

砂地盤における自立型タワークレーンの動的安定性(その2) ～ 曲げモーメントの応答について～

武蔵工業大学 学○神宮将夫 荒井郁岳
(独)産業安全研究所 正 伊藤和也 玉手 聡
武蔵工業大学 正 末政直晃 片田敏行

1. はじめに

近年 構造物の施工の際、建物の外部に杭基礎で支持された自立型タワークレーンが多く使用されている。しかしながら、クレーンの構造規格では自立型タワークレーンの杭基礎に関する設計基準は制定されておらず、施工業者ごとに独自に設計されている¹⁾。このため、杭基礎の施工不良に起因する支持力不足により自立型タワークレーンが転倒し、周辺地域に被害を及ぼした事例も報告されている。地震時の構造物の振動特性は、地盤剛性の低下、杭周辺部での隙間の発生、構造物の共振などの様々な要因によって複雑に変化する。従って、杭基礎構造物の地震時挙動を把握するためには、地盤 - 杭基礎 - タワークレーン(一体系)の応答特性に与える影響を明らかにする必要がある。そこで、本研究では構造物の振動モード、杭やフーチングの応答に着目し、加振実験を行った。そこで本研究では、タワークレーンをモデル化し、その躯体の振動特性を検討した。その1では加速度応答について報告した。本報告は、主に曲げモーメントについて考察する。

2. 実験概要

実験装置の概略図は、その1に掲載した³⁾。試料は豊浦砂を用い、せん断土槽を使用した。5.5kgの砂を5回に分け、各層で加振し締固め、相対密度 $D_r=100\%$ 、初期地盤高さ260mm(実スケール換算値13m)となるように地盤を作成し、加速度計を地盤と地表面にそれぞれ1個、タワー上部とフーチング部2箇所に設置し、加速度を測定した。メインジブ側を杭1、カウンターウエイト側ジブを杭2とし、2本の模型杭には、加振時の曲げモーメントを測定するためのひずみゲージを9箇所、26.5mm(実スケール換算値1.325m)間隔、2枚一組で軸力を打ち消すように添付し曲げモーメントを測定した。クレーンの状態は、メインジブに定格荷重相当の荷重を付与させたアンバランス状態で、土槽内の砂を実スケール換算で地表面から5m及び2m分を取り除いた場合と取り除かない場合の計3ケースを検討した。実験は、遠心加速度場50Gで行い、sin波1.0Hzで加振した。入力波形を図-1に示す。以下の実験結果は全て実スケール換算値を使用する。

3. 実験結果及び考察

図-2は、各ケースにおける杭頭部の曲げモーメントの時刻歴であり、+側を圧縮、-側を引張としている。杭1では、3ケース共に圧縮側に軸ずれが発生する一方、杭2では、全ケースにおいて引張側に軸ずれが発生している。これは、アンバランス状態では杭1(メインジブ側)に定格荷重相当のモーメントが負荷されるため、杭1では圧縮側、杭2では引張側にモーメントが残留したためだと推察される。図-3は杭先端に設置したロードセルで計測した荷重の時刻歴(Full)である。杭1、杭2共に片振幅しかない状態となっており、圧縮力以上の引張力が作用し

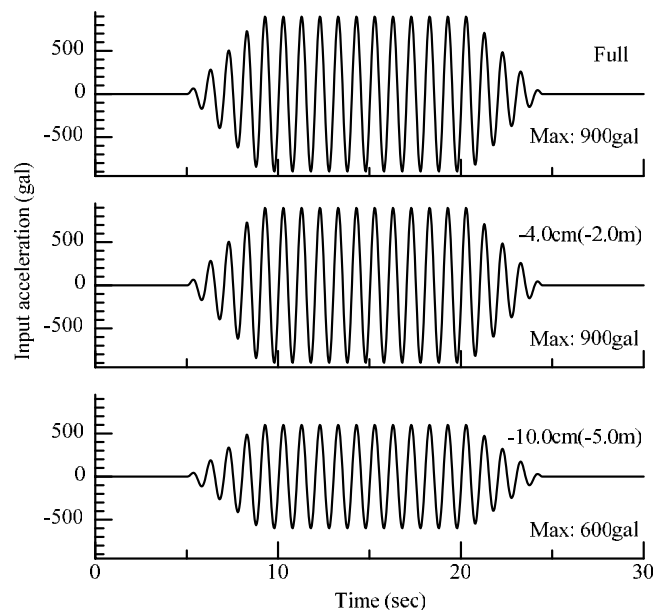


図-1 入力波形時刻歴

キーワード: タワークレーン、杭基礎構造物、建設安全、地震

連絡先: 〒158-8557 東京都世田谷区玉堤 1-28-1 武蔵工業大学工学部 地盤環境工学研究室

Tel&Fax: 03-5707-2202 E-mail: g0117060@sc.musashi-tech.ac.jp

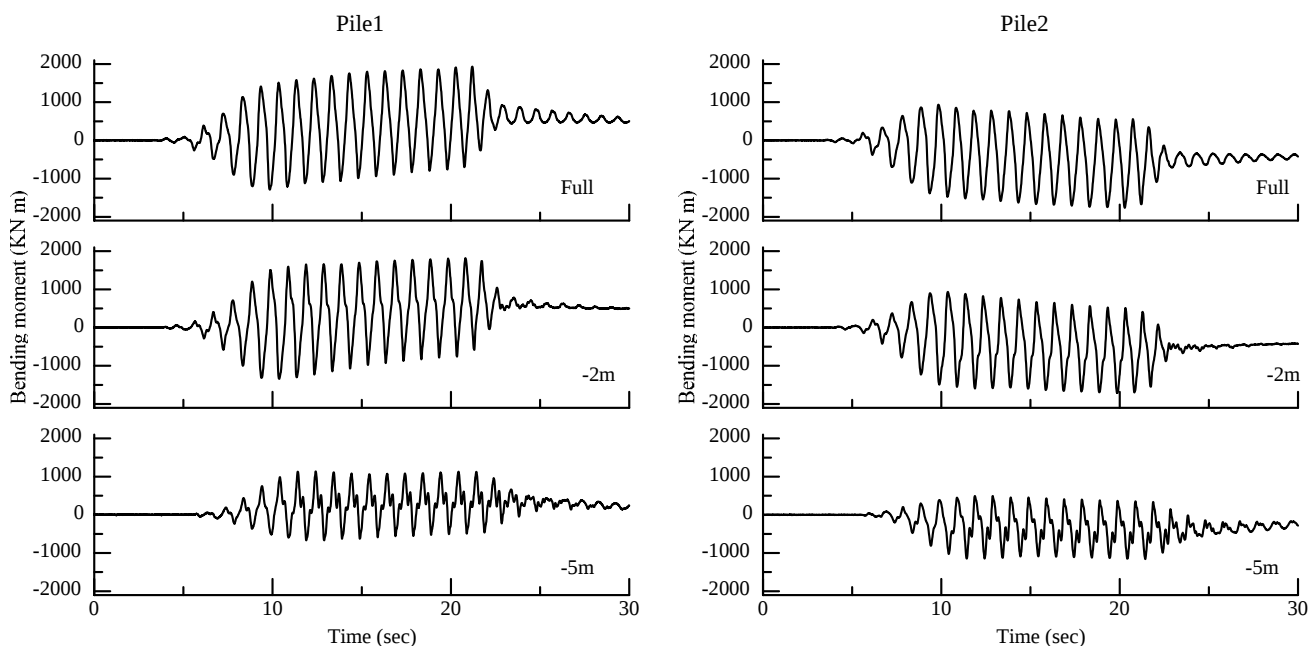


図-2 曲げモーメント時刻歴(杭頭部)

ている．これは，タワーがアンバランス状態であるためだと考えられる．杭1側に荷重が偏心しているため，杭2の荷重振幅が杭1の荷重振幅の約70%に留まっている．なお，他のケースも同様の傾向を示していることを確認した．図-4に各波群の第7サイクルでの杭頭の曲げモーメントが最大値を取った際の曲げモーメントの分布を示す．基盤面を0mとしている．3ケースほぼ同様な形状になり，一番曲げモーメントが大きく作用しているのは杭頭部であった．杭頭曲げモーメント計測部が露出していないと杭1には1000KN m程かかっているが，杭頭曲げモーメント計測部が露出した2ケースは約1500KN mとなり曲げモーメントが増大していることがわかる．この傾向は高さを変えても変化が見られなかった．

4. まとめ

粘土地盤におけるタワークレーンの地震時応答特性の確認のため，遠心場における加振実験を行った．その結果，(1) 曲げモーメントは杭1では圧縮，杭2では引張に残留，(2) 荷重の時刻歴からクレーン自体がメインジブ側に傾きながら振動したと推察された，(3) 曲げモーメントの深度分布形状は地盤高さが変化してもほぼ同様な形状となった．

<参考文献>

1) クレーン構造規格 労働省告示 第134号 構造規格第1章 第4節, 1995.

3) 荒井郁岳, 神宮将夫, 伊藤和也, 玉手聡, 末政直晃, 片田敏行: 砂地盤における自立型タワークレーンの動的安定性(その 1), 第 32 回関東支部技術研究発表会講演概要集, 2005.(投稿中)

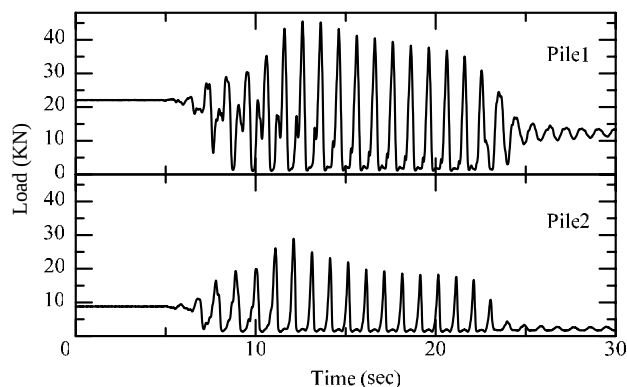


図-3 杭先端部荷重時刻歴

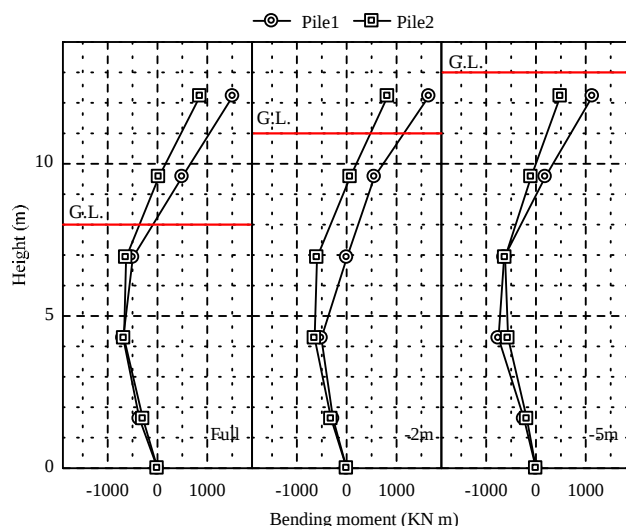


図-4 曲げモーメント深度分布