

## コンパクトシールド工法における NOMST 壁切削発進 —センターホールジャッキの微量油量制御—

佐藤工業(株) 正会員 ○久保田 祥一  
 東京都下水道局 富田 芳幸  
 東京都下水道局 山田 稔  
 (株) コ マ ツ 新宅 章治  
 (株) 大 林 組 正会員 井澤 昌佳

### 1. はじめに

シールドを分割発進させることを基本とするコンパクトシールドの発進方法として、センターホールジャッキ方式が提案され、実施工されている。本方式を用いて NOMST 壁を切削して発進する場合について計画を実施した。通常、シールドジャッキを用いた NOMST 切削発進においては、推進速度を 1~5mm/min 程度に制御するため、小容量の油圧ユニットを別途設置して対応している。これに対して、センターホールジャッキ方式の場合は、小容量の油圧ユニットを使用するため、NOMST 壁切削に対応する推進速度を制御することが困難となる。本稿では、センターホールジャッキ方式における低推進速度制御方法として、微量の油量を制御可能な装置を開発するとともに、推進速度をフィードバックすることにより、安定した推進速度を確保するシステムについて報告する。

### 2. 低推進速度(1~5mm/min)制御の課題

コンパクトシールド(φ2430mm)工法におけるセンターホールジャッキ方式の発進概要図を図-1に示す。1200kNのセンターホールジャッキを4本設置し、バックアンカー棒を介してシールドを地山中に推進させるものである。表-1より、通常使用するパワーユニットの吐出量は 2.6 ℓ/min と小容量のものである。一方、NOMST 切削用として手配可能な最も小容量のパワーユニットは、1.3 ℓ/min(1.5kw)である。

これに対して、4本全てのジャッキを稼働させて、1mm/minの推進速度を得るために要する油量を計算すると、0.07 ℓ/minとなる。吐出能力 1.3 ℓ/min に対して、5%以下の油量を正確に制御しなければならず、制御精度の信頼性を含めて、微量の油量制御方法の検討を行った

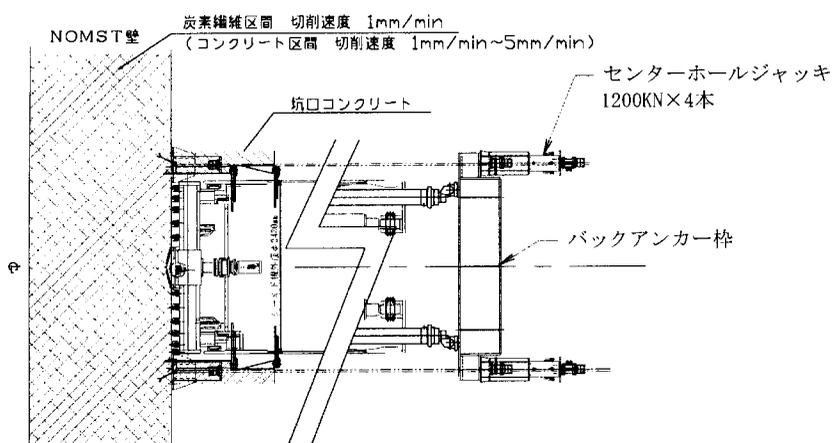


図-1 センターホールジャッキ方式による発進概要図

表-1 センターホールジャッキ設備一覧表

ジャッキ能力(kN/本)		1200
ジャッキストローク(mm)		200
パワー ユニット	吐出量 (ℓ/min)	2.6
	最大作動圧力 (MPa)	70
	推進速度 (mm/min)	37
	電動機 (kw)	3.7

### 3. 微量油量制御方法

吐出能力に対して、極めて微量の油量を制御する方法について種々検討した結果、油量がオリフィスの開口面積と圧力差に依存することに着目した。この方式を用いた油量制御方式の検討結果を以下に示す。

キーワード：コンパクトシールド、NOMST 壁切削、センターホールジャッキによるシールド発進、オリフィス  
 連絡先：〒103-8639 東京都中央区日本橋本町 4-12-20 TEL03-3661-4794 FAX03-3668-9484

配管内に絞り部(オリフィス)を設け、その前後に生じる圧力差から、オリフィスを通過する流体の量は、式(1)によって求められる。

$$Q = c_d \cdot A \cdot \sqrt{2 \cdot \Delta P / \rho} \dots \dots \dots \text{式(1)}$$

ここで、 $Q$ ：流量、 $c_d$ ：流量係数（油圧の場合 0.6～0.8）、 $A$ ：オリフィス面積、 $\rho$ ：油の密度、 $\Delta P$ ：絞り前後の圧力差。

オリフィスの式を用いて、0.07 L/min の流量に対応するオリフィス径と圧力差の関係を求めると、図-2 のグラフが得られる。ジャッキの使用圧力を考慮して、オリフィス間の圧力差として利用できる範囲を 2.0MPa ～5.0MPa 程度と仮定すると、グラフより所要オリフィス径は 0.15mm 程度となることが解る。

オリフィス径 0.15mm とした場合の圧力差  $\Delta P$  と流量  $Q$  の関係を図-3 に示す。図より、流量の制御範囲は約 0.05～0.08 L/min となり、推進速度の制御範囲 1～5mm/min に対応できない。そこで、開口径が 0.15mm、0.2mm、0.2mm の3つのオリフィスを並列に配置し、バルブ操作によってこれらを組合せて用いることで所要の流量を確保することとした。この3系統を同時に用いることにより、圧力差 5MPa 時に最大推進速度 5.19mm/min となる。

流量制御の概要図を図-4 に示す。

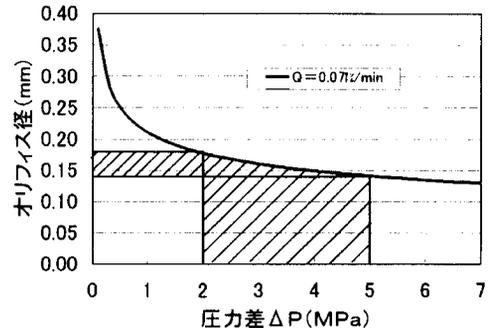


図-2 流量 0.07mm/min 時のオリフィス径と圧力差  $\Delta P$  との関係

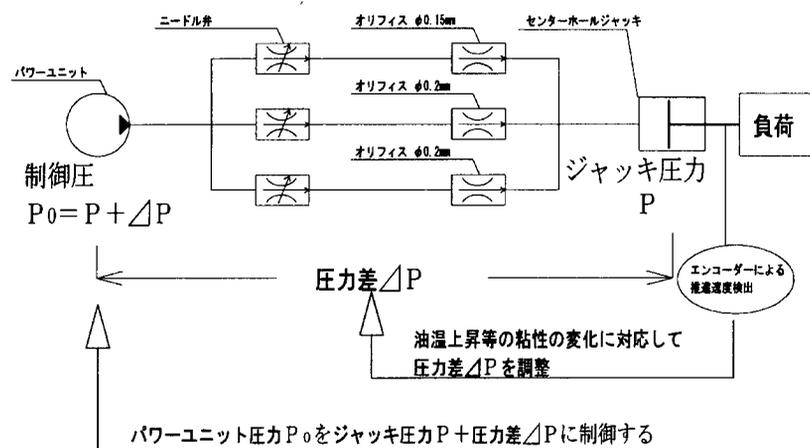


図-4 流量制御概要図

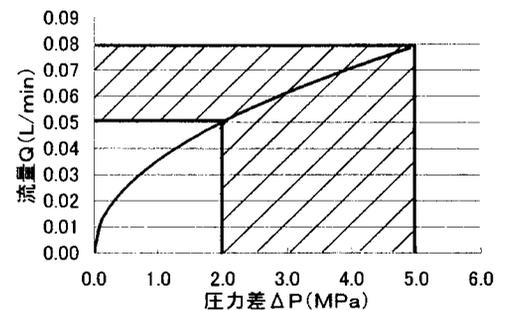


図-3 オリフィス直径 0.15mm の流量  $Q$  と圧力差  $\Delta P$  との関係

適用に当たっての制御の流れは以下のようなになる。

- 1) 推進を開始すると推進負荷に応じた圧力  $P$  (負荷圧) がセンターホールジャッキ側に発生する。
- 2) 所要の油量が得られる圧力差  $\Delta P$  を生じさせる圧力  $P_0$  (制御圧;  $P_0 = P + \Delta P$ ) をパワーユニット側に発生させる。
- 3) 推進速度を検出し、所要の速度が得られるよう、圧力差を増減させる。

以上の制御システムを適用することにより、微少の油量制御が可能になるものとする。なお、オリフィスを通過する流体の量は、流体の粘性の影響を受けて変化する。油圧制御に於いては、油温の変化による粘性変化への対応が必要となるが、上記のシステムを採用することによって、適応可能と判断する。

4. おわりに

NOMST 壁切削発進に伴う微少油量制御方法として、オリフィスを用いたシステムの設計・計画を実施した。設計上は、十分に適用可能との結果を得たが、実規模のシステムによる実証実験を経て実用化を図っていく計画である。

【参考文献】

1)永田、鈴木 他：NOMST工法の開発（その1）～（その4）；第47回年次学術講演会 1992.9