

III-30

礫柱群周辺の砂地盤の振動による締固め効果に関する実験

清水建設(株)技術研究所 正員 森 信夫, 正員 尾上篤生
清水建設(株)土木技術部 横山勝彦

1. はじめに 水平放射方向の排水機能を持つグラベル・ドレーンのような礫柱の周辺地盤を繰返し加振すると地盤は締固められる。¹⁾ この締固めは、加振により土に負のゲイレイタンシーが生じ、同時に排水していることから地盤が圧縮することによるものであると推察される。

本報告は、砂地盤に礫柱の径および打設間隔の異なる透水性のよい礫柱群を造成し、大口径鋼管を加振しながら礫柱間に打設することで、地盤の締固め効果に及ぼす径および打設間隔の影響を確認したものである。原地盤のN値が高いにもかかわらず、締固め効果があることを得た。

2. 地盤の概要 地盤は埋立地で、粒度組成は砂および粘性土より成る。実験を行う前に実施したN値および74 μ 以下の細粒分含有率Fcを深度に対して示したのが、図-1である。図より当該地盤はGL-6mまでは軟弱な埋土であり、GL-7m~GL-10mまでは、Fcが20%以上でN値が8から20程度のシルト質細砂である。GL-11m~GL-15mまでは、Fcが10%程度でN値が5から20程度の細砂層ある。さらに、GL-16m~GL-20mまでは、GL-19mにFcが20%以下のN値が7程度の砂層が存在するものの、N値が2程度のシルト質細砂である。

3. 実験方法 実験は、礫柱の径および打設間隔が異なることによる地盤の締固め効果を確認するために、礫柱の径を $\phi 120$ mmおよび $\phi 400$ mmの2種類とし、礫柱の配置を三角形とした。配置間隔は、径が $\phi 120$ mmの場合に、1.3mおよび1.6mの2種類、 $\phi 400$ mmの場合に1.9m、2.4mおよび3.0mの3種類とし、礫柱の長さは、地表面より2.0mである。礫として、 $\phi 120$ mmの場合は粒径0mm~20mmの碎石、 $\phi 400$ mmの場合は0mm~40mmの碎石を用いた。礫柱の造成は、SCP（サンドコンパクション・パイル）施工機を用い、ケーシング打設後、ケーシングを引き上げながら再貫入することなく礫材を投入する方法を用いた。加振は、図-2に示すように、予め造成した礫柱間にスリット付き鋼管をバイブロ・ハンマー（VM2-17000A）で貫入した後、引上げおよび貫入を繰返しながら鋼管を引き抜く方法を用いた。鋼管の打設深度は、GL-2.0mを目標としたが、バイブロ・ハンマーの負荷電流値が限界値に近くなるGL-1.4m~GL-1.5mとした。その後、標準貫入試験およびペネ試料の粒度分析を実施し締固めの効果を調査した。また、SCPを、当該工法の比較のために、 $\phi 700$ mm、長さ2.0m、および1.8mピッチで縦4本*横5本の正方形配置で打設した。

4. 実験結果および考察

4.1 N値 実験は、礫柱間の加振の効果を目的としたため、礫柱造成後、鋼管による礫柱間の加振を実施しており、以下のデータは鋼管による礫柱間の打設後のものである。図-3は、本方法およびSCPの

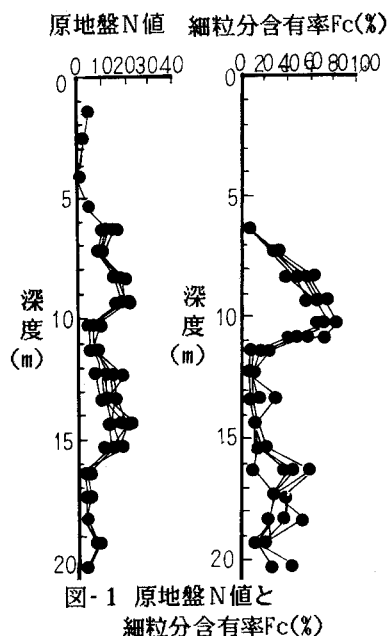


図-1 原地盤N値と細粒分含有率Fc(%)

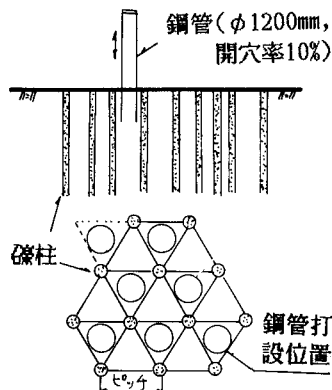


図-2 礫柱配置図

実験後のN値を原地盤のN値に対して示したものである。図より、本方法では、鋼管打設以深、および鋼管打設以浅においてFcが40%以上の場合に原地盤のN値が7程度と低い場合においても、N値の増加はないことがわかる。一方、SCPの場合も、GL-16m以深においてN値の増加は見られないものの、Fcが40%以上ある地層のN値の増加は本方法ほど低くないことがわかる。本方法の鋼管打設以深とSCPのGL-16m以浅でFcが40%以下のN値の増加を比較した場合、当該工法では平均値で5、SCPでは6であり、この範囲において本方法はSCPと同程度の効果が得られた。

4.2 動的せん断強度比および打設間隔の効果

実験地盤は、粒度分布が深度方向に変化していること、および地盤の沈下による上載圧および粒度分布の変化があることから、これらを考慮した指標を用いて地盤の締固め状態を示す必要がある。このため、道路橋示方書・同解説²⁾にもとづき、N値と平均粒径D₅₀を用いて動的せん断強度比Rを求めた。鋼管打設以浅で実験前および実験後のR値を、細粒分含有率Fcが40%以下に対して示したのが、図-4である。図より、実験前のR値の平均値は0.335と高いもの、実験後に平均値で0.041の増加となっている。つぎに礫柱径および礫柱の打設間隔が、締固めに及ぼす効果を調べるために、R値の実験前に対する実験後の増分を、有効径比nに対して示したのが、図-5である。図より、nが6~8（径φ400で打設間隔2.4mと3.0m）でR値の増分が大きいことから、このnの範囲において締固め効果があることがわかる。

5. まとめ 本研究で得られた結果を以下に示す
1) 地盤の細粒分含有率Fcが40%以下で鋼管打設が行えれば、N値は増加する。
2) 礫柱間隔は有効径比nが6~8において締固め効果が最大である。

6. おわりに 今回の実験は、原地盤のN値が高いことおよび細粒分含有率が多いことから、鋼管打設が行えなかったり、十分な締固め効果が得られなかったりした。本方法は、従来ある振動締固め工法に比較して安価であることから、

今回の結果をもとにし、本方法の適用性について今後更に検討するつもりである。

参考文献；1) 森 信夫、尾上篤生、境 吉秀、阿部 啓「礫柱周辺の砂地盤の振動による締固め効果に関する実験」昭和61年6月、第21回土質工学研究発表会pp.1869~1890 2) 日本道路協会「道路橋示方書・同解説、V耐震設計編」昭和55年5月、pp.16~20

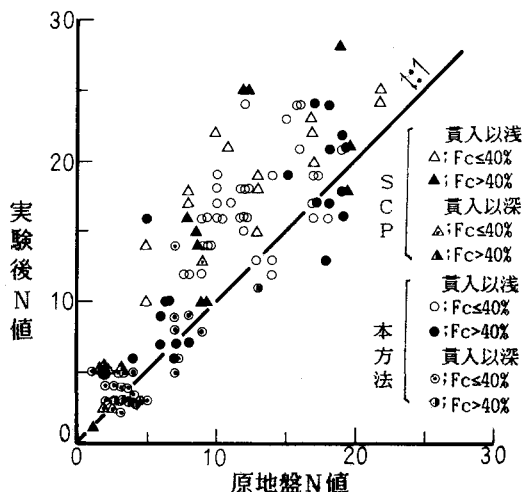


図-3 実験後N値と原地盤N値

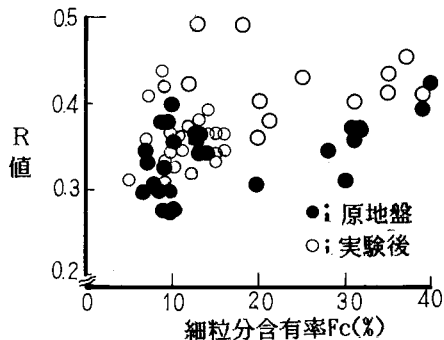


図-4 R値と細粒分含有率Fc(%)
(Fc ≤ 40%)

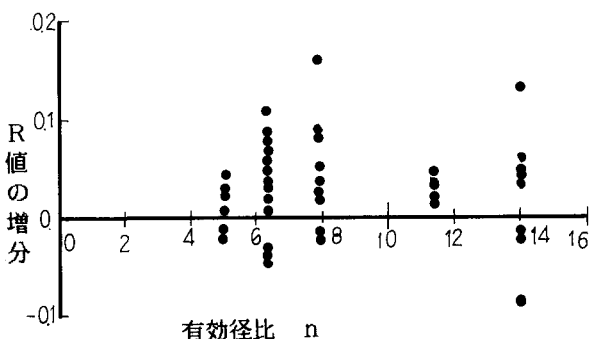


図-5 R値の増分と有効径比n