

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
(平成27年12月17日公表)

内閣府(防災担当)

平成28年3月17日

南海トラフ沿いの巨大地震対策に関する経緯

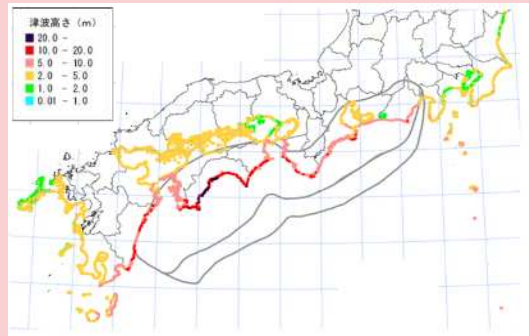
平成15年5月 中央防災会議決定「東海地震対策大綱」

平成15年12月 中央防災会議決定「東南海・南海地震対策大綱」

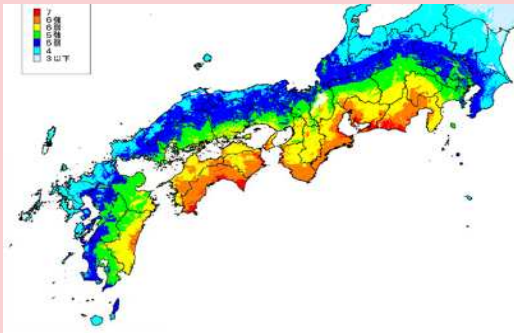
平成23年3月 東北地方太平洋沖地震

平成23年8月 内閣府に「南海トラフの巨大地震モデル検討会(座長:阿部勝征 東京大学名誉教授)」を設置

平成24年3月 検討会報告「南海トラフの巨大地震による震度分布・津波高について」
地震動及び津波高の推計結果を公表



津波高の推計結果



震度分布の推計結果
概ね2~3秒より短い周期の地震動

報告書における長周期地震動の記述
~ 報告書本文から抜粋 ~

『VI. 今後のスケジュール

5. 長周期地震動

…長周期地震動についても別途検討
する必要がある。…(中略)…本検討
会でも地震調査委員会と連携して、長周
期地震動の推計に必要な地盤モデルと
強震断層モデルの検討を進める。』

平成24年8月 「南海トラフ巨大地震の被害想定」を公表

平成26年3月 中央防災会議「南海トラフ地震防災対策推進基本計画」

平成24年9月から検討会を31回
開催し、長周期地震動の推計及
び対策の検討を実施

長周期地震動とは

揺れが1往復するのにかかる時間(周期)が長い地震動を長周期地震動という。

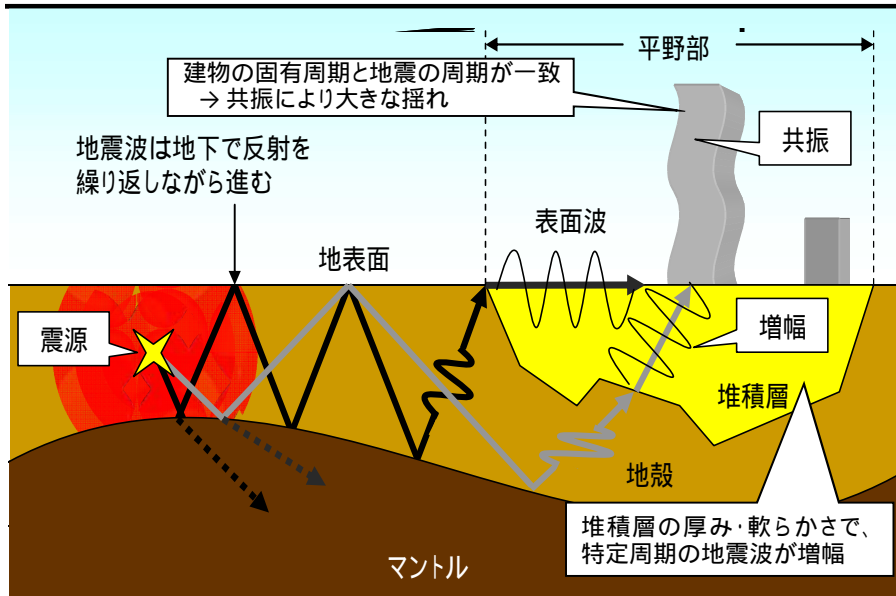
今回の検討では、周期2～10秒の地震動を対象

長周期地震動は、**マグニチュード7以上**、且つ**震源が浅い地震**で卓越する。

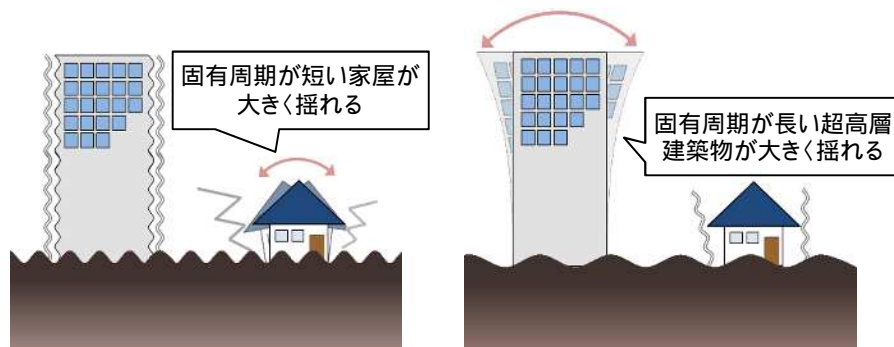
長周期地震動は、**厚い堆積層**がある大規模平野で励起されやすく、揺れの継続時間が長くなりやすい。

建物には、固有の揺れやすい周期(固有周期)があり、地震動の卓越周期と近い場合に大きく揺れる(共振)。

建物の固有周期: 超高層建築物(高さ60mで1～2秒、高さ300mで5～6秒程度)、石油タンク(4～10秒程度)



長周期地震動が伝播するしくみ



短周期の地震動による建物の揺れ

長周期地震動による建物の揺れ



2階の被害



24階の被害

平成23年東北地方太平洋沖地震における超高層建築物の被害



平成15年十勝沖地震による石油タンクの被害

「南海トラフの巨大地震モデル検討会」における検討の流れ

「長周期地震断層モデル」の構築

- ・過去地震の震度分布を再現し、**強震動を生成する領域**を特定
- ・弾性体の運動方程式を逐次数値計算的に解く**三次元差分法**を用いて地表の揺れを推計
- ・過去地震の観測記録と推計結果を比較し、推計手法の妥当性を確認

長周期地震動による地表の揺れの推計

- ・**過去地震 及び最大クラス**の地震を対象に地表の揺れを推計
1707年宝永地震 (M8.6)、1854年安政東海地震 (M8.4)、
1854年安政南海地震 (M8.4)、1944年昭和東南海地震 (M7.9)、
1946年昭和南海地震 (M8.0)

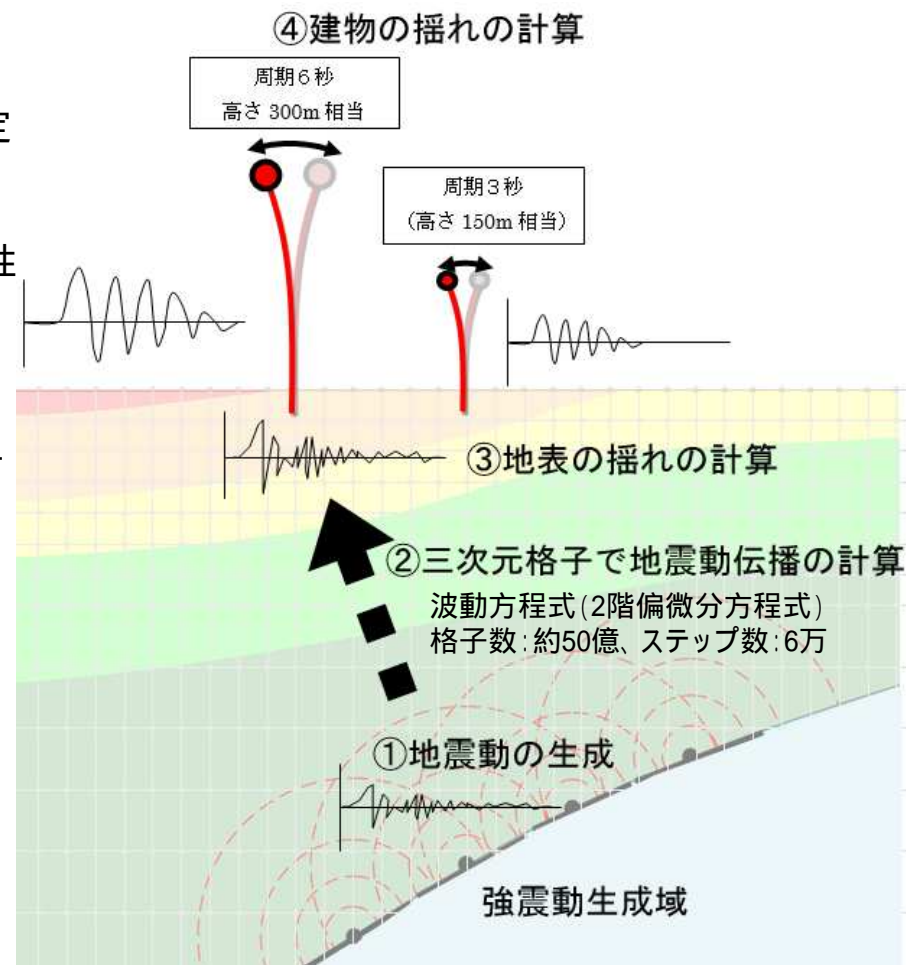
超高層建築物の揺れの推計

- ・地表の揺れを入力波として、建物を1質点系にモデル化して揺らした際の揺れの大きさ(**擬似速度応答スペクトル**)を推計

超高層建築物の構造躯体への影響を評価

- ・長周期地震動による揺れの大きさと超高層建築物の倒壊までの影響を調査した実証実験を参照
- ・南海トラフ沿いの巨大地震が発生した際の構造躯体への影響を評価

長周期地震動対策の取り纏め

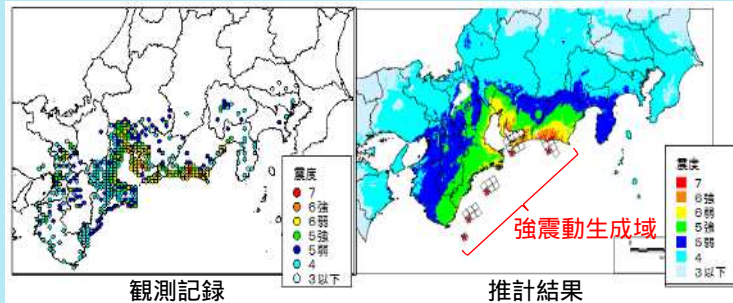


長周期地震動の計算にはスーパーコンピュータ「京」を利用
報告書本文にも「京」の利用を記載

「長周期地震断層モデル」の構築

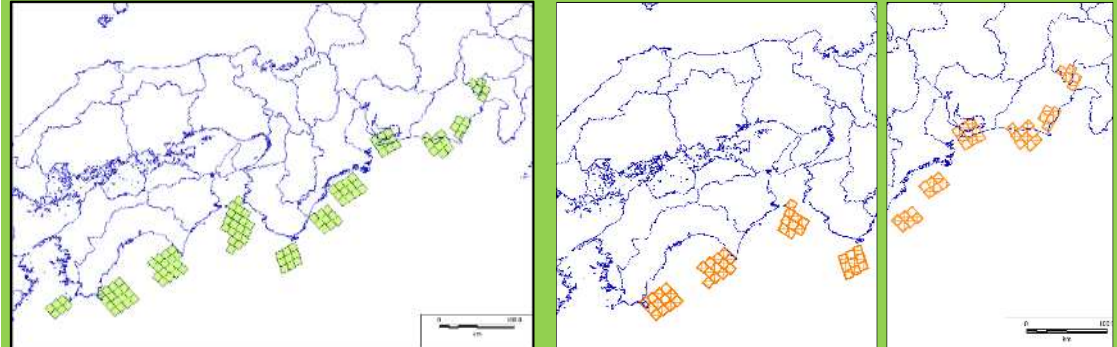
過去地震の震度分布を再現する場所に「**強震動生成域 (SMGA)**」を設定
 三次元差分法により過去地震の長周期地震動を推計し、観測記録との比較から、推計手法の妥当性を確認
過去地震及び最大クラスの地震による「長周期地震断層モデル」を構築

強震動生成域の設定



(例) 昭和東南海地震の震度分布の再現

「長周期地震断層モデル」の構築



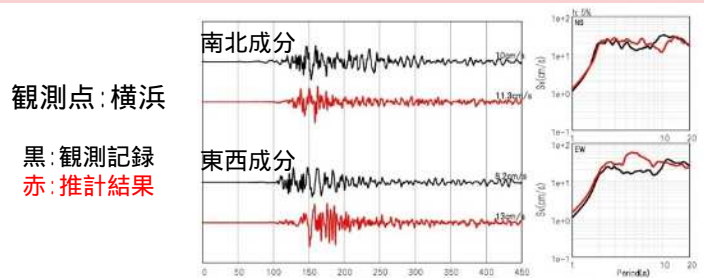
宝永地震
(1707年)

安政南海地震
(1854年)

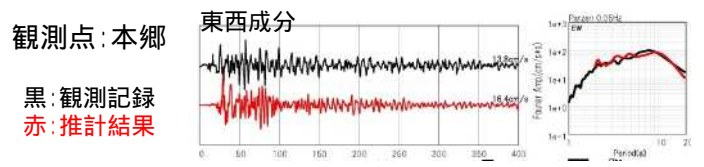
安政東海地震
(1854年)

三次元差分法による推計の妥当性の確認

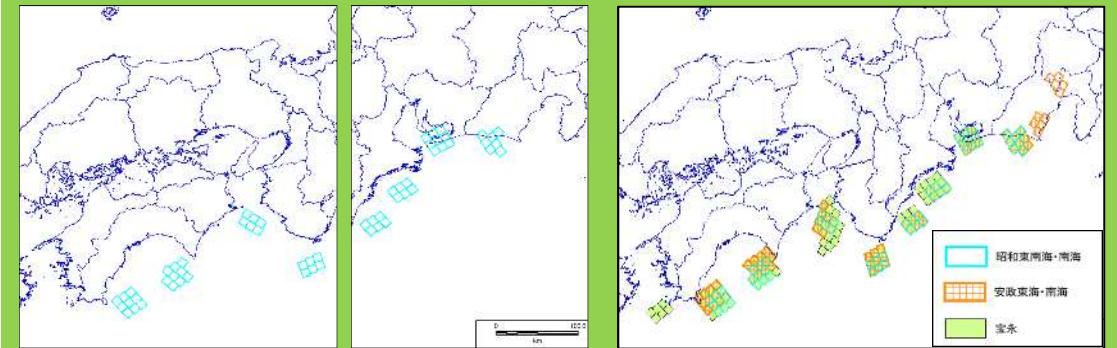
昭和東南海地震と大正関東地震の推計結果について、観測記録と比較し、推計手法の妥当性を確認



(例) 昭和東南海地震における観測記録の再現



(例) 大正関東地震における観測記録の再現



昭和南海地震
(1946年)

昭和東南海地震
(1944年)

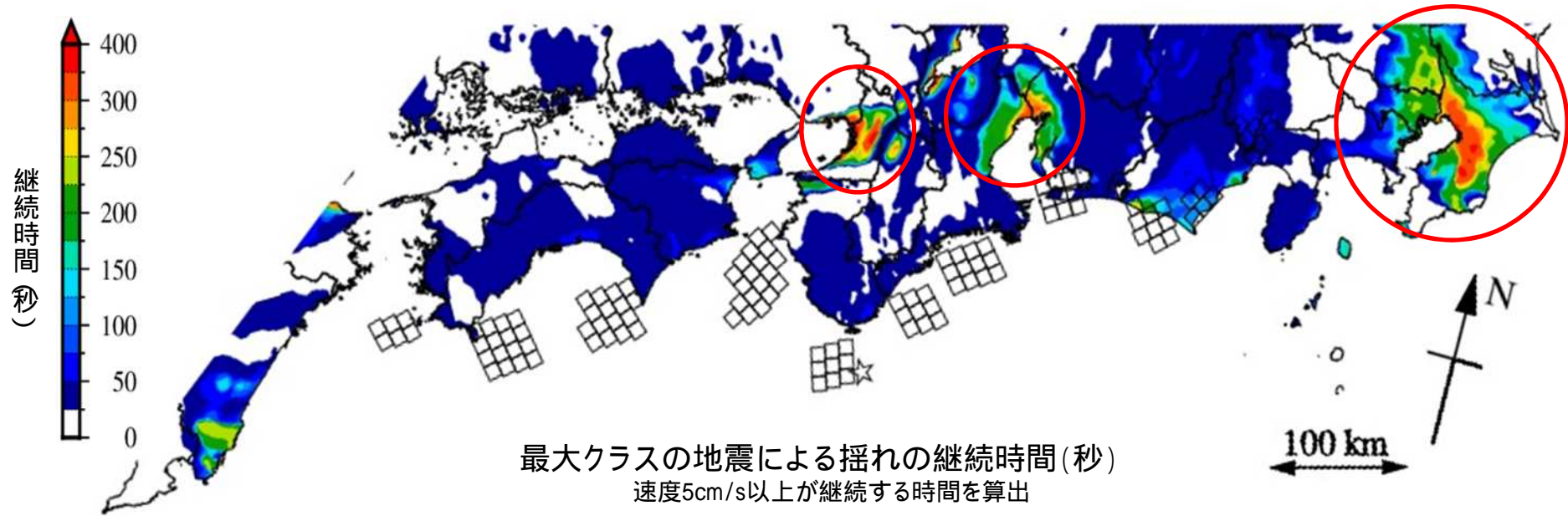
最大クラスの地震

最大クラスの地震における「長周期地震断層モデル」について

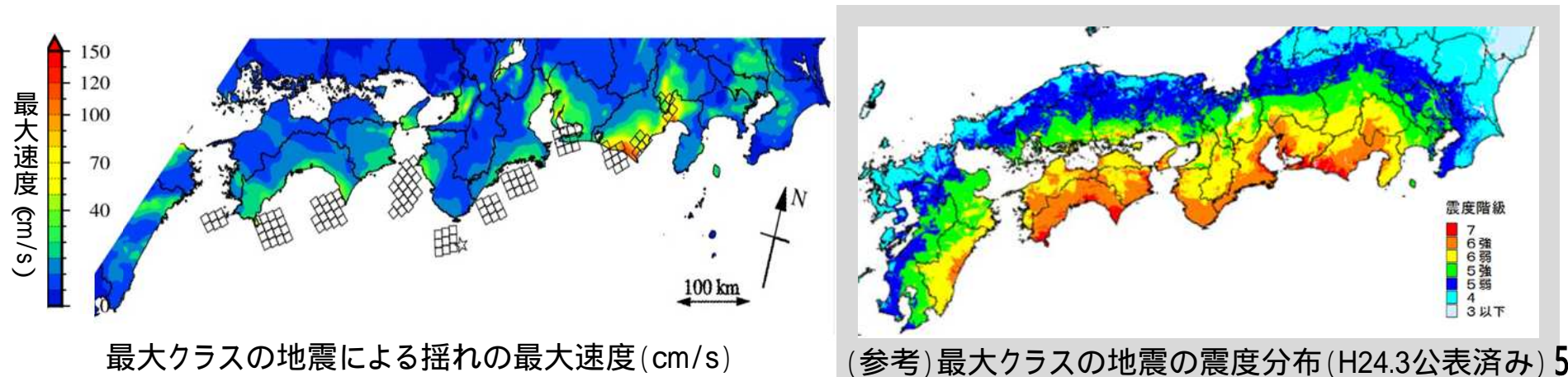
最大クラスの地震に相当する東北地方太平洋沖地震では、過去のM8クラスの地震とほぼ同じ強震動生成域が破壊していたことから、**南海トラフの最大クラスの地震でも、5つの過去地震のSMGAの全てを包絡するモデルを構築**

地表の揺れの推計結果

・揺れの継続時間からは、三大都市圏で特に長周期地震動が卓越していることが分かる。



・揺れの大きさについては、過去に公表した震度分布と同様に強震動生成域の近傍が大きくなる。



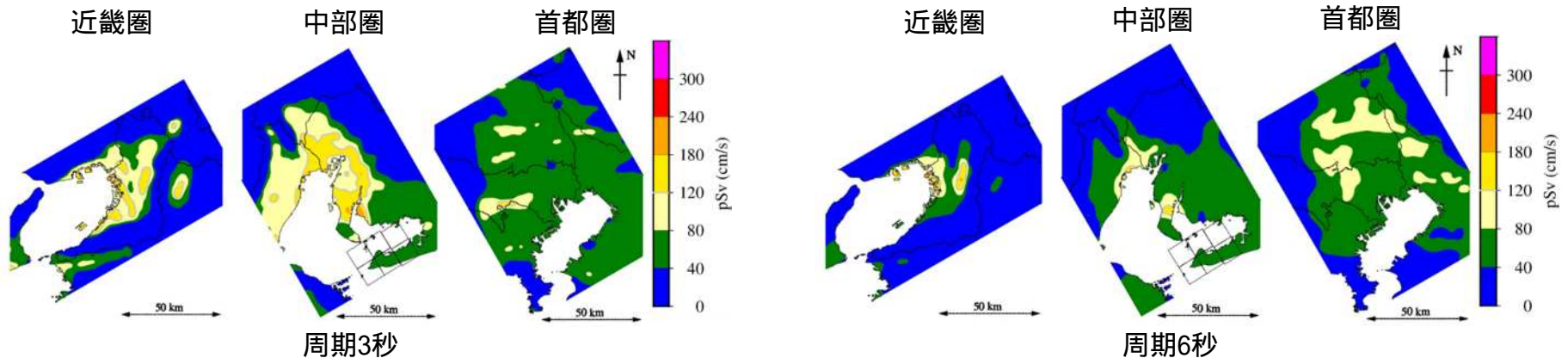
超高層建築物の揺れの推計結果と構造躯体への影響の評価

建物全体の揺れに関する指標(擬似速度応答スペクトル)の推計結果

三大都市圏の広い範囲で概ね150cm/s以下

沿岸部や内陸部の一部地域で局所的に最大250cm/s程度

最大クラスの地震による擬似速度応答スペクトル(pSv)



文部科学省「都市の脆弱性が引き起こす激甚災害の軽減化プロジェクト」による振動台実験(H25)

1980年代から1990年代の鉄骨造高層建物を想定した縮尺1/3の試験体による振動台実験を実施

加振レベル	試験体の挙動
180cm/s	履歴は安定している
300cm/s	倒壊はしないが、建物の中 にいることは適切ではない
420cm/s(3回目)	梁端破断が広く進み、倒壊

より古い時代の超高層建築物では、さらに小さな加振レベルで建物の損傷が進む可能性あり。

超高層建築物の構造躯体への影響の評価

最大クラスの地震を含む擬似速度応答スペクトルの推計値は、**地震後に人が建物の中にいることは適切ではない状況とされた値には至っていない。**

最大250cm/s程度が推計された地域でも、**建物が倒壊するまでには強度的に一定の余裕があるのではないかと推察される。**

長周期地震動対策

超高層建築物の構造躯体への対策

今回の評価は、数少ない実験とシミュレーション結果による評価であることから、個々の超高層建築物への影響については、個別に詳細な検証を行い、評価する必要がある。

超高層建築物や免震建築物の管理者は、大規模地震によりビルが大きく揺れた場合は、継続利用や改修の要否の判断を行うに当たり、当該建築物の設計者等の専門家に調査を依頼することが望ましい。

地震動による建物等への影響を評価するため、地震時における建物の揺れの状況がモニターできる機能を個々の建築物が有することが望ましい。

国土交通省は、本検討における長周期地震動の推計結果を踏まえ、超高層建築物等の構造設計に用いる長周期地震動の波形等を策定する。

超高層建築物の室内等の対策

家具固定の推進 と 身の安全の確保

超高層建築物の最上階では、三大都市圏の広い範囲で最大加速度が 250cm/s^2 以上、一部地域で 500cm/s^2 若しくはそれ以上の揺れが想定される。

固定されていない多くの家具が転倒する。特に、キャスター付きの家具やオフィス機器等が大きく移動することで人的な被害が発生することも懸念される。

留め具や突っ張り棒等の家具固定具や移動防止具による家具固定を推進する必要がある。

人の行動に関しては、立つことができない程の揺れになる地域が多くあることが想定される。

揺れを感じたら、ヘルメット等により頭部を保護し、廊下や部屋の出入り口など、足や手を伸ばすことで体を固定できる場所で体制を低くし、揺れにより飛ばされないようにする。

災害対応力の向上(ソフト対策)

緊急地震速報等の活用	被害状況の把握手段の改善
初動対応体制の改善	避難・待機方法の改善
防災訓練の改善	

エレベーター対策

エレベーター内の閉じ込めが発生した際に、エレベーター保守会社のみならず、消防や建物管理者等が安全に配慮しながら救出を行うための訓練を行う等の対策を推進する。

その他の対策

石油タンクのスロッシング対策

消防庁に設置された有識者会議「屋外タンク貯蔵所の耐震安全性に係る調査検討会」において、本検討における長周期地震動の推計結果を用いて、石油タンクに必要な対策を検討する。

(参考) 今回の推計結果を「長周期地震動階級」に適用した結果

- ・南海トラフ沿いでM8～9クラスの地震が発生した場合、**広い範囲で長周期地震動階級2以上の揺れが予想される**
- ・**中部圏や近畿圏の沿岸部などの一部地域では、長周期地震動階級4も推計されている。**

