

有限差分法による京都盆地のやや長周期地震動の評価

京都大学工学研究科 正会員 清野純史
 京都大学工学研究科 フェロー 土岐憲三
 清水建設(株) 坂井康伸

1. はじめに

兵庫県南部地震を契機として、地震防災を考える上で深部地下構造の解明が不可欠という認識が生まれ、京都市においても平成10年度より3ヶ年計画で京都盆地の地下構造調査が行われている。このような資料を援用して京都盆地の地盤震動特性を評価することは非常に重要なことと考えられる。また、震源の破壊特性や指向性といった因子も地盤の震動特性に大きく影響するため、京都盆地の震動特性を評価する場合には震源の破壊過程を含む評価が必要である。本研究では、有限差分法を用いて断層破壊を含めた京都盆地の3次元地震動解析を行なうことで、京都盆地の地盤震動特性を定量的に評価することを目的としている。

2. 京都盆地のモデル化

京都盆地の地盤震動特性の評価を行うにあたり、まず京都盆地の基盤構造モデルを作成した。京都市によって実施されたP波反射法地盤探査¹⁾から得られる反射断面を基盤岩深さと考え、2次元3次のBスプライン関数を用いて3km×3kmメッシュで補間することで盆地のモデル化を行った。図1に京都盆地の基盤構造モデルを示す。原点は北緯34度50分、東経135度37分30秒である。また、補間に際して基盤岩深度としての入力値は上述の反射断面深さの他に、周辺岩盤山系の標高値を補助的に用いている。

京都盆地の速度構造は表1のような基盤と堆積層からなる2層構造とし、地表面は水平であると仮定した。表1の各諸元は京都市のボーリング孔総合検層¹⁾を参考に求めており、Q値に関してはS波速度の20%で評価している。

表1 京都盆地の速度構造

	V_p (m/s)	V_s (m/s)	ρ (g/cm ³)	Q 値
堆積層	1800	500	2.0	100
基盤岩	4500	2500	2.5	500

3. 有限差分法による解析

解析は、時間に関して2次精度、空間に関して4次精度の差分近似で行い、staggered gridによる3次元有限差分法²⁾を用いた。格子間隔はx軸(NS)方向、y軸(EW)方向については0.1kmとし、z軸(深さ)方向についてはNonuniform Grid³⁾を適用(1km以浅は0.1km、1km以深は0.2km)している。図2に本解析の計算領域を示す。図2の原点は図1の原点より北に6km、東に1kmずれた地点(北緯34度53分14.8秒、東経135度38分8.5秒)である。ただし、地表面以外の非物理境界による反射波を抑制するため、非物理境界付近の20格子を減衰領域として

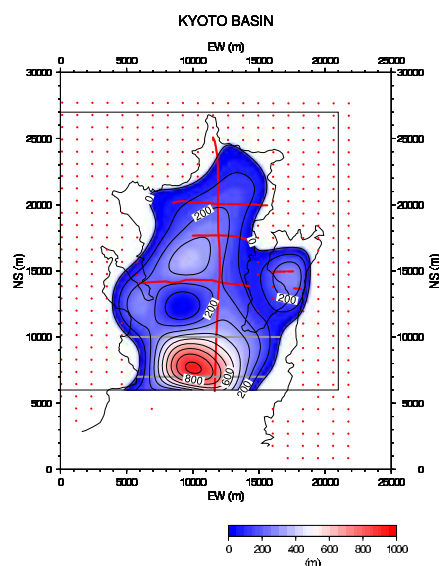


図1 京都盆地の基盤構造モデル

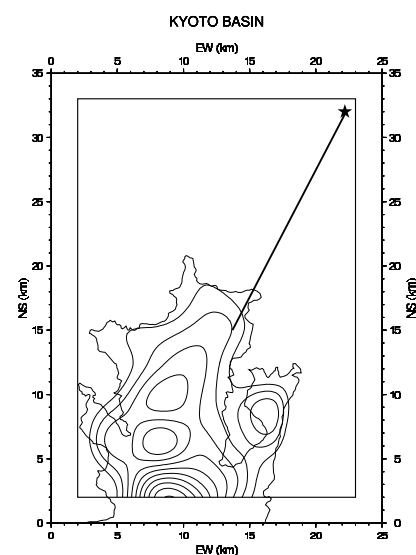


図2 解析モデル

キーワード：京都盆地、staggerd grid、差分近似、地盤震動特性
 連絡先：〒606-8501 京都市左京区吉田本町 TEL 075-753-5133 FAX 075-762-2005

おり⁴⁾、解析領域は図2の黒枠で囲む地域となっている。

初期条件としての震源断層は、花折断層の一部が破壊した場合を想定し断層長さ19.2km、断層幅9.6km(深さ2km-11.6km)の矩形断層でモデル化した。この矩形断層の1辺(図2の★印)で生じた相対変位が断層長さ方向に破壊伝播速度2.0km/sで伝播するユニラテラルな破壊を考え、断層面上のすべての点で同様の破壊が起こると仮定した。表2に断層パラメータを示す。また、滑り時間関数 $\dot{f}^s(t)$ は時刻 $0 \leq t \leq T_0$ の範囲内で

$$\dot{f}^s(t) = \{1 - \cos(2\pi t/T_0)\}/T_0 \quad (1)$$

で定義される関数を用いている。図3、図4にそれぞれ地表面速度の最大値のNS成分、EW成分を示す。

4. 京都盆地の震動特性

図3、図4を比較するとEW成分の最大値がNS成分のその約2倍程度大きいことが確認できる。これは想定した断層が右横ずれ断層であり、ユニラテラルな破壊において発生する長周期パルスによる影響であると考えられる。また、盆地内の強い震動は概ね図1の基盤構造で深い構造が与えられる地域に見られ、盆地内の震動特性が震源における破壊メカニズムのみならず深部地下構造に大きく依存していることを示している。

盆地内で最も強い震動を与える地域である解析領域の南部は、非物理境界面の反射波を抑制するために設けた減衰領域に非常に近い地域である。そのため、こうした地域を正確に評価するためには、京都盆地南部の基盤構造のモデル化が必要である。

本解析では京都盆地を単純な2層構造でモデル化し、震源断層はアスペリティー等を考慮していない。このような仮定は京都盆地の震動特性を概略的に把握するには充分であると考えられるが、最大速度の絶対値を議論するなどには、より詳細なモデル化が必要となる。

参考文献

- 1) 京都市：平成12年度地震関係基礎調査交付金「京都盆地の地下構造に関する調査」成果報告書(概要版), 2001.
- 2) Robert W.Graves：Simulating Seismic Wave Propagation in 3D Elastic Media Using Staggered-Grid Finite Differences, Bull.Seism.Soc.Am., 86, 1996, pp 1091-1106.
- 3) Arben Pitarka：3D Elastic Finite-Difference Modeling of Seismic Motion Using Staggerd Grid with Nonuniform Spacing, Bull.Seism.Soc.Am., 89, 1999, pp 54-68.
- 4) Charles Cerjan, D.Kosloff, R.Kosloff, and M.Reshef：A non-reflecting boundary condition for discrete acousitic and elastic wave equations, Geophysics, 50, 1985, pp 705-708.

表2 断層パラメータ

走向 ϕ_s	26.5°
傾斜角 δ	90.0°
滑り角 λ	180.0°
立ち上がり時間 T_0	2.2 sec
地震モーメント M_0	6.310×10^{25} dyne-cm
破壊伝播速度 v_r	2000 m/sec

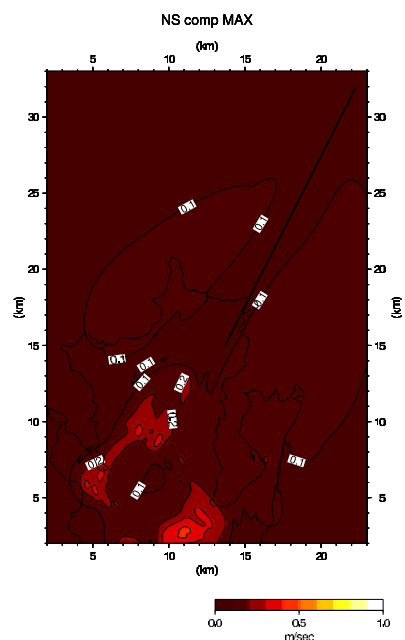


図3 地表面速度の最大値(NS成分)

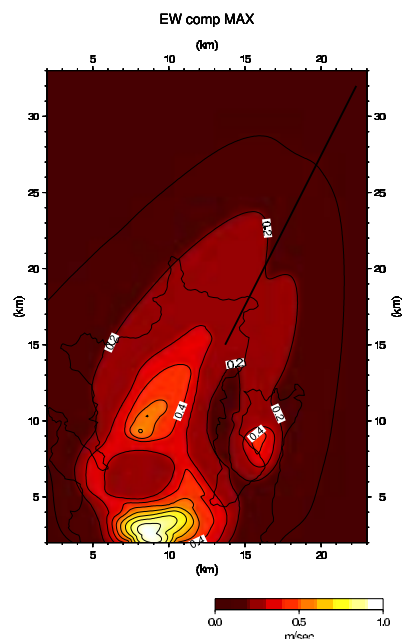


図4 地表面速度の最大値(EW成分)