

機関番号：14301

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2008 ～ 2010

課題番号：20560540

研究課題名(和文) 微動を用いた地下速度構造推定手法の3次元不規則境界面領域への適用限界と拡張

研究課題名(英文) APPLICATION LIMITATION AND EXPANSION OF ESTIMATION APPROACH OF VELOCITY STRUCTURE TO SEDIMENTARY BASIN WITH 3D IRREGULAR BASIN-BEDROCK INTERFACE USING MICROTREMORS

研究代表者 上林 宏敏 (UEBAYASHI HIROTOSHI)

京都大学・原子炉実験所・准教授

研究者番号：30300312

研究成果の概要(和文)：微動の水平と上下の振幅比を用いた探査手法は強震動予測に必要となる堆積盆地構造の推定に有用である。しかしながら、既往の手法は一次元構造(地表面と平行な地層)モデルに基づいており、水平方向に地層形状が変化する領域での適用限界が明確化されていない。そこで、大阪堆積盆地モデルを対象に微動伝播の三次元シミュレーションを行い、水平と上下振幅比を地表面全体について計算した。その結果、堆積層と周辺山地との境界域など地層の形状が水平方向に変化する領域では一次元モデルによって求めた堆積層厚さは実際とは全く異なることを示した。

研究成果の概要(英文)：The survey using microtremor H/V techniques is usefulness for estimating the basin structures. However, the reliability of subsurface structural models in the irregular region of a basin-bedrock interface estimated by the H/V spectra of microtremors is debatable because these features of microtremors are calculated from a 1D horizontally stratified model. To investigate the behavior of the H/V spectra in the irregular region, the 3D numerical simulation of microtremors for the Osaka 3D sedimentary basin model is conducted. It is concluded that the estimation of the depth of sedimentary layer based on the 1D model gives a result quite different from that of the reality at the irregular region.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2008年度	1,700,000	510,000	2,210,000
2009年度	800,000	240,000	1,040,000
2010年度	600,000	180,000	780,000
年度			
年度			
総計	3,100,000	930,000	4,030,000

研究分野：工学

科研費の分科・細目：建築学・建築構造・材料

キーワード：地震防災

1. 研究開始当初の背景

(1) 堆積平野(盆地)の地下数キロメートルまでの(弾性波)速度構造は、内陸直下型地震によって生じた阪神淡路大震災時の震災の帯

の生成や近い将来に発生が危惧されている海溝型地震の南海・東南海地震による長周期地震動の生成に大きく影響を及ぼす。従って、1～2秒以上の固有周期を持つ建築物の応

答を想定地震に対して、できるだけ正確に見積もるためには精度の高い地下構造を用いた地震動シミュレーションが欠かせない。

(2) 堆積平野内やその周縁部には、地層が水平に堆積(以下、平行成層と称す)していない不規則地層境界面(以下、不規則境界と称す)が広範囲に存在する。表面波成分を多く含む長周期地震動の振幅や継続時間の予測には建設地点直下の1次元的速度構造だけでなく、不規則境界領域を含む堆積盆地全体の3次元速度構造を考慮する必要がある。

(3) 3次元速度構造を比較的高精度に推定する方法として、反射法探査などが存在するが3次元速度構造モデル構築に必要な密度で探査を行うには費用的に極めて困難である。そこで、低費用で広い領域の3次元速度構造を強震動予測に必要な分解能で推定する手法の開発が必要である。

2. 研究の目的

(1) 水平と上下の振幅比(H/V スペクトル)に着目した単点移動微動観測は広い領域を高密度に、かつ低コストに実施することができる。しかしながら、この方法を用いた既往の手法は、平行成層モデルに基づいており速度構造が水平方向に変化する地域での推定精度について量的に検討した事例は極めて少ない。

(2) 本研究は微動を用いた既往の(平行成層領域を対象とした)手法の不規則境界領域における適用限界を3次元微動波動場の数値シミュレーションに基づいて定量的に調べる。

(3) 上記(2)において、平行成層モデルと3次元構造モデルによるH/V スペクトルの違いが見られる地点に対して微動観測を実施(既に実施されているものを含む)し数値シミュレーションに基づく評価結果の検証を行う。

3. 研究の方法

(1) 長周期微動の震動源である近畿地方近海の波浪の波高分布(図1)に比例する加振力を海底地形(図2右側)に対して法線方向に作用させる。

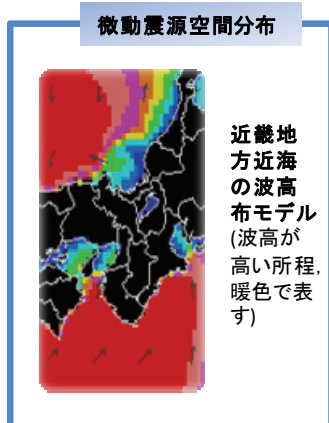


図1. 波高分布モデル

(2) この外乱による3次元大阪堆積盆地モデル(図2左側)の地表面3成分応答波形を差分法により計算する。次にこれら波形からH/V スペクトルのピーク値と卓越周波数を求める。同卓越周波数について平行成層(1次元)モデルから求めた値との相違及びH/Vピーク値の大きさと周辺域の地下構造の不規則性との関係について調べる。

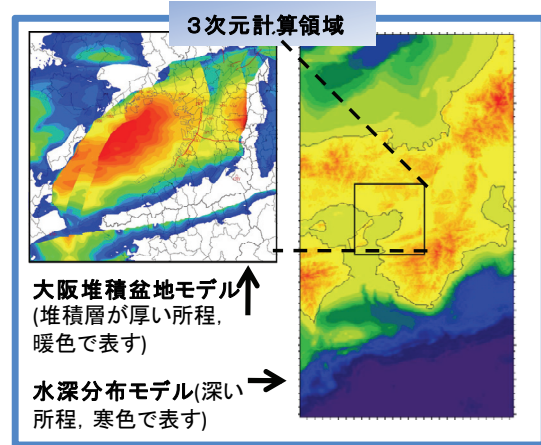


図2. 微動の計算領域と大阪堆積盆地モデル

(3) 盆地構造が強い不規則性を有する地域、基盤面傾斜が緩やかな地域及び平行成層近似が可能な地域を対象に実施した単点観測記録によるH/V スペクトルと上記(2)で得られたシミュレーションによる同スペクトルとの比較検証を行う。

4. 研究成果

(1) 微動の水平2成分間において、H/V スペクトル卓越周波数付近で振幅の異方性が上町断層帯や盆地周縁部に存在する断層帯近傍の不規則構造領域上とその周辺で見られた。特に、北摂地域の地溝帯では2成分間の振幅が倍半分程度となるとところが見られた(図3の白色楕円内)。

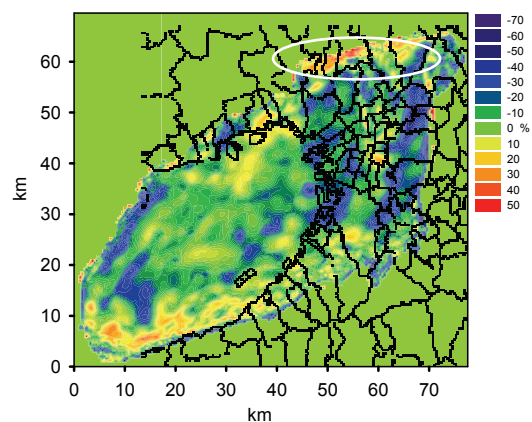


図3. 東西と南北成分間の振幅の差(東西と南北振幅のベクトル合成値で基準化)

(2) H/V スペクトルの卓越周波数付近のスペ

クトルのピーク形状が平行成層領域に比べて不規則構造領域上では不明瞭となった(図4)。

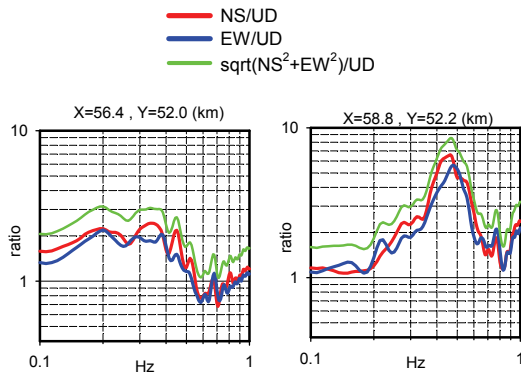


図 4. 代表的な不規則構造域(左図)と平行成層領域(右図)における H/V スペクトル形状。

(3) 平行成層モデルによるレイリー波の H/V スペクトルの卓越周波数と比較した結果、不規則構造領域上やその近傍において最大40%程度の範囲で差が生じた(図5,6)。

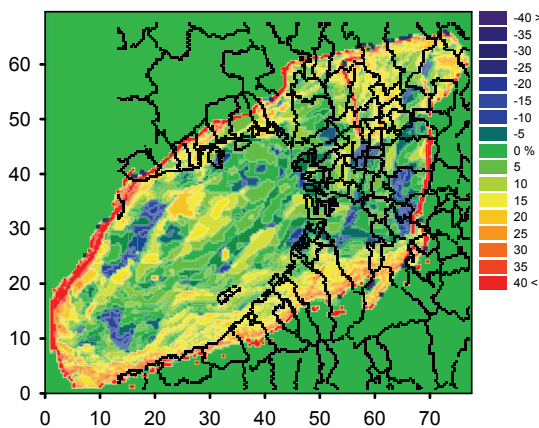


図 5. 3次元盆地モデルと1次元平行成層モデルによる H/V スペクトルの卓越周波数の差(3次元モデルの卓越周波数で基準化)

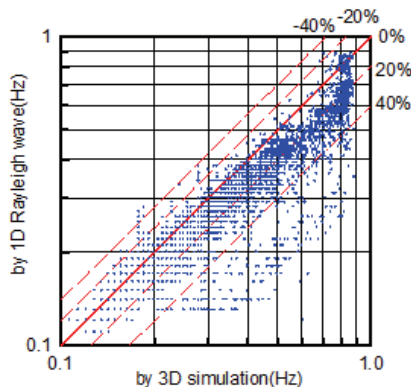


図 6. 図 5 のバラツキ分布

(4) 上記(1)~(3)の事象を幾つかの実観測点

における分析結果からも確認できた。

(5) 以上の結果から、以下の考察を示す。

①不規則構造領域やその周辺部では、平行成層構造を仮定したレイリー波の卓越周波数から直下の速度構造を推定することは、誤った結果を得る可能性がある。②H/V スペクトルの水平2成分間の異方性や卓越周波数付近のスペクトル形状についての空間変動を注意深く調べることにより、基盤面の不規則性の存在がある程度推定できる可能性がある。③卓越周波数のみならずスペクトル形状全体を対象とすれば、2あるいは3次元盆地構造を仮定したより現実的なモデルによる逆解析から、不規則な基盤面形状の同定も可能と考えられる。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計5件)

- ① 上林宏敏、川辺秀憲、釜江克宏、堆積盆地における脈動シミュレーションと平行成層近似に基づく速度構造推定手法の適用限界について、第13回日本地震工学シンポジウム論文集、査読無、2010、2430-2437.
- ② 上林宏敏、川辺秀憲、内田治、不整形地盤に起因する短周期地震動の空間変動、第38回地盤震動シンポジウム「短周期地震動の発生要因はどこまで解明されたか」、査読無、2010、77-84.
- ③ 上林宏敏、川辺秀憲、釜江克宏、宮腰研、堀家正則、傾斜基盤構造推定における微動 H/V スペクトルの頑健性とそれを用いた大阪平野南部域の盆地構造モデルの改良、日本建築学会構造系論文集、査読有、2009、1453-1460.
- ④ 上林宏敏、大西良広、林康裕、2004年9月紀伊半島南東沖地震の観測記録に基づく大阪平野の超高層建築物の振動特性、日本建築学会技術報告集、査読有、2009、679-684.
- ⑤ H. Uebayashi, H. Kawabe, K. Kamae, M. Horike, BEHAVIOR OF MICRO-TREMOR H/V SPECTRUM AND PHASE VELOCITY ON THE BASIN PERIPHERAL AND INVERSION FOR DETERMINING BASIN STRUCTURE, Proceedings of 14th World Conference on Earthquake Engineering, 査読無, 2008, paper No.02-0037 on DVD.

[学会発表] (計7件)

- ① 上林宏敏、末永浩二、原田怜、川辺秀憲、釜江克宏、御前崎市東部における微動

H/V スペクトル比の空間分布、日本地震学会秋季大会、2010年10月28日、広島国際会議場

- ② 上林宏敏、川辺秀憲、釜江克宏、3次元堆積盆地構造における脈動のシミュレーションと H/V スペクトルに及ぼす不規則地下構造の影響、日本建築学会2010年度大会、2010年9月10日、富山大学
- ③ 上林宏敏、川辺秀憲、釜江克宏、大阪堆積盆地モデルを用いた長周期微動シミュレーションと H/V スペクトルの空間変動 その2 - 3D と 1D モデルの卓越周波数の相違と不規則構造の関係 -、日本地震学会秋季大会、2009年10月23日、京都大学
- ④ 上林宏敏、川辺秀憲、釜江克宏、宮腰研、堀家正則、傾斜基盤構造推定における微動 H/V スペクトルの頑健性と分散曲線評価の問題点について、日本建築学会2009年度大会、2009年8月27日、東北学院大学
- ⑤ 上林宏敏、川辺秀憲、釜江克宏、宮腰研、堀家正則、傾斜基盤領域における H/V スペクトルの頑健性と大阪泉南地域における基盤構造モデルの改良、日本地球惑星科学連合2009年大会、2009年5月25日、幕張メッセ国際会議場
- ⑥ 上林宏敏、川辺秀憲、数値実験による大阪堆積盆地における長周期微動の H/V スペクトル、日本建築学会2008年度大会、2008年9月18日、広島大学
- ⑦ 上林宏敏、川辺秀憲、大阪堆積盆地モデルの長周期微動シミュレーションと H/V スペクトルの空間変動、日本地球惑星科学連合大会、2008年5月27日、幕張メッセ国際会議場

〔図書〕(計1件)

- ① 京都大学大学院エネルギー科学研究科 エネルギー社会・環境科学専攻、丸善株式会社、エネルギー・環境・社会 現代技術社会論、2010、202(120-135 執筆担当)

〔産業財産権〕

○出願状況 (計0件)

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
出願年月日：
国内外の別：

○取得状況 (計0件)

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
取得年月日：
国内外の別：

〔その他〕
なし

6. 研究組織

(1)研究代表者

上林 宏敏 (UEBAYASHI HIROTOSHI)
京都大学・原子炉実験所・准教授
研究者番号：30300312

(2)研究分担者

堀家 正則 (HORIKE MASANORI)
大阪工業大学・工学部・教授
研究者番号：80221571
(2008年度)

(3)連携研究者

なし