

## 4) - 4 自然災害による木造建築物の被害状況の分析【持続可能】

### Analysis of damage to wooden buildings due to natural disasters

(研究開発期間 令和3年度)

材料研究グループ  
Dept. of Building Materials and  
Components  
構造研究グループ  
Dept. of Structural Engineering  
住宅・都市研究グループ  
Dept. of Housing and Urban Planning

槌本 敬大  
TSUCHIMOTO  
Takahiro  
中島 昌一  
NAKASHIMA Shoichi  
木内 望  
KIUCHI Nozomu

山崎 義弘  
YAMAZAKI Yoshihiro  
平野 茂  
HIRANO Shigeru  
黒田 哲也  
KURODA Tetsuya

The 4 existing wood houses built in Hokkaido were subjected to investigate the outside and interior appearance inspection and the biodeterioration of structural members. As a result of analyses on the houses by dividing them into segments, it was found that the incidence of the appearance degradation and the bio-deterioration of structural member were higher than those of the previous investigation conducted in Honshu and others.

On the other hand, R&D case of the flood-resistant specifications for wood houses in the wood house supplier were investigated. In addition, the fluid force acting on the wood house under the flood was theoretically derived.

#### 【研究開発の目的及び経過】

平成30年北海道胆振東部地震によって木造建築物等は選択的に大きな被害を受けたが、被害原因として構造的な不備に加え、木造躯体の生物劣化の影響が少なからずあったと考えられた。そこで、当研究所と北海道立総合研究機構建築研究本部は、共同研究「北海道想定地震に対応した住宅等の復旧・耐震改修技術の開発」（令和2～3年度）を実施した。その一環として既存木造住宅の劣化状況を道総研と共同して調査することを目的とした。

一方、気候変動下で我が国の降水量等が著しく多く、集中的となっており、水害発生頻度が上昇している。これに対して、令和3年に流域治水関連法が公布・施行され、氾濫域の住宅・建築物においても水害対策が必要となった。さらに、R3～R5年度の予定で国土交通省基準整備促進事業「住宅の洪水時の耐浸水性能に関する検討」が開始された。建築制限や耐浸水性能の検討の前提として、流体力作用時の木造躯体の構造安全性の評価が必要であるが、水圧作用時の木造建築物の変形・破壊挙動を実験的に明らかにした既往の事例はない。そこで、内閣府官民研究開発投資拡大プログラム（PRISM）の新規課題として「総合的水災対応型木造建築物の開発」を提案し、本研究ではこれと連携して水害時の木造躯体の抵抗性能に関する理論的検討を行い、住宅メーカーにおける技術開発事例を調査することを目的とした。

#### 【研究開発の内容・結果】

##### 1) 北海道の既存木造住宅の劣化状況の現地調査

道総研北総研と共同して北海道に建つ築41～55年の

木造住宅4棟（写真1）に対して①建築物情報（建築物の基本情報、敷地条件等）、②現況仕様（建築物の基本的な工法、使用材料等）、③局部環境（建築物の周囲の植栽、排水状態等）、④変状（屋根、軒天井、外壁内壁、床組、天井等について、その工法、使用材料等に応じて亀裂、欠落、水しみ痕、傾斜、変色等について調査する）を調査した。B棟のみが木質接着パネル工法で、残りの3棟は軸組構法であった。

建具・内装の撤去作業を行い、全ての構造躯体を露出させて目視・触診調査などを行って、生物劣化の発生している部材とその程度、生物劣化の範囲等を調査し、これをメッシュ分割（図1）して劣化の発生率や現況調査



写真1 北海道旭川市の調査対象住宅4棟の外観と劣化状況の差異について考察した。調査対象住宅4棟の現況の変状や生物劣化の発生率、現況と躯体の関係性

について、本州の103棟の調査結果りと比べて表1に示した。現況の変状の発生率は4棟の平均で38.5%、劣化発生率は4棟の平均で6.2%となり、木質接着パネル工法のB棟が多少低いものの、本州の103棟のそれぞれ8.7%、2.2%より大きな割合となった。現況で変状があったユニットのうち、実際に躯体に生物劣化が発生していた割合(発見率)は4棟の平均で8.5%、躯体の生物劣化が発生したユニットのうち、現況の変状が確認されなかったもの(見落とし率)は4棟平均で36.4%となり、本州の103棟の発見率8.5%とは同程度、見落とし率65.9%より低い割合となった。自然環境の厳しさから現況の変状が多い割には躯体の生物劣化の発生率は同程度であり、現況の変状から見抜けない生物劣化は本州よりも北海道の方が少ない可能性があることを示唆している。



図1 メッシュ分割の例

表1 現況の変状、生物劣化の発生率等の本州との比較

| 調査対象                 | 現況の変状発生率(%) | 生物劣化発生率(%) | 発見率(%)* | 見落とし率(%)** |
|----------------------|-------------|------------|---------|------------|
| A棟                   | 40.8        | 6.0        | 6.8     | 53.1       |
| B棟                   | 30.5        | 1.8        | 4.1     | 20.0       |
| C棟                   | 35.9        | 8.8        | 14.0    | 36.2       |
| D棟                   | 46.7        | 8.2        | 10.8    | 36.4       |
| 平均                   | 38.5        | 6.2        | 8.9     | 36.4       |
| 本州103棟 <sup>1)</sup> | 8.7         | 2.2        | 8.5     | 65.9       |

\*: 生物劣化発生ユニット数/現況変状発生ユニット数、  
\*\*: 現況の変状がないユニット数/生物劣化発生ユニット数

## 2) 水害時の木造躯体の抵抗性能に関する検討

住宅メーカーによる耐浸水性能の向上技術の開発事例を調査した結果、戸内浸水防止対策には、床下換気口止水弁、設備排水等逆流防止弁、建具の止水性能、防水紙の止水性能などが重要であること(図2)が分かった。また、一般的な約106m<sup>2</sup>の総2階に近いプランを有する住宅における浸水深1m時に約160kNの浮力が作用する(図3)ことなどを得た。

浸水によって木造躯体に作用する流体力によって各部に生じる荷重等について理論的に整理し、木造住宅に作用する層せん断力、滑動を生じさせる力(図4)、転倒モ

ーメントをそれぞれ式(1)、(2)、(3)の通り誘導した。また、各浸水深において構造の検定が必要な箇所を整理した。また、戸内浸水を許容するときの耐水害性能の評価は、修復容易性等現状では評価方法が定まらない事項などが浮かび上がった。

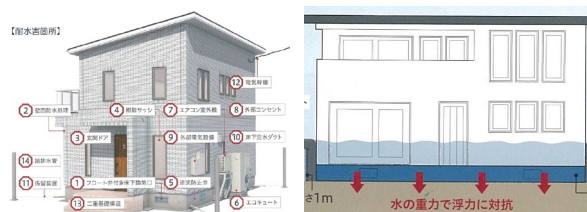


図2 耐水害仕様住宅の例 図3 浸水約1m時の浮力

$$F_{sh} = \frac{1}{2} \rho C_D U^2 \int_{z'}^H B(y) dy \quad (1)$$

ここで、 $y$ : 建築物の高さ方向座標(地盤面を原点:m)

$H$ : 浸水深又は建築物高さの小さい方(m)

$$z' = \begin{cases} H, & (H < z_0) \\ \min\left(H - \frac{(H-z_0)^2}{2(z_1-z_0)}, z_1\right), & (H \geq z_0) \end{cases}$$

$B(y)$ : 高さ $y$ における建築物の幅(m)

$z_0$ : 基礎高さ(m)

$z_1$ : 2階床の地盤面からの高さの1/2(m)

$$F_{as} = \frac{1}{2} \rho C_D U^2 \int_{z_2}^H B(y) dy \quad (2)$$

ここで、①の場合: 0(m)(建築物全体の滑動)

②の場合: 基礎高さ $z_0$ (m)(上部構造の滑動)

③の場合: 土台天端高さ(m)(柱から上の滑動)

$$M_r = \frac{1}{2} \rho C_D U^2 \int_0^H B(y) y dy + F_{bu} x_F \quad (4)$$

ここで、 $F_{bu}$ : 浮力(kN)

$x_F$ : 浮力の中心と転倒の視点の距離(m)

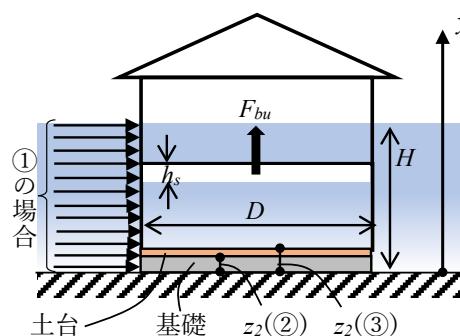


図4 滑動を生じさせる水平力( $F_{bu}$ は浮力(kN))

## 【参考文献】

- 1) 榎本敬大: 既存木造住宅の躯体の生物劣化発生確率に関する分析~100棟超の既存木造住宅劣化状況データベースの分析から~, H29年度建築研究所講演会, p.19-27, 2018.