

コンテナクレーンの地震時輪荷重に関する模型振動実験

N K K 基盤技術研究所 正会員 塩崎禎郎
 港湾空港技術研究所 正会員 菅野高弘
 日本港湾コンサルタント 正会員 山本俊介
 港湾空港技術研究所 佐藤栄治
 N K K 基盤技術研究所 正会員 南部俊彦

1. はじめに

兵庫県南部地震以降，レベル2地震動に対して所要の耐震性能を確保できる耐震強化岸壁の整備が進められている．現行の技術基準¹⁾では，レベル2地震動に対しては，地震応答解析や模型振動実験で岸壁の変形量照査を実施することになっている．その際，岸壁に作用する外力の一つとしてコンテナクレーン輪荷重の考慮が必要となるが，レベル2地震動ではコンテナクレーンの脚が浮き上がる可能性があり荷重の正確な評価が困難であった．そこで，コンテナクレーン模型による振動実験で基礎的な検討を行った．

2. 実験概要

実験対象としたコンテナクレーンはレーススパン 30.5m，重量約 10MN (1000tf) で，表-1 に示す相似則²⁾に即して 1/15 縮尺でモデル化した．その際，重心位置と固有振動数を合わせることを念頭におき，使用する鋼材（角形鋼管および鋼管）と重りの位置を決定した．車輪の数は実機では一脚あたり 8 輪であるが，模型では簡略化のため，両端の 2 輪でモデル化している．レール部分は，輪荷重の測定を行なうため片

持ち梁で作製し，曲げひずみの測定から荷重を算定した．模型と計測器の配置を図-1 に示す．実験設備は港湾空港技術研究所所有の三次元水中振動台を使用した．入力地震動は，プレート境界型地震動である八戸地表面波(1968 年十勝沖地震)を相似則に則して時間軸を圧縮した波形を用い，海陸方向の 1 方向入力とした．また，本実験では，クレーン脚下部と走行装置（車輪部）の間に，免震機構を取り付け，免震の有無による地震時輪荷重の比較も行なっている．

3. 実験結果と考察

脚ごとの輪荷重（鉛直方向，水平方向）時刻歴と，振動台およびクレーンガーダー部の加速度時刻歴を免震機構の有無に分けて図-2 に示す．振動台の最大加速度から港湾で用いられる野田・上部式で作用震度を求めると 0.22^{*}となる．この値は，耐震強化岸壁で用いられる設計震度（ $K_h=0.1 \sim 0.27$ ）と比べると最大ではないものの，概ねレベル2地震動が作用したものと判断できる．ガーダー部の最大応答加速度を比較すると免震なしでは 318Gal に対して，免震ありでは 120Gal まで抑えられている．このようにクレーン自体に作用する慣性力が減少するため，地震時輪荷重は鉛直，水平方向とも免震がある場合に大幅に減少している．ガーダー部の加速度波形で海側（マイナス）の値が最大（海側への慣性力が最大）となる時刻における水平方向の地震時輪荷重を図-3 示す．

キーワード：コンテナクレーン，輪荷重，模型振動実験，レベル2地震

連絡先：N K K 基盤技術研究所 〒210-0855 川崎市川崎区南渡田町 1-1 TEL044-322-6222 FAX044-322-6519

表-1 適用相似則

物理量	実機/模型	縮尺比
長さ	λ	15.00
時間	$\lambda^{1/2}$	3.87
加速度	1	1.00
重量	λ^3	3375
曲げ剛性	λ^5	759375

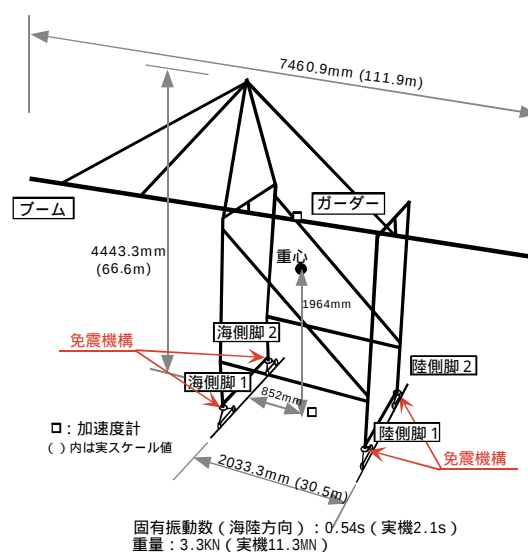


図-1 クレーン模型

図中の設計値はクレーン構造規格に基づいて、鉛直静荷重に作用震度を水平方向に掛けて算定した値である。免震なしの場合、脚によって荷重のばらつきがみられるが、設計値に近い値が作用している。陸側脚2の値は車輪に浮き上がり（脱輪には至っていない）が生じているため小さな値となっている。一方、免震ありでは、車輪によるばらつきはほとんどなく、設計値の2～3割程度まで荷重が減少している。

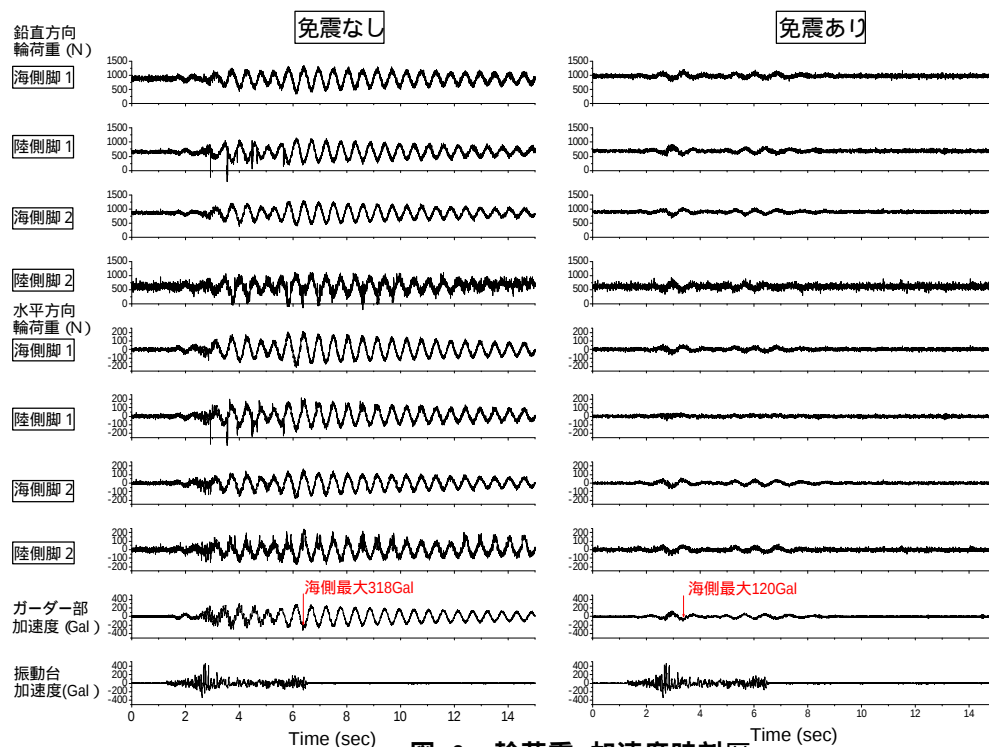


図-2 輪荷重、加速度時刻歴

図-4は、鉛直方向の地震時輪荷重の最大値（脚ごとに時刻は異なる）を静荷重（停止時）と動的成分に分けて示している。停止時の静荷重は、免震なし、ありの両方とも設計値と実験値は良好に一致している。地震時荷重に関しては、免震なしの場合、海側脚では設計値と一致するものの、陸側脚ではクレーンのロッキングの影響で設計値を上回る荷重が作用している。一方、免震ありでは、水平方向と同様に荷重が低減され設計値以下となることがわかった。

4. まとめ

レベル2地震時のコンテナクレーンの輪荷重特性を明らかにするため模型振動実験で検討を行った。その結果、免震機構を取り付けた場合、地震時輪荷重は鉛直方向、水平方向とも大きく低減されることがわかった。今後は、入力地震動を変えたケースと、クレーン休業時（ブームアップ状態）について検討を加えていく予定である。なお、本研究は運輸省（当時）港湾技術研究所とNKKの平成12年度共同研究「耐震コンテナクレーンと耐震強化岸壁（栈橋式）の地震時相互作用に関する共同研究」の中で実施したことをここに記す。

謝辞：本研究を進めるにあたっては、科学技術振興財団の田中剛氏、海老原健介氏、NKK重工部の長井裕幸氏、村野健一氏に多大な協力を得ている。ここに感謝の意を表する。

<参考文献> 1) (社)日本港湾協会：港湾の施設の技術上の基準・同解説，1999. 2) 江頭隆善ほか：大規模地震時におけるコンテナクレーンの脚の浮き上がりに関する模型実験，港湾技術研究所報告，第38巻第2号，pp.475-492，1999.

*)振動台の加速度波形を野田・上部式で考えているSMAC波形に換算するためにフィルターをかけている。

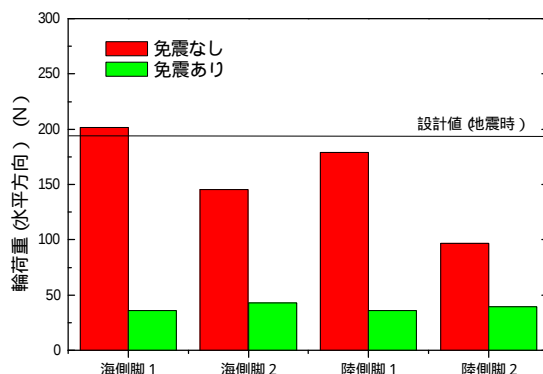


図-3 地震時輪荷重最大値（水平方向）

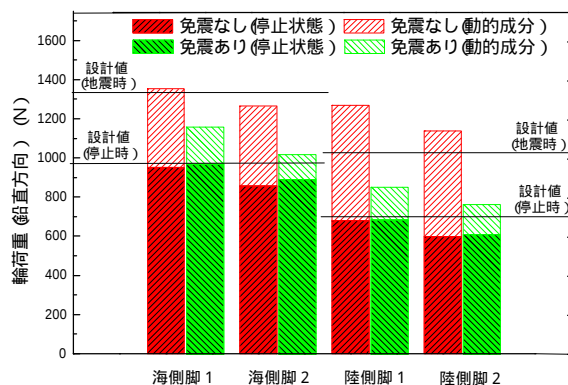


図-4 地震時輪荷重最大値（鉛直方向）