

I - B305 硬質地盤における鉛直アレー観測記録からベーズ法により推定した動的パラメータの特性

佐藤工業(株)	正会員	○末富 岩雄,	中村 晋
(財)大阪土質試験所	〃	香川 敬生	
日本原子力研究所	〃	蛭沢 勝三	

1. はじめに 前報¹⁾では、地震動予測式を作成するために、日本原子力研究所(大洗研究所)で実施されている鉛直アレー観測記録(観測位置:GL-1.2m, -32.1m, -95.15m, -173.6m)を用いて基盤入射波を算出した。その際、同定により得られた地盤パラメータを用いてはざと解析を行ったが、地震によりパラメータが大きくばらついていた。観測地点では9点でのPS検層からS波速度の平均値と変動係数が評価されている²⁾。本研究では、その結果を事前情報としたベーズ法による地盤パラメータの再決定について報告する。

2. 解析方法 対象地震は、文献²⁾で用いた7地震とする。いずれも茨城県周辺で起きた中規模地震(5.0 ≤ M ≤ 6.0)である。安中ら³⁾と同様にベーズ法(本研究では拡張ベーズ法)を用いて、鉛直アレー観測記録から得られる伝達関数(スペクトル比)と一次元重複反射理論による伝達関数とが適合するように地盤パラメータを定める。S波速度と減衰を対象として、層厚、単位体積重量は既知とする。減衰の周波数依存性を考慮して、各層のQ値(=1/2h)を $Q = \alpha f^\beta$ で表す。解析対象振動数は、1.2~15Hzとする。主要動を含む15~20秒間を抽出して、ベクトル・スペクトル⁴⁾を算出し、バンド幅0.2HzのParzenウィンドウにより平滑化する。理論値にも観測記録と同じ平滑化を行う。

S波速度については、PS検層結果²⁾を用いる。減衰に関しては試行錯誤による概略値を平均値(初期値)標準偏差として定める。パラメータの数が多いので、①GL-1.2m/GL-32.1mのスペクトル比を用いS波速度のみを対象とする、②GL-1.2m/GL-32.1mのスペクトル比を用い、S波速度、 α 、 β の3つのパラメータを対象とする、③GL-1.2m/GL-173.6mのスペクトル比を用い、S波速度、 α 、 β の3つのパラメータを対象とする、の3段階で行う。

3. 平均スペクトル比に関する解析結果 各パラメータの初期値と3段階の逆解析を行った後の収束値を図1に示す。S波速度はGL-40mより浅い部分で変動しているが、深部での変動は小さい。 α 、 β は全体に変動している。事前と事後の標準偏差の比較を図2に示す。3つのパラメータの事後の標準偏差は、GL-40mより浅い部分で小さくなっている。伝達関数を図3に示す。安中ら³⁾の結果に比べ改善効果が小さいのは、GL-1.2m/GL-173.6mのスペクトル比では解析対象振動数域で多くのピークを有し増幅倍率のばらつきも大きいことによると考えられる。

4. 地震毎に推定したパラメータのばらつき 平均スペクトル比に関して得られた収束値および標準偏差を用いて、各地震についてベーズ法による逆解析を行った。得られたS波速度と、事前情報を用いていない前報におけるS波速度との比較を、図4に示す。ベーズ法を用いた本解析では地震による違いは小さいのに対し、前報では地震により大きく変動している。地盤の非線形化の影響は伝達関数には見られず、このような大きなばらつきは物理的に説明できず、ベーズ法を用いた効果がよく現れている。

同様にQ値に関する比較を図5に示す。前報とは関数形が異なっているため、Q値の平均値の大小に関する比較は困難であるので、ばらつきに関する比較のみ行う。図5では周波数 f が1Hzの時のQ値を比較している。本検討の方が少し小さいものの、S波速度と比較すると両者ともばらつきが大きい。散乱減衰が卓越していると考えれば、基盤からの地震波の入射角の違いや、散乱源の大きさと地震波の波長との関係等が波動伝播に影響することにより、地震の違いにより減衰がばらつくということも考えられるであろう。

図6に、本解析で得られた周波数 f のべき数 β の地震による違いを示す。 β も α と同様地震による差異が見られるが、概ね0.5~1.0の範囲であり、既往の研究で得られている値と調和的である⁵⁾。

4. おわりに ベーズ法を用いることにより、安定したS波速度の推定値が得られた。一方、硬質地盤で地震観測、鉛直アレー、増幅特性、逆解析、ベーズ法

〒103 東京都中央区日本橋本町4-12-20 TEL 03-3661-2298 FAX 03-3668-9481

は伝達関数に多くのピークが存在し増幅倍率のばらつきも大きいため、パラメータの推定精度の改善効果が小さく、また減衰に関しては任意性が大きい初期値（平均値）と標準偏差の設定に推定結果は大きく左右されるという問題点も明らかになった。

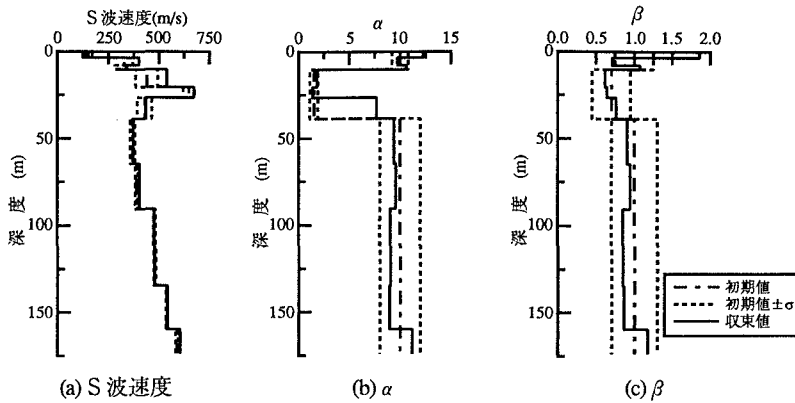


図1 地盤パラメータの初期値と収束値の比較

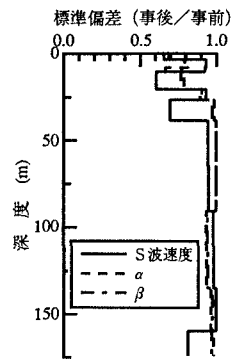


図2 事前と事後の標準偏差の比較

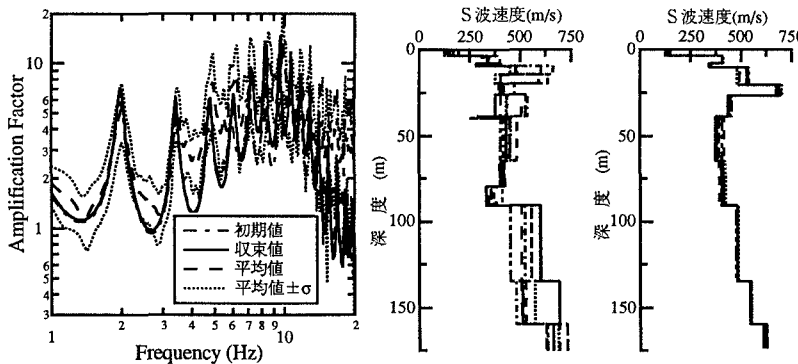
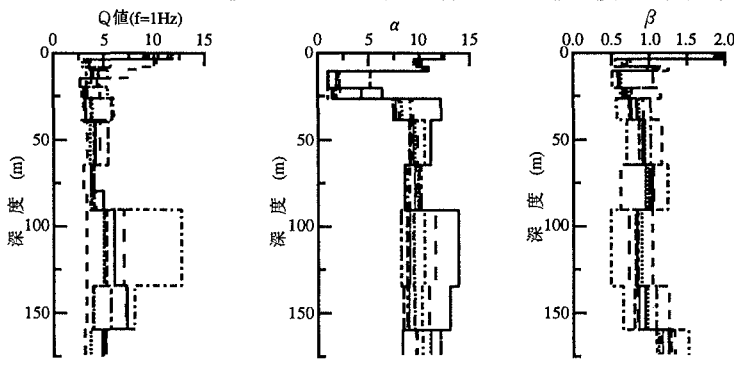


図3 得られた伝達関数と平均スペクトル比の比較

図4 得られたS波速度の鉛直分布



(a)観測情報のみ¹⁾

(b)ベーズ法

図5 得られた α の鉛直分布

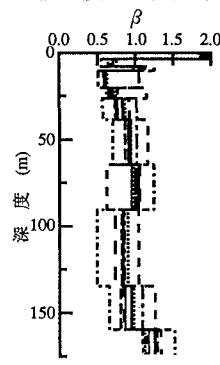


図6 得られた β の鉛直分布

参考文献

- 1) 中村晋・香川敬生・田居優・蛭沢勝三・亀田弘行；断層モデルによる地震動予測式の作成手法－表層地盤のはぎ取り－，平成8年度土木学会年次学術講演会，I-B，pp.426～427，1996年。
- 2) 中村晋・香川敬生・蛭沢勝三；鉛直アレー観測に基づく地盤物性のばらつきが地震動の増幅特性に及ぼす影響，第23回地震工学研究発表会，pp.57～60，1995年。
- 3) 安中正・都築富雄・増田民夫・嶋田昌義・岡留孝一；鉛直アレー記録を用いた地盤の動的物性のベーズの推定，土木学会第49回年次学術講演会，pp.1358～1359，1994年。
- 4) 中村晋；ベクトルスペクトルによる地震動の増幅特性評価とその適用，土木学会論文集，No.519，I-32，pp.161～173，1995年。

5) 安中正・悦永賢司・嶋田昌義；ベーズの手法により鉛直アレー記録から推定した地盤の動的物性の精度について，土木学会第50回年次学術講演会，pp.1248～1249，1995年。

6) 福島美光・翠川三郎；周波数依存性を考慮した表層地盤の平均的な Q 値とそれに基づく地盤増幅率の評価，日本建築学会構造系論文集，第460号，pp.37～46，1994年。