

## 開削トンネルの仮設土留めが交通振動に及ぼす影響

日建設計シビル 正会員 ○西山誠治 ゲン コン サン  
 日建設計シビル 正会員 杉本隆男 片桐雅明  
 室蘭工業大学 正会員 木幡行宏

### 1. はじめに

近年、環境意識の高まりから、道路・鉄道などの交通荷重を加振源とする周辺地盤振動の影響が議論される機会も多い。これまで筆者らは、開削トンネルの埋戻し材に着目し、 $N=10$  の砂質土と剛性の高い流動化処理土の2ケースで、地表面の自動車荷重 および地下鉄内部の列車荷重を加振源とする周辺地盤振動に対して、どの程度影響があるかを検討してきた<sup>1)</sup>。本研究では、土留め壁を考慮した場合に、どの程度振動低減効果があるか検討する。

### 2. 検討条件

検討対象の開削トンネルを図1に示す。地盤が軟弱であるため交通振動に起因する地盤振動が問題となる可能性があり、地表面の自動車荷重および地下鉄内部の列車荷重を加振源として検討する。

地下鉄は、土被り4 m程度、幅10 m、高さ7 mの1層1径間の開削トンネルを想定する。解析では、地盤条件をせん断弾性波速度と単位体積重量に着目して図2のようにモデル化する<sup>2)</sup>。解析は2次元FEMによる周波数応答解析とし、地盤を平面ひずみ要素、開削トンネルを梁要素でモデル化する。減衰は複素剛性でモデル化し、 $h=0.01$  とする。解析モデルの要素幅は、対象周波数40 Hzまで考慮できるよう0.5 m~1.0 mとする。解析領域は道路中心から片側50 mとするが、モデル幅は境界の影響に配慮して片側100 mとする。側面はエネルギー伝達境界、底面は粘性境界とする。

解析に用いた物性値を表1に示す。解析は、埋戻し材が(1)一般的な川砂を用いた場合として $N=10$ の砂質土、(2)現地発生土を用いた流動化処理土<sup>3)</sup>の2種類について、仮設土留めがある場合とない場合の計4ケースを検討した。なお、土留めとして、トンネル側壁から1 m位置に矢板(IV型)が地表からGL-25.8mまである場合を想定した。

加振は、地表面および地下鉄内部とし、鉛直方向に単位加振力(1 kN)で周波数を1 Hz~40 Hzまで0.5 Hz毎に加振して地表面の加速度を調査する。今回、加速度は鉛直方向に着目し、 $VAL=20 \cdot \text{Log}_{10}(A/A_0)$  dB,  $A_0=10^{-5}$  m/sec<sup>2</sup> で振動加速度レベル(dB)に換算して評価する。

### 3. 検討結果

埋戻し土 $N=10$ の砂質土の場合について、矢板の有・無のケースを比較して、地表加振の結果を図3に、地中加振の結果を図4に示す。なお、これらは単位加振力に対する応答(伝達関数)で、実際に生じる交通振動値ではないため参考値である。しかし、矢板が無い場合から矢板を考慮した場合の振動値の相対的な差は意味があり、これについて考察する。

- ・地表加振に対して矢板より遠方(5.5m以上)では、20Hzの13m付近の振動の節を除いて、2~3dB程度振動が小さくなっている。
- ・地中加振に対して5 Hzでは変化が少なく、20 Hzでは振動が減る地点が多いが、10 Hzおよび30 Hzでは距離により増減する。

ここで、振動低減効果は地点毎に異なるが、全般的な振動低減効果を表す指標として0 m~50 mの振動低減量の平均値に着目する。埋戻し $N=10$ 砂質土と埋戻し土が流動化処理土の場合をあわせて図5に示す。これよ

キーワード 開削トンネル, 埋戻し, 振動

連絡先 〒541-8528 大阪市中央区高麗橋4-6-2 (株)日建設計シビル TEL06-6229-6372

り、地表面加振では埋戻しが処理土の場合で 12~15Hz、N=10 砂質土の場合で 15~16 Hz 程度で効果が少ないが、他の振動数では概ね低減効果がある。地中加振では処理土・砂質土の場合ともに、5~13 Hz および 30Hz 以上では逆効果であるが、それ以外は低減効果のあることが分かる。これより、今回の条件では、仮設土留めは地表加振の地盤振動に対して地中加振よりも振動低減効果があるといえる。

4. まとめ

1 例ではあるが、開削トンネルの側方の仮設土留めにより、地表および地中の交通振動を減少できる可能性のあることが分かった。振動低減に必要な矢板剛性や低減のメカニズム等は今後検討していく必要がある。

参考文献 1) 西山誠治・グエン コン ガン・木幡行宏・杉本隆男・片桐雅明：開削トンネルの埋戻し土に着目した交通荷重による地盤振動特性，応用力学論文集，Vol.12，pp.1053-1060，2009 2) 鉄道構造物等設計標準・同解説 耐震設計：鉄道総合技術研究所 平成 11 年 3) 木幡行宏・市川昌嗣・Nguyen Cong Giang・加藤勇一：繊維補強した流動化処理土の三軸せん断に伴う損傷特性の検討，ジオシンセティックス論文集，第 22 巻，pp.55-62，2007

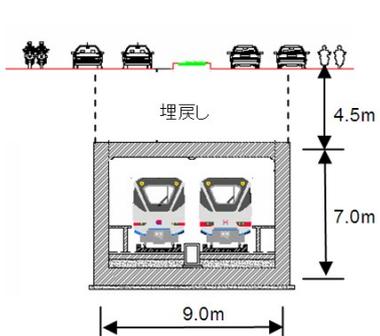


図1 解析対象

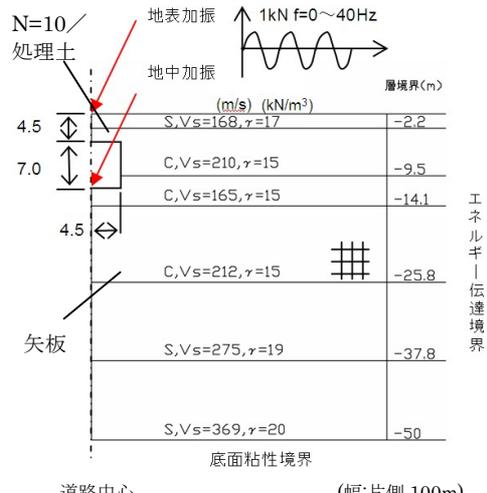


図2 解析モデルの概要

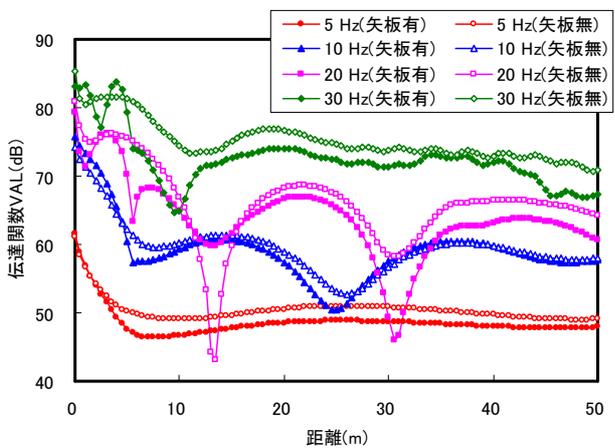


図3 地表面の振動(地表加振,埋戻し土 N=10)

表1 解析物性値

深度(m)	層厚(m)	平均N値	$\nu$	$\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )	G(kN/m <sup>2</sup> )	Vs(m/s)	
2.2	2.2	S	9.3	0.49	17.0	48921	168
9.5	7.3	C	9.3	0.49	15.0	67447	210
14.1	4.6	C	4.5	0.49	15.0	41720	165
25.8	11.7	C	9.5	0.49	15.0	68656	212
37.8	12	S	40.7	0.49	19.0	146735	275
50	12.2	S	98.3	0.49	20.0	278103	369
		平均N値	$\nu$	$\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )	G(kN/m <sup>2</sup> )	Vs(m/s)	
埋戻し土 N=10		S	10.0	0.49	17.0	51531	172
流動化処理土*				0.49	14.0	197200	370

\*室内試験結果(49kPa 繊維無し、E0=587.6 MN/m<sup>2</sup>より)

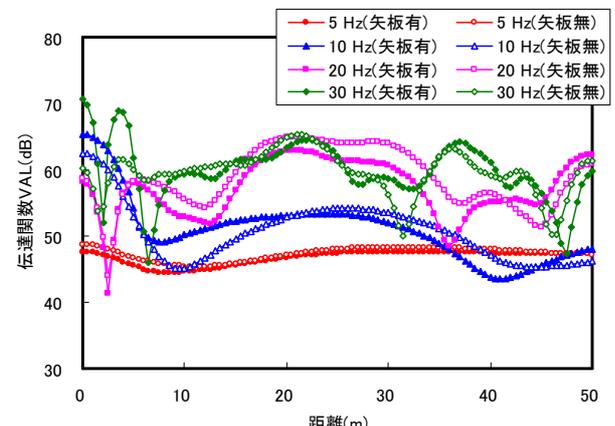


図4 地表面の振動(地中加振埋戻し土 N=10)

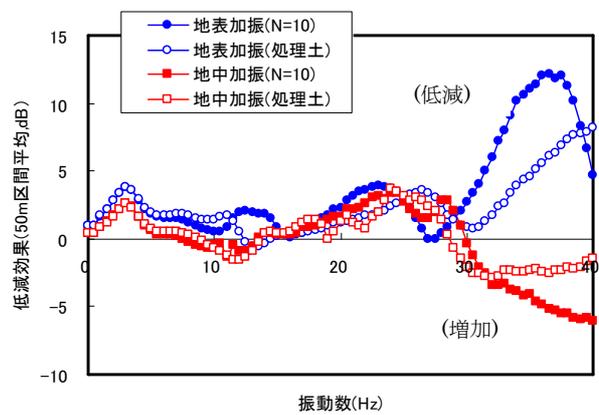


図5 矢板による振動低減効果