

大阪盆地を対象とした 南海・東南海地震の地震動シミュレーション(2) - ハイブリッド法による広帯域地震動 -

鶴来雅人¹・趙伯明²・香川敬生³

¹正会員 博(工) 財団法人 地域 地盤 環境 研究所 グループリーダー
(〒550-0012 大阪市西区立売堀4-3-2)

E-mail:turugi@geor.or.jp

²正会員 博(工) 財団法人 地域 地盤 環境 研究所 (〒550-0012 大阪市西区立売堀4-3-2)

E-mail:zhao@geor.or.jp

³非会員 理修 財団法人 地域 地盤 環境 研究所 (〒550-0012 大阪市西区立売堀4-3-2)

E-mail:kagawa@geor.or.jp

大阪盆地内の地震観測点を対象として南海・東南海地震の強震動シミュレーションを実施した。広周期帯域の地震動を評価するため、シミュレーションの方法としてハイブリッド法を採用した。この方法は、短周期地震動は統計的グリーン関数法により、長周期地震動は大阪堆積盆地構造を考慮した3次元差分法により求め、それぞれの長所を合成して用いるものである。断層モデルは中央防災会議によるモデルに準拠し、サイト増幅特性は中小地震の観測記録から経験的に求めたものを用いた。解析の結果、海溝型巨大地震および大阪の厚い堆積盆地構造による地震動特性を反映した広周期帯域の地震動を得ることができた。

Key Words : Nankai and Tonankai Earthquake, Osaka basin, Hybrid method, Broad band strong ground motion

1. はじめに

東海沖から四国沖にかけての南海トラフを震源とする東南海地震（あるいは東海地震）や南海地震は100年～100数十年間隔で発生し、広範囲に大きな被害をもたらしている。文部科学省 地震調査推進本部 地震調査委員会の長期評価では、次の東南海地震や南海地震は今後30年以内に40～50%程度、50年以内には80～90%程度の確率で発生するとされている¹⁾。また、東南海地震と南海地震が同時に発生した場合の震度分布や被害の予測結果が中央防災会議 東南海、南海地震等に関する専門調査会（以下「調査会」と称す）から公表される²⁾など、次の東南海地震や南海地震への関心が高まりつつある。

そこで、今後の地震防災対策に資することを目的に、東南海地震と南海地震が同時に発生した場合の地震動シミュレーションを行い、大阪府域における地震動を試算した。

2. 解析概要

(1) 地震動シミュレーションの方法

広帯域にわたって信頼性の高い大地震動を得るため、地震動シミュレーションはハイブリッド法³⁾を用いて行なった。この方法の概要を図1に示す。この方法は1～2秒程度以下の短周期領域の大地震動を統計的手法⁴⁾と経験的グリーン関数法^{5)、6)}の考え方を用いて求め、1～2秒程度以上の長周期領域の大地震動を理論的手法で作成し、最終的に両者を時間軸上で足し合わせることで広帯域の大地震動を得るものである。本研究では、長周期大地震動は大阪盆地の3次元地下構造⁷⁾およびプレートの沈み込みを含む深部構造を考慮した差分法による結果⁸⁾を用いた。

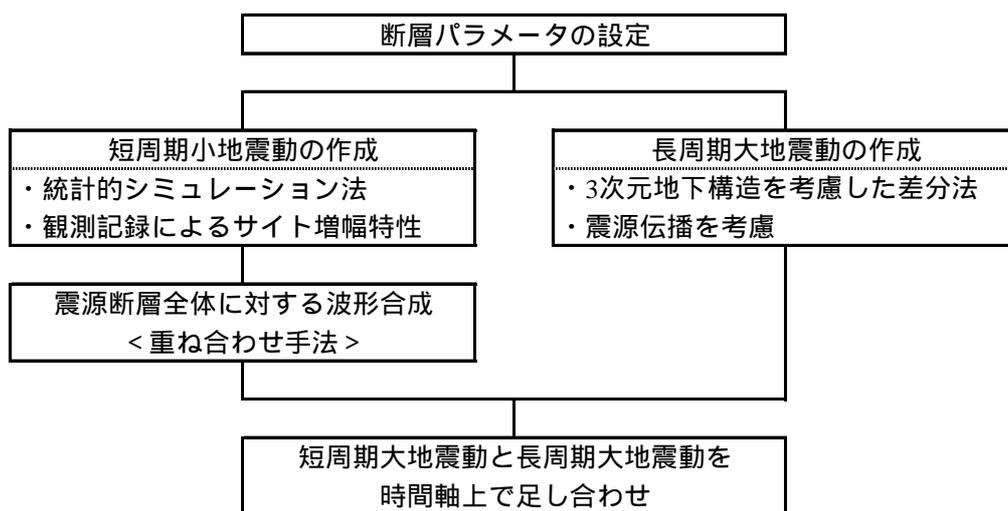


図1 ハイブリッド法による大地震動の作成手法

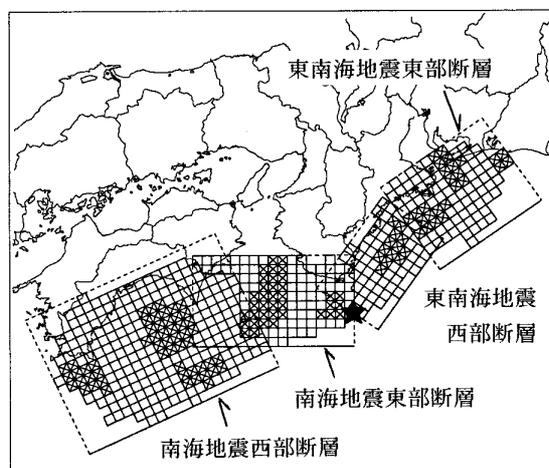


図2 断層位置図

(2) 震源断層パラメータ

調査会の断層設定では3次的に複雑な曲面構造を持つ震源域を約500個の小断層で近似している。この小断層の長さおよび幅は10kmであり、小断層毎の走行角や傾斜角はそれぞれ異なっている。本研究では、複雑な曲面構造を持つ断層面を南海地震西部断層、同東部断層、東南海地震西部断層、同東部断層の4つのセグメントに分割して近似し、それぞれのセグメント内の小断層は同じ走行角や傾斜角を持つものとした。設定した断層の位置を図2に示す。図中×印を示した領域がアスペリティである。各セグメントが重複する領域については、どちらかのセグメントのみが断層破壊するものとした。なお、破壊開始点は調査会の設定に倣い、南海地震断層と東南海地震断層の境界部(図2中、印)とした。

各アスペリティや背景領域の地震モーメントや応力降下量といった微視的断層パラメータは調査会の

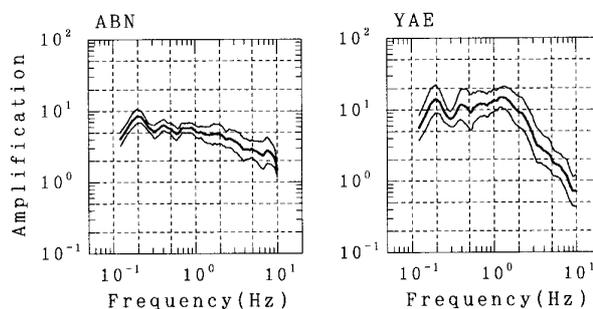


図3 サイト増幅特性の一例

設定方法に倣って与えた。

(3) 伝播経路特性

調査会の設定に倣い、次式の特性を用いる。

$$Q(f)=100 \times f^{0.6} \quad (1)$$

(4) 解析対象地点とそのサイト増幅特性

解析対象地点は関西地震観測研究協議会および防災科学技術研究所による強震ネット(K-Net)の大阪府下の観測点とした。各地点のサイト増幅特性は観測記録を用いた経験的手法で得られた特性⁹⁾を用いた。サイト増幅特性の一例を図3に示す。図中、太線がサイト増幅特性の平均値、細線がその平均値±標準偏差である。

(5) 高域遮断フィルター

高周波数領域の地震動には高域遮断フィルターが大きな影響を及ぼす。調査会の資料²⁾には f_{max} の値が記載されているのみで、フィルター形状や高周波数領域の減衰の程度を示す係数は不明である。そこで、本研究では次式で示されるフィルター形状³⁾を用いた。ここで、 f_{max} は調査会の設定に倣い6Hz、減衰の程度を示す係数 s は1とした。

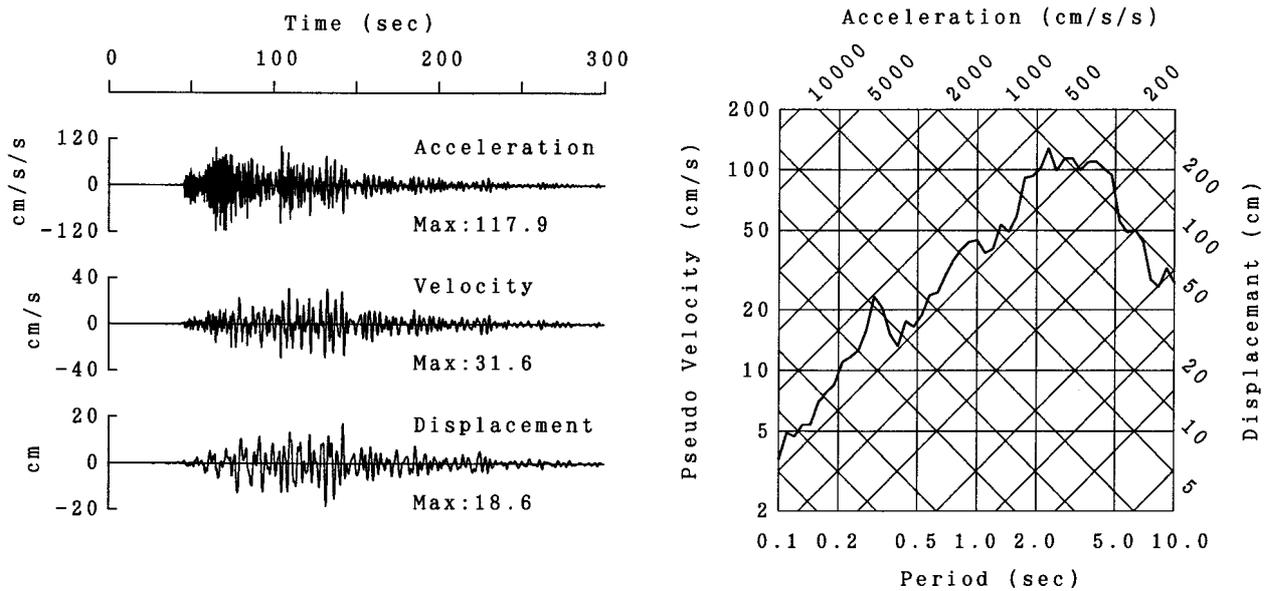


図4 ABNにおける地震動試算結果
(左：上から加速度・速度・変位波形，右：応答スペクトル)

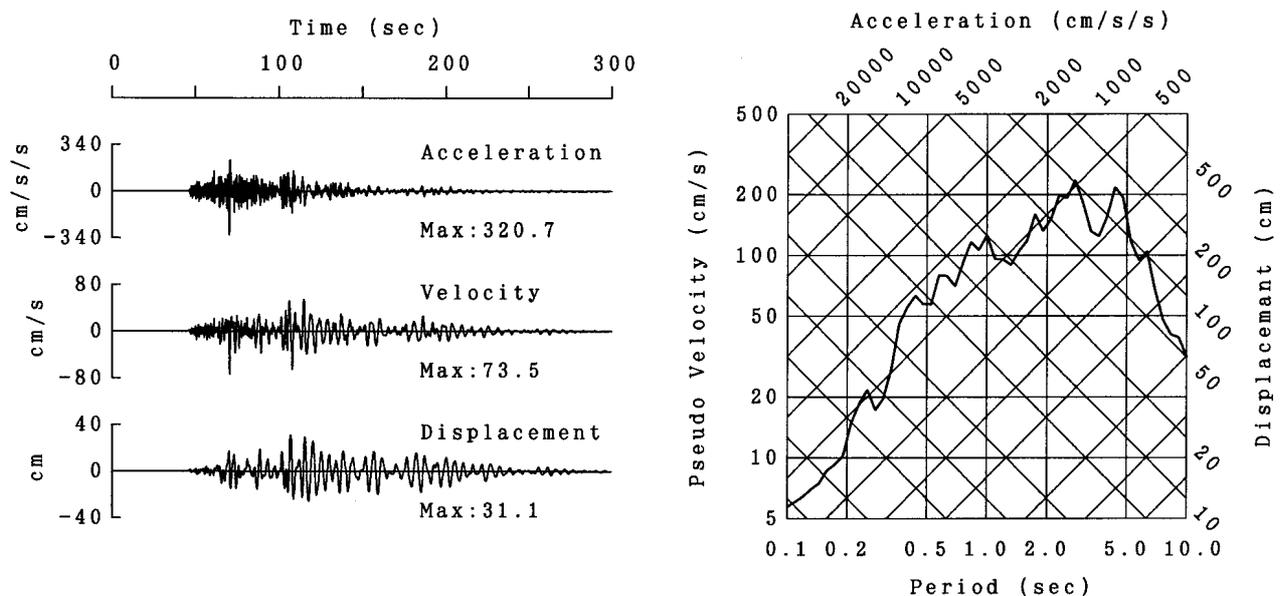


図5 YAEにおける地震動試算結果
(左：上から加速度・速度・変位波形，右：応答スペクトル)

$$P(f) = \frac{1}{\sqrt{1 + \left(\frac{f}{f_{\max}}\right)^{2s}}} \quad (2)$$

(6) マッチング周波数

短周期大地震動と長周期大地震動の足し合わせの際のマッチング周波数は、差分法による限界周波数を考慮したうえで、両地震動のスペクトルがスムーズにつながるように、スペクトルレベルがほぼ同じ

になる周波数帯域とした。解析対象地点毎に若干異なり、概ね0.5Hz程度である。

3. 解析結果

地震動試算結果の一例として、ABNおよびYAEにおける加速度、速度、変位波形および応答スペクトル（減衰定数5%）を図4および図5に示す。示した結果はいずれもEW成分である。ここで、ABN

は上町台地（洪積層）上の観測点，YAEは東大阪の厚い沖積層上の観測点である．いずれも継続時間が非常に長いこと，周期1秒程度以上の長周期成分が卓越していること，が特徴的である．特に，YAEでは最大速度が70cm/s，最大変位が30cmを越えており，応答スペクトルも周期2秒～5秒では200cm/s程度になっている．これらは断層規模が大きいことおよび厚い堆積盆地構造による影響である．得られた波形から計算される計測震度は風化岩上の観測点では4.4程度（震度4），洪積層上の観測点では断層にやや近い位置にある府南部で5.0程度（震度5強），府北部では4.5程度（震度5弱）であった．沖積層上の観測点では4.8～5.6（震度5弱～6弱）であった．調査会による震度分布では，府域の大部分が震度5強，一部で震度6弱や震度5弱が広がっている．本検討得られた結果は，この調査会の震度分布と概ね整合している．

4．おわりに

今後の地震防災対策に資することを目的に，大阪堆積盆地を考慮した南海・東南海地震の強震動シミュレーションを行い，大阪府域における地震動を試算した．計算にあたっては3次元的に複雑な曲面構造を持つ断層面を4つのセグメントに近似する，ハイブリッド法を用いる，といった工夫を行った．さらに，長周期地震動の計算にあたっては，大阪盆地の3次元地下構造およびプレートの沈み込みを含む深部構造を考慮した．

その結果，継続時間が非常に長い，かつ周期1秒程度以上の長周期成分が卓越した地震動が得られた．特に厚い沖積層が広がっている東大阪では70cm/sを

越える大きな最大速度が予想されることが明らかとなった．また，得られた計測震度は調査会による震度分布と概ね整合する結果であった．

参考文献

- 1) 地震調査推進本部 地震調査委員会：南海トラフの地震の長期評価について，2001．
- 2) 中央防災会議 東南海，南海地震等に関する専門調査会：第7回説明資料，中央防災会議，2002．
- 3) 入倉孝次郎，釜江克宏：1948年福井地震の地震動 - ハイブリッド法による広周期帯域強震動の再現 - ，地震第2輯，Vol.52，pp.129-150，1999．
- 4) Boore,D.M.：Stochastic simulation of high-frequency ground motion based on seismological models of the radiated spectra，*Bull. Seism. Soc. Am*，Vol.73，pp.1865-1894，1983．
- 5) Hartzell,S.H.：Earthquake aftershocks as Green's functions，*Geophysical Research Letters*，Vol.5，pp.1-4，1978．
- 6) Irikura,K.：Prediction of strong acceleration motion using empirical Green's function，*Proc. of 7th Japan Earthq. Eng. Symp.*，pp.151-156，1986．
- 7) 趙伯明，香川敬生，宮腰研：地震記録のシミュレーションによる大阪堆積盆地の3次元地下構造モデルの検証(3)，2002年度秋季地震学会大会，P032，2002．
- 8) 趙伯明，鶴来雅人，香川敬生：大阪府域を対象とした南海・東南海地震の地震動シミュレーション(1) - 3次元差分法による長周期地震動 - ，第27回地震工学研究発表会，投稿中．
- 9) 鶴来雅人，澤田純男，宮島昌克，北浦勝：関西地域におけるサイト増幅特性の再評価，構造工学論文集，Vol.48A，pp.577-586，2002．

(2003.09.10受付)

A SIMULATION OF THE NANKAI AND TONANKAI EARTHQUAKE ON THE OSAKA BASIN (PART.2) -BROAD BAND STRONG GROUND MOTION USING HYBRID METHOD-

Masato TSURUGI, Boming ZHAO and Takao KAGAWA

Broad band strong ground motions due to Nankai and Tonankai Earthquake on the Osaka basin are simulated by hybrid method. Short period strong motions are calculated by the stochastic Green's function method, and long period strong motions are calculated by finite difference method considering the three dimensional basin structure and subducting plate structure. Fault rupture parameters are based on the model of the Central Disaster Management Council. Site amplification factors are estimated from observed records due to small earthquakes. In result, the simulated strong ground motions reflect characteristics of subduction earthquake and effects of the basin structure.