

NACHI
**TECHNICAL
REPORT**
Components

Vol. **12B4**
Feb/2007

機能部品事業

トライボロジー

■ 新商品・適用事例紹介

小型・軽量・組み合わせ自在形免震台

「マグニクレードル Gシリーズ」

Small, Lightweight Seismic Isolation Plate
"Magni Cradle G Series"

〈キーワード〉 免震・レール溝支承・捻れ防止・
浮上がり防止機構・スピン摩擦

部品事業部／技術一部

笠松 利安

Toshiyasu Kasamatsu

要 旨

NACHIでは、2003年発売の住宅用免震システムの技術をもとに、2004年から免震台「マグニクレードル」^{※1}を開発、商品化し、コンピューターのサーバーラックなど、大事なものを地震から守る免震技術の展開を行ってきた。

今回、室内向け小型免震装置として、新たにレール溝内で鋼球が転がるときに生ずる摩擦発生機構を採用し、最小サイズが60cm四方と、従来の1/2程度まで小型・軽量化を実現した。

建物自体の免震が難しい博物館の陳列台や病院の医療機器など、これまでのコンピューターサーバーの免震に加えて、新用途への展開も可能となる。

Abstract

Followed after the introduction of seismic isolation system for residential homes in 2003, NACHI developed and marketed a seismic isolation plate, "Magni Cradle" in 2004 based on the same technology. Since then NACHI has continued developing the seismic isolation system technology to protect the valuables like computer server racks from earthquakes.

A small, lightweight seismic isolation system for indoor use is developed this time with the use of friction that is generated when steel balls roll in a rail, and the smallest unit is 60 cm², a half of the existing one in size.

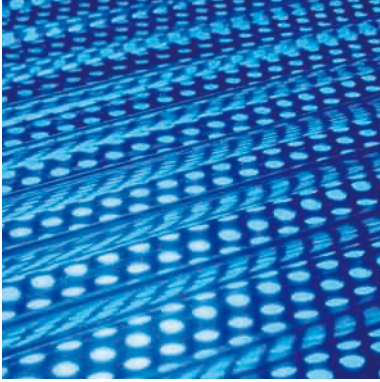
It is further possible that the system can be utilized for a new application in addition to protecting computer servers. This makes it possible to protect any valuable displays in a museum and medical devices at a hospital as protecting the buildings from earthquakes has been very difficult.

1. 軽荷重用免震台

NACHIは、先にサーバーラックを地震の揺れから守る装置として、マグニクレードルを市場投入してきたが、耐荷重性を確保するため、免震台のサイズおよび重量は大きいものにせざるを得なかった。

市場投入後の反響は大きく、一般の軽荷重機器にも応用する要望が強く寄せられ、今回、軽荷重対応の小型軽量の免震台を開発し、マグニクレードルGシリーズとして販売開始した。

従来の、^{※2}単球式転がり支承を使った設計を踏襲すると、免震台のサイズは支承皿4個分以上の大きさになり、これ以下の免震台サイズは成立しない。そこで、マグニクレードルGシリーズは、新たにレール溝を支承とした構造を開発し、この支承を免震台の縁に配することで小型軽量化を実現した。



2. 免震台マグニクレードルGシリーズの構造

マグニクレードルGシリーズは、3重構造となっていて、水平移動方向が90°位相ずれした上部構造(上プレート組立体^{※3})と下部構造(下プレート組立体)とで構成され、これを基本ユニットとしている。

各プレート組立体は、2組のプレートユニットで構成され、プレート組立体のサイズに応じて任意の間隔にコネクタを介してボルト締結される。

プレートユニットは、^{※4} 載荷荷重を支え、かつボールのスピンの運動により摩擦ダンパーを発生させる交差型レール溝支承と、プレートのねじれ防止および浮上がり防止を図ったガイドとで構成されている。

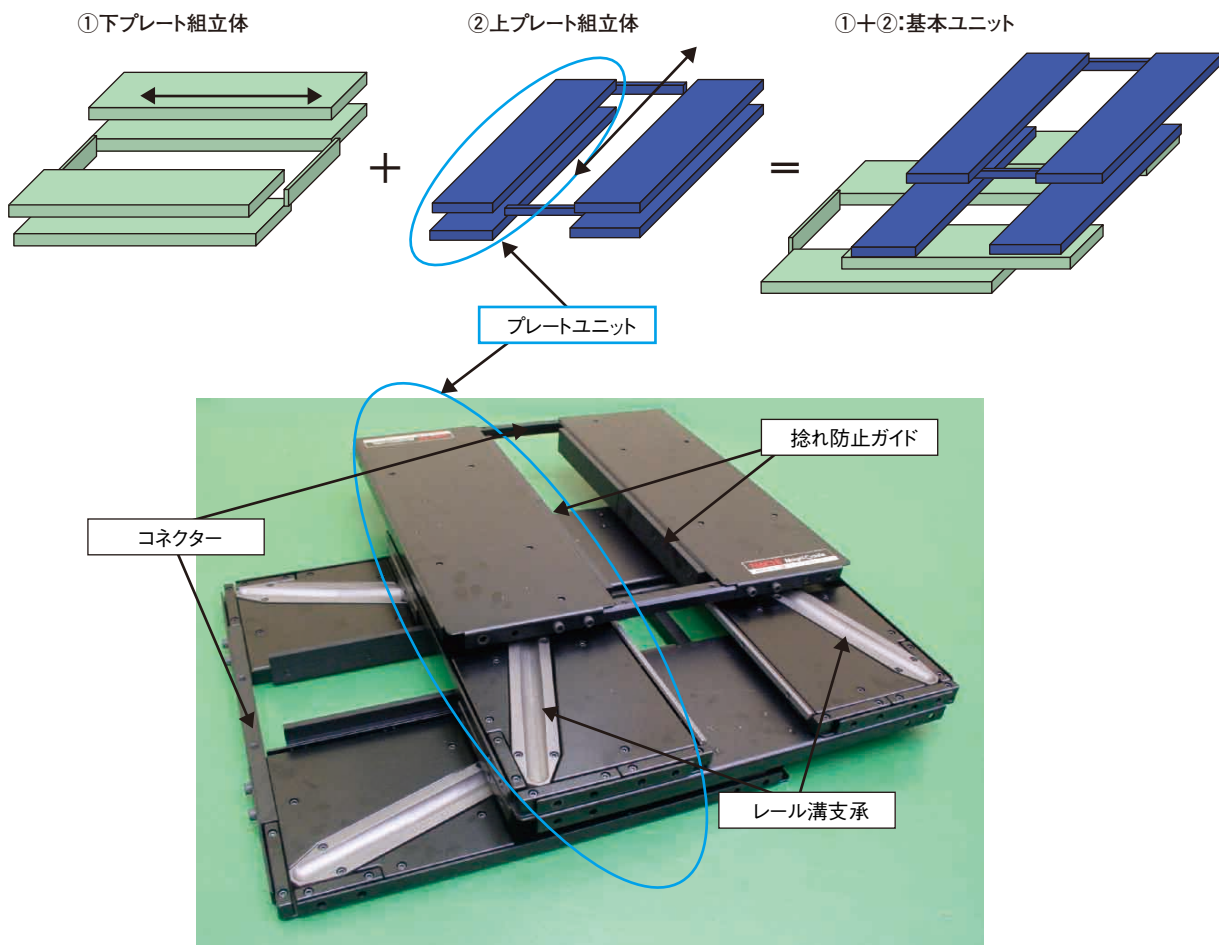


図1 マグニクレードルGシリーズの構造(基本ユニット)

3. レール溝支承の摩擦発生機構

プレートユニットの上下プレートの間には、図2のようなレール溝が、ある交差角をもって上下プレートに固定されており、交差点には載荷荷重を受けるボールが配置されている。

プレートの運動方向に対して、レールは斜めのまま移動するので、ボールはプレートの移動方向に対し、斜め方向に移動する。このとき、ボールには転がり運動の他に、スピン方向の摩擦が生じる。これを減衰として利用したのがマグニクレードルGシリーズの基本原理である。

レール溝支承は、これ一つで載荷荷重を支持するばかりでなく、載荷荷重に見合った適切な摩擦減衰をも有したNACHI独自の支承であり、この基本原理は、免震床や免震住宅のデバイスとしても使用することができる。

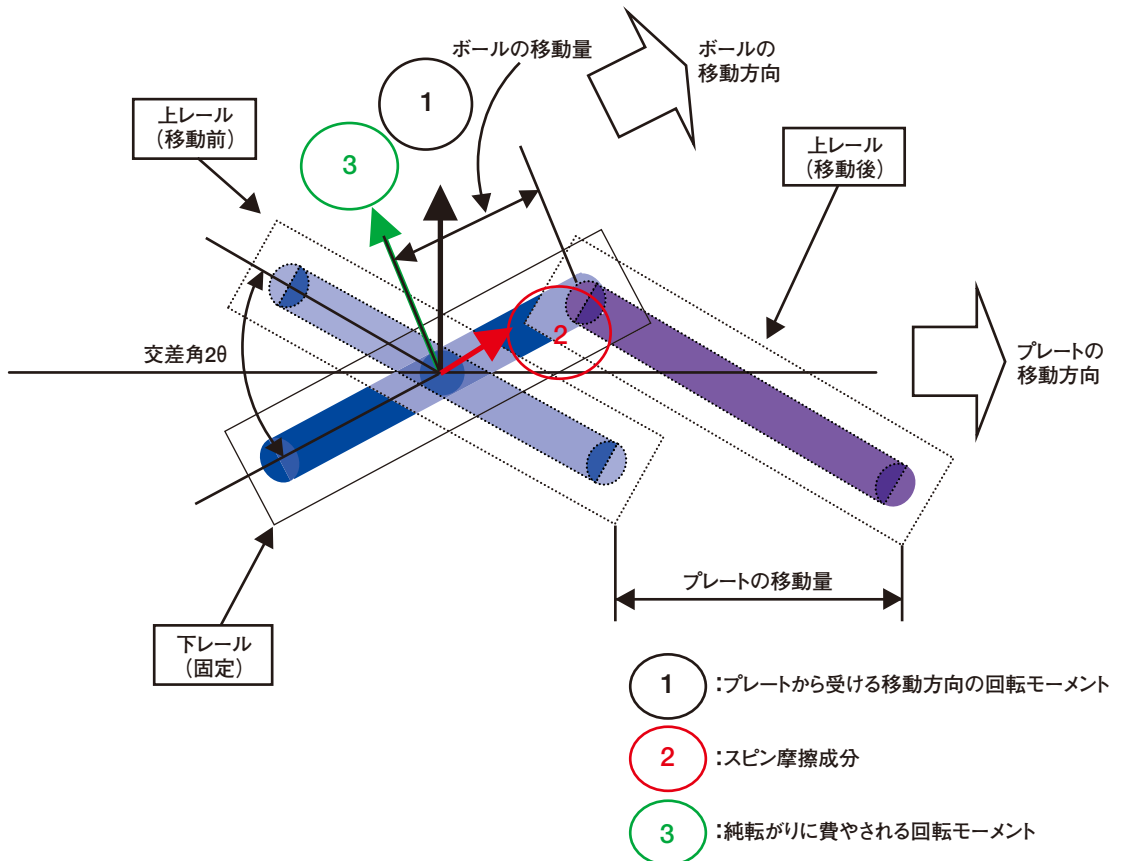


図2 摩擦発生機構

4. マグニクレードルGシリーズの免震性能

マグニクレードルGシリーズのレール溝支承は、交差角を調整することで容易に適切な摩擦減衰が得られる。可動できる距離（応答変位量）を35センチとしたレール溝支承を用いて、新潟県中越地震小千

谷波の3軸加震実験で、水平方向加速度1280ガルが、100ガル以下の応答加速度になっていることを確認した。

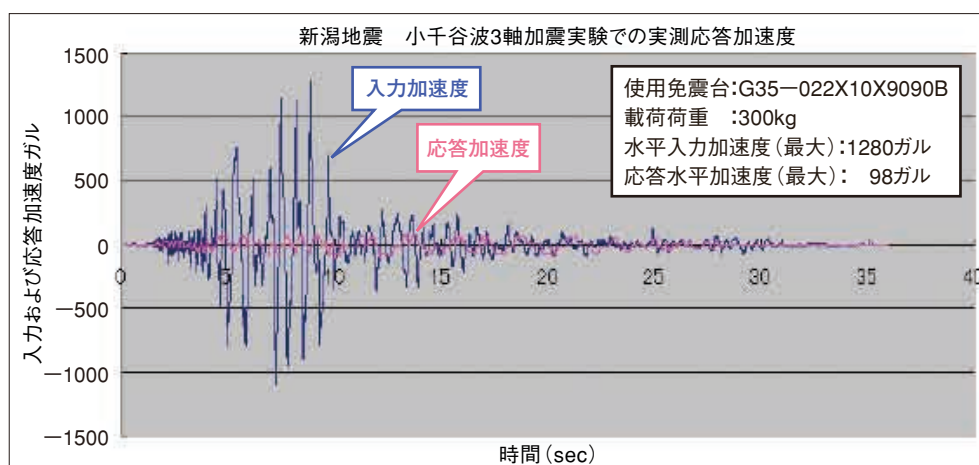


図3 免震性能

表1 早わかり震度

震度	加速度	周囲の状況
震度0～3	～25ガル	・棚のものがやや音立てる ・電線がやや揺れる
震度4	25～80ガル	・眠っている人は目を覚ます ・歩いていて揺れを感じる
震度5弱	80～250ガル	・電柱が揺れる ・つり下げものが激しく揺れる
震度5強		・多くの墓石は倒れる ・棚の食器や本は落ちる
震度6弱	250～400ガル	・家具が転倒する ・ドアが開かなくなる
震度6強		・這わないといけない(立てない) ・戸がはずれることがある
震度7	400ガル以上	・家具が飛ぶことがある ・壁のタイルが破損する

5. マグニクレードルGシリーズの特長

1) レール式支承タイプ (NACHI独自技術・特許申請中)

- ① 独自に考案したレール溝とボールによる支承を採用し、転がり運動する支承で、地震時のプレートの相対移動量(これを応答変位量と呼ぶ)が大きくとれ、小さいスペースでも大きな応答変位が得られるので小型でも大きな地震に耐えることができる。
- ② 地震時の減衰(ダンパー)はボールのスピニングにより得られるため、載荷荷重の大きさに関係なく、一定の免震性能が得られる。
- ③ レール溝交差点にボールが介在しているので、ボールのセンター位置ずれは発生せず、プレートの位置が安定である。
- ④ ボールにはレール溝中央に戻る力が作用し、地震終了後には自動的に原点復帰する。



横に連結した場合



縦に連結した場合



図4 マグニクレードルGシリーズの多連結

2) 小型・軽量・コンパクト

最小タイプの□600×100サイズで重量約50kg、積載荷重300kgを実現。

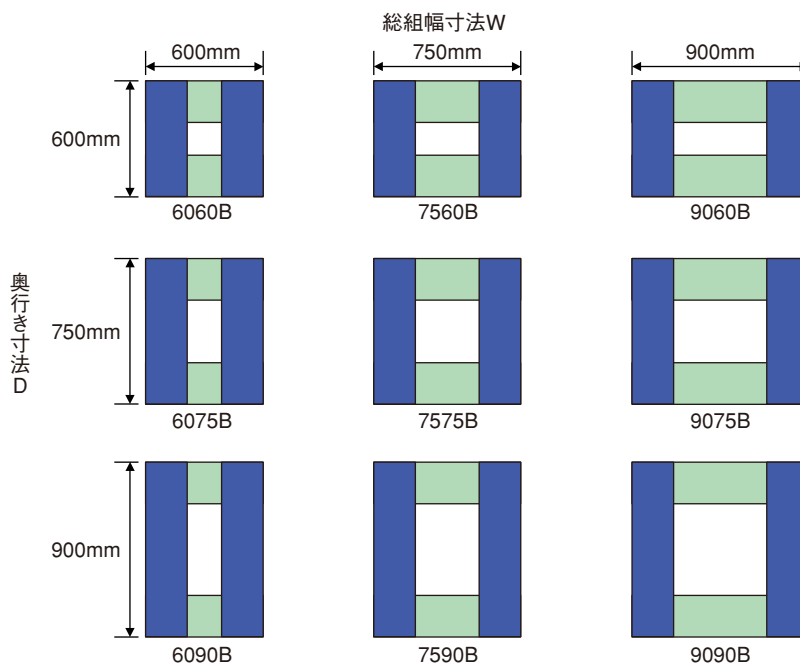
- ① 上下のユニットに分解可能で、運搬や現地での組立設置が容易。上下プレート組立体をボルト締結し、ストッパーを外すだけで組立できる。
- ② 捻れ防止、浮上がり防止機構を設けてあるので、分離することがない。
(マグニクレードルの特長を踏襲している)
- ③ 縦・横方向に自由に連結。(図4)

6. マグニクレードルGシリーズの寸法

マグニクレードルGシリーズの型式は、基本ユニットのみ設ける。

奥行きサイズに合わせて、基本ユニットの組合せ幅を、600、750、900とし、9種類の寸法設定が可能。

プレートユニットの奥行きサイズは3種類。



基本ユニットの寸法

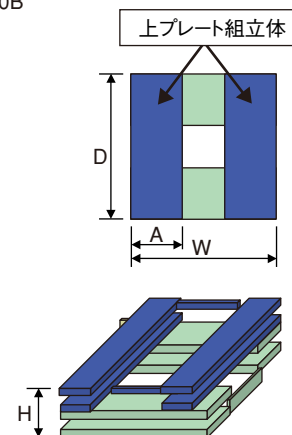
型式	寸法 (mm)				重量 (kg)
	単幅A	総組幅W	奥行きD	厚みH	
G25-022×10×6060B	225	600	600	100	50
G25-022×10×6075B	225	600	750	100	60
G25-022×10×6090B	225	600	900	100	70
G25-022×10×7560B	225	750	600	100	60
G25-022×10×7575B	225	750	750	100	75
G25-022×10×7590B	225	750	900	100	80
G25-022×10×9060B	225	900	600	100	70
G25-022×10×9075B	225	900	750	100	80
G25-022×10×9090B	225	900	900	100	90
G35-022×10×9090B	225	900	900	100	95

※G25-は許容応答変位量が±250mm、G35-は±350mmに設計されて、中越地震小千谷波対応マグニクレードルはG35-022×10×9090Bにのみ適用する。

※マグニクレードルGシリーズは類似の2組のプレートユニット組立体を2段に重ねることで構成されるが、型式は上図のように総組幅Wと奥行き寸法Dで定義している。

型式例 G25-022×10×90 75 B
W D

備考 型式の記号Gはレール溝Grooveの意味を示し、BはBase (基本) の意味を示す。



7. 小型・軽量化による免震技術の新たな展開

マグニクレードルGシリーズは、小型・軽量化を図るため軽荷重対応として開発した。また、連結自由形とし、数台を連結することで重荷重対応も可能になるよう配慮してある。

免震の構成要素である摩擦発生機構は、長年培われたNACHIのトライボロジー技術を駆使して、転がり軸受では好まれない摩擦を積極的に利用したものであり、NACHI独自の機構である。

マグニクレードルGシリーズは、建物自体の免震が難しい博物館の陳列台や、病院の医療機器、薬品棚、計測機器など、これまでのコンピューターサーバー以外の新用途へも拡大することが見込まれる。

用語解説

※1 マグニクレードル

地震の大きさを表す「マグニチュード」と、ゆりかごの英語「クレードル」を組合せ、大切なものを地震から守る免震装置のネーミングとした。

※2 単球式転がり支承

従来のマグニクレードルの機構で、複式1setに4個の転がり支承を使う。

※3 プレート組立体

1階部分を下プレート組立体、2階部分を上プレート組立体といい、これを基本ユニットとしている。

※4 摩擦ダンパー

ダンパーとは振動を減衰させる装置で、マグニクレードルGシリーズでは、交差角をもったレールとボールとのスピン摩擦によって振動を減衰させている。

関連記事

- 1) 渡辺 孝一：情報・財産を地震から守る免震台「マグニクレードル」
NACHI-BUSINESS news Vol.4 B3、August/2004