

油圧ステアリングシステム

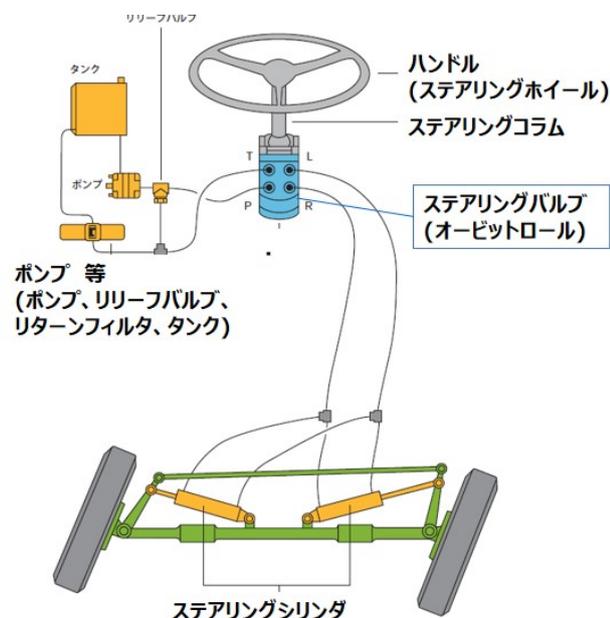
ステアリング装置

大型の車両では、ステアリングの操作力が大きいので油圧アシストのステアリングが一般的です。ここでは Eaton 製のステアリングバルブのシステムを例に説明をします。

参考文献： Eaton のオービットロール資料 https://www.eaton.com/ecm/groups/public/@pub/@eaton/@hyd/documents/content/pct_1104214.pdf

基本的なシステムは右図のように下記要素で構成されます。

- 1: ステアリングホイール、ハンドル
- 2: ステアリングコラム
→ハンドルの回転をステアリングバルブに伝える。
- 4: ステアリングバルブ
(オービットロールと呼ばれることもあるが Eaton の商品名)
→回転の方向と量に応じた油を流すバルブ。
- 5: ポンプなどの油圧装置
→ステアリングに必要な力を油圧力として供給(アシスト)する。
- 6: ステアリングシリンダ



ステアリングシステム

ステアリングバルブの構造概要

ステアリングバルブは、メータリング装置と切換バルブで構成されます。

メータリング装置は、ハンドルを回転する方向に回転に応じた量の油を流します。

切換バルブは、ハンドルを回転する力(方向と大きさ)により、ポンプから、油が流れる回路が開きます。

(ポンプ→メータリング装置→シリンダ→タンク)

このシステムで、ハンドルを回した方向と量に応じて、ポンプの圧油がステアリングシリンダに流れ、ステアリングができます。

ハンドルの回転は入力スプラインでスプール (右図オレンジ) に伝わります。スプールとスリーブは、センタースプリングで繋がっています。ハンドルを回すと、その力により、センタースプリングが変位し、スプールとスリーブの回転にずれが生じます。このずれで、スプールとスリーブに加工された溝と穴が繋がり、油の流れる開口が開くようになっています。

ステアリングバルブのメータリング装置

ハンドルの回転の方向と量に応じて油を流す一種のポンプです。

この装置は Eaton のシステムではゼロータと呼ばれており、トロコイド型ポンプです。

コンパクトな形状で、1回転当たりの吐出量が大きいポンプです。

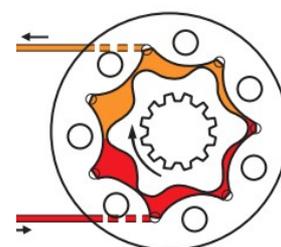
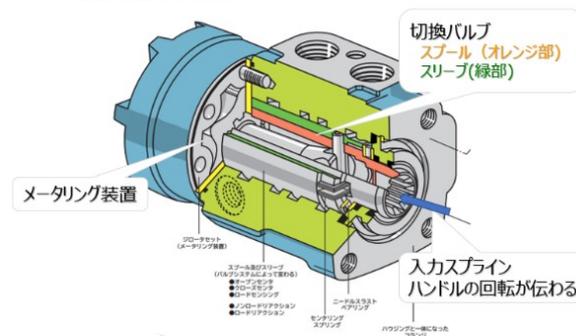
ステアリング時、この装置の回転に応じた油が、ポンプから供給されてステアリングができます。

一種のポンプ

一種のポンプと説明しましたが、ポンプからの圧油の供給で回転するので、モータと呼ぶ考え方もあります。

回路図ではモータのシンボルを使用しています。

ステアリングバルブの構造



ステアリングバルブの切り換えバルブ

ハンドルの回転は入力スプラインからスプール（右図オレンジ）に伝わります。スプールとスリーブ（右図緑）は、センタスプリングで繋がっています。ハンドルを回すと、スプールが回り、センタスプリングを介してスリーブを回します。このとき、センタスプリングがたわみ、スプールとスリーブの回転にずれが生じます。このずれで、スプールとスリーブに加工された溝と穴が繋がり、油の流れる通路（開口）が開くようになっていきます。

ハンドルを回した時、ハンドルを回す力に応じて、ポンプからの圧油が流れる通路が開きます。これにより、ポンプからの油圧がメータリング装置を通して、ステアリングシリンダに流れ、ステアリング操作ができます。

例えば右ステアリングの時（右図）、ポンプからの圧油 P をメータリング装置 B に流し、その出力 A をステアリングシリンダ R に流し、戻る油 L をタンク T に流します。ハンドルでメータリング装置を回した分の油がこの回路を流れます。

開口は自動で調節

例えば、ポンプからの圧油の流量が足りないときは、ハンドルの力が重たくなり、力を入れて回します。そのためスプールとスリーブのずれが大きくなり、油が流れる開口が大きくなるので、ハンドルの回転に必要な油が流れるようになります。

回路図には、この自動調整を表現するため、サーボ機能付きの記号となっています。

ノンロードリアクション

この例ではシリンダへのポート R, L の開口は中立時閉じています。（ノンロードリアクションタイプ）。

しかし、メータリング装置とつながったタイプもあります（右下のロードリアクションタイプ）。建設機械のように、路面の凹凸が大きい機械では、路面からの反力でハンドルが振られることがないように、ノンロードリアクションタイプを使います。逆に、公道など路面の凹凸が少ないものは、車体にかかる反力が体感できると安定した走行ができるのでロードリアクションタイプを使用する傾向にあります。

ポンプ故障時

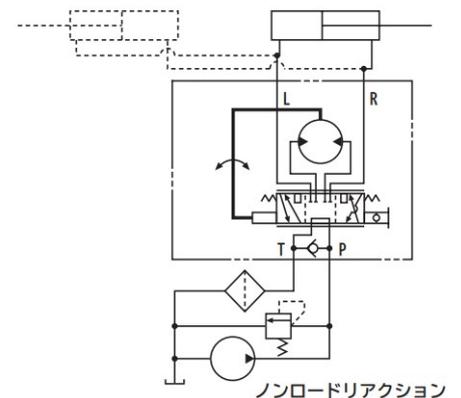
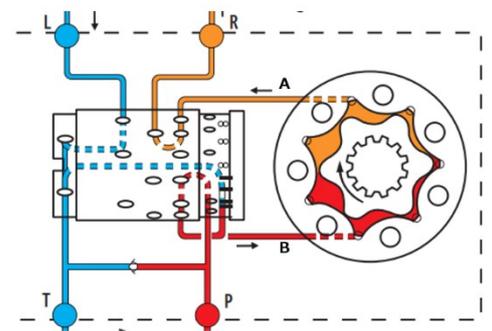
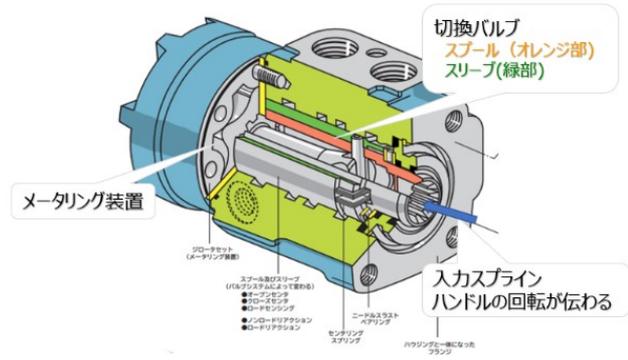
P と T の入口の間に、T から P にだけ流れるチェック弁（逆止弁）があります。万一ポンプが故障した時でも、ハンドルの操作で、メータリング装置だけで油をタンクから吸ってステアリングシリンダに送ることでステアリング操作ができるようにしています。

その他

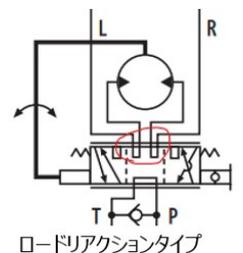
ステアリングバルブの上流にポンプがあります。

通常（ステアリングを操作しない中立時）、ポンプからの油はステアリングバルブの中の開口を通り、タンクに流れます。回路には、異常な高圧を逃がす安全弁、油を正常に保つフィルタが装着されています。

ステアリングバルブの構造



ノンロードリアクション



ロードリアクションタイプ

ステアリングの作動

油圧回路図

前編では、一般的な油圧回路図を掲載しましたが、右図のように、重要でないものを省略し、シリンダとメータリング装置のポート位置の記載位置をわかりやすくずらしました。(並びを A,L,R,B→L,R,A,B に変更)

チェック弁やリリーフ弁などは、必要だが主な説明では重要でないので省略しました。

中立時

ハンドルを操作しないとき、ステアリングシリンダのポートは閉じています。ポンプからの油は、ステアリングバルブの P から T に流れ、アンロード（ポンプからの油が無負荷でタンクに戻る）します。

ステアリング操作時

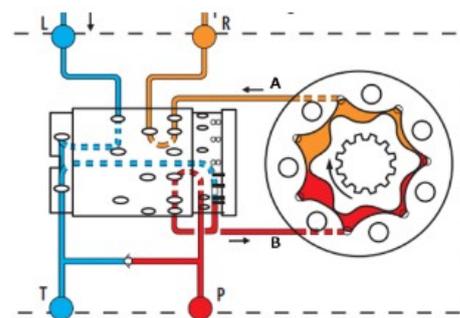
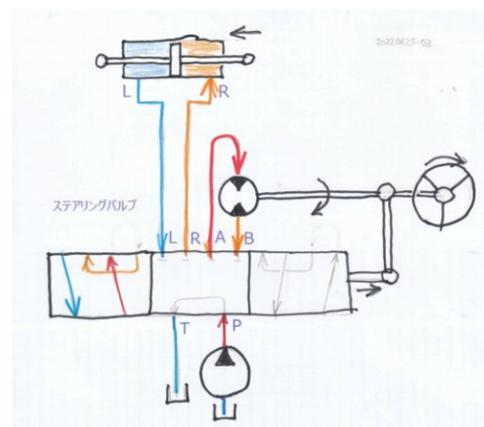
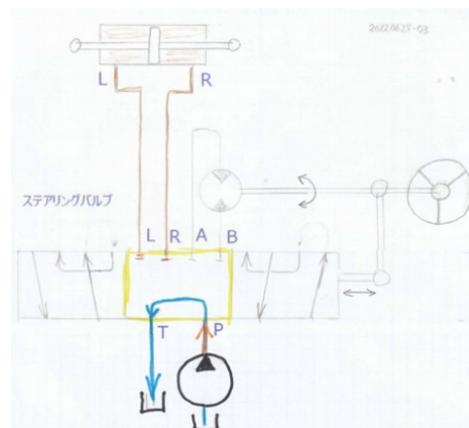
右にステアリングを切ったとき

ハンドルを右に回すと、ハンドルを回した力で、スプールが（スリーブに対して）動き、右の図の左位置のように開口が変化します。

P→T への開口が閉じてポンプ圧が上昇します。

P→A、B→R、L→T の開口が開き、ポンプからの油は、メータリング装置を通り、ステアリングシリンダを操作します。

回路に流れる流量は、メータリング装置を回した量に比例します。



以上