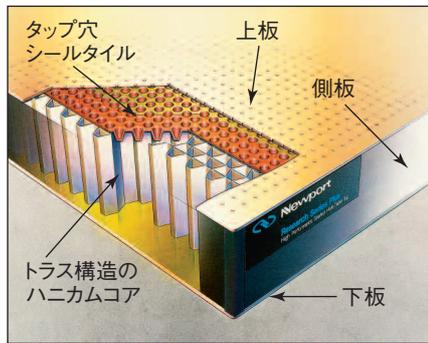


# Newportの光学ベンチシステム 現在得られる中で最も剛性の高い免振構造

Newport Optical Bench Systems—The Most Rigid Isolated Structures Available

Newportはハニカム構造の光学ベンチを発明し、更にナノメートル技術の分野で利用できる最高の振動制御システムを作り続けています。Newportの高度な除振システムは、現在入手可能な最高の振動フィルターシステムを実現します。超剛ハニカム構造は更に、動的、静的および熱的な力によるプラットフォームの相対的な運動を最小に抑えます。細部と品質に向けられた比類のない細心の注意が、Newportの光学ベンチを競合製品とは別のクラスの抜きん出たものにしてしています。もしもご使用のシステムにNewportの名前が付いていれば、それは最高性能の印です。



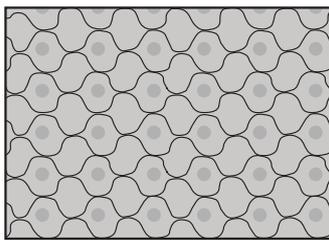
## 超剛ハニカムコア構造

光学テーブルは、高精度の光学実験装置やシステムのための、堅固なプラットフォームとなるものです。光学テーブルは、光路内に配置された各光学部品間の相対運動によって発生する誤差を除去するように、設計されています。光学テーブルの設計において、考慮すべき最大の問題は剛性です。テーブルの剛性は、静的又は動的剛性として数値的に表すことができます。

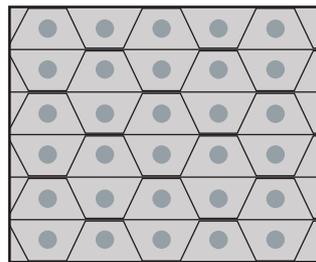
- 静的剛性は、静的又は準静的な荷重分布が変化したときに、光学テーブルがたわみに抵抗する能力を表します。テーブルの上でステージが移動するか、あるいはその上の装置の配置を変えたり追加又は取り外したりしたときの、テーブルの性能を定義するのが静的剛性です。
- 動的剛性は、光学テーブルが機械的な励起にตอบสนองしてたわみに抵抗する能力を表します。テーブルの上面に作用する床の振動、音響ノイズおよび機械的な擾乱に対するテーブルの応答性能を定義するのが動的剛性です。

ハニカムは軽量で剛性の高い構造を構成するために一般的に使用されています。軽量化は構造的な共振モードを悪影響の少ない高い振動数にシフトさせることにより、構造の動的剛性を大幅に向上させます。構造的な共振モードの周波数では、プラットフォームがたわんで光学系取付面上での相対運動が生じます。ある振動の力が加えられたときのたわみは、振動モードの周波数の増加と共に減少します。これが最大の理由となっており、最高レベルの光学的応用のほとんどでは、グラニットの代わりにスチール製ハニカムが使われるようになりました。グラニットは比較的重くて共振モードは低い周波数で発生し、そのため表面たわみの振幅が大きくなるからです。

- **トラスコア構造**：Newportはトラス構造のコア設計を革新することにより、テーブルの剛性/重量比を最大にしました。トラスコア構造では、ハニカムコアの中心を通る追加のスチール製部材で橋渡しをします。この付加的な機械要素は重量を余り増加せずに、セルの剛性を大幅に向上します。トラス構造は静的および動的剛性の両方を向上し、同時に構造の点荷重に対する載荷能力を向上します。ほとんどの他メーカーは従来の開放型セル構造を採用し、Newport製テーブルの静的剛性に匹敵できるものはありません。

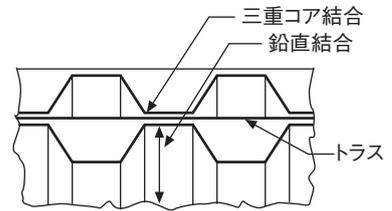


通常の小さなセルコア



Newport高性能トラスコア

- **鉛直結合コア**：Newportテーブルは全て、ハニカムコアの高さ方向に鉛直結合されています。ほとんどの他メーカーは、この余分な工程を採用すると個々のコア部材に接着剤を塗布するコストと時間が増加するので、それを省略しています。しかしテーブルの剛性/重量比を最大にする上で、鉛直結合は最も重要なステップです。コア構造に独特なレイヤーダンピング効果を持たせるといって、別の利点もあります。



最高の剛性を実現するトラスコア構造

- **三重コア結合**：トラスコア構造により、各ハニカムセル同士の三重コア結合が可能になりました。開放コア構造では各結合点に2つの構造部材しかありませんが、Newportのテーブルでは3部材が結合します。またほとんどのメーカーが厚さ0.010インチのスチール板を使用するので、コアの結合部の厚みは0.020インチとなります。Newportの設計は、支持部材の厚みが0.030インチになりますので、局所的な剛性を50%増加します。更に3枚の板材をテーブルの高さ全体にわたって完全に接着することにより、剛性を高めて独特なレイヤーダンピングを実現しています。

- **カスタム設計のコア**：Newportは、他社にはない豊富な経験と幅の広いコアの選択を提供します。Newportは各種寸法のトラスコアと、あらゆる軽量構造用の開放アルミニウム製コア、また高真空又はクリーンルーム用の孔付きコアを製造しています。その他の構造としては、卵パッケージ型や円筒構造があります。これによりNewportは光学テーブルだけでなく、光ファイバーを通すハニカムタワー、大きなレーザービーム光学系のための縦型システム、半導体製造装置のための基台システム、更に様々な測定装置用プラットフォーム、ガントリー及びブリッジなどを製作可能になりました。

## 抜群の平面度と熱安定性

ビーム光路の安定性は、多くの光学的実験やプロセスにとって、最重要要件の1つです。Newportは、ハニカム構造で得られる最高の平面度と熱安定性を実現することにより、最先端のナノテクの要求に応えました。他のメーカーはテーブルをより速く製造しようとしていますが、Newportはプラスアルファのステップにより最高のものを製作します。

●**精密接着プラテン**：Newportの光学テーブルの抜群の平面度を保証するために、計測理論に基づいた高品質スチール製プラテンを使用しています。このプラテンは、組立および接着工程の間、テーブルの上面を支持して、上面の平面度特性を常に一定に維持します。これらのプラテンは日常的に光干渉系で精度が確認され、最高のおおきさと平面度を誇っています。これらのプラテンにより、Newportは世界で最大の光学テーブルを製作できるのです。



複数のグラナイト製プラテンの組み合わせでは端から端までの全体の平面度を下げます。それに対してこれらの精密プラテンを使用することで、1つの超平坦な表面上で大型テーブルを製造可能になりました。

●**重力圧着**：接着工程の間、光学テーブルの全面にわたって一定の圧力を加えることにより、テーブルの上面はプラテンと同じ平面度になります。テーブル全面にわたって負荷を制御し、またどのテーブルも同じ品質が保証されるように、Newportでは重力圧着を採用しています。他社は組立工程をスピードアップするために、油圧プレスを使用しています。しかし油圧プレスは一定の圧力を維持するためにモニターしなければならず、またテーブル上面の場所によって異なる力加える可能性があります。

●**低熱応力接着**：テーブルの平面度を維持し、またテーブル構造の長期間の安定性を保証するためには、テーブルの接着部分を室温でゆっくりと養生することが重要です。高速養生の接着剤はコアを加熱して、テーブル構造の内部に熱応力を蓄積してしまいます。中には生産サイクル

時間を短縮するために、テーブルを加熱するメーカーもあります。加熱は応力を発生させ、室温に戻したときにテーブルを弓なりにたわませます。加熱養生はまた長期的なたわみの進行をもたらすこともあり、最悪の場合はコア、上板、下板などのはがれを生じます。Newportの緩速養生工程は時間がかかりますが、可能な最高の平面度を可能にするのです。Newportは更に各テーブルについてはがれに対する永久保証を行っています。

●**スーパーインバー、その他の先端材料**：Newportは高度な特殊材料に関して、光学テーブル業界の他の誰よりも豊富な経験を持っています。世界中の航空機業界や先端的な研究所との長い関係を通して、Newportの振動制御チームは材料に関して他社にはない経験と能力を蓄積しました。Newportは、最先端の光学研究のためにスーパーインバー製テーブルを供給するメーカーとして、第一級です。スーパーインバーの熱膨張は、室温の付近ではほとんどゼロです。Newportはまた非常に軽量で安定したカーボン構造に関しても、豊富な経験を持っています。平面度を極限にまで高めるため、Newportはグラナイト製のプラットフォーム、グラナイト/エポキシ複合体、あるいはグラナイト/ハニカム複合体も製造します。

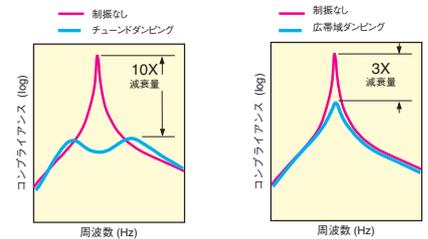
## 優れた制振（ダンピング）性能

光学部品間の相対運動による実験又は生産プロセスの乱れは、一般に構造的に卓越した曲げまたはねじりモードで起きます。ハニカムがこれらの固有振動モードをもっと高くして悪影響の少ない振動数にシフトさせることに加えて、高レベルの制振能力を持っていることが、ハニカムがグラナイトに対して持つ利点です。制振能力は固有振動の振幅を減衰させ、またテーブル表面での相対運動を減少させます。光干渉システムのような非常に精密な応用では、テーブルの制振特性を最高にすることが決定的に重要です。

光学テーブルには3つのタイプのダンピング機能が使われています。狭帯域チューンドダンピング、広帯域チューンドダンピング、そしてダンパー層広帯域ダンピングです。1つの光学テーブルにこれら3つのダンピング機能を全て組み込んでいるのは、Newportだけです。

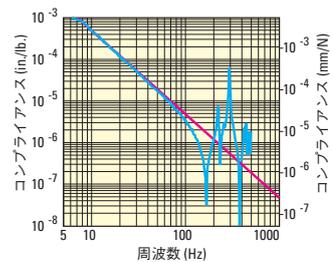
## ●振動吸収装置による狭帯域チューンドダンピング

Newportは、狭帯域振動吸収装置を内蔵した光学テーブルを製造する唯一のメーカーです。振動吸収装置は特定のモードの振動に対してチューンドダンピングを行うことが出来ます。狭帯域チューンドダンピングは、構造的な共振を除去するための最も効果的な手段です。これらのダンパーは、振動モードを選択的に除去することで動的たわみ係数を最小にして、テーブルに理想的な剛体のような挙動をさせます。長さが15フィートよりも大きく、150 Hzよりも低い共振をする光学テーブルのような非常に大きな構造物の場合、狭帯域技術が効果的なダンピングを行う唯一の手段です。

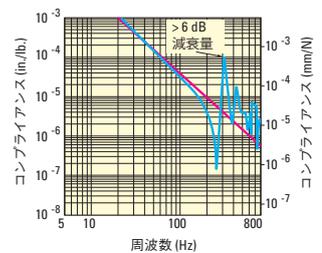


Newportのチューンドダンパー（左側）は、最も必要とされる点、つまり卓越する共鳴モードで、集中的にダンピングを行います。広帯域ダンパー（右側）は広い周波数範囲にわたって中程度のダンピングを行うように設計されているので、テーブルの卓越する振動モードに対しては余り効果的ではありません。

## チューンドダンパーの比較



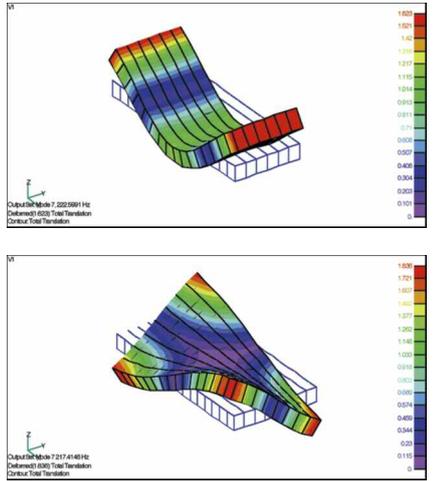
ダンピングをしないテーブル



狭帯域チューンドダンパー

狭帯域チューンドダンピングシステムは、NewportのRSシリーズのテーブルだけに装備されています。Newportは200を超えるダンパーと、それに加えて20~480 Hzのダンブモードのストックを保有しています。訓練された振動技術者が各テーブルを試験して、各構造の固有振動モードを調べます。次にこれらのモードを除去する狭帯域振動吸収装置が選定され、振幅が最大の位置（通常は隅）に取り付けられます。異なるレベルのダンピング性能を持つ様々な等級の装置が用意されています。重い負荷がテーブルの構造的共振モードに影響を与えるような用途については、Newportは負荷のシミュレーションを行ってチューンドダンピングを最適化することができます。2台以上のテーブルを剛的に結合するダブルシステムのダンピングを行う場合、テーブルを組み立てた後に一体構造として同調をとります。

**・広帯域ダンピング：同調振動吸収装置**  
 広帯域ダンピングは狭帯域技術と比べると有効性は低くなります。それでもテーブルの性能を更に向上するために、Newportのテーブルは様々な広帯域ダンピング機構を装備できます。Newportの同調振動吸収装置に組み込まれたダッシュポットシステムは、高い振動数での広帯域ダンピングを行います。この広帯域ダンピングは、振動吸収装置の同調された周波数よりも数オクターブ高い範囲にダンピング機能を拡大します。



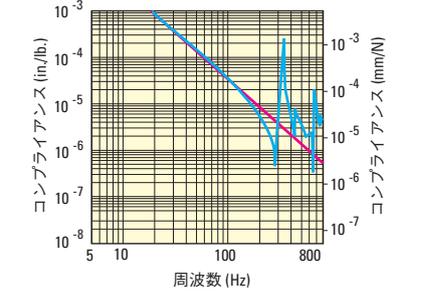
**・広帯域ダンピング**  
 独特なレイヤーコア結合レイヤーダンピング構造は通常、柔軟性のある材料を間に挟んだ2枚以上の金属板で構成されます。Newportの鉛直結合されたトラス構造のハニカムコアは、接着剤で接合した3枚の金属板で構成されます。接着剤は堅いものですが、その減衰係数はスチール板より

もかなり高く、コアに大きなダンピング機能を持たせます。この構造が、それぞれのコア結合部で大きなレイヤーダンピング作用を生じます。

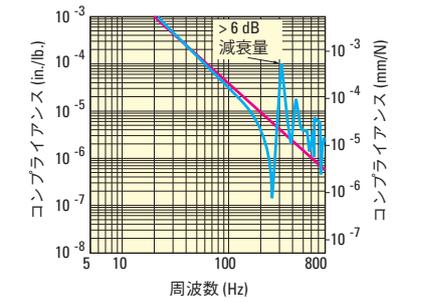
**・ダンピングされた作業面**  
 Newport製テーブルの上面は、ハニカムコアをシールすると同時に作業面のダンピング機能を持つポリマー性材料に接合されます。ポリマーには、ステンレススチールの上板と同じ曲げ応力と剪断応力が生じます。この材料の減衰係数はスチール板よりもはるかに高いので、作業面に大きなダンピング作用が生まれます。この設計は、ダンピングを行わないテーブルで生じる表面板の共振問題を解消します。

**・ダンピングされた側板**  
 研究室級のNewportテーブルの両側面は、振動を強く減衰させたエポキシでシールされた木の複合材料で作られています。最高級オーディオスピーカーに使用されるパネルと同様に、木の複合材料は音響的に「死んで」います。他のほとんどのテーブルメーカーが採用する金属製の側板と比べると、木の複合材料で作られた側板は構造の振動を大幅に減衰させ、他の共振の原因を取り除きます。Newport製テーブルの側板を叩いてみてください。違いが分かるでしょう。クリーンルーム用や真空対応の製品には、Newportはスチール板製の側板が付属したものを用意しています。

**広帯域ダンピングの比較**



ダンピングをしないブレッドボード



レイヤーダンピング

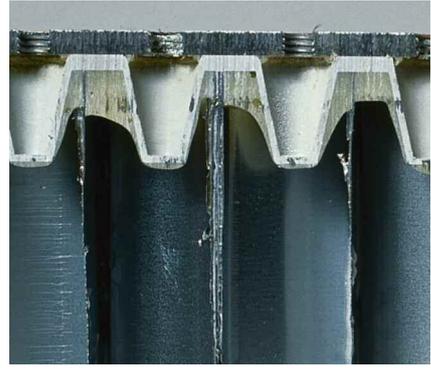
**クリーンな構造**

光学的な実験室やハイテク産業は、製品に高レベルのクリーンさを要求します。

**・タップを立てて洗浄した作業面**  
 全てのNewport製テーブルの作業面は、シールされたハニカムコアに接着される前に、精密にタップを立ててから、艶消し仕上げで高い平面度に研磨しています。次に自動洗浄システムで洗浄し、切削液や金属片・粉などを完全に除去してから接着しています。クリーンルーム用の製品の場合は更に、特許を取得した特殊な工程で作業面を保護した後に、ハニカム構造に接着しています。他のメーカーでは光学テーブルを組み立ててからタップ穴のタップ加工を行うため、コアやシールされた穴カップにゴミが混入します。タップ後のテーブルを十分に洗浄しても、まだかなりの汚れが残ります。

**・タップ穴の面取り**  
 Newport製テーブルのタップを立てたタップ穴には、全て面取りとバリ取り加工が施されます。これにより、ネジのかみ合いが良好になり、金属クズによる汚れの問題が解消されます。タップ穴の面取りをしないテーブルは、取付ボルトがネジからバリを削り取って、金属片の混入を引き起こす可能性があります。面取りをしないタップ穴は、ネジの食い違いや損傷の可能性が高くなります。

**・非腐食性材料で個別にシールされたタップ穴**  
 Newport製光学テーブルのタップを立てた各タップ穴はコアに対応させられて、非腐食性の円錐形カップで個別にシールされます。このカップはハニカムセルをシールして、染料、冷却液あるいはこぼれたコーヒーなどによってテーブルの内部が汚れるのを防止します。タップ付穴を個別にシールすることにより、液体が入り込んで滞留する場所を無くします。またシールカップの円錐形のデザインは、残留物を取り除くための清掃をしやすくします。ポリマー製のカップは、粒子が飛散して腐食によりシールが破れるのを



防止するために使用されるものです。このカップは酸、アルカリや実験室で一般に使用される溶剤を通しません。

- Newportのカップは完全なシート状に構成され、上面に真空接着されて空気を介してのあらゆる汚染を防止します。この工程により、競合製品のカップ技術に見られる漏れの問題を解消します。

• **クリーンルーム対応の接着剤**

全てのNewport製光学テーブルのコアの接着には、航空機級の接着剤が使用されています。これらの接着剤はNASAの低ガス放出要求仕様に適合し、高真空中で使用できることが承認されています。これらはクリーンルームでの仕様に適合しており、粒子が飛散して汚すことはありません。Newportは自動計量および混合システムを使用して、1バッチ内の接着剤の品質を一定に維持しています。

• **気密にシールした振動吸収装置**

チューンドダンピング方式の振動吸収装置は気密にシールされ、クリーンルームや高真空中での使用の適合性が完全に保証されています。

• **気孔付きコア**

高真空下またはクリーンルーム内での使用のために、気孔付きコア構造があります。これらの特殊設計のハニカムコアには、1つ1つ開口部が設けられ、高い真空度まで

空気を抜けるようになっていきます。クリーンルームの床用のラミナーフローデザイン (FabFloor™) は、気孔付きコアとテーブル空気流システムを組み合わせています。

**特徴と利点**

**Newportのハニカム設計**

| 特徴            | 利点  |
|---------------|---|
| トラスコア設計       | 高い剛性／重量比<br>高い静的剛性<br>高い動的剛性<br>点荷重に対する大きな耐荷能力  |
| 鉛直結合コア        | 高い剛性／重量比<br>高い静的剛性<br>高い動的剛性<br>点荷重に対する大きな耐荷能力  |
| 三重コア結合        | 高い剛性／重量比<br>高い静的剛性<br>高い動的剛性<br>点荷重に対する大きな耐荷能力  |
| 低熱応力接合        | テーブル平面度の向上<br>長期的なテーブルの曲がりを解消<br>はがれ防止を保証       |
| 狭帯域チューンドダンピング | 特定の振動モードの除去に最も有効<br>低振動数の共振には広帯域ダンピングよりもはるかに効果的 |
| 広帯域ダンピング      | 広い振動数範囲の振動モードの振幅を減少させる<br>特定の振動数帯域ではダンパー層よりも効果的 |
| ダイビングトップスキン   | 作業面の共鳴を減衰                                       |
| タップ穴の個別シール    | こぼれた液体がハニカムの他のセルに染み込んだりテーブル内部を汚すのを防止            |
| タップ穴の非腐食性シール  | 腐食性の液体がこぼれても、テーブルの劣化を長期的に防止                     |

**Newport光学ベンチ除振システム、最も効果的な振動フィルター**

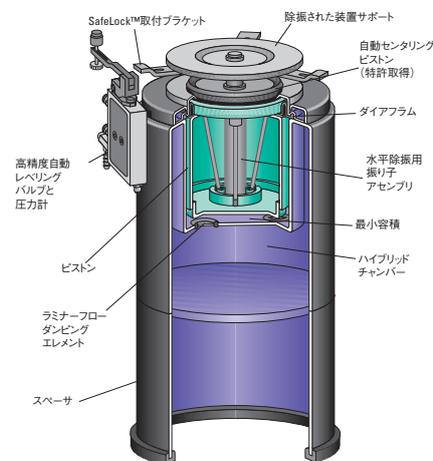
**Newport Optical Bench Isolation Systems—The Most Effective Vibration Filtering Available**

NewportはStabilizer™除振脚を発明し、理化学機器業界に除振装置の新たな水準を開きました。Stabilizer™は、Newport独自のハイブリッドチャンパーとラミナーフローダンピングシステムを特徴とし、極めて小さな振動に対しても除振効果を発揮します。非常に剛性の高いチューンドダンピングされたテーブルと組み合わせれば、Newport光学ベンチ除振システムの性能にかなうものはありません。最先端の研究に従事するほとんどの研究者が、実験室での除振にNewportの製品しか使わないのは、驚くことではありません。

**空気圧除振脚**

空気圧除振脚はフィルターで振動を吸収して、機械的ノイズを光学ベンチの作業面に伝えません。改善された除振機能により、光路内の光学部品同士の相対運動による誤差を軽減します。空気圧除振脚は光学テーブル及び負荷と結合して、質量/バネ/ダンパーシステムを構成します。空気圧システムは自己レベリング機能があり、質量変化の除振効果への影響を最小にするので、機械的なバネの代わり

に使用されます。除振脚の性能は主に、その固有振動数とダンピング特性によって決まります。



Stabilizer I-2000除振装置の破断面

• **固有振動数 (固有モード、共振)**

空気圧除振脚は基本的に、高い周波数での急激なロールオフを利用して、機械的なローパスフィルターとして作用する単純な調和振動子です。調和振動子の固有振動数よりも低い振動数では、除振脚は実質的に剛体として働き、振動は直接ブラットフォームに伝達されます。固有振動数の振動は実際に増幅されてしまいます。従って主要な目的は固有振動数を下げることですが、それはこれによって低振動数での除振効果と全体の除振帯域が向上するからです。

• **ダンピング**

もう一つの大きな目標は、共振周波数での調和振動子の振動を減衰させることです。それによって低周波数での振幅を低減し、システムの安定性が向上します。しかしダンピング効果が強くなると、除振脚の固有振動数がわずかに高くなり、高周波数での除振効果が低下するので、固有振動数とダンピング機能の間の兼ね合いが必要です。