

カーボネイト砂中の杭の支持力特性に及ぼす拘束圧の影響

九州共立大学工学部 正 員 〇田中邦博
 山口大学工学部 正 員 安福規之 山本修三 村田秀一
 山口大学工学部 学生員 辻 昭人
 三井石油化学工業㈱ 正 員 Fong Beng Chian

1. まえがき

筆者らは、杭の周面摩擦力が直接測定でき、かつ任意の応力状態(等方及び異方載荷を意味する)が再現できる実験装置を試作し、それにより等方応力($K=\text{側圧 } \sigma_h/\text{上載圧 } \sigma_v=1$)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、実験結果及びその検討結果の一部について報告した^{1) 2) 3)}。今回、次の二項目即ち、1)支持力係数 N_q と拘束圧の関係、2)寄与率(杭の全支持応力中に占める最大周面摩擦応力の割合)と拘束圧の関係について検討を行ったので報告する。

2. 模型杭載荷実験及び試料

載荷実験、使用した試料などについての詳細は参考文献^{1) 2) 3)}に示した通りであるが、概述すると試料は、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、模型杭は、表面が大変滑らかで、先端が平らな直径3cmの円柱型ステンレス製である。なお、拘束圧が $1\sim 4(\text{kgf}/\text{cm}^2)$ の範囲内でのセカンドアングル ϕ_s の値は、ドッグズベイ砂が $38\sim 46^\circ$ 、豊浦砂が $38\sim 43^\circ$ で強度はほぼ等しいものの、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。

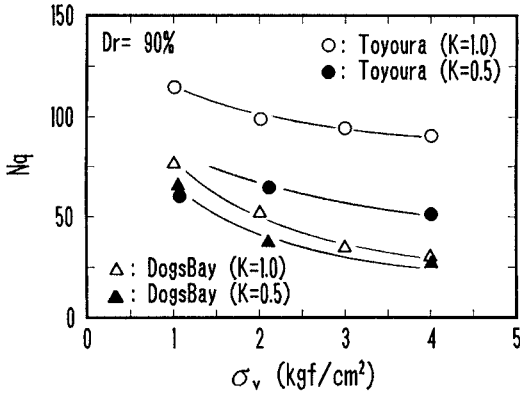
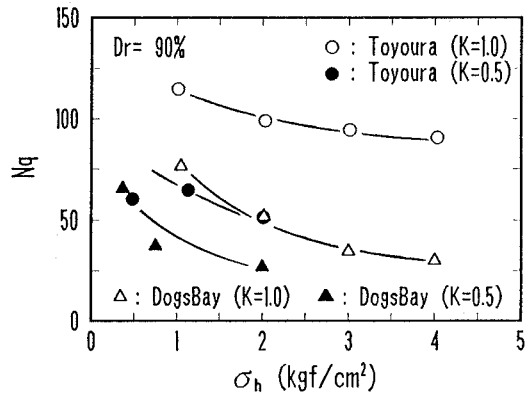
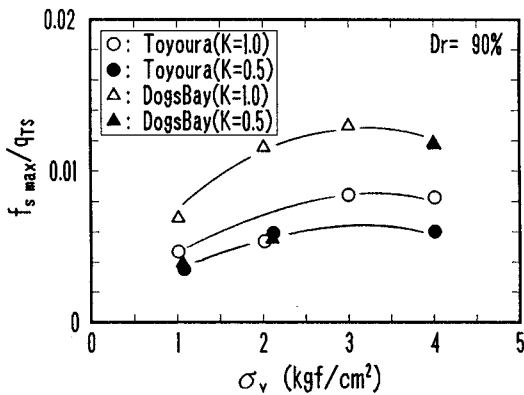
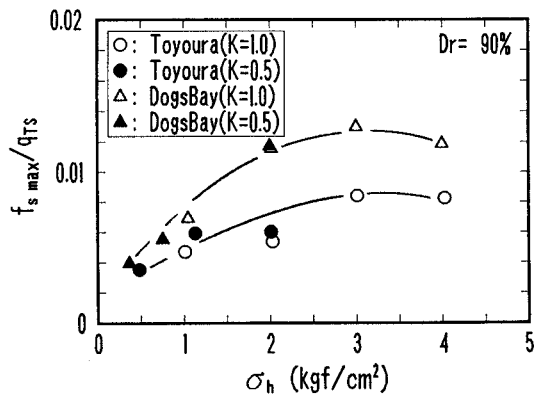
3. 載荷実験結果及び考察

支持応力-沈下量曲線に於いて、正規化した沈下量が $S/D=100\%$ のときの先端応力を極限先端応力($q_{p100\%}$ 、以下 q_u と称す)に、ピーク時の周面摩擦応力を最大周面摩擦応力(f_{smax} 、以下 f_u と称す)と定める^{2) 3)}。以下、拘束圧の違いが杭の支持力特性に及ぼす影響を、相対密度が90%の場合について述べる。

1) 支持力係数 N_q と拘束圧の関係・・・図-1は支持力係数 $N_q(=q_u/\sigma_v)$ と σ_v の関係を、図-2は N_q と σ_h の関係を試料及び応力状態ごとに示している。まず図-1の N_q 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 が同じでも N_q に大きな違い(等方載荷>異方載荷)が見られるが、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。さらに両試料の N_q 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。また N_q と σ_v の間には一義的な関係が見られ、 σ_v が増加すると N_q は減少する傾向にあるが、その曲線は非線形的であり、その傾向はドッグズベイ砂の場合がより顕著であることがわかる。一方図-2の N_q と σ_h の関係について見ると、上記の場合と同様に両試料の N_q 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し、さらに両試料とも N_q と σ_h の間には一義的な関係が見られ、 σ_h が増加すると N_q は非線形的な曲線で減少し、その傾向はやはりドッグズベイ砂の場合がより顕著である。しかし N_q は同一試料の場合、上記の場合とは異なり、 σ_h が同じであれば豊浦砂ほどではないにしても、ドッグズベイ砂にも応力状態の違いによる有意な差が認められる。

2) 寄与率と拘束圧の関係・・・図-3と図-4は寄与率($S/D=100\%$ のときの杭の全支持応力中に占める最大周面摩擦応力の割合- f_u/q_{ts})と σ_v 及び σ_h の関係を、試料及び応力状態ごとに示している。まず図-3の寄与率と σ_v の関係について見ると、ドッグズベイ砂の場合は応力状態が異なると、 σ_v が同じでも寄与率に大きな違い(等方載荷>異方載荷)が見られ、豊浦砂の場合は、応力状態の違いによる影響がドッグズベイ砂ほど見られない。さらに豊浦砂とドッグズベイ砂で寄与率を比較すると、 σ_v が同じであればドッグズベイ砂の方が大きな値を示す。また寄与率と σ_v の間には一義的な関係が見られ、 σ_v が増加すると寄与率は増加するが、 σ_v が $3(\text{kgf}/\text{cm}^2)$ を越えると頭打ちあるいは減少傾向を示し、その曲線は $\sigma_v=3(\text{kgf}/\text{cm}^2)$ を境に上に凸の非線形であり、その傾向はドッグズベイ砂の場合がより顕著である。一方図-4の寄与率と σ_h の関係について見る

と、両試料とも寄与率と σ_h の間には一義的な関係が見られ、上記の場合と同様に、 σ_h が増加すると寄与率は増加するが、 σ_h が3(kgf/cm²)を越えると頭打ちあるいは減少傾向を示し、その曲線は $\sigma_v=3$ (kgf/cm²)を境に上に凸の非線形であり、その傾向はやはりドッグズベイ砂の場合がより顕著である。しかし寄与率は同一試料の場合、上記の場合とは異なり、 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。

図-1 支持力係数 $N_q \sim \sigma_v$ 関係図-2 支持力係数 $N_q \sim \sigma_h$ 関係図-3 寄与率 $\sim \sigma_v$ 関係図-4 寄与率 $\sim \sigma_h$ 関係

5. まとめ

1) 支持力係数 N_q は、拘束圧が同じであれば豊浦砂の方が大きな値を示す。またいずれの試料も拘束圧に依存して一義的な関係で変化し、拘束圧の増加に伴って N_q は非線形的な曲線形状で減少し、その傾向はドッグズベイ砂がより顕著である。

2) 寄与率は、拘束圧が同じであればドッグズベイ砂の方が大きな値を示す。またいずれの試料も拘束圧に依存して一義的な関係で変化し、拘束圧の増加に伴って寄与率は、ある拘束圧を境に増加から減少に転じ、上に凸の非線形的な曲線形状を示す傾向にある。その傾向はドッグズベイ砂の場合がより顕著である。

【参考文献】

- 1) 安福、山本、辻、村田、田中(1993): "周面摩擦力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概要集(投稿中)、
- 2) Fong、安福、山本、村田、田中(1993): "カーボネイト砂中の杭の支持力特性に及ぼす上載圧の影響" 第28回土質工学研究発表会概要集(投稿中)、
- 3) 田中、安福、山本、村田、Fong、辻(1993): "応力状態の違いがカーボネイト砂中の杭の支持力特性に与える影響" 第28回土質工学研究発表会概要集(投稿中)、