

木造住宅の洪水氾濫被害モードについて

徳島大学 学生会員 ○楠本竜生 徳島大学 正会員 武藤裕則・田村隆雄

1. 研究背景と目的：現在，建築基準法において風圧力や地震力に対する最低限満たすべき基準は定められているが，水害に対する耐水性能の基準は定められていない．近年頻発する水害において建築物が被害を受ける事例が増えており，気候変動の影響によって今後も更に頻度や規模が増大していくことが懸念される．2020年6月に日本建築学会によって提言がなされた¹⁾が，水害による被害の実態把握やデータ蓄積，建築物の耐水技術の開発，水害からの復旧性能の高い建築物の開発等について触れられているものの，水害によって実際に建築物がどのように破壊され，流失するのかということについては未だ詳細は判明していない．本研究では，洪水氾濫によって木造建築物がどのように破壊され，流失するのか，その過程を含めて被害モードと定義し，壁材と軸組の接合部の強度の違いによってこの被害モードにどのような変化が現れるのか，模型を用いて実験を行い，観察する．

2. 壁体模型：壁体模型（図1）は，軸組部材として10mm角のバルサ材を用いて穴幅5mm，穴長さ10mmの打ち抜きほぞとし，壁材として厚さ2mmのコルク板，壁材と軸組の接合部として小鋸6mm：ケースA，10mm：ケースB，太鼓鋸11mm：ケースC（写真1）を用いて作成した．

3. 壁体模型に関する強度試験：壁体模型に関する強度試験として，JIS規格を参考に4つの試験を行った．その結果を以下に示す．①部材の曲げ試験：Smirnov-Grubbs検定²⁾により5%水準での有意性を満たす外れ値を除いた平均値は12.59MPaとなった．②接合部材に関する引き抜き試験：接合部の引き抜き耐力の外れ値を除いた平均値はケースA:2.45，ケースB:5.07，ケースC:10.07(N)となった．また，平均値はケースA～Cにかけて増大するが，それと共にばらつきも増大した（図2）．③ほぞ・ほぞ穴の曲げ耐力算定：平均値はケースA:0.562，ケースB:0.678，ケースC:0.582(N・m)となった．また，ケースBが最もばらつきが大きく，ケースAとCは類似した分布を示した（図3）．④壁面の強度試験：壁面の耐力の平均値は，ケースA:21.03，ケースB:38.95，ケースC:42.87(N)となった．また，接合部同様，平均値はケースA～Cにかけて増大するが，それと共にばらつきも増大した（図4）．

4. 被害モードに関する模型実験：実験水路は全長8m，幅0.5m，深さ0.3m，水路勾配1/200の長方形断面水路である．水路内に壁体模型を設置した後通水し，被害発生の様子を水路の横に設置したビデオ受けのない位置の水路壁に設置したメジャーから読み取り，実験終了後に模型の破損状況を確認した．各ケースそれぞれ30回ずつ実験を行い，得られた被害モードを整理すると，「倒壊して流失しなかったモード」，「倒壊後しばらくして流失したモード」，「一度に流失したモード」，「倒壊も流失もしなかったモード」の4つに分類することができた．

ケースA～Cにかけて接合部の強度が高くなるにしたがって流失しない傾向が強くなるが，倒壊する傾向が強

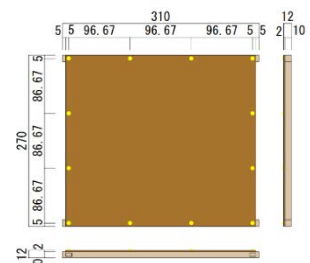


図1 壁体模型の寸法



写真1 左から順に長さ6mm，10mmの小鋸，長さ11mmの太鼓鋸

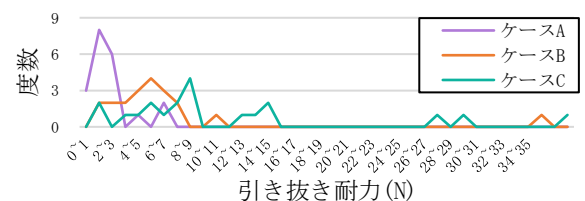


図2 接合部材の引き抜き耐力の分布

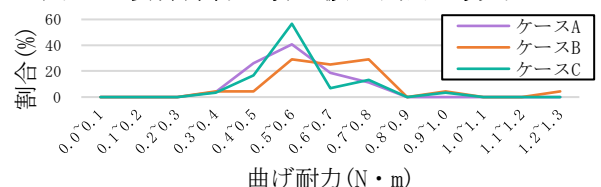


図3 ほぞ・ほぞ穴の曲げ耐力の分布

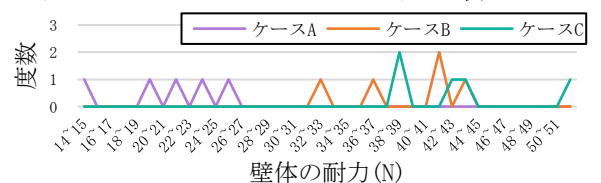


図4 壁面の耐力の分布

くなる。ただし、ある程度以上接合部の強度が高くなると倒壊も流失もしない傾向が弱くなり、一度に流失してしまう傾向が強くなる（図5）。

壁体が耐えることのできる水路床レベルでのモーメントの分布（図6）はほぞ・ほぞ穴の曲げ耐力の分布（図3）と相関があり、ほぞ・ほぞ穴の平均曲げ耐力が弱いケースAとCの場合、壁体の受けるモーメントに対してどのような被害を生じるか不分明であるが、ほぞ・ほぞ穴の曲げ耐力の強いケースBでは壁体の受けるモーメントに対して生じる被害モードが明らかとなる。また、倒壊も流失もしなかったモードにおいて、被害を生じたときに壁体の受けたモーメントの分布（図6）と壁体の強度の分布（図2～4）の間に相関があることを確認できた。しかし、ケースCではこの被害モードを生じておらず、壁体の強度がケースBよりもさらに高くなった場合でも同じ相関がみられるかは不明である。

接合部の仕様に関わらず、ほぞ穴よりもほぞの方が先行して破壊される傾向にあり（図7）、実際の建物において打ち抜きほぞが使用されている場合はこの傾向がさらに強くなると考えられる。

ほぞとほぞ穴を異なる構造体として考えた場合、接合部の強度がある程度以上高いケースB、Cの場合において、ほぞ穴が先行して破壊される場合に倒壊が生じやすく、ほぞが先行して破壊される場合に流失が生じやすい（図8）。また、ほぞ・ほぞ穴を1つの軸組の接合部を担う構造体として考えた場合、倒壊後流失しないモードを生じる際のほぞとほぞ穴の破損傾向は、接合部材の引き抜き耐力（図2）および壁面の耐力（図4）が弱いケースAではほぞ穴よりもほぞの方が破壊されやすいが、ケースB、Cのように強くなると逆転する（図8）。

5. 今後の課題：本研究で用いた壁体模型と実際の建物との間に強度やばらつきの乖離がどの程度存在するか明らかにし、得られた知見の有用性を示すことや、壁体模型では考慮することのできない浮力を考慮し、建築物を代表する直方体模型に関して取り組むことが考えられる。

6. 参考文献：

- 1) 日本建築学会「提言 激甚化する水害への建築分野の取り組むべき課題～戸建て住宅を中心として～」2020年6月 (<https://www.aij.or.jp/jpn/databox/2020/20200629.pdf>) (最終閲覧日:2023年2月8日)
- 2) BioTech ラボ・ノート「実験データの外れ値を統計的に判別する方法」(<https://biotech-lab.org/articles/4954>) (最終閲覧日:2023年2月8日)

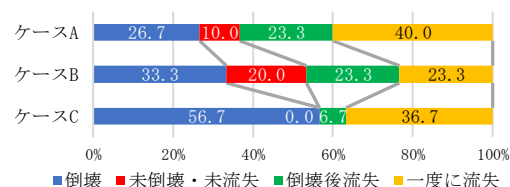


図5 被害モードの傾向

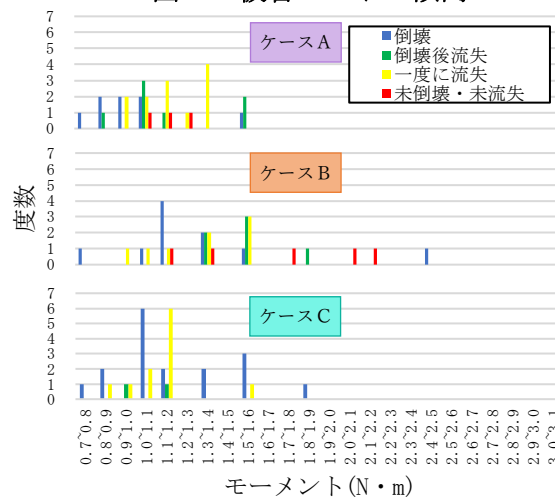


図6 各被害モードにおける被害発生時に壁体の受けたモーメント

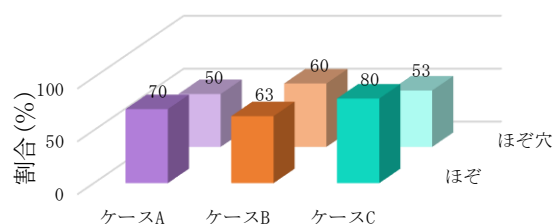


図7 ほぞとほぞ穴の破損傾向

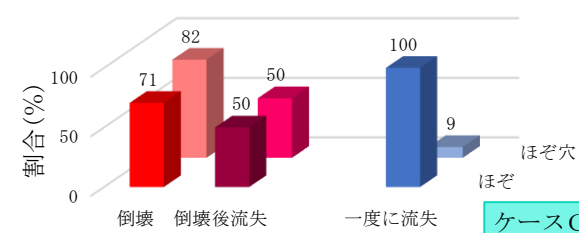
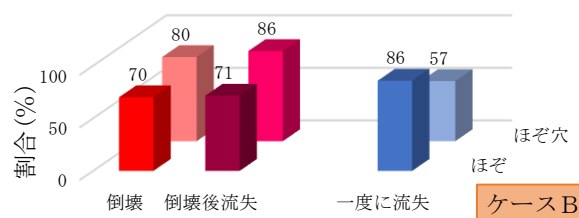
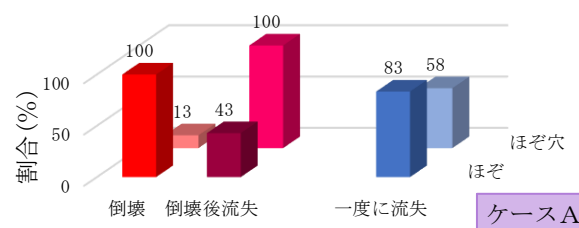


図8 各被害モードにおける破損部位の傾向