

III-328 TBMによる掘削に伴う振動・騒音特性

橋奥村組 正会員○浜田 元
 本四公団 河野英雄
 橋奥村組 牧野卓三
 橋奥村組 正会員 萩森健治

1. はじめに

市街地の硬岩トンネルの掘削工事において、振動・騒音対策の観点からTBMを採用するケースが増えている。しかし、民家に極めて近いところでは、掘削に伴う振動・騒音が問題となる場合がある。ここでは、TBMにより掘削を行っている現場において振動・騒音計測を行い、データ解析を行った結果について述べる。

2. 計測概要

今回計測を行った測点の諸条件および計測項目を表-1に、測点の位置関係および3成分の方向を図-1に示す。サンプリングレートは、地上（A、B、C点）で1000Hz、坑内（D、E点）で2000Hzである。地質は、B～C_H級の比較的硬質な花崗岩で、一軸圧縮強度は1500

～2000kgf/cm²、弾性波速度(V_p)は3500～4500m/sである。TBMの仕様を表-2に示す。

3. 計測結果

掘削時の振動波形の時

刻歴（B点：アパート4階）を図-2に示す。各測点の最大振動速度(kine)および振動レベル（速度データより換算¹⁾）を表-3に示す。振動レベルは40～60dB程度となっている。最大振動速度（Z成分）と距離の関係を図-3に示す。最大振動速

度は距離の2乗に逆比例する傾向が認められる。この傾向は、X、Y成分でも同様であった。

4. 解析結果

TBMによる掘削時のD、A（騒音含む）、B点の3成分の波形のスペクトル解析結果を図-4に示す。スペクトル・ウィンドウとしてParzenウィンドウ（バンド幅：D点5.0Hz、A、B点2.5Hz）を採用し、縦軸は、自

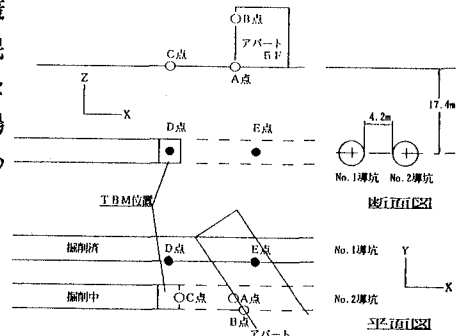


図-1 測定の位置関係および3成分の方向

表-2 TBMの仕様

掘削径	5000 mm	カッタ電動機	150kW×6=900kW
機長	19470 mm	カッタ刃	108t・m
全長	59970 mm	カッタ回転数	7.5r.p.m
重量	260 t	カッタ径	394mm
出力	1080 kW	カッタ数	37 個
推力	212t×4=848t	後続台車	3台
外押付け力	1048 t	ベルト	600W×248m/φ2台

表-1 測点の諸条件および計測項目

測点	距離 (m)	測点諸条件	計測項目
A	25.7	地表面（表土）	振動速度3成分、振動レベル3成分、騒音
B	32.6	アパート4階	振動速度3成分
C	17.4	地表面（岩盤）	振動速度3成分
D	7.0	No.1導坑側壁部	振動速度3成分
E	23.0	No.1導坑側壁前方	振動速度3成分

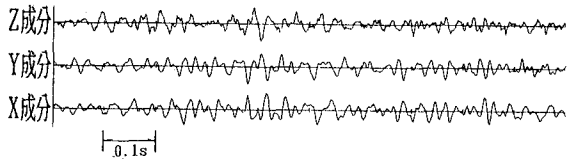


図-2 時刻歴（B点）

表-3 最大振動速度と振動レベル

測点		A	B	C	D	E
最大振動速度 (kine)	X	0.043	0.007	0.044	0.070	0.010
	Y	0.040	0.006	0.022	0.04	0.012
	Z	0.044	0.009	0.039	0.080	0.008
振動レベル (dB)	X	49.1	30.9	50.1	38.7	29.7
	Y	47.4	29.9	41.5	38.7	25.0
	Z	57.4	43.2	53.1	51.2	37.6

表-4 自己相関の最大値

測点		A	B	C	D	E
自己相関の最大値 (×10 ⁻⁴ kine/s)	X	1.693	0.029	2.483	0.750	0.027
	Y	1.098	0.026	0.337	0.500	0.021
	Z	1.556	0.056	0.864	1.279	0.039

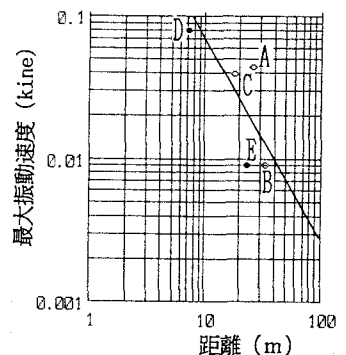


図-3 最大振動速度と距離の関係

己相関の最大値で基準化して表わしている²⁾。自己相関の最大値を表-4に示す。以下に、各点のパワースペクトルについて特徴を述べる。

D点では、幅広い振動数を有する波の存在が認められる。3成分で卓越が認められる振動数は、30~35Hz付近である。その外では、X成分で86Hz付近に、Y、Z成分で235Hz付近に卓越が認められる。

A点では、3成分で卓越が認められる振動数は、25~55Hz付近である。

B点では、3成分で卓越が認められる振動数は、20~60Hz付近である。その外の特徴としては、3成分で90~100Hz付近に、X、Y成分で5Hz付近に特徴が認められる。90~100Hz付近の波は、図のスケール上増幅したように見えるが、これは図-4の縦軸を自己相関の最大値で基準化しているためであり、B点

のパワーはA点に比べて全体的に減衰しているのに対して、90~100Hz付近の波は、減衰していないことを示している。5Hz付近の波は、A点のパワースペクトルでは認められない。これは、アパートの固有振動数付近で増幅したものと考えられる。

騒音（A点）のパワースペクトルは、A点よりはむしろB点のパワースペクトルに類似しており、これはアパートの振動が音として空气中に伝播したものと考えられる。

5. まとめ

TBMによる掘削に伴う振動・騒音について計測を行い、スペクトル解析によってその特徴を明らかにした。すなわち、幅広い振動数を有する波が地盤を伝播し、地表面に達する際、20~60Hzの波が卓越する。その後、波は、アパートに伝播することにより減衰するが、20~60Hzの波は依然卓越しており、アパートの固有振動数と思われる5Hz付近にも振動数の卓越及び増幅が認められる。また、この間、90~100Hzの波は、減衰することなくアパートに伝播していることが認められる。騒音のパワースペクトルは、B点のパワースペクトルと類似しており、アパートの振動が音として空气中に伝播したものと考えられる。振動レベルは、40~60dB程度であった。最大振動速度は距離の2乗に逆比例する傾向が見られた。

- 参考文献 1) 国松 直：発破に起因する振動の振動レベルに関する研究、京都大学学位論文、1991
2) 森尾 敏、吉川 実：交通振動の伝播特性、土と基礎35巻6号 pp.57~62、1987.6

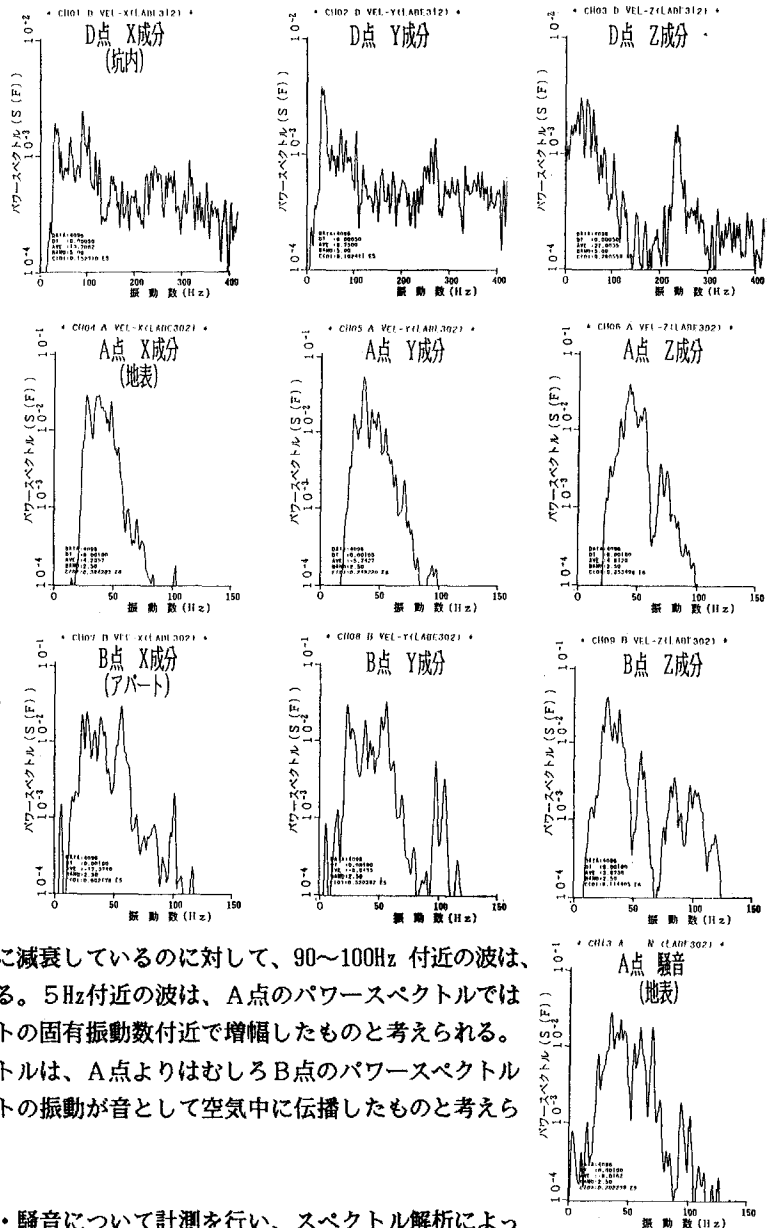


図-4
パワースペクトル