

カーボネイト砂中における杭の先端形状の違いが周辺地盤の変形挙動に及ぼす影響

山口大学工学部

正 員 兵動正幸 中田幸男 村田秀一

徳山工業高等専門学校

正 員 桑嶋啓治

山口大学工学部

学生員○山下りょう

1. まえがき

著者らはこれまで、圧縮性・破砕性の卓越したカーボネイト砂中の杭の支持力特性について、実験的検討を行ってきた。このカーボネイト堆積地盤における杭の先端形状は、先端角が鋭角なものや平らなものなど様々である。シリカ系の砂地盤では、一般に先端形状が応力球根内であれば、先端形状に関わらず支持力は一定であることが報告されているが¹⁾、カーボネイト系の砂地盤に対する報告はなされていないようである。本報ではこのようなカーボネイト砂を対象に、先端形状の異なる2種類の杭を用いて模型杭載荷実験を行い、支持力特性に与える先端形状の影響を調べるとともに、実験後の杭先端周辺の様子を観察し、支持力特性との関係を考察する。

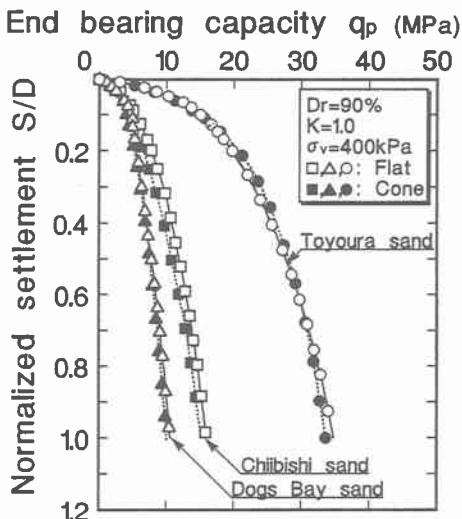
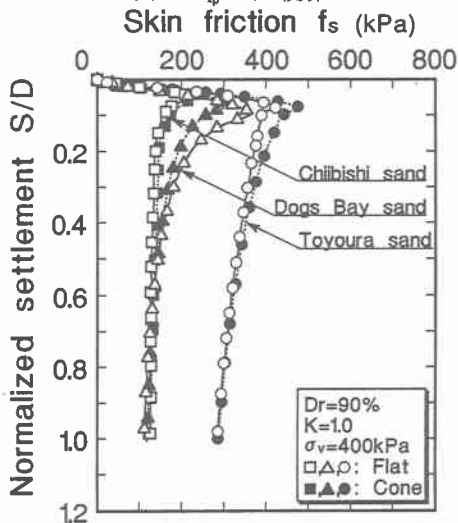
2. 実験概要

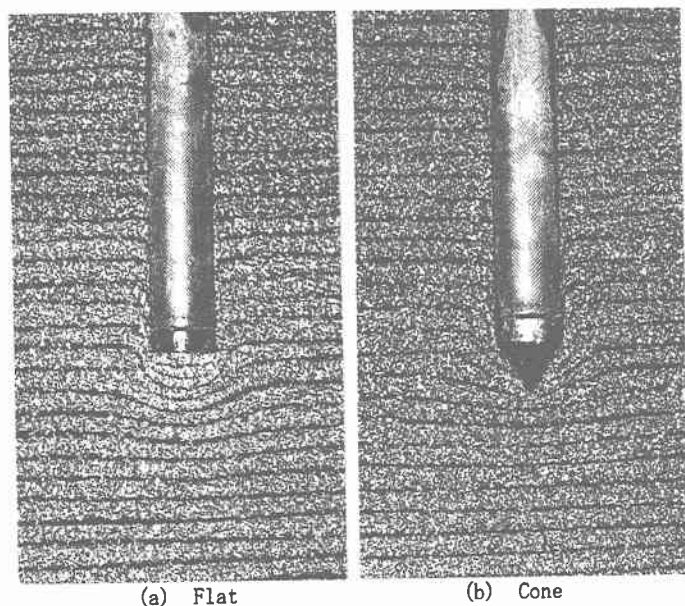
本実験で用いたカーボネイト砂はチビシ砂、ドッグズベイ砂であり、比較対象として豊浦砂を用いている。模型杭実験は上載圧 $\sigma_v=400\text{kPa}$ 、主応力比 $K=1.0$ 、相対密度 $D_r=90\%$ の実験条件で行った。用いた杭は杭径 30mm で、先端角は 180° の平坦杭（以下Flatと称す）と、 60° の鋭角杭（以下Coneと称す）の2種類とした。また、供試体 1cm ごとに約 2mm 厚の色砂層を敷詰め、実験終了後、供試体上部より水を浸透させ、サクシオンにより供試体を自立させた後、供試体中心部までストレートエッジによって削り、供試体の断面を撮影した。

3. 模型杭実験結果

(1) 先端支持力 図-1は模型杭実験より得られた先端支持力 q_p と沈下量 S を杭径 D で除した正規化沈下量 S/D の関係を示したものであり、白抜きプロットはFlat、黒塗りプロットはConeをそれぞれ示している。この図より、 q_p の増加傾向やピークを示さないことなど、同一試料におけるFlatとConeの q_p の発現特性は類似している。

(2) 周面摩擦力 図-2は模型杭実験より得られた周面摩擦力 f_s と S/D の関係を示したもので、図-1と同様に白抜きプロットでFlat、黒塗りプロットでConeを示している。この図より、各試料におけるFlat、Coneの f_s の発現特性は類似しており、小さな貫入量で f_s が急激に増加し、ピークを示した後、減少して一定値に収束していることがわかる。また、ピーク後の減少傾向は豊浦砂に比べてカーボネイト系の砂の方が大きいことがわかる。

図-1 $q_p \sim S/D$ 関係図-2 $f_s \sim S/D$ 関係



(a) Flat (b) Cone
写真-1 色砂層の変形 (チイビシ砂、 $D_r=90\%$ 、 $\sigma_v=400\text{kPa}$ 、 $K=1.0$ 、 $S/D=1.0$)

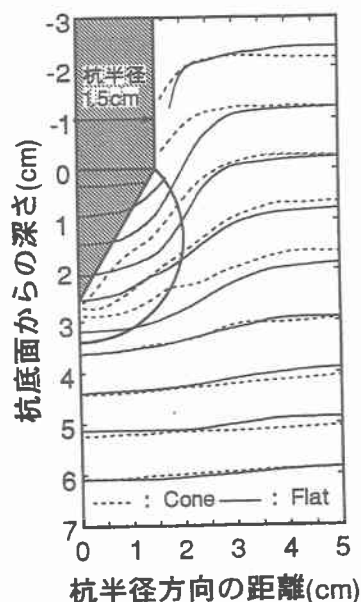


図-3 色砂層の変形 (チイビシ砂)

4. 杭先端付近の砂層の変形

模型杭実験の結果から、先端形状の違いが杭の支持力特性に及ぼす影響はシリカ系の砂と同様に小さいことが確認された。このことを、より合理的に検討するために実験終了後の杭先端周辺断面の様子を観察した。写真-1はチイビシ砂に対して杭を3cm貫入した時の杭先端周辺の色砂層の変形の様子を示したものであり、(a)はFlat、(b)はConeについてそれぞれ示している。写真より、杭周辺の砂が貫入に伴って引き込まれている様子、また、杭先端に応力球根が形成されている様子が観察される。この様子をFlatとConeでより明確に比較するために、チイビシ砂におけるFlatとConeの色砂層の変形を重ねて示したものが図-3である。実線でFlat、破線でConeを用いたときの結果を示している。図中の応力球根は、安福・西川ら²⁾によって仮定されたカーボネイト砂を対象とした局所せん断破壊に対する破壊モードである。写真より、Flat、Coneともに杭の先端から5層上方まで色砂層の引き込みが顕著に見られ、両者に明確な違いがないことがわかる。このことから、FlatとConeの周面摩擦力に明確な違いが生じなかったことが推察される。また図-3より、FlatとConeともに、仮定された応力球根の範囲内で顕著に色砂層の変形が見られること、その外側に約2cmの塑性域が広がっていること、さらにその外側では変形がほとんど生じていないことがわかる。つまり、仮定された破壊モードの応力球根内での先端形状の違いは、応力球根の形成に影響を与えないため、先端支持力に明確な違いが現れなかったものと推察される。

5. まとめ

2種類の先端形状を用いて模型杭載荷実験を行った結果、先端支持力、周面摩擦力ともに明確な違いは見られなかった。これは、今回用いた先端形状が仮定された破壊モードの応力球根内であったため、応力球根の形成に影響を与えず、類似した支持力特性となったことが推察される。

【参考文献】1) 平山英喜：杭の統一的先端支持力算定式：第23回土質工学研究発表会講演集、pp. 1347～1350、1988。2) 安福・村田・兵動・西川・F. B. Chan：圧縮性の卓越した砂中の杭の先端支持力評価法について：土木学会第47回年次学術講演会、Ⅲ-423、pp. 886～887、1992.9。