

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 長周期地震動対策案

国土交通省 住宅局
建築指導課
平成28年6月

南海トラフ沿いの巨大地震対策に関する経緯

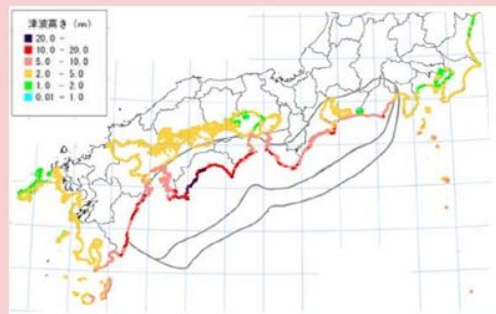
平成15年5月 中央防災会議決定「東海地震対策大綱」

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」

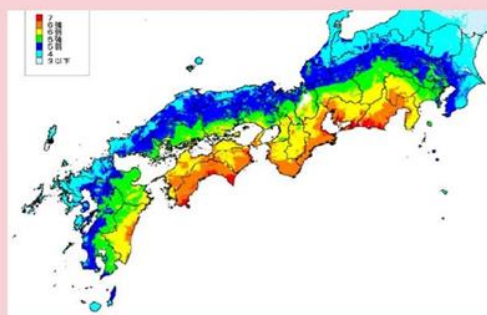
平成23年3月 東北地方太平洋沖地震

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。』

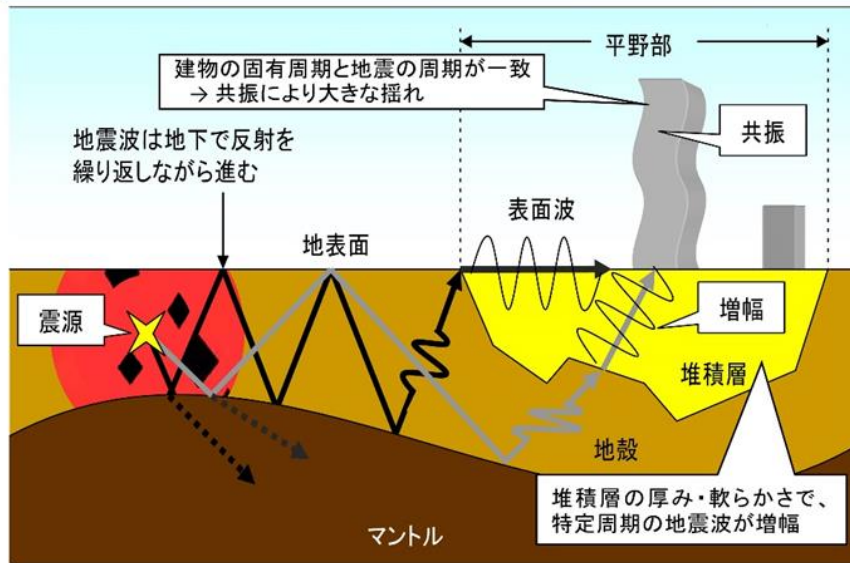
平成24年8月 「南海トラフ巨大地震の被害想定」を公表

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」

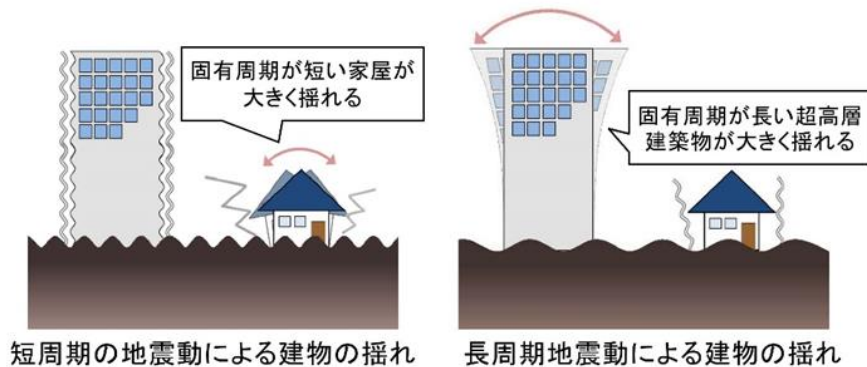
平成24年9月から検討会を31回開催し、長周期地震動の推計及び対策の検討を実施

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



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

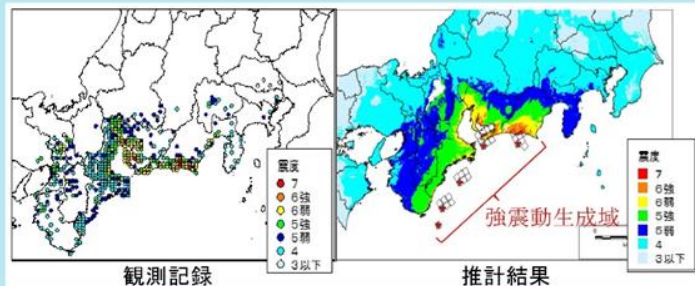


平成15年十勝沖地震による石油タンクの被害

「長周期地震断層モデル」の構築

- ①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
- ②三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
- ③**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

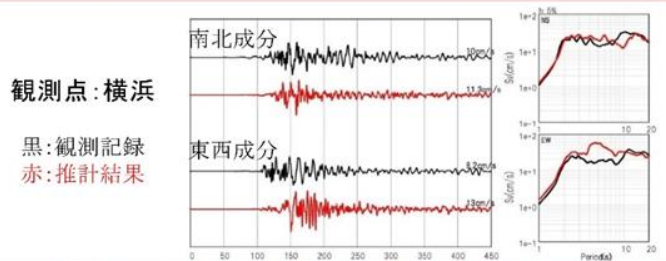
①強震動生成域の設定



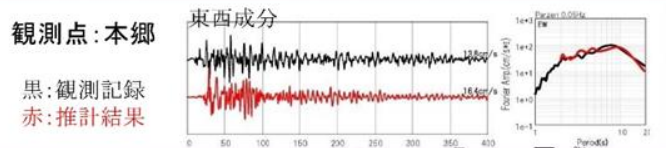
(例) 昭和東南海地震の震度分布の再現

②三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

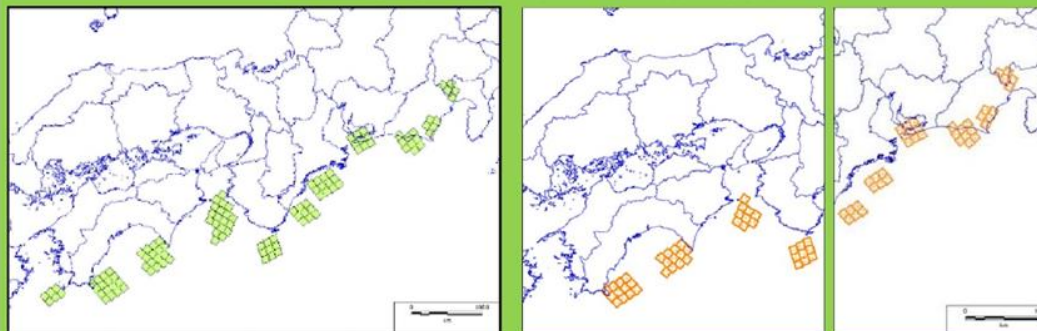


(例) 昭和東南海地震における観測記録の再現



(例) 大正関東地震における観測記録の再現

③「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)



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**

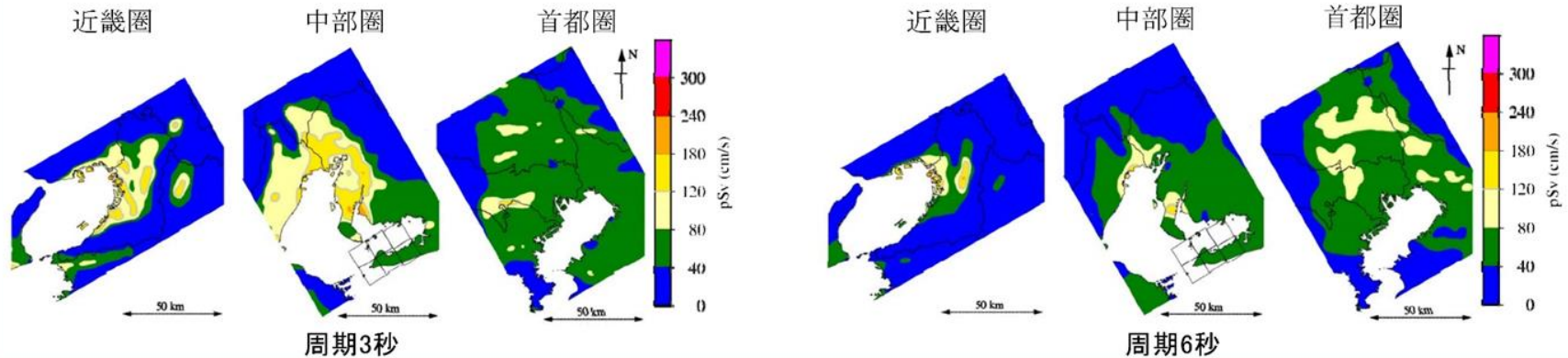
超高層建築物の揺れの推計結果と構造躯体への影響の評価

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。

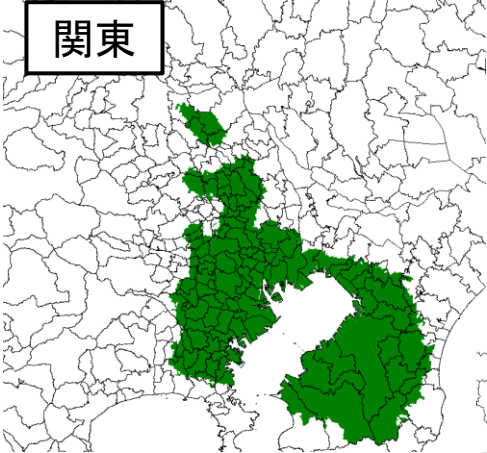
超高層建築物の構造躯体への影響の評価

○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。

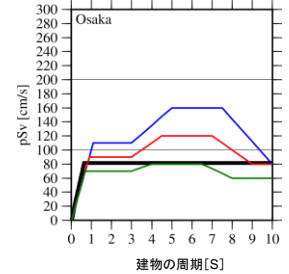
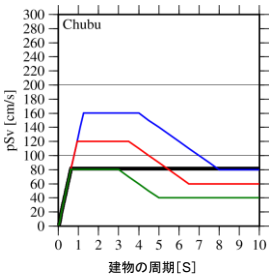
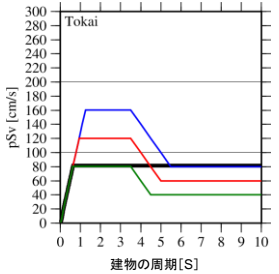
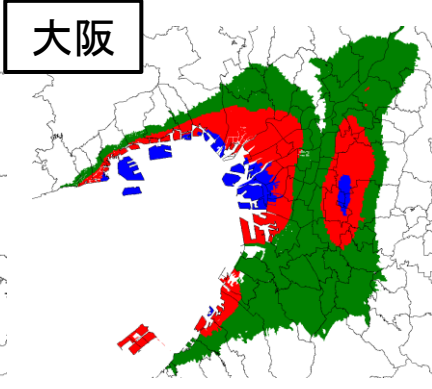
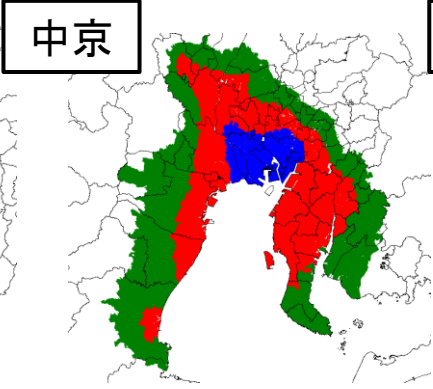
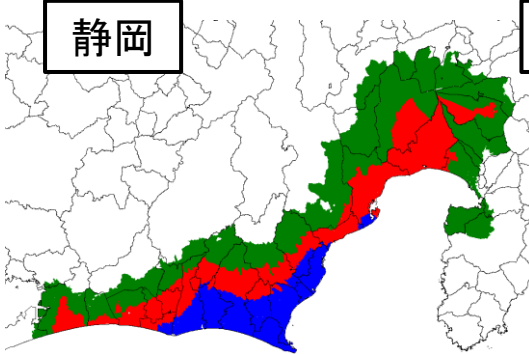
○最大250cm/s程度が推計された地域でも、建物が倒壊するまでには強度的に一定の余裕があるのではないか、と推察される。

設計用長周期地震動の策定

○ 内閣府が設定(H27.12.17)した南海トラフ沿いの巨大地震による長周期地震動の震源・規模を踏まえて、**超高層建築物等の設計用に、標準的な設計用長周期地震動の作成手法を策定。**



- 過去の地震動の観測データをもとに、地震動の継続時間の影響も踏まえて従来の検証での地震動との比較を行い、建築物の設計用に平準化を行ったうえで、長周期地震動を考慮すべき区域、長周期地震動の大きさ*を決定。
- 長周期地震動を考慮すべき区域は、関東地方、静岡地方、中部地方、近畿地方に分布しており、長周期地震動の大きさ*は、現行制度上検証を求めている長周期地震動以外の地震動の最大2倍。 *疑似速度応答スペクトル(pSv):建築物の周期に応じた最大の応答値を示す値。



新築及び既存の建築物に関する対策

○ 新築建築物に関する対策

- ・ 対象エリア内において、平成29年4月1日以降に性能評価を申請して、大臣認定に基づき新築する超高層建築物等について、設計用長周期地震動に基づく検証を求める。
- ・ 併せて、家具等の転倒防止対策に対する設計上の措置について説明を求める。

○ 既存建築物に関する対策

- ・ 対象エリア内の超高層建築物等について、今回検証を求める長周期地震動の大きさが設計時の地震動の大きさを上回る場合、詳細検証を行うことが望ましい旨を周知。
- ※ 既往の実験・解析結果によれば、既存の超高層建築物等は長周期地震動に対して一定の余裕があると推察されるものの、詳細検証の結果、必要な余裕を確保するために改修が必要となる可能性がある。
- ・ 既存のマンションを含む区分所有建物の詳細検証や改修等について、国の支援制度を準備。

支援制度(耐震対策緊急促進事業)の概要

マンションを含む 区分所有建物	詳細診断・改修設計費用	国1/3、事業者2/3
	制震改修費用	国11.5%、事業者88.5%

※ 庁舎等の公共建築物については、住宅・建築物安全ストック形成事業による支援制度の活用が可能。

長周期地震動への具体的な対策例



■ 考えられる対策

長周期地震動への対策に当たっては、地震時の揺れの大きさを低減させるほか、揺れをなるべく早く減衰させることが肝要となる。

そのためには、変形を抑制するため必要な階に地震エネルギーを吸収するためのダンパーを設置することが効果的である。なお、既存の超高層建築物にダンパーを増設する場合、柱やはりを増強しなくても一定の効果が期待できる、また、工事期間中の建築物の継続使用に対する制約が少ない。このため、ダンパー増設による改修は、現実的に無理のない方法である。

■ ダンパーの役割と主な種類

地震時の振動エネルギーをダンパーが吸収することにより、揺れを減衰させ、変形を抑制

鋼材ダンパー	鉛ダンパー	オイルダンパー	鋼材ダンパー (座屈拘束ブレース)
			
<p>水平方向の揺れに対し、U字型の鋼材が塑性変形することによりエネルギーを吸収</p>	<p>水平方向の揺れに対し、円柱状の鉛部分が塑性変形することによりエネルギーを吸収</p>	<p>水平方向の揺れに対し、ピストン内部で生じるオイルの流れによりエネルギーを吸収</p>	<p>水平方向の揺れに対し、斜め部材の鋼材が塑性変形することによりエネルギーを吸収</p>