

これからのマイホームは
構造の専門家とつくる

楓 K A E D E * L A B 構造研究所

PROTECT
THE
FUTURE

Science of 安全には、根拠がある。 Safety

いま、ふたたび注目されている住宅の安全性。
法律で定められた耐震基準も、
じつは暮らしを続けていくために十分とはいえません。
どんな家なら、いつまでも家族の命と暮らしを
守り続けることができるのか？
安全性に“根拠”をもたせるために、
構造の専門家たちの挑戦は続いています。



すべての木造住宅に構造計算を それが、これからの家づくりの新常識！

「構造計算」という言葉を聞いたことがあるでしょうか。簡単にいえば、建物全体の力のかかり具合をみて、安全性を確認するための計算のこと。いま、木造の家づくりにおいて注目されているのが、この構造計算です。

家を建てるということは、自分らしい理想のライフスタイルを具現化する作業といえます。どんな間取りにしようか。どんな質感にしようか。家づくりにおいて、自分好みのデザインや暮らしやすさは大事なポイントになるでしょう。

しかし、そうやって“自分らしくデザインした暮らし”をいつまで続けることができるのか。40年、50年先を考えたときに、持続性は大きなテーマとなります。だからこそ、デザインや機能性と同じように、家そのものの安全性や頑健さに、そして、それを実現するための構造計算にも意識が向いてきている

のです。

端的に言えば、構造計算を行った建物のほうが、安全性に対する信頼度が高いとすることができます。

専門家による構造計算を行うことは、安全性を確保するうえでたいへん重要なステップとなります。ゆえに建築基準法では、建てるときに構造計算をしなければいけない建物はこれ、と明示されているのです。

- 1.住宅などの木造建築物で階数が3以上のもの
- 2.住宅などの木造建築物で延べ面積が500平方メートル以上のもの

これが、法律で定められた基準です。

でも、ちょっと考えてみてください。私たちが住む住宅の多くは3階建てでも、500平方メートル以上でもありません。つまり、一般的な木造住宅の多くは「構造計算を行わなくてもよい」という実質的な基準のうえで建

てられているということ。

それって安全性は大丈夫なの？ と思ってしまいませんか。建築基準法で考えられている建物の安全性とは、地震などが起きても「最低限、人の命が守られる」という範疇で考えられたものです。家が破損して住めなくなり、普段の暮らしが壊れるというところまでは想定されていないということに、注意が必要です。

既存の法律の基準では、大切な暮らしを守れないかもしれない。構造計算がいま注目されている理由は、こんなところにもあります。

家は、暮らしそのものと言うことができます。家があるからこそ、思い描くライフスタイルが実現できる。それを40年、50年と続けていくために。いまこそ構造の専門家と一緒に家を建てるということを、新しい常識として考えてほしいのです。

古賀健朗

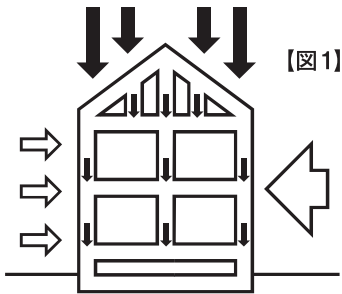
楓構造研究所 主宰

日本で数少ない木造住宅の構造計算の専門家。「安全に根拠を与える」を掲げ、これまでに5000棟を超える構造計算を手がける。



Topics 01

建物にはどんな力がかかっているの？



【図1】

建物には、あらゆる方向からいろいろな力がかかります。地球の重力のほか、内部にもものを持ち込むことで生まれる積載荷重、風力を受けることで生まれる風荷重、そして地震が起こったときに生まれる地震荷重など、建物にはさまざまな物理的荷重がかかっているのです。(図1)

こうした建物にかかる力は、直接目で見ることができません。建物がどのように変形し、それに反発する応力がどのように発生するのか。構造計算によって土台、壁、つなぎ目など建物のあらゆる部分にどれだけの耐性があるのかを見ることで、建物の剛性や耐久性を測ることができます。

Topics 02

新耐震基準では暮らしを守れない？

令和6年能登半島地震。年明け早々に起こったこの大災害によって、住宅の安全性はあらためて問われることになりました。

そのなかで、木造住宅における「構造計算」の大切さが、はからずも浮き彫りになったといえます。

建物倒壊のニュースのなかでは、「新耐震基準を満たした家のはずなのに倒壊したのはなぜ?」。そんな声も聞かれたといいます。「新」とついてはいますが、木造住宅における新耐震基準は2000年に改正されたものが最新。もう23年も前のことです。そこから東日本、熊本、今回の能登半島など、各地で

大きな地震に見舞われるたびに被害を出してきました。新耐震基準とは、決して建物が壊れないことを意味するわけではないと、あらためて認識したほうが良いようです。

新耐震基準を満たした家は、「震度7で倒壊しない強度」とされています。ただ、イメージするものとは少し違っているかもしれません。この基準は大地震時に「住む人の生命」を守ることが第一の目的であり、地震後にその家に住み続けることを保障するものではありません。図2の「大規模半壊」までは「倒壊しない」の想定内なのです。

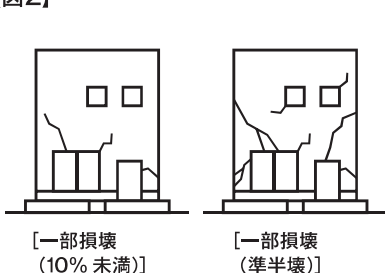
知っておいていただきたいのは、建築基準

法が定めている基準は、本当に最低限のラインでしかないのだ、ということです。

被害にあったとき、[半壊]であっても補修なしで住み続けることは困難です。それに、修復するとすればお金も時間もかかります。

また、地震保険に入っている、家が[半壊]と判定された場合、もらえる保険金の額が違ってきてしまうことが問題になるケースがあります。実際は半壊でも全壊でも住めなくなることに違いはないのですが、たまたま崩れなかっただけで「半壊」判定となり、修復費用に困った被災者が判定のやり直しを要求することもあるようです。

【図2】



【一部損壊
(10%未満)】

【一部損壊
(準半壊)】

【半壊】

【大規模半壊】

【全壊】

内閣府の「災害に係る住家の被害認定基準運用指針」において、家の被害の程度は[全壊][大規模半壊][半壊][一部損壊(準半壊)]または[一部損壊(10%未満)]の5区分に分けられます。そのうち[全壊][大規模半壊][半壊]の認定基準は以下のようになります。

住家が居住のための基本的機能の一部を喪失したもの。住家の損壊が甚だしいが、補修をすることで元通り住み続けられる。損壊部分がその住家の延床面積の20%以上、70%未満のもの、または住家の主要な構成要素の経済的被害を住家全体に占める損壊割合で表し、その住家の損害割合が20%以上、50%未満のもの。

住家が半壊し、構造耐力上主要な部分の補修を含む大規模な補修を行わなければ、その住宅に住むことが困難なもの。損壊部分がその住家の50%以上、70%未満のもの。または経済的被害を住家全体に占める損壊割合で表し、その住家の損害割合が40%以上、50%未満のもの。

住家が住めなくなったもの。住家全部が倒壊、流出、埋没、消失したもの。または損壊が甚だしく、補修により元通りに再使用することが困難で、具体的には住家の損壊、消失、消失、流出した部分の床面積が延床面積の70%以上に達した程度のももの。または経済的被害を住家全体に占める損壊割合で表し、その住家の損害割合が50%以上のもの。

構造計算が実現する「わが家がシェルター」

地震が起きたとき、どこに避難すればいいのでしょうか。これまでは学校や公民館などへ避難することが当たり前でしたが、これからは「自宅に避難する」という選択肢を持っていい時代。「適切な構造計算によって建てられた自宅」に避難することが、もっとも安全なのです。

現在、耐震性の指標として幅広く用いられているのが「耐震等級」です。Topic2で紹介した「耐震基準」と似たような言葉ですが、建築基準法が定めた「耐震基準」に対して、「耐震等級」は2000年に施行された「住宅の品質確保の促進等に関する法律(品確法)」に基づいてできた「住宅性能表示制度」のひとつ。もっともわかりやすい耐震性の判断基準といわれています。

耐震等級は等級1から等級3まで3段階あり、最高等級である「3」は、「1」の1.5倍の耐震性能があるとされています。災害が起きても機能していなければならない警察署や消防署などは、この「耐震等級3」で建てられています。

2016年の熊本地震のおりには、「耐震等級3」の建物の頑強さがある程度立証されました(図2)。ただし「耐震等級3」には、気をつけなければいけないカラクリが潜んでいます。同じ耐震等級でも、構造検討方法が違くと地震に対する強度が異なるのです。

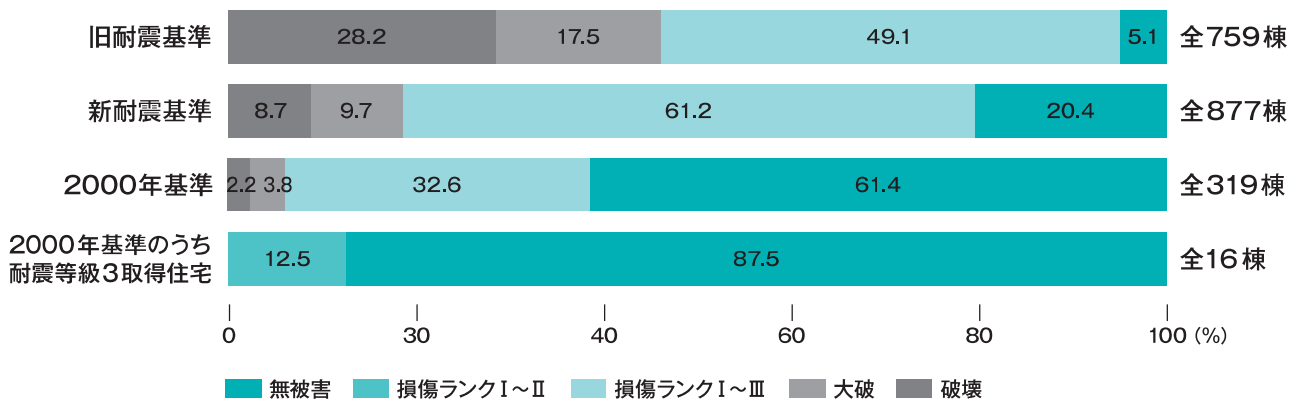
現在の法律では、2階建て以下の木造住宅の場合は構造計算が必須でないため、「性能表示計算」という簡易的なやり方で「耐震等級3」を取得することができます。しかしこの

やり方での「耐震等級3」は、専門家の行う構造計算(許容応力度計算)の「耐震等級2」よりも強度が低いのです。これは、構造検討を簡易にするために、建物の重さ・地震力・各部位の壊れやすさなどを詳細に計算しないためです。

また「許容応力度計算」にも、通常の木造住宅で用いられている二次元解析と三次元立体解析の2種類の方法があり、強度にも差があります。専門家の目で正確に計測した三次元立体解析を用いた許容応力度計算なら、耐震性は1.5倍どころか、2.6倍ほどにまで高めることが可能です(図3)。

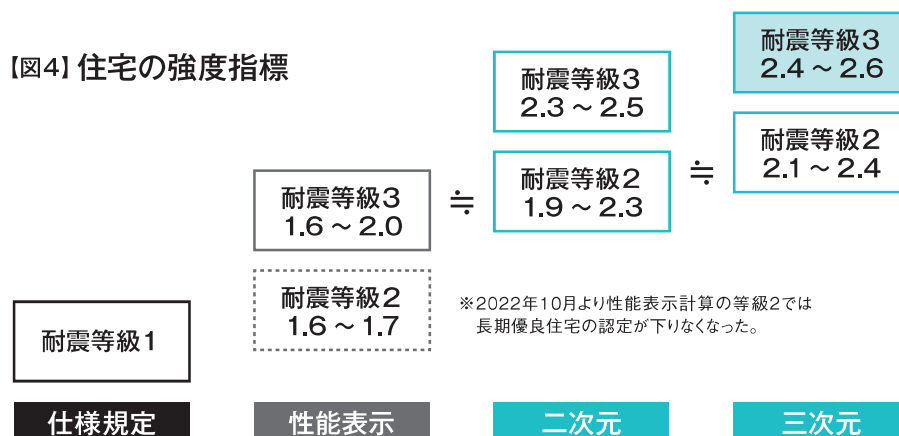
「適切な構造計算によって建てられた家」は、万一のときに、命と暮らしを守るシェルターになりうるのです。

【図3】熊本地震における木造住宅の建築時期別の損傷比率



<出典>建築学会によって実施された益城町中心部分における悉皆調査より

【図4】住宅の強度指標



家をそのまま揺らす「三次元立体解析」

地震に対する安全性を高める構造検討方法は、4種類あります(図5)。ここで重要なのは、Topic3でも述べたように、同じ耐震基準であっても構造検討方法が違っていると、地震に対する強度が異なるということ。同じ構造の専門家の手による構造計算(許容応力度計算)であっても、その手法によっては、安全性に差が出てきてしまいます。

建物は形、大きさ、材料が一つひとつ違います。それらが地震や強風を受けたときにどう揺れるのか、各部にどのように力がかかるのかを見るのですが、これを通常は平面(二次元)で計算します。

単純な形状の建物なら問題ありません。しかし、吹き抜けがあったり、中二階があった

りと、複雑な形状をしている住宅も多くあります。そのような場合、二次元解析では細かく分析しきれない部分が出てきます。

そこで、今注目されているのが、「三次元立体解析」という最新の技術です。三次元の大きな特徴は、実際の家の形をそのまま揺らして見るができるということです。

より実際に近いシミュレーションを行えるため、どのような形状の建物でも計測ができ、一部への力の集中やズレ、ねじれなどを見出すことができます。

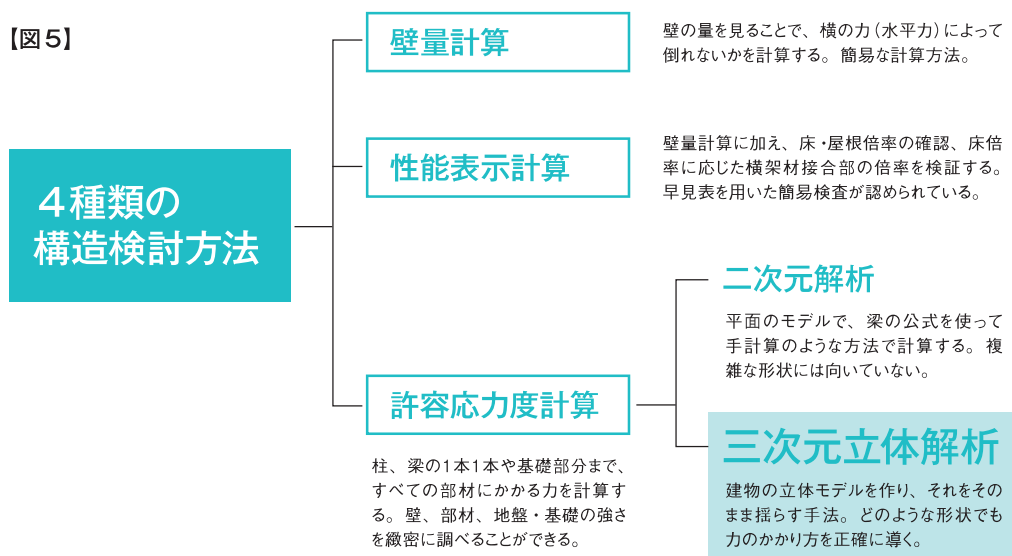
力のかかる箇所はどこなのか。揺れたときにズレは生じるのか。この三次元立体解析によって、建物がどう揺れるのかに“根拠”をもたせること。これこそが、三次元のもっと

も重要なポイントとなります。

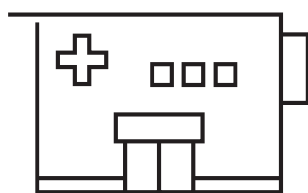
この根拠を、さまざまな箇所の設計に活かしていくことで、より丈夫で、安全性の高い住まいを構築していくことができます。たとえば基礎部分には、必要な箇所に必要な立ち上がりを設けるために三次元立体解析が有効です。また、建物のどこに重心があるのか、建物全体のバランスを見ることもできます。このバランスが悪いと、建物にねじれが生じてくるのです。

このように三次元立体解析では、安心、安全の根拠も、危険であることの根拠も示してくれます。50年後も住み続けられる家を実現するための、より精密な耐震シミュレーションが可能になるのです。

【図5】



「三次元立体解析」を使えば、こんな建物も木造で建てられる！



老人施設、病院、オフィス等の複雑な形状の施設も、木造建築でしっかり安全を担保できます。



道の駅や公共施設など、鉄骨やRCでしかできないと考えられている建物も、木造で安全に建てられます。

安全が約束された自由で豊かな家づくりを

三次元立体解析では、建物にかかる地震力を3Dでシミュレーションし、実際に地震が起こったときに近い形で建物の安全性を検証します。このため、二次元では擬似的に解析するしかない部分も、三次元立体解析では精密に解析でき、どのような建物に対しても確かな安全を生み出します。

ということは同時に、「三次元立体解析は、より自由度の高いプランを可能にする」ということも言えます。

つまり、三次元立体解析によって安全性を確保しながら、さまざまな住まいのデザイン

が実現できるのです。

たとえば、2階の床面積を1階よりも多くとって、オーバーハングさせる場合。オーバーハングした箇所には柱がないので、重量を梁で受けることになります。そうすると耐力壁が効きにくくなるのですが、三次元立体解析ならかかる力のバランスを見ることができるので、壁を一枚多く入れるなどの対策をとることができます。

また、傾斜地に建っている家の場合、低い位置に建てられた部分と高い位置に建てられた部分が、地震が起こったときに別々に揺

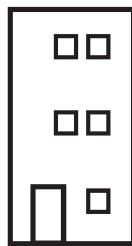
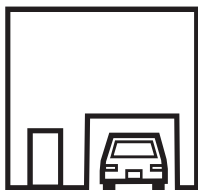
れるという動きになり危険です。こうした場合も、三次元立体解析ではどこに力がかかり、どこにねじれが生じるかを精密に解析できるので、問題になる箇所だけを補強することも可能です。

三次元立体解析を行うことで、どんな設計の家であっても、適切な安全性を担保できるのです。この先何十年も、豊かな生活を送ることができる家。それを実現するために、専門家の手による最新の技術を駆使した構造計算を取り入れることが、これからの家づくりには必須なのです。

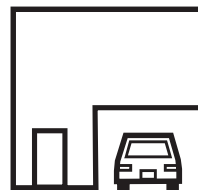
「三次元立体解析」が家づくりの可能性を広げる！

【狭小3階建て】

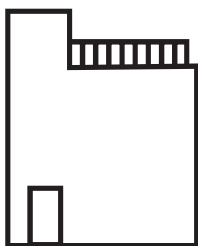
【ビルトインガレージ】



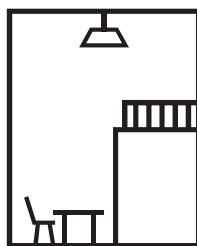
【オーバーハング】



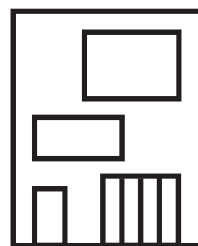
【屋上利用】



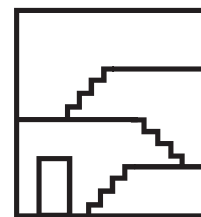
【吹き抜け】



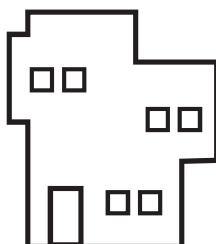
【大空間・大開口】



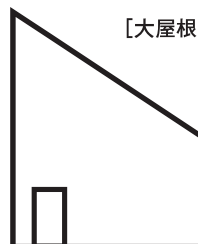
【スキップフロア】



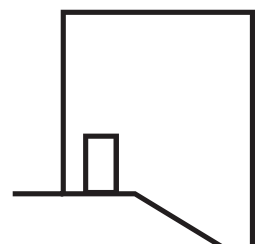
【複雑なカタチ】

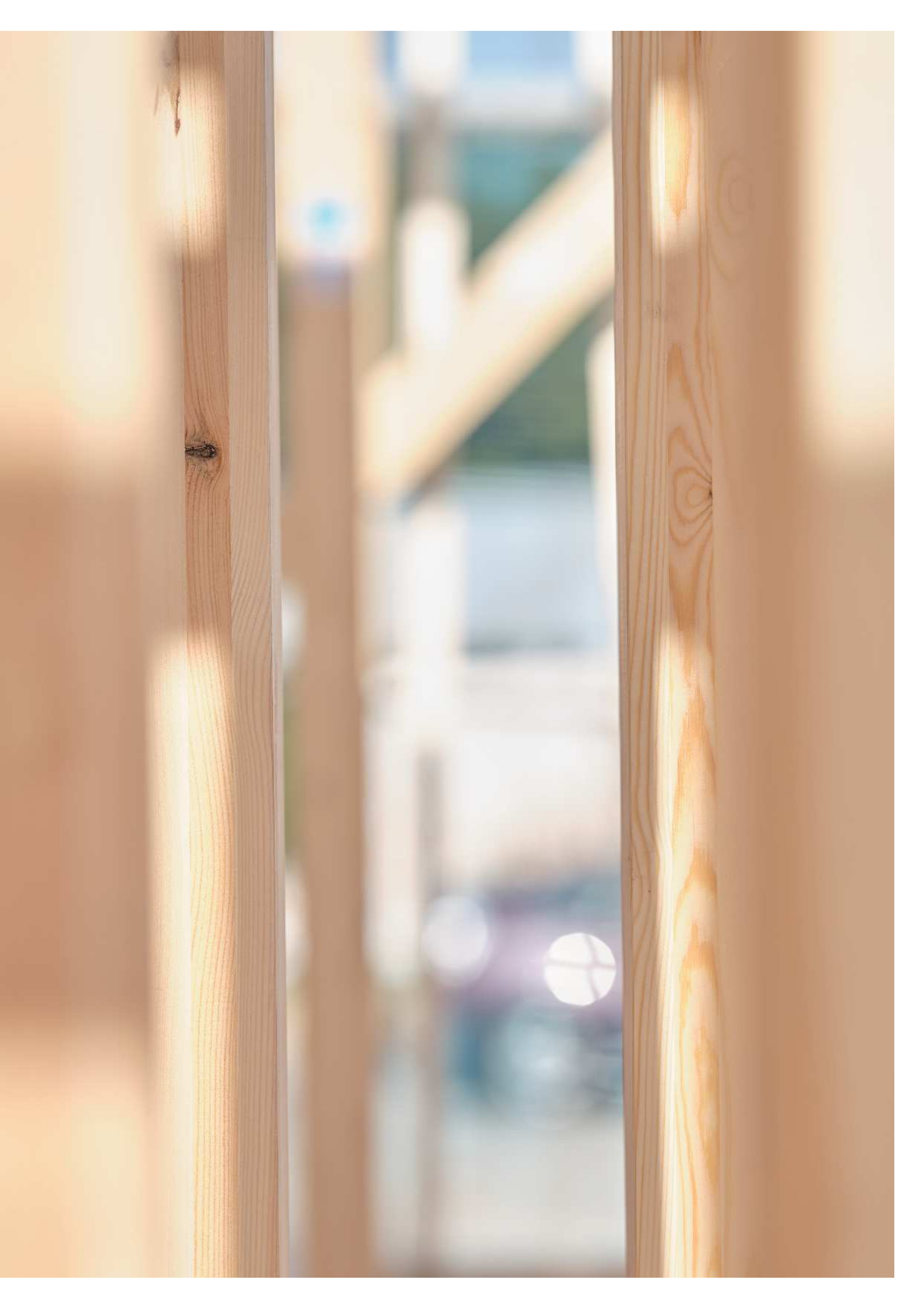


【大屋根】



【傾斜地】





地震や台風がたくさんやってくる国、日本。

ふだん私たちが住んでいる木造の家って
どれくらい安全にできているのでしょうか。

日本は耐震基準が厳しいし、安全なはず！
なんとなくそう思っていたけれど、言われてみれば
本当に安全かどうかなんてわからない。
そんなふうに思う人も多いのではないのでしょうか。

住宅の設計とひとくちに言ってもいくつか種類があります。

カッコいい家をデザインする「意匠設計」、
電気や水道を通すために必要な「設備設計」、
そして土台や骨組みをしっかりと耐えられるように設計し、
安全性を担保するのが、私たちが得意とする「構造設計」です。

ところが、なんと日本の2階建て以下の「ふつうの家」は、
プロによる構造計算をしなくてもいいということになっています。
とにかく暮らしていくために家をどんどん建てる必要があった時代。

戦後まもなく制定された建築基準法は
そんな背景から生まれた法律だからです。

でもいま、私たち楓構造研究所は
「その建て方、その家は、本当に安全ですか？」と考えています。

これから必要なのは地震でも台風でも壊れない「安全な家」。
大切な家族がこの先30年、40年、50年と暮らしていくために。

私たちは構造設計の専門家。
つまり、「安全を支える」専門家です。

K A E D E * L A B
楓構造研究所

