

トンネル内における動揺発生原因の研究

東日本旅客鉄道株式会社 正会員 関野 敦司
 東日本旅客鉄道株式会社 非会員 外山 政行
 東日本旅客鉄道株式会社 非会員 細井 浩司
 財団法人鉄道総合技術研究所 非会員 鈴木 昌弘

1. はじめに

新幹線における列車動揺検査は新幹線軌道施設に関する実施細目(規程)第99条に基づき毎月2回実施している。近年は40m弦で軌道状態を管理しているため、列車動揺検査において基準値、目標値超過箇所が発生することは稀である。しかし、トンネルの中では、軌道変位に整備目標値超過となるような顕著な変位が認められない箇所でも列車動揺検査で目標値超過が検出されることがある。本研究においては、トンネル内で発生する動揺の一因を明らかにすることを目的とする。

2. トンネルでの列車動揺発生状況

高崎支社管内の北陸新幹線は63.7%がトンネル区間である。その中でも里見トンネル(14k314m~16k802m)16K700M付近の下り線側で、列車動揺(左右動)の目標値超過が繰り返し発生している(図1)。車上で動揺の発生状況を確認すると対向列車の有無に関わらず、車体が左右に揺れることを確認している。しかしながら、付近の軌道状態(図2)には顕著な軌道変位がないことから、軌道変位以外の要因が列車動揺の原因と考えられる。現場付近には緩衝工があり、その開口部による空気変動が発生することで車体にかかる圧力バランスが瞬間的に崩れると考えられる。その圧力の不均等により列車動揺が引き起こされると仮説を立てた。

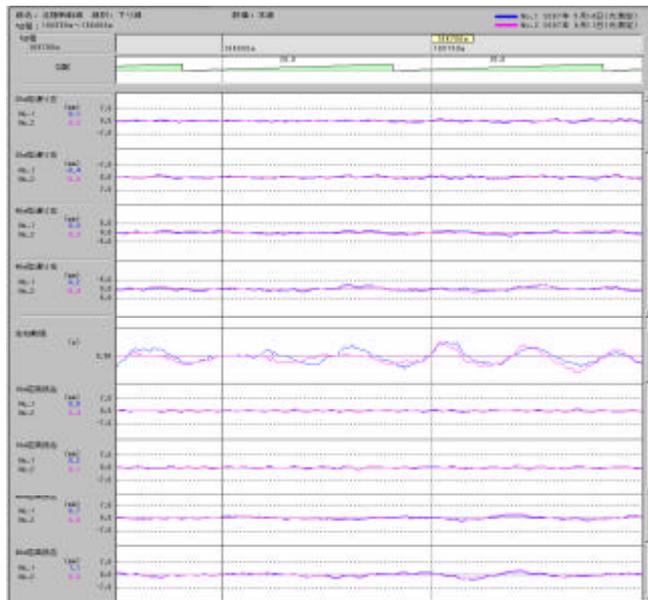


図2 里見トンネル17k700m付近軌道状態

3. 里見トンネルについて

一般的に、緩衝工はトンネル入口・出口付近に設けられるが、里見トンネルの出口は内側100m付近下り線側だけに緩衝工が1箇所(開口部3口)ある(図3・4)。工事誌にも微気圧波対策として設置したことが記されているが、下り線側のみに開口部があるため列車通過時に圧力変化が片側だけ著しく発生し、そのことが列車動揺の一因になっていると考えられる。

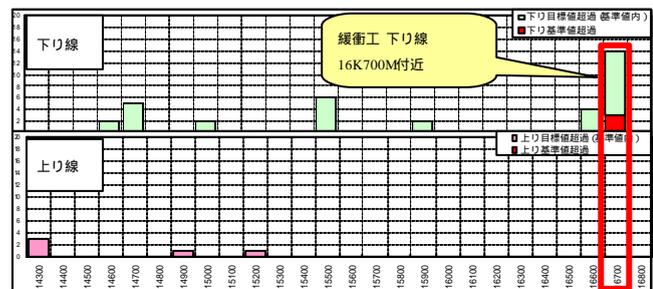


図1 平成18年度 里見トンネル内の列車動揺発生状況

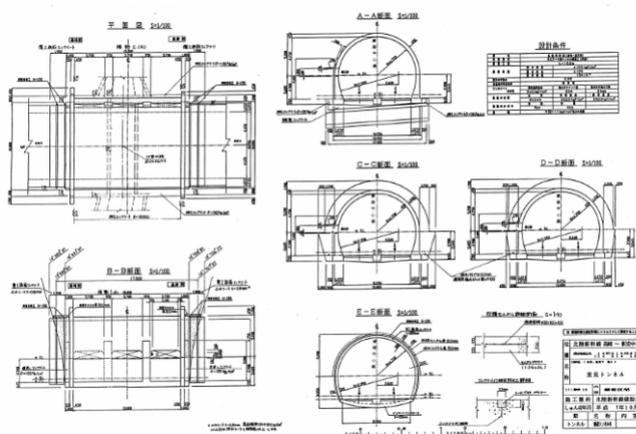


図3 緩衝工図面

キーワード 新幹線、列車動揺、トンネル、圧力

連絡先 〒370-8543 群馬県高崎市栄町6番26号 高崎支社設備部施設課 : 027-320-7130



図4 緩衝工写真(左は外側から、右は内側から)

4. トンネル内の圧力試験

列車が緩衝工付近で受ける圧力変化を測定するために、新幹線電気軌道総合検測車(E926系)の3号車側面に圧力センサーを取り付け、圧力測定を実施した。(図5・6)

【測定概要】

測定日：2007年10月23・29日

11月5・14・20日 計5日間

測定区間：北陸新幹線 高崎～軽井沢

測定項目：車体側面圧力：3号車車体側面片側4点×2
計8点

車体の左右振動加速度：2号車より通路上、
3号車より通路上 計2点

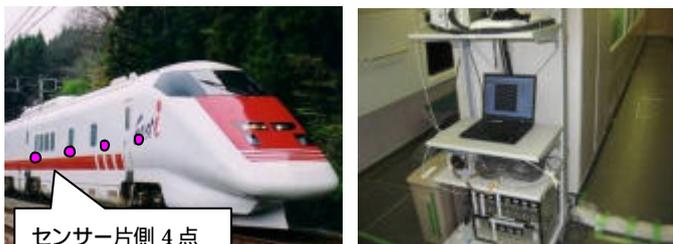


図5 センサー取り付けイメージ図と車内装置



図6 圧力センサー(左)と左右振動加速度センサー(右)

5. 測定結果

列車動揺値は列車速度に大きくかわる。10月23日と11月20日はトンネル先の安中榛名駅停車のため、緩衝工付の近走行速度が遅く、車体の振動加速度等も小さな波形となった。その他の3日間は安中榛名通過のため緩衝工付近通過速度は約240km/hであり、振動加速度等比較的大きく検測された。(図6～8は11月5日のデータ)。トンネル内のデータを比較すると、緩衝工付近では

比較的大きな波形が確認されることもあったが、必ずしも突出しているわけではなく、緩衝工以外の場所でも同様な波形が確認できた。

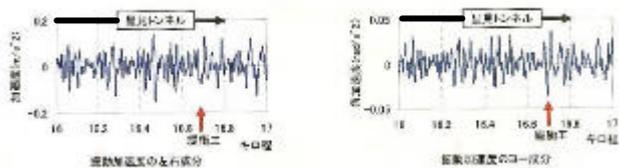


図6 車体振動加速度の波形(下り線)

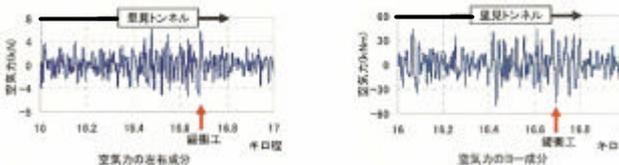


図7 変動空気力の波形(下り線)

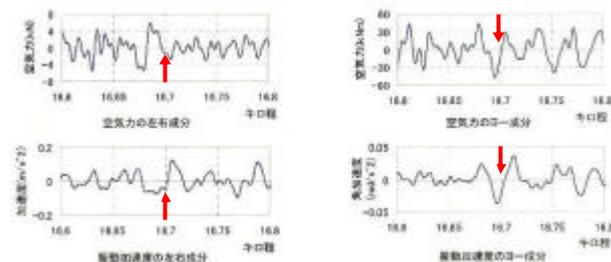


図8 緩衝工付近通過時の空気力と振動加速度の波形(下り線)

測定時の列車動揺(左右動)は、通過速度約240km/hで最大振幅0.13gであり、通過速度約160km/h(トンネル先にある安中榛名停車する場合)の最大振幅0.06gに比べおよそ2倍となった。列車動揺の整備目標値が0.16gであることから、軌道状態が良いにもかかわらず列車動揺が整備目標値に近い数値が検出されていることが確認できた。

6. まとめ

トンネル内の車体側面圧力と車体左右振動加速度を測定した結果、緩衝工付近において列車速度が大きい場合、比較的大きな変動空気力が発生し列車動揺の一因となっていることがわかった。今回の測定は、在来線の車両限界のE926系で検測したため、フル規格の新幹線の場合は、より大きな変動空気力が発生する可能性があり、速度向上時にも変動空気力は増大する可能性がある。列車動揺を低減させるためには、緩衝工を塞ぐことが有効な手段のひとつと考えられるが、塞いだ場合トンネル微気圧波が増大することも懸念される。