

地盤の変形係数算定に用いる補正係数と地盤調査法の関係

(財) 鉄道総合技術研究所 正会員 ○西岡 英俊 神田 政幸 室野 剛隆 棚村 史郎

1. はじめに

基礎構造物や開削トンネル等の構造物の設計では、各地盤調査法より得られた地盤の変形係数から地盤反力係数を適切に定めることが重要となる。現在鉄道構造物の設計においては、地盤調査法に対する補正係数 α を地盤の変形係数に乗じて地盤反力係数を求めている^{1),2)}。本研究では、この補正係数 α の妥当性を検証することを目的とし、各種地盤調査法から得られる変形係数 E_x とN値の比(E_x/N)に着目して検証を行った。まず E_x/N が対数正規分布となることを示し、その結果から E_x/N の分布特性を把握し補正係数について検証を行った。

2. 各地盤調査法と試験データの整理

本研究では、大都市の平野部で実施された表1に示す各地盤調査法および標準貫入試験の試験データを収集した。各地盤調査法により得られた地盤の変形係数 E_x とそれに対応するN値のペア、計736組に対して、それらが線形関係にあると仮定し、その比 E_x/N について検討を行った。ただし、設計上の上限であるN値50以上と $E_x/N=\infty$ となるN値0のデータは除外した。なお使用データのN値に対する E_x のプロットが参考文献¹⁾中に示されているので参照されたい。

各地盤調査法、土質ごとの E_x/N のヒストグラムを図1,2に、その常用対数 $\log(E_x/N)$ のヒストグラムを図3,4に示す。また

表1 検討した地盤調査法と地盤の変形係数 E_x

地盤調査法	E_x	α	土質	データ数
孔内水平載荷試験	E_b	8	粘性土	180組
			砂質土	114組
			砂礫	11組
一軸圧縮試験	E_{50UC}	8	粘性土	116組
非圧密非排水三軸圧縮試験	E_{50UU}	8	粘性土	85組
圧密非排水三軸圧縮試験	E_{50CU}	8	粘性土	13組
圧密排水三軸圧縮試験	E_{50CD}	8	砂質土	12組
PS 検層	E_f	0.25	粘性土	135組
			砂質土	66組
			砂礫	4組

各図中の曲線は各 E_x/N あるいは $\log(E_x/N)$ の平均値Aおよび標準偏差 σ より求まる正規曲線であり、図1,2中には各A, σ の値を示した。図3,4中には分布中心を表す 10^A と全標本中約67%が存在する上下限を意味する $10^{A\pm\sigma}$ の値を示した。

図1,2を見ると、 E_x/N の分布形状は正規分布とは言い難く、平均値も実際の分布中心よりも大きく評価されており、特に孔内水平載荷試験(E_b/N)、一軸圧縮試験(E_{50UC}/N)、三軸圧縮試験(E_{50UU}/N , E_{50CU}/N , E_{50CD}/N)でその傾向が強い。一方、図3,4を見ると $\log(E_x/N)$ の分布形状は正規分布に近く、 10^A も分布中心を表しているといえる。よって各 E_x/N のばらつきを評価するには対数正規分布として認識し、 $\log(E_x/N)$ の平均値及び標準偏差から判断することが妥当である。

3. 補正係数 α の検証

鉄道構造物の設計に用いる地盤反力係数は、地盤の変形係数 E_x に補正係数 α を乗じて算出している。この補正係数 α はひずみレベルや試験条件の違いにより地盤調査法によって異なる変形係数が得られるのを同一値になるように補正さ

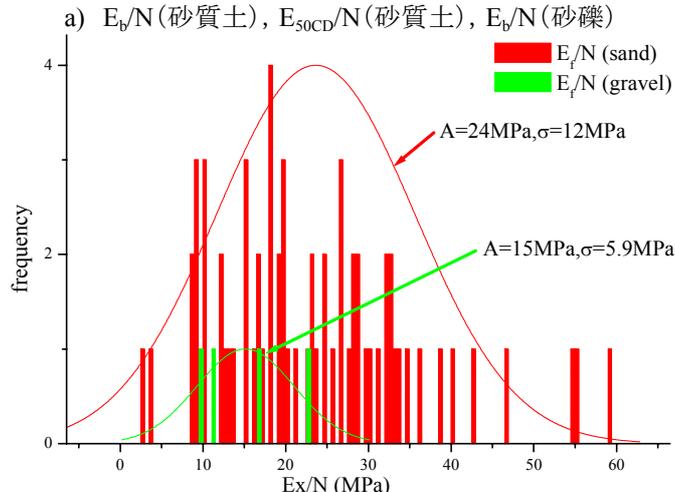
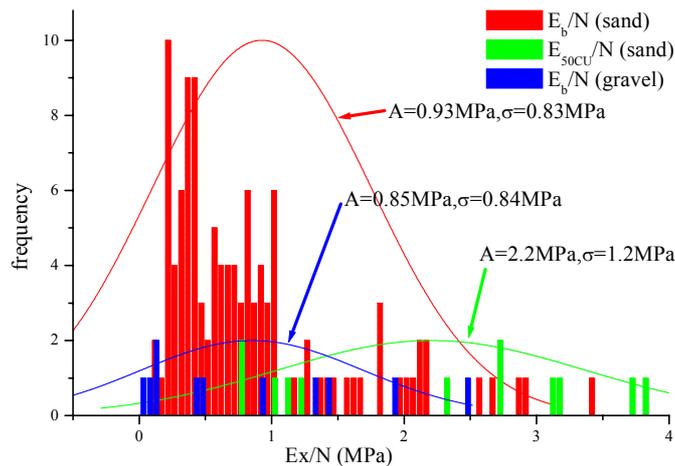


図1 E_x/N の度数分布 (粘性土)

図2 E_x/N の度数分布 (砂質土・砂礫)

キーワード 地盤調査法, N値, 地盤の変形係数, 設計, ばらつき

連絡先 〒185-8540 東京都国分寺市光町 2-8-38 TEL 042-573-7261 FAX 042-573-7248 E-mail nishioka@rtri.or.jp

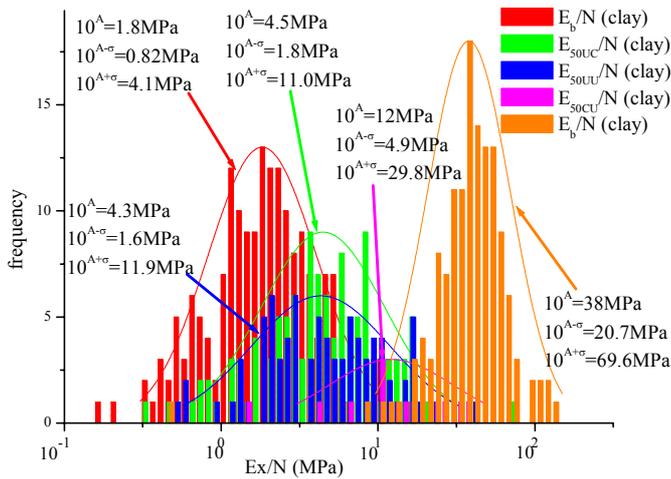


図3 log(E_x/N)の度数分布(粘性土)

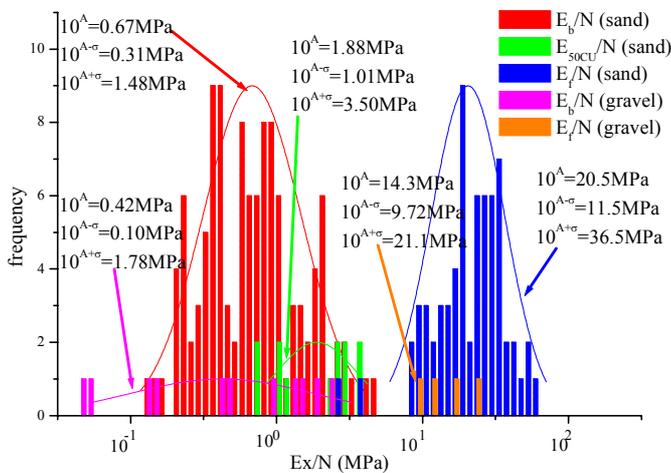


図4 log(E_x/N)の度数分布(砂質土・砂礫)

せる係数であり、表1中に示した値が用いられている。ここでは、この補正係数 α の値の妥当性を検討するため、前出の E_x/N に α を乗じて実際に設計に用いる値が各地盤調査法によりどのような値となるかを比較検討する。

検討する $\alpha E_x/N$ の値を各地盤調査法、土質別に図5,6に示す。 $\alpha E_x/N$ の値は、対数正規分布であるとして $\log(E_x/N)$ の平均値Aと標準偏差 σ から分布中心($\alpha 10^A$ 図中×印)と分布範囲として $\alpha 10^{A-\sigma} \sim \alpha 10^{A+\sigma}$ の範囲を示し、N値の算定式

$$\alpha E_x/N = 5 \text{MPa} \quad (E_N = 2.5 \text{MPa}, \alpha = 2)^{1)} \quad \text{式(1)}$$

を比較のために点線で示した。すなわちここで示した図5,6は、同じN値の地盤の地盤反力係数を算定する場合に、各種地盤調査法によってどの程度の値が算定されるかを示すこととなり、各 $\alpha E_x/N$ が一致する場合は、それらの間の α の比が妥当であることを示している。

図5を見ると圧密非排水三軸圧縮試験(E_{50CU})を除いては分布中心に差はあるが、その分布範囲は共通している部分があり、例えば孔内水平載荷試験(E_b)と一軸圧縮試験(E_{50UC})ではその約半数ずつが15~32MPa程度に存在することがわかる。また孔内水平載荷試験(E_b)とPS検層(E_t)の分布中心、分布範囲は非常に近く、さらに算定式(1)はそれらの下限値をとるような値となっていることがわかる。一方、図6を見ると土質ごとで平均値もほぼ同一となっており、砂質土

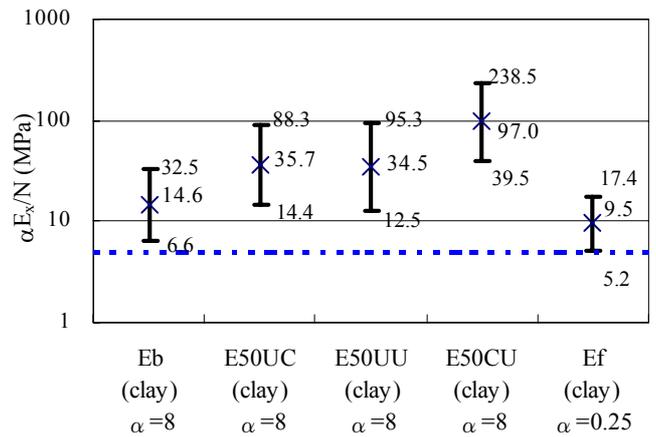


図5 $\alpha E_x/N$ の分布範囲(粘性土)

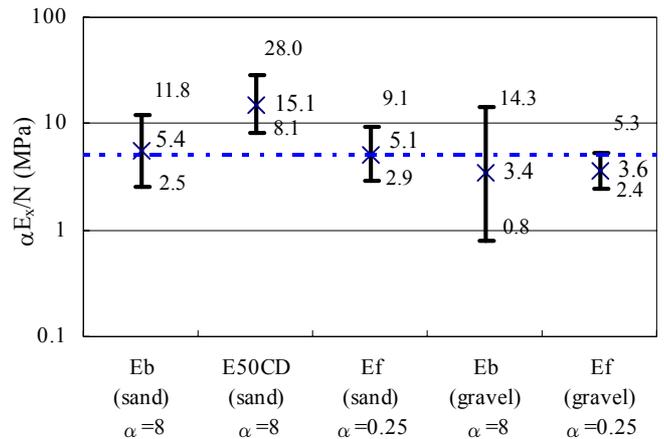


図6 $\alpha E_x/N$ の分布範囲(砂質土・砂礫)

については算定式(1)が各平均値に非常に近い評価が出来ている。なお砂礫に関してはデータ数が不足しているため、注意を要する。

以上より、現状の補正係数 α を用いて設計を行う場合に、同一地盤に対して地盤調査法により極度に値は変化することはないことが明らかとなり、妥当な値であることが示された。

4. おわりに

本研究の目的である補正係数 α の検証を行うには、同一地盤に対して複数の地盤調査法で地盤の変形係数を評価した事例が多数あれば容易に目的を達成できる。しかしながら、実際に複数の各種地盤調査法を実施している事例は少なく、直接補正係数 α を評価することは現状では非常に困難である。そこで本研究では、多数の事例が存在するN値とあるひとつの E_x の比 E_x/N に着目して補正係数 α の検討を行った。その結果 E_x/N が対数正規分布となることを明らかにし、その分布特性から現状の補正係数 α がある程度妥当な値であることを確認することができた。今後はN値自体のばらつきに起因する変動の取り扱いや E_x とN値が比例関係でないとした場合についても検証が必要であると思われる。

参考文献

- 1) (財)鉄道総合技術研究所: 鉄道構造物等設計標準・同解説 開削トンネル, 2001.3.
- 2) (財)鉄道総合技術研究所: 鉄道構造物等設計標準・同解説 基礎構造物・抗土圧構造物, 2000.6.