

トンネル緩衝工列車通過時圧力荷重の測定

東日本旅客鉄道(株) 正会員 ○佐伯 和浩
正会員 渡邊 明之

1. 目的

トンネル緩衝工の設計では、トンネル緩衝工を列車が突入・通過・退出時に作用する荷重(本論では以下車両内圧荷重と称する)がどの程度かを把握することは重要である。この荷重の設定については、これまでも数例の数値が提唱されている。

今回、新幹線高速化に伴う緩衝工新設・延長に際し、車両内圧荷重について再検討するため、実際のトンネル緩衝工での測定結果を報告する。

2. 測定概要

使用中のトンネル緩衝工内に複数の圧力計 ~ を設置し(図1)、列車通過時における圧力荷重の変動を測定することにより、(1)列車通過時の車両内圧荷重の変動、(2)緩衝工内の車両内圧荷重分布、(3)スリットの有無による車両内圧荷重分布の変化、の3点について分析した。

測定対象としたトンネル緩衝工は、長さ15m、断面積1.4倍(トンネル断面積比)、上線側に高さ1.3m、延長12.4mのスリット(50cm単位で開閉可能)を持つものである。なお、トンネル長さは2000mである。

測定は高速試験列車の1タイプを対象として実施した。

3. 測定結果

(1) 列車通過時の車両内圧荷重の変動

i) 列車突入時

列車が緩衝工側から突入した場合の車両

内圧荷重の時刻歴変動について分析した。図2に列車突入時の車両内圧荷重の変動を示す。ここでは図1に示した8個の計測点のうち、最大値を示した圧力計の結果を示す。車両内圧荷重の最大値は列車先頭部の突入時(図中のa)であり、また最小値は列車最後尾の通過時(図中のb)であった。

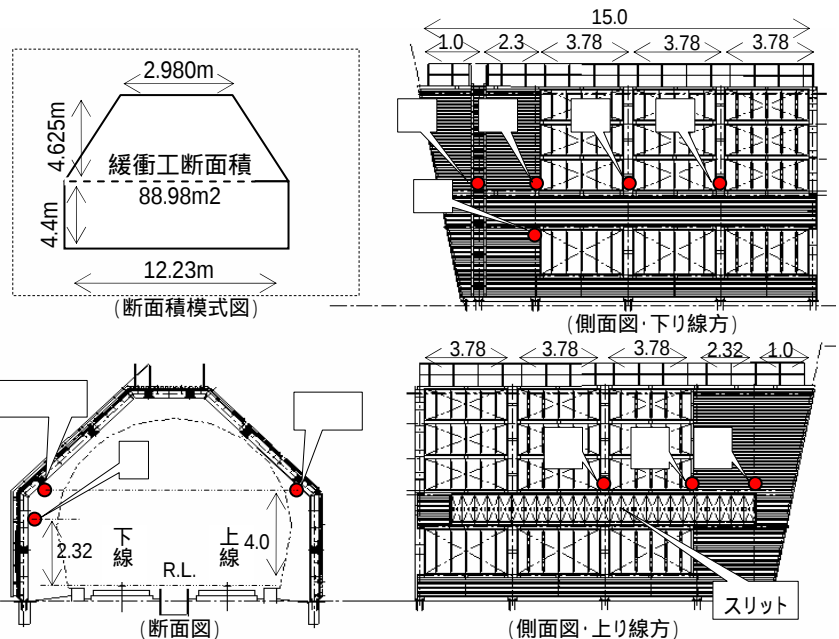


図1 トンネル緩衝工概略図・圧力計取付位置図

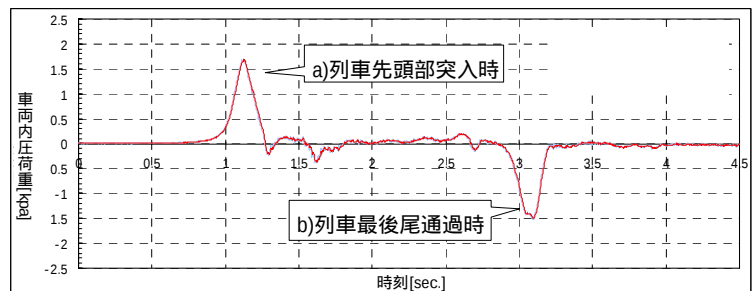


図2 列車突入時の車両内圧荷重の時刻歴変動(圧力計) 360km/h 走行時

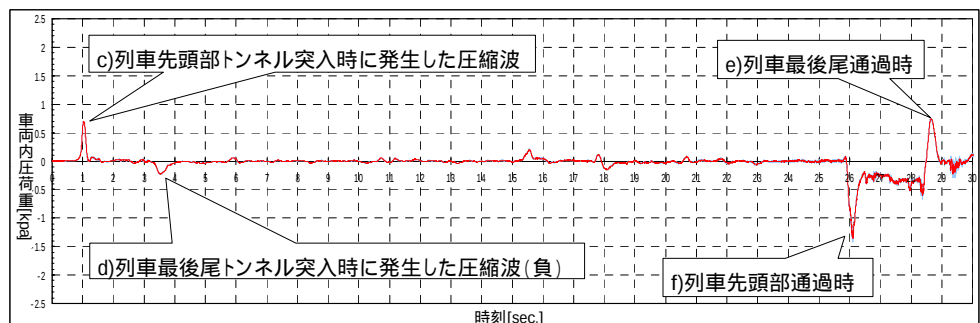


図3 列車退出時の車両内圧荷重の時刻歴変動(圧力計) 275km/h 走行時

キーワード：新幹線高速化 トンネル緩衝工 圧力荷重

連絡先：〒331-8513 埼玉県さいたま市北区日進町2丁目479番地

JR 東日本研究開発センター フロンティアサービス研究所 新構造 G T E L 048-651-2552 F A X 048-651-2571

ii) 列車退出時

列車がトンネルの反対側坑口から突入した時の車両内圧荷重の時刻歴変動を分析した。

ここでは、計測点の中で最大値を示した圧力計の結果を図3に示す。

この場合の圧力変動は a) トンネル突入時の圧縮波が緩衝工に到達した時に発生する車両内圧荷重(図3中のc)d), b) 列車が緩衝工を通過している時に発生する車両内圧荷重(図3中のe)f), の2つの場面があることがわかった。最大値はc)ならびにd)の時点、最小値はe)の時点であった。

(2) 緩衝工内の車両内圧荷重分布

車両内圧荷重の最大値が、緩衝工内でどのように分布するか、列車位置毎に分析した。

縦軸に圧力最大(最小)値、横軸に圧力計位置をとった結果を、前節の(1)i) 列車突入時...図4, (1)ii)a) 列車退出時の圧縮波...図5, (1)ii)b) 列車退出時の列車通過時...図6にそれぞれ示す。(上段は下線側圧力計、下段は上線側圧力計の結果を示す。)

スリット密閉状態の結果では、i) 列車突入時の車両内圧荷重の最大値は、すべての測点において、列車通過時であり、下線側におけるその値の大きさは緩衝延長方向において、緩衝工坑口からトンネル坑口へ向かい概ね線形に上昇し、緩衝工のトンネル坑門付近で最大値を示すことが明らかとなった。一方、上線側では、トンネル坑門付近出で最大値を示さず、それよりも手前の測点で最大値を示している。

ii) 列車退出時においては、a) 圧縮波 b) 列車通過時についても、前述 i) と同様の結果を示した。

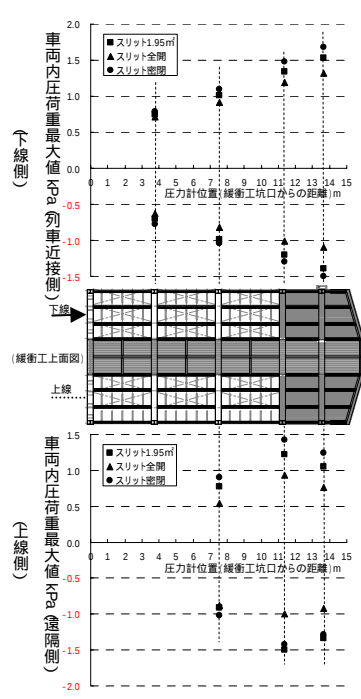


図4 車両内圧荷重最大値分布 (突入・360km/h)

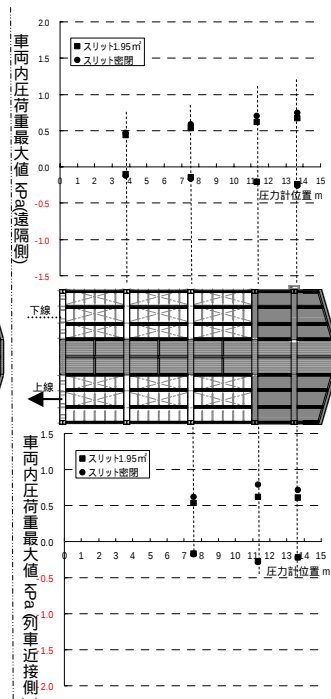


図5 車両内圧荷重最大値分布 (退出・圧縮波 c/d)・265km/h

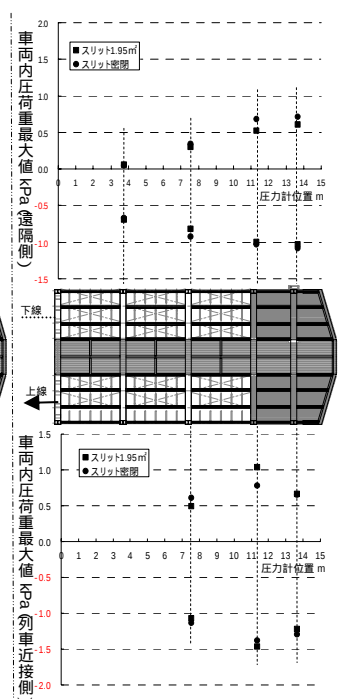


図6 車両内圧荷重最大値分布 (退出・列車通過時 e/f)・265km/h

これらの結果より、車両内圧荷重の最大値は、列車突入時の列車近接側、最もトンネル坑口に近い部分で発生し、最小値は列車退出(通過時)時の列車近接側にて発生することがわかった。

(3) スリットの有無による車両内圧荷重分布の変化

スリット(トンネル坑口寄りに縦 1.3m×横 1.5m、全開、の2例)を設置した場合の結果を分析する。前項と同様、図4、図5、図6において、スリットを設置した場合の内圧荷重分布は、スリット密閉状態と比較して全体的に低下し、その大きさは最大で約 0.5kPa 程度となった。特に最大値については、スリットを設置した付近における車両内圧荷重低下が認められた。しかし、列車退出時では、特に最小値において、スリットの有無による車両内圧荷重の大きな違いは認められなかった。

4. まとめ

以上より、列車がトンネル緩衝工を通過する時に作用する圧力荷重は、列車突入時では列車が緩衝工に突入する時点、列車退出時では、列車がトンネルに突入する際の圧縮波が到達する時点ならびに列車が通過する時点の3場面に分けられ、緩衝工内における最大値は、列車突入時の列車近接側で最もトンネル坑口に近い部分で発生し、最小値は列車退出(通過時)時の列車近接側にて発生することが明らかとなった。