

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基礎的検討 (その2)

正会員 ○荻本孝久*¹ 正会員 山本俊雄*¹
正会員 露木延夫*²

地盤増幅率 AVS30
微地形区分 表層地盤
ボーリングデータ データベース

1. はじめに

近年、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。しかしながら表層地盤の特性は極めて地域性に依存する。最近では地形・地質情報に基づいた微地形区分に対応した評価方法が普及しているが、その一般性については地域で詳細に検討しておく必要があると指摘されている。

本研究は 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と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から得られる地盤増幅率を比較検討することにより、地盤の増幅特性の評価方法の妥当性について検討した。なお、地域性を考慮して対象地域は横浜市域を対象とした。

2. 微地形区分による地盤増幅率

微地形区分による地盤増幅率 (G_{R2} と記す) は文献 1),2) の手法により、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した値である。詳細は、ここで算定した方法の詳細は文献 3)~9) に既に報告した結果によった。

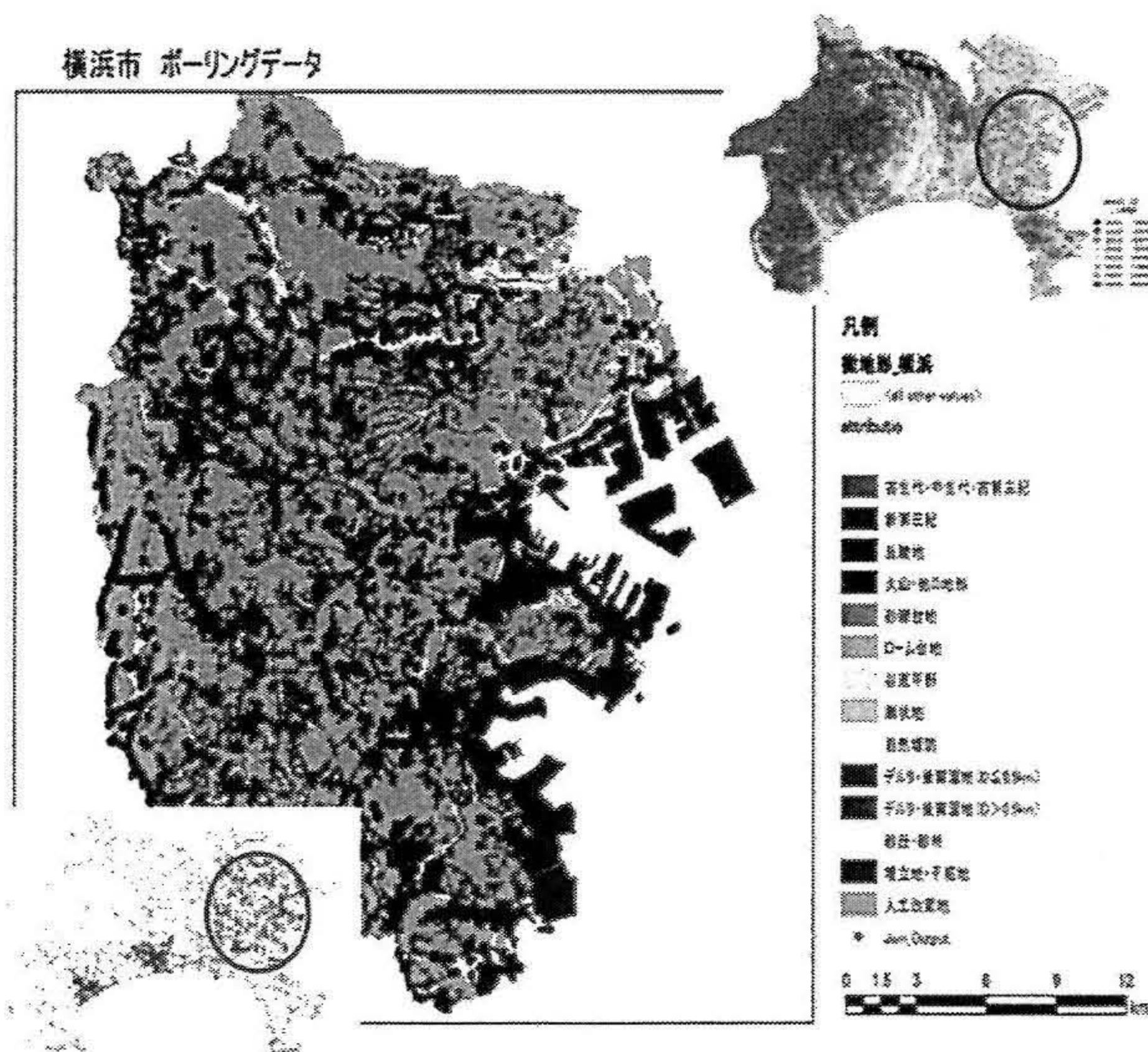


図1 横浜市の微地形区分とボーリングデータの位置図

3. ボーリングデータによる伝達関数の算定

3-1 解析に利用したボーリングデータの選定

本研究で使用した横浜市内約 3000 本の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資料で、その中から工学的基盤と認められる固結シルト層または砂質泥岩層が存在するデータとし、存在しない場合は N 値 ≥ 50 の地層が存在するデータを選定した。それ以外の場合はデータとして採用しないこととした。その結果採用したデータは約 2000 本であった。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。

3-2 平均 S 波速度 (AVS_H) の算定

選定したボーリングデータの N 値より、工学的基盤上の表層地盤中の各層厚での S 波速度を式(1)で算定し、各層厚の重み付け平均により表層地盤の平均 S 波速度 (AVS_H) の式 (2) により算定した。ここで求めた AVS_H を用いて “k-SHAKE” により地盤増幅率の計算を行った。

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

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)

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

AVS_H : 表層地盤の平均 S 波速度 (m/s)

d_k : k 層の層厚 (m)

V_{s_k} : k 層の波速度 (m/s)

n : 層の数

H : 表層地盤の深さ(m)

3-3 簡易な 2 層構造モデルの設定

ボーリングデータを用いて地盤増幅率を算定するにあたって、成層地盤地震応答解析プログラム “k-SHAKE” を使用した。ボーリングデータの本数が多いことと横浜市域の地盤の地域性を考慮して、地盤構造は簡易な 2 層構造モデルに置換し解析することとした。モデルの設定については、各層の設定値を表 1 に示のようにモデル化し、表層軟弱地盤の S 波速度は上述したように式(2)から算定される平均 S 波速度 (AVS_H) の値を用いた。

表1 簡易な2層構造モデルの設定

	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	(2)式により 算出	10
基盤	1.9	600	2.5

3-4 伝達関数の算定結果

図2, 図3は、一例として微地形区分「デルタ・後背湿地 (D ≤ 0.5km)」に属するボーリングデータ (7本) の2層構造モデルに置換した表層地盤の層構造 (図2) と算定された伝達関数 (図3) の結果を重ねて示した図である。図に示したように同じ微地形区分に属する地盤でも表層地盤の地盤構造と伝達関数にバラツキが生じていることがわかる。

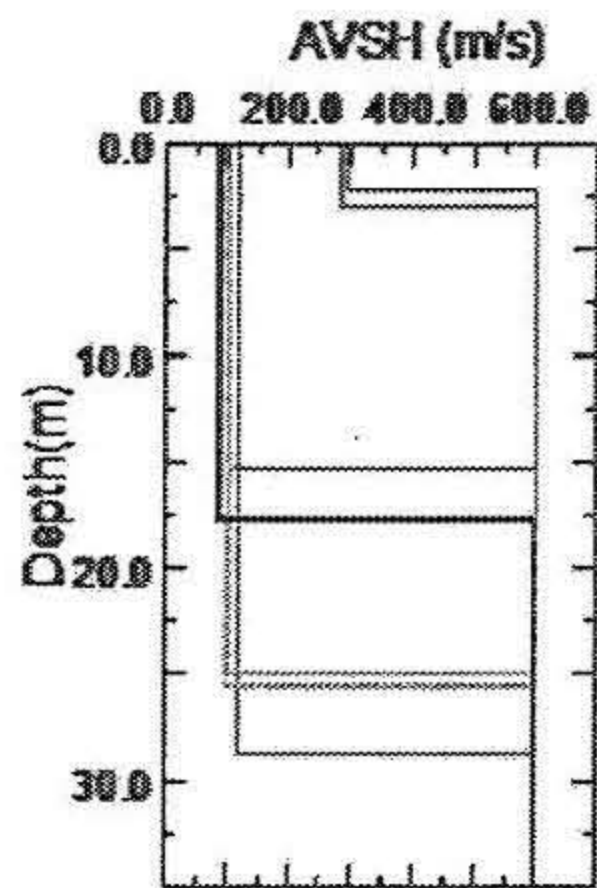


図2 地盤のS波構造

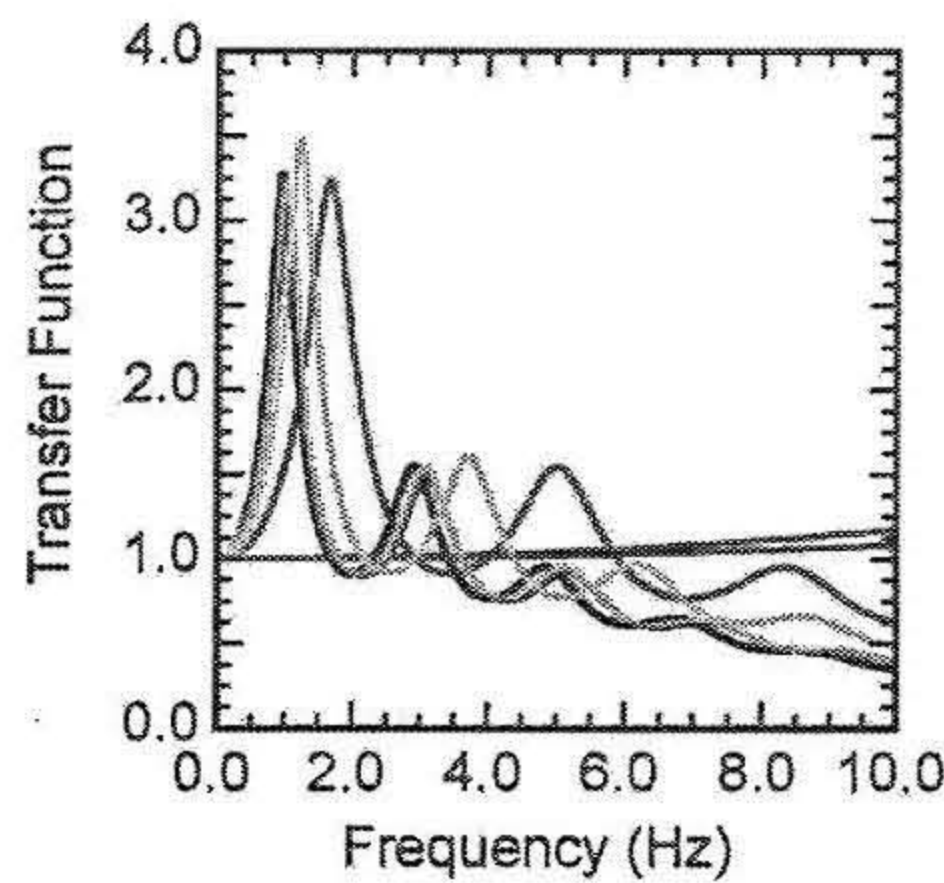


図3 伝達関数

4. 微地形区分による地盤増幅率の変化

ここでは伝達関数の最大値により地盤増幅率 (G_{R2}) と記す) を算定した。選定し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、微地形区分毎に整理して地盤増幅率の変化について検討した。結果を図4(a), (b)に示す。図(a)は算定に用いたボーリングデータ全体の変化示した図であり、図(b)は平均値と土標準偏差により示した図である。

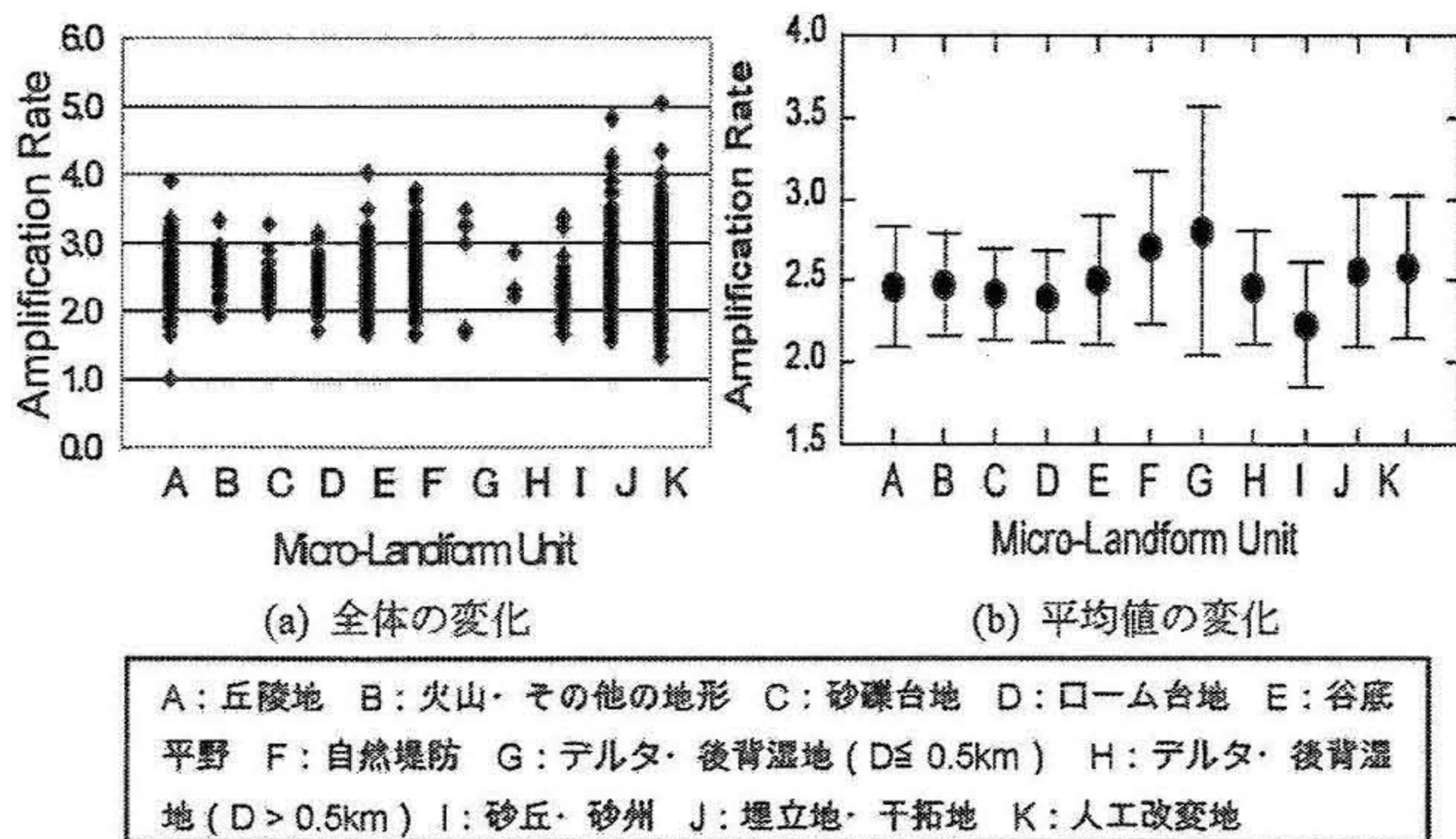


図4 微地形区分による地盤増幅率の変化

A: 丘陵地 B: 火山・その他の地形 C: 砂礫台地 D: ローム台地 E: 谷底平野 F: 自然堤防 G: デルタ・後背湿地 (D ≤ 0.5km) H: デルタ・後背湿地 (D > 0.5km) I: 砂丘・砂州 J: 埋立地・干拓地 K: 人工改変地

横浜市域は、地盤改変が進み明確な微地形区分の判定が困難な地域も存在し図(a)に示すようにバラツキが大きい。図(b)より地盤増幅率の平均値は2~3倍程度を示す結果となった。

5. 地盤増幅率 G_{R2} と rG_{R2} の比較

図5は、微地形区分から算定される地盤増幅率 (G_{R2}) と伝達関数から算定される地盤増幅率 (rG_{R2}) を比較した結果ある。両者は相関性を示すものの余り良好には対応せず、微地形区分から算出される地盤増幅率 (G_{R2}) より伝達関数から算出される地盤増幅率 (rG_{R2}) の方がやや大きい値を示した。これは前者が経験式から算出された値であり、後者は地盤構造モデルを用いて弾性波動伝播の理論式により算出された値であることの相違が大きいと考えられるが、今後は地盤構造の設定、S波速度の評価方法や地盤のひずみ依存性の影響などの更なる検討が必要であると考えられる。

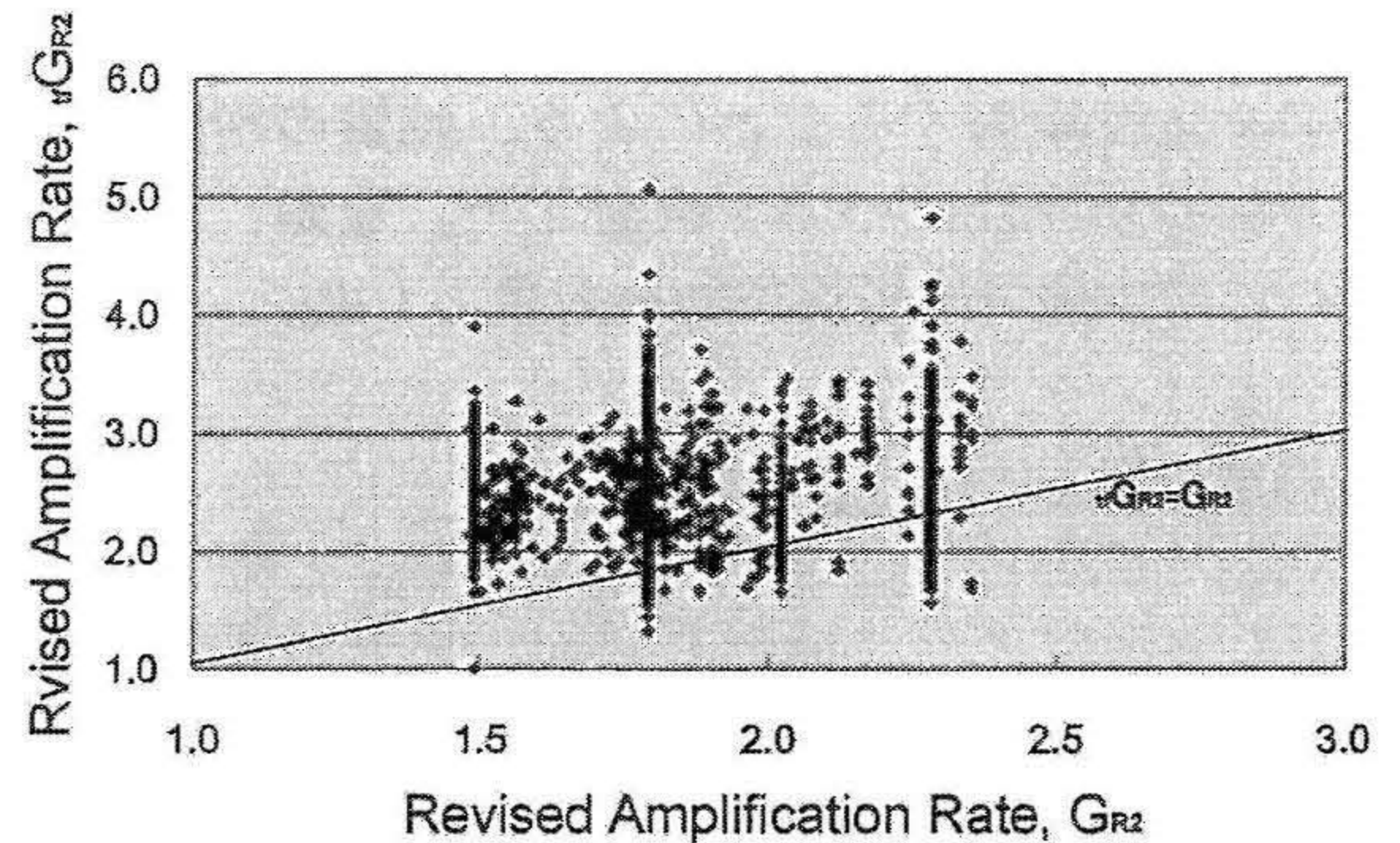


図5 微地形区分と伝達関数による地盤増幅率の比較

6. 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ツキは大きくなった。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。微地形区分の精度、地盤構造の設定や地盤の物理的な定数の設定について更なる検討が必要と考える。

【謝辞】

本研究を進めるにあたってボーリングデータを利用させて頂いた横浜市環境創造局に感謝致します。なお、本研究は神奈川県学術フロンティア研究「災害リスク軽減を目的としたソフト・ハード融合型リスクマネジメントシステムの構築に関する研究」の一環として実施したものである。

【参考文献】

- 1) 藤本, 翠川, 「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)
- 3)~6) 荏本他, 「神奈川県を対象としたデジタル地盤区分図作成に関する研究(その1)~(その4)」, 建築学会大会梗概集, 構造II, 2007年
- 7)~9) 栗山, 橋本他, 「地域の地形に対応した地震防災マップの作成(その1)~(3)」, 建築学会大会梗概集, 構造II, 2006年~2008年
- 10) 荏本他, 「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基礎的検討」, 建築学会大会梗概集, 構造II, 2008年

*1 神奈川県工学部建築学科

*2 (株)環境防災技術研究所

*1 Dept. of Architecture, Faculty of Engineering, Kanagawa University

*2 Kankyo Bousai Gijutu Kenkyusho Co. Ltd