

カーボネイト砂中の杭の先端支持力評価手法の検討

山口大学工学部
山口大学大学院
中央コンサルタンツ(株)
東洋建設(株)

正 員 安福規之 村田秀一 兵動正幸
学生員 ○FONG BENG CHIAN
正 員 西川元樹
正 員 森 研造

1. まえがき

ドッグベイス砂は、熱帯、亜熱帯地域に広く分布する破砕性の大きな材料であり、拘束圧の増大に伴って内部摩擦角は著しく減少し、また、その圧縮性も著しく増大することが知られている。このような材料特性の変化は、地盤の支持力特性に大きな影響を与えるものと考えられる。本報告は、模型実験によって得られた模型杭先端の破壊形態の様子を踏まえ、支持力予測破壊モードを提案した上で、Balighによって拡張されたVesicの空洞膨張圧理論を利用して、先端支持力の予測を行い、その適応性を検討する。また、空洞膨張圧理論により得られた支持力値を実験値と比較しその適応性を検討する。

2. 試料及び実験方法

(1) 試料について・・・本実験で対象とした試料は、ドッグベイス砂と秋穂砂であり、相対密度 $D_r=75\%$ と 90% のものを使用した。これらの試料の物理特性は前回の報告¹⁾を参照されたい。

(2) 実験条件と実験方法・・・実験に用いた模型実験装置は、前回の報告書¹⁾で示した通りであり、ドッグベイス砂の圧縮性は、秋穂砂に比べてかなり大きいことが示されている。各相対密度の砂層は、タンピング法によって作成された。

3. 材料の圧縮性を考慮した支持力の評価

(1) 破壊モードの仮定

模型杭実験における塑性変形の形態を見るために前述した方法で実験終了時に実際に砂層内部を観察した。

写真-1は、上載圧 250kPa の条件で実験を行ったときの杭直下の様子を示したものである。図(a)はドッグベイス砂の場合と図(b)は秋穂砂の場合を示している。この写真から、杭直下の土粒子は著しく破砕し、塑性域(破砕域)の広がり、杭先端を中心として、球状に発達していることが分かる。

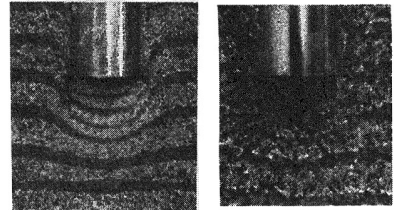
本研究は、バリによって拡張されたVesicの空洞膨張圧理論を用いて、支持力の評価を行った。先の写真にある杭先端の破壊形態に基づき、図-1に示す破壊モードを仮定する。この図で、B点における力のモーメントの釣合いを考えると、以下に示す支持力 q_p と極限空洞膨張圧 p_u の関係が得られる。

$$q_p = K_c p_u \quad (1-a)$$

$$; K_c = \frac{1}{1 - \sin \phi} \quad (1-b)$$

$$v = v' + v''$$

$$= C_1 \left[\frac{\sigma_3}{\sigma_0} \right]^m + C_2 + C_3 \left[\frac{\sigma_3}{\sigma_0} \right]^n \quad (2)$$



(a)ドッグズベイス砂の場合、(b)秋穂砂の場合

写真-1 杭先端付近の破壊形態($S/D>1.0$)

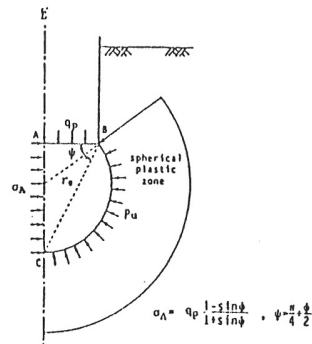


図-1 本研究で検討した破壊モード

なお、 p_u 値はバリの理論を用いて決定されるが、その中で必要な式(2)中の5つの材料定数をまとめたものが

表-1である。表中の材料定数は、球状空洞中の塑性域の圧縮性(体積ひずみ)を評価するものであり、式(2)のような関係を与える。

ここで σ_3 はせん断時の拘束圧、 σ_o は単位応力であり、 C_1 と m は等方圧密試験からまた、 C_2 、 C_3 、 n は拘束圧一定せん断試験より決定することができる。以下では、バリの理論に基づく先端支持力の予測を行った。

(2) 予測値と実験値の比較

図-2と図-3は、相対密度75%と90%のドッグベイ砂と秋穂砂の支持力の予測値と実験値をそれぞれ比較したものである。これらの図より、まず、同じ理論を用いても、破壊モードの仮定の仕方によって求まる支持力にかなり差が現れることが分かる。また、ドッグベイ砂のように ϕ の値が秋穂砂に比べてかなり大きくても、圧縮性が大きければ支持力は小さく表れ得ることが知れる。ここでモード1は式(1)によるもの、モード2、3は平山²⁾がVesicの考えに基づいて局所破壊とパンチング破壊を想定することによって導いたものである。

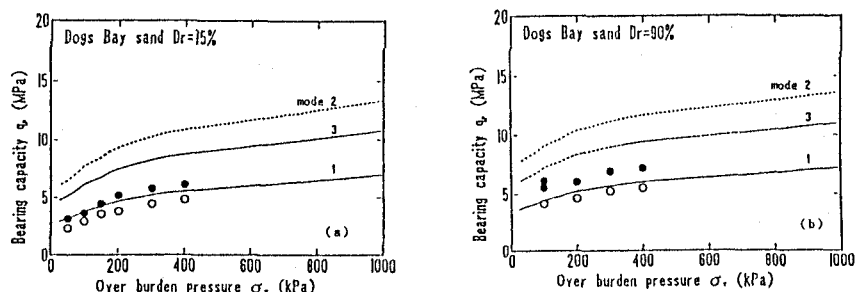


図-2 ドッグズベイ砂の支持力 q_p と上載圧 σ_o の関係 (a)Dr=75%の場合、(b)Dr=90%の場合

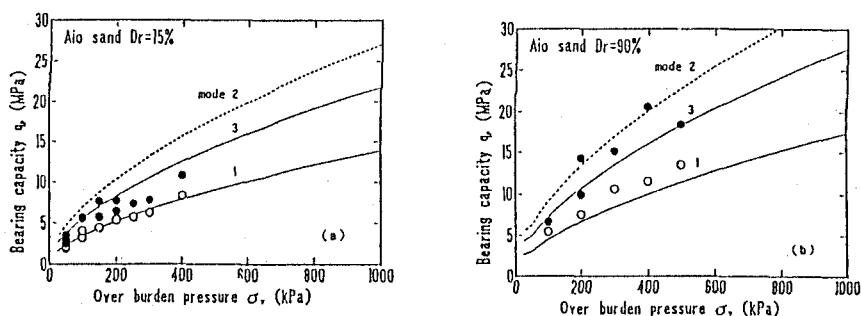


図-3 秋穂砂の支持力 q_p と上載圧 σ_o の関係 (a)Dr=75%の場合、(b)Dr=90%の場合

表-1 用いた材料定数

		C1	C2	C3	m	n	A	k
ドッグズベイ	75	0.0056	-0.045	0.0384	0.935	0.887	1.099	-0.180
ドッグズベイ	90	0.0041	-0.071	0.0633	0.967	0.846	1.309	-0.246
秋穂砂	75	0.0063	-0.027	0.0071	0.740	0.761	0.833	-0.051
秋穂砂	90	0.0042	-0.021	0.0028	0.765	0.564	0.864	-0.048

4. まとめ

本報告で得られた知見をまとめると以下のようである。

破壊形態の視覚的な観察に基づいて図-1に示す破壊モードを仮定し、式(1)に示す換算係数を導いた。結果として、この換算係数を用いて予測された支持力と実測された支持力との対応は比較的良好であった。

《参考文献》1)安福、兵動、村田、西川、B.C.Fong、片岡(1990):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、平成3年度土木学会中国四国支部研究発表会講演概要集、III-23, pp336-337。

2)平山(1988):An unified base bearing capacity formula for piles, S & F, Vol. 28, No. 3.