

I - B 237

震源域区分による首都圏南西部での工学的基盤における強震動特性の予測

東京工業大学 総理工 正員 年繩 巧¹
 日本道路公団 正員 渡部 義之²
 西松建設 小林 孝至³
 大成建設 内山 泰生⁴

1. はじめに

強震動特性は震源・伝播経路・表層地盤に大きく依存する。このうち震源・伝播経路の影響はマグニチュード・震源距離などをパラメーターとして考慮される程度で、特定の震源域・伝播経路を対象として強震動特性が予測されることは少ない。図1にマグニチュード5.5～6.0の地震の神奈川県大和市で観測された地震記録を用いて工学的基盤からの入射スペクトルを作成し、震源距離の補正を行ったものを示す。この図において、同程度の地震規模・震源距離の地震に対して観測される強震動特性が震源域ごとに異なる傾向を持っており、従来の方法では強震動特性が十分に予測できない場合があることを示している。

そこで本研究では、首都圏南西部を対象として、震源規模・震源距離のほか震源域の位置も考慮し、既往の一般的な推定式との残差を震源域ごとに求めることで、この地域の工学的基盤における強震動特性をより正確に評価することを試みた。

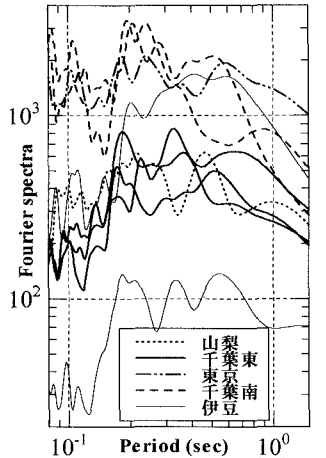


図1 STMで観測された震源域別

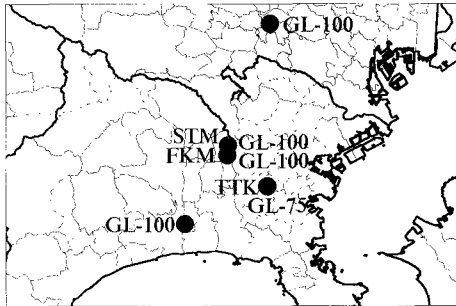


図2 観測点配置図

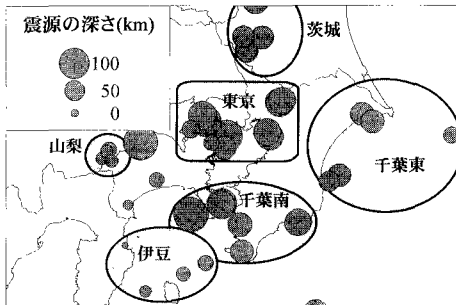


図3 震源位置と震源域区分

2. 本研究で使ったデータ

図2に、対象地域として設定した首都圏南西部と、同地域内で行われている鉛直アレイ強震動観測の場所を示す。この図において、観測点脇の数字は、その観測点で最も深い強震計の位置を示している。また、これらの観測点で、S波速度が650m/s程度の層を工学的基盤であるとみなすことにした。

図3に、対象地域において過去に観測された主な地震の震央位置及び深さの分布を示す。

この図から、震央の位置や深さにおいて共通の傾向を有する地震ごとに震源のグループ分けを行い、その結果も図3に示した。本研究では、それぞれの震源域で発生する地震については対象地域までの伝播経路はほぼ同様とみなし、以降震源域の特性や伝播経路の影響は設定した震源域ごとに一定であるものとして、得られた強震記録を取り扱った。

3. 工学的基盤以浅の地盤特性のはぎ取り

各観測点の地表面の記録のフーリエスペクトルを地中のもので除することでスペクトル比を求めそれを目的関数とし、地盤のVs・Q値を変数としてフィッティングさせることにより、適切な地盤のVs・Q値を求めることを行った。フィッティングには、辻原のMSLP^{a)}法を使用した。まず地表と一

Keywords : 地震動推定, 首都圏南西部, 震源域, 工学的基盤

1 〒226-8502 横浜市緑区長津田町 4259 TEL 045-924-5607 FAX 045-924-5574

2 〒100 千代田区霞が関 3-3-2 TEL 03-3506-0111

3 〒243-0303 愛甲郡愛川町中津字桜台 4054 番地 TEL 0462-85-7101 FAX 0462-85-7104

4 〒245-0051 横浜市戸塚区名瀬町 344-1 TEL 045-814-7231 FAX 045-814-7251

番浅い地中の強震記録のスペクトル比を目的関数として計算を行い、その深さまでの値を求め、続いて順次同様の手法をより深い観測点での強震記録に適用することで、最深部の強震計までの V_s と Q 値を求めた。

上記の手法を観測点 STM に適用した結果得られたスペクトル比を図4に示す。これより、初期値によって計算されたスペクトル比と比較して、本手法によって求められた S 波速度と Q 値から求められたスペクトル比は強震記録のスペクトル比とよりよい対応を見せている。

このようにして得られた各観測点の地盤構造を基に、工学的基盤から地表面までの伝達関数を求め、この伝達関数で地表面での各スペクトルを除することで、工学的基盤以浅の層の地盤特性のはぎ取りを行った。

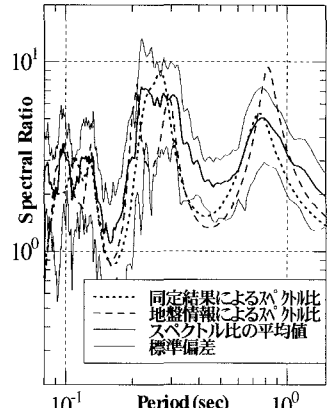


図4 STMでの同定前後のスペクトル比の比較

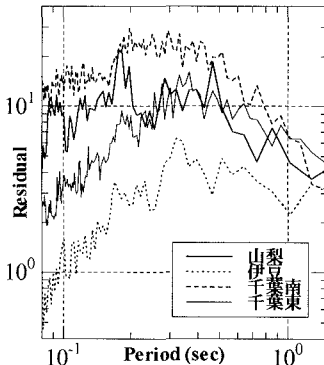


図5 求められた残差スペクトルの例

4. 残差スペクトルの算出

一般的に強震動スペクトルは震源・伝播・サイトの各特性の積で表すことができるとみなせるが、震源スペクトル $S(T)$ や伝播スペクトル $P(T)$ に既往の推定式を代入し、それらの推定値と真値の残差をサイト特性スペクトルと合わせて、本研究では、工学的基盤スペクトルに対して以下の式を適用する。

$$O(T) = S(T) \times P(T) \times R(T)$$

この式中で、 $R(T)$ は地震基盤—工学的基盤間の地盤増幅特性だけでなく、 $S(T)$ や $P(T)$ の推定残差も含んでおり、以降残差スペクトルと呼ぶ。

上式に基づき、各震源域・各観測記録ごとに $R(T)$ を求めた結果の例が図5である。使用したデータは、STM, FKM, TTK のサイトで観測されたもので、観測データごとに得られる $R(T)$ を平均して、その震源域の残差スペクトルとした。

5. 残差スペクトルを考慮した強震動特性の推定

この残差スペクトルの震源域ごとの近似式を作成し、それを用いて過去の強震記録に対して強震動特性の推定を行い、併せて一般的な手法でも推定を行い、得られた結果の妥当性について検証した。対象は、1997年3月23日に発生した茨城県南西部の地震 ($M=5.0$, $D=70\text{km}$) の際、横浜市泉区の露頭軟岩上で観測された記録である。

図6によれば、残差スペクトルを考慮することにより観測記録を適切に表現できていることがわかる。対象とした地震の記録及び比較対象の観測点は、残差スペクトルを求めた際のデータセットに含まれておらず、得られた残差スペクトルとは独立でありながら、本手法と観測記録がこの様により対応を見せていることは、本研究で求めた残差スペクトルの妥当性を示していると考えられる。

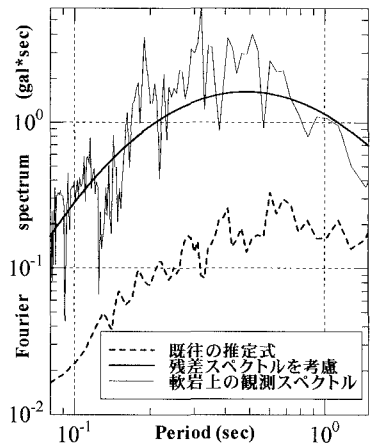


図6 観測記録との比較

6. 結論

鉛直アレイの強震観測記録を用いて地盤構造の同定を行い、観測記録に対応した地盤構造を求め、これを基に工学的基盤以浅の地盤特性のはぎ取りを行った。

過去の震源位置を考慮することで震源を区分した。また、首都圏南西部での工学的基盤スペクトルに対して残差スペクトルを考慮した理論強震動特性推定式を適用し、各震源域ごとの残差スペクトルを評価した。

得られた残差スペクトルを用いて強震動特性を推定し、観測記録や既往の推定値と比較してより適切に推定が行えることを確認した。

参考文献 a: 辻原, 地震時地盤同定手法の確立とその地震工学的応用に関する研究, 京都大学学位論文, 1994

本手法の検証に用いた露頭軟岩上の記録は横浜市高密度強震計ネットワークによるものである。ここに記して謝意を表します。