

関東ローム地盤における自立型タワークレーンの地震時応答特性

武蔵工業大学大学院○学 荒井 郁岳 伊藤 直幸

(独)労働安全衛生総合研究所 正 伊藤 和也 玉手 聡

武蔵工業大学 正 片田 敏行 末政 直晃

1. はじめに

仮設であるタワークレーンの設計基準であるクレーン構造規格では、地震荷重の設定が固定したものに対しては垂直荷重の20%に相当する水平荷重がかかるものとして計算を行うとされている¹⁾。一般に仮設構造物の耐震性は、永久構造物の耐震性に比べ劣る傾向がある。タワークレーンは長大な構造物であるため、強震時には過大な応答を示す可能性がある。ゆえにクレーン構造規格における地震荷重の設定は地震時安定性の照査としては不十分であると考えられる。本研究では、構造物～杭基礎～地盤の相互作用に着目し、遠心場におけるタワークレーンの加振実験を行った。本報告では関東ローム地盤における加速度応答結果とその考察を行った。

2. 実験概要

本実験は、遠心加速度場 50g において実施した。図-1 に実験装置の概要を示す。モデル化したクレーンは、トンボ型タワークレーンである。この模型は遠心場における動的な相似則に従って作成している。試料には含水比 103%に調整した関東ロームを使用した。試料を剛な土槽に所定量投入し、147kPa で圧縮することで地盤を作成した。計測項目としては、タワー上部、フーチング部、地盤内部に設置された加速度計より加速度応答を、フーチング部に設置されたレーザー変位計により変位応答を、杭に添付されたひずみゲージにより曲げモーメントを、杭先端に設置したロードセルにより荷重の変化を計測した。タワークレーン躯体は、マスト部を中心とした際、バランスの取れていない状態である。カウンターウェイトジブにおもりを搭載することにより等バランス状態にした状態をバランス状態、定格荷重を付与した状態をアンバランス状態として実験を行った。実験は、1940年に発生したインペリアルバレイ地震で記録されたエルセントロ波を模擬したランダム波を入力した。加速度振幅を増減させることで小加振1(初期状態の確認)、大加振(大地震時の応答)、小加振2(大加振後の応答)として入力した。入力波形およびフーリエスペクトルを図-2に示す。また、以下の実験結果および考察は全て実スケール換算値を使用する。

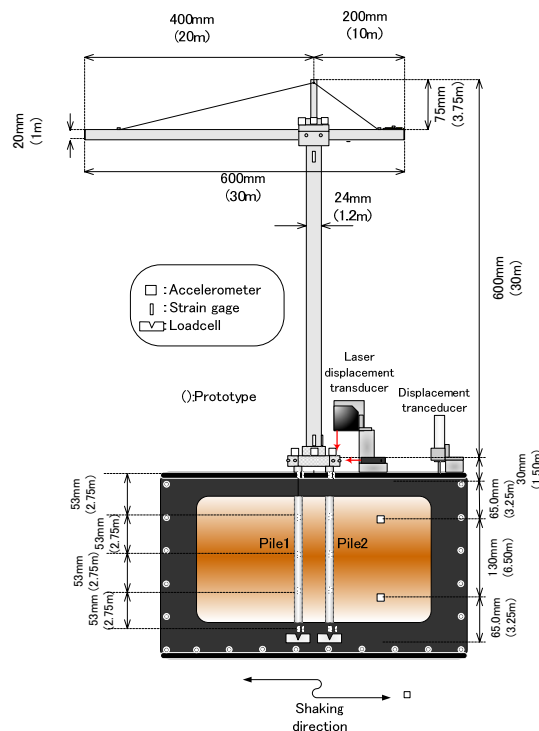


図-1 模型実験装置概要図

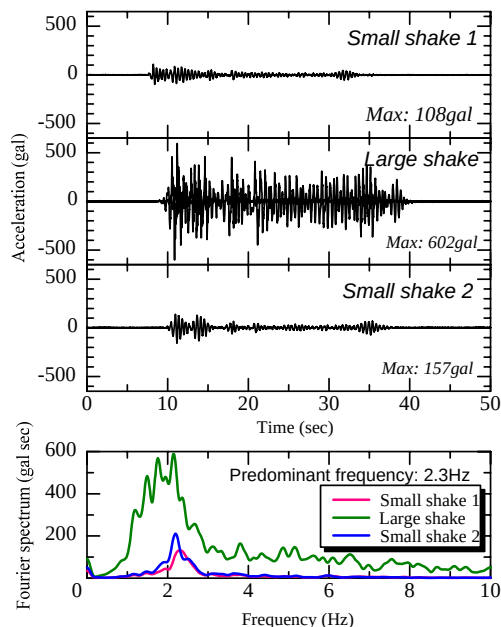


図-2 入力加速度時刻歴および入力波のフーリエスペクトル

キーワード：タワークレーン，杭基礎構造物，地震，建設安全

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 Tel&Fax: 03-5707-2202

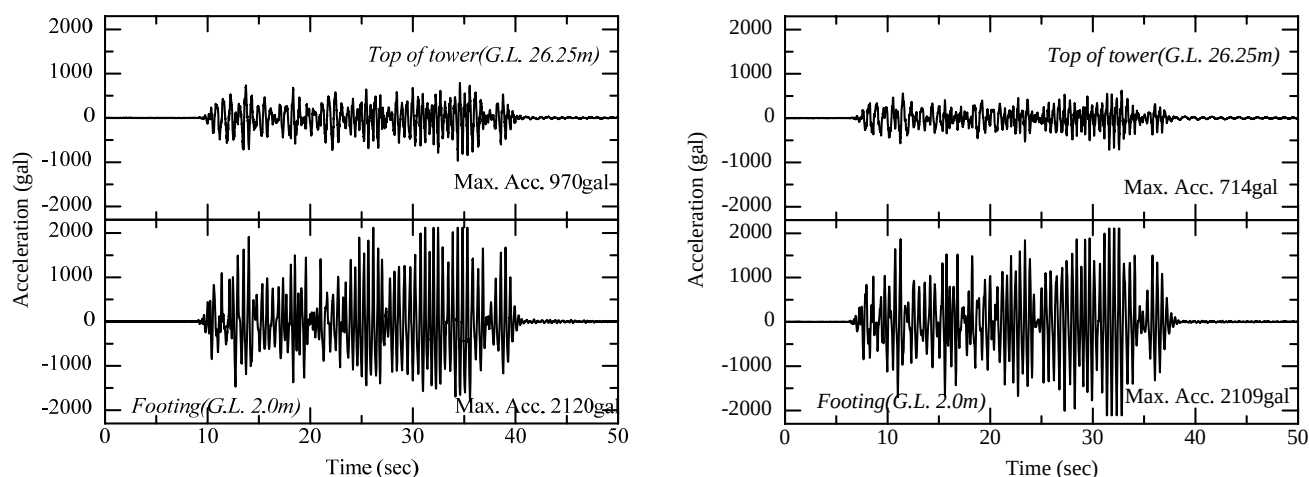


図-3 タワークレーン(構造物系)における加速度応答時刻歴

3. 実験結果と考察

図-3 に大加振における加速度応答時刻歴を示す。特徴的な事項は、各部において、加振前期に比べて加振後期の応答振幅が大きくなっていることである。バランス状態におけるフーチング部では加振後期の 35sec 付近で最大値の 2120gal を計測している。タワー上部でも、増幅率は低いもののフーチング部とほぼ同様の傾向を示した。これは、加振中に地盤の変状(隙間)が発生し、構造物系全体としての応答特性が変化しているためと考えられる。一方、アンバランス状態では、バランス状態と同様に主要動付近でも加速度は大きく増幅しているが、加振後期において最大加速度を計測している。最大加速度は、タワー上部では 714gal、フーチングでは 2109gal、地盤上部(G.L.-3.0m)では 1069gal、地盤下部(G.L.-8.0m)では 840gal であった。入力加速度が異なるため、比較を容易にするため図-4 に大加振におけるフーチング部の加速度応答倍率時刻歴を示す。この時刻歴は、応答で示したピーク値を対応する入力加速度のピーク値で除した値の時刻歴である。加振の継続時間は、約 26 秒間である。また、加振前期を加振開始から 10 秒まで、加振後期を 10.1 秒から 26 秒までとした。主要動は加振前期である 10 秒までにあり、バランス状態、アンバランス状態ともに、主要動のある加振前期に比べ、加振後期の加速度応答倍率が增大しているのが分かる。また、加振後期における応答倍率の平均値は加振前期のその約 1.9 倍となっている。バランス状態では、加振前期において入力加速度が大きく、加速度応答倍率が低い状態である。一方、加振後期では、入力加速度は低～中程度であるが、対応する加速度応答倍率が大きくなっている。これは加振による繰り返し载荷により杭付近の関東ロームの密度が大きくなり硬化し、さらに杭周に隙間が発生したため加振後期に衝撃的な加速度応答が発生したものと考えられる。

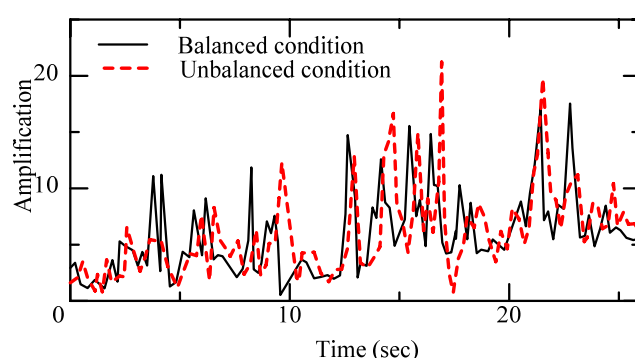


図-4 加速度応答倍率時刻歴

4. まとめ

関東ローム地盤におけるタワークレーンの地震時応答特性を検討するため、遠心場における加振実験を行った。その結果、以下の知見を得た。1) 加速度応答では、主要動のある加振前期ではなく、加振後期に最大値を示した。2) 加振の進行によりフーチング部の加速度応答倍率が增大し杭頭部破壊の可能性が増大する。3) バランス状態に比べ、アンバランス状態の応答が大きくなる。従って、仮設構造物の地震時応答特性の照査にも詳細な検討が必要であると考えられる。

<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 3 節, 1995.