

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(1) —3次元差分法による長周期地震動—

趙 伯明¹・鶴来雅人²・香川敬生³

¹正会員 工学博士 財団法人地域地盤環境研究所 主任研究員

E-mail:zhao@geor.or.jp (〒550-0012 大阪市西区立売堀4-3-2)

²正会員 工学博士 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:turugi@geor.or.jp

³非会員 理学博士 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

大阪盆地を対象として3次元差分法による南海・東南海地震の長周期強震動シミュレーション(周期2秒以上)を実施した。大阪盆地は3次元不整形モデルとし、その下に水平成層を仮定した浅部地殻とフィリピン海プレートの形状を考慮した深部構造を設定した。断層モデルは中央防災会議によるアスペリティ配置および非一様断層パラメータに準拠した。検討ケースは南海地震と東南海地震の単独発生と同時発生の場合である。別途検討する短周期強震動とハイブリッド合成することで広帯域の地震動が評価でき、海溝型巨大地震による大阪盆地内における震動特性、厚い堆積盆地構造と盆地端部構造に起因する地震動の増幅的干渉現象の予測が可能である。

Key Words : Nankai and Tonankai Earthquake, 3D Crustal Structure Model, 3DFD Method, Strong Motion Simulation, Subduction Earthquake

1. はじめに

フィリピン海プレートの沈み込み速度がほぼ一定と考えられるために、南海トラフでは周期的に巨大地震が発生している。これらの巨大地震により、広範囲の地域が大きな被害を受けてきた。文部科学省地震調査委員会の長期評価では、南海地震と東南海地震が近い将来に高い確率で発生するとされている。上町台地によって東西の盆地に分断される複雑な構造を有する大阪堆積盆地では、厚い堆積盆地構造による長周期地震動の増幅現象及び盆地エッジ部の形状・層境界に生じる表面波による影響が懸念され、それらを正しく評価することは地震防災上の急務である。本論文では、大阪堆積盆地を対象として3次元差分法による南海地震と東南海地震の単独発生と同時発生の場合の長周期強震動シミュレーション(周期2秒以上)を実施する。また、別途検討する短周期強震動をハイブリッド合成することで広帯域の地震動が評価でき、海溝型巨大地震による大阪盆地地震動特性、厚い堆積盆地構造と盆地端部構造に起因する地震動の増幅的干渉現象の予測が可能である。

2. 計算モデルと計算概要

大阪盆地については3次元不整形地盤モデル¹⁾、盆地外の浅部地殻は岩盤と仮定し水平構造モデルを設定した。趙・他²⁾はこの高精度化したモデルを2000年鳥取西部地震予測に応用し良好な結果を得ている。深部地殻構造については、京大鳥取地震観測所の震源決定に用いられる西南日本の速度構造の V_p 、Love波の分散曲線から推定した V_s ³⁾を参考に、モホ面とコンラッド面の深度分布を参照して決めた⁴⁾。フィリピン海プレートの形状は萩原⁵⁾の成果をスムーズに繋ぎ、厚さ30 km上面には低速度の海洋性地殻(約5 km)を置いてモデルに組み込んだ。プレート内のS波速度構造はレシーバ関数から求められたモデル⁶⁾及び人工地震探査(V_p , V_s)の結果を参考に与えた。モデル範囲は $E132.0^\circ$ から東方向に580 km, $N31.8^\circ$ から北方向に380 km, 深さ80 kmである。大阪モデルは約81 km×81 kmの範囲を占め、堆積層厚さは最大約3.0 kmである。最表層のS波速度は550 m/secでグリッド間隔は220 mとした。盆地外のグリッド間隔は、震源要素のサイズ及び表層S波速度に応じて440 mから1320 mの間隔を採用した。

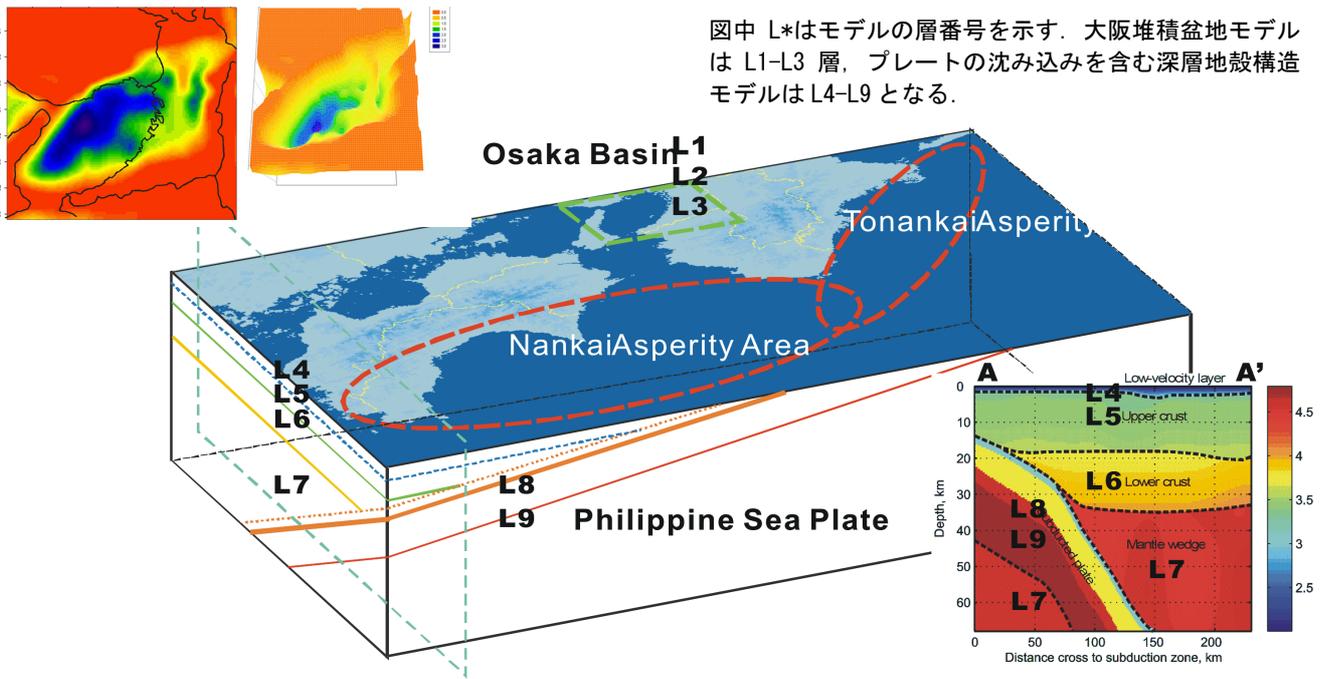


図-1 南海・東南海地震動計算に用いた3次元地殻・地盤モデル

南海・東南海計算用断層モデルは中央防災会議によるアスペリティ配置および非一様断層パラメータに準拠した(後編⁷⁾ 参照)。地震動シミュレーションは盆地内に位置する関西地震観測研究協議会と(独)防災科学技術研究所の K-NET, KiK-net の観測点および震度観測点など計 160 観測点を対象とした。計算有効最大周波数は約 0.5 Hz である。

3. 計算結果

検討は南海地震と東南海地震の単独発生と同時発生の際 3 ケースである。図-2 は 3 ケースによる大阪盆地における地震波伝播のスナップショットの例(EW 成分)を示す。震源域から発生された長波長の実体波が盆地に入ると、振幅の大きい短波長波が生成され、盆地端部構造に起因する地震動の増幅的干渉現象が見られる。南海地震の場合は主に大阪盆地南端部、東南海地震の場合は大阪盆地東端部と南端部地域でエッジ波が見られる。特に生駒山地に隣接する河内平野ではこのような地震波の増幅現象が顕著である。盆地端部の断面形状より波動が大きく影響されることも見られる。場所によって大振幅波が励起されていることが確認できる。断層破壊から 50 秒から 140 秒までの間に、振幅の大きな波が集中的に発生する。これは断層の破壊時間と対応する。さらに、複雑な地下構造の影響を受けることによって、盆地内では約 200 秒以上にわたって継続時間が長い強い揺れとなった。上町台地(洪積層)周辺、湾岸地区にも大きな震動が見られ、地盤構造が盆地生成波に影響していることがうかがえる。ここでは EW 成分のみ示したが、NS 成分の結果からも同様なことが言える。

図-3 は南海地震、東南海地震が同時発生する場合の盆地における最大速度分布を示す。上町台地と生駒山地に挟まれた河内盆地では湾岸地区と同程度の地震動が確認できる。また、盆地の大部分の地域で速度が 30 cm/s に達することがわかる。それと対照的に、岩盤上のサイトおよび盆地外では地震動が小さく構造との対応がよいことがわかる。

図-4 は関西地震観測研究協議会の観測点の内、代表的な観測点での地震波形を示す。硬い地盤に位置する KBU では水平成分最大振幅が約 7.0 cm/s であるのに対して、堆積層に位置する観測点では周期 4-5 秒付近の震動が卓越し、河内盆地東部に位置する YAE サイトは EW 成分が 51 cm/s に至っている。これは、盆地端部による増幅的干渉と考えられる。また、大部分のサイトで継続時間が 200 秒以上となることが確認できる。南海地震と東南海地震が同時発生する場合、局地的に最大地震動が 70 cm/s 以上に達する。

4. まとめ

大阪盆地を対象として 3 次元差分法による南海・東南海地震の長周期強震動シミュレーションを実施した。大阪盆地堆積層における揺れの継続時間は 200-250 秒となり、周期 4-5 秒程度の揺れが最も大きいことが明らかとなった。南海地震の場合は大阪盆地南部、東南海地震及び同時発生の場合は河内盆地で盆地端部に起因する振幅の大きな波が発生する。海溝型地震の場合は長周期で継続時間が長いことから、内陸活断層型地震とは異なる被害を引き起こす可能性があり、モデルの精度を高め、強震動予測を行うことが重要である。

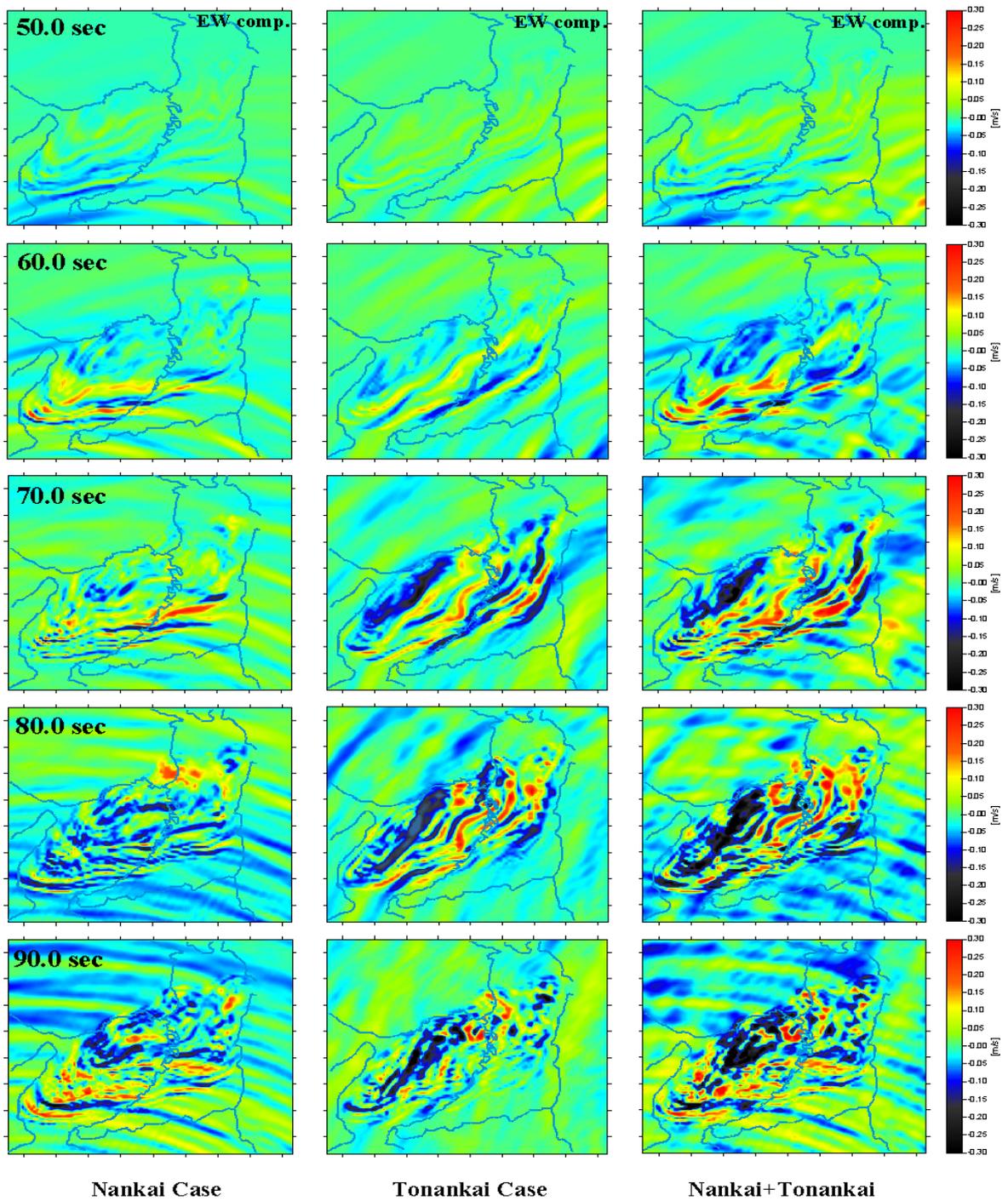


図-2 南海地震と東南海地震の独立発生と同時発生する場合の大阪盆地における波動伝播

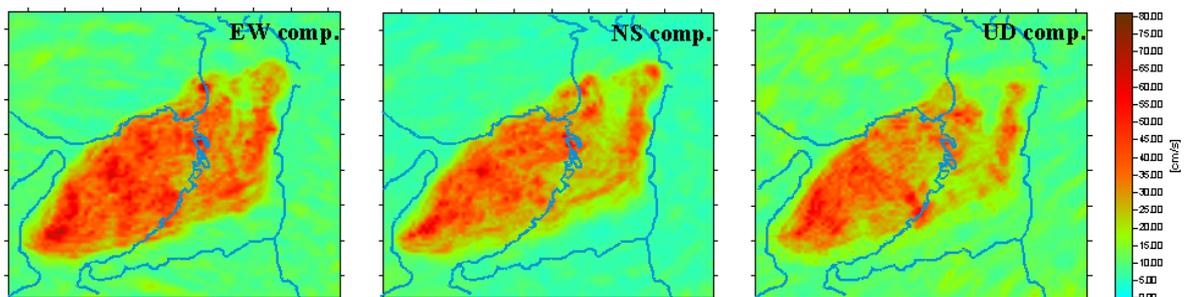


図-3 南海地震と東南海地震が同時発生する場合の最大速度分布

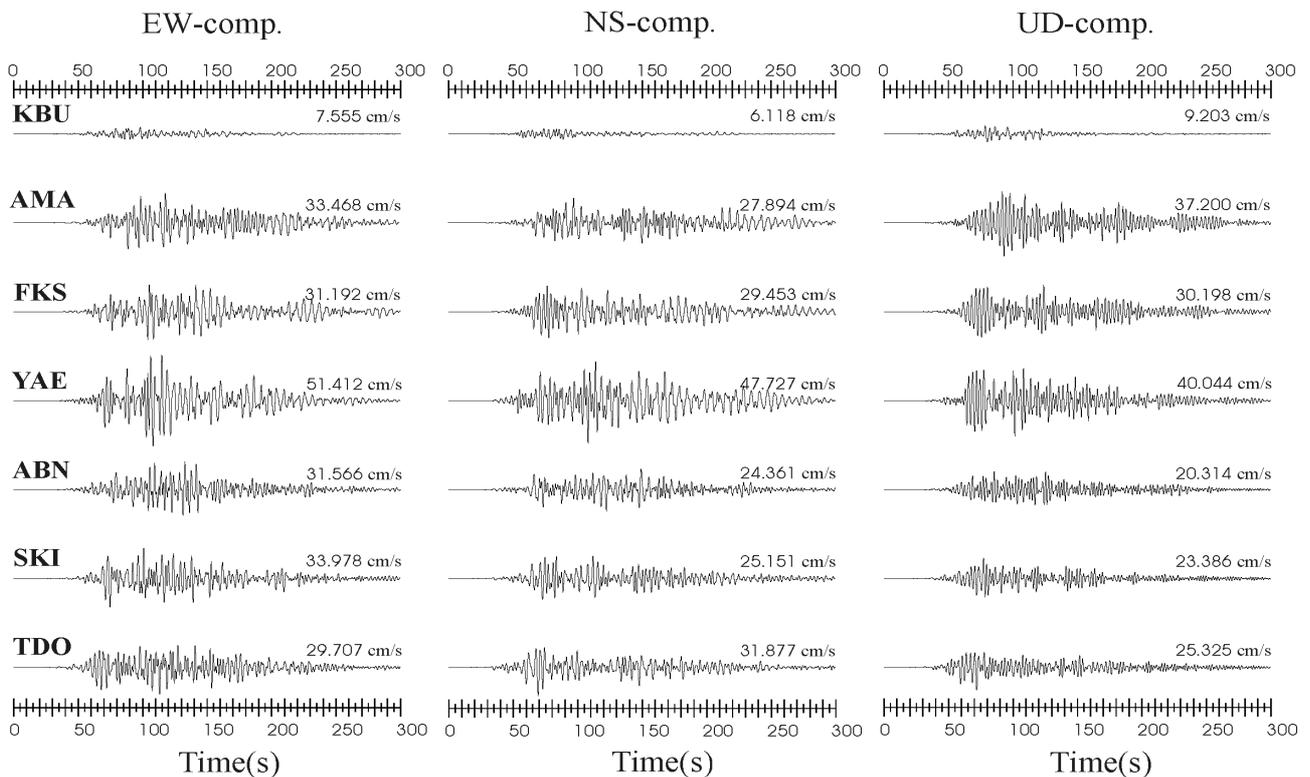


図-4 南海地震と東南海地震が同時発生する場合の関震協観測点における予測計算速度波形

参考文献

- 1) 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予稿集，P032，2002.
- 2) 趙 伯明・香川敬生：2000年鳥取西部地震(M_J7.3)の大阪堆積盆地における3次元強震動シミュレーション，2002年度地球惑星関連学会合同大会予稿集，S081-008，2002.
- 3) 伊藤 潔・他：西南日本内帯における地殻内地震発生層，京大防災研年報，38，B-2，pp. 209-219，1995.
- 4) Zhao, D, A. Hasegawa, and H. Kanamori: Deep structure of Japan subduction zone as derived from local, regional, and teleseismic events, *J. Geophys. Res.*, 99, pp. 22313-22329, 1994.
- 5) 萩原尊禮：「日本列島の地震」，鹿島出版会，1991.
- 6) 渋谷拓郎・他：四国東部の地殻構造，2000年度地球惑星関連学会合同大会予稿集，Se-006，2000.
- 7) 鶴来雅人・趙 伯明・香川敬生：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－，第27回地震研究発表会，投稿中.

(2003. 9. 11 受付)

A SIMULATION OF THE NANKAI AND TONANKAI EARTHQUAKE ON OSAKA BASIN (PART.1) -LONG PERIOD STRONG GROUND MOTION USING 3DFDM-

Boming ZHAO, Masato TSURUGI and, Takao KAGAWA

We present results of prediction of long period strong ground motion for the Nankai and Tonankai earthquakes (M~8) by 3DFDM with variable grid size. The numerical simulation is performed for crustal structure model that includes complexity of the subducting Philippine Sea plate and the Osaka sedimentary basin. The characterized asperity model describing the source heterogeneity is introduced following the asperity model by the Central Disaster Prevention Council. We simulate the worst case that the two earthquakes occur simultaneously and the other two cases of separate occurrence. The results indicate that the sedimentary deposits of the Osaka basin have significantly affect on amplification of simulated ground motion near basin edge and that this effect depends on the direction of wave incidence. Our results demonstrate the possibility of practical simulation of wave propagation (T > 2.0 sec) including basin induced surface waves for sbduction earthquake with large scale source faults.