

III-745

振動棒工法およびSCP工法の締固め機構の比較

前田建設工業（株） 正会員 ○ 飯島 健
同 上 正会員 嶋田 三朗
同 上 正会員 石黒 健

1. はじめに

著者らは、過剰間隙水圧の除去を併用した改良型の振動棒締固め工法「吸水型振動棒締固め工法」を提案し、試作機を用いた現場実験によって効果の検証を試みてきた。前報^{1) 2)}では、改良型を含む振動棒工法とSCP工法の比較を改良地盤の物性面から考察した。今回は、地中及び地表面変位、投入砂の充填状況といった施工時の状況と杭芯でのNd値に着目して、改良型を含む振動棒工法とSCP工法の締固め機構の違いについて考察したのでその結果について報告する。

2. 実験方法

細砂を主体とする典型的な液状化地盤数カ所において、1.5mピッチの正方形配置で従来型及び吸水型の振動棒工法とSCP工法による締固めを行い、その際挿入式傾斜計による地中変位測定及び変位杭測量による地表面変位測定を実施した。また締固め終了後、正方形配置の中央（杭間）及び締固め実施位置（杭芯）でラムサウンディングによるNd値を測定した。現場実験の詳細については前報¹⁾を参照されたい。

3. 実験結果及び考察

（1）地中及び地表面変位；図-1は振動締固め施工位置から2m離れにおける地中変位測定結果である。SCP工法が地盤に数十mmの押出しを与えているのに対して吸水型振動棒工法は変位が極めて小さく、浅部では引込みの傾向を示している。またSCP工法では地中の押出し変位状況を反映してK₀値が増加していることも確認されている²⁾。図中には他の砂地盤で計測されたデータも掲載した。

図-2(a)(b)は、地表面変位の測定結果をとりまとめたものである。地表面においても一般的に振動棒工法が「引込み・沈下」、SCP工法が「押出し・隆起」の変位を生じており地中変位の傾向と一致している。また変位の傾向は対象地盤の特性によっても異なり、粘性土系の地盤ではSCP工法がかなりの押出し変位を生じているのに対し振動棒工法では

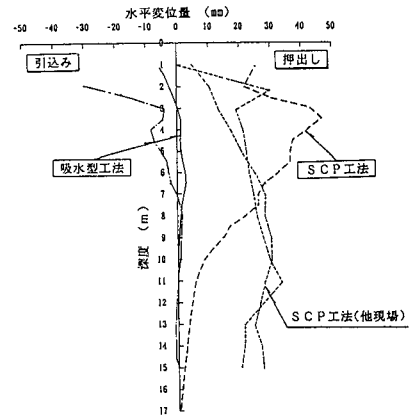
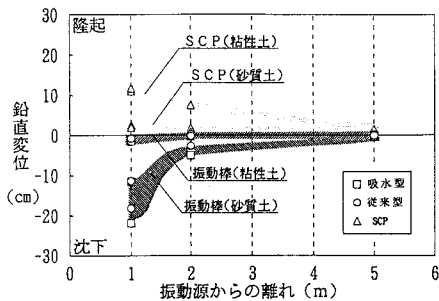
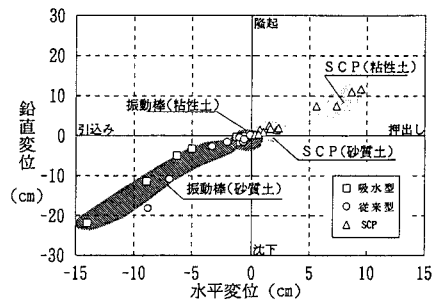


図-1 地中変位の深度方向分布



(a) 鉛直変位の距離減衰



(b) 地表面変位の挙動

図-2 地表面変位測定結果

ほとんど変位を生じない結果となった。砂質土系の地盤では振動棒工法の引込み変位がかなり大となる点も特徴的である。

（２）投入砂の充填状況；上述した実験結果より、SCP工法は砂杭の強制的な圧入と拘束効果により地盤を締固める工法、吸水型を含む振動棒工法は原地盤の揺すり込みを主体とする工法と、その締固め機構の違いを説明できそうである。この点を確認するために別のヤードにおいて吸水型振動棒工法による施工を行い、その際投入砂として現地砂と明らかに色彩の異なる砂を投入して、施工後杭芯のオールコアボーリングを実施することで投入砂の充填状況を観察した。振動締固めは10m実施し、投入した砂の量は 1 m^3 程度であった。図-3はその観察結果であるが、液状化対策の対象となる砂層4.5mのうち投入砂の充填が明らかに認められたのは現地盤から0.7mまでであり、それ以深1.1mまでは現地砂に投入砂が混入した状態であった。これより振動棒工法では地盤内にSCP工法のような砂杭は造成されず、原地盤自体が揺すり込みにより締固められていることが確認された。また地表面では原地盤からの砂の供給が不足して地表面沈下が生じるため、それを補うために投入砂が必要となるが、投入砂には必ずしも良質な砂を用いる必要はなく、現地発生砂で充分であろうことも推察できる。

（３）杭芯及び杭間でのNd値；図-4は吸水型を含む振動棒工法とSCP工法の杭芯及び杭間のNd値の関係を示したものである。地中及び地表面変位、投入砂の充填状況といった施工時の状況から推定される両工法の締固め機構の差異が、締固めの改良効果に関しても同様に反映されている。つまり、振動棒工法においては杭芯と杭間でNd値にそれほど差がないか杭間の方が大きめであるのに対し、SCP工法では杭芯のNd値が杭間より大きくなっている。佐藤ら³⁾は振動棒工法とSCP工法の杭芯Nd値を調べた報告のなかで、SCP工法では「杭芯>杭間」、振動棒工法では「杭芯=杭間」の関係があることを述べており、吸水型振動棒工法も従来型振動棒工法と同様の傾向を示すことが今回の結果よりうかがえる。

4. おわりに

吸水型を含む振動棒工法とSCP工法の締固め機構の違いについて検討した本稿で得られた結果を以下にまとめる。

- （１）SCP工法は砂杭の強制的な圧入と拘束効果により地盤を締固める工法である。そのため施工時の押出し方向の地盤変位が大きく、杭芯での締固め効果が大きい。
- （２）吸水型を含む振動棒工法は原地盤の揺すり込みを主体とする工法である。そのため地盤変位は引込み・沈下方向が主体となり、杭芯と杭間の締固め効果は同程度となる。
- （３）振動棒工法で締固め効果の得やすい砂地盤では引込み・沈下量も大きくなる。そのため投入砂による砂の補給が必要となるが、投入砂は地表面付近にのみ充填される。

深 度 (GL)	土 性	観察結果
-0.7m		投入砂が充填されている(茶色)
GL-1m		現地砂(褐灰色)に少量の投入砂を混入
-1.1m		暗灰色のシルト質細砂(シルト分多い)投入砂は見られない
-1.7m		暗褐色の現地砂
-2m		
-3m		同じ砂
3.4m		暗灰色の細砂～中砂(現地砂) この部分シンクワール引込み時に滑落(fineな砂ほど滑りやすい)
-4m		シルト質細砂(現地砂)
-4.5m		GL-1.1～1.7mよりはシルト分少ない
4.5m		シルト軟弱である
-5m		

図-3 投入砂の充填状況

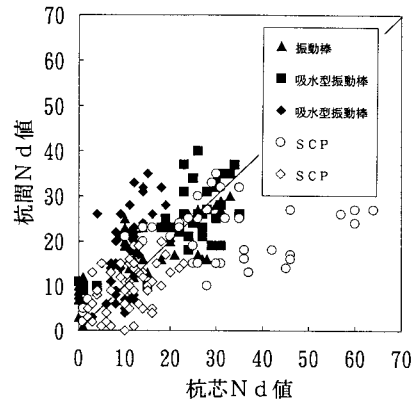


図-4 杭芯と杭間のNd値の関係

（参考文献）

- 1) 清水他(1993)：「吸水型振動棒締固め工法に関する現場検証実験（その１）」，第28回土質工学研究発表会，pp.1305-1306。
- 2) 石黒他(1993)：「吸水型振動棒締固め工法に関する現場検証実験（その２）」，第28回土質工学研究発表会，pp.1307-1310。
- 3) 佐藤他(1988)：「振動棒工法による砂質地盤の改良効果に関する一考察」，第43回土木学会年次学術講演会，Ⅲ-31, pp.106-107。