

研究課題 (テーマ)	産業機械設備用の3次元免震・防振装置の開発		
研究者	所属学科等	職	氏名
代表者	工学部 機械システム工学科	准教授	岡村茂樹

## 研究結果の概要

近年、巨大な地震が頻繁に発生しており、地震対策は恒久的な問題となっている。地震力を低減させる免震技術等は重要な産業施設への適用等を念頭に積極的な研究開発がなされており、積層ゴム等の水平方向の免震装置は広く普及している。しかしながら、上下方向にも対応できる3次元免震装置の研究開発は行われているものの、上下振動数の長周期化によってロッキング振動(回転運動)が生じるため、普及されていない。

本研究では、大規模な産業施設用に研究開発されている3次元免震装置<sup>1)</sup>を応用し、一般産業施設(上下振動数10Hz程度の振動数領域<sup>2)</sup>)を対象に、上下地震の応答低減効果を確保しつつ、ロッキングが生じない3次元免震・防振装置を検討した。

モード解析により、平坦な構造物(幅と高さの比が2:1程度)の場合、上下振動数2Hz程度であれば、ロッキング振動が励起しないことを確認した。そこで、水平方向には積層ゴムを用い、上下方向には皿ばねを用いた3次元免震・防振装置の概念(図1)を検討した。

上記の仕様にに基づき、集中質点モデルを用いて、上下方向の応答低減効果や有効性を確認した。最大加速度を $5.0\text{m/s}^2$ としたEl Centro波を入力した際の地震応答解析の結果を図2に示す。図には、上下方向の入力加速度、応答加速度、皿ばねユニットの復元力特性、および、減衰比3%の加速度スペクトルを示す。最大応答加速度が入力加速度の5割程度まで低減されている。また、加速度スペクトルにおいても、0.2秒(10Hz)近傍の加速度が入力の5割程度に低減されている。これらのことから、本仕様の装置を用いることで上下方向の応答低減効果が確認できる。

本研究で、ロッキング抑制装置を不要とする3次元免震・防振装置の仕様と構造概念を検討し、地震応答解析から有効性を確認した。

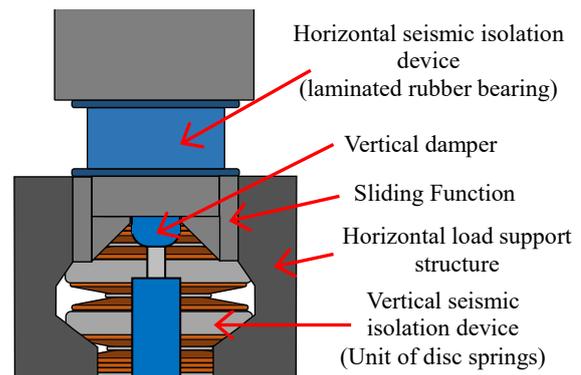
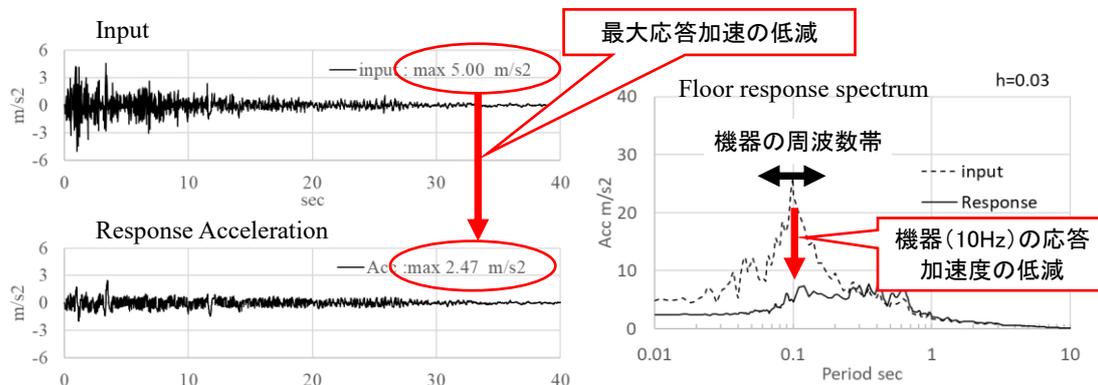


図1 3次元免震・防振装置の概念図

- 1) Miyagawa, T. et al, Research and Development of Three Dimensional Seismic Isolation System Utilized Coned-Disc-Springs with Rubber Bearings, Proceedings of the ASME 2017 Pressure Vessels & Piping Conference, PVP2017-65549, (2017)
- 2) 清水弘他, 次世代軽水炉の免震技術の開発(その2)免震装置の設計条件, 日本建築学会 学術講演梗概集 B-2, 構造II, 振動, 原子力プラント, (2010)

図2 地震応答解析の結果例(上下方向) 入力地震動: El Centro UD  $5.0\text{m/s}^2$ 

## 今後の展開

装置の具体化を進めるとともに、装置を構成している皿ばね等の実証試験等を行う必要がある。本研究にて一般産業への適用可能性が見い出せたことから、今後、各種要素試験等を行い、一般産業向けの3次元免震装置を開発する予定である。