

### III-A 242 構造物の変位量を考慮した地盤反力係数に関する一考察

J R 東日本 正会員 小西 康人 正会員 増田 達  
正会員 清水 満 正会員 高崎 秀明

#### 1. まえがき

設計に用いる地盤反力係数は、ひずみ依存性、載荷幅依存性および載荷時間依存性があるといわれている。しかし一般的な設計において、地盤反力係数には載荷幅依存性は考慮されているものの、ひずみ依存性は十分に考慮されているとはいえない。

今回、地中連続壁の相反載荷試験より得られた壁の周面摩擦力度と変位量の関係をもとに地盤反力係数と壁の変位量との関係について整理し、これらから変位量が地盤反力係数に及ぼす影響を考察してみた。

#### 2. 試験概要<sup>1)2)3)</sup>

相反載荷試験は、地中連続壁にジャッキを上下2段装着して行ったものであり、繰返し荷重を与えて交替載荷による支持力特性も確認している。試験地の土質条件と試験壁体を表1と図1に示す。試験は、1エレメントに対して行ったものであり、いわゆる壁杭に相当するものである。

表1 土層の土質特性

土質名	N値	$\rho_t$ (tf/m <sup>3</sup> )	$c'$ (tf/m <sup>2</sup> )	$\phi'$ (deg)	
上部	シルト (Toc1)	16	—	—	
東京層	粘土 (Toc2)	7	1.56	10.1 ( $c_u$ )	12.2 ( $\phi_u$ )
	中砂 (Tos)	17	1.85	6.5	38.3
	東京礫層 (Tog)	>50	—	—	—
江戸川層群	細砂 (Eds1)	42	1.71	4.5	32.5
	砂礫 (Eds)	>50	—	—	—
	細砂 (Eds2)	>50	1.98	0.00	39.8
		>50	2.02	1.40	42.2
		1.99	3.10	42.2	

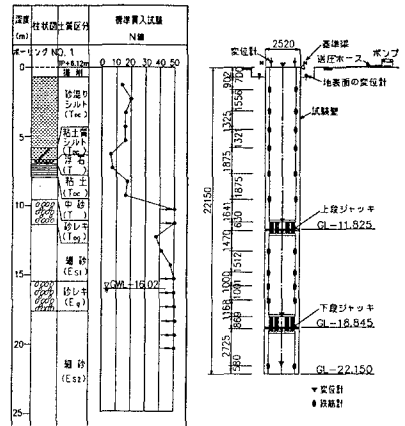


図1 土質柱状図と試験壁体

図2は、砂礫層(Edg)、砂層(Eds1)、粘性土層(Toc2)について周面摩擦力度と壁の変位量の関係を示したものである。これによれば、砂層および粘性土層は壁が約2mm変位した段階で最大摩擦抵抗に達しているが、砂礫層は10mm程度の大きな変位を生じて摩擦抵抗は最大値に達していない。

せん断地盤反力係数  $k_{sv}$  はこれらのデータより以下のように処女載荷時の割線勾配をとって考えることとした。

$$k_{sv} = \Delta f_i / \Delta \delta$$

ここで、 $\Delta f$  : 周面摩擦応力度 (kgf/cm<sup>2</sup>)

$\Delta \delta$  : 変位量 (cm)

#### 3. 地盤反力係数と変位量の関係

地盤反力係数と変位量の関係を場所打ち杭および連壁井筒基礎の算定式と比較検討してみる

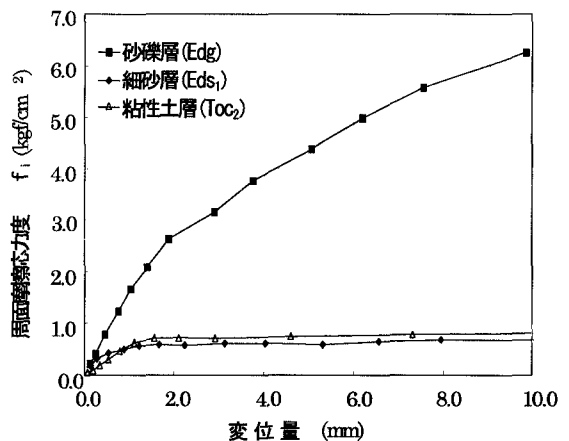


図2 周面摩擦力度と変位量の関係

ことにした。

J R の設計基準によれば、場所打ち杭および連壁井筒基礎の前後壁外側の鉛直方向せん断地盤反力係  $k_{sv}$  は、それぞれ次式によって与えられている。<sup>4)5)</sup>

$$k_{sv} = 0.03\alpha E_0 D^{-3/4} \quad (\text{場所打ち杭}) \quad (1)$$

$$k_{sv} = 0.15\alpha E_0 B_h^{-3/4} \quad (\text{連壁井筒基礎}) \quad (2)$$

以下の検討では、式(1)を基準の値にして実測値と比較する。式(1)は杭頭荷重が許容支持力に相当する 10mm の変位量を基準として定められたものであり、クリープ等の長期載荷の影響を考慮して 1/1.5 に低減したものである。

載荷試験より得られた実測の  $k_{sv} \sim \delta$  の関係を  $\delta = 10\text{mm}$  のときの  $k_{sv}$  で基準化した関係を図 3 に示す。同図で  $k_{sv0}$  は  $\delta = 10\text{mm}$  の地盤反力係数である。これによれば、壁の変位量が大きくなるにしたがって地盤反力係数が大きく低下することがわかり、その傾向は砂質土層、粘性土層において顕著であるが、砂礫層ではそれほど著しくない。これは、Edg 層が最大礫径 200mm 程度の玉石を含む層であるため、摩擦抵抗というよりもむしろ支圧抵抗による影響が大きいと考えられる。

したがって、変位量を考慮して地盤反力係数を決定するような場合、つまり沈下量が厳しく制限される重要な構造物の変位量を検討する場合などにおいては、特に砂質土層、粘性土層の地盤反力係数は現行よりも大きな値を与える必要があることを示唆している。図 3 で得られた  $k_{sv} / k_{sv0} \sim \delta$  の相関は、次式のようになる。

$$\begin{aligned} \text{砂礫土} & \quad k_{sv} = 2.639e^{-0.1104\delta} k_{sv0} \\ \text{砂質土} & \quad k_{sv} = 6.547\delta^{-0.7497} k_{sv0} \\ \text{粘性土} & \quad k_{sv} = 3.9118\delta^{-0.5728} k_{sv0} \end{aligned}$$

ここで、 $k_{sv}$  : 載荷試験で得られた地盤反力係数(kgf/cm<sup>3</sup>)

$k_{sv0}$  : 式(1)による基準の地盤反力係数(kgf/cm<sup>3</sup>)

$\delta$  : 変位量(mm)

今回の試験では、基礎構造物周辺の地盤ひずみを計測できなかったため、ひずみ依存性そのものを明らかにできなかったが、構造物の地盤反力係数は構造物の変位量とそれに伴う周辺地盤のひずみ量の相異で大きく異なることは明らかである。

#### 4. あとがき

本論文では、載荷試験結果から壁体の変位量に着目して地盤反力係数を整理した。その結果、地盤反力係数は壁体の変位量に大きく依存すること、つまり間接的には周辺地盤のひずみに依存することの重要性について考察した。今後、重要度の高い構造物を設計する場合、より精密に変位量を推定ことが重要であると考えられるが、そのためにも変位量を考慮した効果的な地盤反力係数の評価が大切であると思われる。

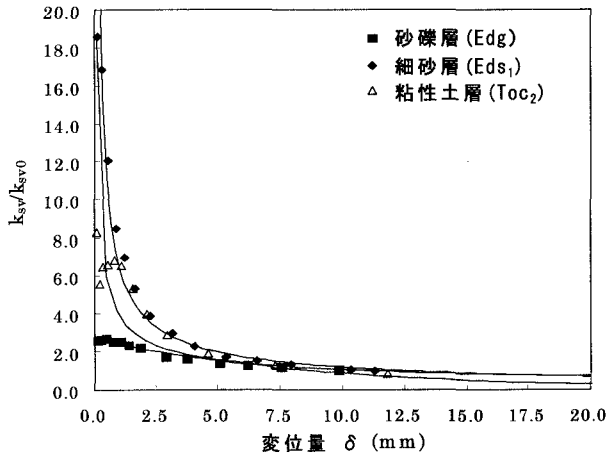


図 3  $k_{sv} / k_{sv0} \sim \delta$  の関係

1) 中村ら：「相反載荷試験による地中連続壁の支持力評価(その 1: 試験壁と試験方法)」, 第 31 回地盤工学研究発表会, 1996  
 2) 高崎ら：「相反載荷試験による地中連続壁の支持力評価(その 2: 先端支持力特性)」, 第 31 回地盤工学研究発表会, 1996  
 3) 小西ら：「相反載荷試験による地中連続壁の支持力評価(その 3: 周面支持力特性)」, 第 31 回地盤工学研究発表会, 1996  
 4) 海野, 棚村：「基礎の変形を考慮した連壁剛体基礎の計算法」, 構造物設計資料, No84, 1985.12  
 5) 青木, 真田：「杭の設計に用いる地盤反力係数」, 構造物設計資料, No.83, 1985.9