

岩盤対応シールド機におけるローラーカッタの切削特性に関する実験 (その1) カッタ押付力の影響について

日本シビックコンサルタント株式会社 団 昭博, 飯田博光, 北原陽一
三星建設株式会社 金 応泰, 李 承馥

1. はじめに

岩盤層を含む地盤でのシールド工事では、ローラーカッタを装備した岩盤対応型のシールド機を採用し、岩盤を圧砕および隣接破砕させながら掘削するのが一般的である。

ローラーカッタの掘削性能は、岩盤の種類、一軸圧縮強度および岩盤の亀裂の状況(間隔・方向)など様々な要因によって異なることから、これらを十分に考慮してローラーカッタを配置する必要がある。

一方、カッタの摩耗に関する検討はこれまでに数多く実施されている¹⁾ものの、ローラーカッタの押付力や配置に着目した研究はほとんど行われておらず、過去の施工実績に基づいてローラーカッタを配置しているのが現状である。このため、過去の岩盤対応シールドの施工事例では、期待された掘削性能が得られないことにより、掘進が困難となった事例²⁾もある。

そこで、ローラーカッタの切削特性を把握することを目的として、疑似岩盤を用いた切削実験を実施し、押付け力と切込み深さの関係について評価を行ったので、ここで報告する。

2. 実験概要

(1) 供試体

これまでの施工実績より、切削岩盤の強度が高いほどローラーカッタの切削性能に大きく影響を及ぼすと考えられている。このため本実験では硬岩を想定し、表-1に示す材料特性を有する供試体を用いて実験を行った。なお、供試体の寸法は、カッタの転動距離を考慮して、切削方向1.7m、幅1.3m、厚さ30cmとした。

(2) 実験方法

実験装置は写真-1に示すように、鉛直方向を可変、水平方向を固定とする治具に17インチのローラーカッタを取り付け、油圧ジャッキにより一定の押付力を導入できる機構とし、供試体を油圧ジャッキにより水平方向に移動させることで切削状況を模擬し、同一箇所での切削を最大3層まで繰り返し実施した。

(3) 実験ケース

実験ケースは、ローラーカッタの切削性能に影響を及ぼすと考えられる押付力、切削間隔、切削速度および切削順序のうち押付力に着目し、押付力を変化させたことによるローラーカッタの破砕状態の違いを確認するために、表-2に示すとおり設定した。



写真 - 1 実験装置

表 - 1 供試体材料特性

ケース	圧縮強度 (N/mm ²)	引張強度 (N/mm ²)	弾性係数 (kN/mm ²)	ポアソン比
1	134	7.2	49.0	0.20
2	143	5.6	46.3	0.21
3	134	4.9	49.2	0.21

表 - 2 実験ケース

ケース	押付力 (kN)	切削間隔 (mm)	切削速度 (m/min)	切削順序
1	100	75	9	
2	150			
3	200			

keywords : シールドトンネル, ローラーカッタ, 切削性能, 実験

連絡先 〒116-0013 東京都荒川区西日暮里2-26-2 日本シビックコンサルタント(株) 技術本部技術研究部 TEL 03-5604-7542 FAX 03-5604-7558

3. 実験結果

実験結果として、カッタ押付力と切削状況の比較を表 - 3 に示す。これよりわかることを以下に述べる。

- ・押付力 100kN の場合、供試体がフレッシュな状態である 1 層目の切削では表面にカッターの切込み痕が残る程度で隣接破壊は発生せず、2 層目切削後においても走行ストローク 600~900mm 付近の一部で隣接破壊が発生したものの、ほとんどの範囲で隣接破壊に至らなかった。
- ・押付力 150kN の場合、1 層目切削後は走行ストローク 600mm 以降の範囲で隣接破壊が確認できるものの、多くの範囲が切削線近傍の表面が破碎した程度であったが、2 層目の切削によって、ほとんどの範囲で隣接破壊が確認できる。切削破片は最大で 100mm×100mm 程度である。
- ・押付力 200kN の場合、1 層目の切削によってストローク 500mm 以降のほぼ全体の範囲で隣接破壊が確認できる。また、2 層目の切削後には 600mm 以降で測定器の測定限界を超える破壊に至ったが、100mm×200mm 以上の大きな切削破片が発生しているため、泥水式シールドでは排泥管の閉塞が懸念される。

一方、切削時の切込み深さに着目し、平均切込み深さと押付力の関係を整理した結果を図 - 1 に示す。これより、供試体が健全な状態である 1 層目の切削深さは 4mm 程度であるのに対し、切削回数を重ねることによって切込み深さは増加する傾向を示している。これは、1 回の切削によって切削部周辺に微細なひび割れが発生するなどして、次層の切削位置付近の強度が低下したことによるものと考えられる。

ローラーカッタの設計では、通常、健全な地山の強度特性および変形特性を用いて切込み深さを検討している³⁾が、本実験では 1 層目の切削がこれに該当することを考慮すると、切込み深さは 4mm 程度と推定される。しかし、実施工では前層の切削によって地山の乱れが発生していることを考慮すると、2 層目切削時での切込み深さと押付力の関係が現実的な水準にあると考えられる。

以上のことから、切削性能としては押付力 150kN が効率の良い切削性能を有していると考えられる。

4. まとめ

以上、押付力の違いによる切削性能を評価することができたが、今後、本結果を踏まえて設計に反映することが課題である。

【参考文献】

- 1)例えば、秩父，吉野，佐藤：シールド掘進機におけるディスクカッター摩耗量の推定方法に関する研究，土木学会論文集-45,pp93-102,1999.12.
- 2)秋田自動車道湯田第二トンネル TBM 施工に関する調査検討報告書，日本トンネル技術協会，1994.2.
- 3)TBM ハンドブック，日本トンネル技術協会，2000.2.

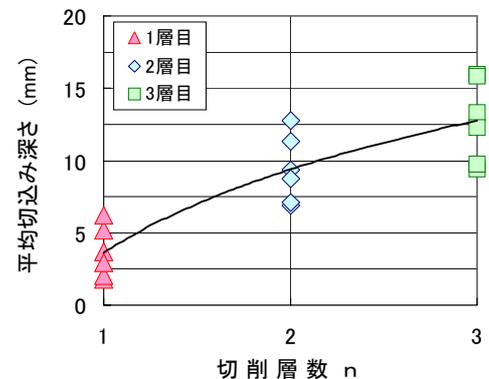


図 - 1 切削層数と平均切込み深さの関係（押付力 150kN）

表 - 3 カッタ押付力と切削状況の比較

切削層	押付力：100kN	押付力：150kN	押付力：200kN
1 層目			
2 層目			