

カーボネイト砂中の杭の先端支持力について

山口大学工学部 正 員 安福規之 兵動正幸 村田秀一
山口大学大学院 学生員 ○辻 昭人 桑嶋啓治
九州共立大学 正 員 田中邦博

1. まえがき

圧縮性を有する地盤材料を支持地盤とする杭の先端支持力の発現特性を明確にすることは深い基礎の合理的な設計手法を確立するという意味で工学的に大変重要である。本報は、このような立場から圧縮性の大きな材料として知られているカーボネイト系の砂を対象として小さな模型杭の載荷実験を行い、その結果を試料の違いおよび応力状態の違いに着目し考察する。

2. 用いた試料の特色

本研究では、シリカ系の砂である豊浦標準砂および圧縮性の卓越した試料の代表としてカーボネイト系の砂である Dogs Bay 砂¹⁾とチイビシ砂²⁾の3種類の空気乾燥した試料を用いて等方圧縮試験および模型杭載荷実験を行った。Dogs Bay砂とチイビシ砂は典型的なカーボネイト質の砂質土であり、それらの物理的性質は表1にまとめられている。この表からDogs Bay砂、チイビシ砂の e_{max} 、 e_{min} が豊浦砂のそれらに比べて相対的にかなり大きいことがわかる。砂のMohr-Coulombの破壊包絡線の勾配は、拘束圧の増加と共に減少することが知られ、その勾配の変動は、セカントアングル ϕ 、の大きさでしばしば評価される。これらは深い基礎の支持力を評価する上で重要な値である。図1は、軸差応力の最大点で求めた各試料の ϕ と拘束圧の関係をもとめたものである。拘束圧の増加に伴う ϕ の減少はDogs Bay砂、チイビシ砂（カーボネイト系の砂）の場合特に著しい。また、模型杭実験で対象としている応力域（50～400kPa）において、Dogs Bay砂とチイビシ砂の ϕ の平均値が、豊浦砂のそれよりも高いことには注意すべきである。

表1 試料の物理的性質

Material	G_s	D_{max}	e_{max}	e_{min}	$CaCO_3$
Dogs Bay sand	2.72	2.0	2.451	1.621	85-95
Chiibishi sand	2.83	2.0	1.574	0.983	96 ²⁾
Toyoura sand	2.64	0.5	0.973	0.635	—

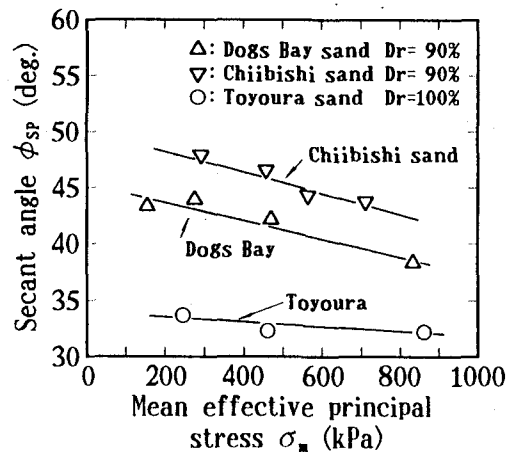


図1 セカントアングル～平均主応力 関係

3. 小さな模型杭載荷実験の結果と考察

今回用いた載荷実験装置の特色は、上載圧 σ_v と側圧 σ_h が独立に負荷できることと、杭の平均的な周面摩擦力と全杭支持力が独立に測定できることである。その詳細は参考文献3)に詳しい。載荷実験は、相対密度 $Dr=90\%$ 、上載圧 $\sigma_v=50-400(kPa)$ 、応力状態を評価する主応力比 $K(=\sigma_h/\sigma_v)=0.25-2.00$ の条件で行った。図2は、先端支持力 q と正規化沈下量 S/D の関係を試料ごとに比較したものである。Dogs Bay砂やチイビシ砂のようなカーボネイト系の砂は、豊浦砂に比べて支持力は1/2程度しか現れていないことがわかる。

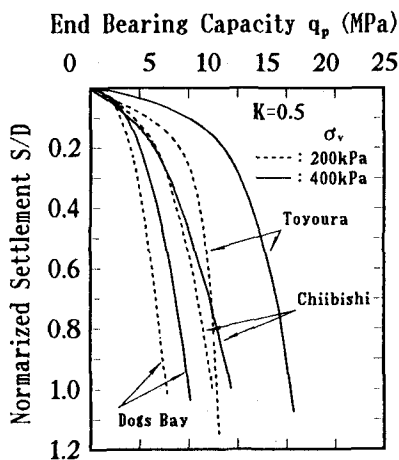


図2 先端支持力～正規化沈下量 関係
(試料の違い)

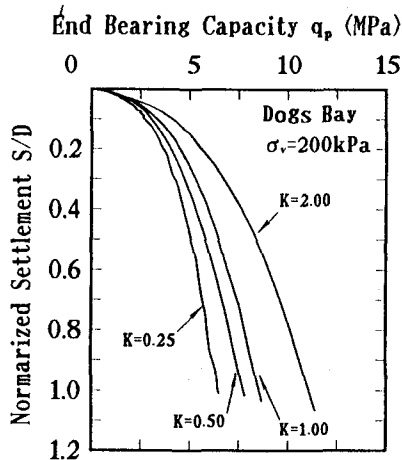


図3 先端支持力～正規化沈下量 関係
(応力比の違い)

また対象とした全ての試料において先端支持力～沈下量関係に明確なピークは現れず破壊形態は、局所的であることが示唆される。なお、以下の議論において沈下量が杭径の100%の時の杭頭応力を極限先端支持力 $q_{p,100\%}$ とする。

図3は、Dogs Bay砂の先端支持力 q_p と正規化沈下量 S/D の関係を応力状態ごとに比較したものである。同一の上載圧であるにも関わらず先端支持力は、主応力比の小さなものほど低い値を示していることがわかる。このことはチイビシ砂、豊浦砂においてもいえることであった。この結果より先端支持力には、主応力比 K の影響が大きく関与していることがわかる。次に、この主応力比を含む平均主応力 $\sigma_m = ((1+2K)/3)\sigma_v$ と極限先端支持力 $q_{p,100\%}$ の関係を示したものが図4である。極限先端支持力は、 σ_m に関係なく豊浦砂、チイビシ砂、Dogs Bay砂の順に大きく、またそれらの値は多少のばらつきはあるものの K に関係なく曲線的に増加していることがわかる。

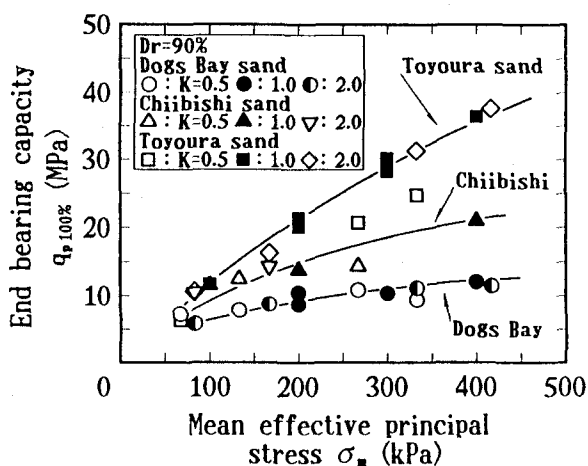


図4 極限先端支持力～平均主応力関係

【参考文献】

- 1) 安福・兵動・村田・西川・片岡: "破碎性の卓越した砂質土中の先端支持力について": 第26回土質工学研究発表会講演集 pp. 1359-1362, 1991
- 2) 新城・宮城・小宮: "さんご石灰質砂の強度変形特性": 農業土木学会論文集第163号 pp. 95-101, 1993
- 3) 安福・山本・村田・辻・田中: "周面摩擦を独立に測定可能な模型杭実験装置の試作とその適用": 第28回土質工学研究発表会講演集 pp. 1669-1670, 1993