

VI-195

シールドのアクティブ推進システムの開発（その2）

－シールドジャッキ油圧制御技術－

三菱重工業(株) 正会員 西岳 茂 (株)大林組 正会員 土屋 幸三郎
三菱重工業(株) 田中 淳一 (株)大林組 今倉 和彦

1. まえがき

本システムは、経験の浅いオペレータにも容易に精度よく掘進制御が行え、なおかつ、その推進操作を大幅に簡略化することを目的としたシールドマシンとコンピュータシステムが一体化したアクティブ推進システムである。

このシステムを開発するためには、シールドマシンの推進装置であるシールドジャッキを制御する油圧制御技術、シールドマシンの操作性を向上させるためのマン・マシンインターフェース技術の確立が重要な課題である。

2. 制御の要素技術

要素技術には、シールドジャッキの油圧制御技術、マン・マシンインターフェース技術を開発する必要がある。

1) 油圧技術

シールド機に装備されるシールドジャッキをシールド機の方及び、姿勢制御のために、天地、左右45°方向の8ブロックに分割し、各々のブロックの制御を行えることとする。

シールドジャッキの油圧の制御は、シールドマシン切羽及び、周辺地山等の推進抵抗の変動に影響されにくいジャッキの戻り側の圧力を制御するメータアウト方式による制御とする。

これらの条件を満足し、さらに可変制御が可能な油圧機器としては、圧力制御サーボ弁、電磁比例式リリーフ弁等がある。

今回のようにブロック制御を前提としたシールドマシンでは、応答性、制御精度が必要であるため、より高精度である圧力制御サーボ弁を採用する。

《仕様》

項 目	仕 様
1 制御方式	メータアウト
2 ヒステリシス	3%以内
3 スレッシュホールド	2%以内
4 圧力検出器	0.7% FS

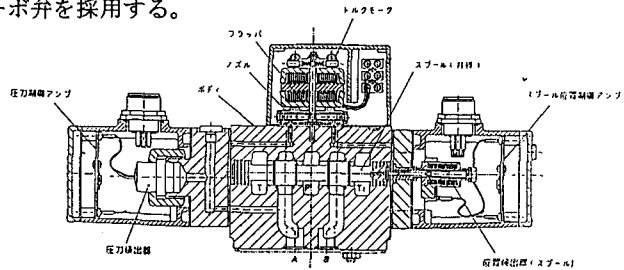


fig.1 サーボ弁外形図

サーボ弁の採用については、事前にその制御特性の把握を行う必要があるため、その検証試験を行い、シールド推進機構に採用するに際し、十分な性能であることを確認した。

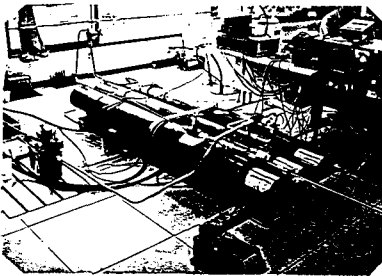


fig.2 試験状況

試験項目	試験結果
1 ヒステリシス	0.3%以下
2 制御精度（誤差）	0.6%以下
3 圧力制御動特性（制定時間）	3 秒以下

《試験結果概要》

2) 力点制御方法

ここでは、目標力点位置に対する各ジャッキブロックの推力分布の考え方について示す。

推力分布 $f_j(i)$ 、 $f=1\sim 8$ の考え方は、fig.3に示すように、偏推力（平均推力 f_0 に対する推力の偏差）が点対称となるように定義する。図中の記号A～Dは偏推力 Δf の添字に対応している。

$$\left. \begin{aligned} f_j(1) &= f_0 + \Delta f_c \\ f_j(2) &= f_0 + \Delta f_d + \Delta f_d \\ f_j(3) &= f_0 + \Delta f_a \\ f_j(4) &= f_0 + \Delta f_d - \Delta f_d \\ f_j(5) &= f_0 - \Delta f_c \\ f_j(6) &= f_0 - \Delta f_d - \Delta f_d \\ f_j(7) &= f_0 - \Delta f_a \\ f_j(8) &= f_0 - \Delta f_d + \Delta f_d \end{aligned} \right\} \quad (2.1)$$

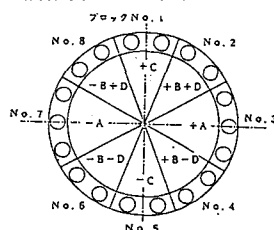


fig.3 推力分布

3) 電気制御方法

マン・マシンのインターフェースとして、8ブロックに分けたシールドジャッキの制御を従来の選択スイッチにより設定することは、不可能であるため、シールドジャッキの推力中心（以降力点と呼ぶ）を制御することとする。

この力点は、シールド断面に対し、X、Y方向の座標による設定ができるもので、その設定方法には、ジョイスティック或いは、タッチパネル等が考えられるが、本システムにはタッチパネル方式を採用した。タッチパネルにより設定されたX、Y座標から、各ブロックの推力が前記力点制御方法により算出され、各ブロックの推力が設定される。

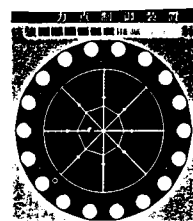


fig.4 力点設定

3. 実機への展開

実機へ適用するためのシステム構成はfig5に示すように、設定力点より各ブロックの推力を算出する力点制御装置、シールドマシンをコントロールする操作盤及び、その指令値によりシールドジャッキの戻り圧を制御する圧力制御弁より構成される。

また、その油圧回路の概略をfig6に示す。

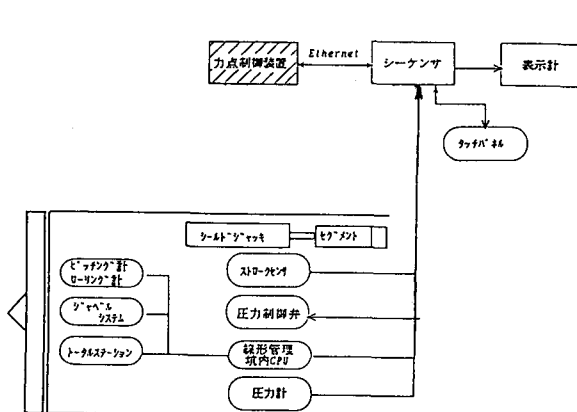


fig.5 システム構成

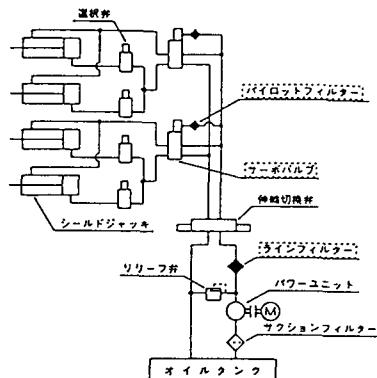


fig.6 概略油圧回路

4. あとがき

シールドの推進装置であるシールドジャッキをブロック化し、力点による制御を採用することにより、従来のシールドジャッキ制御に比べセグメントに対しジャッキ反力が円周方向に連続的に作用させることが可能となるため、セグメントに優しい施工が可能となり、またシールド機の操作も簡略化が行え、施工性が向上するものと考えられる。