

首都直下地震を対象とした強震動予測に関する研究
(コンピュータシミュレーションによる強震動予測)

D3-03033 田中 良一

首都直下型地震 強震動予測 震源パラメータ

1.はじめに

我が国は地震大国であり、南関東地域でもこれまで M8 クラスの大規模な海溝型地震が 200~300 年間隔で発生しており、その M8 クラスの地震が発生する間にも、M7 クラスの地殻内地震が 1894 年東京地震など数回発生している。M7 の地震であっても、大都市の直下で発生した場合には多大な被害が生じることが予想される。

首都直下地震とは、200 年以内に東京周辺で数回発生するとされているこれら M7 クラスの大規模地震のこと [1]である。この首都直下地震は、30 年間で 70%の発生確率ともいわれ、内閣府が被害予想を公開するなど、防災上大きな問題として注目されている。また、首都直下で地震が発生した場合、大被害を引き起こす要因として注目されるのが、震源近傍で発生する指向性パルスや長周期波である。

指向性パルスとは、断層面上を破壊が進行し、結果として破壊の伝播方向からみて特定の方向の地震波が増幅され強いパルス状の波が生ずる現象で、この現象は破壊の伝播方向に直交して現れ、一般に震源近傍で断層面と直交方向に現れる。この影響により 1995 年兵庫県南部地震では建物がなぎ倒されるような大被害をもたらされた。

また、想定されている地震のなかで、中央防災会議「首都直下地震対策専門調査会」でも都心部への影響が大きいとされ検討されたのが、M7.3 の東京湾北部地震である。

本研究の目的は、この東京湾北部地震がどのような性質を持っているかを詳しく予測することである。これにより、被害の想定やその軽減のためにとるべき対策などを考察する際に役立てることにもつながる可能性がある。

2.強震動予測

2.1 強震動予測手法

強震動予測は、震源、電波、サイトの各特性を適切にモデル化することが必要で、目的に応じて理論的手法と経験的手法を使い分けており、本研究でも長周期側に理論的手法(表現定理、震源パラメータ)を、短周期側に経験的手法(統計的グリーン関数)をそれぞれ使い、フィルター処理を施して重ね合わせたハイブリット手法である。

本研究での強震動予測では、震源アスペリティと震源近傍の強震動特性 [2]を過去に行われたノースリッジ地震においての、強震動シミュレーションと観測結果の比

較を参考に、コンピュータを利用し強震動予測を行った。

断層の形状とすべり方向を規定するパラメータは静的断層パラメータと呼ばれ、図 2.1 に示すような走向角、傾斜角、断層長さ、断層幅、すべり角、すべり、断層深さなどである。また断層破壊過程を規定するパラメータは動的断層パラメータと呼ばれ、破壊伝播速度や破壊開始時間、すべり関数など [4]があり、パラメータの与え方は対象とするシナリオ地震に似たパラメータを与える場合などがあり、本研究では、ノースリッジ地震の各パラメータを今回対象としているフィリピン海プレート上面の値に拡張して(スケーリング則)与えている場合と、内閣府が提示しているパラメータを単純化して与える特性化モデルの場合の 2 通りでシミュレーションを行なった。

3.強震動予測結果と考察

3.1 強震動予測結果

本研究では図 2.2 に示すような長さ 60km、幅 30km、北から 26°の走行で、角度 23°で潜り込むフィリピン海プレート上面の断層面を [5]、震源 1 (図 2 中に記載) が震源となった場合、工学院大学で観測される強震動をコンピュータシミュレーションで計算した。その結果を図 3.1 に示す。図は上から工学的基盤での

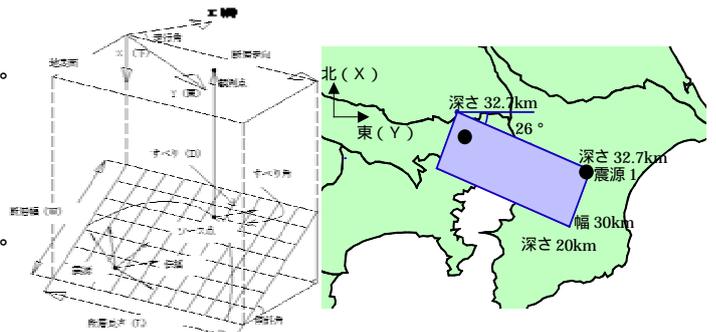


図 2.1 断層モデル 図 2.2 断層、震源及び観測点配置



図 2.3 すべり分布 Waldmodel (左) [3], 内閣府 Model (右)

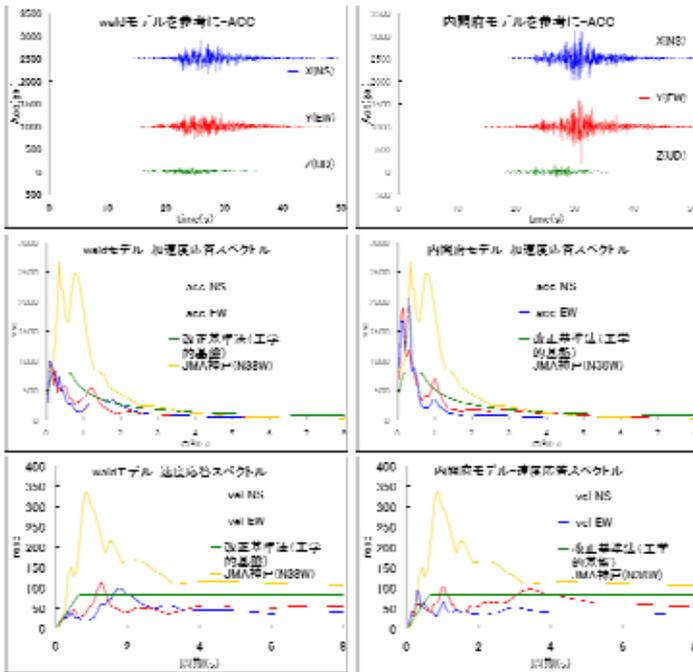


図 3.1 左：wald モデル 右：内閣府モデル

表 3.1 予測の各数値

	waldモデル	内閣府モデル
マグニチュード	7.3	7.3
JMA震度	5強	6弱
最大加速度	410(gal)	810(gal)
最大速度	38(kine)	44(kine)

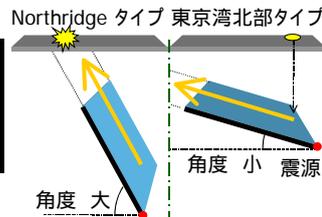


図 3.2 断層のタイプ

加速度波形、加速度応答スペクトル(減衰 5%)、速度応答スペクトル(減衰 5%)の図である。

3.2 地震動規模

地震動規模は、表 3.1 に示すように、まずマグニチュードはどちらも 7.3 である。また、加速度波形を見ると 2 つのモデルでは、全体として、内閣府のモデルの方が大きい。地震動の規模は最大加速度値 410 (gal) 内閣府モデル(NS)、最大速度値 45 (kine) (NS) (レベル 2 程度) とかなり大規模であることがわかる。これは一部 JMA 神戸波に匹敵する規模で非常に大きな地震動である。震度は 5 強(wald モデル)から 6 弱(内閣府モデル)程度である。

応答スペクトルでは、比較対照として JMA 神戸波(N38W)の応答スペクトル(5%)と告示の応答スペクトル(5%)を重ねて記載した。Wald モデルと内閣府モデルの大きな相違点は加速度応答スペクトルで内閣府モデルは短周期が大きく現れていて、JMA 神戸波に匹敵する。原因は内閣府モデルでアスペリティ内の応力降下量[9]と呼ばれるパラメータが非常に大きかったためであると考えられる。応力降下量とは断層破壊に伴い、断層面に蓄えられた歪みエネルギーが解放され、断層面上の応力が降下する量を示す。この値が wald モデルは一律 6.5[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]と非常に大きな値が設定されている。

次に、長周期側について、シミュレーション結果では図 3.1 に示すように長周期成分は告示の応答スペクトル程度である。しかし、値としては大きく、高層建物に対する影響も十分大きと考えられるので、構造的被害なども予測される。

3.3 本シミュレーションの指向性パルス

本研究のケーススタディの過程で、今回対象としているような傾斜角の浅い断層では、特異な例を除き、あまり指向性パルスは観測されないことが分かった。

指向性パルスが顕著に現れるような地震地盤面は図

3.2 左側のように深い傾斜角を持っている。1 項で述べたように、指向性パルスは一般に断層面と直行方向の地震動成分に現れるため、走行角の深い断層面では断層面の延長の地表面で顕著に現れる。一方、今回対象としている地震地盤面は図 3.2 右側のように傾斜角が浅いため、地中の断層に先では指向性パルスが現れているが、そ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。

4.まとめとこの先の研究指向

本研究は Northridge タイプと内閣府提示のタイプ 2 通りのシナリオで東京湾北部地震の強震動予測を行ったが、工学院を観測点とした場合、地震動規模は震度 6 程度と大きく、やはり大きな被害が予測されるが指向性パルスなど破壊力のあるが卓越する可能性は高くはない。今後 2 つモデルによる地震の違いについてなどにさらに検討の必要がある。またこの結果を参考に地震応答解析の入力波にするなど、更なる検討が必要である。

参考文献

- [1] 内閣府ホームページ (防災情報ページ) <http://www.bousai.go.jp/index.html>
- [2] 久田 嘉章 震源アスペリティと震源近傍の強震動特性 2006 年
- [3] Wald, D. J., T. H. Heaton, K. W. Hudnut: The SlipHistory of the 1994 Northridge, California, EarthquakeDeterminedFromStrongMotion, Teleseismic, GPS, and Leveling Data, Bull.Seism.Soc.Am., V.86, pp.49-70, 1996
- [4] Building of the Seismological Society of America 89,3,pp. 579 ~ 607,June 1999 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
- [5] 巨大地震による長周期地震動の予想と既存建築物の耐震性と今後の課題
- [6] 首都圏を襲う可能性のある地震に備えて (資料)
- [7] 巨大地震と大規模構造物 大田 外木氣晴、座間 信作 著 共立出版
- [8] 最新構造解析 第 2 版 柴田 明德 著 森北出版株式会社
- [9] 久田 嘉章 建築の振動 2006 年