

静的および急速平板載荷試験による固結砂質地盤の地盤特性評価 (その1: 静的平板載荷試験による支持力評価)

平板載荷試験 急速載荷 静的載荷  
砂質地盤 荷重-沈下関係

正会員 ○木下 孝介\*  
同 根本 恒\*\*  
同 崎浜 博史\*\*  
同 松澤 一行\*\*\*  
同 松本 樹典\*\*\*\*

1. はじめに

著者らは、建築基礎の性能規定設計を念頭に置き、地盤の工学的特性のばらつきを把握する試みとして、これまでに千葉県印西市における粘土質地盤を対象に静的および急速平板載荷試験を実施している<sup>1)</sup>。これに引き続き、新たに東京都世田谷区における固結砂質地盤を対象に同様の試験を実施した。ここでは敷地内に北側および南側の2箇所に試験サイトを設けており、北側サイトでの試験結果については既に報告している<sup>2)</sup>。本報告では南側サイトでの試験結果を主に述べるが、同一敷地内ながら幾分性状の異なる両サイトの比較も行う。

本報(その1)では静的平板載荷試験と室内土質試験の結果について述べ、同名(その2)<sup>3)</sup>では急速平板載荷試験の結果について述べる。

2. 試験地盤と試験の諸元

東京都世田谷区内に位置する試験地は、武蔵野台地から目黒川沿いに形成された河谷低地へと移行する斜面地にあたる。図1に試験地盤の土層と標準貫入試験によるN値の深度分布を示す。敷地内では地表面が南側に傾斜しているため、図中に明記した両サイトの試験面の標高差は0.2mである。本報で対象としている砂層のN値は深度方向に顕著な変動が見られ、試験面付近のそれは北側で大きく、20程度を有しているのに対し、南側では12程度である。同地盤はシルト分が介在し、固結状を呈する。

南側および北側サイトで実施した静的平板載荷試験の諸元を表1に、南側で実施した静的および急速平板載荷試験の測定地点を図2に示す。静的な平板載荷試験としては連続載荷方式と荷重保持方式の2種類を採用した。連続載荷方式は荷重保持をせずに30秒あたり5kN(71kPa)の一定速度で荷重を連続的に増加させたもので、荷重保持方式(多サイクル)は従来の基準に準拠したものである。これらの平板載荷試験時には、試験面付近に地下水位が確認されている。また、両サイトで代表的に1箇所ずつブロックサンプルを採取し、各種室内土質試験に供した。

3. 試験結果

表2に室内土質試験の結果を示す。湿潤密度、自然含水比および粒度特性等の物理試験の結果からは、工学的には連続した同一地盤であるとみなせる。しかし、UU条件の三軸圧縮試験結果を比較すると、粘着力 $c_u$ 、内部摩擦角 $\phi_u$

表1 試験の諸元

(a) South Site				
試験名	平板径 D (m)	試験実施日	試験方式	備考
S_SS1	0.3	2006/1/30	連続載荷	1 point
S_SS2	0.3	2006/1/30	荷重保持	1 point
土質試験	—	2006/1/31~2/24	表2参照	Block sampling
(b) North Site				
試験名	平板径 D (m)	試験実施日	試験方式	備考
N_SS1	0.3	2006/1/18	連続載荷	1 point
N_SS2	0.3	2006/1/18	荷重保持	1 point
土質試験	—	2006/1/23~27	表2参照	Block sampling

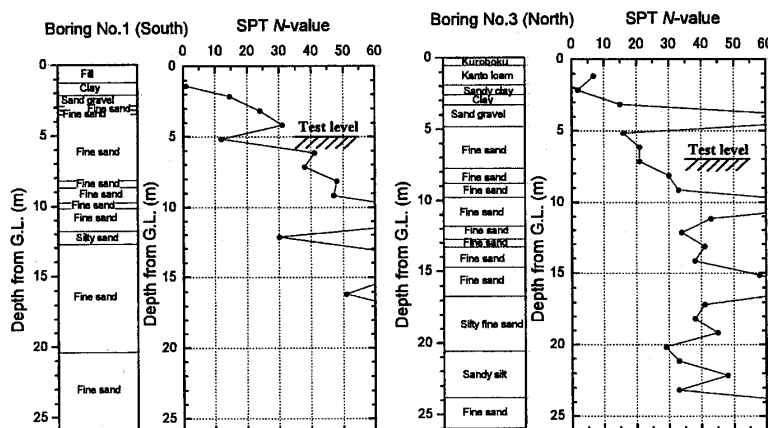


図1 試験地盤の土質柱状図とN値の深度分布

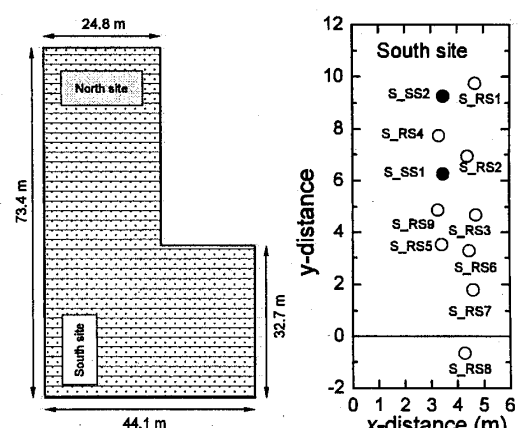


図2 試験サイトと調査位置

Estimation of ground properties on a sand ground by the static and rapid plate load tests (Part I : Estimation of bearing capacity of ground by the static plate load tests)

KINOSHITA Kosuke, NEMOTO Hisashi, SAKIHAMA Hirofumi, MATSUZAWA Kazuyuki, and MATSUMOTO Tatsunori

ともに差異が認められる。試料間の強度特性のばらつきを抑えるために、UU 試験に対しては 5 試料の平均値を採用したが、本地盤のようにシルト分が介在する試料に対しては、示量的な特性を示すことが知られている。そのため、南側での  $c_u$ 、および  $\phi_u$  は地盤の代表値としては過大な結果である可能性が高い。

三軸圧縮試験で得られた粘着力と内部摩擦角を用い、Terzaghi の支持力公式に基づき地盤の極限支持力  $p_u$  を算出した(表 3 参照)。北側の CD 試験結果を用いた  $p_u$  (CD) は UU の約 1.8 倍、CU 試験のそれは UU の約 1.4 倍となった。

表 2 室内土質試験結果

		South Site	North Site
general	wet density, $\rho_t$ ( $\text{kg/m}^3$ )	1901	1820
	dry density, $\rho_d$ ( $\text{kg/m}^3$ )	1425	1335
	Soil particle density, $\rho_s$ ( $\text{kg/m}^3$ )	2710	2695
	natural moisture content, $w_n$ (%)	33.4	36.4
	natural void ratio, $e_n$	0.902	1.019
	saturation, $S_r$ (%)	100.5	96.2
grain	gravel fraction (%)	0.0	0.0
	sand fraction (%)	84.1	81.8
	silt fraction (%)	11.4	11.3
	clay fraction (%)	4.5	6.9
	maximum grain size (mm)	2.00	0.425
classification	Earth materials	細粒分質砂 (SF)	細粒分質砂 (SF)
UU-test	cohesion, $c_u$ (kPa)	217.0	79.0
	Internal friction angle, $\phi_u$ (deg.)	20.4	26.6
CU-test	cohesion, $c'$ (kPa)	—	174.0
	Internal friction angle, $\phi'$ (deg.)	—	19.4
CD-test	cohesion, $c_d$ (kPa)	—	84.8
	Internal friction angle, $\phi_d$ (deg.)	—	33.0

表 3 室内土質試験結果から求めた地盤の極限支持力

試験サイト	South Site		North Site	
	UU	UU	CD	CU
排水条件	UU	UU	CD	CU
粘着力 (kPa)	$c_u$ 217.0	$c_u$ 79.0	$c_d$ 84.8	$c'$ 174.0
内部摩擦角 (deg.)	$\phi_u$ 20.4	$\phi_u$ 26.6	$\phi_d$ 33.0	$\phi'$ 19.4
$p_u$ (kPa)	$D=0.3\text{m}$	3966	2213	3960
	$D=0.6\text{m}$	—	2219	3977

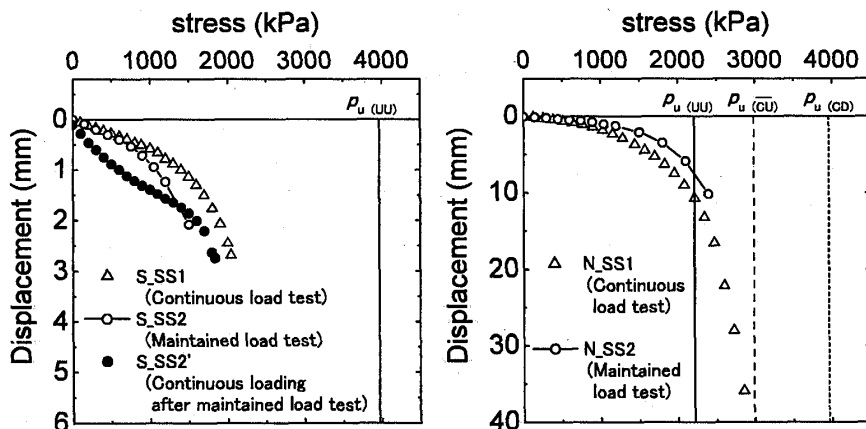


図 3 静的平板載荷試験による荷重—沈下関係

静的平板載荷試験で得られた荷重—沈下関係を図 3 に示す。南側の試験では反力装置の容量制限から最大沈下量は 2~3 mm 程度にとどまり、荷重—沈下関係からも地盤の降伏には至っていないと判断される。荷重保持をしない連続載荷方式とした S\_SS1 は、荷重保持方式の S\_SS2 より荷重が大きくなる傾向を示したが、北側サイトでは逆に荷重保持方式の方がやや大きな値を示した。通常、載荷速度が速い場合に飛び出し効果によって荷重が大きくなる傾向が見られるが、この試験地盤ではむしろ狭い範囲内の地盤強度の違いがより顕著に試験結果に影響したものと考えられる。図中には前述の支持力公式で求めた地盤の極限支持力を示しているが、北側の  $p_u$ (UU) は平板載荷試験結果に比べると非常に小さいといえる。

南側サイトでは通常の荷重保持方式の載荷を実施して除荷したあと、続けて連続載荷を実施した(図 3 の黒丸)。既報<sup>2)</sup>で示した急速載荷試験の場合と同様に、除荷後の再載荷では S 字形の曲線を描く傾向が確認された。

#### 4. おわりに

南側および北側の両サイトにおいて連続載荷方式と段階載荷方式の静的平板載荷試験を実施したが、載荷方式の違いによる影響よりも、敷地の狭い範囲内の地盤強度のばらつきが試験結果に大きな影響を及ぼしたものと考えられる。

N 値のみを見た場合、南側の試験面での支持力がやや低いことも予想されたが、平板載荷試験によって北側と同等の支持力を有することが確認された。

#### 参考文献

- 1) 崎浜, 根本, 木下, 松澤, 松本 (2005): 平板載荷試験結果に及ぼす平板寸法, 載荷時間の影響 (その 1), (その 2), 日本建築学会大会学術講演梗概集 B-1, pp.557-560.
- 2) 崎浜, 根本, 木下, 松澤, 松本 (2006): 固結砂質地盤における静的および急速平板載荷試験 (その 1), (その 2), 第 41 回地盤工学研究発表会 (投稿中).
- 3) 崎浜, 根本, 木下, 松澤, 松本 (2006): 静的および急速平板載荷試験による固結砂質地盤の地盤特性評価 (その 2: 急速平板載荷試験によるばらつきの評価), 日本建築学会大会学術講演梗概集 (投稿中).

\* ㈱地盤調査事務所  
 \*\* 安藤建設㈱  
 \*\*\* ㈱ウェッジ 工修  
 \*\*\*\* 金沢大学 教授・工博

\* Subsurface Investigation Office Co., Ltd.  
 \*\* ANDO Corporation  
 \*\*\* Wedge Corporation, M. Eng.  
 \*\*\*\* Kanazawa University, Professor, Dr. Eng.