

令和3年度建築基準整備促進事業

M9

住宅の洪水時の耐浸水性能に関する  
検討報告

一般財団法人 日本建築防災協会  
共同研究：国立研究開発法人建築研究所

## M9 住宅の洪水時の耐浸水性能に関する検討

### 検討の目的

近年の大雨に伴う洪水の発生により、多くの住宅が浸水し、居住継続及び使用継続が困難となる被害が多発しているため、戸建て住宅等の購入者等が参照可能な耐浸水性能に関する指標を検討し、日本住宅性能表示基準及び評価方法基準に反映し、住宅の耐浸水性能の向上を図っていくことを目的とした。

### 検討体制

本事業は建築研究所との共同研究である。本委員会及び、WG1、WG2、WG3の3つのWGを設け、WG間で相互に緊密な連携をとり、建築研究所の他、住宅生産課及び国土技術政策総合研究所とも連携を取りつつ検討を進めた。

## 検討実施方針

住宅の洪水時の耐浸水性能に関する検討を行うため初年度は以下のイ～ロを実施し、課題に対応する基準案の提示を行う。なお、本事業は令和3年～5年の3か年の事業である。

- (イ) 過去の洪水等に伴う住宅の浸水被害とその復旧等に関する事例における課題、国内外における浸水対策に関連する知見を整理する。また、住宅生産者の取組み事例についても情報収集・整理する。
- (ロ) 収集・整理した浸水被害等の事例を踏まえて、洪水等に対する耐浸水性能として住宅に想定しうる要求性能及び今後の自然災害を想定した場合に住宅に望まれる要求水準について検討・整理する。
- (ハ) 既存の浸水・防水等に関する試験方法について調査して、住宅の浸水防止への適用について検討する。

(イ) 過去の洪水等に伴う住宅の浸水被害情報等の収集・整理

過去の洪水等に伴う住宅の浸水被害とその復旧等に関する事例における課題、国内外における浸水対策に関連する知見を整理する。また、住宅生産者の取り組み事例についても情報収集・整理する。

1 次の情報を収集する。

(1) 過去の洪水等に伴う住宅等の浸水被害とその復旧等に関する事例

過去の浸水被害については、H30年の西日本豪雨はじめ近年の豪雨災害における建物の被災情報とその後の復旧の状況を、災害の復旧に当たった建築関係者の記録、及び必要に応じたヒアリングの実施等から整理する。

(2) 国内、国外における知見の整理

国内の既存文献等の整理、米国FEMA、英国BS等関連する海外の基準・規格における浸水対策についての情報収集

(3) 住宅生産者の取り組み

住宅生産者における浸水対策への取り組みについて、アンケート又はヒアリングにより把握する。

2 過去の浸水被害で得られた浸水した場合の復旧方法の知見についても収集し、整理を行う。

# ①これまでの住宅浸水被害と今後の被害可能性の想定（対策が期待される世帯数等）

## 目的

これまでの住宅浸水被害と今後の被害可能性の想定（ボリューム）を、統計・資料等から把握し、**対策が期待される世帯数等**をまとめる。

## 作業内容

- 住宅浸水被害について、水害統計調査を中心に被害区別の被害棟数等を集計（図1）。水害被災地での事後的なシミュレーション結果が得られたものについては、**浸水深・流速等**のデータを整理。
- 今後の被害可能性**については、浸水想定区域図等より、区域内の面積・世帯数等を想定浸水深別に整理（図2、図3）。
- 浸水リスク情報の今後の動向等**の情報もまとめる（図4）。

## まとめ

- 直近20年間の被災家屋棟数は約81万棟で、平均で約4万棟/年の被害。**9割は床上100cm未満の浸水**。ここ数年は、全半壊を含む**床上100cm以上の割合が増える傾向**にある（特に外水氾濫）。
- 浸水想定区域には、計画規模降雨量（再起年数10～300年）を前提とした**L1浸水想定区域**と、想定最大規模降雨量（再起年数1000年）を前提とした**L2浸水想定区域**がある。河川・下水道等の施設毎に作成され、建築関係者にとって使い勝手が良くない。
- L1浸水想定区域については、中小河川を除き大部分が公表されるが、L2については都道府県管理河川は約2割が未公表。
- 新設の浸水被害防止区域（開発・建築規制適用のレッドゾーン）は、再起年数数十年の降雨量を前提として指定される予定。
- 水害リスク情報の充実に向けて検討中の、内水・外水を統合した浸水想定や、再起年数について多段階毎の想定を示した、水害リスクマップの整備により、精緻な浸水対策が可能となると期待。
- 実際の被害のほとんどは、L1の想定浸水深よりも浅いことから、建築物等の財産被害に対する対策は、**基本的にL1の想定浸水深以下で多くをカバーできる**。大きな想定浸水深にとらわれて思考停止して、対策を講じないことを防ぐ配慮が必要ではないか。

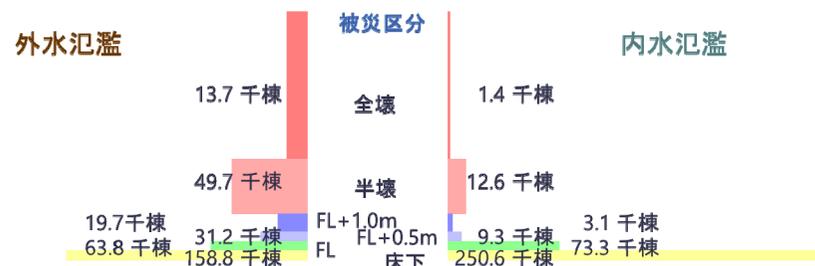


図1 外水・内水氾濫別被災家屋棟数（水害統計2000-2019）

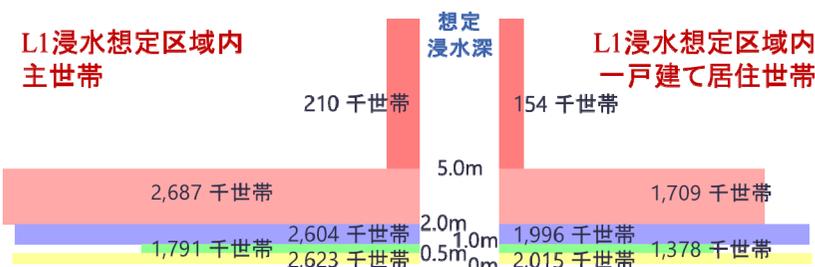


図2 L1浸水想定区域内居住世帯数（国土交通省住宅局推計）

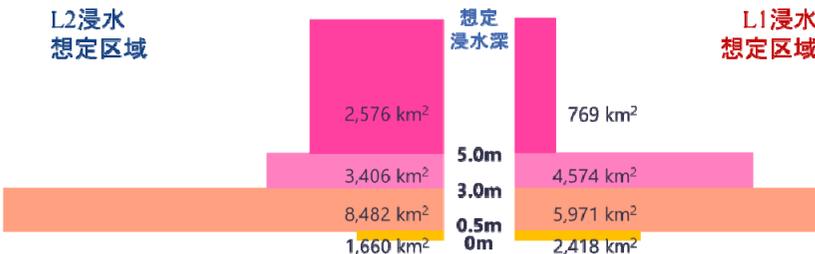
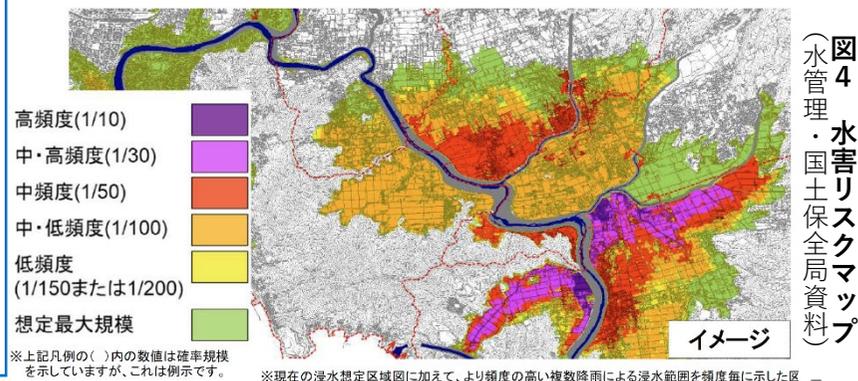


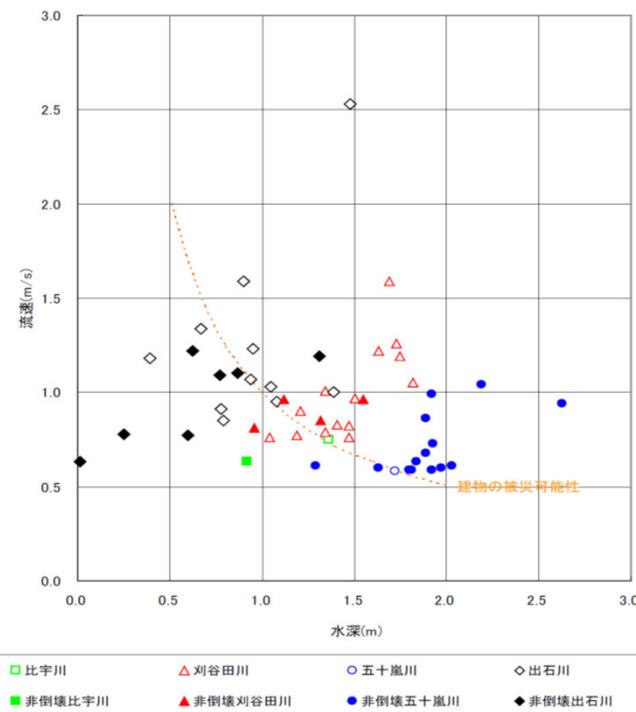
図3 L2/L1浸水想定区域面積の比較（国管理河川103水系）



## ②これまでの住宅浸水被害と今後の可能性の想定（流速、浸水継続時間等）

### 流速に関する過去の水害分析及び想定

- 洪水の流速についての公式の計測・推計はなされておらず、氾濫のタイプ、地形、破堤位置との関係等の個別条件により大きく異なるものと考えられる。
- 浸水想定区域図においては、新耐震基準（1981年）の木造住宅を想定している。ただし、前提が想定最大降雨（L2）であり、また複数の破堤点での各計算結果を最大包絡したものとなっていることなどから、実際の水害時に家屋倒壊がみられるエリアよりも、かなり広めの指定となっている。
- 平成11年～18年の家屋倒壊・流失が発生した洪水（土砂災害等を除く）について、国総研河川研究部が氾濫シミュレーションにより再現計算を行った研究によれば、最大流体力発生時の流速のほとんどは、0.6～1.6m/sとなっている。
- また、土木学会の災害調査報告において、同様にいくつかの地点で最大流速の推計が行われており、その中では、流下型氾濫タイプである令和元年7月豪雨の球磨川中上流の氾濫を除き、破堤地点の近傍以外では1.0m/sを下回る。
- 上記の推計例は、家屋倒壊・流失等がみられた洪水について、大きな流速が想定される地域のものであり、平野部での氾濫では、破堤地点近傍を除き、1.0m/s以下にとどまるものと考えられる。これを前提として良いかどうかは、立地条件の他に生命の安全を前提とするか、財産被害等の軽減を前提とするかにより異なる。



飯野光則（2009）「死者及び家屋倒壊・流失と氾濫水理現象の関連性分析」土木技術資料51(10)、pp.14-17

### ③浸水レベル別の住宅の部位・部材に生じる被害の状況

#### 目的

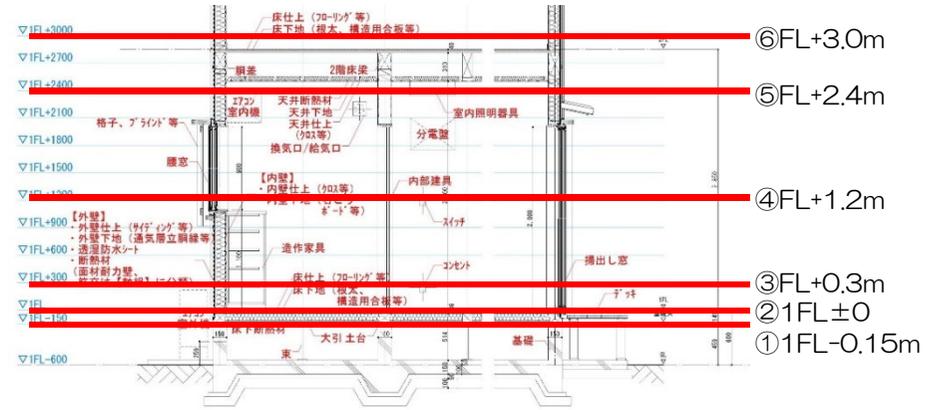
浸水被害家屋事例データを用い、浸水深によって生じた被害を建築物の部位等ごとに把握する。なお事例データについては、「外力による大きな被害（流失、土石流等）」、「外力による軽微な被害又は浸水深による被害」に分類し、後者を対象として整理する。

#### 作業内容

- 「外力による軽微な被害又は浸水による被害」が生じている42事例を用い、浸水深と住宅の部位・部材に生じる被害の関係を整理する。
- 部位・部材は1)基礎・軸組、2)内装、3)外装、4)住宅設備、5)その他の分類とした。
- 浸水深と被害の関係により、浸水深のレベル区分を行う。

#### 現在の作業結果（概要・論点）

- 被害事例42件から分析
- 浸水深と被害範囲の関係について全体として想定した浸水深と被害箇所は概ね一致した結果となった。
- 被害の発生状況から、以下の6つに浸水深のレベル区分を設定し、被害範囲を整理した。（表1）
  - 1FL-0.15m
  - 1FL±0
  - 1FL+0.3m
  - 1FL+1.2m
  - 1FL+2.4m
  - 1FL+3.0m



浸水深	基礎・軸組	内装	外装	住宅設備
① 1FL-0.15m	<ul style="list-style-type: none"> <li>乾燥、消毒により再利用が多い。</li> <li>（ベタ基礎）排水・泥の処理</li> <li>（布基礎）泥の処理</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>床下に流入した泥を排出するため、1階床の撤去を行う場合がある。</li> <li>断熱材が濡れた場合、撤去・交換が多い。</li> </ul>	---	<ul style="list-style-type: none"> <li>室外機は交換が多い。</li> </ul>
② 1FL±0	<ul style="list-style-type: none"> <li>乾燥、消毒により再利用が多い。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>玄関床は洗浄・再利用が多い。</li> <li>床材、床下地材、及び床断熱材等の撤去・交換が多い。</li> <li>内壁全面又は浸水深+30cm程度を撤去・交換が多い。</li> <li>建具・枠等の変形が生じた場合、撤去・交換が多い。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>断熱材は浸水深+30cm程度まで撤去が多い。</li> <li>漂流物等によりガラスが破損する場合がある。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>ユニットバスは交換が多い。</li> <li>キッチン、洗面化粧台等は変形が生じるため、撤去、交換が多い。</li> <li>コンセントは交換が多い。</li> </ul>
③ 1FL+0.3m	〃	〃	〃	<ul style="list-style-type: none"> <li>便器は交換が多い。</li> <li>給湯器設置高さによっては被害が生じる。</li> </ul>
④ 1FL+1.2m	〃	〃	〃	<ul style="list-style-type: none"> <li>スイッチの交換を行う場合がある。</li> <li>分電盤の交換を行う事例が見受けられた。</li> </ul>
⑤ 1FL+2.4m	〃	<ul style="list-style-type: none"> <li>天井下地材・仕上材の撤去・交換が多い。</li> </ul>	〃	<ul style="list-style-type: none"> <li>換気扇、照明器具等の交換が生じる場合がある。</li> </ul>
⑥ 1FL+3.0m	〃	<ul style="list-style-type: none"> <li>2階床、壁、内部建具の撤去・交換が多い。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>2階壁断熱材の撤去・交換が多い。</li> </ul>	〃

表1. 浸水レベル別の部位・部材の被害状況

## ④浸水により生じる住宅の被害の程度と復旧の関係

### 目的

浸水被害家屋事例データのうち、復旧工事費の内訳、復旧工事期間等が把握できる事例データを用い、**修復容易性の観点から、復旧工事費用及び復旧工事期間の傾向について整理**する。また、**滞水時間により被害が生じる部位・部材が変わる場合があるかを確認**する。

### 作業内容

- 被害事例のうち、工事費内訳を把握している20事例を用い、工種別の工事費割合等を用い、復旧工事における傾向を整理する。
- 被害事例のうち、復旧工事期間または復旧工事完了までの期間を把握している14事例を用い、浸水深と復旧工事期間等の関係について整理する。
- 滞水時間が被害に及ぼす影響について、滞水時間に係る記載がある12事例を用い、滞水時間と被害範囲の関係について整理する。  
(次ページのパターン別浸水被害整理表参照)

### 現在の作業結果（概要・論点）

#### ○浸水被害事例の復旧工事における工種別の工事費内訳 (表2)

- 工事費用の総額について、浸水深との相関性は見られないが、全体的な傾向としては浸水深1.5mを超えると総額が高くなる傾向が窺える。解体・撤去費用は工事費全体の4～15%程度となっている。
- 下地工事は全体として30～40%が多く、浸水深が深くなるほど工事費用、工事費に占める割合が高くなる。
- 住設機器は浸水深、工事費用の総額にかかわらず、全体に占める割合が28～49%と高い。

#### ○浸水被害事例の復旧工事期間及び復旧工事完了までの期間

- 1FL未満と1FL以上では、復旧工事期間に大きく差がある。
- 1FL以上の浸水被害を受けた場合、工事期間は2週間～半年となっており、2～3ヶ月程度が多い。
- 復旧工事完了までの期間は工事期間より長いことから、工事着手までには時間を要する。

#### ○滞水時間が被害に及ぼす影響について

滞水時間について記載がある事例の被害が生じた箇所は、浸水深により被害が生じる箇所と同じであり、**滞水時間により被害範囲が変わる事例は見受けられない。**

(オレンジ: 全体工事費に対して各工種別工事費が占める割合が最も高い、緑: 次いで高い)

事例番号	浸水深 <sup>※2</sup> (1FL基準)	概要			直接工事費(万円)税抜 括弧内:総額に対する割合(%)								備考
		総額 (万円) 税抜	補修部 床面積 (㎡)	構造	解体 撤去 (仮含む)	下地 (床/壁/天 井の下 地・断熱 材)	仕上 (床/壁(左 官等)/天 井の仕上 押入等、雑 工事)	建具・ 収納・造作 (内部/外 部建具、収 納造作)	住設機器 (給排水、 電気、ガス、 キッチン、洗面 台、浴室、 便器、照明 器具)				
③ 1FL+0.3m	37	+0.5m	775	92.54	木	89 (11)	179 (23)	112 (14)	145 (19)	216 (28)			
	38	+0.7m	400	84.26	軽S	30 (8)	124 (31)	67 (17)	62 (16)	110 (28)			
	39	+0.8m	190	19.87	木	23 (12)	19 (10)	17 (9)	31 (16)	86 (45)			
	40	+0.8m	626	91.04	木	92 (15)	115 (18)	99 (16)	70 (11)	248 (40)			
	41	+0.8m	499	55.48	木	20 (4)	72 (14)	42 (8)	33 (7)	247 (49)			
	42	+0.8m	890	97.42	軽S	102 (11)	99 (11)	166 (19)	149 (17)	305 (34)			
	43	+1.0m	760	64.75	木	48 (6)	257 (34)	109 (14)	178 (23)	211 (28)			
	28	+1.0m	223	38.00	木	26 (12)	29 (13)	41 (18)	41 (18)	74 (33)			
44	+1.0m	537	64.58	木	40 (7)	158 (29)	43 (8)	97 (18)	193 (36)				
④ 1FL+1.2m	9	+1.2m	762	不明	木	55 (7)	96 (13)	111 (15)	156 (20)	316 (41)			
	45	+1.5m	1370	123.0	木	101 (7)	189 (14)	269 (20)	335 (24)	386 (28)			
	46	+1.8m	1390	92.07	軽S	122 (9)	514 (37)	63 (5)	211 (15)	418 (30)			
⑤ 1FL+2.4m	34	+2.4m	872	不明	木	-	-	-	221 (25)	224 (26)	-:不明		
	36	+2.4m	668	不明	木	-	-	-	104 (16)	163 (24)	-:不明		
	32	+2.5m	1650	136.26	木	120 (7)	475 (29)	155 (9)	275 (17)	535 (32)			
	29	+2.6m	420	83.00	重S	40 (10)	125 (30)	125 (30)	0 (0)	110 (26)	1F美容室		
	16	+2.6m	1220	84.79	木	147 (12)	563 (46)	62 (5)	271 (22)	78 (6)	一部工事費不明		
	30	+2.7m	1000	175.37	軽S	-	310 (31)	240 (24)	110 (11)	340 (34)	-:不明		
⑤ 1FL+3.0m	33	+3.5m	1182	114.27	木	80 (7)	445 (38)	101 (9)	120 (10)	385 (33)			
	31	+4.9m	1051	131.25	木	40 (4)	290 (28)	275 (26)	156 (15)	290 (28)			

※1. 工事は分割して発注、施工している可能性等もあり、復旧に要したすべての費用が含まれているとは限らない。

※2. 浸水深は調査により把握した数値を基本とした。一部明確に把握できていない浸水深(1階天井まで等)については、図1の高さを用いて設定した。

表2.浸水深別の各部位の被害概要

# パターン別浸水被害整理表

浸水時に生じる課題 (参考)	参考) 対策整理表における浸水深 浸	パターン1 GL+αcm (低水位)	パターン2 1FL-αcm	パターン3 1FL+αcm		パターン4 2FL-αcm	パターン5 2FL+αcm	課題・懸念点
		① GL+αm	① 1FL-0.15m	② 1FL±0	③ 1FL+0.3m	④ 1FL+1.2m	⑤ 1FL+2.4m	
安全	建物の流出・倒壊	-	-	-	-	▼浮力超過の場合は流出も	▼強い水流のある場合、倒壊の可能性も	※別途検討し、性能表示には取り込み要 DRY：限界浸水深さを越えた場合の流出防止対策、確実に水を入れる対策の検討が必要 WET：確実に水を入れる対策の検討が必要 全ての地域で流速を個別に検討することは難しい。 ・定量的性能としての検討は困難ではないか。
	逃げ遅れた場合の避難	-	-	-	-	▼1階で寝たきり等の場合に避難できない ▼浮遊する家具・建具・畳等が避難を妨げる	▼1階から移動できない場合に避難できず ▼家屋内の死亡者の確認が多くなる	
衛生	浸水後の汚れ・カビ・湿気	-	▼床下への水分・泥の浸入・滞留 ▼汚泥による汚染・臭気の発生 ▽床下の状況確認（必要に応じて1階床を撤去） ▽排出・地下浸透しない水分の処理 ▽滞留する泥の処理 ▽清掃・乾燥・消毒	▼床・壁への水分・泥の浸入・滞留 ▼泥による材料の汚損 ▼材料の高含水等に伴うカビの発生 ▼流入汚水・油等による室内汚染・臭気の発生 ▽水分・泥の残留の確認 ▽発生するカビ等への対処 ▽清掃・乾燥・消毒	-	-	-	・高床、DRYによる浸水防止、WETによる点検容易化、排水・乾燥の容易化として考慮
	基礎・軸組	-	▼基礎・土台への水分・泥の浸入・滞留 ▽床下の状況確認 ▽基礎・土台の清掃・乾燥・消毒	▼1階床組・床材への水分・泥の浸入・滞留 ▼泥による材料の汚損 ▼材料によっては水分の影響を受ける（木質系材料：含水に伴う変形等） ▽1階床組・床材の撤去・交換 ▽1階床組・床材の清掃・乾燥・消毒	▼1階軸組への水分の浸入・滞留 ▽1階軸組の清掃・乾燥・消毒	-	▼下屋小屋組・2階床組・軸組への水分・泥の浸入・滞留 ▽下屋小屋組・2階床組・軸組の清掃・乾燥・消毒	
財産（建築物）被害	外壁・外装・断熱材	-	-	▼水分・泥の浸入・滞留・汚損 ▼材料によっては水分の影響を受ける（繊維系断熱材：含水による断熱性能の低下・泥の混入） ▽高含水状態の材料の撤去・交換（繊維系断熱材であれば浸水深+30cmまで） ▽清掃・乾燥・消毒	▼漂流物による材料の破損 ▽破損した材料の撤去・交換	-	▼下屋屋根への水分・泥の浸入 ▽下屋屋根下地材の清掃・乾燥・消毒 ▽2階断熱材の撤去・交換	・高床による対応、DRYによる対応、WETによる対応が考えられる。 ・DRYは性能のレベルとしては明確。ただし、複合する部材の性能検証の技術的課題があり、1m程度までの対応となる。 ・WETに関してはどのような考え方でレベル設定するかの整理が難しい。
	間仕切り壁・内装	-	▽床下の状況確認のために1階床を撤去することも	▼水分・泥の浸入・滞留・汚損 ▼材料によっては水分の影響を受ける（木質系材料：含水に伴う変形等） ▽含水で変形等した材料の撤去・交換 ▽清掃・乾燥・消毒	-	▼1階天井裏への水分・泥の浸入・滞留 ▽天井の撤去・交換 ▽天井裏の清掃・乾燥・消毒	▼2階床材への水分・泥の浸入・滞留 ▽含水で変形等した材料の撤去・交換 ▽清掃・乾燥・消毒	
	住宅設備	-	▼室外機への水分・泥の浸入・滞留 ▽室外機の交換	▼ユニットバス内外への水分・泥の浸入・滞留・汚損 ▽清掃・乾燥・消毒	▼設備機器等への水分・泥の浸入・滞留・汚損（木質系材料の場合は含水に伴う変形等） ▽ユニットバス、給湯機器、便器コンセント等の交換（機器等の浸水後再利用に保証等なし） ▽システムキッチン、キッチンユニット、洗面化粧台の交換	▼照明等スイッチの交換 ▽分電盤の交換	▼室内機の交換 ▽換気扇、照明器具等の交換	
被災直後居住 <sup>注)</sup>	-	-	-	▽1階での居住継続は泥等の堆積物、家具等の転倒がある場合が困難 ▽2階での居住継続には電源・便所・給排水の確保等が必要	-	-	▽居住継続は困難	高床、DRYによる全面的居住継続、WETによる部分的居住継続。 インフラが復旧しない等の課題も考慮必要 インフラの復旧状況や周辺のがれきの状況を踏まえて、どの程度のタイムスパンを考慮するか検討が必要

▼：当該浸水深レベルで生じてくることが想定される被害  
▽：当該浸水深レベル以降での被災後に生じると想定される対応等  
注) 被災直後居住については、事例の被害状況等を踏まえた想定注) 2階建てを前提として検討

## ⑤ 国外における知見の整理

### 国外の建築物等に対する浸水対策等に係る知見

- アメリカ合衆国、英国、ドイツ連邦の住宅を中心とした建築物に対する浸水対策、基準等についての情報収集を行い、整理した。
- 河川勾配が緩やかであり、日本とは異なる洪水の性状であることに留意する必要がある。
- 浸水のおそれのある区域には、住宅等の建築物が建たないよう誘導している。

表.アメリカ合衆国、英国、ドイツ連邦の浸水対策及び基準

	アメリカ合衆国 (資料数3)	英国 (資料数8)	ドイツ連邦 (資料数1)
基本的な方向	FEMA傘下の全米洪水保険制度 (1968年設立) で誘導。保険加入の条件は、予想浸水標高 (1/100年) より、住宅の床レベルを上を設置すること。未加入では救済されない。	BS85500-2015 建物の浸水性能改善ガイド 基本的な予防策 (浸水危険区域外での建設等) 後の補完的な予防方針。個別の諸条件に応じ、以下の設計戦略を選択。> : 優先順位 ①回避策 (高所建設等) > ②敷地内対処策 (水防堤等) > ③緩和策 (resistant止水 (DRY) : 短時間・低水位向け・resilient許容 (WET) ) ③緩和策 : 床上約0.3m未満⇒止水 床上約0.3~0.6m⇒止水+許容 床上約0.6m以上⇒許容・弱い止水	全ての人々に水害の防止及び損害軽減のために可能かつ合理的な範囲で適切な予防措置を講じることを要求 (連邦水管理法第5条) ⇒連邦政府発行の「洪水対策の手引き」 浸水危険のある場所に新築はしないものとし、手引きは既存建物を主たる対象とする。 3つの防御戦略 (①回避avoid : 高床化、②耐水withstand : ①が不可な時、設計荷重内で防水 (DRY) 、③適応adapt : 浸水を許容 (WET) を条件に応じ、組み合わせて対策。
新築住宅対策	保険に加入する場合、上記による。	浸水危険区域外に建てるのが基本。	浸水危険のある場所に新築すべきでない。
既存住宅対策	FEMAの既存住宅の浸水対策改修指針類6手法 : ①高床化、②曳家、③移転住替え、④WetProofing、⑤DryProofing※、⑥水防堤 ※構造計算なしでは、流速5ft/s以下、最低GL+3ft以下の非居住空間の浸水が対象。	BS85500に基づく建物構造。仕上げに応じた対策。	「洪水対策の手引き」 ハード対策 : 3つの防衛戦略、設計情報提供 ソフト対策 : 家財配置、近隣組織、排水機器準備、避難準備、保険加入など (その他対策・資料は未調査)
基準	I-Code® (基準は詳細は未確認)	BS EN13564 1-3:建築用逆流防止装置 BS 851188-1-2 (浸水防止製品) : 1.建築用止水部材 (止水板・シート、開口部:床上0.54m未満)、2.建物外周に設ける止水部材	DIN EN13564 1-3:建築用逆流防止装置

## ⑥住宅生産者の取り組み

### 住宅生産者等における耐水害性能を持つ住宅の取り組み状況

- 水害対策に係る住宅生産者、及び住宅生産者団体の取り組みについて情報収集を行った。
- 対策の視点はDRY、WET（被害の軽減等の復旧容易性、生活継続性等）があり、それぞれの設計目標に応じて要素技術が取り入れられている。
- 住宅生産者団体が取りまとめた資料では、DRY（浸水をさせない）、WET（浸水を許容する）に分け、対策が整理されている。

表.住宅生産者・住宅生産者団体の対策の視点及び概要

	対策の視点	概要
A社	DRY	浸水（フロート弁付き床下換気口、壁面防水処理、水密性の高い玄関ドア、樹脂サッシ）、逆流（逆流防止弁）、水没（電気・電子部品を上部に配置したエコキュート、室外機・外部コンセント・外部電気設備等を浸水深よりも上部に設置）、浮力（注水タイプ、浮上タイプ）の4つに分けて対策を講じた2x4住宅（Dry Floodproofing）。
B社	DRY（床下）、 復旧容易性、 生活継続性	1階床上浸水レベル（地盤より1m浸水）未満を想定し、「浸水を最小限に留め、復旧しやすくする工夫（敷地外周部、基礎の耐水、逆流防止弁等）」と「被害を受けても最低限の生活を維持できる設計上の配慮（水回り設備の2階配置、予想水位以上の基礎高さ等）」の2つをポイントに開発。
C社	DRY（1階）、 生活継続性	1階をRC造とし、開口部に水深3mの水圧がかかっても、浸水しない止水性能の開口部（玄関ドア、腰高の縦すべり及びはめ殺し窓）を用いる（Dry Floodproofing）。
D社	外構	外構（敷地境界線での止水板、塀、ブロック等）により、敷地内への浸水を緩和・遅滞させる。
住宅生産者 団体	DRY、 WET（復旧容易 性）	①住宅内への浸水を防ぐ、②浸水を防げない場合は、被害軽減、被災後の早期復旧及び継続使用を可能にする、③命を守るために住宅外への避難が最優先であるが、住宅内での避難も考慮する、を方針として、「Dry（浸水をさせない）」と「Wet（浸水を許容する）」に分け、設計目標レベルに応じ、整理されている。

## ⑦ 応急対策

### 日本・海外の応急処置及び復旧対策方法に係る知見の収集と整理

- ・ 応急処置、復旧対策方法について、日本、アメリカ、英国、ドイツの既往資料を収集、整理した。
- ・ 日本では災害ボランティアが発行する資料のほか、浸水被害を受けた地域の建築士会等により、被災後の復旧方法について取りまとめたマニュアル等が整備されている。
- ・ 応急対策は以下の4つの段階に分けて整理される。
  - ・ 技術的な対策の前の注意（自身、家族のストレス、疲労、ケア等）
  - ・ 技術的な対策の着手時～帰宅時の注意（保護具、安全確認、帰宅時に存在する危険性等）
  - ・ 初期対応の注意（各種申請、浸水深さに応じた復旧段取り等）
  - ・ 応急処置の注意（災害ゴミ、撤去範囲、泥出し・排水・洗浄・消毒、乾燥期間等）

表. 応急処置及び復旧対策方法に関する各国資料の概要・特色

国（資料数）	概要・特色
日本（8）	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 各地域での浸水被害の復旧経験を踏まえて作成された手引きがいくつか作成されている。</li> <li>・ ボランティア団体の立場で被災者に寄り添う手にとりやすく分かりやすい復旧の手引き、復旧に向けた地域の協力体制づくりの指針などがある。</li> <li>・ カビや感染症対策に関わるものとして、厚生労働省の簡単なチラシと、日本環境感染症学会の箇条書きの暫定ガイドランスがある。</li> </ul>
アメリカ合衆国（5）	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ FEMAをはじめCDC、EPA等の連邦機関による水害後の初期対応や復旧に際しての指針類が整備されている。</li> <li>・ 「浸水した住まいの修繕（発行：FEMA、アメリカ赤十字）」は、自然災害削減のための国際10年に向けて発行され、複写自由として災害時に活用されるよう意図されている。</li> <li>・ 初期対応時に遭遇するカビと空気汚染の危険性を指摘する資料が多く、その対応を踏まえた指針類が豊富である。</li> </ul>
英国（1）	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ BSの前段階となる公開仕様書（発行：BSI）に浸水被害を受けた建築物の計画的な乾燥についての公開仕様書（PAS）が作成されている。</li> <li>・ 組積造等の密閉性の高い集合住宅の住戸等に適合した手法との印象があり、浸水被害を受けた建物の乾燥を行う専門事業者の存在が窺われる。</li> </ul>
ドイツ連邦（1）	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 連邦政府の水管理法において、全ての国民に水害の予防と軽減の義務が与えられている。</li> <li>・ 環境・自然保護・建築・原子力安全省が洪水対策の教科書的な入門書が作成しており、被災前の準備、被災後の対応、被災に備えたチェックリストが記述されている。</li> <li>・ 各州政府が河川管理を行う。区間によって水害の様相が異なり、大陸河川中流の山間地域の支流では河川勾配が急で、日本の水害に近い土砂を多く含む流下型の水害も生じるとの指摘もある。</li> </ul>

## (イ) 過去の洪水等に伴う住宅の浸水被害情報等の収集・整理 まとめ

- 浸水対策の前提となる浸水深・流速等の外力の状況や、対策の対象となる住宅戸数（世帯数）等について、ハザードマップ、水害統計の分析などにより整理した。
- 復旧方法に関する知見や、浸水後の復旧における課題と対応について、浸水被害を受けた住宅等の事例の収集・整理、有識者へのヒアリングなども踏まえて、まとめた。
- 浸水被害を受けた住宅等の事例を対象とし、浸水レベルに応じた部位・部材の被害状況や復旧費用・期間等について、パターン別の被害内容として整理し、WG2における浸水対策の整理に役立てることとした。
- 国内における浸水対策に関するガイドライン等の知見及び、米国 FEMA（緊急事態管理庁）、英国 BSI（英国規格協会）等における浸水対策に関連する海外の基準・規格及び、国内外の災害後の応急修理に関わる資料等について情報を収集し、整理した。
- 住宅生産者における浸水対策への取り組みについて、事例を収集し、整理した。

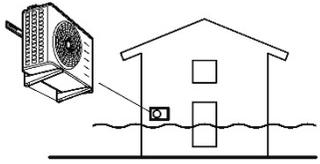
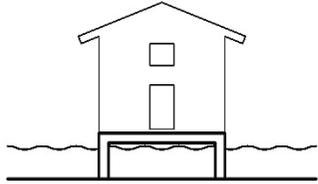
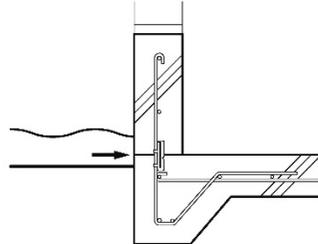
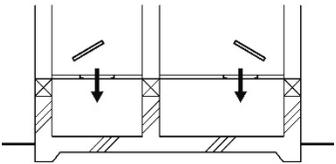
(ロ) 住宅の耐浸水性能に係る要求水準に関する検討

(イ) で収集・整理した浸水被害等の事例を踏まえて、洪水等に対する耐浸水性能として住宅に想定しうる要求性能及び今後の自然災害を想定した場合に住宅に望まれる要求水準について検討・整理する。整理にあたっては、建築基準法令及び日本住宅性能表示基準、評価方法基準、日本産業規格など関係する基準を踏まえる。

1. 収集・整理した事例、技術的知見を踏まえ、住宅の想定しうる要求性能等について整理する。
2. 日本建築防災協会においては、H13に作成した家屋の浸水対策マニュアルにおいて、①物理的な浸水防止、②床上浸水があった場合の人命保護等の計画的配慮、③浸水後の復旧容易性等など、複数のシナリオに応じた設計手法の必要性を提案しており、これらの蓄積を参考にしつつ、複数の要求性能を想定し、それぞれの想定に対応した要求水準について検討・整理する。
3. また、関連する基準との関係に留意する。
4. 要求水準については、体系的な整理を行い、中間段階のとりまとめを行う。

## ①浸水被害対策の個別技術の整理

水害対策は従来から種々の形で行われており、それらの既存対策と WG1での検討内容を踏まえて技術的な整理を行い、128例の対策方法収集した。代表的なものを以下に示す。

対策項目	対策の方向性	対策の具体的方法	対策のイメージ
敷地内設備を守る	屋外の設備機器の設置位置を（想定浸水深より）上げる	空調室外機	
高床 水を避ける	居住床を上げる	高基礎、高床、ピロティ	
DRY 水を阻む	基礎貫通部分の隙間を塞ぐ	打ち継ぎ部の止水（打継部止水板、ベントナイト系打継部止水材）	
住宅の復旧の容易化（床上、床下）	排水、残留物の除去、乾燥をしやすいようにする	床下点検口の増設	

## ②住宅の耐浸水性能に係る要求水準と対策の内容（パターン別浸水対策整理表）

WG2.1の内容を踏まえて、敷地内の対策、かつ、戸建住宅本体への対策を念頭に、浸水時の静水圧を対象として、住宅が直面する水害のレベルを想定し、要求水準として整理した。

※検討範囲は2階建て木造住宅（高床は3階を含む）。

対策方法	浸水深 対策 詳細・目的	パターン1 GL+αcm (低水位)	パターン2 1FL-αcm	パターン3 1FL+αcm	パターン4 2FL-αcm	パターン5 2FL+αcm	特徴 (メリット)	課題・懸念点 (デメリット) ※これをクリアできれば性能表示になりうる という点を抽出
<b>A 高床</b>	浸水深以上の高さへの居住階床面の設置	敷地内設備の高所設置	敷地内設備の高所設置	高床敷地内設備の高所設置	高床敷地内設備の高所設置	高床敷地内設備の高所設置	<ul style="list-style-type: none"> <li>従前からの基本的対策で、衛生・居住継続・財産被害の防止のいずれに対しても確実性がある。</li> <li>設計時に一定の配慮を要するが技術的な難易度は高くない。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>バリアフリー、高さ制限、耐震性能とのトレードオフに留意が必要。これらの点から対応できる高さの限界は異なる。</li> <li>敷地内設備の完全な浸水回避は困難（浄化槽、メーター類等）</li> <li>高基礎もしくは1Fが駐車場になると日常的なアクセス面での不利。</li> <li>一般には分かりにくい性能を評価する、という性能表示の趣旨からは逸脱。</li> </ul>
<b>B DRY</b>	住宅への浸水を防ぐ	基礎の水密化敷地内設備の高所設置	基礎の水密化敷地内設備の高所設置	基礎の水密化外壁・開口部等の水密化敷地内設備の逆流防止敷地内設備の高所設置	基礎の水密化外壁・開口部等の水密化敷地内設備の逆流防止敷地内設備の高所設置 ※特別な浮力対策・水圧対策が必要	基礎の水密化外壁・開口部等の水密化敷地内設備の逆流防止敷地内設備の高所設置 ※特別な浮力対策・水圧対策が必要	<ul style="list-style-type: none"> <li>衛生・居住継続・財産被害の防止のいずれに対しても要求する性能が明確</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>建物重量と建物に生じる浮力等の事前確認が必要。（総2階の木造住宅ではGL+1m程度が限界と推定される）</li> <li>浮上限界となる浸水深を超えるような場合、浮力対策の観点から積極的に浸水させることが必要。</li> <li>出入口や対応できるサッシの種類の限定</li> <li>逆流防止弁の技術的現実性は要検討。</li> <li>多数の部材を組み合わせる施工の精度と性能の検証が必要。</li> <li>長期浸水時の漏水対策の検討が必要。</li> <li>経年及び浸水時の性能検証が必要。</li> <li>木造住宅ではGL+1m程度までの対策。それ以上は浸水を許容。</li> <li>人的介入を要する部材がある。</li> <li>一定の漏水は生じうる。</li> <li>基礎（換気口、配管貫通部）、外壁、開口部、設備配管の全てについて、対策が必要（部分的な対策の採用は不可）</li> <li>敷地内設備の完全な浸水回避は困難（浄化槽、メーター類等）</li> <li>設計・施工の技術的な難易度が高く、対応できる事業者が限定。</li> </ul>
<b>C WET</b>	衛生（点検・排水・乾燥の容易化）	点検容易化排水・乾燥容易化	点検容易化排水・乾燥容易化	点検容易化排水・乾燥容易化	点検容易化排水・乾燥容易化	点検容易化排水・乾燥容易化	<ul style="list-style-type: none"> <li>A高床、B DRY と併用でき、浸水後の復旧を容易にする。（B DRYも対策高さ以上では浸水する）</li> <li>技術的な難易度は低く、特殊な材料を用いず、部分的、段階的に取り組めることも多い。</li> <li>浸水深を問わず効果が得られる。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>DRYのような高さの限界はないが、確実に浸水させなければ浮上が生じうる。</li> <li>浸水を前提とした建材の挙動や事後の性能の評価はなされておらず、技術的な情報が不足。</li> <li>A高床、B DRYに併用できるWET手法の整理は必要。</li> <li>復旧容易化の効果を得るためには、初期対応にあたる居住者やボランティア、復旧工事を行う事業者、設計や対策の意図、それにもとづく復旧手順等が伝わる必要がある。</li> <li>浸水状況、泥の堆積状況などにより、用いる対策の有効性に差が生じうる。</li> <li>敷地内設備の完全な浸水回避は困難（浄化槽、メーター類等）</li> <li>重量の大きな設備の上階設置は困難。</li> <li>浸水後の生活継続対策は、生活継続を想定する時期及び期間と許容する生活レベルの整理を要する。</li> <li>2階床まで浸水すると、復旧費用も増大し、建替えを選択することも予想される。</li> <li>経済価値からは例えばキッチンなどの住宅本体ではない部分の批准が大きいがこれをどのように扱うか。</li> <li>必要とされる性能があいまいであり、評価・線引きの視点を作ることが難しい。</li> <li>GL+1m程度以下の浸水頻度の高い場所では、A高床、B DRYより、復旧手間・費用を要する。</li> <li>復旧要員へ対策の伝達がないと対策が活かされない恐れがある。</li> </ul>
	やむを得ない浸水を許容した上での家財、設備被害の軽減	敷地内設備の高所設置	敷地内設備の高所設置	コンセント位置をあげる設備等高価なものの上階設置家財の高所・上階移動の容易化	分電盤の2階設置・回路分割設備等高価なものの上階設置家財の高所・上階移動の容易化	分電盤の2階設置・回路分割設備等高価なものの上階設置		
	浸水後の生活継続対策等			上階での生活可能な計画	上階での生活可能な計画			

※安全面（建物の流出・倒壊、逃げ遅れした場合の避難）の課題については別途検討  
 ○対策は、建物の地面に接する部分からの高さで整理（GLは起伏がないものとし、1FL=GL+500と想定）  
 ○対策深さを段階的に複数想定することも考えられる。（頻度の高い低レベルの浸水ではDRY、頻度の低い高レベルの浸水ではWETなど）  
 ○あくまで住宅の性能評価という観点から、水害のおそれの少ない場所の選定、盛土といった対策は、別のレベルの対策として除外、敷地境界での対策も除外  
 ○建物自体を浮上させる対策は特殊な対策としてこの整理には含めていない。  
 ○構造耐力の検討は、令3国交第1392号等を踏まえて検討することを想定している。  
 ○地下階の取り扱いについては別途要検討  
 ○あと付けする止水板や管理者が閉鎖する排水弁等の管理者による対応及びメンテナンスの位置づけについて要検討  
 緑字：当該浸水深レベルで初めて生じる対策

### ③水準別の対策イメージ(1)

2の内容を踏まえ、戸建住宅への適応について、WET（水を入れる）、DRY（水を阻む）、高床（水を避ける）の対策イメージを、浸水深パターンごとに横並びで整理。

#### C WET（水を入れる）

- ・衛生（点検・排水・乾燥の容易化）
- ・やむを得ない浸水を許容した上での家財、設備被害の軽減
- ・浸水後の生活継続対策等

#### B DRY（水を阻む）

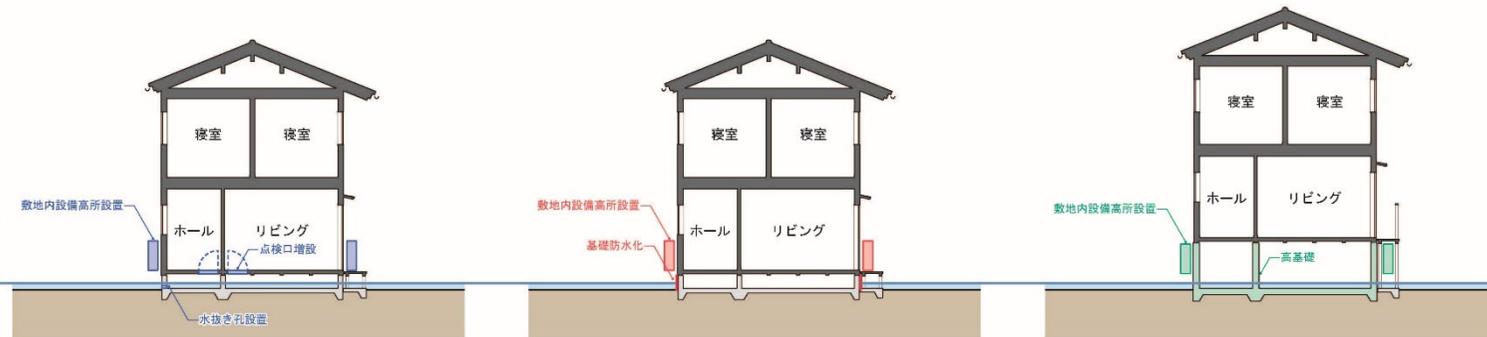
- ・住宅への浸水を防ぐ

#### A 高床（水を避ける）

- ・浸水深以上の高さへの居住階床面の設置

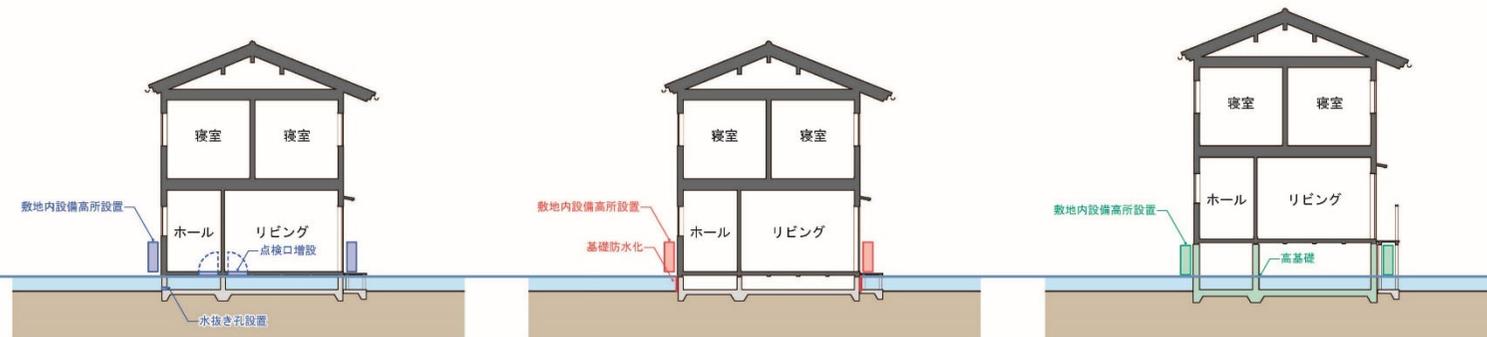
#### ■ 浸水深パターン①

$\nabla GL + \alpha$



#### ■ 浸水深パターン②

$\nabla 1FL - \alpha$



# ③水準別の対策イメージ(2)

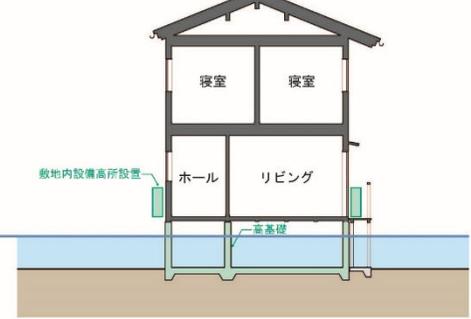
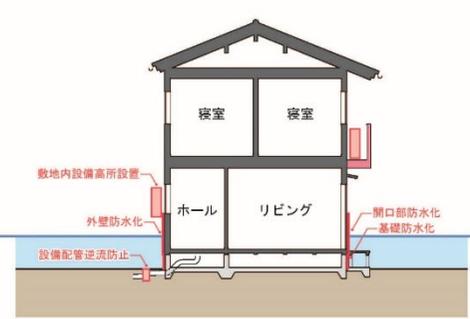
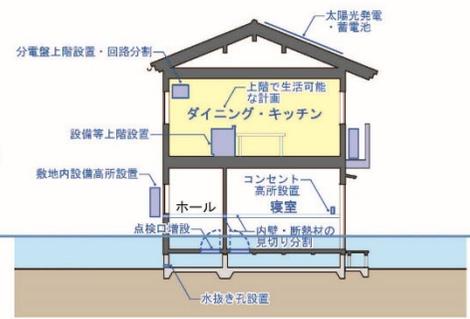
**C WET (水を入れる)**

**B DRY (水を阻む)**

**A 高床 (水を避ける)**

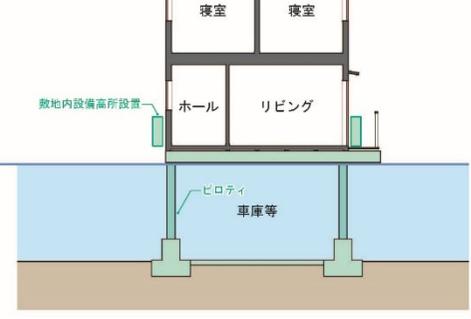
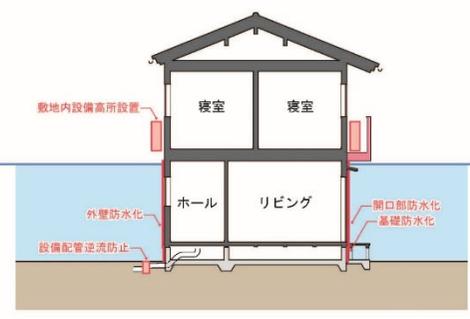
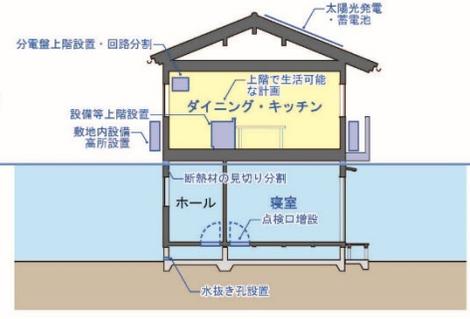
■浸水深パターン③

▽1FL+α



■浸水深パターン④

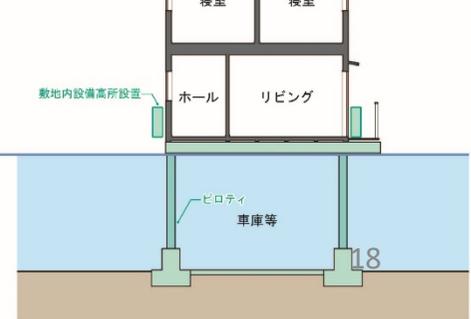
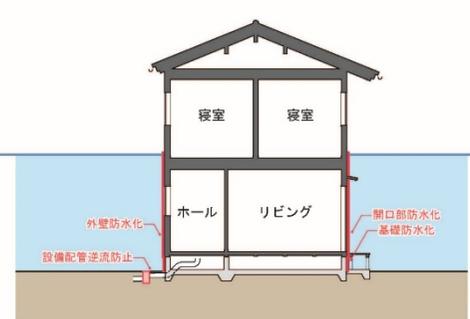
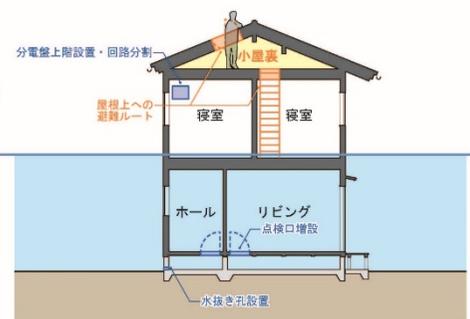
▽2FL-α



※特別な浮力対策・水圧対策が必要

■浸水深パターン⑤

▽2FL+α



※特別な浮力対策・水圧対策が必要

## (ロ) 住宅の耐浸水性能に係る要求水準に関する検討 まとめ (課題)

- 個別技術を一般の住宅で広く適用していくにあたっては、技術を提供する技術者側と、その技術による効果による受益側である住宅取得者等との間で、当該技術によって実現される性能について認識の齟齬が無いようにしていくことが求められる。
- 浸水被害対策の個別技術を広く一般への適用に広げていくためには、以下のような課題がある。
  - 建築・住宅の仕様等に応じた適用方法について、より具体的に整理・提示することが必要。
  - 各種浸水対策の性能を客観的に評価するため試験方法の整備が必要。
  - 住宅の耐浸水性能に係る要求水準（案）は、過去の浸水被害や今後想定される災害による浸水レベルを踏まえ、ターゲットを明確にした要求水準レベルについて制度的な検討に繋げることが必要。
  - 各要求水準レベルで想定される対策について、関係する様々な性能とのトレードオフ等についても体系的に検討・整理することが必要。

(ハ) 耐浸水性能に係る要求水準の評価手法の検討

既存の浸水・防水等に関する試験方法について調査して、住宅の浸水防止への適用について検討する。

表. 国内・海外の浸水・防水等に関する試験方法等の基準

国内	<b>JIS A 4716 : 2019</b> 「浸水防止用設備建具型構成部材」	建築物や地下空間の開口部等に付設し、降雨等に起因する外部からの水の流入を阻止、又は軽減、及び内部が浸水状態に至る時間を遅延させる目的で使用する浸水防止用設備建具型構成部材の規格を制定している。浸水防水性能、耐水圧性能、操作の容易性、開閉及び締め付けの繰り返し性能、開閉性能等の試験方法が定められている。
海外	<b>BS 851188-1:2019 Flood resistance products Part1:Building products-specification</b> (浸水防止製品パート1：建材 -仕様書)	浸水防止製品のうち、開口部材、スカート材、シーリング材からなる建材群について、製品の指定、試験、工場の生産管理、取付説明書、ユーザーマニュアル、製品の表示に関する要件を規定している。
	<b>BS 851188-2:2019 Flood resistance products Part2:Perimeter barrier systems -specification</b> (浸水防止製品パート2：周囲障壁システム-仕様書)	浸水防止製品のうち、建物から離れた外周に設置する障壁（仮設障壁、脱着式障壁）について、製品の指定、試験、工場の生産管理、取付説明書、ユーザーマニュアル、製品の表示に関する要件を規定している。
	<b>BS EN 13564-1:2002 64:2013 Anti-flooding devices for buildings Part1:Requirements</b> (建築物用逆流防止装置パート1：要求事項)	重力式排水システムに用いる建築物用逆流防止装置の要求性能を示す。自動閉鎖装置、外部エネルギー作動の自動閉鎖装置、非常用閉鎖装置等を有する横引き排水管用と床設置用（集水柵型）の5タイプについて規定している。
	<b>BS EN 13564-2:2002 64:2013 Anti-flooding devices for buildings Part2:Test Methods</b> (建築物用逆流防止装置パート2：試験方法)	建築物用逆流防止装置の試験方法及び試験設定について規定している。
	<b>BS EN 13564-3:2002 64:2013 Anti-flooding devices for buildings Part3:Quality assurance</b> (建築物用逆流防止装置パート3：品質保証)	建築物用逆流防止装置の品質保証（製品試験、工場生産管理、第三者管理（推奨））の手順について規定している。