

(株) 鴻池組 正会員 板垣浩三
同 上 正会員 吉田幸司
(株) ジオトップ 正会員 須見光二
同 上 正会員 山下啓明

1. まえがき

従来、節杭の施工は節杭を打撃して碎石とともに地盤中に貫入させる方法を用いていたが、近年では環境問題からセメントミルク中に節杭を埋設する方法で行っている。今回、節杭の特長を生かす目的で支持力が十分発揮でき、かつ、液状化防止効果も期待できる施工法を開発した¹⁾。それは、二重管構造のケーシング内に節杭を取り込み、碎石を内管で突き固めることにより、低騒音・低振動で節杭周辺に碎石を充填する施工法（節杭碎石ドレーン工法）であり、今回大型土槽にモデル地盤を作製し、実大の節杭を打設して施工性を確認した。また、施工後鉛直载荷試験を行い、節杭碎石ドレーン工法により施工した節杭の支持力性能を確認した。

2. 施工方法

2-1. 地盤の作製方法

施工地盤は、大型土槽（内径約7m、深さ14.5m）の内部に水を満した状態で山砂を水中落下させ施工基面（GL）まで埋戻した後、強制的な水位低下による水締めを行い、再び注水（GL-1.5m程度）して作製した。大型土槽の断面図を図-1に、使用した山砂の粒度分布を図-2に示す。

2-2. 節杭の打設方法と打設結果

節杭は節部径440mm、軸部径300mmのものを使用し、充填材には道路用単粒度碎石7号を用いた。ケーシングは二重管構造となっており、削孔用の外管（ $\phi 660\text{mm}$ ）と碎石を突固めるための内管（ $\phi 610\text{mm}$ ）で構成されている。

節杭の打設は、節杭のまわりに充填された碎石を締固めるとともに周辺地盤の締固めも行い、杭の支持力を最大限に発揮できる方法で実施した。碎石の突固め方法は、内管のストロークを300mm、突固め回数を8回/分とし、ケーシングの引抜き速度は1m/分とした（図-3参照）。また、1m毎にケーシングの引抜きを止め、内管の突き力が40tf程度になるまでさらに碎石を突き固めた。

土槽内に杭長6m、8m、10mの節杭5本を打設した結果、所定の位置・深度に節杭を打設することができ、かつ碎石を確実に充填することができた。また、施工後に実施した杭の掘出し調査において、ドレ

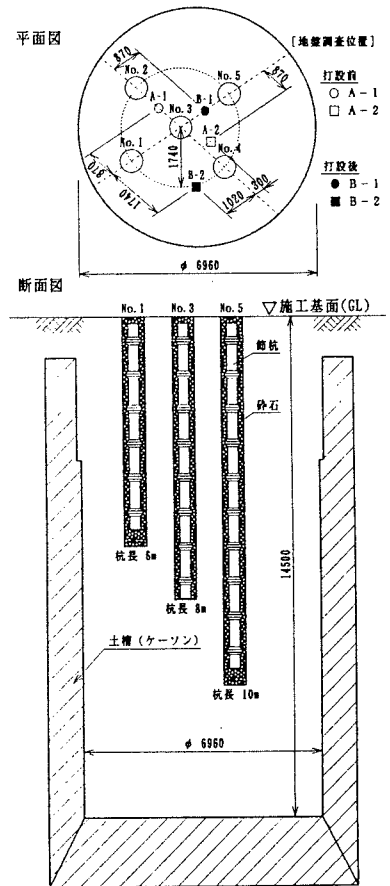


図-1 節杭碎石ドレーンの配置

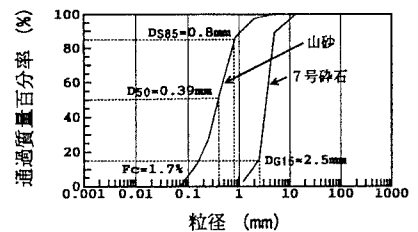


図-2 山砂および7号碎石の粒度分布

キーワード：節杭、碎石ドレーン、支持力、液状化、低騒音・低振動

連絡先：千代田区神田駿河台2-3-11 (株) 鴻池組 土木本部 技術第三部 TEL03-3296-7603 FAX03-3296-8460

ーン外径はケーシング外径のφ660mmを確保していることを確認した。

3. 地盤の性状

地盤の強度変化を把握するために、杭の打設前と打設後に標準貫入試験を行った。図-4に打設前後のN値の比較を示す（測定位置は図-1を参照）。打設後のN値は全層にわたって上昇しており、施工基面から8m付近で最も大きく、打設前N値からの増加分も最も大きかった。

4. 鉛直載荷試験

施工した各節杭の鉛直支持力を把握するため、鉛直載荷試験を行った。試験は杭打設から12日経過した後、地盤工学会の基準に準拠して行った。ただし、杭長10mの杭2本については、節杭先端部にジャッキをセットした杭を用い、先端載荷試験法²⁾により実施した。図-5に杭長6mの場合の杭頭荷重と杭頭沈下量の関係を示す。節杭の極限支持力は、沈下量が節部径（440mm）の10%となる時の杭頭荷重で示した。各杭の鉛直載荷試験で得られた極限支持力（先端支持力+周面摩擦力）を表-1に示す。

セメントミルク中に節杭を埋設する方法（従来工法）で、現在認められている節杭の極限支持力は、表-1(注)の認定式により算定され、これと今回の鉛直載荷試験で得られた極限支持力とを各杭長毎に比較した。その結果、今回節杭碎石ドレーン工法により施工した節杭の極限支持力は、従来工法の認定式から算出される極限支持力と比べて2.0～3.2倍の値を示すことがわかった。これは、節杭のまわりの碎石を内管で突き固めることによって、碎石だけでなく周辺地盤に対しても締固め効果があり、十分な支持力が発揮された結果であると考えられる。

5. あとがき

今回の試験から、節杭碎石ドレーンの施工性は良好であり、従来工法（セメントミルク充填方式）と比べて高い支持力性能を有することが確認できた。今後は、自然地盤において節杭碎石ドレーンの打設および載荷試験を行い、実現場に適用していく予定である。

参考文献

1) 吉田・小池・橋立・須見・山下(1996)：周辺に礫を充填した節杭に関する実験（その2），土木学会第51回年次学術講演会，pp. 60～61
2) 小椋・川村・山岡・國弘・宮野(1996)：杭先端載荷試験の計画上の留意点と深礎杭・モルタル合成鋼管杭への適用例，基礎工，Vol124，No. 5，pp. 98～103

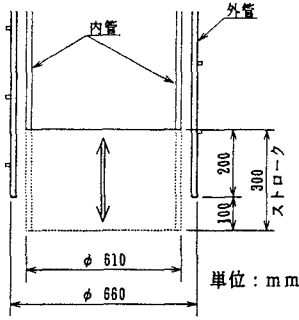


図-3 ケーシングの構造と内管の動作状況

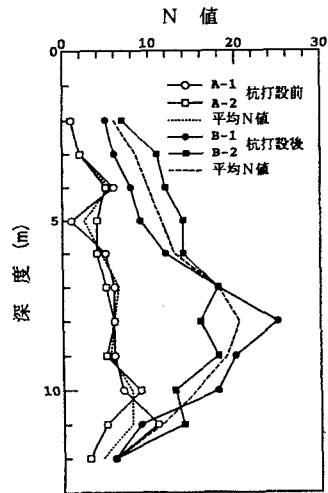


図-4 杭打設前後のN値の比較

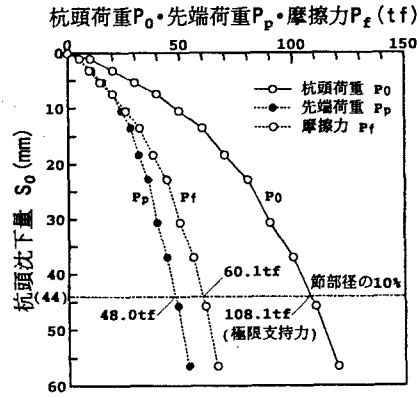


図-5 杭頭荷重と沈下量の関係(L=6mの場合)

表-1 本試験で得られた極限支持力と従来工法との比較

杭No L:杭長	先端支持力 (tf)	周面摩擦力 (tf)	極限支持力 (tf)	認定式に対する 極限支持力の比
No.1 L=6.0m	48.0	60.1	(a) 108.1	(a/f) 3.2
No.2 L=8.0m	65.8	96.7	(b) 162.5	(b/g) 3.0
No.3 L=8.0m	66.2	63.0	(c) 129.2	(c/g) 2.4
No.4 L=10.0m	54.2	90.0	(d) 144.2	(d/h) 2.0
No.5 L=10.0m	62.9	83.1	(e) 146.0	(e/h) 2.0
従来工法 L=6m	7.8	25.8	(f) 33.6	1.0
による L=8m	13.2	41.4	(g) 54.6	1.0
認定式 (注) L=10m	15.5	58.4	(h) 73.9	1.0

(注) 認定式: $R_u = 15 \cdot N_p \cdot A_p + (3.4 + 0.47 \cdot N_s) \cdot \phi \cdot L_s$
Ru: 極限支持力(tf)
Np: 杭先端部の打設前平均N値
Ap: 杭先端部(節部径)の断面積(m²)
Ns: 杭周辺部の打設前平均N値
 ϕ : 杭(節部径)の周長(m)
Ls: 周面摩擦抵抗を考慮できる杭の長さ(m)..... Ls=L-2.0(m)とした