

# 新技術紹介

## ステアリングホイール芯金の反共振周波数予測

### Prediction of Antiresonance Frequency for Steering Wheel Armature

青木 雅司 \*1, 志賀 一三 \*2

#### 1. はじめに

自動車の走行時あるいはアイドリング時にステアリングホイールが振動する場合がある。NVH品質を向上させるためには、この振動を起こす強制力を低減すると共にステアリング系の共振周波数を高めることが有効である。ここでは、振動特性の推定を容易にするため、ステアリング系をステアリングコラムとステアリングホイールに分割して予測できるメカニカルインピーダンス法<sup>(1)</sup>を用いた。本報ではステアリングホイールの設計時に、共振周波数に影響する芯金の反共振周波数を有限要素解析により、精度良く予測する手法を具現化したので報告する。

#### 2. メカニカルインピーダンス法

ステアリング系は、**図-1**に示すようにステアリングコラムとステアリングホイールに分割できる。

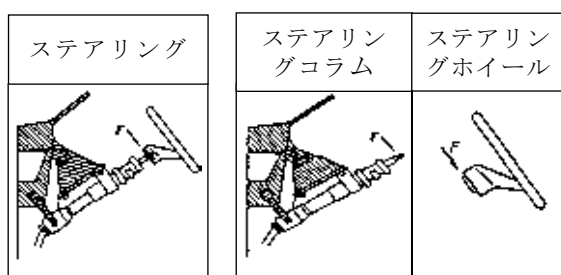


図-1. ステアリング系の分割

図-1の分割において、それぞれのイナータンス（単位強制力により発生する加速度）の間は次の関係になる。

$$\frac{1}{I_0} = \frac{1}{I_1} + \frac{1}{I_2} \rightarrow I_0 = \frac{I_1 I_2}{I_1 + I_2}$$

ここで、 $I_0$ 、 $I_1$ 、 $I_2$ はそれぞれステアリング系、

ステアリングホイール、ステアリングコラムのイナータンスを示す。上式において、 $I_1$ と $I_2$ が同じ大ききで位相が逆の時、すなわち、**図-2**の交点において、 $I_0$ は無敵大となり、周波数 $f_0$ で共振が発生する。メカニカルインピーダンス法とは、このように系を個々のイナータンスに分解し、共振周波数を求める手法である。

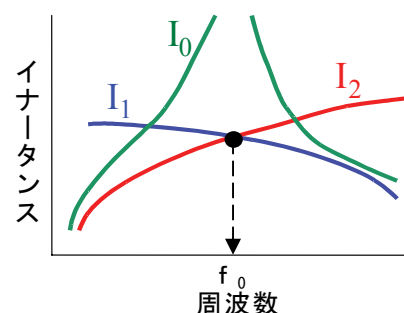


図-2. イナータンス曲線と共振周波数

ステアリングホイールに改善を行い、ステアリング系の共振周波数を高めるには、**図-3**に示すように、ステアリングホイールのイナータンス曲線の谷である反共振周波数を高めることにより、交点である共振周波数を高めればよい。ステアリングホイールの設計段階において、このイナータンス曲線の谷である反共振周波数の予測が重要となる。

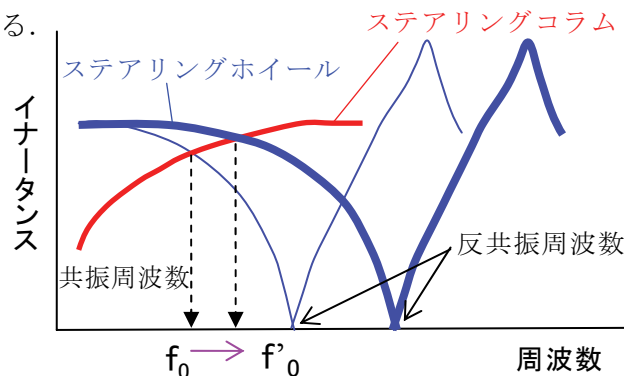


図-3. 共振周波数を高める方法

\*1 Masashi Aoki 技術企画部 技術電算室

\*2 Ichizo Shiga セーフティシステム第1技術部 セーフティシステム実験室

### 3. 反共振周波数の測定方法

ステアリングホイール芯金のイナータンス曲線から反共振周波数を測定するには、ボス部が直線運動のみを行うように加振する必要がある。よって、ボス部にスライドシャフトを取り付け、ベアリングで軸方向以外を拘束した状態でシャフト軸方向に加振力を加え、加振方向の加速度を測定することによりイナータンス曲線を得た。その測定方法を図-4に示す。

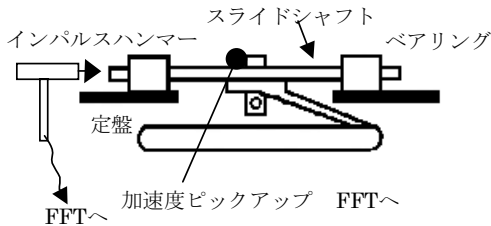


図-4. 反共振周波数の測定方法

### 4. 有限要素解析の手法

有限要素解析によりイナータンス曲線を求め、反共振周波数を予測する手法を具現化した。

解析のモデル化において、反共振周波数測定方法を参考にして、次の点を忠実に反映した。

- 1) スライドシャフトとその拘束条件
- 2) 加振位置
- 3) 加速度検出位置

その有限要素解析モデルを図-5に示す。

解析モデルでは、1/2対称モデルとし、3次元ソリッド要素で分割し、スライドシャフトは軸方向以外を拘束した。また、材料は弾性材料としてモデル化した。

イナータンス曲線を得るために、構造解析ソフトABAQUSの周波数応答解析機能を使用した。

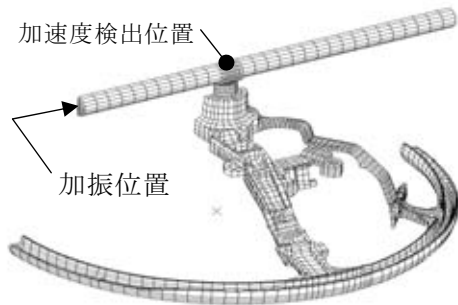


図-5. 解析モデル

### 5. 検証

反共振周波数の測定結果を図-6、有限要素解析の結果を図-7に示す。

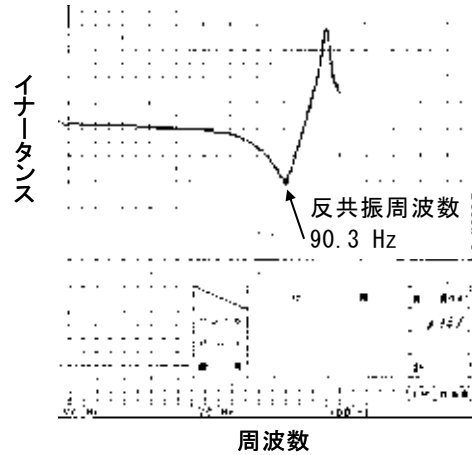


図-6. 反共振周波数測定結果

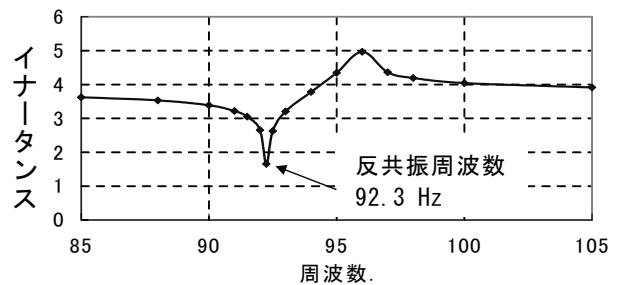


図-7. 有限要素解析結果

この解析手法を3種類の車両の芯金に適用して、反共振周波数の実測と解析の比較を行った結果を図-8に示す。3種類とも良い一致が見られる。

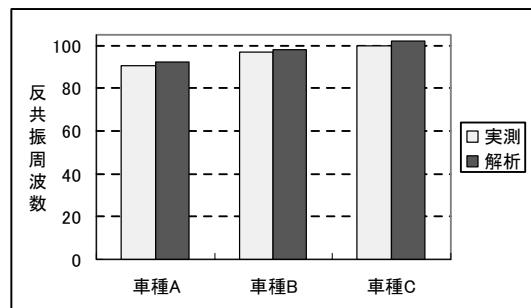


図-8. 反共振周波数 実測と解析の比較

### 6. まとめ

- 1) ステアリングホイール芯金の反共振周波数を有限要素解析により予測する手法を具現化した。
- 2) この予測手法を異なる車種の芯金に適用し、有効性を検証した。

### 参考文献

- 1) 杉田, 浅井, 自動車技術, 41(13), 1514(1987)