

VI-90 異形断面シールド技術に関する研究（その4） —スイングカッタの性能実験（2）—

○ 鴻池組 正会員 中島 豊
大成建設 伊野敏美
三菱重工 森 輝幸

1. はじめに

スイングカッタの性能実験(1)の要素実験に引き続き、スイングカッタの掘削性能と制御システムの検証を行なうとともに、実機製作上の基礎データを得ることを目的として、シールド模型実験機を製作し、土丹層を模擬した模型地盤(掘削供試体)の掘削実験を行った。本文はその実験の概要について述べる。

2. 実験装置

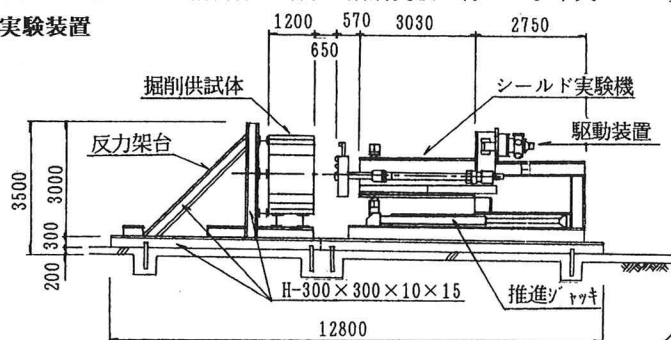


図-1 実験装置

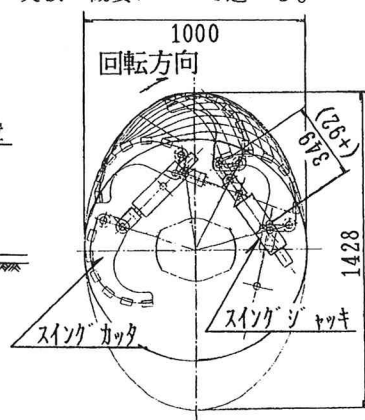


図-2 スイングカッタの構造

実験装置は模型実験機、掘削供試体、反力架台、計測システムより構成した。模型実験機の円板カッタはφ1.0mとし、その背面に2組のスイングカッタを対称に装備した。掘削供試体はφ2.0m、高さ1.2mの鋼管に粘土モルタルを打設し養生したもので、それを横向きとして掘削実験を行うこととした。掘削データは2台のパソコンを使用した計測システムで収集し、掘進完了後掘削断面を測定した。図-1に実験装置を示し、図-2にスイングカッタの構造と軌跡を示す。

3. 実験の条件

模型実験機は縦横任意の楕円掘削が可能であるが、今回の実験では縦楕円とし、カッタ回転数 ($f=2, 3, 4$ rpm)、推進スピード ($v=2, 3, 4$ cm/min)、楕円の偏平率(短径と長径の比 $=0.7, 0.8, 0.9$)、掘削供試体の強度 ($20\text{kgf/cm}^2, 30\text{kgf/cm}^2$:セメント量で調整)をパラメーターに掘削実験を行った。図-3に掘削断面の種類を示すが、各楕

円と同様に楕円の長径に等しい円形断面(偏平率 $=1.0$)の掘削実験も行い、楕円と円形の掘削データの比較検討を行った。写真-1に楕円断面の掘削状況を示す。

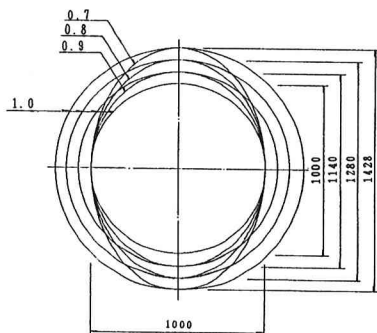


図-3 実験の種類

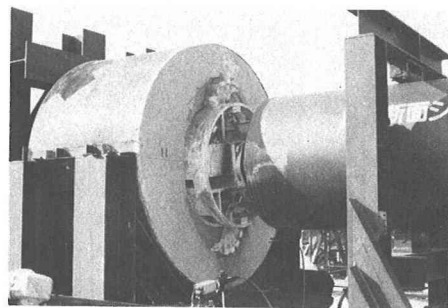


写真-1 掘削状況(楕円断面)

4. 実験結果と考察

実験に使用した掘削供試体の強度は目標強度 20kgf/cm^2 に対し平均: 19.5kgf/cm^2 、標準偏差: $1.45, 30\text{kgf/}$

cm^2 に対しては平均: 31.6 kgf/cm^2 , 標準偏差: 2.69 となった。

実験後の掘削断面の測定結果では円形、楕円とも計画断面と実測断面の偏差は小さく、また、再現性も極めて高いことが分かった。写真-2に楕円掘削後の供試体を示す。

図-4, 5にスイングカッタの位置とスイングジャッキのストロークおよび主カッタトルク（円板カッタのトルク）の関係を示す。この結果から以下のことが分かる。

①円形掘削、楕円掘削ともスイングジャッキのストロークは一定の軌跡で正確に制御でき、スイングカッタの形状の関係より鉛直位置 (90°) ではなく 105° 付近で最大値を示す。

②楕円の掘削トルクはスイングカッタの位置（スイングジャッキのストローク）の変化に伴い変動し、ストロークが最大の時点で掘削トルクも最大値を示し、その値は長径と同じ円形の掘削トルクと同等である。

図-6に掘削トルクの最大値とカッタビットの切込み量（カッタ1回転当たりの推進距離）の関係を示す。この図より掘削トルクとビットの切込み量には高い相関性があることが分かる。

5. おわりに

スイングカッタの性能実験(1)、(2)よりスイングカッタの実用化への道を開くことができたが、限られた条件下の模型実験であり、スイングカッタ及びそれに取り付けるビットの配置・形状あるいは砂・砂礫などに対する掘削能力など今後の課題も残った。また、今回の実験ではその目的には入れなかった楕円シールドにおける切羽の安定、方向制御なども課題点としてそのまま残されている。今後は中口径程度の楕円シールドを対象として具体的な施工計画をたて、課題点の整理を図っていく予定である。

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、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。

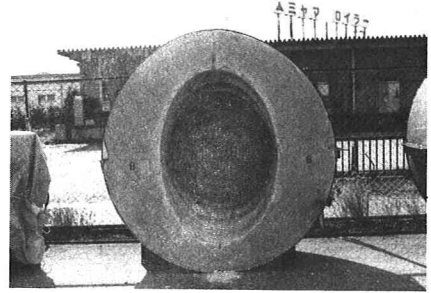


写真-2 掘削後の供試体（楕円断面）

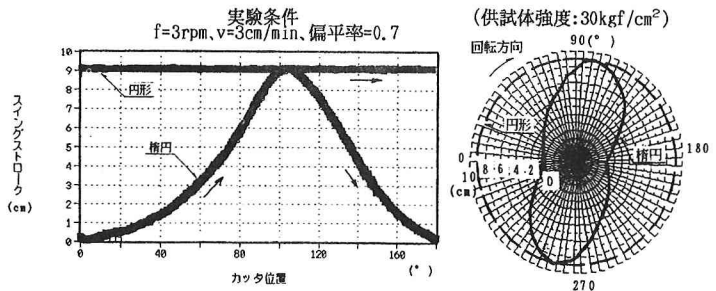


図-4 ジャッキストロークの変動（供試体強度： 30 kgf/cm^2 ）

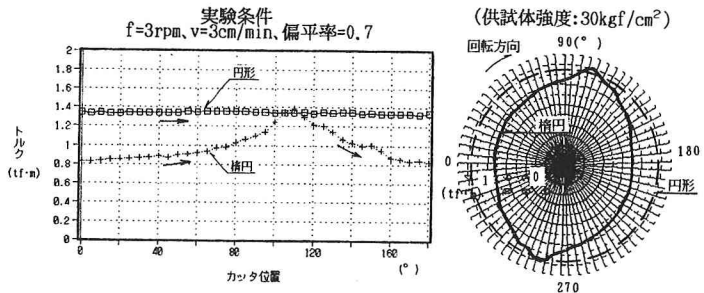


図-5 主カッタトルクの変動（供試体強度： 30 kgf/cm^2 ）

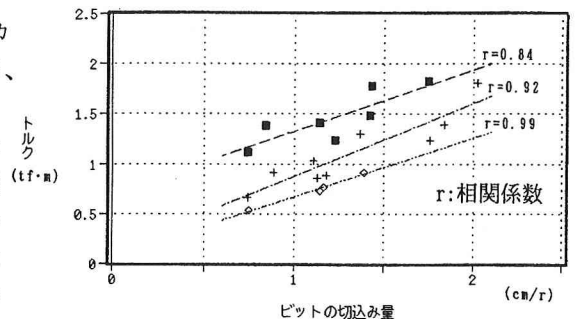


図-6 掘削トルクとビットの切込み量の関係