

(III-98) 締固め改良地盤における変形係数の評価について

不動建設㈱ 正会員 野津 光夫

不動建設㈱ 正会員 塚本 琢治

○不動建設㈱ 正会員 石田 英毅

1. はじめに

軟弱砂質地盤の液状化対策として締固め砂杭工法で地盤改良を行った場合、打設したパイル間（杭間）での地盤特性の把握が重要となる。今回、静的な締固め砂杭工法を適用した工事事例において、孔内水平載荷試験（SBP）を実施して、改良後の変形係数を算出している。変形係数は、杭設計時の横方向地盤反力係数の算出や地盤の変形特性を把握するのに用いられる。そこで、このデータを基に締固め改良地盤のN値と変形係数の関連について考察する。

2. 試験工事概要

(1) 静的締固め砂杭工法の概要

通常のサンドコンパクションパイル工法（SCP工法）は、パイプロの起振力を用いてケーシングを地盤中に貫入し、引抜き・打戻しを繰り返して砂杭を造成する工法である。一方、静的締固め砂杭工法¹⁾は、強制昇降装置を用いて静的に砂杭を造成する点で振動・騒音などの環境に配慮した工法である。

(2) 土質状況

当地区は、深度14m付近まで軟弱地盤が堆積しており、上部3m程度は、比較的細粒分を含んでいる。それ以深の3m～14mは、細粒分含有率10～20%程度の細砂が堆積している。

図-1に地盤柱状図を示す。

(3) 試験杭

静的締固め砂杭工法の試験杭は、置換率 $a_s=20\%$ （Aブロック）、10%（Bブロック）の2種類の場合について、それぞれ9本ずつ深度14m付近まで施工している。

また、孔内水平載荷試験は、各ブロックの杭間の1箇所所で深度-4.5mと-10.5mの2深度で実施している。

3. 孔内水平載荷試験からの変形係数の算出方法

今回は、孔壁の乱れの少ないセルフボーリングタイプの孔内水平載荷試験（SBP）を使用しており、このSBPにより得られるデータは、孔壁にかかる圧力に対する孔壁の円周方向のひずみ（空洞ひずみ）である。プレッシャメータ周辺のすべての土が同一のせん断剛性をもって弾性的に応答するならば、除荷～再載荷せん断剛性率は下式のように表わせる。

$$G=1/2(\rho/\rho_0)(dP/d\varepsilon_c) \quad \text{式(1)}$$

また、この剛性率から変形係数を算出する場合、ポアソン比 ν を用いて式(2)で表わせる。

$$E=2G(1+\nu) \quad \text{式(2)}$$

キーワード 締固め 孔内水平載荷試験 変形係数 N値

東京都台東区台東 1-2-1 TEL:03-3837-6034 FAX:03-3837-6158

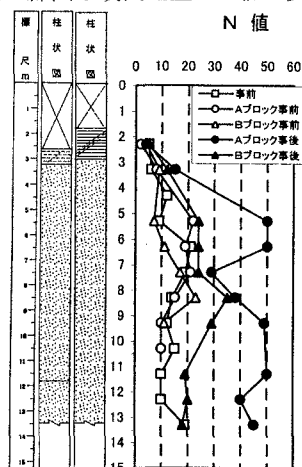


図-1 地盤柱状図

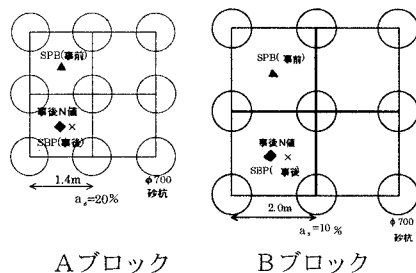


図-2 砂杭打設位置と孔内水平載荷試験実施位置

G:せん断剛性率, ρ_0 :孔壁の半径, ρ :変形後の孔壁の半径
P:増加荷重, ε_c :空洞ひずみ
※ ρ/ρ_0 は小さな空洞膨脹のもとで実施された除荷～再載荷サイクルに対しては、1に非常に近い値となる。

4. 孔内水平載荷試験結果

(1) 剛性率の算出

事前（原地盤）と静的締固め砂杭工法により改良した地盤（置換率 $a_s=10\%$ 、 20% ）における剛性率を前述した孔壁にかかる圧力と円周方向の空洞ひずみから算出した。また、この剛性率を用いて式（2）により、杭間の変形係数を算出した。なお、ポアソン比は当地区の地盤が砂地盤であることから、ポアソン比 $=0.3$ と仮定した。（表－1 参照）

表－1 剛性率と変形係数の算出結果

調査位置	改良の有無	深 度	孔内水平載荷試験		標準貫入試験 N値	k (kN/m ²) (E=kN)
			剛性率G (kN/m ²)	変形係数E (kN/m ²)		
Aブロック	無処理 (事前)	-4.5	6076	15798	18	878
		-10.5	13916	36182	10	3618
	$a_s=20\%$ (事後)	-4.5	16268	42297	30	1410
		-10.5	17248	44845	50	897
Bブロック	無処理 (事前)	-4.5	8624	22422	8	2803
		-10.5	15582	40513	12	3376
	$a_s=10\%$ (事後)	-4.5	8820	22932	20	1147
		-10.5	18228	47393	24	1975

(2) N値と変形係数の関係

表－1の結果からN値と変形係数の関係についてプロットした結果は、図－3、4に示す通りであり、以下のことが確認された。

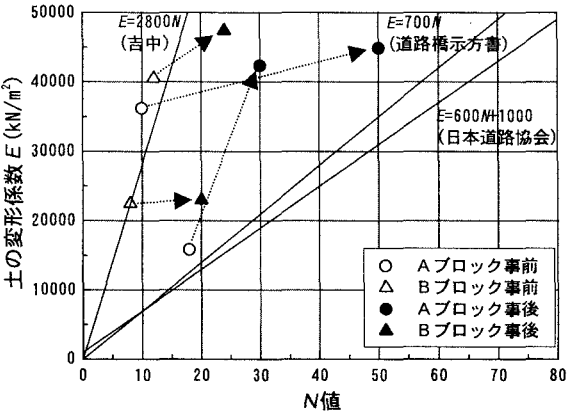
- ①改良後の変形係数は、無処理の場合に比較して概ね上昇している。
- ②各深度における置換率と変形係数は、置換率が大きくなるにつれ、増加する傾向が見られる。

5. まとめと課題

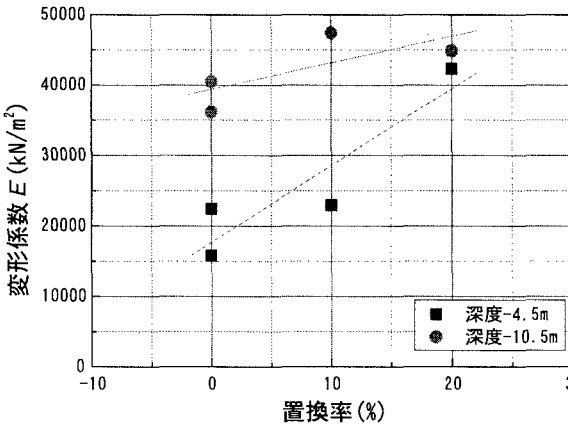
本報においては、無処理地盤と改良地盤におけるN値と変形係数の関係について示し、定性的な傾向を把握することができた。通常、杭の設計などでは、事前（原地盤）データの変形係数を用いて設計するが、今回の試験結果から改良後の変形係数は、事前の変形係数より大きいことから、締固め改良地盤の改良効果を考慮した設計も可能と考えられる。今後、締固め改良地盤における変形係数のデータを蓄積し、細粒分含有率なども考慮した定量的なN値と変形係数の関係を求める必要がある。

参考文献

- 1)山本実, 野津光夫, 山田隆, 小飼喜弘:静的締固め砂杭工法の改良効果－佐原試験工事－, 第32回地盤工学研究発表会 1997, 7
- 2)山本実, 酒井成之, 原田健二, 野津光夫, 辻村崇:静的締固め砂杭工法施工時の各種計測による締固め影響範囲の考察, 第25回土木学会関東支部技術研究発表会, 1998



図－3 地盤の変形係数とN値の関係



図－4 置換率と変形係数