

繰返し荷重変動がカーボネイト砂中の杭の沈下特性に与える影響

中央コンサルタンツ(株) 正 員 ○西川元樹

山口大学工学部

正 員 安福規之 村田秀一 兵動正幸

東洋建設(株)

正 員 森 研造

1. まえがき

タンク等の構造物を杭が支持する場合、タンク中の水位が周期的に変化するのに伴い、杭には繰返し荷重変動が生じる。本報告では、このような状況を鑑み、カーボネイト（ドッグズベイ）砂について小型の模型杭実験を行いその沈下特性を繰返し回数、除荷幅に着目して検討する。

2. 試料及び実験方法

(1) 試料について・・・本実験で対象した試料は、ドッグズベイ砂と秋穂砂であり、相対密度 $Dr=90\%$ のものを使用した。これらの試料の物理特性、応力ひずみ特性は前回の報告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¹⁾で示した通りであり、杭の直径は20mmである。全ての実験において上載圧を200kPaに統一している。また、所定の沈下レベルまで応力制御方式により載荷し、その後、周期を一定（1分）として除荷、再載荷を繰返す。そして繰返し時の最大、最小応力を制御し、除荷幅一定の下で生じる沈下量を測定した。

3. 実験結果及び考察

(1) 応力と沈下量の関係・・・図-1は上載圧 $\sigma_v=200\text{kPa}$ の下でドッグズベイ砂について繰返し荷重を作用させたときの杭頭応力と沈下量の関係を示したものである。ここでは、図のように沈下が2mm、4mm（杭径の10%、20%）に達したとき、繰返し時の最大荷重および除荷幅を一定に保ち、それぞれ5回と10回繰返したときの結果を実線で示し、同じ条件下で行った単調載荷試験結果を破線で示している。この図より、最大荷重を一定に保っているにもかかわらず、除荷載荷を繰返すことにより沈下が促進することがわかる。また、その沈下の促進程度は1回目の繰返し時が最も大きく、以後、沈下量の増加の割合は減少する傾向にある。

ここで便宜上、繰返し除荷・再載荷により生じる沈下量を S_c 、単調載荷により生じる沈下量を S 、除荷幅を q_c 、繰返し除荷・再載荷開始時の最大応力を q_{max} 、そして S_c を正規化するため、沈下量20mmを $S_{0.1}$ と呼称し、これを基準沈下量とみなす。

(2) 繰返し回数と沈下量の関係・・・図-2は沈下レベル $S/S_{0.1}=0.1$ のときの繰返し除荷・再載荷により生じる沈下量 $S_c/S_{0.1}$ と繰返し回数 N の関係を示したもので、(a)図はドッグズベイ砂について、(b)図は秋穂砂について、それぞれ除荷幅 q_c ごとにまとめている。これらの図より次のようなことが言える。

(i) (a)図より、ドッグズベイ砂については $q_c=0.5\text{MPa}$ のときには繰返しにより生じる沈下はほとんど生じていないことがわかる。また、 q_c が1.2MPaを越えると沈下は急激に促進しはじめ、 q_c が2.1MPaのときには繰返し回数が3000回を越えると沈下量は杭径の20%以上にも達する。

(ii) (b)図より、秋穂砂については $q_c=1.2\text{MPa}$ 以下では繰返し回数を増加させても沈下はほとんど生じない。また、 q_c の増加に伴い生じる沈下量も徐々に増加し、 q_c が3.7MPaでは、沈下量は急激に増大していることがわかる。このことより、沈下が急激に増加しはじめる除荷幅 q_c の値はドッグズベイ砂

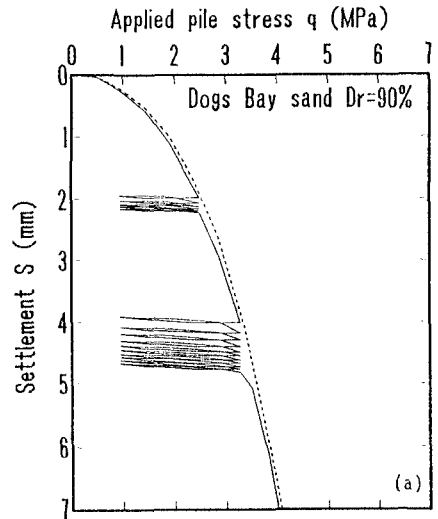


図-1 杭頭応力と沈下量の関係

の場合1.2MPa、秋穂砂の場合2.7MPaであり、ドッグズベイ砂のほうが杭を支持する上では不安定な材料であると言える。

(3) 繰返し除荷荷重と沈下量の関係・・・図-3は S_c と q_c の関係を繰返し回数をパラメータとしてまとめたもので、(a)図はドッグズベイ砂について、(b)図は秋穂砂についての結果を示している。これらの図より、両試料とも、 q_c と共に S_c は増加し、その増加の割合は前述のようにドッグズベイ砂の場合 $q_c=1.2\text{MPa}$ ($q_c/q_{max}=48\%$)、秋穂砂の場合 $q_c=2.7\text{MPa}$ ($q_c/q_{max}=65\%$)以降急激に増大していることがはっきりわかる。また、その特徴は $N \leq 10$ 以下ではさほど顕著ではなく、 $N > 50$ において著しく現れる。

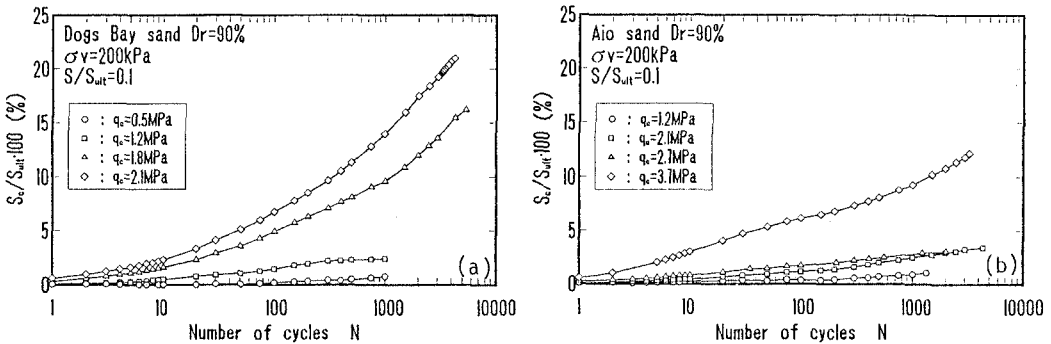


図-2 沈下量 S_c と繰返し回数 N の関係；(a)ドッグズベイ砂、(b)秋穂砂

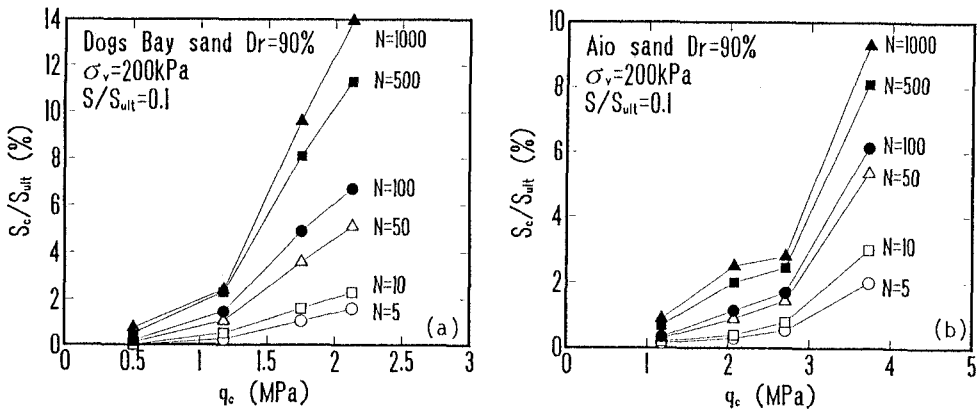


図-3 繰返し回数に着目した沈下量 S_c と除荷幅 q_c の関係；(a)ドッグズベイ砂、(b)秋穂砂

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。

(1) 最大荷重を一定に保った状態で 除荷・再載荷を繰返すことにより沈下が促進する。また、その沈下の促進程度は1回目の繰返し時が最も大きく、以後、沈下量の増加の割合は減少する傾向にある。

(2) 繰返し回数の増加に伴い沈下量も増加し、その傾向は q_c が大きいほど顕著に現れる。また、沈下量が急激に増大しはじめる q_c はドッグズベイ砂の場合1.2MPa($q_c/q_{max}=48\%$)、秋穂砂の場合2.7MPa($q_c/q_{max}=65\%$)であった。

【参考文献】

- 1) 安福、兵動、村田、西川、Fong Beng Chian、片岡：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。