

## 広帯域地震動予測のための深部地盤モデルのQ値の設定に関する検討 Estimation of Q in a deep subsurface structure modeling for broadband ground motion prediction

佐藤 浩章<sup>1\*</sup>, 山中 浩明<sup>2</sup>  
Hiroaki Sato<sup>1\*</sup>, Hiroaki Yamanaka<sup>2</sup>

<sup>1</sup> 電力中央研究所, <sup>2</sup> 東京工業大学  
<sup>1</sup>CRIEPI, <sup>2</sup>TITECH

### はじめに

深部地盤のモデル化におけるQ値の設定は、周期1秒以上の長周期帯域では、3次元シミュレーションによる数値モデリングによって行われることが多い[例えば、Olsen et al.(2003)]。一方、実体波が支配的となる高周波数帯域(2Hz以上)では、鉛直アレイ記録の地表/地中の伝達関数やスペクトルインバージョンによるサイト増幅特性を、1次元波動論で説明できるように調整されたQ値の設定方法が有効である[例えば、佐藤・他(2006)]。著者らはこれまで、新潟平野の深部地盤モデル化を検討対象として、スペクトルインバージョンによるサイト増幅特性を、1次元波動論によるQ値の調整でも、速度構造への揺らぎ(不均質性)の導入のどちらでも説明可能であることを示した。また、Q値の大きさ(減衰定数  $h=1/2Q$  の付加量)と速度の揺らぎの標準偏差の大きさ(不均質強度)に相関関係があることを示した[佐藤・山中(2010)]。このことは、深層ポーリングのPS検層結果から推定される不均質強度が、深部地盤のQ値設定のための有用な情報となる可能性を示唆している。

そこで本稿は、関東平野の深層ポーリング地点を対象に、検層結果から不均質強度を推定するとともに、同地点において鉛直アレイ記録の地表/地中の伝達関数からQ値を推定した結果に基づき両者の関係を整理し、深部地盤モデルのQ値と不均質強度の関係について考察する。

### 検層データに基づく不均質強度の推定

解析に用いた検層データは、鈴木・他(1981,1983,1999)による検層資料をデジタル化した速度検層データ(P波速度)[佐藤・他(2005)]を用い、関東平野中央部を東から西に横切る3地点の成田(CHBH13)、下総(CHBH04)、日高(SITH03)を対象とした。不均質強度の推定方法は、対象データとする検層データの深さ方向に増加する漸増成分を推定し、それを検層データから除去し、平均速度で無次元化することにより、速度の揺らぎ(不均質)データを得る。このデータに対し、自己相関関数を求め、フォンカルマン型の自己相関関数を仮定してフィッティングすることにより、標準偏差(不均質強度)、相関距離  $a$ 、Hurst数 の推定を行った。解析データ区間については、地震基盤以浅の堆積層部分とした。解析の結果は、成田(GL-220m~-850m)で  $\sigma=0.018$ 、下総(GL-550m~-1,500m)で  $\sigma=0.034$ 、日高(GL-220m~-1,800m)で  $\sigma=0.087$  となり、平野西側の山地に近い日高の不均質強度が、平野中央部より2~3倍大きいことが分かった。この傾向は、新潟平野において、新津丘陵に近い地点の不均質強度が平野中央部より大きいことと調和的であった。

### 1次元波動論に基づく深部地盤のQ値の推定

鉛直アレイ記録の地表/地中の伝達関数を用いたQ値の推定は、バイリニア型周波数依存モデルのQ値を仮定して焼きなまし法による最適化により行った[佐藤・他(2006)]。Q値の推定結果は、CHBH04については木下・大池(2002)による下総のQ値と整合しており、妥当な推定結果が得られたと考えられる。また、3地点の同定結果を福島・翠川(1994)の平均的な深部地盤のQ値と比較すると、CHBH04ではほぼ同程度、CHBH13はそれよりもやや大きい(減衰定数  $h$  が小さい)。一方、SITH03では、平均的な深部地盤のQ値よりも小さい(減衰定数  $h$  が大きい)結果を得た。

### 深部地盤モデルのQ値と不均質強度の関係

関東平野の3地点で検討した結果を整理すると、平均的な深部地盤のQ値より同程度もしくは大きい成田(CHBH13)と下総(CHBH04)で不均質強度は小さく、Q値が小さかった日高(SITH03)で不均質強度は他の2地点の3倍であり、両者に相関関係があるという結果を得た。以上の結果は、情報の少ない深部地盤のQ値の設定において、不均質強度(標準偏差)の地域的な差異が、地点毎の特徴を反映したQ値の設定における有効な情報となる可能性を期待させる結果といえる。

今後は、関東平野のその他の地点について同様の検討を行い、深部地盤のQ値と不均質強度の関係についてさらなる検討を行う。

謝辞 防災科学技術研究所の KiK-net のデータを使用しました。記して謝意を表します。

キーワード: 減衰, 深部地盤, 速度の揺らぎ, 検層データ, 鉛直アレイ観測

Keywords: attenuation, deep subsurface structural model, random fluctuation of velocity, log data, borehole array observation