

超高層建物の応答値に関係した長周期地震動の揺れの指標とその予測方法の検討

小堀鐸二研究所・神田克久

1. 概要

超高層建物では短周期地震動の指標である計測震度を予測しても、揺れの体感や被害と整合しない可能性がある。そこで、超高層建物の応答値に相関の高い長周期地震動の揺れの尺度について分析し、緊急地震速報を用いる簡易な予測方法を検討する。長周期地震動の指標としては、気象庁が現在試行的に発表を行っている4つの段階に区分した長周期地震動階級がある。この判定に用いられている周期1.6～7.8秒の絶対速度応答スペクトルの最大値 S_{vap} 、および周期1.6～7.8秒の相対速度応答スペクトルの平均値 S_{vrm} を中心に検討を行った。緊急地震速報の予測に関しては、震度と同様に簡易に評価できるように距離減衰式を用いる手法を検討した。

2. 超高層建物の応答と長周期地震動の指標

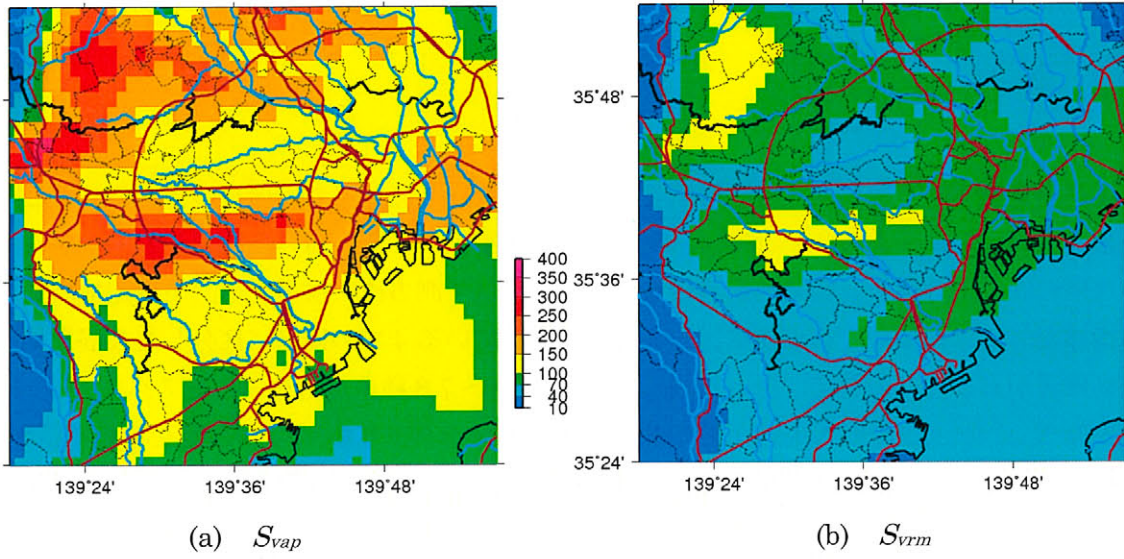
南海トラフ沿いの東海・東南海・南海の3連動地震(深部アスペリティ、紀伊半島沖から破壊)の3次元差分法シミュレーション (Maeda et al., 2012) による東京近傍2kmメッシュの長周期地震動を用いて、30階～60階建S造建物モデルの応答解析を行い、被害と関係した最大応答値と長周期地震動の指標の関係を分析した。長周期地震動指標の分布を図1に示し、その長周期地震動指標に対する超高層建物の最大層間変形角の例を図2に示す。これは階数および地点に違いによるばらつきを示している。このような検討を行った結果、最大層間変形角については階数による偏った傾向はみられず、相対速度応答スペクトルの平均値 S_{vrm} の方が相関はよいことが分かる。最大梁塑性率についても同様な傾向が見られる。ただし、繰り返しによる低サイクル疲労を表す応答値である最大累積塑性変形倍率については、主要動部分の継続時間の影響があるためエネルギースペクトルによる指標が一番相関がよい。

3. 距離減衰式による指標の予測

緊急地震速報を用いて超高層建物の応答予測を行うため、長周期地震動の指標を以下の距離減衰式を用いて評価する手法を検討する。

$$\log S_v = aM + bX - \log(X + d \cdot 10^{0.5M}) + eH + c \quad (1)$$

M: 気象庁発表マグニチュード、X: 震源距離、H: 震源深さ、a, b, c, d, e は回帰して求めるパラメータとする。東京付近の超高層建物を対象とした検討を行うため K-NET 新宿のデータを分析し、パラメータを評価し、 S_{vap} と S_{vrm} の予測値を求めた。観測値と予測値の関係を図3に示す。ばらつきはあるが、概ね評価が可能なことが分かる。図1示したような指標の分布と図2に示した応答値との関係を組み合わせると任意の地点の超高層建物の応答を近似的に推定することができると思われる。



(a) S_{vap} (b) S_{vrm}
 図1 長周期地震動の指標の分布 (南海トラフ3連動地震)

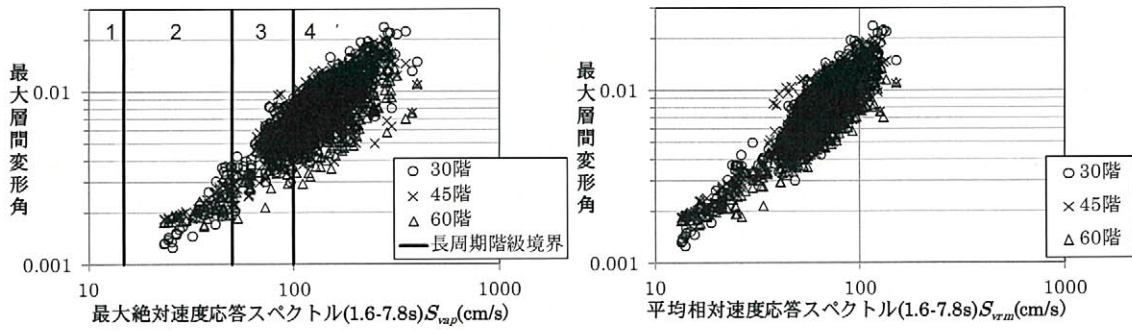
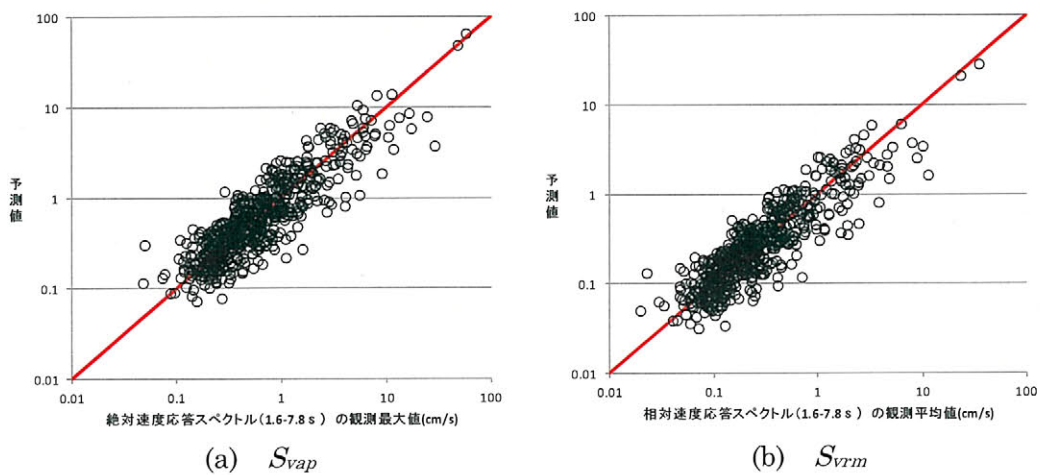


図2 長周期地震動の指標と応答解析で評価した超高層建物の最大層間変形角との関係



(a) S_{vap} (b) S_{vrm}
 図3 K-NET 新宿(TKY007)の指標の観測値に対する予測値の関係

謝辞：本検討は、文部科学省による「長周期地震動予測地図作成等支援事業」の一環として評価したデータを利用させていただきました。