

# 自動倉庫ラックのパレット免震装置に関する研究

Study on Seismic Isolation System for Storage Rack Pallets

小山慶樹\* 舟木秀尊\* 舟山勇司\*\*  
Yoshiki Koyama, Hidetaka Funaki, Yuji Funayama

## 研究の目的

東北地方太平洋沖地震や熊本地震において、立体自動倉庫のラックから積荷が落下して損傷する事例が生じた。さらに、落下した積荷が自動搬送機の走路を妨げ、搬送機能が損なわれるなど、復旧に多大な時間と労力を要した。そのため、積荷の損傷防止や事業継続の観点から、荷崩れ防止対策の必要性が高まっている。対策として、ラック全体を制振や免震構造にする方法があるが、ラックの収容力が損なわれる可能性や既存のラックへの適用が困難な場合がある。そこで、新設・既存ラックのどちらにも適用可能で、個々のパレットに対応した「パレット免震」を開発し、その適用効果を確認する。

## 研究の概要

パレット下のラック腕木に取り付けられる免震装置は、V字に傾斜したすべり材と支持材から構成され、積荷を出し入れする方向に可動する。地震が発生すると、免震装置が滑動しパレットの応答加速度が低減され、積荷の荷崩れおよび落下を防止する。また、地震終了後はすべり材の傾斜による復元力によって、元の位置に復帰する。免震装置の設置イメージを図-1に、免震装置の機構を図-2に示す。

本免震装置による荷崩れ防止の効果を実証するために、耐荷重 1,000kg のパレットに対応した免震装置を製作し、振動台実験により、免震装置の有無による応答性状の比較を行った。

また、振動台実験結果とシミュレーション結果を比較し、解析手法の妥当性を確認した。

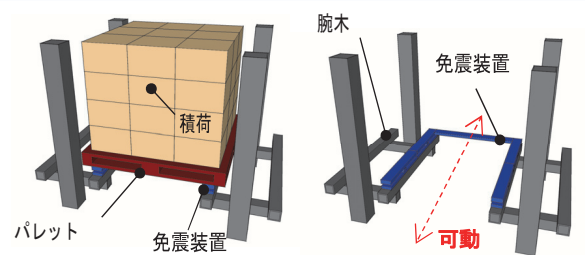


図-1 設置イメージ

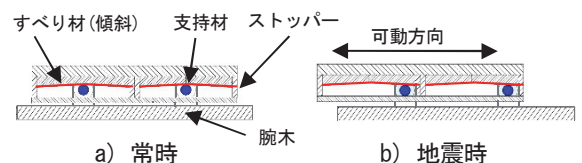


図-2 免震装置の機構

## 研究の成果

自動倉庫ラックの個々のパレットを対象としたすべり材を用いたV字レールの免震装置を開発し、振動台実験とシミュレーションを行い、開発した「パレット免震」を適用することにより、積荷の荷崩れ防止ができることを実証した。主な結果を以下に示す。

- i. 免震装置による対策を行ったパレットでは、対策がないものに比べ最大応答加速度が約 1/2 に低減し、地震の種類や強度、一軸加振や三軸加振によらず安定した応答低減効果が得られた (図-3、写真-1)
- ii. 地震終了後のパレットの残留変位は、対策がある場合はすべり材の傾斜による復元力によって、概ね元の位置に復帰することを確認した (図-4)
- iii. 耐荷重 1,000kg のパレットを想定し、すべり材の傾斜を 0.03rad、水平ストロークを±20cm とした場合の免震装置の高さは約 5.3cm と薄型で、積荷の収容力を損ねないことを確認した
- iv. シミュレーション結果は振動台実験結果とよい対応を示し、シミュレーションにより免震装置の加速度の応答や変位応答を評価できることを確認した

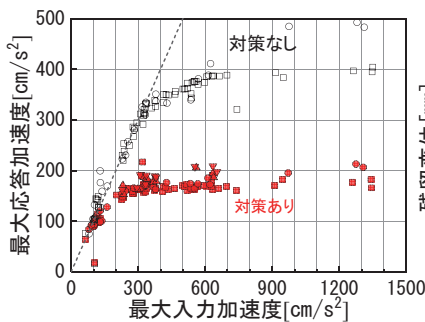


図-3 最大入力加速度と最大応答加速度の関係

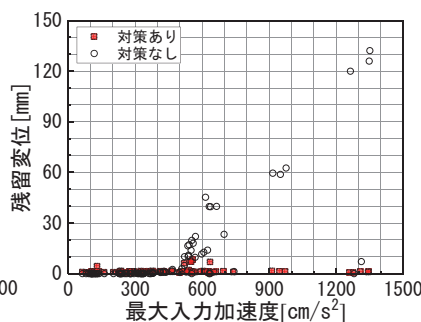


図-4 最大入力加速度と残留変位の関係



写真-1 振動台実験(加振終了後)