513 サスペンションシステムの静特性における簡易評価と最適設計

Response Surface Modeling and Smart Design Approach to Suspension System

正 于 強 (横浜国立大学) ○ 坂原 孝徳 (横浜国立大学大学院)

正 本山 恵一 (メカニカル・ダイナミクス・ジャパン)

Qiang, Yu, Yokohama National University, 79-5 Tokiwadai, Hodogaya-ku, Yokohama-shi, Kanagawa

Takanori, Sakahara, Graduate school of Yokohama National University

Keiichi, Motoyama, Mechanical Dynamics Japan

Key words: Smart Design Approach, Multi Link Suspension, Camber Angle,

1. 結言

近年、自動車産業において快適性に対する要求がたかまる一方であり、この快適性を支配する要因である操縦安定性や乗り心地性能の向上が図られている。これらに対して、サスペンションシステムが影響を及ぼすことは経験的に知られている。そこで、本研究では、操縦安定性と乗り心地性能において主に操縦安定性を取り上げ、CAE技術を用いて経験とセンスの設計に対し簡便で定量的に判断できるサスペンション設計手法の確立を目指し、設計プロセスにおいて本手法を適用した設計の効率化を目的とした。

2. 操縦安定性に影響するサスペンション特性

自動車の操舵による進路の修正やコースへの追従が操縦者にとって容易であり、その意図に沿う性質であるかどうかを操縦性という。また、安定性とは、路面からの力や横風などをうけたとき、その進路を乱されることが少なく、乱されたとしても、すみやかにつりあいの状態に戻るかどうかの性質を表現する。

操縦安定性に影響するサスペンション特性には静的なものとしてはトー角、キャンパー角など、動的なものとしてはヨーレイト、ロールレイトなどがあるが今回は静的な特性であるトー角とキャンパー角を取り扱うこととした。

トー角とは自動車が直進状態にあるとき、自動車の縦中心面と車輪の水平直径とのなす角であり、直進性に影響を及ぼす。キャンパー角とは車輪中心面と鉛直線とのなす角であり、タイヤの接地性に影響を及ぼす。

3. 解析手法

3.1 サスペンションのモデル化

静的なサスペンション特性を見るにあたり、二種類の形式のモデルを汎用機構解析コードADAMSを用いて作成した。一つはダブルウィッシュボーン形式である。これは、上下2個の三角形アームと1本のリンクにて構成される形式をいう。もう一つは、マルチリンク形式である。これは、基本的にはダブルウィッシュボーンと同等であるが2個の三角アームから脱却してこれらを複数のリンクで置き換えたもの、リンクを追加したものなどをいう。モデル化したサスペンションを図1、図2に示す。

3.2 解析条件

Fig1・2にあるようにダブルウィッシュボーン形式とマルチリンク形式サスペンションの各々5箇所のブッシュとリンクの接合点の座標(x,y,z)を設計変数15変数とした。また、水準数を4水準とし直交表 $L_{64}(4^{21})$ を選択してともに64解析を行った。ここでの接合点座標の変化量はP1(x,y,z)～P2(x,y,z)、P4(x,y,z)～P10(x,y,z)は±50mm。P9(x,y,z)のいついては、それぞれ変化させるとお互いに干渉する可

能性があるため2つの接合点を1つの接合点と考え、-20mm～+70mm変化させた。そして、解析はバンプ・リバウンド試験を行った。この試験はFig1にあるような台状試験機を用いてバンプ側に90mm、リバウンド側に90mmストロークさせるものである

Fig1 Double Wishbone Suspension

Fig2 Multi Link Suspension

4. サスペンション特性と接合点座標の関係

解析結果より統計的設計支援システム (SDSS) を用いて分散分析を行いトー角・キャンパー角の発生などに対する接合点座標の影響度を考察したものを Table1・2 に示す。

DWB	Relation between geometry and objective function				
		Camber	Toe	アンチダイブ	アンチスクワート
P1 upper_control_arm_front	x				
	y				
	z				
P2 upper_control_arm_rear	x				
	y				
	z				
P3 lower_control_arm_front	x				
	y				
	z				
P4 lower_control_arm_rear	x				
	y				
	z				
P5 lower_strut_mount	x				
	y				
	z				

Table1 Double Wishbone

ML	Relation between geometry and objective function				
		Camber	Toe	アンチダイブ	アンチスクワート
P6 trailing_body	x				
	y				
	z				
P7 upper_link_outer	x				
	y				
	z				
P8 lower_link_outer	x				
	y				
	z				
P9 upper_lower_link_inner	x				
	y				
	z				
P10 damper_lower	x				
	y				
	z				

Table2 Multi Link

上の Table や解析結果よりダブルウィッシュボーン形式は接合点座標を変化させるとトー角・キャンバー角ともに大きく変動する。トー角とキャンバー角はトレードオフの関係にあり、両方とも満足する値を得るのは難しく、設計の変更を慎重に行う必要があると考えられる。一方、マルチリンク形式はトレーリングアームの働きにより接合点座標を変化させても比較的ばらつきの少ないトー角を得ることができる。よって、トレードオフ関係を気にせず、理想のキャンバー角を得るために接合点座標を変化させることができる。これは、トー角とキャンバー角に影響のあるパラメータが異なっているためである。

5. 推定式を用いたキャンバー角の算出

Fig3 Frontal view of Multi Link Model

これまででサスペンション特性に対してどの接合点座標が影響を及ぼしているかが把握できた。また、発生メカニズムを理解することができた。そこで、考えやすいマル

チリンク形式のキャンバー角を算出する推定式を作成することにした。接合点座標が変化するという事は、長さや角度が変化することである。よって、マルチリンク形式のサスペンションのキャンバー角においては、Fig3に示すようなアップーアームとローアームの長さ及び角度の変化及サスペンションがストロークしたときのアップーアームとローアームの y 方向の変位が影響すると考えた。

Fig4に解析結果と推定式より得られたキャンバー角の値を比較したグラフを示す。

Fig4 Camber Angle

また、推定式が得られたことによりキャンバー角を変化させることができた。これを Fig5 に示す。

Fig5 Camber Angle 2

6. 結言

このように、サスペンション特性に対するサスペンション部材の影響度を把握し、発生メカニズムを理解することにより、推定式を用いて比較的簡単に解析値に近いキャンバー角を得ることができた。また、容易に希望のキャンバー角を得ることができた。これにより、簡便で定量的に判断できるサスペンション設計手法の確立に一步近づけた。

また、これからは推定式の精度をもっと上げ、さらにキャンバー角以外の静特性及び動特性に関しても考えていきたい。

参考文献

- [1]自動車ハンドブック, 1991, 社団法人自動車技術会
- [2] 柏村・白鳥・于,実験計画法による非線形問題の最適化,1998,朝倉書店
- [3]熊野学,サスペンションの仕組みと走行性能,1997,グラフィック出版