



国立研究開発法人建築研究所

住宅・都市研究グループ

主席研究監 木内 望

水害に強い住宅の開発と 普及をめぐる状況と課題

水害に強い住宅の開発と普及を めぐる状況と課題

構成

1. 自己紹介
2. 建築・住宅の水害対策をめぐる状況
3. 戸建て住宅の耐水化案の試設計
4. 耐水化案の費用対効果
5. 成果と課題

■木内望 博士（工学）

n_kiuchi@kenken.go.jp

■専門分野

都市計画（土地利用・住環境整備）

■追加情報

https://researchmap.jp/n_kiuchi



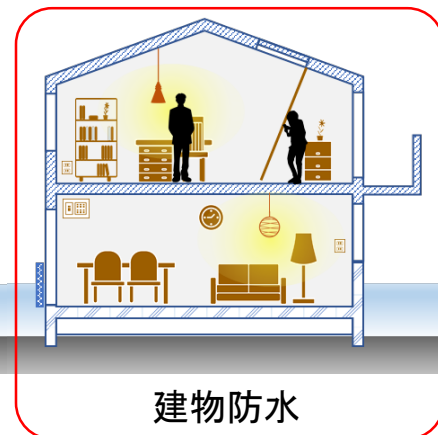
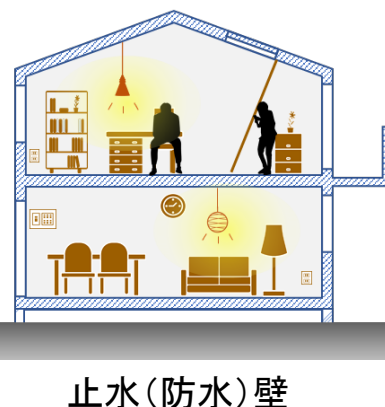
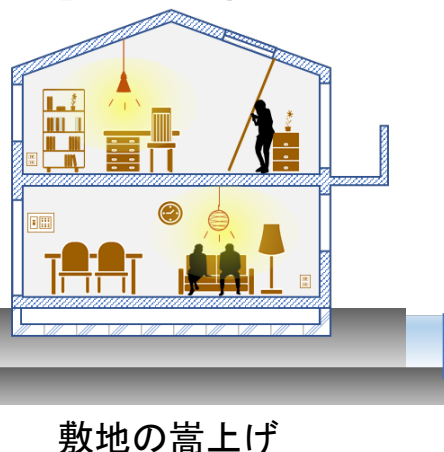
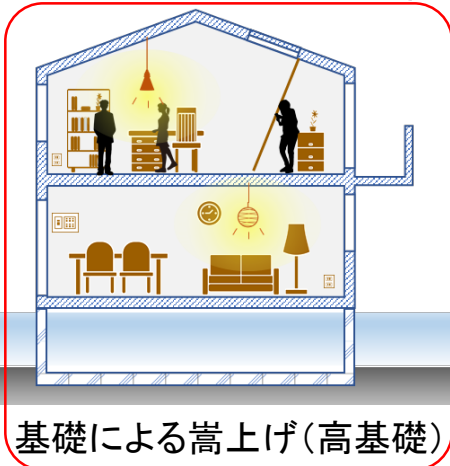
2. 戸建て住宅の耐水化案の試設計

戸建て住宅の耐水化案とその適用性の検討

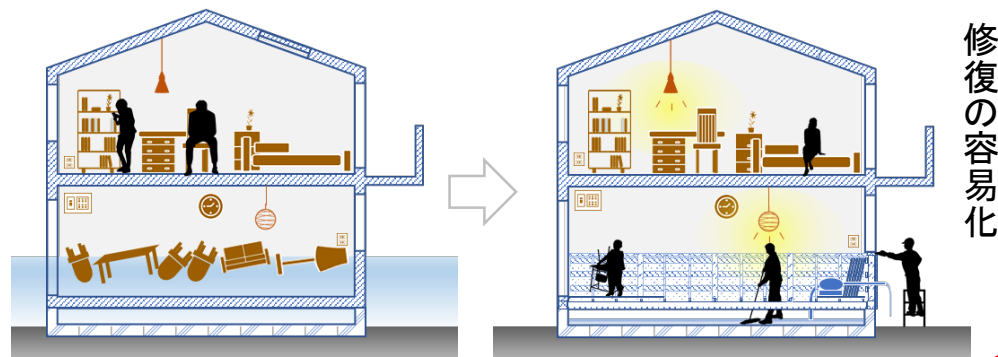
概念レベルであった「耐水化案」の試設計により、リスクと費用対効果からみた適用性及び、各案の技術開発上の課題、社会への普及上の課題を検討

I. 浸水を防ぐ: Dry Floodproofing

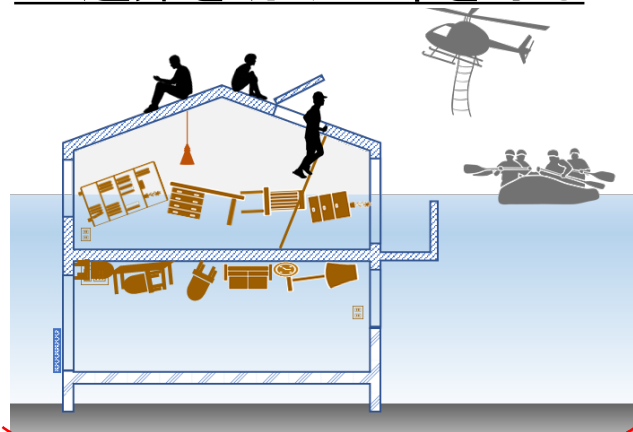
※他にピロティ化などの方法あり



II. 被害を最小限に(早期・安価に復旧) : Wet Floodproofing



III. 避難を助け生命を守る



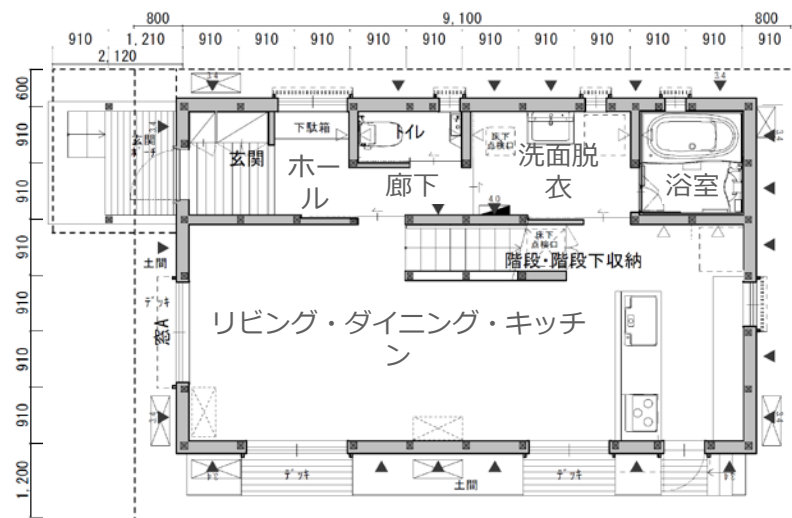
耐水化案の検討手順

※検討内容と結果を含む詳細は建築学会
技術報告集(R3.2発行)に掲載決定

基準(非耐水化)案をベースに**複数の耐水化案を作成し、比較検討**

1. 基準計画案の作成
2. 前提条件・考え方の整理
3. 耐水化案の計画検討
(修復容易化・建物防水化・高床化)
4. 新築費用・修復費用の算定・比較
5. 費用対効果の試算
6. 諸課題の検討・整理

1階平面図



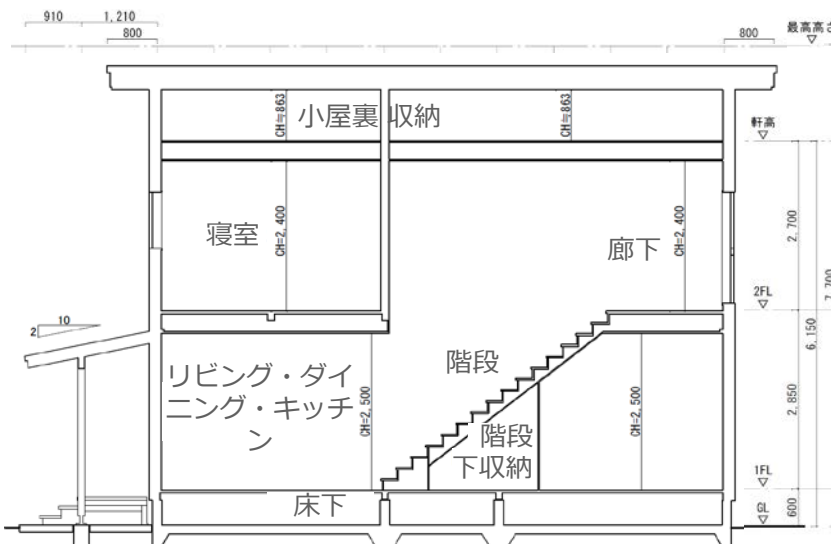
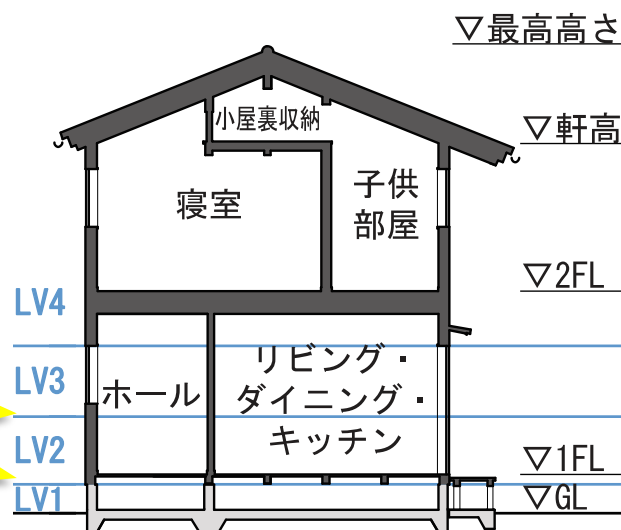
a. 基準案

(非耐水化案)

- ・2階建て戸建て住宅
- ・木造軸組形式
- ・延べ床約100m²
- ・長期優良住宅仕様

断面図

2つの浸水
レベルでの
対策を検討



非耐水化案と耐水化案の考え方

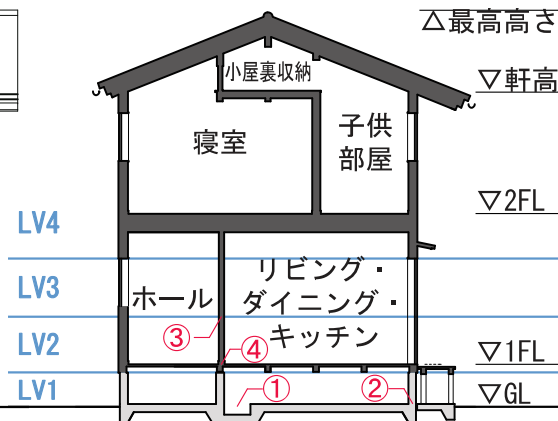
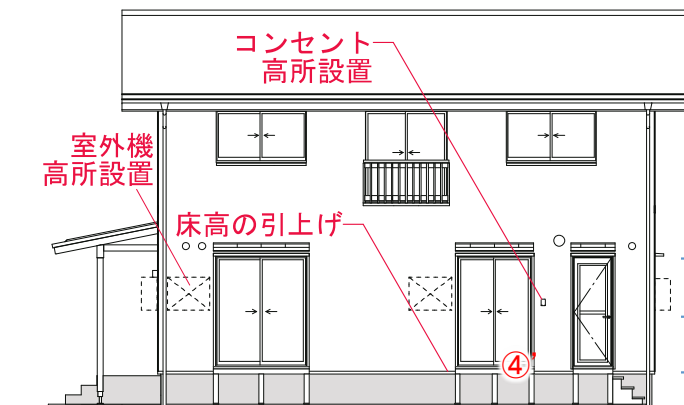
1階床及び腰窓下高さを基準に3つの考え方により浸水対策を検討

目的	方法	非耐水化案 a.基準案	耐水化案（非耐水化案との相違）		
			b1.修復容易化	b2.建物防水化	b3.高床化
a.浸水の防止	a1.止水高さの引上げ	・基礎立上りに床下換気口	・「 ネコ土台 」により外周基礎立上りは無開口	・ 腰壁の防水化 （床下換気口なし） ・ 腰壁開口部の防水化 ・排水管の 逆流防止	・高基礎化による 1階床高の引上げ （床下換気口位置も引上げ）
	a2.機能損失の回避	・電気設備類の高所設置なし	・ 電気設備類の高所設置	・ 電気設備類の高所設置	・ 電気設備類の高所設置
b.復旧の円滑化	b1.作業性の向上	・一般的な床高 ・最低限の床下点検口	・ 床下有効高さの増 ・床下点検口の増設 ・ 排水性の向上	・床下点検口の増設 ・排水性の向上	・床下有効高さの大幅な増 ・床下点検口の増設 ・排水性の向上
	b2.復旧範囲の限定化	・床撤去が壁にも影響（納まりが「 床勝ち 」のため）	・床撤去の壁への影響回避（「 壁勝ち 」） ・限定的な壁復旧に対応	・床撤去の壁への影響回避（「 壁勝ち 」）	・床撤去の壁への影響回避
c.耐水性の向上	c1.浸水の影響を受け難い素材の選定	・接合金物のみ防錆処理 ・吸水性の高い断熱材	・ 釘・接合金物は防錆処理 ・ 吸水しない床断熱材	・釘・接合金物は防錆処理 ・吸水しない 基礎断熱材	・釘・接合金物は防錆処理

耐水化計画案の概要

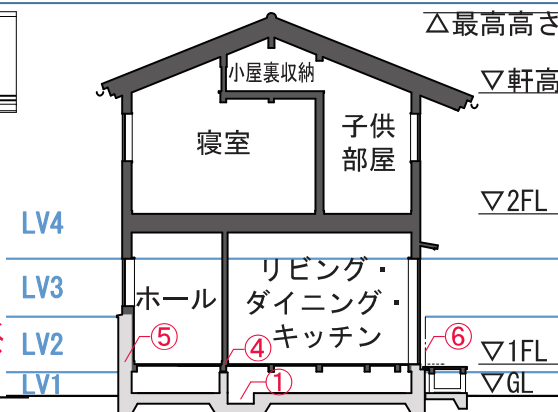
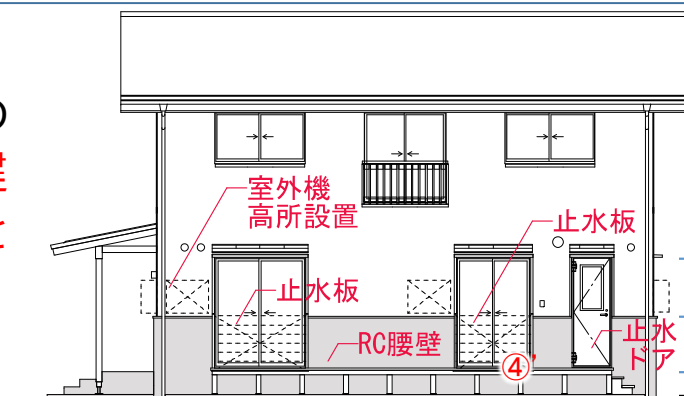
b1. 修復容易化案

腰窓下高さ以下の洪水に対して、浸水は受容、早期・安価に修復可能

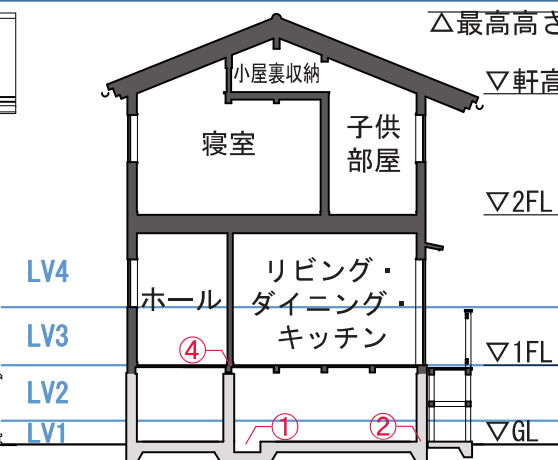
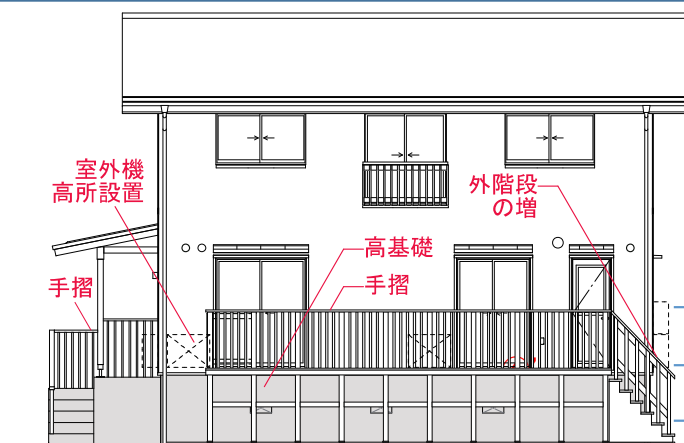


b2. 建物防水化案

腰窓下高さ以下の洪水に対して、建物内部への浸水を防止する案



b3. 基準案の腰壁高さまで1階床高を高基礎により持ち上げ、床上浸水を防ぐ案

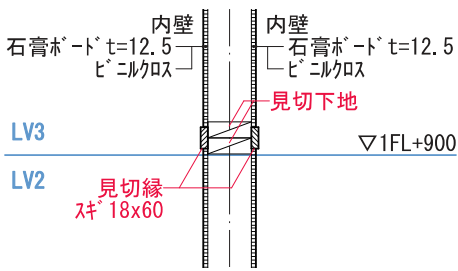
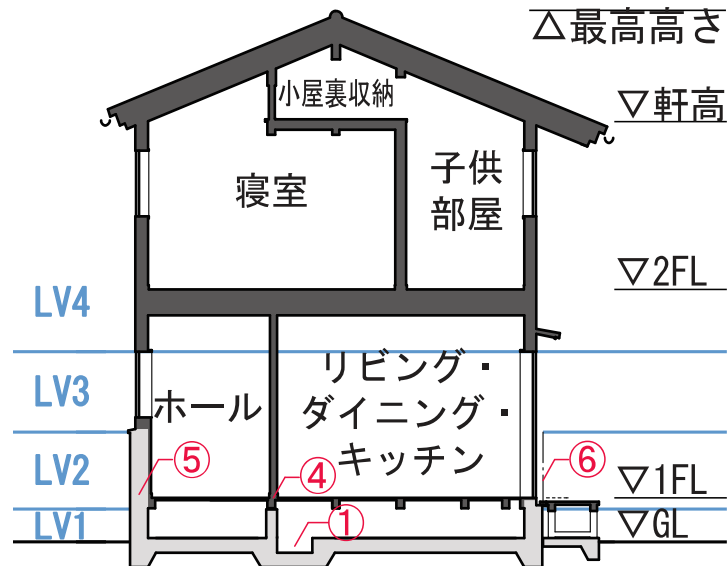


立面図(南側)

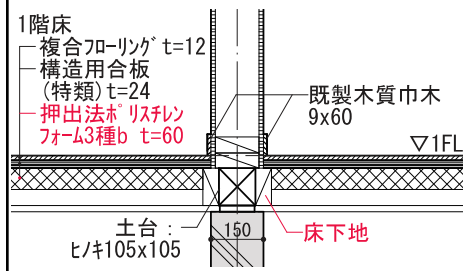
断面図

耐水化手法 部分詳細

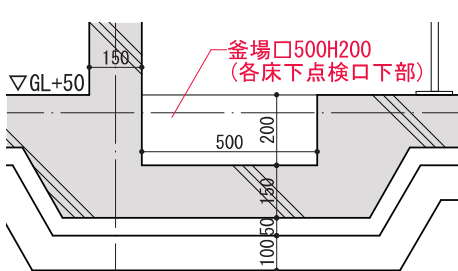
- ①初期排水・洗浄（水中ポンプ利用）のため**釜場**を床下に
- ②基礎の**水抜きスリーブ**（浸水時穿孔）により排水容易化
- ③壁内の**見切り分割**・電気設備の高所設置で修復範囲限定化
- ④解体時道連れ工事減のため床・壁等の**納まり**を壁勝ちに
- ④'**床断熱材**を発泡ボード系とし浸水後に洗浄・再使用可能に
- ⑤ 1階外周の**腰壁**を防水性の**R C造**に（外貼り基礎断熱）
- ⑥玄関扉・掃出窓に脱着式**止水板**、**ガラリ**を介し漏水は床下に



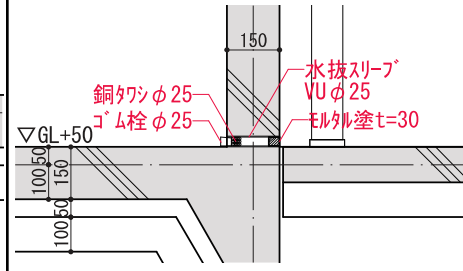
③ 壁の見切り分割



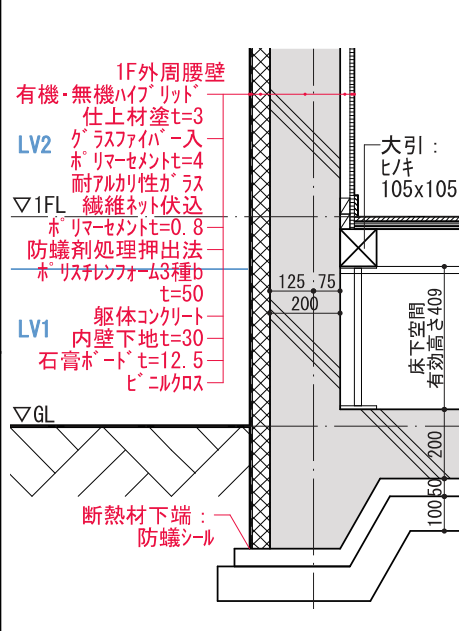
④ 壁勝ちの納まり



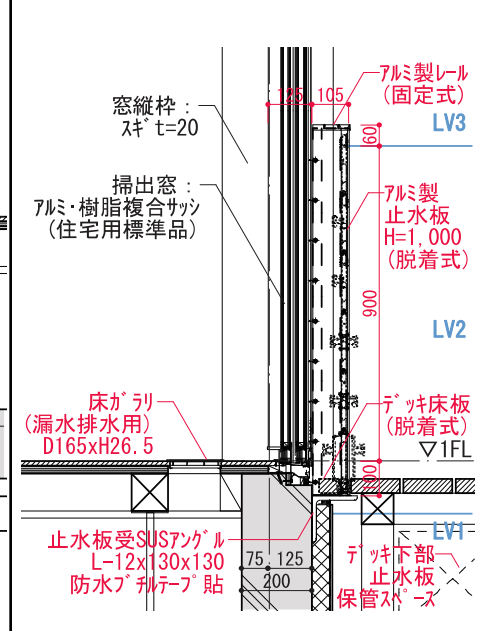
① 基礎の釜場



② 水抜きスリーブ



⑤ RC腰壁廻り



⑥ 止水板廻り

2. 耐水化案の費用対効果

費用対効果（B/C）の考え方

□費用

- 耐水化に伴う、**追加的建築コスト**

耐水化案(b案)の建築コスト — 非耐水化案(a案)の建築コスト

見積もり可能な設計図面に基づいて工務店に積算依頼

□効果

- 耐水化に伴う、水害遭遇時の**修復費用の削減見込みの期待値**
- 浸水レベル毎に以下を算定

耐水化案(b案)の修復費用 — 非耐水化案(a案)の修復費用

設計図面及び修復手順に基づいて修復経験のある工務店に見積もり依頼

- 浸水レベル毎の**発生確率**を想定して乗じる

浸水レベル

$\sum$

(耐水化案(b案)の修復費用 — 非耐水化案(a案)の修復費用) × 発生確率

耐水化に要する追加的建築コストの試算

工務店への積算依頼に基づきコストを比較

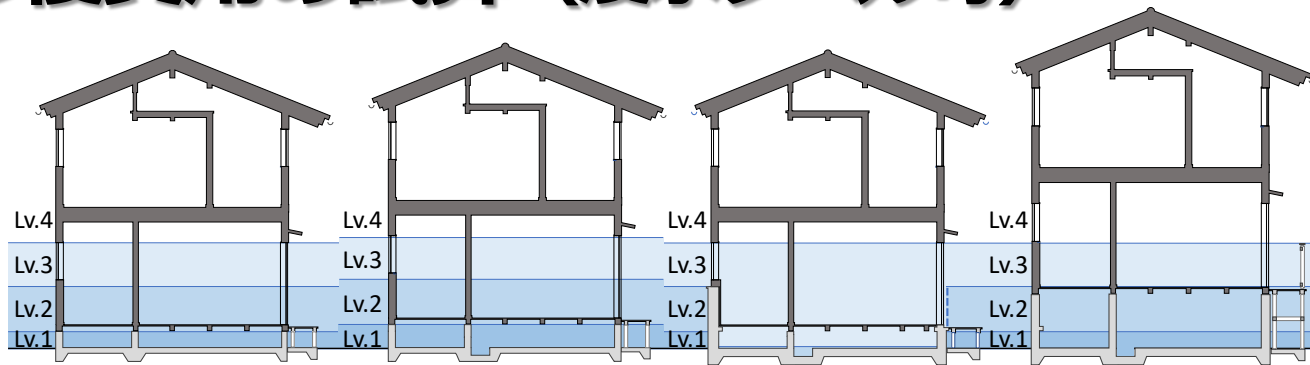
(単位：千円：b案はa案との差分)

内訳	非耐水化 (a案)	修復容易化 (b1.案)	建物防水化 (b2.案)	高床化 (b3.案)	備 考
構造	4,127	+23	+1,069	+1,329	基礎・RC腰壁等
断熱	315	+18	+226	±0	外貼り基礎断熱等
外部仕上げ	2,889	±0	+578	+280	サイディング・デッキ等
開口部	694	±0	+1,884	±0	止水板・止水扉等
内部仕上げ	3,348	+95	+235	±63	見切縁・点検口等
設備等	5,351	+57	+92	+57	空調室外機壁掛け等
その他	3,015	+180	+540	+24	仮設・大工手間等
直接工事費	19,739	+373	+4,624	+1,753	
建築コスト (経費・税込)	26,055	+493 (26,548)	+6,104 (32,159)	+2,314 (28,369)	経費率20% 消費税10%
コスト比	100%	101.9%	123.4%	108.9%	

※長期優良優良住宅仕様に基づく地元材を用いた住宅の、コスト減のための工夫前の費用

水害時の建物修復費用の試算（浸水レベル毎）

3段階の浸水高に対し、
復旧項目・手間・費用を
整理の上、見積もりを
依頼



基準案・耐水化案		a.基準案			b1.修復容易化案			b2.建物防水化案			b3.高床化案		
浸水レベル		Lv.1	Lv.2	Lv.3	Lv.1	Lv.2	Lv.3	Lv.1	Lv.2	Lv.3	Lv.1	Lv.2	Lv.3
GL高さ（mm）		0～ 450	450～ 1500	1500～ 2600	0～ 650	650～ 1700	1700～ 2800	0～ 450	450～ 1500	1500～ 2600	0～ 450	450～ 1500	1500～ 2600
共通① 初期排水		200	200	200	-75	-75	-75	-200	±0	±0	-200	-125	-125
基礎・床 基礎土間、立上り、床断熱、土台、床下地、仕上等		50	838	838	-12	-69	-69	-50	-813	-172	-50	-763	+50
共通② 消毒、乾燥		0	138	150	±0	-28	±0	±0	-63	±0	±0	-138	-40
内外壁 外壁仕上げ、内壁仕上・下地、壁断熱、柱・壁合板		20	665	690	±0	-315	+20	±0	-645	-9	±0	-645	-74
建具・家具等 扉・サッシ、内部建具・造作家具・階段		—	939	964	—	±0	±0	—	-914	±0	—	-939	-25
電気設備 足元照明、コンセント、スイッチ等、分電盤		—	87	399	—	-87	±0	—	-87	±0	—	-87	-312
衛生設備 キッチン、洗面化粧台、ユニットバス、トイレ		—	1,664	1,811	—	±0	±0	—	-1,664	±0	—	-1,664	-147
空調設備 室外機		105	105	105	-105	-105	+34	-105	-105	+34	-105	-105	+34
修復工事直接工事費計		375	4,636	5,157	-192	-679	-90	-355	-4,291	-147	-355	-4,466	-639
修復費用計（経費・税込）		495	6,119	6,806	-253	-897	-118	-469	-5,664	-193	-469	-5,895	-842

（単位：千円：b案はa案との差分）

追加的費用と修復費用、被害額のまとめ

50万円程度の追加工事により、最大90万円程度の被害額低減効果が期待できる！

試設計案

建築費概算

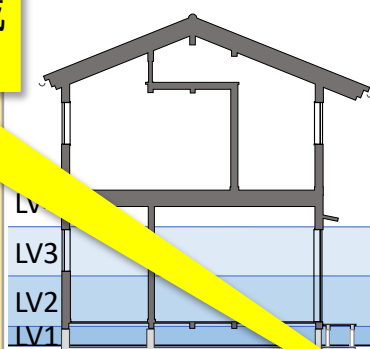
浸水レベルに応じた概算修復費用

Lv.1
Lv.2
Lv.3

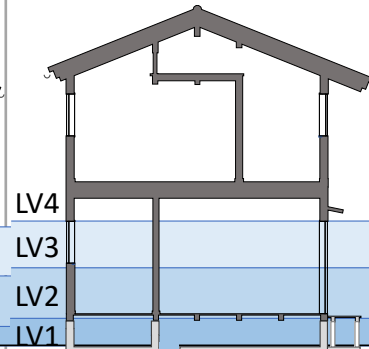
建物及び動産の被害額の浸水深による変化

(動産被害額は既存調査結果を援用)

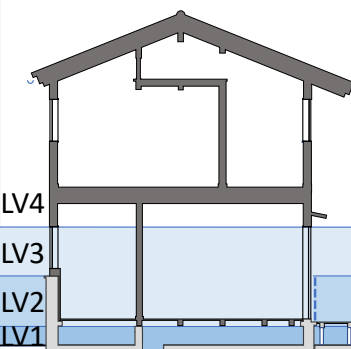
a.非耐水化案



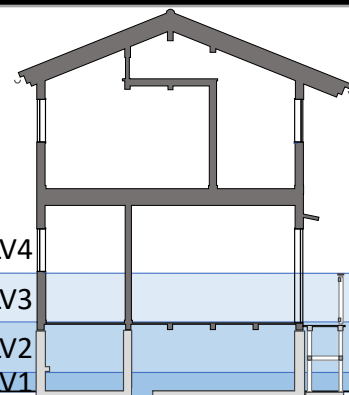
b1: 修復容易化案



b2.建物防水化案



b3.高床化案



26,055千円

▲499千円

▲6,104千円

▲2,283千円

495千円

▼253千円

▼469千円

▼469千円

6,119千円

▼897千円

▼5,664千円

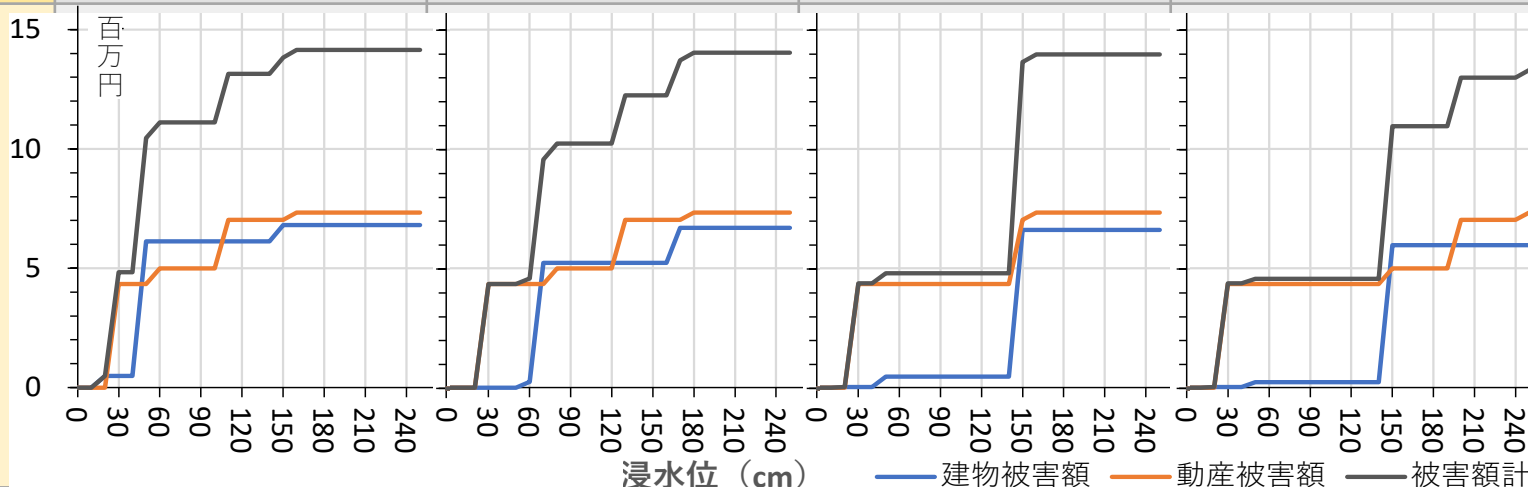
▼5,895千円

6,806千円

▼118千円

▼193千円

▼842千円



発生頻度の考慮等にあたって滋賀県データの利用

計画規模や想定最大規模の浸水想定区域図では不可能な、期待被害額の算定を、滋賀県「地先の安全度マップ（相当）」の多段階の浸水想定に基づき計算



図 滋賀県「地先の安全度マップ」

<http://shiga-bousai.jp/dmap/top/index>
(確率年別の最大浸水深を日本で唯一公開)

生起確率年

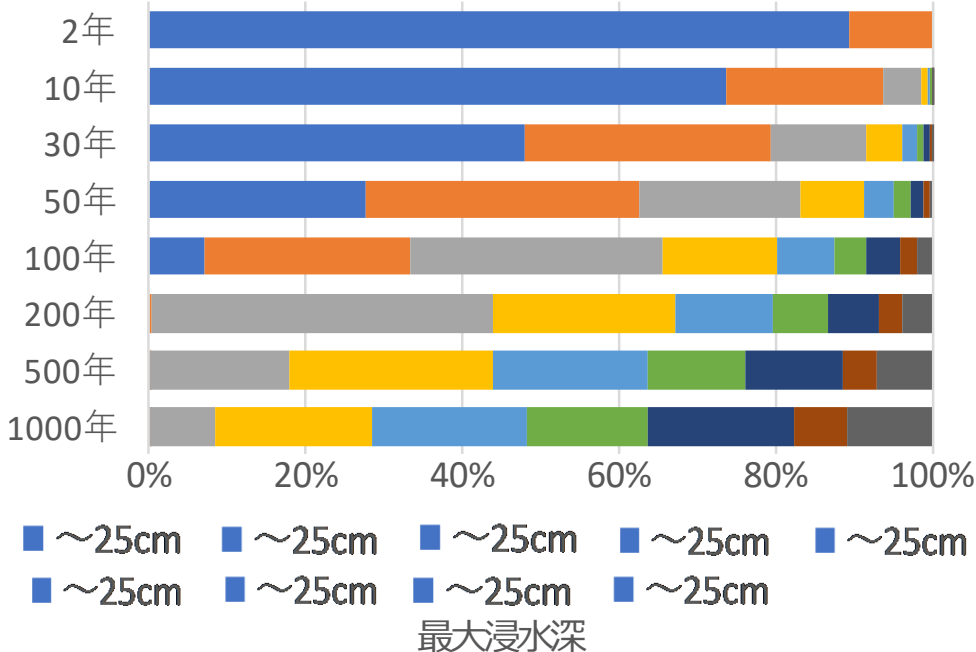


図 対象メッシュの生起確率年別
最大浸水深の割合

対象メッシュは、2年確率の最大浸水深が50cm未満、200年確率で50cm以上、世帯数1以上、の条件で抽出(全14,231メッシュ。内7,623メッシュが用途地域内)

各耐水化案の費用対効果等からみた適用性

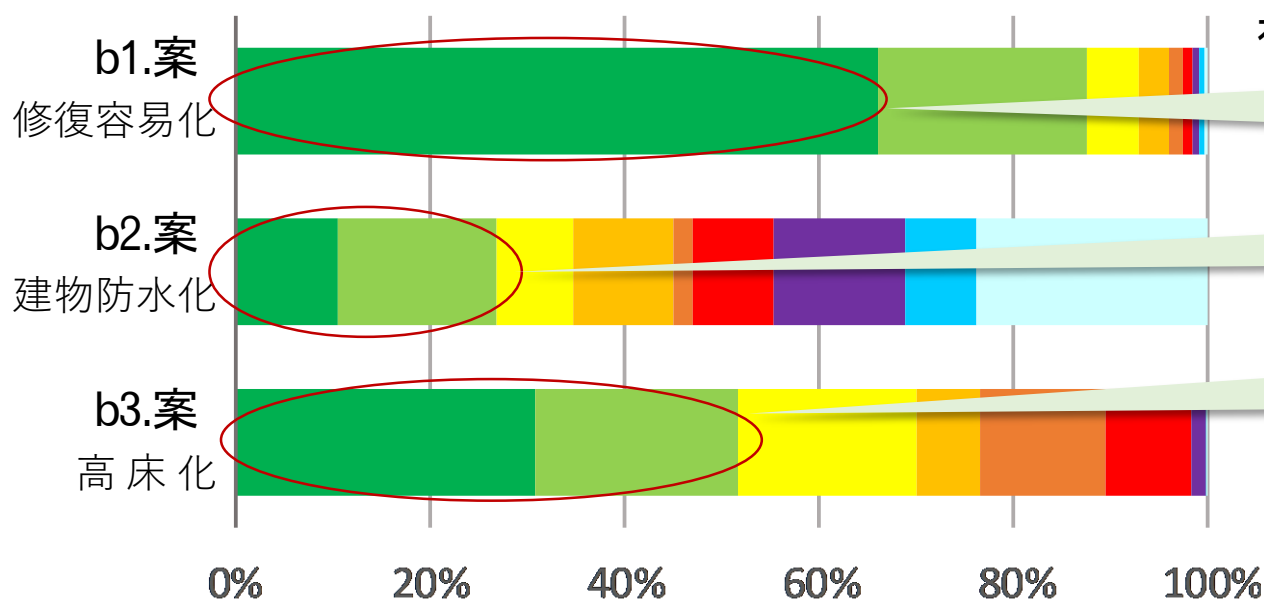
実務者による試設計と工費見積もりから、耐水化の追加的費用と浸水時の修復費用低減額を検討



滋賀県における生起確率別浸水深を用いた計算により、浸水対策の費用対効果の期待値を分析

耐水化案

- b1.修復容易化案：浸水後の修復を円滑・低廉化
- b2.建物防水化案：腰窓下高さまでの洪水を止水
- b3.高床化案：1階床高を高基礎で上げる



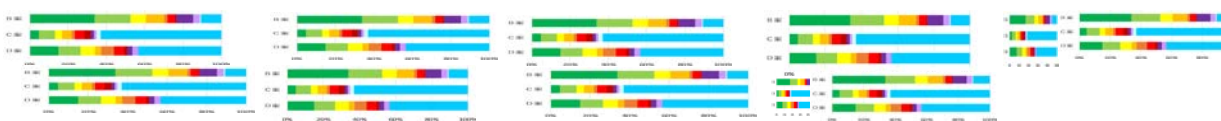
被害確率を考慮すると

概ね10年で費用を回収できるメッシュが6割超

概ね20年で費用を回収できるメッシュが3割弱

概ね20年で費用を回収できるメッシュが5割超

図 耐水化の追加的費用の回収が期待できる年数別メッシュ割合
(一定の浸水リスクが想定されるメッシュが対象)



水害の発生頻度を考慮した費用対効果の試算

計画規模や想定最大規模の浸水想定区域図では不可能な、**期待被害額の算定**を、滋賀県「地先の安全度マップ（相当）」の**多段階の浸水想定**に基づき計算



費用対効果の観点からは**浸水深50～100cm**、**確率年2～50年程度**の浸水事象の影響が大きく、これによる被害の低減が肝要だということがわかった。

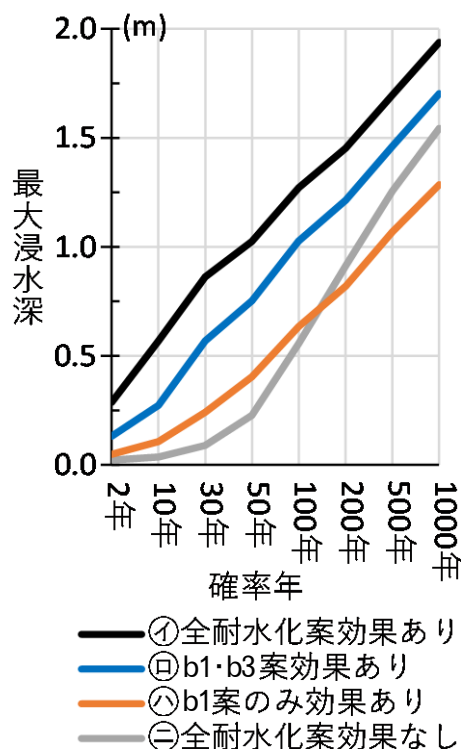
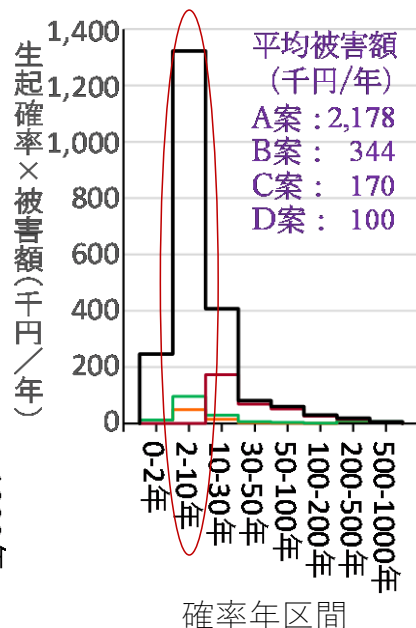
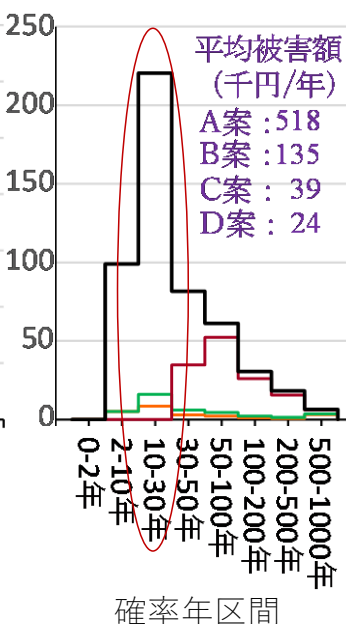


図 メッシュタイプ別の浸水特性



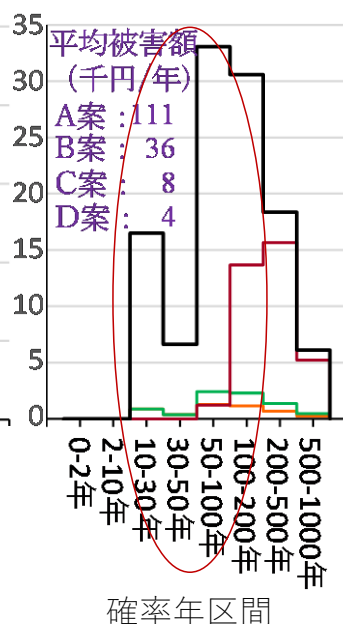
①全耐水化案効果あり

— 非耐水化 (a) 案



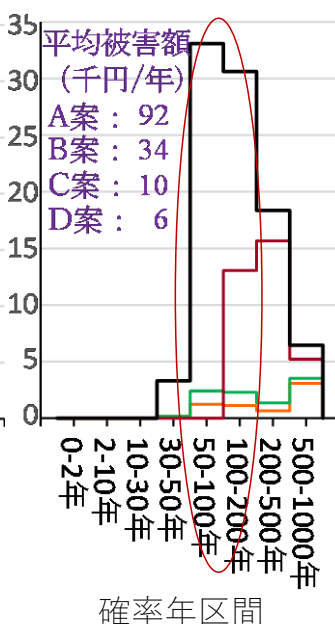
②b1・b3案効果あり

— 修復容易化 (b1) 案



③b1案のみ効果あり

— 建物防水化 (b2) 案



④全耐水化案効果なし

— 高床化 (b3) 案

図 各メッシュタイプにおける建築計画案の確率年区間別の期待被害額の詳細

※50mメッシュ

3. 成果と課題

耐水化案のまとめ：各計画案の特徴と課題

各耐水化案の特徴と課題等について以下の結論を得るとともに、国交省審議会等と言及されている「**多段階の浸水想定**」の建築分野での活用可能性、**耐水化に伴う浮力**の影響、等について知見を得ることができた

	b1.修復容易化案	b2.建物防水化案	b3.高床化案
費用対効果	浅い浸水被害に対する費用対効果が大きい	腰窓以下の床上浸水に対して、一定の費用対効果	1階レベルの洪水への費用対効果が最も高い
特筆点	低廉な費用で実施可能	財産・生活被害や社会的負担の減少（家財被害・生活支障、仮設住宅・災害ゴミ処理等）	より高い浸水にも、2階避難で生命が安全に
適用性	浸水リスクのある地域で最低限講じるべき手法	市街地での適用性が高い（日常の出入りや周辺環境影響の制約なし）	非都市部での適用性が高い（狭小敷地への対応、日常の出入りや周辺環境等）
実現・普及に際しての課題	修復工事期間中に2階等で生活継続の可能性	低廉で信頼性の高い壁面・開口部の止水方法の開発	簡便な昇降支援システム 高さ規制への対応

建築物の水害対策を進めるための課題

- 浸水に強い建築物を実現するための構法・部材・設備の開発といったハード技術
- 関連する建築物と部材・設備の対水害の性能基準・評価
- 建築物の用途・機能に応じた水害に対する目標性能の設定と実現に関わる計画・設計
- ハザードマップのあり方も含めた建築・敷地の計画・設計に際して参考出来る浸水リスクの評価技術
- 対策の普及に必要な都市・建築関係の諸制度との関係や損害保険等の社会的仕組みとの連携

終わり

ご視聴ありがとうございました