

第24回 自動車用エンジンマウント

東海ゴム工業(株) 野沢 明

1 エンジンマウントとは

エンジンマウントとは、自動車のエンジンとトランスミッションを支持し、その動きを規制するために搭載されているゴム製マウントで、1台あたり3～5個使用されている。

エンジンマウントには、ゴムと金具で構成される角型タイプ、円筒型、トルクロッド、内部に液体を封入したタイプ、さらに特性を切り替えるタイプ(ECM)、アクチュエータを内蔵し特性を電氣的に制御するタイプ(ACM)がある(図1)。

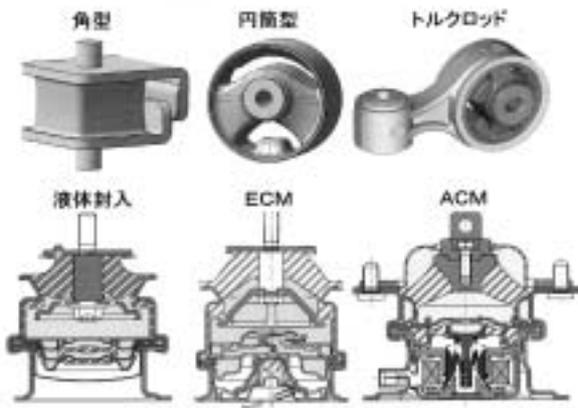


図1 各種エンジンマウント

2 エンジン懸架方式とマウント配置

エンジンマウントは、エンジン配置、出力・トルクの大きさによって、取付位置、個数、使用されるタイプが異なってくる。

図2に示すように、エンジンが縦置きの場合には重心支持方式で三点で支持するのが一般的である。エンジン横置きの場合、排気量・トルクの大きな方から重心支持方式、慣性主軸方式、ペンデュラム方式が採用されている。いずれの方式においても、エンジンの慣性主軸回りには回転しやすく、かつ上下振動と連成しないようなマウント配置、ばね比率で設計されている。

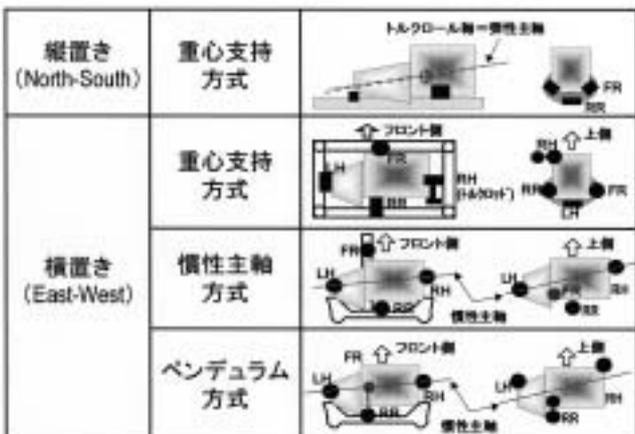


図2 各種エンジンマウントシステム

3 エンジンマウントに求められる機能と特性

エンジンはそれ自身が振動騒音の発生源であり、加減速時にはトルク変動があり、走行時は路面からの入力で加振されることから、エンジンマウントには次のような機能と特性が求められる。

求められる機能	求められる特性
(1) エンジンを正しい位置に支持する	設計された静的剛性
(2) エンジンの振動を遮断する	広い周波数域での低剛性
(3) エンジン支持系の共振を抑える	共振周波数域での高減衰
(4) エンジンの動きを規制する	静的、低周波域での高剛性

4 防振ゴムの特徴

(1) ゴム材料の特徴

ゴム材料は鉄鋼材料に比較して表1の特徴を持つ。

表1 ゴム材料と鉄鋼材料の比較

項目	ゴム(NR) エントロピー弾性	鋼 エンタルピー弾性
ヤング率 (kgf/cm ²)	10 ~ 50	2,100,000
比重	1.05 ~ 1.20	7.86
ポアソン比	0.46 ~ 0.49	0.27
可逆弾性領域	約 100 ~ 300%	約 1%以下
損失係数	0.05 ~ 0.3	約 0.0003

エンジンマウントにはほとんど(90%以上)天然ゴムが用いられる。天然ゴムが広く用いられる理由は、
疲労耐久性に優れている
動的剛性が低い
適度な減衰性能を有する
加工性に優れる
入手しやすく比較的安価(相場物ではあるが)

(2) ゴムマウントの特徴

ゴム製のマウントは、鉄製コイルばねと比較して次の二つの大きな特徴を有する(図3)。

直交する三つのばね主軸を有する
ばね要素と減衰要素をあわせ持つ

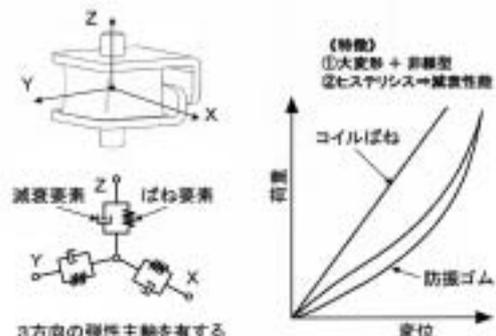


図3 ゴム製マウントと鉄製コイルばねとの差異

5 車両の振動騒音問題とマウント特性の関係

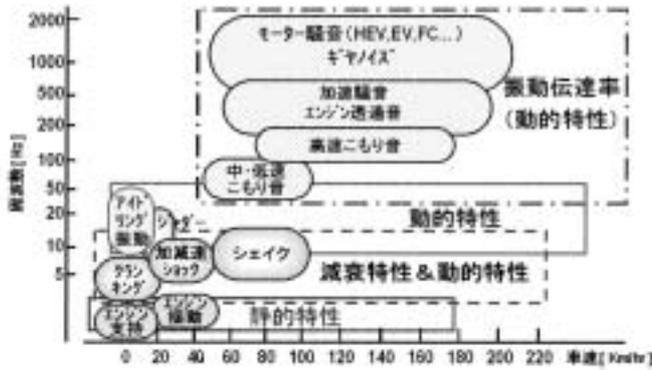


図4 車両速度と振動騒音の関係

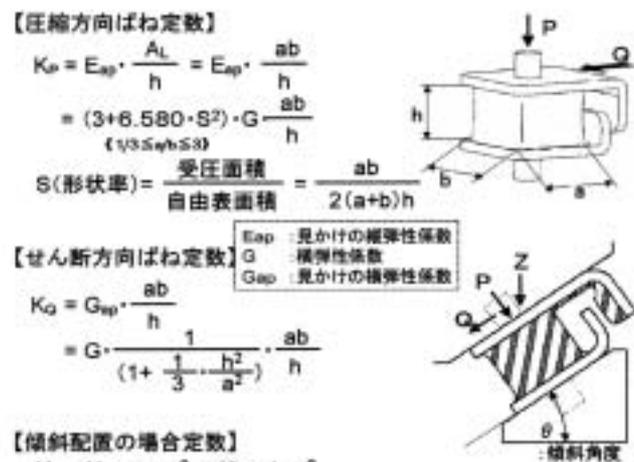
静粛性の追求から、全周波数域、特に15～40Hzのアイドル振動領域では低い剛性が求められる。一方、乗り心地・操安性向上の面から、エンジン支持系の共振が存在する5～20Hz付近では高減衰が、操安性が問題となる静的～45Hz付近では高剛性が求められる(図4)。すなわち、同一周波数帯で同時に「低剛性な特性」と「高減衰な特性」を両立させなければならない。しかし、ゴム材料本来の特徴からすると「低剛性」と「高減衰」は相反するものであり、両立は不可能といっている。

その相反する要求性能をいかに両立させるかという取り組みが、防振ゴム開発の歴史といえる。

6 エンジンマウント設計のポイント

(1)ばね定数の求め方

最近ではFEM解析ではばね定数を求めることが多くなってきているが、基本となっている計算式は、以下の通りである(図5)。



(防振ゴム研究会編『新版 防振ゴム』現代工学社より)

図5 ばね定数の基本式

(2)エンジンマウント用のゴム材料

エンジンマウント用ゴム材料は硬さA50を中心にA45～55の範囲で使用するのが一般的であり、その時のGの値は次を用いている。

A45:0.6～0.7MPa

A50:0.7～0.9MPa

A55:0.9～1.1MPa

図6には典型的なマウントの3方向ばね定数比率を、上下(Z)方向ばね定数を1とした場合の比率として示す。

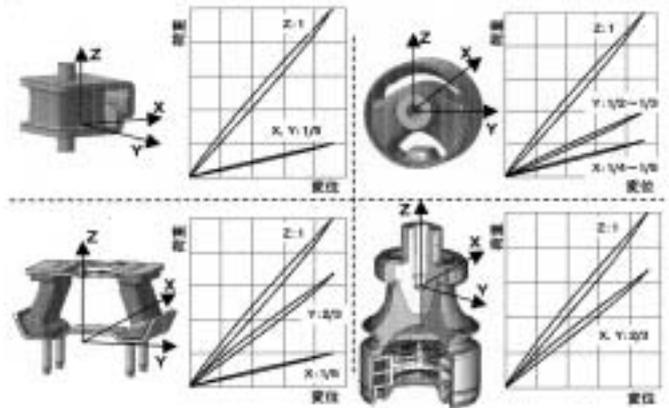


図6 各種エンジンマウントばね定数比

7 液体封入式マウントのメカニズム

エンジン支持系の共振が存在する5～20Hz付近ではエンジンマウントには高減衰が求められる。その必要性を実現したものが液体封入式マウントである。マウント内にオリフィスを設置し液体を封入すると、特定の周波数領域において液中共振が発生する。その共振を利用し、マウントの位相特性を変化させることで減衰効果を生み出す構造となっている(図7)。

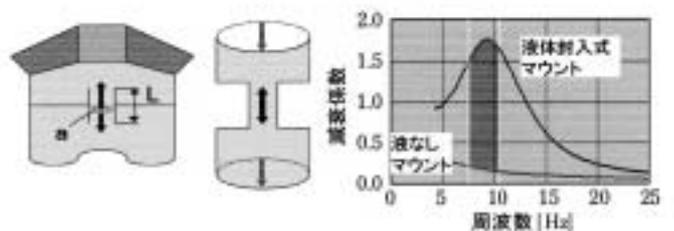


図7 液体封入式マウント構造と減衰効果