
地震にそなえて

— 耐震診断・耐震改修のすすめ —

監修

沖縄県土木建築部 建築指導課

発行

特定非営利活動法人
沖縄県建築設計サポートセンター



このパンフレットは

日本の国土は、北海道、本州、四国、九州の四つの大きな島と、私達の暮らす南西諸島など多くの島々から成っています。我が国は地震国と言われており、近年では、阪神・淡路大震災（平成7年）、東日本大震災（平成23年）などの大地震が発生しました。さらに最近では、南海トラフで起こる大地震の被害予測が発表され、地震に対する備えの必要性が増々声高に叫ばれています。

地震は、いつ・どこで・どのくらいの規模で起こるのか、簡単には予測できません。このパンフレットでは、これまでの被害経験を踏まえ、事前の防災対策、既存建築物の耐震診断、耐震改修の方法の他、津波についてわかりやすくまとめています。

災害に備えた安心・安全なわが家を、共に築きましょう。



目次

- 地震 ----- P. 2～14
- 津波 ----- P. 15～18

耐震診断はじめませんか？

「耐震診断」とは、すでに建てられている建物が、現在、どのくらいの耐震性能をもっているかを把握する方法です。耐震性が低いという判断になった場合、「耐震補強」を行って、建物が地震に耐えられるようにする方法があります。

「耐震診断」こんな人にお勧め！

- ◇古い住宅に住んでいる
- ◇雨漏りするし、劣化も気になる…
- ◇建築物が特殊な形状をしている（増築を繰り返した等）
- ◇とりあえず、今住んでいる建物の地震に対する強さが知りたい！

「耐震診断」のメリットとは！

- ◇建築物が地震にどれだけ耐えられるかが分かる！
- ◇建築物の抱えている問題点が分かる！

1 沖縄の建築物の特徴

1-1 想定地震力が現行よりも小さい時期があった！？

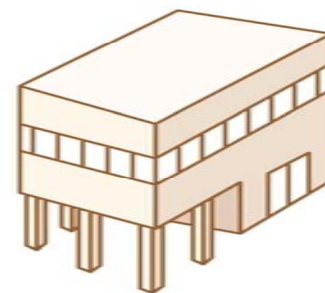


建築設計する際に想定する地震力は、地震の起こりやすさによって地域ごとに異なる地域係数を用いて計算します。

1981年に建築基準法が改正され、地域係数0.7と定められる以前は、地域係数に相当する水平震度が、基準値の1/2(0.5)となっていました。また、沖縄に限ったことではありませんが、1971年以前はコンクリート柱の鉄筋量が現行より少なくなっていました。

沖縄には当時設計された建物が数多く残っており、地震に備え安全の確認が必要です。

1-2 ピロティ建築が多い！

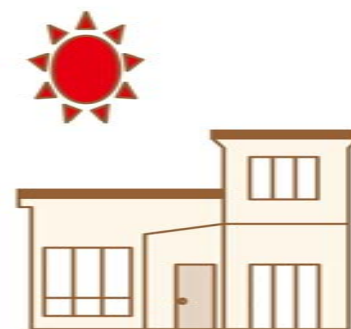


壁の無い弱い部分に地震力は集まる

沖縄ではRC造の建築物が台風やシロアリ被害に強いことから、戦後急速に普及しました。また広い駐車場を確保するために、「ピロティ（げたばき形式）」が多いことも特徴です。ピロティ建築では1階に壁がなく、最大地震力を柱だけで負担するため、設計時に安全の確認を行う必要があります。

過去の大地震では、このようなピロティ形式の建築物に多くの被害がでました。

1-3 亜熱帯気候・風土の過酷な環境下にある！？



紫外線が強く台風の通り道である沖縄では、外壁の塗装の剥離が早まりコンクリートの劣化の原因となっています。また、海に囲まれているため、コンクリートのひび割れから浸透した飛来塩分によって、鉄筋の腐食やコンクリートの剥離・剥落など、建物の耐久性が低下する要因となっています。

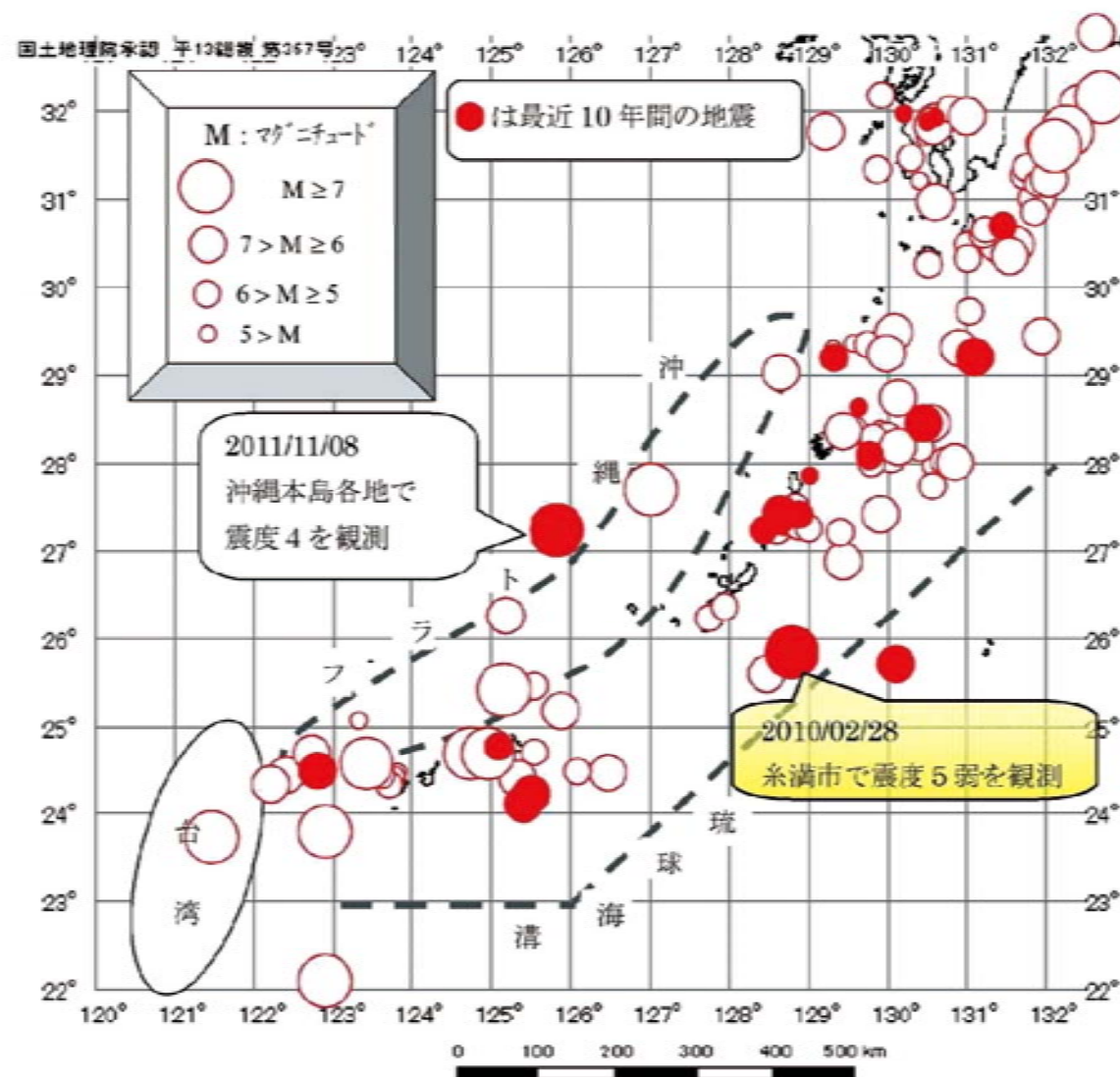
さらに、沖縄国際海洋博覧会が開催された1975年頃に建てられた建物の中には、除塩不足の海砂を使用したコンクリートが原因で鉄筋の腐食が進行している建物が見受けられます。

2 沖縄の地震・津波年表

3 南西諸島付近の地震の震源

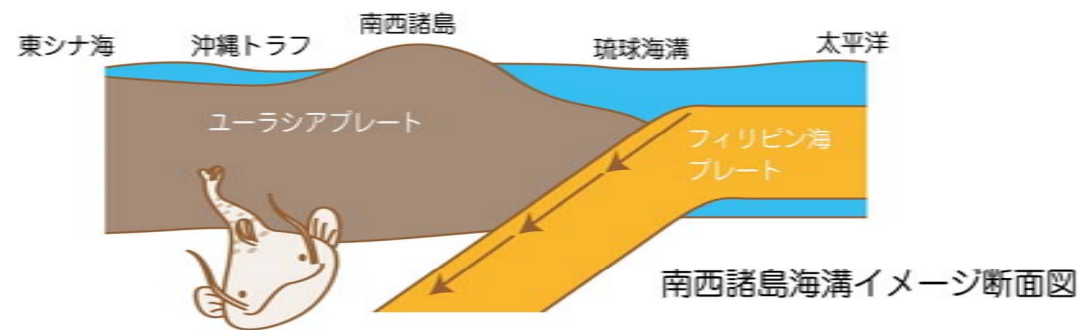
年代	地震名	震度	被害	備考
2011	東日本大震災			
2010	沖縄本島近海	M7.2		糸満市で震度5弱 沖縄本島での震度5以上の地震発生は、1909年の地震以来101年ぶり
2004	与那国島近海	M6.6		
2000	石垣島近海	M4.9		
1995	阪神淡路大震災			
	奄美大島近海	M6.6		喜界島で震度5
1991~1993	西表島近海	M5.2		3年間で、2000回以上の有感地震を観測
1981	建築基準法改正			※耐震設計法が大幅に改正され、稀な地震に対する1次設計、極めて稀な地震に対する2次設計の本建てとなった
1966	与那国島近海	M7.8	家屋全壊 1棟 死者2名	
1960	千り地震津波	M9.5	沖繩本島中北部、石垣島、宮古島に津波襲来、家屋全壊28棟 床上床下浸水 死者3名	
1947	与那国島近海	M7.4	山崩れ、地割れ、落石 死者5名	
1923	関東大震災			
1911	奄美大島近海	M8.0	家屋全壊 422棟 死者12名	
1909	沖縄本島近海	M6.2	家屋全壊 7棟 死者2名	
1882	沖縄本島近海	M6.0	石垣倒壊 500棟 死者記録無し	
1771	明和の大津波	M7.4	家屋流出3,229棟 地鳴り 湧水あり 死者11757名	
1664	沖縄島島付近	-	付近の海底より噴火、津波被害あり 死者1名	

出典：「沖縄における地震・津波・火災噴火資料（沖縄気象台）」及び「気象庁防災気象情報」



震度4以上を記録した地震の震源（1926～2012年）

この図は過去87年間に、九州南部から南西諸島付近で起きた地震のうち、震度4以上を記録した地震の震源を表しています。円の大きさはマグニチュードを表します。また赤く塗りつぶしたものは最近10年間に起こったものです。この地域の地震は、日向灘から南西諸島、さらには台湾にかけての細長い領域で数多く発生しています。沖縄付近では琉球海溝と琉球トラフ（舟状海盆）の間で発生しています。2010年2月に起きた地震は、沖縄本島の南東約100kmのところで発生し、糸満市で震度5弱を観測しました。



南西諸島海溝イメージ断面図

4 地震に遭遇する前に…

4-1 備えあれば憂いなし

沖縄でも起こりうる地震に対し、事前に対策を行えば、被害を最小限に抑え大切な命を守ることができます。平成7年の阪神淡路大震災では、建物の崩壊や火災だけでなく、屋内において家具の転倒やガラスの散乱などによって避難が妨げられ、避難の遅れが甚大な被害の一因となりました。また、地震が起こると建物が大きく揺さぶられ、外壁や天井、屋根仕上げ材の落下による人的被害も避けられません。



地震が発生したとき、被害を最小限におさえるには、一人ひとりがあわてずに適切な行動をすることが極めて重要です。そのためには、地震について関心を持ち、いざというときに落ちついて行動できるよう、日頃から地震の際の正しい心構えを身につけておくことが大切です。

さあ！始めよう！
“我が家の防災”



出典：「消防庁 防災マニュアルー震災対策啓発資料」

重要2 備蓄品、非常持出し品を備えよう



地震が発生すると普段どおりの生活ができなくなる事も考えられます。数日間生活できるだけの「備蓄品」を備えておきましょう

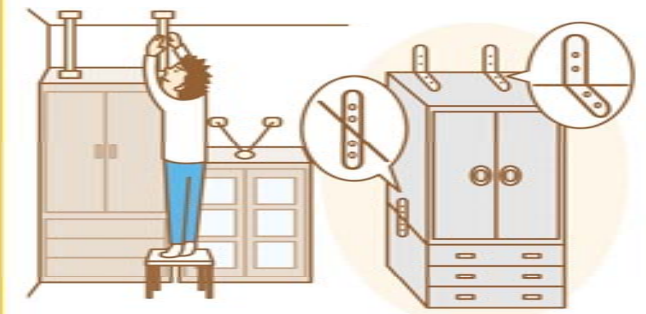
- 目安として最低限3日間程度の水や食料品を備蓄しましょう
- 玄関や寝室など持ち出しやすいところに置いておき、すぐに持ち出せるようにしておきましょう

背負える袋などに入れておけば、持ち出したときに両手が使えて便利です

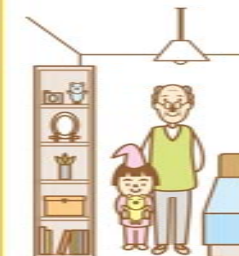
- 家族、地域の状況や消費期限などと照らし合わせて定期的にチェックし、必要に応じて入れ替えましょう

就寝時に地震が起こることもあるので枕元には懐中電灯、スリッパなどを用意しておきましょう

重要3 家具の転倒を防止しよう



- タンスや棚はL型金具やつっぱり棒で、壁や天井に固定しましょう
- 窓ガラスはガラス飛散防止フィルムを貼っておきましょう
- 引き出しや観音開きの扉にはストッパーなどを取り付け、中身が飛び出さないようにしておきましょう



- 寝室や子供・高齢者部屋、出入口付近にはできるだけ背の高い家具は置かないようにしましょう
- また、就寝位置を家具から離したり、転倒しにくい側を就寝位置とするなど工夫しましょう

重要1 家族で防災について話し合おう！

避難場所の確認



地震はいつ起こるか分からないことから、時間帯や誰が在宅しているかなど様々なケースを想定し話し合っておきましょう。話し合いでは、想定したケース毎に分担を決めるほか、高齢者や乳幼児など家族構成も考慮し次のようなことも相談しておきましょう

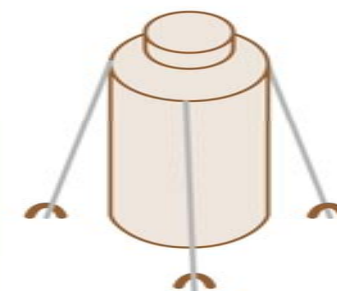
- 家の中でどこが一番安全か？
- 避難場所、避難路はどこか？
- 非常持出袋はどこに置いてあるか？
- 住所、氏名、連絡先や血液型などの自分の情報を記載した避難カードを作成し、普段から携帯しましょう
- 地震により、玄関が開かないなどが考えられるので、自宅から外への避難経路は複数のルートを考えておきましょう
- 脱出通路に障害になるものを置かないようにしましょう
- 家族が離ればなれで被災したときを考えて、お互いの安否の確認手段を考えておきましょう。

重要4 ブロック塀をチェックしよう



基準を満たしていないブロック塀の倒壊は避難の妨げとなり、大変危険です。専門家による強度の確認を行い、必要に応じて撤去するか、補強を行いましょう

重要5 屋上タンクを緊結しよう



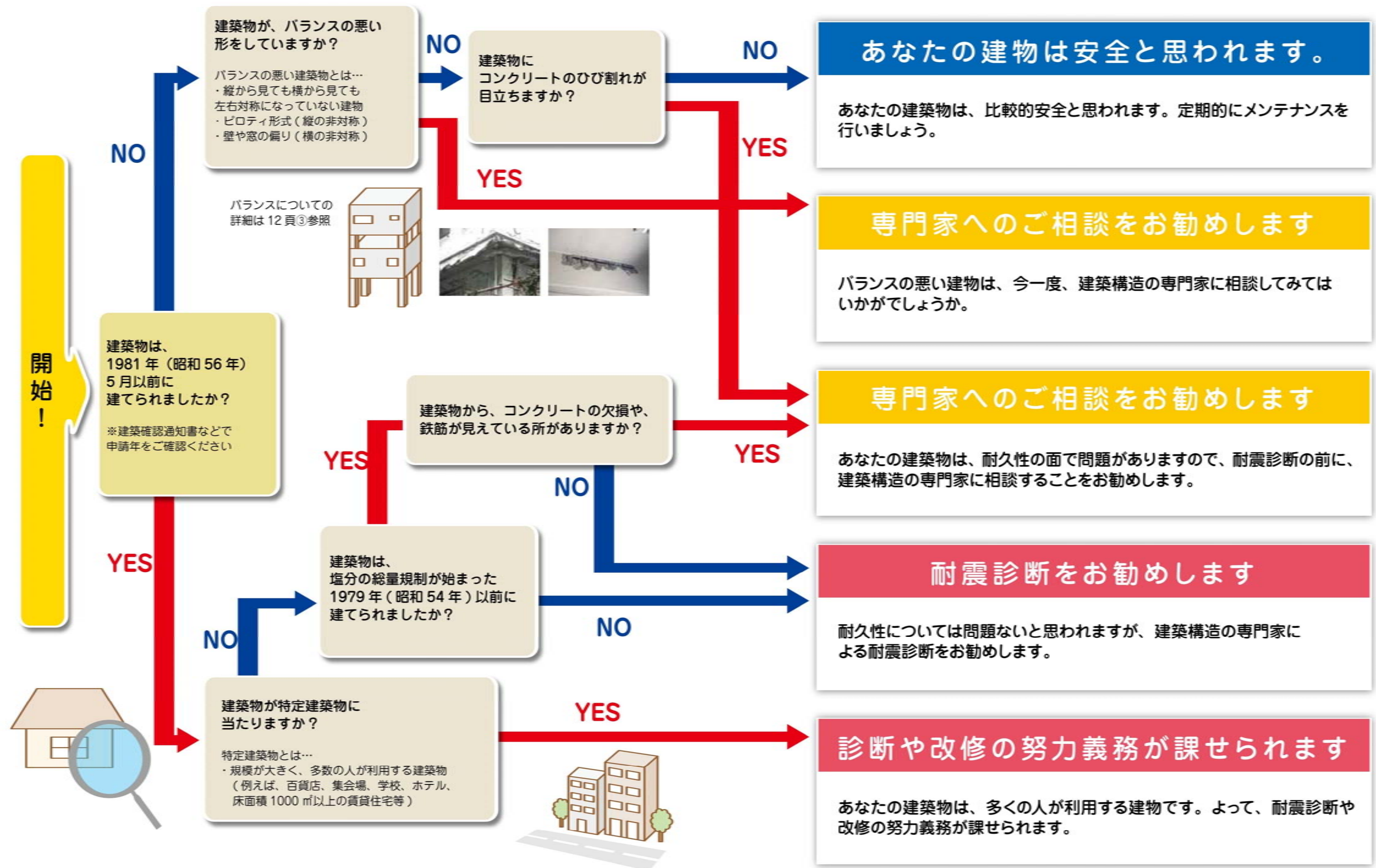
屋上高架タンクの落下は、避難中の大きな事故の原因となり、大変危険です。金具やワイヤーでしっかりと固定しましょう

重要6 積極的に防災学習を行おう



地震の時に、初期消火や救出救助活動を行うには日頃からの訓練が欠かせません。家族全員で防災訓練に参加しましょう

5 あなたの家の安全性をチェックしよう！



6 マグニチュードと震度

○マグニチュード

地震の規模を表す尺度をマグニチュード(Magnitude)と言い、Mで表します。Mが1大きいとエネルギーは約30倍、2大きいと1000倍となります。M=8の地震はM=6地震の1000個分に相当します。2011年3月11日の東日本大震災はM=9.0といわれ、極めて巨大な地震であったことがわかります。

○震度 - 気象庁震度階級 -

出典：気象庁 HP「気象庁震度階級関連解説表」

震度階級	人の体感・行動(屋内)	鉄筋コンクリート造建物、その他
0	人は揺れを感じない	-
1	揺れをわずかに感じる人がいる	-
2	多くの人が揺れを感じる	-
3	ほとんどの人が揺れを感じる	-
4	ほとんどの人が驚く 眠っている人の大半が目覚ます	-
5弱	大半の人が恐怖を覚え、物に つかまりたいと感じる	-
5強	物につかまらなると歩くことが 難しい	耐震性の低い建物では、亀裂が生じるものがある 補強されていないブロック塀が崩れることがある
6弱	立っていることが困難になる	耐震性が低い建物では、亀裂が多くなる 壁のタイルや窓ガラスが破損、落下することがある
6強	はわないと歩くことができない	耐震性の低い建物では、倒れるものがある
7	飛ばされることもある	耐震性の低い建物では、倒れるものが多くなる

7 地震で壊れやすい建築物とは？

過去の地震で、被害が顕著にみられた建築物は、地盤に起因するもの他に・
・1981年の建築基準法改正以前に建てられた「旧耐震基準」による建築物
・壁が少ない階がある建築物
・ピロティ形式のような、バランスの良くない建築物



とある家主

建築構造の専門家

私の家は、ピロティ形式で、1階が駐車場です。危ないのですか？

沖縄でよくみられるピロティ階ですが、一概に危険とはいえません。ピロティ階は、専門的な定義がありますので、心配されている階がピロティ階であるのかどうか、専門家に正しく判断してもらいましょう。

8 建物の耐震基準の変遷

建物の耐震性は、設計当時の耐震基準により差があり、第1～第4世代に分類されます。1981年(昭和56年)の建築基準法改正により、構造計算の基準そのものが改訂されたため、1981年以前・以後で耐震性能が大きく分けられます。

阪神淡路大震災においては、第3世代以降の耐震基準で設計された建物の地震被害が少なく、効果が確認されています。

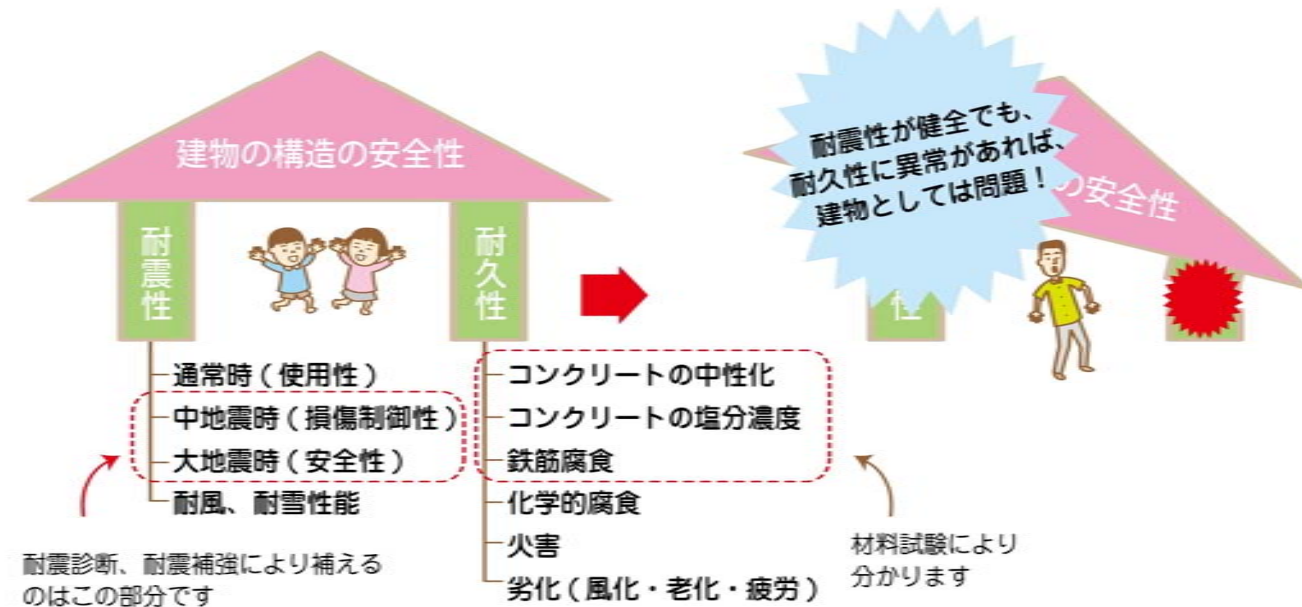


9 建物の耐震性と耐久性

耐久性に問題があれば、耐震診断と補強工事で性能をあげても、意味が無い！？

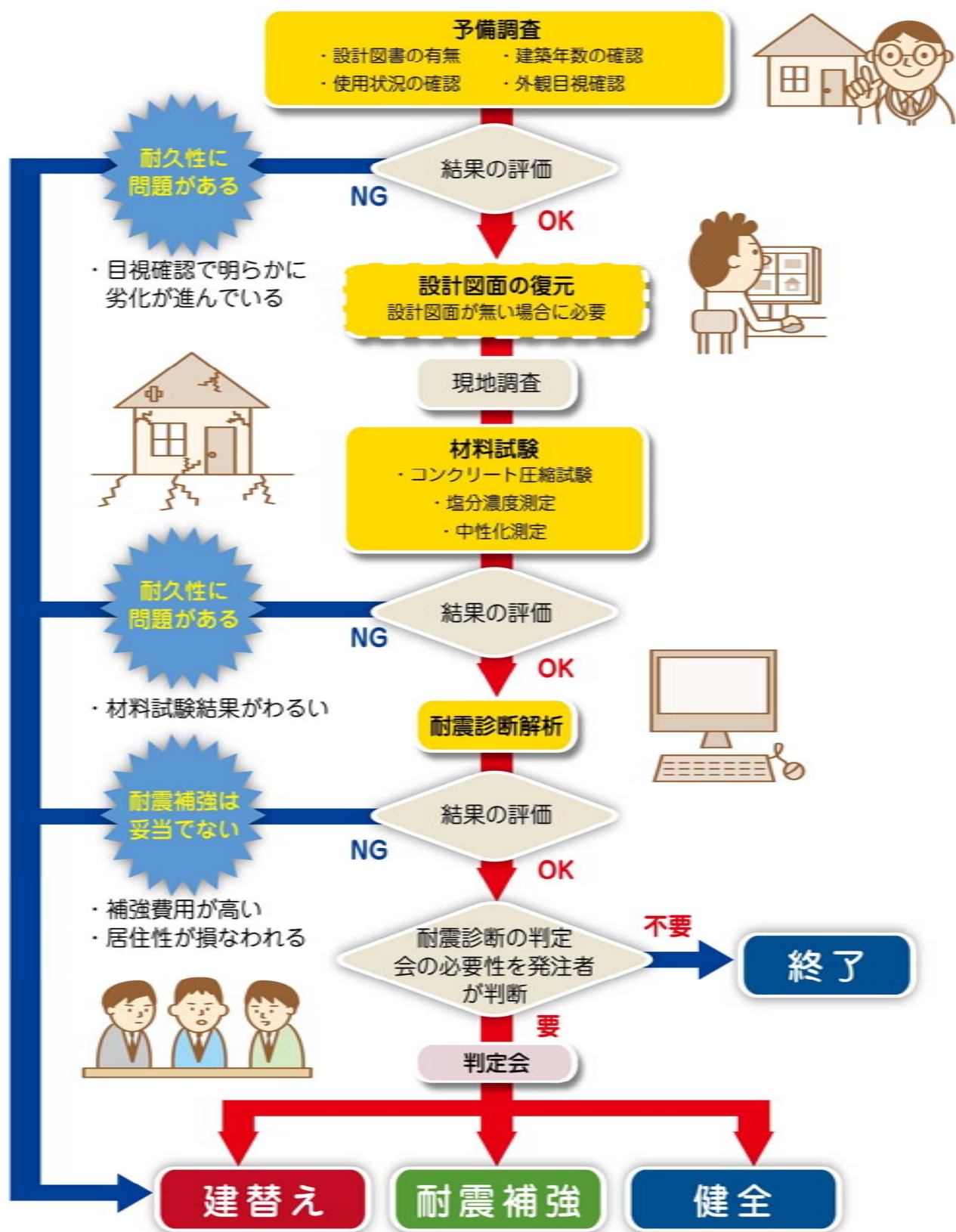
例えば、建物に生じてるひび割れが、コンクリート内部の塩分で生じた鉄筋の錆による場合、耐久性能の寿命が尽きていることを覚悟する必要があります(下図参照)。

耐震診断と補強工事で地震に対する耐震性を向上させても、耐久性の方に問題があれば通常時の耐震性が損なわれていることになり、その時点で今後の建物運営上の判断が必要と考えます。



10 耐震診断の流れ

耐震診断を設計事務所に依頼した場合の、業務の流れの例を、下のフローチャートに示します。どのような診断をするか、どこまで検討するかによりますが、診断の日数は、おおむね2カ月程度要します。第三者による判定が必要な場合は、更に2カ月程度追加されます(合計4カ月ほど)。判定会に付けるかどうかは、発注者の判断になります。



11 耐震診断の概要

耐震診断は、以下の要素によって評価しています。

$$\text{耐震性能} = \text{強さ} \times \text{柔らかさ} \times \text{バランス} \times \text{劣化具合}$$

(強度) (靱性) (形状) (経年)

① 強さ

地震に対する抵抗要素が多い、つまり壁などが多くて強い建物ということです。これは、壁や柱の量を合計することで評価できます。



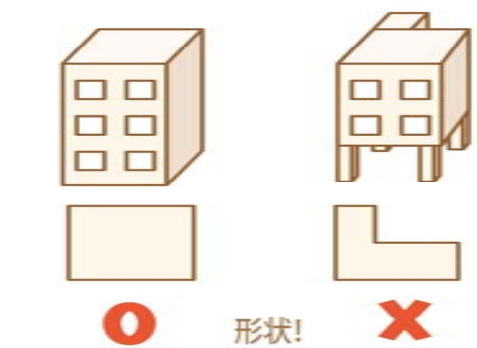
② 柔らかさ

柳のように、しなやかに変形することで、建物がねばり強く地震のエネルギーを吸収し抵抗します。これは、柱や耐震壁がどのような壊れ方をするかを計算で確認して評価します。



③ バランス

平面の形が四角形ではなく、L型、T型のものや、低層部分と上層部分の大きさが極端に異なるもの、ピロティ建築物などは、いびつな建物と評価されます。最も理想的な形は、壁が一様に入っている整形の建物です。つまり、バランスの良い建物とは、高さ方向にも平面的にも弱点や偏りがないということです。



④ 劣化具合

鉄筋の錆具合やコンクリートの中酸化など、建ててからの年数が経ていることによって、どれだけ建物が傷んでいるかを評価します。材料のサンプル採取や被災層を調べ、減点方式により決めていきます。



ちょっとMEMO 構造図面が無いと、費用が2倍に!?

耐震診断で最も重要なものは「構造図」です。構造図がない場合は、耐震診断に最低限必要な計算が出来る程度までの構造図を作成する為の調査が必要になります。調査に当たっては、必要な場所と数を検討します。調査数が少ないほど費用は抑えられますが、少なすぎれば精度が損なわれてしまいます。従って、図面がない場合は調査費用も含まれるため、通常の耐震診断の約2倍程度の費用がかかります。

耐震スリット工法



柱際に窓がある場合、窓の高さが狭いと、柱はその範囲で壊れることが多い。柱際に窓の位置まで切り込みを入れることで、の変形能力を改善し壊れにくくする。

袖壁増設工法



柱際に壁がある場合、柱際の壁に新たな壁を打ち増すことで、建物の強さをさらに強くする。

開口調整による耐震壁工法



壁に窓がある場合、その窓を小さくあるいは、塞ぐことで耐震壁とし、建物の強さを改善する。

耐震壁増設工法



ピロティの場合、壁を新たに増設か、鉄骨ブレースを入れることで、建物の強さを改善する。

これらは耐震補強の一例であり、上記以外にも「免震補強」や「制振補強」などの方法があります。

Q&A よくある質問

□耐震診断に関して、よくある質問をご紹介します。

Q 具体的に、「耐震診断」ってどうしたらいいの？

A まず、耐震診断を行いたい建築物の以下の書類を持って、**設計事務所などに相談**してください。耐震診断を行っている設計事務所については、沖縄県建築士事務所協会などに相談されるとよいでしょう。
 ・建築物の設計図（構造図または竣工図） ・建築物の申請年または竣工年がわかるもの（検査済証など）
 ・建物の外観、劣化部分の写真など
 耐震診断の流れは、11頁をご覧ください。→

Q 調査で、建築物を壊したりしますか？

A 調査方法にもよりますが、建物のひび割れやコンクリート強度を調べるために、直径10cm、長さ20cm程度の**コンクリートのサンプル**を採取します。その際、一時的に騒音や振動などが発生します。また、場合により**天井裏を調査**する場合等もありますので、依頼する設計事務所によく確認しましょう（※調査箇所は専門業者により補修されます）。



Q 耐震診断をせずに、すぐ補強できますか？

A 耐震診断は、言わば建物のお医者さんです。詳しい検査をせずに補強（手術）してしまうと、悪い箇所を見落としたり、逆に健全な箇所を補強してしまう場合もあります。補強が必要と思われる建物は、**耐震診断→補強**という流れを推奨します。第三者による判定（判定委員会）をするか否かは、発注者の判断です。

Q 診断費用はどれくらいかかりますか？

A 建物の規模や、図面がきちんとあるかどうかにより異なりますが、**個人住宅で、数十万円～百万円程度**を見込んでください。
 詳しい診断費用に関するお問い合わせは、沖縄県建築設計サポートセンターまで（TEL: 098-879-1020）。

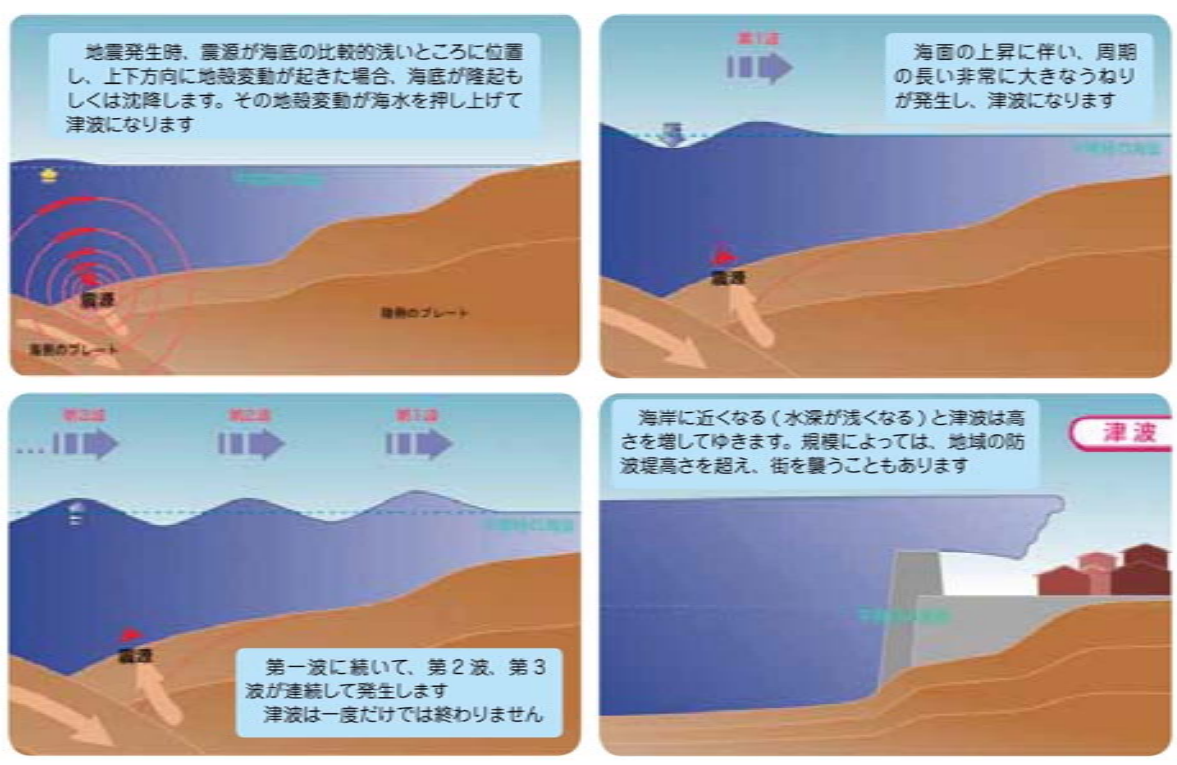
Q 診断には何日くらいかかりますか？

A どこまで詳しく診断するかで異なりますが、おおむね**2カ月程度**を要します。ただし、その後、第三者による判定が必要であれば、判定委員会に判断を求めることとなり、更に1～2カ月程度追加されます。

Q 耐震診断、改修工事に対する税の優遇措置はありますか？ また、保険はどうなりますか？

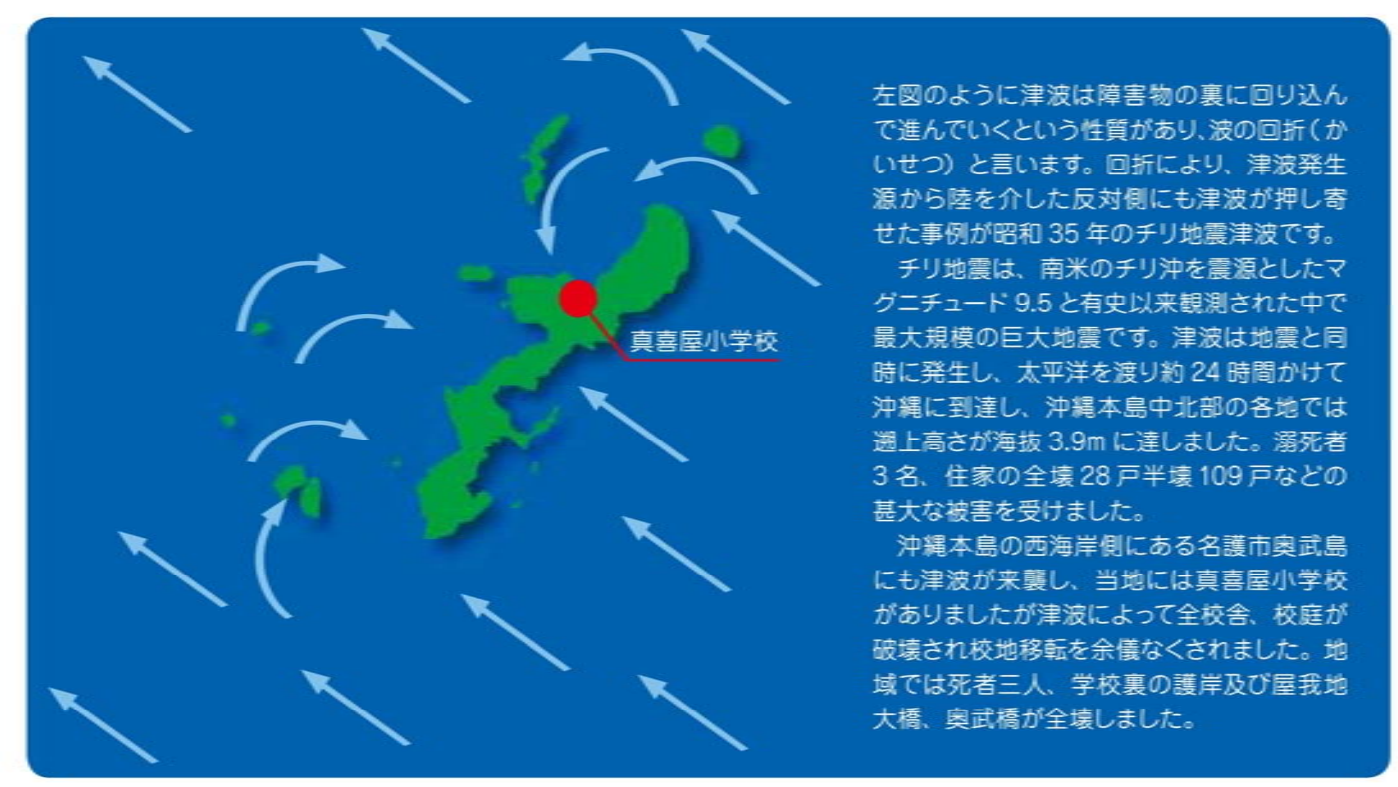
A 耐震改修工事を行うと、**所得税の特例控除**と**固定資産税の減額**が受けられます。詳しくは国税庁のタックスアンサー等で確認できます。また、**地震保険**は耐震診断結果がOKか、又は補強してOKになれば、**10%安くなります**。

1 なぜ、津波は起こるの？



出典：総務省消防庁

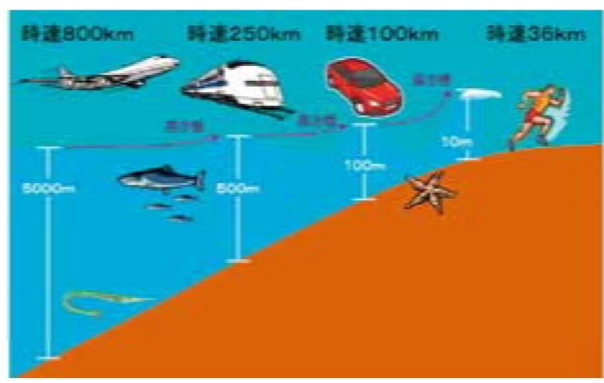
3 津波は回ってくるよ



2 どのくらいの速さでやって来るの？

津波は、海が深いほど速く伝わる性質があり、沖合ではジェット機に匹敵する速さで伝わります。逆に、水深が浅くなるほど速度が遅くなるため、津波が陸地に近づくにつれ後から来る波が前の津波に追いつき、波高が高くなります。

水深が浅いところで遅くなるといっても、オリンピックの短距離走選手なみの速さで陸上に押し寄せるので、普通の人々が走って逃げ切れるものではありません。津波から命を守るためには、津波が海岸にやってくるのを見てから避難を始めたのでは間に合いません。海岸付近で地震の揺れを感じたら、または、津波警報が発表されたら、実際に津波が見えなくても、速やかに避難しましょう。



津波警報・注意報の種類

気象庁は津波による災害の発生が予想される場合に、地震が発生してから約3分（一部の地震※については最速2分以内）を目標に津波警報（大津波、津波）または津波注意報を発表します。

種類	解説	発表される津波の高さ	
津波警報	大津波	高いところで3m程度以上の津波が予想されますので、厳重に警戒してください	3m、4m、6m、8m、10m以上
	津波	高いところで2m程度の津波が予想されますので、警戒してください	1m、2m
津波注意報	高いところで0.5m程度の津波が予想されますので、注意してください	0.5m	

※日本近海で発生し、緊急地震速報の技術によって精度の良い震源位置やマグニチュードが迅速に求められる地震

4 海拔を知ろう！



海拔を知ろう！

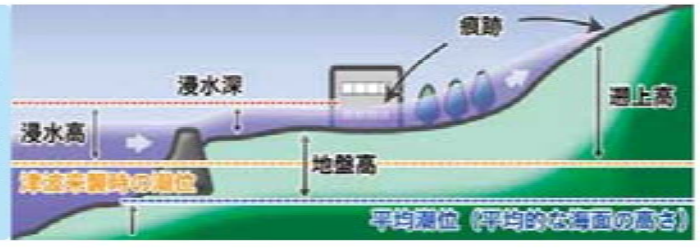
海拔とは、例えば、海拔2mであれば、その地域は海面から2m高い位置にある、ことを意味します。

街中において少し注意を払うと、写真のような表示を見かけます。地域や街によって表示の仕方が異なる場合がありますが、いずれもその地域の海拔を表しています。

自分の居住する地域の海拔について知っておくことは、避難時の迅速な対応に役立ちます。

遡上高さとは

図をご覧ください。波が陸を這い、駆け上がってきた高さを「遡上高さ」と呼びます。比較的海拔の高い地域でも、波が押し寄せてくる可能性があり、50cm程度の高さの波でも人は立ってられないといわれています。



下記の地図サイトで各街、地域の海拔を調べることができます。
 Mapion (マピオン) <http://www.mapion.co.jp/>
 Flood Maps <http://flood.firetree.net/>
 地図閲覧サービス (ウォッチズ) http://watchizu.gsi.go.jp/right_top.html

5 どこに逃げるの

津波の標識

津波の恐れのある地域には、このような標識があります。海近くに行ったときは探してみましょう。



津波避難



津波避難場所
高台の避難場所



津波避難ビル
避難できるビル



津波避難ビル

写真のように、海拔の低い地域には、建物や街の一角に津波避難ビルに指定された建物がみられます。

日頃から津波避難ビルがどこにあるか注意して、地震時の自分の避難場所を確認しておきましょう。

津波の標識

下図は本部町の防災マップです。津波時の浸水区域や避難拠点などが記載されています。各市町村には、災害時に備えて防災マップ等が準備されている場合があります。インターネットでホームページにアクセスしたり、防災を担当する課に直接確認してみても良いでしょう。



6 釜石の奇跡（3つの約束）

東日本大震災の津波による死者・行方不明者が1,000人を超えた釜石市で、小中学生は2,921人が津波から逃れました。学校にいなかった5人が犠牲となってしまいましたが、99.8%という生存率は「釜石の奇跡」と言われています。学校の管理下にあった児童生徒に限らず、下校していた子ども達も、多くが自分で判断して高台に避難しました。

命を救ったのは、群馬大学の片田敏孝教授（災害社会学）による防災教育でした。以下の内容は河北新報（2011年11月26日）を基に構成しました。

3月 11日の震災当日は短縮授業で、児童は午後1時に下校した。地震発生時、釜石小の全校児童184人のうち学校にいたのは卒業式の準備をしていた6年生10人程度だった。

加藤孔子校長は、「児童たちはバラバラだった。下校途中の子、友達の家や公園で遊んでいた子、自宅にいた子、瑠璃（るうり）君は甲子川近くで遊んでいた。激震後、両親が商店街で営む美容院に向かおうとする瑠璃君を友達が引きとめた。「駄目だよ。高い所に逃げなくちゃ」瑠璃君は友達と「釜石のぞみ病院」に避難したという。

母の裕子さんは「もし帰ってきていたら津波にのまれたと思う、友達に救われた」と感謝する。家庭では「地震の時はそれぞれ逃げよう」と普段から話していた。裕子さん自身も子どもの無事を祈りながら、高台に避難したという。

釜石小は震災の2日後、児童全員の無事を確認した。それぞれが自らの判断で命を守っていた。加藤校長は「防災マップ、下校時の訓練、防災の授業、この三つの成果が大きい」と語る。

こうした教えが活かされた、もう一つの事例がある。

釜石 東中の生徒たちは地震後すぐ、「津波が来るぞ!」と叫びながら、避難場所へと走った。同中はハザードマップにおいて、津波の「想定外」だ。同中に隣接する鶴住居（うのすまい）小学校では、屋上に避難しようとした児童たちが、逃げる中学生を見て後を追った。一緒に避難場所の介護施設へ。

しかし、「介護施設も危ないかもしれない」と判断した子ども達は、さらに高台へ避難することにした。中学生たちは小学生の手を引き、介護施設のお年寄りに手を貸した。津波は介護施設にも到達、間一髪だった。片田教授は子どもに、家庭内でこんな会話をさせたという。「僕は絶対に逃げる。信じて。だからお母さんも逃げて」実際、鶴住居小に娘3人がいた岩崎久美子さんは地震後、娘が通う小学校へ向かわず、自宅から高台へと避難した。「心配でしたが、子どもは避難しているはず」と自分に言い聞かせていた。その甲斐あって、家族全員が無事だった。

この地域では、「津波てんでんこ」という、家族がてんでんばらばらに逃げるという教えがある。この教えを実践するには家族間の信頼関係、また一人一人が自分の命に責任を持つ、ということが非常に重要になってくる。

模擬事業などを通して、片田教授は津波避難の3原則を強く訴えた

3つの約束① 「想定にとらわれるな」

3つの約束② 「最善をつくせ」

3つの約束③ 「率先避難者たれ」

建物の耐震のご相談は…

- 特定非営利活動法人
沖縄県建築設計サポートセンター
098-879-1020
- 社団法人 沖縄県建築士事務所協会
098-879-1311



— 発行 —

特定非営利活動法人
沖縄県建築設計サポートセンター

〒901-2114 沖縄県浦添市安波茶 1-32-13 大平インタービル 2 階
FAX : 098-879-1026 Email : info@okiken.asia
<http://www.okiken.asia/>