

首都圏にある超高層キャンパスの地震防災に関する研究 (その2) 首都直下地震の強震動予測

正会員 ○田中 良一*
同 久田 嘉章**

強震動予測 首都直下地震 ハイブリッド手法
震源パラメータ 指向性パルス

1. はじめに

本報では首都直下地震の中で、都心部への影響が大きいと考えられる東京湾北部地震¹⁾について、新宿を対象に強震動予測計算及び指向性パルスと呼ばれる現象の発生可能性について検討を行った結果を報告する。指向性パルスは、震源近傍で観測される、強く、衝撃的な地震動が発生する現象である。

2. 強震動予測手法概要

本報における強震動予測では、1994年ノースリッジ地震の強震動計算例²⁾を参考に長周期側に理論的手法(表現定理)を、短周期側に経験的手法(統計的グリーン関数法を改良した手法)をそれぞれ用い、フィルターをかけ重ね合わせて計算を行うハイブリッド手法である。長周期と短周期の接続振動数は0.8Hz～1.4Hzとした。

3. 強震動予測計算モデル概要

本報では資料³⁾を参考に図1に示すような長さ63.6km、幅31.2km、走行296°、傾斜角23°で潜り込むフィリピン海プレート上面の断面で、震源1(図1中に記載)が震源となった場合、工学院大学地下工学的基盤上で観測される地震動について強震動予測計算を行った。

強震動計算のパラメータの与え方には、一般に対象とする地震に似たシナリオ地震のパラメータを与える場合や入倉レシピなどがあり、本報では前者としてWaldによる1994年ノースリッジ地震の各パラメータ⁴⁾をスケールリング則に従い東京湾北部地震にあわせて与えているモデル(Waldモデルと呼ぶ)と、後者として内閣府が東京湾北部地震について提示しているパラメータを参考にできるだけ近いパラメータを与えたモデル(内閣府モデルと呼ぶ)の2通りで強震動予測を行なった。なお、本報で参考にしたWaldによるパラメータを用いたノースリッジ地震の強震動計算例では、観測波形の特徴や指向性パルスをよく再現できることが確認されている。2つのモデルでの強震動計算に用いた地盤モデル⁵⁾を表1に、Waldモデルと内閣府モデル各々の小断層のすべり分布を図2に、応力降下量分布を図3にそれぞれ示す。図2及び図3に示すように、複雑なすべり分布のWaldモデルに比べ内閣府モデルは小断層のすべり、応力降下量ともアスペリティに集中しているモデルであることがわかる。

4. 強震動予測計算結果

観測点の工学的基盤上($V_s=400$)での強震動予測計算結果の加速度波形(N26E)、速度波形(N26E)を図4及び図5にそれぞれ示し、表2に計算結果の主な値を示す。

図4に示すように、加速度波形の振幅は、内閣府のモデルによる計算結果の方が明かに大きい。また表2に示すように、気象庁震度は6弱(waldモデル)から6強(内閣府モデル)程度、内閣府モデルで、最大加速度値813[gal]、最大速度値70[kine](N26E)(レベル2以上)とかなり大規模な地震動であることがわかる。

2つのモデルでの計算結果の大きな相違点は図6に示すように内閣府モデルで短周期成分が大きく現れていることである。この原因としては、図3に示すように内閣府モデルのアスペリティ内の応力降下量が非常に大きかったためであると考えられる。この値は、地震動の短周期成分の大きさを左右するが、Waldモデルは平均値をとって一様に3[MPa]としたのに対し、内閣府モデルではアスペリティにおいて16.7[Mpa]と大きな値が集中している。

5. 指向性パルスの発生可能性

検討の結果、今回対象としているような傾斜角の浅い逆断層から発生する地震動では、指向性パルスは観測されにくいことが分かった。逆断層の場合、ノースリッジ地震のように指向性パルスが顕著に現れるような震源断層は図7左側のように深い傾斜角を持っている。指向性パルスは一般に断層直行方向の成分に現れ、図7の矢印のような破壊伝播に対し、傾斜角の深い逆断層では断層面を延長した場所の地表面で顕著に現れる。一方、今回対象としている震源断層面は図7右側のように傾斜角が浅いため、指向性パルスが発生しても、地表には届かず、特に震源断層面の直上で地震動を観測しても顕著に現れないと考えられる。

6. まとめ

本報ではWaldモデルと内閣府モデルの2通りのシナリオで東京湾北部地震の強震動予測計算を行った。都心の超高層キャンパスである工学院大学では、予測震度6程度と大きな地震動となる結果である。しかし、直下型地震で大被害を引き起こす要因である指向性パルスが発生する可能性は震源断層の角度により低いことが分かった。

参考文献

- 1) 中央防災会議 首都直下地震対策専門調査会 第12回 溝上委員説明資料2-2
- 2) 久田 嘉章
震源アスペリティーと震源近傍の強震動特性 第12回 日本地震工学会シンポジウム 査読論文 0020 2006年
- 3) Sato, H., N. Hirata, K. Koketsu, D. Okaya, S. Abe, R. Kobayashi, M. Matsubara, T. Iwasaki, T. Ito, T. Kawanaka, K. Kasahara and S. Harder(2005) Science, 309,462-464.
- 4) Wald, D. J., T. H. Heaton, K. W. Hudnut : The Slip History Of the 1994 Northridge, California, Earthquake Determined From Strong Motion, Teleseismic, GPS, and Leveling Data, Bull.Seism.Soc.Am., V.86, pp.49-70, 1996
- 5) Sato, T., R. W. Graves, and P.G. Somerville : Three-Dimensional Finite-Difference Simulations of Long-Period strong Motions in the Tokyo Metropolitan Area during the 1990 Odawara Earthquake (Mj5.1) and the Great 1923 Kanto Earthquake (Ms8.2) in Japan, Bull.Seism.Soc.Am 89,3,pp. 579~607, June 1999

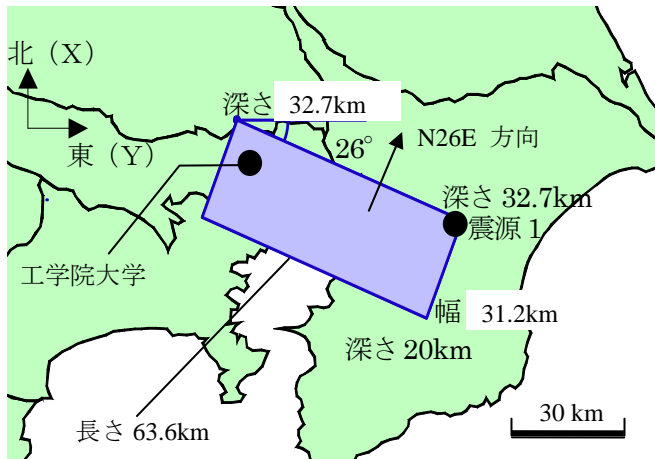


図1 設定断層面平面投影図及び震源観測点配置図

表1 本報で使用し地盤データ一部5)を参考($Q = Q_0 \cdot f^{0.8}$)

層	密度 (t/m^3)	V_p (m/s)	V_s (m/s)	Q_p	Q_s	圧さ(m)	
						長周期	短周期
1	1.7	2040	400	100	50	9	9
2	1.8	2040	520	100	50	20	20
3	1.75	1630	490	100	50	7	7
4	1.8	1630	550	100	50	19	19
5	1.85	1840	640	200	100	145	145
6	1.9	2060	840	200	100	1200	1200
7	2	2300	1200	300	150	400	400
8	2.1	2700	1300	300	150	800	800
9	2.3	3300	1400	300	150	400	400
10	2.5	4700	2720	600	300	800	800
11	2.8	5700	3330	1000	500	9000	∞
12	2.8	6600	3710	1000	500	8000	×
13	2.8	6700	3740	1000	500	4800	×
14	3	7000	3930	1000	500	∞	×

* 工学院大学大学院工学研究科
** 工学院大学建築学科

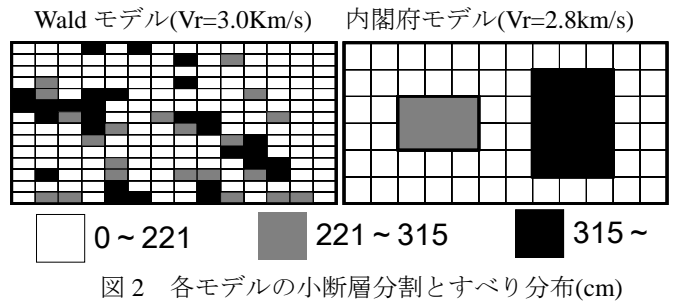


図2 各モデルの小断層分割とすべり分布(cm)

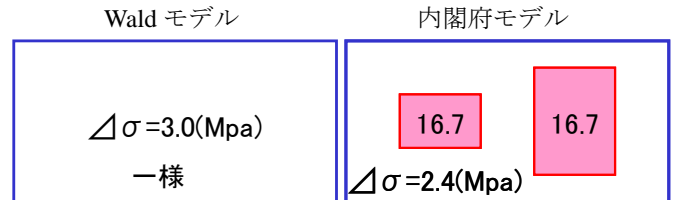


図3 各モデルの応力降下量(Mpa)

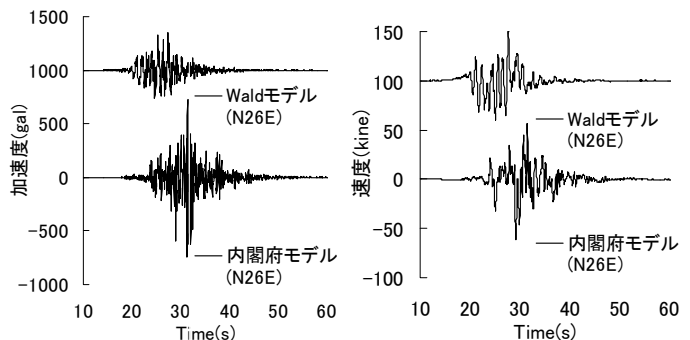


図4 加速度波形計算結果 図5 速度波形計算結果

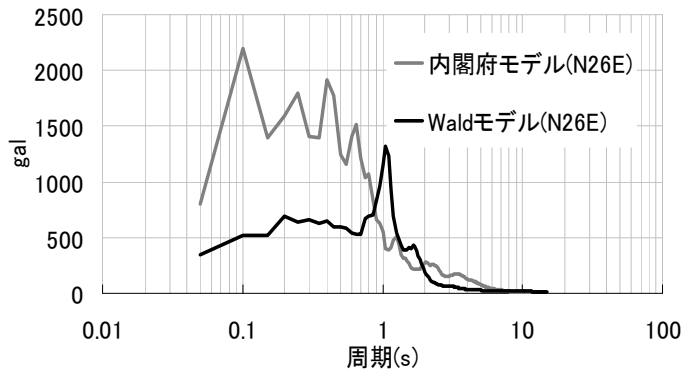


図6 2つのモデルによる加速度応答スペクトル

表2 計算結果の値

	Waldモデル	内閣府モデル
マグニチュード	7.3	7.3
JMA震度	6弱	6強
最大加速度	348(gal)	745(gal)
最大速度	50(kine)	60(kine)

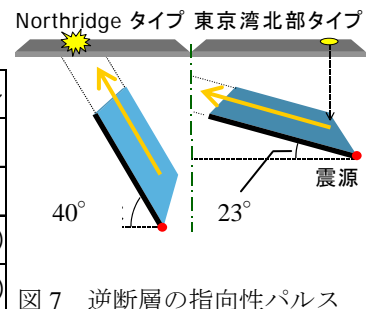


図7 逆断層の指向性パルス

* Graduate School of Engineering, Kogakuin University
** Department of Architecture, Kogakuin University