

ドーナツ型TBMの掘削に関する研究 —モルタル供試体による掘削実験の考察(その2)—

株木建設(株) 正会員 ○株木 康吉
株木建設(株) 正会員 武田 光雄
立命館大学 正会員 小山 幸則

1. 概要

従来の全断面型TBMに対して、掘削を外周部と中心部に分けるドーナツ型TBMの開発を行っている。2015年の報告では、ドーナツ型TBMの掘削特性に関してモルタル供試体を使った掘削実験の結果を報告した。本報告は、その結果を受けて前年と同じ試験方法で、ドーナツ型については開口径を3種類(150, 330, 498mm)とし、実験1と実験2に分け、実験ごとに条件を変えて10ケースを行い、ドーナツ型TBMの優位性を明らかにした。

2. 実験条件および実験結果

実験1では、モルタル供試体強度 48N/mm² に対して、5 ケースの実験を行った。カッタ1個あたりに加わる押付力を同一にするため、カッタヘッドにかかる総押付力を変化させて、開口径の異なるドーナツ型3ケースと全断面型2ケースを実験し掘削特性を評価することとした。実験2では、モルタル供試体強度 55N/mm² と大きくするとともに、カッタヘッドの総押付力(70kN)を同一にすることで、全断面型との掘削時間を直接に比較することにした。実験1, 2の結果は以下のとおりである(図. 1, 2)。

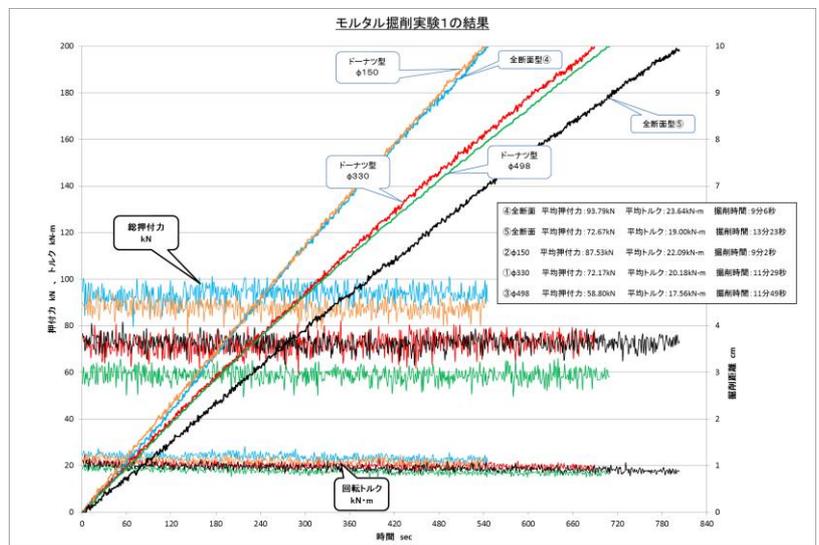


図. 1 実験1の掘削時間結果

- i) ドーナツ型φ150は、総押付力 87.5kN として掘削時間9分2秒と全断面型④とほぼ同じ時間で掘れたことで、実験1の条件では7% (87.5kN/93.8kN) の掘削時間効率を得られる結果となった。
- ii) ドーナツ型φ330は、総押付力 72.2kN として全断面型⑤とほぼ同じ総押付力の条件であったが、カッタ摩耗度が特におおきかったため、比較の対象から外した。
- iii) 総押付力と掘削時間の関係は全断面型、3種類のドーナツ型について同勾配であると仮定すると図. 3のようになる。

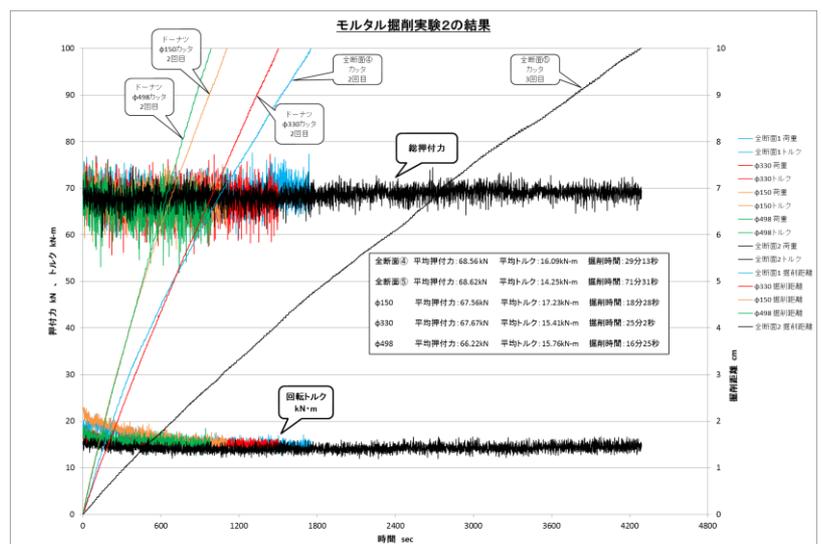


図. 2 実験2の掘削時間結果

ドーナツ型φ498は、最小の総押付力 58.5kNであったが、総押付力70kNライン

キーワード 山岳トンネル, TBM, 岩盤掘削, 新技術

連絡先 〒171-8560 東京都豊島区高田 3-31-5 株木建設(株)プロジェクト室 TEL 03-3984-4114

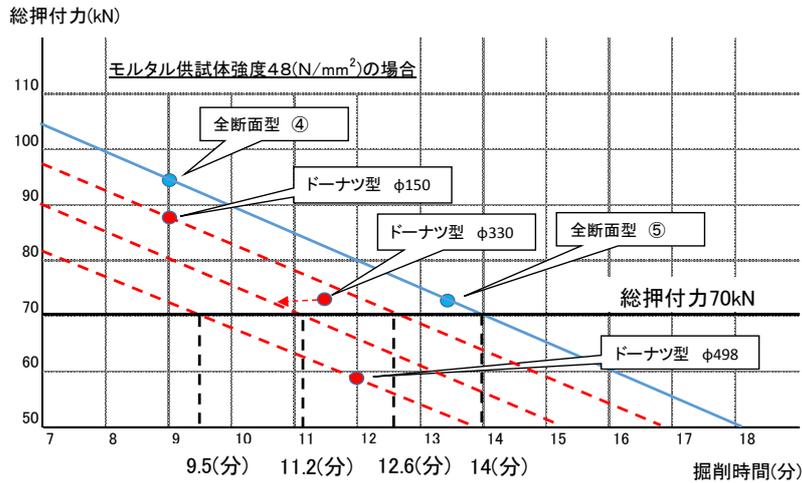


図.3 総押付力-掘削時間の関係(実験1)

で並べると、開口率の大きい分だけ掘削時間が短いと推定される。

実験1, 2の結果から掘削速度を決める要因として、総押付力、モルタル供試体強度、カッタ摩耗度の3項目が大きく影響することが分かった。そのことから、実験2のドーナツ型と全断面型の掘削時間の比較では、カッタ摩耗度が同程度のドーナツ型φ150, φ498と全断面型④を対象とした。掘削時間の結果は表.1と図.4に示すとおり、全断面型④を基準とすると、ドーナツ型φ150で37%、φ498で44%の掘削時間効率が得られる結果となった。

3. まとめ

ドーナツ型TBMは世界的にも例のない技術になることから、本実験でも初めてのことになり、10供試体の実験の条件を変えながら一つひとつ確認しながら実施した。実験結果は、実験目的であるドーナツ型が全断面型よりも機械的にも優位性があることを定量的に評価することになり、以下のような結果を得た。

- ① 実験1の結果から、当然であるが総押付力が大きくなると両方とも掘削時間も短くなり、ドーナツ型では掘削する面積が少ないほど、すなわち開口径が大きくなるほど全断面型より早くなることが確認できた。
- ② 実験2からは、本実験結果を受けて総押付力を同一にして実施した結果、全断面型に対してドーナツ型φ150(開口率2%)で37%、ドーナツ型φ498(開口率25%)では44%の掘削時間効率が得られドーナツ型の優位性が評価できた。
- ③ 10供試体の実験結果から、モルタル強度や総押付力およびカッタ摩耗度などの実験条件の違いから一律に並べて評価はできないが、中心部を掘削する全断面型よりは掘削しないドーナツ型が有利であることを立証できた。

表.1 全断面型に対するドーナツ型の掘削時間効率(実績値)

	総押付力(kN)	掘削時間(分)	掘削時間効率(%)	全断面型1.0に対する開口率
ドーナツ型φ150	67.6	18.5	0.63(37%)	0.98(2%)
ドーナツ型φ498	66.2	16.4	0.56(44%)	0.75(25%)
全断面型④	68.6	29.2	1.00	

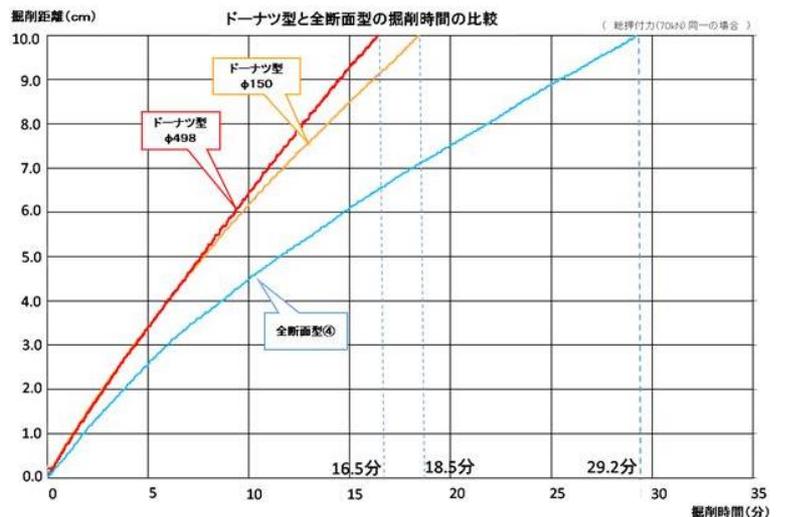


図.4 ドーナツ型と全断面型の掘削時間