

第18回 自動車用スタビライザ

日本発条(株) 佐藤 尚志

1. はじめに

スタビライザはご存じのように、安定させるという意味の英単語「STABILIZE」の名詞形である。このスタビライザは自動車のほか、一般的に船や飛行機、自転車などの乗り物に使われている。船では主に船底中央湾曲部に設置したフィンにより、横揺れに対抗するモーメントを発生させて、横揺れを減少させるフィンスタビライザ、身近なものとしては子供用自転車の補助輪がある。スポーツにおけるアーチェリーでも、矢を撃ったときに生じる弓のねじれやぶれ、反動を吸収するために、弓本体に取り付けられた重りやゴムなどの安定装置をスタビライザと呼ぶ。このように、自動車以外にも形は変わっていても、様々なスタビライザが存在する。

2. スタビライザの機能

自動車では旋回時に遠心力が発生し、車体がロール（左右に前後軸回りに回転）しようとする。この車のロールを抑える部品がスタビライザである。図1にスタビライザの取付例を示す。

スタビライザはラバースシュを介して車体に取り付けられ、両端はスタビリンクなどを介してストラットあるいはコントロールアームに取り付けられる。左右のサスペンションの上下位置に差異が生じた時に、バーにねじれが発生し、その復元力により車体の傾きを抑えるようになっている。左右両方のサスペンションが上下同方向にストロークする際には、ねじれはほとんどが発生しない。コイルばねなどのばね定数を、単純に高くする方法に対して、ストロークを規制することなく車体のロールを抑えることができるため、乗り心地を悪化させることが少ない。ただし、悪路などで左右のタイヤがばらばらに上下するときにもタイヤの動きを抑えてしまうため、タイヤの接地性に悪影響を及ぼす。これを防止するために、スタビライザの剛性を変化させる装置や、乗り心地を高めるために直進時にはスタビライザの機能を機械的に解除する製品も開発されている。

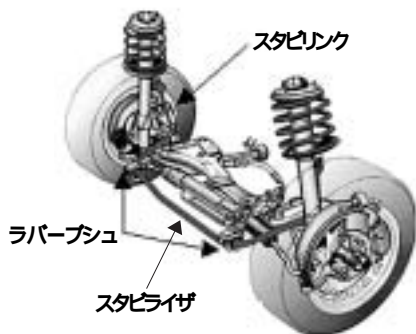


図1 スタビライザの取付例

3. スタビライザの形状

図2に一般的なスタビライザの一例を示す。図のように多彩な曲げ形状となっており、いろいろな周辺部品との干渉を避けながら形状設計されている。このため、周辺部品とのクリアランスが問題となるケースも多く、製造工程上、形状のばらつきを抑える注意が必要である。中空タイプは、ばね剛性をアップしても重量増が少なく軽量化できるメリットがある。しかし中実を基準としてばね定数を合わせようとする、パイプ外径が大きくなるため、発生応力が増加したり、周辺部品とのクリアランスが厳しくなるケースも生じる。また、曲げ加工によりパイプ形状が扁平してしまい、扁平断面形状がばね定数や応力に影響を与えてしまうことがある。



図2 スタビライザの形状例

4. スタビライザの設計計算

前述したようにスタビライザは3次元的な形状をしているため、一般的には図3に示すように2次元的な単純形状を計算モデルとしている。ここでは詳細な式は省略するが、アーム直線部AB、曲げR部のBC、直線部CDを考慮して計算する。アーム部については曲げ、R部については接線方向の曲げとねじれ、直線部については曲げとアームを介したねじれを考慮する。応力評価としては最大曲げ応力、最大せん断応力、最大主応力を用いる。しかし、計算モデルと実際のモデルの形状が異なることから、設計計算値と実測値が乖離するケースが少なくない。これらを解決するため、FEM（有限要素法）による解析が幅広く実施されている。FEMでは図4に示すように、3次元ソリッド要素を用いてスタビライザ、ブッシュおよびブラケットをモデル化し、大変形やブッシュの非線形特性を考慮した解析も実施されている。中空スタビライ

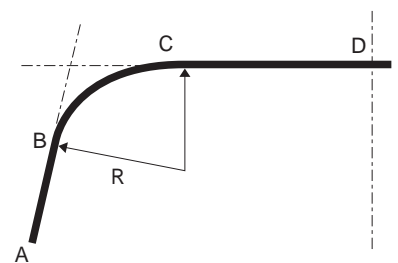


図3 設計計算モデル

ザでは曲げ部の扁平断面をモデル化し、扁平断面がばね定数や応力に与える影響も解析される。

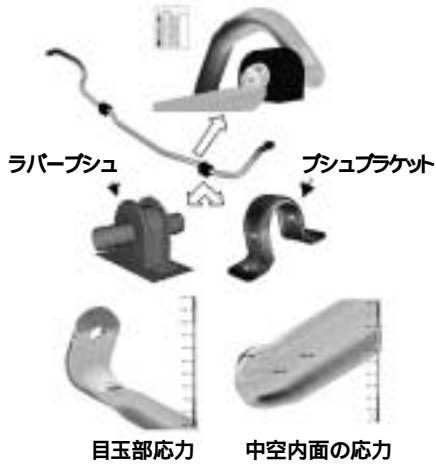


図4 FEMによる解析例

5. スタビライザの製造方法

スタビライザの製造方法は他の懸架ばねと同じように熱間成形と冷間成形に大別される。ただし、冷間成形では成形機的能力により、成形可能な材料サイズが制限される場合もある。ここでは一般的な方法として、中実の場合は熱間成形、中空の場合は冷間成形の一例を示す。

図5に示すように、中実スタビライザは、先ず棒材の先端を熱間鍛造によって目玉成形する。次に棒材は全体加熱された後、オーステナイト域で曲げ型によって瞬時に曲げ成形され、ただちに焼入焼戻しを実施する。さらにショットピーニング、塗装を実施した後、完成品となる。一方、中空スタビライザでは先ず、パイプ材をNCベンダーにより、冷間曲げ成形する。オーステナイト域に加熱した後、ただちに焼入れを実施する。この後、熱間鍛造あるいは冷間鍛造によって目玉を成形し、ただちに焼戻しを実施する。この後は中実スタビライザと同様にショットピーニング、塗装を実施する。ところで、スタビライザではセッチング工程がない。片振り状態で使用されるコイルばねや板ばねではセッチングを実施するが、両振り状態で使用されるスタビライザではセッチングを実施しない。



図5 スタビライザの製造工程の一例

6. 軽量化への挑戦

近年、環境問題がクローズアップされ、CO₂排出規制が強化される中、自動車部品の軽量化ニーズは高まるばかりである。一方、乗り心地が重視される近年の傾向から、コイルばねの低ばね定数化も進んでおり、これによって生じるロール剛性の低下を補うため、スタビライザの剛性を高める動きもある。そこで、軽量化とロール剛性アップの相反するニーズに応えるため、中空スタビライザの厚肉化が図られている。一般的に鋼管の肉厚 t と外径 D の比率 t/D が18%を超えるものを厚肉管と呼んでいるが、現在では t/D が30%に達する鋼管もある。この手の鋼管には電縫管が使用されており、素材を曲げて突き合わせ面を溶接する方法で製造されている。このため内径から外径まですき間なく、突き合わせ面が合うようにしないと溶接がうまくいかず、厚肉になればなおさら困難になる。ひと昔前までは t/D が10~17%といったサイズが主流であったが、スタビライザの剛性アップと軽量化のニーズもあってか、鋼管成形技術の開発が進んだ。図6に厚肉管の成形方法の一例を示す。この鋼管は、鋼帯(コイル)を連続的に巻き戻しながら上下および左右の成形ロールで円筒形に成形し、電気抵抗溶接法で溶接され、溶接ビード部がカットされる。この後、連続加熱炉で加熱し、絞り圧延機によって絞り仕上げされる。

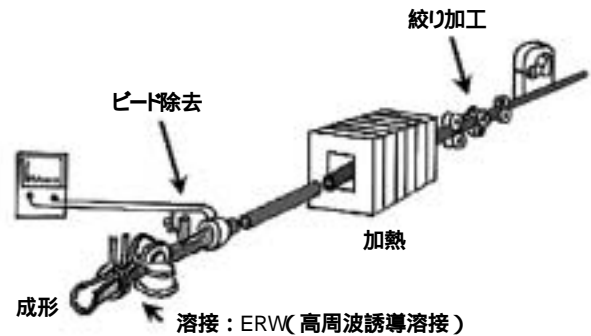


図6 厚肉鋼管製造の一例

7. おわりに

耐久性向上のニーズも高まる中、今後はスタビライザにおいても、コイルばねと同様な高強度材による軽量化が進むことが予想される。中空スタビライザにおいては、今後さらに厚肉化が進めば、成形性や焼入性の改善など解決しなければならない課題が増えることが予想される。今後、中実スタビライザも含めて、さらなる開発技術の向上が期待される。