

VI-PS11 異形断面シールド技術に関する研究(その3)

—スイングカッタの性能実験(1)—

○大成建設 正会員 金子研一
三菱重工 松本隆夫
鴻池組 西村彰夫

1. はじめに

密閉型シールドにあっては、その掘削に円板カッタが使用されることが多い。そのため、円形以外の断面(異形断面)を掘削するためには、全く新しい掘削機構を開発するか、あるいは円板カッタを主体とし、その未掘削部分を補助的に掘削する機構を開発する必要がある。本研究グループは後者の考え方を取り、円板カッタの補助掘削機構としてスイングカッタとスライドカッタを考案した。本文ではスイングカッタの掘削機構の概要を示すとともに、スイングカッタの油圧系、制御系の検証を目的として行った要素実験の概要を示す。

2. 掘削機構

図-1に上下2車線道路トンネルを対象とした楕円シールドの概念設計結果を示すが、複数の円板カッタと円板カッタに装備したスイングカッタおよびバルクヘッドに取り付けたスライドカッタで前面の地山を掘削する機構を考えている。

スイングカッタは円板カッタの背面にジャッキとカッタを取付け、ジャッキの伸縮によりカッタを扇状に張出すもので、図-2にその構造を示す。

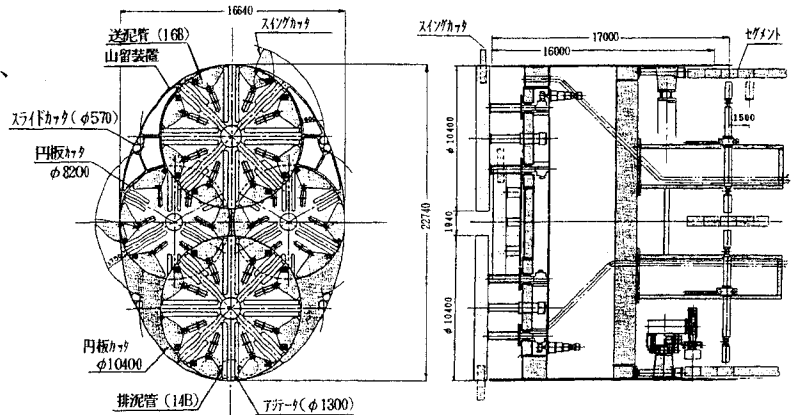


図-1 縦楕円シールド機概念設計(上下2車線)

3. スイングカッタ性能実験

スイングカッタの実用化を図るためには、

- ① 荷荷の変動が激しく、大流量の油圧制御が必要となるスイングカッタのジャッキを、所定のストロークに従って正確に制御すること
- ② 所定の断面を高精度に掘削できる機能を有すること

などの技術的確認を得る必要があり、要素実験および模型実験を行なうこととした。以下に要素実験として行ったスイングジャッキ制御確認実験について記述する。

4. スイングジャッキ制御確認実験

(1) 実験装置

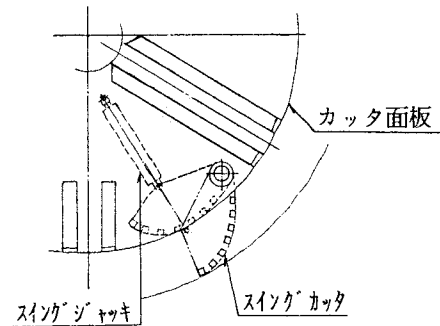


図-2 スイングカッタの構造

短径10m×長径13.5mの楕円をφ10mの円板カッタ1枚とその背面に取り付けたスイングカッタで掘削することを想定した実大規模の実験装置を製作した。

実験装置はスイングジャッキ、負荷反力ジャッキ、スイングジャッキのストローク制御系、記録計より構成し、負荷反力ジャッキのリリーフ圧を変化させることにより、地山の掘削抵抗を模擬した。写真-1に実験装置を示すが、スイングジャッキと負荷反力ジャッキは同一の仕様とし、最大ストローク1000mmの40tジャッキとした。

スイングジャッキのストローク制御系は、フィードフォワード(FF制御)とPID制御を組合せたもので、これらの組合せによりストロークの設定値と実測値の偏差を少なくすることを試みた。図-3に制御系の概念図を、図-4にFF制御の概念図を示す。

(2) 実験条件

以下の範囲で実験を行った。

- ・ジャッキスピード: 28cm/min~112cm/min
(円板カッタの回転数0.1, 0.2, 0.3, 0.4rpmに対応)
- ・ジャッキストローク: 0~700mm
(スイングカッタ先端の最大伸張長さ1.75mに対応)
- ・負 荷 反 力: 20tf, 40tf (一定, 断続)

(3) 実験結果

図-5に負荷圧力とストローク偏差の関係を示す。同図より一定負荷での偏差は1mm以下であり、断続負荷での偏差は4.5mmであった。図-6に負荷圧力と偏差がゼロに戻るまでの時間(t)の関係を示すが、tは断続負荷で最大9秒を示している。この値は制御のサイクルタイム100秒(円板カッタが0.3rpmで180°回転する時間)に対し許容できる値であり、偏差が前述のように4.5mmと小さいこともあって、今回の制御系でまず問題はないとの結論が得られた。

また、本実験で使用した油圧装置、電気制御システムは一般に使用されている汎用性のあるもので、制御システムの実機への適用に問題はないと考える。

なお、本研究は

建設省総プロ(地下空間の利用技術の開発)の一環として、建設省土木研究所、先端建設技術センターおよび民間7社(大林組、鴻池組、新日本製鐵、大成建設、

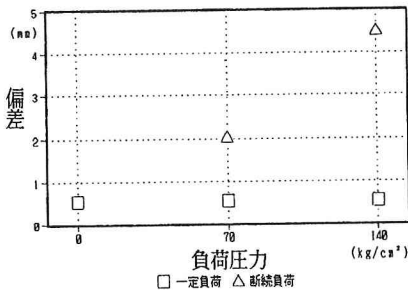


図-5 ストローク偏差(0.3rpm)

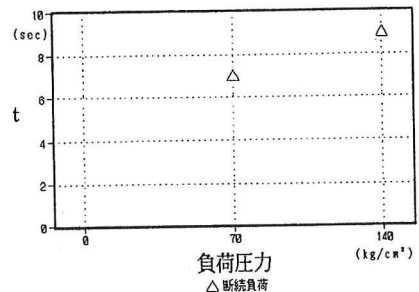


図-6 偏差がゼロに戻るまでの時間

竹中土木、東急建設、三菱重工業)の共同研究で実施したものの一部である。

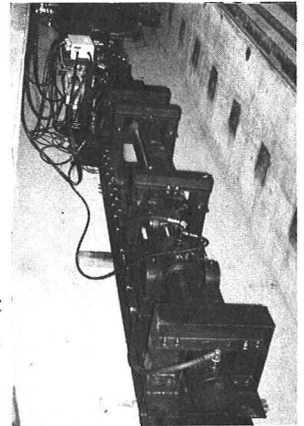


写真-1 実験装置

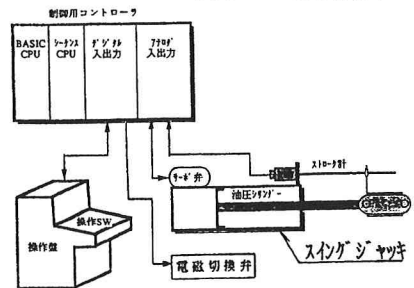


図-3 制御系の概念図

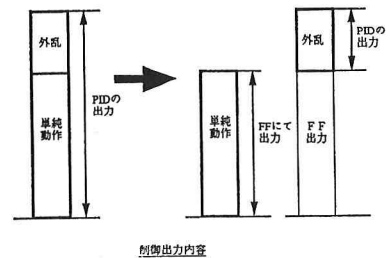


図-4 FF制御の概念図