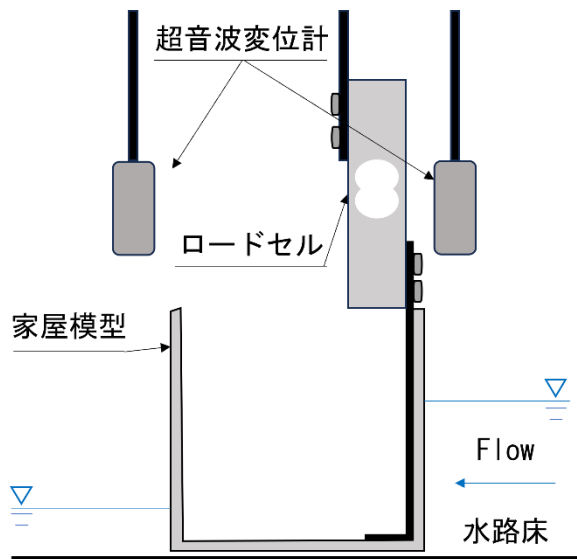


図-2 家屋模型と計測機器

3. 結果・考察

ロードセルの出力値の妥当性を検証するために、福岡ら³⁾により実証されている静水圧モデルと比較した。静水圧モデルは計測した水深から式(1)により家屋に作用する流体力 D を計算した。

$$D = \frac{1}{2} \rho g (h_1^2 - h_2^2) b \dots (1)$$

ここに、 h_1 ：家屋前面水深、 h_2 ：家屋背後の水深、 b ：家屋幅である。

表-1 にロードセルから出力された流体力及び、実験で得た水深から静水圧モデルにより算出した流体力を示す。なおロードセルの値は定常状態 60 秒間の平均値であり、静水圧モデルに用いた水深の 2 乗差も同様である。

表-1 実験結果

	流体力 (N)
ロードセル	0.222
静水圧モデル	0.230

表の値だけを比較するとある程度の妥当性が確認でき、新たな流体力計測機器としての可能性が創出できた。しかし、建物前後の水深は中央 1カ所ずつしか測定しておらず、模型と水路床の隙間

に関しても検証不十分であるため精度の向上は不可欠といえる。さらに 1 ケースのみの平均値であるので、今後実験ケースを増やし評価する必要がある。

また、抗力係数の算出のためには流速が必要であるから、今後の実験では流速も計測する予定である。

4. おわりに

本稿では新たな計測機器の概要と導入の実験を示した。実験データは不足しているものの、新たな計測機器の一定の妥当性は確認された。今後は計測機器の妥当性を補強する実験を実施するとともに、既往の研究ではデータが少ない非定常状態での実験や実都市に近い条件での実験等を実施していく予定である。

謝辞：本研究を遂行するにあたり、宇治川オープンラボラトリー技術職員の中本幹大さん、三浦勉さんには技術的な協力をいただきました。ここに記して感謝の意を表します。

参考文献

- 1) 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: 洪水浸水想定区域図作成マニュアル (第 4 版), 2015.
- 2) 栗城稔, 末次忠司, 海野仁, 田中義人, 小林裕明: 氾濫シミュレーションマニュアル (案), 土木研究所資料第 3400 号, 1996.
- 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検討, 水工学論文集, 第 41 巻, pp.693-698, 1997.
- 4) 河原能久, 伊藤康, 内田龍彦, 家藤憲司: 非定常流中の建物に作用する流体力の直接測定, 水工学論文集, 第 53 巻, pp.979-984, 2009.
- 5) 中川一: 洪水および土砂氾濫災害の危険度評価に関する研究, 京都大学博士論文, 1989.