

# JASMiRT 第1回 ワークショップ

## 設計基準を超える地震動へのリスク対策 － 機器免震 －

2016/10/21  
(株) 東芝 神保雅一

# 機器免震の種別

## ○建屋免震との組み合わせ

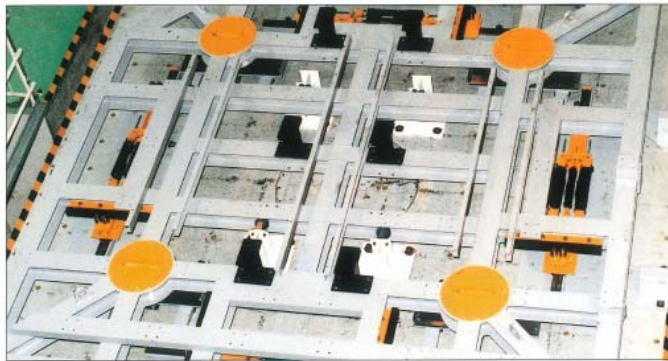
	建屋免震	機器免震
1	3次元	—
2	水平	鉛直
3	非免震	水平
4	非免震	3次元

機器免震単独で免震効果を得る場合と、建屋免震との組み合わせにより総合的に免震効果を得る設計が想定される。

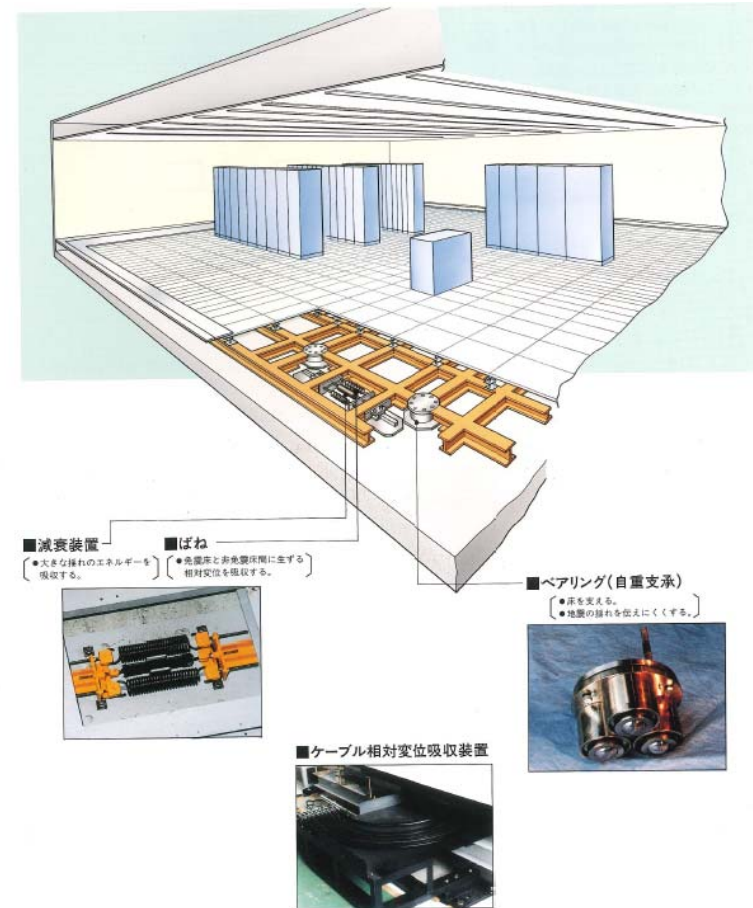
# 代表的な機器免震

- 一般的機器免震
  - 美術品の台座等
  - 計算機、半導体製造装置 等

- 原子カプラント
  - 床免震（計算機室等）



実規模試験装置



計算機床への適用例

# 機器免震を構成する要素

---

## ○水平免震

自重支持（すべり支承：ベアリング、摩擦支承等）

復元力（バネ：コイルバネ等）

減衰（ダンパ：オイルダンパ等）

## ○鉛直免震

自重支持＋復元力（バネ：コイルバネ、空気バネ等）

減衰（ダンパ：オイルダンパ等）

ロッキング防止機構（リンク機構等）

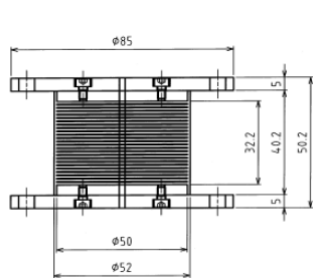
# 水平免震用支承の新たな動向

建屋水平免震 ⇒ 積層ゴム（ラバーベアリング）

○機器免震への流用課題  
支持荷重が大きなものしか作成できない

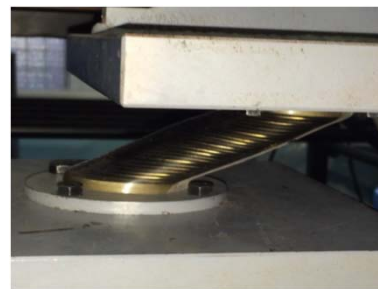
**小型積層ゴムの開発（古屋ら）** ⇒ ウレタンエラストマーの採用

- 配合設計により力学特性をあらかじめ検討可能な高分子化合物
- ゴム材料と異なり金型へ材料を流し込む簡便成形方法
- 天然ゴムに比べ等価減衰定数が高い（天然ゴム2～5%程度、ウレタン15%程度）
- 長期クリープ小

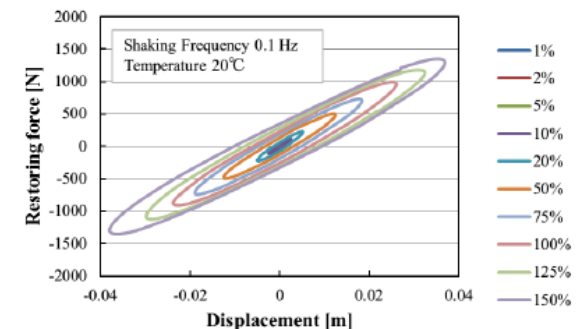


小型積層ゴム試験体(1)

Content	Value
Diameter	50 mm
Rubber thickness	1.00 mm
Rubber Layer	25
Rubber hardness	A 40
Total rubber thickness	25 mm
Internal steel sheet thickness	0.3 mm
Internal steel sheet layer	24
1 <sup>st</sup> shape factor	12.5
2 <sup>nd</sup> shape factor	2.00



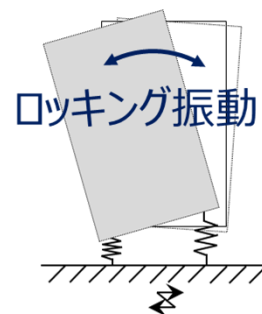
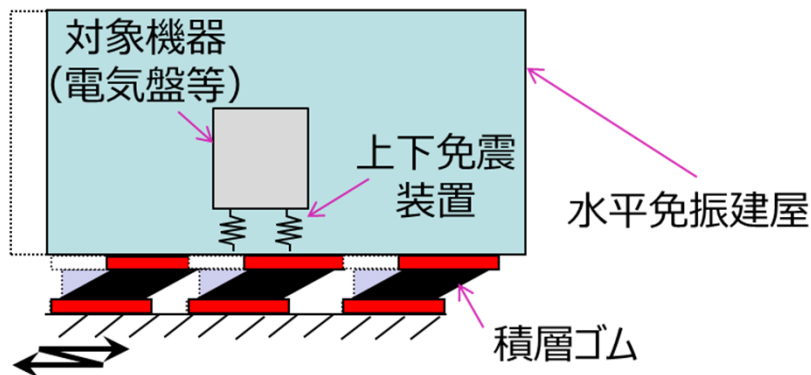
せん断変形状態(1)



ウレタン積層ゴムにおける復元力特性(1)

出典：(1)石花、古屋ら：日本機械学会Dynamics and Design Conference 2016 ウレタンエラストマーを用いた小型積層ゴムの設計

# ロッキング防止構造の最近の研究

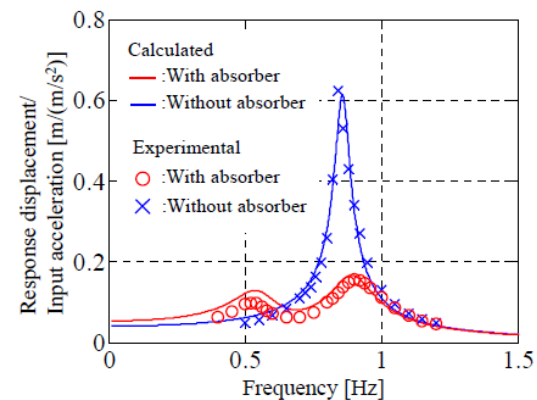
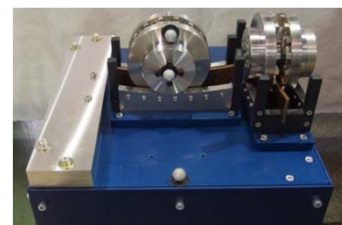
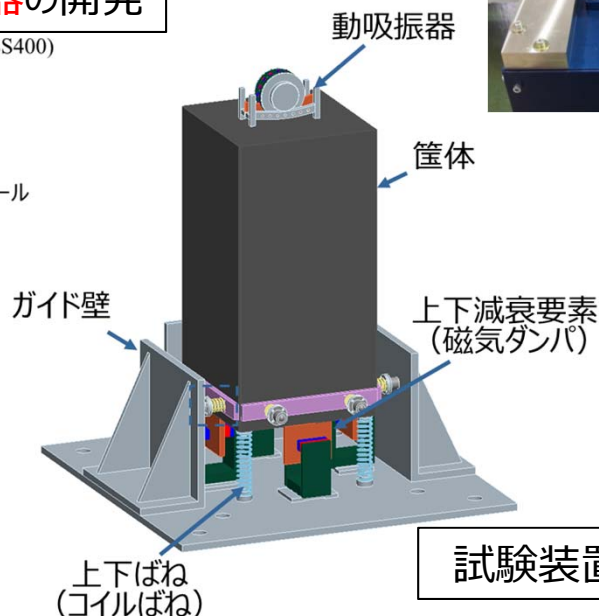
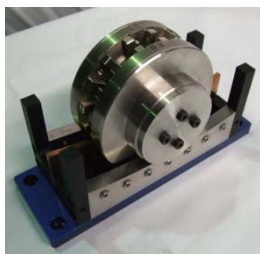
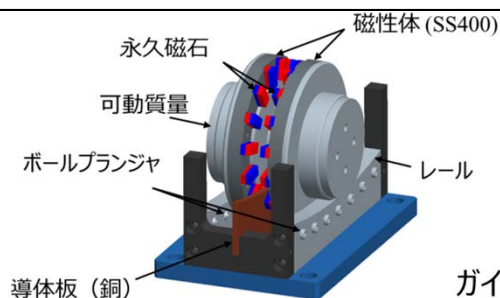


従来のロッキング防止機構

複雑な油圧機構やリンク機構で  
回転を抑える構造

部品数の多さ、噛み込み、固着

## ロッキング防止用の動吸振器の開発



試験結果

出典：(1)伊東ら：日本機械学会Dynamics and Design Conference 2016 磁気減衰を利用した転動振り子型動吸振器の開発

# 新たなニーズ：航空機衝突 (APC) 時の振動対策

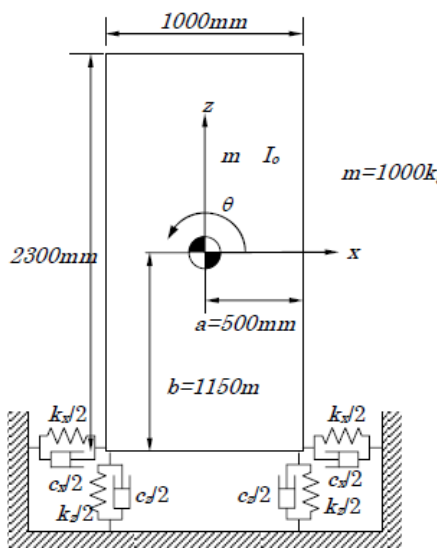


Figure 1 Analytical model

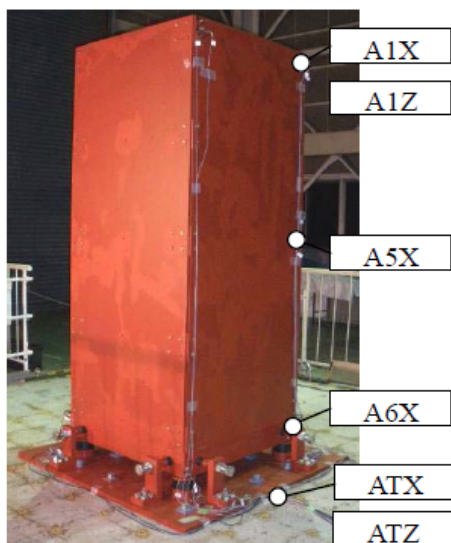


Figure 5(a) Test model

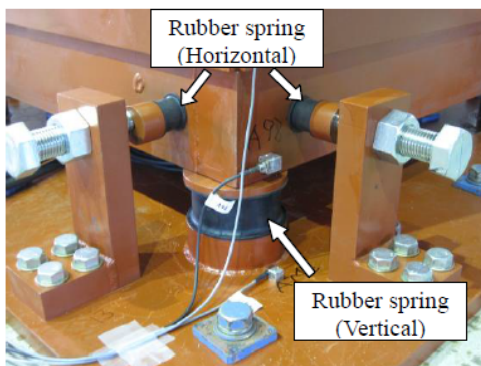
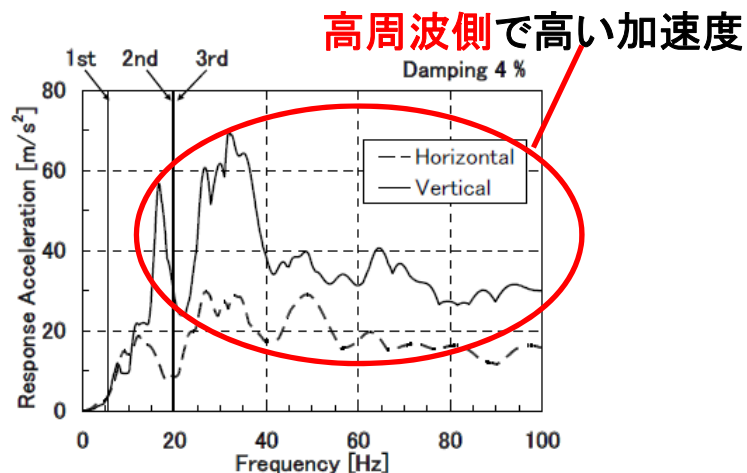


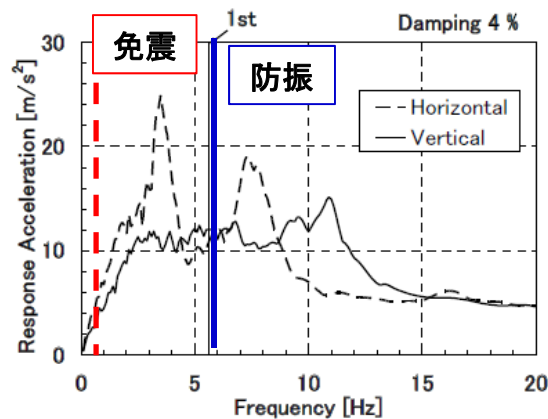
Figure 5(b) Vibration isolation system

APC時の振動を遮断する防振の例



(c) Acc response spectra

APC時に建屋を伝わり機器へ入力の例



(c) Acc response spectra

地震時の機器への入力の例

出典：丹羽ら：ICONE20 POWER2012-55075 VIBRATION ISOLATION SYSTEM TO REDUCE HIGH FREQUENCY VIBRATIONS DUE TO AIRPLANE CRASH