

地震後も住み続けられるマンションの耐震と防災対策



NPO法人 建築技術支援機構（サーツ） 理事 谷垣 正治

新型コロナウイルスの流行も終息に向かいやっと生活や勤務形態が取り戻されてきました。昨年は関東大震災から100周年にあたり防災意識の高揚に向けて各所で関連イベントが開催されました。また、本年元旦には能登半島地震が発生し改めて防災に対する関心が高まっているところではないでしょうか。

「地震後も住み続けられる」とはどういうことでしょうか？大地震があっても避難所に行かなくて済むこと。建物被害復旧工事のために一次退去すなわち仮住まいをしないで済むことの2点かと思います。前者は「在宅避難」に係ること、後者は「建物の耐震性」に係ることで、以下この2点についてお話しします。

在宅避難のすすめ

在宅避難という言葉が使われ始めたのは、2016年の熊本地震後が契機となっています。表1に示すよ

うに熊本地震では震災関連死による死者数が地震による直接被害の死者数を大きく上回り、震災関連死の原因の多くが避難所等避難先でのストレスによるものであったことから、避難所の生活環境が問題視されました。

その後新型コロナウイルスの流行もあって、パンデミック中に発生する地震災害いわゆる複合災害への備えが叫ばれるようになり、避難所における防疫体制が十分に取れないこともあって、在宅避難の重要性がさらにクローズアップされてきました。現在ではほとんどの自治体で防災対策のマニュアルが発行されていると同時に「在宅避難のすすめ」が公表されています。

マンションなどの鉄筋コンクリート建築物は、適切な耐震性を有していれば、耐火性能・耐風性能・耐津波性能など備えた優れた建物です。マンションにお住まいの方には大地震が発生しても是非とも在宅避難をしていただきたいものです。

大地震が発生した際に在宅避難できる条件は以下

表1 2016年熊本地震の概要

前震	4月14日21時26分発生 震央地名：熊本県熊本地方 MJ=6.5 最大震度7（熊本県益城町）
本震	4月16日1時25分発生 震央地名：熊本県熊本地方 MJ=7.3 最大震度7（熊本県益城町）
被害状況	直接死50人・震災関連死221人 避難者：最大188,832人 住家被害：全壊4,620棟、半壊12,290棟



図1 各自治体の防災マニュアルの例

に集約されます。

- ①建物の被害が許容範囲内に収まること。
- ②家具の転倒等でけがをしないこと
- ③設備機能が回復するまでの間住戸内にとどまることができる備えがあること

②③に関しては家具の転倒防止や防災備蓄など各自治体の防災マニュアル（図1）に詳しく書かれています。また、高層マンション等日常生活においてエレベータへの依存度が高いマンションに関しては、特に高層マンション向けの防災マニュアルを発行している自治体もあります。防災マニュアルには、備蓄や補強などハードな対策だけでなく、防災マニュアルの整備や訓練の実施など事前準備や地震が起こった時の行動のとり方などソフトな対策も紹介されています。また、「東京とどまるマンション普及促進事業」のように防災備蓄資材購入に補助を実施している自治体もあります。お住まいの自治体からの情報発信に目を配っていただければと思います。

マンションの耐震性について

・形態上の分類

鉄筋コンクリート造のマンションは形態別に分けると、「壁式」「板状」「タワー状」の3種類に分けられます。それぞれの特徴を表2に示します。壁式構造は5階建て以下の比較的低層の建物に採用される構造形式で、建物の耐震性が高いのが特徴です。

板状住宅は並列する各住戸が耐震壁によって仕切られる形式であるため、張間方向は耐震壁付ラーメン構造、桁行方向はラーメン構造になっています。耐震性に方向性があり、桁行方向は耐震性が不足する可能性があります。タワー状とは超高層マンションのことで、20階建て以上（軒高60m以上）の場合に採用される構造形式です。建物の平面形状が整形であり、特別な審査を経て国交大臣の認定を受けているため、一般のマンションより高い耐震グレードが確保されています。

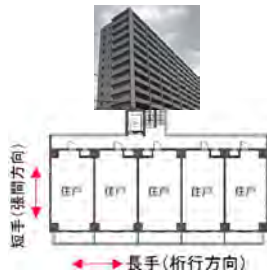
・免震か非免震かによる分類

上記のような形態別の分類以外に、免震構造を採用しているか採用していないかに分類することもできます。免震構造とは図2に示すように建物の下に免震装置を設置することにより、地震の際に建物をゆっくり揺らす効果があり、建物だけでなくその内部や機能までも守ることのできる耐震性にすぐれた構造です。免震マンションはすでに全国で約2000棟計画され、過去の大地震の際にもその効果が実証されています。

・耐震グレードによる分類

耐震設計上の分類で最も重要なものは「旧耐震」建物か「新耐震」建物かの分類です。我が国の耐震基準は地震による被害を教訓として改正を重ねてきました。表3に示すように1968年の十勝沖地震および1987年の宮城県沖地震での被害を契機に1981年に建築基準法が改正され新耐震設計法が導入されました。1977年には既存建物の耐震性を建築基準法に適

表2 マンションの形状による分類

	中・低層	中・高層	超高層
主な階数範囲	1～5階	3～19階	20階以上
軒高	15m以下	15m～60m	60mを超える
構造・形状	壁式	板状	塔状（タワー状）
外観 略平面図			
耐震上の特長	壁量多	方向性あり	整形

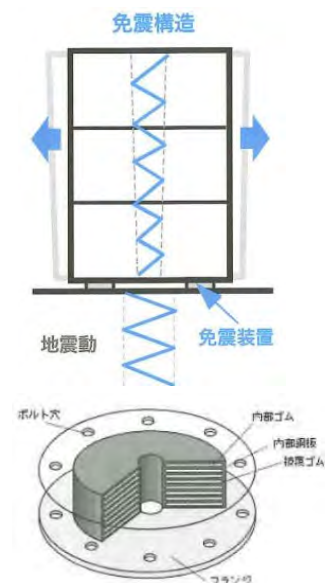


図2 免震構造の説明

合させることを目的として「耐震診断・耐震改修設計指針」が制定されました。ただし、耐震診断基準は、大地震に倒壊せず人命を保護することを目的とした最低基準であって、ある程度の被害は許容するものになっています。

現行法規では新耐震基準が求められる最低基準となっていますが、より高い耐震性能を求める要求にこたえて2000年4月に施行された「住宅の品質確保の促進等に関する法律（品確法）」では耐震等級1, 2, 3が表示できるようになりました（表3参照）。耐震等級1とは耐震基準（新耐震基準）と同等、耐震等級2はその1.25倍、耐震等級3は1.5倍の地震力に対して耐震設計された建物です。

ご自身のマンションがどの分類にあたるかはご存じかと思いますので、その耐震的特徴を理解していただければと思います。

地震後も住み続けられるマンションとは

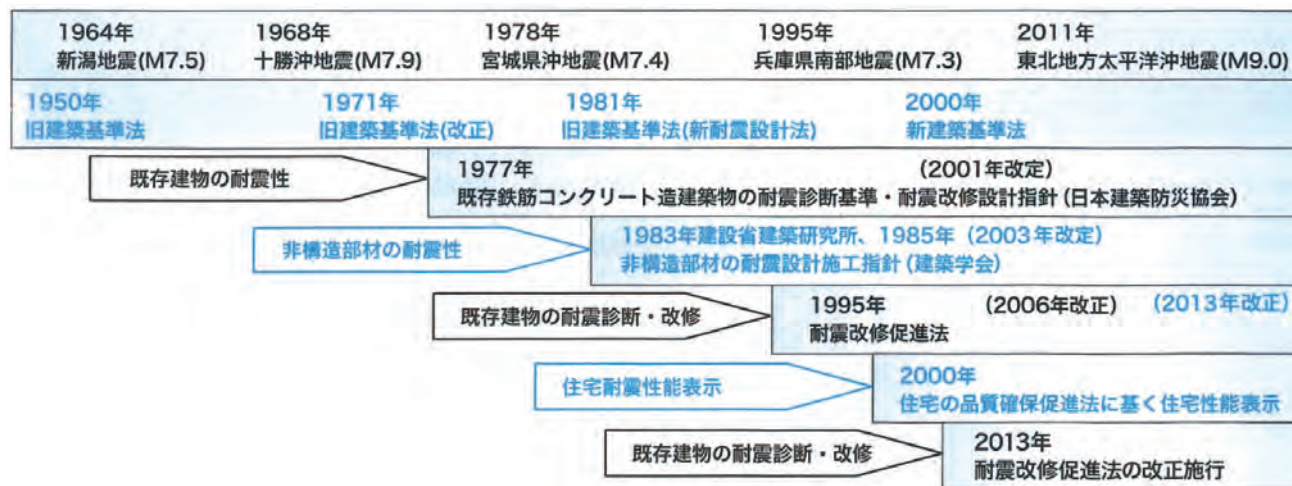
・マンションの地震被害

建物の耐震性に関して、マンション生活の継続を阻む要因にはどんなものがあるでしょうか？建物躯体（骨組）の被害、非構造壁の被害、タイル等の外装材の被害、液状化等の地盤の被害、電気設備の被害、給排水設備の被害などが挙げられます。

・躯体（骨組）の被害

建物を支える柱や梁など骨組みのことを躯体と呼びます。図3の写真は、一階の柱が崩壊した例です。写真のように1階を駐車場として利用し柱が独立して立っている形式の構造をピロティと呼んでいます。このピロティ形式の柱は被害を受けやすい部位です。柱などの主要な骨組が破壊すると建物の倒壊・崩壊につながります。また、大きな地震のあとに引

表3 耐震基準の変遷



NPO法人建築技術支援協会「市民講座 あなたが知りたいマンションの耐震性（平成28年版）」より

表4 躯体の被害ランクと生活の継続性



図3 躯体の地震被害

ランク	被害状況	スケッチ	生活の継続性について	在宅避難の可否
被害軽微 I	柱・耐力壁・二次壁の損傷が、軽微かもしくは、ほとんど損傷がないもの。		補修なしに継続使用可能である。	○
小破 II	柱・耐力壁の損傷は軽微であるが、RC二次壁・階段室のまわりにせん断ひびわれが見られるもの。		軽微な補修で復旧可能であるので、住み続けることができる。	○
中破 III	柱に典型的なせん断ひびわれ・曲げひびわれ、耐力壁にひび割れがみられ、RC二次壁・非構造体に大きな損傷が見られるもの。		復旧のために相当な工事が必要。復旧工事のために一時退去が必要になる場合がある。	△
大破 IV	柱にせん断ひびわれ・曲げひびわれによって鉄筋が座屈し、耐力壁に大きなせん断ひび割れが生じて耐力に著しい低下が見られるもの。		復旧のために相当な工事が必要または建替えが必要。復旧工事ができる場合でも退去が必要。	×
崩壊 V	柱・耐力壁が大破壊し、建物全体または建物の一部が崩壊に至ったもの。		建替えが必要。住み続けられないことはもちろんのこと即時退去が必要。	×

日本建築学会「1978年宮城県沖地震被害調査報告」に加筆

き続き起きる地震を余震と呼んでいます。通常は先に起こる本震の方が余震より大きいのですが、表1に示す熊本地震の例のように後から起こる地震の方が揺れが強い場合もあります。余震に対する安全性を考えると表4に示す被害ランクで「中破」以上では住み続けることは困難です。

表4に示すように地震被害の程度は「被害軽微」「小破」「中破」「大破」「倒壊」、ランクではⅠ～Ⅴに分類されています。それぞれ被害状況の説明とスケッチが示されています。表中の被害の程度に被災後マンションに住み続けられるのかという観点から説明を追記しました。「被害軽微」では補修なしに継続使用可能、「小破」では軽微な補修により復旧可能、「中破」では被害の程度にもよりますが相当な補修により復旧可能、すなわち補修をしなければ住み続けることができないということになります。そして「大破」では相当な復旧か建替え、「倒壊」となると建て替えが必要となります。

・非構造壁の被害

玄関脇などにある壁は、地震力の負担を期待しないよう設計されていますので、非構造壁と呼ばれます。写真は非構造壁が破壊することにより、ドアが

変形して開かなくなった例です。このような被害をなくすためにスリットが設けられています。スリットとは表5にあるように柱が変形しても非構造壁が破壊しないように設けられた隙間のことです。古い建物ではこのスリットが適切に設けられていない可能性があります。非構造壁の破壊は、建物の倒壊や崩壊には直結しませんが、ドアが変形して出入りできなくなったり、非構造壁の破壊が激しくて室内が透けて見えるようでは、生活を継続することはできません。1995年阪神淡路大震災や2007年福岡県西方沖地震で非構造壁の破壊による閉じ込め被害が問題視されてきましたが、2016年熊本地震でも同様の被害が報告されています。

このような被害を防ぐ対策として、表5に示すように、「壁周辺にスリットを入れる」、「耐震ドアを採用する」、「アルコーブ形式を採用する」などの方法が推奨されています。ご自身のマンションが耐震ドアを採用しているかアルコーブ形式かは見てわかると思いますが、スリットが適切に施工されているかは判断できないと思われるので、耐震改修工事や大規模修繕工事の際にスリットの存在を確認するといいでしょう。

表5 非構造壁の被害と対策

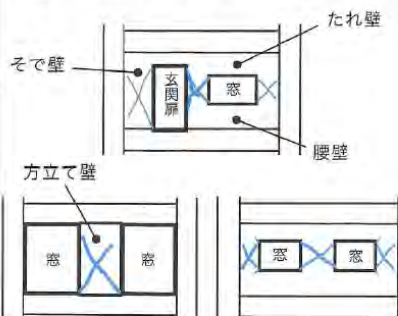
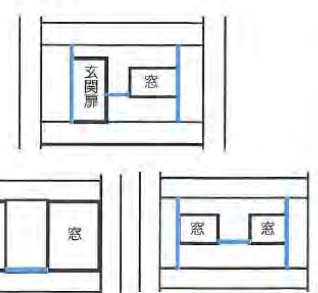
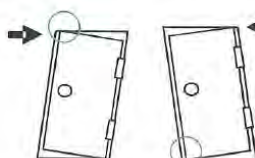
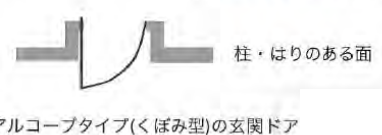
種 類	震度6弱～6強程度の代表的な被害	指針で推奨する対策
RC非構造壁 ・腰壁 ・たれ壁 ・そで壁 ・方立て壁 ・玄関周り壁など	ひび割れが発生し、仕上げ材（タイル、石貼りなど）が欠損、一部剥離し落下する  非構造壁の被害例	壁周辺にスリットを入れて非構造壁が変形しにくくする、その場合、防水、耐火、遮音には十分留意して、設計・施工する  スリット施工例（青線部）
玄関ドア	非構造壁の損傷によりドア枠が変形して、青丸部分で接触したり、ドア自体が変形して、ドアが開閉不能となる 	・ドアとドア枠のクリアランスを大きくする ・耐震ドア（枠周りで変形吸収）を採用する ・玄関ドアを非構造壁面から後退させる（アルコーブタイプ：下図）  アルコーブタイプ（くぼみ型）の玄関ドア



図4 非構造壁の被害

NPO法人建築技術支援協会「市民講座 あなたが知りたいマンションの耐震性（平成28年版）」より

・外装材（タイル）の被害

マンション外装材にタイルを用いている場合、適切な施工と維持管理をしていないと地震時にタイルが剥がれ落ちる危険性があります。図5はタイルが剥がれ落ちた例です。大規模修繕の時にタイルの浮きなどをチェックし、浮きがあれば補修対策しておく必要があります。このようなことから、タイルの打診点検や大規模修繕はマンションの耐震性安全性向上の観点からも重要と言えます。

・液状化の被害

2011年東日本大震災の時に東京湾岸ウォーターフロントのマンションで液状化被害が多く発生しました。一般にマンションは杭で支持されていますので、液状化によって建物が傾いたり倒壊したりする可能性は低いのですが、図6に示すように液状化により発生した泥土や地面段差の発生で人や車がマンションへ出入りできなくなると生活の継続性に支障が生じます。これまで液状化対策は杭の耐震安全性の確保を主目的に行われてきましたが、生活の継続性という観点からの液状化対策も今後の課題と言えます。

・設備の被害

排水管に被害が生じるとトイレが使えなくなるなど生活の継続性に大きな影響を及ぼします。排水管の被害は主に建物への導入部で生じ、液状化などで地盤が沈下し建物との高低差が生じると配管が破損

したり破断したりします。このような被害を低減するために 2005年に発刊された「建築設備耐震設計・施工指針」では、フレキシブル継手の採用が推奨されています。また、2018年大阪府北部地震ではエレベータの閉じ込め被害が話題となりました。エレベータでの閉じ込め被害への対策として、地震時に最寄階に自動停止する地震管制運転装置の設置が、2009年に義務づけられました。地震時管制運転装置付きのエレベータでは、図7に示すような表示マークを表示することができます。

防災力チェックシート

地震後も住み続けられるマンションかどうかチェックしてみましょう。NPO法人建築技術支援協会（サーツ）では、マンション管理組合向けに「防災力簡易診断チェックシート」を公開しています。シートは「Ⅰ耐震性能」と「Ⅱ日頃の備え」の2部からなっており、合計15の設問に対して重みをつけて点数付けされ、合計点で防災力を簡易に判定できます。チェックリストの記入にあたっては、資料や記録を調査する必要がある設問もありますが、なるべくご自身で記入することをお勧めします。このチェックリストによりお住まいのマンションの防災上の弱点を見出す一助になればと思います。

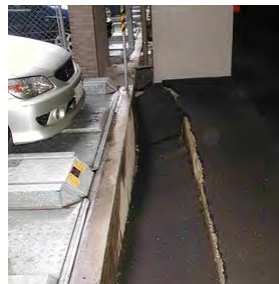


図5 外装タイルの被害



噴出泥土による歩行被害

図6 液状化による被害



地盤陥没被害



図7 地震時管制運転装置設置済みマーク

マンション管理組合向け防災力簡易診断チェックシート

NPO 法人建築技術支援協会 2021.3.15 版

防災の分類	チェック項目	☑	点数
Ⅰ ハード 建物の耐震性能 (抑止力)	(1)以下のどれかに該当する場合は☑ ・1981年以降の「新耐震」建物である。またはそれ以前の「旧耐震」建物の場合は、耐震診断・補強を実施している。 ・超高層マンションまたは免震マンションである。 ・住宅性能表示制度の耐震等級を取得している。	☐	3
	(2)定期的に大規模修繕工事を実施している。	☐	1
	(3)地震危険度・液状化危険度が低いことをハザードマップ等で確認している。 東京都の場合、「あなたの街の地震危険度（東京都都市整備局2018）」が「2」以下である。	☐	1
	(4)エレベータは地震時管制運転装置（2009年法改正に対応した新安全装置）を装着済みである。	☐	1
	(5)過去の地震でおおきなひび割れや玄関ドアの開閉不具合が発生していない、もしくは不具合を改修済みである。	☐	1
	(6)住戸内の家具等の転倒防止策が周知徹底されている。	☐	1
Ⅱ ソフト 日頃の備え (災害への対応力・防災マニュアル)	(1)「災害発生直後」の対応と「2～3日、4日以降の復興期」を対象とした被災イメージについて、管理組合や各家庭で普段から話し合われている。	☐	2
	(2)管理組合の規約化された「防災マニュアル」が整備されている。	☐	2
	(3)毎年防災訓練が実施されており、災害時に居住者がすべきことの認識が共有されている。	☐	2
	(4)安否確認のため、定期的に更新する居住者名簿があり、且つ緊急時の要介護者を認識している。	☐	1
	(5)普段から良いコミュニティーの形成が図られている。	☐	1
	(6)防災倉庫が設置されており、居住者が備蓄していない場合に備え、水・食料・携帯トイレなどが備蓄されている。	☐	1
	(7)災害時に必要な共有の資機材が準備されている。	☐	1
	(8)非常用電源、生活用水が確保できる。（停電・断水対策を講じている。）	☐	1
	(9)マンション内に避難用の共有スペースが確保されている。	☐	1
☑の入った点数の合計			

【シートの見方】

(1)Ⅰ・Ⅱ欄において、20点（全項目☑入り）であれば、ひとまず安心です。

なお、大地震時に地盤や建物の特性によって、建物が想定外の大きなダメージを受けることがあります。また、ライフラインの復旧が大幅に遅れたり、救援物資が届かないなど、大きな社会混乱を招くことも憂慮されますので、万一来て、十分な事前準備を心がけてください。

(2)10点以上20点未満の場合は、改善について専門家と相談してください。

(3)10点未満の場合は、専門家による詳しい診断を受けてください。