

親子型高速シールドの開発 ～その２ 切削性能～

戸田建設（株）東京支店土木部工事課 正会員○柳楽 毅
戸田建設（株）土木工事技術部 正会員 請川 誠
石川島播磨重工業 中根 隆

1. はじめに

「親子型高速シールドの開発～その１ 概要～」において、高速切削実験の目的、および実験装置、供試体の仕様について示した。本稿では高速切削実験の概要、実験結果、および考察について報告する。

2. 実験概要

C B 供試体切削実験を行い、掘進速度 320mm/min の高速掘進を実証するとともに、カッタ負荷に対し、影響を与える条件として考えられるビット条数、およびカッタ回転数、掘進速度、ビット形状（表－１参照）をパラメータとして、その際のカッタトルクと推力（カッタへのスラスト荷重）を計測した。各パラメータを任意に組み合わせ、計 44 ケースの条件下での切削実験を行った。なお、今回対象とする切削に関わるトルク値、推力値は、切削時に実測されたトルク値、推力値から非切削時の機械的抵抗を差し引いて求めた。

3. 予備実験

切削実験上の問題点を抽出するために、予備実験を行った。図-1は掘進速度 80mm/min 時のストロークに対する、トルク値、推力値の関係である。同一条件であるにも関わらず、ストロークが大きくなるに従い、トルク値、推力値が上昇していく。

この現象の原因として、ストロークが大きくなると切削土砂排土が不十分となり、切削土砂がカッタと供試体との間で圧密されやすく、その結果トルク値、推力値が上昇していくと推測された。そこで排土促進のため、多量の高圧水を切削部に噴射することで切削土砂の排土を行うとともに、ストロークの大きいところでは高速掘進を行わないことを留意して本実験を行った。その結果、トルク値、推力値のストロークに依存せず、一定の値として得ることができた。（図-2）

これは、実機での高速施工においても、掘進時の排土が非常に重要であることを示唆している。

キーワード：高速掘進、トルク、推力、切削

連絡先： 1) 〒104-0032 東京都中央区京橋 1-7-1

2) 〒478-8650 愛知県知多市北浜町 11-1

表－１ 掘削パラメータ変化量

供試体 強度	ビット すくい角	掘進速度	ビット条数	カッタ 回転速度
q_u	δ	V	n	N_c
[N/mm ²]	[°]	[mm/min]	[条]	[rpm]
0.34	30	320	8	4
0.44	20	160	4	3
0.72		80	2	2
0.88		40		
1.29		20		

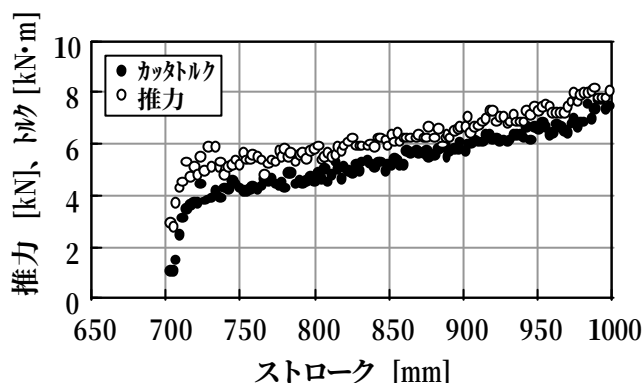


図-1 予備実験の一例（掘進速度 80[mm/min]）

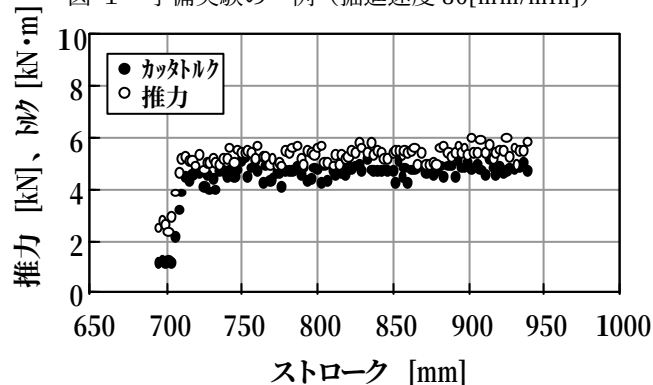


図-2 本実験の一例（掘進速度 80[mm/min]）

TEL 03-3535-1584 FAX 03-3567-4852

TEL 0562-31-8105 FAX 0562-31-8260

4. 実験結果

2章で示した実験概要で示した掘削パラメータを変化させて実験を行った結果、本実験条件においては供試体強度（ q_u ）、ビットすくい角（ δ ）の、トルク、推力に及ぼす影響は小さかったため、掘進速度（ V ）、ビット条数（ n ）、カッタ回転速度（ N_c ）の影響について報告する。



写真-1 実験状況

(1) 推力値のパラメータ依存性

図-3にビット条数と推力の関係を示す。推力はビット条数に対し、ほぼ比例関係があることがわかった（図中 α は定数を表す、以下他図も同様）。また掘進速度、カッタ回転数を変化させてもほとんど推力値に影響がなく、ビット条数（今の実験ではビット個数）の依存性がかなり強いこともわかる。これは、大気中の切削であるため、ビット刃先の貫入により供試体が破碎された要因が大きいと考えられる。

(2) トルク値のパラメータ依存性

図-4、図-5、図-6にそれぞれ掘進速度、ビット条数、カッタ回転速度と、トルクとの関係を示した。大気中切削であるため実際とは若干のずれはあると考えられるが、トルクは掘進速度（ V ）、ビット条数（ n ）に対し、比例している。カッタ回転速度（ N_c ）に対して反比例している。この結果は、ビット条数を倍増して、くい込み深さを半分にしてもトルクが下がらないことをしめしている興味深い結果であり、さらに掘り下げたい。

まとめ

- (1) 掘進速度 320[mm/min]の高速掘進が実証された。
- (2) 高速施工を行う場合、掘削土の排土効率が非常に重要である。
- (3) 掘進パラメータのトルク、推力への依存性が明確となり、かつ適切な高速掘進マシン設計が可能となる重要なデータを得心することができた。

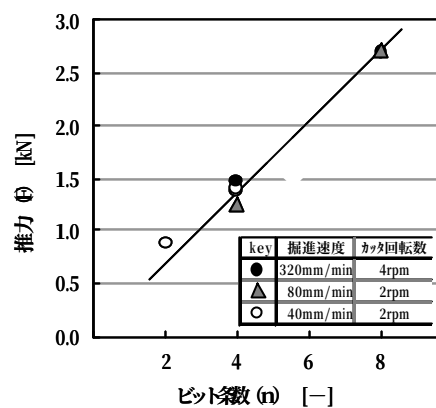


図-3 ビット条数と推力の関係

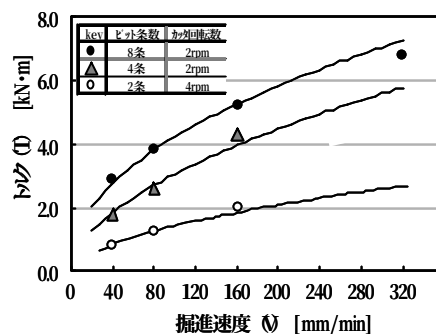


図-4 掘進速度とトルクの関係

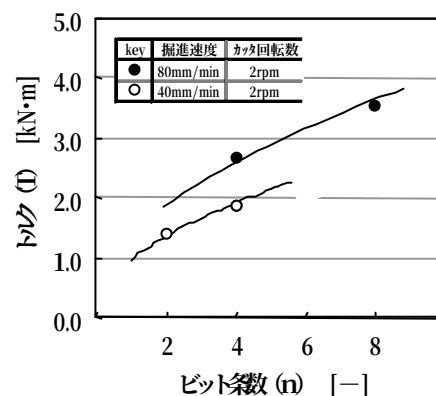


図-5 ビット条数とトルクの関係

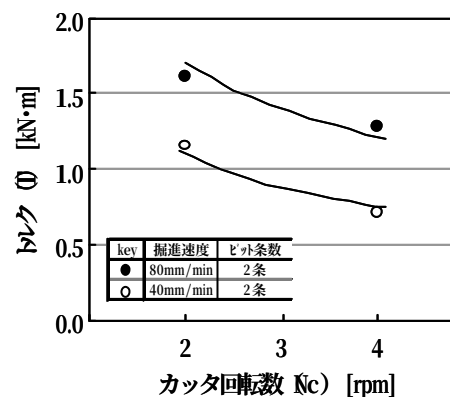


図-6 カッタ回転数とトルクの関係