

放射状造成体の鉛直支持力特性に関する基礎的研究

- (その2) 群杭の室内載荷試験結果について -

1. はじめに

高圧噴射工法による図-1のような十字(以下, 4枚羽)やアスタリスク* (以下, 6枚羽) 型等の放射状造成体を用いて, 支持力改善機能を有する経済的な地盤改良工法を確立するため, 筆者らは放射状造成体の鉛直支持力特性について基礎的な検討を行っている。本文は, 放射状造成体を模擬した小型の群杭模型を用いた室内載荷試験結果について報告するものである。

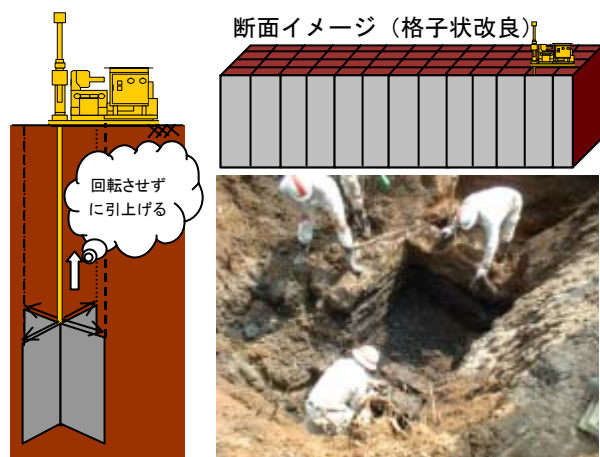


図-1 放射状改良体の造成イメージ

2. 放射状造成体の群杭模型の鉛直載荷試験

鉛直載荷試験の試験条件を表-1にまとめる。地盤は乾燥豊浦標準砂を相対密度 30%に突き固めて作製した。

表-1 載荷試験条件

相対密度	$Dr=30\%$
根入れ長	$D_f=220\text{mm}$
模型表面の静止摩擦係数	$\mu_s=2.14$
配置	
円形	4枚羽-3
4枚羽-1	6枚羽-1
4枚羽-2	6枚羽-2

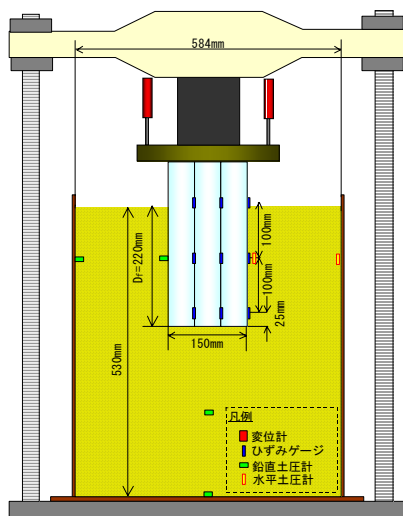


図-2 載荷試験装置概要

ハザマ 正会員 木村 誠, 三反畑 勇, ○井村 英樹

足立 有史, 浦野 和彦, Loan T.K.Dam

群杭は 3*3 の接円正方配置とし, 表面に砂を接着させたアクリル模型を根入れ長 $D_f=220\text{mm}$ とする条件で設置した。円形を基本ケースとし, 放射状断面として 4枚羽, 6枚羽の柱状模型に対して鉛直載荷試験を実施した。模型寸法は文献 1)を参照されたい。載荷は図-2に示すように地盤への荷重分担が生じない条件で JGS 基準「杭の押込み試験方法」に準じて行った。

3. 実験結果

(1) 放射状模型の形状効果と群杭効率

鉛直支持力については, 杭頭変位量が杭径の 10% (5mm, D_{10}) の時の荷重を極限支持力として検討を進めている。図-3 に群杭の極限支持力と群杭効率を示す。単杭の結果も併記した。杭間が密に設置された群杭では, ブロック破壊(以下, BL 破壊)することが知られており, 以下の式で支持力を推定した²⁾。BL 先端支持力は単杭試験から得られた形状係数を反映して算出した。

$$R_{gB} = \phi Ls + \alpha A_g q_d \quad (1)$$

$$q_d = cN_c + \frac{1}{2} \gamma_1 B N_\gamma + \gamma_2 D_f N_q \quad (2)$$

R_{gB} : BL破壊による極限支持力, ϕ : 外周包絡線長, L : BL 長, D_f : 根入れ長, s : 外周地盤せん断強さ, α : 形状係数, A_g : BL先端面積, q_d : BL先端極限支持力, c : 粘着力, B : 基礎幅, $\gamma_{1,2}$: 基礎底面の下・周辺の地盤単位重量, N_c, N_q, N_γ : 支持力係数

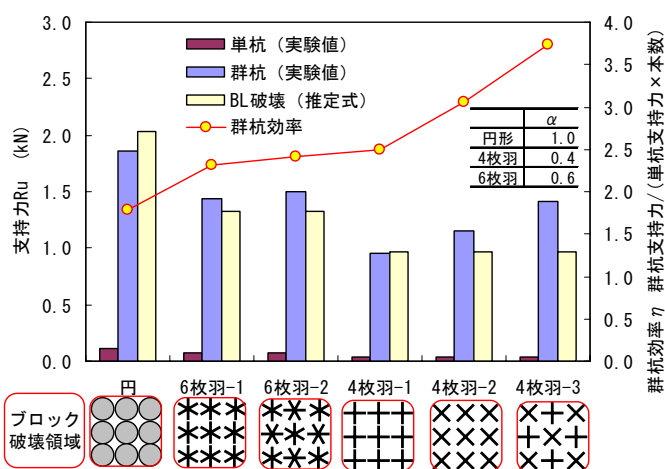


図-3 模型の極限支持力と群杭効率

キーワード: 支持力, 群杭, 高圧噴射, 地盤改良

連絡先 〒305-0822 茨城県つくば市市間 515-1 ハザマ技術研究所 TEL:029-858-8813

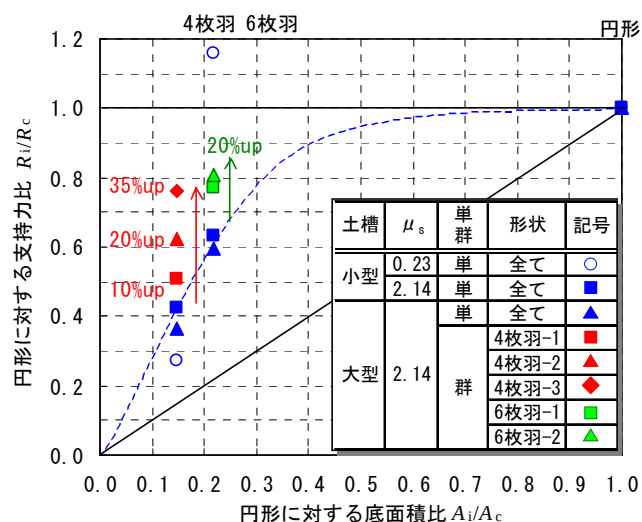


図 - 4 群杭放射状模型の形状効果

円形断面の群杭極限支持力は概ね BL 破壊の推定値と同程度の値を示している。通常、群杭効率は 1.0 以下の値を示すことが通例であるが、円形の群杭効率は 1.8 程度となっており、実験値のバラツキや接円ブロック配置条件によって単杭に比べて模型先端部の主働くさびが拡大することによる影響が現れていると考えられる。BL 破壊を仮定して形状係数を反映した放射状模型の支持力は概ね実験値と同程度であることから、放射状模型の場合も模型間の地盤が一体となった BL 破壊が生じると考えられる。群杭効率はいずれの形状、配置でも円形に比べて、1.5~2 倍程度高く、その傾向は 6 枚羽より 4 枚羽の方が、同方向配置より異方向配置の方が顕著である。つまり、単杭の先端形状効果を反映しても、群杭にすることで更に高い支持力効率が期待できることとなり、それは配置に大きく関係することが推測される。

本実験結果は主に先端抵抗力が支配的であることから¹⁾、円形に対する比とした極限支持力～底面積の関係を図 - 4 に示す。群杭の鉛直支持力比は単杭模型の結果に比べて、4 枚羽は最大約 35%、6 枚羽は約 20% 上昇している。つまり、円形断面に対する放射形状の支持力効率（形状効果）は群杭異方向配置にすることでさらに高くなり、円形造成体の 15~20% 程度の面積（≒改良率）で約 80% の支持力が期待できることとなる。

(2) 模型周辺の地盤変状

極限支持力時の周辺地盤の鉛直変位を杭貫入量 (5mm) で正規化した結果を図 - 5 に示す。放射状模型では形状や配置で大きな違いは見られない。単杭同様に杭と地盤の連続性が保たれ、羽の外縁部でも 7~9 割程

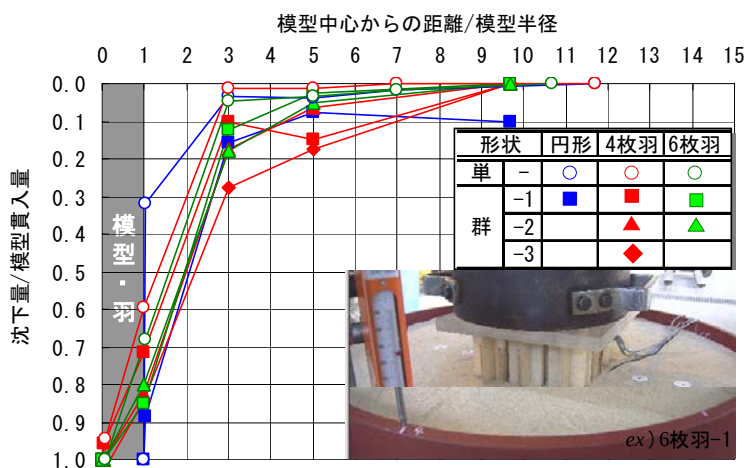


図 - 5 群杭周辺地盤の鉛直変位量

度の変位が見られたが、羽による地盤の拘束効果は単杭に比べて顕著である。これは群杭効率の向上によるものと考えられ、円形についても単杭に比べて模型周囲の沈下追従傾向は強い。また、試験終了後に群杭内部の閉塞領域を観察したところ、ほぼ一様に地盤の変形が進行していることを確認した。

単杭の鉛直載荷試験によって、放射状模型の形状効果は先端付近で顕著に生じており、羽が地盤を拘束することに起因していることが分かっている。¹⁾群杭の場合には形状効果は更に高くなり、模型が地盤とより一体的な挙動を示している可能性が高い。異方向配置の形状効果が高いのは、異方向に配置することで同方向に比べて模型羽間の距離（拘束地盤領域）が短くなり、効果的に地盤を拘束しているためであると推測される。

4. まとめ

本検討により得られた主な結果を以下にまとめる。

- 1) 放射状造成体の鉛直支持力における形状効果は、群杭にすることで向上する。群杭効率は 6 枚より 4 枚羽の方が高く、円形に比べて最大 2 倍程度であった。
- 2) 群杭の形状効果は配置条件に大きく依存し、同方向より異方向配置の方が顕著である。
- 3) 羽が地盤を拘束することで、群杭間の地盤は杭の貫入に伴って、ほぼ一様に変形している可能性が高い。

参考文献

- 1) 木村, 他: 放射状造成体の鉛直支持力特性に関する基礎的研究-(その 1) 単杭の室内載荷試験結果について-, 平成 19 年度土木学会第 62 回年次学術講演会, 2007.9 (投稿中)
- 2) (社)日本建築学会: 建築基礎構造設計指針, 2003.