

# 耐水化建築ガイドライン

平成 27 年 4 月

滋 賀 県

# 目次

---

---

第1章	はじめに	1
第2章	本ガイドラインの対象	2
第3章	氾濫で命が危ないときとは	4
第4章	自宅付近の水害リスクを把握する	6
第5章	命が助かる住まい方とは	7
第1節	安全な避難空間の確保（基本的な対策）	7
第2節	木造家屋の堅牢性の確保	8
第6章	どこに相談すればいいのか	9
第7章	家屋の安全性の照査方法	10
第1節	地先の安全度マップの使い方	10
第1項	家屋水没の危険性のあるエリアの判断方法	10
第2項	個別家屋の浸水深さの把握方法	11
第3項	家屋水没に対する耐水化対策（基本的な対策）	12
第4項	家屋の浮き上がりの照査	13
第5項	浮力の作用する場所	13
第6項	家屋の浮き上がりに対する照査方法	14
第8章	家屋の安全性の確保方法	15
第1節	家屋水没に対する堅牢性対策	15
第9章	耐水化建築の検討の具体的な検討の方法	17
第1節	設計条件	17
第2節	荷重条件	19
第3節	家屋全体の浮き上がりに関する照査	22
第4節	接合金物の安全性に関する照査	23
第5節	対策方法の検討	30
第6節	荷重条件	37

---

---

# 第1章 はじめに

## 第1章 はじめに

豪雨や河川の氾濫時に氾濫した水の流速や水深が一定規模以上になる可能性があるとして予測されるエリアでは、建物が水没したり、流失する恐れがあります。

水害から生命を守るためには、速やかに安全な場所へ避難する「立ち退き避難」の必要がありますが、突発的なゲリラ豪雨の発生、避難情報の伝達障害、災害時の避難に援護が必要な方への支援困難等、様々な要因により、適切な「立ち退き避難」が困難となるケースも想定されます。

このような場合、建物内に残って2階などへ避難した場合、建物の水没、流失によって建物内の生存空間が失われれば、人的被害の発生につながる恐れがあります。

このため、河川氾濫時に建物の水没、流失の危険性があるエリアでは、人的被害の発生を防ぐために、建物や土地の嵩上げ、木造家屋等においては構造強化を実施する等、「建物の耐水化対策」が必要と考えられます。

本ガイドラインでは、河川の氾濫時に建物内に残った場合でも、最低限、人的被害の発生を防ぐことを目的として、一般的な木造住宅における耐水化対策の方法について示したものです。

また、滋賀県流域治水の推進に関する条例（平成26年滋賀県条例第55号）（以下「条例」という。）に基づく浸水警戒区域における建築物の建築の許可について、条例第15条第1項第1号から第3号に定める基準と同等以上の安全を確保することができるものとして、条例第15条第1項第4項により、建築物の建築の許可を得ようとする場合は、本ガイドラインに基づき、同等の安全性を確保したかを判断できる図書を作成することが求められます。

第1章

第2章

第3章

第4章

第5章

第6章

第7章

第8章

第9章

## 第2章 本ガイドラインの対象

---

第1章

第2章

第3章

第4章

第5章

第6章

第7章

第8章

第9章

### 第2章 本ガイドラインの対象

本ガイドラインでは、一般的な木造家屋を対象として、

- ・ 河川氾濫時に「建物の水没」の危険性があるエリアにおいて、水没に対して建物が安全かどうかを個別に照査する方法
- ・ 水没に対して建物の安全性が満たされない恐れがあるエリアにおいて、建物の新築、改築、増築ならびに既設建物に対して、安全性を確保するために必要となる対策の方法

等を具体的に示します。

また、9章「耐水化建築の具体的な検討の方法」では、木造家屋として一般的な軸組工法、枠組工法の建物を対象に、浮力に対する安全性の照査、対策の方法についてとりまとめている。

なお、「氾濫流による建物流失」に対する安全性の照査・対策は、本ガイドラインでは取り扱っていません。

# 第2章 本ガイドラインの対象

第1章
第2章
第3章
第4章
第5章
第6章
第7章
第8章
第9章

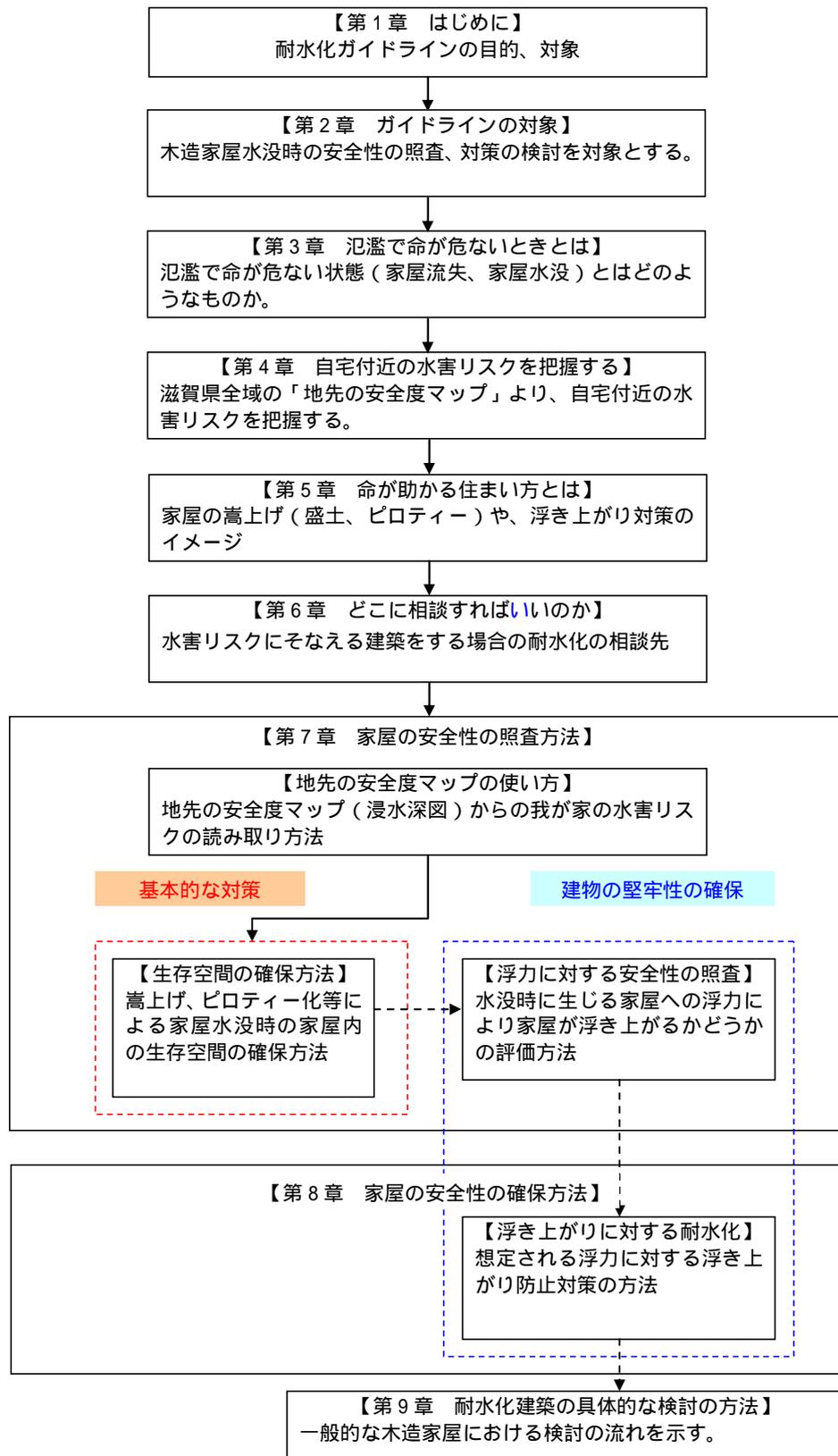


図 - 2.1 ガイドラインフロー

# 第3章 氾濫で命が危ないときは

- 第1章
- 第2章
- 第3章
- 第4章
- 第5章
- 第6章
- 第7章
- 第8章
- 第9章

## 第3章 氾濫で命が危ないときは

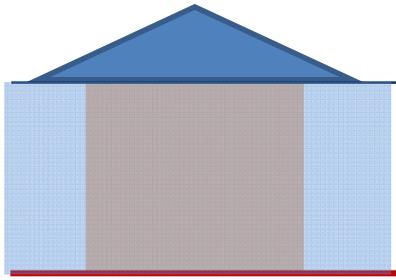
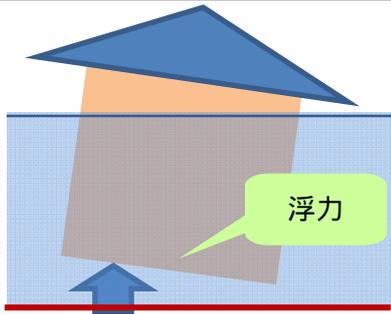
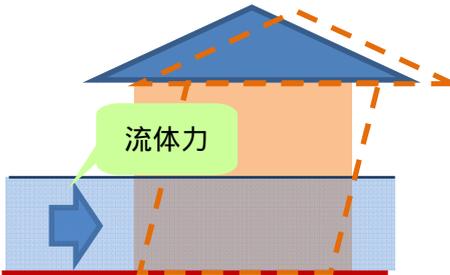
都市化の進展によって、流域の保水力が低下し、洪水のピーク流量が増加するとともに、気候変化による降雨量の増加や雨の降り方が強くなることも予想されており、治水施設の計画規模や能力を超える洪水の発生は避けられない状況にあります。特に中小河川は都市化や降雨特性の変化の影響を受けやすく、全国各地で施設の能力を超える洪水によって河川が氾濫して深刻な激甚災害が頻発しています。

河川の疏通能力を超える規模の洪水が生じると、最悪の場合、堤防が一気に破壊される破堤が生じ、津波と同様に、木造家屋などは洪水の力で一気に押し流される「流失」の危険性があります。

また、破堤箇所の近傍以外では、河川から氾濫した洪水によって、徐々に浸水深さが増加していきます。浸水深さが一定の深さを超えると、家屋が「水没」し、避難が可能な安全な空間がなくなるとともに、木造家屋などが浮き上がり、押し流される危険性があります。

このように、河川が氾濫すれば、浸水等によって建物や家財が被害を受けるだけでなく、命の危険性が生じることがあります。

表 - 3.1 家屋「水没」・「流失」のイメージ

	生存空間の消失	家屋の浮き上がり
家屋水没		
家屋流失		

# 第3章 氾濫で命が危ないときとは

- 第1章
- 第2章
- 第3章
- 第4章
- 第5章
- 第6章
- 第7章
- 第8章
- 第9章



京都大学防災研究所 中川 一氏による（写真：三隅町役場提供）

図 - 3.1 家屋が流失する様子

## 「水の逃げ場ない」専門家指摘



河川工学が専門の大同工業大の鷺見哲也准教授（右）が二十九日、愛知県岡崎市伊賀町の被害現場を調査。亡くなった黒柳鈴江さんが暮らしていた地区について、近くの堤防の高さが他の地域より低い上、くぼ地で浸水被害を招きやす

### 東海豪雨でも浸水被害

い場所であることを指摘した。

この地域は二〇〇〇年の東海豪雨でも浸水被害に遭った。伊賀川の左岸沿いの新旧の民家が入り交じる住宅街。川より二層ほど、隣接地から一層近く低い位置にあり、鷺見准教授は「水の逃げ場がない」と指摘する。

伊賀川からあふれた水が流れ込んだとみられるが、鷺見准教授が現場を確認したところ、水があふれ出たのは堤防の百層弱の範囲に限られ、この場所だけ他の堤防より数十センチ低かった。

鷺見准教授は、堤防の高さを引き上げる必要性を訴えつつ、堤防を越えた水かさは三十センチ程度とみられることから、「土のうを積みむだけでも被害は軽減できた」と指摘している。

（こ）はすり鉢状になっていると犠牲者の出た地域を指す鷺見哲也大同工業大准教授（左側は愛宕橋） 愛知県岡崎市伊賀町で

図 - 3.2 家屋水没により人的被害が生じた例

平成 20 年 8 月 30 日 中日新聞

# 第4章 自宅付近の水害リスクを把握する

第1章

第2章

第3章

第4章

第5章

第6章

第7章

第8章

第9章

## 第4章 自宅付近の水害リスクを把握する

水害は、降雨の量や雨の降る範囲などによって起こる場所や被害の大きさも様々で、事前に予測することが難しい現象ですが、近年の水文・水理解析技術の進展によって、広範にわたって水害のおこりやすさ（水害リスク）を把握しておくことが可能となってきました。

滋賀県では、県内全域の主要な氾濫の恐れがある地区の詳細な地形条件が航空レーザー測量<sup>1</sup>で把握できるようになったことから、現地の状況も加えながら、県内全域の水害の起こりやすさを解析し“見える化”した「地先の安全度マップ」を作成・公表しています。

これにより、滋賀県内全域について、どこが水害リスクが高いのかを誰でも簡単に把握することができるようになりました。

まずは、自宅付近の水害リスクを把握しましょう。

滋賀県は、地先の安全度マップとして、次の図面を公表しています。

- (1) 浸水深図：大雨が降った場合に想定される浸水深さを表した図
- (2) 流体力図：大雨が降った場合に想定される水の流れの強さを表した図
- (3) 被害発生確率図：大雨が降った場合に生じる被害の起こりやすさを表した図

詳細は、滋賀県ホームページをご覧ください。

[http://www.pref.shiga.jp/h/ryuiki/tisakinoanzendo/top\\_page.html](http://www.pref.shiga.jp/h/ryuiki/tisakinoanzendo/top_page.html)

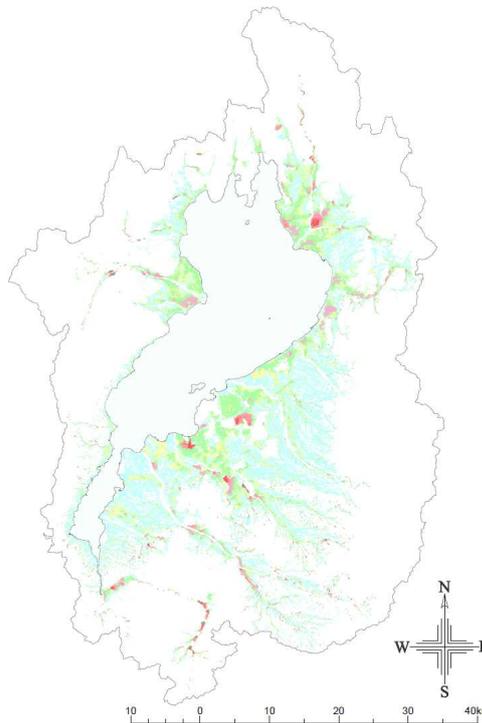


図 - 4.1 滋賀県公表の地先の安全度マップ(最大浸水深図(200年確率))

<sup>1</sup> 航空レーザー測量：航空機に搭載した航空レーザースキャナから地上に向けてレーザーパルスを発射し、反射して戻ってきたレーザーパルスを解析することで位置・標高データを取得します。

# 第5章 命が助かる住まい方とは

- 第1章
- 第2章
- 第3章
- 第4章
- 第5章**
- 第6章
- 第7章
- 第8章
- 第9章

## 第5章 命が助かる住まい方とは

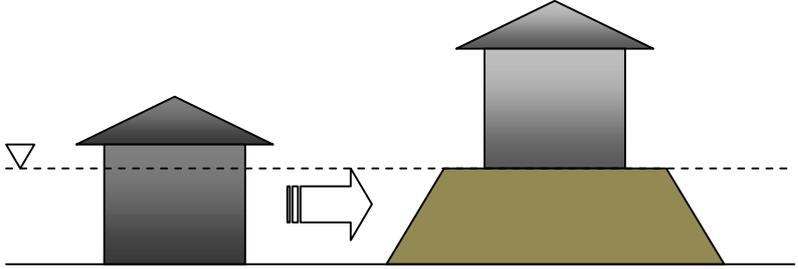
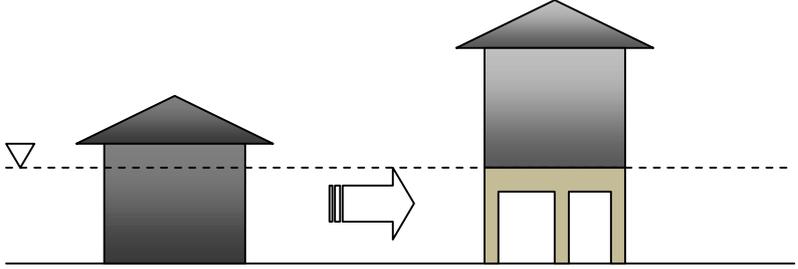
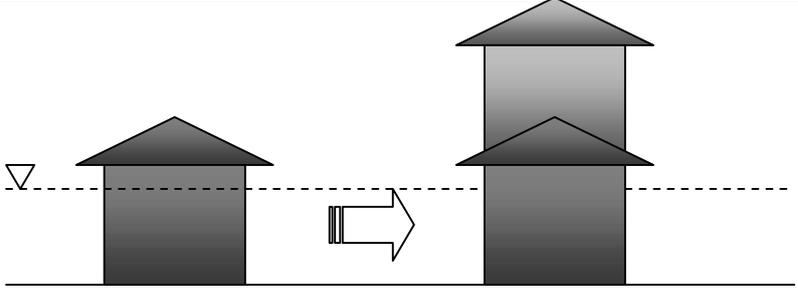
水害に対して安全な住まい方は、そもそも命の危険性が想定される場所にはなるべく住まないようにすることが望ましいと考えられます。しかし、水害はめったに起こらないこと、平時の利便性が高いこと等から、やむを得ず危険性が想定される区域内に住む場合には、非常時には速やかに安全な場所に避難する備えが必要です。

しかし、突発的なゲリラ豪雨の発生、避難情報の伝達障害、災害時の避難に援護が必要な方への支援困難等、様々な要因により避難が困難な場合も想定されます。この場合、家屋内で安全な避難空間が確保されていれば、最悪の事態を回避できる可能性が高まります。

### 第1節 安全な避難空間の確保（基本的な対策）

安全な避難空間を確保する最も確実な方法として、予想される浸水面より高い位置に、避難が可能な浸水しない空間を確保することが考えられます。具体的には、盛土などで敷地自体を嵩上げする方法、建物の床を嵩上げる高床式、建物を2階建て以上にする方法等が挙げられます。なお、浸水面より下となる部分は、浸水しても耐えられる丈夫さも求められます。

表 - 5.1 安全な避難空間の確保方法

	イメージ
敷地の嵩上げ	
高床式	
2階建て	

# 第5章 命が助かる住まい方とは

第1章

第2章

第3章

第4章

第5章

第6章

第7章

第8章

第9章

## 第2節 木造家屋の堅牢性の確保

家屋内の避難空間が浸水したとしても、家屋全体が水没することがなければ、少なくとも人命だけは守ることができると考えられます。しかし、木造家屋は、浸水深さが3mを超えると家屋内に作用する浮力が急増し、家屋自体が浮き上がり、流失する恐れもあります。

このため、仮に家屋内が浸水した状態であっても、少なくとも家屋自体が流失することのないように、家屋の浮き上がり対策を施し、家屋の堅牢性を確保することが望ましいと考えられます。

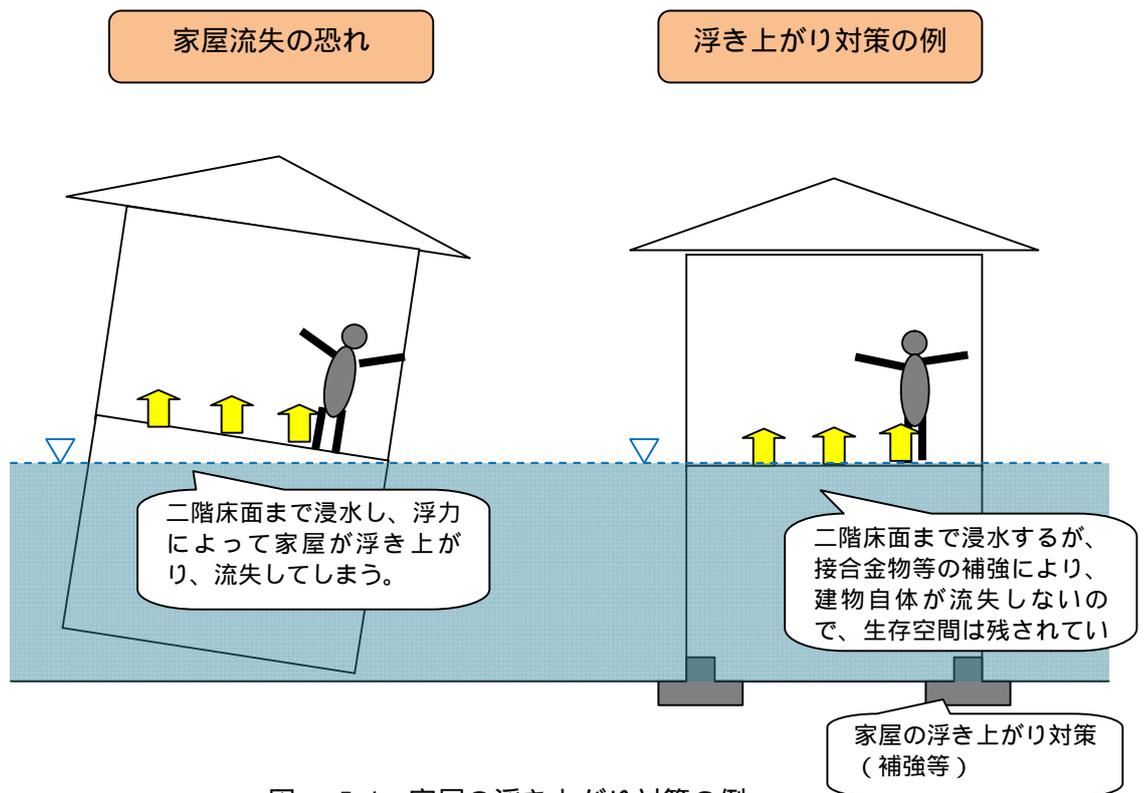


図 - 5.1 家屋の浮き上がり対策の例

# 第6章 どこに相談すればいいのか

## 第6章 どこに相談すればいいのか

- 1 自宅付近の水害リスクを把握したい (=地先の安全度マップ)  
自宅付近の水害リスクがわかる地先の安全度マップは、滋賀県流域治水政策室、各土木事務所でご覧いただけます。  
また、滋賀県のホームページ「滋賀県防災情報マップ」でもご覧いただけます。  
<http://shiga-bousai.jp/dmap/>
- 2 宅地造成をしたい  
新たに宅地造成を行う場合は、開発許可の手続きが必要となります。  
市域の方は、各市役所の開発許可担当課に、  
町域の方は滋賀県庁住宅課または土木事務所にお問い合わせください。
- 3 建築物の建て方や構造について相談したい。  
建築物の建て方や構造については、建築の専門的な知識が必要となります。  
お近くの建築設計事務所にご相談ください。

第1章

第2章

第3章

第4章

第5章

第6章

第7章

第8章

第9章

# 第7章 家屋の安全性の照査方法

- 第1章
- 第2章
- 第3章
- 第4章
- 第5章
- 第6章
- 第7章
- 第8章
- 第9章

## 第7章 家屋の安全性の照査方法

### 第1節 地先の安全度マップの使い方

#### 第1項 家屋水没の危険性のあるエリアの判断方法

家屋が水没することによって、木造家屋などが浮き上がり流失する危険性は、水位が深くなるほど高くなります。

滋賀県が公表した「地先の安全度マップ」の一つに、浸水被害が何年に1回程度起こる危険性があるのかを示した「家屋水没発生確率図」があります。地先毎に家屋水没の発生しやすさを確認することができます。

ご自宅付近の水害リスクは、下記にて確認できます。

<http://shiga-bousai.jp/dmap/>

水害リスクのあるエリア内で建物の新築、改築、増築を行う場合は、そのリスクを考慮した対応が基本となります。

具体的には、浸水に伴う家屋の安全性の照査と対策の実施が必要となります。具体的な検討内容は、次章以降に記載します。

表 - 7.1 家屋水没エリアの判断値

被害種別	概要
家屋水没	浸水深さ 3m は、家屋の軒下程度まで浸水する（平屋の一階部分がほぼ水没する）状態です。軒下以上に浸水すると大きな浮力が発生し、家屋が浮き上がり、流失する恐れがあります。

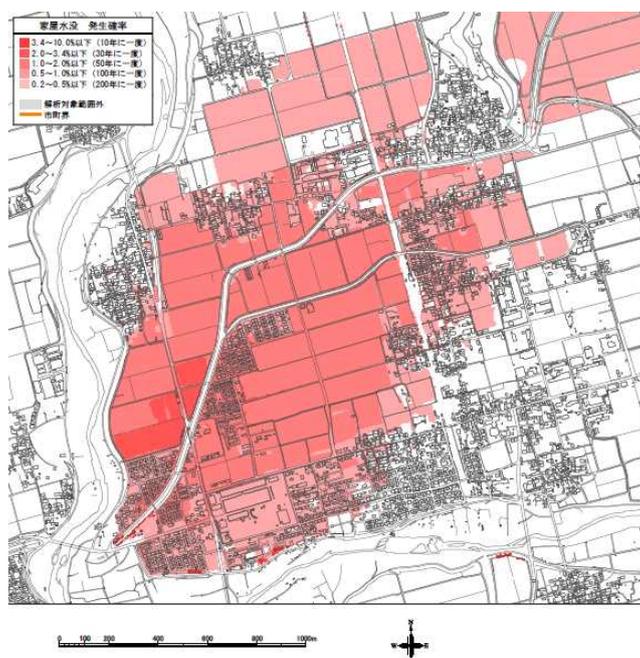


図 - 7.1 家屋水没発生確率図

# 第7章 家屋の安全性の照査方法

## 第2項 個別家屋の浸水深さの把握方法

地先の安全度マップ（最大浸水深図）により、ご自宅付近の浸水深さを把握することができます。

特に、家屋水没により大きな被害が想定される浸水深さ 3m 以上のエリアに新たに居住する予定の方は、「家屋水没」に対して、対策を講じる必要があります。

また、対策を行う上で必要となる個々の家屋における最大浸水深さは、次の方法で算出することが可能です。

$$\text{個々の家屋の浸水深さ}(h) = \text{最大浸水位}(WL) - \text{地盤高}(GL)$$

詳しくは、県庁流域治水政策室または各土木事務所、にお問い合わせください。

第1章

第2章

第3章

第4章

第5章

第6章

第7章

第8章

第9章

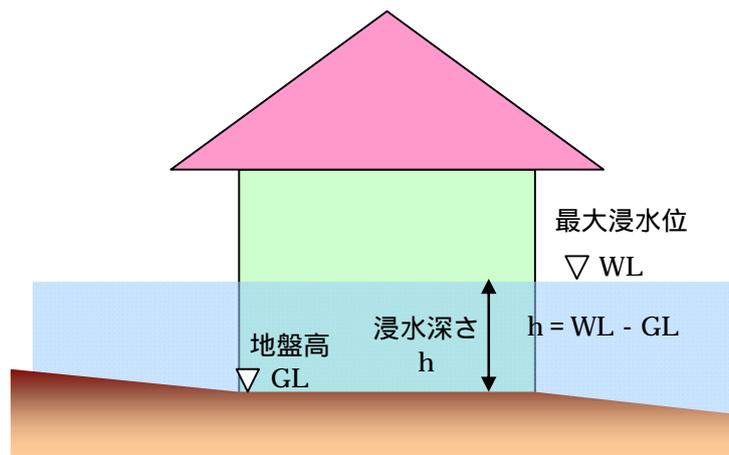


図 - 7.2 流体力の概念図

# 第7章 家屋の安全性の照査方法

- 第1章
- 第2章
- 第3章
- 第4章
- 第5章
- 第6章
- 第7章**
- 第8章
- 第9章

## 第3項 家屋水没に対する耐水化対策（基本的な対策）

### (1) 平屋建ての場合

平屋建ての場合、避難可能な空間は1階のみとなるため、1階床面が想定される浸水深さまで浸水しない対策が必要となります。対策方法は、敷地の嵩上げやピロティ型式の採用が挙げられます。

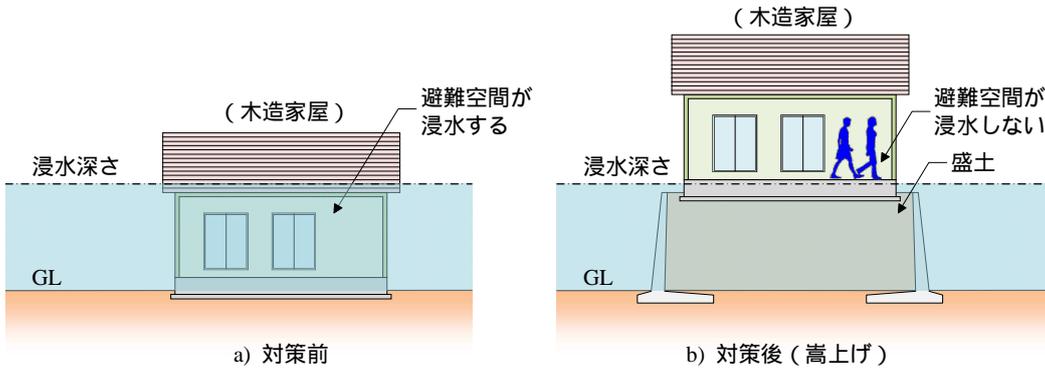


図 - 7.3 家屋水没に対する耐水化対策（平屋建て）

### (2) 2階建て以上の場合

2階建て以上の場合、避難可能な空間として2階以上の部分も利用できます。このため、想定される浸水深さにおいて、1階床面もしくは少なくとも2階以上の床面が浸水しない対策が必要となります。対策の方法としては、敷地の嵩上げやピロティ型式の採用が挙げられます。

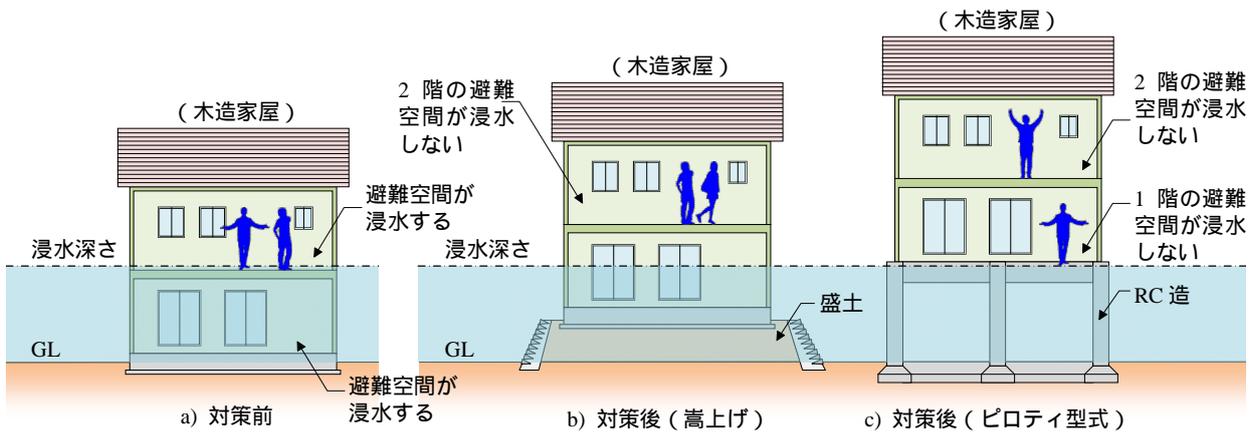


図 - 7.4 家屋水没に対する耐水化対策（2階建て）

# 第7章 家屋の安全性の照査方法

- 第1章
- 第2章
- 第3章
- 第4章
- 第5章
- 第6章
- 第7章
- 第8章
- 第9章

## 第4項 家屋の浮き上がりの照査

浸水深さが大きい場合によっては、柱や梁（はり）自体の木材等の浮力、天井裏等の空気だまりによる浮力により、家屋が浮き上がる可能性があります。このため、浮き上がりの照査が必要となります。

ここでは、軸組工法および枠組壁工法の家屋を例に検討してみます。（表 - 7.2 参照）。  
 なお、上気工法以外の住宅、例えば、丸太組工法、木質ラーメン工法および型式適合認定によるプレハブ工法の住宅は、建物の特徴にあわせた検討が必要となります。

表 - 7.2 主な木造家屋の工法

本資料の対象	名称	工法の概要	基準類
	軸組工法	柱・大梁・筋交い等の線材を組み合わせて構造体を構成する工法。日本に古くから伝わる工法で、実績が最も多い。	建築基準法
	枠組壁工法	構造用合板と枠材から成るパネルにより構造体を構成する工法。北米から導入されて急速に普及し、輸入材を使用する事が多い。	平成 13 年国交省告示・第 1540 号・1541 号（平成 19 年改正）
×	丸太組工法	丸太を積み上げて構成した壁体（ログウォール）により構造体を構成する工法。	平成 14 年国交省告示・第 411 号
×	木質ラーメン工法	大断面の集成材を金物により接合したフレームにより、壁のない空間を作る工法。	評定による
×	プレハブ工法	木質系の材料で、床・壁・屋根についてパネル化を行い現場で組み立てる工法。	型式適合認定による

## 第5項 浮力の作用する場所

木造家屋では図 - 7.5 に示すように家屋が浸水すると、小屋裏の空気溜まり・1階床下の空気溜まり・2階床下の空気溜まり・壁内の空間・木材の容積で浮力が発生し、これが接合金物の耐力もしくは家屋重量を上回ると家屋全体が浮き上がります。

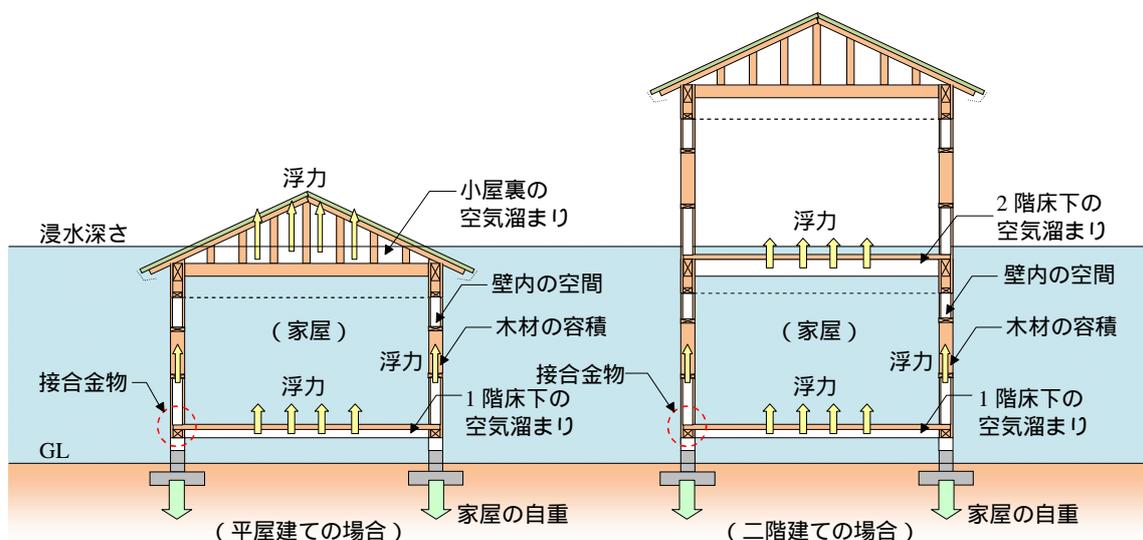


図 - 7.5 木造家屋に働く浮力

# 第7章 家屋の安全性の照査方法

第1章

第2章

第3章

第4章

第5章

第6章

第7章

第8章

第9章

## 第6項 家屋の浮き上がりに対する照査方法

家屋の浮き上がりに対する照査方法について、基本的な考え方を以下に示します。詳細な照査方法については、第9章「耐水化建築の具体的な検討の方法」を参照して下さい。

### 【照査箇所】

- ・ 家屋の浸水により生じる浮力、家屋の周辺の水の流れによって、家屋が浮き上がらないかどうかについて照査を行います。
- ・ 照査は、力が最もかかる柱脚・柱頭の接合金物について構造計算を行い安全性を確認します。

### 【照査方法】

(照査における安全性の考え方)

柱脚金物の耐力 > 作用する力(浮力、水の流れの力)・・・ OK(安全)

柱脚金物の耐力 < 作用する力(浮力、水の流れの力)・・・ NG(危険)

### 【本ガイドラインで掲載している内容】

- ・ 本ガイドラインでは、浸水深さ 3m 以上の場合を例に具体例を示します。

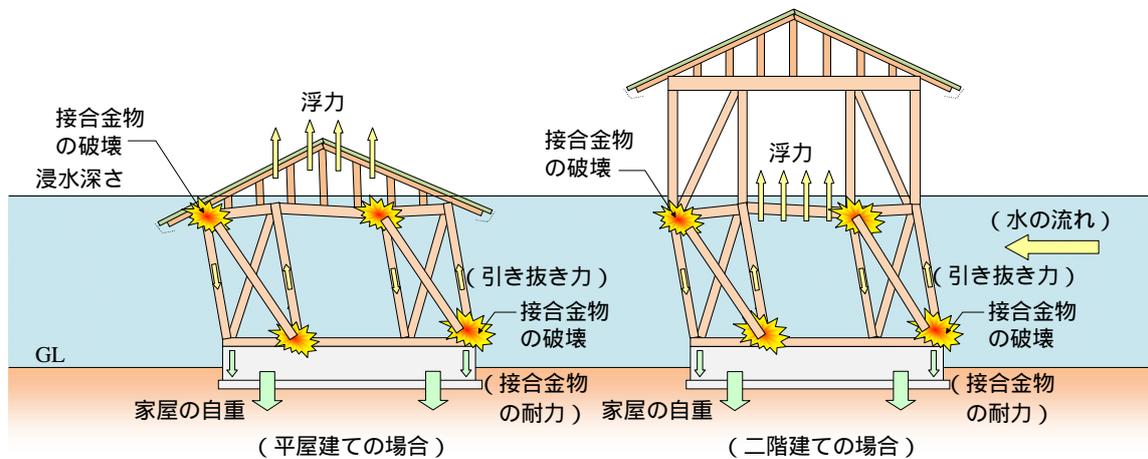


図 - 7.6 浮力により想定される浮き上がりの状況

# 第8章 家屋の安全性の確保方法

第1章
第2章
第3章
第4章
第5章
第6章
第7章
第8章
第9章

## 第8章 家屋の安全性の確保方法

### 第1節 家屋水没に対する堅牢性対策

水害への対処方法としては、できるだけ水害リスクの高い地域に住まないこと、想定される浸水深さを考慮して盛土するなどの対策が原則です。

また、特に、想定される浸水深さが大きい地域に住まれる場合は、家屋を耐水化して出来る限り家屋が流失しないようにする必要があります。

耐水化の方法として、以下に示す2種類があります。

#### (1) 家屋に作用する浮力を低減する方法

想定される浸水深さが大きい場合は、柱や梁等の木材自体による浮力、壁内の空間や断熱材による浮力が発生します。

このうち、壁内の空間の一つである2階床下の空気を抜くため、2階床面に空気抜き孔を設ける事が考えられます。空気抜き孔を設ける場合でも、浮き上がりに対する照査を行って安全性を確認する必要があります。

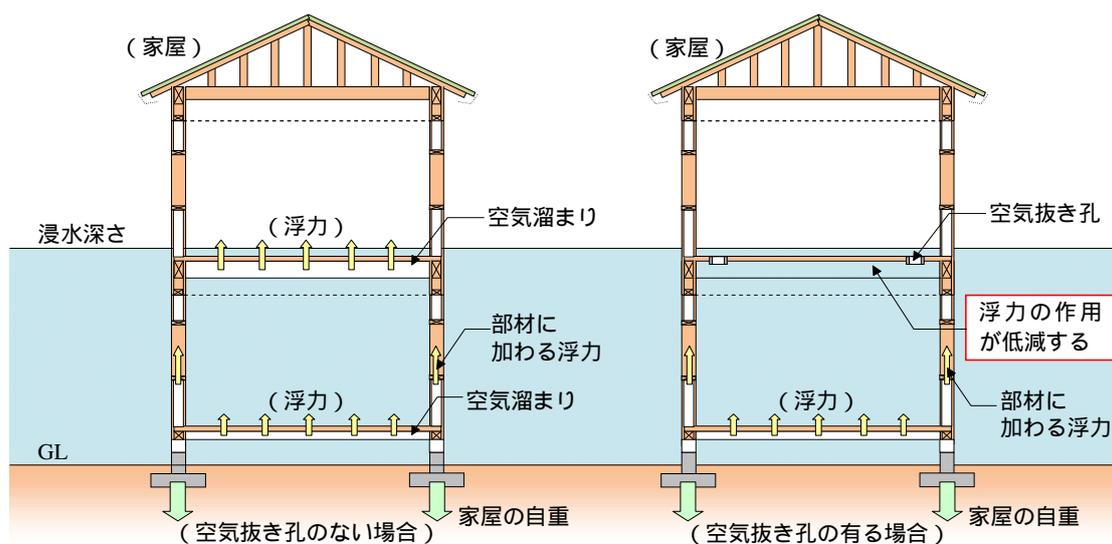


図 - 8.1 空気抜き孔の設置

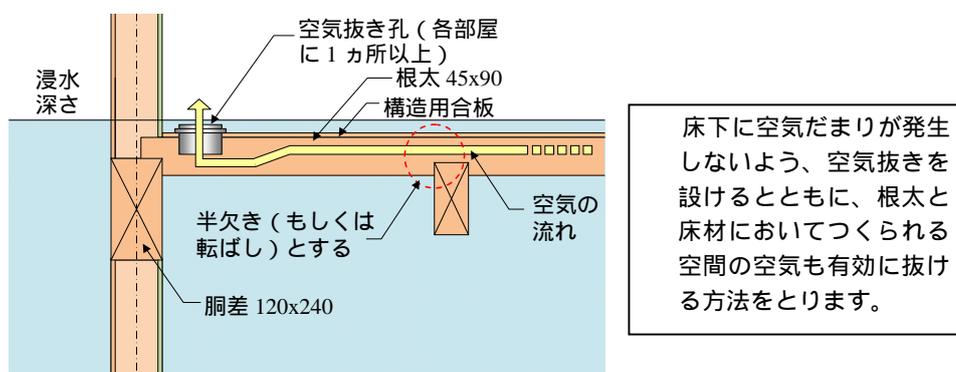
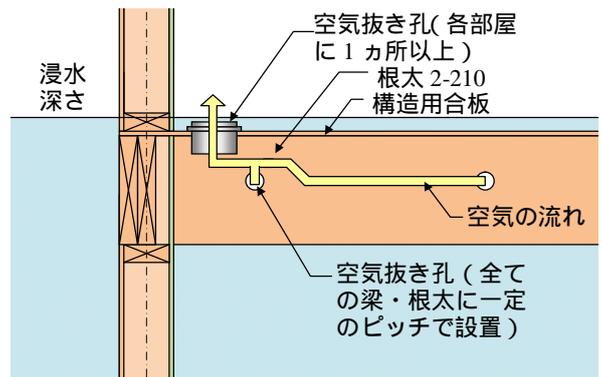


図 - 8.2 空気抜き孔の詳細 (軸組工法)

# 第8章 家屋の安全性の確保方法

第1章
第2章
第3章
第4章
第5章
第6章
第7章
<b>第8章</b>
第9章



特に枠組壁工法の場合は、構造上梁と床材が一体となるため、配慮が必要となります。

図 - 8.3 空気抜き孔の詳細 (枠組壁工法の場合)

## (2) 家屋の構造を強化する方法

家屋に作用する浮力に対して家屋が浮き上がらないように、梁、柱の緊結力を高める必要があります。

特に、柱脚部は最も浮力がかかる箇所となることから、接合金物等により緊結力を強化する必要があります。

使用する金物としては、一般的なL型かど金物、T型かど金物等が挙げられます。

接合金物を強化する場合も、浮き上がりに対する照査を行って安全性を確認する必要があります。

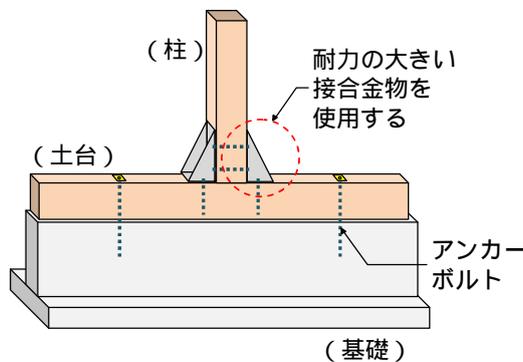


図 - 8.4 家屋の構造を強化する方法 (接合金物の強化)

# 第9章 耐水化建築の具体的な検討の方法

## 第9章 耐水化建築の検討の具体的な検討の方法

### 第1節 設計条件

9章では、木造家屋として一般的な軸組工法、枠組工法の建物を対象に、浮力に対する安全性の照査、対策の方法について、一般的なモデル住宅における検討事例を記載します。

また、「氾濫流による建物流失」に対する安全性の照査・対策は、本ガイドラインでは検討していませんので、ご留意願います。

第1章
第2章
第3章
第4章
第5章
第6章
第7章
第8章
第9章

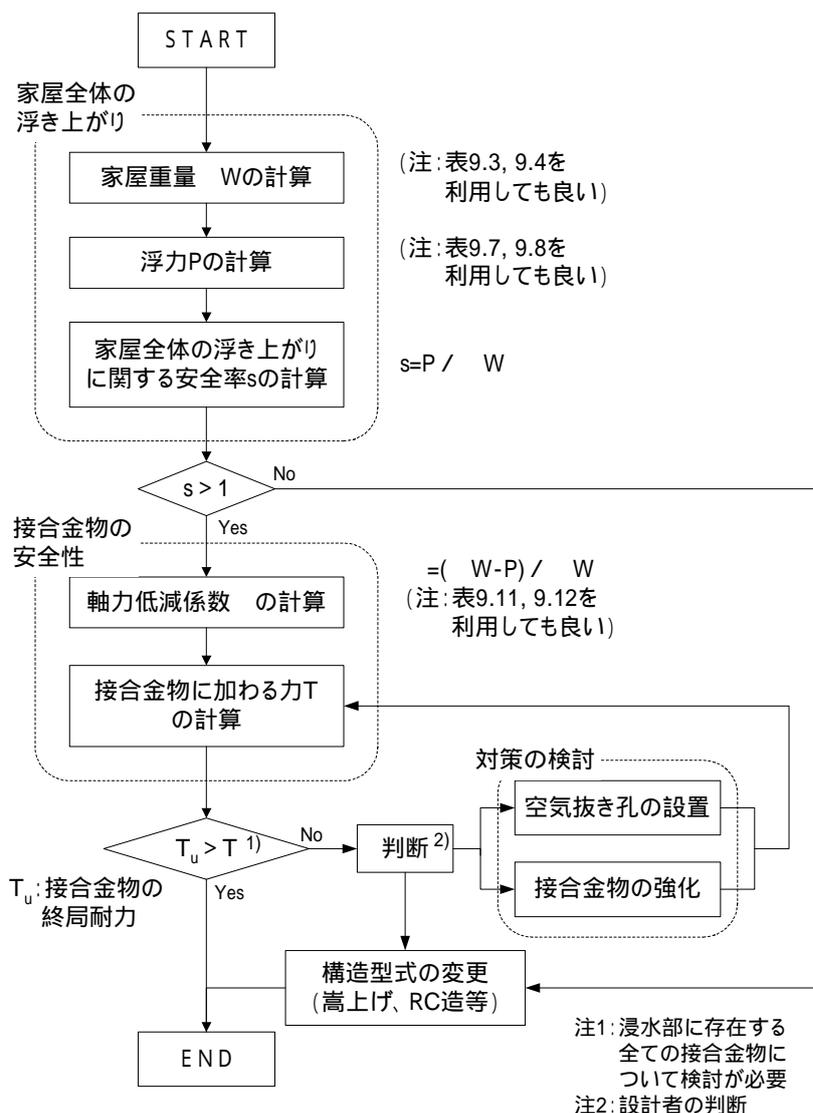


図 - 9.1 耐水化建築の検討方法

木造家屋の代表的工法である次の2モデル住宅（軸組工法と枠組壁工法）を対象として、浮き上がりに対する安全性を照査して対策方法の検討を行います。

モデル住宅の条件、外力の条件は次のとおりです。

# 第9章 耐水化建築の具体的な検討の方法

- 第1章
- 第2章
- 第3章
- 第4章
- 第5章
- 第6章
- 第7章
- 第8章
- 第9章

表 - 9.1 家屋の検討条件

規 模	地上2階
工 法	軸組工法、枠組壁工法
延床面積	116m <sup>2</sup>
外 壁	サイディング
屋 根	彩色石綿板
基 礎	布基礎

表 - 9.2 外力の設定

種 別	検討条件
浸水深さ	3.5m

注：本検討では、浸水深さとして2階床上まで浸水する3.5mを設定しています。

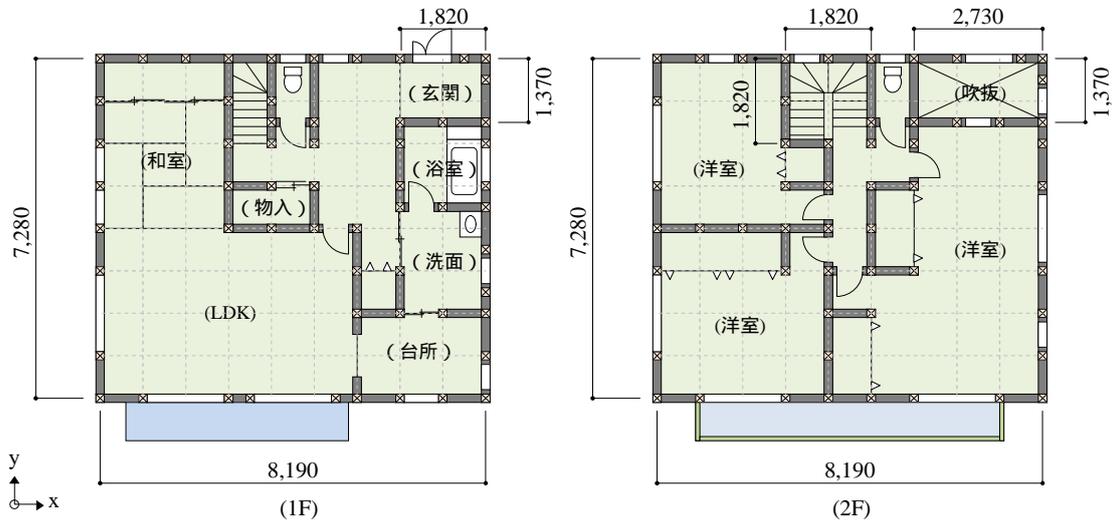


図 - 9.2 対象家屋の平面図

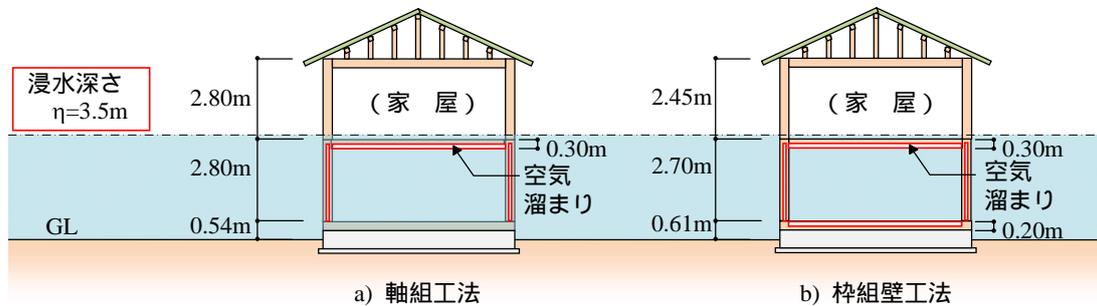


図 - 9.3 対象家屋の浸水状況

# 第9章 耐水化建築の具体的な検討の方法

第1章
第2章
第3章
第4章
第5章
第6章
第7章
第8章
第9章

## 第2節 荷重条件

### (1) 家屋の重量

家屋の重量は、地震力を算出する際に計算した値をそのまま使用するか、「木造耐震診断基準」等に示される床面積当たり重量を使用して計算します。なお、積載荷重については、安全側となるように最も小さい地震用を使用します。表 - 9.3 に「木造耐震診断基準」に記載の床面積当たり重量、表 - 9.4 にモデル家屋について表 - 9.3 の値を当てはめて計算した家屋全体の床面積当たり重量を記します。枠組壁工法の方が、軸組工法に比べて少し重量が重くなります。表 - 9.4 は、各階の床面積が同じで重量物を積載していない前提で作成していますので、そうでない場合は家屋の重量は、別途、積み上げ算出して計算する必要があります。表 - 9.5, 表 - 9.6 に、家屋の重量を計算した結果を示します。

$$\Sigma W_i = \Sigma W_i / A \cdot A \quad \dots \text{式(9.2.1)}$$

$\Sigma W_i$  各階が支える家屋の重量 (kN)

$\Sigma W_i / A$  床面積当たりの各階が支える家屋の重量 (kN/m<sup>2</sup>)

A 家屋の床面積 (m<sup>2</sup>)

表 - 9.3 各部位の床面積当たり重量（「木造耐震診断基準」より）

種 別	屋根組	外壁	内壁		床	積載荷重
			軸組工法	枠組壁工法		
軽い屋根	0.950	0.750	0.200	0.750	0.600	0.300
重い屋根	1.300	1.200	0.200	1.200	0.600	0.300
非常に重い屋根	2.400	1.200	0.450	1.200	0.600	0.300

注：枠組壁工法の内壁重量は、外壁と同じとした。積載荷重は地震用を用いる。単位kN/m<sup>2</sup>

表 - 9.4 床面積当たりの各階が支える家屋の重量

種 別		軸組工法			枠組壁工法		
規 模	階	軽い家屋	重い家屋	非常に重い家屋	軽い家屋	重い家屋	非常に重い家屋
平屋建て	1階	2.1	3.1	4.4	3.0	3.9	5.0
	2階建て	2.1	3.1	4.4	3.0	3.9	5.0
3階建て	1階	4.2	5.7	7.4	5.1	7.4	8.5
	2階	2.1	3.1	4.4	3.0	3.9	5.0
	3階	4.2	5.7	7.4	5.1	7.4	8.5
3階建て	1階	6.3	8.4	10.3	7.6	10.8	11.9

# 第9章 耐水化建築の具体的な検討の方法

- 第1章
- 第2章
- 第3章
- 第4章
- 第5章
- 第6章
- 第7章
- 第8章
- 第9章

表 - 9.5 家屋の重量 (軸組工法)

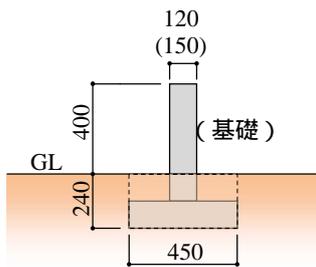
種 別	床面積当たり重量 (kN/m <sup>2</sup> )	床面積 A (m <sup>2</sup> )		合 計 (kN)
上部構造	4.200	8.19x7.28	59.6	250.4
1階・床組	0.900	8.19x7.28-1.82x1.37	57.1	51.4
基 礎	-	-	-	217.0
合 計	-	-	-	518.8

注: 「1階・床組」には、床組自身の重量(0.6)と、積載荷重(0.3)の合計

表 - 9.6 家屋の重量 (枠組壁工法)

種 別	床面積当たり重量 (kN/m <sup>2</sup> )	床面積 A (m <sup>2</sup> )		合 計 (kN)
上部構造	5.100	8.19x7.28	59.6	304.1
1階・床組	0.900	8.19x7.28-1.82x1.37	57.1	51.4
基 礎	-	-	-	229.3
合 計	-	-	-	584.8

注: 「1階・床組」には、床組自身の重量(0.6)と、積載荷重(0.3)の合計



注: 地下部の単位体積重量は、土とコンクリートの混合体として 20kN/m<sup>3</sup> としました。

### ・基礎の重量の計算

#### a) 軸組工法

地上部の単位長さ重量  $w_1 = 24 \times (0.12 \times 0.40) = 1.152 \text{ kN/m}$

地下部の単位長さ重量  $w_2 = 20 \times (0.45 \times 0.24) = 2.160 \text{ kN/m}$

基礎の全長  $l = 65.5 \text{ m}$

基礎の重量  $W = (w_1 + w_2) \cdot l = (1.152 + 2.160) \times 65.5 = 217.0 \text{ kN}$

#### b) 枠組壁工法

地上部の単位長さ重量  $w_1 = 24 \times (0.15 \times 0.40) = 1.440 \text{ kN/m}$

地下部の単位長さ重量  $w_2 = 20 \times (0.45 \times 0.24) = 2.160 \text{ kN/m}$

基礎の全長  $l = 63.7 \text{ m}$

基礎の重量  $W = (w_1 + w_2) \cdot l = (1.440 + 2.160) \times 63.7 = 229.3 \text{ kN}$

## (2) 家屋に生じる浮力

家屋に生じる浮力は、浸水部分の家屋に関する空気溜まりや木材の容積に水の単位重量および重力加速度を乗じて計算します。

計算には、木材の容積を積み上げ算出することが必要となりますが、ここでは一般的なモデル家屋をもとに算出した単位床面積あたりの容積を用いて実施することとし、具体的な内容を明示します。

モデル家屋について計算した床面積当たり木材の容積および外壁の容積は、表 - 9.7, 表 - 9.8 に記します。

なお、これらはモデル家屋として一般的な家屋を対象に計算した結果ですので、壁厚が厚い場合や木材使用量が多い場合には、別途、積み上げ算出して計算してください。

$$P = \rho \cdot g \cdot (V_1 + V_2 + V_3) \quad \dots \text{式(9.2.2)}$$

# 第9章 耐水化建築の具体的な検討の方法

P	浮力 (kN)
V <sub>1</sub>	浸水部分における床下空気溜まりの容積 (m <sup>3</sup> )
V <sub>2</sub>	" 壁内空気溜まりの容積 (m <sup>3</sup> )
V <sub>3</sub>	" 木材の容積 (m <sup>3</sup> )
ρ	水の単位体積重量 (t/m <sup>3</sup> )
g	重力加速度 (m/s <sup>2</sup> )

第1章

第2章

第3章

第4章

第5章

第6章

第7章

第8章

第9章

表 - 9.7 床面積当たり木材の容積

工 法	床面積当たり木材の容積 (m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> )			
	小屋組	床組	一般部	全 体
軸組工法	0.117	0.102	0.064	0.174
枠組壁工法	0.102	0.081	0.074	0.166

表 - 9.8 床面積当たり外壁の容積

工 法	床面積当たり 外壁の容積 (m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> )
軸組工法	0.131
枠組壁工法	0.132

表 - 9.9, 表 - 9.10 に、表 - 9.7、表 - 9.8 を利用して計算した家屋に浮力を生じる部位の容積を示します。これは、以下の検討条件で計算しています。

- ・ 浮力は、床下の空気溜まり、壁内の空間、木材および基礎の3種類を考慮し、これらを足し合わせます。
- ・ 内壁が石膏ボード等であれば壁内に浸水する可能性もありますが、壁内の断熱材が吸水性の低いものを使用しているケースも想定して、壁内（厚さ 100mm）には浸水せず空気溜まりが生じるとします。
- ・ 軸組工法の1階柱脚における検討では、1階床の空気溜まりは床と壁の縁が切れていることが多いと考え、本例では、家屋の浮き上がりには考慮しないこととしています。

また、床下空気溜まり V<sub>1</sub> の計算では、2階で吹き抜けおよび階段、1階の玄関については家屋の構造から考えて空気溜まりが生じませんので、その面積を家屋全体の面積から差し引きます。2階に関連する部分の容積は、軸組工法では 0.16m、枠組壁工法では 0.19m のみが浸水しているので、階高 2.8, 2.45m に対して 0.16/2.80=0.057, 0.19/2.45=0.078 倍にして考慮します。



# 第9章 耐水化建築の具体的な検討の方法

第1章
第2章
第3章
第4章
第5章
第6章
第7章
第8章
第9章

## 第4節 接合金物の安全性に関する照査

家屋に対して浮力に加えて水平力が加わった場合でも、柱の引き抜き力に柱頭・柱脚の接合金物が耐えられれば家屋の流失は防げると考えられます。そこで、柱頭・柱脚に生じる引き抜き力が接合金物の終局耐力以内に収まる事を確認します。

### (1) 軸力低減係数の計算

浸水により家屋に上向きの浮力が生じると、筋交いから柱に伝達される引き抜き力を、鉛直荷重により柱に加わる圧縮力等で押さえ込む効果が低減されます。柱毎に浮力を計算するのは手間が掛かって現実的でないので、柱に加わる圧縮力に下式の軸力低減係数 $\beta$ を乗じて低減効果を表現します。軸力低減係数 $\beta$ は浮力により柱軸力を低減する割合を示し、負の値であれば水平力を加えない状態でも柱に引き抜き力が生じる事を意味します。

$$\beta = \frac{\Sigma W - P}{\Sigma W} \quad \dots \text{式(9.4.1)}$$

$\beta$	軸力低減係数
$\Sigma W$	その層が支える重量 (kN)
P	その層に加わる浮力 (kN)

浮力が家屋全体に均一に作用する前提で、家屋の重量・浮力についてモデル家屋から計算した平均的な値を用いて、浸水深さ毎に上式の計算を行った結果を表 - 9.11, 表 - 9.12 に記します。浸水深さ $\eta=3.5\text{m}$ の場合、軸力低減係数 $\beta$ は軸組工法で-0.419 (1階) 0.948 (2階)、枠組壁工法で-0.313 (1階) 0.948 (2階) となります。なお、局部的に大きな吹き抜けが有る等の理由で浮力が家屋全体に均一に作用しない場合、柱毎に浮力を計算して上式から軸力低減係数 $\beta$ を計算する必要があります。

# 第9章 耐水化建築の具体的な検討の方法

表 - 9.11 軸力低減係数 (軸組工法)

種別	規模	階	浸水深さ (m)							
			1.500	2.000	2.500	3.000	3.500	4.000	4.500	5.000
軽い家屋	平屋建て	1階	0.688	0.526	0.364	0.202	0.043	-0.107	-0.258	-0.409
		2階建て	2階	1.000	1.000	1.000	1.000	0.948	0.786	0.624
	3階建て	1階	0.844	0.763	0.682	0.601	-0.419	-0.500	-0.581	-0.663
		3階	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
		2階	1.000	1.000	1.000	1.000	0.974	0.893	0.812	0.731
	重い家屋	平屋建て	1階	0.789	0.679	0.569	0.459	0.352	0.250	0.148
2階建て			2階	1.000	1.000	1.000	1.000	0.965	0.855	0.745
3階建て		1階	0.885	0.825	0.766	0.706	-0.046	-0.105	-0.165	-0.225
		3階	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
		2階	1.000	1.000	1.000	1.000	0.981	0.921	0.861	0.802
非常に重い家屋		平屋建て	1階	0.851	0.774	0.696	0.619	0.543	0.472	0.400
	2階建て		2階	1.000	1.000	1.000	1.000	0.975	0.898	0.820
	3階建て	1階	0.912	0.866	0.820	0.773	0.195	0.148	0.102	0.056
		3階	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
		2階	1.000	1.000	1.000	1.000	0.985	0.939	0.893	0.847
	非常に重い家屋	3階建て	1階	0.936	0.903	0.870	0.837	0.804	0.771	0.738

注: 着色したセルは、軸力低減係数が負になる (水平力を考慮しない状態で、柱脚に引っ張り力が生じる)。

表 - 9.12 軸力低減係数 (枠組壁工法)

種別	規模	階	浸水深さ (m)							
			1.500	2.000	2.500	3.000	3.500	4.000	4.500	5.000
軽い家屋	平屋建て	1階	0.326	0.230	0.134	0.038	-0.048	-0.119	-0.189	-0.260
		2階建て	2階	1.000	1.000	1.000	1.000	0.948	0.810	0.673
	3階建て	1階	0.562	0.500	0.437	0.375	-0.313	-0.382	-0.451	-0.519
		3階	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
		2階	1.000	1.000	1.000	1.000	0.969	0.888	0.808	0.727
	重い家屋	平屋建て	1階	0.453	0.375	0.297	0.219	0.149	0.091	0.034
2階建て			2階	1.000	1.000	1.000	1.000	0.960	0.854	0.748
3階建て		1階	0.683	0.638	0.593	0.548	0.051	0.001	-0.049	-0.098
		3階	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
		2階	1.000	1.000	1.000	1.000	0.979	0.923	0.867	0.812
非常に重い家屋		平屋建て	1階	0.775	0.743	0.711	0.679	0.646	0.611	0.576
	2階建て		2階	1.000	1.000	1.000	1.000	0.969	0.886	0.804
	3階建て	1階	0.720	0.681	0.641	0.601	0.162	0.118	0.074	0.030
		3階	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
		2階	1.000	1.000	1.000	1.000	0.982	0.933	0.885	0.836
	非常に重い家屋	3階建て	1階	0.795	0.765	0.736	0.707	0.677	0.644	0.612

注: 着色したセルは、軸力低減係数が負になる (水平力を考慮しない状態で、柱脚に引っ張り力が生じる)。

# 第9章 耐水化建築の具体的な検討の方法

第1章
第2章
第3章
第4章
第5章
第6章
第7章
第8章
第9章

## (2) 水平力の割り増し係数

浸水により筋交いに加わる水平力は、浸水深さや流速から家屋に働く水圧を定めて計算するべきですが、水圧の設定方法には不明な点が多いので、建屋の設計用水平力（地震力と風力の大きい方）割り増し係数を乗じて使用します。この割り増し係数は、滋賀県内の河川氾濫解析の結果から 1.5 としています。これは、浸水深さ $\eta=3\sim 3.5\text{m}$ の場合に、モデル家屋に作用する家屋流失の生じ始める流体力 $u^2 \cdot \eta$ が $2.5\sim 3\text{m}^3/\text{s}^2$ に相当します。

## (3) 接合金物に加わる力（軸組工法）

軸組工法では、柱脚接合部に加わる引っ張り力 $T$ は下式により計算します。これは、「軸組工法の許容応力度設計」（日本住宅・木材技術センター、2008）に記載の地震力に対する検討式について、軸力低減係数 $\beta$ および水平力による割り増し係数 $\gamma$ を考慮したものです。 $\Delta Q_a$ 、 $N_w$ 等の値は、地震力に対する検討で使用したものをそのまま使用します。

(最上階)	$T = \gamma \cdot (\Delta Q_{a1} \cdot H_1 \cdot B_1) - \beta \cdot N_w$	..... 式(9.4.2)
(上から二番目の階)	$T = \gamma \cdot (\Delta Q_{a1} \cdot H_1 \cdot B_1 + \Delta Q_{a2} \cdot H_2 \cdot B_2) - \beta \cdot N_w$	
(上から三番目の階)	$T = \gamma \cdot (\Delta Q_{a1} \cdot H_1 \cdot B_1 + \Delta Q_{a2} \cdot H_2 \cdot B_2 + \Delta Q_{a3} \cdot H_3 \cdot B_3) - \beta \cdot N_w$	

- $T$  柱の引き抜き力 (kN)
- $\Delta Q_{a1-3}$  柱の左・右側にある壁の短期許容せん断耐力の差 (kN)
- $H_{1-3}$  階高 (m)
- $B_{1-3}$  周辺部材による押さえ効果を表す係数  
(=0.8：出隅、=0.5：その他)
- $N_w$  鉛直荷重による柱に加わる圧縮力 (kN)
- $\beta$  軸力低減係数
- $\gamma$  水平力による割り増し係数 (=1.5)

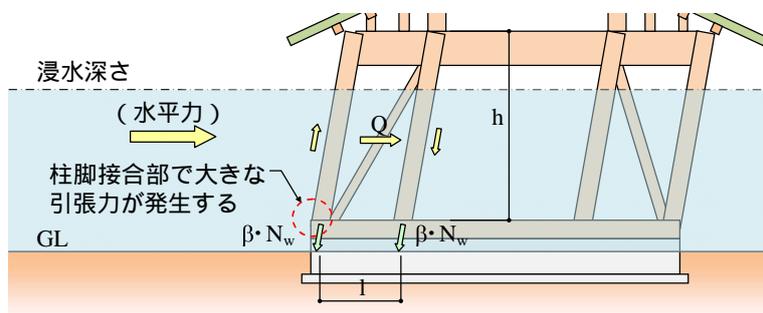


図 - 9.4 接合金物に加わる力（軸組工法）

上記の検討は、 $N$  値計算でも下式により同様に行えます。下式で接合金物毎に計算した  $N$  値が、接合金物の終局耐力に相当する（終局耐力 (kN) / 5.3）を超えない事を確認します。

# 第9章 耐水化建築の具体的な検討の方法

- 第1章
- 第2章
- 第3章
- 第4章
- 第5章
- 第6章
- 第7章
- 第8章
- 第9章

(平屋建ておよび二階建ての2階)  $N = \gamma \cdot (A_1 \cdot B_1) - \beta \cdot L$  ..... 式(9.4.3)

(二階建ての1階)  $N = \gamma \cdot (A_1 \cdot B_1 + A_2 \cdot B_2) - \beta \cdot L$

N	Nの値
$A_{1-2}$	柱の両側における壁倍率の差
$B_{1-2}$	周辺部材による押さえ効果を表す係数 (=0.8:出隅、=0.5:その他)
L	鉛直荷重による押さえ効果を表す係数 (平屋建ておよび二階建ての2階: =0.4:出隅、 =0.6:その他、 二階建ての1階: =1.0:出隅、=1.6:その他)
$\beta$	軸力低減係数
$\gamma$	水平力による割り増し係数 (=1.5)

### (4) 接合金物に加わる力(桝組壁工法)

桝組壁工法では、柱脚接合部に加わる引っ張り力  $T$  は下式により計算します。これは、「桝組壁工法建築物構造設計指針」(日本ツーバイフォー建築協会、2011)の計算式を基に、軸力低減係数 $\beta$  および水平力による割り増し係数 $\gamma$  を考慮したものです。桝組壁工法では桝組壁下面の釘も柱の引き抜きに抵抗すると考え、接合金物に加わる引き抜き力は、釘の終局耐力を差し引いた残りと考えます。釘の引き抜き耐力は、「木質構造設計規準」(日本建築学会、2002)に準じて設定します。ここでは、釘は桝組壁構造として標準的なCN90F@445とし、その引き抜き耐力は1.6kN/本とします。

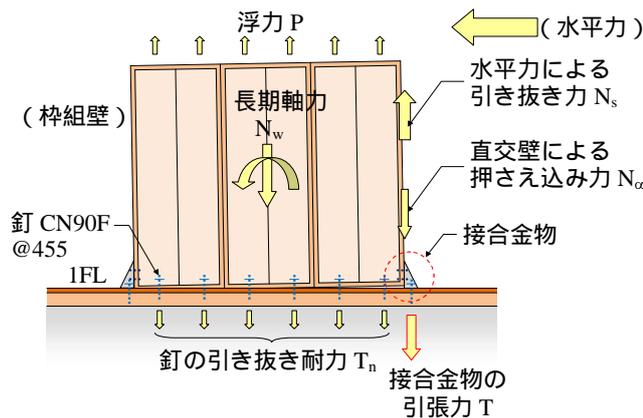


図 - 9.5 接合金物に加わる力(桝組壁工法)

$$T = \gamma \cdot N_s - N_\alpha - n \cdot T_n - \beta \cdot N_w$$

..... 式(9.4.4)

$N_s$	水平力による引き抜き力 (kN)
$N_\alpha$	直交壁による押さえ込み力 (kN)

# 第9章 耐水化建築の具体的な検討の方法

- 第1章
- 第2章
- 第3章
- 第4章
- 第5章
- 第6章
- 第7章
- 第8章
- 第9章

$N_w$	長期軸力 (kN)
$T_n$	釘の引き抜き耐力 (kN)
$n$	釘の本数 (本)
$\beta$	軸力低減係数
$\gamma$	水平力による割り増し係数 (=1.5)

## (5) 接合金物の照査

浸水により家屋に生じる浮力および水平力によって、柱脚が引き抜けて家屋流失に至らない事を、下式により確認します。接合金物の終局耐力  $T_u$  は、「木造軸組工法住宅の限界耐力計算による設計の手引き」(住宅・木材技術センター、2005年)に記載の値を使用し、同書に記載のない接合金物はメーカー資料等を参照します。検討は、全ての接合金物について行う必要があります。

$$s = \frac{T_u}{T} > 1 \quad \dots \text{式(9.4.5)}$$

$T_u$	接合金物の終局耐力 (kN)
$T$	柱の引き抜き力 (kN)

表 - 9.13, 表 - 9.14 に、接合金物の強度検討結果を示します。左列が通常的设计と同よ様に地震力によって計算を行った結果(浮力を考慮しない)、右列は上記の方法で浮力を考慮した場合となります。浮力を考慮した場合、接合金物が軸組工法で全体の6割、枠組壁工法で全体の5割程度について安全率1を下回っており、そのままでは耐えられない結果となっています。

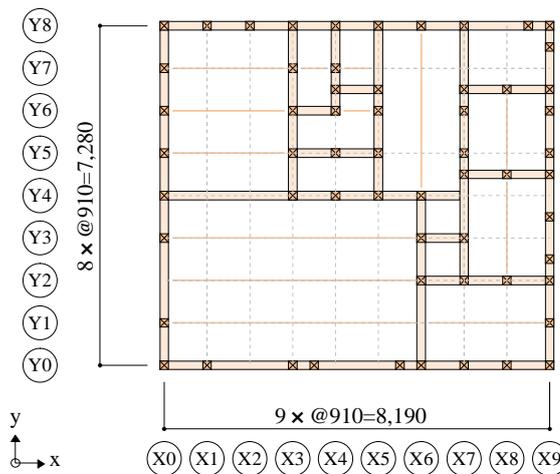


図 - 9.6 1F 床梁伏図

# 第9章 耐水化建築の具体的な検討の方法

表 - 9.13 接合金物の検討 (軸組工法)

通り	位置	加力方向	浮力を考慮しない場合 (短期許容耐力)			金物の名称	浮力を考慮した場合 (終局耐力)			判定
			T (kN)	T <sub>a</sub> (kN)	T <sub>a</sub> / T		T (kN)	T <sub>u</sub> (kN)	T <sub>u</sub> / T	
X0	Y0	Y+	24.5	25.0	1.019	25kN級 <sup>※</sup> の金物	21.0	39.0	1.854	
X1	Y0	X-	9.5	10.0	1.049	10kN級 <sup>※</sup> の金物	13.0	17.0	1.303	
X3	Y0	X+	10.0	10.0	1.004	10kN級 <sup>※</sup> の金物	12.9	17.0	1.321	
X3.5	Y0	X-	-2.3				15.0		NG	×
X5.5	Y0	X+	1.2	3.4	2.793	L字型かど金物	13.6	6.2	0.455	×
X6	Y0	X-	3.6	5.1	1.416	T字型かど金物	1.5	9.4	6.130	
X7	Y0	X-	3.0	3.4	1.144	L字型かど金物	8.3	6.2	0.743	×
X8	Y0	X+	8.2	8.5	1.031	短冊金物+スクリュー釘	9.2	12.8	1.391	
X9	Y0	X-	24.5	25.0	1.019	25kN級 <sup>※</sup> の金物	21.0	39.0	1.854	
X6	Y0.5	Y-	2.9	3.4	1.158	L字型かど金物	4.6	6.2	1.356	
X0	Y1	Y-	4.3	5.1	1.170	T字型かど金物	9.8	9.4	0.961	×
X9	Y1	Y+	9.4	10.0	1.059	10kN級 <sup>※</sup> の金物	18.8	17.0	0.905	×
X6	Y1.5	Y+	2.9	3.4	1.158	L字型かど金物	4.6	6.2	1.356	
X6	Y2	X+	-2.1				6.7		NG	×
X7	Y2	Y+	0.7	1.1	1.612	かすがい打	5.5	1.6	0.290	×
X8	Y2	X+	1.1	3.4	3.004	L字型かど金物	4.4	6.2	1.417	
X9	Y2	Y-	5.5	5.9	1.073	山形プレート	15.2	14.0	0.922	×
X0	Y3	Y+	8.0	8.5	1.063	短冊金物+スクリュー釘	21.6	12.8	0.591	×
X6	Y3	X-	-1.7				1.0		NG	×
X7	Y3	X-	0.6	1.1	1.701	かすがい打	4.6	1.6	0.349	×
X9	Y3	Y+	3.4	5.1	1.487	T字型かど金物	16.1	9.4	0.586	×
X0	Y4	Y-	3.1	3.4	1.083	L字型かど金物	18.9	6.2	0.329	×
X3	Y4	Y+	-5.0				12.9		NG	×
X4	Y4	X-	-9.2				4.5		NG	×
X5	Y4	Y+	3.5	5.1	1.463	T字型かど金物	12.9	9.4	0.730	×
X6	Y4	Y-	-3.5				7.2		NG	×
X9	Y4	Y-	5.0	5.1	1.018	T字型かど金物	11.1	9.4	0.849	×
X7	Y4.5	Y+	-0.1				2.0		NG	×
X8	Y4.5	X+	0.9	1.1	1.271	かすがい打	2.1	1.6	0.776	×
X9	Y4.5	X-	0.4	1.1	3.000	かすがい打	2.7	1.6	0.582	×
X3	Y5	Y-	4.2	5.1	1.201	T字型かど金物	11.4	9.4	0.825	×
X4	Y5	X-	3.5	5.1	1.467	T字型かど金物	4.7	9.4	2.016	
X5	Y5	Y-	9.1	10.0	1.096	10kN級 <sup>※</sup> の金物	16.4	17.0	1.036	
X7	Y5	X-	-1.4				0.6		NG	×
X9	Y5	Y-	0.4	1.1	3.042	かすがい打	8.2	1.6	0.196	×
X0	Y6	Y+	3.7	5.1	1.378	T字型かど金物	14.7	9.4	0.641	×
X3	Y6	X+	-1.6				1.9		NG	×
X4	Y6	Y+	0.4	1.1	2.571	かすがい打	5.6	1.6	0.285	×
X5	Y6	Y+	3.4	3.4	1.006	L字型かど金物	5.7	6.2	1.097	
X7	Y6	X-	-1.4				0.6		NG	×
X9	Y6	Y+	1.5	3.4	2.202	L字型かど金物	7.7	6.2	0.808	×
X4	Y6.5	X+	0.3	1.1	3.789	かすがい打	0.8	1.6	1.927	
X5	Y6.5	X-	-0.9				1.3		NG	×
X7	Y6.5	Y-	-3.3				4.3		NG	×
X9	Y6.5	X-	1.5	3.4	2.307	L字型かど金物	3.0	6.2	2.089	
X0	Y7	Y-	1.5	3.4	2.195	L字型かど金物	12.5	6.2	0.495	×
X3	Y7	X-	-3.5				1.5		NG	×
X4	Y7	X-	-1.1				0.5		NG	×
X5	Y7	X-	-2.3				1.0		NG	×
X9	Y7	Y-	2.5	3.4	1.357	L字型かど金物	7.2	6.2	0.865	×
X9	Y7.5	Y+	3.8	5.1	1.324	T字型かど金物	6.6	9.4	1.422	
X0	Y8	X+	22.4	25.0	1.118	25kN級 <sup>※</sup> の金物	17.3	39.0	2.254	
X1	Y8	X-	2.6	3.4	1.285	L字型かど金物	1.0	6.2	6.270	
X2	Y8	X+	0.9	1.1	1.161	かすがい打	1.7	1.6	0.941	×
X3	Y8	Y-	1.6	3.4	2.099	L字型かど金物	3.5	6.2	1.777	
X4	Y8	X-	2.5	3.4	1.344	L字型かど金物	8.5	6.2	0.727	×
X5	Y8	Y-	3.1	3.4	1.083	L字型かど金物	5.8	6.2	1.078	
X6	Y8	X+	5.3	5.9	1.119	山形プレート	9.8	14.0	1.425	
X7	Y8	X-	2.9	3.4	1.160	L字型かど金物	1.2	6.2	5.227	
X8	Y8	X-	4.8	5.1	1.061	T字型かど金物	10.7	9.4	0.875	×
X9	Y8	Y-	25.0	25.0	1.001	25kN級 <sup>※</sup> の金物	20.3	39.0	1.918	

注:Tはプラスが引張力を示す。

# 第9章 耐水化建築の具体的な検討の方法

表 - 9.14 接合金物の検討 ( 枠組壁工法 )

通り	位置	パネル枚数	部位	荷重ケース	浮力を考慮しない場合 ( 許容応力 )			接合金物	浮力を考慮した場合 ( 終局耐力 )			判定
					T (kN)	T <sub>a</sub> (kN)	T <sub>a</sub> / T		T (kN)	T <sub>a</sub> (kN)	T <sub>a</sub> / T	
X0	Y0-Y1	1	L	1	1.1	3.4	3.174	角金物 ( CPL・CPT )	11.9	6.2	0.523	×
			R	3	-0.7				-1.1			
X0	Y3-Y4	1	L	1	-4.7				11.5		NG	×
			R	3	-6.1				9.2		NG	
X0	Y6-Y8	2	L	3	-2.7			角金物 ( CPL・CPT )	-1.8			×
			R	1	1.9	3.4	1.756		12.9	6.2	0.479	
X3	Y4-Y8	4	L	1	-6.8				-2.0			
			R	3	-10.4				-0.9			
X4	Y6-Y7	1	L	1	-2.3				-2.5			
			R	2	-2.3				-2.5			
X5	Y4-Y5	1	L	1	3.5	4.1	1.157	帯金物 ( S-65 )	16.6	6.1	0.366	×
			R	3	8.5	9.0	1.064	金物 ( TH-18 )	15.1	15.2	1.007	
X5	Y6-Y8	2	L	1	3.2	3.4	1.065	角金物 ( CPL・CPT )	10.6	6.2	0.584	×
			R	3	3.2	3.4	1.065	角金物 ( CPL・CPT )	10.6	6.2	0.584	
X6	Y0-Y0a	0.5	L	1	-12.6				2.0		NG	×
			R	2	1.0	3.4	3.266		角金物 ( CPL・CPT )	-2.3	6.2	
X6	Y1a-Y4	2.5	L	3	-3.7				-3.7			
			R	1	-0.6				0.9		NG	
X7	Y2-Y3	1	L	1	-3.4				-5.3			
			R	2	-1.9				-5.8			
X7	Y4a-Y6a	2	L	1	-2.1				-5.7			
			R	2	-5.9				-4.6			
X9	Y1-Y2	1	L	1	4.4	5.6	1.261	金物 ( TC11 )	8.3	8.8	1.062	
			R	3	-1.7			8.2		NG		
X9	Y3-Y5	2	L	1	2.4	3.4	1.385	角金物 ( CPL・CPT )	5.3	6.2	1.171	
			R	3	1.8	3.4	1.878	角金物 ( CPL・CPT )	4.3	6.2	1.430	
X9	Y6-Y7	1	L	3	1.6	3.4	2.099	角金物 ( CPL・CPT )	6.1	6.2	1.009	
			R	1	3.9	4.1	1.055	帯金物 ( S-65 )	9.5	6.1	0.641	
X9	Y7a-Y8	0.5	L	2	0.8	3.4	4.097	角金物 ( CPL・CPT )	4.2	6.2	1.477	
			R	1	0.8	3.4	4.097	角金物 ( CPL・CPT )	4.2	6.2	1.477	
Y0	X0-X1	1	L	1	2.0	3.4	1.707	角金物 ( CPL・CPT )	13.2	6.2	0.469	×
			R	3	-0.6			3.1		NG		
Y0	X3-X3a	0.5	L	2	-10.6				2.1		NG	×
			R	1	-10.6				2.1		NG	
Y0	X5a-X7	1.5	L	1	-1.3				11.8		NG	×
			R	3	-2.9				9.5		NG	
Y0	X8-X9	1	L	3	-1.5			金物 ( TH-18 )	3.3		NG	×
			R	1	8.2	9.0	1.102		17.8	15.2	0.856	
Y2	X6-X7	1	L	1	-2.5				4.9		NG	×
			R	3	-1.4				-2.5			
Y2	X8-X9	1	L	3	-1.8				0.9		NG	×
			R	1	-0.6				7.6		NG	
Y4	X3-X5	2	L	3	-12.0				-2.0			×
			R	1	-14.4				4.4		NG	
Y5	X3-X4	1	L	1	-10.9				-3.0			
			R	2	-2.4				-5.6			
Y6a	X7-X9	2	L	1	-5.3				-7.9			
			R	2	-11.4				-6.0			
Y8	X0-X4	4	L	1	4.4	5.6	1.260	金物 ( TC11 )	13.8	8.8	0.637	×
			R	2	-6.9			-8.9				
Y8	X6-X8	2	L	1	1.7	3.4	2.042	角金物 ( CPL・CPT )	7.3	6.2	0.849	×
			R	3	0.5	3.4	7.116	角金物 ( CPL・CPT )	5.5	6.2	1.121	

注: Tはプラスが引張力を示す。

- 第1章
- 第2章
- 第3章
- 第4章
- 第5章
- 第6章
- 第7章
- 第8章
- 第9章

# 第9章 耐水化建築の具体的な検討の方法

- 第1章
- 第2章
- 第3章
- 第4章
- 第5章
- 第6章
- 第7章
- 第8章
- 第9章

## 第5節 対策方法の検討

前節で浸水に耐えられないとの結果となった接合部について、対策工を講じて耐えられるようにします。対策方法として、浮力を低減する方法と構造を強化する方法の2種類が考えられます。

### (1) 浮力を低減する方法

家屋に働く浮力のうち、床下の空気溜まりについては空気抜き孔を設ける事で低減出来ます。図 - 9.7 に、軸組工法における床下の空気抜き孔配置を示します。空気抜き孔は、1カ所当たり 100 ~ 150cm<sup>2</sup> 程度とし、梁・壁で囲まれた範囲で1カ所以上設ける必要があります。

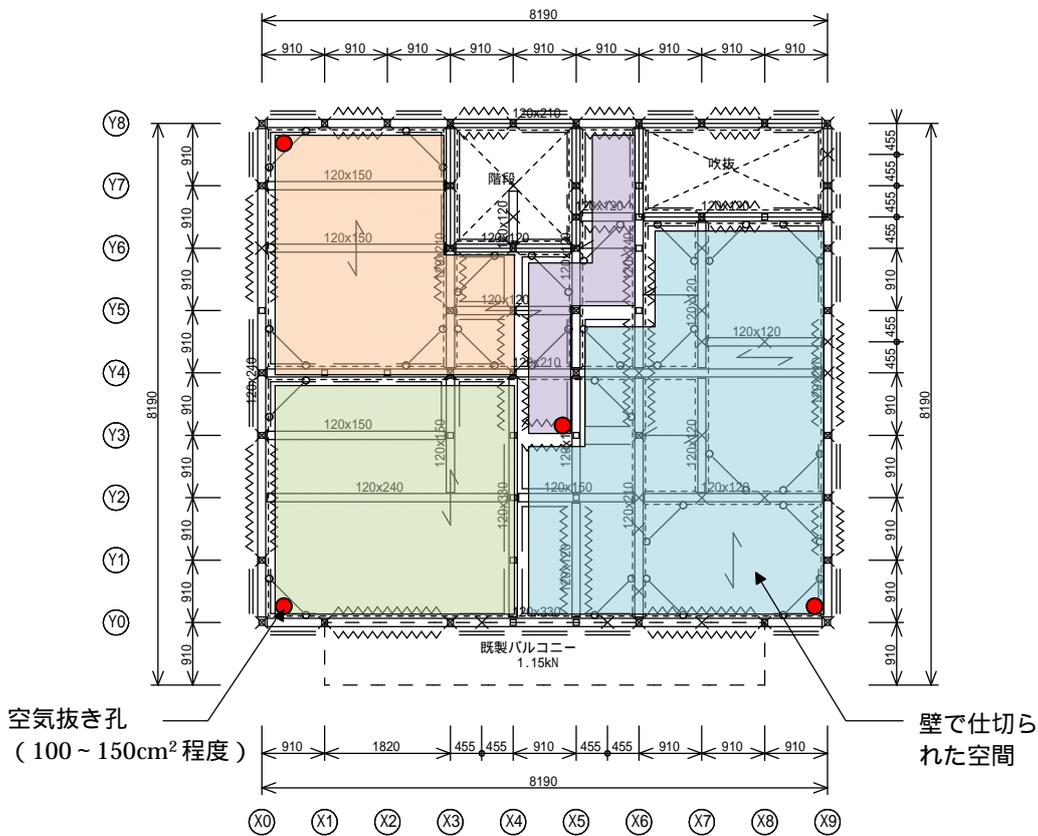


図 - 9.7 床下の空気抜き孔配置 (軸組工法)

この時の接合金物の照査方法は前節と同じですが、空気溜まりがなくなるため浮力の効果を表す軸力低減係数の値を大き目に取り出す事が出来ます。表 - 9.15, 表 - 9.16 に前節と同じモデル家屋について2~3階の床下空気溜まりがないとして計算した軸力低減係数の値、表 - 9.17, 表 - 9.18 に接合金物の検討結果を示します。接合金物の検討では、表の左半分が通常の方法 (浮力を考慮しない) で計算した結果、右半分が浮力を考慮して計算した結果であり、軸組工法で4割、桝組壁工法で3割程度の接合金物を強化する事で、浸水に耐えるようにしています。

# 第9章 耐水化建築の具体的な検討の方法

表 - 9.15 軸力低減係数（軸組工法、2～3階の空気溜まり無し）

種別	規模	階	浸水深さ (m)							
			1.500	2.000	2.500	3.000	3.500	4.000	4.500	5.000
軽い家屋	平屋建て	1階	0.688	0.526	0.364	0.202	0.043	-0.107	-0.258	-0.409
		2階建て	2階	1.000	1.000	1.000	1.000	0.948	0.786	0.624
	3階建て	1階	0.844	0.763	0.682	0.601	0.281	0.200	0.119	0.038
		3階	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
		2階	1.000	1.000	1.000	1.000	0.974	0.893	0.812	0.731
	重い家屋	平屋建て	1階	0.789	0.679	0.569	0.459	0.352	0.250	0.148
2階建て			2階	1.000	1.000	1.000	1.000	0.965	0.855	0.745
3階建て		1階	0.885	0.825	0.766	0.706	0.470	0.411	0.351	0.291
		3階	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
		2階	1.000	1.000	1.000	1.000	0.981	0.921	0.861	0.802
非常に重い家屋		平屋建て	1階	0.851	0.774	0.696	0.619	0.543	0.472	0.400
	2階建て		2階	1.000	1.000	1.000	1.000	0.975	0.898	0.820
	3階建て	1階	0.912	0.866	0.820	0.773	0.592	0.546	0.500	0.454
		3階	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
		2階	1.000	1.000	1.000	1.000	0.985	0.939	0.893	0.847
	非常に重い家屋	3階建て	1階	0.936	0.903	0.870	0.837	0.804	0.771	0.738

注: 着色したセルは、軸力低減係数が負になる(水平力を考慮しない状態で、柱脚に引っ張り力が生じる)。

表 - 9.16 軸力低減係数（枠組壁工法、2～3階の空気溜まり無し）

種別	規模	階	浸水深さ (m)							
			1.500	2.000	2.500	3.000	3.500	4.000	4.500	5.000
軽い家屋	平屋建て	1階	0.326	0.230	0.134	0.038	-0.048	-0.119	-0.189	-0.260
		2階建て	2階	1.000	1.000	1.000	1.000	0.948	0.810	0.673
	3階建て	1階	0.562	0.500	0.437	0.375	0.177	0.108	0.040	-0.029
		3階	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
		2階	1.000	1.000	1.000	1.000	0.969	0.888	0.808	0.727
	重い家屋	平屋建て	1階	0.691	0.647	0.603	0.559	0.513	0.465	0.416
2階建て			2階	1.000	1.000	1.000	1.000	0.960	0.854	0.748
3階建て		1階	0.683	0.638	0.593	0.548	0.405	0.355	0.306	0.256
		3階	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
		2階	1.000	1.000	1.000	1.000	0.979	0.923	0.867	0.812
非常に重い家屋		平屋建て	1階	0.775	0.743	0.711	0.679	0.646	0.611	0.576
	2階建て		2階	1.000	1.000	1.000	1.000	0.969	0.886	0.804
	3階建て	1階	0.720	0.681	0.641	0.601	0.475	0.431	0.387	0.343
		3階	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
		2階	1.000	1.000	1.000	1.000	0.982	0.933	0.885	0.836
	非常に重い家屋	3階建て	1階	0.795	0.765	0.736	0.707	0.677	0.644	0.612

注: 着色したセルは、軸力低減係数が負になる(水平力を考慮しない状態で、柱脚に引っ張り力が生じる)。

- 第1章
- 第2章
- 第3章
- 第4章
- 第5章
- 第6章
- 第7章
- 第8章
- 第9章

# 第9章 耐水化建築の具体的な検討の方法

- 第1章
- 第2章
- 第3章
- 第4章
- 第5章
- 第6章
- 第7章
- 第8章
- 第9章

表 - 9.17 接合金物の検討（軸組工法、2階の空気溜まり無し）

通り	位置	加力方向	浮力を考慮しない場合（短期許容耐力）				浮力を考慮した場合（終局耐力）				変更の有無
			T (kN)	T <sub>u</sub> (kN)	T <sub>u</sub> / T	金物の名称	T (kN)	T <sub>u</sub> (kN)	T <sub>u</sub> / T	金物の名称	
X0	Y0	Y+	24.5	25.0	1.019	25kN <sub>ホ-ル</sub> の金物	19.5	25.0	1.285	25kN <sub>ホ-ル</sub> の金物	-
X1	Y0	X-	9.5	10.0	1.049	10kN <sub>ホ-ル</sub> の金物	9.5	17.0	1.782	10kN <sub>ホ-ル</sub> の金物	-
X3	Y0	X+	10.0	10.0	1.004	10kN <sub>ホ-ル</sub> の金物	9.7	10.0	1.035	10kN <sub>ホ-ル</sub> の金物	-
X3.5	Y0	X-	-2.3				8.3	9.4	1.139	T字型かど金物	-
X5.5	Y0	X+	1.2	3.4	2.793	L字型かど金物	9.2	9.4	1.027	T字型かど金物	-
X6	Y0	X-	3.6	5.1	1.416	T字型かど金物	-1.0	5.1		T字型かど金物	-
X7	Y0	X-	3.0	3.4	1.144	L字型かど金物	6.9	9.4	1.359	T字型かど金物	-
X8	Y0	X+	8.2	8.5	1.031	短冊金物+スクリュー釘	6.4	8.5	1.334	短冊金物+スクリュー釘	-
X9	Y0	X-	24.5	25.0	1.019	25kN <sub>ホ-ル</sub> の金物	19.5	25.0	1.285	25kN <sub>ホ-ル</sub> の金物	-
X6	Y0.5	Y-	2.9	3.4	1.158	L字型かど金物	4.5	6.2	1.377	L字型かど金物	-
X0	Y1	Y-	4.3	5.1	1.170	T字型かど金物	6.0	9.4	1.578	T字型かど金物	-
X9	Y1	Y+	9.4	10.0	1.059	10kN <sub>ホ-ル</sub> の金物	17.1	33.0	1.929	15kN <sub>ホ-ル</sub> の金物	-
X6	Y1.5	Y+	2.9	3.4	1.158	L字型かど金物	4.5	6.2	1.377	L字型かど金物	-
X6	Y2	X+	-2.1				3.1	6.2	2.004	L字型かど金物	-
X7	Y2	Y+	0.7	1.1	1.612	かすがい打	3.9	6.2	1.602	L字型かど金物	-
X8	Y2	X+	1.1	3.4	3.004	L字型かど金物	3.4	6.2	1.827	L字型かど金物	-
X9	Y2	Y-	5.5	5.9	1.073	山形プレート	12.6	14.0	1.107	山形プレート	-
X0	Y3	Y+	8.0	8.5	1.063	短冊金物+スクリュー釘	15.2	17.0	1.115	10kN <sub>ホ-ル</sub> の金物	-
X6	Y3	X-	-1.7				-1.9				-
X7	Y3	X-	0.6	1.1	1.701	かすがい打	3.3	6.2	1.904	L字型かど金物	-
X9	Y3	Y+	3.4	5.1	1.487	T字型かど金物	12.1	12.8	1.057	短冊金物+スクリュー釘	-
X0	Y4	Y-	3.1	3.4	1.083	L字型かど金物	12.3	12.8	1.035	短冊金物+スクリュー釘	-
X3	Y4	Y+	-5.0				5.5	6.2	1.138	L字型かど金物	-
X4	Y4	X-	-9.2				-3.0				-
X5	Y4	Y+	3.5	5.1	1.463	T字型かど金物	9.2	9.4	1.017	T字型かど金物	-
X6	Y4	Y-	-3.5				2.7	6.2	2.286	L字型かど金物	-
X9	Y4	Y-	5.0	5.1	1.018	T字型かど金物	9.8	12.8	1.306	短冊金物+スクリュー釘	-
X7	Y4.5	Y+	-0.1				1.2	1.6	1.334	かすがい打	-
X8	Y4.5	X+	0.9	1.1	1.271	かすがい打	1.8	6.2	3.493	L字型かど金物	-
X9	Y4.5	X-	0.4	1.1	3.000	かすがい打	1.9	6.2	3.193	L字型かど金物	-
X3	Y5	Y-	4.2	5.1	1.201	T字型かど金物	9.5	12.8	1.335	短冊金物+スクリュー釘	-
X4	Y5	X-	3.5	5.1	1.467	T字型かど金物	3.2	5.1	1.584	T字型かど金物	-
X5	Y5	Y-	9.1	10.0	1.096	10kN <sub>ホ-ル</sub> の金物	13.8	17.0	1.236	10kN <sub>ホ-ル</sub> の金物	-
X7	Y5	X-	-1.4				-0.4				-
X9	Y5	Y-	0.4	1.1	3.042	かすがい打	5.4	6.2	1.152	L字型かど金物	-
X0	Y6	Y+	3.7	5.1	1.378	T字型かど金物	11.3	12.8	1.125	短冊金物+スクリュー釘	-
X3	Y6	X+	-1.6				-1.3				-
X4	Y6	Y+	0.4	1.1	2.571	かすがい打	3.8	6.2	1.632	L字型かど金物	-
X5	Y6	Y+	3.4	3.4	1.006	L字型かど金物	3.8	6.2	1.642	L字型かど金物	-
X7	Y6	X-	-1.4				-0.4				-
X9	Y6	Y+	1.5	3.4	2.202	L字型かど金物	5.7	6.2	1.085	L字型かど金物	-
X4	Y6.5	X+	0.3	1.1	3.789	かすがい打	0.7	1.6	2.341	かすがい打	-
X5	Y6.5	X-	-0.9				0.4	1.6	4.475	かすがい打	-
X7	Y6.5	Y-	-3.3				0.9	1.6	1.763	かすがい打	-
X9	Y6.5	X-	1.5	3.4	2.307	L字型かど金物	1.4	3.4	2.450	L字型かど金物	-
X0	Y7	Y-	1.5	3.4	2.195	L字型かど金物	8.8	9.4	1.069	T字型かど金物	-
X3	Y7	X-	-3.5				-1.0				-
X4	Y7	X-	-1.1				-0.3				-
X5	Y7	X-	-2.3				-0.6				-
X9	Y7	Y-	2.5	3.4	1.357	L字型かど金物	5.9	6.2	1.048	L字型かど金物	-
X9	Y7.5	Y+	3.8	5.1	1.324	T字型かど金物	6.3	9.4	1.494	T字型かど金物	-
X0	Y8	X+	22.4	25.0	1.118	25kN <sub>ホ-ル</sub> の金物	15.9	25.0	1.572	25kN <sub>ホ-ル</sub> の金物	-
X1	Y8	X-	2.6	3.4	1.285	L字型かど金物	-0.7	3.4		L字型かど金物	-
X2	Y8	X+	0.9	1.1	1.161	かすがい打	-1.1	1.1		かすがい打	-
X3	Y8	Y-	1.6	3.4	2.099	L字型かど金物	1.4	3.4	2.340	L字型かど金物	-
X4	Y8	X-	2.5	3.4	1.344	L字型かど金物	6.8	9.4	1.383	T字型かど金物	-
X5	Y8	Y-	3.1	3.4	1.083	L字型かど金物	3.7	6.2	1.671	L字型かど金物	-
X6	Y8	X+	5.3	5.9	1.119	山形プレート	5.9	14.0	2.361	山形プレート	-
X7	Y8	X-	2.9	3.4	1.160	L字型かど金物	-0.4	3.4		L字型かど金物	-
X8	Y8	X-	4.8	5.1	1.061	T字型かど金物	9.4	12.8	1.351	短冊金物+スクリュー釘	-
X9	Y8	Y-	25.0	25.0	1.001	25kN <sub>ホ-ル</sub> の金物	19.3	25.0	1.298	25kN <sub>ホ-ル</sub> の金物	-

注:Tはプラスが引張力を示す。接合金物を変更しない場合、Tuの欄はTaを表示する。

# 第9章 耐水化建築の具体的な検討の方法

表 - 9.18 接合金物の検討 ( 枠組壁工法、2階の空気溜まり無し )

通り	位置	パネル枚数	部位	荷重ケース	浮力を考慮しない場合 ( 許容応力 )			浮力を考慮した場合 ( 終局耐力 )			変更の有無		
					T (kN)	T <sub>a</sub> (kN)	T <sub>a</sub> / T	接合金物	T (kN)	T <sub>u</sub> (kN)		T <sub>u</sub> / T	接合金物
X0	Y0-Y1	1	L	1	1.1	3.4	3.174	角金物 ( CPL・CPT )	7.4	8.8	1.197	金物 ( TC11 )	
			R	3	-0.7				-2.8				
X0	Y3-Y4	1	L	1	-4.7				5.6	6.1	1.084	帯金物 ( S-65 )	
			R	3	-6.1				3.4	6.1	1.801	帯金物 ( S-65 )	
X0	Y6-Y8	2	L	3	-2.7				-4.1				
			R	1	1.9	3.4	1.756	角金物 ( CPL・CPT )	8.5	8.8	1.036	金物 ( TC11 )	
X3	Y4-Y8	4	L	1	-6.8				-8.5				
			R	3	-10.4				-9.2				
X4	Y6-Y7	1	L	1	-2.3				-3.6				
			R	2	-2.3				-3.6				
X5	Y4-Y5	1	L	1	3.5	4.1	1.157	帯金物 ( S-65 )	11.8	12.2	1.029	帯金物 ( SW-67 )	
			R	3	8.5	9.0	1.064	金物 ( TH-18 )	12.7	15.2	1.196	金物 ( TH-18 )	
X5	Y6-Y8	2	L	1	3.2	3.4	1.065	角金物 ( CPL・CPT )	7.3	8.8	1.205	金物 ( TC11 )	
			R	3	3.2	3.4	1.065	角金物 ( CPL・CPT )	7.3	8.8	1.205	金物 ( TC11 )	
X6	Y0-Y0a	0.5	L	1	-12.6				-5.0				
			R	2	1.0	3.4	3.266	角金物 ( CPL・CPT )	-2.5			角金物 ( CPL・CPT )	
X6	Y1a-Y4	2.5	L	3	-3.7				-6.4				
			R	1	-0.6				-1.7				
X7	Y2-Y3	1	L	1	-3.4				-7.0				
			R	2	-1.9				-6.7				
X7	Y4a-Y6a	2	L	1	-2.1				-6.8				
			R	2	-5.9				-7.4				
X9	Y1-Y2	1	L	1	4.4	5.6	1.261	金物 ( TC11 )	7.0	8.8	1.261	金物 ( TC11 )	
			R	3	-1.7				4.4	6.1	1.373	帯金物 ( S-65 )	
X9	Y3-Y5	2	L	1	2.4	3.4	1.385	角金物 ( CPL・CPT )	3.1	6.1	1.949	角金物 ( CPL・CPT )	
			R	3	1.8	3.4	1.878	角金物 ( CPL・CPT )	2.2	6.1	2.813	角金物 ( CPL・CPT )	
X9	Y6-Y7	1	L	3	1.6	3.4	2.099	角金物 ( CPL・CPT )	4.3	6.1	1.426	角金物 ( CPL・CPT )	
			R	1	3.9	4.1	1.055	帯金物 ( S-65 )	7.6	8.8	1.153	金物 ( TC11 )	
X9	Y7a-Y8	0.5	L	2	0.8	3.4	4.097	角金物 ( CPL・CPT )	3.0	6.1	2.053	角金物 ( CPL・CPT )	
			R	1	0.8	3.4	4.097	角金物 ( CPL・CPT )	3.0	6.1	2.053	角金物 ( CPL・CPT )	
Y0	X0-X1	1	L	1	2.0	3.4	1.707	角金物 ( CPL・CPT )	8.7	8.8	1.010	金物 ( TC11 )	
			R	3	-0.6				0.3	6.1	>10	帯金物 ( S-65 )	
Y0	X3-X3a	0.5	L	2	-10.6				-3.2				
			R	1	-10.6				-3.2				
Y0	X5a-X7	1.5	L	1	-1.3				6.8	8.8	1.300	金物 ( TC11 )	
			R	3	-2.9				4.4	6.1	1.376	帯金物 ( S-65 )	
Y0	X8-X9	1	L	3	-1.5				0.9	6.1	6.584	帯金物 ( S-65 )	
			R	1	8.2	9.0	1.102	金物 ( TH-18 )	15.4	24.0	1.558	ホルダ金物 ( S-HD15 )	
Y2	X6-X7	1	L	1	-2.5				0.9	6.1	7.121	帯金物 ( S-65 )	
			R	3	-1.4				-4.1				
Y2	X8-X9	1	L	3	-1.8				-1.0				
			R	1	-0.6				4.4	6.1	1.387	帯金物 ( S-65 )	
Y4	X3-X5	2	L	3	-12.0				-8.9				
			R	1	-14.4				-5.2				
Y5	X3-X4	1	L	1	-10.9				-8.3				
			R	2	-2.4				-6.8				
Y6a	X7-X9	2	L	1	-5.3				-10.5				
			R	2	-11.4				-11.6				
Y8	X0-X4	4	L	1	4.4	5.6	1.260	金物 ( TC11 )	7.6	8.8	1.165	金物 ( TC11 )	
			R	2	-6.9				-13.6				
Y8	X6-X8	2	L	1	1.7	3.4	2.042	角金物 ( CPL・CPT )	4.3	6.1	1.426	角金物 ( CPL・CPT )	
			R	3	0.5	3.4	7.116	角金物 ( CPL・CPT )	2.5	6.1	2.437	角金物 ( CPL・CPT )	

注: Tはプラスが引張力を示す。接合金物を変更しない場合、Tuの欄はTaを表示する。

- 第1章
- 第2章
- 第3章
- 第4章
- 第5章
- 第6章
- 第7章
- 第8章
- 第9章

## 第9章 耐水化建築の具体的な検討の方法

---

第1章

第2章

第3章

第4章

第5章

第6章

第7章

第8章

第9章

### (2) 家屋の構造を強化する方法

家屋に作用する浮力はそのままで、接合金物を強化する事で柱脚の引き抜き力を抑えて、家屋流失を防ぐ事も考えられます。検討方法は前節と同じで、終局耐力が計算結果の引き抜き力を上回る接合金物を選択する事で浮き上がりを抑えます。表 - 9.19, 表 - 9.20 に、接合金物の検討結果を示します。軸組工法で6割、枠組壁工法で全体の5割程度の接合金物を強いものに変更する事で、浸水に耐えるようにしています。前節の空気抜き孔のない場合と比較すると、強化する接合金物の数は2割程度増える事になります。

# 第9章 耐水化建築の具体的な検討の方法

表 - 9.19 接合金物の検討 (軸組工法)

通り	位置	加力方向	浮力を考慮しない場合 (短期許容耐力)				浮力を考慮した場合 (終局耐力)				変更の有無
			T (kN)	T <sub>a</sub> (kN)	T <sub>a</sub> / T	金物の名称	T (kN)	T <sub>u</sub> (kN)	T <sub>u</sub> / T	金物の名称	
X0	Y0	Y+	24.5	25.0	1.019	25kN <sub>引</sub> の金物	21.0	25.0	1.189	25kN <sub>引</sub> の金物	-
X1	Y0	X-	9.5	10.0	1.049	10kN <sub>引</sub> の金物	13.0	17.0	1.303	10kN <sub>引</sub> の金物	-
X3	Y0	X+	10.0	10.0	1.004	10kN <sub>引</sub> の金物	12.9	17.0	1.321	10kN <sub>引</sub> の金物	-
X3.5	Y0	X-	-2.3				15.0	17.0	1.135	10kN <sub>引</sub> の金物	-
X5.5	Y0	X+	1.2	3.4	2.793	L字型かど金物	13.6	14.0	1.027	山形プレート	-
X6	Y0	X-	3.6	5.1	1.416	T字型かど金物	1.5	5.1	3.306	T字型かど金物	-
X7	Y0	X-	3.0	3.4	1.144	L字型かど金物	8.3	9.4	1.126	T字型かど金物	-
X8	Y0	X+	8.2	8.5	1.031	短冊金物+スクリュー釘	9.2	12.8	1.391	短冊金物+スクリュー釘	-
X9	Y0	X-	24.5	25.0	1.019	25kN <sub>引</sub> の金物	21.0	25.0	1.189	25kN <sub>引</sub> の金物	-
X6	Y0.5	Y-	2.9	3.4	1.158	L字型かど金物	4.6	6.2	1.356	L字型かど金物	-
X0	Y1	Y-	4.3	5.1	1.170	T字型かど金物	9.8	12.8	1.303	短冊金物+スクリュー釘	-
X9	Y1	Y+	9.4	10.0	1.059	10kN <sub>引</sub> の金物	18.8	33.0	1.756	15kN <sub>引</sub> の金物	-
X6	Y1.5	Y+	2.9	3.4	1.158	L字型かど金物	4.6	6.2	1.356	L字型かど金物	-
X6	Y2	X+	-2.1				6.7	9.4	1.409	T字型かど金物	-
X7	Y2	Y+	0.7	1.1	1.612	かすがい打	5.5	6.2	1.124	L字型かど金物	-
X8	Y2	X+	1.1	3.4	3.004	L字型かど金物	4.4	6.2	1.417	L字型かど金物	-
X9	Y2	Y-	5.5	5.9	1.073	山形プレート	15.2	17.0	1.119	10kN <sub>引</sub> の金物	-
X0	Y3	Y+	8.0	8.5	1.063	短冊金物+スクリュー釘	21.6	33.0	1.530	15kN <sub>引</sub> の金物	-
X6	Y3	X-	-1.7				1.0	1.6	1.560	かすがい打	-
X7	Y3	X-	0.6	1.1	1.701	かすがい打	4.6	6.2	1.354	L字型かど金物	-
X9	Y3	Y+	3.4	5.1	1.487	T字型かど金物	16.1	17.0	1.059	10kN <sub>引</sub> の金物	-
X0	Y4	Y-	3.1	3.4	1.083	L字型かど金物	18.9	33.0	1.750	15kN <sub>引</sub> の金物	-
X3	Y4	Y+	-5.0				12.9	13.0	1.008	羽子板ボルト	-
X4	Y4	X-	-9.2				4.5	6.2	1.374	L字型かど金物	-
X5	Y4	Y+	3.5	5.1	1.463	T字型かど金物	12.9	13.0	1.010	羽子板ボルト	-
X6	Y4	Y-	-3.5				7.2	9.4	1.298	T字型かど金物	-
X9	Y4	Y-	5.0	5.1	1.018	T字型かど金物	11.1	12.8	1.151	短冊金物+スクリュー釘	-
X7	Y4.5	Y+	-0.1				2.0	6.2	3.093	L字型かど金物	-
X8	Y4.5	X+	0.9	1.1	1.271	かすがい打	2.1	6.2	3.007	L字型かど金物	-
X9	Y4.5	X-	0.4	1.1	3.000	かすがい打	2.7	6.2	2.257	L字型かど金物	-
X3	Y5	Y-	4.2	5.1	1.201	T字型かど金物	11.4	12.8	1.119	短冊金物+スクリュー釘	-
X4	Y5	X-	3.5	5.1	1.467	T字型かど金物	4.7	9.4	2.016	T字型かど金物	-
X5	Y5	Y-	9.1	10.0	1.096	10kN <sub>引</sub> の金物	16.4	17.0	1.036	10kN <sub>引</sub> の金物	-
X7	Y5	X-	-1.4				0.6	1.6	2.689	かすがい打	-
X9	Y5	Y-	0.4	1.1	3.042	かすがい打	8.2	9.4	1.151	T字型かど金物	-
X0	Y6	Y+	3.7	5.1	1.378	T字型かど金物	14.7	17.0	1.159	10kN <sub>引</sub> の金物	-
X3	Y6	X+	-1.6				1.9	6.2	3.182	L字型かど金物	-
X4	Y6	Y+	0.4	1.1	2.571	かすがい打	5.6	6.2	1.103	L字型かど金物	-
X5	Y6	Y+	3.4	3.4	1.006	L字型かど金物	5.7	6.2	1.097	L字型かど金物	-
X7	Y6	X-	-1.4				0.6	1.6	2.689	かすがい打	-
X9	Y6	Y+	1.5	3.4	2.202	L字型かど金物	7.7	9.4	1.225	T字型かど金物	-
X4	Y6.5	X+	0.3	1.1	3.789	かすがい打	0.8	1.6	1.927	かすがい打	-
X5	Y6.5	X-	-0.9				1.3	1.6	1.215	かすがい打	-
X7	Y6.5	Y-	-3.3				4.3	6.2	1.446	L字型かど金物	-
X9	Y6.5	X-	1.5	3.4	2.307	L字型かど金物	3.0	6.2	2.089	L字型かど金物	-
X0	Y7	Y-	1.5	3.4	2.195	L字型かど金物	12.5	12.8	1.018	短冊金物+スクリュー釘	-
X3	Y7	X-	-3.5				1.5	1.6	1.082	かすがい打	-
X4	Y7	X-	-1.1				0.5	1.6	3.503	かすがい打	-
X5	Y7	X-	-2.3				1.0	1.6	1.668	かすがい打	-
X9	Y7	Y-	2.5	3.4	1.357	L字型かど金物	7.2	9.4	1.311	T字型かど金物	-
X9	Y7.5	Y+	3.8	5.1	1.324	T字型かど金物	6.6	9.4	1.422	T字型かど金物	-
X0	Y8	X+	22.4	25.0	1.118	25kN <sub>引</sub> の金物	17.3	25.0	1.445	25kN <sub>引</sub> の金物	-
X1	Y8	X-	2.6	3.4	1.285	L字型かど金物	1.0	3.4	3.418	L字型かど金物	-
X2	Y8	X+	0.9	1.1	1.161	かすがい打	1.7	6.2	3.645	L字型かど金物	-
X3	Y8	Y-	1.6	3.4	2.099	L字型かど金物	3.5	6.2	1.777	L字型かど金物	-
X4	Y8	X-	2.5	3.4	1.344	L字型かど金物	8.5	9.4	1.102	T字型かど金物	-
X5	Y8	Y-	3.1	3.4	1.083	L字型かど金物	5.8	6.2	1.078	L字型かど金物	-
X6	Y8	X+	5.3	5.9	1.119	山形プレート	9.8	14.0	1.425	山形プレート	-
X7	Y8	X-	2.9	3.4	1.160	L字型かど金物	1.2	3.4	2.850	L字型かど金物	-
X8	Y8	X-	4.8	5.1	1.061	T字型かど金物	10.7	12.8	1.187	短冊金物+スクリュー釘	-
X9	Y8	Y-	25.0	25.0	1.001	25kN <sub>引</sub> の金物	20.3	25.0	1.229	25kN <sub>引</sub> の金物	-

注: Tはプラスが引張力を示す。接合金物を変更しない場合、Tuの欄はTaを表示する。

- 第1章
- 第2章
- 第3章
- 第4章
- 第5章
- 第6章
- 第7章
- 第8章
- 第9章

# 第9章 耐水化建築の具体的な検討の方法

表 - 9.20 接合金物の検討 ( 枠組壁工法 )

通り	位置	パネル枚数	部位	荷重ケース	浮力を考慮しない場合 ( 許容応力 )			浮力を考慮した場合 ( 終局耐力 )			変更の有無		
					T (kN)	T <sub>a</sub> (kN)	T <sub>a</sub> / T	接合金物	T (kN)	T <sub>u</sub> (kN)		T <sub>u</sub> / T	接合金物
X0	Y0-Y1	1	L	1	1.1	3.4	3.174	角金物 (CPL・CPT)	11.9	12.2	1.028	帯金物 (SW-67)	
			R	3	-0.7				-1.1				
X0	Y3-Y4	1	L	1	-4.7				11.5	12.2	1.062	帯金物 (SW-67)	
			R	3	-6.1				9.2	12.2	1.319	帯金物 (SW-67)	
X0	Y6-Y8	2	L	3	-2.7				-1.8				
			R	1	1.9	3.4	1.756	角金物 (CPL・CPT)	12.9	15.2	1.175	金物 (TH-18)	
X3	Y4-Y8	4	L	1	-6.8				-2.0				
			R	3	-10.4				-0.9				
X4	Y6-Y7	1	L	1	-2.3				-2.5				
			R	2	-2.3				-2.5				
X5	Y4-Y5	1	L	1	3.5	4.1	1.157	帯金物 (S-65)	16.6	24.0	1.443	ホールド' 金物 (S-HD15)	
			R	3	8.5	9.0	1.064	金物 (TH-18)	15.1	15.2	1.007	金物 (TH-18)	
X5	Y6-Y8	2	L	1	3.2	3.4	1.065	角金物 (CPL・CPT)	10.6	12.2	1.148	帯金物 (SW-67)	
			R	3	3.2	3.4	1.065	角金物 (CPL・CPT)	10.6	12.2	1.148	帯金物 (SW-67)	
X6	Y0-Y0a	0.5	L	1	-12.6				2.0	6.1	3.062	帯金物 (S-65)	
			R	2	1.0	3.4	3.266	角金物 (CPL・CPT)	-2.3			角金物 (CPL・CPT)	
X6	Y1a-Y4	2.5	L	3	-3.7				-3.7				
			R	1	-0.6				0.9	6.1	6.435	帯金物 (S-65)	
X7	Y2-Y3	1	L	1	-3.4				-5.3				
			R	2	-1.9				-5.8				
X7	Y4a-Y6a	2	L	1	-2.1				-5.7				
			R	2	-5.9				-4.6				
X9	Y1-Y2	1	L	1	4.4	5.6	1.261	金物 (TC11)	8.3	8.8	1.062	金物 (TC11)	
			R	3	-1.7				8.2	8.8	1.071	金物 (TC11)	
X9	Y3-Y5	2	L	1	2.4	3.4	1.385	角金物 (CPL・CPT)	5.3	6.1	1.150	角金物 (CPL・CPT)	
			R	3	1.8	3.4	1.878	角金物 (CPL・CPT)	4.3	6.1	1.405	角金物 (CPL・CPT)	
X9	Y6-Y7	1	L	3	1.6	3.4	2.099	角金物 (CPL・CPT)	6.1	6.2	1.009	角金物 (CPL・CPT)	
			R	1	3.9	4.1	1.055	帯金物 (S-65)	9.5	12.2	1.282	帯金物 (SW-67)	
X9	Y7a-Y8	0.5	L	2	0.8	3.4	4.097	角金物 (CPL・CPT)	4.2	6.1	1.451	角金物 (CPL・CPT)	
			R	1	0.8	3.4	4.097	角金物 (CPL・CPT)	4.2	6.1	1.451	角金物 (CPL・CPT)	
Y0	X0-X1	1	L	1	2.0	3.4	1.707	角金物 (CPL・CPT)	13.2	15.2	1.151	金物 (TH-18)	
			R	3	-0.6				3.1	6.1	1.983	帯金物 (S-65)	
Y0	X3-X3a	0.5	L	2	-10.6				2.1	6.1	2.947	帯金物 (S-65)	
			R	1	-10.6				2.1	6.1	2.947	帯金物 (S-65)	
Y0	X5a-X7	1.5	L	1	-1.3				11.8	12.2	1.033	帯金物 (SW-67)	
			R	3	-2.9				9.5	12.2	1.288	帯金物 (SW-67)	
Y0	X8-X9	1	L	3	-1.5				3.3	6.1	1.858	帯金物 (S-65)	
			R	1	8.2	9.0	1.102	金物 (TH-18)	17.8	24.0	1.352	ホールド' 金物 (S-HD15)	
Y2	X6-X7	1	L	1	-2.5				4.9	6.1	1.231	帯金物 (S-65)	
			R	3	-1.4				-2.5				
Y2	X8-X9	1	L	3	-1.8				0.9	6.1	6.815	帯金物 (S-65)	
			R	1	-0.6				7.6	8.8	1.165	金物 (TC11)	
Y4	X3-X5	2	L	3	-12.0				-2.0				
			R	1	-14.4				4.4	6.1	1.383	帯金物 (S-65)	
Y5	X3-X4	1	L	1	-10.9				-3.0				
			R	2	-2.4				-5.6				
Y6a	X7-X9	2	L	1	-5.3				-7.9				
			R	2	-11.4				-6.0				
Y8	X0-X4	4	L	1	4.4	5.6	1.260	金物 (TC11)	13.8	15.2	1.100	金物 (TH-18)	
			R	2	-6.9				-8.9				
Y8	X6-X8	2	L	1	1.7	3.4	2.042	角金物 (CPL・CPT)	7.3	8.8	1.205	金物 (TC11)	
			R	3	0.5	3.4	7.116	角金物 (CPL・CPT)	5.5	6.1	1.101	角金物 (CPL・CPT)	

注: Tはプラスが引張力を示す。接合金物を変更しない場合、Tuの欄はTaを表示する。

第6節の表 - 9.4, 表 - 9.6 は、読者の間違いを避けるため報告書と若干異なる内容としています。この部分の考え方について、以下に記します。

第6節 荷重条件

(3) 家屋の重量

家屋の重量は、地震力を算出する際に計算した値をそのまま使用するか、「木造耐震診断基準」等に示される床面積当たり重量を使用して計算します。なお、積載荷重については、安全側となるように最も小さい地震用を使用します。表 - 9.3 に「木造耐震診断基準」に記載の床面積当たり重量、表 - 9.4 にモデル家屋について表 - 9.3 の値を当てはめて計算した家屋全体の床面積当たり重量を記します。枠組壁工法の方が、軸組工法に比べて少し重量が重くなります。表 - 9.4 は、各階の床面積が同じで重量物を積載していない前提で作成していますので、そうでない場合は家屋の重量は、別途、積み上げ算出して計算する必要があります。表 - 9.5, 表 - 9.6 に、家屋の重量を計算した結果を示します。

$$\Sigma W_i = \Sigma W_i / A \cdot A \quad \dots \text{式(9.2.1)}$$

- $\Sigma W_i$  各階が支える家屋の重量 (kN)
- $\Sigma W_i / A$  床面積当たりの各階が支える家屋の重量 (kN/m<sup>2</sup>)
- A 家屋の床面積 (m<sup>2</sup>)

表 - 9.3 各部位の床面積当たり重量（「木造耐震診断基準」より）

種 別	屋根組	外壁	内壁		床	積載荷重
			軸組工法	枠組壁工法		
軽い屋根	0.950	0.750	0.200	0.750	0.600	0.300
重い屋根	1.300	1.200	0.200	1.200	0.600	0.300
非常に重い屋根	2.400	1.200	0.450	1.200	0.600	0.300

注：枠組壁工法の内壁重量は、外壁と同じとした。積載荷重は地震用を用いる。単位kN/m<sup>2</sup>

表 - 9.4 床面積当たりの各階が支える家屋の重量

種 別		軸組工法			枠組壁工法		
規 模	階	軽い家屋	重い家屋	非常に重い家屋	軽い家屋	重い家屋	非常に重い家屋
平屋建て	1階	2.1	3.1	4.4	3.0	3.9	5.0
	2階建て	2.1	3.1	4.4	3.0	3.9	5.0
3階建て	1階	4.2	5.7	7.4	5.1	7.4	8.5
	2階	2.1	3.1	4.4	3.0	3.9	5.0
	3階	4.2	5.7	7.4	5.1	7.4	8.5
	1階	6.3	8.4	10.3	7.6	10.8	11.9

表 - 9.5 家屋の重量（軸組工法）

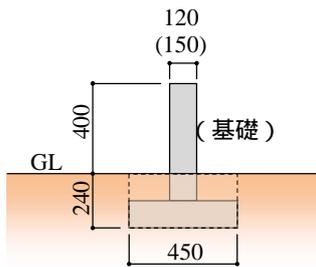
種 別	床面積当たり重量 (kN/m <sup>2</sup> )	床面積 A (m <sup>2</sup> )		合 計 (kN)
上部構造	4.200	8.19x7.28	59.6	250.4
1階・床組	0.900	8.19x7.28-1.82x1.37	57.1	51.4
基 礎	-	-	-	217.0
合 計	-	-	-	518.8

注:「1階・床組」には、床組自身の重量(0.6)と、積載荷重(0.3)の合計

表 - 9.6 家屋の重量（枠組壁工法）

種 別	床面積当たり重量 (kN/m <sup>2</sup> )	床面積 A (m <sup>2</sup> )		合 計 (kN)
上部構造	5.100	8.19x7.28	59.6	304.1
1階・床組	0.900	8.19x7.28-1.82x1.37	57.1	51.4
基 礎	-	-	-	229.3
合 計	-	-	-	584.8

注:「1階・床組」には、床組自身の重量(0.6)と、積載荷重(0.3)の合計



注: 地下部の単位体積重量は、土とコンクリートの混合体として 20kN/m<sup>3</sup> としました。

・基礎の重量の計算

a) 軸組工法

地上部の単位長さ重量  $w_1 = 24 \times (0.12 \times 0.40) = 1.152 \text{ kN/m}$

地下部の単位長さ重量  $w_2 = 20 \times (0.45 \times 0.24) = 2.160 \text{ kN/m}$

基礎の全長  $l = 65.5 \text{ m}$

基礎の重量  $W = (w_1 + w_2) \cdot l = (1.152 + 2.160) \times 65.5 = 217.0 \text{ kN}$

b) 枠組壁工法

地上部の単位長さ重量  $w_1 = 24 \times (0.15 \times 0.40) = 1.440 \text{ kN/m}$

地下部の単位長さ重量  $w_2 = 20 \times (0.45 \times 0.24) = 2.160 \text{ kN/m}$

基礎の全長  $l = 63.7 \text{ m}$

基礎の重量  $W = (w_1 + w_2) \cdot l = (1.440 + 2.160) \times 63.7 = 229.3 \text{ kN}$

(4) 家屋に生じる浮力

家屋に生じる浮力は、浸水部分の家屋に関する空気溜まりや木材の容積に水の単位重量および重力加速度を乗じて計算します。

計算には、木材の容積を積み上げ算出することが必要となりますが、ここでは一般的なモデル家屋をもとに算出した単位床面積あたりの容積を用いて実施することとし、具体的な内容を明示します。

モデル家屋について計算した床面積当たり木材の容積および外壁の容積は、表 - 9.7, 表 - 9.8 に記します。

なお、これらはモデル家屋として一般的な家屋を対象に計算した結果ですので、壁厚が厚い場合や木材使用量が多い場合には、別途、積み上げ算出して計算してください。

$$P = \rho \cdot g \cdot (V_1 + V_2 + V_3) \quad \dots \text{式(9.2.2)}$$

P 浮力 (kN)

$V_1$	浸水部分における床下空気溜まりの容積 (m <sup>3</sup> )
$V_2$	" 壁内空気溜まりの容積 (m <sup>3</sup> )
$V_3$	" 木材の容積 (m <sup>3</sup> )
$\rho$	水の単位体積重量 (t/m <sup>3</sup> )
$g$	重力加速度 (m/s <sup>2</sup> )

表 - 9.7 床面積当たり木材の容積

工 法	床面積当たり木材の容積 (m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> )			
	小屋組	床組	一般部	全 体
軸組工法	0.117	0.102	0.064	0.174
枠組壁工法	0.102	0.081	0.074	0.166

表 - 9.8 床面積当たり外壁の容積

工 法	床面積当たり外壁の容積 (m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> )
軸組工法	0.131
枠組壁工法	0.132

表 - 9.9, 表 - 9.10 に、表 - 9.7、表 - 9.8 を利用して計算した家屋に浮力を生じる部位の容積を示します。これは、以下の検討条件で計算しています。

- ・ 浮力は、床下の空気溜まり、壁内の空間、木材および基礎の3種類を考慮し、これらを足し合わせます。
- ・ 内壁が石膏ボード等であれば壁内に浸水する可能性もありますが、壁内の断熱材が吸水性の低いものを使用しているケースも想定して、壁内(厚さ 100mm)には浸水せず空気溜まりが生じるとします。
- ・ 軸組工法の1階柱脚における検討では、1階床の空気溜まりは床と壁の縁が切れていることが多いと考え、本例では、家屋の浮き上がりには考慮しないこととしています。

また、床下空気溜まり  $V_1$  の計算では、2階で吹き抜けおよび階段、1階の玄関については家屋の構造から考えて空気溜まりが生じませんので、その面積を家屋全体の面積から差し引きます。2階に関連する部分の容積は、軸組工法では 0.16m、枠組壁工法では 0.19m のみが浸水しているので、階高 2.8,0 2.45m に対して  $0.16/2.80=0.057$ ,  $0.19/2.45=0.078$  倍にして考慮します。