

気泡混合処理土地盤における杭の横抵抗特性

港湾空港技術研究所 正会員 菊池 喜昭
 沿岸技術研究センター 森下 重和
 SGM 軽量土工法協会 正会員 山村 和弘
 東亜建設工業 正会員 ○永留 健 御手洗 義夫

1. はじめに

近年、沿岸周辺部の開発において、高含水比の浚渫粘土に気泡を混ぜて軽量化し、セメントで固化処理して強度増加を期待する気泡混合処理土¹⁾の適用事例が増加している。特に、岸壁の背後に用いる場合には、基礎構造物に近接して施工される事例がよくある。なかでも、クレーン基礎などに用いられる杭基礎の周辺に気泡混合処理土を用いる例が多くあるため、気泡混合処理土地盤内での杭の横抵抗特性を検討することが必要となってきた。そこで、セメント添加量を変えて、強度の違う3種類の気泡混合処理土地盤を作製し、杭の水平載荷試験を行った。

2. 対象試料および実験概要

本研究で対象とした試料は、川崎港で浚渫された粘土($\rho_s=2.65\text{g/cm}^3$, $w_L=59\%$)に、海水を混ぜて所定の含水比としたのちに、気泡とセメント(高炉 B 種)を混練りして作製した気泡混合処理土である。対象とした試料 1m^3 あたりの配合表を表-1 に示す。ここでは、どの配合でも、調整泥土(乾燥土+海水)の含水比は同じにし、セメント添加量を変えることで発現強度が異なるようにした。湿潤密度は、 1.1g/cm^3 となるように配合した。

3 配合の気泡混合処理土は、長さ 200cm、幅 50cm、深さ 80cm の土槽を 3 区画に分け、それぞれの区画(長さ 67cm、幅 50cm、深さ 50cm)ごとに打設した。このとき、水平載荷試験に用いる模型杭は、あらかじめ試験する位置に固定し、気泡混合処理土を投入し、所定期間(28 日間)養生した。その間、模型地盤の表面を湿った布とビニールで覆い、乾燥しないようにした。養生終了後、地盤の表面を整形し、杭の根入れ長がほぼ 50cm となるようにして、杭の水平載荷試験を行った。今回の試験に用いた模型杭は鉄製(SM490)の杭で、いずれの杭も長さ L60cm、幅 D4cm である。ただし、Sample-A の試験に用いた杭は厚さ t0.6cm であり、Sample-B、C の試験に用いた杭は厚さ t0.9cm である。

模型杭への載荷は、Sample-A、C が地表面から 1.7cm、Sample-B が地表面から 1.5cm の高さで水平方向に静的載荷した。試験は、荷重制御で実施した。試験過程で杭に発生する曲げモーメントは、杭体に貼付したひずみゲージで測定した(21 枚×表裏 2 面/杭)。

3. 実験結果

各地盤における地盤反力係数を推定するために、杭頭荷重と地表面変位の関係を整理した。ここで、杭頭荷重と地表面変位は地上部及び地表付近の曲げモーメント分布から算定した値である。このようにして、実験結果から得られた各地盤での杭の杭頭荷重と地表面変位の関係を図-1 に示す。この関係を両対数で示したのが、図-2 である。図-2 には、港研方式²⁾の C 型地盤のモデルで計算した地盤反力係数 k_c が一定の線を示している。今回の実験結果は、C 型地盤のモデルの場合、地表面変位の増加とともに多少 k_c が低下する傾向にある。

今回の実験結果と C 型地盤モデルとの適合性を確認するために、地中部での杭に生じる曲げモーメント分布を C 型地盤のモデルと比較したのが、図-3 である。これらの図には、曲げモーメントの実測値をスプライン関数³⁾で近似した値と各荷重レベルで杭頭変位が一致するようにして

表-1 1m^3 あたりの配合表

	Sample-A (単位C=55kg/m ³)		Sample-B (単位C=75kg/m ³)		Sample-C (単位C=95kg/m ³)	
	質量 (kg)	体積 (L)	質量 (kg)	体積 (L)	質量 (kg)	体積 (L)
乾燥土	416.9	157.5	402.5	152.1	397.5	150.2
海水	620.4	605.2	609.8	594.9	596.8	582.2
セメント	54.9	18.1	75.1	24.7	95.1	31.3
軽量材	11.3	219.2	11.8	228.3	12.2	236.3
全体	1104	1000	1099	1000	1102	1000

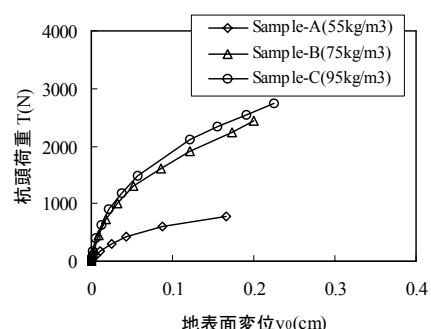


図-1 杭頭荷重-地表面変位関係

キーワード 気泡混合処理土、杭、水平荷重、模型実験

連絡先 〒239-0826 横須賀市長瀬 3-1-1 (独) 港湾空港技術研究所 基礎工研究室 TEL046-844-5057

推定したC型地盤モデルの k_c を用いた場合の計算結果を示した。図をみると実験で得られた曲げモーメントとC型地盤の計算結果とは、最大曲げモーメント付近、及び曲げモーメントが0になる付近で多少食い違いがあるが、概ね一致している。図には示さないが、Changのモデルや港研方式のS型地盤のモデルに比べると、C型地盤のモデルが各荷重段階での曲げモーメント適合度が最も良く、また荷重レベルの違いによる地盤反力係数の変化の程度が最も少ない結果となっている。そのことから気泡混合処理土地盤の地盤反力モデルとしては、C型地盤モデルが最も適していると判断した。

図-4には、杭頭の荷重-変位関係からC型地盤モデルの場合の k_c を推定した結果を示す。 k_c は、杭頭変位の増加とともに低下するが、ある程度以上の変位では、その変化の程度は小さくなる。そこで、 k_c がほぼ一定となる杭頭変位0.2cm程度のところの k_c を各地盤の代表値とする。また、載荷試験後に載荷試験の影響をほとんど受けていないと考えられる箇所からサンプリングして、各地盤の一軸圧縮強さ q_u を求めた。このようにして決定した k_c と q_u の関係を図-5に示した。この図から、各々の k_c と q_u には直線的な関係があることがわかる。

各地盤の一軸圧縮強さ q_u と $q_u/2$ 時の圧縮ひずみ ε_{50} (いずれも0.34~0.39%)の平均値を用いて沢口の式²⁾($k_c=q_u/2 \times (2\pi/\varepsilon_{50}D)^{0.5}$)から k_c を計算すると、Sample-Aが24500kN/m^{2.5}、Sample-Bが67250 kN/m^{2.5}、Sample-Cが81350 kN/m^{2.5}となる。図-5に示した k_c はいずれも沢口の式の0.5倍程度であったことになる。

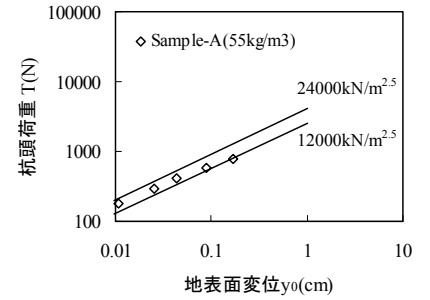
4. おわりに

今回、気泡混合処理土地盤内における杭の横抵抗特性を把握するため、模型実験による調査を行った。気泡混合処理土地盤での杭の挙動はC型地盤モデルであらわせることがわ

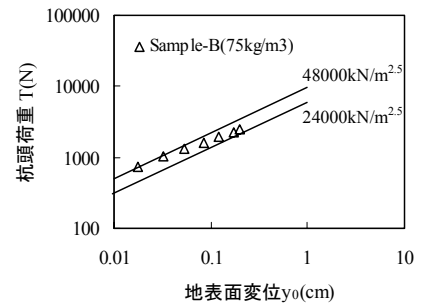
かった。なお、地盤反力係数の値は沢口の式よりも低くなっていると仮定する必要があることがわかった。

《参考文献》

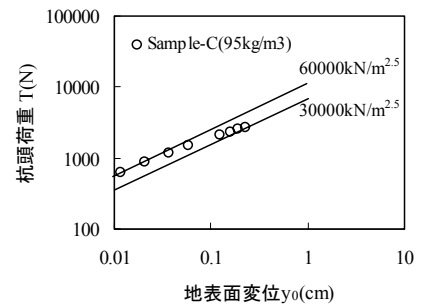
- 1)沿岸開発技術センター：軽量混合処理土マニュアル，1999。
- 2)沢口正俊：くいの横抵抗における地盤定数に関する研究，港湾技術研究所報告，第7巻，第2号，pp65-94，1968。
- 3)菊池喜昭：軟弱粘性土地盤着定式くし形構造物の横抵抗特性に関する研究，港湾空港技術研究所資料，No.1039，192p，2003。



(a) Sample-A



(b) Sample-B



(c) Sample-C

図-2 杭頭荷重-地表面変位関係

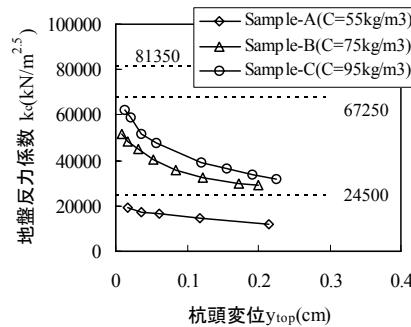


図-4 地盤反力係数の推移

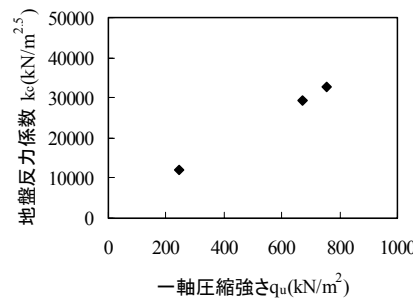
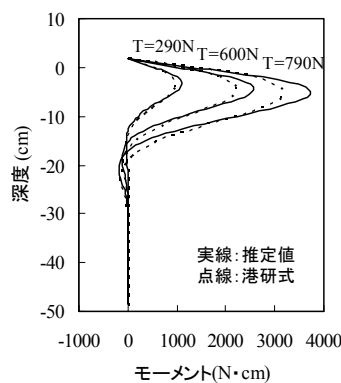
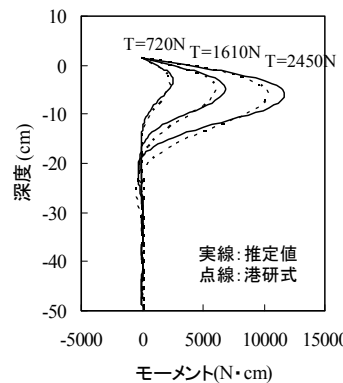


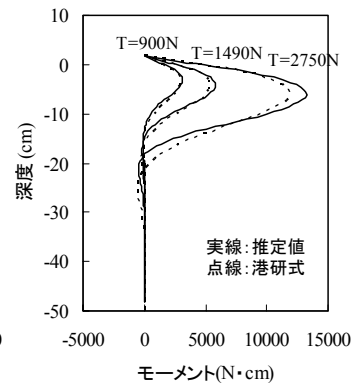
図-5 地盤反力係数と一軸圧縮強さ



(a) Sample-A



(b) Sample-B



(c) Sample-C

図-3 曲げモーメントの実験結果と港研方式の比較