

仙台市圏の不整形地盤における地震観測と地震応答解析

東北工業大学 正会員 ○神山 眞
東北工業大学 学生会員 福地 桂一

1. はじめに

政府の地震調査委員会は宮城県沖における $M=7.5$ 程度以上の地震発生の評価を行い、今後 20 年以内の発生確率を 80%程度とする長期予測を公表した。仙台市は 1978 年宮城県沖地震で大きな被災を受けたが、その後の開発から軟弱な地盤地域への市域の拡大があり、X 年宮城県沖地震により再度の大きな地震被害の発生が懸念される。仙台市圏は中心部を南西から北東に向けて横断する長町—利府断層を挟み北西部は洪積台地、南東部は沖積低地という対照的な地盤からなり、全体の地盤構成は不整形地盤の特徴を有している。本研究はこのような典型的な不整形地盤である仙台圏におけるアレー地震観測と地震応答解析の結果について考察したものである。

2. 仙台市圏における地震観測と地盤構成

図-1 は仙台市圏の地形図と著者らの所属大学によって設置されているアレー地震観測システム Small-Titan¹⁾ の 20 観測点の観測点配置を示したものである。図-1 では標高が色分けで示されているが、長町—利府断層を境に北西部は洪積台地、南東部は沖積低地という対照が明瞭に把握できる。図-2 ではこれを地盤断面の観点から整理したものである。図-2 では代表的な測線 39, 41 にそっての地盤断面が Small-Titan の観測点を付して示されている。ここで、S 波速度、P 波速度、密度、Q 値などの値は各種のボーリング柱状図などを参考に暫定的に推定されたものである。

3. Small-Titan のアレー地震記録の例

Small-Titan の過去 5 年間にわたる観測により多くのアレー地震記録が得られている。図-3 はそのうち 2002 年 11 月 3 日に宮城県沖で発生した $M=6.2$ の地震による 39 断面に位置する 5 観測点のアレー記録(EW 成分)を並べてプロットしたものである。高々 10km 離れた観測点でも地盤の違いにより波形記録や最大加速度値などが大きく異なることがわかる。

4. 地震応答解析

図-2 の両断面を対象に擬似スペクトル法による 2 次元地震応答解析を実施した。ここでは面外震動 (SH 波震動) と面内震動 (P-SV 波) の解析を別途に行った。また、入射波は基盤からの S 波の鉛直入射の条件で、各種の中心周期をもつ Ricker 波を入射させた場合と Small-Titan による実測記録で基盤露出に相当する観測点の水平動記録を振幅について半分にしたものを入射させた場合について算定した。なお、実測記録の場合は SH 波問題、P-SV 波問題に合致すべく実測記録をベクトル合成した。

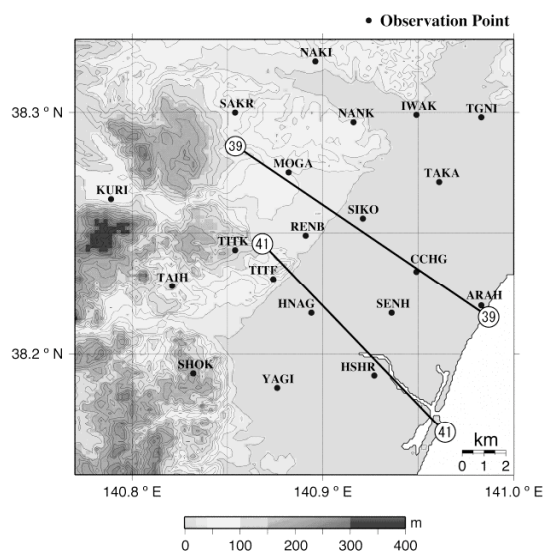


図-1 仙台市圏の地形と Small-Titan 観測点

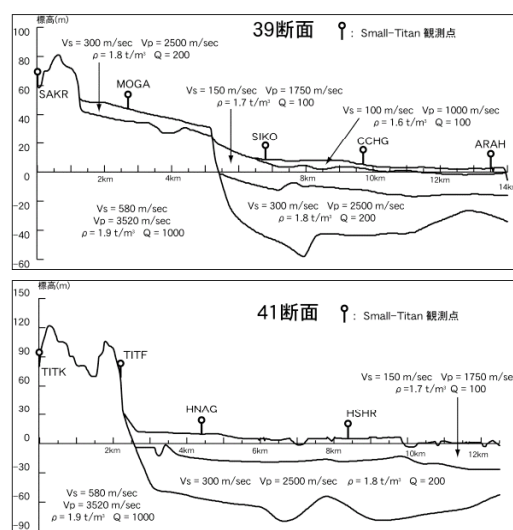


図-2 地盤構造断面図(39断面と41断面)

キーワード 仙台市圏, 不整形地盤, アレー観測, 地震応答解析, 擬似スペクトル法

連絡先 〒982-8577 仙台市太白区香澄町35-1 東北工業大学環境情報工学科 TEL 022-229-1151

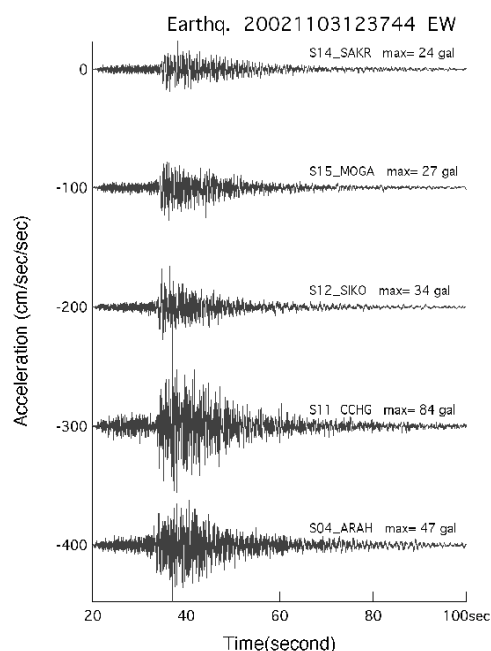
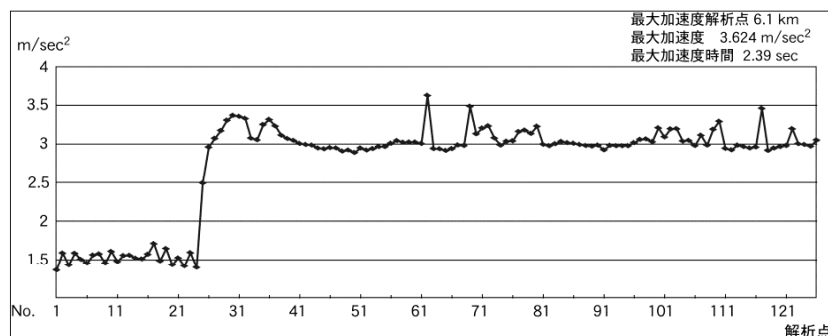


図-3 39断面でのアレー記録（EW成分）

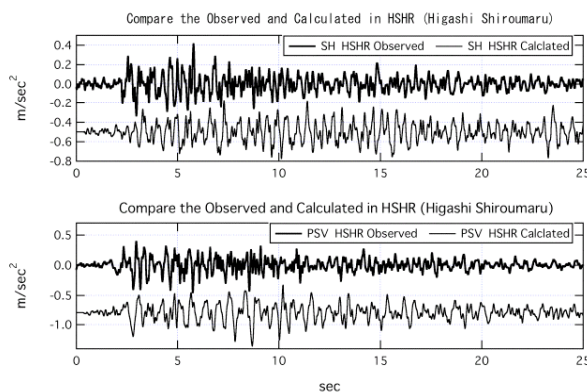
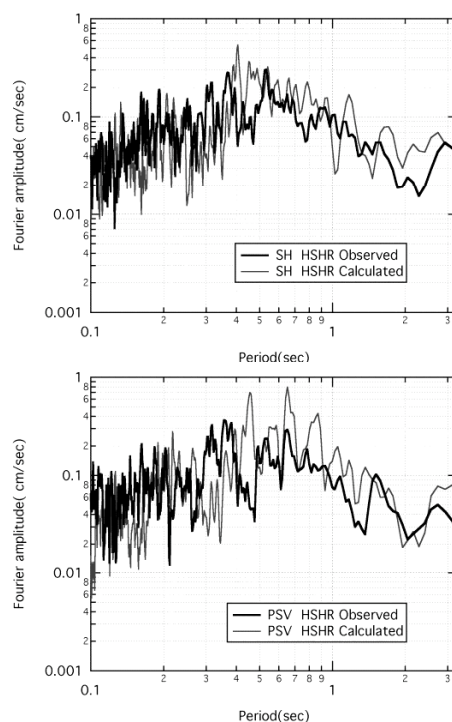
図-4 41断面 SH波鉛直入射における最大加速度分布
(Ricker波の周期：0.5秒)

5. 地震応答解析結果およびアレー観測記録との比較

ここでの地震応答解析は図-2の両断面についてグリッド長は水平方向に5m（グリッド総数4096）、鉛直方向に2m（グリッド総数128）で空間座標を離散化した。また、時間ステップは安定性の条件を満足すべくSH波問題で0.001sec、P-SV波問題で0.00025秒とした。図-4は41断面を対象としたRicker波タイプのSH波（中心周期0.5秒、加速度最大振幅値100ガル）入射による地表面での応答結果の最大加速度値をプロットしたものである。東部の沖積地で西部の洪積台地の約2倍程度の加速度になる等、著しい震動レベルの違いがみられて図-3の実測結果を定性的に説明できる。ここでは紙面の関係から割愛しているが、各点の応答記録および応答のアニメーション作成から不整形構造により二次的に表面波が発生され、各点特有の震動がもたらされることが明瞭に確認できた。なお、アニメーションのデモについては発表時に譲る。一方、図-5は41断面での実測記録を入射したときの応答解析結果の例として観測点HSHRでのSH波問題、P-SV波問題の実測記録と応答結果の波形を比較したものである。ここでは、観測点TITFが断面41における基盤の露出する地点に位置するとの観点から対象地震の震源方位を考慮して同観測点の水平動をSH波問題、P-SV波問題にベクトル合成して得たものの波形を振幅について半減して入射波とした。また、図-6は同様の比較をスペクトルについて検討したものである。図-5,6をみると地盤物性の設定が暫定的であることを考慮すれば波形、スペクトルとも解析結果は実測をそこそこに説明できることがわかる。

参考文献

- 1) 神山 他：オンラインアレー地震観測システムの構築とその記録の若干の考察，土木学会論文集 No. 668/I-54, p. 283-298, 2001
- 2) 神山 他：不整形地盤の地震応答における短周期表面波の工学的重要性に関する研究，土木学会論文集 No. 682/I-56, p. 225-243, 2001

図-5 HSHRでのSH(上)とP-SV(下)の
加速度応答波形と実測との比較図-6 HSHRにおける加速度応答波形と
実測記録のフーリエスペクトル