

## 第74回 防災カフェ (Web) を開催しました。



# 地震に負けない建物を考える

～敵（地震）を知り、己（建物・わが家）を知れば、百戦危うからず～

日 時：2022年10月20日(木) 18時30分～20時30分

ゲスト：高田 豊文 さん

(滋賀県立大学 環境科学部 環境建築デザイン学科 教授)

ファシリテーター：吉富 信太 さん

(立命館大学 理工学部 建築都市デザイン学科 教授)

我が国は大きな地震災害を何度も経験し、その教訓から、安全な建物を建てるためのさまざまな方法（耐震設計）が考えられてきました。日本では、どのような考え方で耐震設計が行われているのかを理解しながら、建物・わが家の耐震化について一緒に考えました。

### 地震に関する基礎知識

日本列島の近くで起こる地震は2種類に分けられます。一つは海で起こる地震、プレート境界型地震です。海溝などのプレート境界やそのごく近くで起こる地震で、津波が発生することもあります。もう一つは陸で起こる地震、活断層型地震と呼ばれるものです。プレート境界からやや離れた陸域の浅い所で地面がずれて起こる地震です。

地震が起きた時にマグニチュードや震度という言葉をよく聞きますが、マグニチュードは地震の規模を表す指標で、震度は地震の揺れの大きさを表す指標です。例えば、机の上の方に電球があった場合を考えると、電球のワット数が地震のマグニチュードに相当します。一つの電球に対して、一つの値が決まります。机の上の明るさが震度に相当し、暗いところも明るいところもあるので、場所によってその値は異なります。

マグニチュードは地震のエネルギーの大きさを表しています。マグニチュード7の地震はマグニチュード6の地震と比べると、震源地で壊れる領域は32倍になります。マグニチュード8になるとさらに32倍の規模となります。

一方、震度は揺れの大きさを表しており、震度は0～4、5弱、5強、6弱、6強、7の10段階に分かれています。木造の建物が全壊する割合は、震度が大きくなれば上がりますが、全壊するかないかの境目は、最近の建物では震度6弱と6強の境目あたりになります。阪神淡路大震災では



ゲスト：高田 豊文 さん

死亡原因の約 9 割が家屋倒壊や家具等の下敷き、残り 1 割は火災でした。死亡推定時刻を調べると、地震が起こってから 15 分以内に半数以上の方が亡くなっていることがわかりました。地震が発生した直後に、建物の倒壊により下敷きとなって短時間の間に亡くなったということがわかりました。住宅を耐震化することが必要であることがわかります。

### 滋賀県周辺の地震危険度

滋賀県付近の主な活断層で発生確率が高いのは、琵琶湖西岸断層帯で 30 年以内に 1~3%、50 年以内で 2~5%の発生確率で、規模はマグニチュード M7.1 と予想されており、日本の中でもトップクラスの高い確率になっています。その他の断層はそれよりは低い発生確率となっています。

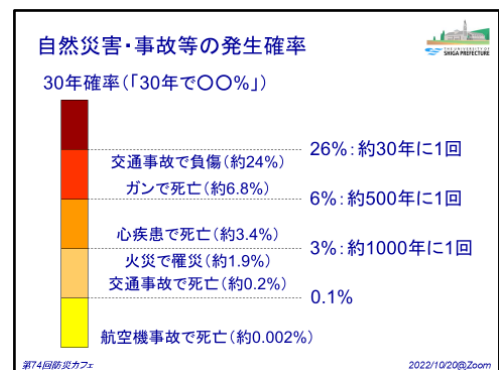
例えば、琵琶湖西岸断層帯で地震が起きたらどうなるでしょうか。大津・南部・高島地域で震度 7, 6 強となると予想されています。震度 6 程度以上になると新しい建物でも倒れ始めます。南部では液状化現象も発生すると予想されています。断層ごとで震度分布の様相も変わってきます。

(滋賀県被害想定 <https://www.pref.shiga.lg.jp/ippan/bousai/zishin/11383.html>)

一方、南海トラフ巨大地震では規模はマグニチュード 8~9、発生確率は 30 年以内で 70~80%、50 年以内で 90%程度以上と予想されています。70%以上の降水確率であれば多くの方は傘を持って家を出られると思いますが、それと同じような高い確率で地震が起こると予想されています。

南海トラフ巨大地震が起これば、関東から九州までの広い範囲に地震や津波による甚大な被害が発生するとともに、大量の物資が不足することが予想されています。そうすると公助が期待できない事態も考えられますから、自助や共助が大変重要になってきます。

様々な地震による地震動の強さを確率で表している地震動予測地図 (<https://www.j-shis.bosai.go.jp/map/>) は参考になると思います。30 年以内に震度 6 弱以上の揺れに見舞われる確率が 0.1~3%、3~26%、26%などと段階別に示されています。右図のように「30 年で 26%」という発生確率は約 30 年で 1 回ということになります。事故や病気等の発生確率と直接比較することはできませんが、参考として比べてみると、交通事故で死亡する確率は約 0.2%、がんで死亡する確率は約 6.8%、交通事故で負傷する確率は約 24%となっています（「全国を概観した地震動予測地図」報告書（2006 年版），地震調査研究推進本部）。地震の発生確率が 26%以上ということは、交通事故で負傷する確率とほぼ同じになります。



### 日本の耐震設計の考え方

日本の耐震設計は、大きな地震への対応としては、損傷するが、大被害は生じないようにし、(安全性)、中小地震への対応としては、ほとんど被害を受けない(修復性)ようにするというように建

物の安全性を2段階で考えています。

建築基準法では、地震動を等価な力に置き換えて考え、ある階に働く力はその階より上の建物の重量の何倍になるかとして建物に作用する地震力を計算しています。例えば、極めてまれに発生する地震動（大地震：震度6程度）では1階の地震力は建物重量×1.0と定められています。まれに発生する地震動（中小地震：震度5程度）では1階の地震力は建物重量×0.2となっています。法律の中には、「震度6に耐えられるように設計しなさい」というようには書かれていません。

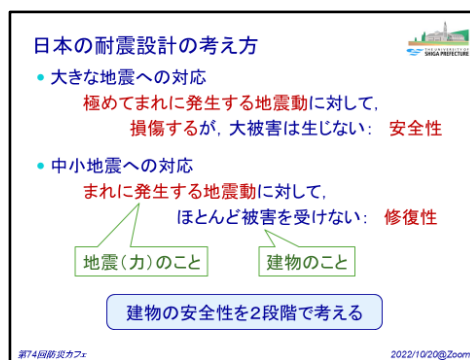
建物に力がかかると変形しますが、力が小さいときは、力がはたらかなくなると元に戻ります（弾性域）が、ある程度以上の力になると倒壊はしないものの元には戻らなくなります（塑性域）。さらに大きくなると倒れてしまいます。建物の耐震性能は、中小地震に対しては力（耐力）で抵抗し、大地震に対しては、エネルギーを吸収して抵抗するように考えられています。

耐震性能の高い木造建物を設計するにはどうすればいいのでしょうか。地震がきたときには、横から力を受けるわけですから、筋かいや壁などで地震力に抵抗します。建物の基礎の状況、壁の量、壁の配置バランス、柱・はり・筋かいなどの接合部の補強、建物の形、老朽度などが木造建物の耐震性能に大きく影響を及ぼします。

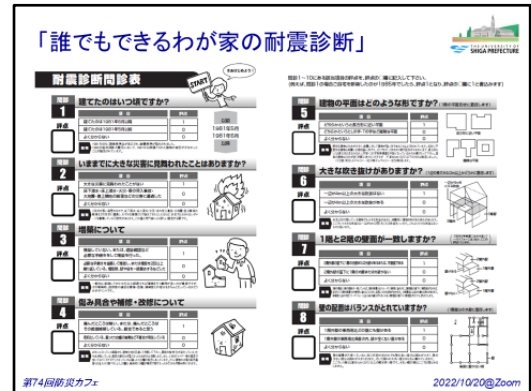
1891年の濃尾地震の後から日本の耐震研究が始まり、1923年の関東地震で耐震設計に関する法律ができ、その後大きな地震ごとに改正されてきました。そして1978年の宮城県沖地震の後、1981年に建築基準法が改正されました（新耐震設計法）。さらに1995年の兵庫県南部地震の後、2000年に再び建築基準法が改正されました。建物の安全性を2段階で設計するという考え方は、1981年以降の法律で適用されています。法律（基準）が大きく変わると、既存不適格建築の問題が発生します。既存不適格建築とは、過去の法律の基準には適合していても、改正後の基準には適合しない建物のことです。

そこで、1981年以前の建物を対象に耐震診断が行われています。木造の場合は上部構造評点という値を計算して、1.0以上ならば一応倒壊しないと判断します。鉄骨造・鉄筋コンクリート造では構造耐震指標を計算して、0.6以上ならば、崩壊の危険性は低いと判断しています。これらの値より小さい場合は、耐震補強の必要ありと判断されます。

耐震診断法には、一般向けの「誰でもできるわが家の耐震診断」と建築士・建築関係者向けの一般診断法、建築士向けの精密診断法の3種類があり、一般診断法による診断が最も多くなっています。「誰でもできるわが家の耐震診断」（日本建築防災協会）は一般の人が診断して、耐震意識の向上と耐震知識の習得を目的としたものです。2階建てまでの木造住宅を対象にして、建てた時期・痛み具合・壁の配置・基礎などの10項の質問に答えていきます。それぞれの質問項目は1点か0



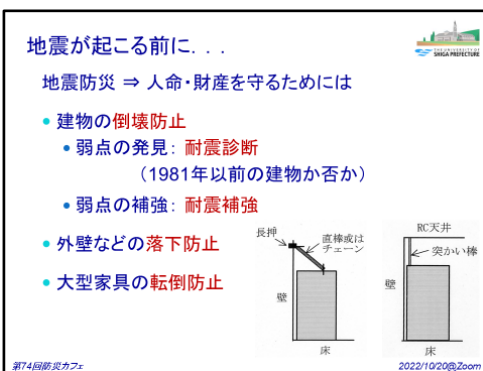
点になり、10点満点で評価します。10点だと、「ひとまず安心。念のため専門家に診てもらいましょう」となり、8~9点だと、「専門家に診てもらいましょう」、7点以下だと「心配です。早めに専門家に診てもらいましょう」となります。この診断だけで建物の耐震性能が正しくわかるわけではありませので、最終的には専門家に見てもらうことが必要です。



一般診断法では「基礎・地盤」と「上部構造」を分けて診断します。基礎・地盤では地震時の注意事項が指摘され、上部構造は点数化されます。1.5以上だと倒壊しない（ただし「無被害」という意味ではありません）、1.0~1.5だと一応倒壊しない、0.7~1.0だと倒壊する可能性がある、0.7未満だと倒壊する可能性が高いと診断されます。1.0より小さくなれば耐震補強が必要となります。

地震防災では、人命・財産を守るためには建物の倒壊を防止することが重要となります。耐震診断をして弱点の発見し、耐震補強をして弱点の補強をするという流れになります。

一般の方ができることの一つは大型家具の転倒防止です。大型家具を直棒やチェーンでつないだり、突かい棒を入れたりします。突かい棒は、家具の後部が浮き上がって手前に倒れてくるのを防



ぐために奥側に入れてください。大きな地震が起こった後は、最初の3日間を生き延びるために、直後は自分の命は自分で守ってください（自助）。しばらく時間が過ぎれば、互いに周りの人を助ける共助が必要になります。3日経てば公助もやってくると考えられます。ただし、大きな地震災害では、公助が期待できない可能性も考えられますから、自助と共助ができるように普段から考えておくことが大切です。悲観的に準備をして、楽観的に行動することが防災の基本だと思います。

参加者からは多くの質問がありました。その一部を紹介します。

問：主に木造住宅の耐震についてのお話でしたが、最近では軽量鉄骨造の建物も増えていますが、木造と比べるとどの程度の耐震力があるのでしょうか？

答：建物の耐震設計をする際には、地震力と建物の持っている強さを比べる必要があります。単に建物の強さだけを比べれば、軽量鉄骨造の方が強いですが、地震力は建物の重さに比例しますから、軽量鉄骨造は重いので、壁の量を増やすなど強くつくる必要があります。同程度の地震力に対して同じ程度の強さを持っていれば木造も軽量鉄骨造も同程度の耐震性能と言えます。

問：避難場所になっている地域の学校などの公共の施設は耐震化がされていると安心してよいのでしょうか？

答：公共の建築物は耐震診断をして、必要に応じて耐震改修することになっています。まだすべて



完了しているわけではありません。避難所に指定されている多くの建築物は耐震性があると思われませんが、個別には調べてみないとわかりません。病院や学校などの重要な施設は、安全度をより高めて設計したり、耐震補強されたりしています。情報も公開されていますが、個別の建物については市町に問い合わせください。

問：建築後50年以上経た2階建ての鉄筋コンクリートの家に住んでいます。鉄筋コンクリートの劣化と耐震との関係について教えてください。

答：鉄筋コンクリートは、コンクリートの中に鉄筋が入っていますが、その鉄筋がさびていないことが重要になります。コンクリートはアルカリ性なのですが、空気中に置いておくと次第にアルカリ性がなくなっていき、中の鉄筋がさび始めます。それが鉄筋コンクリートの限度となります。50年くらいは微妙なところですが、ひび割れはないかなど調べてみるのも一つの方法です。

問：耐震診断の費用はどの程度かかりますか。

答：耐震診断は市町に申し込めば、要件を満たしていれば費用の負担はありません。

高田さん、吉富さん、参加者のみなさん ありがとうございました。



ファシリテーター：吉富 信太 さん