

4. 都内地盤の横方向地盤変形係数について (都内地盤の土質特性について (その1))

Strain Coefficients of the Horizontal Load Test of Tokyo Ground (Soil Property of Tokyo Ground (No. 1))

技術支援課 名兒耶 薫、大澤 健二、○中山 俊雄

1. はじめに

杭基礎、土留め壁、ケーソン基礎などの設計においては、地盤の横方向の地盤反力の算定が必要となる。このため、原位置での地盤の水平変形特性を調べるため孔内水平載荷試験が行われている。

孔内水平載荷試験は、ゴムチューブの膨張、または載荷板を備えた孔内ジャッキにより孔壁を加圧し、その時の圧力と孔壁面の変位量を測定し、地盤強さ、変形特性を求める試験である。この試験では、測定孔壁が完全な円筒状で、孔壁面が平滑かつ自立していることを前提としている¹⁾。

しかし、現実には、測定孔壁がこのような条件を満たしているとは限らず、特に地層中に礫などが含まれていると、孔壁は平滑ではない。

このため、この試験で得られた数値の評価を行うのは難しい。評価には、通常、既存事例との比較検討が行われている。既存事例としてよく用いられるのは、土屋・豊岡 (1980)²⁾ による N 値-変形係数の関係図である。また、この関係図で得られる回帰式 ($E=670N^{0.986} \approx 700N$) が用いられている (図-1)。この回帰式の利用は、道路橋示方書・同解説にも受け継がれている。

この図-1 に利用されている資料は、全国から収集されたものである。一般に、地盤は地域特性があることから、この回帰式をそのまま 都内地盤にも適用できるか否かを検証するために、都内で実施された水平載荷試験データをもとに、この評価方法の検討を行った。

2. 用いた資料

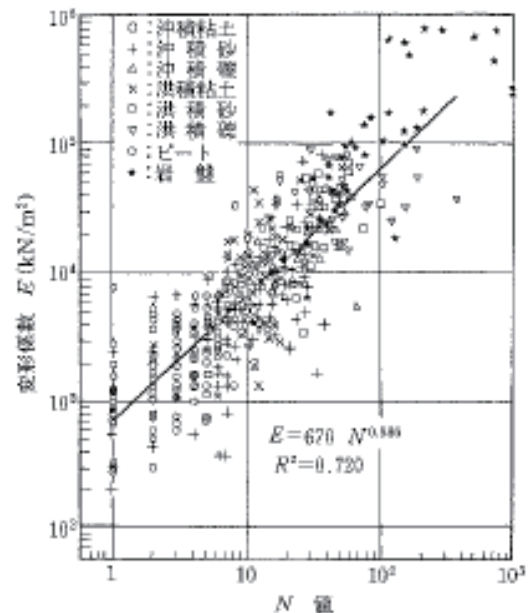


図-1 孔内水平載荷試験より得られた変形係数と N 値との関係¹⁾

当センターでは、都内で実施された地盤調査報告を収集し、データベース化を進めている。

今回は、令和 4 年度に収集した地盤調査報告書 153 件から、水平載荷試験が行われている報告書 88 件、971 試料を選び、都内地盤の

表-1 データ数

地区	個数
低地	483
台地	304
北多摩	163
南・西多摩	21
計	971

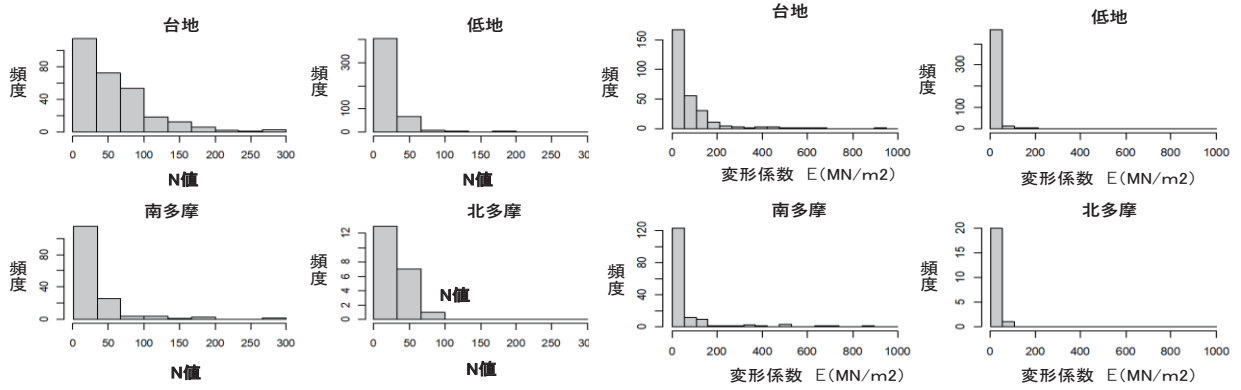
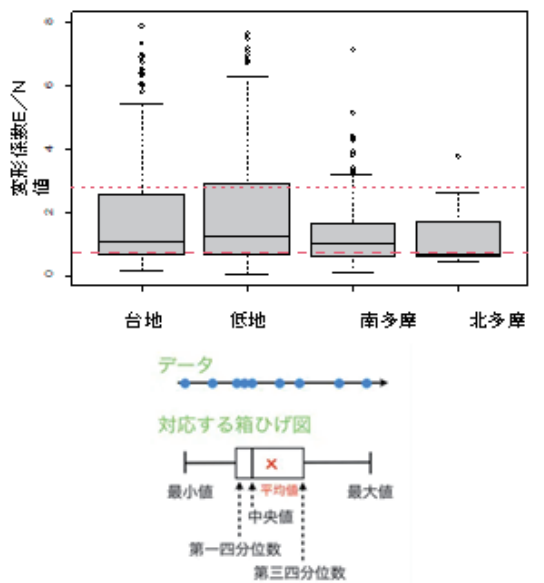


図-2 用いたN値と変形係数の分布



N値0のデータは外している、破線は中央値

図-3 箱ひげ図

変形係数について検討を行った。

得られた試験値は地盤条件を考慮し、地形ごとに分類整理した(表-1)。用いたN値と変形係数を図-2に示す。

データの散らばりを見るため、変形係数/N値の箱ひげ図を作成した(図-3)。

台地、低地に比べ、北・南多摩地区ではデータ数が少ないことから、ばらつきは小さくなっている。低地では、データ数が多いので、ばらつ

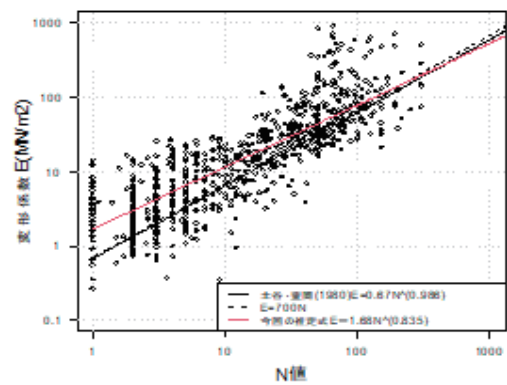


図-4 都内地盤での変形係数とN値の関係

きは大きくなっているが、中央値を比べると、他地区に比べて大きい値を示している。

3. N値と変形係数の関係

都内地盤でのデータをもとに、土屋・豊岡(1980)と同様、両対数グラフによる散布図を作成した(図-4)。土屋・豊岡(1980)での回帰式は $E=670N^{0.986} \approx 700N$

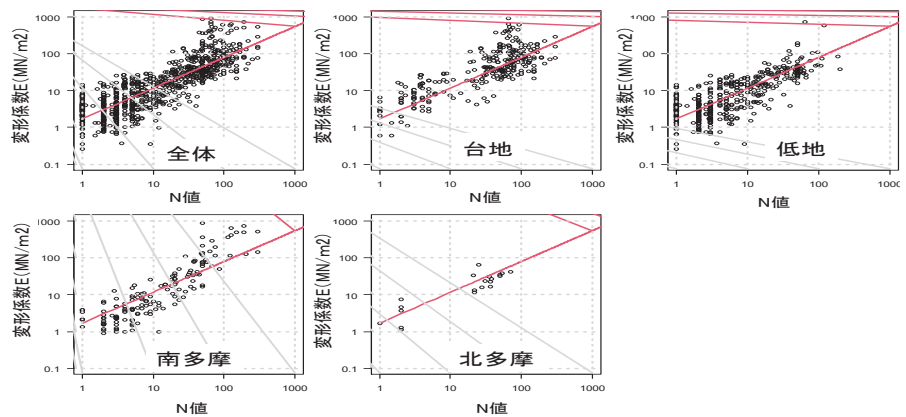


図-5 地区別変形係数とN値との関係

であるが、都内地盤では $E=1680N^{0.835}$ となった。

両者の回帰式を比較すると、N 値が小さい領域（およそ N 値が 50 以下の領域）では、都内地盤の変形係数が大きくなっ

ている。次に都内版回帰式を検討するために、地域別に散布図を示した（図-5）。地域ごとに分散分布が異なり、低地では

回帰線の下側にデータが分散しているのに対し、台地では上側に分布している。この回帰式もまた、変形係数の地域特性を十分に反映しているとは言えない。

地域によりデータ数に偏りがあることから、低地と台地のデータについて、地層別の N 値と変形係数の関係を検討する。

都内低地と台地の地盤は、表 2 に示す地層構成からなる。台地と低地に分けて、各地層の散布図を作成した（図 6、7）。各地層の線形回帰式をまとめると表-3 になる。

データ数やデータ内での異常値の影響で、回帰式は地層ごとに大きく異なっている。そこで、以下の項目に該当するものは、表-3 に示された回帰式は用いないことにする。

- 1) 勾配が負の値を示すもの：低地での埋没段丘礫層、江戸川層、台地での武蔵野礫層、東京層群が該当
- 2) 測定個数が少ないもの：低地での埋没段丘礫層、東京層（礫層）、上総層、台地での沖積層、上総層が該当
- 3) 相関係数が小さいもの：低地での有楽町層上部、東京層（粘性土）、上総層、台地でのローム層、東京層（砂質土）、東京層（粘性土）、東京層（礫質土）、東京層群、上総層が該当する。ただし、台地の東京層については、砂質土、粘性土、礫質土を一括した回帰式は採用することとした。

結果、相関係数が四捨五入して 0.7 を超えるものは、低地では有楽町層上部、有楽町層下部、七号地層、東京層、台地では東京層である。

表-3 地層別直線回帰式

地層	個数	直線近似 $E = aN + b$			相関係数 R
		勾配 a	切片 b	分散 R^2	
盛土	39	0.29	1.54	0.43	0.66
有楽町層上部		0.72	2.05	0.38	0.62
有楽町層上部（砂質土）	44	0.76	0.25	0.45	0.62
有楽町層上部（粘性土）	20	1.74	0.38	0.37	0.61
有楽町層下部		0.7	3.5	0.5	0.71
有楽町層下部（砂質土）	66	0.69	1.17	0.82	0.91
有楽町層下部（粘性土）	140	1.06	3.1	0.36	0.6
七号地層		1.01	3.2	0.5	0.71
七号地層（砂質土）	13	1	3.63	0.4	0.63
七号地層（粘性土）	6	1.26	1.98	0.57	0.75
埋没段丘礫層	5	-0.37	54.79	0.008	0.09
東京層		0.51	11.74	0.41	0.64
東京層（砂質土）	44	0.49	10.42	0.5	0.71
東京層（粘性土）	55	0.7	10.74	0.35	0.59
東京層（礫質土）	8	0.05	52.9	0.025	0.16
江戸川層	6	-0.62	52.6	0.31	0.56
上総層	29	4.1	-125.6	0.27	0.52
沖積層	6	1.91	-0.06	0.9	0.95
ローム層	54	1	3.43	0.09	0.3
武蔵野礫層	30	-0.63	48.46	0.02	0.14
東京層		1.13	7.76	0.46	0.68
東京層（砂質土）	11	0.39	14.36	0.16	0.4
東京層（粘性土）	18	0.71	11.53	0.14	0.37
東京層（礫質土）	10	1.75	-17.9	0.28	0.53
東京層群	143	-0.099	85.4	0.004	0.06
上総層	28	8.03	-159.15	0.09	0.3

4. 考察

都内地盤で得られた、地盤変形係数と N 値との関係、回帰式は $E=1680N^{0.835}$ が得られた。このことは、現在一般に利用されている $E=700N$ を用いて変形係数を求めると、N 値の小さい領域（N 値約 50 以下）では、変形係数は低めになることが考えられる。相関係数が 0.7 以上は相関係数が高いと考え、都内地盤の回帰式を用いた N 値から変形係数を推定する方法は、有楽町層、七号地層、東京層に限られることになる。

一方、これらの回帰式が適用できない地層のうち、ローム層、武蔵野礫層、東京層群、上総層については、データ数が比較的多いことから、変形係数の分布幅（上・下限値）が参考になる。

5. まとめ

広く用いられている変形係数と N 値の関係式と都内データからの関係式の比較を行った。広く用いられている式に比べ、都内データ式では、N 値の小さい所では変形係数が過少評価されるという結果が得られた。

都内版回帰式を提唱するためにさらに多くの、データを用いて、検討を進めることが必要であろう。

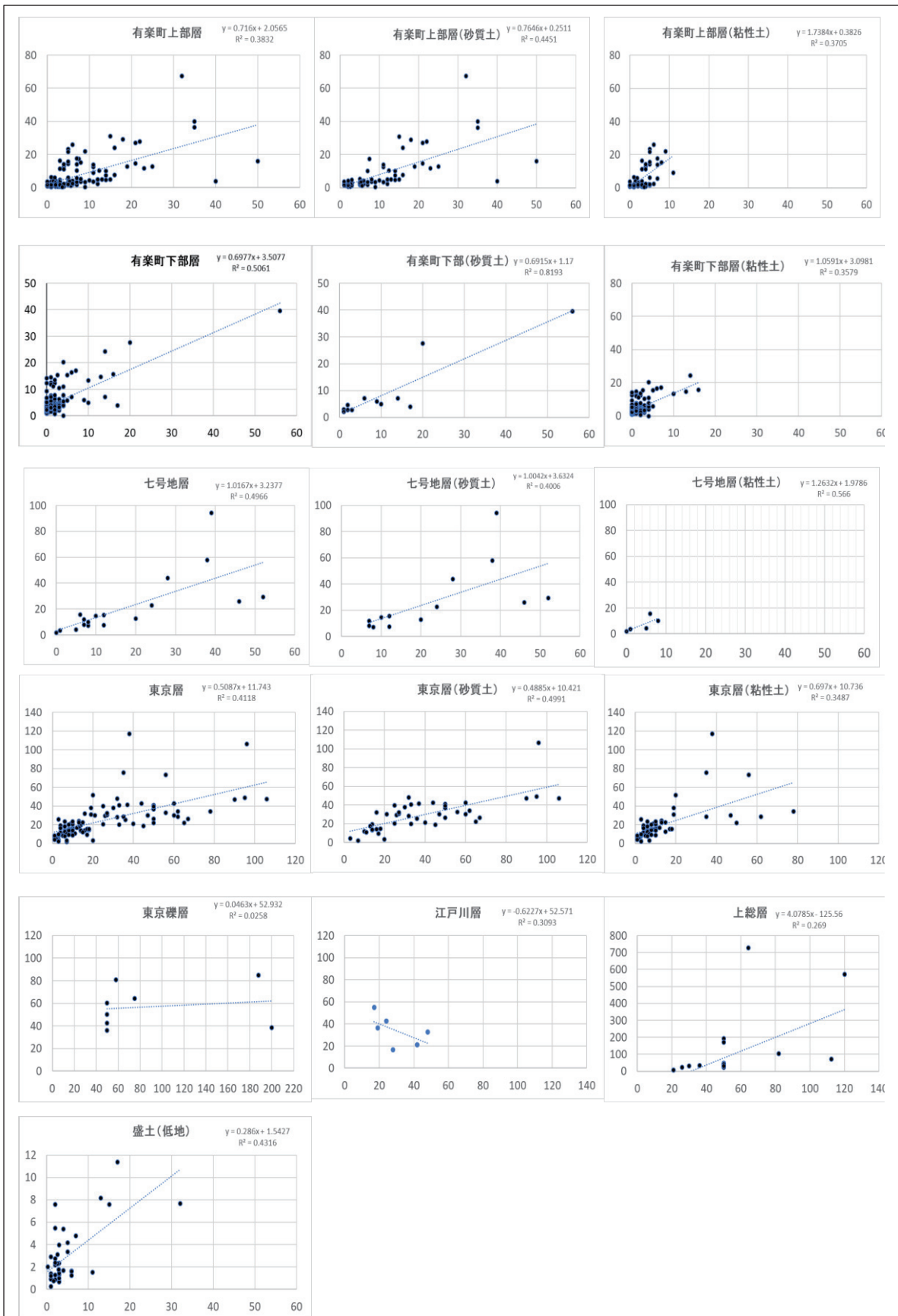
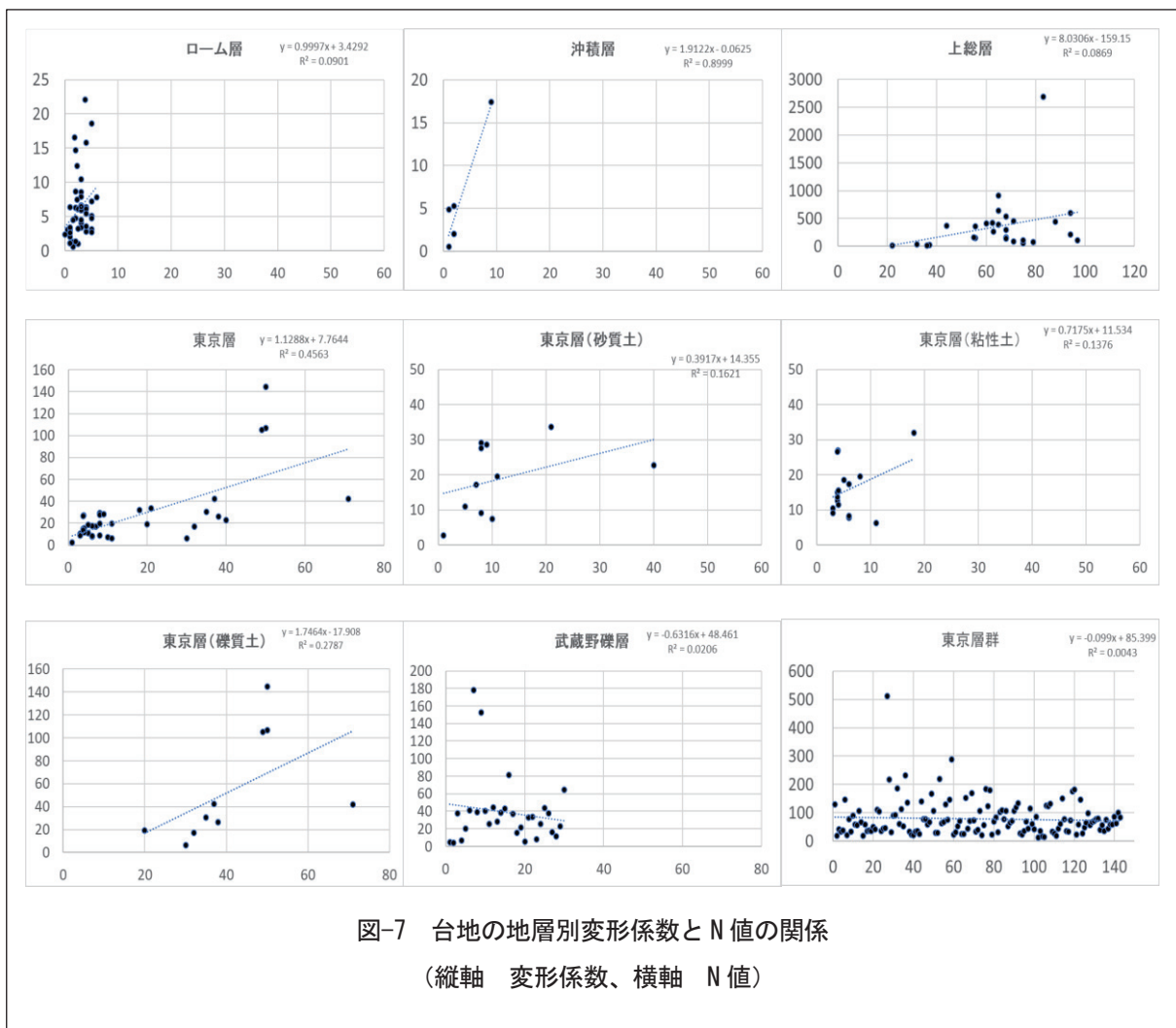


図-6 低地の地層別変形係数とN値の関係
(縦軸 変形係数、横軸 N値)



参 考 文 献

- 1) 地盤工学会(2005) : 地盤調査 基本と手引き、141
- 2) 土谷尚・豊岡義則(1980) : SPTのN値とプレシオメータの測定値(Pf、Ep)の関係について、サウンジングシンポジウム、土質工学会 pp01~108
- 3) 吉中竜之進(1968) : 横方向の番反力係数土木区技術資料 Vol.10、No.1 pp32~37