

## IV-129 フローティング・スラブ路盤構造の提案

国鉄 東京第二工事局 正員 井上 平

国鉄 東京第二工事局 正員 〇山本 強

国鉄 下関工事局 正員 高津 俊司

### 1. ま え が き

鉄道トンネル上の地盤振動の防止対策としては、1) 軌道構造：軌道ばねを軟かくする。2) 路盤構造：弾性支持する。3) 構築構造：躯体および底盤を強化することなどが考えられる。本報告では、以上のことをまなべて、トンネル内の同一地点に各種軌道を敷設して、人工振動源により、その防振効果を検討した。なお、この中で、特に、フローティング・スラブ(トンネル底盤上に弾性支持されたコンクリート・スラブ)上に敷設された軌道について詳細な検討を行い、地盤振動防止対策についての提案を行うものがある。

### 2. 振 動 試 験

振動試験を行ったトンネルの地表の標高は約43mである。地表よりローム層(8m)、洪積砂礫層(7m)、その下は洪積砂層となっている。地下水は地表より約22.5mで、F1下層。0mの位置にある。トンネル構築は複線断面で75cm、りょう盤コンクリート厚45cmからなり、山岳型トンネルである。試験した場所はトンネル坑口から約150mで、土盛り12.7m、トンネルは洪積砂礫層中に建設されている。

試験軌道構造としては、バラスト軌道1種類、フローティング・スラブ(設計固有振動数: 11Hz)2種類(有道床弾性まくらぎ軌道および弾性まくらぎ直結軌道)の合計3種類である。試験軌道の長さは5mと標準とし、フローティング・スラブのみは長さ10m(支承間隔は3mでスリー・スパンの連続スラブ)とした。

バラストを使用する軌道については、道床の締固りの状態を同程度にするために、試験前に起振機による締固めを行なった。その時の起振モーメントは75kg・cm、周波数35~40Hzで起振力3.5t~5tである。

人工振動源としては、輪軸を落下させる方法によった。輪軸落下試験は車輪(1.35t)をテエンブロックで吊り上げ、支持している針金を切断して車輪をレールに自由落下させ測定した。落下位置は試験軌道の中央とし、まくらぎ中間とした。フローティング・スラブでは支承中間とし、まくらぎ中間とした。地盤振動の測定機器は振動レベル計を用い、振動加速度で記録し、再生は振動速度とした。記録器はデータレコーダーを使用した。再生は高速度レベルレコーダー(レベル記録)を使用した。

### 3. 試 験 結 果

輪軸落下高さ5cmの場合、トンネル上の地盤振動について、バラスト軌道の線路中心位置における水平方向の地盤振動速度を基準として地盤振動速度比を求め、図-1にプロットした。その図より、次のことがあつた。

1) フローティング・スラブの鉛直方向の地盤振動速度は、バラスト軌道に比較して、線路中心でほぼ0.5、離れ10m以上でほぼ0.65となっている。また、フローティング・スラブの軌道構造別による地盤振動の差異は小さい。

2) フローティング・スラブの有道床弾性まくらぎ軌道の水平方向(線路直角)の地盤振動速度は、バラスト軌道の地盤振動と比較して、線路中心のトンネル上でほぼ0.5、離れ10m以上では同じである。また、フローティング・スラブの弾性まくらぎ直結軌道の水平方向の地盤振動は、バラスト軌道の地盤振動と比較して、線路中心でほぼ0.6、離れ10m以上でほぼ1.7倍となっている。これらのことは、軌道構造の横方向ばね定数の差異が地盤振動の大きさに影響を与えているものと考えられる。

3) フローティング・スラブの固有周波数は12Hz程度である。地盤振動の卓越周波数はフローティング・スラブの場合は17Hz程度、バラスト軌道の場合は40~60Hzとなっている。

### 4. フローティング・スラブ路盤構造の提案

トンネル上の地盤振動および建物内騒音を低減する構造としては、フローティング・スラブ(有道床弾性まく

らぎ軌道)が有効であることがわかった。以下にフローティング・スラブの設計について述べる。

#### 4.1 設計に関する基本的な考え方

列車走行の際、車輪・レール間で発生する振動は、レール締結装置を通じてトンネル構築物に伝わった後、地中へ伝播して地盤振動となって表れる。これらの振動を低減させるためには、振動源になるべく近い所で防振対策を行なうべきである。フローティング・スラブはレールからトンネル構築物に伝達する振動を低減させ、それによってトンネル上の地盤振動および建物内振動・騒音を低減させるシステムである。効果的な防振対策を行なうためには、フローティング・スラブの固有周波数を列車走行によって発生する地盤振動の卓越周波数(50~85 Hz)の $\frac{1}{4}$ 以下にする必要がある。さらに、建物内騒音を低減するためには、騒音の周波数を可聴周波数(20 Hz)以下とすることが望ましい。以上のことから、フローティング・スラブの固有周波数が11 Hzとなるように設計する。

#### 4.2 構造設計

##### 1) 軌道構造

フローティング・スラブ上の軌道はバラスト軌道とし、まくらぎパッドおよびバラストマットを併用する。これによって、列車走行による衝撃力および振動を低減するとともに、道床の締結性を防止し、メンテナンス・メンテナンスな軌道構造とする。

##### 2) フローティング・スラブ構造

フローティング・スラブの構造および設計の概要は次のとおりである。コンクリート・スラブの厚さは0.3 m、幅2.8 m、支承間隔3.0 mの10径向連続スラブである。弾性支承材は天然ゴム(NR60)である。スラブ下には340×340×80 mm(ばね定数23.5 t/cm)の形状のものを2組ずつ3.0 m間隔に、スラブ横には250×250×30 mm(ばね定数48.8 t/cm)の形状のものを左右に約6.0 m間隔に、スラブ縦方向には300×800×10 mm(ばね定数1500 t/cm)の形状のものをスラブ両端に配置する。

#### 5. お ち ぎ

列車の走行によって生ずるトンネル上の地盤振動および建物内振動・騒音を低減させる構造としては、振動源(列車走行)の実態、地形・地質および土被り等の現地の状況を総合的に検討し、決定されるべきものであり、振動試験結果から判断すると振動源が大きな場合、地質が不良で、土被りが浅い特殊な区間においてはフローティング・スラブが有効な防振構造と考えらる。

図-1 軌道の違いによるトンネル上の地盤振動速度  
(バラスト軌道の線路中心の水平方向の地盤振動速度を基準)

