

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２）切削間隔の影響について

日本シビックコンサルタント株式会社 飯田博光，団 昭博，小林 亨
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．しかし一方で，ローラーカッタの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現状を考慮して，著者らは，ローラーカッタの切削特性を定量的に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てきた¹⁾．

本報告は，ローラーカッタの最適な配置を把握することを目的として，切削間隔の違いによる切削特性の影響について，実験結果を踏まえて評価を行ったものである．

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，硬岩と同等の性能が期待できる超高強度コンクリートを用いて切削方向 1.7m，幅 1.3m，厚さ 30cm の供試体を製作した．供試体の材料特性を表－１に示す．

(2)実験方法

実験装置は，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．測定項目を表－２に示す．

(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，切削間隔に着目して表－３に示すとおり設定した．

表－２ 測定項目

項 目	測定機器
切削距離	ストローク計
押付力	ロードセル
切削速度	変位計，時間
切込み深さ	変位計
走行抵抗	ロードセル

３．実験結果および考察

切削間隔と切削状況の比較を表－４に示す．これより得られた結果を以下に述べる．

表－３ 実験ケース

表－１ 供試体材料特性				ケース	切削間隔 (mm)	押付力 (kN)	切削速度 (m/min)	切削順序
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	75	150	9	
137	5.9	48.2	0.21	2	90			
				3	105			

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

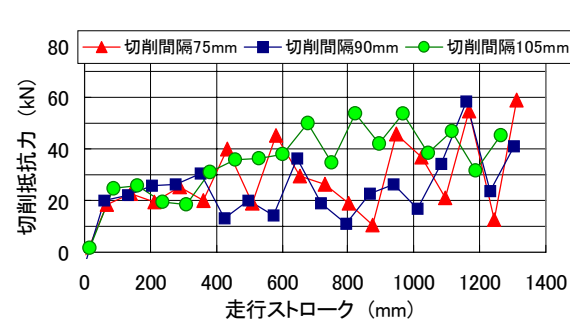
- ・ 切削間隔 75mm の場合、供試体が健全な状態である 1 層目の切削では、ストローク 600mm 以前の範囲で隣接破壊は認められないものの、2 層目の切削によってほぼ全体で隣接破壊が発生している。
 - ・ 切削間隔 90mm の場合、1 層目の切削により走行ストローク 700mm 以降の範囲で隣接破壊が確認されるものの、それ以前の範囲では切削線近傍の表面で破碎する程度で隣接破壊はほとんど認められない。これに対し 2 層目の切削では、ほぼ全体の範囲で隣接破壊が確認できる。
 - ・ 切削間隔 105mm の場合、1 層目の切削では切削痕が認められる程度で隣接破壊は認められず、2 層目の切削によって隣接破壊が確認できる。しかし、切削間隔 75mm および 90mm に比べて切削能力は劣る。一方、2 層目切削時における走行ストロークと切削抵抗力の関係を図－1 に、切削間隔と平均切削抵抗力の関係を図－2 にそれぞれ示す。これらより、得られた知見を以下に述べる。
 - ・ ストロークと切削抵抗力の関係をみると、切削間隔が 75mm と 90mm では隣接破壊の発生によって切削抵抗力が 10～50kN の範囲で大きく変動する傾向を示しているのに対し、切削間隔 105mm では隣接破壊の程度が小さいことにより、切削抵抗力は 30～55kN の範囲で比較的安定して推移している。
 - ・ 各層の切削時における切削間隔と切削抵抗力の関係をみると、切削間隔 75mm および 90mm では、2 層目切削時の切削抵抗力は供試体が健全な状態である 1 層目切削時に比べて 13～25%程度減少しているのに対し、切削間隔 105mm では同程度である。これは、前層の切削による影響が次層の切削位置まで達しておらず、供試体は健全な状態を保っているためと考えられる。
- 以上のことから、切削間隔 105mm では他の条件に比べて切削抵抗が大きくなるため、実施工では掘進速度を低下させて対応することが望ましい。また、カッタと岩盤の動摩擦係数が高くなると予想されることから、長距離施工ではカッタの摩耗に留意すべきと考える。

4. まとめ

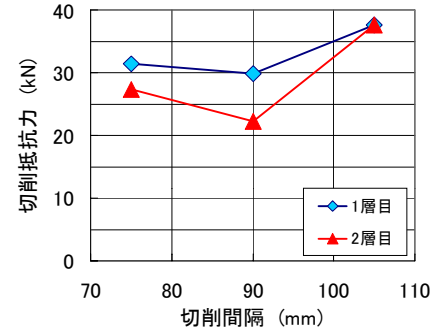
以上、切削間隔の違いによる切削性能を評価することができたが、今後、本結果を踏まえて設計に反映することが課題である。

【参考文献】

1) 団, 飯田, 北原ら：岩盤対応シールド掘におけるローラーカッタの切削性能に関する実験（その1）カッタ押付力の影響について, 土木学会第 59 回年次学術講演会, 2004.9（投稿中）。



図－1 走行ストロークと切削抵抗力の関係



図－2 切削間隔と切削抵抗力の関係

表－4 切削間隔と切削能力の比較

切削層	切削間隔：75mm	切削間隔：90mm	切削間隔：105mm
1 層目			
2 層目			