

TBM掘削の条件による振動・騒音影響の相違

西松建設 正会員 戸松 征夫、正会員 水野 晋
 // 正会員 後藤 二郎、正会員 仲野 義邦

1. はじめに

TBM掘削により地表で振動・騒音の影響が生じることがある。立坑などの開口部がなくとも周辺の民家に騒音影響が生じるのは固体音伝播の現象とみなされている。このような騒音は、トンネルが住宅地区を通過する時に、施工の上で問題となる場合がある。

そこで、TBM掘削の条件を変化させることにより、周辺への振動・騒音影響がどの程度変化するかの実験的調査を行い、現象の特徴を把握したので、その概要を報告する。

2. 調査の概要

TBM掘削時に掘削トンネル路線に近い地上の小屋の中で、運転条件を変えた時の振動・騒音を計測した。この振動・騒音は、人が室内で感知できる程度にある。

掘削条件として、カッター回転速度、掘進速度、およびスタビライザー操作を変えた9ケースで測定を行った。

なお、測定時の掘削等は次の条件である。

- 1)掘削岩 : 石灰岩
- 2) TBM口径 : 11.8m
- 3)土被り厚 : 22m
- 4)小屋の水平距離 : 7 m

3. 調査結果

実験は各ケースを約3分間保持し全体で1時間弱の操作を行った。短時間のため岩盤条件は一定に近い状態であった。TBMの運転状態と測定結果を並べて図-1に示す。上から～がTBM運転に関するデータ、とが切羽から約30m離れ

た地表での測定データである。

掘進速度、 スラスト力、
 カッター回転数、 カッターヘッド力、
 小屋の振動、 小屋の騒音

図-1一番上のグラフ中にある矢印と(1)～(9)記号は、掘削条件別に運転した時間帯とケース番号である。

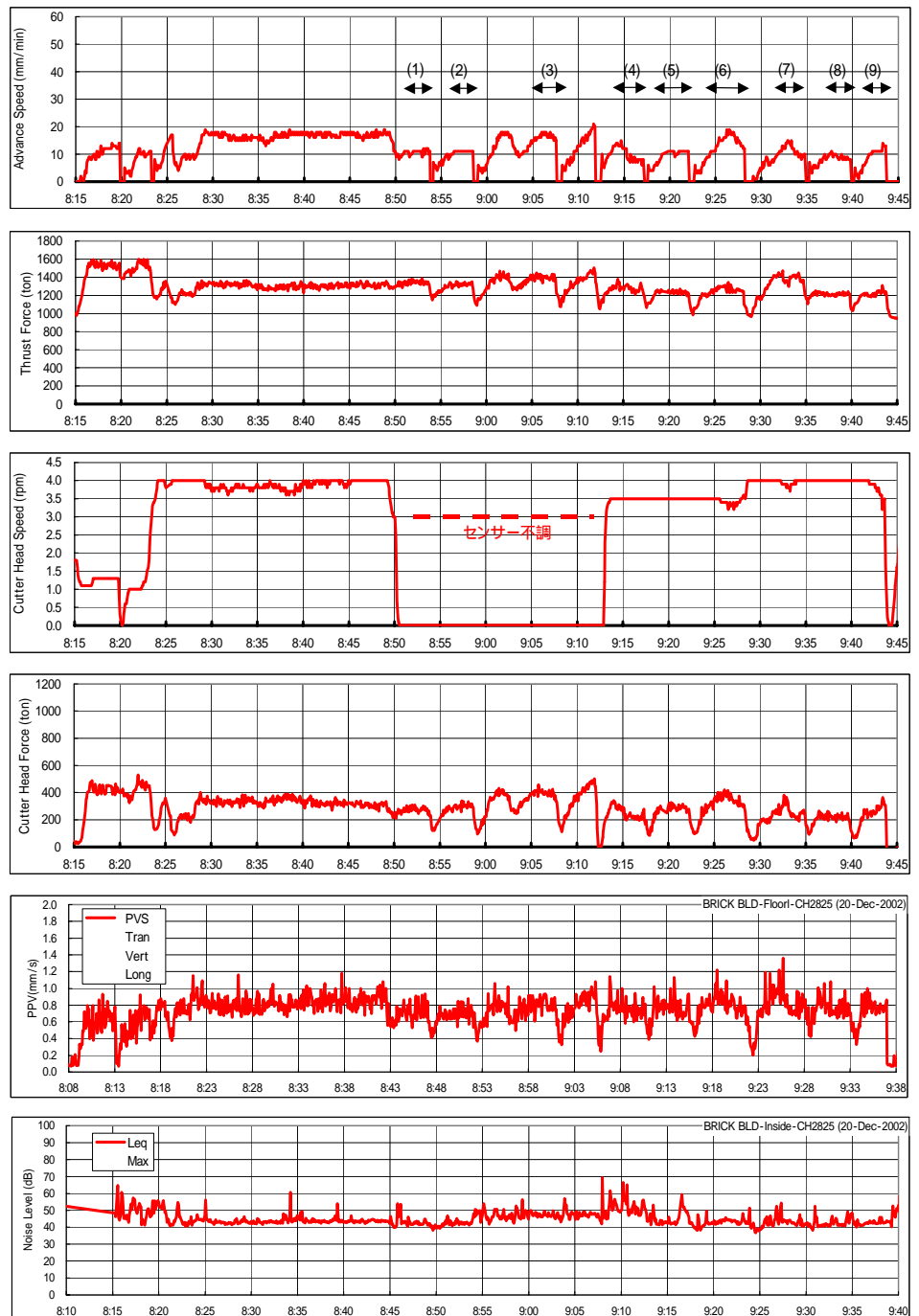


図-1 掘進記録と振動・騒音測定結果

図 - 1 の下から 2 番目が 振動データであり、すぐ上のカッターヘッド力とかなり対応する。切羽から離れた地表で掘削状況が振動として反映される。図 1 の 1 番下は 騒音データであり、運転変更の切目が現れないなどで、掘削条件との対応を把握しづらい。

図 - 1 から振動・騒音に関して、次の特徴がみられる。

- 1) 振動 の時間変化は T B M のカッターヘッド力 と対応が良い。
 - 2) 振動はほぼ 0.5 ~ 1.0 mm/sec の範囲であり、最大で 1.2 mm/sec に達した。
 - 3) T B M による騒音レベルは、ほぼ 40 ~ 50 dB の範囲にある。記録上にこれを上回る騒音が出ているが、測定点周辺で生じたノイズの影響である。
 - 4) 計測小屋内の騒音 は、T B M 運転との対応が悪い。
- 図 1 のグラフから、実験ケースごとに振動・騒音のピーク値の平均的な値を読み取り、表 - 1 に示す。

表 1 T B M 運転条件と振動と騒音の比較

ケース	カッター回転数	掘進速度	スタビライザー	時刻	スラスト力	カッターヘッド力	最大振動速度	等価騒音レベル
	rpm	mm/min	on/off	hh:mm	ton	ton	mm/sec	dB
(1)	3.0	10	on	8:51-8:54	1350	280	0.85	42
(2)		10	off	8:56-8:59	1350	300	0.80	44
(3)		15	off	9:05-9:08	1400	400	0.85	48
(4)	3.5	10	on	9:14-9:17	1300	280	0.85	50
(5)		10	off	9:19-9:22	1250	300	0.90	42
(6)		15	off	9:25-9:28	1300	380	1.00	44
(7)	4.0	10	on	9:31-9:35	1400	250	1.00	44
(8)		10	off	9:36-9:39	1200	230	0.85	42
(9)		15	off	9:44-9:46	1250	250	0.90	44

振動の相対的に大きな値がケース(7)(8)で、騒音レベルの大きな値が(3)(4)で出ている。これらは周辺からの振動や騒音のノイズ等を避けられなかったことに起因する。

4. 影響の分析

地上での振動とカッター回転数との関係を、掘進速度をパラメータとして、図 - 2 に示す。図 - 2 から、次の特徴が把握される。

- 1) 掘進速度を 2/3 落とすと、振動は 1 割程度減少する
 - 2) カッター回転数を減しても、振動減少は明瞭でない
- 同様に、小屋内での騒音とカッター回転数の関係を、掘進速度をパラメータとして図 - 3 に示す。図 - 3 のカッター回転数 3.0 でみられる 48 dB の値は、周辺からのノイズが原因しており、考慮して差し引くことが必要となる。それでも、全体として以下の特徴が把握される。

- 1) 掘進速度を落とすと、騒音も減少傾向が認められる
- 2) カッター回転数を減しても、騒音減少は明瞭でない

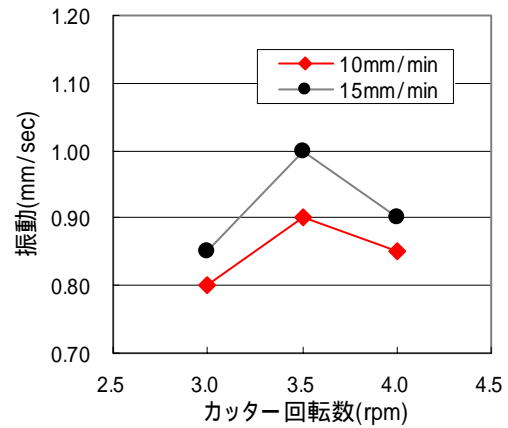


図 - 2 掘進条件による振動影響の相違

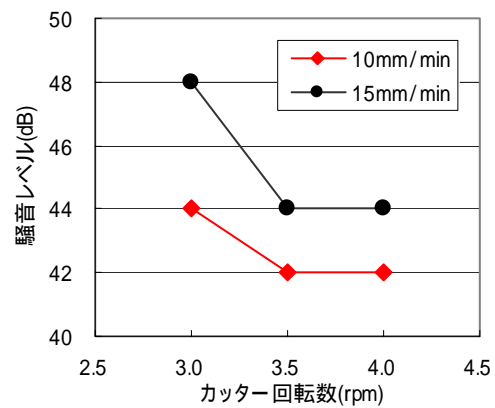


図 - 3 掘進条件による騒音影響の相違

3) 測定点近辺でのノイズの影響を受け易い

この他に、スタビライザー装置動作の on/off の条件を変えて比較したが、振動・騒音への影響はほとんどみられなかった。

5. まとめ

T B M 掘削の条件による振動・騒音影響の相違に関して、掘進速度を 2/3 に落とすと、振動を 1 割低減する効果が認められ、騒音も低減傾向が認められた。他方、T B M のカッター回転数を減少しても振動・騒音の低減は明瞭に表れなかった。

ただし、岩盤が軟弱な区間であったため、T B M 掘削の条件として制御できた範囲が限られ、広い条件設定下で振動・騒音影響の傾向を把握できていない。

参考文献 1) 水野・戸松・石山・岡井: T B M 掘削時における周辺への振動影響, 岩の力学国内シンポジウム, 第 11 回, H07, 2002.1
2) 戸松・水野・石山・岡井: T B M 掘削時の周辺における振動測定, 土木学会年次学術講演会, 第 57 回, -720, H14, 2002.9