

盤ぶくれ防止工法（ZAOS - phm）の開発 ジェットグラウト改良体とスクリーパイルの引抜き試験

銭高組 竹中計行 大阪防水建設社 谷室裕久
 旭化成 大和真一 三信建設工業 菊地将郎

1. はじめに

本報告は、盤ぶくれ防止工法（ZAOS - phm）の開発課題である、ジェットグラウト改良体（以後、改良体と言う）とスクリーパイルの引抜き耐力を求めるために行った試験について報告するものである。

2. 引抜き試験

試験は、改良体とスクリーパイルの引抜き耐力算定式を考案するため、室内で引抜き模型試験を行い、その妥当性を確認するため現場での実物モデルの引抜き試験を行った。

2.1 引抜き模型試験

模型試験で使用した装置を図 - 1、条件を表 - 1 に示す。試験は、砂質土（12体）と、粘性土（7体）の2種類とし、配合は一般的な土質条件での試験とするため表 - 2 のように決定した。なおセメント量は日本ジェットグラウト協会の圧縮強度の設計基準値（砂質地盤 3.0N/mm^2 ・粘性土地盤 1.0N/mm^2 ）を目標値として、事前に行った一軸圧縮試験から決定した。引抜き試験は、改良体を固定させスクリーパイルを下側に载荷してせん断させる方式とし、载荷は1方向の1サイクル方式とした。

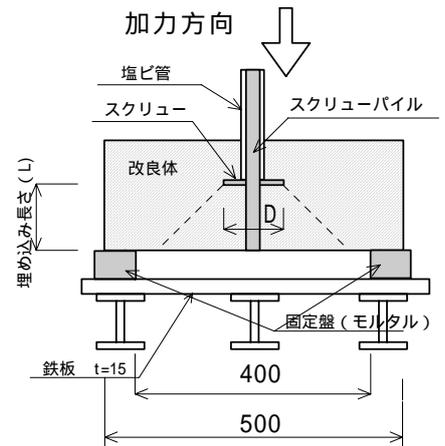


図 - 1 試験装置
表 - 1 試験条件

土質条件	砂質土(12体)・粘性土(7体)
スクリー径 D	16(1/38ﾍﾞﾙ)・ 50(1/12ﾍﾞﾙ) 100(1/6ﾍﾞﾙ)
杭径 D_0	$D_0 = D/2$
埋め込み長さ L	$L = D \cdot 2D \cdot 3D \cdot 4D$

表 - 2 改良体の配合(改良体 1.0m³当り)

	セメント (kg)	水 (kg)	砂(珪砂5号) (kg)	粘土(スミクレー) (kg)
砂質土	180	400	1300	560
粘性土	150	800	560	1300

破壊形式は、ほとんどの試験体で改良体が円錐状に抜け落ちるコーン破壊となった。この破壊形式は、コンクリートとアンカーの引抜き試験と同様であり、スクリーの埋め込み長さがスクリー径の5倍以下と小さかったことにより発生したと考えられる。図 - 2、3 より破壊荷重は、砂質土の方が粘性土に比べて大きく、同じ埋め込み長さで3~5倍程度となった。

杭頭荷重と杭頭変形量の関係は、砂地盤では破壊に至るまでほぼ直線的な関係となった。粘性土地盤では破壊荷重の1/2程度までは直線的な関係であるが、それ以降は変形が徐々に増加して曲線的な関係となった。

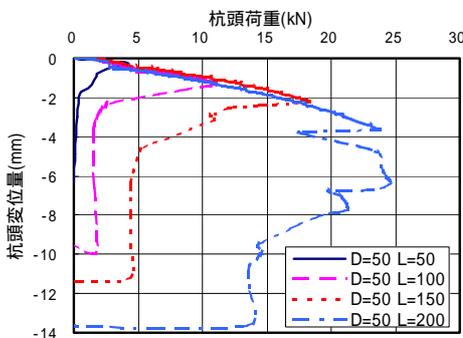


図 - 2 荷重と変位の関係(砂質土)

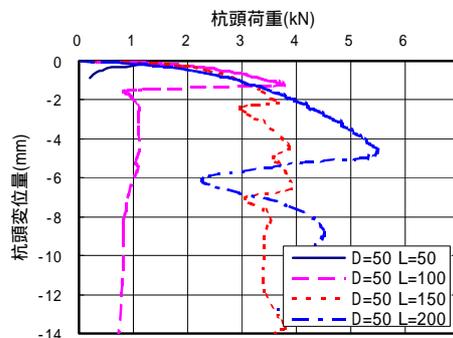


図 - 3 荷重と変位の関係(粘性土)

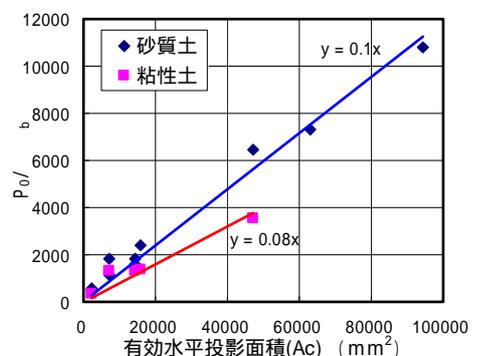


図 - 4 P_0/b と A_c の関係

盤ぶくれ 杭 地盤改良 引抜き

〒163-1011 東京都新宿区西新宿 3-7-1 新宿パークタワー11F TEL 03-5323-3861 FAX 03-5323-3860

2.2 引抜き耐力算定式

改良体とスクリーパイルの引抜き試験結果を整理するにあたって、縦軸に破壊荷重(P_0)と改良体の圧縮強度(σ_b)の関係で整理した P_0 / σ_b を、横軸に改良体のコーン破壊を評価するのに有効とされる有効水平投影面積(A_c)を示す。(図 - 4) この図から、 P_0 / σ_b と A_c とは比例関係にあり、その係数は砂質地盤で 0.1、粘性土地盤で 0.08 であることがわかった。

したがって、改良体とスクリーパイルの引抜き耐力算定式は以下のように得られた。

$$\text{砂質土 } P_s = 0.1 \cdot \sqrt{\sigma_b} \cdot A_c \quad \text{粘性土 } P_c = 0.08 \cdot \sqrt{\sigma_b} \cdot A_c \quad \text{コーン破壊有効投影面積 } A_c = \pi \times L \times (L + D)$$

σ_b : 改良体の圧縮強度 (N/mm²) D : スクリュー径 (mm) L : スクリューの埋め込み長さ (mm)

2.3 現場引抜き試験

現場引抜き試験は、砂質地盤と粘性土地盤(関東ローム N 値 3)の2種類とし、砂質地盤はコラムジェット JG-2 号、粘性土地盤はコラムジェット JG-1 号で施工した。砂質地盤は、川砂を使用し、巻き出し厚 300mm でランマーにより転圧し製作した。スクリーパイルの建込みトルクから推定すると N 値 15 程度の砂地盤である。引抜き試験は、まずスクリーパイルを回転圧入により建込み、そのスクリーを囲むように 2000 のコラムジェットの施工を行い、28 日養生後、地盤学会規準 - 杭の引抜き試験方法・同解説 - に準拠した一方向多サイクル方式にて引抜き試験を実施した。(図 - 5)改良体のコアボーリングの結果、コラムジェットの 28 日圧縮強度の平均値は、砂質土、粘性土とも 1.1N/mm²であった。

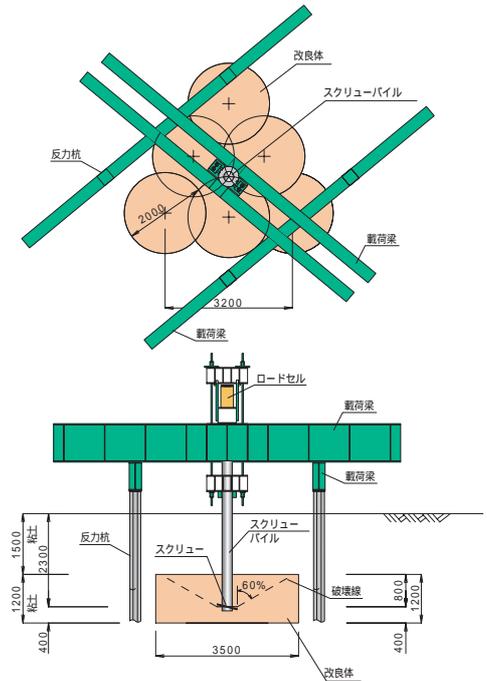


図 - 5 引抜き試験概要図

荷重と杭頭変位の関係を図 - 6 に示す。砂地盤では破壊に至るまでほぼ弾性的な動きを示すが、粘性土地盤では 400kN から残留変位が見られ、その後 420kN において、荷重保持が困難となったため、杭頭変位が 90mm を超えた時点で試験終了とした。引抜き試験終了後、破壊状況を確認した結果、

模型試験と同様のコーン状に破壊しており、図 - 5 に示すようにクラックは鉛直に対して 45~60° の範囲で数本入っていた。粘性土地盤の改良体上面の変位量と荷重の関係を図 - 7 に示す。改良体上面の変位量は杭頭変位と一致しており、改良体上面の変位の影響範囲は、杭芯から 1500mm 程度である。引抜き耐力の計算値と実験値の比較を図 - 8 に示す。計算値とは、引抜き耐力算定式から求めた引抜き荷重と改良体上部の土砂重量を足し合わせたものである。実験値は、計算値に比べ 110~125% 大きな値となった。

3. まとめ

模型試験と現場試験から得られた砂質土・粘性土の引抜き耐力算定式は、実物モデルの引抜き試験においても妥当であることがわかった。

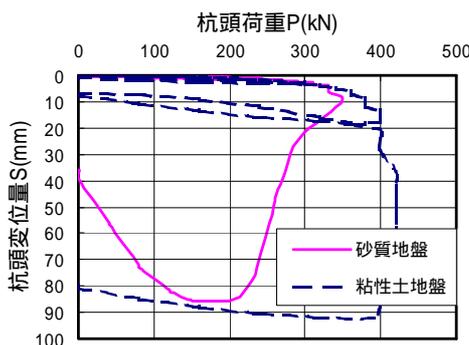


図 - 6 荷重と変位の関係

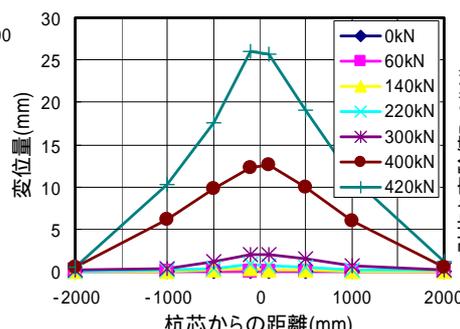


図 - 7 改良体上面の変位

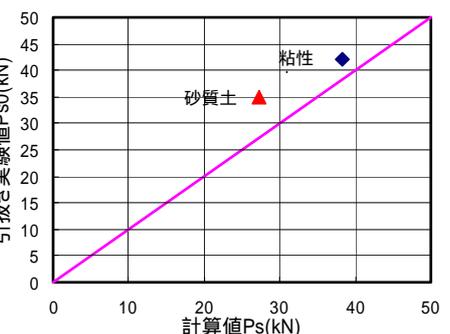


図 - 8 実験値と計算値の比較