

設計で用いる各地の長周期地震動の 予測手法の開発

(問合わせ)

構造研究グループ 小山 信

Tel 029-864-6761

E-mail skoyama@kenken.go.jp

長周期地震動に対する建研の取り組み

長周期地震動

2003年十勝沖地震
苫小牧市でのタンク火災
2013年東北地方太平洋沖地震
超高層建物の長時間震動、等
長周期・長時間地震動が顕在化

長周期・長時間地震動とは 特徴

- a)大都市が発達する堆積平野で卓越する
(増幅特性)
- b)地震動の継続時間が長い(サイト特性)
影響
- c)超高層建築物や免震建築物が共振し、
過大な変形と多数回の繰返し振動が生
じる

長周期・長時間地震動に対する超高層建
築物・免震建築物の対策の必要性

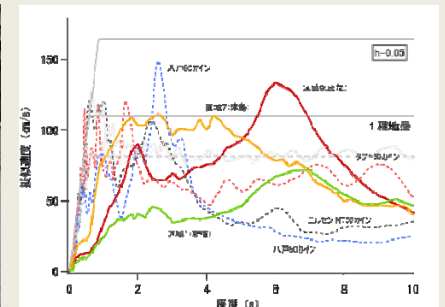
建研の取り組み

【建物応答に関する
研究開発】
安全性・機能性等保有
性能の把握、応答
解析の高度化

【入力地震動に
関する研究開発】
観測データに基づい
た長周期地震動予測
方法の開発



縮小20層建物試験体の震
動実験(RC造)



超高層設計用地震動と
対策試案提案波

応答時の挙動、変形
レベルを把握、
設計用技術資料へ
の取りまとめ

超高層建物等
のための設計用
地震動の提案/
強震記録の蓄積



これまでの成果

【建物応答に関する研究開発】

長周期地震動を受ける超高層建築物および免震建築物の構造安全性に関する実大実験

S造 実大鉄骨造架構の多数回繰返し載荷実験

- 疲労曲線(限界繰返し性能)の妥当性が確認された
- 多数回繰返し載荷での挙動を把握した

RC造 縮小20層建物試験体の震動実験

- 終局状態(=現行の設計範囲を超える大変形領域)の限界値に関する知見を得た

免震 実大免震部材の多数回繰返し加振実験

- 温度、エネルギー吸収性能等の限界性能を把握した
- 地震応答解析で限界性能の影響を確認した

新たな成果

- 従前の予測手法を改良し、任意の建設地点での設計用長周期地震動の予測手法を開発した
- プロトタイプ建築物(S造6棟、RC造7棟、免震24棟)の応答レベルを確認した

【入力地震動に関する研究開発】

設計用長周期地震動策定に関する手法の骨子作成

- 観測データに基づく観測点固有の地盤増幅率とサイト係数の算定
- 地震基盤までの深部地下構造に起因する卓越周期を考慮した任意地点における係数の算定



国土交通省
「超高層建築物等における長周期地震動への対策試案について」への反映

設計用長周期地震動の予測手法

特徴

- 1)地震記録に基づいた経験的手法
→建築物に影響を及ぼす地震波の
周期範囲(短～長周期)をカバー
- 2)地盤増幅率とサイト特性を評価
地盤増幅率:卓越周期と関係
サイト特性:継続時間と関係
- 3)任意の建設地での地震動を予測できる空間補間方法を開発(深部地下構造を考慮)

適用条件

- 対象地震規模
Mw5.9～8.2
 - 震源深さ
60km以下
- の地震(震源)に対して
- 断層最短距離
20～400km
- を満たす地点の
設計用長周期地震動を
予測することが出来る

開発した長周期地震動予測手法の特徴

- 1)任意の建設地点での地震動を予測できる空間補間方法を改良
⇒任意地点の地盤増幅率とサイト特性の評価が可能になった
⇒サイト波*1としての適用が可能となった
⇒評価に必要な係数は公開予定
- 2)南海トラフ巨大地震に関し、特定地点の地震波を予測し、プロトタイプ建築物に関して応答レベルを確認した
⇒より信頼性の高い予測手法となった

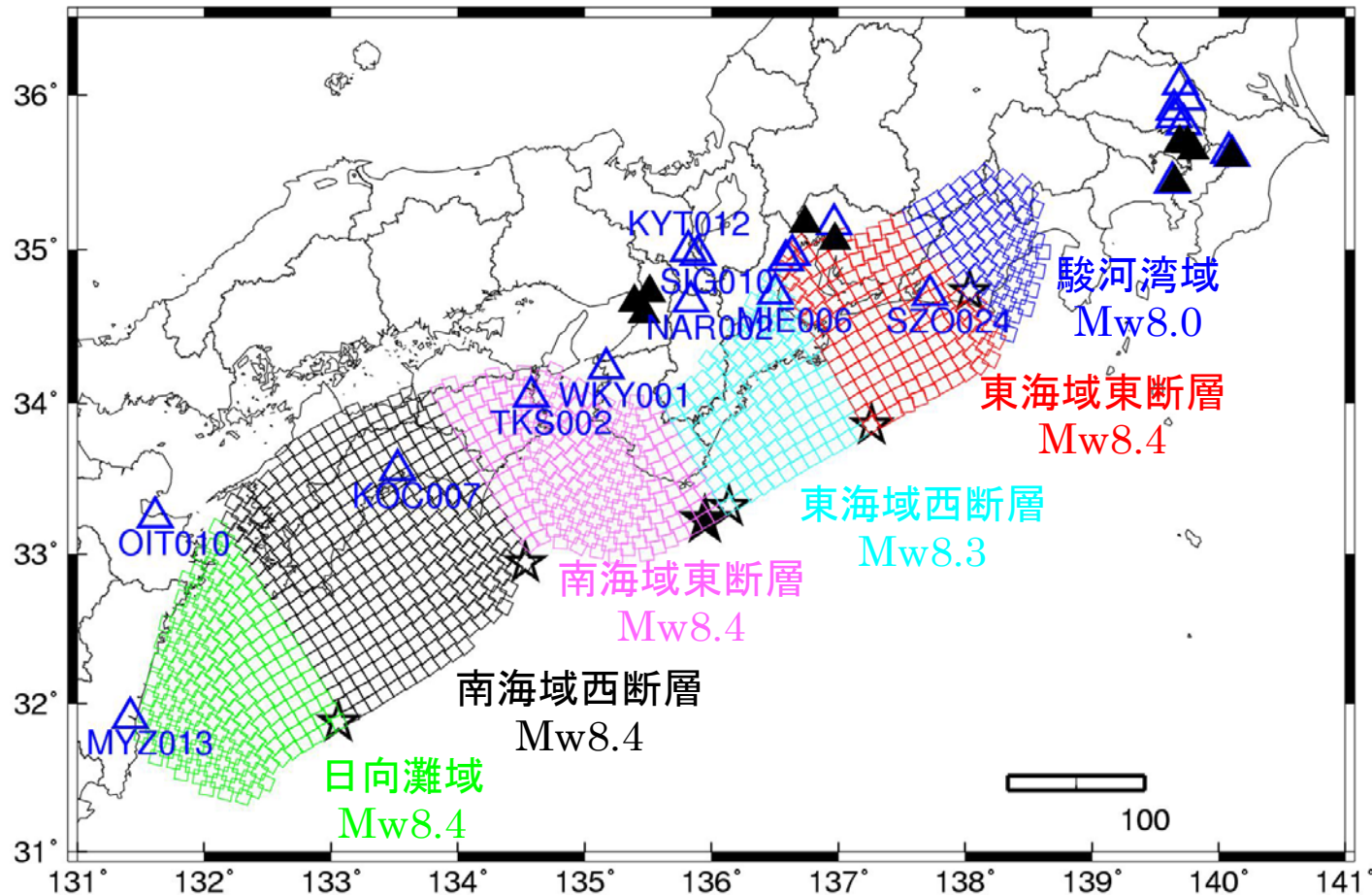
*1サイト波:

建設地周辺における活断層分布、断層破壊モデル、過去の地震活動、地盤構造等に基づいて作成される模擬地震波

長周期地震動予測手法の適用例

予測に用いた南海トラフ4連動震源モデル(M9.0)

(震源は内閣府のパラメータに基づき設定)



★: 震央位置(第1破壊開始点) ☆: 各セグメントでの破壊開始点

▲と△: 予測地点(このうち▲ではTzによる補間の回帰式に基づく計算も実施)

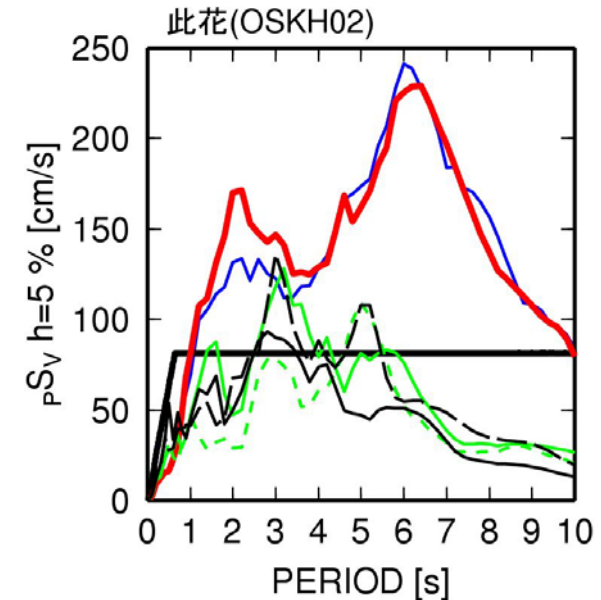
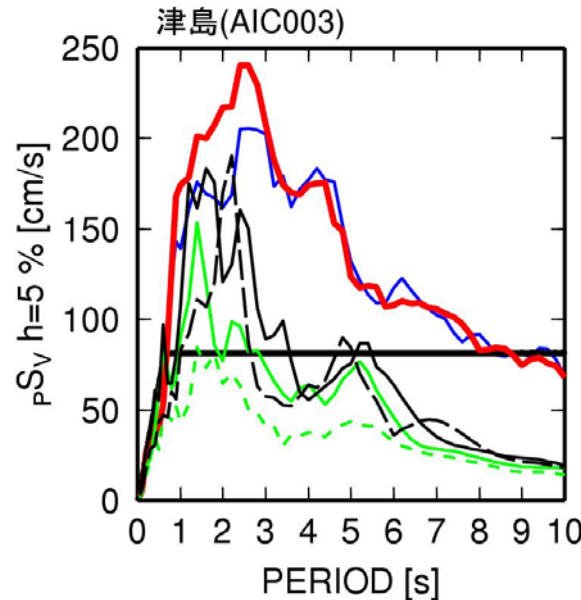
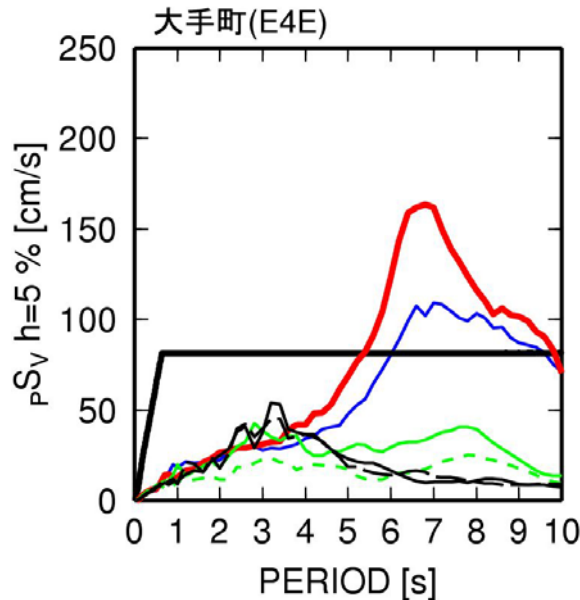
長周期地震動予測手法の適用例

内閣府(2012)が公表している南海トラフ4連動地震 (M9.0) との比較

- 陸域ケース:NS
- 陸域ケース:EW
- 基本ケース:NS
- 基本ケース:EW
- 告示スペクトル
- 本研究:補間あり
- 本研究:補間なし

- 陸域ケース:NS
- 陸域ケース:EW
- 基本ケース:NS
- 基本ケース:EW
- 告示スペクトル
- 本研究:補間あり
- 本研究:補間なし

- 陸域ケース:NS
- 陸域ケース:EW
- 基本ケース:NS
- 基本ケース:EW
- 告示スペクトル
- 本研究:補間あり
- 本研究:補間なし



工学的基盤波のpSv

(内閣府[2012]の計算波の有効周期は3秒以下)

長周期地震動予測手法の適用例

建物応答に関する知見

- 南海トラフ巨大地震に関し、特定地点(下表参照)の地震波を予測して、建物応答レベルを確認した
- 1/100を超える大変形が生じる場合があることが分かった

	方向	周期 (秒)	3連動平均波				3連動平均+σ波				4連動平均波			
			此花	津島	浜松	新宿	此花	津島	浜松	新宿	此花	津島	浜松	新宿
S100m級	X	2.3	1/137	1/125	1/120	1/276	1/121	1/96	1/82	1/249	1/93	1/88	1/104	1/238
	Y	2.8	1/159	1/115	1/106	1/333	1/87	1/87	1/69	1/186	1/94	1/68	1/80	1/222
S120m級	X	2.6	1/247	1/220	1/153	1/475	1/147	1/138	1/93	1/318	1/164	1/64	1/114	1/375
	Y	2.9	1/264	1/220	1/147	1/414	1/132	1/147	1/114	1/311	1/134	1/91	1/128	1/368
S140m級	X	3.7	1/135	1/125	1/119	1/341	1/73	1/118	1/75	1/171	1/95	1/66	1/104	1/274
	Y	3.8	1/136	1/113	1/104	1/291	1/68	1/101	1/75	1/176	1/88	1/63	1/93	1/262
S200m級	X	5.7	1/81	1/155	1/156	1/115	1/78	1/111	1/100	1/97	1/70	1/85	1/156	1/107
	Y	5.1	1/92	1/155	1/148	1/170	1/56	1/88	1/104	1/122	1/88	1/68	1/129	1/153
S230m級	X	6.5	1/69	1/185	1/144	1/135	1/69	1/104	1/122	1/72	1/62	1/83	1/163	1/95
	Y	5.5	1/66	1/123	1/141	1/97	1/62	1/101	1/83	1/74	1/62	1/68	1/149	1/75
S250m級	X	5.9	1/65	1/148	1/180	1/84	1/52	1/100	1/104	1/69	1/51	1/51	1/173	1/80
	Y	5.3	1/70	1/127	1/127	1/122	1/64	1/79	1/81	1/83	1/75	1/58	1/119	1/88

超高層S造の
層間変形角

※網掛け: 1/100を超えるもの

今後の検討課題

- 予測波形の比較・検証

⇒内閣府が検討中の南海トラフ巨大地震、首都直下地震の長周期地震動シミュレーション結果と比較して、予測された長周期地震動の妥当性を確認する

- 適用条件の拡張

⇒内閣府等の検討結果との比較の後、首都直下地震(関東地震)に対する適用範囲の拡大を検討する

現状は、

断層最短距離等が該当しない等、適用条件を満たさない範囲が大きい

地盤増幅率、サイト特性のさらなる検証が必要