

I-1. 背景

近年、地球温暖化に起因する大型台風や豪雨などによる水害被害がこれまでにない規模と頻度で発生し、水害に果たす役割が増大している。

日本建築学会は建築の耐水害技術の開発などが急務であると提言している¹⁾が、耐水に関する条例や建築基準は十分に整備されていない。

I-2. 目的・位置づけ

2020年秋に一条工務店が耐水害住宅^{注1)}の実大実験²⁾を公開したのを皮切りに、ハウスメーカー各社が豪雨水害への対策を打ち出している³⁾。加えて、災害時復旧時のマニュアルが各所で作成されている⁴⁾⁵⁾⁶⁾。

また、木内らは家屋の浸水対策に関する耐水化案を検討し、実際に浸水時の資産被害の軽減額等を試算し、費用対効果等を分析した研究結果⁷⁾を挙げている。

しかし、こうした成果が挙げられる中、建築部材ごとの修復方法からみた耐水害技術に関する研究はいまだ行われていない。過去の災害復旧事例から耐水害技術を考えることで、浸水対策の優先度を明確にし、今後開発すべき課題の抽出を行うことを目的とする。

本研究で対象とする水害は台風、集中豪雨とし、津波や高潮、土砂災害は含めない。

I-3. 方法

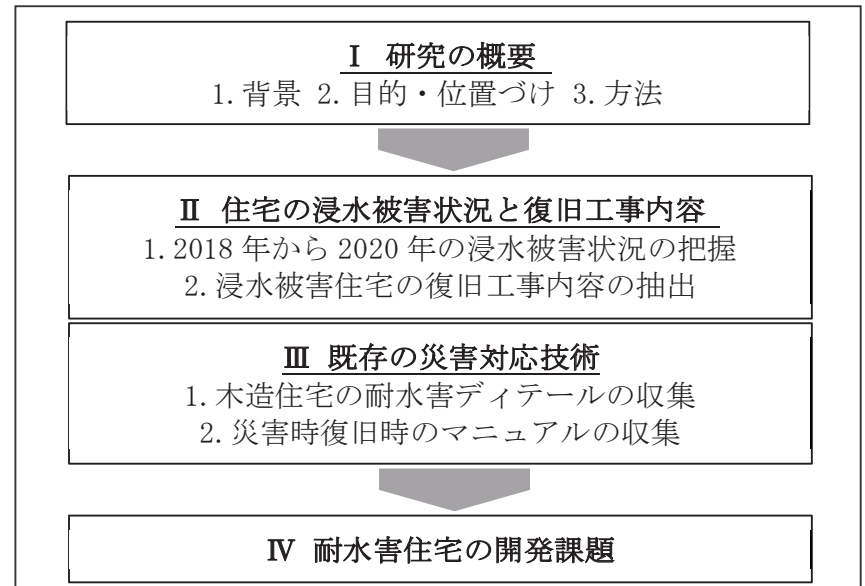
調査は2021年の7月から10月中旬にかけて行った。2018年以降に浸水被害に遭った地域の工務店324件に対し、アンケート調査を行った。その内回答は32件であった。その後、ヒアリング調査を13件に行った。その際、対応した住宅に対する浸水被害状況と復旧工事内容について調査した。

さらに、現在商品化されている木造住宅の耐水害ディテール、災害時復旧時のマニュアルの収集を行い、今後参考にすべき耐水害技術の分析を行った(図表 I-2)。

II-1. 2018年から2020年の浸水被害状況の把握

2018年から2020年の間に起きた水害では、広範囲で被害が出ている。床上浸水が多い所では713棟、床下浸水が多い所では1,197棟にも及ぶ⁸⁾⁹⁾¹⁰⁾。

工務店の浸水被害住宅^{注2)}の対応棟数に関して、工務店により棟数は異なり、多い所では40~50件対応していた。直接的な作業だけでなく、被害判定やアドバイスをしてフォローする方もいた。対応する住宅は災害前から担当している物件が大半であった。



図表 I-1 研究構成

| | | |
|-------|-------------------------|--|
| II-1 | 浸水被害住宅の対応数 | アンケート調査：2021年7月 ■2018年以降に浸水被害にあった地域の工務店 324件へメール/FAXで配布、その内回答32件 |
| II-2 | 浸水被害状況と復旧工事内容 | ヒアリング調査 ：2021年8月下旬から10月中旬 ■ヒアリング依頼32件内、 協力企業団体13件へZoomにて調査 |
| III-1 | 既存の木造住宅の耐水害ディテール | 一条工務店への現地調査、日経HB記事から収集 建築部材、項目ごとに ⇨ 比較・分析 |
| III-2 | 災害時復旧時のマニュアル | (株)LIXIL ⁴⁾ 、岡山県建築士会倉敷支部 ⁵⁾ 、震つな ⁶⁾ から収集、記載項目ごとに ⇨ 比較・分析 |

図表 I-2 研究方法

| 工務店 | 浸水深さ | 地域 | 床上浸水(棟) | 床下浸水(棟) | 応急的な作業(棟) | 修繕・建替数(棟) |
|-----|------------|-----------|---------|---------|-----------|-----------|
| a | 400cm | 岡山県倉敷市真備町 | 146 | | 15 | 10 |
| b | 350cm | | | | 1~2 | 5~6 |
| c | 270cm | | | | 0 | 5 |
| d | 150cm | 熊本県人吉市 | 713 | 225 | 22 | 17 |
| e | | 福岡県朝倉市 | 0 | 8 | 1~2 | 1~2 |
| f | 120cm | 岐阜県関市名倉 | 248 | 162 | 8 | 8 |
| g | 90cm | 東京都世田谷区野毛 | 334 | 37 | 1~2 | 0 |
| h | 50cm | 熊本県人吉市 | 713 | 225 | 2 | 0 |
| i | 4cm | 東京都調布市染地 | 74 | 1 | 1~2 | 20 |
| j | (↓地面からの高さ) | 山口県岩国市周東町 | 11 | 0 | 1 | 5~6 |
| k | 床下 | 長野県千曲市 | 425 | 1,197 | 1 | 1 |
| l | 雨漏り | 東京都世田谷区 | 334 | 37 | 10 | 3~4 |
| m | - | 岡山県倉敷市真備町 | | 146 | 40~50 | 40~50 |

図表 II-1 浸水被害状況/浸水被害住宅の対応数

| | a | b | c | d | e | f | g | h | i | j | k | l |
|----------|----------------|-------|-------|-------|-------|------|------|-----|---|---|------|-----|
| 浸水深さ | 床上 | | | | | | | | | | | 床下 |
| | 400cm | 350cm | 270cm | 150cm | 120cm | 90cm | 50cm | 4cm | - | - | 15cm | 雨漏り |
| 構造部材 | 継続使用 (物理的損傷なし) | | | | | | | | | | | |
| 床板・畳 | | | | | | | | | | | | |
| 壁仕上げ | | | | | | | | | | | | |
| 断熱材 | | | | | | | | | | | | |
| 天井 | | | | | | | | | | | | |
| 外壁 | 継続使用 (物理的損傷なし) | | | | | | | | | | | |
| サッシ | | | | | | | | | | | | |
| ガラス | | | | | | | | | | | | |
| 電気系配線・配管 | | | | | | | | | | | | |
| キッチン | | | | | | | | | | | | |
| ユニットバス | | | | | | | | | | | | |
| トイレ | | | | | | | | | | | | |

| | |
|--|------------------------------|
| | 撤去→交換 (部分的に交換した場合はセルの色が薄くなる) |
| | 洗浄処理、排水、消毒後の継続使用 (再塗装) |
| | 作業なし |

図表 II-2 浸水深と修復方法

浸水深さが一番深い住宅では床上400cm、被害が軽い住宅では雨漏りと被害状況は地域や条件により様々であることが明らかとなった(図表 II-1)。

II-2. 浸水被害住宅の復旧工事内容の抽出

浸水深が深いほど、撤去交換する部材が増え、浸水深が浅い住宅ほど洗浄処理をし、継続使用している部材が多くなる。部材ごとにみると、床板・畳を撤去交換する事例が一番多く、次に壁仕上げ、断熱材が多いことが明らかとなった。断熱材の交換原因は水を吸い、再利用できないため、全撤去する必要があるからである(図表II-2)。浸水深と工事費は比例しており、被害が大きい住宅ほど修繕に費用がかかることが明らかとなった(図表II-3)。延床面積と工事費に比例関係はなく、作業箇所や内容によって、工事費は決定することが分かる(図表II-4)。

III-1. 木造住宅の耐水害ディテール³⁾¹¹⁾¹²⁾¹³⁾¹⁴⁾¹⁵⁾

床下、床上、壁、断熱材、扉、窓、設備、避難、復旧の各項目の浸水被害を軽減する、既存の耐水害ディテールを収集し、比較分析した。復旧に関するディテールは多いものの、建築部材の被害を軽減するものは十分ではないことが明らかとなった(図表III-1)。

III-2. 災害時復旧時のマニュアル

本研究では3つのマニュアルを項目ごとに比較し、分析した。水害後の対応や応急処置方法の内、特に建築部材ごとの応急処置方法が詳しく掲載されている。

しかし、災害に備えた対策方法の内容が不足しており、これらは災害が起きた後の対応方法の指針にすぎず、被害を軽減するものとはなり難い(図表III-2)。

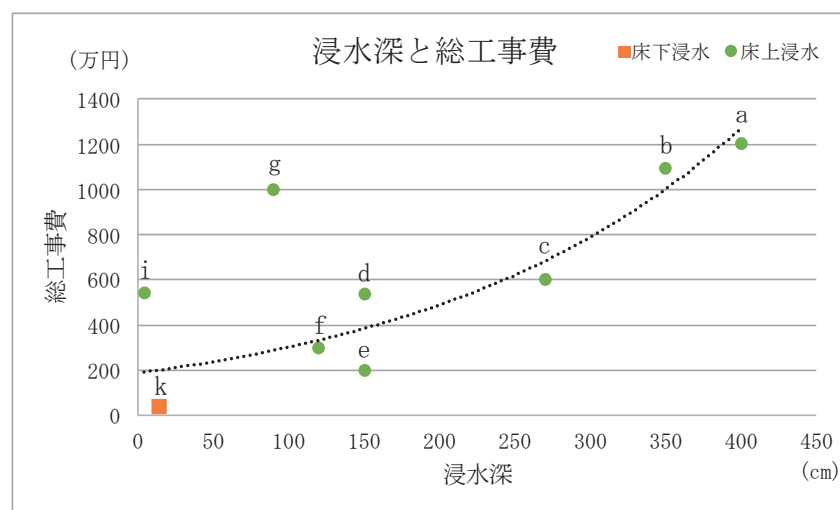
IV 耐水害住宅の開発課題

今後の開発課題として、床板・畳の被害が多いことから、床下浸水を防ぐ耐水害技術又は構法の開発、断熱材が水を吸い上げて全撤去になることから、防湿性が高い断熱材の採用、不足している各建築部材の耐水害技術の開発、災害に備えた対策方法の内容を強化し、系譜する必要があることが明らかとなった。

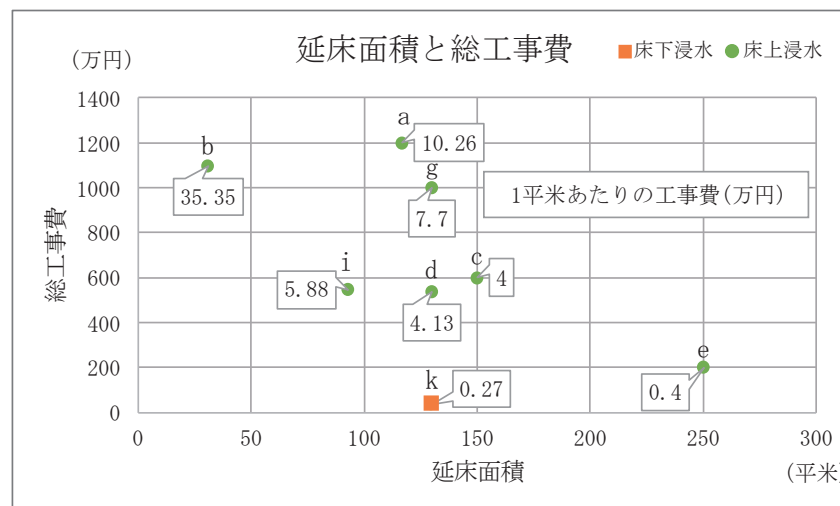
本研究において得られた成果が、新築の耐水害住宅の開発だけでなく、既築住宅を耐水化する際の有益な基礎的資料となることを期待する。

[注釈]

- 注1)水害に耐える住まいのことを指す。注2)水害において浸水被害に遭った住宅を指す。
 注3)震災がつながる全国ネットワークの略称である。
 【参考文献】(インターネットサイトは2022/1/28 12:00に最終閲覧)
 1) “提言：激甚化する水害への建築分野の取り組みべき課題～戸建て住宅を中心として～” 日本建築学会, 2020-6 <https://www.aij.or.jp/jpn/databox/2020/20200629.pdf>
 2) “浮かせて守る耐水害住宅：一条工務店と防災科研が実大実験、浸水3mを想定” 日経アーキテクチャ, (1179), 7-9, 2020-11-12
 <http://bizboard.nikkeibp.co.jp/houjin/cgibin/nsearch/md_pdf.pl/0000459184.pdf?NEWS_ID=000459184&CONTENTS=1&bt=NA&SYSTEM_ID=HO>
 3) “一条工務店が体験棟を全国展開 対策競う独自アイデアが続々：ハウスメーカーの耐水害提案(住宅特集 災害時も安心 逃げ込める家：雨水害やライフライン停止に備える)～(豪雨水害に備える)” 日経アーキテクチャ, (1193), 36-39, 2021-06-10
 <http://bizboard.nikkeibp.co.jp/houjin/cgibin/nsearch/md_pdf.pl/0000466552.pdf?NEWS_ID=000466552&CONTENTS=1&bt=NA&SYSTEM_ID=HO>
 4) “災害対策の手引き” 株式会社LIXIL Good Living 友の会事務局, 2018-9-12
 <https://ssl.gltomonokai.com/tool/risk_manage/index.html>
 5) “平成30年西日本豪雨災害からの教訓 水害に備えて 水害前から水害後の応急処置・復旧まで” 岡山県建築士会倉敷支部, 2020-9-30
 <https://www.city.kurashiki.okayama.jp/secure/133809/suigainisonaete2.pdf>
 6) “浸水被害からの生活再建の手引き(冊子版) 水害があったときに” 震災がつながる全国ネットワーク, 2021-7
 <https://blog.canpan.info/shintsuna/img/E6B0B4E5AEB3E381A8E38182E381A3E3819FE381A8E3818DE381AB_E5868AE5AD90E789882021.7.pdf>
 7) 木内望、植本敬大、中野卓、今井信博、石山瑠子、井上拓哉、米野史健、渡邊史郎 “木造戸建て住宅の耐水化建築計画案の検討及びその費用対効果からみた評価” 日本建築学会技術報告集(65), 499-504, 2021-2 <https://www.aij.or.jp/paper/detail.html?productId=637842>
 8) “平成30年7月豪雨による被害状況について” 内閣府, 2019-1-9, 17:00,
 <http://www.bousai.go.jp/updates/h30typhoon7/pdf/310109_1700_h30typhoon7_01.pdf>



図表II-3 浸水深と総工事費



図表II-4 延床面積と総工事費

| 企業組合 | 耐水害住宅技術 | 床下 | 床上 | 壁 | 断熱材 | 扉 | 窓 | 設備 | 避難 | 復旧 |
|------|-----------------------|----|----|---|-----|---|---|----|----|----|
| A社 | 浸水、逆流、水没、浮力の4被害を防ぐ対策 | ○ | ○ | ○ | | ○ | ○ | ○ | | ○ |
| B社 | 床下に砂利を詰めて床下浸水を防ぐ | ○ | | | | | | | | ○ |
| C社 | 被災後も2階で暮らせる間取り | ○ | ○ | | | | | ○ | ○ | ○ |
| D社 | 鋼製地下室を災害時のシェルターに転用 | | ○ | | | | | ○ | ○ | |
| E社 | 水深3mの洪水に耐える | | | | | ○ | ○ | | | |
| F社 | 復旧費用10分の1の対策 | ○ | | ○ | ○ | | | | | ○ |
| G組合 | 浸水後に建て主だけで応急対応できる洗える家 | | ○ | | ○ | | | | | ○ |

図表III-1 既存の木造住宅の耐水害ディテール

| | 項目/マニュアル名 | LIXIL | 倉敷支部 | 震つな |
|------------------------|-----------------------|-------|------|-----|
| 水害後の対応 | ・災害発生後の対応フロー図 | ◎ | | |
| | ・災害時の体制・組織図 | ◎ | | |
| | ・被害状況確認表 | ○ | ○ | |
| | ・SNSで災害情報を共有「#減災リポート」 | ○ | | |
| | ・水害後の作業 | | ◎ | ○ |
| | ・被害状況の目安 | ○ | ○ | ○ |
| | ・仮住まいの決定 | | | ◎ |
| | ・助けの求め、心身の回復 | | | ○ |
| | ・罹災証明書の発行 | ○ | ◎ | ◎ |
| | ・片付け・家具や家電の仕分け | | ◎ | ○ |
| | ・災害廃棄物の処分 | | ◎ | ◎ |
| | ・被災建物の「修繕か撤去か」判断フロー | | ◎ | |
| | ・自治体による主な支援制度 | | ◎ | ◎ |
| | ・支払いの猶予や減免 | | | ○ |
| | ・保険会社への連絡 | | | ○ |
| ・その他の手続き | | | ○ | |
| ・応急処置の流れ(再建・リフォーム/解体へ) | | ◎ | | |
| ・内装材等撤去と消毒 | | ◎ | ◎ | |
| 応急処置 | ・床について | ◎ | ◎ | ◎ |
| | ・床下や土の床について | ◎ | ◎ | ◎ |
| | ・土壁以外の内壁について | ◎ | ◎ | ◎ |
| | ・土壁の内壁について | ◎ | ◎ | ◎ |
| | ・天井について | ◎ | ◎ | ◎ |
| | ・開口部 | ◎ | ◎ | ◎ |
| | ・外部 | ◎ | ◎ | ◎ |
| | ・電気整備 | ◎ | ◎ | ◎ |
| | ・ライフラインの復旧 | ◎ | ◎ | ◎ |
| | ・水廻り設備 | ◎ | ◎ | ◎ |

図表III-2 災害時復旧時のマニュアル

- 9) “令和元年台風第19号等に係る被害状況等について”, 内閣府, 2020-4-10, 9:00,
 <http://www.bousai.go.jp/updates/r19typhoon19/pdf/r19typhoon19_45.pdf>
 10) “令和2年7月豪雨に関する被害状況について” 熊本県危機管理防災課, 2020-11-2,
 <https://www.pref.kumamoto.jp/uploaded/life/74612_82523_misc.pdf>
 11) “パンプ設計+大容量蓄電池 オフグリッドでも暮らしを継続：中村勉総合計画事務所(住宅特集 災害時も安心 逃げ込める家：豪雨水害やライフライン停止に備える)～(ライフライン停止に備える)”, 日経アーキテクチャ, (1193), 48-51, 2021-06-10,
 <https://ci.nii.ac.jp/naid/40022582267>
 12) “浸水対策の費用対効果は？被害軽減策と建築費を試算：戸建て住宅の耐水害仕様(住宅特集 災害時も安心 逃げ込める家：豪雨水害やライフライン停止に備える)”, 日経アーキテクチャ, (1193), 40-43, 2021-06-10 <https://ci.nii.ac.jp/naid/40022582265>
 13) “床上浸水後に「洗える家」建て主だけで応急対応できる：埼玉いえ・まち再生会議(住宅特集 災害時も安心 逃げ込める家：豪雨水害やライフライン停止に備える)～(豪雨水害に備える)”, 日経アーキテクチャ, (1193), 29-31, 2021-06-10
 <https://ci.nii.ac.jp/naid/40022582260>
 14) “水深3mの洪水に耐える住宅 台風被害を教訓に開発：ミツヤホーム(住宅特集 災害時も安心 逃げ込める家：豪雨水害やライフライン停止に備える)～(豪雨水害に備える)”, 日経アーキテクチャ, (1193), 26-28, 2021-06-10 <https://ci.nii.ac.jp/naid/40022582258>
 15) “西日本豪雨の被災体験を生かし復旧費用10分の1の対策を考案：宇川建築計画事務所(住宅特集 災害時も安心 逃げ込める家：豪雨水害やライフライン停止に備える)～(豪雨水害に備える)”, 日経アーキテクチャ, (1193), 32-35, 2021-06-10
 <https://ci.nii.ac.jp/naid/40022581716>