

浸水建物における効率的乾燥手順の立案に関する研究

中谷岳史(信州大学)

1

背景目的



- 近年、豪雨災害による浸水害が発生し、各地で甚大な被害
- 災害発生後の復旧手順を体系化する必要がある。
- 水害で被災した住宅では真菌類が爆発的に増加する為、浸水後48時間以内の清掃が必要。



- 水害は広域同時多発型の災害であり、人員リソース不足
- 壁体内部や床下空間など、作業しにくい場所がある

効率的かつ効果的な復旧手順の整理が必要

2

背景目的

- 海外: CDCやEPA, NCHHなど, 公的機関がガイドラインを公開。
- 日本: 各種団体が公開, 整備中。学術的検討は少ない
→ 国内の復旧手順を整備していくための基礎資料



本研究では

- 効率的乾燥方法を立案して, 実際の被災現場で検証
- 被災現場の作業手順, 必要人数などの工程分析
- 含水率や真菌濃度から効果的な作業を検討

3

方法

調査項目は, 観察と行動記録に加えて, 含水率と真菌濃度を中心に行った。

- 含水率
高周波容量式(Kett)を材料に押し当て, 表面近傍の含水率を推定
木材用, コンクリート&石膏用の二種類を用いた。
- 浮遊真菌濃度
寒天培地に定量空気を吹き付けて採取する。
培養した後に, コロニー数(cfu/m³)や種類を鑑定する。



4

方法

水害による3地域の被災現場を対象に、被災直後から復旧のめどがつく段階まで技術支援と調査を行った。

1. 令和元年東日本台風(長野県長野市) : 床上浸水(半壊)
応急処置の立案, 効果の測定
2. 令和2年7月豪雨 (熊本県球磨郡相良村) : 床上浸水(全壊)
応急処置から復旧までの作業工程, 作業人員の分析
3. 令和3年の大雨 (千葉県市原市) : 床下浸水
応急処置の効果の測定

5

結果(長野県)

令和元年東日本台風(長野県長野市)

- 長野県長野市, 2019年10月13日未明に被災。
床上浸水, 半壊判定
- 戸建住宅(N邸)は室内空間の廃棄, 清掃と
床下空間送風を同時並行で行う。
2週間後から壁部分解体を開始, 3週間後完了
ファンで室内から床下に向けて送風して乾燥
- 集合住宅(AP邸)は室内空間の廃棄だけ



図1 室内空間の復旧(被災後1日目)



図2 室内空間の復旧(被災後2~4日目)



図3 床下空間の復旧(被災後2~16日目)

応急処置有(戸建住宅, N邸)と応急処置無(集合住宅, AP邸)を比較

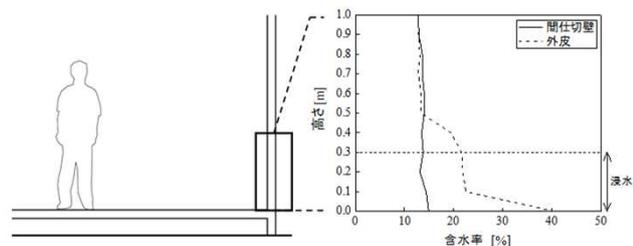
6

結果(長野県)

間仕切壁(断熱材無)と外皮(断熱材有)の鉛直方向の含水率比較

浸水3か月後の壁室内側表面, 石膏ボードの含水率を計測

- 表面含水率を高さ方向に計測, 壁内部の繊維系断熱材有無で比較
- 間仕切壁(断熱材無)は, 石膏ボード表面は乾燥
- 外皮(断熱材有)は, 含水率が高い。また浸水深さから+20cmほど数値が高く, 水分を吸い上げた影響



壁は浸水深さ+30cm以上を部分解体することが望ましい

7

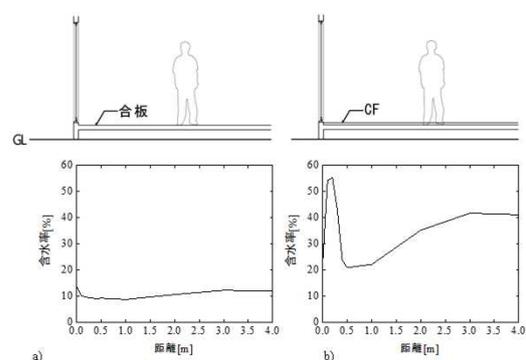
結果(長野県)

透湿抵抗の高い床仕上げ材が乾燥に及ぼす盈虚

- 浸水3か月後の集合住宅の床室内側表面の含水率を計測。壁から水平方向に計測
合板(フローリング), 合板の上にクッションフロア仕上げの二種類を計測
- 合板の床は乾燥
- クッションフロア仕上げは含水率が高く, 湿潤状態

透湿抵抗の高い材料で室内側表面が覆われていると, 乾燥しにくくなる。

トイレや洗面所に使われるクッションフロア, または床の養生に使われるブルーシートなどに注意



透湿抵抗の高い床仕上げ材を撤去して乾燥

8

結果(長野県)

壁部分解体の対応有無による浮遊真菌濃度比較

- 日本建築学会の室内環境の浮遊真菌濃度基準は、1000 cfu/m³以下。
- 壁は壁内部、石膏ボード表面の紙、クロスでカビが増殖していた。これらが飛散して、室内空間を汚染する。
- 住宅(N邸)の室内空間おおむね基準値以下、また床下空間の浮遊真菌濃度も低く保持
- 集合住宅はやや超過した。ただ密閉状態で放置されていた為、空気中の浮遊粉塵が少なく、実際の生物汚染より低く計測された可能性

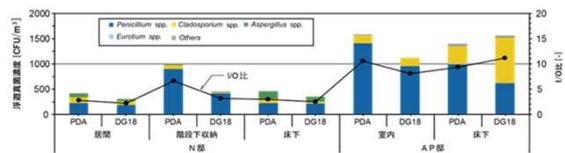


図5 真菌濃度の測定結果(2019年11月測定)

壁部分解体は、室内空間の空気質の保持に有効

9

結果(長野県)

水害後の応急処置。壁部分解体と床下送風(床非解体)



図6 壁内部空間の復旧(被災後16~23日目)

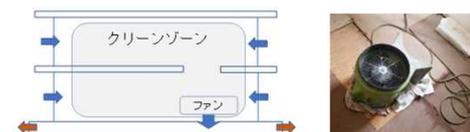


図7 提案する換気システムの概要

災害直後の壁部分解体, 床下送風は減災の効果が高い

10

結果(熊本県)

令和2年7月豪雨(熊本県球磨郡相良村)

- 熊本県球磨郡相良村, 2020年07月03日未明に被災。 床上浸水, 全壊判定
- 戸建住宅(O邸)は7月4日昼から技術指導を開始。2週間以内の廃棄, 室内清掃, 壁部分解体。 停電の影響の為, ファンによる床下送風は7月11日から開始, 8月中旬まで継続。 被災直後の床解体, 床下清掃は行わず, 人員リソースを室内空間に集中。 作業記録から工程分析を行った。
- 戸建住宅(N邸)は技術指導を行っておらず, 後日ヒアリングに協力してもらった。

mould outbreakが48時間であり, 生物汚染が顕著に表れるのが1~2週間と見込んだ。
2週間以内の室内空間の清掃を優先

結果(熊本県)



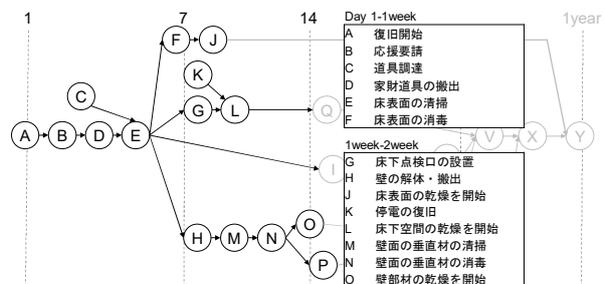
結果(熊本県)

戸建住宅(O邸), 技術指導あり

応急処置

- 1週間以内の廃棄, 床の清掃消毒
- 2週間以内の壁部分解体, 清掃消毒
- 床下送風を1週間後から開始

友人や建築会社に声をかけてもらい, 作業人員を集めた。



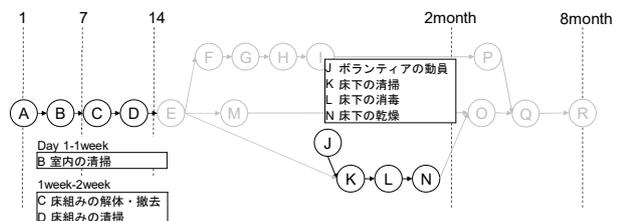
限られた人員リソースを室内空間に集中, 床下は送風。

結果(熊本県)

戸建住宅(N邸), 技術指導なし

応急処置

- 1週間以内の廃棄
- 2週間以内の床解体, 床組の清掃
- 室内の壁部分解体は2週間以降
- 床下空間の清掃は1~2か月



床解体を作業工程の前半に配置すると, 室内空間の人員が足りない

床下空間まで含めると大きな作業量。

廃棄, 床解体, 壁解体, 床下清掃の順

結果(熊本県)

総作業人工の比較

- 住民(大人二名)が一週間に提供できる人工は10人工程度。
- O邸で1週目42人工, 2週目で20人工。2週間で室内清掃まで完了するなら, 1週間で20人工, 数名の応援が必須。
- N邸はボランティアの支援を受けた。初期段階の作業人員がやや少なく, 2週間を過ぎてからの人工が多い

| | 人工 | |
|--------------|----|----|
| | O邸 | N邸 |
| Day 1-1week | 42 | 15 |
| 1week-2week | 20 | 30 |
| 2week-2month | 42 | 90 |
| 2month-1year | 62 | 49 |

復旧作業は住民だけでは無理であり, 応援が必須

結果(千葉県)

令和3年3月の大雨(千葉県市川市)

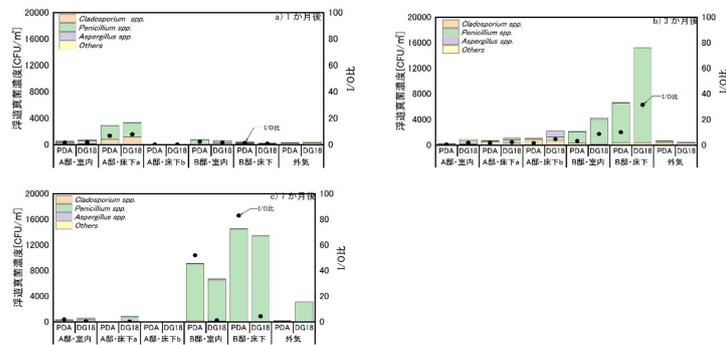
- 千葉県市川市で2021年3月13日14時頃に豪雨。床下浸水, 土間から数センチ程度
- 戸建住宅(A邸)は3月14日から技術指導を開始, 3月15日朝から一か月間床下送風。送風機を床下に4台配置し, 外気から室内, 室内から床下, そして屋外の換気経路を形成。土間の濡れ色を目安に送風機の配置を調整。床下清掃は行わず, 乾燥のみ。
- 戸建住宅(B邸)は3月15日午後に送風機2台を配置。土間面積に対して不十分であり, また配置調整は行っていない。3か月後頃にリフォーム工事, 床や壁を部分解体。

A邸は送風が十分, B邸は不十分

結果(千葉県)

浮遊真菌濃度の結果

- A邸では1か月後段階で床下の浮遊真菌濃度が高く、以後は低下した。室内の影響はない。
- B邸は3か月後から浮遊真菌濃度が高くなり、室内にも影響した



送風機の効果がみられた

17

まとめ

3地域の被害を受けた住宅を対象に、調査を行った。その結果

- 長野県の床上浸水した建物では、室内壁の部分解体、床下乾燥を行った。床は解体せず、床下空間は清掃を省略した。含水率や浮遊真菌の観点から有効性が確認できた。
- 熊本県の床上浸水した建物では作業工程を分析した。立案手法は現実的かつ有効な作業手順であることが確認された。被災後は人員だけでは作業人数が足りておらず、ボランティアや建築業者による支援が必須。
- 千葉県の床下浸水した建物では、床下空間の清掃を省略し、乾燥を優先する手法を施行した。床下空間の浮遊真菌濃度を低く抑えられ、有効性が示唆された。

18