

S3-2-7. トンネル坑口騒音の測定手法と低減対策法の検討

○ 政安 広規 (JR 西日本) 木山 達三 (JR 西日本) 川本 勝祥 (JR 西日本)

[土・機] 田中 靖幸 (JR 西日本) [土] 高橋 亮一 (JR 西日本)

A study of Measuring Method and Countermeasure of Reduction for Tunnel Portal Noise

Hiroki Masayasu (JR West) Tatsuzo Kiyama (JR West) Katsuyoshi Kawamoto (JR West)
Yasuyuki Tanaka (JR West) Ryoichi Takahashi (JR West)

At the point near the tunnel portal of *Shinkansen*, noise level tends to higher than the point of the open section because noise radiated from the tunnel portal (tunnel portal noise) is operated with the ordinary train running noise at the same time. This paper reports the simple method to separate tunnel portal noise from the total noise and effectiveness of rail grinding to reduce tunnel portal noise as one of the open section.

キーワード：トンネル坑口騒音、レール削正、新幹線、スラブ軌道

Keywords: Tunnel portal noise, Rail grinding, *Shinkansen*, Concrete slab track

1. はじめに

鉄道のトンネル坑口付近の明かり区間（坑口から 1 列車長の範囲内）においては、通常の列車走行音の他に、トンネル内に入っている部分の列車騒音がトンネル内を反響して坑口から放射される音（トンネル坑口騒音⁽¹⁾）が同時に観測されるため、通常の明かり区間より高い騒音レベルが観測されることがある。この事象は、特に軌道面での吸音が期待できないスラブ軌道トンネルにおいて顕著である。

このような箇所において効果的な騒音対策を検討するためには、観測される全騒音の中から通常の明かり区間の騒音とトンネル坑口騒音を分離し、各々の寄与度を定量的に評価することが望ましい。しかし、トンネル坑口騒音を正確に分離して測定するためには超指向性マイクロホン等の特殊な機器が必要となり、簡単にその影響を把握することは困難であった。

そこで本研究では、まず新幹線のトンネル坑口付近において、汎用の測定機器を使用し、全体騒音からトンネル坑口騒音を分離する簡易な手法を提案する。次に、トンネル坑口騒音の低減対策として、トンネル内部のレール削正が有効であることを示す。

2. トンネル坑口騒音の測定手法

新幹線のスラブ軌道トンネル坑口付近において、16 両編成列車（400 m）が明かり区間からトンネル区間に突入した際に普通騒音計で観測された騒音レベル波形の一例を図 1(a)に示す。また同地点において、同時刻に超低周波音圧レベル計（リオン製 XN-12A）で観測された圧力変動波形を図 1(b)に示す。列車先頭・後尾が観測点正面を通過した際の圧力変動⁽²⁾の後に、列車後尾がトンネルに突入した際に坑口から放射された正のパルス波（突入波⁽³⁾）が確認できる。この

パルス波形と騒音レベル波形の時刻を同定すれば、騒音レベル波形における列車後尾突入のタイミングを捉えることができるが、その時の騒音レベルは明かり騒音を含まないトンネル坑口騒音のみの値を示している。すなわち、列車後尾の突入波が観測された同時刻の騒音レベル波形の値を読み取ることで、全体騒音の中に含まれるトンネル坑口騒音の大きさを見積もることが可能となる。

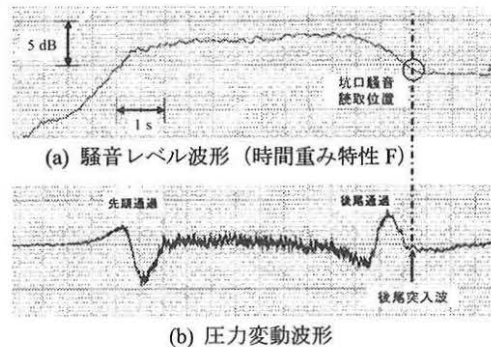


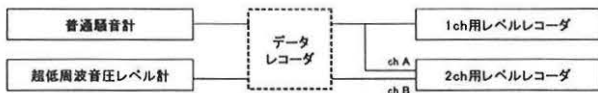
図 1 測定波形例（明かり区間からトンネル区間へ突入）
（近接側軌道中心からの離れ 25 m、
トンネル坑口からの距離約 80 m の地点）

なお明かり騒音の大きさは、全体騒音レベルのピーク値とトンネル坑口騒音レベルの読取値とのパワー差をとることにより簡単に求められる。

以上は列車が明かり区間からトンネル区間に突入する場合の手法であるが、トンネル区間から明かり区間に退出する場合は、列車先頭部がトンネルから退出する際に放射される負のパルス波（退出波⁽³⁾）を捉えることで、突入時と同様の分離が可能である。

以上の測定手法の概要を図 2 にまとめる。なお、新幹線

騒音の測定では通常時間重み特性 S を使用するが、本手法では 2ch レベルレコーダの ch A のみ時間重み特性 F を使用する。これは指示値の立下り特性を考慮し、列車後尾が観測点を通過後にトンネル坑口に突入する時刻（トンネル坑口騒音の読取位置）までに指示値が本来のレベル（トンネル坑口騒音のみのレベル）を示すよう意図している。（トンネル坑口騒音は列車が坑口付近に存在する間はほぼ一定のレベルであり、時間重み特性の違いによる読取値の差は少ないと考えられる。）



測定器	設定
普通騒音計	周波数重み特性 A
1ch 用レベルレコーダ (全体騒音読取)	Scale LOG, Input AC 時間重み特性 S
2ch 用レベルレコーダ (トンネル坑口騒音読取)	(ch A) Scale LOG, Input AC 時間重み特性 F (ch B) Scale LIN, Input DC

* (明かり騒音) = (全体騒音) - (トンネル坑口騒音)

図2 トンネル坑口騒音測定概要

3. トンネル坑口騒音の低減対策法

一般的に新幹線騒音の音源は構造物音、車両下部騒音、車両上部空力音、集電系音の4つに大別されるが、その音源パワーは車両下部騒音が他の音源と比べて圧倒的に大きい⁽⁴⁾。通常の明かり区間では防音壁の回折減衰により車両下部騒音の寄与度は小さくなるが、トンネル坑口騒音はトンネル内を走行する列車の全騒音が反響して坑口より放射されるので、車両各部の音源パワーの相対比がほぼ観測点における寄与度に反映されると考えられる。そこで本研究では、車両下部騒音の主成分が転動音であることに着目し、トンネル坑口騒音の低減対策としてトンネル内部のレール削正を実施するとともに、前章の測定手法を用いてその効果を確認する。

現地の平面図を図3に示す。観測点は近接側軌道の中心からの距離が25m、緩衝工口からの距離が約90mの地点である。観測点正面は高さ約6mの高架橋であり、R.L.+3.4mの逆L型防音壁が設置されている。軌道種別は観測点正面、トンネル内部ともスラブ軌道である。

まず、レール削正による転動音低減の効果を確認するために、軌道検測車（マヤ車）の床下騒音レベルを調べた。

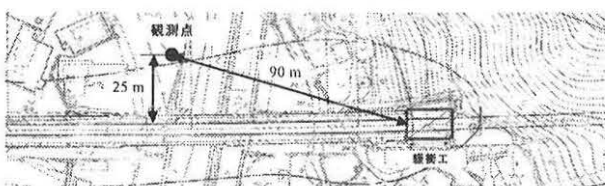


図3 現地平面図

レール削正前後の床下騒音レベルの変化を図4に示す。レール削正は観測点近接側軌道のトンネル内部のみ実施しているが、当該区間で床下騒音の低減が確認できる。

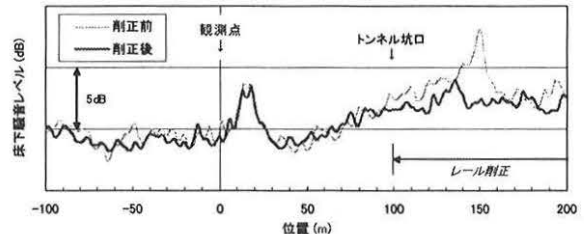


図4 マヤ車床下騒音レベルの変化（観測点近接側軌道）

次に、近接側軌道を走行した同一形式の16両編成列車の観測点における騒音レベルの変化を図5に示す。トンネル内部のみのレール削正により、全体騒音が2dB程度低減している。また前章の手法を用いて全体騒音をトンネル坑口騒音と明かり騒音に分離したところ、トンネル坑口騒音は3dB程度低減しているが、明かり騒音にはほとんど変化が見られない。このことは、トンネル坑口騒音対策としてのレール削正の有効性を示すとともに、前章の測定手法が実用上の精度を十分満たしていることも示唆している。

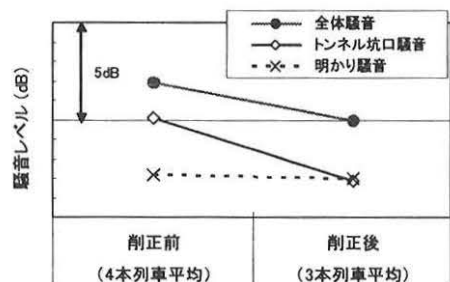


図5 観測点における騒音レベルの変化

4. まとめ

- ① 新幹線のトンネル坑口付近において、全体騒音からトンネル坑口騒音を分離するために、普通騒音計、超低周波音圧レベル計、レベルレコーダ等の汎用機器を用いた簡易な測定手法を提案した。この手法により、明かり区間の騒音とトンネル坑口騒音の寄与度を実用上十分な精度で推定できることがわかった。
- ② トンネル坑口騒音の主成分が転動音であることに着目し、トンネル内部のレール削正を実施した。その結果、トンネル坑口騒音が3dB程度低減し、トンネル坑口騒音対策としてのレール削正の有効性が示された。

参考文献

- (1) 長倉、鉄道総研報告 Vol. 17, No.6 (2003), 13-18.
- (2) 菊地ほか、鉄道総研報告 Vol. 10, No.2 (1996), 47-52.
- (3) 飯田ほか、鉄道総研報告 Vol. 14, No.9 (2000), 25-30.
- (4) 長倉ほか、鉄道総研報告 Vol. 14, No.9 (2000), 5-10.