振動防止の研究に就て(第1報)⁽¹⁾

(紙、ゴム、布、砂、高粱板等を防振材料とした場合)

(昭和 11 年 11 月 20 日 第 300 回講演會に於て講演)

正 員 津 村 利 光⁽²⁾

摘 要

振動防止の方法として題目記載の様な材料を 防振材料として用ひ振動の大きさを測る方法として鉄片及びコイルの相互関係による電圧変化を利用しこれを真空管で擴大して讀取つた。その結果は次の通りである。

- (1) 砂は防振材料として一般に用ひられてゐるが余り良い材料ではない。大きい振幅の振動を吸収するが小さい振幅の振動を吸収することが少い。
- (2) ゴム、高粱板は良い防振材料である。
- (3) 防振材料に減衰作用があればある程、又防振材料上の單位面積あたりの荷重が大きくなればなる程、與へられた振動に共鳴する厚さが然らざる場合の厚さに比し小さくなる。故に共鳴する厚さは防振材料を完全弾性体とし又均一荷重のものとして取扱つて求め、これを設計資料とすれば安全である。

1. 実験の目的

ここに述べるのは機械的振動を如何にして防止し以てその危害から免れやうかといふにあつて換言すれば既に存在してゐる機械的振動又は振動の原因を不可避のものとしてその振幅を出来るだけ小ならしめ或は振動のエネルギーを吸収させやうとするにある。例へば内燃機及びこれに接続した機械に就て考へると内燃機の週期的トルクの変化を不可避のものとし、しかもこれに接続する機械にはなるべく一定トルクを傳へやうとする場合の如きである。又振動する部屋で精密測定をせやうとするときその振動がなるべく測定器に傳はらないやうにしてその測定を容易にし測定値の精度を高めることも亦研究の一題目である。

振動防止の方法として大体次のやうに考へられる。

- (1) 新設系統の固有振動を既存の振動数に一致させないこと
- (2) 振動原因をそのままにしておき振動のエネルギーを吸収すること
- (3) 既存の振動と共鳴する一部分を増設し、該部分の振幅を大きくして後振動のエネルギーを吸収すること。

そして第1に記載した固有振動数を既存の振動数に一致せしめない方法は既に廣く採用されてゐる。例へば軸の直径を変へて危険速度をさけるのもその例であるし、又軸の横振動があるとき軸受を増設するのも、機械の振動が激しくて困る場合その地業のコンクリート塊を大きくするのも總てこれに属する。この方法に就ては既に多くの書物に述べられてゐるから、本文の題目中に入れないことにする。

(1) On the Problems of Preventing Vibration (1st Report)

(2) Tosimitsu TUMURA, Member, The Nippon University, 日本大学工学部。

昭和12年2月]

第2及び3の方法では振動のエネルギーが熱の形として吸収されるのであつてその最終の方法は非可逆サイクルをさせることになる。故に實際用ひられてゐる方法として

- (a) 固体間の摩擦又は流体の粘性
- (b) 物質の履歴損失

を利用する。Sandner の振り振動吸収機⁽³⁾は固体間の摩擦を利用した例である。はじき壺は流体の粘性を利用した例である。物質の履歴損失は意識的に用ひられることも多いが又無意識的に作用してゐることが非常に多い。機械の固有振動数と回転数とが一致しても振幅が無限大とならないこと即ち直ちに破壊しないのは他の原因にも依るが軸そのものの履歴損失に依ることが主なる原因と考へられる。

第1報はこの物質の履歴損失を利用して縦振動を防止した報告である。

2. 実験の方法

この実験では上述の様に既設の振動体があつてその振動を防止するのが目的である。実験の初期で

は振動体として 1/30 HP の交流直捲整流子電動機を用ひ、その下に防振材料を敷き、これを 70×120 mm の断面を持つとゞ松の角材の上に載せ、そのスパンを約 3 m とした。そして電動機の振動を不可避のものとして梁の振動を出来るだけ少くしようといふのが目的であつた。第1図はその概略図である。電動機が回転し初めると約 2~3 mn の後に安定した波形となり、その後に電動機の毎分回転数を高くすると梁の振動波形中に高周波があらはれたが、その振幅には余り大した変化は認められなかつた。振動の波形はオシログラ

第 1 圖

(3) W. A. Tuplin, Torsional Vibration, p. 215.

フに依て求めた。振動の大きさを測る方法として、梁の振動を鉄針金 F に依て鉄片 D に傳へ、コイル E 内に生ずる電圧を真空管で増幅し、亜酸化銅の整流器を経て、直流電流計で読み取つた。従て振動の線速度を測つたことになる。鉄針金 F は直径約 2 mm、長さ約 100 mm でその固有振動数は $10^4/s$ 程度であるから、この実験では梁の振動を剛体を経て鉄片 D に傳へたと考へてよい。コイル、鉄片及びこれに附屬する鉄塊の重さは 1 kg 程度で極く細いゴム線で釣し、その釣合は梁の支持台なる机の上に置いた。ゴムの剛さは極く弱かつたから振動測定に用ひてゐる鉄片及びコイルは机の振動から充分絶縁されてゐた。

振動の大きさを測る方法として上記の方法によりオシログラフによらなかつたのは、後者によればその振動の波形は判明するが振動の大きさが直感的に出て来ないためで、例へばオシログラフで同じ振幅と思はれる時でも高周波の振動があると電流計の読みはずつと増加するが如きである。故に振動の大きさを測るには、電流計の方法に依た方が容易である。只振動が人体に傳つて不愉快を感じる場合等に於ては、振幅そのものゝ大きさよりもその振動波形によることが多いと思はれるからオシログラフによる方が便利である。本報告には防振材料の適不適は振動の線速度の大小に依てゐるけれどもオシログラフによる波形も載せてゐる。

以上の様に振動体があつてこの振動を床又はその他に傳へたくない場合が實際相當多く遭遇するので各種の防振材料につき詳しく実験を行ひたかつたが電動機の回轉数が安定でなかつたため、その大体の性質を調べるだけにせざるを得なかつた。防振材料として木綿布、絹布、砂、ゴム等を使用した。その結果は次の実験結果の項に譲る。

次に行つた実験では発振体として毎分約 10,000 回轉する乳化機を用ひた。乳化機を用ひた理由は只回轉数が大きく振動が多く且その振動が安定してゐたから利用したにすぎないのであつて、乳化機的作用には何等の関係はない。第2図はその骨組図で床は厚さ約 100 mm のコンクリートで床の下に土は入つてゐない。振動は正弦波とならず複雑な形となり、振動数は毎秒 150 であつた。下式はオシログラフで得た波形より野口式波形分析器に依て得たものである。

$$\left. \begin{aligned} \frac{du}{dt} &= \sin 300 \pi t + 1.72 \sin 600 \pi t \\ \text{従て } \frac{d^2u}{dt^2} &= 300 \pi (\cos 300 \pi t + 3.44 \cos 600 \pi t) \end{aligned} \right\} \dots\dots(1)$$

但し u は安定の位置からズレた距離に比例する量、 t は時

間である。上式で $\sin 300 \pi t$ の係数よりも $\sin 600 \pi t$ の係数の方が大きいことが目立つ。尚上式以外の項も分析されるがその量が小さいから簡単のため上式の様な振動と假定する。

完全な弾性体の振動では一度振動が與へられるとその振動を永久に続けて行くが、減衰作用のあるときは外部から常にエネルギーを供給されないとやがて静止してしまふ。本実験では空気等の減衰作用もあるけれども、減衰作用は總て防振材料の履歴損失によるものと假定してゐる。

第3図は、鉄片の振動に依て生じた電圧を増幅する方法である。第2図の様に鉄片及びコイルは 1 kg 程度の鉄塊に取付けこれを天井より4組の細ゴム線で釣し、その剛さは 1 g/mm の程度である。ゴム線は引張られないとき 2 mm 角の太さで 16~24 本で鉄塊を釣し殆ど毎日その一部分宛を取換へねばならなかつた。鉄塊を釣したときのゴム線の長さは約 3 m であつた。この実験方法では第2図の鉄片 D とコイル E との相互距離に依て振動を求めてゐる。仍つて防振材料の

厚さを変へたためにこの相互距離が變つてはいけなわけであるが、鉄片を鉄塊に取付けるばねは断面 2 × 4 mm の鉄であるとの上記のやうに鉄塊を釣してゐるゴムの剛さは 1 g/mm の程度であるから防振材料の厚さの変化に依て相互距離は變らない。

第 2 図

第 3 図 振動測定用増幅器

3. 実験結果

(A) 第1図所載の方法で求めた実験結果は不整であるが次は大体の傾向である。

木綿又は絹の布は高周波の振動をよく吸収するが低周波の振動は余り吸収しなかつた。

砂は豫想に反して振動を吸収すること少く低周波の振動を吸収し高周波の振動を吸収

し得なかつた。これは電流計の数字に依て得られるばかりでなく、オシログラフを見ても防振材料として砂を用ひたときには然らざるときよりも却て高周波が判然と表れてゐる。

この事実は次のやうに説明せられる。砂は元素相等硬質の物質よりなり、従てその弾性係数も相當大きいものと思はれる。燧石の縦弾性係数は $7,600 \text{ kg/mm}^2$ で鋼の約 $1/3$ である。只防振材料として砂が用ひられるのは砂は小粒よりなり振動するにつれてその堆積した砂の形が変化してゆくからである。故に低周波で振幅の大きい振動は砂の崩れることに依て吸収せられるが、振幅が小さく且高周波の場合砂は比較的弾性体として働き、又砂全体が崩れる原因とはならないので吸収されるエネルギーが少ないのであらう。これに対し布は極細い繊維よりなるために高周波をよく吸収し低周波は高周波程吸収し得ないのである。以上の結果で結論するのは稍乱暴に過ぎるが砂を防振材料として用ふるときは、砂の形の

崩れることに依て振動のエネルギーを吸収すると考へられる。

従て粘土分を多く含む砂を防振材料として用ひるとその効果少く、又時々砂を掘りかへして砂の形の崩れ易いやうにしないとその効果が少い。これにつき次の実例がある。金属琢磨機の枠組が弱かつたためにその振動が床に傳つて困つたことがあつた。この床の振動をさけるために厚さ 50 mm の多少粘土を含んだ砂を機械の下に敷くと 2~3 日間よく防振の目的を達し得たが次第に砂は硬化して床の振動が激しくなつた。勿論機械の下に砂を再び軟くすると防振効果が又出て来る。

ゴムは防振材料としその効果偉大である。前記小電動機の下に硬いゴム塊を入れるだけで充分振動のエネルギーを吸収することが出来る。硬いゴム塊とは電気計測器等の箱の外側につけてあるゴム塊のことである。

スポンジゴムを用ひるとゴム塊より更に吸収能率がよい。只その欠点は耐圧力が少いことである。これ等ゴム材料はその履歴損失大なるためにかく防振能率がよいのであるが、このことは同時に時々取換へねばならぬことを意味する。

鋸屑及び高粱の髓を固めたものは予想を裏切つて防振効果が悪かつた。しかしこの結果は電動機の重量が小さいためであ

つて第2図の様な方法で重い鉄塊 C を防振材料の上に載せると効果がよく表れた。

以上と並行して振動による音をオシログラフに記録したが電動機の音のみ強く入つて目的を達し得なかつた。

第 1 表

実験番号	10台	20	30	40	50
防振材料	藁半紙	西洋半紙	模造紙	羅紗紙	ハترون紙
板の厚さ (mm)	0.087,8	0.032,4	0.227	0.132	0.041,9
実験番号	60	70	80	90	100
防振材料	濾紙	砂	鋸屑	酒木綿	高粱粒
板の厚さ (mm)	0.231	—	—	0.242	—
実験番号	110	120	130	140	150
防振材料	高粱板	ゴム	ゴム	布入ゴム	スポンジゴム
板の厚さ (mm)	12.5~14.0	0.444	1.241	3.336	4.64

(B) 第2図所載の方法で前記同様の実験を行つた。振動が常に一定状態であつたために頗る便利であつた。第1表はその実験番号で例へば番号 10 台は藁半紙を又実験番号 150 台はスポンジゴムを防振材料に使用したのであつて他はこれに倣ふ。且実験番号の第1位は防振材料に加へた圧力による分類であつて例へば実験番号 11, 12, 13 は總て防振材料として藁半紙を用ひ且それに加へた圧力が夫々 0.015, 0.036, 0.19 kg/cm² であ

る。以下これに倣ふ。尚紙の厚さは 20 枚の厚さの平均値であつて、普通のマイクロメータに依て求めた。測定の際枚数を多く重ねてその厚さを測ると少く重ねたときよりも厚さが大きく出て来る。

紙用のマイクロメータで測ると第1表中の値より多少異なつた値に出ると思ふがその差は僅少と想像されるし又この報告では單にその特性曲線のみを求めてあるのであるから上記の値で充分である。第4図は第2図記載の方法で求めた振動の大きさ対防振材料の厚さ(重ねた枚数のことが多いが時として厚さを mm で表した所もある)の関係である。これ等

第4圖 A 振動の大きさと防振材料の厚さとの関係図 (図中記入の括弧内数字は実験番号を示す。第1表参照。例へば (51) とあるは防振材料としてハترون紙を用ひたことを示す。横軸は概して発振体と受振体との間にある防振材料の枚数である。)

昭和 12 年 2 月]

第 4 圖 B 振動の大きさと防振材料の厚さとの関係図 (横軸に単位なきは防振材として砂を用いた場合で敷いた砂の重量を示す。)

第 4 圖 C 振動の大きさと防振材料の厚さとの関係図

の図中縦軸によつてゐる振動の大きさは前記電流計に表れた数字で振動体の速度の絶対値の平均である。

実験番号 10~60 台に使用した防振材料は總て紙でこれ等に通有の特性は発振体と受振体との間に防振材料として紙を用ひないときより少数の若干枚数を用ひたときの方が振動エネルギーが大きくなつてゐることである。そしてこの枚数より更に多く紙を重ねて行くと著しく振動の大きさが減じる。この理由は防振材料と称しても或る程度の弾性体で只履歴損失

が大きいといふに過ぎないのであるから、あたへられた振動に対して共鳴することは勿論である。故にこれ等の図の様に防振材料としての紙が或る枚数になると振動の大きさが著しく大きくなる。そして発振体の振動は前記(1)で表されるのであるから 150, 300 サイクルの 2 種より成立つてゐる。故に一般には共鳴点が 2 箇所あるわけであつて第 4 図にこの現象が現はれてゐるものもある。しかし多くの第 2 番目の共鳴点の判然しないものは防振材料の履歴損失が大きいためであ

昭和 12 年 2 月]

る。2 箇所共鳴点をもつものゝ内第 4 図の番号 12 に於ては紙の 9~10 枚が第 1 共鳴点になり、60 枚附近が第 2 の共鳴点になつてゐる。番号 22 では 25 枚及び 110 枚、番号 51 では 4 枚及び 70 枚附近、番号 61 では 1 枚及び 15 枚、番号 62 では 2~3 枚及び 18 枚が 2 箇の共鳴点になつてゐる。第 2 の共鳴点の判然してゐるもの程防振材料としては不完全なこと即ち履歴損失の少いことを示してゐる。

砂はこの場合にも或るときは善良なる防振材料となり或るときは殆どその用をなさず全く端尻し難いものである。番号 70 台の点が散在するのはこれを立證する。

鋸屑(実験番号 81 及び 82)はこの実験範囲ではスポンジゴムも(番号 150 台)と同程度に良い防振材料である。但しこれ等の共通の欠点は耐圧力の乏しいことゝ思はれる。この種のものに対する耐圧力と防振能率との関係に就ては更に実験を續ける豫定である。

洒木綿(番号 91 及び 92)はその特性曲線が紙のそれと似てゐる。

高粱籐は見掛上鋸屑に似てゐて而も軟い感じをあたへながら実験の結果の一つには共鳴する山が 1 箇所出てゐる。

第 2 表 高粱板の番号と厚さ

番 号	1084	2085	3085	4085	5086
厚 度 (mm)	13.74	12.51	13.29	12.68	13.93

高粱板⁽⁴⁾と茲に称してゐるのは前記高粱籐を特殊の方法に依て固めたもので、第 2 表はその厚さを表す。第 4 図番号 111 では 3 枚又はそれ以上のときに防振効果をあげ、そのときの荷重は 0.015 kg/cm^2 である。これに対し受振体の重さを増して 0.19 kg/cm^2 にすると防振効果が著しく表れて高粱板を敷かないときの振動の大きさが 74 に対し第 1084 号を敷くと 0.2、第 2085 号を敷くと 0.2、第 3085 号を敷くと 0.1、第 4085 号を敷くと 0.3、第 5086 号を敷くと 0.3 に減少してゐる。上の様に加へる圧力に関係して防振効果が変わるが、これを確めるために上と同種の高粱板を四つ切にしその 1 枚を受振体の下に敷くと振動の大きさが 70 が 0.1 に、その 2 枚を並べて敷くと即ち同じ荷重に対して支持面積を 2 倍にすると 0.2 に、更に 3 枚を並べると 0.3 に振動の大きさが減じた。これによると防振材料は共鳴を起す厚さよりも厚く敷くを要し、又余り圧力が小さいと却て悪い結果になることが明かである。とゞ松も相當防振効果があつて高粱のその 1/5 程度である。

ゴム(実験番号 121~152)も紙と同様の特性曲線を畫く。実験番号 120 台のゴム(含有量 70%)は 130 台のゴム(含有量 40%)よりも純ゴム質を多く含んでゐるがこの実験範囲では値段の安い 130 台のゴムの方がよい結果になつてゐる。實際使用の際には耐久度も重要視されるのであるからこの結果のみを重要視出来ないが面白い結果である。ゴム板でも高粱板同様加圧力が増すと共鳴する箇所なく振動は減衰してしまふ。番号 150 台のスポンジゴムの剛さは小さいばかりで

なくその表面に凸凹があつて厚さを測ることが困難であつた。前記第 1 表に載せた厚さはマイクロメータの両端がゴムに接したときの読みである。又スポンジゴムは振動エネルギーを吸収する点に於て実に勝れてゐるけれども、耐圧力の少ない欠点がある。只加圧力の少い場所特に高周波の振動の場所に用ひて防振効果が著しい。

第 5 図は振動の波形のオシログラフである。

第 5 図 振動波形のオシログラフ

(上) 床の振動 (小さい波) (中) 砂をバラ撒いた時 (振幅の小さいのが発振体の振動。中振幅は砂を用いたとき。大振幅は交流 50 サイクル。)(下) 高粱粉の厚さ 14 mm を用いたとき (中振幅は発振体。中央の水平線は高粱粉を用いたとき)

4. 論理的考察

今第 1 及び 2 図に示された様に減衰作用を受けつゝ強制振動をなす系統を考へる。そして第 1 図の電動機の質量又は第 2 図の鉄塊 C の質量を M 、安定係数即ち安定の位置に戻らうとする力を K 、減衰に用ひられる力を R 強制振動を $F \cos pt$ 、変位を u 、時間を t とし、 R は振動の線速度に比例するとの假定を置くと次式を得る。

$$M \frac{d^2 u}{dt^2} = -Ku - R \frac{du}{dt} + F \cos pt \quad \dots\dots\dots (2)$$

次に

$$K/M = k^2, \quad R/M = 2r, \quad F/M = f \quad \dots\dots\dots (3)$$

と置くと (2) の解は次の式で表される。

$$\left. \begin{aligned} u &= A e^{-rt} \cos(\sqrt{k^2 - r^2} t + \epsilon_1) \\ &\quad + \frac{f}{\sqrt{4p^2 r^2 + (k^2 - p^2)^2}} \cos(pt - \epsilon_2) \end{aligned} \right\} \dots\dots (4)$$

$$A, \epsilon_1 \text{ 任意の常数 } \tan \epsilon_2 = 2pr / (k^2 - r^2)$$

(4) の第 1 項は時間と共に消えるから振動を始めてから相當時間經過後の強制振動では第 2 項のみを考へればよい。そして $2r^2 < k^2$ のときには $p^2 = k^2 - 2r^2$ のとき最大振幅となり、その値は $f / (2r \sqrt{k^2 - r^2})$ である。即ち減衰作用があるとき

(4) 新興科学研究所住本博士の厚意による。

の共鳴振動数は同じ材料を減衰作用のない完全弾性体と考へたときの振動数より低い所で共鳴をする。(2)の強制振動が $F \cos pt$ の代りに $\Sigma F_n \cos p_n t$ のときには振動を始めて相当時間経過した後は

$$u = \sum \left\{ \frac{f_n}{\sqrt{4p_n^2 r^2 + (k^2 - p_n^2)^2}} \cos(p_n t - \varepsilon_{n2}) \right\}$$

となる。本報告では du/dt が(1)であたへられてゐるから(2)の週期的力即ち強制振動の項は次の値に比例する。

$$\cos 300 \pi t + 3.44 \cos 600 \pi t \dots\dots\dots(5)$$

次に第6図の様な振動体を考へ重量 W が弾性体の重量よりは遙かに大きいときはこれ等の系統の固有振動数 n は次式で表される。

$$n = \frac{1}{2\pi} \sqrt{AEg/lW} \dots\dots\dots(6)$$

但し A は弾性体の支持面積、 E はその縦弾性係数、 l はその振動方向の長さ、 g は地引力の加速度とする。この式によると固有振動数は弾性体の長さの平方根に逆比例する。故に本実験の様に150, 300 兩サイクルの強制振動を與へると完全弾性体の共鳴厚さが4:1の比になるべきである。しかるに第4図を見るとその多くは共鳴点を1箇所持ち第2の共鳴点の消失してゐるものが多い。又第1の共鳴点の消失してゐるものがある。これ等は用

第6図 縦振動の図

第3表 2個所の共鳴点を持つ場合

実験番号	12	22	51	61	62
材 料	藁半紙	西洋紙	ハトロ紙	瀝紙	瀝紙
防振材料の厚さ(枚数)	第1共鳴点	9	25	4.5	1
	第2共鳴点	60	110	70	15
	その比	6.7	4.3	15.6	15

ひた防振材料がその目的の防振効果を全うしたことを示す。しかし本実験中には2箇所の共鳴点をもつ場合もあつて第3表はそれに関する数表である。その兩共鳴点の枚数の比をとると上記の様に4:1になつてゐるものはない。これを説明するために減衰作用のある強制振動の共鳴するときを考へると

$$p^2 = k^2 - 2r^2, \quad k^2 \propto 1/l \quad \therefore l \propto 1/(p^2 + 2r^2) \dots\dots(7)$$

故に p が p_1 及び $2p_1$ の各々に共鳴する厚さを l_1 及び l_2 とすると

$$l_1 : l_2 = 4p_1^2 + 2r^2 : p_1^2 + 2r^2$$

故に減衰作用の極小さいときは厚さの比が4:1となり又減衰作用が著しく大きいときには厚さの比が1:1に近づきその中間のものでは厚さの比の値が1と4との間にある。金屬等の如き履歴損失による減衰作用の大して大きくないときは普通 p^2 は大体 k^2 に等しいと假定し、従て $p^2 > 2r^2$ と置くけれども減衰作用が著しく大きいときは必ずしも $2r^2$ を上の様に限定することは出来ない。これによると減衰作用が甚しいとき程兩共鳴点の厚さの比が1に近づき第3表の結果と反對の傾向を持つことになる。故にこの比の値の大きいことは

他の原因によるものと解すべきである。

次に防振材料として紙を用ひる場合紙の厚さはその各部で大体一定と假定して間違がないが發振体と受振体とが正しく平面になつてゐないため(6)の A/W は平均値と實際の値との間に甚しい差を認めねばならない。即ち紙の枚数の少いときは接触が悪いので A/W も亦小さい値となる。故に枚数の少ないとき従て A/W の小さいときはあたへられた振動数に共鳴する防振材料の厚さ l が A/W の平均値より計算した値より遙かに小さくなる。然るに厚さが増して來ると荷重が平等に加はるから A/W の平均値と實際の値とが一致して來る。第3表の厚さの比が甚しく大きいのはこの理由による。故に実験番号22の様に枚数の多いときには厚さの比が小さくなつてゐる。しかしこの項に関しては実験に依て尙詳細に確める予定である。

最後に特記すべきことは防振材料を完全弾性体と考へ、あたへられた振動に共鳴する防振材料の厚さは減衰作用のある場合の共鳴厚さより大きいことである。又防振材料上の荷重が全面に一樣に加はらないとの條件では與へられた振動に共鳴する厚さが荷重が一樣に加はつたときの共鳴厚さより小さくなる。故に防振材料の厚さを決定するには防振材料を完全弾性体と考へ、これと共鳴する厚さを設計資料とすれば

安全である。上の説明は減衰に関する項 $2r$ を防振材料の厚さに無関係のものとして取扱つてゐるけれども、實際では恐らくその厚さに依て變ることゝ思はれる。

5. 結 論

本実験の範圍を約言すると次の通りである。

(1) 砂は防振材料として一般に用ひられてゐるが余り良い材料ではない。大きい振幅の振動を吸収するが小さい振幅の振動を吸収することが少い。

(2) ゴム、高梁板は良い防振材料である。

(3) 振動が多種の振動数よりなるときは防振材料は異つた厚さに於て振動の成分の各に共鳴するから、その最低振動数に共鳴する厚さよりも厚く防振材料を用ひる方が安全である。

(4) 防振材料に減衰作用があればある程、又防振材料上の單位面積あたりの荷重が大なる程、與へられた振動に共鳴する厚さが然らざる場合の厚さに比し小さくなる。故に共鳴する厚さは防振材料を完全弾性体とし又均一荷重のものとして取扱つて求め、これを設計資料とすれば安全である。