

防振ゴムの条件による働き方の違い

～形状・温度・周波数～

兵庫県立神戸高等学校 総合理学科 1年 平塚秀樹 黒井直登 福家光士郎

動機

他と比べて車内が静かな電車に乗った際、振動低減の仕組みが気になって調べたところ、タイヤの廃材つまりゴムが利用されていると分かった。

さらに、条件によってゴムの防振効果が変わるということも知り、その条件について詳しく調べたいと思い、この研究を始めた。

方法

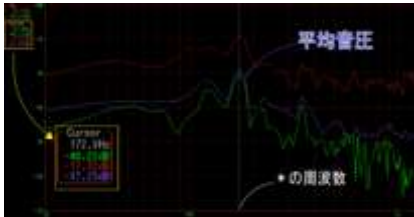
写真(上)の装置を利用

① 特定の周波数(*)の交流で振動を発生させる

② 二種類の天然ゴム板(平滑なもの: 10mmと凹凸のあるもの: 最大10mm / どちらも縦横300mm)



と段ボールを隔てて、上記の振動を音として測定する



③ ②の音のうち、*に最も近い周波数での4秒間の

平均音圧 (dB) を測定 (各5回)

※写真(下)…計測画面 青色で示された部分を記録した

④ $\frac{\text{ゴム板ありの測定値(dB)}}{\text{ゴム板なしの測定値(dB)}} = (\text{振動伝達比})$ とする

仮説

※参考 振動伝達率の公式

$$Tr = \frac{1}{1 - (f/f_n)^2}$$

$$f_n = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{Kg}{L}}$$

- Tr 振動伝達率
- f 振動数(*)
- f_n 固有振動数
- K ばね定数
- L 質量(一定)
- g 重力加速度(一定)

先行研究により温度が高いほどKの値が小さくなる
⇒同様にf_nも小さくなる

$$\left. \begin{array}{l} 0 < (f/f_n)^2 < 1 \quad f < f_n \\ 1 < (f/f_n)^2 < 2 \quad f_n < f < \sqrt{2}f_n \\ 2 < (f/f_n)^2 \quad \sqrt{2}f_n < f \end{array} \right\} \begin{array}{l} Tr > 1 \text{ 振動を増幅してしまう} \\ Tr < 1 \text{ 振動を低減する} \end{array}$$

振動伝達率の公式(上)

→温度が高い/周波数大きいほど効果が高い

(振動を増幅する場合もある)

市販品の形状→凹凸のあるもののほうが効果が高い

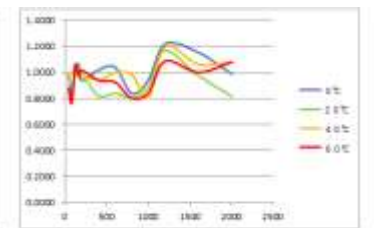
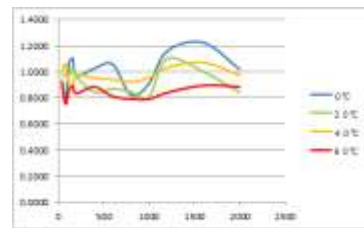
結果

各温度・周波数に対応する振動伝達比は下の表・グラフのようになった。

各形状における温度と周波数による振動伝達率の変化

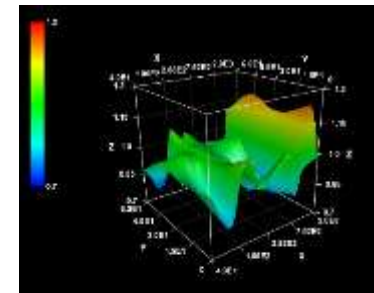
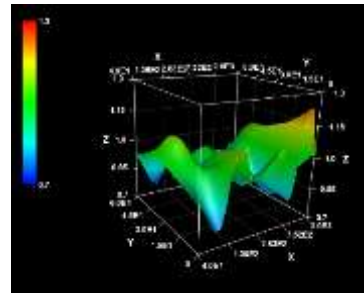
周波数 (Hz)	温度 (°C)			
	0	20	40	60
40	0.9075	0.9585	0.9942	0.9263
80	0.7816	0.9800	1.0590	0.7515
120	1.0675	0.9713	0.9029	0.8628
160	1.1018	1.0241	0.8883	0.8893
200	0.9696	0.9609	0.9753	0.8345
400	1.0253	0.8416	0.9515	0.8838
600	1.0563	0.8686	0.9403	0.8115
800	0.8235	0.8451	0.9214	0.7903
1000	0.9073	0.8064	0.9538	0.7902
1200	1.1590	1.1003	1.0314	0.8395
1600	1.2237	1.0000	1.0695	0.8944
2000	1.0186	0.8419	0.9735	0.8841

周波数 (Hz)	温度 (°C)			
	0	20	40	60
40	0.9828	0.9511	0.9792	0.8769
80	0.8154	0.8930	1.0004	0.7645
120	1.0538	0.9834	0.9998	1.0515
160	1.0637	0.9906	1.0058	0.9706
200	0.9384	0.9933	0.9753	1.0149
400	1.0174	0.8164	0.9414	0.9385
600	1.0382	0.8397	0.9965	0.9241
800	0.8368	0.8033	0.9833	0.8005
1000	0.9409	0.8888	0.8073	0.8423
1200	1.2173	1.1656	1.1966	1.0852
1600	1.1526	0.9735	1.0618	1.0000
2000	0.9868	0.8162	1.0791	1.0778



各形状における温度別の周波数変化に伴う振動伝達率の変化

これを基にX軸を周波数、Y軸を温度、Z軸を振動伝達比として三次元で表すと下のようになった。



各形状における温度と周波数による振動伝達率の変化(三次元)

考察

《形状》 各温度で比較すると大きな違いなし
凹凸のほうが高周波においてやや不安定
→ゴム板の厚さの違い?

《温度》 凹凸ありの低周波を除き温度が高いほど
効果も高くなる傾向がみられた。

《周波数》 120Hz 付近が固有振動数と思われる
→それ以降は効果が高まるはずだが、
1200Hz 前後でもう一度増幅

⇒疑問・課題: ゴム板の厚さ、高温、1200Hz 前後

参考文献

- ・制振ゴムの特性と応用(岡田 健 内外ゴム株)
- ・防振ゴム(小林 雄治)
- ・防振ゴム(NOK 株式会社)