

特集

# 震災に学ぶ

## 住まいの安全とトラブル対応



特集

1

## 地震に備えた住まいづくり

—木造住宅は強くも弱くもつくれる—

**五十田 博** Isoda Hiroshi 京都大学生存圏研究所 生活圏構造機能分野 教授、博士(工学)  
建設省建築研究所主任研究員、信州大学工学部准教授を経て現職。研究分野は木質構造、構造システム、耐震工学など。建築研究所熊本地震建築物被害調査検討委員会委員。



### はじめに



「平成28年(2016年)熊本地震」(以下、熊本地震)では、木造住宅が多数倒壊しました。これまでも木造住宅は地震の度に倒壊を含む被害が繰り返されており、1995年阪神・淡路大震災(地震の名称：兵庫県南部地震)以来の甚大な被害となりました。詳細は後述しますが、倒壊してしまった住宅のなかには阪神・淡路大震災の被害を踏まえ、2000年に明確化が図られた建築基準で建てられた住宅も含まれていました。

一方で、大きな被害を受けた結果、建て替わりに備え解体、整地化が進む被災地のなかで、外観上は無被害の木造住宅を見つけることができます。さらに、「余震が怖いから」と車や屋外での生活を強いられるようなところ、室内の壁などに被害がほとんどないような住宅では、被災地なりの不便は伴っていたとは思いますが、普通の生活が続けられていました。

このように被害を大きく分けてしまったのは原因があります。ここでは、その原因について概説していきたいと思います。今後、住まいを新築する、あるいはリフォームをするに当たってのヒントになれば幸いです。

### 建築基準の意味



住宅を建てるとなると、その耐震設計を建築基準法に則して行わねばなりません。そこでまず、建築基準について説明しておきます。建築基準法の耐震設計では、以下の2つを要求しています。

- ①まれに発生する地震に対して損傷しない
- ②極めてまれに発生する地震に対して、倒壊・崩壊しない

これだけでは分かりにくいので、もう少し説明を加えましょう。「まれに発生する地震」というのは建物の使用期間中に数回遭遇する程度の地震です。おおむね50年に1度の地震と説明がされることがあります。また、「極めてまれに発生する地震」は、1度遭遇するかもしれない程度の地震です。こちらは、おおむね400～500年に1度に発生する地震といわれています。さらに、「損傷しない」とは、仕上げ材などもまったく被害がないわけではなく、建物の耐震性能に関して、修復を必要とせず、ほぼ継続使用が可能ということを指しています。「倒壊・崩壊しない」ことは、人命を守ることを目的としています。つまり、大きな地震が来ても倒壊・崩壊しない



ことをめざしてはいますが、損傷は致し方ないと考えています。それが建築基準法です。

### 建築基準は進化を続ける



さて、ここまで、読んで驚かれる人もいらっしゃるかもしれません。建築基準法を守っていれば、大地震であっても被害がないかという、残念ながらそうではないのです。損傷しないとか、倒壊・崩壊をしないとかを最低限の項目と最低限のレベルの数値で表しているに過ぎないのです。1950年に制定された後に、想定していた地震よりも大きな地震が来て建物が倒壊した、あるいは想定していたよりも過大な被害を受けてしまったために、必要な項目が追加され、最低限のレベルを上げることが繰り返されてきました。図1は横軸を時間(経過年数)として、縦軸に建物の耐震性能(必要性能)のレベル

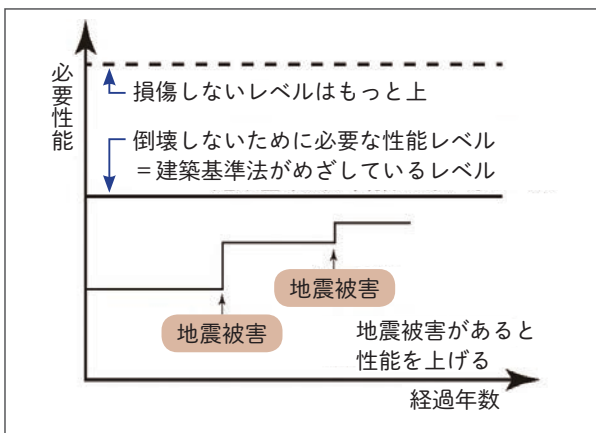


図1 基準法は倒壊しないレベルで進化

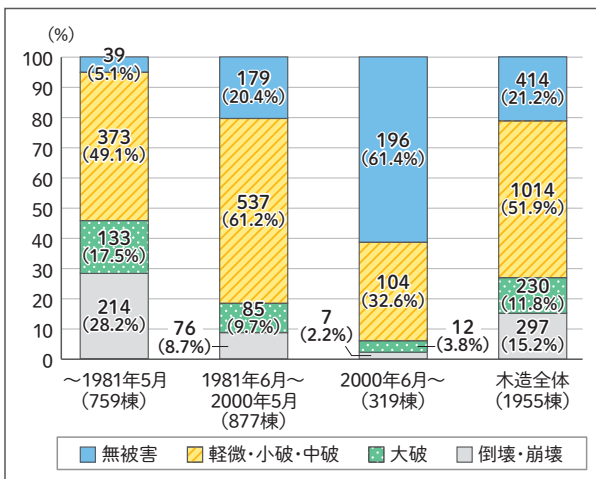


図2 益城町で行われた悉皆調査の建築時期別の被害率(木造住宅)

を表したのですが、縦軸のどこかに大地震に対して倒壊しないレベルがあって、地震被害があり、想定外の被害が生じるとそのレベルを上げて、想定した被害(ここでは倒壊しないこと)に抑えようと努力を続けています。「法令は進化している」と言う人もいますが、人によっては「後追い」をしているという言い方もされます。

### 進化する前と後



図2は益城町の被害の大きい地域に対して実施した<sup>しっかい</sup>悉皆調査\*を、建築基準が見直された時を区切りとして、被害の大きさ別にその戸数を示したものです。最近の建築基準の見直しは2000年で、その前が1981年です。倒壊・崩壊した建物に注目すると、1981年以前の建物が倒壊214棟に対して、1981年から2000年の間が76棟、そして2000年以降が7棟です。このように基準が見直された効果が明らかにうかがえます。なお、2000年以降の7棟のうち3棟が2000年の基準に合致しておらず、違法でした。

それぞれの見直された項目や数値というのは、逆の見方をすれば、それまでに不足していた耐震性能の確保に必要な項目と必要量を示した数値です。1981年の見直しでは壁の総量が見直されました。壁は地震に抵抗する要素です。用いる材料や留め付けの方法などによってそれぞれ強さがあり、その強さに壁の幅の長さに乗じたものが壁の総量で、その量が足りないと損傷や倒壊・崩壊が生じます。1981年にはその量を増やしました。

2000年は、前述したとおり1995年阪神・淡路大震災の経験を踏まえての見直しです。「壁は釣り合い良く配置すること」「接合部は緊結すること」と書かれていた内容を、より具体的にどう壁の配置が釣り合い良くとされ、どういう接合部が緊結とされるのか、についての計算方

\* 「熊本地震における建築物被害の原因分析を行う委員会 報告書」  
<http://www.nilim.go.jp/lab/hbg/O930/summary.pdf>



法や確認の方法を明確に示しました。阪神・淡路大震災では写真のように柱の脚部に接合金物がなく外れやすい、さらに、北面に壁が多く、南面に壁がないような住宅が大きな被害を受けたので、それを規制するよう見直されたということです。

これも前述しましたが、2000年以降に建てられた住宅が熊本地震で倒壊しました。先ほど3棟は建築基準を満たしていなかったと倒壊理由を説明しましたが、残りの4棟の倒壊原因についてここで触れておきます。

まず、1棟は想定以上に住宅の重さが大きかったことで倒壊した、と考えられています。建物が重いと壁の量を増やす必要がありますが、それがなされていなかったというものです。そして、次の1棟は地盤が悪く、それにより倒壊したと考えられています。もう1棟は、壁は所定の量以上にありましたが、柱の脚部が外れてしまい、倒壊に至りました。建物の挙動を追跡すると図3のように倒壊に至る段階で柱が浮き上がっていました。そして、最後の1棟は今のところ、局所的に地震動が大きかったのではないかという結論で、詳細は分かっていません。

以上のことから、現行の2000年基準を守っている木造住宅は大地震に対して倒壊の危険性は低い、と考えています。ただ、ぎりぎり満足しているだけでは大きな被害を受けてしまい、継続使用ができません。

### 熊本地震で話題になったこと

熊本地震では多くの木造住宅が倒壊しました。さらに、これまでの被害などを踏まえて、解析技術や設計技術が進んでいることもあって、どのような住宅に被害が出やすいか、ということが度々取り上げられました。例えば、2階建てで1階と2階の壁の位置がずれている、これは壁の直下率と呼びますが、直下率が低いと耐震性能が劣るのではないかと。居間など広い空間を

取ると地震に対して弱くなる、といったことが話題になりました。このような一般的に耐震性能が低くなる原因、逆に言えば耐震性能を向上させる要因は、日本建築防災協会のホームページ「誰でもできるわが家の耐震診断」としてまとめられています。図4は前述の1階の壁の位置と2階の壁の位置がずれていることについて説明をしたものです。このような注意点が10間にまとめられています。

ただ、ここで勘違いをしないでほしいのは、ここに挙げられている項目に当てはまる＝耐震性能が低い、ということでは必ずしもない、ということです。例えば「直下率が低い＝耐震性能が低い」とかというわけではありません。「直下率が低い」なら、力の流れを正確に求めるように解析モデルをつくって、力の流れを求め設計しましょう。これで耐震性能は低くならずすみません。居間などを広くとる場合、広い空間だから上の階の床をしっかりとつくり、ということ。要はきちんと設計をして



写真 接合部に金物がないと容易に外れる

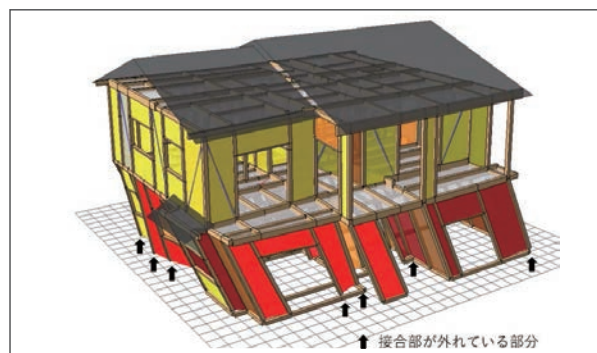


図3 倒壊直前に接合部が外れてしまった

(解析協力：中川貴文国土技術政策総合研究所)



いるかどうかです。よく勉強している設計士であればこの辺についてはご存じと思います。「こういう空間や間取りをつくらうとすると、普通よりも耐震の設計を慎重にしなければならぬので、手間がかかりますよ」と説明する設計士がきちんと分かっている設計士だと思います。

また、**図1**で建築基準がめざしているレベルを示しましたが、建築基準ぎりぎりにつくる必要はなく、設計によって、強い住宅＝大地震に対してほとんど被害のないような住宅をつくることも可能です。要は設計次第です。本稿の最初に書いた被害を分けた原因は、余裕を持った設計がされていたかです。余裕をもって設計がされていたのであれば、被害は軽微ですんだはずでした。

## おわりに



最後に、お住まいの住宅について、建築年代別の注意点をまとめておきたいと思います。

### (1) 1981年5月以前の木造住宅は補強が必要

1981年5月以前に建てた木造住宅は、現行基準の半分程度の耐震性能しかないと思われます。大地震に対して倒壊の危険性が高く、耐震診断よりもすぐに補強を進めてほしいところです。

### (2) 1981年6月以降～2000年5月以前の木造住宅は耐震診断を

この年代は、設計者やハウスメーカーの力量、設計上の配慮によって性能が異なっていること

が予想されます。配慮ができていないかどうかは耐震診断をすれば分かるので、耐震診断をお勧めします。

### (3) 2000年6月以降の木造住宅は極大地震で倒壊の危険性はないが、損傷が生じるので注意を

建築基準をやっと上回る程度で建ててしまっていると、大地震で大きな被害を受けることがあります。図面や建築確認書類があれば耐震のレベルはすぐに分かるので、専門家に相談してください。

そして、これから木造住宅を新築される場合には「余裕を持った設計」を心がけていただきたいのです。建築基準を上回るような建物を設計することは可能です。お金がかかるのではないかと心配される人も多いとは思いますが、設計性能を1.5倍程度に上げるのに数十万円程度の上乗せでできる、とも言われています。ぜひとも余裕を持った設計を心がけていただければと思います。

**問診 7** 1階と2階の壁面が一致しますか？ (ご自宅が枠組壁工法の木造(ツーバイフォー工法)なら、この評点1とします)

| 項目                                 | 評点 |
|------------------------------------|----|
| 2階外壁の直下に1階の内壁または外壁がある<br>または平屋建である | 1  |
| 2階外壁の直下に1階の内壁または外壁がない              | 0  |
| よく分からない                            | 0  |

**説明** 2階の壁面と1階の壁面が一致していれば、2階の地震力はスムーズに1階壁に流れます。2階壁面の直下に1階壁面がなければ、床を介して2階の地震力が1階壁に流れることとなり、床面に大きな負荷がかかります。大地震時には床から壊れる恐れがあります。枠組壁工法の木造(ツーバイフォー工法)は床の耐力が大きいため、2階壁面の直下に1階壁面がなくても、評点1とします。

次へ

現時点の合計評点 **7**

問診8に進みましょう！準備ができたなら次へをクリック！

**図4** 誰でもできるわが家の耐震診断

([http://www.kenchiku-bosai.or.jp/seismic/wagayare/taisin\\_flash.html](http://www.kenchiku-bosai.or.jp/seismic/wagayare/taisin_flash.html))