

拘束圧の違いがカーボネイト砂中の杭の先端支持力に与える影響

九州共立大学

正 員○田中邦博

山 口 大 学

正 員 安福規之 山本修三 村田秀一

三井石油化学工業(株)

正 員 Fong Beng Chian

山 口 大 学

学生員 辻 昭人

1. まえがき

筆者らはこれまで、圧縮性(破碎性)の異なる種々の砂を対象に模型杭による載荷実験を行い、圧縮性の違いが杭の先端支持力に与える影響について、相対密度や上載圧との関連において実験的及び理論的検討を行ってきた^{1), 2)}。今回、新たに杭の周面摩擦力が直接測定でき、かつ任意の応力状態が再現できる試験機を試作し、これにより等方応力(K =側圧/上載圧=1)及び異方応力($K=0.5$)条件下で実施した模型杭の載荷実験の結果に基づき、カーボネイト砂中の杭の先端支持力の拘束圧(応力状態)依存性について述べる。

2. 試 料

表-1 試料の物理的性質

今回、実験に用いた試料は、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)と豊浦標準砂(以下豊浦砂と称す)であり、共に気乾状態のものを使用した。

sample name	Particle size	G_s	C_{max}	C_{min}	U_s
Dogs Bay sand	~2.0mm	2.723	2.451	1.621	1.92
Toyoura sand	~0.5mm	2.643	0.973	0.635	1.20

ドッグズベイ砂の炭酸カルシウム成分の含有率は94%である。各試料の物理的性質を表-1に示す。

また、セカンドアングル ϕ_s の値は、ドッグズベイ砂が $38 \sim 46^\circ$ 、豊浦砂が $38 \sim 43^\circ$ で平均的な強度定数は変わらないものの、拘束圧の増加に伴うその低下の割合はドッグズベイ砂の方が大きい。

3. 模型杭実験

1)実験装置・・・今回用いた模型杭は、表面が大変滑らかな直径3cmの円柱型ステンレス製であり、先端は平で、杭全体にかかる荷重と周面摩擦力が分離して、別個のロードセルにより直接測定できるものである。

供試体となる砂地盤は内径30.5cm、高さ40cmの円筒形で、上載圧と側圧は空気圧により別個に制御でき、任意の応力状態が再現できる。軸荷重はベロフラムシリンダーを介して空気圧によって負荷できる。

2)実験方法・・・各相対密度の砂地盤はタッピング法により作成した。軸荷重の載荷は応力制御方式で行なった。載荷ステップは最大軸荷重の1/20を一応の目安とし、各ステップでは杭の沈下速度が0.01mm/min以下になるまで軸荷重は保持され、その沈下速度になったとき沈下量を測定し次の荷重ステップへ進んだ。

載荷実験は総沈下量が杭径(3cm)以上の値に達するまで続けた。

4. 模型実験結果及び考察

1)先端応力と沈下量の関係・・・図-1と図-2は、先端応力と沈下量(沈下量・杭径比-S/Dで表示)の関係を、相対密度90%の場合を一例として、試料ごとに等方応力及び異方応力状態の場合について示している。

同じ応力状態で比較した場合、各上載圧におけるドッグズベイ砂の沈下曲線の剛性や最終的な先端応力は、豊浦砂のそれらに比べて小さい。また、同じ試料で比較した場合、各上載圧における豊浦砂の沈下曲線の剛性や最終的な先端応力は、応力状態が異なると大きな差(等方載荷>異方載荷)が見られるが、ドッグズベイ砂のそれらは、応力状態が異なっても豊浦砂ほど顕著な差は見られない。さらに、両図に共通して言えることは、両試料とも応力状態の違いに拘らず、沈下曲線に明確なピークは現れず破壊形態が局所的であることが伺える。このような沈下曲線では破壊点を客観的に決定すること難しいので、仮にS/Dが100%のときの応力を極限先端応力($q_{p100\%}$ 、以下 q_u と称す)と定めて次の検討を行った。

2)支持力と各拘束圧の関係・・・図-3と図-4は、杭の q_u と上載圧(以下 σ_v と称す)及び側圧(以下 σ_h と称す)の関係を示している。まず q_u と σ_v の関係について見ると、豊浦砂の場合は応力状態が異なると、 σ_v が

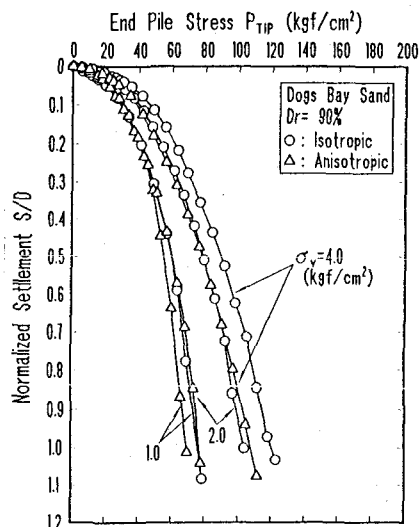


図-1 先端応力と沈下量の関係(ドッグズベイ砂)

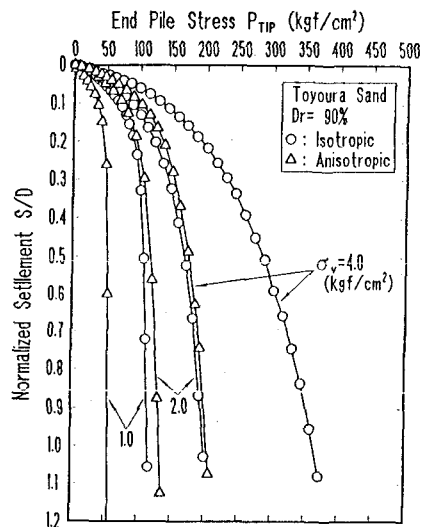


図-2 先端応力と沈下量の関係(豊浦砂)

同じでも q_u (等方載荷 > 異方載荷) に大きな違いが見られ、さらに、 σ_v が増加するとその違いの差はより大きくなる。しかし、ドッグズベイ砂の場合は応力状態の違いによる影響が、豊浦砂ほど顕著に見られない。また、豊浦砂とドッグズベイ砂で q_u を比較すると、いずれの応力状態においても σ_v が同じであれば、豊浦砂の方が大きな値を示す。一方、 q_u と σ_h の関係について見ると、両試料とも q_u と σ_h の間には一義的な関係が見られ密接な関係が存在することを示唆している。また、 q_u は同一試料の場合、 σ_h が同じであれば応力状態の違いによる有意な差は認められない。

5. まとめ

1) 応力状態の違い(等方載荷と異方載荷の違いを意味する)に拘らずドッグズベイ砂の支持力は豊浦砂のそれよりも小さい。

2) 両試料の支持力は応力状態の違いに依存して一義的に変化するが、拘束圧の増加に対する支持力の増加の割合は、ドッグズベイ砂の方が極端に小さい。

【参考文献】

1) 安福、村田、兵動、西川、A. F. L. HYDE(1991): "圧縮性の卓越した砂質土中の杭の先端支持力について" 杭の鉛直載荷試験方法および支持力判定に関するシンポジウム、pp75-82

2) Yasufuku, N. et al(1992): "End Bearing Capacity of Piles in Highly Compressible Sands" 2nd International Conference on DEEP FOUNDATION PRACTICE incorporating PILETALK 1992, Singapore

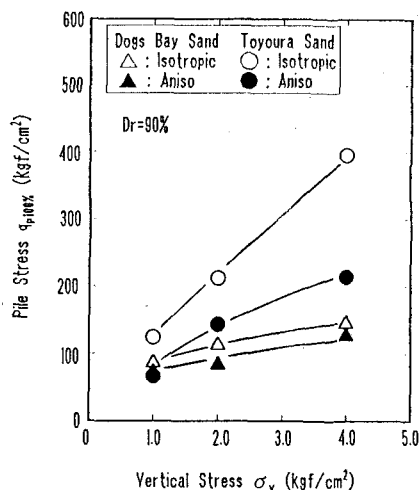


図-3 極限先端応力と上載圧の関係

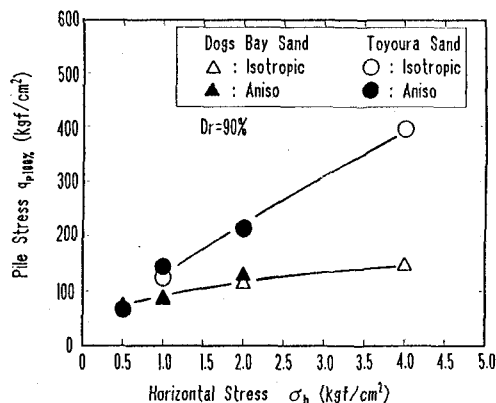


図-4 極限先端応力と側圧の関係