

自動倉庫ラックに適用する制振構造の開発

— 制振部材の組合せ、および地震観測結果 —

Development of Passively-Controlled Rack for the Automatic Warehouse
- Combination of Damping Devices and Results of Earthquake Observations -

小山慶樹* 舟木秀尊* 舟山勇司** 山上 聡*
Yoshiki Koyama, Hidetaka Funaki, Yuji Funayama, Satoshi Yamagami

研究の目的

自動倉庫ラック（以下、ラック）において、積荷の保全と事業継続の観点から地震対策が重要視されている。そこで、一対のラックの片側柱脚下に転がり支承と粘性ダンパーから構成される制振ユニットを設けた制振構造（以下、制振ラック）を提案し、積荷の配置が異なる場合でも高い制振効果が得られることを確認している。本報では、支承材の低廉化に加え、既存ラックの柱脚にも容易に取付け可能なすべり支承を開発し、すべり支承や転がり支承と減衰材を組合せたラックの振動台実験から制振効果を確認した。さらに、技術研究所（茨城県つくば市）内に設置されているラックの一部に、制振ラック構造を採用して地震観測を行い、地震時の制振効果の有効性を確認することを目的とした。

研究の概要

制振ラックの構造概要を図-1に示す。制振ラックは一対のラックの片側柱脚下に支承材と減衰材からなる制振ユニットを設けた構造形式である。開発したすべり支承や転がり支承、減衰材を組合せた制振ラックの振動台実験を行った。ここで、写真-1に示したすべり支承は、間口直交方向にも可動するため、間口方向のみに可動する転がり支承と併用した。振動台実験の状況を写真-2に、実験結果を図-2に示す。すべり支承と転がり支承を併用した場合でも、転がり支承のみと同等の制振効果があり、非制振の場合に比べ、5段目の最大応答加速度を概ね50%に低減した。

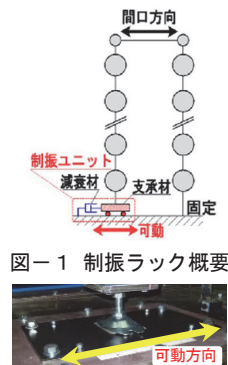


図-1 制振ラック概要

写真-1 すべり支承



写真-2 振動台実験の状況

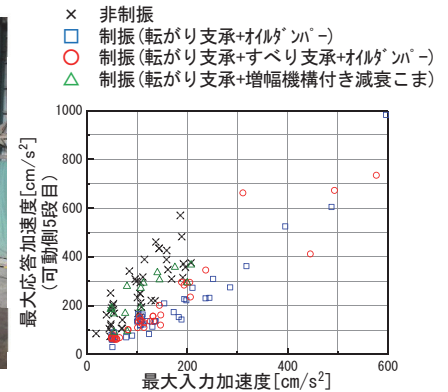


図-2 最大入力加速度と最大応答加速度の関係

次に、図-3に示したラックの一部に制振ラック構造を適用し地震観測を行った。図-4に示した震度4の地震観測記録（5段目）のフーリエスペクトルから、積荷の配置状況は異なるものの、制振ラックは非制振ラックに比べ、制振ラックの一次固有周期以下の短周期領域で応答加速度が低減した。

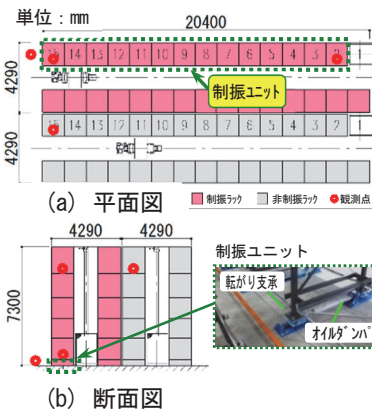


図-3 地震観測したラックの概要

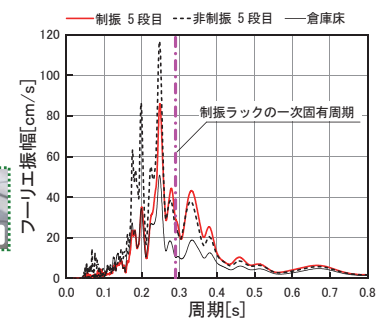


図-4 フーリエスペクトル（震度4）

研究の成果

支承材の低廉化を実現すると同時に、既存ラックに容易に取付けられるすべり支承を開発した。すべり支承や転がり支承と減衰材を組合せ、振動台実験より制振ラックの適用効果を確認した。また、制振ラックを実適用して地震観測を行い、制振効果を確認した。主な結論を以下に示す。

- 振動台実験より、すべり支承と転がり支承を併用した場合は、転がり支承のみの場合と同等の制振効果があり、最上段の最大応答加速度を概ね50%に低減し、積荷の荷崩れや落下の防止に有効であることを確認した
- 地震観測記録より、制振ラックは非制振ラックに比べ、制振ラックの1次固有周期以下の短周期領域で応答加速度を低減していることを確認した。