

1. はじめに

1995年阪神・淡路大震災以降地震動予測のための表層地盤の増幅特性の評価が重要視されている。現在日本は、地震活動度の高い時期を迎えていることにより、地震が建物被害に及ぼす影響は構造物の下に位置する地盤が大きく関わることの認識が高まっていることによるものと思われる。横浜市で想定される地震では“南関東地震”、“横浜市直下型地震”、“東海地震”などが挙げられ、特に“南関東地震”で想定される被害が深刻と予想されている。そこでこれらの地震の被害評価が重要となってくる。

本研究では成層地盤地震応答解析プログラム“k-SHAKE”を使用し、ボーリングデータを用いて算出した伝達関数(地盤増幅率: R_1)とGIS地盤関連情報データベースを活用し、微地形区分に依存する表層地盤の平均S波速度から経験式によって算出された地盤増幅率: R_2 を比較検討することにより、地盤の増幅特性の正確な評価を行うことを目的とする。

2. 微地形区分による地盤増幅率

ここで使用する地盤増幅率はあくまで経験的な計算式で、地形分類図、表層地質図、標高及び流路データから微地形区分図を作成し、この微地形区分から地盤増幅率を統計的に評価し算出されたものである。比較の意味でデータは昨年の2007年度卒業論文『GIS地盤関連情報データベースを活用した地盤増幅率に関する研究』で使用されたデータと同じものを使用する。図1に横浜市の微地形区分図とボーリングデータの位置を示す。

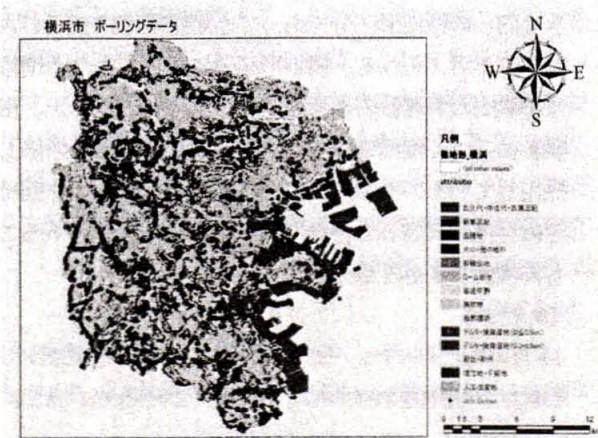


図1 横浜市

3. ボーリングデータによる地盤増幅率

3.1 AVS_Hの計算

本研究で使用した横浜市内約3000本のボーリングデータの中からデータとして採用したもののN値を用いて軟弱地盤中の各層厚でのS波速度を計算(式1)し、各層厚による重み付け平均をとってAVS(軟弱地盤の平均S波速度)の計算(式2)を行った。

ここで求められたAVSは次の“k-SHAKE”での解析が必要となる。

$$V_s = a \cdot N^b \quad \dots (式1)$$

V_s : S波速度 (m/s)

N: N値 (層ごとの平均N値)

a: 土質係数1 (粘土: 111.30, 砂: 94.38, 礫: 123.05)

b: 土質係数2 (粘土: 0.3020, 砂: 0.3144, 礫: 0.2443)

$$AVS = \sum_{k=1}^n V_{sk} \cdot d_k / H \quad \dots (式2)$$

AVS: 地表から工学的基盤までの平均S波速度 (m/s)

d_k : k層の層厚 (m)

V_{sk} : k層の波速度 (m/s)

n: 層の数

3.2 ボーリングデータから算出される地盤増幅率

今回、ボーリングデータを解析するにあたって成層地盤地震応答解析プログラム“k-SHAKE”を使用した。使用したボーリングデータは横浜市環境創造局のHP上に公開されている約3000本のボーリングデータ(土質柱状図)をダウンロードし解析対象とした。

地盤構造は工学的基盤上に表層の軟弱な地盤層を仮定した二層構造とし基盤は固結シルト or 砂質泥岩が見られるところとし、見られない場合はN値 ≥ 50 が存在する土層とした。それも見られない場合はデータとして採用しない。

各層の設定値を表1に示す。

ここで使用する表層軟弱地盤のS波速度は(式2)の算定値を用いる。

3.3 k-SHAKEによる地盤増幅率の算定結果

横浜市の約3000本あるボーリングデータからデータとして採用した約2000本について一つ一つ、二層構造を作成し“k-SHAKE”で解析した。

表 1. 二層構造モデルの設定値

	単位体積重量 (t/m ³)	S波速度(m/s)	減衰定数 (%)
軟弱地盤	1.7	処理式により算出	10
基盤	1.9	600	2.5

次の図1・図2は一例として、微地形区分に属する「デルタ・後背湿地 (D≤0.5km)」のボーリングデータ7本の軟弱地盤層の深度とS波速度の関係(図1)とその伝達関数(図2)の算定結果の分布を重ねて示した図である。これを見てもわかる通り、同じ微地形区分の地盤でもバラツキが生じていることがわかる。

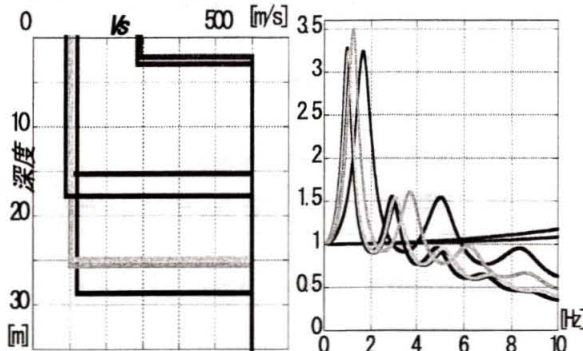


図1 地盤のS波構造

図2 伝達関数

そして、解析を行った各ボーリングデータの緯度経度からどの微地形区分に属するのかを判定し、微地形区分毎にまとめ、増幅率の分布図を作成した結果を図3に示す。この図では平均値と±標準偏差を取って表した。結果として増幅率の平均値は2~3倍程度を示した。

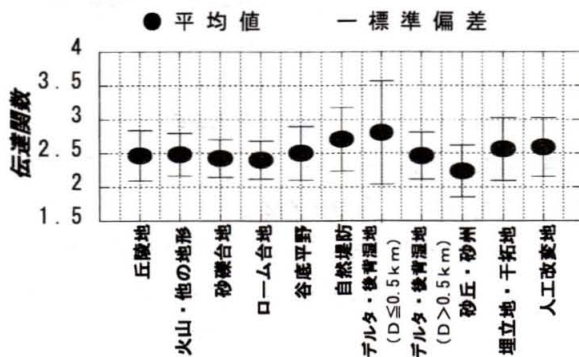


図3 k-SHAKEで解析した微地形区分ごとの伝達関数

4. 地盤増幅率の比較

“k-SHAKE”で解析した地盤増幅率(R₁)と微地形区分から算出された地盤増幅率(R₂)を区ごと、微地形区分ごと、海側(鶴見、神奈川、中、西、金沢、磯子、戸塚区)と山側(海側以外の区)で比較した。そのうち、海側と山側のそれぞれの比較を図4(海側)と図5(山側)に示す。

図4、図5より両者は良好には対応せず、微地形区分

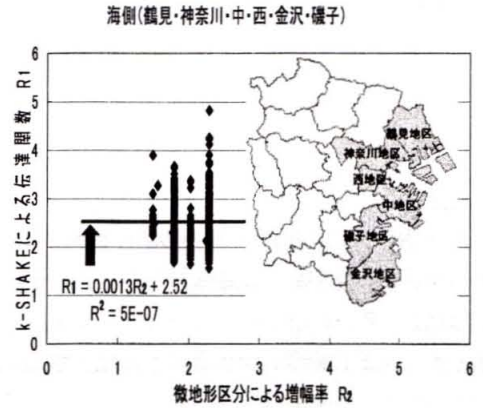


図4 微地形区分と伝達関数による地盤増幅率の比較(海側)

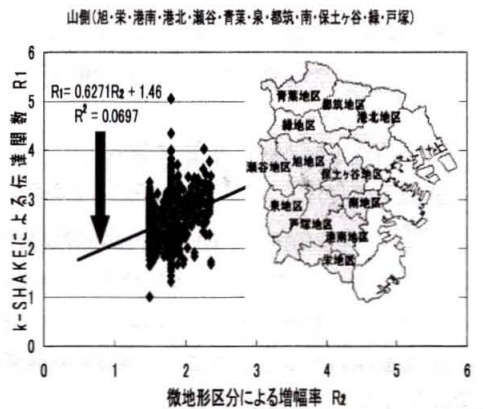


図5 微地形区分と伝達関数による地盤増幅率の比較(山側)

から算出される地盤増幅率より“k-SHAKE”から算出される地盤増幅率のほうがやや高い値を示すことがわかった。これは前者があくまで経験的な計算式から算出されたもので、後者は理論的な地盤構造を考え弾性計算により算出されたものによるものと考えられる。

5. まとめ

本研究では横浜市を対象に2種類の異なる算出方法による地盤増幅率の比較検討を行った。両者の方法による地盤増幅率の評価値は相関性を示すもののバラつきは大きく同一の微地形区分であっても地盤構造の相違が大きいものと考えられる。微地形区分から算出される増幅率は経験的な評価値のため統計的な平均値となるが、伝達関数に基づく増幅率もピークを示す1次振動数の値しか採用していないため検討が必要と考える。また今回は、歪依存性を考慮していない弾性計算による値であることも再検討する必要がある。

【参考文献】

- 1) 藤本一雄、翠川三郎 「日本全国を対象とした国土数値情報に基づく地盤の平均S波速度分布の推定」 日本地震工学会論文集 第3巻 第3号 2003年
- 2) 内閣府：地震防災マップ作成技術資料(平成17年3月)