

日本電信電話公社 茨城電気通信研究所 正員 ○保 科 宏

正員 杉 本 稔 男

正員 有 岡 良 祐

1. まえがき

回転型メカニカルシールド機においてカッターバケット内における掘削土の挙動を明らかにし、排土効率を高めることは掘削能力の向上を図る上で極めて重要な問題である。特に小断面シールド機においては掘削部への人間の出入りが困難なことから、掘削部の信頼性を高め、トンネル内無人化を図る上からも不可欠な事項である。ここではそのうち粘性土のカッターバケット内付着、つまりの問題を取上げ、排土効率を高めるための1方法として、回転仕切羽根を用いた排土特性を、モデル実験装置により明らかにしたので報告する。

2. 回転仕切羽根の概要

1)構成： 回転仕切羽根の構成は図-1に示すように、中心軸Oの回りに等間隔に設けられた複数枚の羽根 $n_1, n_2, \dots, n_n$ で構成される羽根車(以下回転仕切羽根という) 図-1 回転仕切羽根の構成とカッターバケット周板の適当な位置に複数個装備したもので、固定設備された土かき棒Pにより、カッターバケットの回転につれて軸Oを中心とした回転をなすことができる。

2)回転仕切羽根と土かき棒の位置関係： 今図-1のように羽根長さQなる回転仕切羽根がカッターバケットの右回転につれて矢印Q方向へ移動するとき、中心軸Oを通るABから距離Rにある土かき棒Pは、ABより角 α の位置にある羽根 n_1 につき当り、さらに回転仕切羽根がQ方向に移動すれば、羽根 n_1 を反時計回りに β だけ回転させ、回転角 γ の位置 n'_1 に移動させる作用をなす。Oを中心と等間隔に設けられた羽根が上記の如き作用により連続的に間欠状の回転をなすためには次の関係が成立する。

① 回転角 β は羽根と羽根のつくる角に等しい。

② $\alpha = \gamma - \beta = \sin^{-1} \frac{R}{Q} - \beta$ (1)

但し $0 < \alpha < \frac{\pi}{2}$, $0 < \beta < \pi$, $\frac{\pi}{2} < \gamma < \pi$

③ $0 < \cos^{-1} \frac{R}{Q} < \beta < 2 \cos^{-1} \frac{R}{Q} < \pi$ (2)

3. 実験概要

1)実験装置： 実験装置の概要を図-2に、またその主な仕様を表-1に示す。

2)試料土： 使用した試料土(関東ローム)の性状を表-2に示す。

3)実験条件： 回転仕切羽根の効果を確認するため、回転仕切羽根を正常に使用したものと、未使用(土かき棒を取りはずし、回転仕切羽根を従来の固定型仕切板として使用したものの2種類の場合

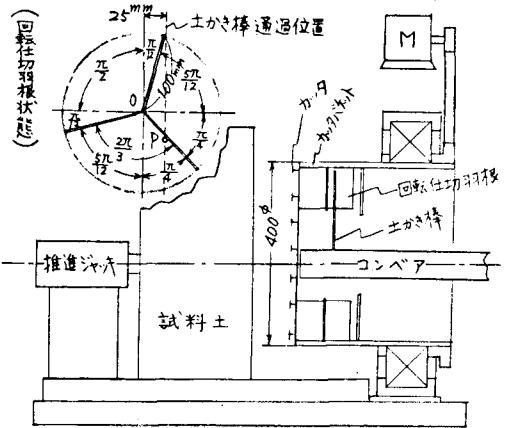
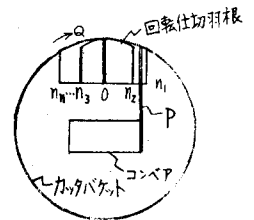
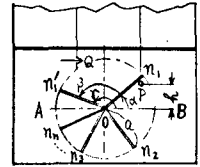


図-2 実験装置 概要

表-1 実験装置の仕様

項目	仕様
カッターバケット 外径	400φ
回転数	1.5~6.3 rpm
トルク	60 kg-m (max)
推進用シヤ ストローク	1,100 mm
スピード	6~200 mm
推力	2.5 tex
回転仕切羽根 羽根枚数	3 枚
羽根長さ	100 mm
羽根巾	100 mm
個数	3 個
取付位置	スロープ・スロープの中周
土かき棒 形状	円棒 10φ

について掘削実験を行なった。

4. 実験結果の概要

①トルク波形：実測したトルク波形の1例を図-3に示した。図-3から回転仕切羽根の回転によるトルクは約4 kg-mと推定され、全トルクの約25%程度を占めている。一方回転仕切羽根を使用したものと未使用のものを、掘進長200 mmの時点（掘削開始後600 sec経過後）で比較すると、未使用の場合は使用した場合のトルクの約1.7倍（回転仕切羽根の回転トルクを考慮に入れた場合は約1.3倍）となり、時間の経過と共にこの差はさらに大きくなる傾向にある。これは未使用の場合バケット内には既に土がつまり始めたことを意味しており、回転仕切羽根使用の効果が現われている。

②目視による観察結果

①回転仕切羽根未使用の場合：掘削された土は当初掘削土量に見合って排土されてくるが、次第にカッターバケット内に付着を始め、これが成長するとつまりが発生する。一旦つまりが始まると急激に排土条件は悪化し、遂には自力では全く排土できなくなる。その結果写真-1に示すように、カッターバケット内は、バルコンの周囲に丸く空間を残して掘削土が一杯につまり、図-3に示したカッター軸トルクの増加を裏付けている。

②回転仕切羽根使用の場合：バケット内の状態は写真-2に示すように、羽根の通過しない1部を除いて、バケット内には土のつまりはみられず、回転仕切羽根の効果を示している。一方土かき棒の取付位置については次のことが判明した。

③切羽側からみて、回転仕切羽根センターの後側に土かき棒を立てる方が、前側に立てるより排土上有利である。

④土かき棒をカッター中心よりも、カッター回転方向手前側に立てる方が排土上有利である。その適切な取付位置は、カッターバケットの回転数と土質により異なり、今回の関東ロームを使用した $n=2\text{rpm}$ の実験では、土かき棒は回転方向手前側に15~30°傾けて取付けることが適切であった。

5. むすび

今回は回転仕切羽根の排土特性におよぼす効果を、モデル実験装置により明らかとしたが、今後回転仕切羽根の信頼性についても検討を進めて行く予定である。終りに全面的な御協力を頂いた吉田工業株式会社の関係各位に厚く御礼申し上げます。

表-2 試料土（関東ローム）

項目	測定値
砂：シルト：粘土	25.4：72.1：2.5 %
含水比	65.4 %
粘着力	0.1 kg/cm ²
内部摩擦角	22°50'

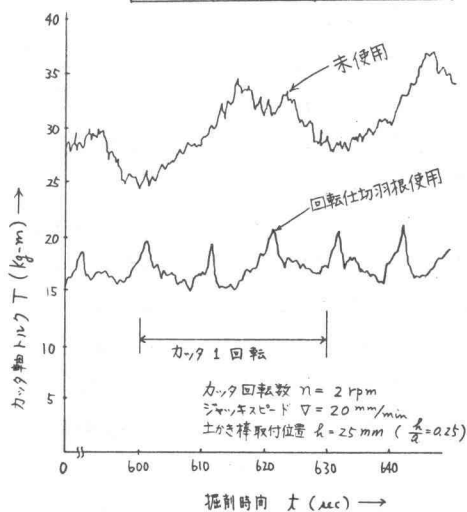


図-3 カッター軸トルク波形

