

# 学生実験の必要性について —自動車振動の発生—

徳島工業短期大学 吉田愛二 前田剛

Keywords : 発表, 振動, 快適性, 自動車

本学一級専攻科教科書内容でもある高度整備技術自動車振動を実際に測定して分析結果を発表させることにより教科書内容の理解とプレゼンテーションの体験を目的として以下の実験を行なった。

## I 概要

自動車の高級化、高品質化に伴い、使用者の車に対する期待も「より静かでより快適に」といった感覚的な要求が高くなっている。このような変化は、動力性能、操縦安定性能、経済性といった基本要件のほかに静粛性・快適性といった付加価値が生まれ、価値観の根源となる自動車の振動・騒音に関して、振動防止対策が施されるようになってきた。

振動・騒音は、生理的、心理的要因に左右させる音である。騒音の評価は極めて難しい。

振動・騒音については教科書にそってまとめていく。

## II 振動と音

人は、触覚及び視覚によって振動を感じ、聴覚によって音を感じる。振動と音は、同様に”波”で表わすことができる。

20Hz以下を振動のみ、20Hz～20kHzを音として感じることができる。

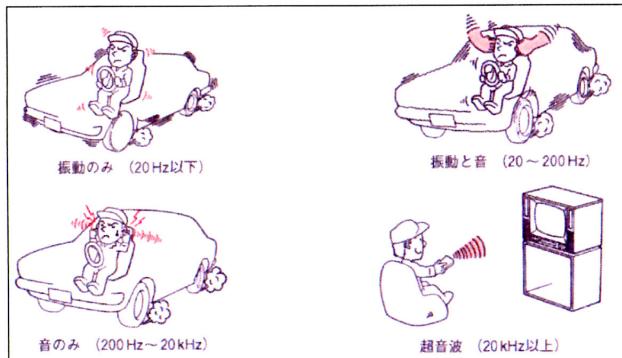


図 1 振動と音の周波数と感じ方

## III 振動の表し方

### 1. 振動の基本

振動とは、ある一定の周期で揺れ動くことをいう。図 2

のように、振動の大きさを振幅(波の大きさ)、振動の細かさを振動数(1秒間あたりの振動の回数)と呼ぶ。

重りが振動系固有の振動周波数で動き始めるのを自由振動と呼び、その振動周波数を固有振動数という。

振動させるために、外部からの周期的な力を強制振動力と呼ぶ。

一つの物体がばねによって懸架され、単に重りとして作用する振動を剛体振動と呼ぶ。

振動体自体が「ばね」となり「重り」となって作用する振動を弹性振動と呼ぶ。

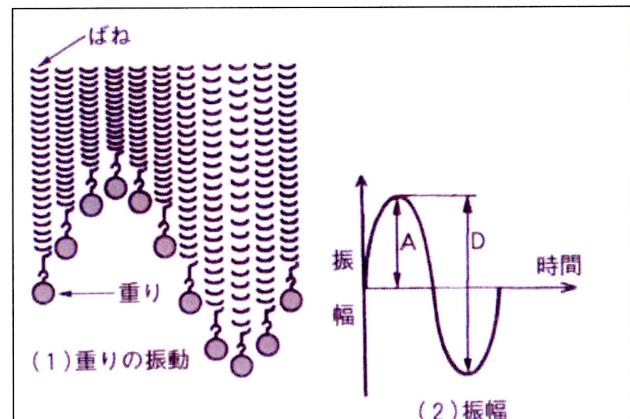


図 2 振幅及び振動周波数

## IV 計測機器

計測機器にはノイズ感知テスタ、振動・騒音分析器などがあり、簡易点検用としては、聴診器タイプのものがある。今回の実験では、振動・騒音分析器を用いて振動の測定をした。

## V 振動・騒音分析器

振動や騒音を数値で定量的に把握するものである。振

動量測定の種類には、加速度、速度、変位があり、それぞれ表1のような目的及び特徴がある。自動車整備の場合には、加速度の測定を用いることが多い。

表1 測定の内容

振動値(測定量)	単位	目的・特徴
加速度(ACC)	$m/s^2$	<ul style="list-style-type: none"> <li>・高振動周波数で大出力が得られる</li> <li>・力が加速度に比例する</li> <li>・人体応答に適応する</li> </ul>
速度(VEL)	$m/s$	<ul style="list-style-type: none"> <li>・中域振動周波数で変位が小さい場合に適応する</li> <li>・固体音、音響放射に関連する判定に適応する</li> </ul>
変位(DISP)	$m$	・変位の振幅が特に重要な場合に適応する

## VII 実験装置及び測定方法

実験装置はバンザイ製四輪シャシ・ダイナモーメータを使用、振動周波数を測定するため振動・騒音分析器を使用して実験車両はパジェロミニを使用した。

表2 シャシ・ダイナモーメータ

ローラ径	6366mm
許容軸重	15kN
最高試験速度	200km/h
ローラ慣性相当重量	5kN
フライホイール数	3枚(5.0 2.5 1.25)kN
動力吸収部	渦電流式
最大吸収動力	170kWh

表3 振動・騒音分析器

入力部	入力チャンネル数	1							
	測定周波数範囲	<table border="1"> <tr> <td>加速度</td> <td>3Hz～20kHz</td> </tr> <tr> <td>加速度包絡線</td> <td>1Hz～50kHz</td> </tr> <tr> <td>速度</td> <td>3Hz～3kHz</td> </tr> <tr> <td>変位</td> <td>3Hz～500Hz</td> </tr> </table>	加速度	3Hz～20kHz	加速度包絡線	1Hz～50kHz	速度	3Hz～3kHz	変位
加速度	3Hz～20kHz								
加速度包絡線	1Hz～50kHz								
速度	3Hz～3kHz								
変位	3Hz～500Hz								
ハイパスフィルター	3Hz, 10Hz, 1kHz (-10%点)								
ローパスフィルター	1kHz, 5kHz, 20kHz (-10%点)								
演算項目	時間波形、スペクトル								
分析器モード	サンプル数	256, 512, 1024, 2048							
	時間窓関数	矩形、ハニング、フラットトップ							

周波数スパン	100, 200, 500Hz
	1, 3, 5, 10, 20kHz
	アンチエリヤシン グフィルター
平均処理	時間波形
	瞬時値
スペクトル	瞬時値、指數平均、リニア平均、最大値ホールド
トリガーソース	入力レベル、外部信号
メモリー	マニュアルストア 500 個
	測定条件メモリー 10 個



図3 振動・騒音分析器

表4 パジェロミニ

型式	TA-H53A		
原動機の型式	4A30		
燃料の種類	ガソリン		
総排気量	0.65L		
車両重量	890kg	前軸重	490kg
		後軸重	400kg
タイヤ外形	2009.6 mm (有効半径 320 mm)		



図4 実験車両



図 5 センサ取付

(1) エンジン停止時

シャシ・ダイナモーダのモータリング機能を使用してタイヤ駆動で各速度走行の騒音計測を行なった。

(2) 無負荷時

タイヤ走行はしないで、エンジン回転を各速度に合わせて計測を行なった。

(3) エンジン回転時

エンジンにより各速度の走行を行ない計測した。

## VII 実験結果

表 5 ACC (加速度)

km/h	0	10	20	30	40	50	60	70	80
無負荷	0	0.1	0.07	0.1	0.22	0.15	0.23	0.68	0.18
E回転	0.5	0.2	0.23	0.37	0.18	0.28	0.57	1.11	0.72
E停止	0	0.18	0.21	0.2	0.35	0.52	0.73	0.88	1.15

表 6 VEL (速度)

km/h	0	10	20	30	40	50	60	70	80
無負荷	0	0.7	0.4	0.3	0.6	0.3	0.4	1.1	0.5
E回転	0.4	1.3	1.6	1.7	1.75	1.8	2	3.2	3.3
E停止	0	5.95	3.2	2.6	4	3.8	3.7	4.3	5.5

表 7 DISP (変位)

km/h	0	10	20	30	40	50	60	70	80
無負荷	0	0.018	0.016	0.015	0.019	0.012	0.01	0.02	0.021
E回転	0.02	0.12	0.17	0.085	0.108	0.09	0.08	0.06	0.061
E停止	0	0	0	0	0	0.12	0.09	0.11	0.15

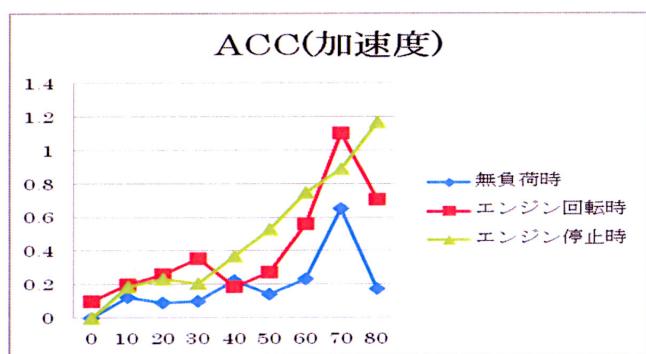


図 6 ACC

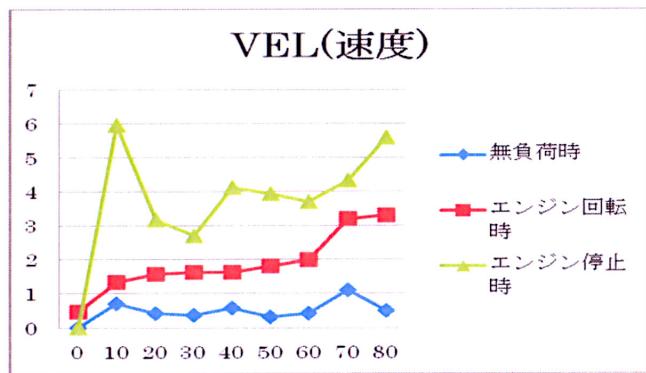


図 7 VEL

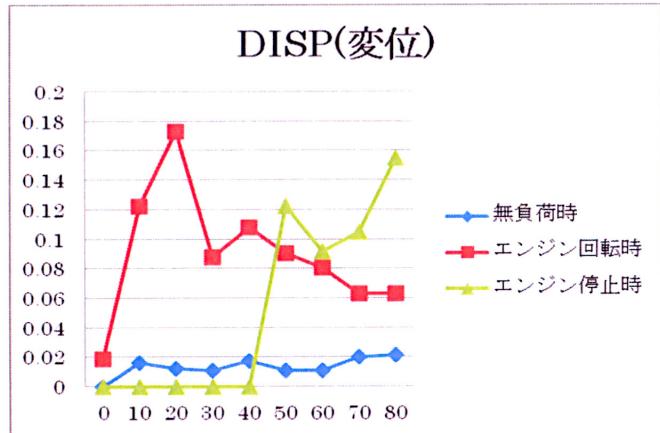


図 8 DISP

## VIII 実験結果分析

(1) 加速度で見ると、どの測定時でも、70km/h付近で振動が大きくなっている。車速が上がっていくとエンジン系や足回り系、ボデー系に振動が大きく発生している。

(2) 速度で見ると、エンジン停止測定時に大きな値が出た。特に10km/h付近で5.95と最も大きかった。エンジン系以外の場所に大きな振動が発生している。

(3) 変位で見ると、エンジン回転測定時に、20km/h付近で0.17になった。またエンジン停止測定時に80km/h付近で0.15と大きくなった。低速時に自動車全体に振動が

あり、高速時にはエンジン系以外の場所に振動が発生している。

## IX 振動低減方法

### (1) エンジン系

- a. トーション・ダンパ付きブーリーを使用することで、クランク・シャフトに生じるねじり振動を低減する。
- b. エンジン・マウントにゴムを使ったり、液体封入式やエンジンの負圧を利用したアクティブ・コントロール式を用いる。
- c. 排気系での対策は、振動自体を小さくするために、ダイナミック・ダンパを用いたり、ロール振動を小さくするため、フレキシブル・パイプや、ボール・ジョイントが用いられている。

### (2) シャシ系

- a. プロペラ・シャフトにアンバランスがあると、回転により遠心力が生じて振動強制力になる。プロペラ・シャフトのバランスを修正することで振動を低減する。
- b. サスペンションのスプリングを、振動の一種であるハーシュネスを低減するために、非線形スプリングやオフセット・コイル・スプリングを用いる。
- c. タイヤにアンバランスがあると振動強制力が発生する。これを防ぐために重りを取り付ける。

## X 指導結果

- (1) 実際に自動車振動を測定することにより測定装置の取り扱い方と測定の必要性の理解ができた。
- (2) 教科書を読ませ教科書内容の理解をすることができた。
- (3) 発表することによりプレゼンテーションの方法が理解と体験ができた。
- (4) 学生のプレゼンテーションは、たとえ失敗があつたとしても教育的な指導が次回発表のために必要である。

## 参考文献

- 1) 一級自動車整備士シャシ電子制御装置、社団法人日本自動車整備振興会連合会。

## 謝 辞

実験にあたり一級専攻科生の協力に感謝の意を表します。