

浮力による木造家屋の浮き上がりに関する実験的研究

徳島大学 学生会員 ○海津亮輔 徳島大学 正会員 武藤裕則・田村隆雄

1. 研究背景と目的：近年気候変動の影響により、大雨の発生頻度や降水量の増大が予想されており、大規模な水災害が発生する懸念が高まっている。住宅の浸水被害は、建物が破壊、流出するだけでなく、人に激突する恐れや、道路が封鎖され復旧作業の妨げになる恐れがある。木造家屋では家屋が浸水すると、小屋裏の空気溜まり・各階床下の空気溜まり・壁内の空間・木材の容積で浮力が発生し、これが接合金物の耐力と家屋重量を上回ると家屋全体が浮き上がる。本研究では、木造建築物への浸水が引き起こす浮力による浮き上がりを2種類の模型を使用して実験し、浮力が建築物に与える危険性を検討した。

2. ホールダウン金物：浮力による木造建築物の被害を防ぐために、引抜き力（浮力が柱を土台から引き抜く力）について考える必要がある。重力（「柱の自重+支える建物の重さ+積載する家具の重さ」）が引抜き力を上回るうちは問題ないが、引抜き力が重力を上回ると、構造物が破断するリスクが生じる。これを防ぐために、2000年「建設省告示1460号」ではホールダウン金物の取り付けが義務付けられた。ホールダウン金物のサイズは、10kN用～30kN用があり、柱に生じる引き抜き力に応じて選定する。

3. 浮力が木造建築物に与える影響に関する模型実験：実験水路は全長8.0m、幅100cm、深さ30cm、水路勾配1/200の長方形断面水路で、水路途中に縦180cm、横75cm、深さ40cmのトレンチがある。実験は、静水実験と等流実験の2パターンで行った。静水実験ではトレンチ内に水を既定の浸水深に合わせた。等流実験では定常流量13.0l/sec、水深4.0cmで通水を行った。実験に使用した模型について図1に示す。木造住宅の床下構造と1階部分を再現し、床下構造については、通気口とネコ土台の2種類とした。模型に作用する水平力と鉛直力（浮力）を、三分力計を用いて測定した。

4. 実験結果および考察：図2に結果を示す。グラフは、縦軸は力(N) = 浮力(N) - 模型の重量(N) - 模型内部の水の重量(N)を表しており、正が鉛直上向きの力、負が鉛直下向きの力となっている。また、横軸は時刻(秒)を表しており、水が模型に浸かる直前から計測を開始し、30分後に終了した。図中の○は、模型内部と外部の水位差が最も大きくなった時点であり、模型にかかる鉛直上向きの力が最大となる。

図3に実験結果の比較を示す。静水実験における床下構造の違いを比較すると、ネコ土台の方が鉛直上向きの力が大きい。ネコ土台の通気部分は高さが小さいため、水が床下内部に侵入する際に空気の逃げ道が無くなり、床下全体に空気だまりが発生するため、床下内部への浸水が少ないことが原因である。また、静水実験と等流実験を比較すると、力の最大値への到達時間に大きな差が生じている。これは等流実験の方が、模型が浸水する速度が速く、模型内部と外部の水位差が大きくなるためである。以上より、最も危険な状態は浸水深が高く、建

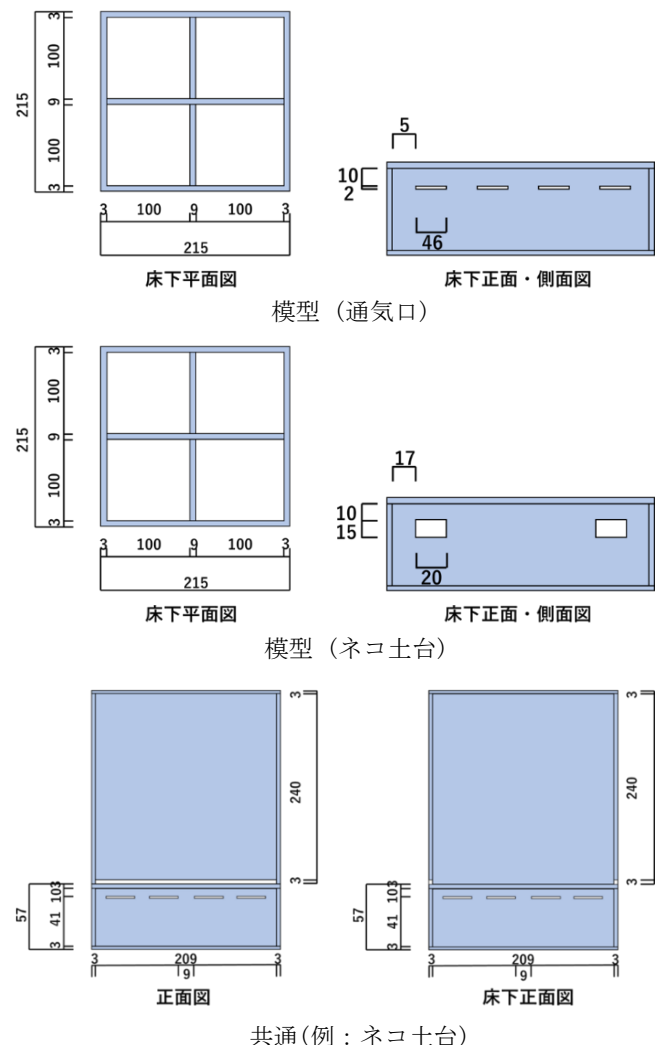


図1 模型(通気口,ネコ土台)の設計図面

物内部に水が入っていない状態であり、空気だまりが発生することによって力の最大値が増加する。さらに、浸水速度が速ければ力の最大値に到達する時間は短くなる。

5. 浮力による実際の木造建築物への影響：模型実験の結果を踏まえ、実際の木造建築物にかかる浮力について考察した。実験

模型の縮尺 1/10 に基づき床面積 4.37m²、高さ 0.58m の床下構造と高さ 2.40m の1階部分を持つ小規模な木造建築物（以後、小規模建築物と呼ぶ）について考えた。また、模型内外の水位差が大きいほど浮力が増

大していたことから、小規模建築物に水が入っていない状況を想定した。小規模建築物の浮力値は浸水深ごとに理論式 $P = \rho gV$ を用いて求め、木造2階建の面積当たりの自重、ホールダウン金物（告示により選定）の耐力から、浮力によって柱が土台から引き抜かれる浸水深を算出した。

表1、表2に結果を示す。表の○は、柱が土台から引き抜かれない、×は引き抜かれることを表す。表1から浸水深が床上1.4m以上で柱が土台から引き抜かれ、流出する恐れがあることが判る。実際の被害時では、流体力や漂流物などの激突による水平力が作用し、引抜き力は更に大きくなる可能性もある。表2はホールダウン金物を最も耐力の大きい30.0kN用に変更した際の浮力と耐力の比較を示している。表2から、床上1.8mまで柱が土台から引き抜かれることはないことが判る。また計算上では、床上2.7mまで耐えることが判った。

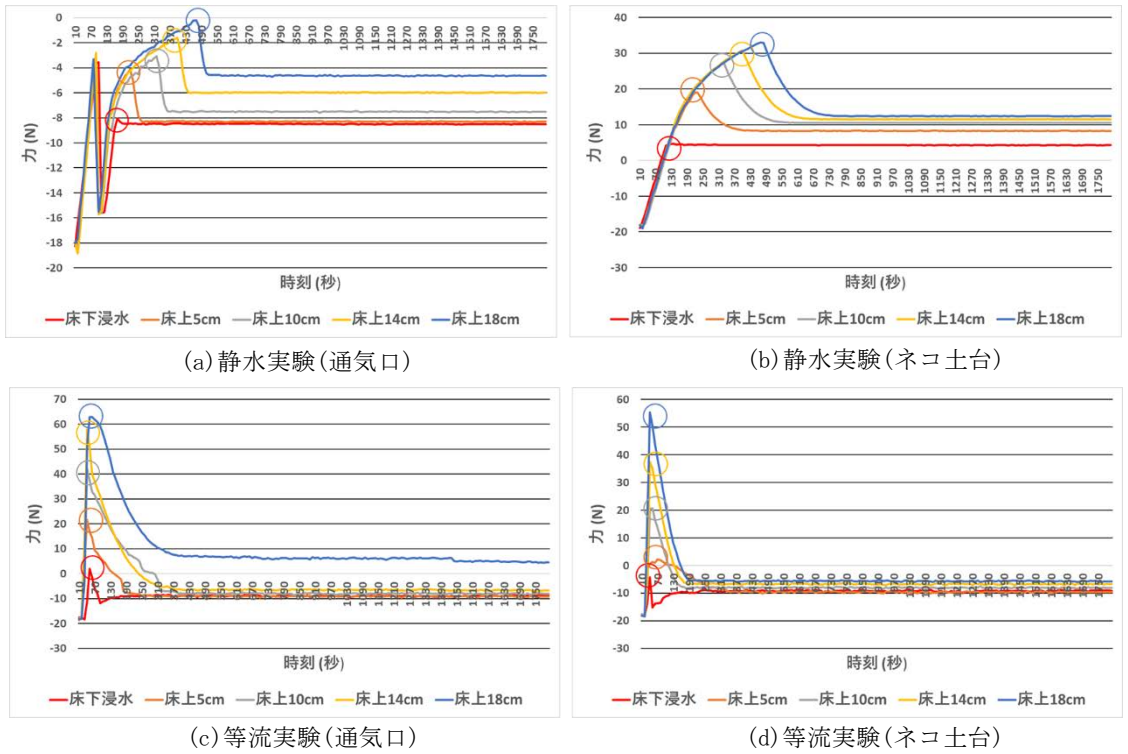


図2 実験結果

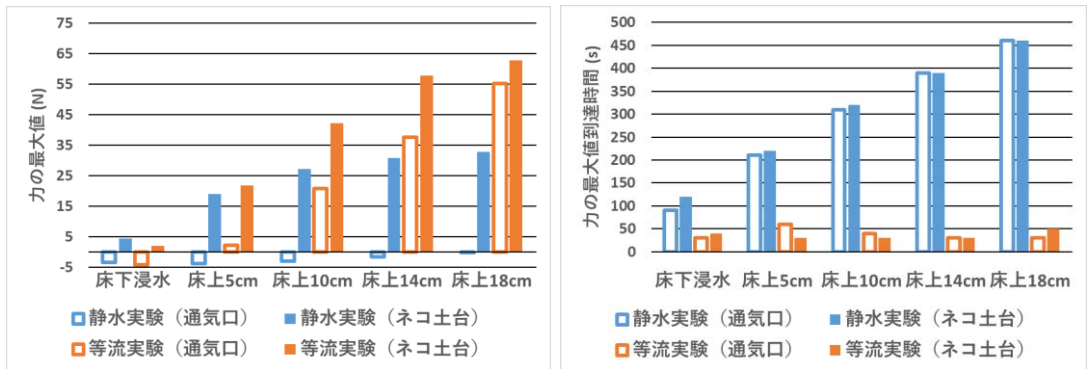


図3 実験結果の比較

	浮力		耐力	
床下浸水	25.9kN	<	85.7kN	○
床上0.5m	48.5kN	<	85.7kN	○
床上1.0m	71.2kN	<	85.7kN	○
床上1.4m	89.3kN	>	85.7kN	×
床上1.8m	107.5kN	>	85.7kN	×

※耐力=小規模建築物の重量+ホールダウン金物の抵抗力

表1 浮力と耐力の比較(15.0kN用の場合)

	浮力		耐力	
床下浸水	25.9kN	<	145.7kN	○
床上0.5m	48.5kN	<	145.7kN	○
床上1.0m	71.2kN	<	145.7kN	○
床上1.4m	89.3kN	>	145.7kN	×
床上1.8m	107.5kN	>	145.7kN	×

※耐力=小規模建築物の重量+ホールダウン金物の抵抗力

表2 浮力と耐力の比較(30.0kN用の場合)