

国鉄 東京第二工事局	正 員	井上 平
国鉄 構造物設計事務所	正 員	山本 強
国鉄 東京第二工事局	〇 正 員	高木 登

実際の営業線の貨物列車走行によって生ずるトンネル上の地盤振動と人工振動源（輪軸落下）によって生ずるそれとの関係について解析した。

1. 試験位置

営業線において貨物列車走行と人工振動源（輪軸落下）によるトンネル上の地盤振動を同一場所において測定した。測定を行ったトンネルは、土被り11.9mで、インバートのある山岳型複線トンネルである。地下水位は地表から12.2mの位置にあり、地質は地表より約6.5mのローム層、約2mの粘土層、砂礫層が続き、その下部にシルト質細砂が存在する。ローム層、粘土層の N 値は5～20であるが、トンネルが位置しているシルト質細砂の N 値は30～40である。測定位置の軌道構造はバラスト軌道である（図-1）。

2. 試験内容

人工振動源としては、輪軸（重量1.35トン）を落下させる方法をとった。輪軸の落下方法はチエンブロックにて輪軸を吊り上げ支持している針金を切断して輪軸をスール面に自由落下させ測定した。輪軸の落下高さはスール面から25、50および75mmで、各3回自由落下させた。

貨物列車走行にともなう振動は、輪軸落下試験と同じ地点で5列車（列車速度：32～47km/h、列車編成：20～48両）を測定した。

3. 測定結果

1) トンネル上の地盤振動

貨物列車走行（5列車の平均）と輪軸落下（各落下高の3回の平均）によるトンネル上の地盤振動を図-2に示す。図-2によると、トンネル上の鉛直方向の地盤振動は落下高75mmが一番大きい。続いて、50mm、25mm、貨物列車の貨車部、機関車部の順に小さくなっている。線路の横断方向の減衰については、測定側の軌道中心から5mのときが最大となり、20mまでに減衰するが、20～40mのところではほとんど減衰しない傾向がある。また、トンネル上の水平方向（線路直角）の地盤振動は、落下高75mmが一番大きい。続いて、50mm、25mm、貨物列車の貨車部、機関車部の順に小さくなっているのは鉛直方向と同じ傾向である。線路の横断方向の減衰については、測定側の軌道中心から20mまでに減衰するが、20～40mのところでは減衰しない。最大となるのは測定側の軌道中心の位置であるが、しかし、地盤振動が大きい（落下高50および75mm）と軌道中心から5mのところも最大となる。

2) 貨物列車走行と人工振動源によるトンネル上の地盤振動

貨物列車（貨車部）の走行によるトンネル上の地盤振動に相当する輪軸落下高は鉛直方向では25mm程度である。しかし、水平方向（線路直角）では、輪軸落下高25mmよりも小さい（最大で0.65）。

3) フーリエスペクトル

輪軸落下試験（落下高25mm）および貨物列車（機関車部）走行によるトンネル構築体とトンネル上の地盤（トンネル中心）の上下方向振動の1～100Hzまでのフーリエスペクトルおよび応答の振動波形を図-3に示す。図-3によると、輪軸落下試験および貨物列車（機関車部）による地盤振動のフーリエスペクトルは5Hz前後が卓越している。しかし、輪軸落下試験によるものが、機関車部とくらべて30～80Hzで約10dB高いスペクトルとなっている。また、輪軸落下試験および機関車部による地盤振動のフーリエスペクトルは広い対応

を、30 Hz 前後が卓越している。

座盤と地盤のフーリエスペクトルについて、30 Hz 前後は同じレベルにあるが、それより振動数が低くか高くなるほど座盤のそれより地盤のフーリエスペクトルが低くなる（最大30 dB）。

4. あとがき

トンネル上の地盤振動の最大値と注目して貨物列車走行と輪軸落下試験を比較すると、落下高さ5 mm の場合の輪軸落下試験結果が貨物列車走行（速度：32～47 km/h）の場合にほぼ相当するものと考えらる。また、トンネル上の地盤振動の周波数特性についてみると、輪軸落下試験（落下高さ5 mm）によるスペクトルは貨物列車走行によるものと良い対応を示している。

図-2 列車と輪軸落下試験によるトンネル上地盤振動の比較

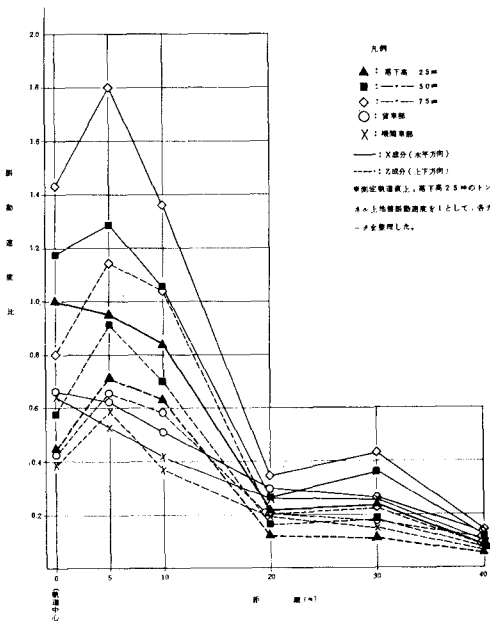
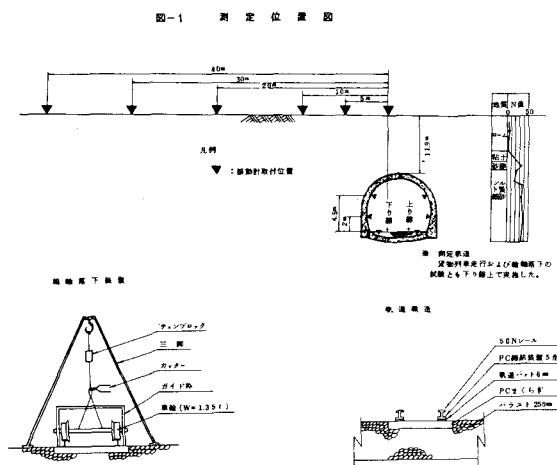


図-3 フーリエスペクトル比較図

