

# ステアリング機構・パワー・ステアリング

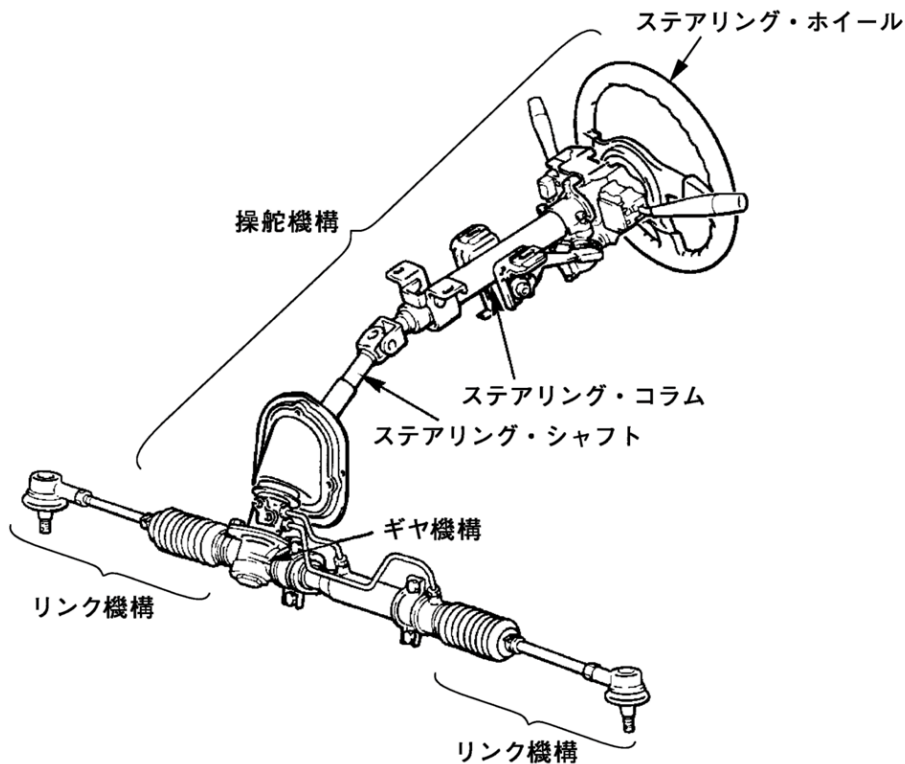


図4-1 乗用車のステアリング装置

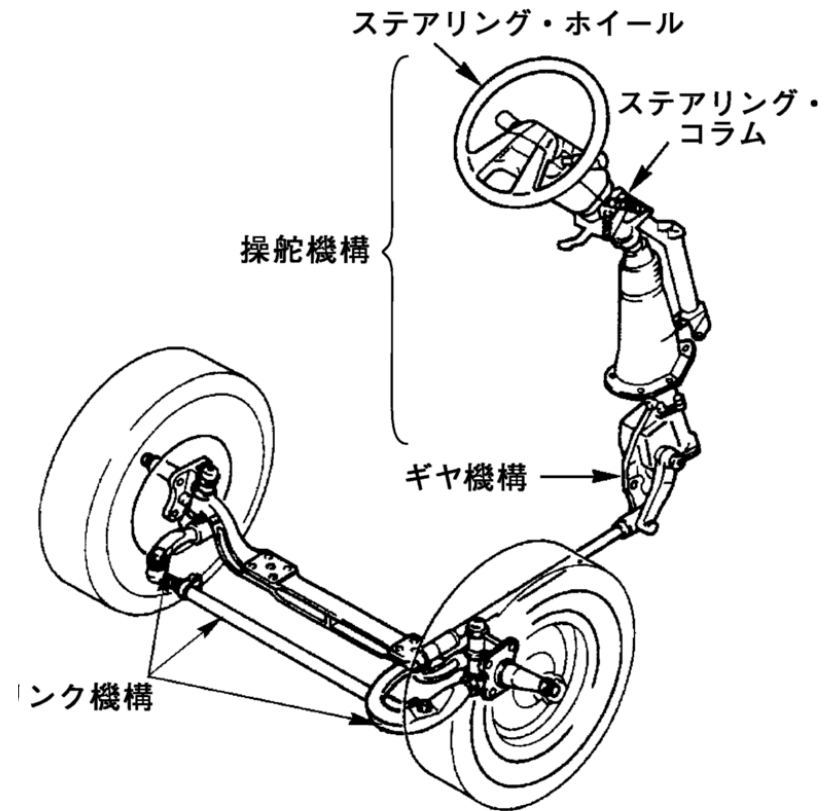


図4-2 キャブオーバー型トラックのステアリング装置

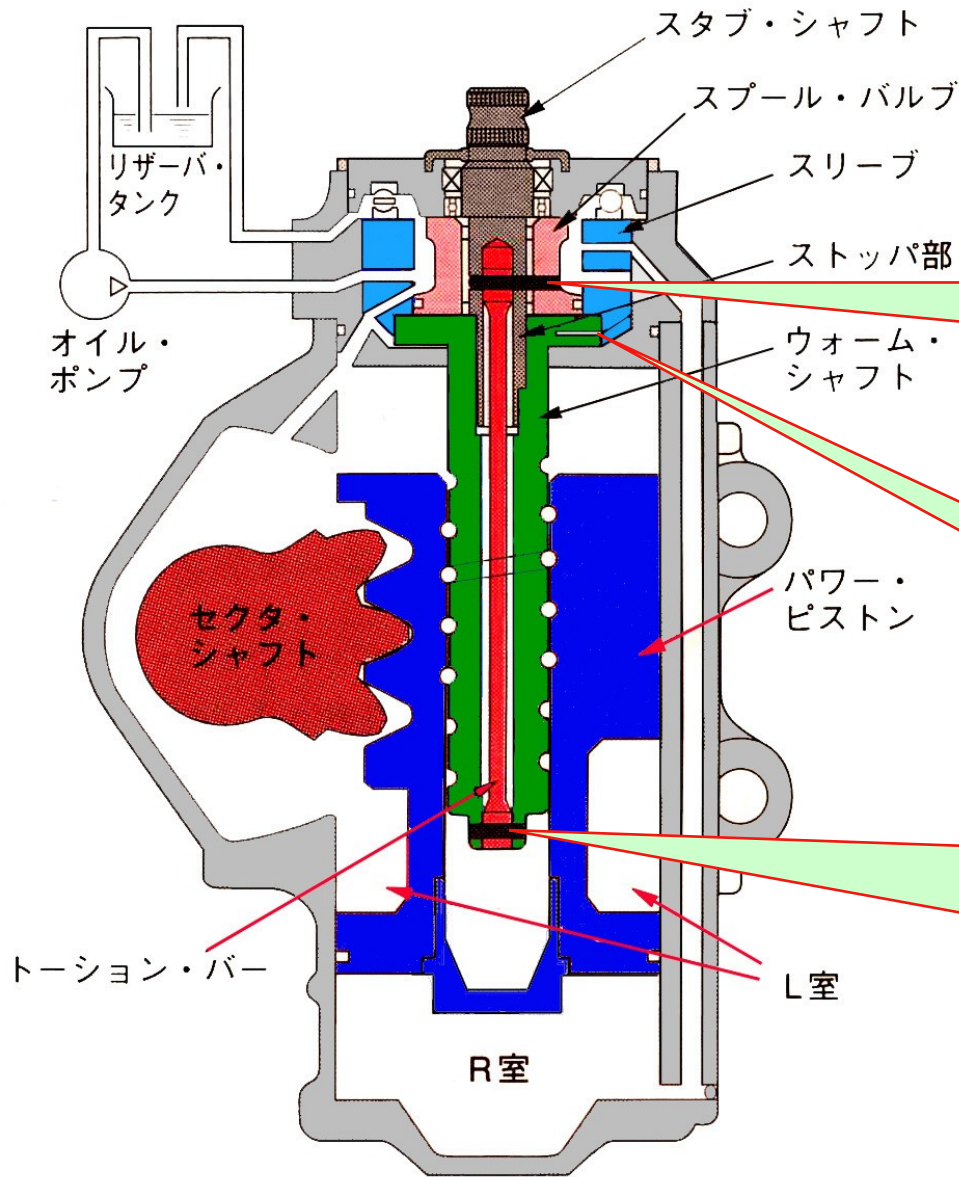
◆補助動力(パワー・アシスト)には、「油圧式」と「電動式」があります。

表 4-1 パワー・ステアリングの種類

倍力方式	パワー・シリンダ(油圧式)及びモータ(電動式)の取り付け位置による種類	ギヤ機構の種類	コントロール・バルブの種類	動力源
油圧式	ラック・ピニオン型 (コントロール・バルブをステアリング・ギヤ装置の内部に、パワー・シリンダをラック・チューブに設けたもの)	ラック・ピニオン型	ロータリ・バルブ式 スプール・バルブ式	オイル・ポンプ (エンジンで駆動される)
	インテグラル型 (コントロール・バルブとパワー・シリンダをステアリング・ギヤ装置の内部に収めたもの)	ボール・ナット型		
	リンケージ型 (パワー・シリンダをステアリング・リンケージの途中に設け、コントロール・バルブをステアリング・ギヤ装置の内部に収めたもの)			
電動式	コラム・アシスト式 (モータをステアリング・コラムに設けたもの)	ラック・ピニオン型	—	電動モータ
	ラック・アシスト式 (モータをステアリング・ギヤ装置のラック部に設けたもの)			



# インテグラル型 パワー・ステアリング



スプール・バルブと  
トーション・バーが  
スタブ・シャフトに  
ピンで固定されている

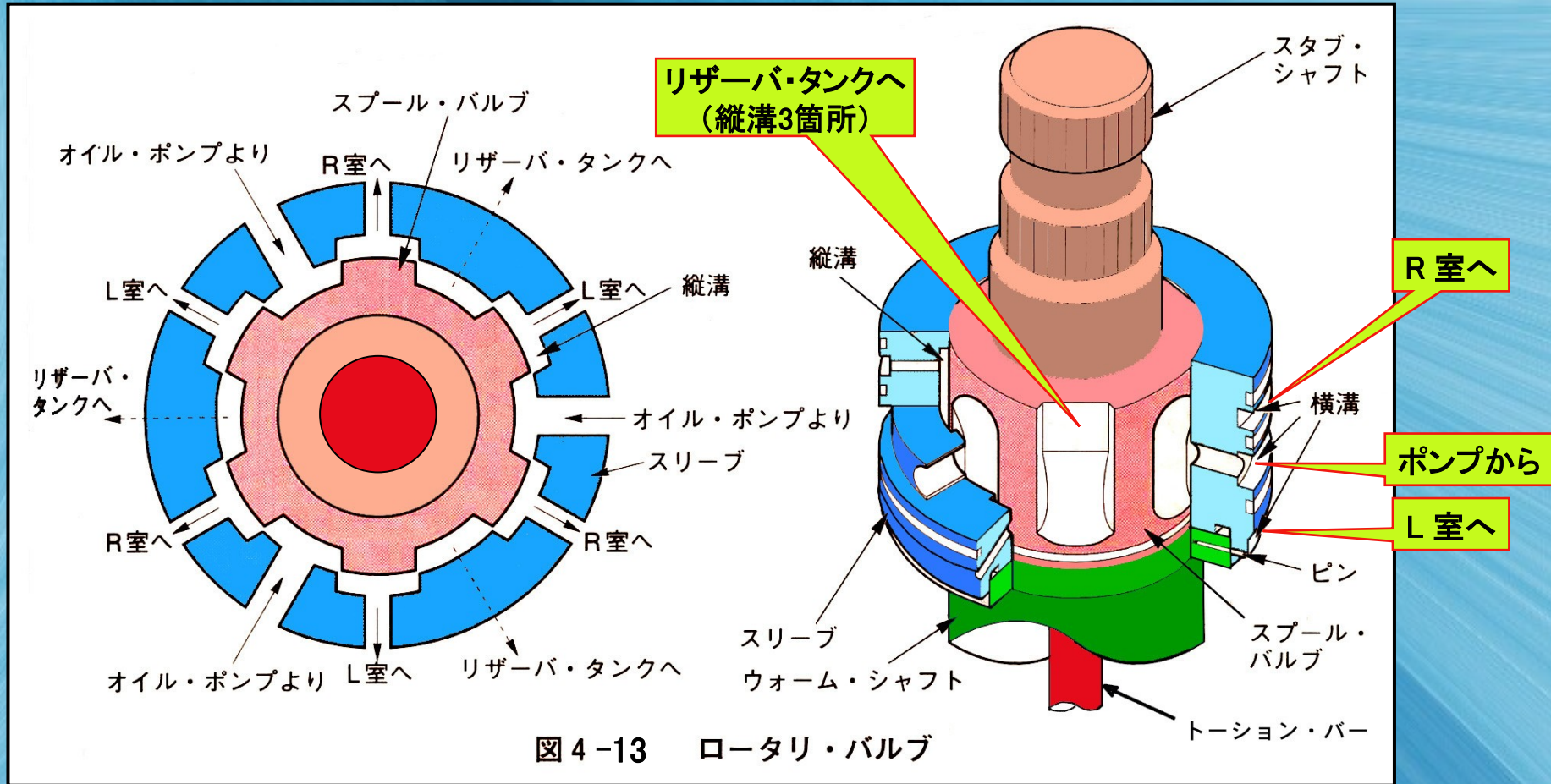
スリーブとウォーム・  
シャフトがピンで固定  
されている。

トーション・バーがウォーム・  
シャフトにピンで固定されて  
いるので、スタブ・シャフトが  
回転すると、トーション・バーが  
ねじれて、スプール・バルブと  
スリーブの位置関係にずれが  
生じる。

## 構造

図 4 - 12 ステアリング・ギヤ・ボックス

# 構造





# パワー・ステアリング

## (1) 油圧式パワー・ステアリング

### (イ) インテグラル型パワー・ステアリング

(ボール・ナット型を油圧でアシストする方式)

図12(ステアリング・ギヤ・ボックス)

図13(ロータリ・バルブ)

#### (a) 直進時

図14(ロータリ・バルブの作動・中立時)

図15(直進時)

- ◆油圧は、3箇所縦溝を通過してリザーバ・タンクに戻り、スプール・バルブのすき間は等しい(中立位置)にあるため、R・L室の油圧は等しいのでパワー・ピストンは動かない。

バルブのすき間は等しい（中立位置）にあるため、R・L室の油圧は等しいので  
**パワー・ピストン**は動かない。

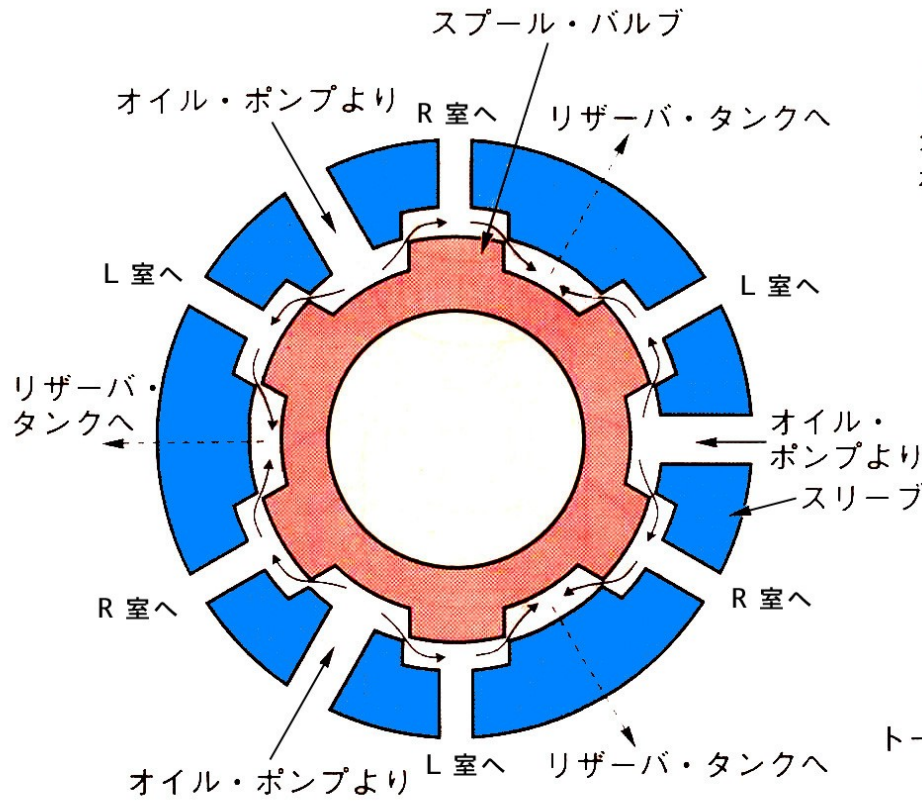


図 4 - 14 ロータリ・バルブの作動  
 (中立位置)

**直進時**

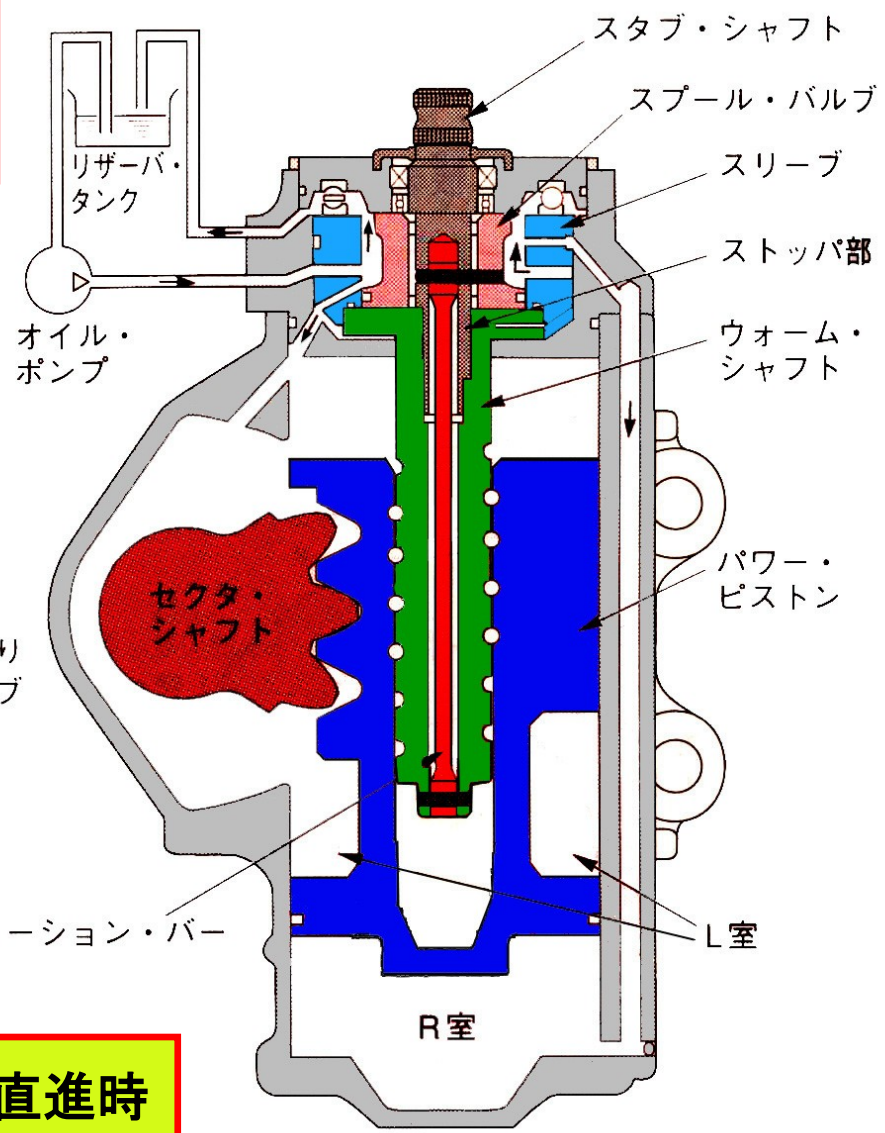


図 4 - 15 直進時



## 右操舵時

スリーブが追従回転して中立位置になるまでアシストされる。

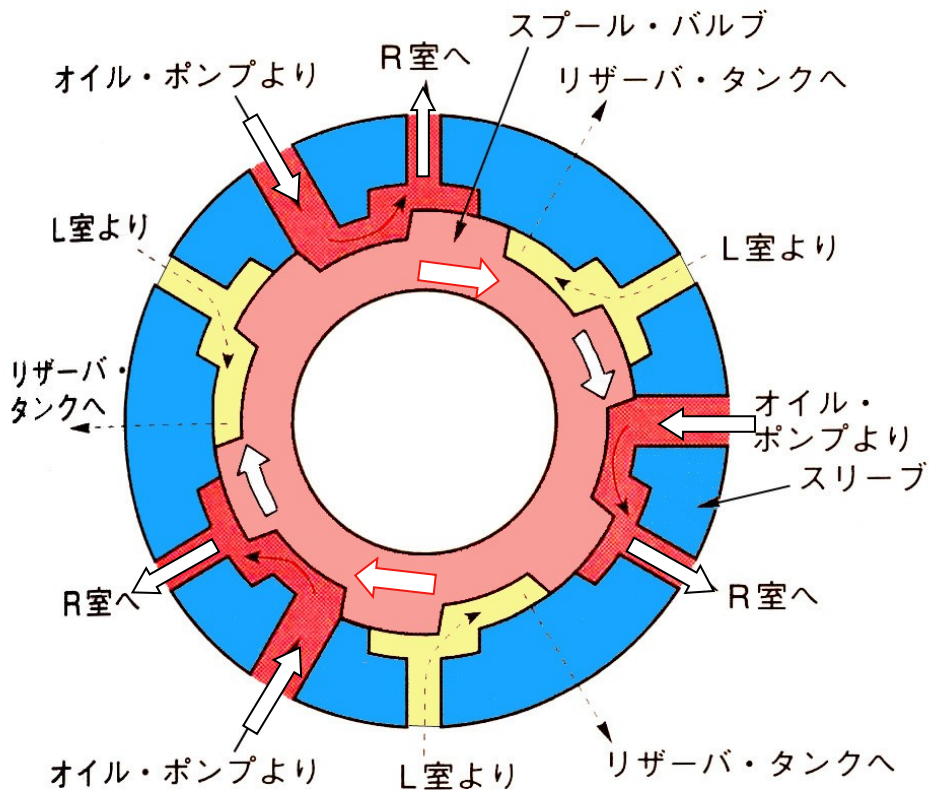


図4-16 ロータリ・バルブの作動(旋回位置)

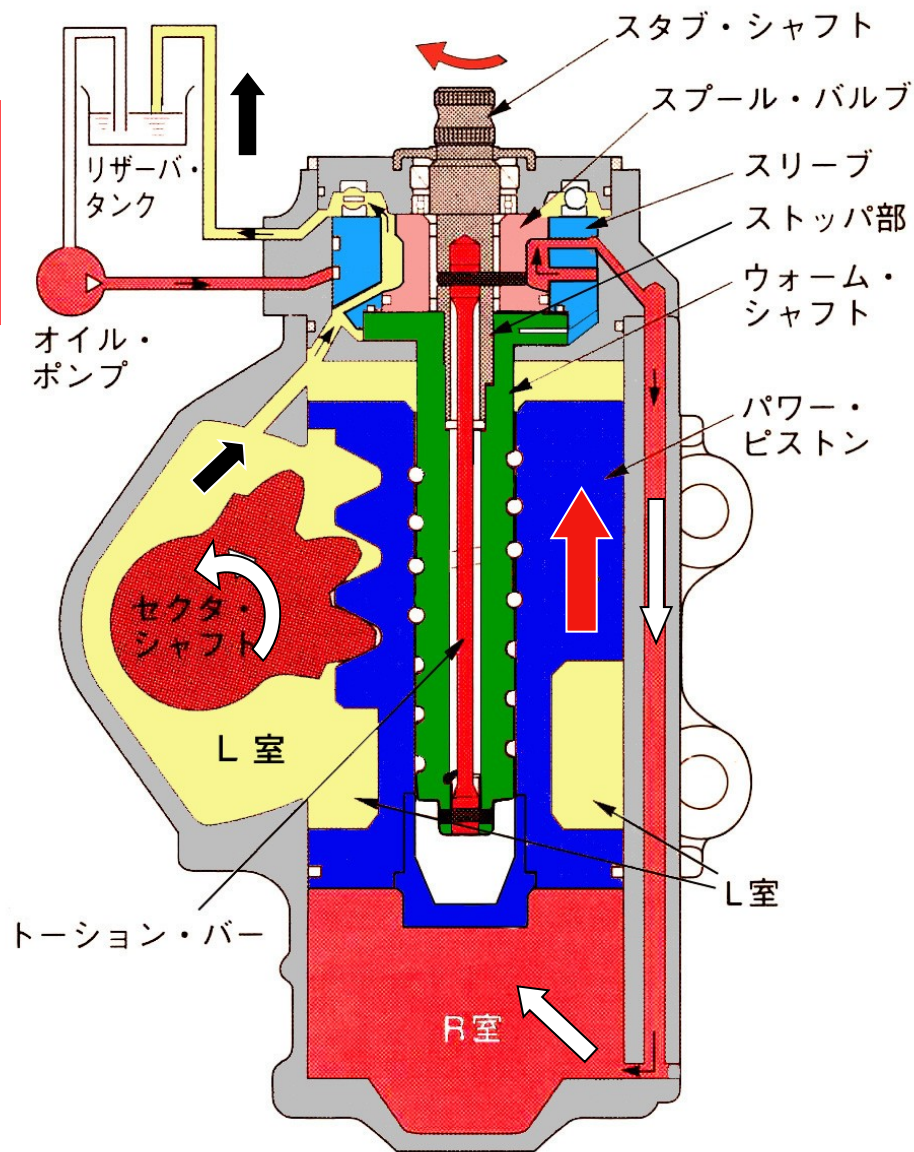


図4-17 右旋回時

## (b) 旋回時

図16(ロータリ・バルブの作動・旋回)

図17(右旋回時)

- ◆ トーション・バーがねじれると、スプール・バルブが回転し、スリーブ間で油路を形成することにより、片側(R)に油圧を掛け、他方(L)はリザーバへオイルを戻している。
- ◆ トーション・バーのねじれ角が小さくなり、スプール・バルブとスリーブ間のすき間を等しくするためのスリーブの追従作動が終わるまで行われる。



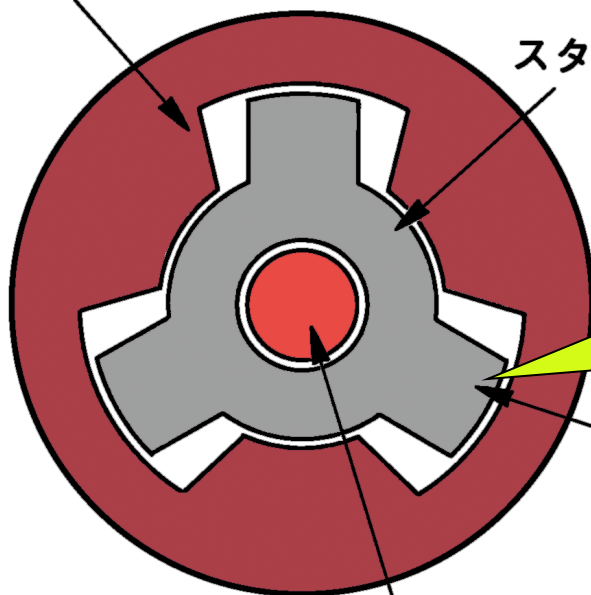
(c) **手動操舵**(故障により油圧無しの場合)

図18(ストッパ)

- ◆ トーション・バーがねじられスタブ・シャフトが直接ウォーム・シャフトを回転させる。(操作が非常に重くなり、遊びも多くなる)。

ウォーム・シャフト

スタブ・シャフト



油圧がなくなると  
トーション・バーがねじられ  
スタブ・シャフトのストッパが  
直接ウォーム・シャフトを  
回転させる。

ストッパ

トーション・バー

図4-18 ストッパ

次はかじ取り感覚

## (d) かじ取り感覚

◆パワー・ステアリングは軽く操舵できるので、ハンドルに適度な大きさの反力(手応え)が必要になる。



## ラック・ピニオン型

### (ロ) ラック・ピニオン型電子制御式パワー・ステアリング

- ◆一般に、操舵力は、路面抵抗に比例して低速時及び据え切り時は軽く、高速走行時には逆に低速時に比べて重くしている。
- ◆制御方法には、機械式(エンジン回転速度感応型)と電子制御式(車速感応型)がある。

表2(制御方式による分類)

表 4 - 2 制御方式による分類

制御方式	制 御 内 容
圧力制御式	オイル・ポンプからのオイルの圧力を車速に応じて制御する。
流量制御式	圧力制御式に対してオイルの流量を車速に応じて制御する。
反力制御式	操舵力に反力を与えて流量(圧力)を車速に応じて制御する。

図19(電子制御式パワー・ステアリング・車速感応型反力制御式)

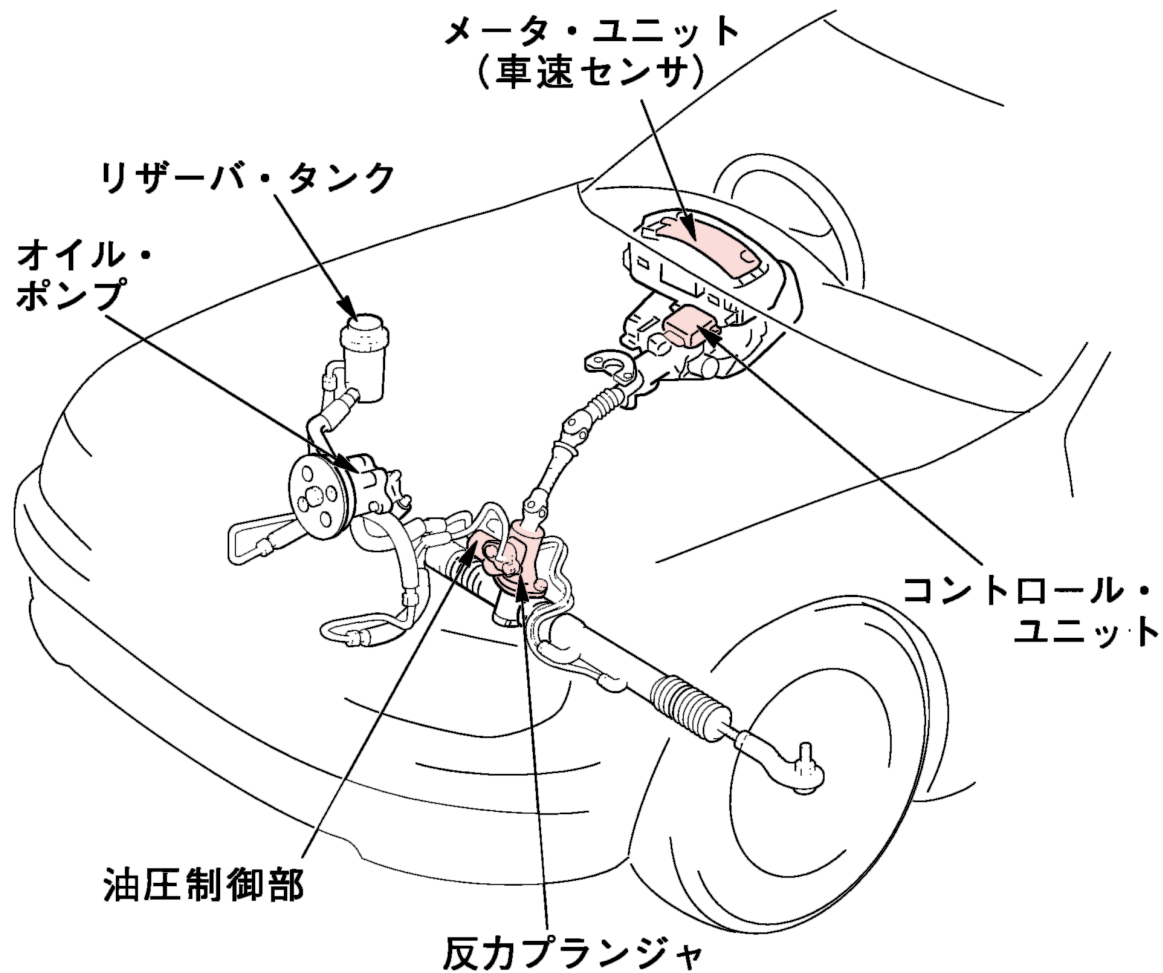


図 4 - 19 電子制御式パワー・ステアリング (車速感応型反力制御式)



## 図20（反力制御式の原理）

- ◆インプット・シャフトを外部から押し付ける力を、油圧によって与えることにより、操舵力を重くしているのが反力制御式である。

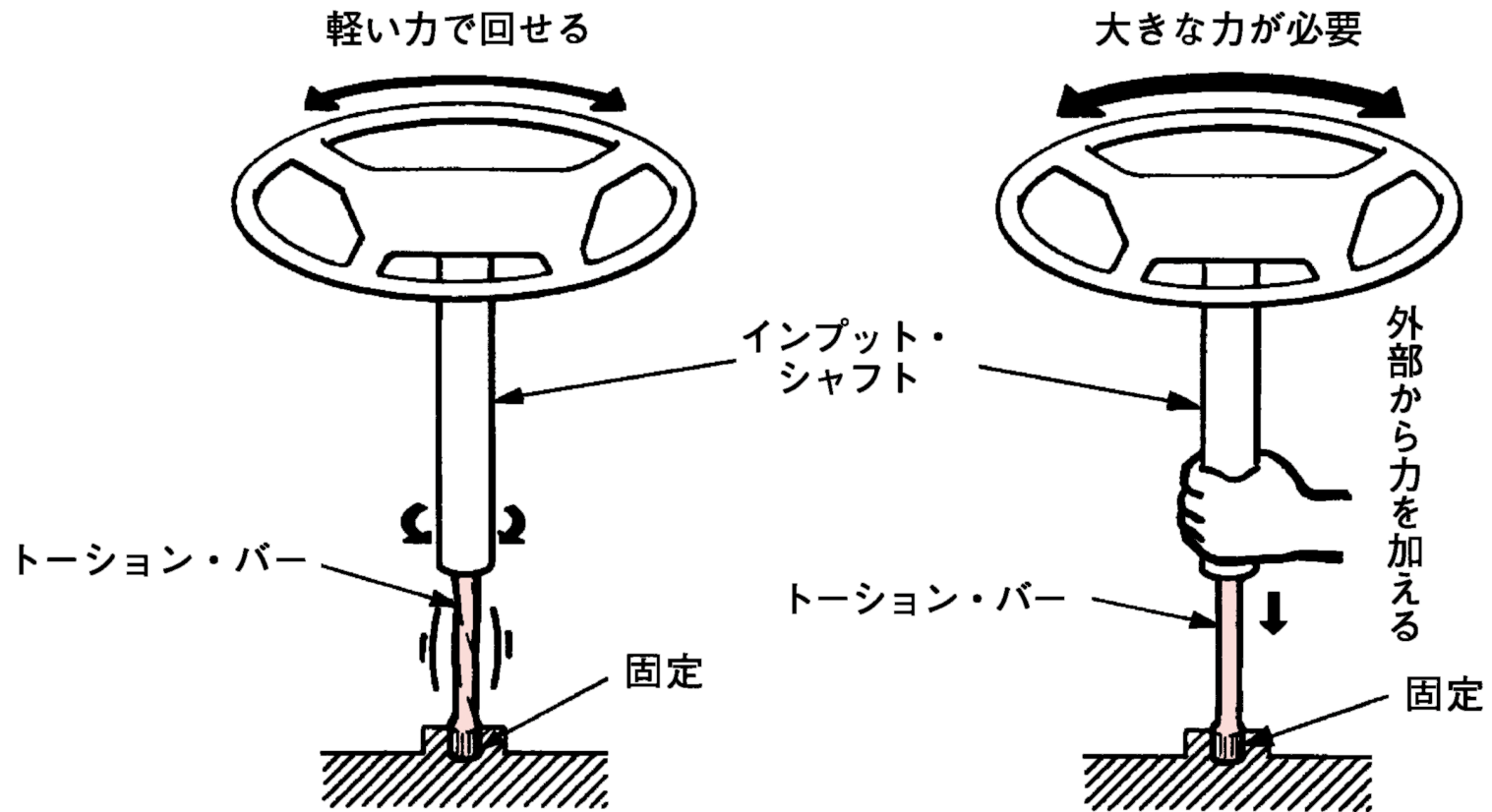


図 4 - 20 反力制御式の原理

# 反力制御式のシステム図

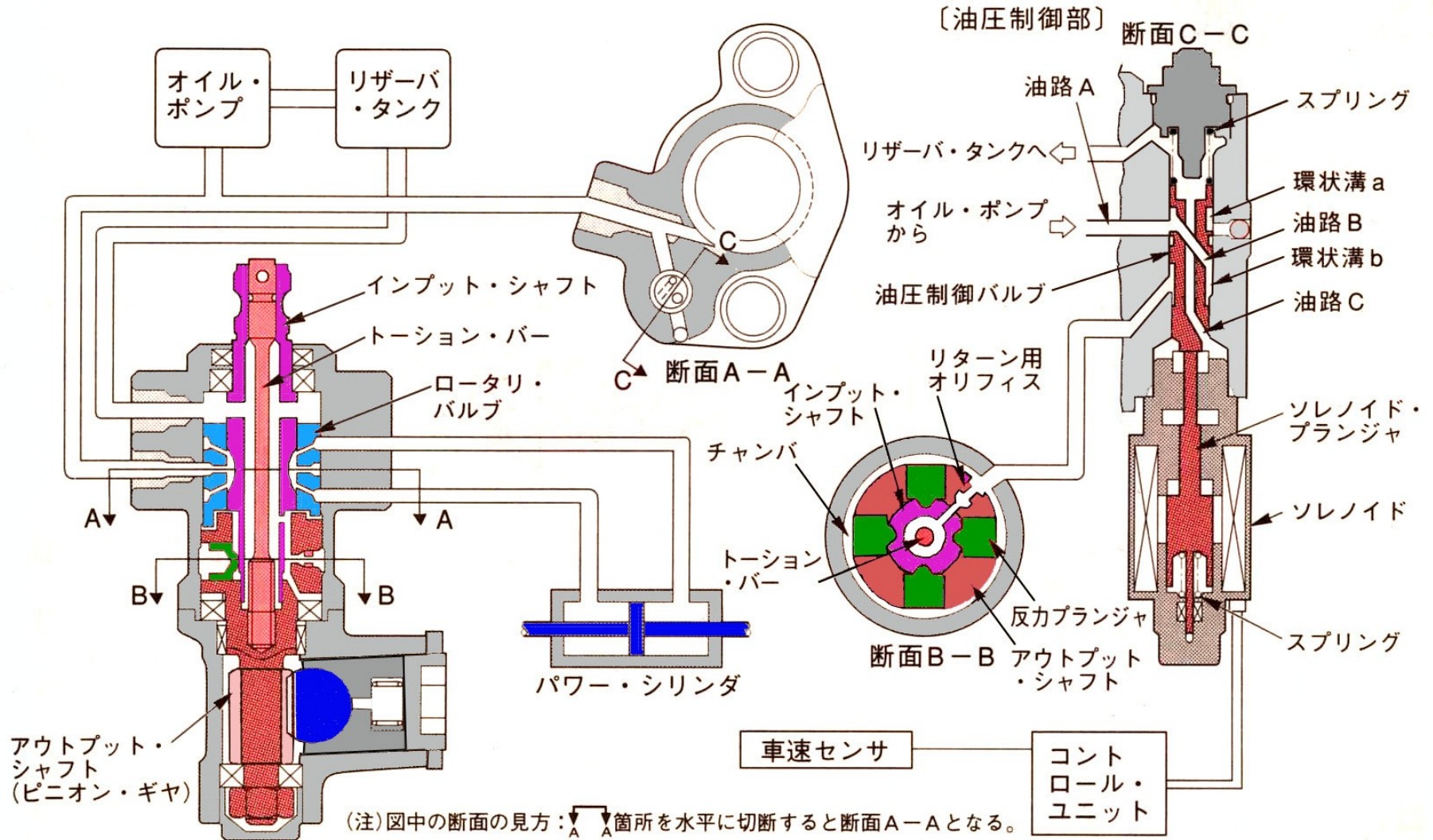


図 4 - 21 反力制御式のシステム



# 反力制御式

車速により、チャンバに作用する油圧が変化して、反カプランジャを押し付ける力が変化する。

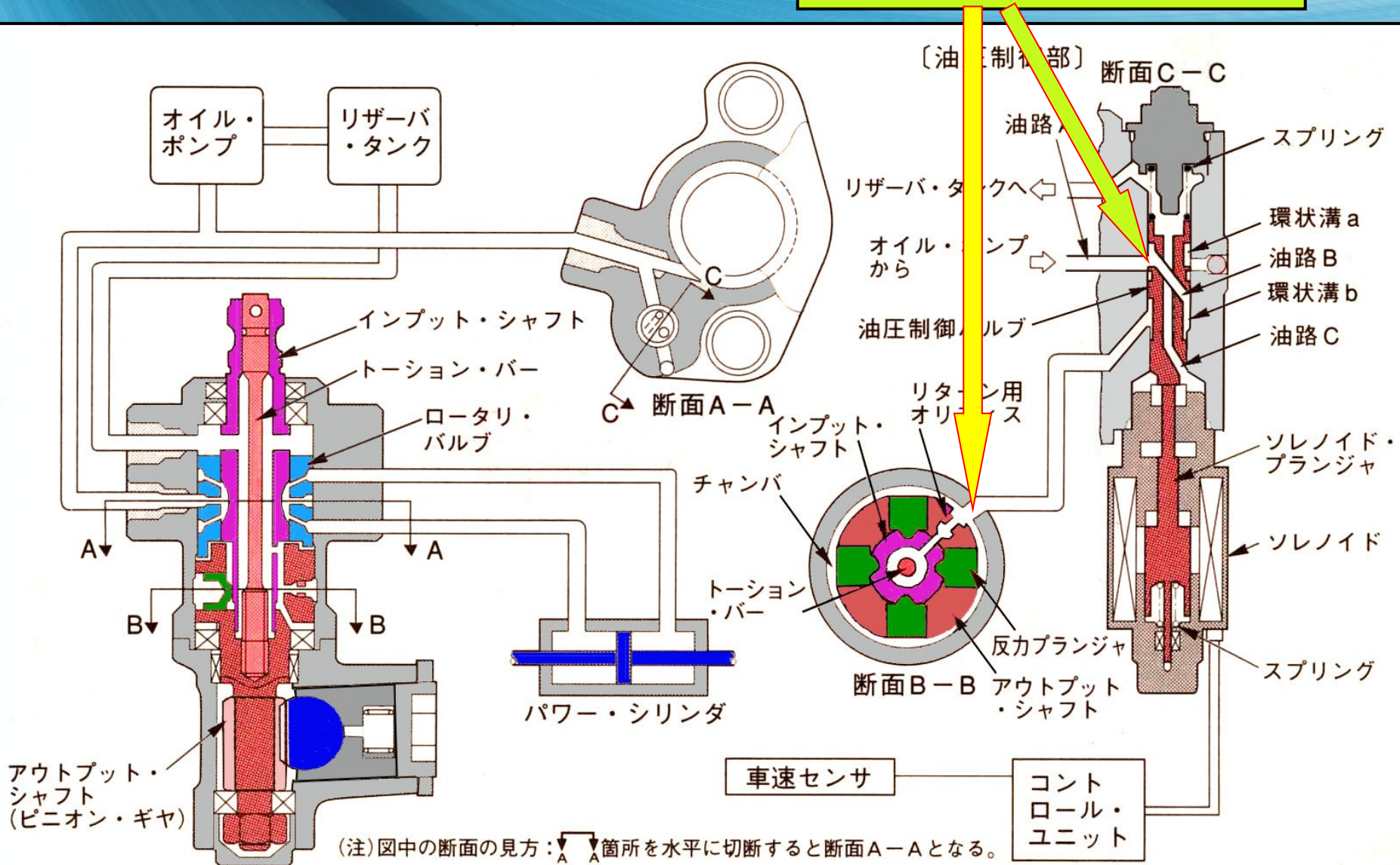


図 4-21 反力制御式のシステム

# 反力制御式(低速時)

ソレノイドの電流が増大し、プランジャが上昇して、環状溝 a が閉じるので、反力プランジャに作用する油圧は制限される。

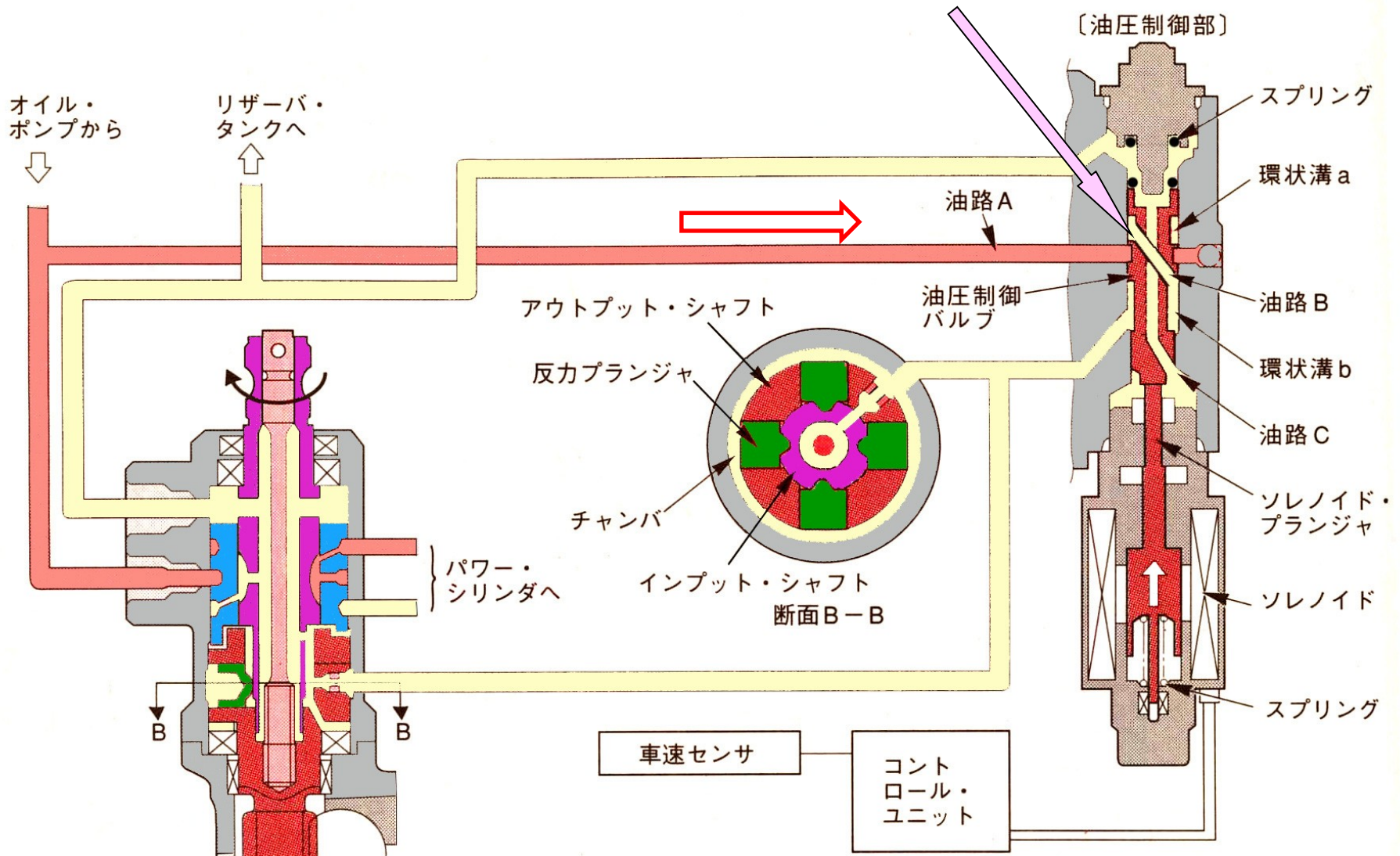


図 4 - 22 据え切り時及び低速走行操舵時



# 反力制御式(中高速時)

ソレノイドの電流が減少して、プランジャが下降して、環状溝 a が開きポンプの油圧が反カプランジャに作用する。

適度な重さの操舵力がえられる

オイル・ポンプから

リザーバ・タンクへ

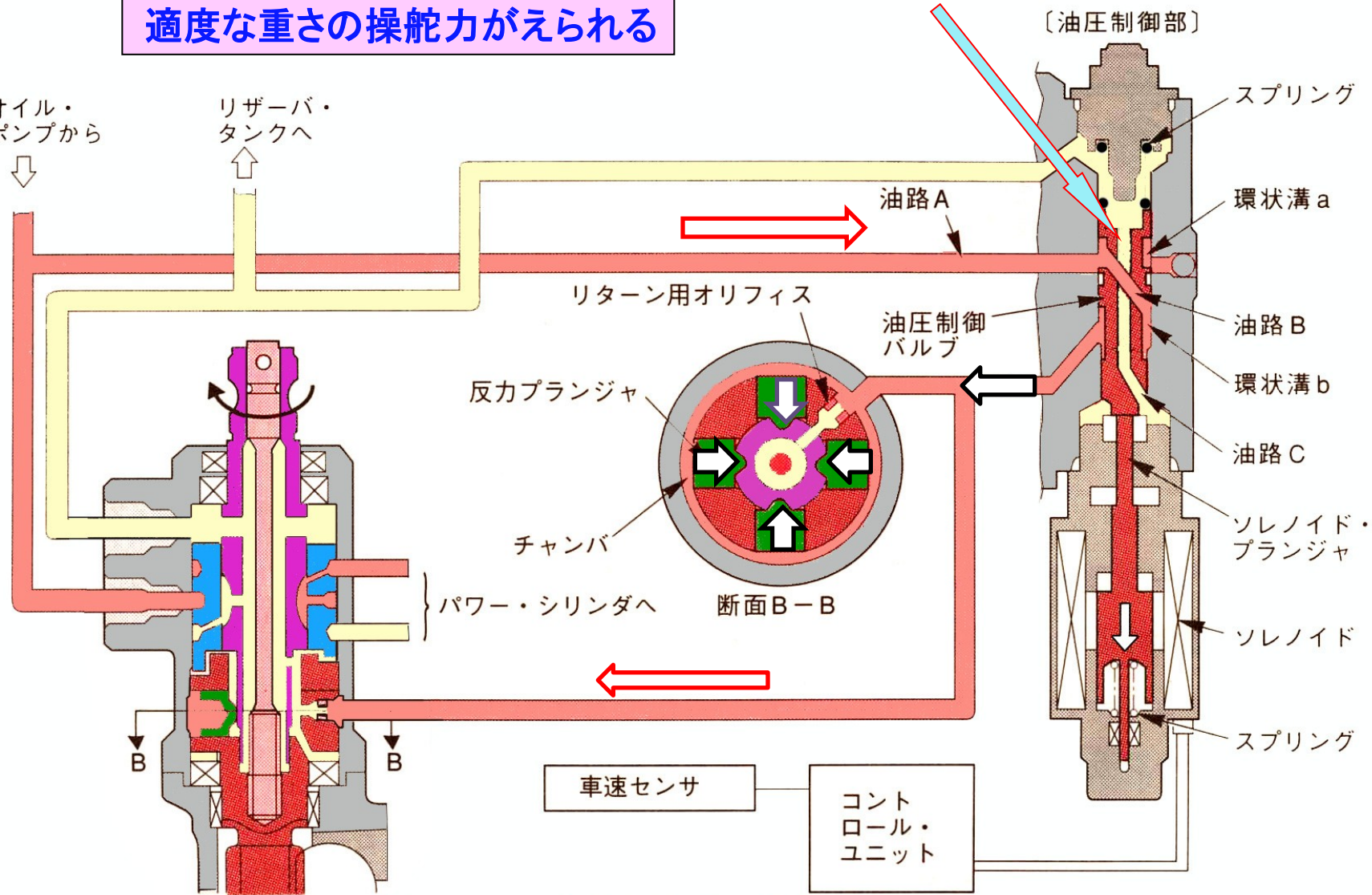


図 4 - 27 中高速走行・普通操舵時

図24(操舵力と出力油圧の特性)

- ◆オイル・ポンプの油圧が、そのまま反カプランジャ背面のチャンバに作用してインプット・シャフトを押し付けるので、適度で安定した操舵力になる。

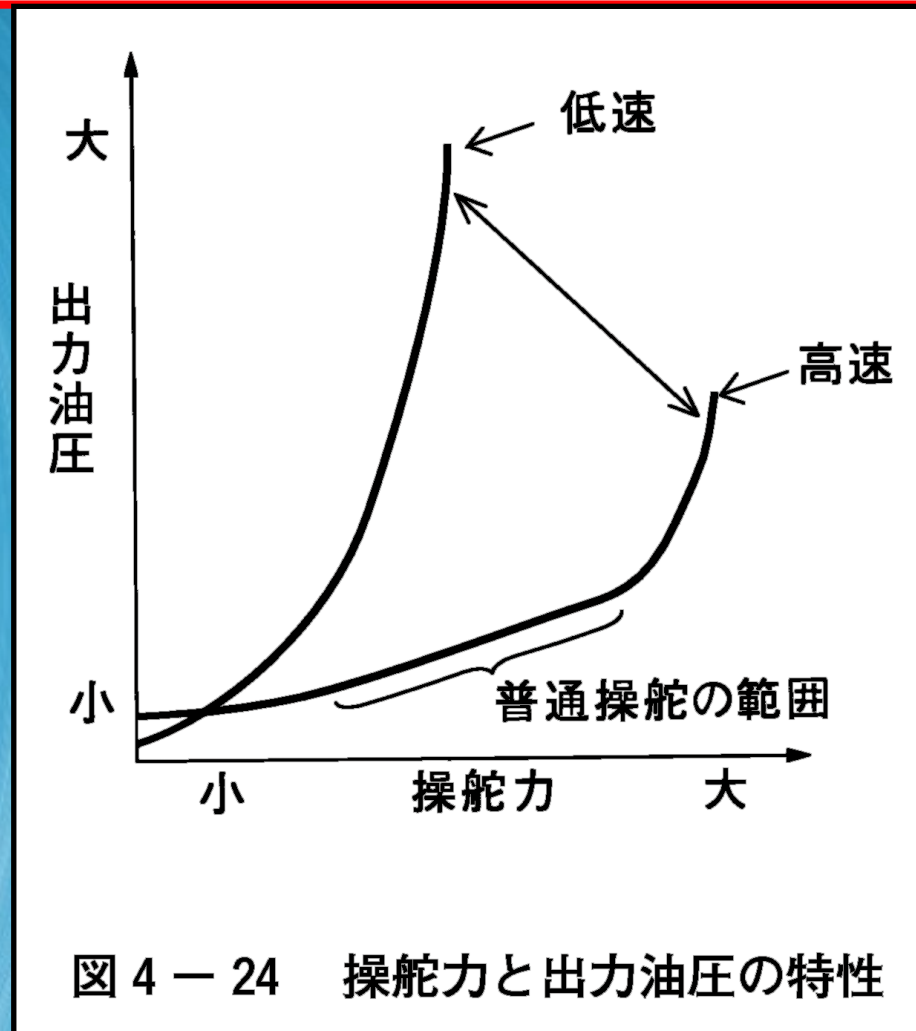


図 4 - 24 操舵力と出力油圧の特性

次はオイルポンプ



# (ハ)オイル・ポンプ

図25(ベーン型オイル・ポンプ)

◆フロー・コントロール・バルブ及びプレッシャ・リリーフ・バルブを備えている。

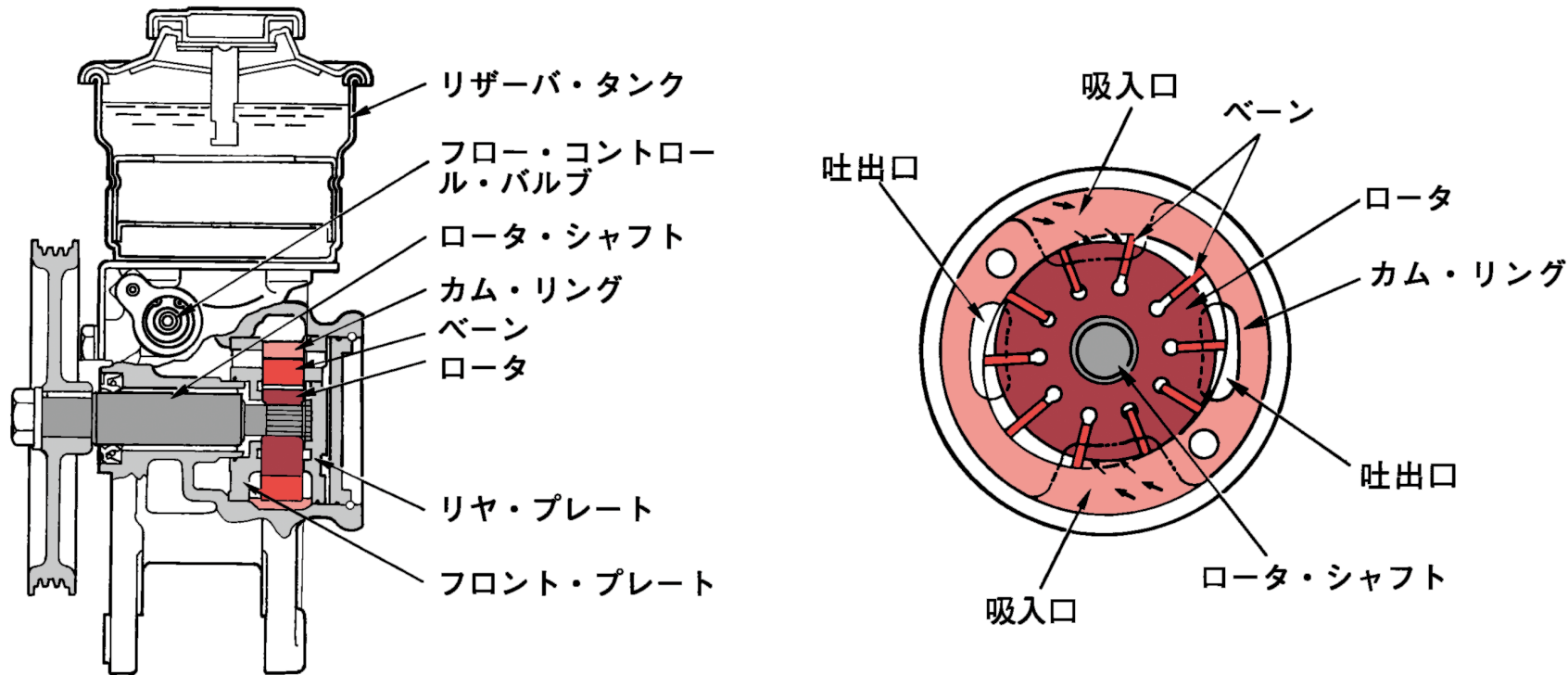


図 4 - 25 ベーン型オイル・ポンプ

## (a) ベーン型オイルポンプ

図26(ベーン型オイル・ポンプの作動)

- ◆吸入、吐出口が回転軸に対称位置に2箇所あるので、軸受けに掛かる荷重が、平均化されるので、バランス型オイル・ポンプと呼ばれている。

吸入・吐出の位置が対称なので軸受けに掛かる荷重が平均になる。

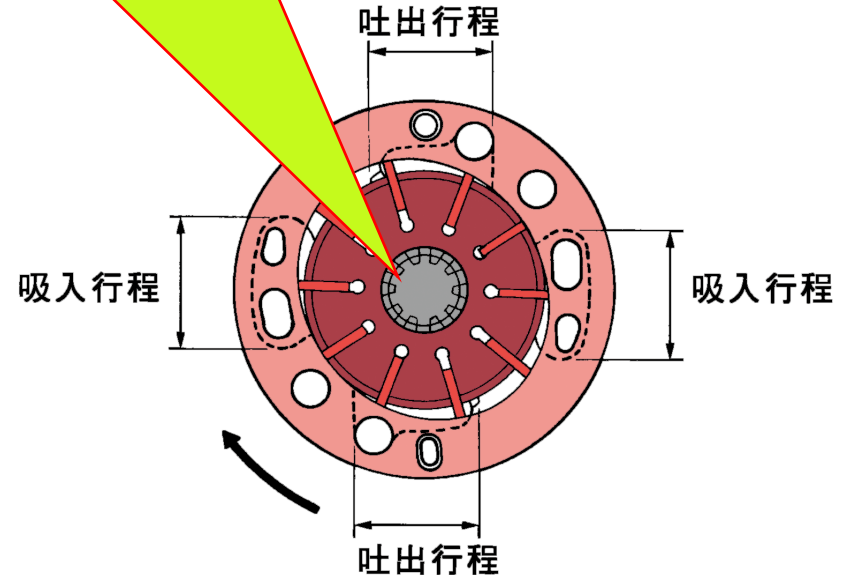
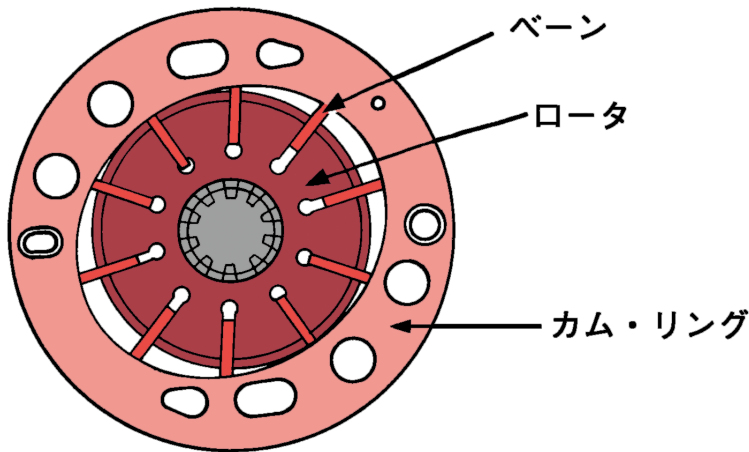


図 4 - 26 ベーン型オイル・ポンプの作動



## (b) フロー・コントロール・バルブ

図27(フロー・コントロール・バルブの流量特性)

◆規定以上のオイルをリザーバ・タンクに逃がす役目をする。

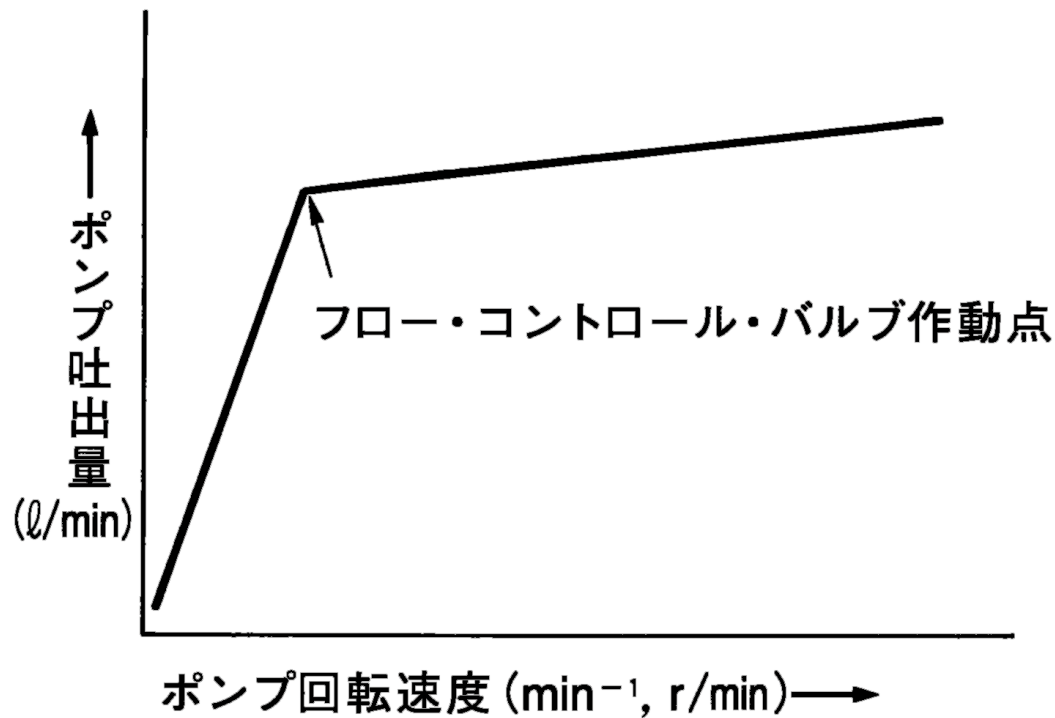


図 4 - 27 フロー・コントロール・バルブの流量特性の一例

① 非作動時

図28(非作動時)

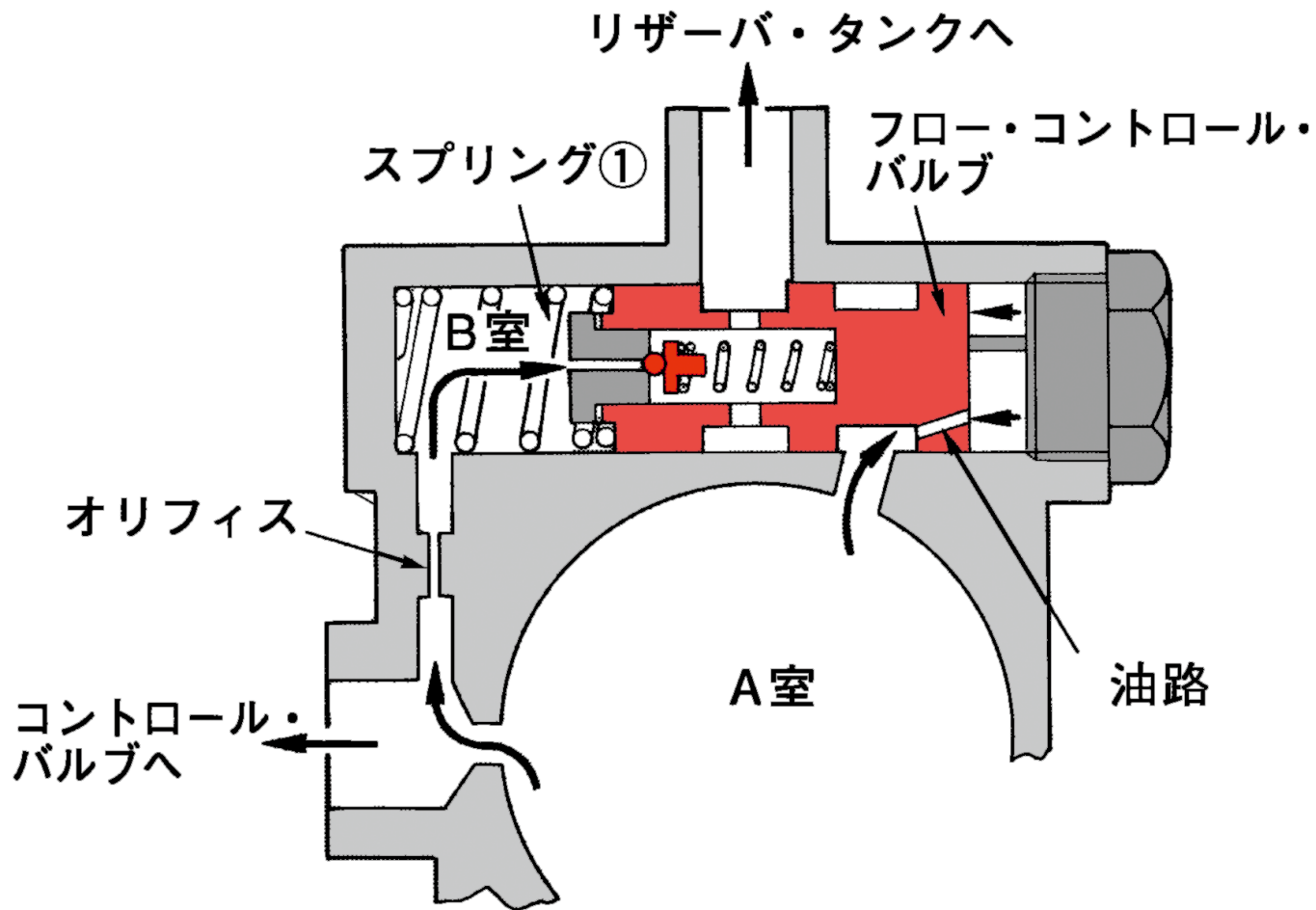


図 4 - 28 非作動時



## ② 図29(作動時)

- ◆A室の油圧が、B室の油圧とスプリング①のばね力の合計の圧力より大きくなると、A室の余剰オイルはリザーバへ戻される。
- ◆作動始めの回転速度は、一般に $1000\text{min}^{-1} \sim 1200\text{min}^{-1}$ である。

A室の油圧が、「B室圧とばね力①」の合計より大きくなると、フロー・コントロール・バルブが左へ移動してオイルをリザーバへ戻す。

送油量を制御する

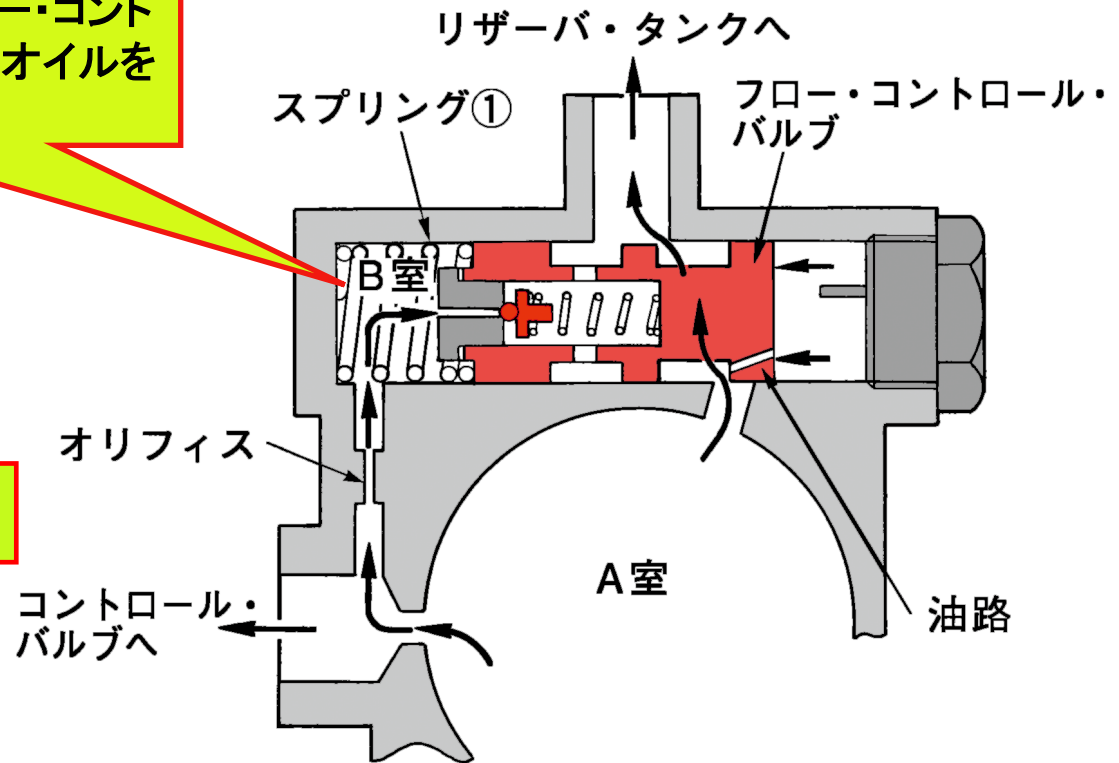


図 4 - 29 作動時

## (ハ)オイル・ポンプ (つづき)

### (c)プレッシャ・リリーフ・バルブ

◆ポンプの吐出圧力は、一般に、 $0.98\sim 2.9\text{MPa}$ ( $10\sim 30\text{Kgf/cm}^2$ )であるが、ナックル・ストッパに当たった状態でハンドルを更に回すと、圧力が無制限に上昇する。このようなときに、ステアリング機構に無理な力が作用しないように最高油圧を制限する。(最大操舵時)

① 非作動時 図30(非作動時)

スプリング②のばね力よりB室圧が低いときは、チェック・ボールが閉じている。

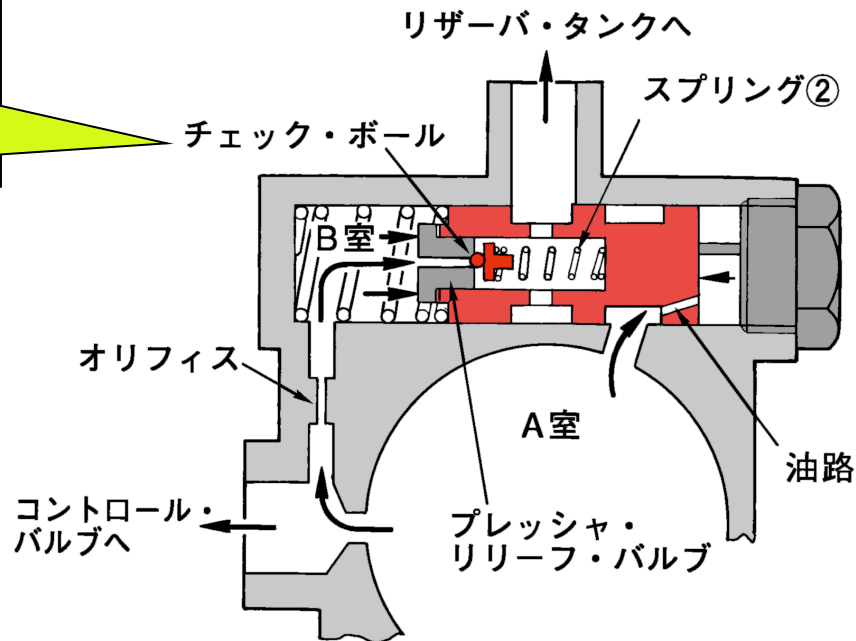


図4-30 非作動時



## (c) プレッシュャ・リリーフ・バルブ

### ② 作動時 図31(作動時-1)

◆B室の油圧がスプリング②のばね力より大きくなるとチェック・ボールを押し開き、B室のオイルはリザーバ・タンクに逃げるので油圧は低下する。

① 吐出圧が高くなり、スプリング②のばね力より大きくなるとチェック・ボールを押し開きB室圧は低下する。

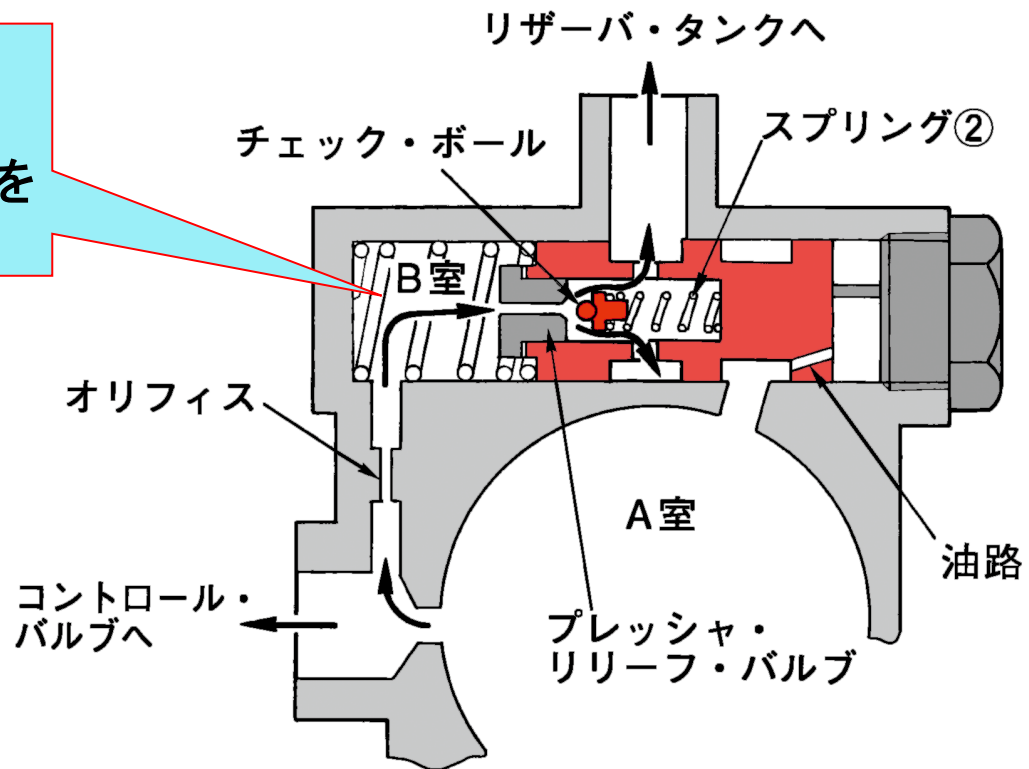


図 4 - 31 作動時(1)

## プレッシャ・リリーフ・バルブ(つづき)

図32(作動時-2)

- ◆B室の油圧が下がると、A室の油圧が大きくなり、フロー・コントロール・バルブが左へ移動して、A室の余剰オイルはリザーバへ戻される。
- ◆このように、A室とB室との「つりあい」で最高油圧が制御される。

② B室の油圧が下がると、A室の油圧が大きくなりフロー・コントロール・バルブが左へ移動して、A室のオイルはリザーバへ戻される。  
①②を繰り返して最高油圧が制御される。

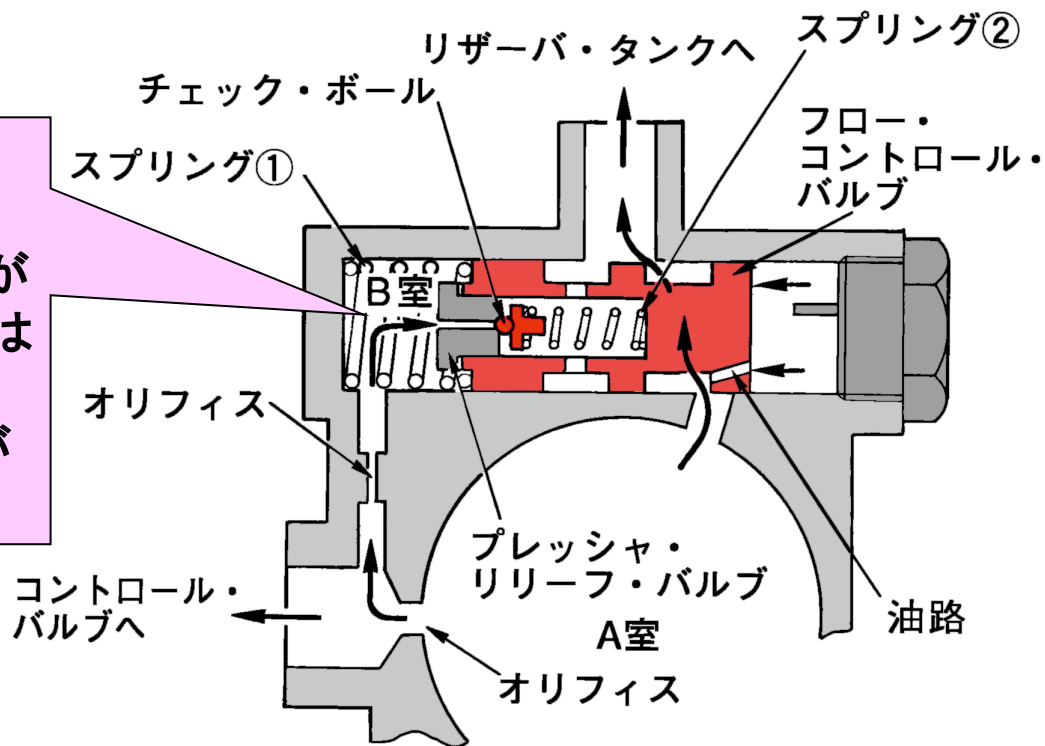


図4-32 作動時(2)



# 電動式パワー・ステアリング [EPS]

- 車速とハンドルの操舵力に応じてモータに流れる電流を制御し、操舵方向に対して適切な補助動力を与える。

図33 コラム・アシスト式

- ステアリング・シャフトに対して補助動力を与えている。

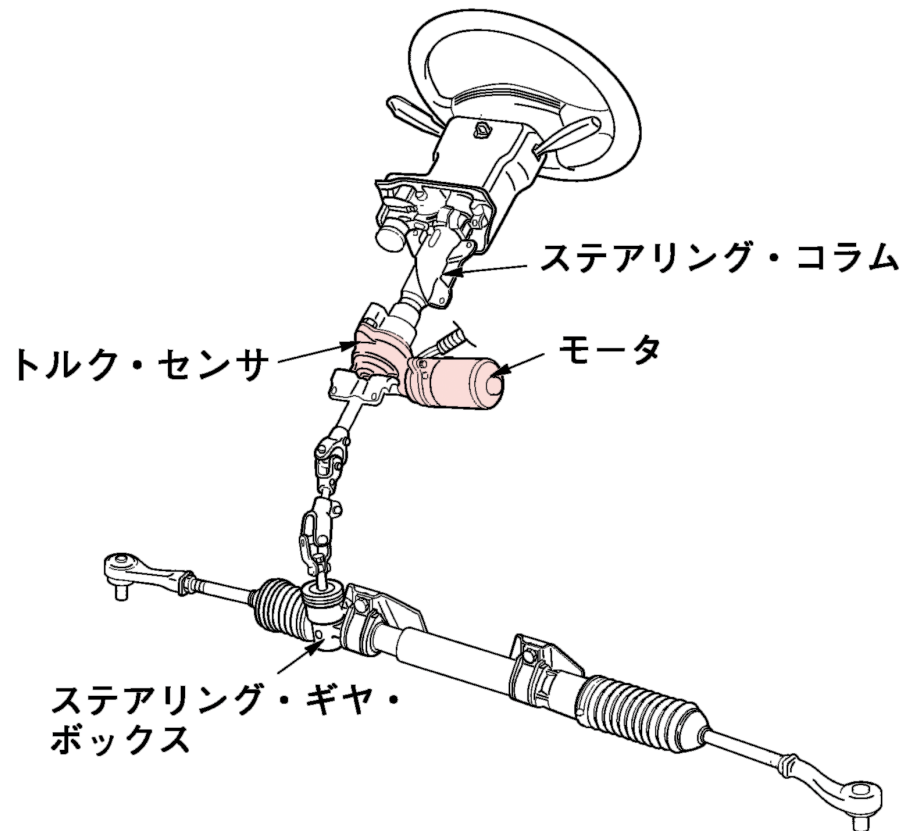


図4-33 コラム・アシスト式

### 図34 ピニオン・アシスト式

- ピニオンに取り付けられ、ピニオンに対して補助動力を与えている。

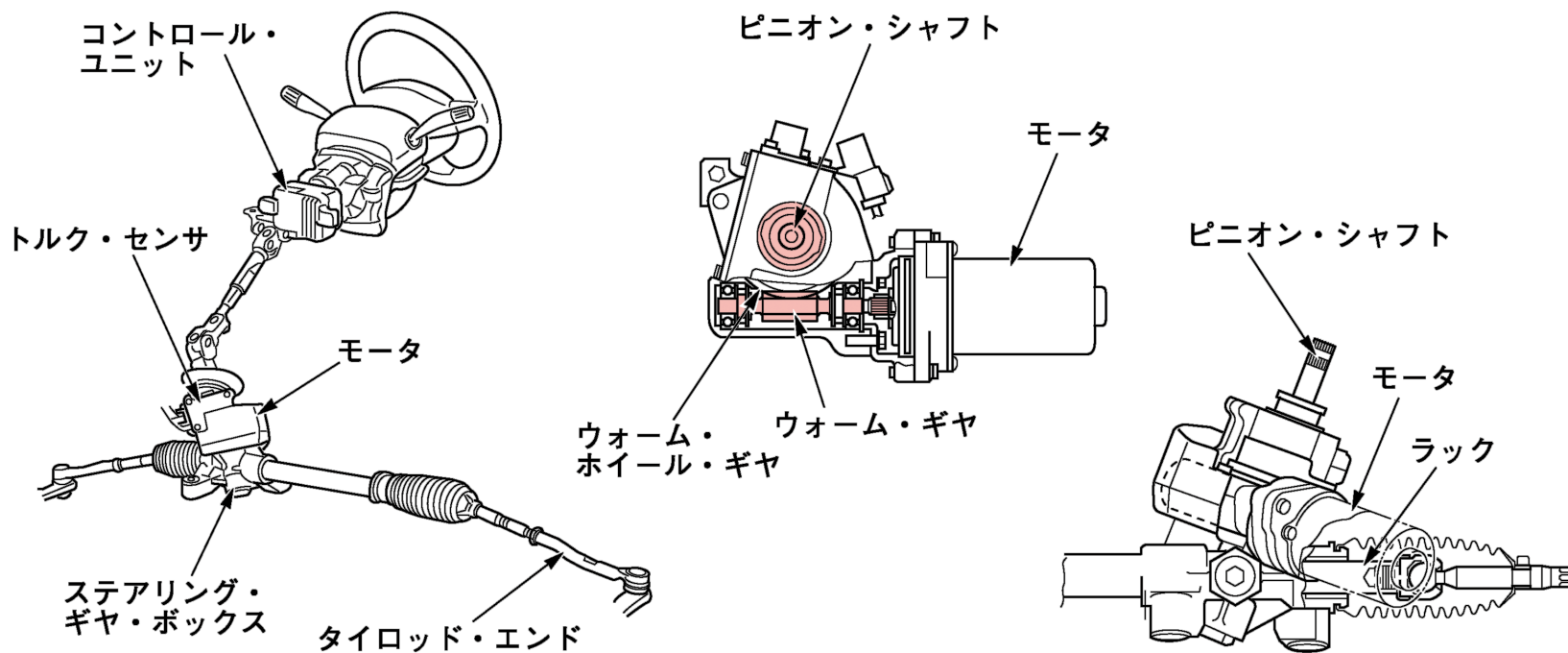


図 4 - 34 ピニオン・アシスト式



### 図35 ラック・アシスト式

- ラック部に取り付けられたピニオン(ステアリング・ギヤのピニオンとは別のピニオン)をモータで回すことにより、ラックに対して補助動力を与えている。

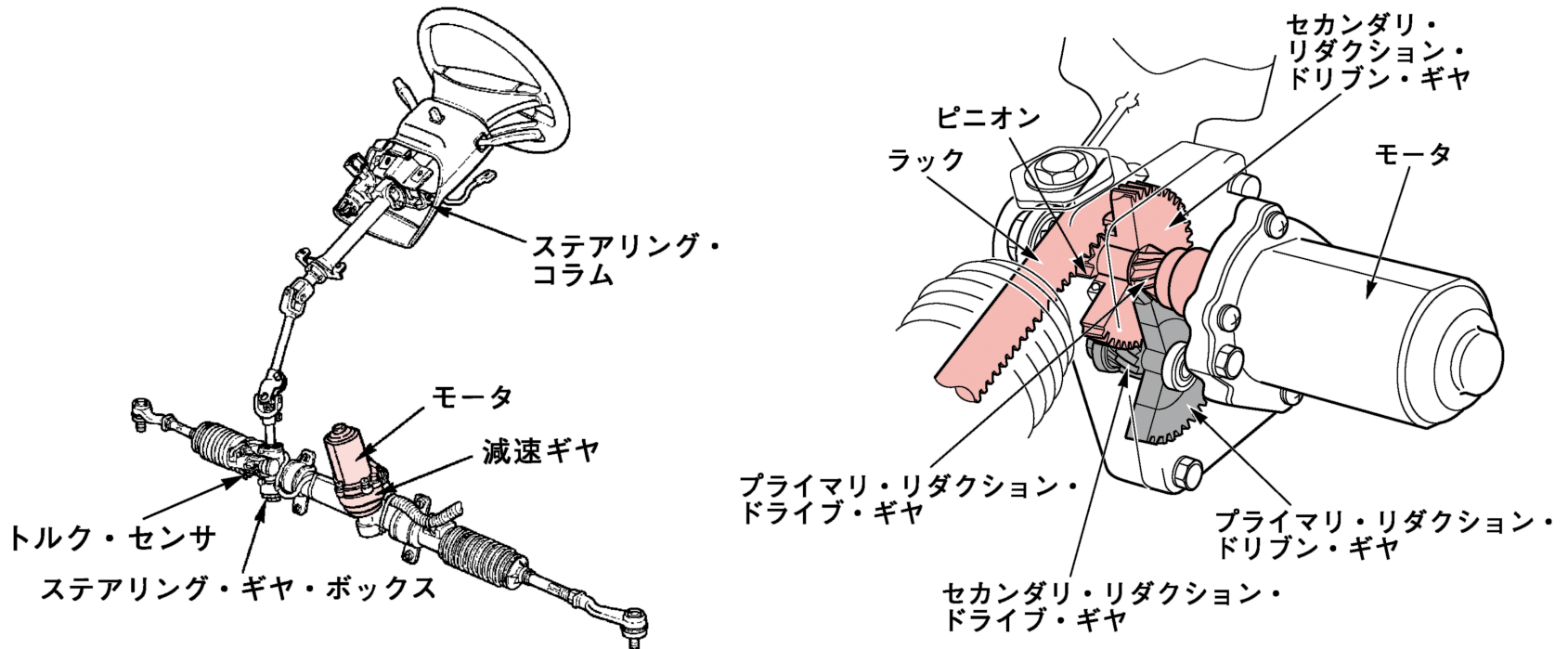
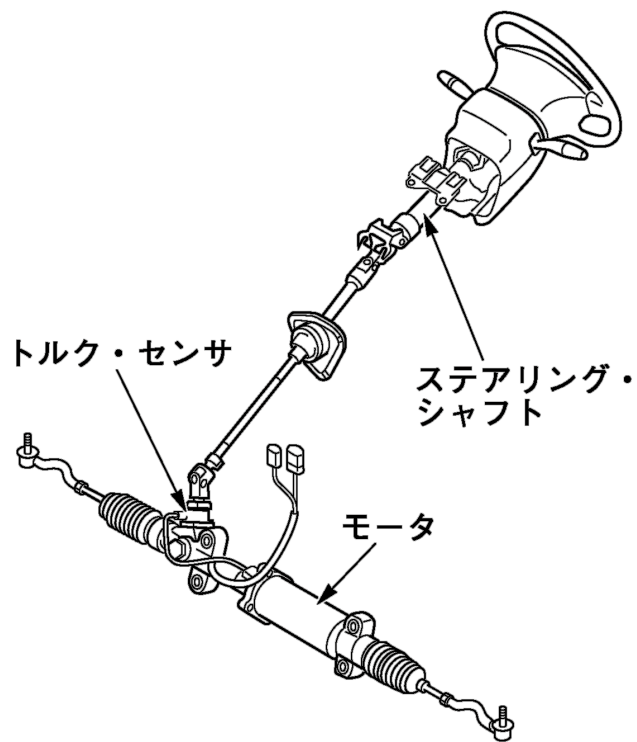


図4-35 ラック・アシスト式 (ピニオン駆動タイプ)

### 図36 ラック・アシスト式(ラック駆動タイプ)

- ラックそのものに取り付けられたモータにより、ラックに対して補助動力を与えている。



モータでボールねじナットを回転させて、ねじラック・シャフトを左右に動かすアシストをする。

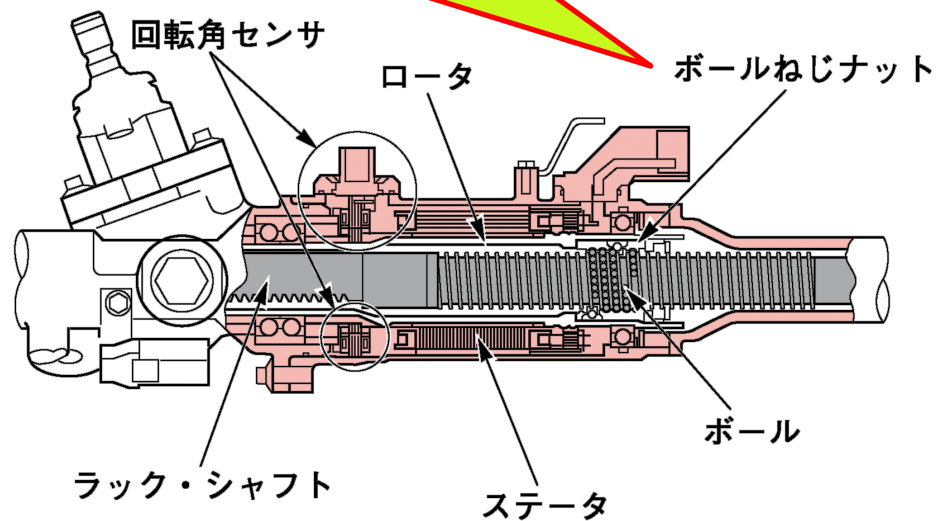


図4-36 ラック・アシスト式(ラック駆動タイプ)



## 電動式パワー・ステアリング（つづき）

### （イ）トルク・センサ

◆ トーション・バーのねじれから操舵力と操舵方向を検出するトルク・センサには、コイル式のスリーブ・タイプ、コイル式のリング・タイプなどがある。

● 図37 スリーブ・タイプ

● 図38 リング・タイプ

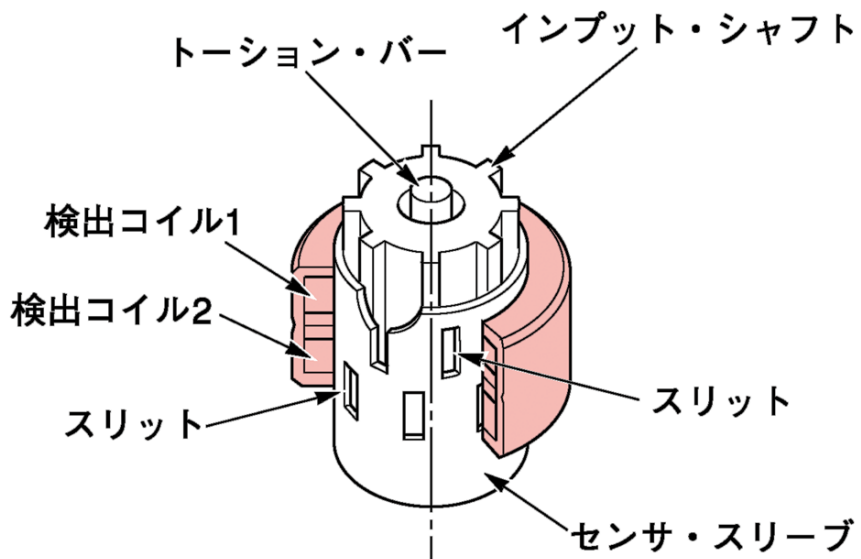


図4-37 スリーブ・タイプ

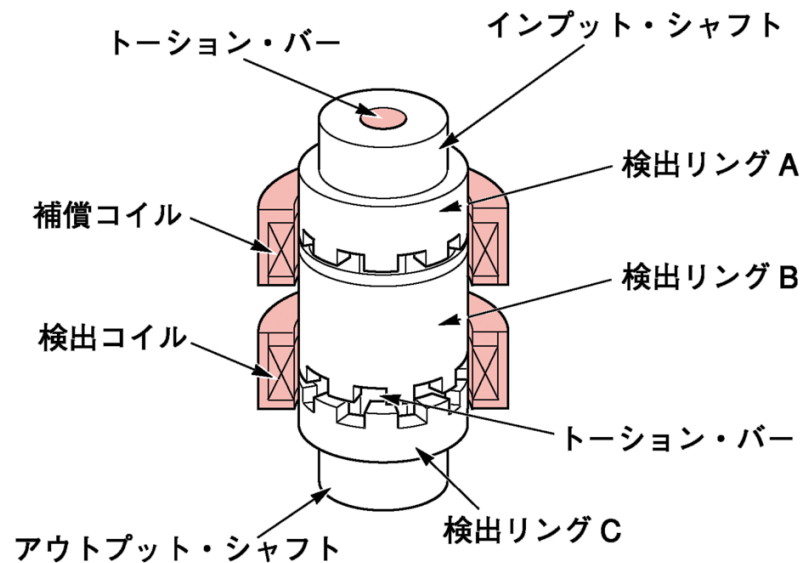
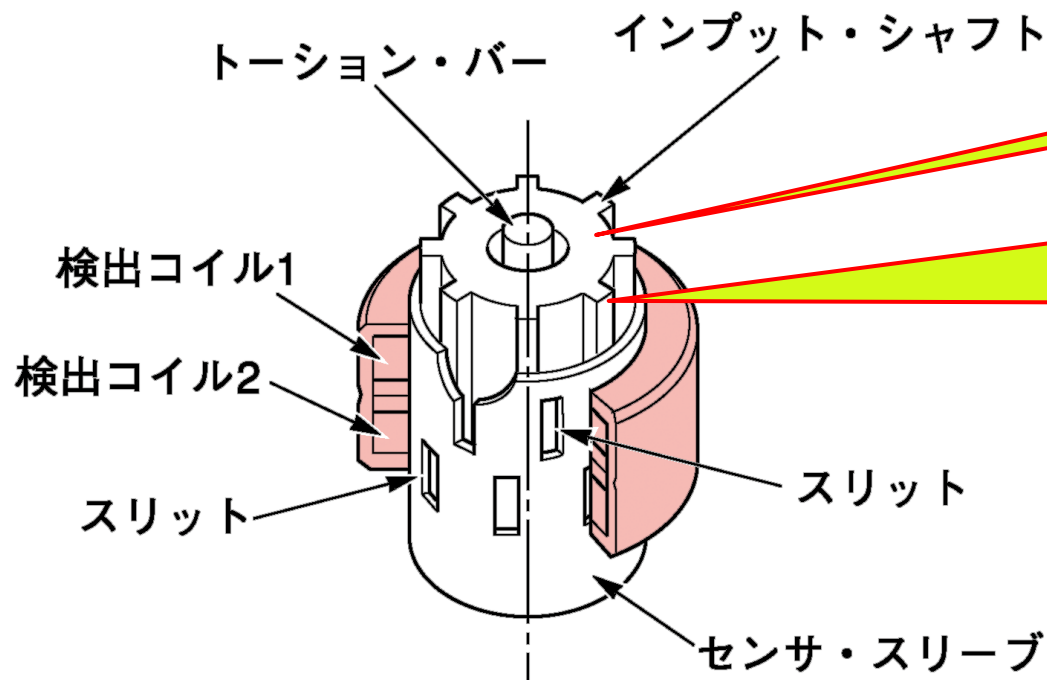


図4-38 リング・タイプ

## トルク・センサ

### ● 図37 スリーブ・タイプ

- ◆ スリーブ・タイプでは、インプット・シャフトが磁性体でセンサ部はスプライン状になっている。
- ◆ ハウジング側のコイルは、センサ・スリーブを挟んでインプット・シャフトの突起部との間に一定の磁力線密度を保っている。
- ◆ センサ・スリーブにスリットが設けられ、この間の磁力線密度を変化させ、操舵力と操舵方向を電圧で検出している。



磁石になっている

突起部とスリット間の磁力線密度変化により操舵力と方向を検出している。

図4-37 スリーブ・タイプ



# リング・タイプ・トルク・センサ

操舵力により、検出リングAB間に回転差が生じ、検出リング間で面積が変化する。  
この変化を検出コイルのインダクタンスの変化で検出している。

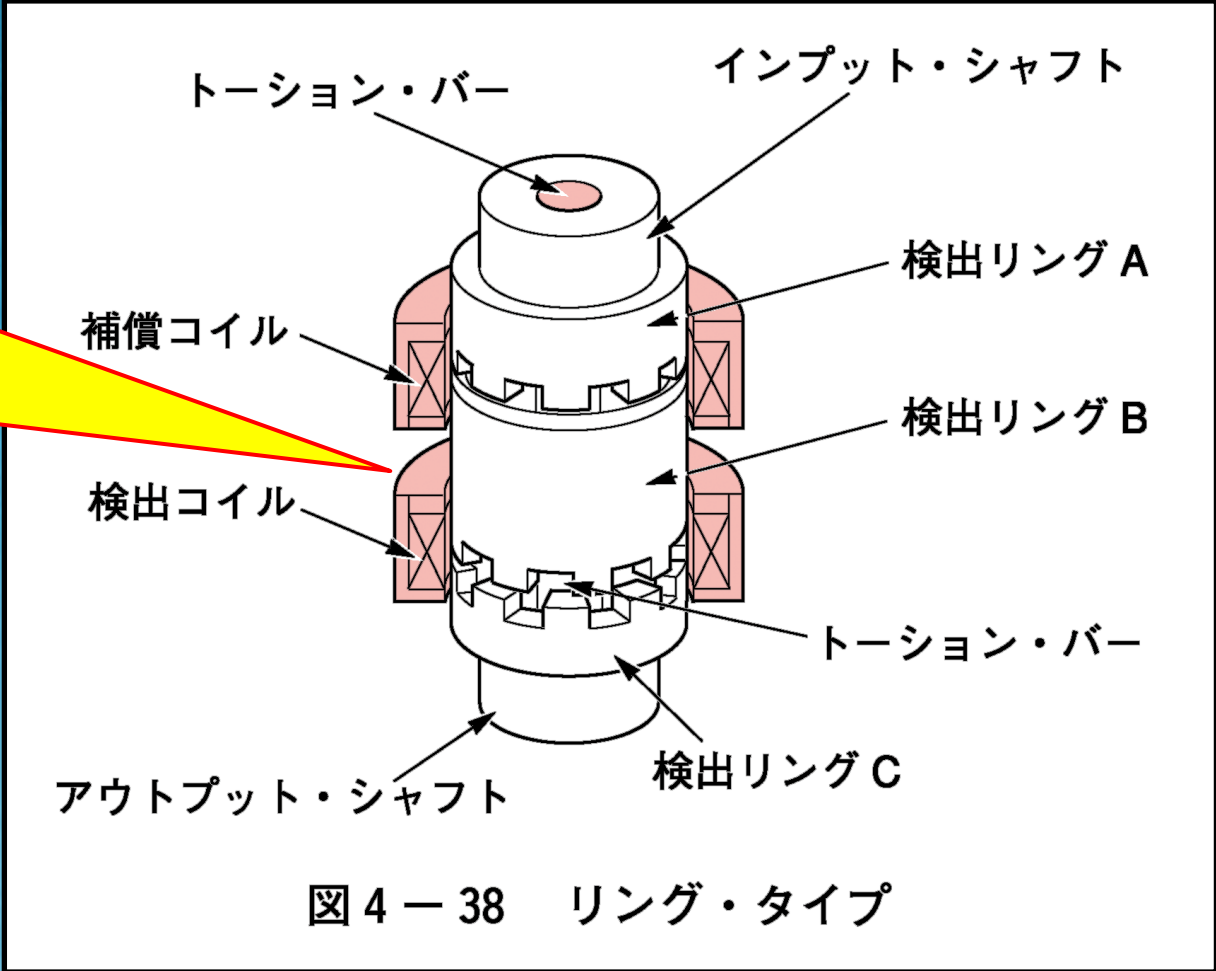


図 4 - 38 リング・タイプ

### ● 図38 リング・タイプ

- ◆ リング・タイプは、インプット・シャフトとアウトプット・シャフトに**回転差が生じると**、インプット・シャフトに固定された検出リングAとアウトプット・シャフトに固定された検出リングBにも回転差が生じ、検出リング間で**対向面積が変わる**。
- ◆ この**対向面積の変化によって**検出コイルの**インダクタンス**が変化することを利用し、操舵力と操舵方向を検出している。
- ◆ ステアリング・ホイール(入力軸)側の操舵力と、ステアリング・ギヤ・ボックス(出力軸)側の路面低抗によりトーション・バーにねじれが生じる。
- ◆ このねじれ量と同じ量だけスリット又は検出リングの**相対変位が生じ**、検出コイルに掛かる**起電力が変化する**。
- ◆ ECUは、検出コイルに掛かる**起電力の変化を検出**しており、ステアリング・ホイールの**中立位置**(操舵力を掛けていない状態)の**電圧値を基準に**(操舵力を0と演算)、高いか低いかにより**右操舵又は左操舵を判断**し、そのときの操舵方向に対してモータに流れる電流を制御している。



## (ロ) 手動操舵

- ◆ エンジン停止時及びシステム異常時には、マニュアル・ステアリングとして作動する。
- 図39 ストップ
- ◆ ハンドルを回すと、トーション・バーがねじれるが、モータへの通電を停止しているため、補助動力は得られない。
- ◆ この状態であっても、更に、ハンドルを回すと、入力軸が出力軸のストップ部に当り、出力軸を直接回転させることが可能である。

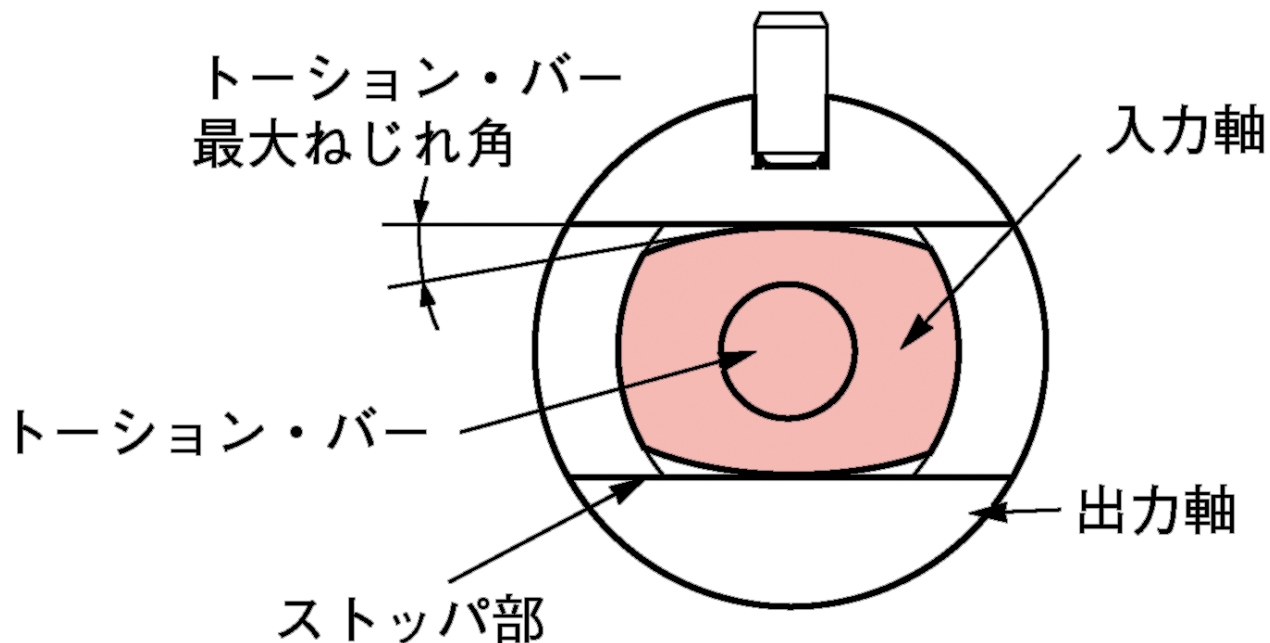


図 4 - 39 ストップ

(ハ) 車速感応制御

図40 電流特性

- ◆ ECUは、据え切り時から中・高速時にかけて、車速及び操舵力に応じてモータの電流を制御している。

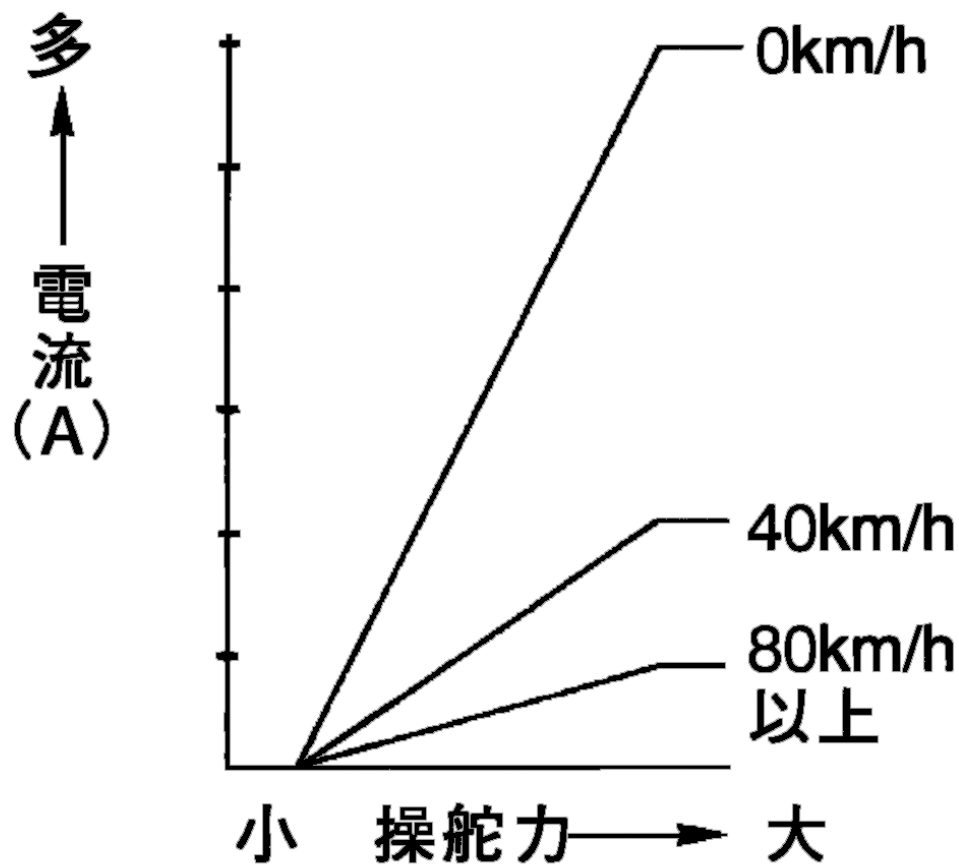


図 4 - 40 電流特性

次は、整備



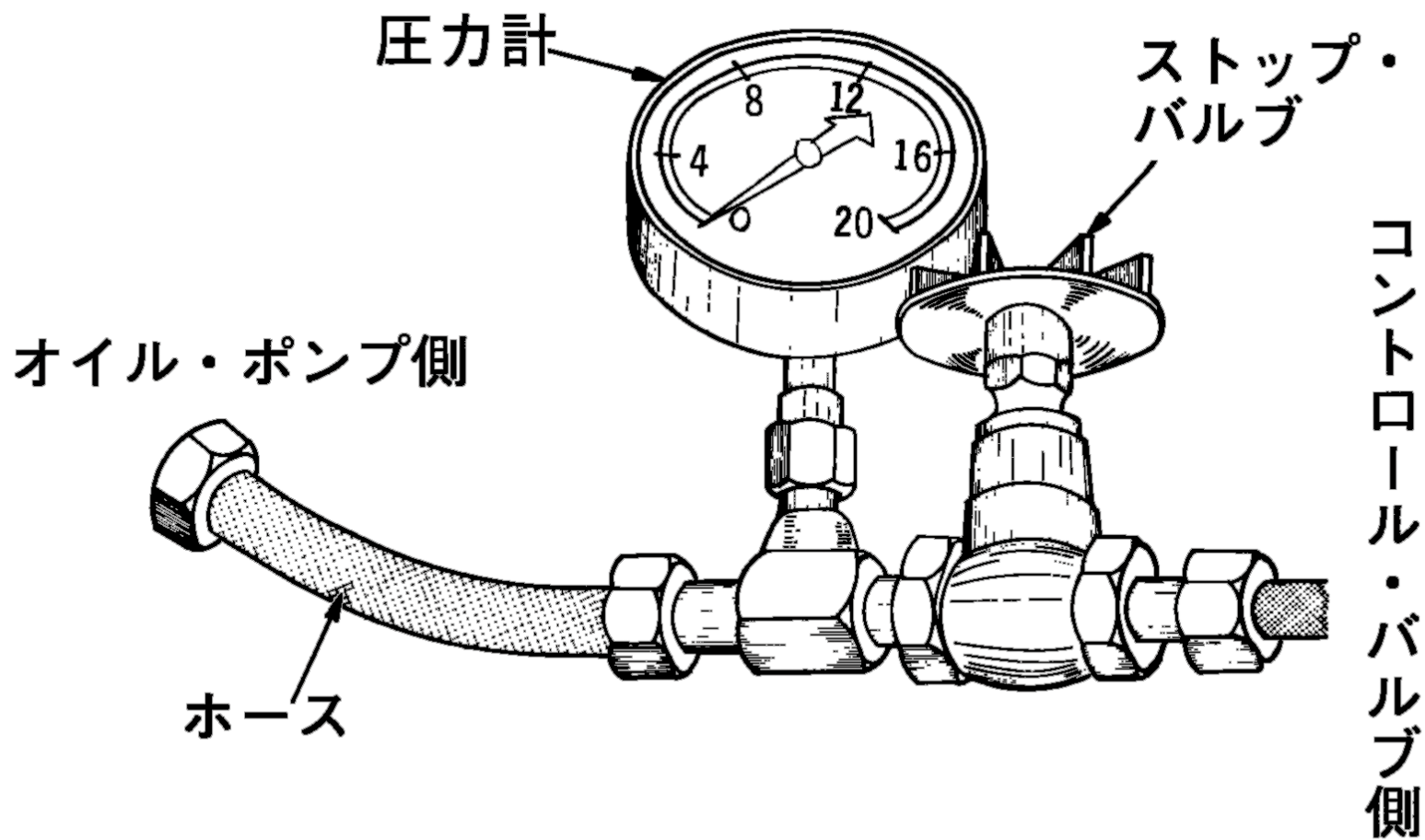


図 4 - 41 作動油圧の計測具

# 整備

## 1) 保守に係る点検・整備

### (1) 油圧式パワー・ステアリングの点検

#### (イ) 操舵力の点検 (適温60°C)

◆ハンドルの操舵力を、「ばねばかり」で計測する。

「約147N {15kgf} 以下なら良好」。

#### (ロ) 作動油圧の点検

◆図47の計測具を準備する。(20MPa の圧力計 & ストップ・バルブ)

◆オイル・ポンプの送油側ホースを外し、その間に計測具を接続する。

◆アイドルで、放置状態の油圧を点検をする。

「トラック・1.47MPa {15kgf/cm<sup>2</sup>} 以下良好」、

「バス・0.49~1.96MPa {5~20kgf/cm<sup>2</sup>} 程度」は良好。

◆超える場合は、「詰まり、配管のつぶれ」が無いかを調べる。

◆ストップ・バルブを締め込み(15秒以内)、エンジンを1500min<sup>-1</sup>にしてプレッシャ・リリーフ・バルブの調整油圧を点検する。

「前輪2軸車・10.3MPa {105kgf/cm<sup>2</sup>} 程度」、10.8MPa {110kgf/cm<sup>2</sup>} 以上は不良。

「その他の車・4.9~6.9MPa {50~70kgf/cm<sup>2</sup>} 程度」である。

7.8MPa {80kgf/cm<sup>2</sup>} 以上は不良。

◆圧力が上がらない場合は、ポンプ不良、スプリングの折損、ベルトのスリップなど。

### (ハ) オイル・ポンプの点検

- ◆「カム・リングの内面」や「ベーン溝」及び「ベーンの磨耗」、「ベアリングのがた」「オイル・シールの良否」などを点検する。

### (ニ) 注油及びエア抜き

- ① エンジン停止状態で前輪を上げ、タンクにオイルをレベルまで入れてから、ハンドルを左右一杯の位置まで繰り返し静かに回転させる。  
エアが抜けると、オイル・レベルが下がるので不足する前に補給する。
- ② ブリーダ・プラグが有るものは、緩めてエア抜きを行う。
- ③ エンジンを始動して、アイドルでハンドルを左右一杯の位置まで数回繰り返し回転させる。
- ④ 前輪を下ろし、③を行う。異音が無ければ終了。  
異音が発生する場合は、そのまま③を繰り返し油温を上昇させ、約60～80℃でエンジンを停止し、5分程度放置する。その後、③で異音が無いことを確認する。
- ⑤ 最後にリザーバ・タンクの油量及びジョイント部などからのオイル漏れが無い事を確認する。「最高油圧(リリース)の状態にして、オイル漏れを点検する。」



## 整備（つづき 2）

### 2) ステアリングの不具合現象が発生しているときの着目点

#### (1) ステアリング装置全般

##### (イ) ハンドル操舵が重い

◆ジャッキ・アップしてハンドルを操作する。

\*軽くなった場合は、タイヤ関係、サスペンション関係を点検する。

\*重い場合は、ステアリング装置に問題があるので、ピットマン・アーム部で切り離して点検する。軽くなれば、リンク関係の不具合と判断できる。

\*まだ重い場合は、ギヤ・ボックス、コラム関係の不具合と判断される。

##### (ロ) ハンドルが振れる

◆ホイール・バランスが原因の場合

\*小型車は、60～80km/hで発生する。大型車は、50～60km/hで発生する。

◆ホイール・アライメント不良の場合は、低中速域で「くぼみに落ちたり、石ころに乗り上げたとき」などをきっかけに振れだす傾向が強い。

(ハ) ハンドルが片方に取りられる

- ◆ 旋回後や直進時などで、平たん路や悪路を走行して右か左かを点検する。  
\* サスペンションの不均衡、アライメントの不整、及びブレーキの引きずりなども原因となる。

(ニ) ハンドルの遊びが大きい

- ◆ ギヤ機構に原因あるのか、リンク機構に原因があるのかを分けて点検する。

(2) 油圧式パワー・ステアリング

(イ) ハンドルが重い

- ◆ アライメント、空気圧、リンク関係に不具合が無いかを点検する。
- ◆ 機械（油圧）的原因でパワーが効かないのか、反力制御の不具合かを点検する。
- ◆ 電気式では、モータに通電されるかを点検する。

(ロ) 異音が出る

- ◆ ギヤ・ハウジング側か、オイル・ポンプ側かを分けて判断する。