

耐震シミュレーションソフト
wallstatで検証

瓦屋根の耐震性を知る

瓦屋根は地震に弱いという風評は本当か？



全国陶器瓦工業組合連合会
一般社団法人全日本瓦工事業連盟

■ 耐震シミュレーション実施の背景

2001年(平成13年)に策定されたガイドライン工法で施工された瓦屋根は、震度7クラスの大地震でもその安全性が科学的に検証されています(瓦屋根自体の耐震性は検証済)。しかしながら、大震災の発生の度に「瓦が重いから住宅が倒壊した」という報道が繰り返された結果、瓦屋根を軽量の屋根材に変更する工事が行われています。

スレートや金属屋根でも倒壊することがあります

下の写真は、2016年(平成28年)4月14日の熊本地震で倒壊した住宅です。スレートや金属といった軽い屋根材であっても、住宅全体の耐震性能が低いと倒壊してしまいます。このように、軽い屋根材を使った住宅でも倒壊しており、「瓦が重いから住宅が倒壊した」という風評と矛盾が生じています。

そこで、全国陶器瓦工業組合連合会では、屋根材を軽くしただけで大地震による住宅被害に差異が本当に生じるかを検証するために、耐震シミュレーションソフト「wallstat(ウォールスタット)」を用いて、既存木造住宅の屋根を瓦からスレートや金属に葺き替えた単純な条件で耐震性を比較しました。併せて、耐震補強を加えた瓦屋根の耐震性も調べました。



— 地震や台風でも安心なガイドライン工法 —

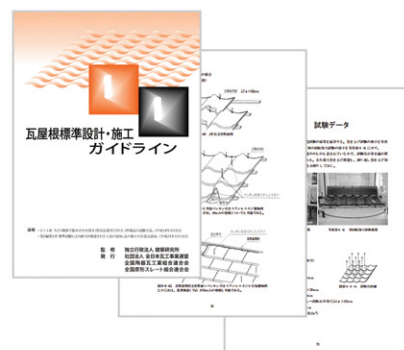
正しくは「瓦屋根標準設計・施工ガイドライン」といいます。この工法は、建築基準法で定められた耐風性能及び耐震性能の技術上の基準を試験等によって確認し、合格した工法です。

大地震の揺れにも安心

「ガイドライン工法」で施工された屋根は、耐震実験や実物大の家屋による振動実験の結果から、震度7クラスの巨大地震に耐えられます。

台風の強い風にも安心

「ガイドライン工法」で施工された屋根は、建築基準法に規定された、50年に一度来るかもしれない基準風速(強風)でも瓦が飛ばされません。



■ 耐震シミュレーション

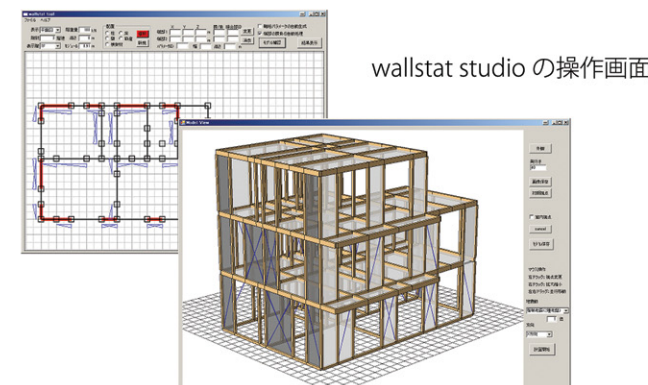
フリーソフト

ウォールスタット

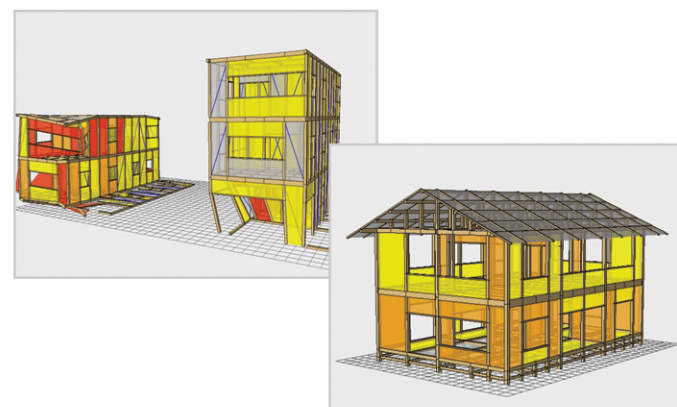
木造住宅 倒壊解析ソフトウェア wallstat

木造住宅の地震時の限界性能を把握するためには、実物大での振動台実験が有効ですが、膨大な費用と労力が必要となります。そこで、最近、パソコン上で木造住宅をモデル化し、振動台実験のように地震動を与え、建物がどのように揺れるか、どのように壊れるか、どうしたら壊れないか、シミュレーションすることができるソフトウェアが開発されました。

本ソフトウェアは、国土技術政策総合研究所中川貴文主任研究官によって開発され、研究者や構造技術者の方々が使えるように改良したソフトウェアが「wallstat」です。シミュレーション画面は三次元でアニメーション化し「見える化」しています。最大の特長は、建物が完全に倒壊するまで数値解析を追跡できることです。



wallstat studio の操作画面



実大三次元震動破壊実験施設(E-ディフェンス)を忠実に再現

もう一つの特長は、実際の振動台実験とシミュレーション結果を比較して、シミュレーションの精度を検証していることです。

木造建物の振動台実験とシミュレーションを比較すると、揺れ方、接合部の壊れ方、倒れ方、外壁の落ちる位置やタイミングまで忠実に再現できます。振動台で揺らした建物はとても複雑な動きをしますが、それを三次元で計測しシミュレーション結果と比較しても、計算結果が実験を忠実に再現できているのが分かっています。(参考文献: Epistula Vol61)

■ 公式サイト

<http://www.nilim.go.jp/lab/idg/nakagawa/wallstat.html>

■ YouTube 動画サイト

<https://www.youtube.com/user/tkfm0820>

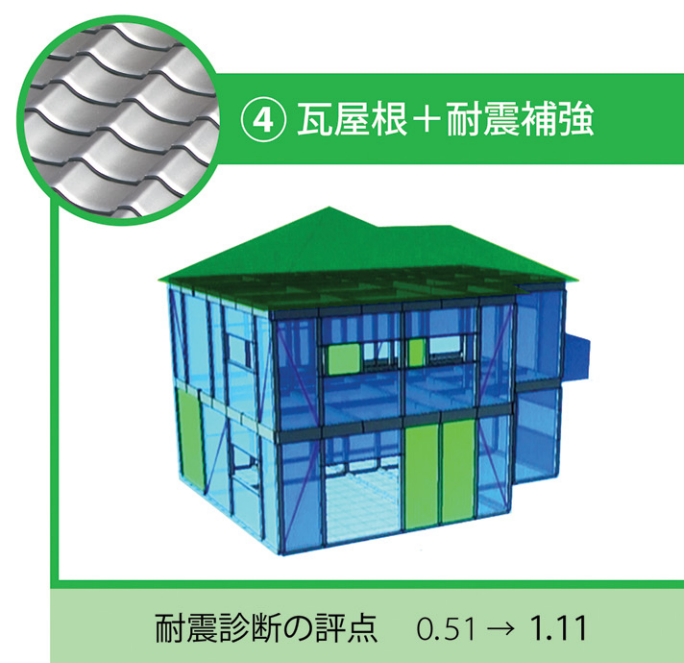
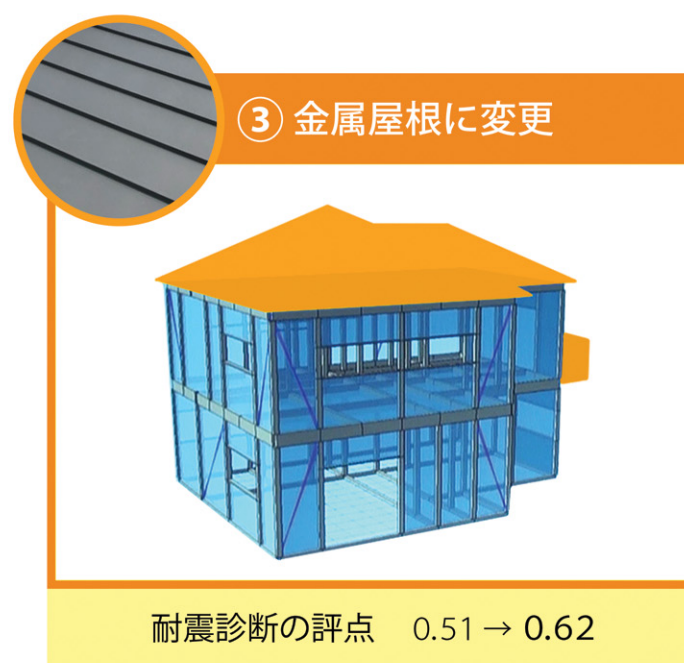
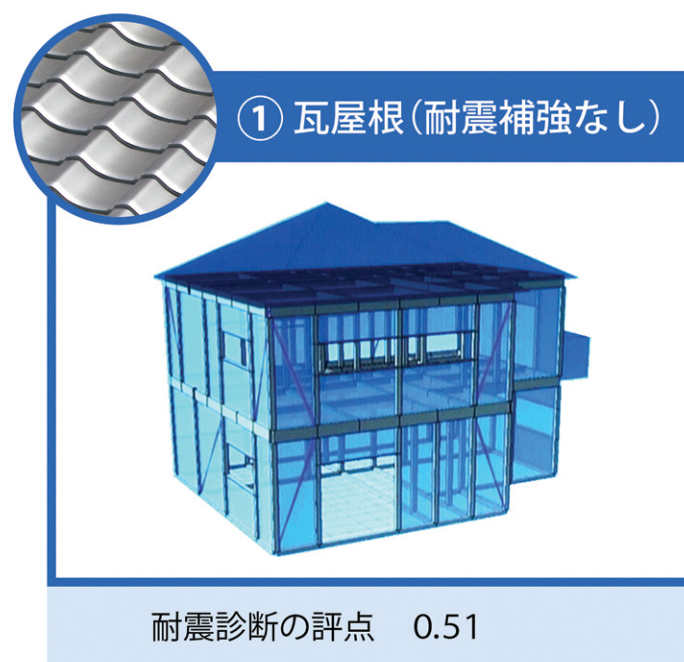
ウォールスタット 検索

wallstat channel 検索

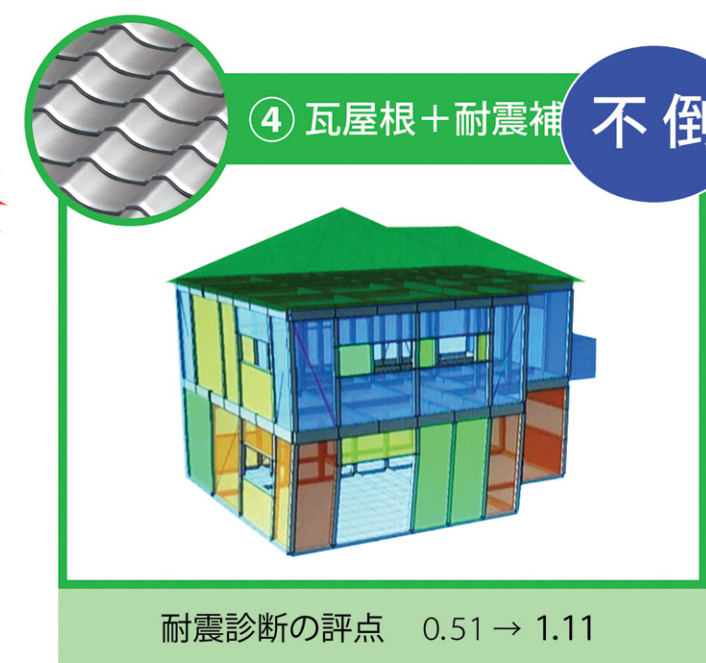
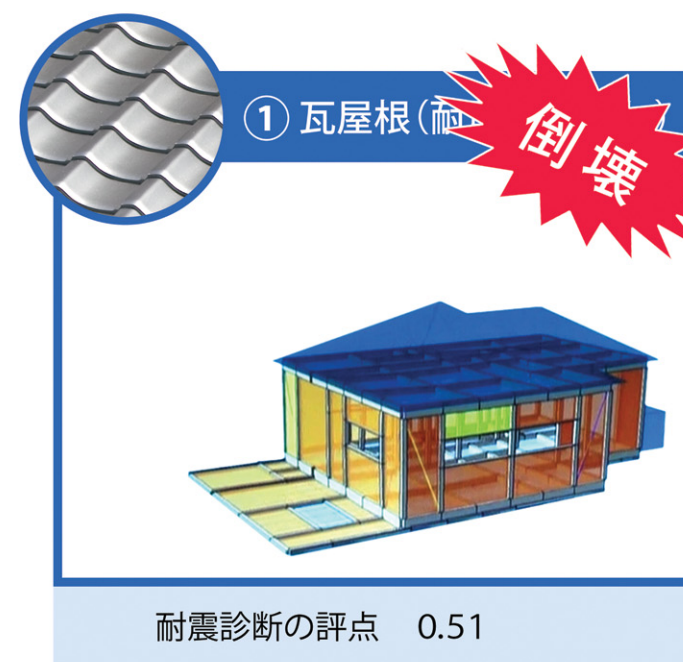
■ wallstat(ウォールスタット)での耐震シミュレーション

住宅は、耐震診断による評点(※1)が1.0に満たない瓦屋根の2階建て住宅(①のケース)を想定し、屋根の軽量化を図るため、スレート屋根(②のケース)や金属屋根(③のケース)に改修しました。

さらに④のケースでは、①の住宅の壁を増やす改修を実施し、①～④の各プランに1995年(平成7年)1月に発生した兵庫県南部地震(JMA 神戸)で観測された地震波を入力し、建物がどのように揺れ、どのように壊れるかを検証しました。



兵庫県南部地震で観測された地震波(JMA 神戸※2)で加振した結果



※1 耐震診断の評点

評点1.5以上なら倒壊しない、1.0以上なら一応倒壊しない、1.0未満なら倒壊する可能性がある、0.7未満なら倒壊する可能性が高いと判断されます。評点は、建築基準法令で要求される耐力に対する建物の耐力で示されます。壁量を見るのが基本ですが、既存住宅では接合部補強が不十分なことがネックになっている場合もあります。

また、接合部や基礎の仕様、耐力壁のバランス、床などの水平構面の仕様、土台や基礎などの劣化の程度によって評点が減点される仕組みになっています。

※2 JMA 神戸

兵庫県南部地震(1995年(平成7年)1月17日)、神戸市中央区中山手で観測された強震波形であり、最大加速度は818gal、震度は6となっております。当時の震度は現在の震度とは異なっており、現在の方法に換算すれば震度6強に相当します。(気象庁「強震観測について」より)

■ シミュレーションの結果から分かったこと

1. 耐震診断に基づく耐震補強を行わず、瓦屋根からスレートや金属に葺き替えても耐震性の向上は小さく、大地震時には被害を受ける可能性があることが判明しました。

耐震診断を伴わない屋根の軽量化は、大地震時に倒壊する可能性があります

2. 耐震補強は屋根の軽量化よりも建物の壁量を増やす改修が有効であることが判明しました。

耐震診断から耐震補強の内容を定めることが重要です

3. 耐震診断の評点が1以上の瓦屋根住宅は巨大地震に耐えられることが判明しました。

瓦屋根は地震に弱いというのは間違いです

住宅の耐震補強は、第一に壁の筋交いや補強用面材による壁の補強、第二に基礎のひび割れの補修や無筋基礎の有筋化、第三に土台や柱下が腐朽している場合における改善・劣化対策が重要であり、最後のその他の項目として壁や屋根の軽量化が有効とされています。〔「木造住宅の耐震補強の実務」参照 一般社団法人 日本建築防災協会〕2016年(平成28年)4月14日に発生した熊本地震において「新耐震基準適用の住宅においても柱の固定などが不十分な住宅が倒壊したこと」は、これらの対策が正しく適正に行われることによって耐震補強となる証左であります。

数多くの耐震実験で瓦の耐震性能が証明されています

これまでにも瓦業界では、瓦の耐震性能を検証するため数多くの耐震実験を行ってきました。



茨城県つくば市でガイドライン工法による瓦屋根の耐震実験を実施。各加振ごとに試験体の瓦の状態を確認した結果、瓦の脱落、ズレ、浮き上がり等は一切認められませんでした。ガイドライン工法の瓦屋根は「震度7クラスの地震に耐える強度を有している」ことが証明されました。



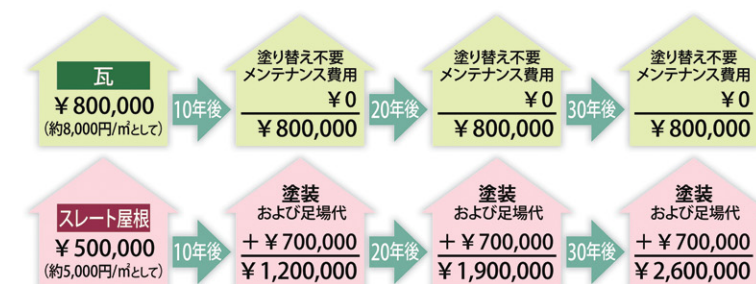
『伝統的木造軸組構法住宅の耐震性能検証実験』が(財)日本住宅・木材技術センターと独立行政法人 防災科学技術研究所との共同研究として実施。実物大住宅の性能検証振動台実験で、ガイドライン工法で施工した屋根瓦に損傷は認められませんでした。



ガイドライン工法で施工した切妻屋根を、鉄筋6階建ビルの屋根を想定し、東日本大震災と同等の震動(約4分間)で耐震性を検証。この結果、棟の崩壊や瓦の脱落が認められず、巨大地震に対する安全性が証明されました。

他の屋根材と比較した場合の 瓦屋根の優位性

■ 瓦はさびない！再塗装不要！30年で約180万円の節約になります



※ J形陶器瓦使用、屋根面積 100㎡の場合。金額、年数はあくまでも目安です。
※ 屋根の塗装費用は1回およそ70万円。仮に住宅の寿命を40年と想定した場合では、3回塗り直しが必要になります。

瓦以外の屋根材のほとんどは塗装しており、このため5～10年で色落ちし、再塗装が必要になります。

それに比べて瓦は、初期費用は高めですが、その後のメンテナンス費用はほとんどかかりません。その結果、トータルコストでみればとても経済的な屋根材です。

■ 瓦は屋根に求められる性能を高い水準でクリアしています

耐久性能



瓦は酸性雨や紫外線による色の変化がほとんどなく、他の屋根材に比べ優れた耐久性能があります。

防音性能



瓦は屋根を激しく叩く雨音や車などの外部の騒音をシャットアウトする優れた防音性能があるので、静かな住まいになります。

耐火性能



瓦は1,000度以上の高温で焼成されており、建築基準法指定の『不燃材料』です。高い防火性能があり、火災による屋根からの類焼を防ぎます。

快適性能



瓦は熱を伝えにくいいため、高い遮熱効果があります。夏は涼しく冬は暖かい、快適な住まい環境を実現します。

■ 豊富なデザインと色彩



現在、瓦にはJ形、S形、F形、M形など多種多様な形状があります。色調では、銀色系、ブラック系、ブラウン系、グリーン系、ベージュ系など多彩な製品があり、最近は2～3色をランダムに並べるという葺き方も多く、表現方法は無限といえます。

伝統的な和風建築から様々な洋風建築まで、自由度が高く、個性的なデザインを創り出せる屋根材は他にありません。高性能な瓦を、これからも安心してお使いください。



瓦屋根の耐震性を知る

2017 年 8 月発刊

全国陶器瓦工業組合連合会事務局

〒102-0071 東京都千代田区富士見 1-7-9 東京瓦会館4階

[TEL] 03-3263-2840 [FAX] 03-3263-2837

[URL] <http://www.zentouren.or.jp/>

