

カーボネイト砂中にある杭の先端支持力に関する実験的検討

山口大学工学部 正 員 安福規之 兵動正幸 村田秀一
山口大学工学部 学生員 ○西川元樹 Fong Beng Chian
東洋建設(株) 正 員 片岡誠一

1. まえがき

本報告では、破碎性の大きなカーボネイト砂と、破碎性の小さいシリカ系の砂(秋穂砂)を対象にして、小さな模型杭実験を行い、先端支持力及び破壊形態を上載圧との関連において調べ、破碎性(圧縮性)の違いが杭の先端支持力に与える影響について実験的に検討する。

2. 試料及び三軸試験結果

表-1 試料の物理的性質

1) 試料の特質・・・本実験で対象とする試料はアイルランド西海岸から採取したカーボネイト砂(以下ドッグズベイ砂と称す)と山口県秋穂町から採取した海砂(以下秋穂砂と称す)であり、共に気乾状態のものを使用した。今回用いたドッグズベイ砂のカーボネイト含有率は94%である。また、表-1に各試料の物理的性質を示す。

試料名	粒径	Gs	emax	emin	均等係数Uc
Dogs Bay sand	~2.0mm	2.723	2.451	1.621	1.92
Aio sand	~2.0mm	2.628	1.033	0.649	2.33

2) 三軸試験結果・・・模型杭試験と並行し、50~400kPaの拘束圧下で排水(排気)三軸試験を行った。相対密度は共に75%である。その結果から得られた軸差応力($\sigma_1 - \sigma_3$)と軸ひずみ ϵ_1 および体積ひずみ v の関係を図-1に示す。両試料とも軸差応力の最大値はほぼ同じであるが、 ϵ_1 に対する初期の立ち上がりはドッグズベイ砂のほうが小さな値を示している。また、ドッグズベイ砂は拘束圧400kPaにおいて体積ひずみが10%にもおよび、圧縮性の卓越した挙動を示している。また、セカントアングル ϕ_s の値はドッグズベイ砂が34~44°、秋穂砂が36~37°となり、平均的な値はこの応力域ではほぼ等しいものの、ドッグズベイ砂の ϕ_s の方が拘束圧の増加に伴うその低下の割合は大きい。

3. 模型杭実験

1) 実験装置・・・本実験では内径33cm、深さ41cmの円筒形砂槽を用いた。砂槽上部より内部の砂に上載圧をつたえ、ペロフラムシリンダーにより鉛直荷重をかけ、ロードセル(2tf)により荷重を測定する。また、模型杭は直径2cmの鋼製であり、先端は平で周面摩擦を軽減させるためクロームメッキが施してある。

2) 実験方法・・・載荷は応力制御方式、荷重間隔は15~30kgf(沈下量2cmを得るまでに、10~20ステップ必要とする荷重)とした。各荷重段階において沈下速度が0.01mm/min以下になったとき、沈下が終了したと見なし次の荷重を加える。載荷は沈下量が2cmに達するまで続けられる。

4. 結果及び考察

1) 応力-沈下量関係・・・図-2は杭頭応力と沈下量の関係を上載圧ごとにまとめたものである。杭頭応力は秋穂砂の方が相対的に大きな値を示している。また、両試料とも応力のピークは現れず破壊点を客観的に決定することが困難であるため、沈下量が杭径の100%に達したときの応力を極限支持力と定めている。

2) 支持力-上載圧関係・・・図-3は極限支持力と上載圧の関係を示したものである。同じ上載圧で比較した場合、平均的な ϕ_s は同等であるにもかかわらず、極限支持力は秋穂砂の方がドッグズベイ砂よりも大きな値を示している。また、上載圧の増加に対する極限支持力の増加の割合は両試料とも減少する傾向にある。さらに、Terzaghiの支持力公式 $q_p = \sigma_v \cdot N_q$ による予測値と比較した場合、ドッグズベイ砂のほうは予測値が実測値を大きく上回っている。

3) 破壊形態・・・写真-1は上載圧250kPaの条件で杭を約2cm沈下させたときのドッグズベイ砂の杭先端付近の様子を示したものである。この写真から、ドッグズベイ砂の塑性域の形状は三浦の示した等粒子破碎曲線²⁾の形状に類似し、コーン状の形態であることがわかる。この形状は秋穂砂においても同様に観察され、破壊形態がいずれの試料においても局所的であることが確認できる。

5. まとめ

1) 三軸試験結果より、応力域50~400kPaの範囲ではドッグズベイ砂の拘束圧の増加に伴う強度定数の低下は

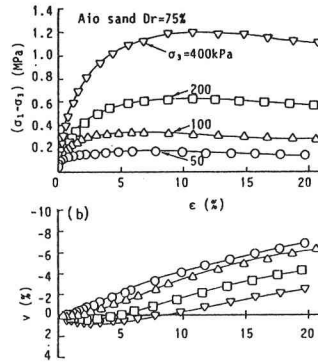
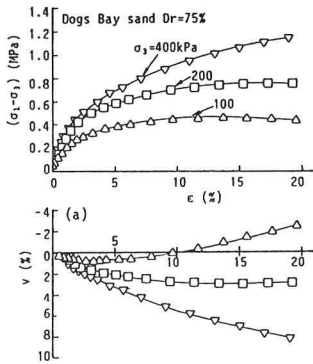


図-1 応力-ひずみ関係

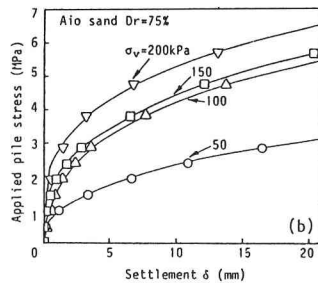
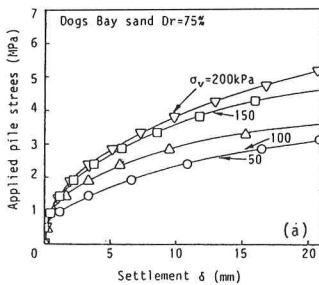


図-2 杭頭応力と沈下量の関係

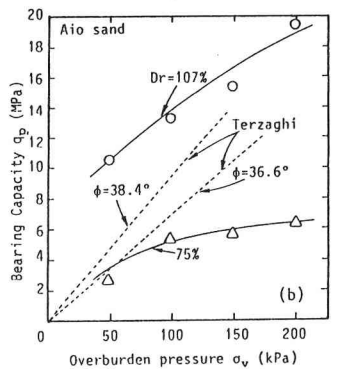
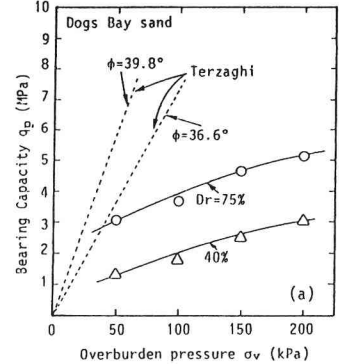
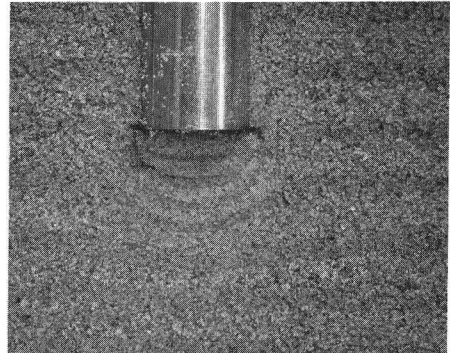
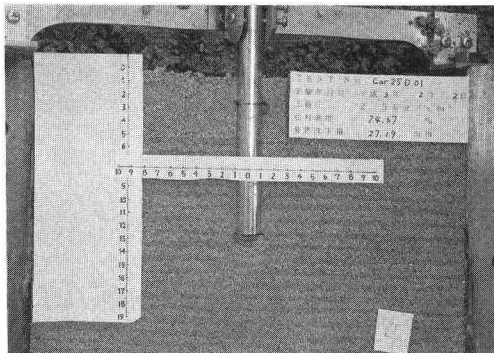


図-3 極限支持力と上載圧の関係



(a) (b)
写真-1 ドッグズベイ砂における杭先端付近の破壊形態

著しく、また、圧縮性の増大もかなり大きい。

2) 平均的な強度定数はほぼ等しいにもかかわらず、ドッグズベイ砂の場合支持力値は極端に小さい。これはドッグズベイ砂の圧縮性の大きさに起因するものと判断される。

3) ドッグズベイ砂、秋穂砂の破壊形状はコーン状をなし局所的である。またこれは、三浦の示した等粒子破碎曲線のそれと大変よく似たものであった。

《参考文献》

- 1) C.R.Golightly and J-F.Nauroy: End Bearing Capacity of Pile in Calcareous Sand, OTC, pp.1-14, 1990
- 2) Miura.N.: Point resistance of Pile in sand, Proc.of 11th ICSMFE, Vol.3, pp1445-1448, 1985