

# ラック & ピニオン式パワーステアリングのバルブ特性の動向

小竹好美

## Trend of Valve Characteristics for Rack and Pinion Type Power Steering

Y. KOTAKE

Steering feeling have been improved in various types of steering systems. Herewith, technical trends of steering feeling and valve characteristics for power steering systems are presented.

*Key Words: power steering system, valve mechanism, valve characteristics*

### 1. はじめに

1970年代中期から生産が開始されたボールねじ式パワーステアリングの搭載車は、1980年代には走行安定性の向上が求められるようになり多くの車両が後輪駆動方式から前輪駆動方式へと大きく車両構造が変更されるに至った。駆動方式の変更に併せて操舵装置もラック & ピニオン式に変更され、車両の走行性能は大きく改善をされてきた。

目標とされる車両特性は、明らかに欧州車の性能の水準を目標とした開発が展開されてきている。ドイツアウトバーン条件下での高速走行を可能にする欧州車は、ステアリングシステムにおいても高性能を要求され続けてきた。

我が国の自動車市場の要求も同様に高性能タイプのステアリングシステムが求められてきた。ステアリング装置に関しては、設計面の改良のみならず製造面からも市場要求に応えるため種々改良が加えられてきている。

ここでは最近のラック & ピニオン式ステアリング装置に関するバルブ特性の動向を紹介する。

### 2. 操舵フィーリングを改善するための技術と変遷

#### 2.1 ステアリングバルブ特性と操舵フィーリング

##### 2.1.1 電子制御方式油圧反力タイプパワーステアリング装置とバルブ特性

パワーステアリング装置の中で最も重要な性能は、操舵フィーリングを支配するバルブ特性である。この特性は車両を運転するドライバに直接感じられることから、バルブ特性は車両の操舵フィー

リングとして判断される。このため、最適な操舵フィーリングを得るためさまざまな新技術が考案され、量産化されてきている。その中でも積極的に操舵フィーリングを制御する電子制御方式のパワーステアリング装置が開発され当社も量産中である。

この装置は高速走行時のステアリング装置の応答性を向上させるための改良がなされ、マニュアルステアリングに近い剛性感を得るためバルブ機構に油圧反力制御機構が採用されたものである。この装置は高い剛性感を持ったハンドルフィーリングが得られることからスポーツカーを中心に国内外で多く採用された。

その構造を図1に、得られるバルブ特性を図2に示す。

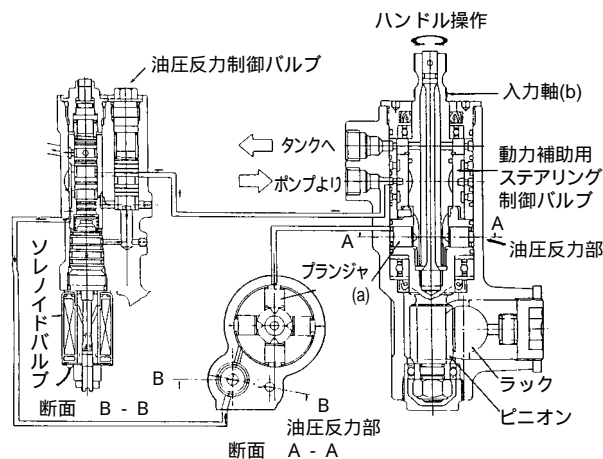


図1 油圧反力タイプパワーステアリング構造図  
Structure of pressure reaction chamber type power steering

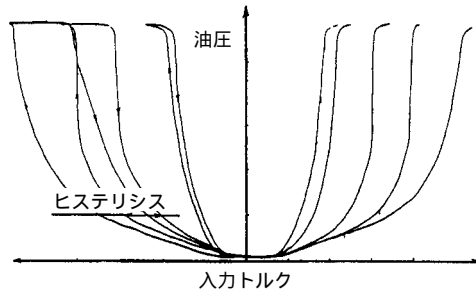


図2 油圧反力タイプのバルブ特性

Characteristics of pressure reaction chamber type valve

2.1.2 電子制御方式ステップオリフィスタイプパワーステアリング装置

さらには、操舵フィーリングの滑らかさと摩擦感の改善を目的としてステップオリフィス方式の電子制御方式ステアリング装置が開発され量産化されてきた。

その装置のバルブ特性を図3に示す。

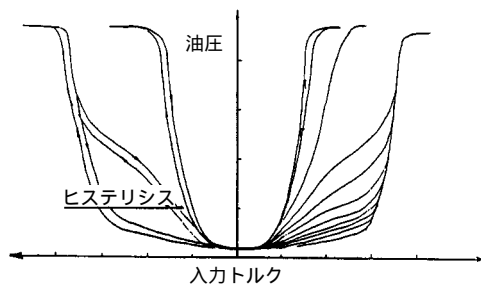


図3 ステップオリフィスタイプのバルブ特性

Characteristics of step orifice type valve

2.1.3 特性改良型パワーステアリング装置とバルブ特性

近年装置自体の構造の簡素化と、より自然な操舵フィーリングを得る方向で構造が見直されてきており、日欧米で多く採用されてきている。しかし今日求められるバルブ特性は個々の車両特性にマッチし、かつ精度の高い特性が要求されてきている。各国のステアリング装置は同様の基本的な機構を採用しながらも要求に合ったバルブ特性を示している。この方式はバルブ機構により精度の高い加工技術が採用されてきているためであり下に当社での開発結果を紹介する。

3. 二段チャンファを持ったバルブ機構

3.1 操舵フィーリングとバルブ特性

車両にマッチした操舵フィーリングを得るために必要な要求項目とバルブ特性の関連性を整理し表1に示す。

表1 操舵フィーリングとバルブ特性

Steering feeling and valve characteristics

車両要求項目	バルブ特性への展開
ステアリング中立位置の明確化 (直進および操舵時にハンドル中立位置を明確に認識できること)	微操舵域からのバルブ特性カーブの昇圧 (不感帯領域からの急アシストによる中立域の不明確さを改善)
切り込み操舵のスムーズさ (急激な操舵力の変化がなくリニア感が得られること)	バルブ特性カーブの滑らかな立ち上がり (常用使用域で急激な変化がなく滑らかに昇圧させる)

バルブ特性を改善することにより車両の操舵フィーリングが大きく改善されることが確認され、その改善を達成する技術的手段はバルブ特性をコントロールするバルブ部位のコントロールエッジをより精密に加工をすることによって達成が可能となることが判った。

その一つの技術としては、従来一回の研磨工程で得られた一段チャンファを二回の研磨工程で得られる二段チャンファとして改善を行った。

3.2 二段チャンファバルブから得られるバルブ特性

図4に改良されたバルブ特性、図5に従来品のバルブ特性(例)を示す。

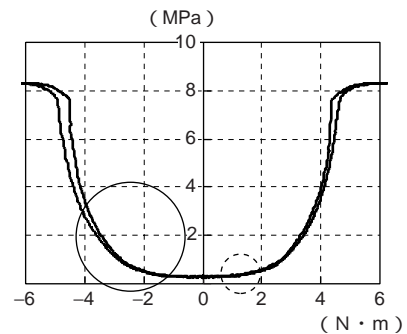


図4 バルブ特性改良品例(二段チャンファ研磨)

Improved valve characteristics  
(Ground double chamfer)

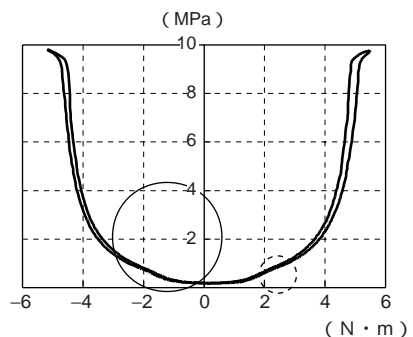


図5 バルブ特性現行品例(一段チャンファ研磨)

Conventional valve characteristics  
(Ground single chamfer)

改良されたバルブ特性と従来品のバルブ特性は各々の油圧の低圧部位(丸で囲った領域)の特性線図に違いが認められるがこの特性の違いが車両の走行時の操舵フィーリングに差を与えることになる。

改善の効果は以下が確認された。

- ：バルブ特性の常用域での滑らかさを改善
- ◎：中立からの急激なアシストの立上りを改善

### 3.3 特性改善のメカニズム

コントロールエッジの二段チャンファ研磨により、低圧～中圧・中圧～高圧にかけて、一段チャンファ研磨に比べてより滑らかなバルブ特性を実現できる。

また、不感帯からバルブの閉め始め時に1段目チャンファ研磨角を調整することで、不感帯からの急激な昇圧を改善できる。

参考に図6に入力角-バルブ開口面積線図を示す。

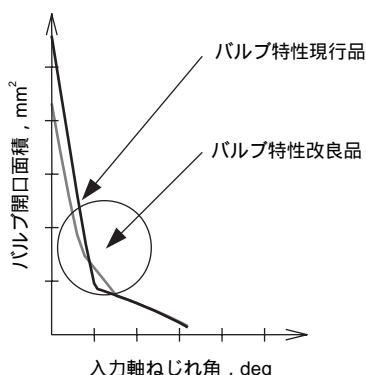


図6 バルブ開口面積

Opening section of valve control

## 4. 今後のバルブ特性向上への取組み

車両の特性にマッチしたバルブ特性は走行時の違和感を解消するとともに運転する楽しみを与えてくれるものである。バルブ特性もさらに新しい時代の要求に応じた改善と開発がなされていくものと思われる。現時点で困難とされる操舵フィーリングの個々の固体差はさらに改善され各々の車両にあった最適な操舵フィーリングが実現されていくものと思われる。

一方最近の自動車製造を取り巻く環境の変化は無公害車、省エネルギー車の量産化を加速している。省エネルギー化を目指した種々形式の電気式パワーステアリングシステムが量産され始めたが、その一つとして電動ポンプを用いた油圧パワーステアリングシステムも量産化が開始されている。このシステムは省エネルギーと操舵フィーリ

ングの双方とも優れており今後の技術と考えられる。このシステムにおいても精密なバルブの制御が必要とされる。

## 5. おわりに

車両の操舵フィーリングを向上させるための種々の技術を紹介したが、操舵フィーリング、走行安定性向上への市場ニーズは拡大している。このニーズは車両本来の性能である操舵の信頼性とスポーツ性を目指す基本的な項目であり、今後とも研究、開発を推進していきたい。

## 参考文献

- 1) 大道俊彦, 平櫛周三, 西田公洋, 佐野 修: KOYO Engineering Journal, no. 126 (1984) 37.

## 筆 者



小竹好美\*  
Y. KOTAKE

\* ステアリング事業本部 ステアリング技術センター  
ステアリング第1技術部