

新幹線高速化に伴うトンネル緩衝工延伸形状に関する解析的検討

東日本旅客鉄道(株) 東北工事事務所

正会員 ○山本 達也

構造技術センター

正会員 後藤 貴士

川崎重工業株式会社 車両カンパニー 事業開発本部 開発部

非会員 佐々木 隆

1. はじめに

新幹線の走行に伴い列車がトンネルに突入した際、トンネル出口で発生するトンネル微気圧波が発破音を引き起こし騒音となることがある。その対策としてトンネル緩衝工をトンネル入口に設置する方法(図-1 参照)が一般的に採用されている。トンネル微気圧波は列車の走行速度に応じて増大するため、将来的に速度向上を計画する場合、速度の増加に応じた緩衝工延伸が必要となる。緩衝工延伸工事は新幹線の運行を妨げる事なく実施する必要があるため、延伸量を抑制する手法を提案し、営業線近接工事としてのリスク低減を図るニーズが高まっている。本件では、新幹線の高速化を鑑みた場合に、従来の緩衝工と比較して、低減効果の高い新形状の緩衝工を提案し、CFD 解析による性能の評価を行った。

2. 新形状トンネル緩衝工の概要

従来のトンネル緩衝工は、トンネル本坑の 1.4 倍程度の断面積を有し、かつ側面部にスリット(図-1 参照)と呼ばれる開口部が設けられており、列車の走行速度に応じた開口パターンによりスリットの開閉を調整する事で微気圧波の低減を図っている。それに対し本件では、延伸緩衝工の形状として、既設部に分岐空間を設け、かつ段差解消部材により断面が拡幅する緩衝工形状を提案する(図-2 参照)。

3. 解析概要

解析モデル概要を図-3 に示す。本検討においては既設緩衝工延長を 20m、延伸緩衝工延長を 20m と仮定し、実先頭形状を加味した新幹線モデルをトンネル領域に突入させるケースを模擬した CFD 解析を行った。発生微気圧波の評価はトンネル本坑入口から 50m 地点における圧力勾配(以下: dp/dt と記述)により代替した。なお、トンネル本坑断面は整備新幹線区間と同等とし、列車速度は仮定値として 360km/h を用いた。解析は、緩衝工入口のトンネル本坑に対する断面積比、既設緩衝工内に配置される段差解消部材とトンネル本坑との空隙幅、緩衝工側面部のスリット調整をパラメータとして検討を



図-1 トンネル緩衝工全景

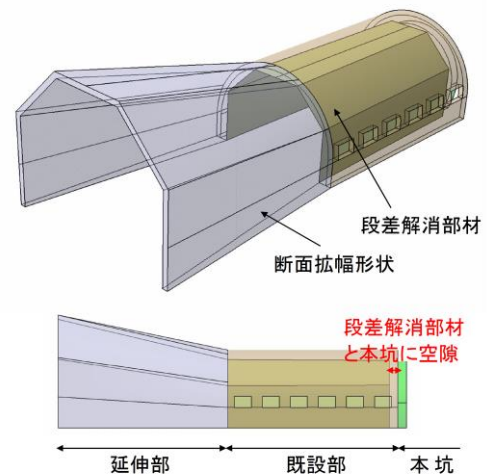


図-2 新形状緩衝工略図

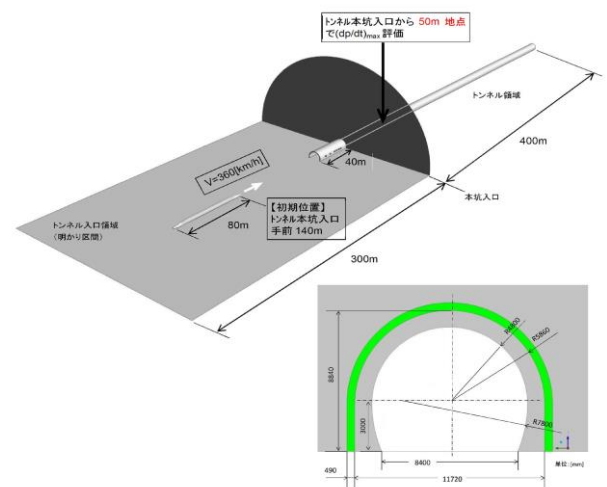


図-3 解析モデル略図

キーワード トンネル微気圧波, トンネル緩衝工, CFD 解析

連絡先 〒980-8580 宮城県仙台市青葉区五橋一丁目1番1号 東日本旅客鉄道 東北工事事務所 TEL 022-266-3713

行った(図-4 参照)。

4. 解析結果

延伸緩衝工の断面積比をパラメータとした解析結果を図-5 に示す。一般的に dp/dt の積分値は概ね一定値になるため、 dp/dt のピーク値を抑制するためには、ピークを持続かつ平準化させた波形にする事が理想である。緩衝工入口の断面積比を増大させる事で dp/dt の第1ピークを制御できる。本検討の範囲においては、後述する他のパラメータとの総合的な評価であるが、本坑に対する断面積比 2.8 倍の場合に最適解となった。

次に本坑と段差解消部材間の空隙幅をパラメータとした解析結果を図-6 に示す。空隙を設ける事で dp/dt の第2ピークを制御できる他、従来の緩衝工と比較して第2ピーク発生タイミングを遅らせる事が可能となった。第2ピーク発生タイミングを遅らせる事により、全体的なピーク値の抑制が可能となった。なお、空隙幅 5m と比較して 1m の方が、第2ピークを抑制する事が可能であった。

また、上記2項目のパラメータについて調整を図った上で、スリット調整を行った結果は図-7 に示す通りである。適切な開口パターンの選定により、 dp/dt ピークの平滑化が図られ、相対的に最大値の抑制が可能となった。本検討の範囲においては、延伸部緩衝工の断面積比 2.8 倍で既設部の段差解消部材と本坑の空隙幅 1m の条件にて、既設緩衝工で 10.4m² (2.6m²×4 スリット)、延伸部で 2.6m² (2.6m²×1 スリット) 開口させた場合に理想に近い波形となり、同一延長 (40m) の従来型緩衝工を設置する場合と比較して、 dp/dt の最大値を 15%低減できる結果となった。

5. まとめ

将来的な新幹線の更なる高速化運転を鑑み、トンネル緩衝工を延伸するケースを想定し、新形状トンネル緩衝工の性能について CFD 解析による検討を行った。以下に知見を示す。

(1) 既設緩衝工延長 20m、延伸緩衝工延長 20m の条件において、延伸する緩衝工を断面拡幅形状とし、延伸部入口の断面積を断面積比を本坑の 2.8 倍とし、既設緩衝工内部に本坑との空隙 1m を有する段差解消部材を配置し、かつスリット調整を併用する事により、同一延長の従来型緩衝工と比較して、 dp/dt の最大値を 15%低減できる結果となる。

参考文献

1) 東日本旅客鉄道：計量パネル型トンネル緩衝工設計施工マニュアル

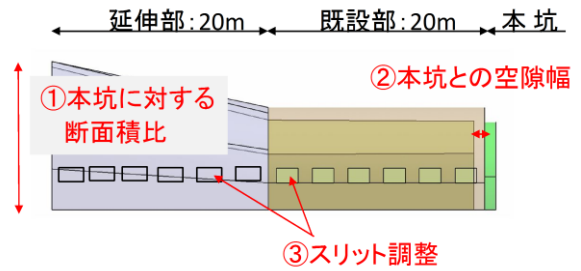


図-4 解析パラメータ

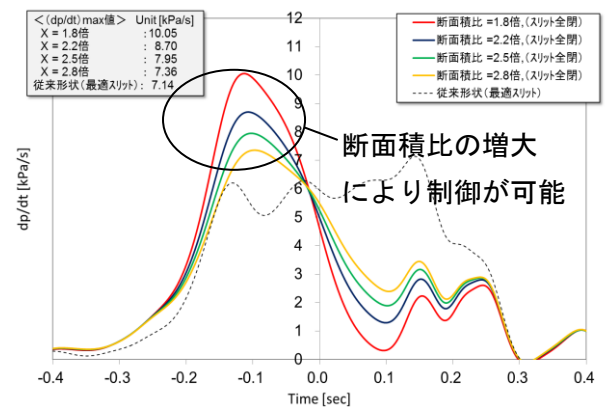


図-5 緩衝工断面積比の違いによる圧力勾配図

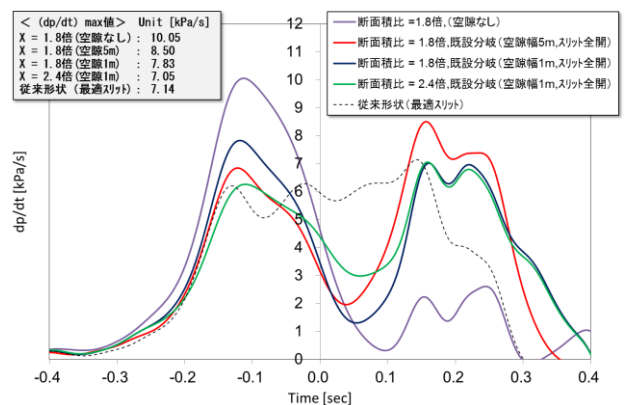


図-6 段差解消部材と本坑の空隙幅の違いによる圧力勾配図

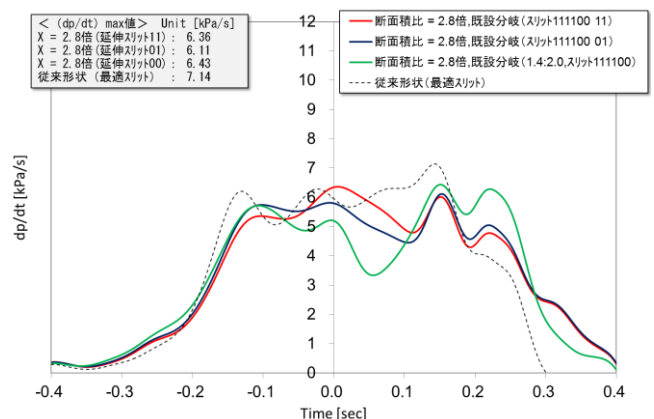


図-7 スリット調整による圧力勾配図