

ダクト付トンネル緩衝工の適用範囲拡大の検討

JR 東日本研究開発センター 正会員 ○伊戸川 絵美
JR 東日本研究開発センター 正会員 金子 達哉

1. はじめに

列車が高速でトンネルに突入する際にトンネル入口にて形成された圧縮波が、トンネル内を伝播しながら出口に到達し、一部トンネル外にパルス状に放出される圧力波をトンネル微気圧波（以下、微気圧波）という。微気圧波の大きさは、トンネル出口に到達した圧縮波の波面の勾配（以下、圧力勾配）に比例し、列車速度の向上とともに増加する傾向がある。地上設備におけるこれまでの微気圧波対策としては、トンネル坑口にトンネル緩衝工（以下、緩衝工）と呼ばれるフード状の構造物を設置する対策がとられてきたが、緩衝工延長が長大な場合は工事費が膨大となることや、ある程度の長さになると緩衝工自体の効果が低くなるなど課題が多い。



図1 ダクト付トンネル緩衝工

2. ダクト付トンネル緩衝工

これまで、JR 東日本が開発してきた対策工として、従来の緩衝工と比べ短い延長で微気圧波を低減可能なダクト付トンネル緩衝工が挙げられる（図1）。ダクト付トンネル緩衝工とは、従来の緩衝工に筒状のダクトをトンネル坑口付近に3本設置することにより、従来の緩衝工と比べ突入時の圧力勾配の最大値を10%程度低減し、

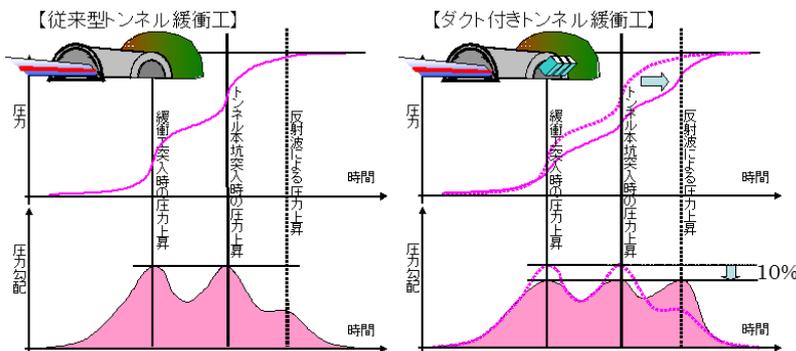


図2 ダクト付トンネル緩衝工の概念図

従来の緩衝工と比べ20%程度延伸長を短縮可能な技術である。図2にダクト付トンネル緩衝工の概念図を示す。ダクト付トンネル緩衝工は、ダクトがない27mから50m未満の緩衝工に適用可能であるが、今後の新幹線高速化に伴い適用範囲以上の緩衝工が必要となる可能性があることから、今回模型試験による適用範囲拡大の検討を行ったので報告する。

3. 模型試験概要

模型試験による検討は、適用範囲以上の緩衝工数パターンについて行った。今回はそのうちの50m、80m、110m緩衝工についての結果を報告する。模型試験の縮尺は1/163とし、トンネル本坑は直径77mmの円筒形の模型、トンネル緩衝工模型はトンネル本坑断面積の1.4倍程度の断面積となる80.7mm×80.7mmの矩形断面模型にて模擬した。模型は実物の地面の影響を考慮し、地面を面对称の対称面とする鏡像法により軸対称模型とした。なお、緩衝工模型の側面には開口部を設けたが、今回は最適な開口パターンを設定するには至っていない。ダクト模型については、実導入時の標準とされている、実寸2.3m×1.4mの矩形断面をもつ3.2mの筒形状模型とした。ダクトの設置位置と設置本数については、これまでのトンネル坑口付近（坑口より1.35m程度離れ）にダクトを3本設置するパターン以外に、坑口付近に6本、坑口より30m遠方に3本、遠方に6本設置した場合について検討を行った。列車の打ち込み速度は一律360km/hとした。

キーワード トンネル微気圧波、ダクト付トンネル緩衝工、模型試験

連絡先 〒331-8513 埼玉県さいたま市北区日進町2丁目479 JR 東日本研究開発センター TEL048-651-2552

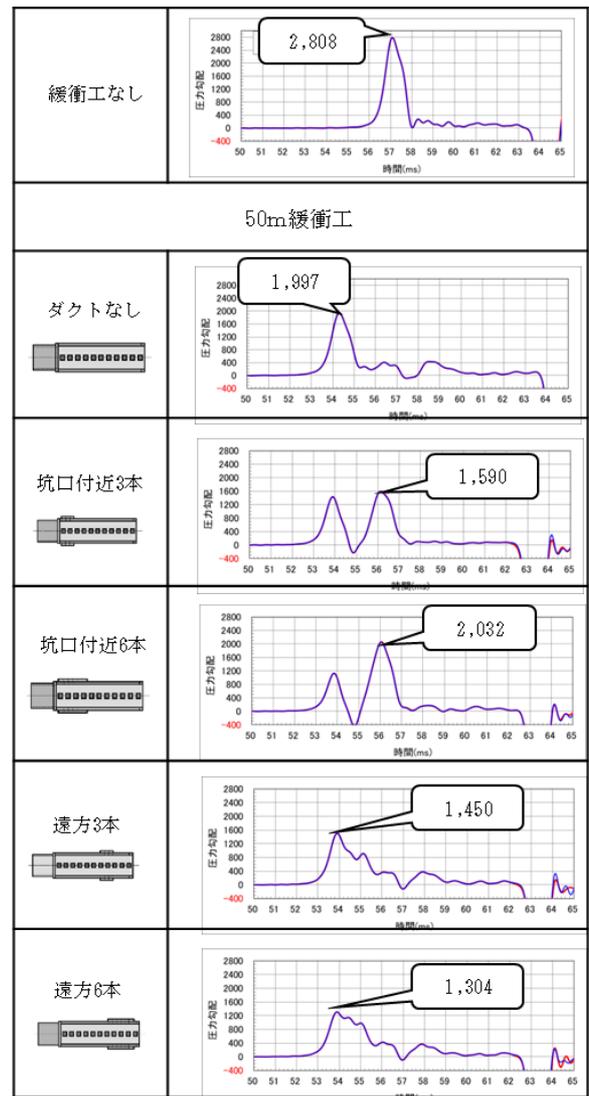
4. 模型試験結果

図3に、緩衝工なしの場合、50m 緩衝工を取り付けた場合、50m 緩衝工にダクトを設置した場合について、模型試験により得られた圧力勾配波形を示す。緩衝工なしの場合、トンネル本坑への列車突入に伴い急激に圧力上昇しているが、緩衝工設置時には圧力上昇時間が長くなることにより、圧力勾配最大値が30%程度低減されている。緩衝工にダクトを設置した場合は、ダクトの設置位置・設置本数に応じて圧力勾配のピークが分散され、さらに圧力勾配最大値が低減されていることが分かる。

ダクト設置による低減効果については、坑口付近3本の場合、従来の緩衝工と比較し20%程度、遠方3本の場合27%程度、遠方6本の場合35%程度である。なお、坑口付近6本の場合は2%増と悪化する結果となった。

表1に、緩衝工なし、50m、80m、110m 緩衝工それぞれの条件における圧力勾配最大値を整理したものを示す。表1より、80m 緩衝工の場合、ダクトを遠方に3本設置した場合、従来の緩衝工と比較し最大27%圧力勾配最大値が低減可能である。110m 緩衝工の場合、ダクトを遠方に6本設置した場合、従来の緩衝工と比較し最大28%低減可能である。

以上より、50m、80m、110m のいずれの緩衝工においても、ダクトを設置することにより従来の緩衝工より高い低減効果が得られることが分かる。また、110m 緩衝工の場合、緩衝工延伸による低減効果自体が低くなることや、ダクトを設置することにより悪化する場合があるなど課題も残った。今回検討した条件のうち、50m 緩衝工にダクトを遠方に6本設置した場合が1,304kPa/sec と最も低減効果が高い結果となった。これは、今回の模型試験結果において、緩衝工を110m 延長した場合よりも高い低減効果である。



※グラフ中表示値：最大圧力勾配 (kPa/sec) ※

図3 緩衝工なしおよび50m 緩衝工における模型試験結果

表1 模型試験結果(圧力勾配最大値)

緩衝工なし	2,808		
	50m緩衝工	80m緩衝工	110m緩衝工
ダクトなし	1,997	1,883	1,931
坑口付近3本	1,590	1,395	1,423
坑口付近6本	2,032	1,753	1,752
遠方3本	1,450	1,371	1,466
遠方6本	1,304	1,498	1,396

(kpa/sec)

5. おわりに

今回の結果より、これまでの適用範囲以上の長さの緩衝工にダクトを設置した場合にも低減効果があることが把握出来た。ただし、長大になるほど緩衝工自体の効果が低くなることやダクト設置により悪化する場合があるなど課題も残った。今回は緩衝工側面の開口部やダクトの設置数・設置位置の詳細な検討は行っていないため、今後は条件数を増やし、最適な低減効果が得られる形状を模索し検討を進めていく予定である。

参考文献

- 1) 高桑他：トンネル微気圧波低減効果を向上するパイプ付き緩衝工の模型実験，平成17年年度土木学会全国大会第60回年次学術講演会，pp367-368，2005. 9
- 2) 櫻井他；ダクト付トンネル緩衝工設計マニュアルの制定について，SED (30)， pp220-223， 2008. 05