

II. 新築木造戸建て住宅の浸水対策 に関する検討

1. 序

本章では、都市部に立地する新築の木造2階の戸建て住宅を想定し、浸水対策案とその費用対効果の検討を行った。当該住宅は、浸水被害の割合の多い農村部や中小都市及び大都市郊外部での支配的な居住形態であり、浸水に対して脆弱で被害実績が多い。日本建築学会が2020年にまとめた提言においても、木造の戸建て住宅の「耐水技術」の開発を中心に据えている⁽¹⁾。

ここでは以下の手順により、検討を進めた。2節以降で具体的な検討内容を詳述する。

- ①検討の参考とするため、浸水被害・復旧に関するヒアリング調査や、関係のガイドブック・手引き等の整理を行い、前提条件等を整理する【2節】。
- ②①を踏まえて、浸水対策案の検討の前提となる対策を行っていない「基準案」を作成し、この案をベースに浸水対策を行った案を、「修復容易化案」「建物防水化案」「高床化案」の3通り作成し、それぞれについて試設計を実施する【3節】。
- ③②で試設計を行った各案について建築コストを算定し、浸水対策案と基準案との差額により、浸水対策に伴う追加的コストを算定する。さらに各案が実際に浸水被害に遭遇した際の修復費用を浸水レベル別に算定し、浸水対策に伴う修復費用の低減効果を推計する【4節】。
- ④動産被害額や水害発生の浸水深別の確率を考慮して、各浸水対策案について浸水対策の費用対効果を推計し、その適用性を評価する【5節】。
- ⑤大洪水時に屋根上への避難を可能とする案及び、避難所生活が不要または最小限にとどまるように2階部分において生活機能の回復を可能とする計画案について、追加的に検討する【6節】。
- ⑥③で検討した木造戸建て住宅の浸水後の修復とその費用について、より詳細な検討を実施する【7節】。
- ⑦検討を踏まえて、戸建て住宅の浸水対策の適用性を考察し、その普及に必要な課題について整理する【8節】。

参考文献・資料

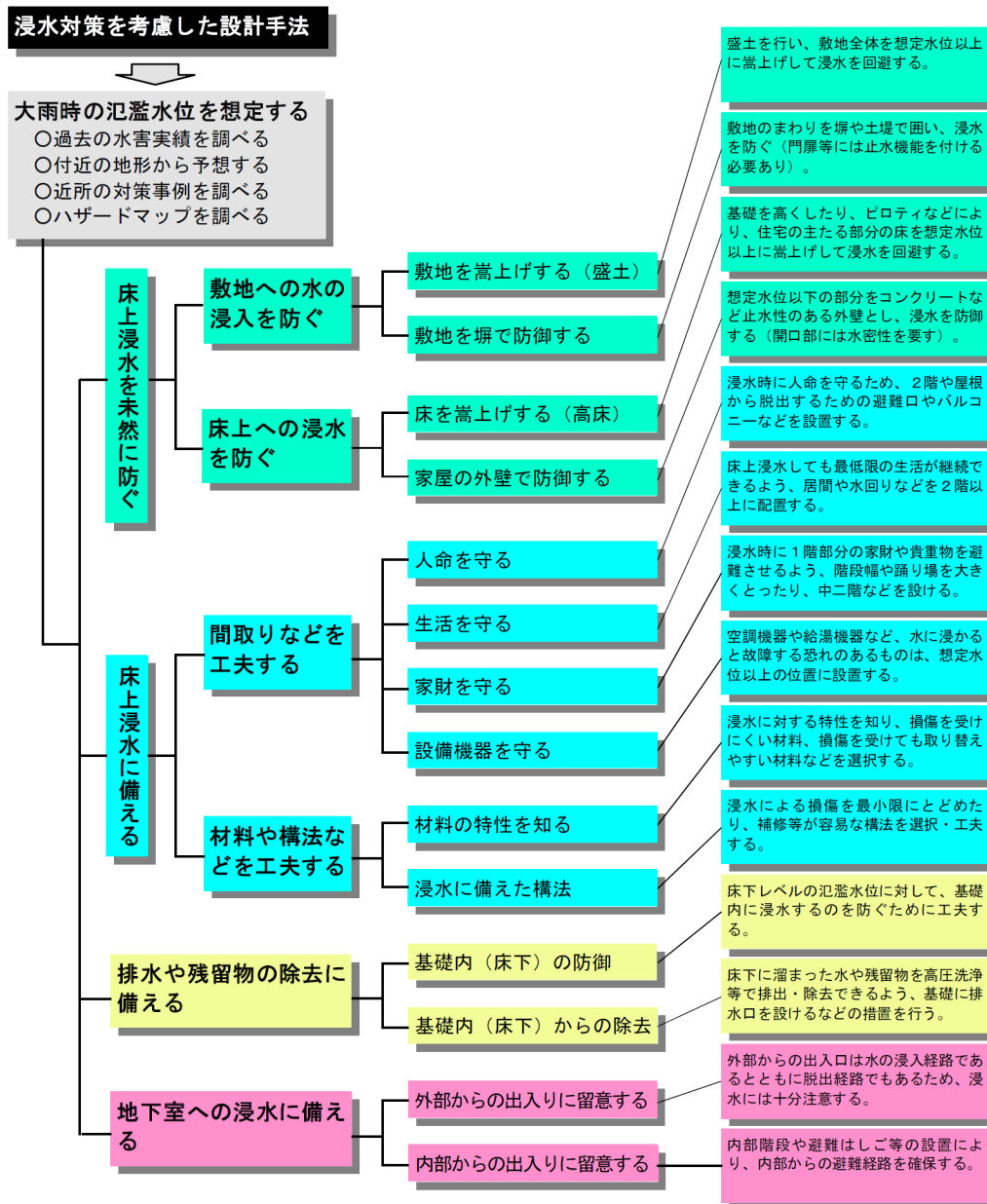
- (1) 日本建築学会 (2020) 「提言 激甚化する水害への建築分野の取組むべき課題 ～戸建て住宅を中心として～」 2020.6
<https://www.aij.or.jp/jpn/databox/2020/20200629.pdf>

2. 検討の前提条件の整理

2.1 建築物の浸水対策に関するシナリオの整理

本章にかかわる検討を開始した時点（2019年）では、日本において建築物の浸水対策にかかわる手引的性格を有する資料は、（財）日本建築防災協会（当時）によるもの⁽¹⁾が唯一であった¹⁾。第I章（1.3）で述べたが、この資料では具体的な建築計画案までは提示されていないが、床上浸水を未然に防ぐ対策や、床上浸水に備える対策、材料や工法などを工夫する対策、排水や残留物の除去に備える対策、等の方法（図II-1）のそれぞれについてイラスト・写真により解説されており、対策の区分も欧米での“Wet Floodproofing”（建物内部への浸水を許容しつつ被害を減らす）と、“Dry Floodproofing”（浸水を防止する）の考え方に近い。

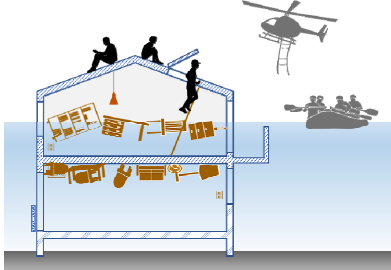
そこで、上記文献及び海外の文献^{(2)~(5)}を参考に、戸建て住宅での浸水対策のシナリオ・目的・対策例・課題を整理した結果を、検討にあたっての仮説として表II-1に整理した。



図II-1 浸水対策を考慮した設計手法の全体像（（財）日本建築防災協会⁽¹⁾）

表II-1 戸建て住宅での浸水対策として想定されるシナリオとその考え方、対策手法、課題の仮説的整理

シナリオ①：住宅の浸水後の修復が比較的容易かつ安価で早期に元の住宅での生活が回復可能	
考え方	<p>浸水後になるべく速やかかつ安価にて再使用を可能とすることを目的とする。このために、水や汚れ等が浸入した床下や壁・床の内部の洗浄と、部材・設備の交換や修復等の必要な作業を、少ない工程で容易かつ安価に行えるように工夫する必要がある。</p>  <p style="text-align: center;">イメージ図</p>
対策例	<ul style="list-style-type: none"> 床下浸水に対しては、床下の排水・清掃・乾燥が容易になるよう、一定の床下空間を確保した上で、床下点検口を設け、排水口（またはポンプによる吸引場所）に向け水勾配を設ける等の工夫を施す。 床上浸水に対しては、想定浸水深より下部には、耐水性のある部材・設備を使用し、浸水後に壁・床内部の確認や作業が容易にできるよう、解体・洗浄しやすい工夫を講じる。 壁や床の解体時に、道連れで交換・修復等の作業が必要になってしまう範囲をできるだけ少なくするような工夫を講じる、水平見切り板などで想定浸水深の上下で断熱材を分けるなど。 浸水に対して脆弱な設備（電気関係、給湯器、エアコン等）を、可能な限り想定浸水深より上に配置する。 家財の被害を減らす観点からは、上階に家具を運び易くする階段などの工夫も考えられる。
課題	<ul style="list-style-type: none"> 完全な解体・洗浄・修理には費用等のさまざまな限界が想定され、一定の財産価値（性能も）の低下は避けられない可能性が高い。 面材耐力壁は解体・分割が難しく、またシステムキッチンやユニットバスは交換せざるを得ないと思われる。 耐水性能の低い部材（石膏ボード等）や、耐水性能が不明確な部材（集成材・合板等）の扱い。 透湿防水シートの外側（通気層）の洗浄と乾燥の必要性は不明。多くの修理事例においても手つかずである。 基礎に排水孔を設けるとすれば、シロアリ等の侵入口となってしまうような措置が必要。 以上の諸状況を考えると、伝統的な土壁（真壁）の家屋においてはともかく、現代の断熱材が入った大壁の家屋の床上浸水に対して、費用対効果の優れた対策があるかどうかは、不明。
シナリオ②：浸水を防ぐことにより建物内の資産を守ることができる	
考え方	 <p style="text-align: center;">イメージ図</p> <p>敷地の嵩上げ 基礎による嵩上げ(高基礎) 止水(防水)壁 建物防水</p>
対策例	<ul style="list-style-type: none"> ◇敷地や基礎の嵩上げ：建物の居室等を想定浸水深よりも高い位置に上げるため、敷地や基礎を嵩上げする。 ◇止水壁：建物の周囲に壁を設け、水の浸入を防ぐ。 ◇建物防水：想定浸水深より下部を止水性のある壁及び開口部等とし、建物の壁面等からの浸水を防ぐ。 <ul style="list-style-type: none"> 敷地の嵩上げは、一般的には盛り土で行い、周囲に擁壁を設置するかスロープ状にする。 基礎による嵩上げは、RC造基礎部分を通常よりも高くする。下部に人間などが入れるまで持ち上げて、車庫・倉庫や作業所を設ける、柱のみのピロティ形式にする、などの手法もある。 止水壁（防水壁）は、通常は敷地の周囲に巡らすが、車を含めた出入口部分には止水板等の設置が必要となる。また、敷地内への降雨を排水するためのポンプや、下水管等への逆流防止弁の設置等も必要となる。 建物防水では、壁面からの水の浸入を防ぐため、防水性のある鉄筋コンクリート（RC）造で壁面を構成することや、壁面と床を止水シート（及び水密テープ）等で包むことが考えられる。また、開口部（扉・窓・換気孔等）からの浸水に対して、上部への設置や予め止水板等で塞ぐ等により対策する。さらに、壁面貫通部（管路等）の周囲を防水性のあるシーリング材などで覆う、屋外の設備（エアコン室外機、給湯器等）を上部に設置する、下水管等の逆流防止のために逆流防止弁等を設置する、等の対策も必要となる。一方で、浮力についても（氾濫時に浮き上がらないように）充分に考慮する必要がある。

課題	<ul style="list-style-type: none"> ・ 嵩上げは、バリアフリーを念頭に置くとスロープ等の設置が望まれるため、一定の広さの敷地を要する。 ・ 敷地や基礎の嵩上げは、地震時の安全性に対する考慮も必要となる。 ・ 止水壁は景観上の問題がある。また出入口からの浸水防止や、雨水排出のためのポンプ等が必要になる。 ・ 止水壁や建物防水については、止水が必要な（水防ライン上の）全ての箇所において止水機能が、建物が存続する期間内にわたって機能する必要がある（地震動による建物の歪み等の考慮も含む）、そのための点検・補修を含む維持管理が重要となる。また止水板等については、事前の設置や保管場所が必要となる。 ・ いずれの手法も（嵩上げ部分への水の流入を許容する場合は別として）、氾濫時に湛水空間を縮小することとなるため、建て込んだ市街地においては周囲への浸水被害を助長する可能性がある。 ・ 以上から、農村集落や大敷地の住宅、低密度な住宅地では、一定の適用性が見込めるが、建て込んだ市街地で、大きな浸水が想定される場合に、汎用的に用いることは困難な場合が多いと考えられる。
シナリオ③：逃げ遅れたときの建物内垂直避難により生命の安全性が向上する（水平避難困難時）	
考え方	<p>大河川の（破堤等による）氾濫などの浸水深の大きな洪水に対して逃げ遅れた場合に、浸水深に応じて上階やベランダ、屋根上等への避難と、ボートやヘリコプター等での救出を容易にする。建物に大きな外力（流速）が働く場合には、建物の一定の損傷は容認しつつ、建物の倒壊・流出を防ぐ。</p> <div style="text-align: right;">  <p>イメージ図 屋根上等への避難</p> </div>
対策例	<ul style="list-style-type: none"> ・ 小屋裏から天窗、バルコニーからタラップ（梯子）等を通じた、屋根上までの避難ルートを確認する。 ・ 想定される洪水の外力（流速・水深）に対して、建物躯体が抵抗できるように壁や金物などで補強する。 ・ 壁等の脱落により外力を受け流す考え方もある（浮遊物として他建物に衝突させない工夫が必要）。 ・ 浮力や建物内外の水圧差による外壁の損傷等に対して、建物内に浸水させることや、1・2階の床下に空気溜りを考慮した空気抜き孔の配置等が考えられる。
課題	<ul style="list-style-type: none"> ・ 大河川破堤時の堤防の近傍などで、想定される外力（流速×水深）があまりに大きい場合と、水深そのものがあまりに大きい場合は、木造戸建て（2階建て）では実現困難。 ・ 地盤の洗掘も考慮する必要がある。 ・ 想定以上の外力発生を考慮し、高台やビル等への避難が原則となるが、その意欲を減退させるおそれがある。 ・ 「外力を受け流す」方法は、RCのピロティ基礎以外の方法では技術的なハードルが高いと思われる。 ・ 太陽光発電のための屋根・屋上のソーラーパネルによる、感電・滑落等を避ける必要がある。

2.2 浸水被害・修復事例に関するヒアリング等調査

前項の整理を踏まえ、浸水対策の計画案の検討と試設計、及び水害時の修復など費用の算定方法に関して参考とするため、浸水家屋の被害の状況や、修復の手順、修復が容易となる計画上の工夫等を聴取し、一部現地調査を実施した。対象は近年水害のあった、①茨城県常総市、②岡山県倉敷市、③広島県三原市、④同県坂町及び、⑤長野県長野市において、被災住宅の復旧・修復を経験した建築技術者、ボランティア支援者、居住者等である（表 II-2）。地区の被害状況は、①破堤または土石流発生地点付近で大破壊を伴う（①～④の一部）、②土砂災害由来の瓦礫や土砂を多く含む泥水が流入（⑤の

表II-2 浸水被害・復旧事例のヒアリング概要

水害事象	被災建物の場所	実施日	対象
平成 27 年 9 月 関東・東北豪雨	①茨城県常総市	2020 年 1 月	工務店(建築士)
平成 30 年 7 月 豪雨	②岡山県倉敷市	2019 年 10 月	工務店(建築士) 建築士(2名)
	③広島県三原市	2020 年 1 月	工務店(建築士) 建築士(2名)
	④広島県坂町	同上	工務店(建築士) 電気工事士 居住者(2名)
令和元年東日本台風	⑤長野県長野市	2020 年 2 月	建築系大学研究者 ボランティア支援者

一部及び㊦の殆ど)、㊦水流や土砂は少なく水位上昇に伴い浸水 (㊦以外の殆ど)、に分かれる。

浸水被害・復旧に関する指摘事項を表 II-3 に記載したが、事例の多い㊦を対象として内容をまとめると以下ようになる。

- ①床上浸水では、初期排水、家財の撤去処分、床・壁仕上げ材・下地材・断熱材の撤去、洗浄・排水・消毒・乾燥を行った後、新たな下地、断熱、仕上げが施工される。浸水部分のカビ等の発生は早く、排水・乾燥開始が早期に必要となる。反面、被災後は大工・工務店の人員に限られるため、多数の家屋の復旧への直後の対応は困難で、居住者やボランティアが作業の主力となる場合も多い。そのため、使える器材や技能、情報が限られ、技術的に複雑な作業は難しい面がある。被災エリアが限られるため資材価格の高騰や調達難は聞かれなかった。
- ②仕上げ材・下地材の撤去範囲は、部材の構成と施工の都合から、被害を生じた範囲より過大となる傾向がある。特に、近年の厚板合板と接着剤併用の床材は撤去しにくく、復旧に費用と時間を要するため、床下や軽微な床上の浸水では、床板を全面撤去せずに、床下で洗浄・排水、消毒、乾燥した例も見られた。外壁通気層内への泥水の浸入が疑われる浸水事例も多く見られた³⁾が、資金的制約等から、外観上で破損のない外壁の撤去・再施工までは行われていない。
- ③浸水高さが低い場合でも、木質系家具、住設機器、床置き家電製品など、家財の損害は大きい。しかしながら市街地部では、被災後に建て替える場合でも、浸水対策としての敷地の嵩上げは、近隣との関係や日常利便、建築コストの観点から積極的には取り組まれていない。

表II-3 浸水被害・復旧に関する主な指摘事項

<p>【被害の発生状況】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・洪水のタイプにより、水流や土砂の量、被害の性状が異なる。破堤地点近傍では強い水圧による破壊が見られ、家屋の倒壊や、基礎ごと浮いて押し流される例も見られる。土砂災害を伴う場合は、屋内への土砂や瓦礫の流入や堆積が多く、ガラスも破損するが、比較的狭い範囲に限られる。 ・河川氾濫による浸水の場合、破堤地点周辺以外の広範な地域では、水流による破壊は少なく、下から水位がじわじわと上がり浸水のみが進み、土砂の流入も少なく、細かい泥が残っている。漂流物によるガラスの破損も比較的少ない。内水氾濫でも同様と思われる。 ・浸水時間は数時間から数日に及ぶものまで差があるが、今回のヒアリング事例のほとんどでは、一日以内で水が引いている。
<p>【被災後の排水・土砂撤去・乾燥・消毒】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・乾燥が遅れた場合に室内環境汚染の源となるカビの発生を防止するため、早期の乾燥開始が最重要である。工務店にも乾燥が重要との認識はあり、扇風機類で乾燥させているが、乾燥期間を十分に取れない状況もある。 ・乾燥に際しては、カビ等で汚染した空気を家中に拡散させずに屋外に直接出すための換気ルートの確保が重要である。特に、2階で居住している様な場合には、健康被害にもつながるので重要。 ・汚水のような臭気がした例は少なく、カビ臭さが主な悪臭となっている。 ・消毒についての情報(効果・安全性・適性等)は不足し、どの工務店も自信が持てない様子が伺われ、適切な情報提供が求められている。 ・被災直後は人手が限られるため、工務店が工事に乗り込む前に、家族・親戚・知人・ボランティアなどが助言に従って、事前の作業として、床の撤去と、流入した泥のかき出し、廃棄物の処分等を行い、早々に乾燥させることが効果的で、そうした事例では工期・工事費が抑えられている。 ・床上浸水の場合でも、水が引くと直ちに床に開口を設け、床を剥がさず、送風機を設置して乾燥させてカビの発生を防いでいる例もあった。 ・清掃・乾燥等については、米国 EPA (環境保護庁) のガイドラインが役立つとの指摘があった。
<p>【基礎】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・布基礎は内部が自然に乾くが清掃消毒がしにくく、流入土の識別がしにくい場合もあり、過剰にすき取り、束を浮かせてしまう例も見られ、床下地のレベル調整もしにくい。布基礎に防湿シートを敷いて砂で押える仕様

では、シートの存在に気づかず掘り破ってしまう場合もある。

- ・ベタ基礎は水が溜まるが排水後の清掃を行いやすく、復旧時の床下地のレベル調整もしやすい。釜場の設置も容易で、500mm角程度で、水勾配はなくても排水時の効果が期待できる。
- ・基礎を高くし、床レベルを（100～200mm）上げておければ、出入りの段差は増すが維持管理も容易になり、床を剥がさずに床下での復旧作業も容易になる。

【床】

- ・カビが発生するため、いち早く清掃・乾燥を行う必要がある。
- ・床下浸水で床下の土砂の堆積が少ない場合は、点検口や一部床の開口からの搬出でも対応でき、床高を上げ、点検口等を多く設けるのが有効。
- ・床上浸水でも、浸水深が浅く土砂の堆積がわずかな場合、早期乾燥が可能で、床を剥がさず清掃・消毒でカビや材の腐朽を防止できれば、復旧費を抑えることができる。
- ・床下の土砂の堆積量が多い場合は、床を迅速に剥がす必要がある。
- ・従来の荒床+畳は、畳は廃棄となるが、荒床は剥がしやすく、乾燥・復旧もしやすい。
- ・1階に厚板構造用合板の根太レスの工法や床パネルを用い、フローリングを接着剤併用で固定したものの撤去には、丸鋸等で格子状に床を切った上で、電動マルチツールで撤去するのが効果的。
- ・1階床下地板はビス止めの事例も見られるが、ボンド併用でビス頭がつぶれ回せないものもあり、一度つぶすと抜けなくなるため、釘止めの方が撤去しやすい。
- ・床下の断熱材は吸水性の低いポリスチレンフォームが適する。洗浄乾燥後、再利用もできる。下から取り外せると良い。
- ・床上浸水では下地合板や複合フローリングは、変形し使えない場合が多い。荒床や無垢の縁甲板は洗えば再利用できるが、手間、汚染、反りから新調する傾向が高い。フローリングを剥がさずに洗浄・消毒で再利用する例も見られたが、板の隙間から土の粒子がにじみ出したり、後日表面が剥がれ貼り替た事例が見られる。

【壁内部仕上げ】

- ・壁内へのカビ発生防止のため、浸水した壁面の撤去が必要だが、居住者の心理的抵抗は大きい。
- ・床上浸水では、浸水高に関わらず内壁と断熱材を天井まで撤去している場合が多いが、水を吸い上げたところ（浸水高さ+30～40 cm程度）まで撤去とし、修復範囲を最小限とした例もある。
- ・天井付近まで浸水した場合は、天井は浸水していなくても、天井より上部の壁内の繊維系断熱材が吸水するため、壁を撤去するために天井も撤去している例が多い。
- ・壁内に水平見切り部材を入れて断熱材や内装仕上材を分離することにより、低コストで被害と復旧の範囲を限定する効果が期待できる。真壁造で、差し鴨居が上部の壁の吸水を防いだ例もあった。
- ・断熱材は繊維系、発泡系とも濡れたら交換する例が多い。現場発泡ウレタン断熱材は吸水し、撤去も困難。ポリスチレンフォームなどは洗浄乾燥後、再利用可能だが、壁への施工時に固定しにくい。

【壁外部仕上げ】

- ・モルタルは浸水の影響は少ない（ラス固定のタッカーの腐食には注意を要する）。
- ・窯業系サイディングは12mm程度だと浸水すると膨張や反りが生じる。ケイ酸カルシウム板も使えなくなる。塗装等で表面に防水を施した外装材も、裏面や小口からの浸水には弱い。
- ・外装材の撤去・復旧は費用を要するため、施主の判断により手が付けられないことが多い。
- ・通気工法では、通気層に水も泥も入っていると思われるが、いわば屋外側の空間で通気により乾燥するとも考えられることや、修理費用を抑えるため、外壁まで剥がした事例は聞かれなかった。

【サッシ】

- ・床上浸水時にはサッシ廻りの下枠や水抜き穴から水が浸入しており、止水性は期待できない。
- ・全体にガラスの割れた例はわずかで、サッシの交換をしている例は比較的少ない。天井近くまでの床上浸水によりアルミサッシの変形が生じた場合でも、交換は足場を要する外装全体の更新につながることもあり、修復額を抑えるため、外壁を傷めずに交換するなどの配慮が見られた。

【住設機器】

- ・キッチン、ユニットバス、トイレは衛生上の不安から全部交換する例が少なくない。
- ・ユニットバスのメーカーは、浸水した場合に下地の腐食のおそれがあるとして交換を勧めている。外壁側の壁を撤去して外からユニットバスの裏面の泥の撤去・清掃を行っている事例もあった。
- ・浸水対策で、都市ガスではなく復旧の早いプロパンガスを採用するとの見解もあった。

【水害対策、浸水対策への感触、ほか】

- ・被災した地域は、水害の浸水高の記録が遺されている例など、過去にも水害を経験している場合が多いが、居住者が被災を機に真剣に浸水対策を考えるようなムードは少ないと見受けられた。
- ・工務店は、立地選定を浸水対策の基本と考えて顧客に注意喚起するが、建物で対策を講じることには限界を感じている。地盤高には注意するが、狭い敷地で嵩上げがしにくい、周囲と著しく異なるつくりはしにくい、日常の使い勝手（上り下り）は犠牲に出来ないなどの感覚があり、苦慮している。一方で、比較的安価に取り入れられそうな浸水対策手法の情報には関心が見られる。
- ・修復工事については、いずれの地区でも大きな浸水は初めての工務店が殆どで、泥かき、洗浄、乾燥・換気、消毒、復旧の具体的な手順・手法に関する情報は乏しく、手探りで対応している。
- ・被災者の手持ち資金には限りがあるため、復旧できる範囲は、火災保険の補償金額で決まる面があり、保険会社の補償額の提示時期が復旧の開始時期に大きく影響する。
- ・汚れた水に浸水した床や壁は、わずかな浸水でも全面的に交換している例が少なくない。グラスウールや石膏ボード、クロス等の壁材は比較的安価であり、部分的撤去よりも全面的交換の方が施工性や心理的効果、躯体の乾燥促進、保険の補償対象となる等を考慮すると、合理的と判断される場合が多い。
- ・水中ポンプや一輪車等の道具類が被災地付近で売り切れることはあるが、エリアが限られるため、資材価格の高騰や調達難は聞かれなかった。工務店や職人は限られるため、修復工事を着手するまでに顧客を待たせる状況は多い。
- ・地域工務店の場合、災害復旧時には経費率を下げるなどの対応が見られる。

また、特に浸水対策を考慮した戸建て住宅設計に関して指摘のあった事項について、表 II-4 に記載した。この内容については、次節以降での浸水対策案の検討に活かした。

表II-4 浸水対策を考慮した戸建て住宅設計に関する指摘事項

<p>【基礎】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・日常の出入りを考慮しつつ、基礎高を上げ、床下空間の高さを確保することと、ベタ基礎として、床下点検口付近に釜場を設けるのは効果的。 ・床下換気口の場合と比べ、ねこ土台の床下断熱や室内換気の基礎断熱の方が床下浸水リスクは低減される。 ・ベタ基礎で、防蟻を考慮しつつ、水抜の可能な設えは、床下浸水の排水や床下洗浄時に有効。
<p>【床】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・床下断熱の断熱材はポリスチレンフォームが、洗浄再利用も可能で望ましいと考えられる。 ・点検口を複数設けると、床下浸水時に床を撤去せずに泥かき、清掃、乾燥、消毒を行いやすく、作業性も良く、汚染空気の室内への拡散を防ぎつつ乾燥でき、換気ルートの設定も容易となる。 ・床下地板の固定は釘が良い。和室の場合、荒板は撤去しやすい。 ・間仕切り壁の床勝ちの納まりは気密性を取りやすいが、床の撤去はしにくい。
<p>【壁内部仕上げ】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・浸水リスクの高い部位は撤去・交換しやすいつくりが良い。 ・壁断熱材は躯体の乾燥のため、撤去が前提となるので外しやすい素材が良い。 ・グラスウールは吸水性が高いため、途中に見切りを入れると復旧範囲を縮小できる。 ・天井より下部に壁の断熱材の見切りを入れると、天井を剥がさずに壁の復旧ができる。
<p>【住設機器】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・浸水対策の観点からは、エアコン室外機は地表には置かず、架台を用いる等により浸水しにくい高い位置に設置すると良い。
<p>【復旧時の資材・人材の調達】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・復旧時は、壁や床の撤去については、工務店がすぐに工事に入れないことを想定する。 ・被災エリアは限られるため、一般的な材料については資材調達の困難や価格の高騰は生じないと思われる。

2.3 浸水対策技術等に関するヒアリング調査

「耐水害住宅」を開発している住宅メーカーや、止水部材や外装材を生産している建材メーカーに、各種外装部材の耐水性、浸水時の水密性等をヒアリング（後者は電話）した（表 II-5）。得られた主な知見を以下に示す。

①調査時点では、浸水を想定した水密性を有する住宅用サッシは一般に流通していない。

②止水を主目的とした止水板、止水ドア等でも、完全な止水性能を期待することは難しく、微量な漏水が発生する（一般的な流通品で $20\text{l/m}^2\cdot\text{h}$ 程度）。また、止水板は木造戸建て住宅の建設コストに比較して割高であり、保管場所の確保や、重量物となるため高齢者等による設置等も課題と言える。また、流通している止水板は地上への設置を前提としたものが多く、戸建て住宅のように地上数十 cm の位置に設けられる開口部への設置が一般に想定されていない。掃出窓（幅 1.8m）に適した止水板の止水高さは概ね 1m 余りまでで、より高い水位に対応可能な止水ドア等もあるが、施設向けの意匠で戸建て住宅向きではない。

③外壁に用いるサイディング材や防水紙は、浸水を想定した性能検証が行われていないと見られ、今後の検証や製品開発が期待される³⁾。通気胴縁等に水溶性の防腐防蟻材が用いられている場合、外壁通気層への浸水により透湿防水シートが損傷する可能性も考えられる。

④基礎の外断熱に用いられる防蟻剤処理断熱材は、浸水により薬剤が溶脱し防蟻性能が低下する場合がある。

表II-5 浸水対策技術に関するヒアリング調査概要

ヒアリング対象	備考	
株式会社一条工務店 ²⁾	2020年1月実施 (耐水害住宅の開発等について)	
建材メーカー 30社 (止水部材、サッシ、 外装材、断熱・気密材)	2020年1月 ~2月実施 (電話による 問合せ)	本件等で協力を得た建築設計事務所より、浸水想定地域に木造戸建て住宅を新築する条件で問合せ、各メーカー窓口担当者からの回答を取りまとめた（メーカーや業界の公式見解ではない点に留意）。
住宅設備メーカー 2社		

補注

- 1) 本章に係わる検討後にまとめられた（一社）住宅生産団体連合会の手引き⁶⁾（57p）に記載の、浸水対策方法の一覧を本節末尾の表 II-6 に参考に示す。「住宅における浸水対策の設計をする際に参考となる住宅本体及び屋内外の設備機器等の具体的な対策方法について紹介」したものであるが、（財）日本建築防災協会が 2001 年にまとめた「家屋の浸水対策ガイドブック」の図 II-1（家屋の浸水対策に関する代表的な設計方法）と比べて、設備に関する記載事項が多い点が興味深い。
- 2) 本章にかかわる検討中に（株）一条工務店による「耐水害住宅」の公開実験が行われ⁶⁾⁷⁾、その後、発売されたが、採用されている透湿防水シートによる壁面防水処理や、水密性の高い樹脂サッシや玄関ドア等の技術は、独自性が強く一般に入手・適用できないと考え、浸水対策案の試設計の内容など、次節以降の検討には特に反映していない。
- 3) 建材メーカー等によれば交換が望ましいとのことであったが、通気層内の被害状況と復旧事例の情報は得られず、本研究における計画案では復旧対象としない。今後の調査が待たれる。

参考文献・資料

- (1) （財）日本建築防災協会（2001）「家屋の浸水対策マニュアル；わが家の大雨対策 安心な暮らしのために」「家屋の浸水対策ガイドブック；安心な暮らしのために」2001.7

- (2) Federal Emergency Management Agency (2008) “Protecting Your Home And Property From Flood Damage; Mitigation Ideas For Reducing Flood Loss” 2008.8
https://www2.illinois.gov/dnr/WaterResources/Documents/Protecting_Home_Book_09-08_yellow_book_950314331.pdf
- (3) Ministère de l'égalité des Territoires et du Logement et al. (2012) “Référentiel de travaux de prévention du risque d'inondation dans l'habitat existant” 2012.6
<https://www.mementodumaire.net/wp-content/uploads/2012/08/referentiellInondation.pdf>
- (4) Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (2010) “Hochwasserschutzfibel Objektschutz und bauliche Vorsorge” 2010.12
- (5) Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorischerheit (2022) “Hochwasserschutzfibel; Objektschutz und bauliche Vorsorge” 2022.2、英訳有
https://www.bbsr.bund.de/BBSR/DE/veroeffentlichungen/ministerien/bmwsb/verschiedene-themen/2022/hochwasserschutzfibel-auflage-9-dl.pdf?__blob=publicationFile&v=6
- (6) (国研) 防災科学技術研究所・(株) 一条工務店 (2019) 「世界最大級の大型降雨実験施設によるゲリラ豪雨・洪水対策の『耐水害住宅』公開実験について」 2019.9
<https://www.bosai.go.jp/info/press/2019/20190913.html>
- (7) (国研) 防災科学技術研究所・(株) 一条工務店 (2020) 「ゲリラ豪雨・洪水対策『耐水害住宅』の実物大建物浸水実験（水位3 m）の実施」 2020.9
<https://www.bosai.go.jp/info/press/2020/20200925.html>
- (8) (一社) 住宅生産団体連合会 (2021) 「住宅における浸水対策の設計の手引き」 2021.7
https://www.judanren.or.jp/activity/committee/pdf/seino_shinsui_210726.pdf

表II-6 (一社)住宅生産団体連合会の手引きに示された浸水対策方法の一覧⁽⁸⁾

浸水想定区分	対策種別	部位	項目	具体的な浸水対策	解説資料 番号	有効な浸水想定区分					浸水対策の方針との対応(※)			既存住宅への対応	
						1	2	3	4	5	①	②	③		
区分1 1階床下	Dry	基礎	盛土	敷地全体を嵩上げ(盛土)する	101	○	○	○			○	○			
			高基礎	高基礎にする	102	○	○				○	○			
			べた基礎	べた基礎のスラブと立ち上がりを一体打ちする	103	○					○	○			
				スラブ、立ち上がり部を分けて施工する場合は、打ち継ぎ部に止水対策を行う	103	○					○	○			
			換気口	換気口等を無くす・ふさぐ	104	○					○	○		○	
		配管部分	配管周りをシーリングする	105	○	○				○	○		○		
		外装	窓	開口部に止水シート、止水板を設置する	106	○	○				○	○		○	
		設備	配管	下水からの逆流を防ぐため、逆流防止弁を設置する	107	○	○				○	○		○	
			電気	内部、外部の電源コンセントの設置位置を高くする	108	○	○					○		○	
			浴槽	機能部品の電源ボックス等の壁掛け設置可能な機器を採用する(ジェット等の機能商品の採用を推奨しない)	109	○	○					○		○	
	給湯機器他		屋外の給湯器、室外機等の住宅部品の基礎又は架台による嵩上げを行う	110	○							○			
		屋外の給湯器、室外機等の住宅部品を壁付けタイプで設置する	111	○	○						○				
		給湯機器他 蓄電池等の設備を2階に設置する	112	○	○	○	○				○				
	屋外収納	止水板付きシャッターを使用する	113	○	○						○		○		
	外構	塀等	浸水防止可能な塀、建物周りを止水板等で囲う	114	○	○					○	○		○	
プラン	—	1階部分をピロティとする	115	○	○	○				○	○				
Wet	基礎	排水	排水や清掃がしやすくなる措置として、専用スリーブを設ける(普段は「栓」をしておく)	116	○	○					○				
			基礎土間に勾配を設ける	117	○	○						○			
	内装	床下点検口	床下点検口を設置する(床下復旧作業の効率化)	118	○	○					○		○		
	設備	電気	電気を使う機器は照明等とは別の独立回線にし1階、2階のブレーカを分ける	119	○	○	○					○			
給湯機器他		転倒防止措置を行う	120	○	○						○		○		
区分2 GL +1.5m	Dry	躯体	床・壁	耐水性の高い壁(1階RC造)を採用する	201	○	○	○				○	○		
			プラン	—	玄関以外の窓を腰窓以上の高さの窓を採用する	202		○					○	○	
				2階玄関とする	203		○	○					○	○	
	Wet	躯体	床・壁下地	床及び下地材は後張り工法とする	204		○						○		
			内装	床仕上げ	無垢材を使用する	205		○	○					○	○
		設備	電気	屋内コンセントを高所配置にする	206		○						○		○
				配線を電線管の中に通しておく	207		○	○						○	
		プラン	継続居住	居住空間や水廻り(台所、風呂、トイレ)の2階設置により被害を防止し、継続居住を可能とする	208	○	○	○	○				○	○	
区分3 1階天井下	Wet	躯体	基礎接合	基礎との接合を強化する(浮力による浮き上がり防止)	301		○	○					○		
			プラン	継続居住	2階建て以上(平屋は推奨しない)とする	302		○	○	○				○	○
区分4 2階床下	Wet	プラン	垂直避難	2階の開口部やバルコニー等からの脱出(避難)経路を確保する	401		○	○	○	○				○	
				ヘリでの救助が可能なようなバルコニー、屋根の設置やタラップ取り付け等をする	401		○	○	○	○					○
区分5 2階床上	Wet	プラン	垂直避難	陸屋根(避難場所確保)とする	501		○	○	○	○				○	
				小屋裏空間(脱出用窓確保)を設ける	501		○	○	○	○				○	
				トプライト(屋根への脱出用窓)を設ける	502		○	○	○	○				○	○
				3階建て以上とする	501		○	○	○	○				○	

Dry: 浸水を防ぐための対策 Wet: 浸水した場合の被害を軽減する対策

3. 「基準案」及び「浸水対策案」の検討と試設計

3.1 基本的な考え方

前節(2.)を踏まえ、資産被害の軽減を指向して建築物での対策を行う、「修復容易化」「建物防水化」「高床化」3つの浸水対策の案について、その試設計と費用対効果を検討する。浸水対策を実施しない基準案を設定した上で、3つの手法の費用対効果を比較できるように、浸水対策に伴う変更以外は原則同じ平面計画・性能を前提に検討し、4つの案の試設計を行う。なお、資産被害の軽減と直接は結びつかない、「屋根上避難計画案」、「生活回復機能追加案」については、後段(6.)において補足的な検討を行う。

まず、表 II-1 に整理した浸水対策手法について、ヒアリング調査等の結果を踏まえて検討し、a. 浸水の防止、b. 復旧の円滑化、c. 耐水性の向上、の観点から具体的方針をまとめた(表 II-7)。

- ・ **A：基準案**：近年、市街地に新築される木造戸建て住宅として、一般性の高い計画案とする。コスト比較のため平面の変更を伴わず、基礎と部分的な仕様変更で浸水対策案に置き換え可能な計画とする。1階に居間・食堂・台所等の公室及び、洗面脱衣室・浴室・便所等の水回り諸室を配置し、2階に私室を配置する。仕上げと仕様は一般性のあるものとする。
- ・ **B：修復容易化案**：“Wet Floodproofing” の概念に基づく浸水対策案とし、建物内部への浸水を許容した上で修復の円滑・低廉化に重点を置く。対策として、浸水防止性の改善と床下作業性の向上、部材構成等における復旧範囲の限定(道連れ工事の減)等を考慮する。
- ・ **C：建物防水化案**：“Dry Floodproofing” を建物防水により実現する浸水対策案とし、建物内部への浸水を防ぎ、建物・家財の被害軽減を図る。開口部への対策箇所数を減らし浮力が大きくなるように、腰窓下高さまでを止水範囲とし、浸水防止を図る。対策として、腰壁と腰壁開口部の止水性を高め、排水管の逆流防止等を計画する。
- ・ **D：高床化案**：“Dry Floodproofing” を高床により実現する浸水対策案とし、基準案の腰壁高さまで1階床高を高基礎で持ち上げて床上浸水を防ぎ、建物・家財の浸水被害を軽減する。

表II-7 浸水対策案の考え方と比較

目的・方法	非対策案 A案:基準案	浸水対策案(非対策案との相違)		
		B案:修復容易化	C案:建物防水化	D案:高床化
a. 浸水の防止				
a1. 止水高さの 引上げ	・ 基礎立ち上がりに床下換気口	・ 外周基礎立ち上がりは無開口(ねこ土台)	・ 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 ⁽⁴⁾	・ 床下点検口の増設 ・ 排水性の向上 ⁽⁴⁾	・ 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 ⁽⁴⁾
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 ・ 限定的な壁復旧に対応	・ 床撤去の壁への影響回避	・ 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 受けにくい 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

3.2 非対策案及び浸水対策案の仕様と計画内容

前項の方針に基づき各案の具体的な計画を検討の上、建築コスト等の算定に必要な、仕上表及び一般図、矩計図、設備プロット図等の設計図面を作成した（表 II-8）。

以降では A（基準）案及び、B（修復容易化）案、C（建物防水化）案、D（高床化）案について、その概要を説明し、各階平面図、断面図、立面図、矩計図等を示す。

表II-8 作成した図面の一覧

図面番号	図面名称
共通-01	図面リスト・建物概要・求積図
A, B, C, D-02	仕上表
A, B, C, D-03	各階平面図・断面図
A, B, C, D-04	立面図
A, B, C, D-05	矩計図
A, B, C, D-06	1階展開図
A, B, C, D-07	基礎伏図・1階床伏図
A, B, C, D-08	2階床伏図・小屋梁伏図・小屋伏図
A, B, C, D-09	基礎詳細図
A-10	各階設備プロット図（基準案のみ作成）

A：基準案

浸水対策案（B～D案）の基準となる案として普遍性の高い仕様とした（表 II-9）、性能は浸水対策案においても大きく変えない原則とした。長期優良住宅（新築）認定基準レベルの性能を有する計画とし、耐震等級は住宅性能表示制度の3レベル、断熱等性能等級は4レベル（現行省エネ基準の「5地域」を想定）とした。屋根及び外壁は建築基準法 22 条区域を想定した構造（不燃材）とした。

基礎伏図を図 II-2、各階平面図を図 II-3、立面図及び断面図を図 II-4、矩計図を図 II-5 に示した。

表II-9 A(基準)案の諸元・仕様

面積	建築面積	53.71m ²	
	延床面積	99.38m ² (1階 49.69m ² ・2階 49.69m ²)	
高さ	最高高さ	7.300m	軒高さ 5.750m
	1FL	GL+600mm (床下空間有効高さ 409mm)	
構造	構法等	木造在来軸組構法 2階建て	
	基礎形式	RC ベタ基礎・床下換気口	
	耐力壁	構造用合板	
断熱	屋根・壁	高性能グラスウール (充填断熱)	
	床	高性能グラスウールボード	
	基礎	押出法ポリスチレンフォーム 3種 B (浴室廻り)	
外部仕上	屋根	棧瓦葺き・4寸勾配	
	庇	金属板葺き・2寸勾配	
	外壁	窯業系サイディング (通気工法)	
	開口部	アルミ・樹脂複合サッシ	
内部仕上 他	床	構造用合板下地・複合フローリング仕上	
	内壁	石膏ボード下地・ビニルクロス仕上	
	設備他	照明器具、システムキッチン、ユニットバス、洗面台 (各階)、トイレ (各階)、ガス給湯器、エアコン 5台、床下点検口 2ヶ所、外部デッキ	

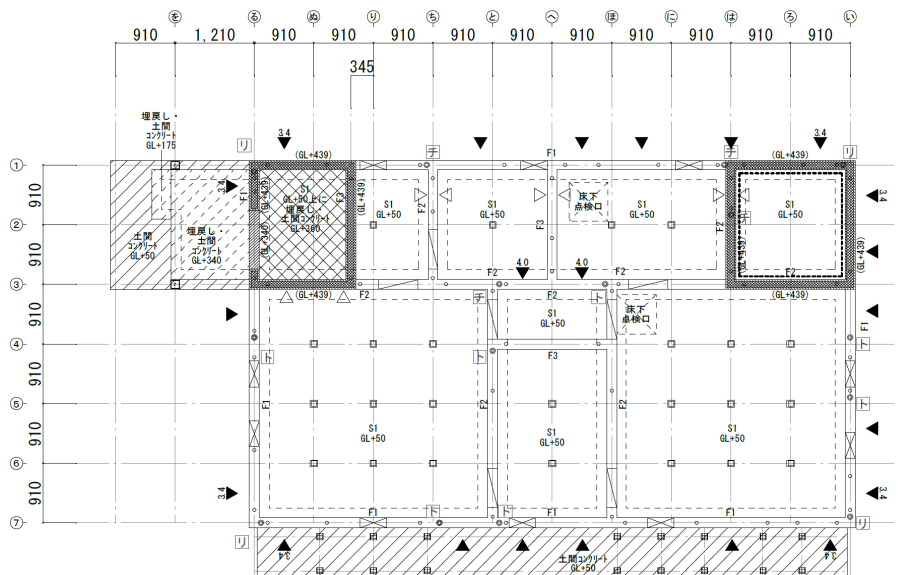
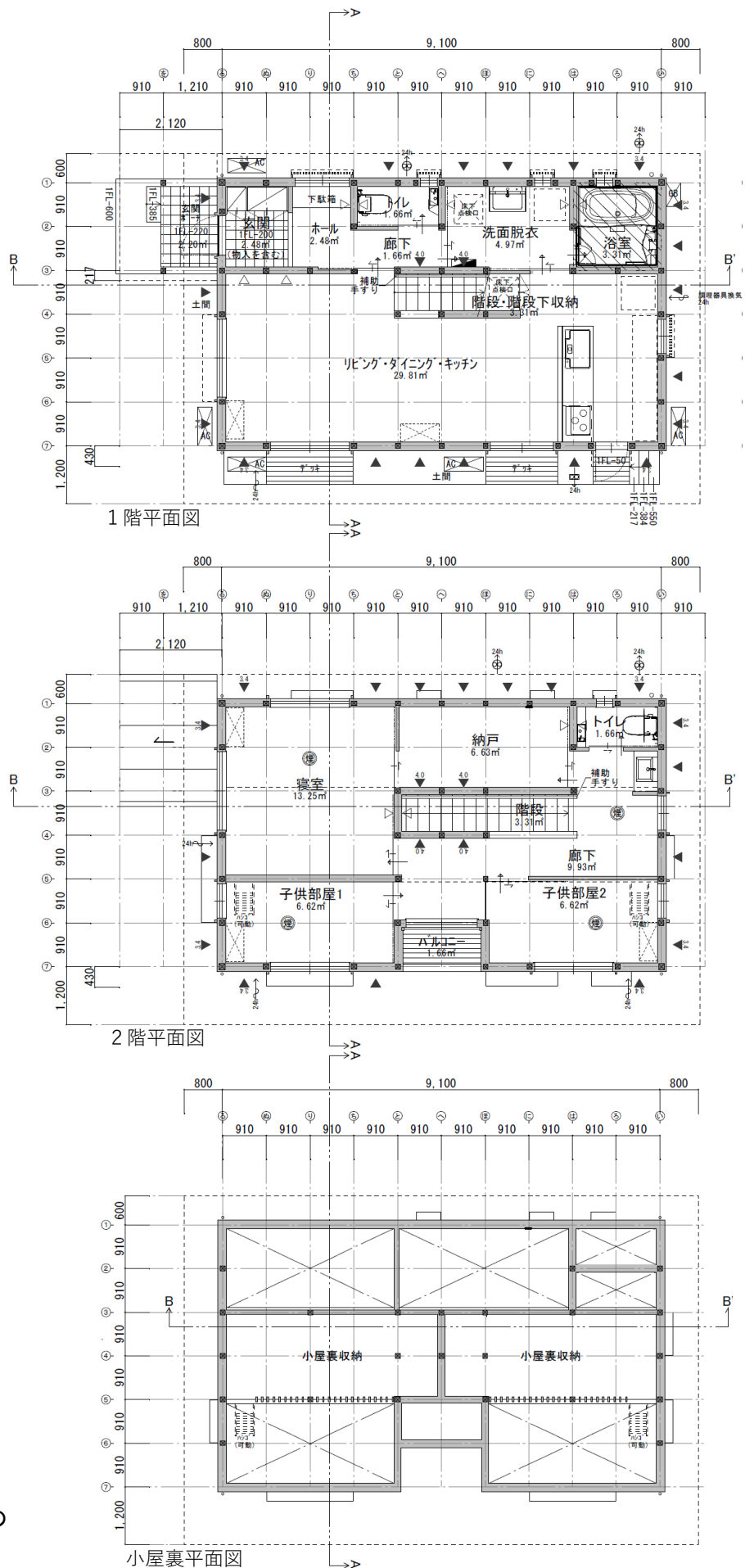
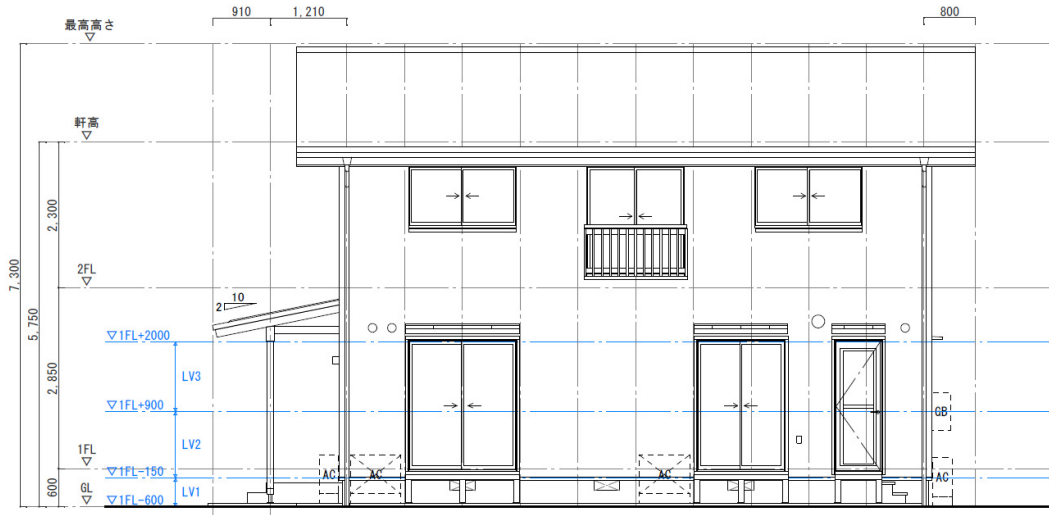


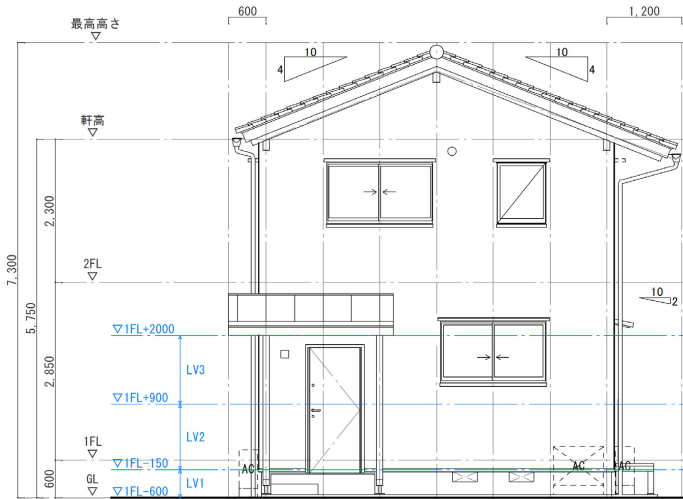
図 II-2 A(基準)案の基礎伏図



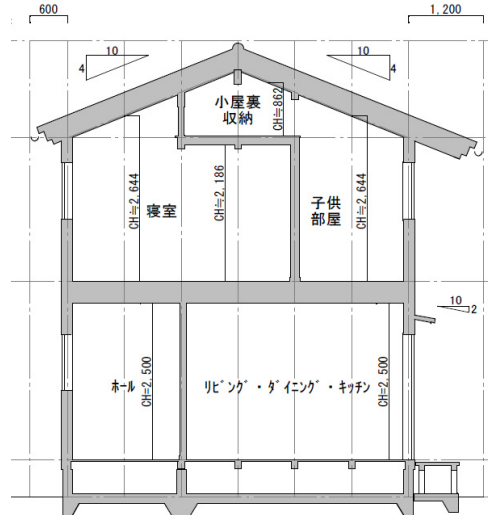
図II-3 A(基準)案の
各階平面図



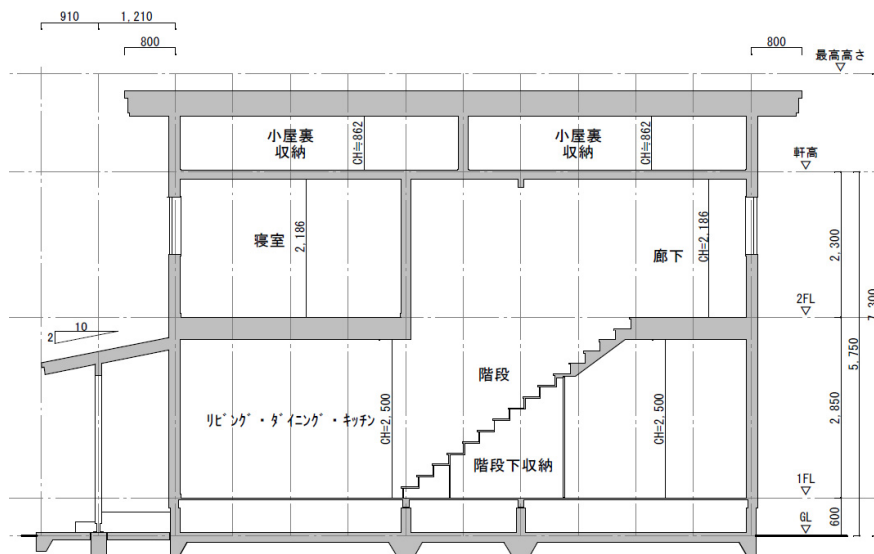
南立面図



西立面図

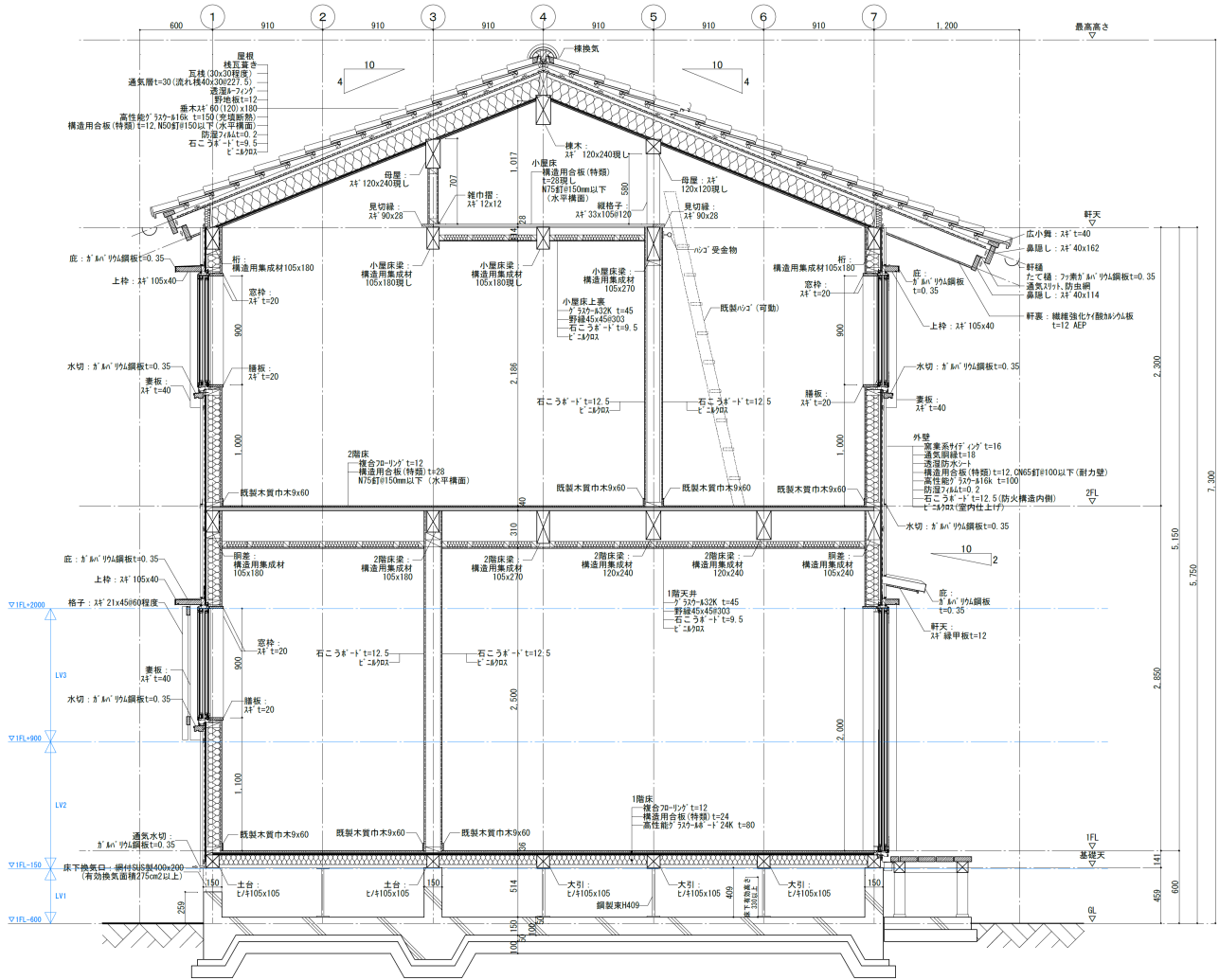


A-A' 断面図



B-B' 断面図

図II-4 A(基準)案の立面図・断面図



図II-5 A(基準)案の矩計図

B：修復容易化案（浸水対策案1）

諸元と設計趣旨の概要は次の通り（表 II-10、表 II-11）。

まず、床下での作業性向上のため、1階床高（1FL）をA（基準）案より 200mm 引上げ（GL+800mm）、床下有効高さを 600mm 以上確保した（ねこ土台）。また、初期排水・洗浄に資するため、水中ポンプを置いて排水するための釜場を床下点検口の下に設け、基礎に水抜きスリーブを設置した¹⁾。浸水後の継続使用を考慮して、床断熱材を繊維系から発泡ボード系に変更し、浸水後取り外して洗浄・再使用可能な設えとした。さらに、復旧時の修復範囲を限定できるよう、壁部材（断熱・下地・仕上）の見切り分割を行い、電気設備（コンセント・空調室外機等）を見切り高さ（1FL+900mm）以上での設置とした。同様に、床板・壁板等の納まりを壁勝ちとした。

表II-10 B(修復容易化)案の諸元
(他は基準案と同じ)

高さ	最高高さ	7.500m
	軒高さ	5.950m

表II-11 B(修復容易化)案の設計趣旨

ア 1F床廻り高さ設定の考え方

●1FLの高さ設定・床下有効高さの確保

- ・1FLを基準案より 200mm（一般的な基礎型枠で対応可能な範囲）上げる。
- ・床下有効高さが 600mm 以上確保され、浸水後の床下等の点検・排水・洗浄・消毒・乾燥や断熱材の脱着等の作業が容易となる。ポーチ階段は1段増え、日常時の生活利便性に影響は生じる。

<p>イ 構造の考え方</p> <ul style="list-style-type: none">●釜場の設置<ul style="list-style-type: none">・床下の初期排水が容易になるように、床下点検口直下に釜場を設け、基礎内の集水に役立てる。排水は水中ポンプを釜場に設置し、排水ホースを開口部を介して外部に伸ばすことを想定。・RC基礎土間に水勾配を設ける案は、勾配部分の付加に手間と躯体量が増えることから、不採用。●水抜スリーブの設置<ul style="list-style-type: none">・浸水後の床下等の洗浄が容易になるように、基礎立上り面の下部に水抜スリーブを設ける。水抜スリーブは基礎施工時に通常設けるVP(φ25程度)を活用し、床下洗浄時に、簡易に削孔できる設えとして想定した。浸水時に外部からの浸水ルートとならないよう配慮を要する。●ねこ土台の採用<ul style="list-style-type: none">・床下換気口を取り止め、同等以上の換気性能を有するねこ土台を採用することにより、床下浸水が発生しない高さをGL+600mm(玄関土間レベル)まで引き上げる。●薬剤無処理材の使用<ul style="list-style-type: none">・土台及び大引をヒノキとし、薬剤無処理とすることで、透湿防水シートに損傷を与えるおそれのある浸水時の薬剤の溶脱を避け、洗浄により再利用可能とする(浸水対策案共通)。●壁勝ち納まり<ul style="list-style-type: none">・床下地・床仕上のみ更新が必要となった場合に、壁の取り壊しによる復旧範囲の拡大を避けるため、床と壁(外壁・内壁とも)の取り合いを壁勝ちの納まりとする。●耐力壁・釘の仕様<ul style="list-style-type: none">・構造用合板は、耐水性に優れる特類を使用する(浸水対策案共通)。・大臣認定耐力壁に適合する範囲内でCNZ釘(CN釘亜鉛めっき処理品)を採用することにより、浸水後の釘の腐食による構造耐力低下の低減に配慮する。●構造金物<ul style="list-style-type: none">・アンカーボルト、柱頭柱脚金物、鋼製束等の構造金物は亜鉛めっき品とし、浸水後の発錆等による構造耐力低下の低減に配慮する(浸水対策案共通)。
<p>ウ 断熱の考え方</p> <ul style="list-style-type: none">●押出法ポリスチレンフォーム床断熱材の採用<ul style="list-style-type: none">・床断熱材を吸水性の低い押出法ポリスチレンフォーム保温板(XPS)とし、浸水後の脱着、洗浄、再利用が可能な設えとする。●押出法ポリスチレンフォーム基礎断熱材の使用<ul style="list-style-type: none">・浴室廻りの基礎断熱材は、吸水性の低い押出ポリスチレンフォーム成形板(浸水対策案共通)。・天井高さ(1FL+2500mm)で見切材(横胴縁)を設けて、天井より上部に壁断熱材(グラスウール)を充填しないことで、壁内の断熱材の撤去のために天井を解体する必要がない設えとする。●繊維系壁断熱材の使用<ul style="list-style-type: none">・床上浸水後に、壁及び壁断熱材の吸水した部分の撤去・交換(乾燥)を前提として、気密性や施工性を考慮し、壁断熱材は基準案と同様のグラスウールとする(浸水対策案共通)。●見切り分割<ul style="list-style-type: none">・1FL+900mmの高さで見切材(横胴縁)を設けて壁断熱材(グラスウール)を分割し、腰窓下端部までの高さの浸水の場合に、壁全面を更新する必要がない設えとする。
<p>エ 外部仕上の考え方</p> <ul style="list-style-type: none">●通気層浸水について<ul style="list-style-type: none">・浸水時の外壁通気層内への泥の残存に関しては、外壁撤去・復旧の実施例がほとんどないことから、通気層への浸水防護及び外壁の取り外しによる洗浄・消毒・乾燥等は、行わない想定とする。・外壁下地(通気胴縁)をヒノキ心材とし、薬剤無処理とすることで、浸水時の薬剤の溶脱による防霉防蟻性能の低下や透湿防水シートへの影響を避け、継続利用可能とする。●窯業系サイディング<ul style="list-style-type: none">・メーカーヒアリングより、窯業系サイディングは裏面や小口等から吸水し、乾燥・収縮時に変形する等のおそれがあるが、ヒアリング調査の範囲内では、大きな問題が生じた事例は見当たらないことから、窯業系サイディング t=16mm(通気工法)を採用し、浸水後の継続使用を想定する。
<p>オ 開口部の考え方 : 基準案と同様</p>
<p>カ 内部仕上の考え方</p> <ul style="list-style-type: none">●床仕上の止め付け<ul style="list-style-type: none">・根太レス工法とし、フローリング止め付けは釘及び接着剤の併用とする(浸水対策案共通)。床上浸水後、フローリング及び床合板の撤去時は、パールや電動マルチツール等による解体を想定。

●見切り分割

断熱材と同様に、1FL+900mmの高さで見切材（横胴縁）及び見切縁を設けて、内壁下地（石膏ボード）及び内壁仕上（クロス）を分割し、腰窓下端部までの高さの浸水の場合に、壁全面を更新する必要がない設えとする。

キ その他設備等の考え方

●大工手間の増

・基準案より1FLが上がり、造作材（見切縁）が増となることなどから、大工手間は坪当たり0.5万円の増を見込む。

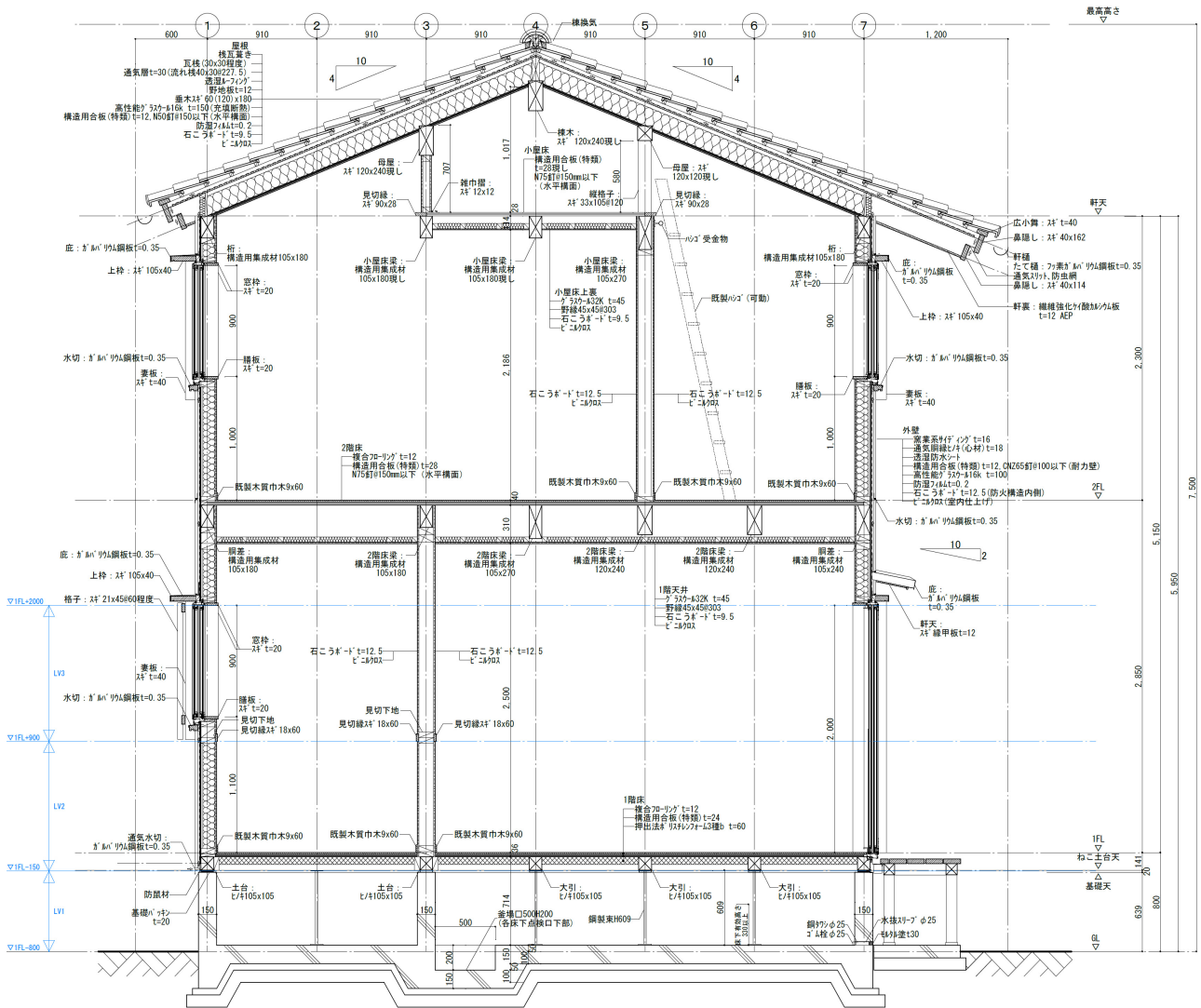
●設備等の高所設置

・コンセントを見切縁上部の高所に設置し、1FL+900mmまでの床上浸水に対応する。
・空調室外機・給湯器を壁掛け架台（防振に配慮）により高所に設置し、同様の対応を図る。

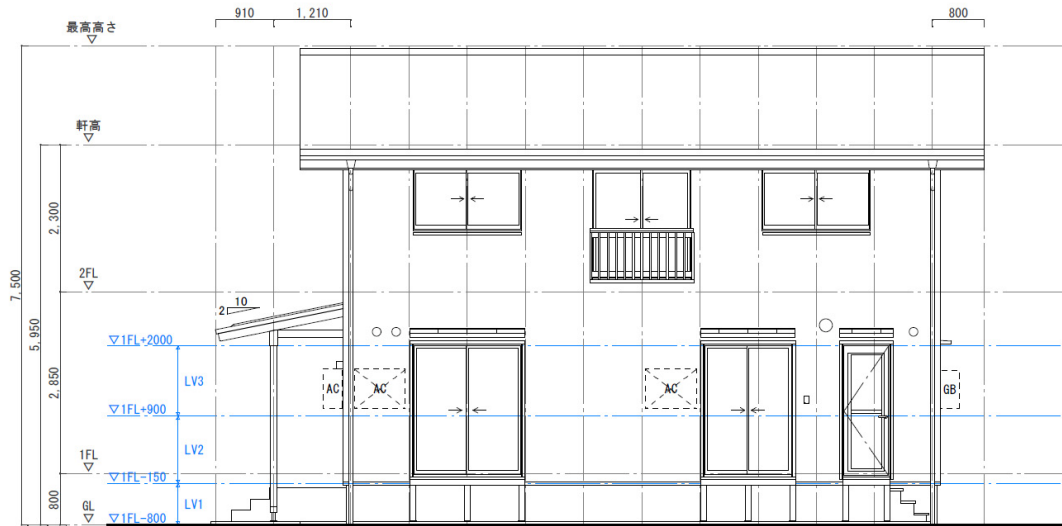
●床下点検口の増

・リビング・ダイニング・キッチンに点検口を増設し、床下の点検・排水・乾燥等の際に活用する。

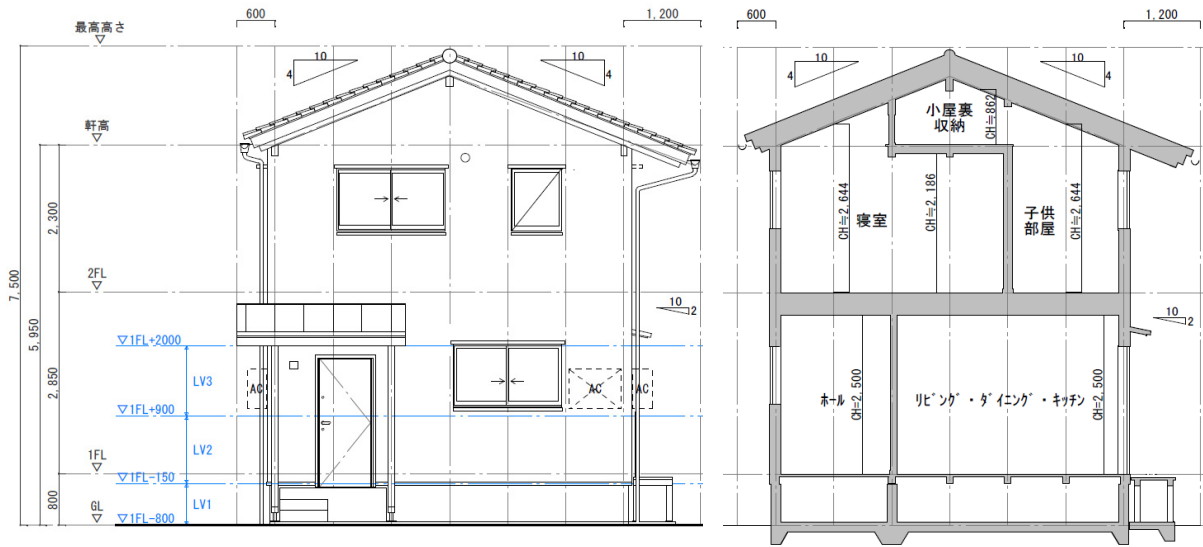
A（基準）案と異なる図面を中心に、矩計図を図 II-6、立面図及び断面図を図 II-7、基礎伏図を図 II-8、に示した（順番はレイアウト上の都合による）。



図II-6 B(修復容易化)案の矩計図

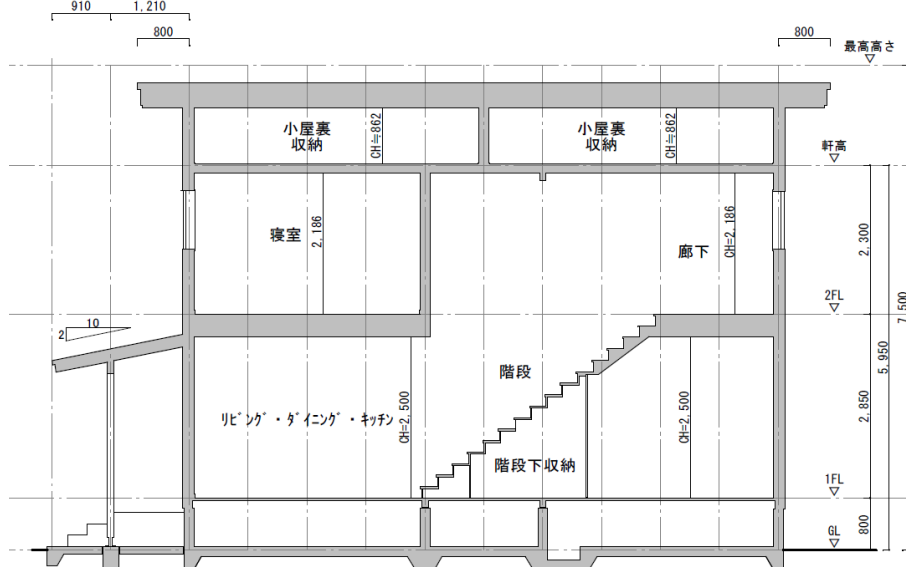


南立面図



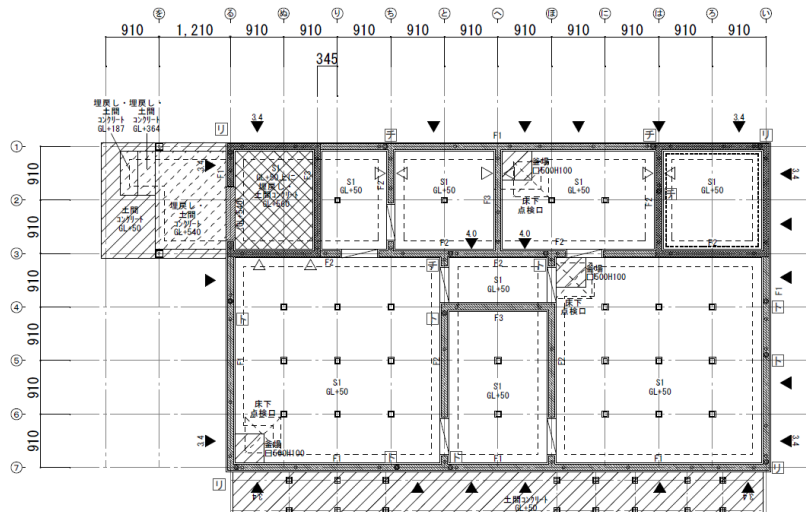
西立面図

B-B' 断面図



A-A' 断面図

図II-7 B(修復容易化)案の立面図・断面図



図II-8 B(修復容易化)案の基礎伏図

C：建物防水化案（浸水対策案2）

諸元を表 II-12、設計趣旨を表 II-13 に示すが、概要は次の通りである。

浸水の防止を目的とするこの案では、1階外周の腰壁（1FL+900mm まで）を、防水性を有する RC 造とした。水圧及び浮力（最大 GL+1,500mm に達する浸水深を想定）に対抗するため、腰壁及び底盤の厚さは 150mm から 200mm に増やした。玄関扉及び掃出窓 2ヶ所に脱着式止水板（6 段式、最大 10kg/枚程度）、勝手口に鋼製止水ドア及び断熱内窓を設置し、止水板や止水ドアからの漏水（1 時間当たり合計 80ℓ 程度）は床ガタリを介して床下に排水する設えとした²⁾。これらに対応するため、RC 腰壁部は外貼り基礎断熱とし、防蟻剤処理断熱材を採用した。

表II-12 C(建物防水化)案の諸元
(他は基準案と同じ)

高さ	最高高さ	7.300m
	軒高さ	5.750m

表II-13 B(修復容易化)案の設計趣旨

<p>ア 1F床廻り高さ設定の考え方</p> <ul style="list-style-type: none"> ●RC 腰壁の高さ設定 <ul style="list-style-type: none"> ・1階外壁の下部、腰窓下端の高さ（GL+1500mm）までを、止水性を有する RC 造の腰壁とする。 ●1FL の高さ設定 <ul style="list-style-type: none"> ・RC 腰壁を超えるまで浸水しないことから、基準案と同様の 1FL（GL+600mm）設定とする。 ●床下空間有効高さ <ul style="list-style-type: none"> ・基準案と同様の床下空間有効高さ（400mm 程度）であり、浸水後の床下の点検・排水・乾燥等は浸水対策案 1 と比べて不利となる。
<p>イ 構造の考え方</p> <ul style="list-style-type: none"> ●RC 腰壁の法的判断 <ul style="list-style-type: none"> ・腰窓下端部以下を RC 造とした場合の建築基準法令上の判断について、浸水対策案 2 の 1 階の構造は RC 造とみなされず、RC 造壁の上部について壁量計算を適用可能と想定した（特定行政庁が 1 階の構造を RC 造と判断した場合には、混構造となる）。 ・RC 壁の上部の高さの低い耐力壁については、（公財）日本住宅・木材技術センター「木造軸組工法住宅の許容応力度設計（2017 年版）」を参考に、RC 造腰壁の高さ 900mm が階高 2,850mm の半分以下であることから、壁量計算を適用可能と判断した。 ●RC 腰壁の断面検討 <ul style="list-style-type: none"> ・水圧及び浮力の 2 点より、RC 造腰壁及び底版の厚さを 200mm と算定した³⁾。検討に当たっては、（一社）日本鋼構造協会「鉄骨造による対津波ビル構造設計マニュアル」を参照した。

- ・浸水深1.5mの時の浮力(785.0kN)より建物重量(上部構造:276.3kN、基礎・腰壁部:564.0kN、計840.3kN)が大きいため、浮き上がらない。
- ・なお、1FLを浸水対策案1と同様のGL+800mm、RC腰壁天端をGL+1700mmとした場合には、腰壁及び底版の厚さは250mmとなる。
- 釜場の設置:浸水対策案1と同様
- 薬剤無処理材の使用:基準案及び浸水対策案1と同様
- 壁勝ち納まり:浸水対策案1と同様
- 耐力壁・釘の仕様:浸水対策案1と同様
- 構造金物:基準案及び浸水対策案1と同様

ウ 断熱の考え方

●基礎断熱の採用

- ・止水板・止水ドアからの漏水に対処する床ガラリを設け(後述)、床下と室内を一体とすることから、浸水対策案2では基礎断熱を採用する。これに伴って床下換気口やねこ土台等の床下換気措置は不要となる。
- ・ユニットバス(1616サイズ)の納まりを考慮し、基礎断熱材は外部側とする(外断熱)。RC腰壁天端までを外断熱、それより上部の木造部分は充填断熱とする。
- ・外部側の基礎断熱材は蟻道となる恐れがあるため、防蟻剤処理断熱材(発泡ポリスチレンボード)を採用する((公社)日本木材保存協会認定品)。また、断熱材下端や配管スリーブ廻りは防蟻シールを充填し、断熱材上端にはシロアリ返しを設置する。
- ・基礎断熱により床下が室内化されることから、浸水リスク低減のため、水抜スリーブは設けない。

エ 外部仕上の考え方

●通気層浸水について:浸水対策案1と同様

●窯業系サイディング:基準案及び浸水対策案1と同様

●外断熱廻り

- ・RC腰壁の外部仕上は、発泡ポリスチレンボードに下地調整の上、有機・無機ハイブリッド仕上材(樹脂及びセメントを混合した高耐候性塗材)により行う。

オ 開口部の考え方

●止水板・止水ドア設置

- ・対応可能な住宅用サッシは流通していないと考えられることから、玄関扉及び1階掃出窓外部に止水板及び止水ドアを設けて、1FL+900mmまでの浸水位による室内への水の浸入を抑制する。止水板は、女性でも設置しやすい軽量の仕様を想定する。
- ・止水板は南面のデッキ下へ保管する想定とし、事前の設置(設置時間は各3分程度)を要する。
- ・玄関扉外部1ヶ所に関しては、止水板からの漏水を上り框に設けるスリットを介して床下に排水する。止水板の止水高さは1.0mとし、ポーチ床は1FL-100mm、玄関土間は1FL-80mmとする。止水板の底面を受ける部分のポーチの仕上げはモルタル金ゴテ押さえとする。
- ・1階掃出窓外部2ヶ所に関しては、止水板からの漏水を、床ガラリを介して床下に排水する。止水板の止水高さは1.0mとし、サッシの納まりを考慮して、止水板下端は1FL-100とする。止水板の底面を受けるため、RC造壁面にSUSアングルを設置する。
- ・勝手口を止水ドアに変更する(部材の保管スペースや事前の操作は不要)。止水ドアからの漏水を、床ガラリを介して床下に排水する。止水ドアの止水高さは1.0mとし、上部に採光窓を設ける。また、断熱補強のため樹脂製の内窓を設け、二重サッシとする。
- ・浸水が24時間継続した場合の、止水板及び止水ドアからの漏水量(16.8ℓ/h・m²及び20.0ℓ/h・m²)を試算し、基礎内部空間の容積が十分確保できていることを確認した(1日当たりの基礎内部への漏水深さは43mm)。

カ 内部仕上の考え方

●床仕上の止め付け:浸水対策案1と同様

●見切り縁設置

- ・RC腰壁部内面は木造部内面より内側となるため、壁面の段差を納めるための見切縁を設置する。付随して開口部廻りの枠見込寸法も増となる。
- ・別案として、木造部内面をRC腰壁部内面に合わせてフラットに仕上げることも考えられるが、室内の有効空間を減じてしまうため、ここでは不採用とした。

キ その他設備等の考え方

●大工手間の増

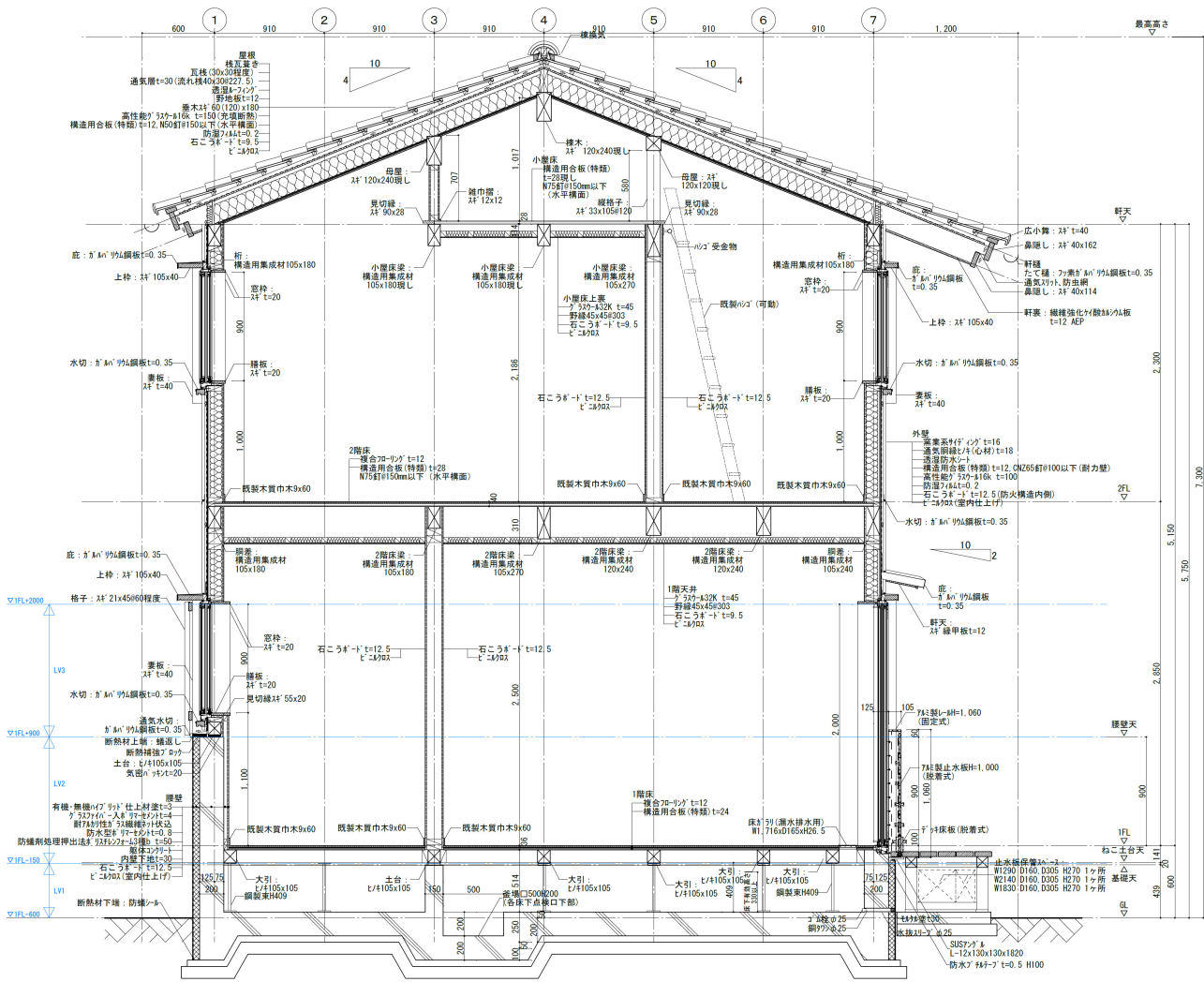
- ・基準案より構造材(土台・柱等)及び造作材(見切縁等)が増となり、基礎断熱等の工程が加わることなどから、坪当たり1.5万円の増を見込む。

●設備等の設置

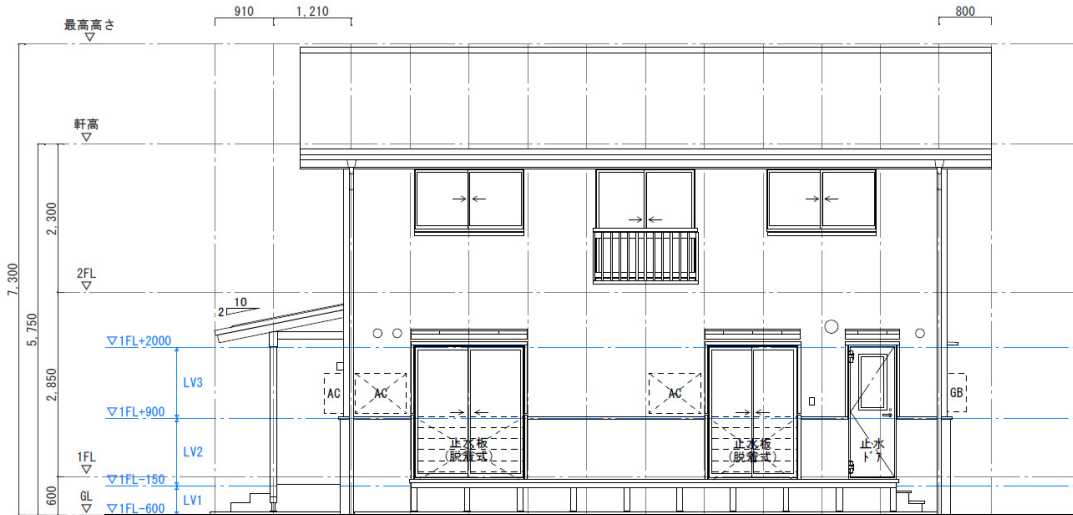
- 腰窓下端部 (1FL+900mm) までは床上浸水を想定しないことから、コンセントは基準案と同様の位置に設置する (高所設置は行わない)。
- 空調室外機・給湯器は、浸水対策案1と同様、壁掛け架台 (防振に配慮) により高所に設置し、1FL+900mm までの床上浸水に対応する。
- 敷地内に設ける合流排水樹1ヶ所に逆流防止弁を設け、水廻りの排水口から室内への汚水の逆流防止を図る。
- 床下点検口の増: 浸水対策案1と同様に床下点検口を1ヶ所増設する。
- 南面デッキの拡張
- 止水板の保管スペース確保のため、南面のデッキを幅、奥行き共に拡張し、一体化する。止水板は、土間から持ち上げ、ビニルシート等で被覆する等により、紫外線や風雨から保護する想定。

A (基準) 案と異なる図面を中心に、矩計図を図 II-9、立面図及び断面図を図 II-10、1階平面図を図 II-11、に示した (順番はレイアウト上の都合による)。

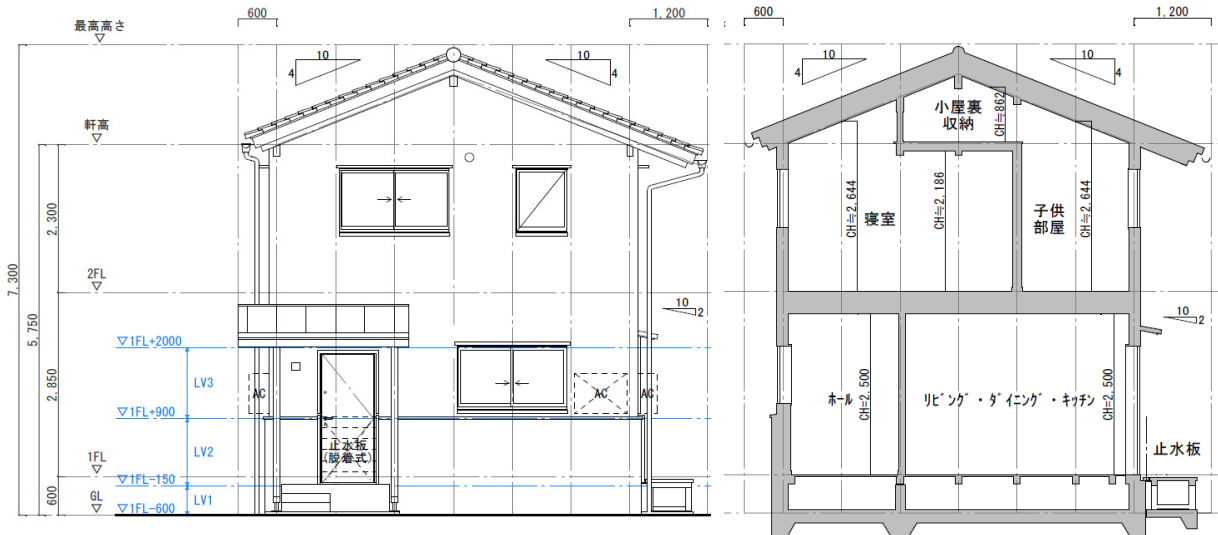
なお、本建築計画案における止水性は、想定する製品の公表カタログ値等を踏まえて想定したものであり、実験等による検証を踏まえてはいない。本建築計画案を浸水対策 (Dry Floodproofing) のプロトタイプの一つとして、これを踏み台にさらなる検討が進むことが望まれる。



図II-9 C (建物防水化) 案の矩計図

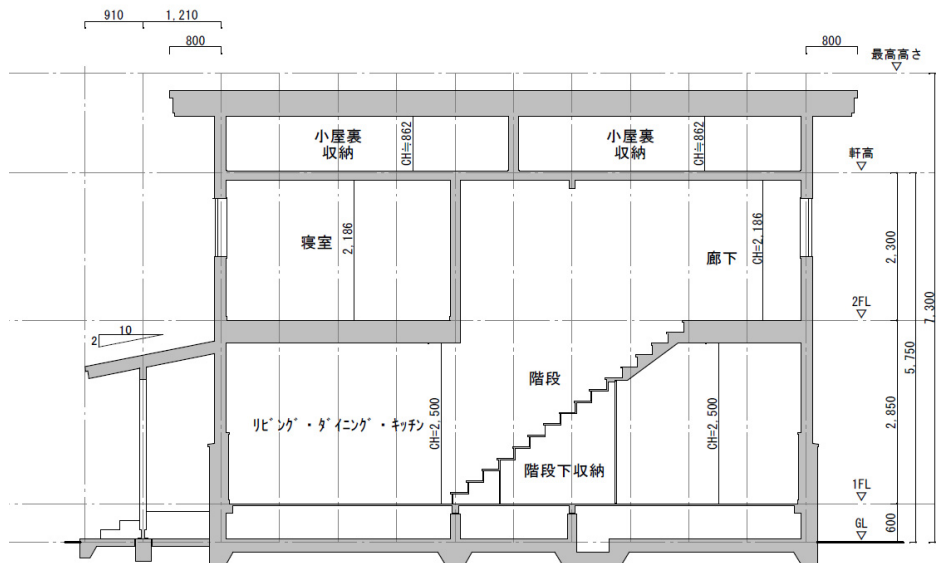


南立面図



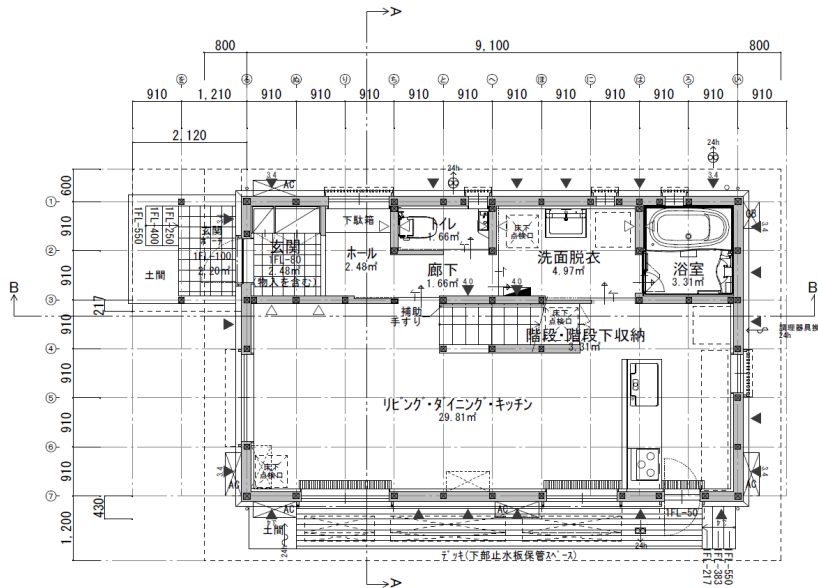
B-B' 断面図

西立面図



A-A' 断面図

図II-10 C(建物防水化)案の立面図・断面図



図II-11 C(建物防水化)案の1階平面図

D：高床化案（浸水対策案3）

諸元を表 II-14、設計趣旨を表 II-15 に示すが、概要は次の通りである。

浸水の防止を目的として、1階床高（1FL）を高基礎により基準（A）案より 900mm 持ち上げ（GL+1,500mm）、配筋を考慮して立上りと底盤の厚さは 200mm とした。浸水に対する安全性が高まるが、外階段が 6 段となり、日常時の生活利便に著しい影響を生じる点に留意を要する。

表II-14 D(高床化)案の諸元
(他は基準案と同じ)

高さ	最高高さ	8.200m
	軒高さ	6.650m

表II-15 D(高床化)案の設計趣旨

ア 1F床廻り高さ設定の考え方

●1FLの高さ設定

- ・高床化案では、基準案の 1FL+900mm（GL+1500mm）までの高さの浸水を防ぐため、基準案より 1FL を 900mm 上げる。
- ・1FL が高くなることにより、ポーチ階段は 4 段増え、日常時の生活利便性には著しい影響が生じる。また、ポーチ廻りに転落防止の手すりを設ける。

●床下空間有効高さ

- ・床下空間有効高さは 1,300mm 程度となり、浸水後の床下等の点検・排水・洗浄・消毒・乾燥や断熱材の脱着等の作業が容易となる。

イ 構造の考え方

●高基礎の法的判断

- ・高基礎とした場合の建築基準法令上の判断について、本検討では、床下空間には室用途がないため、階としてみなされないものと想定した（特定行政庁が床下空間を階とみなし、RC 造と判断された場合には、混構造となる）。

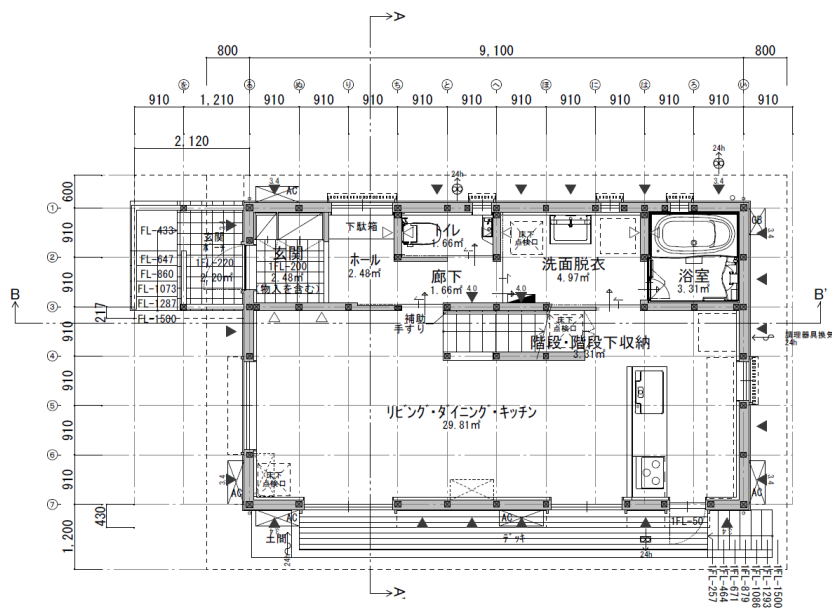
●高基礎の断面検討

- ・基礎内への浸水を許容するため、基礎に浸水時の水圧や浮力は作用しないものと想定する。ただし、構造計画上、基礎立上り高さが GL+1,000mm を超える場合はダブル配筋とすることから、浸水対策案 2 と同様に、基礎立上り及び底版の厚さを 200mm とし、かぶり厚さを確保する。

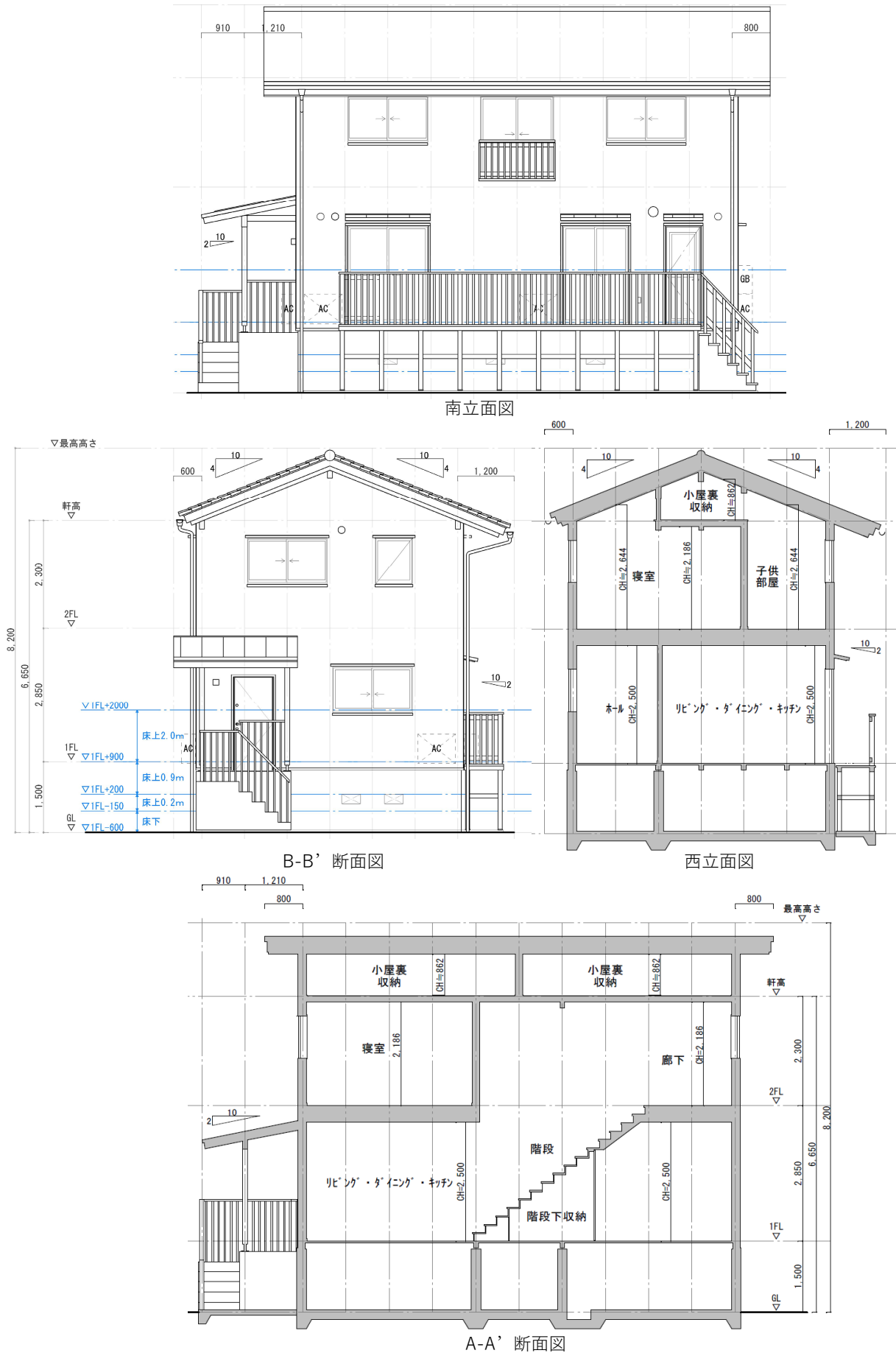
●釜場の設置：浸水対策案 1 及び浸水対策案 2 と同様

<ul style="list-style-type: none"> ●水抜スリーブの設置：浸水対策案1と同様 ●床下換気口の増設 <ul style="list-style-type: none"> ・基礎立上り高さが上がるにより、床下空間の気積が大きくなるため、基礎上部にねこ土台、上下中央部に床下換気口を設け、床下空間の換気を促進する（基礎内への水の浸入口となる）。 ●薬剤無処理材の使用：基準案及び浸水対策案1、浸水対策案2と同様 ●壁勝ち納まり：浸水対策案1及び浸水対策案2と同様 ●耐力壁・釘の仕様：浸水対策案1及び浸水対策案2と同様 ●構造金物：基準案及び浸水対策案1、浸水対策案2と同様
ウ 断熱の考え方：基準案と同様
エ 外部仕上の考え方：基準案と同様
オ 開口部の考え方：基準案と同様
カ 内部仕上の考え方：基準案と同様
キ その他設備等の考え方 <ul style="list-style-type: none"> ●設備等の設置 <ul style="list-style-type: none"> ・空調室外機・給湯器は、浸水対策案1及び浸水対策案2と同様、壁掛け架台（防振に配慮）により高所に設置し、1FL+900mmまでの床上浸水に対応する。 ●床下点検口の増 <ul style="list-style-type: none"> ・浸水対策案1及び浸水対策案2と同様に床下点検口を1ヶ所増設する。各点検口に高さ1mのタラップを設ける。 ●南面デッキの拡張 <ul style="list-style-type: none"> ・1FLが上がるによりデッキに大きな段差が生じるため、南面のデッキを幅、奥行き共に拡張し、一体化させる。また、転落防止のための手すりを設ける。

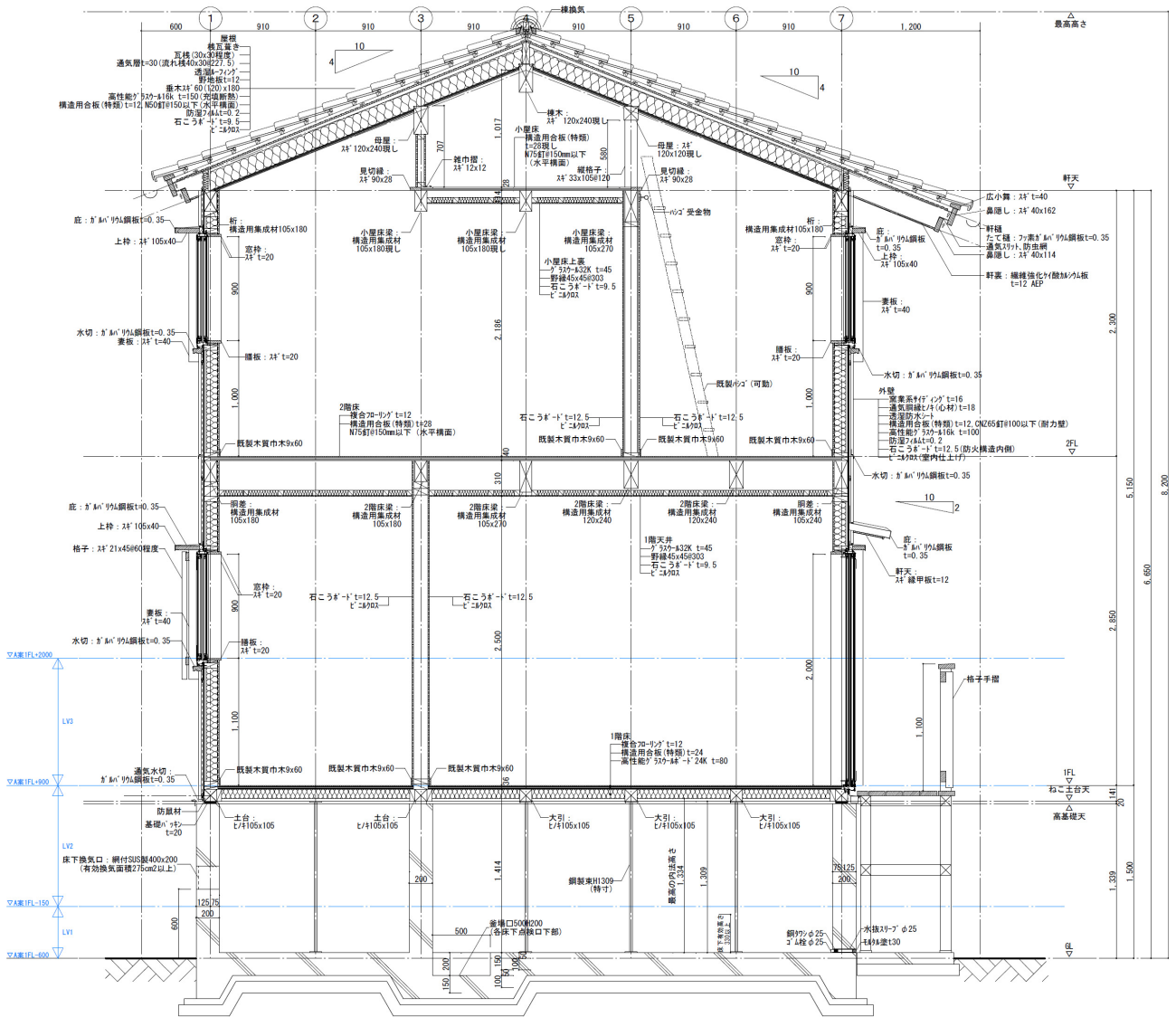
A（基準）案と異なる図面を中心に、1階平面図を図II-12、立面図及び断面図を図II-13、矩計図を図II-14、に示した（順番はレイアウト上の都合による）。



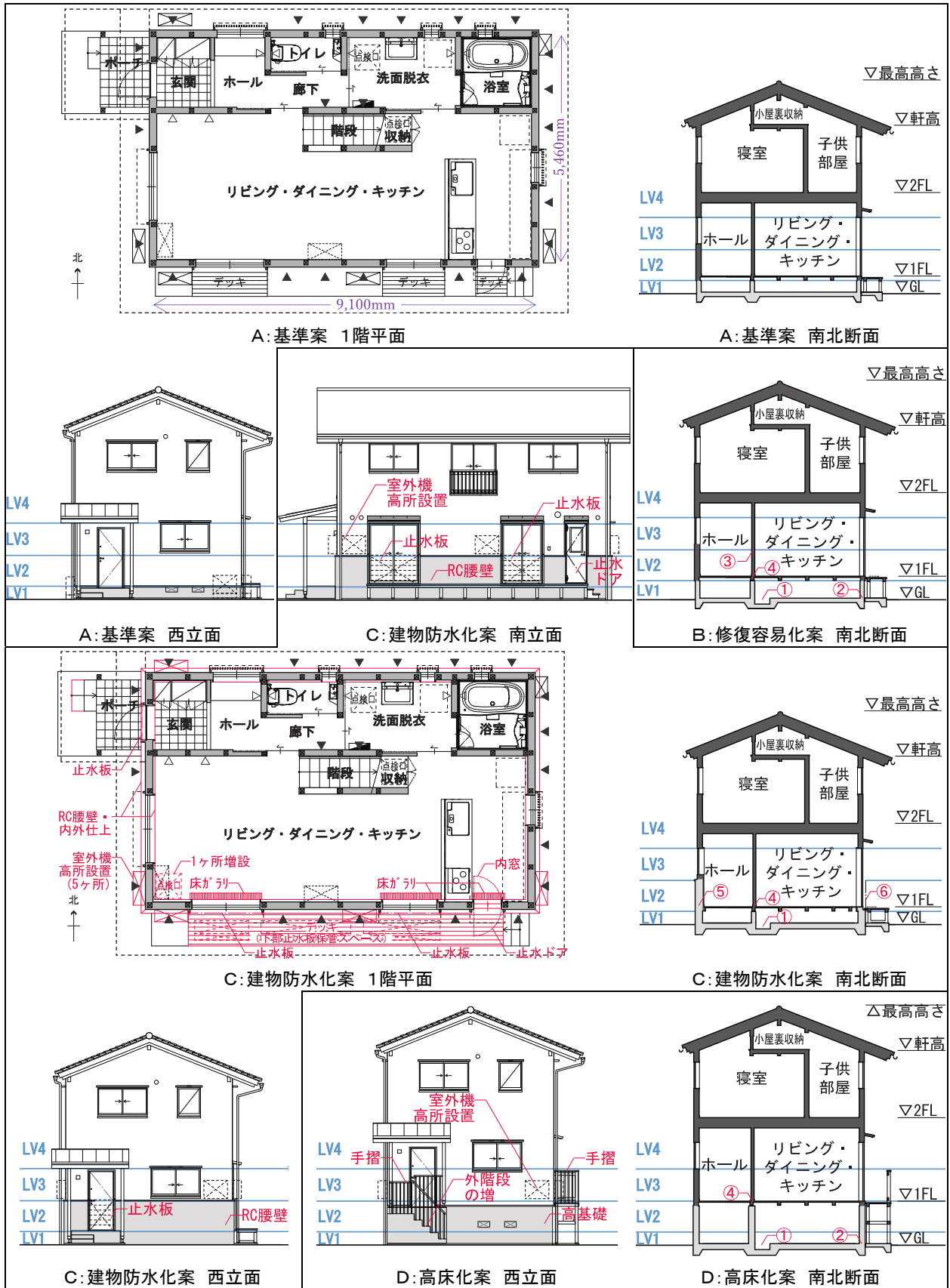
図II-12 D(高床化案)の1階平面図



図II-13 D(高床化)案の立面図・断面図



最後に、A～D案の概要図及び浸水対策に係わる詳細拡大図をまとめて示す。



図II-15 各案の概要図

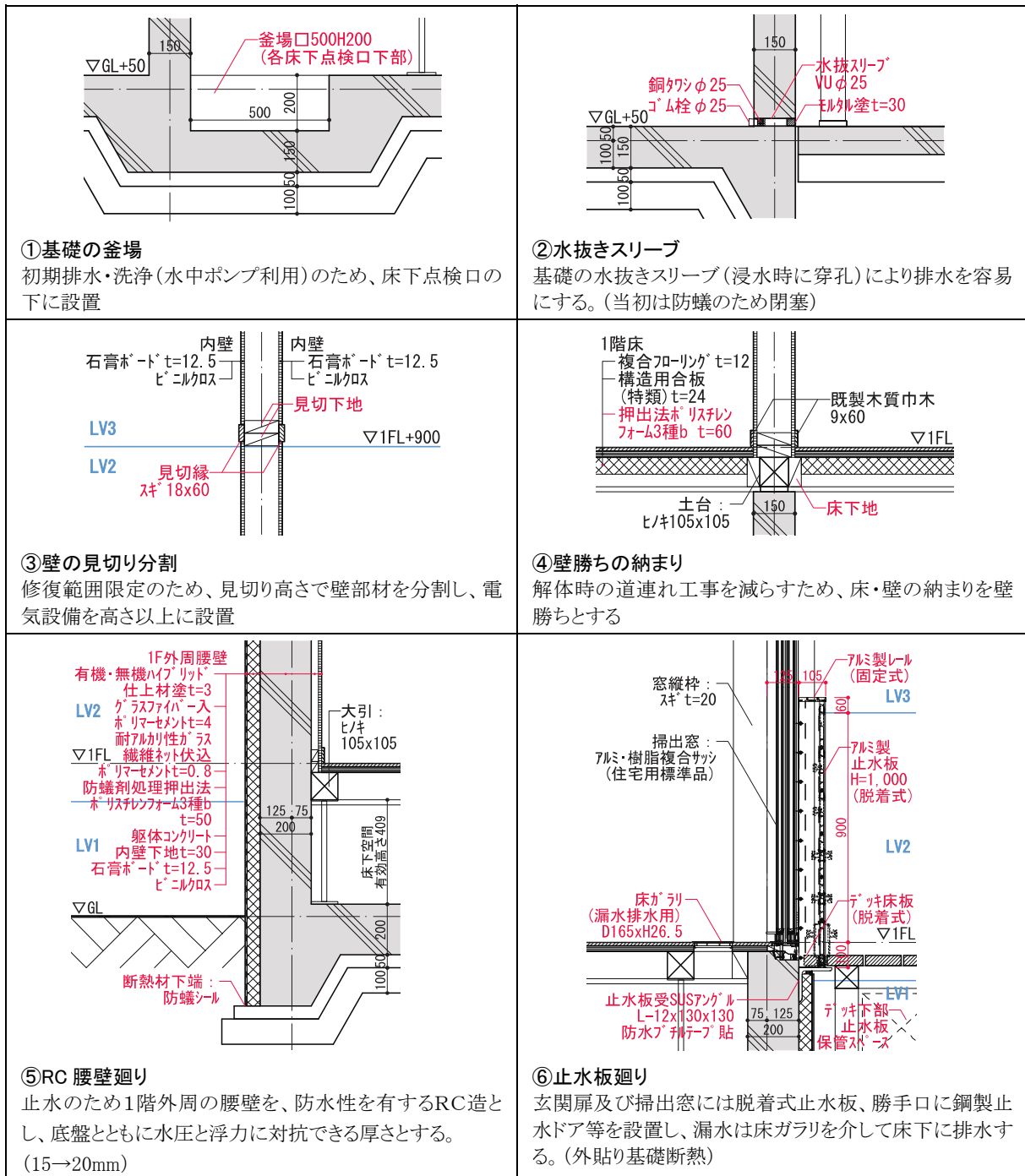


図 II-16 各案の浸水対策に係わる詳細拡大図 (丸数字は図 II-15 断面図に対応)

補注

- 1) 手間や費用を要する水勾配は設けず、基礎底面に釜場を設置することで排水性向上を図った。水抜きスリーブは、基礎施工時に設けるものを浸水時に簡易に穿孔可能とし、平時は水・白蟻の浸入防止のため塞ぐ。
- 2) 漏水が24時間継続した場合、基礎内部の有効面積 44.6m²に対する貯水の深さは43mm。
- 3) 本案における水圧の検討は、次によった。

構造設計用の進行方向の浸水圧 $qz(\text{kN/m}^2)$ の算定式 $qz = \rho g (ah - z)$

水の比重 $\rho = 1.0\text{t/m}^3$

重力加速度 $g = 9.8\text{m/s}^2$

設計用浸水深 $h = 0.6 + 0.9 = 1.5\text{m}$

当該部分の地盤面からの高さ $z = 1.5\text{m}$

水深係数 $a = 1.5$ (津波避難ビル等から津波が生じる方向に施設又は他の建築物がある場合で、津波避難ビル等の位置が海岸及び河川から 500 m 以上離れている場合に相当)

$z = 1.5\text{m}$ における $qz = 1.0 \times 9.8 \times (1.5 \times 1.5 - 1.5) = 7.4\text{kN/m}^2$

$z = 0\text{m}$ における $qz_0 = 1.0 \times 9.8 \times (1.5 \times 1.5 - 0) = 22.1\text{kN/m}^2$

荷重の負担巾 $W = 1.82\text{m}$ とすると、

$z = 1.5\text{m}$ における等分布荷重 $\omega_1 = qz \cdot W = 7.4 \times 1.82 = 13.5\text{kN/m}$

$z = 0\text{m}$ における等分布荷重 $\omega_2 = qz_0 \cdot W = 22.1 \times 1.82 = 40.2\text{kN/m}$

曲げモーメント $M = (2 \cdot \omega_1 + \omega_2) / 6 \times h^2 = (2 \times 13.5 + 40.2) \div 6 \times 1.5^2 = 25.2 \text{ kN} \cdot \text{m}$

せん断力 $Q = (\omega_1 + \omega_2) / 2 \times h = (13.5 + 40.2 \div 2) \times 1.5 = 40.3\text{kN}$

コンクリートの短期許容せん断応力度 $sfs = 0.105\text{kN/cm}^2$

抵抗する壁の長さ $B = 91\text{cm}$ とすると、

応力中心間距離 $j \geq Q / (B \cdot sfs) = 40.3 \div (91.0 \times 0.105) = 4.2\text{cm}$

梁の有効せい $d \geq j \times 8/7 = 4.8\text{cm}$ 、壁厚 $t \geq d + 7.0 = 11.8\text{cm}$

鉄筋の短期許容引張応力度 $sft = 29.5\text{kN/cm}^2$

$t = 20.0\text{cm}$ 、 $d = t - 7.0 = 13.0\text{cm}$ 、 $j \leq d \times 7/8 = 11.3\text{cm}$ とすると、

引張鉄筋の断面積 $\alpha t = M / (sft \cdot j) = 25.2 \times 10^2 \div (29.5 \times 11.3) = 7.56\text{cm}^2$

必要鉄筋量は 6 D 13 すなわち D13-@162 以下

縦筋は D13-150 (ダブル配筋) とする。

また、構造計画上、基礎底版は腰壁部と同等の厚さ 20 cm を確保することとする。

4) 本案における浮力の検討は、次によった。

浸水によって生じる浮力 $Qz(\text{kN})$ の算定式 $Qz = \rho gV$

浸水深以下の建築物の体積 $V = \text{基礎外寸面積} \times h = (9.1 + 0.25) \times (5.46 + 0.25) \times 1.5 = 80.1\text{m}^3$

浮力 $Qz = 1.0 \times 9.8 \times 80.1 = 785.0\text{kN}$

建物重量 (上部構造) の算定 (地震用)

屋根 $0.75\text{kN/m}^2 \times 10.01 \times 6.37 = 47.2\text{kN}$

外壁 $0.50\text{kN/m}^2 \times 5.15 \times (9.1 + 5.46) \times 2 \text{面} = 75.0\text{kN}$

内壁 $0.30\text{kN/m}^2 \times 9.1 \times 5.46 \times 2 \text{面} = 29.8\text{kN}$

2階床 $1.40\text{kN/m}^2 \times 9.1 \times 5.46 = 69.6\text{kN}$

1階床 $1.10\text{kN/m}^2 \times 9.1 \times 5.46 = 54.7\text{kN}$

上部構造計 $47.2 + 75.0 + 29.8 + 69.6 + 54.7 = 276.3\text{kN}$

建物重量 (基礎・腰壁部) の算定

腰壁部 RC 数量 立上り延長 \times 立上り高さ \times 厚さ

$= (9.1 + 5.46) \times 2 \times 1.45 + (0.9 + 1.7 + 1.4 + 0.7) \times 0.5 \times 0.20 = 8.9\text{m}^3$

内部立上り部 RC 数量 立上り延長 \times 立上り高さ \times 厚さ $= (23.9 - 0.6 \times 7) \times 0.39 \times 0.15 = 1.2\text{m}^3$

フーチング部 RC 数量 延長 \times フーチング断面積 $= 29.1 \times 0.05 + 20.0 \times 0.06 = 2.7\text{m}^3$

底版 RC 数量 基礎外寸面積 \times 底版厚さ $= (9.1 + 0.25) \times (5.46 + 0.25) \times 0.2 = 10.7\text{m}^3$

基礎・腰壁部計 $24\text{kN/m}^3 \times (8.9 + 1.2 + 2.7 + 10.7) = 564.0\text{kN}$

建物重量合計 $276.3 + 564.0 = 840.3\text{kN}$

浸水深 1.5m の時の浮力 (785.0kN) より建物重量 (840.3kN) が大きいので、浮き上がらない。

4. 「基準案」及び「浸水対策案」の建築コスト及び修復費用の算定

4.1 建築コストの算出

作成した基準（A）案の試設計に基づき、実際に広島市近郊で地域工務店が建設した、同等仕様の木造戸建て住宅の内訳をベースに、同工務店の協力を得て建築コストを算出し、修復容易化（B）案、建物防水化（C）案及び、高床化（D）案についても基準（A）案での算出結果を参考に、建築コストを算出した¹⁾。浸水対策案の建築コストの算出にあたっては、基準案と浸水対策案との差額及びその発生要因が分かる程度の精度とした。また、浸水対策の費用対効果の検討の基礎とする金額の算出を目的とすることから、土地取得費、設計監理費、各種申請費、外構工事費等は、建築コストに含めていない。

算出した各案の建築コスト（直接工事費）の一覧及び前提となる仕様の違いについて、表 II-17 に示した。また、諸経費及び税金を含む概要を表 II-16 にまとめた。浸水対策案については、主に基準案からの増分となる金額を記載している。建築コストは、「修復容易化（B）＜高床化（D）＜建物防水化（C）」の順で大きくなった。

基準（A）案については、直接工事費が 19,739 千円、諸経費・税込み²⁾の建築コストが 26,055 千円となった。これは面積単価が 23.7 万円/m²で、広島県の新築木造戸建て住宅の面積単価である 18.3 万円/m²（2019 年建築着工統計調査。全国市部平均は 18.3 万円/m²）より 3 割近く大きい。この理由として、基準案の仕様を軸組（県産材）及び面材耐力壁を用いた耐震等級 3 相当の長期優良住宅としたことや、平均的な注文住宅（持家）より小規模であること、職人のやり繰りや仕入れなどコスト削減の工夫を行う前の単純な積み上げベースの値であること、等が考えられる。

修復容易化（B）案の基準（A）案からのコスト増は約 37 万円（直接工事費のみ。以下同様）で、基礎周りの変更と、見切縁や床下点検口、空調室外機用壁掛け架台等の追加が約 19 万円^{b1}、大工手間増が約 18 万円^{b2}を占める。また、建物防水化（C）案の基準案からのコスト増は約 462 万円で、止水板・止水ドアの設置が約 189 万円^{c1}、腰壁の RC 造化とコンクリート躯体の増加関連が約 157 万円^{c2}、大工手間増が約 54 万円^{c3}、見切縁や床下点検口、空調室外機用壁掛け架台等の追加が約 33 万円^{c4}、基礎断熱化関連が約 28 万円^{c5}を占める³⁾。一方、高床化（D）案の基準案からのコスト増は約 175 万円で、高基礎のコンクリート躯体の増加関連が約 128 万円^{d1}、床下点検口及びタラップ、特殊な鋼製束、空調室外機用壁掛け架台等の追加が約 30 万円^{d2}、デッキの高床化及び手すりの追加が約 18 万円^{d3}を占める。（添字 b1～d3 は表 II-17 中の項目に対応）

表II-16 基準案との浸水対策案のコスト比較 (単位:千円:B~D案はA案との差分)

内訳	A 基準案	B 修復容易化案	C 建物防水化案	D 高床化案	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・止水ドア等
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	空調室外機用壁掛け等
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 ²⁾ (経費・税込)	26,055	+493 (26,548)	+6,104 (32,159)	+2,314 (28,369)	経費率20% 消費税率10%
コスト比	100%	101.9%	123.4%	108.9%	

表II-17 基準案及び浸水対策案の仕様及びコストの比較(内訳)

(単位:千円)	A. 基準案		B.修復容易化案		C.建物防水化案		D.高床化案		
	比較項目	コスト	比較項目	増減	比較項目	増減	比較項目	増減	
1F床廻り高さ設定	RC基礎土間L	GL+50							
	RC基礎立上りL または腰壁天端L	GL+459	GL+639		GL+1500		GL+1339		
	玄関土間L	GL+400	GL+600		GL+520		GL+1300		
	1FL	GL+600 (ポーチ階段2段)	GL+800 (ポーチ階段3段)		GL+600 (ポーチ階段2段)		GL+1500 (ポーチ階段6段)		
	床下空間有効高さ	409	609		409		1309		
構造	基礎形式	RCベタ基礎	1,528	同A案 釜場口500H200 +水抜スリーブ ^{b1}	+21	RCベタ基礎+腰壁 釜場口500H200 ^{c2}	+962	RCベタ基礎(高基礎) 釜場口500H200 +水抜スリーブ ^{d1}	+1,154
	床下換気	床下換気口	53	ねこ土台 ^{b1}	+2	床ガラリ+気密パッキン ^{c5} (基礎断熱)	+48	床下換気口 +ねこ土台 ^{d2}	+25
	構造材	土台・大引:ヒノキ (薬剤無処理) 柱・間柱:スギ (GL+1000まで 薬剤処理)	2,259	同A案	±0	同A案 ^{c2}	+50	土台・大引:ヒノキ (薬剤無処理) 柱・間柱:スギ	±0
	1F床と 壁の取り合い	外壁:壁勝ち 間仕切:床勝ち	0	外壁:壁勝ち 間仕切:壁勝ち	±0	外壁:壁勝ち 間仕切:壁勝ち	±0	外壁:壁勝ち 間仕切:壁勝ち	±0
	耐力壁	構造用合板 CN釘 GL+1000まで 薬剤処理	99	同A案 CNZ釘(受材CN 釘)	±0	同A案 CNZ釘(受材CN釘)	±0	構造用合板 CNZ釘(受材CN釘)	±0
	構造金物	亜鉛めっき品	188	同A案	±0	同A案	+9	特寸鋼製束 亜鉛めっき品 ^{d2}	+150
	小計		4,127		+23		+1,069		+1,329
断熱	屋根断熱	屋根断熱 高性能グラスウール	51	同A案	±0	同A案	±0	同A案	±0
	壁断熱	充填断熱 高性能グラスウール	175	同A案 (見切り分割) ^{b1}	+19	同A案	-10	同A案	±0
	床断熱 または 基礎断熱	床断熱 高性能グラスウール ボード	89	同A案 押出法ポリスチレン フォーム3種 ^b	-1	外張り基礎断熱 防蟻剤処理押出法ポ リスチレンフォーム 3種 ^{b c5}	+236	同A案	±0
	小計		315		+18		+226		±0
外部仕上	屋根	棧瓦葺き (通気工法)・4寸	747	同A案	±0	同A案	±0	同A案	±0
	庇	金属板葺き・2寸	228	同A案	±0	同A案	±0	同A案	±0
	外壁下地	ヒノキ心材 (薬剤無処理)	112	同A案	±0	同A案	±0	同A案	±0
	外壁仕上	窯業系サイディング (通気工法)	1,735	同A案	±0	同A案 有機・無機ハイブリッ ド仕上材(1F下部) ^{c2}	+556	同A案 モルタル仕上 (高基礎) ^{d1}	+102
	デッキ	南開口部前	67	同A案	±0	南外壁全面	+22	南外壁全面+手すり ^{d3}	+178
	小計		2,889		±0		+578		+280
開口部	玄関扉	金属製扉	112	同A案	±0	同A案 +止水板1ヶ所 (デッキ下保管) ^{c1}	+329	同A案	±0
	1F掃出窓	アルミ・樹脂複合 製窓	278	同A案	±0	同A案 +止水板2ヶ所 (デッキ下保管) ^{c1}	+998	同A案	±0
	2F掃出窓・腰窓	アルミ・樹脂複合 製窓	244	同A案	±0	同A案	±0	同A案	±0
	勝手口	アルミ・樹脂複合 製扉	60	同A案	±0	鋼製止水ドア +内部樹脂製扉 ^{c1}	+557	同A案	±0
	小計		694		±0		+1,884		±0

(単位:千円)	A. 基準案		B.修復容易化案		C.建物防水化案		D.高床化案		
	比較項目	コスト	比較項目	増減	比較項目	増減	比較項目	増減	
内部 仕上	床下地	構造用合板 (ネダレス工法) GL+1000まで 薬剤処理	216	同A案	±0	同A案	±0	構造用合板 (ネダレス工法) 薬剤無処理	±0
	床仕上	複合フローリング	558	同A案	±0	同A案	±0	同A案	±0
	内壁下地	石膏ボード	203	石膏ボード ^{b1} (見切り分割)	-12	同A案 ^{c4}	-12	同A案	±0
	内壁仕上	ビニルクロス	2,104	ビニルクロス・見 切縁 ^{b1} (見切り分割)	+92	ビニルクロス・見切 縁 ^{c4}	+232	同A案	±0
	階段	複合合板 (既製直線階段・ 16段・勾配37°)	200	同A案	±0	同A案	±0	同A案	±0
	24時間換気孔	FL+2100 ~ 2300	37	同A案	±0	同A案	±0	同A案	±0
	床下点検口	2ヶ所 (基礎立上り人通路)	30	3ヶ所 ^{b1} (基礎立上り人通路)	+15	3ヶ所 ^{c4} (基礎立上り人通路)	+15	3ヶ所+タラップ ^{d2} (基礎立上り人通路)	+63
	小計		3,348		+95		+235		+63
設 備 等	分電盤	1F設置 (漏電遮断装置付き)	450	同A案	±0	同A案	±0	同A案	±0
	コンセント・ スイッチ	FL+250以上	384	FL+1050以上	±0	同A案	±0	同A案	±0
	空調室内機	FL+2225	482	同A案	±0	同A案	±0	同A案	±0
	空調室外機	床置き GL+50	98	壁掛け ^{b1} GL+1500以上	+57	同B案 ^{c4}	+57	同B案 ^{d2}	+57
	給湯器	壁掛け	318	壁掛け GL+1500以上	±0	同B案	±0	壁掛け GL+1500以上	±0
	システムキッチン ・洗面・UB・トイレ	標準品	2,417	同A案	±0	同A案	±0	同A案	±0
	設備配管	配管固定 基礎貫通部モルタル埋	1,202	同A案	±0	同A案 排水逆流防止弁 ^{c4}	+35	同A案	±0
	小計		5,351		+57		+92		+57
そ の 他	大工手間	大工手間	2,485	大工手間増 ^{b2}	+180	大工手間増 ^{c3}	+540	大工手間	±0
	仮設	仮設工事	530	同A案	±0	同A案	±0	仮設工事増 ^{d1}	+24
	小計		3,015		+180		+540		+24
増減コスト計 (直接工事費)		19,739		+373		+4,624		+1,753	

黄色いセルは、コスト増が生じている項目の直接工事費の増分。青字は、数量や細かな仕様が違う箇所。添字は本文に対応。

4.2 修復費用算定の前提条件の整理

ここでは、建物への浸水後の復旧に必要な修復費用を、建築に関する被害額とみなして見積もるが、前提とする水害のタイプ及び、浸水深と建物内の浸水範囲の関係等に関して、前提条件を整理する。

1) 前提とする水害と建物内への浸水範囲等

前提とする水害のタイプについては、近年の洪水の被災地の視察結果⁴⁾等を踏まえて次のように設定する。①土砂を大量に生じる土石流を伴う水害ではなく、中下流域の河川氾濫による水害を想定する。②最大浸水深となる高さまで水位が緩やかに上昇した状況を想定し、堤防の破堤場所付近等でみられる、強い水流や浮遊物による窓・壁面の破損等に生じないものとする。③浸水の

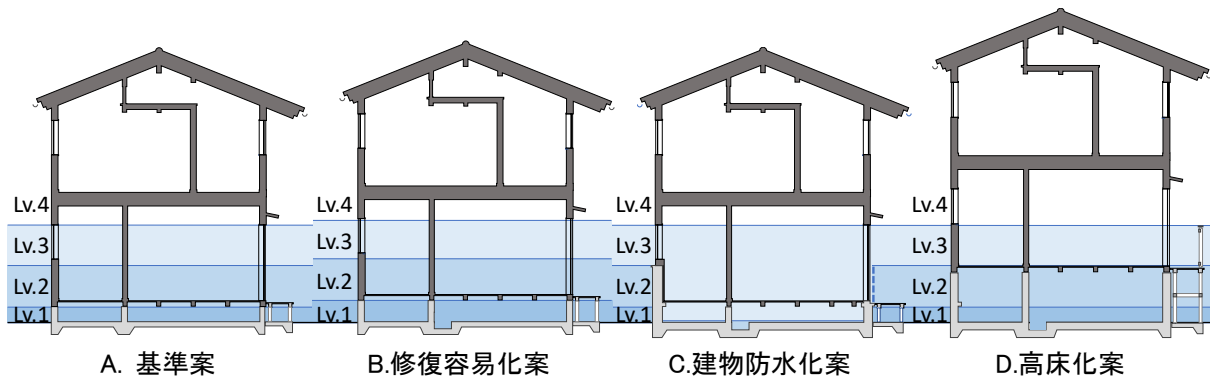


図 II-17 浸水レベルと浸水範囲の想定

継続時間は、24 時間以内を想定する。

その上で、基準案及び浸水対策案において想定される修復工事の施工範囲等の想定を踏まえて、修復費用の算定の前提とする浸水レベルについて、A～C 案で次の 4 段階を想定し、D 案は高さを基準 (A) 案と揃えた (図 II-17)。レベル 1 (Lv.1) の浸水深 (以下、「床下レベル」) では、土台に到達しない 1FL-150mm までの浸水高さを想定し、床下に 5cm 程度の土砂が堆積とする⁵⁾。レベル 2 (Lv.2) の浸水深 (以下、「床上～腰窓下端レベル」) では、1FL-150mm を超え、腰窓下端 (1FL+900mm) 以下までの浸水高さを想定し、床上に 5cm 程度の土砂が堆積とする。レベル 3 (Lv.3) の浸水深 (以下、「腰窓下端～腰窓上端レベル」) では、腰窓下端 (1FL+900mm) を超え、腰窓上端 (1FL+2000mm) 以下までの浸水高さを想定し、床上に 5cm 程度の土砂が堆積とする。レベル 4 (Lv.4) は腰窓上端 (1FL+2000mm) 以上とし、他のレベルと比べて確率が低いことなどの理由から、想定に含めなかった。

また、浸水対策案において講じた工夫や対策については、意図通りに機能することを前提とし、各案について以下の想定で修復工事等の施工範囲と作業内容、修復費用等を算定することとした。

A：基準案

- ・床下換気口下端レベル (GL+259mm) までは、床下への浸水はない。
- ・浸水高さが GL+259mm 以上となった場合に、床下換気口下端 (GL+259mm) までは、外部の水位の低下と共に基礎立上り内部の水位も低下する。

B：修復容易化案 (浸水対策案 1)

- ・玄関土間レベル (GL+600mm) までは、床下への浸水はない。
- ・浸水高さが GL+639mm 以上となった場合に、基礎立上り天端レベル (GL+639mm) までは、外部の水位の低下と共に基礎立上り内部の水位も低下する。

C：建物防水化案 (浸水対策案 2)

- ・止水板下端レベル (GL+500mm) までは、床下への浸水はなく、浸水高さがそれ以上となった場合には、止水板からの漏水を床下に貯留する。
- ・RC 腰壁天端レベル (GL+1500mm) までは、床上への浸水はない。

D：高床化案 (浸水対策案 3)

- ・床下換気口下端レベル (GL+600mm) までは、床下への浸水はない。
- ・浸水高さが GL+600mm 以上となった場合に、床下換気口下端レベル (GL+600mm) までは、外部の水位の低下と共に基礎立上り内部の水位も低下する。

2) 前提とする修復作業の手順と修復項目

修復作業の手順として、ヒアリングや文献(1)を参考に以下を想定した。

- ① 初期排水：基礎内部の汚水を排水し、屋内に堆積した土砂を取り除く。
- ② 取外し・廃棄：浸水した断熱材、下地材、仕上材、設備機器等を取り外し、廃棄処分する。
- ③ 洗浄・排水：基礎内部、床下、壁内、再使用可能な建材等を水道水で洗浄、排水する。
- ④ 消毒：浸水部分について、次亜塩素酸ナトリウム希釈液での水拭きを想定する(資料(2)参考)。
- ⑤ 乾燥：送風機を24時間連続で稼働させ、木材等を乾燥させる。乾燥期間は1ヶ月間程度を想定する。
- ⑥ 調達・取付け：断熱材、下地材、仕上材、設備機器等を調達し、取付ける。

また、前述の浸水レベルごとに想定する、各建築計画案での修復項目を表II-18の通りとした。ここでの修復の範囲は、各浸水レベルの上端まで浸水した場合を想定するが、比較を単純化するため、高床化案の床上～腰窓下端レベル(Lv.2)については、浸水が1階床まで到達しないものとする。以下、「更新」とは「取外し・廃棄・調達・取付け」を行う作業⁶⁾を、「再使用」は「取外し・洗浄・取付け」を行う作業をそれぞれ指すものとする。

表II-18 各浸水レベルにおける修復項目・内容

①床下レベル(Lv.1)

		A 基準案	B 修復容易化案	C 建物防水化案	D 高床化案
想定浸水高さ(GL±0～1FL±0)		GL±0～450	GL±0～650	GL±0～450	GL±0～450 (A案に準拠)
共通①	初期排水	排水			—
基礎・床	基礎土間・立上り	洗浄・排水			—
	基礎断熱材	— (基礎洗浄作業に含む)	— (外部洗浄作業に含む)	— (基礎洗浄作業に含む)	— (基礎洗浄作業に含む)
内外壁	外壁仕上	外部洗浄(床下以下)			
空調設備	空調室外機	更新	—		

②床上～腰窓下端レベル(Lv.2)

		A 基準案	B 修復容易化案	C 建物防水化案	D 高床化案
想定浸水高さ(1FL±0～1050)		GL+450～1500	GL+650～1700	GL+450～1500	GL+450～1500 (A案に準拠)
共通①	初期排水	排水			
基礎・床 (1)	基礎土間・立上り	洗浄・排水			
	床断熱材	更新	再使用	—	更新
	基礎断熱材	— (基礎洗浄作業に含む)	— (外部洗浄作業に含む)	— (外部洗浄作業に含む)	— (基礎洗浄作業に含む)
	土台・大引	洗浄・排水			—
基礎・床 (2)	床仕上・巾木、 床下地合板	更新			—
共通②	消毒	消毒(腰窓下)		消毒(床下)	—
	乾燥	乾燥			
内外壁	外壁仕上	外部洗浄(腰窓以下)			外部洗浄(床下以下)
	内壁仕上・下地、 壁断熱材	更新 (1F全面)	更新 (腰窓下)	—	
	柱・間柱・耐力壁 合板	洗浄・排水(腰窓下) 薬剤塗布(GL+1000以下)			—

建具・家具・階段	玄関扉・サッシ	洗浄・排水（腰窓下）		—
	内部建具、造作家具、階段	更新		—
電気設備	照明、コンセント	更新（腰窓下）	—	
衛生設備	システムキッチン	更新（レンジフードを除く）		—
	洗面化粧台、ユニットバス	更新		—
	トイレ	更新（手洗器）、洗浄・排水（便器本体）、更新（温水便座）		—
空調設備	空調室外機	更新	—	

③腰窓下端～腰窓上端レベル(Lv.3)

		A 基準案	B 修復容易化案	C 建物防水化案	D 高床化案
想定浸水高さ(1FL+1050～2150)		GL+1500～2600	GL+1700～2800	GL+1500～2600	GL+1500～2600 (A案に準拠)
共通①	初期排水	排水			
基礎・床	基礎土間・立上り	洗浄・排水			
	床断熱材	更新	再使用	—	更新
	基礎断熱材	— (基礎洗浄作業を含む)		— (外部洗浄作業を含む)	— (基礎洗浄作業を含む)
	土台・大引	洗浄・排水			
	床仕上・巾木、床下地合板	更新			
共通②	消毒	消毒（1F 全面）			消毒（腰窓下）
	乾燥	乾燥			
内外壁（1）	外壁仕上	外部洗浄（1F 全面）			外部洗浄（腰窓以下）
内外壁（2）	内壁仕上・下地、壁断熱材	更新（1F 全面）			
	柱・間柱・耐力壁合板	洗浄・排水（腰窓上） 薬剤塗布（GL+1000 以下）			洗浄・排水（腰窓下）
建具・家具・階段	玄関扉・サッシ	洗浄・排水（1F 全面）			洗浄・排水（腰窓下）
	内部建具、造作家具、階段	更新			
電気設備	照明、コンセント	更新（腰窓上）			更新（腰窓下）
	スイッチ・コントローラー等、分電盤	更新			—
衛生設備	システムキッチン	更新（レンジフードを含む）			更新（レンジフードを除く）
	洗面化粧台、ユニットバス	更新			
	トイレ	更新（手洗器）、洗浄・排水（便器本体）、更新（温水便座）			
空調設備	空調室外機	更新			

3) その他

浸水時の修復費用の算定にあたって、その他に以下の前提を置いた。

- ・被災地の範囲は限定され、災害後の工賃や資材費用の値上がり等は発生しない。
- ・実際の復旧時には、居住者の自力作業やボランティアによる作業の支援等があるが、本検討では全て工務店が請け負う場合を想定する（家財道具の運び出し等の作業は含めない）。工務店の経費率については、新築と同様とする。

- ・解体に伴い発生する廃棄物については、災害ごみとして扱われると考え、廃棄費用は収集・運搬に係る作業費を見込み、平常時の産業廃棄物処理費用等は見込まないものとする。
- ・乾燥及び外部洗浄に係る作業費は、浸水深によらず一定と想定する。

4.3 浸水時の修復費用の算定

前項の前提を踏まえ、浸水家屋の復旧経験のある工務店へのヒアリングに基づき、修復に係る作業量を見積もり⁷⁾、費用を積算した(表 II-19)⁸⁾。浸水対策案の基準案に対する修復費用の差額を「被害軽減効果」とし、浸水対策案の追加的費用に対する割合を「浸水1回当たり回収率」として示した。(修復費用の詳細は、章末の補遺に記載した。)

以下、浸水レベル毎に概観する。

- ・ **Lv.1 (床下)** : 修復容易化 (B) 案の被害軽減効果が追加的費用の半分程で、床下浸水が複数回発生する場合に大きな効果が期待できる。
- ・ **Lv.2 (腰窓下端以下)** : 建物防水化 (C) 案・高床化 (D) 案とも床上浸水が生じないが、追加的費用を考慮すると後者が有利である。前者の被害軽減効果は追加的費用を下回るが、家財の被害を見込めば回収可能と考えられる。修復容易化 (B) 案は被害軽減効果が追加的費用を上回るが、修復の工事費用が大きく、生活影響も生じる。
- ・ **Lv.3 (腰窓上端以下)** : 修復容易化 (B) 案・建物防水化 (C) 案とも1階の過半が浸水し、修復費用が基準 (A) 案と同程度となり、特に被害軽減効果を期待できない。高床化 (D) 案は、1FL+1100mm 程度に達する浸水でも電気設備や空調室外機等の被害は免れることなどから、一定程度の被害軽減を見込むことができる。

表II-19 浸水レベル別の浸水時の修復費用と浸水対策案の被害軽減効果

(単位：千円。B～D案の金額はA案との差分。)

基準案・浸水対策案		A.基準案			B.修復容易化案			C.建物防水化案			D.高床化案		
		Lv.1	Lv.2	Lv.3	Lv.1	Lv.2	Lv.3	Lv.1	Lv.2	Lv.3	Lv.1	Lv.2	Lv.3
浸水レベル		0~	450~	1500~	0~	650~	1700~	0~	450~	1500~	0~	450~	1500~
GL高さ (mm)		450	1500	2600	650	1700	2800	450	1500	2600	450	1500	2600
共通①	初期排水	200	200	200	-75	-75	-75	-200	±0	±0	-200	-125	-125
	基礎・床	50	25	25	-12	±0	±0	-50	±0	±0	-50	+50	+50
基礎・床	基礎土間・立上り	—	172	172	—	-69	-69	—	-172	-172	—	-172	±0
	土台・大引	—	50	50	—	±0	±0	—	-50	±0	—	-50	±0
	床断熱材	—	591	591	—	±0	±0	—	-591	±0	—	-591	±0
	床仕上・巾木、床下地合板	—	113	125	—	-28	±0	—	-63	±0	—	-113	-40
共通②	消毒	—	25	25	—	±0	±0	—	±0	±0	—	-25	±0
	乾燥	—	20	20	±0	±0	±0	±0	±0	±0	±0	±0	±0
内外壁	外壁仕上げ	—	571	571	—	-315	+20	—	-571	-9	—	-571	±0
	内壁仕上・下地、壁断熱材	—	74	99	—	±0	±0	—	-74	±0	—	-74	-74
	柱・間柱、耐力壁合板	—	25	50	—	±0	±0	—	±0	±0	—	-25	-25
建具・家具等	玄関扉・サッシ	—	914	914	—	±0	±0	—	-914	±0	—	-914	±0
	内部建具・造作家具・階段	—	87	134	—	-87	±0	—	-87	±0	—	-87	-47
電気設備	足元照明、コンセント	—	—	265	—	—	±0	—	—	±0	—	—	-265
	スイッチ等、分電盤	—	771	918	—	±0	±0	—	-771	±0	—	-771	-147
衛生設備	システムキッチン	—	710	710	—	±0	±0	—	-710	±0	—	-710	±0
	洗面化粧台、ユニットバス	—	183	183	—	±0	±0	—	-183	±0	—	-183	±0
	トイレ	105	105	105	-105	-105	+34	-105	-105	+34	-105	-105	+34
空調設備	空調室外機	375	4,636	5,157	-192	-679	-90	-355	-4,291	-147	-355	-4,466	-639
修復工事直接工事費計		495	6,119	6,806	-253	-897	-118	-469	-5,664	-193	-469	-5,895	-842
①修復費用計(経費・税込) ²⁾		26,055			+493			+6,104			+2,314		
②建築コスト(経費・税込) ²⁾		—	—	—	51%	182%	24%	8%	93%	3%	20%	255%	36%
浸水1回当たり回収率：①/② (%)		—	—	—	51%	182%	24%	8%	93%	3%	20%	255%	36%

■ 洗浄・排水等 ■ 洗浄後再使用 ■ 消毒・乾燥 ■ 更新 ■ 作業不要

補注

- 1) 基準 (A) 案、修復容易化 (B) 案及び、建物防水化 (C) 案については、作成した図面をもとに、建材類についての部位・資材毎の数量積算を行った見積もりを得た。高床化 (D) 案については、これらの内訳をもとに建築コストを概算した。
- 2) 経費率については 20%を見込み、端数は四捨五入としている。また、消費税率については 10%を見込み、端数は切り捨てている。
- 3) なお、最も高い建物防水化 (C) 案の建築コストの低減策としては、水密化を要する開口部の削減 (掃出窓 1 ヲ所・勝手口を腰窓に変更) : 約 101 万円減 (直接工事費。以下同じ)、基礎断熱の内部化による外部仕上コストの低減 (ただしユニットバスの納まりを考慮する必要がある) : 約 79 万円減、RC 腰壁内部の打放し仕上げによる内部仕上コストの低減 : 約 30 万円減、等が考えられるが、検討の目的から外れるのでここでは追究しない。
- 4) 平成 30 年 7 月豪雨 (2018 年) における岡山県倉敷市真備地区や、広島県三原市本郷町、広島県坂町小屋浦地区等、令和元年東日本台風 (2019 年) における長野県長野市穂保・長沼・赤沼・豊野等地区及び篠ノ井地区や、福島県須賀川市館取町、同郡山市田村町・永盛地区、同本宮市本宮馬場地区、宮城県角田市東町、丸森町中心地区、令和 2 年 7 月豪雨 (2020 年) における福岡県大牟田市三川地区、熊本県人吉市中心市街地ほか、等。
- 5) 修復容易化 (B) 案はねこ土台で、正確には GL+630~650mm で床下浸水。
- 6) ヒアリング調査から得られた知見を踏まえ、床上浸水に対し、浸水対策を施していない木造壁等については、断熱材、下地材、仕上材等を全面交換する前提とする。
- 7) 修復に要する費用の相当部分を占める手間 (人工) については、平成 30 年 7 月豪雨 (2018 年) 時に被災木造住宅の復旧工事に従事した地域工務店の資料提供を得て、建築士と共に復旧工事時の数量を算出し、2.5 万円/人日で積算した。
- 8) 算出した補修工事費用は、同じ平面プランに基づいて補修プランの工事費を算出している文献(3)の数値とほぼ一致する。また、床下浸水レベルを除き、(一社)住宅生産団体連合会がまとめた手引き (文献(4)) に示されている、木造住宅の「浸水レベルに応じた建築面積当たりの復旧工事費用」の四分位範囲内に収まっている。床下浸水レベルについては、本検討では洗浄・排水等の費用をなるべく顕在化させて工事費に含めるようにしていることから、文献の数値よりも大きくなっているものと思われる。

参考文献・資料

- (1) 荒川尚美 (2020) 「災害事例に学ぶ浸水住宅の再生術 11 ヲ条」日経ホームビルダー(249)、pp.53-64、2020.3
- (2) 厚生労働省「浸水した家屋の感染症対策」
https://www.mhlw.go.jp/stf/newpage_00341.html
- (3) 渡邊史郎・今井信博・井上拓哉 (2021) 「戸建住宅の浸水被害と補修方法の関係についての考察」日本建築学会計画系論文集 86 (788)、pp.2431-2440、2021.10
https://www.jstage.jst.go.jp/article/aija/86/788/86_2431/_pdf/char/ja
- (4) (一社)住宅生産団体連合会 (2021) 「住宅における浸水対策の設計の手引き」2021.7 (「図 3.3.3 浸水レベルに応じた建築面積当たりの復旧工事費用」15p.)
https://www.judanren.or.jp/activity/committee/pdf/seino_shinsui_210726.pdf

5. 浸水対策の費用対効果に関する試算

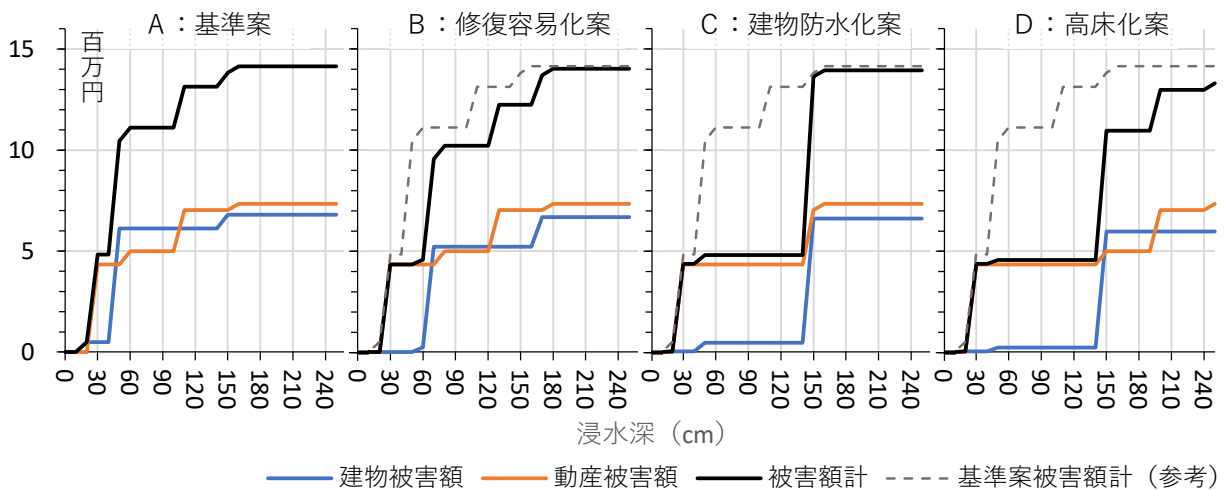
本節では、前節で建築コスト及び修復費用を算定した浸水対策案について、動産被害額及び水害の浸水深別の発生頻度を考慮した費用対効果の試算を行う。

5.1 浸水深別の建物・動産被害額

前節で算定した、各建築計画案における浸水時の修復費用を建物被害額とみなした。また、洪水に見舞われた際には第I章(1.2)に示したように、建物内外の家具等の動産に生じる被害も深刻となる。そこで、既存研究^①の資産の鉛直分布モデルの値(延床面積比で低減)を用いて^②、動産の所有や鉛直方向の分布等の状況を仮定し、動産被害額を算定した。

図II-18が、浸水深別に各建築計画案において想定される、建物及び動産の被害額となる。例えば(GL+)130cmの浸水深においては、A案13,141千円の被害額に対し、B案：896千円、C案：8,349千円、D案：8,580千円の軽減が認められる。

以降では、建物及び動産の被害額を合計した被害額について論じる。

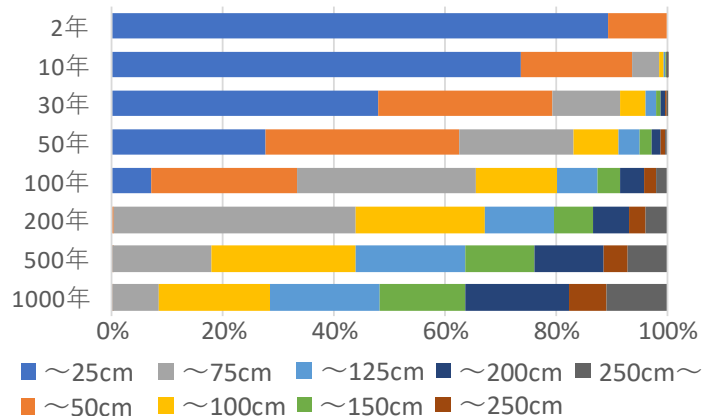


図II-18 浸水深別の建物・動産別被害額(修復費用)の比較

5.2 発生頻度を考慮した費用対効果の試算

次に、発生頻度を考慮した最大浸水深の予測値を用いて、浸水対策案の費用対効果を試算する。

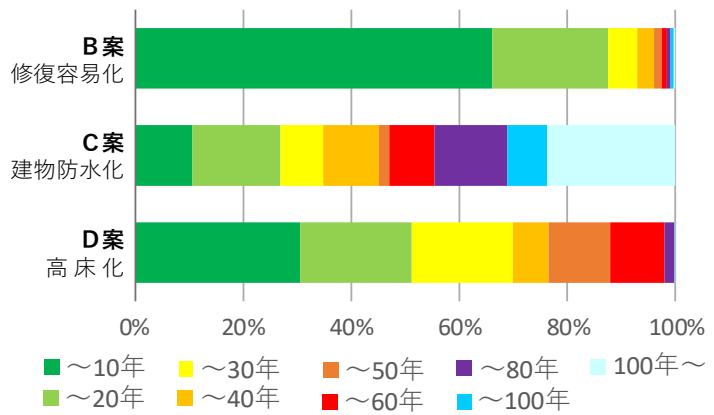
試算にあたっては、第I章(2.2)に記載した方法により、滋賀県「地先の安全度マップ」で公開されている、異なる降雨確率に基づく内外水氾濫の想定浸水深(50mメッシュ)に相当するデータを用いて、国土交通省水管理・国土保全局の「治水経済調査マニュアル(案)」に示された算定方法によった。戸建て住宅が対象であることから、世帯数1以上のメッシュを抽出して対象



図II-19 対象メッシュの確率年別の最大浸水深割合

とした²⁾。対象メッシュの確率年別の最大浸水深を図 II-19 に示す。100 年確率で、最大浸水深が 50～150cm と想定されるメッシュが約 6 割となる。

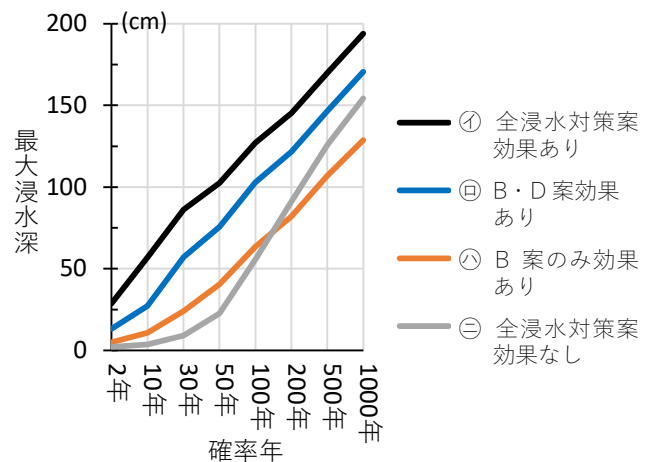
当該メッシュの生起確率別の最大浸水深に対応する被害額をもとに、確率年区間毎の期待被害額を算定して合計することで、各案の建物を建てたときの年平均の被害額（期待値）が推算できる。基準（A）案と浸水対策（B～D）案の平均被害額の差額が、年間当りの浸水対策による被害軽減額（期待値）であり、浸水対策に伴う追加的費用をこれで除することで、浸水対策費用の平均回収年数をメッシュ別に計算できる。図 II-20 に平均回収年数別の割合を示した。



図II-20 浸水対策費用の平均回収年数別メッシュ割合

以下では、浸水対策の効果等の違いを踏まえて、修復容易化（B）案は 10 年、建物防水化（C）案と高床化（D）案は 20 年での浸水対策費用の回収を考えるものとする。その場合、対象メッシュの内、修復容易化（B）案では約 2/3 のメッシュで平均 10 年以内、建物防水化（C）案では約 1/4 のメッシュで平均 20 年以内、高床化（D）案では約 1/2 のメッシュで平均 20 年以内に、それぞれ浸水対策に伴う追加的費用の回収が期待できる計算となる。

さらに上記メッシュを各案の対策効果が見込まれる（費用対効果の高い）メッシュと考え（定義し）、それらの浸水特性等から各浸水対策案の適用性を評価する。僅かなメッシュを例外として、①全浸水対策案（B～D案）の効果あり、②B（修復容易化）案・D（高床化）案効果あり、③B案のみ効果あり、④全浸水対策案とも効果なし、の 4 タイプに分かれる³⁾。メッシュタイプ毎に、確率年別に最大浸水深の平均値を求めたものを図 II-21 に示す。ここで、①～

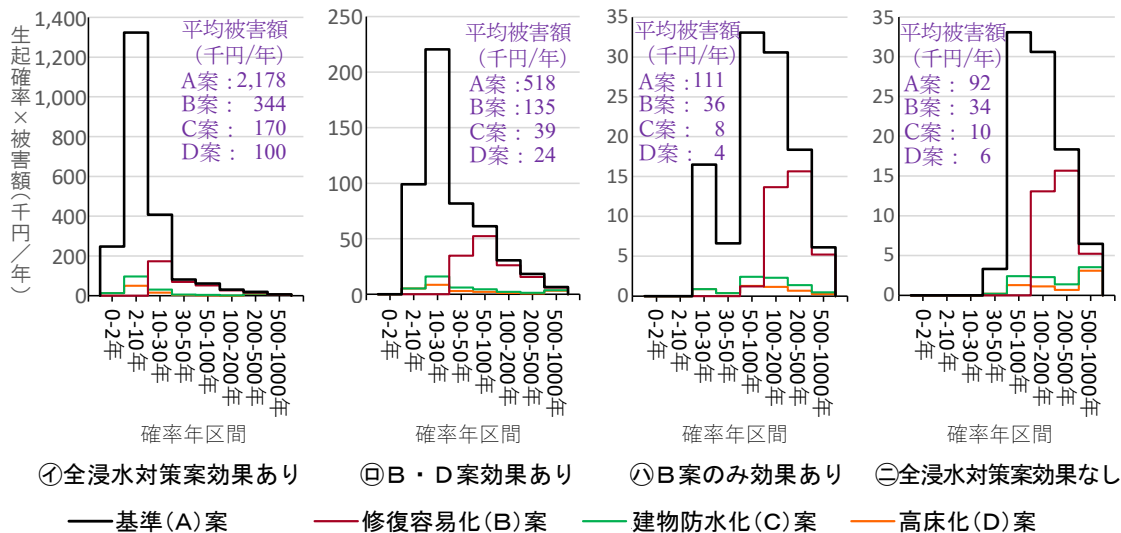


図II-21 各メッシュタイプの浸水特性

⑤の浸水特性（生起頻度別の浸水深）を有する地点（メッシュ）を考えると、そのような地点では、①～⑤に対応する浸水対策案の効果が見込まれる、ということが出来る⁴⁾。このようにして、建築物が立地する地点の浸水特性と、対策の費用対効果を一般的に関係づけることができる。

この内の⑤（全浸水対策案とも効果なし）については、治水安全度が全般的に高いため、建築・敷地レベルでの浸水対策を講じる必要がほとんどない地点であるということが出来る。図 II-21 において、⑤の線が基準（A）案で床上浸水が生じることとなる浸水深 45cm を超えるのは、確率年 100 年の目盛りよりも低頻度（右側）の場合であり、100 年に 1 度以下の確率事象に対して追加的建築コストの最も小さい B 案の対策を講じたとしても、その対策費用 495 千円の回収見込みは立たず、「効果がない」となる。逆に①（全浸水対策案効果あり）は治水安全度が最も低く、

(移転も含めて) 何らかの浸水対策を講じる必要がある地点であるということが出来る。確率年10年よりも高頻度(左側)で発生する基準(A)案での床上浸水等への対策として、最も追加的コストを要するD案を採用したとしても、確率10年程度の事象に対して対策費用(6,104千円)の回収見込みが立つことから、B案・C案・D案のいずれの対策を講じたとしても「効果がある」となる。㊸及び㊹の治水安全度はその中間的な位置づけとなり、より治水安全度の高い㊸では、追加的コストが最大の建物防水化(C)案についてのみ「効果がない」となり、より治水安全度の低い㊹では、追加的コストが最小のB(修復容易化)案についてのみ「効果がある」となる。



図II-22 各メッシュタイプの浸水特性に基づく建築計画案(A~D)の確率年区間別の生起確率×被害額

以上についてより厳密な計算を行い、㊸~㊻の地点においてどのような浸水事象(頻度の低い稀な水害~頻度の高い日常的な水害)に対する期待被害額及び期待被害低減効果が大きい(小さい)のかを示したのが図II-22となる。この図では、基準(A)案の期待被害額の確率年区間別の内訳(生起確率×被害額)及び、また各浸水対策(B~C)案の期待被害額との差額である期待被害軽減額(平均被害軽減額:黒線と色線との差)がどの確率年区間で大きいかなどを読み解くことができる。

以下では、図II-22で「生起確率×被害額」が高い確率年区間に着目して、図II-21においてその区間に対応する最大浸水深を確認する。

㊸のメッシュタイプでは、確率年区間2~10年において、他の確率年区間と比べて基準案の期待被害額が飛び抜けて大きい(図II-22)。一方、この確率年区間における最大浸水深は、基準(A)案の1階床に浸水被害が生じる高さ(GL+450mm:Lv.2の下限)をまたがる(図II-21)。浸水対策(B~D)案による浸水1回あたり被害軽減額もこの確率年区間における最大浸水深で大きく(図II-18)、確率年区間の幅(1/2-1/10)の大きさと相まって、「生起確率×被害額」の軽減額も飛び抜けて大きくなっている。

同様に㊹のメッシュタイプについてみると、確率年区間10~30年において基準案の「生起確率×被害額」が最大となり、この確率年区間において最大浸水深は基準(A)案のLv.2の下限をまたがる。浸水対策(B~D)案による浸水1回あたり被害軽減額もこの確率年区間で大きく、「生起確率×被害額」の軽減額も最大となっている。

㊦及び㊧のメッシュタイプでは、確率年区間 50～100 年において上記と同様となる。㊦と㊧の最大の違いは、確率年区間 10～30 年における基準 (A) 案の「生起確率×被害額」の差であり、これは基準 (A) 案の 1 階床に浸水被害が生じる高さ以下の浸水深 (Lv.1) における、建物被害 (床下浸水) の有無の違いに由来する。

以上より、床上浸水を生じる高頻度の氾濫事象に対して、(なるべく安い費用で) 浸水対策を講じることで費用対効果が大きくなることと、一般的には、床上浸水を生じる氾濫の頻度が高くなると浸水対策の費用対効果も高くなることがわかる。

補注

- 1) 基準 (A) 案は、浸水深 (GL を基準) に応じて、30cm で自動車・バイク、50cm でカーペット、100cm で冷蔵庫・ソファ・スポーツ用品、150cm で調理家電・ビデオカメラ、等の被害額を計上し、浸水対策 (B～D) 案では浸水対策に応じて、同様の考え方で被害が生じる浸水深を変化させている (高床化案では主な室内家具について基準案+150cm とするなど)。
- 2) 全 14,231 メッシュ。内、7,623 メッシュ (54%) の過半において都市計画の用途地域が指定されている。
- 3) 各タイプのメッシュ数は、㊦1,473、㊧2,888、㊨5,044、㊩4,787 (その他が 39)。
- 4) 図 II-21 において、基準 (A) 案の 1 階床に浸水被害が生じる高さ (GL+450mm : Lv.2 の下限) の浸水深の発生頻度により、㊦～㊩のメッシュタイプ、すなわち浸水対策 (B～D) 案の効果の有無が決まっている。1 階床に浸水被害を生じる浸水深の発生頻度が高くなると、各浸水対策の有効範囲を超えた浸水深 (Lv.3 の下限) の発生頻度も高くなるが、その場合でも対策の有無による被害額の差がほとんど生じないため、この部分は費用対効果には影響しない計算となる。ただしこの場合、建物外・敷地内の自家用車や自転車等の期待被害額が増大し、また相対的に浸水リスクの低い他の地区に移転することのメリットも大きくなり、検討対象外としている、強い氾濫流をもたらす洪水の発生頻度も増大すると考えられる。

参考文献・資料

- (1) 山本陽子・柳川一博・深見和彦・木内望ほか (2017) 「建物用途別の資産鉛直分布及び浸水確率を踏まえた都市における家屋・事業所の資産被害評価の検討と試行」河川技術論文集(23)、pp.91-96、2017.6
https://www.jstage.jst.go.jp/article/river/23/0/23_91/_pdf/char/ja

6. 屋根上避難計画案及び生活回復機能追加案に関する補足的な検討と試算

本節では、2.1で整理した浸水対策のシナリオの内の、「③逃げ遅れたときの建物内垂直避難により生命の安全性が向上する」について、屋根上への避難により実施する計画案（屋根上避難計画案）として、また「①住宅の浸水後の修復が比較的容易かつ安価で早期に元の住宅での生活が回復可能」について、元の住宅での生活回復を早期に可能とする計画案（生活回復機能追加案）として、それぞれ補足的に検討を行う。

いずれも本来は、構造や設備、生活条件等にかかわる技術的で詳細な確認を要するが、全てを扱うと本研究報告の範囲を超えてしまうことから、コスト面を中心とした概要的な検討の紹介にとどめる。また、前提とした浸水事象は特に記載が無い限り、4.2に記載の④⑤⑥を想定する。

6.1 屋根上避難計画案の試作成と追加的建築コストの算定

本項では、屋根上避難計画案について検討を行う。具体的には、前節までに検討した浸水対策案について、2階床上50cm程度の浸水時に屋根上への避難を可能とする変更を行った計画案の検討と試設計を行い、その追加的建築コストを算定し、適用性を検証する。

前提とした検討条件は、表II-20の通り。

屋根上避難が必要となる浸水状況については、堤防の破堤点等から一定の距離を有した住宅において、居住者が事前の避難が間に合わずに逃げ遅れる中で、洪水（流速は緩やか）が最終的に2階床上を超え、生命を守るために屋根上に逃げ延びて救助を数

表II-20 屋根上避難計画案の検討条件

浸水状況	<ul style="list-style-type: none"> ・堤防の破堤点等から一定の距離を有した住宅 ・最大浸水深：2FL+500mm（浸水対策案2：GL+4.15m）程度 ・屋外水位上昇速度：3.0m/h（50cm/10分）^①
避難状況	<ul style="list-style-type: none"> ・健常者4人の家族構成（小学生を含む） ・事前避難ができず、2階床上を超えて浸水する中、屋根上で救助を数時間程度待つ状況

時間程度、待つ状況を想定する。避難経路としては、各浸水対策案の小屋裏収納部分を梯子等で経由して、天窗より屋根上に至るものとし、屋内浸水前に、小学生を含む健常者4名が10分程度で避難完了するものとする。

1) 屋外水位上昇に対する屋内水位上昇の想定

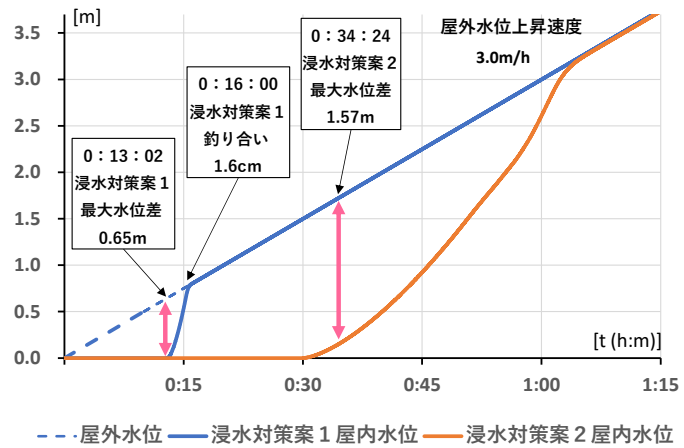
屋外の水位上昇に対し、屋内の水位上昇が顕著に遅れる場合、屋内外の水位差に伴い浮力等の外力が発生し、家屋の損傷や流失につながる事が考えられる。このため、屋外の水位上昇に対する屋内の水位上昇を検討する。

浸水対策案の鉛直面や水平面に想定される浸水口について、文献(2)及び製品カタログ等より面積と高さを整理のうえ、浸水口からの流速は屋外水位と浸水口高さの差の平方根に比例する（トリチェリの定理）ことを踏まえ、浸水深ごとの毎秒あたり浸入流量と浸水貯留面積をもとに、屋内水位の経時的変化を想定した。文献(1)を参考に、屋外での水位上昇速度を最大で3.0m/hrと想定し、最も影響の大きい浸水口について取り上げ、釣り合いのとれる屋内外の水位差を試算した。結果、浸水対策案1で1cm未満、浸水対策案2で25cm程度となった(表II-21)。

表II-21 代表浸水口における釣り合いのとれる屋内外水位差

	代表浸水口	浸水口中央高さ	浸水口面積	釣り合い水位差
浸水対策案1	ねこ土台	1FL-151mm	0.226m ²	0.2cm
浸水対策案2	外壁下端 ジョイント隙間	1FL+900mm	0.016m ²	25.0cm

これより、各浸水対策案の浸水口面積が十分に大きいため、屋外水位が代表的な浸水口の高さまで達して浸水が開始した後、屋内との水位差は縮小し、上記の釣り合いのとれる水位差に到達して以降は、屋外水位とほぼ同時に漸増すると考えられる(図 II-23)¹⁾。内外の水位差が最大となるのは概ね浸水開始時点付近で、浸水対策案 1 で約 0.6m、浸水対策案 2 で約 1.5m となる。



図II-23 屋外水位上昇に対する屋内水位の経時的変化¹⁾

2) 計画案の検討

まず、氾濫に伴って生じる水平力に関する、簡易な構造的検討を行う²⁾。

屋内外の水位差が拡大しない場合の水平力に関して、文献(2)の「7.8 氾濫流に対する木造の構造安全性」の方法に則り、抗力を氾濫流荷重として想定し、構造的検討を行った³⁾。文献(2)(3)を参考に抗力係数 1.2、流速 1.5m/s としたとき、浸水深 4.15m、受圧幅 9.3m (不利側となる 1 階 Y 方向) での氾濫流荷重 25kN (1 階 Y 方向) に対して保有水平耐力 93kN (1 階 Y 方向) が確保されることを確認した。

また、同様に文献(2)の抗力を想定外力とし、文献(3)の方法に則って構造耐力上主要な部材の必要断面を検討した結果を表 II-22 に示す。木材はスギ及びヒノキ無等級材とし、耐力は上記の浸水深時を終局時と仮定して基準強度とした (管柱のヒノキへの変更と、基礎のアンカーボルトの追加)。

表II-22 主要部材の断面検討

	浸水対策案	屋根上避難計画案
1 階管柱	スギ 105x105	ヒノキ 105x105
土台	ヒノキ 105x105	
アンカーボルト	M12@1820	M12@1200

次に、氾濫に伴って生じる浮力に関する構造的検討を行う²⁾。

文献(3)(4)の方法を参考に、積載荷重を考慮しない建物重量 (482kN) が、屋内浸水時にも空気溜りとなる、床下及び壁内空間容積に生じる浮力 (450kN) を上回ることを確認した。また、浸水開始時点付近で最大となる屋内外水位差については、前述の通り既に検討済みである。

柱頭柱脚接合部は文献(4)の N 値計算法に準拠した方法に則り、氾濫流荷重時の水平力を考慮し各柱に生じる引抜力を 1.5 倍、浮力を考慮し上部構造重量 (276kN) の押え効果を 0.6 倍 (≡ (276-450)/450、引抜力を高める方向)、接合金物は終局耐力 (短期許容耐力の 1.5 倍) として検討し、耐力壁配置と接合金物仕様の変更を行った。

今回の浸水対策案では、一般の木造住宅より基礎コンクリートの量が多く、浸水深 4.15m においても、建物重量は浮力を上回り浮き上がらない。しかし、このときに氾濫流荷重が水平力として加わると、建物重量による抑え込み効果が少ない状態となるため、1 階をオープンなつくりとし高倍率の耐力壁を用いて耐震等級 3 を確保した浸水対策案の柱頭柱脚金物では、終局でも対応できず、1 階では一部壁の倍率を落とすとともに耐力壁を追加し、接合部倍率の高いホールダウン金物を多用することでクリアする必要が生じた⁴⁾。

最後に、屋根上へのアクセス方法等に関する建築計画面での検討を行う。

浸水対策案において既に小屋裏収納までのアクセスが可能(ロフトとそこにあがる梯子が設置)となっていることを前提に、天窗(中軸回転式2箇所)、小屋床、建具、採光間仕切を追加する。また、2階コンセント及び分電盤を浸水深より上方に設置する。耐震等級3など高い耐震性を持たせる木造住宅の設計時には、小屋床を設けて床倍率を高めることは多く、浸水対策案に避難機能等を確保するには天窗の追加程度で済む。

一方、通常用いられる天窗は嵌め殺しもしくは電動開閉の可能なチェーン出窓を押し上げるタイプが多いと考えられるが、人が無理なく出入りできる開口寸法と機構を有する住宅用の製品は限られる点に留意を要する。また、河川氾濫時には停電も予想されるため、手動の開閉機構を有することが不可欠となる。また、住宅用の天窗は一定の勾配を必要とする。現時点で流通している製品としては、海外製品で天窗用の手動中軸回転式、幅0.8m、高さ1.0mの比較的に大きな住宅用高断熱サッシが該当し、4寸以上の勾配で設置可能となる。

現在、階に算入されない小屋裏の天井高さは1.4m以下であることから、4寸勾配の場合、小屋裏端部の天井高さは低くなるため、屋根面への出入りを考慮した天窗の設置位置、足掛かりの確保を考慮しておく必要がある。同様に小屋裏へのアクセスのしやすさについても配慮が必要である。また、夜間の停電時に両手を用いて、梯子等で小屋裏や屋根上に避難しなければならない場合には、照明の用意も必要となる。さらに、滑りやすい屋根上に避難した場合の滑落防止に備え、室内側に安全ロープを取り付けられる軸組部材や金属バーなどの設置も考慮することが望ましい。木造住宅の場合、屋根上ではなく室内側に用意する方が、漏水などを生じにくいと考えられる。

3) 試設計及び追加的建築コストの算定

以上の検討を踏まえて、屋根上避難計画案の試設計を行った。小屋裏の平面図(図II-24)及び、2階・小屋裏の部分詳細図(図II-25)を示す。

また試設計に基づき、追加的建築コストの算定を浸水対策案と同様の条件の下、同一工務店の協力を得て算出した(表II-23)。追加的建築コストは各案共通で、構造補強よりも天窗等屋根上避難機能のコストが8割を超え、影響が大きい。原建築計画(A~D)案に対するコスト比で考えれば、全体で3.6%から4.4%の増分となる(表II-24)。

表II-23 屋根上避難計画案の追加的建築コスト(経費・税込)

	追加的コスト	主な項目
水平力対応	+77千円	1階柱仕様変更(スギ→ヒノキ)
浮力対応	+123千円	耐力壁追加、柱頭柱脚金物仕様変更
屋根上避難機能	+952千円	天窗、小屋床、片引戸、採光間仕切、分電盤
追加的コスト計	+1,150千円	※端数処理含む

表II-24 屋根上避難計画案の建築コスト比較(経費・税込)

	A.基準案	B.復旧容易化案	C.建物防水化案	D.高床化案
原計画案	26,055千円	26,548千円	32,159千円	28,338千円
追加的コスト	+1,150千円 (各案共通)			
屋根上避難計画案	27,205千円	27,698千円	33,309千円	29,488千円
コスト比	104.4%	104.3%	103.6%	104.1%

4) 滋賀県データを用いた適用性の確認

滋賀県「地先の安全度マップ」相当の500mメッシュ単位の浸水シミュレーションデータを用い、浸水深の発生確率に基づく屋根上避難計画案の適用性を確認する。

最大浸水深からみると、5節(5.2)で対象とした14,231メッシュ中、50年確率で20メッシュ、200年確率で237メッシュ、1000年確率で973メッシュにおいて最大浸水深3~6mに達し、

逃げ遅れた場合の屋根上避難の必要性及び可能性が考えられる。その際、水平力の観点からみると、50年確率及び200年確率の場合で全メッシュにおいて本検討で想定した水平力を下回る浸水深と流速の組合せとなる。1000年確率では、2メッシュでこれを上回る想定となる(図II-26)。

あくまでも逃げ遅れた際の次善の避難場所として、必要時に機能する可能性は高いと言えるが、その利用頻度は低いので、天窗による採光等、他のメリットも併せて追求すべきと考えられる。

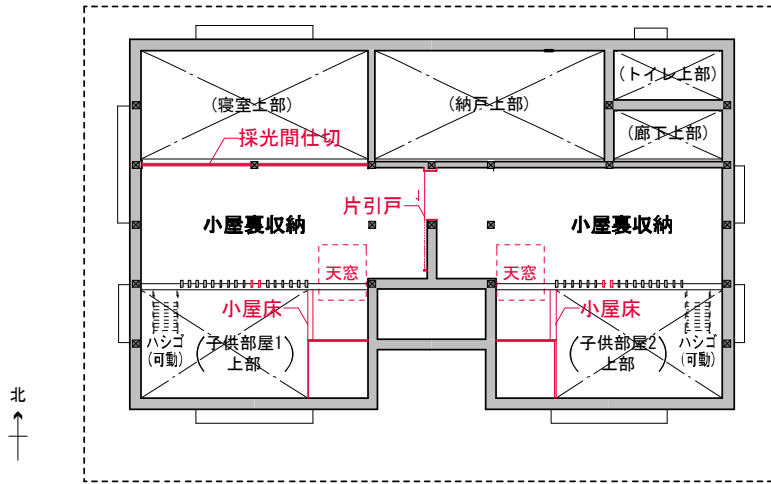


図 II-24 屋根上避難計画案:小屋裏平面図

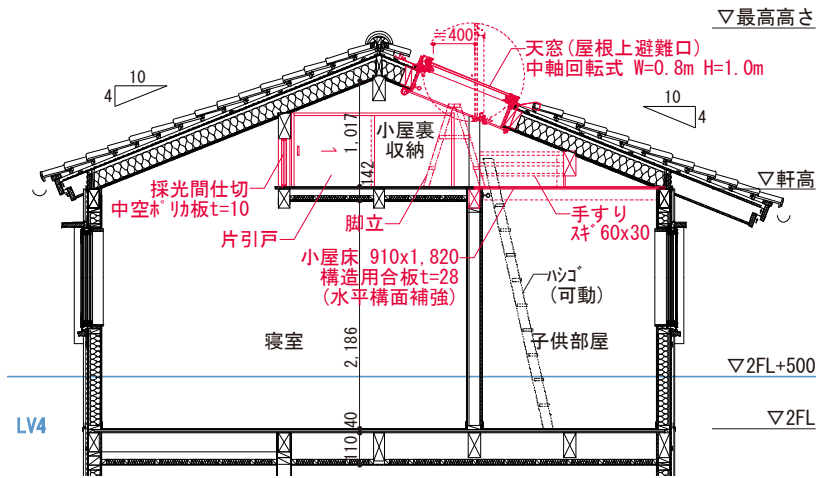


図 II-25 屋根上避難計画案:2階・小屋裏部分詳細図

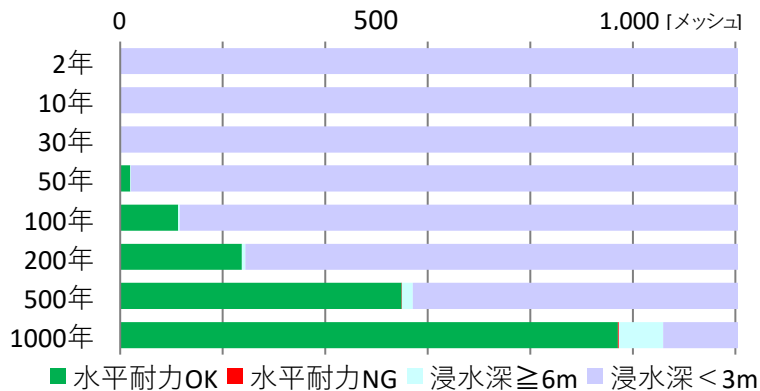


図 II-26 滋賀県データを用いた屋根上避難計画案の適用性の確認

6.2 生活回復機能追加案の試作成と追加的建築コストの算定

本項では、生活回復機能追加案について検討を行う。前節まで（特に3節）で検討した（修復容易化（B）案）について、1階部分が床上浸水（1FL+90cm以下程度を想定）を受けた後の数ヶ月にわたる1階部分の修復工事実施期間中に、避難所生活が不要または最小限にとどまるように2階部分において生活機能の回復を可能とする修正を施した案を検討し、試設計を行い、その追加的建築コストを算定する。前提とした検討条件は、表II-25の通り。

表II-25 生活回復機能追加案の検討条件

浸水状況	・堤防の破堤点等から一定の距離を有した住宅 ・最大浸水深：1FL+900mm（浸水対策案2：GL+1.7m）程度
避難状況	・健常者4人の家族構成（小学生を含む） ・水害発生前に避難した後、自宅に戻り、その後数ヶ月にわたる1階部分の修復工事実施期間中に自宅での生活を継続する状況

また、リビング・ダイニング・キッチン及び洗面脱衣・浴室を2階に配置し、寝室・子供部屋等を1階に配置した「公室2階案」と、浴室等のみを2階に配置した「浴室2階案」を検討する（表II-26）。

表II-26 生活回復機能追加案の概要

公室2階案	リビング・ダイニング・キッチン及び洗面脱衣・浴室を2階に配置
浴室2階案	洗面脱衣・浴室を2階に配置

1) ライフライン復旧時期の想定とその間の対応の調査

近年の浸水被害3事例（表II-27）について、既往資料⁽⁵⁾⁽⁶⁾⁽⁷⁾⁽⁸⁾や電話ヒアリング等によりライフラインの復旧時期を調査し、検討のもととなる復旧想定日数を整理した（表II-28）。事例ア及びイでは避難所の避難者数が概ね半減する日、事例ウでは浸水が解消された日をライフライン復旧時期の起点として想定した。

表II-27 ライフライン復旧時期の調査事例

ア	平成27年9月 関東・東北豪雨	茨城県常総市
イ	平成30年7月豪雨	岡山県倉敷市真備地区
ウ	令和2年7月豪雨	熊本県人吉市

また、浸水被害を受けた住宅の居住者に、水害後の避難やライフラインの停止による生活継続への影響について、3世帯に対して事例調査を行った（表II-29）⁷⁾。結果、二世帯住宅の2階住戸、近隣の実家、自宅の上階と、1階修復工事実施期間中の生活場所が様々に異なる事例を収集できた。

表II-28 ライフライン復旧時期と生活回復機能の想定

	発災日	起点日	電気	ガス	上水	下水
事例ア	9/10	9/13	9/16 (3日)	—	9/22 (9日)	—
事例イ	7/7	7/9	7/12 (3日)	7/12 (3日) ⁵⁾	7/24 (15日)	7/12 (3日)
事例ウ	7/4	7/5	7/7 (2日)	—	7/10 (5日)	7/12 (7日)
ライフライン復旧 想定日数			3日	3日	7日 ⁶⁾	7日
生活回復機能			太陽光発電 +蓄電池	カセット ガスコンロ	ペットボトル 飲料水	携帯トイレ

以下に概括する。

- ・2階の上り下りに支障のある高齢者は、生活回復に必要な機能が2階に整えられていても、居住継続が難しい状況も生じ得る。
- ・1階修復工事中の生活場所は自宅外、自宅の上階等と異なり、自宅外への滞在期間も0.5～7ヶ月、復旧に要した期間も3～7ヶ月と幅があり、工事に要する期間より工務店の人手確保の影響が大きいと推察された。
- ・ライフライン復旧までは、停電には小型発電機や懐中電灯（全事例で1週間以内に復旧）、断水にはペットボトルや給水車、下水道停止には浄化槽（点検後）や近隣施設、仮設トイレ等による対応が見られた。断水は飲料水、入浴、トイレなど生活継続だけでなく清掃作業にも影響

が大きい。断水がない場合も給湯器が水没し、入浴に支障を生じた例もあった。ガスについての知見は得られなかった。

- ・その他、自家用車が水没して使えず、日常の移動や物資調達、家族の介護等に支障が生じる状況が見られた。また、廃車に至った場合は経済的な負担ともなる。

表II-29 浸水被害を受けた被災世帯の事例調査

カ 平成 27 年 9 月関東・東北豪雨による浸水被害（茨城県常総市）
<ul style="list-style-type: none"> ・二世帯住宅の1階が浸水し、被災後 2 週間を近隣市の親戚宅に避難した後、自宅の2階住戸に滞在しながら1階の復旧を行った事例。2階の上り下りが困難な高齢者（義祖母）は老人ホームへのショートステイを利用し、気温が暖くなる時期を待って自宅に戻った。 ・停電は発災より約 6 日間で、懐中電灯やロウソクの他、小型発電機を活用して電力を自給している。オール電化住宅であったためガスは利用していなかった。 ・断水は発災より約 10 日間で、断水解消後に自宅へ戻っている。飲料水等は市販のボトルや給水車、他所からの運搬で対応したが、当初は自宅の清掃に上水が使えず作業が滞った。農業用の大型タンクや小型発電機、高圧洗浄機、送風機等を調達できたことで、作業性が向上した。 ・公共下水道未整備地区であったため、浄化槽を利用しており、点検確認後使用可能となった。断水期間は、都度バケツで水を流す必要が生じた。 ・所持する車 5 台が同時に使用不可となり、親戚から車を借りて避難場所から自宅まで移動した。
キ 平成 30 年 7 月豪雨による浸水被害（広島県坂町）
<ul style="list-style-type: none"> ・工務店の人手の確保に時間を要し、復旧までに 7 ヶ月間を要した事例。避難場所が近隣の実家であったため、7 ヶ月間を避難先で滞在可能であった。居住者がボランティア等の協力を得て自ら 9 割程度を解体した。 ・停電は発災より約 5 日間で、岡山県倉敷市真備地区と同程度の日数である。自給可能な電力がないため、懐中電灯やロウソク等を活用している。 ・プロパンガスを使用していたため、特に浸水の影響がなくガスが利用できる状況であった。 ・断水は発災より約 1 ヶ月で、復旧まで長期化した。飲料水等は給水車、入浴は自衛隊による仮設風呂により避難生活を継続した。 ・下水の復旧までに要した期間は 40 日間と長く、その間は自治体が近隣に設置した現場用仮設トイレを利用できる状況であった。
ク 令和元年東日本台風（第 19 号）による浸水被害（長野県長野市）
<ul style="list-style-type: none"> ・1階が浸水し、自宅で生活継続しながら1階の復旧を行った事例。被災後 3 日間を2階で過ごした後、4 日目を降は1階に戻り、居住者が自ら壁等の解体を実施。復旧までに 100 日間（約 3 ヶ月）を要した。 ・停電は発災より約 1 日間で、影響は少なかった。被災直後に電気工事を手配し、被災 4 日後には1階コンセントが利用できるようになった。 ・プロパンガスを使用しており、カセットコンロを利用する場面もあったが、約 1 日と短期間でガス機器が利用可能となった。 ・断水は発生しなかったが、給湯器が更新されるまでの 4 日間は入浴できなかったため、清拭で対応した。 ・下水道は約 1 日間停止し、その間は近隣店舗や施設のトイレを利用した。 ・車が使用できなくなったため、被災直後は不便であった。

2) 計画案の検討

ライフラインの停止期間中の生活について、上記を踏まえて想定し、必要な設備等を検討する。

電気の供給停止（停電）対策としては、3 日間の停電時の生活機能継続に必要なレベルの照明、冷暖房、炊事、情報収集、入浴について、太陽光発電及び蓄電池を想定する。東西を桁行方向とする 4 寸勾配の切妻屋根南面に太陽光発電パネル

表II-30 1 日当たり消費電力量の想定
(冬季・4 人家族)

	消費電力量	主な項目
照明	1.4kWh	L D K 等全般照明
暖房	10.0kWh	エアコン、ハロゲンヒーター (スポット)
炊事	3.5kWh	冷蔵庫 (24h)、ポット、レンジ、炊飯器
情報収集	1.5kWh	テレビ、パソコン、携帯電話充電 (4 台)
入浴	0.3kWh	ガス給湯器
合計	16.7kWh	

(出力 252W) 24基、発電容量 6.048kW を配置した場合、広島県(緯度 34.4° 経度 132.46°)における年間発電量は 7,865kWh/年、日平均発電量は 21.5kWh/日と推定される。電力需要が最大時(冬季)の消費電力量を 16.7kWh/日と想定した(表 II-30)⁸⁾。これは月間発電量が最小となる 12月の日平均発電量 16.6kWh/日と同等で、必要電力量を太陽光発電 6.048kW で自給可能と想定し、蓄電池(各 5.6kWh) 3台を小屋裏、パワーコンディショナー2台を2階に設置する⁹⁾。

またガスの停止(都市ガスを想定)対策としては、カセットガスコンロ1台、カセットボンベ3本を備蓄し、3日間は入浴せず電気ポットの給湯による清拭等を想定する。カセットボンベ1本(250g)につき、カセットガスコンロ(3000kcal/h)の強火で1時間程度の燃焼時間となる。1日1本の使用を想定し、必要備蓄数は3本となる(必要スペースは W210×D70×H200程度)。上水の供給停止(断水)対策としては、必要水量を 4ℓ×4人×7日(112ℓ)とし、2ℓペットボトル6本入り10箱(120ℓ)を備蓄する¹⁰⁾。下水道停止対策としては、携帯トイレを備える¹¹⁾。必要量は7回×4人×7日(196回)とし、50回セット4箱(200回)を備蓄する¹²⁾。

3) 試設計及び追加的建築コストの算定

以上の検討を踏まえて、生活回復機能追加案の試設計を行った(図 II-27)。

分電盤を2階に設置して各階の電源を別系統とし、また浴室2階案では、洗面台をキッチンシンクに変更した。さらに、太陽光発電パネル、浴槽(満水時)、蓄電池及び備蓄物資の重量増による住宅性能表示の耐震等級3相当の必要壁量の増(約1.1倍)に対して、耐力壁配置を変更した。

試設計に基づき、追加的建築コストの算定を屋根上避難計画案と同様に算出した(表 II-31)。太陽光発電及び蓄電池(製品保証10年)が費用の9割を超え、負担が大きい。浴室2階案は洗面台のキッチンシンクへの変更等により、公室2階案より微増となった。また、屋根上避難機能を併せて追加した場合の建築コストも示した(表 II-32)。基準(A)案に対して考えれば、全体で約43%の増分となる。

表II-31 生活回復機能追加案の追加的建築コスト(経費・税込)

	公室2階案	浴室2階案	主な項目
諸室2階化	+242千円	+268千円	公室2階化/浴室2階化
太陽光発電	+9,227千円		太陽光パネル、蓄電池
備蓄品	+37千円		ガス・上水・下水対応
その他	+244千円	+279千円	シンク、片引戸、分電盤
追加的コスト計	+9,750千円	+9,810千円	※端数処理含む

表II-32 生活回復機能追加案の建築コスト比較(経費・税込)

	A.基準案	B.修復容易化案	
		公室2階案	浴室2階案
機能追加なし (+屋根上避難機能)	26,055千円 (-)	26,548千円 (27,698千円)	
追加的コスト (+屋根上避難機能)		+9,750千円 (+10,609千円)	+9,810千円 (+10,671千円)
生活回復機能追加案 (+屋根上避難機能)		36,298千円 (37,157千円)	36,358千円 (37,219千円)
コスト比 (+屋根上避難機能)	100%	101.9% (106.3%)	139.3% (142.6%)
		139.5% (142.8%)	

4) 蓄電池の設置台数を減じた場合の影響の考察

蓄電池を1台減じて、11.2kWh(2台)とする場合、試算した製品ではパワーコンディショナーの数量も1台減となり、3割程度(直接工事費約222万円/経費・税込約293万円)のコスト減が見込める。蓄電容量5.6kWhの減に応じて、全般照明の稼働台数やエアコンの稼働時間の減、ハロゲンヒーターの不使用、炊飯器の不使用とすることで、蓄電による対応を要する消費電力量は10.7kWhとなり、蓄電容量11.2kWhで対応可能となる。消費電力量の抑制により多少の不便は生じるが、真夏や真冬等を除き、生活継続に大きな支障は生じない程度と推察される。

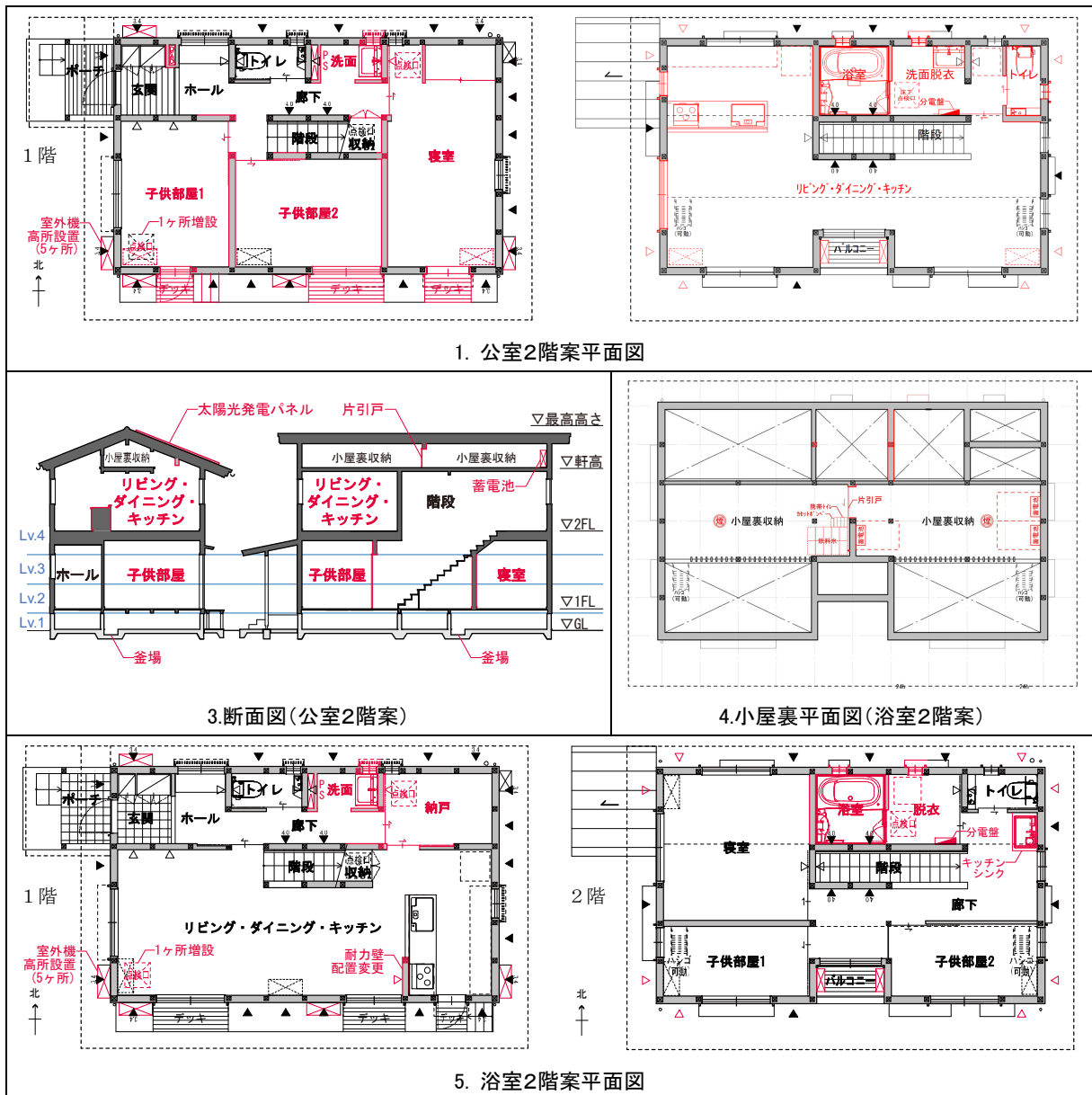


図 II-27 生活回復機能追加案の概要

蓄電池 5.6kWh (1台) の場合、同様にパワーコンディショナーの数量も1台減となり、5割程度(直接工事費約356万円/経費・税込約470万円)のコスト減が見込める。消費電力量の抑制により使用可能な設備は最低限の照明、暖房、冷蔵庫、情報収集に限られ、生活上の不便は大きく、特に夏季や冬季の生活継続には支障を生じるものと考えられる。

その他の停電対策として、プロパンガスを日常利用している世帯では、家庭用ガス設備からワンタッチで切り替え可能なプロパンガス発電機が比較的安価で有用と考えられる。

6.3 屋根上避難計画案及び生活回復機能追加案に関する留意点

高い耐震性、小屋裏を有する住宅では、屋根上避難機能の追加的コストは比較的小さい。天窗の設置は採光や換気など居住性能の向上効果が高い一方、雨水浸入の原因ともなり得るため、設計・施工・使用上の配慮を要する。

生活回復機能追加案における公室2階化及び浴室2階化は、高床化による対策と同様に、日常生活への影響を生じる。木造戸建て住宅の浸水対策に際しては、浸水リスクの想定と共に、立地環境、居住者の年齢、身体状況、生活様式と将来の変化を考慮して改修への配慮も行った対策とすることが望ましい。公室2階案は、浸水に弱い住設機器の被害を抑制し、早期の生活機能回復の円滑化、復旧費用軽減に有利で、市街地環境での公室の居住性確保にも適するが、玄関・屋外と公室が離れ、日常の上下移動は多くなる。また、就寝中に洪水に遭遇して避難不可能となるおそれも否定できない。浴室2階案は、寝具・衣類の損害を抑え、生活機能回復の円滑化に優れ、玄関・屋外と公室の繋がりも良い。一方、キッチンと洗面脱衣（洗濯）の家事動線が伸び、2階キッチンシンクの追加と浸水時に台所設備の交換が必要となる。

補注

- 1) ここでの試算は文献(2)の実験に基づく計算式及び隙間寸法によった。試験体は鉄骨造であるため、サッシ周囲の隙間等は必ずしも木造の浸水と同一ではないが、ねこ土台の基礎上部の隙間は鉄骨の試験体以上に大きな隙間であり、浸水対策案1における水の浸入口として支配的となると考えられる。こうした隙間からの流入水量は大きく、サッシのガラスの破損無しに、屋外と同様の速度で室内の水位が下から湧くように短時間で上昇したという、被災地のヒアリングで聞かれた声とも一致する。従って、特別に防水化したものを除き、木造住宅の場合、破堤点から離れた多くの浸水地点では、屋外水位がコンクリート立ち上がり天端に達した後は、短時間に水位差は消え、屋内外同時に浸水が進むと推察される。また、浸水対策案2においては、RC腰壁上部のジョイント隙間（GL+1.5m）からの水の浸入が支配的となる。なお、図II-23の計算は、内外水位差の拡大が無視できる範囲に収まること（建物が浮力で浮き上がらない）ことの検証のために、表II-21の代表浸水口及び浸水対策案2の排気口、吸気口のみで行った。浸水対策案2では、ジョイント隙間からの水の浸入による釣り合いがとれる前に、屋外水位が排気口高さ（GL+2.7m）に達し、内外水位差が急速に縮まる。
- 2) 本検討では、文献(2)で検討されている一部項目（基礎の側圧や転倒、耐力壁の面外耐力、等）や、文献(3)で示される、抗力と組み合わせるべき氾濫流荷重（サージフロント衝撃力、漂流物の衝突力、揚圧力、等）、内外装材の耐力、等は未検討であり、検討結果が特に流速の影響が無視できない状況下での構造上の安全性を確かめたものであるとは言えず、あくまで事前の避難を前提とすべきことに十分留意する必要がある。
- 3) 津波に関しては、文献(3)により計算方法が示されているが、これは水位上昇速度が極端に大きく、屋内に浸水が生じない状況を想定していると推察され、本検討の条件で試算すると、浸水深2.2m程度までしか対応できない（通常の木造住宅で対処できる水準の力でない）結果となる。また、本検討での前提条件である、堤防の破堤点等から一定の距離を有していて、氾濫流の流速が緩やかと考えられる状況下での、多くの木造住宅の被災状況と異なる。
- 4) 氾濫流の浸水深さが大きい場合は、建物の流出や外壁の破壊は免れる流速でも、柱頭柱脚金物の損傷は予想され、短期許容耐力を越えた部材・部品の交換や補強が必要となる可能性はある。復旧に際してはこの点を考慮し、単純な仕上げ材の復旧などで済ませない慎重さが必要と考えられる。
- 5) 岡山県倉敷市真備地区は都市ガス非供給地域であるため、参考として同市広江の状況を参考に記載した。

- 6) 調査事例の上水復旧時期は7日を超える場合も見られたが、給水車による応急給水により賄われるものと想定した。
- 7) 浸水被害を受けた住宅を修復した工務店を通じて調査票を配布するなどにより調査した。
- 8) 停電となった場合、復旧が想定されるまでの3日間については、洗濯機、空気清浄機、ドライヤー、トイレの温水便座、映像・音響機器等の、生活機能継続上重要度が低いと考えられる機器は使用しないものとした。
- 9) 電力需要が最大となる冬季の停電時の家族4人、1日当たりの合計消費電力量16.7kWh/日の想定に対し、太陽光発電により一定以上の給電が見込める9時から15時の消費電力量は1.5kWh程度となる(下図)ため、残りの15.2kWh÷損失率95%=16.0kWh分の蓄電容量が必要と考えた。

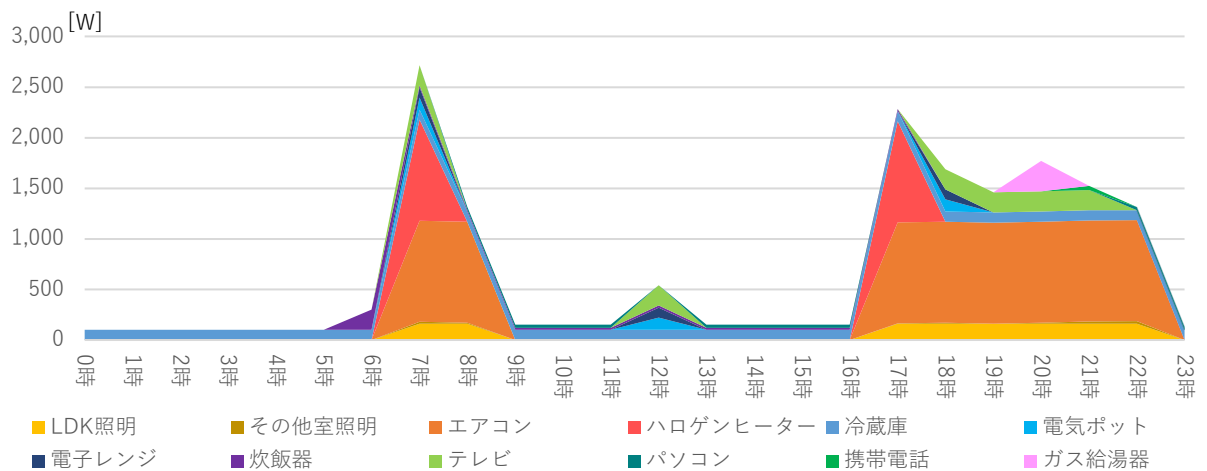


図 時間ごとの想定消費電力

- 10) 断水対策として、給水管に直結させる貯水タンクも有用と考えられる。床下や屋外などに設置し、断水時にタンク内の水をフットポンプにより飲料水として利用可能。
- 11) 下水の機能停止時に、地下埋設した浄化槽へ生活排水を貯留する方策について、経済産業省は、下水道管理者の判断により、下水道区域内でも非常時に排水設備設置義務の免除が可能となる旨を周知しており⁹⁾、実際に戸建て住宅で採用した例がある。また、ゲリラ豪雨対策として、排水管の末端に設置する簡易排水貯留設備機器が流通しているが、洪水や戸建て住宅での活用は想定されていない(共同住宅の最下階用)。
- 12) 備蓄品は小屋裏に収納する。その他、使用済の携帯トイレ袋を保管する蓋付きのポリバケツ等も必要。一般ゴミと分けて収集する必要があるが、収集車両の回収までに日数を要することも考えられるため、一定の期間保管するためのスペースが必要となる。

参考文献・資料

- (1) 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、2009.10
https://www.pwrc.or.jp/thesis_shouroku/thesis_pdf/0910-P014-017_iino.pdf
- (2) 桑村仁(2017)「建築水理学 水害対策の知識」技報堂出版(株)、pp.73-93, 124-125, 208-213、2017.7
- (3) (一財)日本建築防災協会(2012)「津波避難ビル等の構造上の要件の解説」2012.2

<http://www.kenchiku-bosai.or.jp/research/耐震/>【平成23年度】津波避難ビル等の構造上の要件の解説 (h24-2/

- (4) 滋賀県 (2015) 「耐水化建築ガイドライン」 2015.4
<https://www.pref.shiga.lg.jp/file/attachment/1020383.pdf>
- (5) 竹谷修一・伊藤慶太 (2015) 「平成27年9月関東・東北豪雨における被害状況等の基礎的考察」 地域安全学会梗概集(37)、pp.27-30、2015.11
<https://iss.jp.net/iss-site/wp-content/uploads/2019/02/【09】竹谷.pdf>
- (6) 常総市水害対策検証委員会 (2016) 「平成27年常総市鬼怒川水害対応に関する検証報告書 わがこととして災害に備えるために」 2016.6
http://www.city.joso.lg.jp/ikkrwebBrowse/material/files/group/6/kensyou_houkokusyo.pdf
- (7) 倉敷市 (2019) 「平成30年7月豪雨災害対応検証報告書」 2019.4
https://www.bousai.go.jp/fusuigai/suigai_dosyaworking/pdf/kurashikikensyou.pdf
- (8) 経済産業省 (2020) 「令和2年7月豪雨による被害・対応状況について」 (2020.7.5)
<https://www.meti.go.jp/press/2020/07/20200705001/20200705001.html>
- (9) 経済産業省 (2017) 「災害時生活排水処理層を備えた住宅に係る下水道法の取扱いが明確になりました～産業競争力強化法の『グレーゾーン解消制度』の活用」 (2017.8.4)
https://www.meti.go.jp/policy/jigyousaisei/kyousouryoku_kyouka/shinjigyo-kaitakuseid-osuishin/press/170804_press.pdf

7. 小結

本章では、浸水に対して脆弱で被害実績が多い低層住宅について、都市部に立地する在来木造戸建て2階建ての住宅を想定し、机上の検討ではあるが、試設計に基づいて費用対効果の試算等の検討を行った。本節では、検討の内容と結果を概括した上で、この建築タイプにおける浸水対策の方向性等について考察を加えることとする。

7.1 木造戸建て住宅の浸水対策と費用対効果の概括

本章では、内外での検討事例などを踏まえて、住宅の浸水による建物等の資産の被害を低減する観点より、「修復容易化案」、「建物防水化案」、「高床化案」の3つの浸水対策案について、被災事例等のヒアリング調査に基づいて試設計を行い、浸水対策に伴う追加的コストと浸水時の被害軽減額の見積もりから、費用対効果の推計を行った。また、居住者の生命の安全性の向上を目指した「屋根上避難計画案」及び、元の住宅での生活回復を早期に可能とする「生活回復機能追加案」についても補足的な検討として、試設計と追加的コストの試算を行った。試設計を実施した5つの浸水対策案のイメージ図を、図II-28に示す。

検討した浸水対策手法は、対策費用、日常の使いやすさ等が異なり、敷地の浸水特性に応じて、一定の適用性が認められる。そのため、敷地の浸水リスク、予想浸水高さ、さらに敷地規模や居住者の特性とのバランスで、敷地における対策も含めて選択することが適当と考えられる。費用対効果の観点からは、特に床上程度の浸水を生じる高頻度の氾濫事象に対して、なるべく安い費用で被害の低減を図ることが肝要となる。

以下、検討の結果より各対策案の適用性に関して考察を加える。

① 修復容易化案

浸水後に、なるべく速やかかつ安価にて建物の再使用（居住回復）を可能とすることを目的として、建物内部への浸水を許容した上で修復の円滑・低廉化に重点を置いた浸水対策案であり、1階床上レベルの氾濫に対して建物内部への浸水は防げないが、発生頻度の高い、浅い浸水被害に対する費用対効果が最も優れている案となった。多少の浸水リスクのある地域で、最低限講じることが望ましい手法と推奨される。修復工事期間中の生活継続が課題となるので、「生活機能回復機能案」と組み合わせることで、より効果的な計画案となる。また、動産の被害を減らすため、高価で貴重なものについては、2階レベルで設置・保管するなどの工夫も望まれる。

② 建物防水化案

腰壁と腰壁開口部等の止水性を高めることで建物内部への浸水を防ぎ、建物・家財の被害軽減を図ることを目的とした浸水対策案であり、腰窓以下の床上浸水に対して、一定の費用対効果が見込まれる。高床化案と共通するが、浸水に伴う家財の損害、生活上の制約、精神・肉体的被害の防止・軽減が図られ、災害ゴミの処理に伴う社会的負担も減らせる。高床化案に対して費用対効果は劣るが、日常の出入りや周辺環境影響の制約等から、市街地での適用性が高いと考えられる。普及には、低廉で信頼性の高い壁面・開口部の止水方法の開発が望まれる。また、建物内への浸水防止に際して浮力を無視できず、開口部の数も考慮すると、腰窓下が対策高さの一つの目安になる。

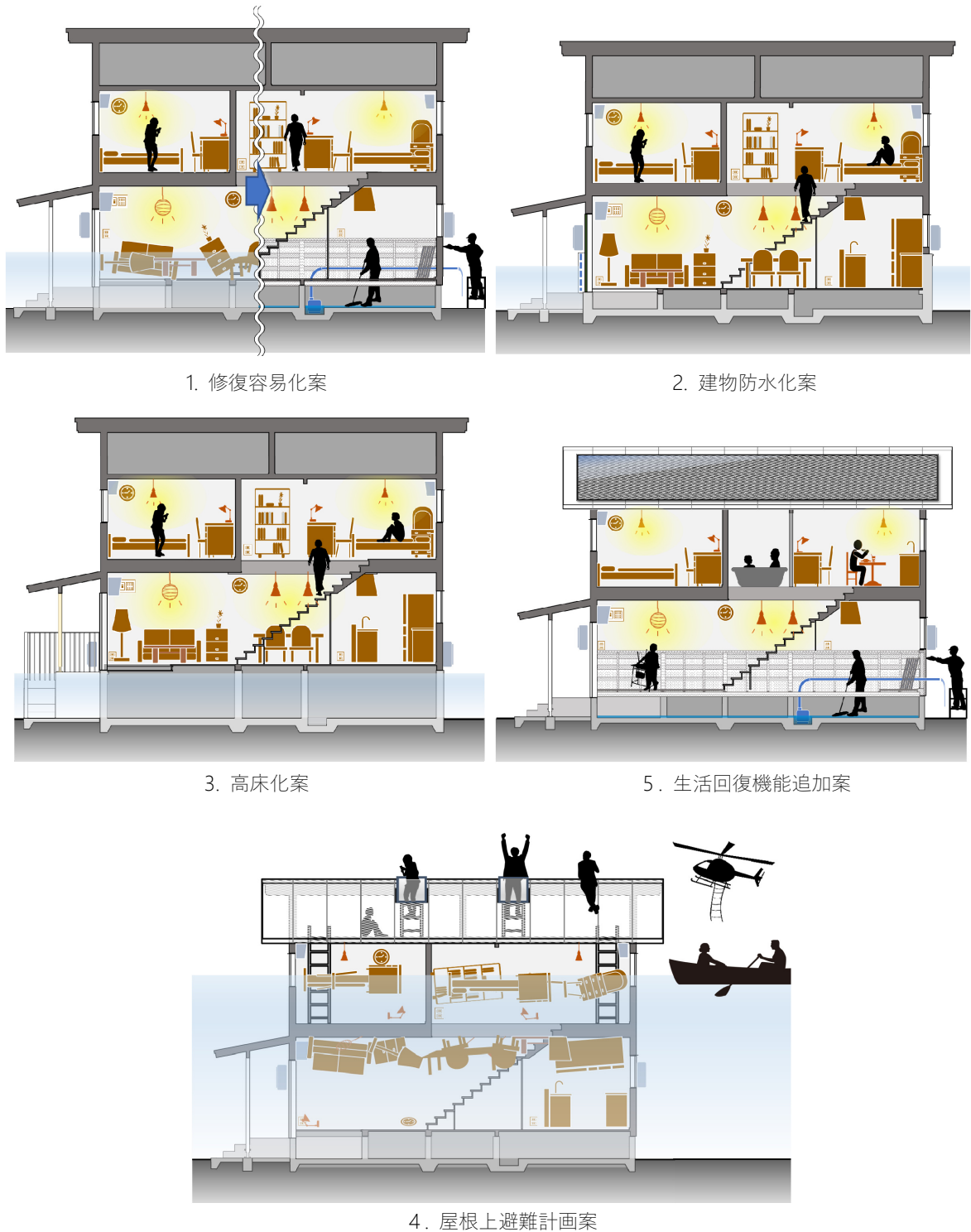


図 II-28 本章で検討した浸水対策案のイメージ

③ 高床化案

1階床高を浸水レベルよりも高い位置に持ち上げることで床上浸水を防ぎ、建物・家財の浸水被害を軽減することを目的とした浸水対策案であり、1階レベル以上の洪水への費用対効果が最も高い計画案となった。より高い浸水にも、2階避難で生命の安全も確保できる。狭小敷地への対応と、日常の上り下り（バリアフリー）や、周辺環境影響等の考慮も必要であり、非都市部で

の適用性が高いと考えられる。本検討では比較のため、高床化を高基礎により実現する前提で検討したが、高床の下部をピロティ形式の駐車場や、倉庫・作業場とするなどにより、利用性を高めるための建築計画的な工夫の余地も大きい。

④ 屋根上避難計画案

洪水時に居住者が事前の避難が間に合わずに逃げ遅れたときに、建物内垂直避難により生命の安全性を向上させることを目的とした浸水対策案であり、他の案に対して追加的に講じることが可能である。小屋裏及び天窗の設置と動線の確保により実現可能な場合が多いと考えられ、その場合に建物の利用性の向上にもつながる。被災事例からみて可能性は決して多くはないが、屋根を越えるような大きな浸水深や、建物が倒壊するような水流（メカニズムは十分に解明されていない）に対しては生命の安全性が損なわれるため、基本的には事前の水平避難を原則とした上での次善の策として用意すべきと考えられる。

⑤ 生活回復機能追加案

住宅の1階部分が浸水被害を受けた後の修復工事の実施期間中に、避難所生活が不要または最小限にとどまるように、2階部分において早期に生活機能の回復を可能とすることを目的とした浸水対策案であり、他の案に対して追加的に講じることが可能である。浸水後のインフラ及び生活の回復のシナリオに応じて、さまざまなレベルでの対策や計画案が検討可能であり、その実現費用もそのレベルにより異なる。建築計画的には6節で検討したように、リビング・ダイニング・キッチン・浴室等の公室を2階、寝室等の私室を1階に配置する案と、浴室及び調理等に用いることのできるシンクとを2階に配置して最低限の生活を可能とした案の2通りが基本となると考えられる。両案の長短所を踏まえ、追加的な措置を講じることも含めた検討が望まれる。

7.2 検討結果に対する留意点と戸建て住宅の浸水対策の課題

浸水対策案の試設計における課題や、費用対効果の検討における留意点と、浸水対策の普及に向けた課題については、他の建築タイプにも共通する事象を第V章（3節）において整理して考察を加えた。

戸建て住宅に特有の課題としては、通気層の浸水についての影響評価や、強い水流の生じる可能性のある場所における構造のあり方、避難口としての機能も考慮した住宅用天窗サッシの開発、浸水による構造的な影響の評価と復旧時の構造補強などに関する技術情報の整備、などの課題をあげておきたい。また、被災した住宅の復旧技術についても、技術情報の整備とマニュアル等による情報提供が進むことを期待したい。

今回検討を行った浸水対策の計画案は、浸水対策の費用対効果と適用性を検討するためのプロトタイプであり、検討結果等を踏まえて、今後、他の計画案の検討や、計画・部材設備・生産システム全般にわたる技術開発の進展を期待したい。

補遺1. 浸水レベル別の浸水時の修復費用と浸水対策案の費用低減効果の詳細

(1/8)

(単位:千円)		A 基準案-1								
基準労務単価 (共通)	25千円/人・日	LV1: 床下レベル			LV2: 床上～腰窓下端レベル			LV3: 腰窓下端～腰窓上端レベル		
		修復項目	数量	修復コスト	修復項目	数量	修復コスト	修復項目	数量	修復コスト
想定浸水高さ	1FL基準 GL基準	～1FL～150 GL±0～450			1FL～150～+900 GL+450～1500			1FL+900～2000 GL+1500～2600		
共通①	初期排水	排水	8人・日	200	排水	8人・日	200	排水	8人・日	200
	中計	共通① 中計			共通① 中計			共通① 中計		
基礎・床	基礎	洗浄・排水	2人・日	50	洗浄・排水	1人・日	25	洗浄・排水	1人・日	25
	床断熱材	-	-	-	取外し	1人・日	25	取外し	1人・日	25
		-	-	-	廃棄	1式	38	廃棄	1式	38
		-	-	-	調達	7ヶス	71	調達	7ヶス	71
		-	-	-	取付け	1.5人・日	38	取付け	1.5人・日	38
		-	-	-	小計		172	小計		172
	基礎断熱材	(基礎洗浄作業に含む)	-	-	(基礎洗浄作業に含む)	-	-	(基礎洗浄作業に含む)	-	-
	土台・大引	-	-	-	洗浄・排水	2人・日	50	洗浄・排水	2人・日	50
	床仕上・巾木	-	-	-	取外し	2人・日	50	取外し	2人・日	50
		-	-	-	廃棄	1式	38	廃棄	1式	38
-		-	-	調達	14坪・7ヶス	195	調達	14坪・7ヶス	195	
-		-	-	取付け	5人・日	125	取付け	5人・日	125	
-		-	-	小計		408	小計		408	
床下地合板	-	-	-	取外し	1人・日	25	取外し	1人・日	25	
	-	-	-	廃棄	1式	38	廃棄	1式	38	
	-	-	-	調達	26枚	70	調達	26枚	70	
	-	-	-	取付け	2人・日	50	取付け	2人・日	50	
	-	-	-	小計		183	小計		183	
中計	基礎・床 中計			基礎・床 中計			基礎・床 中計			
共通②	消毒	-	-	消毒 (腰窓下)	1式	113	消毒 (1F全面)	1式	125	
	乾燥	-	-	乾燥	1式	25	乾燥	1式	25	
中計	共通② 中計			共通② 中計			共通② 中計			
内外壁	外壁仕上	外部洗浄 (床下以下)	1式	20	外部洗浄 (腰窓以下)	1式	20	外部洗浄 (1F全面)	1式	20
	通気層 (透湿防水シート・外壁下地)	-	-	-	-	-	-	-	-	
	内壁仕上 (クロス)・ 内壁下地 (石膏ボード)	-	-	-	取外し (1F全面)	2人・日	50	取外し (1F全面)	2人・日	50
		-	-	-	廃棄 (1F全面)	1式	38	廃棄 (1F全面)	1式	38
		-	-	-	仕上 調達・取付け (1F全面)	119m	133	仕上 調達・取付け (1F全面)	119m	133
		-	-	-	下地 調達 (1F全面)	90枚	69	下地 調達 (1F全面)	90枚	69
		-	-	-	下地 取付け (1F全面)	4人・日	100	下地 取付け (1F全面)	4人・日	100
	-	-	-	小計		390	小計		390	
	壁断熱材	-	-	-	取外し (1F全面)	1人・日	25	取外し (1F全面)	1人・日	25
		-	-	-	廃棄 (1F全面)	1式	38	廃棄 (1F全面)	1式	38
-		-	-	調達 (1F全面)	7包	68	調達 (1F全面)	7包	68	
-		-	-	取付け (1F全面)	2人・日	50	取付け (1F全面)	2人・日	50	
-		-	-	小計		181	小計		181	
柱・間柱・ 耐力壁合板	-	-	-	洗浄・排水 (腰窓下)	1人・日	25	洗浄・排水 (腰窓上)	2人・日	50	
	-	-	-	薬剤塗布 (GL +1000以下)	1式	49	薬剤塗布 (GL +1000以下)	1式	49	
	-	-	-	小計		74	小計		99	
中計	内外壁 中計			内外壁 中計			内外壁 中計			
建具・家具・ 階段	玄関扉・ サッシ	-	-	-	洗浄・排水 (腰窓下)	1人・日	25	洗浄・排水 (1F全面)	2人・日	50
	内部建具	-	-	-	取外し	7枚	4	取外し	7枚	4
		-	-	-	廃棄	7枚	9	廃棄	7枚	9
		-	-	-	調達	7枚	226	調達	7枚	226
		-	-	-	取付け	7枚	51	取付け	7枚	51
		-	-	-	小計		290	小計		290
	造作家具	-	-	-	取外し	1人・日	25	取外し	1人・日	25
		-	-	-	廃棄	1式	25	廃棄	1式	25
		-	-	-	調達	1式	243	調達	1式	243
		-	-	-	取付け	1式	46	取付け	1式	46
-		-	-	小計		339	小計		339	
階段	-	-	-	取外し	1人・日	25	取外し	1人・日	25	
	-	-	-	廃棄	1式	10	廃棄	1式	10	
	-	-	-	調達	1式	200	調達	1式	200	
	-	-	-	取付け	2人・日	50	取付け	2人・日	50	
	-	-	-	小計		285	小計		285	
中計	建具・家具・階段 中計			建具・家具・階段 中計			建具・家具・階段 中計			

建築物の浸水対策案の試設計に基づくその費用対効果に関する研究
Studies on Floodproofing Plans of Buildings and Their Cost-effectiveness

(2/8)

(単位：千円)		A 基準案-2									
基準労務単価 (共通)	25千円/人・日	LV1：床下レベル			LV2：床下～腰窓下端レベル			LV3：腰窓下端～腰窓上端レベル			
		修復項目	数量	修復コスト	修復項目	数量	修復コスト	修復項目	修復コスト	修復コスト	
想定浸水高さ	1FL基準 GL基準	～1FL-150 GL±0～450			1FL-150～+900 GL+450～1500			1FL+900～2000 GL+1500～2600			
電気設備	コンセント	-			取外し (腰窓下)	9ヶ所	5	取外し (腰窓上)	13ヶ所	7	
					廃棄 (腰窓下)	1式	2	廃棄 (腰窓上)	1式	2	
					調達 (腰窓下)	9ヶ所	39	調達 (腰窓上)	13ヶ所	54	
					取付け (腰窓下)	1人・日	25	取付け (腰窓上)	1人・日	25	
					小計		71	小計		88	
	スイッチ・ コントローラー 等	-				-			取外し	24ヶ所	12
									廃棄	1式	2
									調達	24ヶ所	138
									取付け	1人・日	25
	小計						小計		177		
照明	-				取外し (腰窓下)	1ヶ所	1	取外し (腰窓上)	3ヶ所	2	
					廃棄 (腰窓下)	1式	2	廃棄 (腰窓上)	1式	2	
					調達 (腰窓下)	1ヶ所	11	調達 (腰窓上)	3ヶ所	37	
					取付け (腰窓下)	1ヶ所	2	取付け (腰窓上)	3ヶ所	5	
					小計		16	小計		46	
分電盤	-				-			取外し	1式	15	
								廃棄	1式	2	
								調達	1式	46	
								取付け	1式	25	
小計						小計		88			
中計	電気設備	中計	0	電気設備	中計	87	電気設備	中計	399		
衛生設備	システム キッチン	-			取外し(レンジ フード除く)	1式	25	取外し(レンジ フード含む)	1式	28	
					廃棄(レンジ フード除く)	1式	18	廃棄(レンジ フード含む)	1式	23	
					調達(レンジ フード除く)	1式	650	調達(レンジ フード含む)	1式	789	
					取付け(レンジ フード除く)	1式	78	取付け(レンジ フード含む)	1式	78	
					小計		771	小計		918	
	UB	-				取外し・廃棄	1式	50	取外し・廃棄	1式	50
						調達	1式	452	調達	1式	452
						取付け	1式	78	取付け	1式	78
	小計		580	小計		580					
	洗面化粧台	-				取外し(1F)	1式	7	取外し(1F)	1式	7
廃棄(1F)						1式	5	廃棄(1F)	1式	5	
調達・取付け (1F)						1式	118	調達・取付け (1F)	1式	118	
小計		130	小計		130						
トイレ手洗器	-				取外し(1F)	1式	7	取外し(1F)	1式	7	
					廃棄(1F)	1式	5	廃棄(1F)	1式	5	
					調達・取付け (1F)	1式	75	調達・取付け (1F)	1式	75	
小計		87	小計		87						
トイレ	-				洗浄・排水 (本体)	1式	10	洗浄・排水 (本体)	1式	10	
					廃棄 (温水便座)	1式	3	廃棄 (温水便座)	1式	3	
					調達・取付け (温水便座)	1式	83	調達・取付け (温水便座)	1式	83	
					小計		96	小計		96	
中計	衛生設備	中計	0	衛生設備	中計	1,664	衛生設備	中計	1,811		
空調設備	空調室外機				取外し	1式	12	取外し	1式	12	
					廃棄	1式	5	廃棄	1式	5	
					調達	1式	76	調達	1式	76	
					取付け	1式	12	取付け	1式	12	
					小計		105	小計		105	
中計	空調設備	中計	105	空調設備	中計	105	空調設備	中計	105		
直接工事費			375			4,636			5,157		
諸経費			75			927			1,031		
工事価格			450			5,563			6,188		
消費税額			45			556			618		
修復コスト	合計		495			6,119			6,806		

(単位:千円)		B 修復容易化案-1											
基準労務単価 (共通)	25千円/人・日	LV1: 床下レベル				LV2: 床上~腰窓下端レベル				LV3: 腰窓下端~腰窓上端レベル			
		修復項目	数量	修復コスト	被害軽減効果 (A案との差額)	修復項目	数量	修復コスト	被害軽減効果 (A案との差額)	修復項目	数量	修復コスト	被害軽減効果 (A案との差額)
想定浸水高さ	1FL基準 GL基準	~1FL-150 GL±0~650				1FL-150~+900 GL+650~1700				1FL+900~2000 GL+1700~2800			
共通①	初期排水	排水	5人・日	125	-75	排水	5人・日	125	-75	排水	5人・日	125	-75
	中計	共通①	中計	125	-75	共通①	中計	125	-75	共通①	中計	125	-75
基礎・床	基礎	洗浄・排水	1.5人・日	38	-12	洗浄・排水	1人・日	25	±0	洗浄・排水	1人・日	25	±0
	床断熱材	-	-	-	±0	取外し	1人・日	25	-69	取外し	1人・日	25	-69
		洗浄	27枚	40	洗浄	27枚	40	洗浄		27枚	40		
		取付け	1.5人・日	38	取付け	1.5人・日	38	取付け		1.5人・日	38		
		小計		103	小計		103	小計			103		
	基礎断熱材	(基礎洗浄作業に含む)	-	-	±0	(基礎洗浄作業に含む)	-	-	±0	(基礎洗浄作業に含む)	-	-	±0
	土台・大引	-	-	-	±0	洗浄・排水	2人・日	50	±0	洗浄・排水	2人・日	50	±0
	床仕上・巾木	-	-	-	±0	取外し	2人・日	50	±0	取外し	2人・日	50	±0
		廃棄	1式	38	廃棄	1式	38	廃棄		1式	38		
		調達	14坪・7ヶ-ス	195	調達	14坪・7ヶ-ス	195	調達		14坪・7ヶ-ス	195		
取付け		5人・日	125	取付け	5人・日	125	取付け	5人・日		125			
小計		408	小計		408	小計		408					
床下地合板	-	-	-	±0	取外し	1人・日	25	±0	取外し	1人・日	25	±0	
	廃棄	1式	38	廃棄	1式	38	廃棄		1式	38			
	調達	26枚	70	調達	26枚	70	調達		26枚	70			
	取付け	2人・日	50	取付け	2人・日	50	取付け		2人・日	50			
小計		183	小計		183	小計		183					
中計	基礎・床	中計	38	-12	基礎・床	中計	769	-69	基礎・床	中計	769	-69	
共通②	消毒	-	-	±0	消毒 (腰窓下)	1式	85	-28	消毒 (1F全面)	1式	125	±0	
	乾燥	-	-	±0	乾燥	1式	25	±0	乾燥	1式	25	±0	
	中計	共通②	中計	0	±0	共通②	中計	110	-28	共通②	中計	150	±0
内外壁	外壁仕上	外部洗浄 (床下以下)	1式	20	±0	外部洗浄 (腰窓以下)	1式	20	±0	外部洗浄 (1F全面)	1式	20	±0
	通気層 (透湿防水シート・外壁下地)	-	-	±0	-	-	±0	-	-	±0			
	内壁仕上 (クロス)・ 内壁下地 (石膏ボード)	-	-	±0	取外し (腰窓下)	1人・日	25	-219	取外し (1F全面)	2人・日	50	+1	
		廃棄 (腰窓下)	1式	18	廃棄 (1F全面)	1式	38						
		仕上 調達・取付け (腰窓下)	50m	56	仕上 調達・取付け (1F全面)	130m	146						
		下地 調達 (腰窓下)	38枚	22	下地 調達 (1F全面)	99枚	57						
		下地 取付け (腰窓下)	2人・日	50	下地 取付け (1F全面)	4人・日	100						
	小計		171	小計		391							
	壁断熱材	-	-	±0	取外し (腰窓下)	0.5人・日	13	-96	取外し (1F全面)	1人・日	25	+19	
		廃棄 (腰窓下)	1式	18	廃棄 (1F全面)	1式	38						
調達 (腰窓下)		3包	29	調達 (1F全面)	9包	87							
取付け (腰窓下)		1人・日	25	取付け (1F全面)	2人・日	50							
小計		85	小計		200								
柱・間柱・ 耐力壁合板	-	-	±0	洗浄・排水 (腰窓下)	1人・日	25	±0	洗浄・排水 (腰窓上)	2人・日	50	±0		
	薬剤塗布 (GL+1000以下)	1式	49	薬剤塗布 (GL+1000以下)	1式	49		薬剤塗布 (GL+1000以下)	1式	49			
小計		74	小計		99								
中計	内外壁	中計	20	±0	内外壁	中計	350	-315	内外壁	中計	710	+20	
建具・家具・ 階段	玄関扉・ サッシ	-	-	±0	洗浄・排水 (腰窓下)	1人・日	25	±0	洗浄・排水 (1F全面)	2人・日	50	±0	
	内部建具	-	-	±0	取外し	7枚	4	±0	取外し	7枚	4	±0	
		廃棄	7枚	9	廃棄	7枚	9						
		調達	7枚	226	調達	7枚	226						
		取付け	7枚	51	取付け	7枚	51						
	小計		290	小計		290							
	造作家具	-	-	±0	取外し	1人・日	25	±0	取外し	1人・日	25	±0	
		廃棄	1式	25	廃棄	1式	25						
		調達	1式	243	調達	1式	243						
		取付け	1式	46	取付け	1式	46						
小計		339	小計		339								
階段	-	-	±0	取外し	1人・日	25	±0	取外し	1人・日	25	±0		
	廃棄	1式	10	廃棄	1式	10							
	調達	1式	200	調達	1式	200							
	取付け	2人・日	50	取付け	2人・日	50							
小計		285	小計		285								
中計	建具・家具・階段	中計	0	±0	建具・家具・階段	中計	939	±0	建具・家具・階段	中計	964	±0	

建築物の浸水対策案の試設計に基づくその費用対効果に関する研究
Studies on Floodproofing Plans of Buildings and Their Cost-effectiveness

(4/8)

(単位：千円)		B 修復容易化案-2														
基準労務単価 (共通)	25千円/人・日	LV1：床下レベル				LV2：床上～腰窓下端レベル				LV3：腰窓下端～腰窓上端レベル						
		修復項目	数量	修復コスト	被害軽減効果 (A案との差額)	修復項目	数量	修復コスト	被害軽減効果 (A案との差額)	修復項目	数量	修復コスト	被害軽減効果 (A案との差額)			
想定浸水高さ	1FL基準 GL基準	～1FL-150 GL±0～650				1FL-150～+900 GL+650～1700				1FL+900～2000 GL+1700～2800						
電気設備	コンセント	-			±0	-			-71	取外し (腰窓上)	13ヶ所	7	±0			
										廃棄 (腰窓上)	1式	2				
										調達 (腰窓上)	13ヶ所	54				
										取付け (腰窓上)	1人・日	25				
										小計		88				
	スイッチ・ コントローラー 等	-			±0	-			±0	取外し	24ヶ所	12	±0			
										廃棄	1式	2				
										調達	24ヶ所	138				
										取付け	1人・日	25				
	小計		177													
	照明	-			±0	-			-16	取外し (腰窓上)	3ヶ所	2	±0			
										廃棄 (腰窓上)	1式	2				
										調達 (腰窓上)	3ヶ所	37				
										取付け (腰窓上)	3ヶ所	5				
	小計		46													
分電盤	-			±0	-			±0	取外し	1式	15	±0				
									廃棄	1式	2					
									調達	1式	46					
									取付け	1式	25					
小計		88														
中計	電気設備	中計	0	±0	電気設備	中計	0	-87	電気設備	中計	399	±0				
衛生設備	システム キッチン	-			±0	取外し(レンジ フード除く)	1式	25	±0	取外し(レンジ フード含む)	1式	28	±0			
						廃棄(レンジ フード除く)	1式	18		廃棄(レンジ フード含む)	1式	23				
						調達(レンジ フード除く)	1式	650		調達(レンジ フード含む)	1式	789				
						取付け(レンジ フード除く)	1式	78		取付け(レンジ フード含む)	1式	78				
						小計		771		小計		918				
	UB	-			±0	-			±0	取外し・廃棄	1式	50	±0			
										調達	1式	452		取外し・廃棄	1式	50
										取付け	1式	78		調達	1式	452
										小計		580		取付け	1式	78
	小計		580													
	洗面化粧台	-			±0	-			±0	取外し(1F)	1式	7	±0			
										廃棄(1F)	1式	5		取外し(1F)	1式	7
										調達・取付け (1F)	1式	118		廃棄(1F)	1式	5
										小計		130		調達・取付け (1F)	1式	118
	小計		130													
トイレ手洗器	-			±0	-			±0	取外し(1F)	1式	7	±0				
									廃棄(1F)	1式	5		取外し(1F)	1式	7	
									調達・取付け (1F)	1式	75		廃棄(1F)	1式	5	
									小計		87		調達・取付け (1F)	1式	75	
小計		87														
トイレ	-			±0	-			±0	洗浄・排水 (本体)	1式	10	±0				
									廃棄 (温水便座)	1式	3		洗浄・排水 (本体)	1式	10	
									調達・取付け (温水便座)	1式	83		廃棄 (温水便座)	1式	3	
									小計		96		調達・取付け (温水便座)	1式	83	
小計		96														
中計	衛生設備	中計	0	±0	衛生設備	中計	1,664	±0	衛生設備	中計	1,811	±0				
空調設備	空調室外機	-			-105	-		-105	取外し	1式	29	+34				
									廃棄	1式	5					
									調達	1式	76					
									取付け	1式	29					
									小計		139					
中計	空調設備	中計	0	-105	空調設備	中計	0	-105	空調設備	中計	139	+34				
直接工事費			183	-192			3,957	-679			5,067	-90				
諸経費			37	-38			791	-136			1,013	-18				
工事価格			220	-230			4,748	-815			6,080	-108				
消費税額			22	-23			474	-82			608	-10				
修復コスト 合計			242	-253			5,222	-897			6,688	-118				

(単位：千円)		C 建物防水化案-1											
基準労務単価 (共通)	25千円/人・日	LV1：床下レベル				LV2：床下～腰窓下端レベル				LV3：腰窓下端～腰窓上端レベル			
		修復項目	数量	修復コスト	被害軽減効果 (A案との差額)	修復項目	数量	修復コスト	被害軽減効果 (A案との差額)	修復項目	数量	修復コスト	被害軽減効果 (A案との差額)
想定浸水高さ	1FL基準 GL基準	～1FL-150 GL±0～450				1FL-150～+900 GL+450～1500				1FL+900～2000 GL+1500～2600			
共通①	初期排水	-			-200	排水	8人・日	200	±0	排水	8人・日	200	±0
	中計	共通①	中計	0	-200	共通①	中計	200	±0	共通①	中計	200	±0
基礎・床	基礎	-			-50	洗浄・排水	1人・日	25	±0	洗浄・排水	1人・日	25	±0
	床断熱材	/			±0	/			-172	/			-172
	基礎断熱材	(外部洗浄作業に含む)			±0	(外部洗浄作業に含む)			±0	(外部洗浄作業に含む)			±0
	土台・大引	-			±0	-			-50	洗浄・排水	2人・日	50	±0
	床仕上・巾木	-			±0	-			-408	取外し	2人・日	50	±0
		-			±0	-			-408	廃棄	1式	38	
		-			±0	-			-408	調達	14坪・7ヶ-ス	195	
	床下地合板	-			±0	-			-183	取付け	5人・日	125	±0
-				±0	-			-183	小計		408		
-				±0	-			-183	取外し	1人・日	25		
-				±0	-			-183	廃棄	1式	38		
中計	基礎・床	中計	0	-50	基礎・床	中計	25	-813	基礎・床	中計	666	-172	
共通②	消毒	-			±0	消毒(床下)	1式	50	-63	消毒(1F全面)	1式	125	±0
	乾燥	-			±0	乾燥	1式	25	±0	乾燥	1式	25	±0
	中計	共通②	中計	0	±0	共通②	中計	75	-63	共通②	中計	150	±0
内外壁	外壁仕上	外部洗浄(床下以下)	1式	20	±0	外部洗浄(腰窓以下)	1式	20	±0	外部洗浄(1F全面)	1式	20	±0
	通気層(透湿防水シート・外壁下地)	-			±0	-			±0	-			±0
	内壁仕上(クロス)・内壁下地(石膏ボード)	-			±0	-			-390	取外し(1F全面)	2人・日	50	+1
		-			±0	-			-390	廃棄(1F全面)	1式	38	
		-			±0	-			-390	仕上調達・取付け(1F全面)	130m	146	
		-			±0	-			-390	下地調達(1F全面)	99枚	57	
	壁断熱材	-			±0	-			-181	下地取付け(1F全面)	4人・日	100	-10
		-			±0	-			-181	小計		391	
-				±0	-			-181	取外し(1F全面)	1人・日	25		
柱・間柱・耐力壁合板	-			±0	-			-74	廃棄(1F全面)	1式	38	±0	
	-			±0	-			-74	調達(1F全面)	6包	58		
中計	内外壁	中計	20	±0	内外壁	中計	20	-645	取付け(1F全面)	2人・日	50	-9	
建具・家具・階段	玄関扉・サッシ	-			±0	洗浄・排水(腰窓下)	1人・日	25	±0	洗浄・排水(1F全面)	2人・日	50	±0
	内部建具	-			±0	-			-290	取外し	7枚	4	±0
		-			±0	-			-290	廃棄	7枚	9	
		-			±0	-			-290	調達	7枚	226	
	造作家具	-			±0	-			-339	取付け	7枚	51	±0
		-			±0	-			-339	小計		290	
		-			±0	-			-339	取外し	1人・日	25	
	階段	-			±0	-			-285	廃棄	1式	25	±0
-				±0	-			-285	調達	1式	243		
-				±0	-			-285	取付け	1式	46		
-				±0	-			-285	小計		339		
中計	建具・家具・階段	中計	0	±0	建具・家具・階段	中計	25	-914	取外し	1人・日	25	±0	
				±0				-914	廃棄	1式	10		
				±0				-914	調達	1式	200		
				±0				-914	取付け	2人・日	50		
				±0				-914	小計		285		
				±0				-914	建具・家具・階段	中計	964	±0	

建築物の浸水対策案の試設計に基づくその費用対効果に関する研究
Studies on Floodproofing Plans of Buildings and Their Cost-effectiveness

(6/8)

(単位：千円)		C 建物防水化案-2											
基準労務単価 (共通)	25千円/人・日	LV1：床下レベル				LV2：床上～腰窓下端レベル				LV3：腰窓下端～腰窓上端レベル			
		修復項目	数量	修復コスト	被害軽減効果 (A案との差額)	修復項目	数量	修復コスト	被害軽減効果 (A案との差額)	修復項目	数量	修復コスト	被害軽減効果 (A案との差額)
想定浸水高さ	1FL基準 GL基準	～1FL-150 GL±0～450				1FL-150～+900 GL+450～1500				1FL+900～2000 GL+1500～2600			
電気設備	コンセント	-			±0	-			-71	取外し (腰窓上)	13ヶ所	7	±0
										廃棄 (腰窓上)	1式	2	
										調達 (腰窓上)	13ヶ所	54	
										取付け (腰窓上)	1人・日	25	
										小計		88	
	スイッチ・ コントローラー 等	-			±0	-			±0	取外し	24ヶ所	12	±0
										廃棄	1式	2	
										調達	24ヶ所	138	
										取付け	1人・日	25	
	小計		177										
	照明	-			±0	-			-16	取外し (腰窓上)	3ヶ所	2	±0
										廃棄 (腰窓上)	1式	2	
										調達 (腰窓上)	3ヶ所	37	
										取付け (腰窓上)	3ヶ所	5	
										小計		46	
分電盤	-			±0	-			±0	取外し	1式	15	±0	
									廃棄	1式	2		
									調達	1式	46		
									取付け	1式	25		
小計		88											
中計	電気設備	中計	0	±0	電気設備	中計	0	-87	電気設備	中計	399	±0	
衛生設備	システム キッチン	-			±0	-			-771	取外し(レンジ フード含む)	1式	28	±0
										廃棄(レンジ フード含む)	1式	23	
										調達(レンジ フード含む)	1式	789	
										取付け(レンジ フード含む)	1式	78	
										小計		918	
	UB	-			±0	-			-580	取外し・廃棄	1式	50	±0
										調達	1式	452	
										取付け	1式	78	
	小計		580										
	洗面化粧台	-			±0	-			-130	取外し(1F)	1式	7	±0
										廃棄(1F)	1式	5	
										調達・取付け (1F)	1式	118	
	小計		130										
	トイレ手洗器	-			±0	-			-87	取外し(1F)	1式	7	±0
										廃棄(1F)	1式	5	
調達・取付け (1F)										1式	75		
小計		87											
トイレ	-			±0	-			-96	洗浄・排水 (本体)	1式	10	±0	
									廃棄 (温水便座)	1式	3		
									調達・取付け (温水便座)	1式	83		
小計		96											
中計	衛生設備	中計	0	±0	衛生設備	中計	0	-1,664	衛生設備	中計	1,811	±0	
空調設備	空調室外機	-			-105	-			-105	取外し	1式	29	+34
										廃棄	1式	5	
										調達	1式	76	
										取付け	1式	29	
小計		139											
中計	空調設備	中計	0	-105	空調設備	中計	0	-105	空調設備	中計	139	+34	
直接工事費			20	-355			345	-4,291			5,010	-147	
諸経費			4	-71			69	-858			1,002	-29	
工事価格			24	-426			414	-5,149			6,012	-176	
消費税額			2	-43			41	-515			601	-17	
修復コスト 合計			26	-469			455	-5,664			6,613	-193	

(単位：千円)		D 高床化案-1												
基準労務単価 (共通)	25千円/人・日	LV1：床下レベル				LV2：床上～腰窓下端レベル				LV3：腰窓下端～腰窓上端レベル				
		修復項目	数量	修復コスト	被害軽減効果 (A案との差額)	修復項目	数量	修復コスト	被害軽減効果 (A案との差額)	修復項目	数量	修復コスト	被害軽減効果 (A案との差額)	
想定浸水高さ	1FL基準 GL基準	～基準案1FL-150 GL±0～450				基準案1FL-150～+900 GL+450～1500				基準案1FL+900～2000 GL+1500～2600				
共通①	初期排水	-			-200	排水	3人・日	75	-125	排水	3人・日	75	-125	
	中計	-		0	-200	共通① 中計		75	-125	共通① 中計		75	-125	
基礎・床	基礎	-			-50	洗浄・排水	3人・日	75	+50	洗浄・排水	3人・日	75	+50	
	床断熱材	-			±0	-				-172	取外し	1人・日	25	±0
		廃棄									廃棄	1式	38	
		調達									調達	7ヶ-ス	71	
		取付け									取付け	1.5人・日	38	
		小計									小計		172	
	基礎断熱材	(基礎洗浄作業に含む)			±0	(基礎洗浄作業に含む)				±0	(基礎洗浄作業に含む)			±0
	土台・大引	-			±0	-				-50	洗浄・排水	2人・日	50	±0
	床仕上・巾木	-			±0	-				-408	取外し	2人・日	50	±0
		廃棄									廃棄	1式	38	
調達										調達	14坪・7ヶ-ス	195		
取付け										取付け	5人・日	125		
	小計									小計		408		
床下地合板	-			±0	-				-183	取外し	1人・日	25	±0	
	廃棄									廃棄	1式	38		
	調達									調達	26枚	70		
	取付け									取付け	2人・日	50		
	小計									小計		183		
中計	基礎・床 中計		0	-50	基礎・床 中計		75	-763	基礎・床 中計		888	+50		
共通②	消毒	-			±0	-			-113	消毒 (腰窓下)	1式	85	-40	
	乾燥	-			±0	-			-25	乾燥	1式	25	±0	
	中計	共通② 中計		0	±0	共通② 中計		0	-138	共通② 中計		110	-40	
内外壁	外壁仕上	外部洗浄 (床下以下)	1式	20	±0	外部洗浄 (床下以下)	1式	20	±0	外部洗浄 (腰窓下)	1式	20	±0	
	通気層 (透湿防水シート・外壁下地)	-			±0	-			±0	-			±0	
	内壁仕上 (クロス)・ 内壁下地 (石膏ボード)	-			±0	-				-390	取外し (1F全面)	2人・日	50	±0
		廃棄 (1F全面)									廃棄 (1F全面)	1式	38	
		仕上 調達・取付け (1F全面)									仕上 調達・取付け (1F全面)	119m	133	
		下地 調達 (1F全面)									下地 調達 (1F全面)	90枚	69	
		下地 取付け (1F全面)									下地 取付け (1F全面)	4人・日	100	
		小計									小計		390	
	壁断熱材	-			±0	-				-181	取外し (1F全面)	1人・日	25	±0
		廃棄 (1F全面)									廃棄 (1F全面)	1式	38	
調達 (1F全面)										調達 (1F全面)	7包	68		
取付け (1F全面)										取付け (1F全面)	2人・日	50		
	小計									小計		181		
柱・間柱・ 耐力壁合板	-			±0	-				-74	洗浄・排水 (腰窓下)	1人・日	25	-74	
	小計									小計		25		
中計	内外壁 中計		20	±0	内外壁 中計		20	-645	内外壁 中計		616	-74		
建具・家具・ 階段	玄関扉・ サッシ	-			±0	-			-25	洗浄・排水 (腰窓下)	1人・日	25	-25	
	内部建具	-			±0	-				-290	取外し	7枚	4	±0
		廃棄									廃棄	7枚	9	
		調達									調達	7枚	226	
		取付け									取付け	7枚	51	
		小計									小計		290	
	造作家具	-			±0	-				-339	取外し	1人・日	25	±0
		廃棄									廃棄	1式	25	
		調達									調達	1式	243	
		取付け									取付け	1式	46	
	小計									小計		339		
階段	-			±0	-				-285	取外し	1人・日	25	±0	
	廃棄									廃棄	1式	10		
	調達									調達	1式	200		
	取付け									取付け	2人・日	50		
	小計									小計		285		
中計	建具・家具・階段 中計		0	±0	建具・家具・階段 中計		0	-939	建具・家具・階段 中計		939	-25		

建築物の浸水対策案の試設計に基づくその費用対効果に関する研究
Studies on Floodproofing Plans of Buildings and Their Cost-effectiveness

(8/8)

(単位：千円)		D 高床化案-2												
基準労務単価 (共通)	25千円/人・日	LV1：床下レベル				LV2：床上～腰窓下端レベル				LV3：腰窓下端～腰窓上端レベル				
		修復項目	数量	修復コスト	被害軽減効果 (A案との差額)	修復項目	数量	修復コスト	被害軽減効果 (A案との差額)	修復項目	数量	修復コスト	被害軽減効果 (A案との差額)	
想定浸水高さ	1FL基準	～基準案1FL-150				基準案1FL-150～+900				基準案1FL+900～2000				
	GL基準	GL±0～450				GL+450～1500				GL+1500～2600				
電気設備	コンセント	-			±0	-			-71	取外し (腰窓下)	9ヶ所	5	-17	
										廃棄 (腰窓下)	1式	2		
										調達 (腰窓下)	9ヶ所	39		
										取付け (腰窓下)	1人・日	25		
										小計		71		
電気設備	スイッチ・ コントローラー 等	-			±0	-			±0	-			-177	
電気設備	照明	-			±0	-			-16	取外し (腰窓下)	1ヶ所	1	-30	
										廃棄 (腰窓下)	1式	2		
										調達 (腰窓下)	1ヶ所	11		
										取付け (腰窓下)	1ヶ所	2		
										小計		16		
電気設備	分電盤	-			±0	-			±0	-			-88	
中計		電気設備 中計		0	±0	電気設備 中計		0	-87	電気設備 中計		87	-312	
衛生設備	システム キッチン	-			±0	-			-771	取外し(レンジ フード除く)	1式	25	-147	
										廃棄(レンジ フード除く)	1式	18		
										調達(レンジ フード除く)	1式	650		
										取付け(レンジ フード除く)	1式	78		
										小計		771		
	衛生設備	UB	-			±0	-			-580	取外し・廃棄	1式	50	±0
											調達	1式	452	
											取付け	1式	78	
										小計		580		
	衛生設備	洗面化粧台	-			±0	-			-130	取外し(1F)	1式	7	±0
										廃棄(1F)	1式	5		
										調達・取付け (1F)	1式	118		
									小計		130			
衛生設備	トイレ手洗器	-			±0	-			-87	取外し(1F)	1式	7	±0	
										廃棄(1F)	1式	5		
										調達・取付け (1F)	1式	75		
									小計		87			
衛生設備	トイレ	-			±0	-			-96	洗浄・排水 (本体)	1式	10	±0	
										廃棄 (温水便座)	1式	3		
										調達・取付け (温水便座)	1式	83		
									小計		96			
中計		衛生設備 中計		0	±0	衛生設備 中計		0	-1,664	衛生設備 中計		1,664	-147	
空調設備	空調室外機	-			-105	-			-105	取外し	1式	29	+34	
										廃棄	1式	5		
										調達	1式	76		
										取付け	1式	29		
									小計		139			
中計		空調設備 中計		0	-105	空調設備 中計		0	-105	空調設備 中計		139	+34	
直接工事費				20	-355			170	-4,466			4,518	-639	
諸経費				4	-71			34	-893			904	-127	
工事価格				24	-426			204	-5,359			5,422	-766	
消費税額				2	-43			20	-536			542	-76	
修復コスト 合計				26	-469			224	-5,895			5,964	-842	

