

高層ビルの長周期地震動リスク対策の必要性

平成 28 年（2016 年）熊本地震が 4 月 14 日（前震）、4 月 16 日（本震）に発生してから半年が経過した。未だ被災地では、被害を受けた建物の復旧が完了しておらず、約 200 人の方が避難生活を強いられる等、完全な復旧には至っていない。しかし、災害報道も終息し、災害直後に感じた地震に対する危機感が少しずつ薄れてきているのではないだろうか。

近い将来、発生が懸念されている首都直下地震や南海トラフ周辺で発生する海溝型の大地震だけでなく、熊本地震や先日の鳥取県中部地震（10 月 21 日発生）のような内陸活断層型の地震等、全国どこにおいても地震の危険とは常に隣り合わせであり、地震防災は常に推進する必要がある。また、昨今では津波や火山噴火、火災、地滑り、液状化といった新たな地震災害も次々に認知されており、必要とされる対策の幅が広がっている。

そのような新たな地震災害の一つとして、近年注目を浴びているのが「長周期地震動」である。2011 年の東日本大震災でも、遠く離れた大阪湾岸部の高層ビルが長周期地震動による影響とみられる揺れにより被災したことは記憶に新しい。東京都心のオフィスエリア等では、近年、高層ビル・超高層ビルが増加しており、長周期地震動による被災のリスクが増大している。今後、高層ビルにオフィスを構える企業やビル管理者は、長周期地震動に対して早急に対策を講じることが必要である。

一方、政府においても、近年の長周期地震動のリスクの増大を認識しており、継続的に検討がなされている。その一つの成果として、2015 年 12 月に南海トラフ巨大地震が発生した場合の長周期地震動の想定が公開された²。また、2016 年 6 月には、国土交通省において長周期地震動に対する超高層

ビルの安全性についての対策が取りまとめられている³。更には、2016 年 10 月に、文部科学省から相模トラフで巨大地震が発生した場合の長周期地震動の想定が公開された⁴。

本稿では、内閣府が公開した南海トラフの長周期地震動の想定について解説するとともに、高層ビルでの被害の可能性、防災上必要な事項および課題をまとめる。さらに、高層ビルにおける地震動対策として急速に普及が進んでいる「構造ヘルスマニタリングシステム」についても併せて紹介する。



¹ 高層・超高層についての明確な基準や定義はないが、高層は 30～60m までの高さ、超高層は 60m を超える高さを指す場合が多い。ただし、超高層は高さ 100m を超えるものを指す場合もある。本稿では、高さ 30～60m を「高層」、高さ 60m を超えるものを「超高層」と定義する。

² 「南海トラフ沿いの巨大地震による長周期地震動に関する報告」
(http://www.bousai.go.jp/jishin/nankai/pdf/jishinnankai20151217_01.pdf)

³ 「超高層建築物等における南海トラフ沿いの巨大地震による長周期地震動への対策について」
(<http://www.mlit.go.jp/common/001135788.pdf>)

⁴ 「長周期地震動評価 2016 年試作版 ー相模トラフ巨大地震の検討ー の概要」
(http://www.jishin.go.jp/main/chousa/16_choshuki/choshuki2016_gaiyo.pdf)

1. 長周期地震動について

(1) 長周期地震動とは

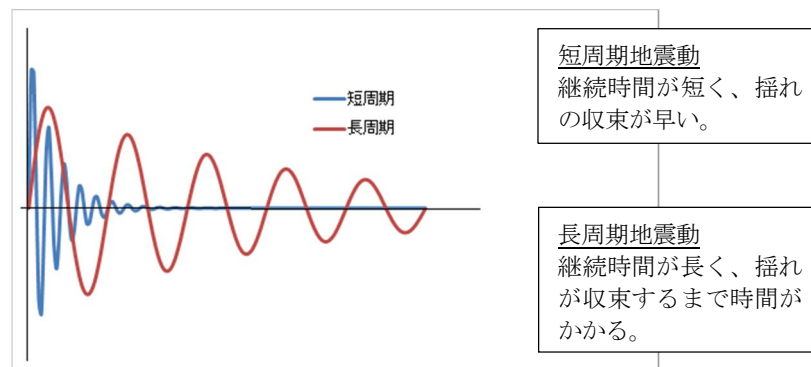
地震の揺れ方は多種多様であり、コトコト、ガタガタと揺れる場合もあれば、ゆらゆら、ユッサユッサと揺れることもある。コトコト、ガタガタといった揺れの地震は短時間に小刻みに揺れるタイプ（短周期地震動）であり、低層の建物で被害が大きくなる傾向がある。

一方、ゆらゆら、ユッサユッサといった船に乗っているときのように大きくゆっくりとした揺れの地震では、特に高層の建物や構造物への被害の可能性が懸念されており、東日本大震災時には、首都圏等の平野部の超高層ビルでこのような長時間のゆっくり揺れる地震が発生している。これが「長周期地震動」である。震源から遠く離れた大阪府咲洲庁舎の上層階では約 10 分間、最大で左右に 2~3m 程度の幅で揺れた記録があり、天井ボードが落下する等の被害も発生した。そのほかにも、東京および近郊の超高層ビルの上層階で同様の被害が報告されている。

ここからわかるように、長周期地震動は震源から離れた遠方まで揺れの大きさが弱くならず（つまり、減衰せずに）伝わりやすい性質を持つ。また、継続時間が長いことも特徴的である。

長周期地震動の揺れは、船に乗っているときの揺れに似ていて、ゆっくりとした波（地震）の上で船（建物）が左右や上下の方向に繰り返し揺れるといった揺れ方をする。ブランコに例えて説明すると、ブランコを端まで持ち上げて、手を放したときに再び同じ位置（端）まで戻ってきたときの一往復にかかる時間を周期と呼ぶ。周期が短ければ比較的小刻みな揺れになり、周期が長ければゆっくりと大きく揺さぶられるような揺れになる。従って、長周期地震動とはその名の通り周期の長い地震動を指し、厳密な定義はないが、おおよそ周期が 2 秒以上の地震動を指すことが多い（図 1）。

■ 図 1 長周期地震動と短周期地震動の比較



(2) 長周期地震動のメカニズム

地震時の揺れは、震源で発生した地震が地盤を介して伝播し、地表面に到達して建物や構造物に作用することにより生じる。揺れの大きさに影響を与える要素は、「震源特性」、「伝播経路特性」、「サイト特性（地盤増幅特性）」の 3 つである（図 2）。震源特性とは、一言でいえば“どのような地震であったか？”を示す。海溝型や内陸活断層型、またはその地震規模、断層の形状や断層の破壊の仕方等、それぞれの地震には様々な特徴がある。伝播経路特性とは、“震源から地震動がどのように伝わってくるか？”を示す。震源からの距離が遠くなれば揺れは小さくなり、近ければ揺れは大きくなる。また、伝わってくる地盤の固さによっても揺れは大きく異なってくる。サイト特性とは、“地表周辺の地盤の性質”である。建物の立つ地盤が埋立地のように柔らかければ揺れが大きくなることもある。

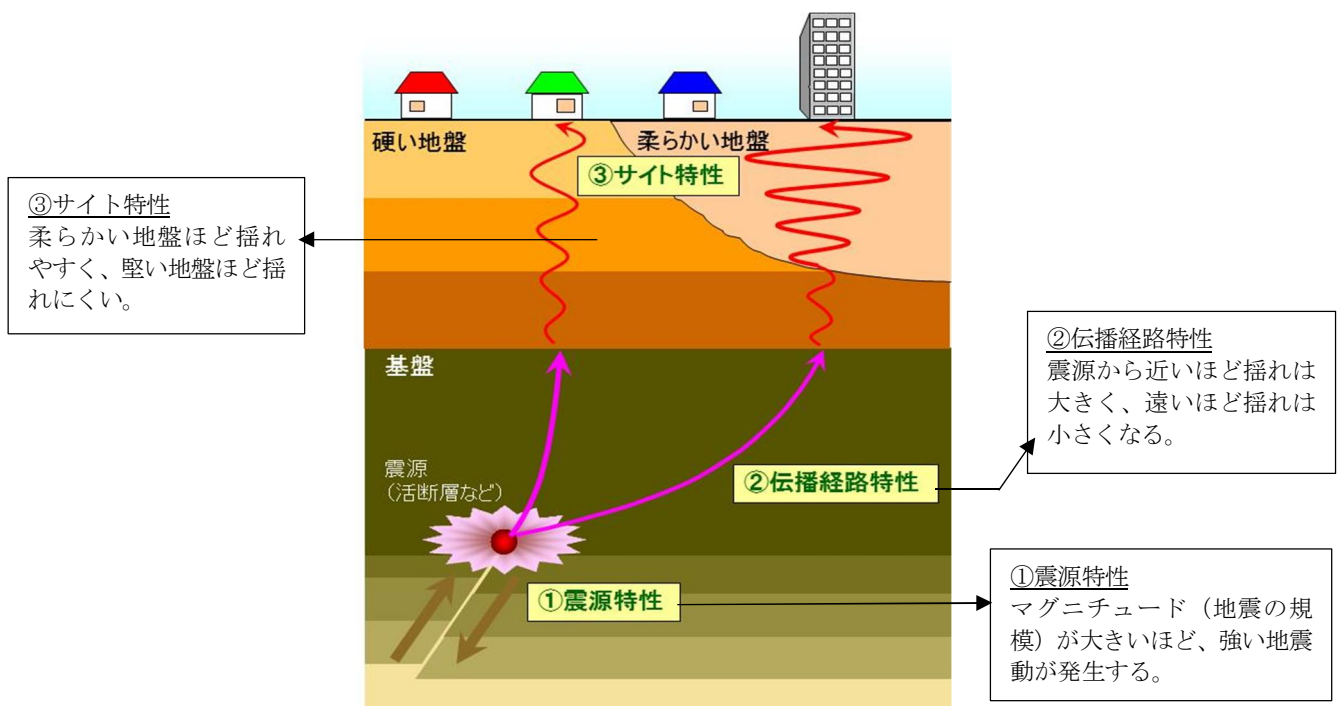
長周期地震動は、これらの特性について、ある条件が重なったときに強い揺れとなって発生する。震源特性としては、地震規模が大きく非常に震源が広い場合に長周期の地震動が生成されやすい。伝播経路特性については、堆積層と呼ばれるような柔らかい地盤を伝播してくる際に長周期地震動が増幅する。サイト特性の条件は「平野」である。平野は、柔らかい地盤が固い地盤に囲まれているような構造となっている。例えるならば、平たく浅い容器の中のプリンのような構造である。容器をゆっくりと揺らすと、プリンはぷるぷると揺れやすい。これが実際の地盤では長周期地震動となる。

上記のように、震源の観点では、海溝型地震の中でもプレートとプレートの境界（プレート間）で起きる地震が、東日本大震災のように地震の規模（マグニチュード；M）が大規模になると考えられており、長周期の成分を多く含む地震の波が生成されるため、特に長周期地震動が発生しやすい。主に、南海トラフや相模トラフ、日本海溝沿い等で発生する大規模な海溝型地震がこれに該当する。このような震源からの影響を受ける大きな平野部としては、首都圏（関東平野）、中京圏（濃尾平野）、大阪都市圏（大阪平野）が挙げられる。特にこれらの平野部は、高層ビルが多く集まる都市部であり、後述のように注意が必要である。

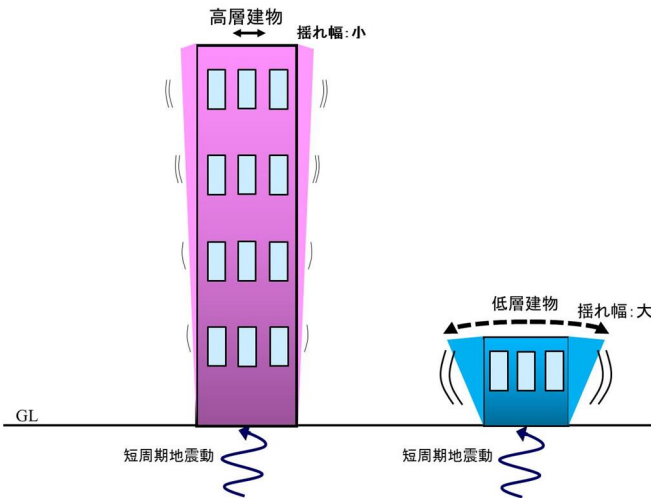
（3）長周期地震動の周期と共振の被害

建物や構造物、物体にはそれぞれ固有の揺れやすい周期（固有周期）を持っている。建物は概ね高さが高くなればなるほど固有周期が長くなる。建物の固有周期と地震動の周期が一致すると、揺れが増大する。これが共振と呼ばれる現象である。一般のビルの場合には、高さが低く、固有周期も短いため、ガタガタと揺れるような地震（短周期地震動）に対して共振する可能性がある（図 3）。一方、超高層ビルの場合には、建物が高い分、固有周期も長くなっている。例えば、50階建てで高さ約180mの超高層ビルの場合には、平均的な固有周期は約5.4秒程度となる。よって、この周期の長周期地震動が強い場合には共振が発生し、揺れの大きさが増幅される。特に、高層階に行けば行くほど大きな揺れとなり、最上階では数mの幅で揺れることも予想される（図 4）。

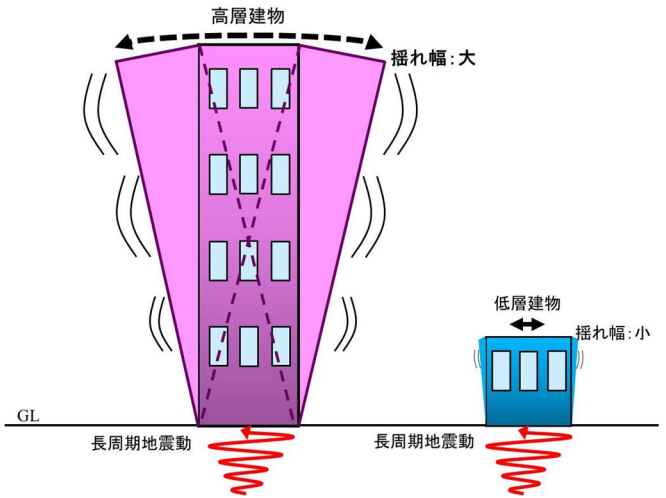
■ 図2 地震動の伝わり方



■ 図3 短周期地震動の揺れ方



■ 図4 長周期地震動の揺れ方



長周期地震動は、超高層ビル以外にも、固有周期の長い石油タンクや大型の橋梁で甚大な被害が発生する可能性がある。長周期地震動による被害の危険性は、古くは 1964 年の新潟地震の石油タンクのスロッシング被害⁵の際に指摘されていた。その後、2003 年の十勝沖地震においても同様の被害が発生し、2005 年には、スロッシング被害の対策として消防法の改正が行われている。一方、超高層ビルにおけるリスクは 2000 年以降、急激に建設されたことから特に注目されるようになった。

今後 30 年以内に 70% の確率で起こるとされている南海トラフ巨大地震では、特に強い長周期地震動が平野部で発生することが予想されているため、西日本から東日本の広範囲の超高層ビルの被害が懸念され、対策が急務となっている。

2. 平成 28 年(2016 年)熊本地震による長周期地震動について

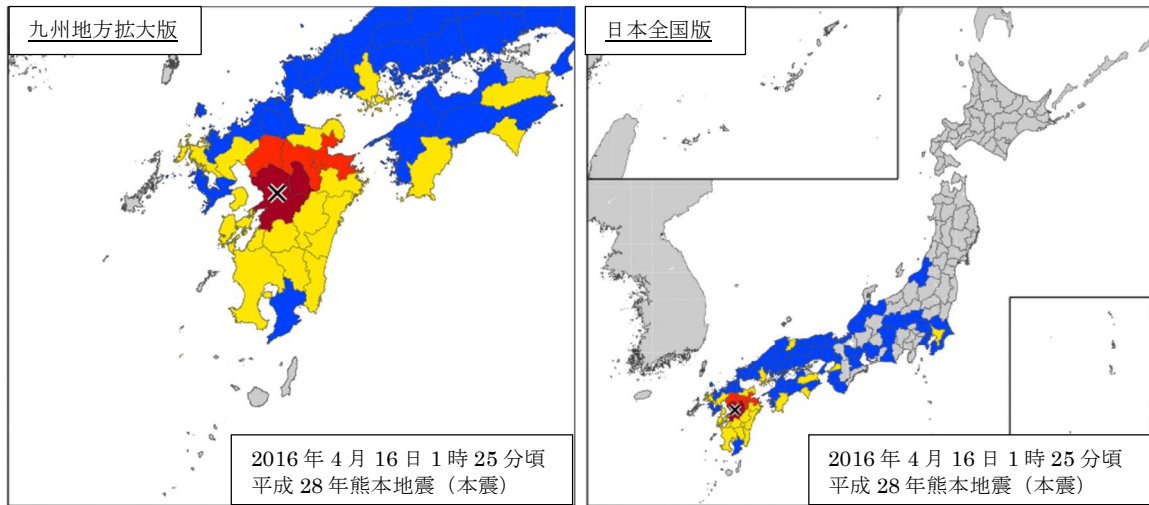
これまで、海溝型の巨大地震において長周期地震動が発生しやすいという点を解説したが、内陸の活断層でも長周期地震動は発生する。

平成 28 年(2016 年)熊本地震では、4 月 14 日 PM9:26 に発生した「前震」で長周期地震動階級⁶3、4 月 16 日 AM1:25 に発生した「本震」で長周期地震動階級 4 が熊本市内で観測され、震源から遠く離れた大阪の一部で階級 2、東京の中央合同庁舎でも階級 1 が観測された。大阪の咲洲庁舎では最上階で 1F の 10 倍以上の加速度記録が観測されており、長周期地震動は減衰せずに、より遠方に伝わり影響が広範囲に渡ること、また、高層ビル内でも高層階の方が大きく揺れ、被害が大きくなることが改めて確認された。本地震における気象庁の長周期地震動階級の観測結果を図 5 に示す。

⁵ スロッシング被害：石油タンク内の石油が揺動することで液面が上昇し、火災や浮き屋根の沈没等が起こり、甚大な被害をもたらすこと。

⁶ 長周期地震動階級：気象庁が公表する地震における観測情報の一つ。固有周期が 1～2 秒から 7～8 秒程度の揺れが生じる高層ビル内における、地震時の人の行動の困難さの程度や、家具や什器の移動・転倒等の被害の程度から 4 段階に区分した揺れの大きさの指標（3 章で詳述）。

■ 図5 熊本地震での長周期地震動階級の観測結果



長周期地震動階級の凡例: ■ 階級1 ■ 階級2 ■ 階級3 ■ 階級4

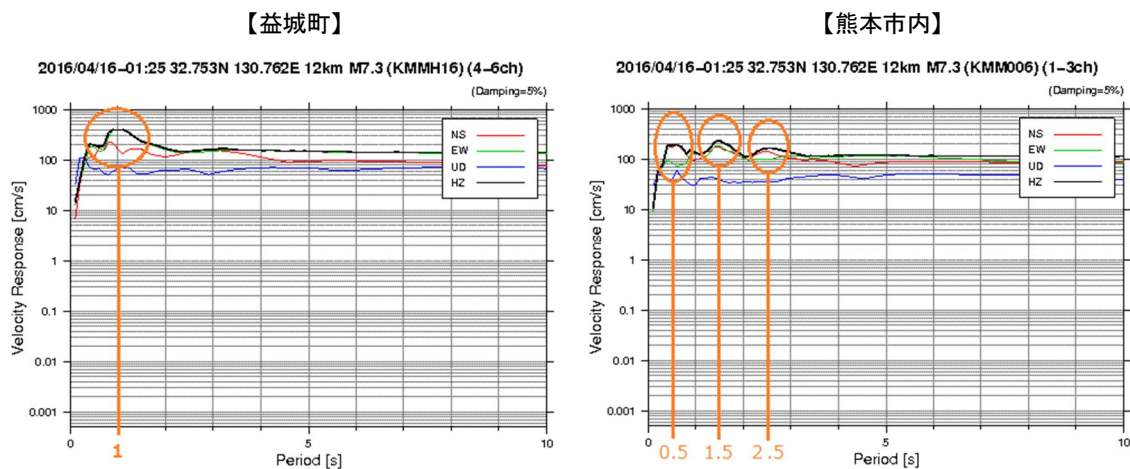
出典: 気象庁 HP「長周期地震動に関する観測情報(試行)」

防災科学技術研究所の報告によると、建物の大きな被害が出た益城町では役場の震度計の観測記録で、周期1~2秒の揺れの強さが過去(1995年の阪神・淡路大震災、2004年の新潟県中越地震等)の代表的な地震被害の記録によるレベルと同程度かそれ以上であった。益城町役場周辺では、全壊の建物も多く発生し、その多くが木造であった。

また、図6に示す防災科学技術研究所のK-NET(強震観測網)による速度応答スペクトル⁷を見ると、益城町では周期1秒付近でピークがみられる。木造建物の固有周期は0.5~1秒程度であるため、地震動の周期に近い固有周期を持つ木造建物等で大きな揺れが発生し、益城町で被害が拡大したものと推定される。

一方、熊本市内の速度応答スペクトルでは周期0.5秒、1.5秒、2.5秒付近にそれぞれピークがみられる。この記録から、平野部である熊本市内で、小さいながらも2.5秒程度の長周期地震動の発生が確認できる。

■ 図6 速度応答スペクトル



出典: 防災科学技術研究所 K-NET および「平成28年熊本地震報告会」講演要旨集

⁷ 周期毎に地震動がどの程度の揺れの強さを持つかをわかりやすく示したもの。

3. 長周期地震動の想定、対策方針

本章では、長周期地震動に関する行政による施策や情報公開等の動向を紹介する。

(1) 気象庁

東日本大震災では、超高層ビルの長周期地震動による大きな揺れや被害が発生した。それらは、従来の震度階級では、被害実態を表せないといった問題があった。そこで、気象庁は2013年3月から試行的に長周期地震動に関する観測情報をホームページ上で発表することとした。現運用では、地震発生から20分程度で、各地域の長周期地震動階級が公開されている。

長周期地震動階級は、概ね14階以上の高層ビル内における、地震時の人の行動の困難さの程度や、家具や什器の移動・転倒等の被害の程度から、揺れの大きさを4つの段階に区分したものである。これは、一般的な「震度」を長周期地震動に適用したもので、長周期地震動階級と「人の体感・行動」、「室内の状況」が図7のように関連づけられている。長周期震度階級1では、高層ビル内の室内のほとんどの人が揺れを感じ、被害は発生しないが、長周期震度階級3では、立っていることが困難な状況となり、間仕切り壁等にも被害が発生する可能性がある揺れとなる。この長周期地震動階級についての世間一般の認知は低いが、長周期地震動の被害程度の汎用的な目安となり、超高層ビルの地震防災の観点で、今後よりいっそう重要な指標になると期待されている。

■ 図7 長周期地震動階級（高層ビルにおける人の体感・行動、室内の状況等）

長周期地震動階級	人の体感・行動	室内の状況	備考
長周期地震動階級1	室内にいたほとんどの人が揺れを感じる。驚く人もいる。	ブラインドなど吊り下げものが大きく揺れる。	—
長周期地震動階級2	室内で大きな揺れを感じ、物に掴まりたいと感じる。物につかまらないうち歩くことが難しいなど、行動に支障を感じる。	キャスター付き什器がわずかに動く。棚にある食器類、書棚の本が落ちることがある。	—
長周期地震動階級3	立っていることが困難になる。	キャスター付き什器が大きく動く。固定していない家具が移動することがあり、不安定なものは倒れることがある。	間仕切り壁などにひび割れ・亀裂が入ることがある。
長周期地震動階級4	立っていることができず、はわないと動くことができない。揺れにほんろうされる。	キャスター付き什器が大きく動き、転倒するものがある。固定していない家具の大半が移動し、倒れるものもある。	間仕切り壁などにひび割れ・亀裂が多くなる。

出典： 気象庁 HP「長周期地震動階級および長周期地震動階級関連解説表について」

(2) 国土交通省

国土交通省は、2016年6月24日に「超高層建築物等における南海トラフ沿いの巨大地震による長周期地震動への対策について」³を地方公共団体等の関係団体あてに通知し、超高層建築物等を新築する際の大臣認定の運用の強化や、既存の超高層建築物の検討を促している。

【超高層建築物等における南海トラフ沿いの巨大地震による長周期地震動への対策について（抜粋）】

(i) 超高層建築物等を建築する場合への対策

(大臣認定の運用を見直し、今後は以下項目の説明を必要とする)

- ・南海トラフ沿いの巨大地震による長周期地震動を考慮した設計用地震動による構造計算
(免震建築物や鉄骨造建築物については、長時間の繰り返しの累積変形による影響を考慮)
- ・家具等の転倒防止対策に対する設計上の措置

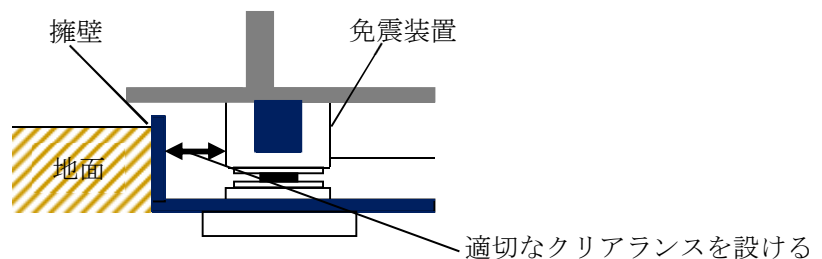
(ii) 既存の超高層建築物等への対策

- ・超高層建築物、大臣認定を受けた免震建築物のうち、南海トラフ沿いの巨大地震による長周期地震動の影響が大きいものについて、再検証を行うことが望ましい。また必要に応じて、改修等を行うことが望ましい。
- ・マンションを含む区分所有建物である一定の対象建築物については長周期地震動対策に関する詳細診断、耐震化計画の策定、制震改修等に関する事業について、国の支援制度（耐震対策緊急促進事業）の活用が可能。

(出典：国土交通省「超高層建築物等における南海トラフ沿いの巨大地震による長周期地震動への対策について」をもとに弊社作成)

なお、補足ではあるが、地震に対して強いとされている免震建築物は、超高層ビルと同様に固有周期が長く、ゆっくりと揺れる地震の波に対して揺れやすい性質を持つため、被害が出る可能性がある。特に地下に免震装置を設けている建物では、地下部において揺れ幅が大きくなる傾向があり、地下の擁壁との衝突等が懸念されている。よって、地下の擁壁との衝突を避けることを考慮した設計が肝要となる。(図8)

■ 図8 擁壁と免震装置



(3) 内閣府

内閣府でも、近い将来に発生する南海トラフ巨大地震について、長周期地震動に対しての検討が実施された。南海トラフ巨大地震の被害想定は、2013年5月までに、震度や津波等の地震ハザード、また人的被害や建物の倒壊数、焼失数、経済被害等の内容が発表されていた。しかし、この際には長周期地震動の発生に対して対応が必要との指摘だけに留められ、その揺れや被害の大きさについての報告はされていなかった。これを受け、昨年12月に発表された「南海トラフ沿いの巨大地震による長周期地震動に関する報告」²は、南海トラフ巨大地震時の超高層ビルの揺れの大きさや建物の被害の可能性、必要な対策について報告したものである。同報告によれば、地盤の柔らかい平野にある東京、名古屋、大阪の三大都市圏で揺れの継続時間が長くなり、揺れの大きさも他の地域より大きくなる傾向があると推計されている。

内閣府による揺れの継続時間の推定結果が図9である。推定結果では、関東平野、濃尾平野、大阪平野の大部分において、地震が200秒（約3分）以上継続している。また一部の地域では、地震が400秒（約6分）以上となり、超高層ビルでの被害が懸念される結果となっている。

■ 図9 南海トラフ等最大クラスの地震による揺れの継続時間（秒）



出典：内閣府 HP（防災情報のページ）「南海トラフ巨大地震による長周期地震動に関する報告」より
「南海トラフ沿いの巨大地震による長周期地震動について（資料2）」

（4）文部科学省：地震調査研究推進本部

文部科学省に設置された地震調査研究推進本部では、様々な海溝型地震による日本各地の長周期地震動による揺れを「長周期地震動予測地図（試作版）」⁸として公開してきた。2009年9月には、想定東海地震、東南海地震、宮城沖地震を対象とした評価結果を公開し、2012年1月には南海地震（昭和型）を対象とした評価結果を公開している。2016年10月に公開された相模トラフ巨大地震による長周期地震動は、内閣府の「首都直下地震モデル検討会」により検討された関東周辺で発生する最大規模の地震（M8クラス）が発生した際の、関東平野の長周期地震動を評価したものである。このような地震は、震源位置など様々なパターンで発生することが想定されているため、長周期地震動も多様なシナリオに基づいて評価されているのが特徴である。この結果によれば、都心部において、約100m程度の高層ビルでは、数m揺れるような評価結果となっている。

4. 高層ビルにおける被害の可能性および対策の概要

本章では、長周期地震動による高層ビルへの被害想定とその対策を、内閣府の報告内容に基づいて説明する。内閣府が示した長周期地震動による高層ビルへの影響の概要は以下の通りである。

（1）被害想定

① 構造躯体の被害

三大都市圏（東京、名古屋、大阪）の沿岸部を中心とする地域において最大2m程度の揺れ幅が想定されており、構造躯体（柱、梁といった建物を支える重要な部位）は大きな損傷には至らなくとも被害を受ける可能性がある。

⁸ 「長周期地震動予測地図」（http://www.jishin.go.jp/evaluation/seismic_hazard_map/lpshm/）

②家具類等の転倒、移動

室内における背の高い家具類ほど転倒の可能性が高いとされている。特に三大都市圏の超高層ビルでは揺れが大きくなり、その中でも上層階ほど揺れが大きいため、転倒の危険性がより高い。さらにキャスター付きの滑りやすい家具類については建物の揺れ幅以上に移動し、凶器化する可能性がある。

③非構造部材の被害

間仕切り壁の割れや天井ボードの落下、スプリンクラーの破損、防火戸の開閉障害、壁パネルの脱落、コンクリート壁の亀裂やクロスの剥がれ、室内の照明等、設備機器の落下といった被害が三大都市圏を中心に広範囲で発生する可能性がある。また、エレベーターの閉じ込め被害が想定される。

④人の行動への影響

一部では立っていることが困難な状況となり、揺れに翻弄され自分の意志では何もできないような状況が生じることも想定される。

長周期地震動の揺れによる高層ビルの構造躯体への被害は軽微ではあるが、室内の内容物（内装・家具・什器・設備機器等）は大きな被害を受ける可能性が高い。そして超高層ビル特有の問題として、それらについての点検がしづらく、点検には多くの時間を要するといった問題があり、建物内の安全性の担保や建物を継続利用できるか否かの早急な判断が困難といった課題がある。

さらに揺れが大きく長時間に及ぶことから建物内在室者の心理的不安が大きく、パニックを引き起こしやすい。パニックに陥ると冷静に行動することができず、二次災害を招く危険性も高まるため、心理面の課題についての対応策も必要になると考えられる。

(2) 対策

上記で想定されている被害の可能性に対して、内閣府の資料では、以下の対策の有効性を報告している。

①構造躯体の対策

- 個別の建物毎に改めて構造安全性の検証を行い、検証結果に応じて改修等の措置を講じる。
- 大規模地震により建物が大きく揺れた場合、継続利用や改修の要否について専門家に調査を依頼する。

②室内の内容物（内装・家具・什器・設備機器等）の対策

- 家具類や設備機器等の転倒や移動、落下の防止対策は、長周期地震動に限らず地震対策として非常に重要である。このため、転倒・移動防止器具による固定を推進する。
- 大きな地震では家具類や設備機器等を十分に固定できない可能性があることから、設置場所にも配慮する。
- 天井や壁の耐震性を向上させるために補強、改修を行う。
- 身の安全を確保するため、揺れを感じたらヘルメット等により頭部を保護し、体勢を低くして揺れにより飛ばされないようにする。また、地震による家具類や設備機器等の転倒、落下の危険性のある場所から逃げる。
- 地震によるエレベーターの閉じ込め被害も多く想定され、早急な復旧が難しいケースが多いと考えられる。エレベーターの動作確認は点検作業員による確認が必要で、基本的には自動で復旧さ

せることが難しく、地震の際は最寄階で停止する等の地震時管制運転等の措置をとることが望ましい。また、次章で紹介する「構造ヘルスマニタリングシステム」や緊急地震速報との連携による、地震到達前に最寄階に停止するといった安全かつ速やかに避難できる仕組みを構築する必要がある。

緊急地震速報等の情報活用による余裕をもった身の安全確保や建物内の揺れや震度をリアルタイムでモニターすることによる被害状況の早期把握と速やかな警戒態勢の構築等、地震発生時の災害対応力を向上させるための対策が不可欠である。

5. 対策事例

長周期地震動に対する高層ビルの対策として、地震の揺れそのものの低減を図るハード面の対策を行った咲洲庁舎（大阪）の事例と、ソフト面の対策として建物内の損傷度を可視化し、二次災害防止等に役立つ「構造ヘルスマニタリングシステム」について紹介する。

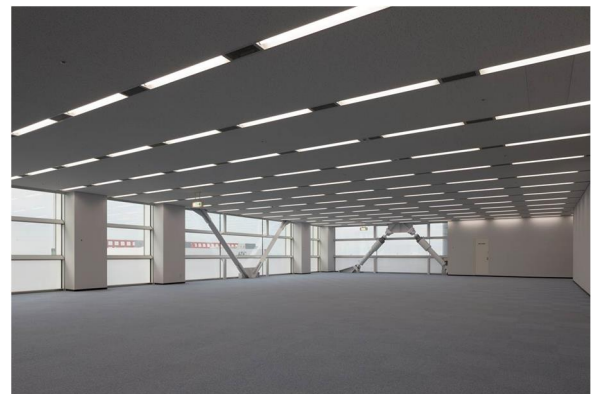
（1）咲洲庁舎

咲洲庁舎では、東日本大震災時に上層階で揺れ幅が大きくなり、設備の破損、内装材の損傷といった長周期地震動によるものとみられる被害を被った。これを受けて、耐震性向上のため揺れを抑制、低減するためのダンパー（揺れを抑える材料）で補強し、地震時の建物内の揺れ幅や揺れの継続時間を抑える取組みを行っている（写真 1、2）。そのほかにも、天井ボードや壁パネルといった内装材の脱落・落下防止のための耐震対策、エレベーターの運転に支障が出ないように、最寄階等に停止させ、乗客の閉じ込め防止や機器の損傷安全対策等を実施し、長周期地震動の揺れに対する対策を講じた。

■写真1 ダンパー（オイルダンパー）設置



■写真2 ダンパー導入した室内全景



出典：大阪府 HP「咲洲庁舎における長周期地震動対策の取り組み状況」

(<http://www.pref.osaka.lg.jp/otemaemachi/saseibi/cyosyukitorikumi25.html>)

(2) 構造ヘルスマニタリングシステム

「構造ヘルスマニタリングシステム」とは、地震計等の計測機器から得られたセンサー情報をもとに建物の安全性（人という健康状態）や地震後の被災状況を自動的に診断するシステムのことである（図10）。

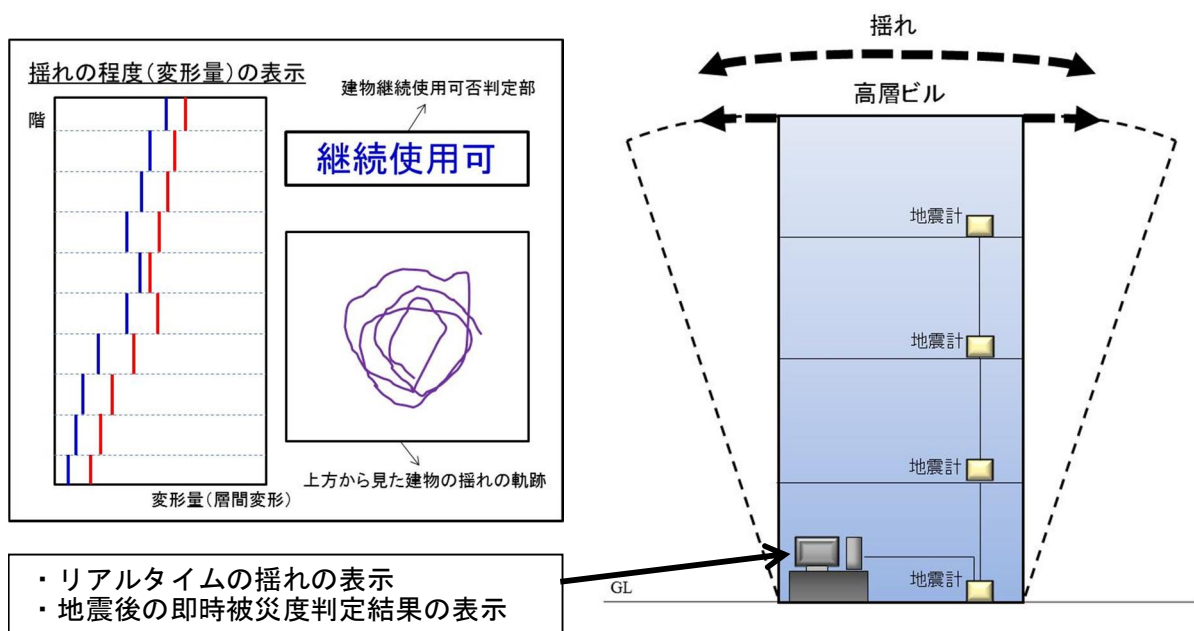
東日本大震災以降、地震を受けた後の建物や、構造物の被災状況を自動的に判定するシステムのニーズが高まり、ここ数年で導入が飛躍的に伸びている。これまで高層ビルでは大きな地震の後に、倒壊の恐れがないか、室内が安全かどうかを専門家が判定・検査していたが、南海トラフ巨大地震のような広範囲に被害が及ぶような地震が起きた際には、多くの超高層ビルが同時に被災する。日本国内では、超高層ビルが約2,500棟、高層ビルが約50,000棟あり、直ちにすべての建物をチェックするのは現実的には不可能である。そこで、専門家の支援を受けずに、建物がどの程度損傷のダメージを受け、このまま建物にいても安全か、継続的に業務を行っても問題ないかどうかを僅かな時間で判定するシステムである。

「構造ヘルスマニタリングシステム」は、基本的に、地震計と記録装置、監視装置等により構成され、建物継続利用の判断、避難判断の迅速化だけでなく、建物内にいる人がパニックに陥ったりせず、落ち着いて行動できるようになる等の二次災害防止に役立つといったメリットがある。

しかしながら、システム導入にあたっては、特殊な構造に対しては対応が難しい場合や診断が難しく、精度良く判定できないといった課題もある。今後の研究開発が望まれる。

いざというときの初動対応や、被災後に判断に困ることなく次の行動に移すための情報提供を行い、業務中断による業務への影響、損失リスクを最小限に抑え、早期の業務復旧のためにも本システム導入のさらなる促進が望まれる。

■ 図10 構造ヘルスマニタリングシステムの概要



6. まとめ

本稿では、南海トラフ巨大地震をはじめとした長周期地震動の被害想定、長周期地震動による高層ビルへの影響とその対策例について紹介した。

南海トラフの巨大地震等によって長周期地震動が発生すると、都心部では直接的な人的被害、資産等への被害だけでなく、超高層ビルにオフィスを構える企業が被災し事業が停滞することで、日本経済への打撃、損失が大きくなることも予想される。それにもかかわらず、現時点では長周期地震動に対する世間一般の認知度はまだまだ低く、高層ビルにおける対策は進んでいない。今後、長周期地震動についての認知を深め、企業やビル管理者および個人がしっかりとした防災の意識を持ち、地震に対してどのような備えをすべきかを日頃から考えながら行動していくことが求められる。

我々は来るべき南海トラフ巨大地震等の長周期地震動に備え、ハードおよびソフトの両面で、災害リスクを低減し、安心安全な体制を築いていくことが求められる。ソフト面で効果を発揮する「構造ヘルスマニタリングシステム」については、既存の建物にも設置が可能であり、導入が進めば、地震後の建物損傷判定迅速化による事業再開までの時間短縮や、損傷判定を基にした事後の耐震補強を促すこともできる等、施主やオーナー、居住者にとっても非常にメリットが大きい。しかし、新築の超高層ビルへは導入が進んでいるが、既設の中・高層ビルへの導入は遅れているのが現状である。地震に対して強靱な社会を構築する上でも、このようなシステムが一般的に普及することが期待される。

[2016年11月9日発行]



東京海上日動リスクコンサルティング株式会社

TOKIO MARINE
NICHIDO

企業財産本部 経営リスク定量化ユニット

〒100-0004 東京都千代田区大手町 1-5-1 大手町ファーストスクエア ウエストタワー23階

Tel. 03-5288-6234 Fax. 03-5288-6645

<http://www.tokiorisk.co.jp/>

To Be a Good Company