

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4555560号  
(P4555560)

(45) 発行日 平成22年10月6日(2010.10.6)

(24) 登録日 平成22年7月23日(2010.7.23)

(51) Int. Cl. F 1  
E 2 1 D 9/14 (2006.01) E 2 1 D 9/14

請求項の数 13 (全 13 頁)

(21) 出願番号	特願2003-393787 (P2003-393787)	(73) 特許権者	000221616 東日本旅客鉄道株式会社 東京都渋谷区代々木二丁目2番2号
(22) 出願日	平成15年11月25日(2003.11.25)	(73) 特許権者	000173784 財団法人鉄道総合技術研究所 東京都国分寺市光町2丁目8番地38
(65) 公開番号	特開2005-155129 (P2005-155129A)	(74) 代理人	100090033 弁理士 荒船 博司
(43) 公開日	平成17年6月16日(2005.6.16)	(74) 代理人	100093045 弁理士 荒船 良男
審査請求日	平成18年9月5日(2006.9.5)	(72) 発明者	野澤 伸一郎 東京都渋谷区代々木二丁目2番2号 東日本旅客鉄道株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 トンネル緩衝工

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

トンネル入口にフード部を設置したトンネル緩衝工において、前記フード部から外方に突出しフード部内に連通し、前記フード部で生ずる圧縮波の一部が伝播する管部を設け、前記管部の先端は、前記管部に伝播した圧縮波の少なくとも一部を反射し、前記管部の長さは、前記管部の前記フード部との接続口の内径よりも長く、前記管部は先端に向かって内径が大きくなるフレア形状であり、前記管部の先端に圧縮波の一部を放出する開口部を設け、圧縮波の一部を自由端反射させることを特徴とするトンネル緩衝工。

【請求項2】

トンネル入口にフード部を設置したトンネル緩衝工において、前記フード部から外方に突出しフード部内に連通し、前記フード部で生ずる圧縮波の一部が伝播する管部を設け、前記管部の先端は、前記管部に伝播した圧縮波の少なくとも一部を反射し、前記管部の長さは、前記管部の前記フード部との接続口の内径よりも長く、前記管部の先端付近の側壁に孔を複数設けたことを特徴とするトンネル緩衝工。

【請求項3】

トンネル入口にフード部を設置したトンネル緩衝工において、前記フード部から外方に突出しフード部内に連通し、前記フード部で生ずる圧縮波の一部が伝播する管部を設け、前記管部の先端は、前記管部に伝播した圧縮波の少なくとも一部を反射し、前記管部の長さは、前記管部の前記フード部との接続口の内径よりも長く、

前記管部の側壁に開口部を設けたことを特徴とするトンネル緩衝工。

【請求項 4】

前記管部の側壁に長さ方向に間隔をあけて前記開口部を複数設けたことを特徴とする請求項 3 に記載のトンネル緩衝工。

【請求項 5】

トンネル入口にフード部を設置したトンネル緩衝工において、前記フード部から外方に突出しフード部内に連通し、前記フード部で生ずる圧縮波の一部が伝播する管部を設け、前記管部の先端は、前記管部に伝播した圧縮波の少なくとも一部を反射し、前記管部の長さは、前記管部の前記フード部との接続口の径よりも長く、前記管部の側壁に開閉自在の窓部を設けたことを特徴とするトンネル緩衝工。

10

【請求項 6】

前記管部の側壁に長さ方向に間隔をあけて前記窓部を複数設けたことを特徴とする請求項 5 に記載のトンネル緩衝工。

【請求項 7】

前記管部の先端は閉塞しており、圧縮波を固定端反射させることを特徴とする請求項 2 ~ 6 のいずれか一項に記載のトンネル緩衝工。

【請求項 8】

前記管部の先端に圧縮波の一部を放出する開口部を設け、圧縮波の一部を自由端反射させることを特徴とする請求項 2 ~ 6 のいずれか一項に記載のトンネル緩衝工。

【請求項 9】

前記管部の先端面に管部の径よりも小さい孔を 1 ないし複数設けたことを特徴とする請求項 8 に記載のトンネル緩衝工。

20

【請求項 10】

前記開口部を民家のある方向を避けて設けたことを特徴とする請求項 1、3、4、8、9 のいずれか一項に記載のトンネル緩衝工。

【請求項 11】

前記窓部を民家のある方向を避けて設けたことを特徴とする請求項 5 または 6 に記載のトンネル緩衝工。

【請求項 12】

前記管部に内部を閉塞する閉塞部材を前記管部の長さ方向に任意の位置で固定自在に設けたことを特徴とする請求項 1 ~ 11 のいずれか一項に記載のトンネル緩衝工。

30

【請求項 13】

前記管部に内部を閉塞する閉塞部材を前記管部の長さ方向に移動自在に設けるとともに、前記閉塞部材にその変位に応じて伸縮する弾性材を設けたことを特徴とする請求項 1 ~ 12 のいずれか一項に記載のトンネル緩衝工。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、高速列車等の移動体がトンネル内に突入することによって出口で生じる微気圧波を低減できるトンネル緩衝工に関する。

40

【背景技術】

【0002】

新幹線等の高速列車がトンネル入口に突入すると圧縮波が生じ、この圧縮波がトンネル内を伝播してトンネル出口に到達すると、圧縮波の圧力勾配にほぼ比例したパルス状の圧力波が出口から外部に放射される。このパルス状の圧力波がいわゆる微気圧波である。

【0003】

高速列車がトンネル入口に突入することで生じる圧縮波は、圧力によって伝播速度が異なり、圧力が低いと伝播速度は遅く、圧力が高いと伝播速度は速い。すなわち、圧縮波の先端付近で圧力の低い部分は伝播速度が遅く、圧縮波の後方で圧力の高い部分は伝播速度が速いので、圧縮波の波形は伝播するうちに後方部分が先端付近部分に次第に追いついて

50

いく。このため圧縮波の波形は、最初は緩やかであっても、伝播するうちに次第に切り立った形状に変化する。これを波の非線形効果という。圧縮波の波形の切り立った形状への変化に伴い、圧縮波の圧力勾配は大きくなっていく。

【0004】

短いトンネルの場合は、圧力勾配はほとんど変化せずにトンネル出口に到達するが、長いトンネルの場合は、波の非線形効果が蓄積することによって、圧力勾配が徐々に大きくなり、切り立った波形となってトンネル出口に到達する。

【0005】

微気圧波の放射は、破裂的な空気圧音（一次音）を招くことがあるだけでなく、トンネル出口付近の民家の窓ガラスや戸を急に動かして二次音を発生させる要因となるものであり、その低減が重要となっている。

10

【0006】

具体的な微気圧波低減対策としては、トンネル入口にトンネル緩衝工を設ける方法がある。トンネル緩衝工とは、例えば図11に示すように、トンネルの1.4～1.5倍程度の断面積を持つフード部30の側面に開口部（フード開口部31）を適宜設けたものである。トンネル緩衝工によりトンネル入口で生じる圧縮波の圧力勾配を小さく抑えることができるので、トンネル出口での微気圧波の低減を図ることができる（例えば、特許文献1、特許文献2参照）。

【特許文献1】特公昭55-31274号公報

【特許文献2】特開2001-248390号公報

20

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

トンネル緩衝工による微気圧波低減対策では、列車速度とトンネル断面積、列車断面積等に応じた計算や実験を行ってトンネル緩衝工を設ける必要がある。しかし列車が高速になればなるほど、フード部の長さを延長する必要が生じ、用地面積の増大や工事費の増加につながることになる。また、異なる先頭部形状を有する列車を運行する場合でも、緩衝工の形状を変更することができないため、全ての列車に対して最適な緩衝工とすることが困難であった。

【0008】

30

本発明は上記事情に鑑みてなされたもので、フード部の長さを延長することなく、また異なる先頭部形状を有する列車を運行する場合にも、最適に微気圧波を低減できるトンネル緩衝工を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0009】

以上の課題を解決するため、本発明の請求項1に記載の発明は、トンネル入口2にフード部10を設置したトンネル緩衝工において、フード部10から外方に突出しフード部10内に連通し、前記フード部で生ずる圧縮波の一部が伝播する管部20を設け、前記管部の先端は、前記管部に伝播した圧縮波の少なくとも一部を反射し、前記管部の長さは、前記管部の前記フード部との接続口の内径よりも長く、前記管部は先端に向かって内径が大きくなるフレアー形状であり、前記管部の先端に圧縮波の一部を放出する開口部を設け、圧縮波の一部を自由端反射させることを特徴とする。

40

請求項2に記載の発明は、トンネル入口にフード部を設置したトンネル緩衝工において、前記フード部から外方に突出しフード部内に連通し、前記フード部で生ずる圧縮波の一部が伝播する管部を設け、前記管部の先端は、前記管部に伝播した圧縮波の少なくとも一部を反射し、前記管部の長さは、前記管部の前記フード部との接続口の内径よりも長く、前記管部の先端付近の側壁に孔を複数設けたことを特徴とする。

請求項3に記載の発明は、トンネル入口にフード部を設置したトンネル緩衝工において、前記フード部から外方に突出しフード部内に連通し、前記フード部で生ずる圧縮波の一部が伝播する管部を設け、前記管部の先端は、前記管部に伝播した圧縮波の少なくとも一

50

部を反射し、前記管部の長さは、前記管部の前記フード部との接続口の内径よりも長く、  
前記管部の側壁に開口部を設けたことを特徴とする。

請求項 4 に記載の発明は、請求項 3 に記載のトンネル緩衝工において、前記管部の側壁に長さ方向に間隔をあけて前記開口部を複数設けたことを特徴とする。

請求項 5 に記載の発明は、トンネル入口にフード部を設置したトンネル緩衝工において、前記フード部から外方に突出しフード部に連通し、前記フード部で生ずる圧縮波の一部が伝播する管部を設け、前記管部の先端は、前記管部に伝播した圧縮波の少なくとも一部を反射し、前記管部の長さは、前記管部の前記フード部との接続口の内径よりも長く、前記管部の側壁に開閉自在の窓部を設けたことを特徴とする。

請求項 6 に記載の発明は、請求項 5 に記載のトンネル緩衝工において、前記管部の側壁に長さ方向に間隔をあけて前記窓部を複数設けたことを特徴とする。

10

#### 【 0 0 1 0 】

請求項 1 に記載の発明によれば、フード部 1 0 から外方に突出しフード部 1 0 内に連通する管部 2 0 を設けたので、高速列車がフード部 1 0 に突入して生じる圧縮波がトンネル入口 2 に向かって伝播する過程で、圧縮波の一部がフード部 1 0 から管部 2 0 に伝播し、トンネル 1 に伝播する圧縮波の圧力勾配を緩やかにすることができ、トンネル 1 出口で生じる微気圧波の低減を図ることができる。

また、管部 2 0 は先端に向かって内径が大きくなるフレア形状であるので、管部 2 0 に伝播した圧縮波は先端に伝播するにつれて、一部が膨脹波としてフード部 1 0 に向かって戻りながら減衰する。フレア部の長さや形状を適宜設定することで、フード部 1 0 で生じる圧縮波の圧力勾配を緩やかにすることができる。

20

請求項 2 に記載の発明によれば、管部 2 0 の先端付近の側壁に孔 2 9 を複数設けたので、管部 2 0 に伝播した圧縮波は一部が孔 2 9 から外部へ放出されるとともに、一部が反射してフード部 1 0 に向かって伝播し、残りは管部 2 0 の先端に向かって伝播する。孔 2 9 の大きさや数、位置を適宜設定することで、管部 2 0 からフード部 1 0 に向かって伝播する圧力波の大きさや位相を変化させて、フード部 1 0 で生じる圧縮波の圧力勾配を緩やかにすることができる。

請求項 3 に記載の発明によれば、管部 2 0 の側壁に開口部 2 2 を設けたので、管部 2 0 に伝播した圧縮波は一部が開口部 2 2 から外部へ放出されるとともに、一部が反射してフード部 1 0 に向かって伝播し、残りは管部 2 0 の先端に向かって伝播する。開口部 2 2 の大きさや位置を適宜設定することで、管部 2 0 からフード部 1 0 に向かって伝播する圧力波の大きさや位相を変化させて、フード部 1 0 で生じる圧縮波の圧力勾配を緩やかにすることができる。

30

請求項 4 に記載の発明によれば、管部 2 0 の側壁に長さ方向に間隔をあけて開口部 2 2 を複数設けたので、管部 2 0 に伝播した圧縮波が各開口部 2 2 に到達すると、圧縮波の一部がそこから外部へ放出されるとともに、一部が反射してフード部 1 0 に向かって伝播し、残りは管部 2 0 の先端に向かって伝播する。これが各開口部 2 2 で繰り返されることにより、管部 2 0 からフード部 1 0 に向かって伝播する圧力波の大きさや位相を変化させて、フード部 1 0 で生じる圧縮波の圧力勾配を緩やかにすることができる。

請求項 5 に記載の発明によれば、管部 2 0 の側壁に開閉自在の窓部 2 3 を設けたので、窓部 2 3 を全開にすると開口部 2 2 とすることができ、窓部 2 3 を閉めると先端まで連続した管部 2 0 とすることができる。このため、列車の先頭部形状や速度を変えたときにも、窓部 2 3 の開閉度を変えることで生じる圧縮波に対応することができ、フード部 1 0 で生じる圧縮波の圧力勾配を緩やかにすることができる。

40

請求項 6 に記載の発明によれば、管部 2 0 の側壁に長さ方向に間隔をあけて窓部 2 3 を複数設けたので、列車の先頭部形状や速度を変えたときにも各窓部 2 3 を適宜開閉することで生じる圧縮波に対応することができ、フード部 1 0 で生じる圧縮波の圧力勾配を緩やかにすることができる。

#### 【 0 0 1 1 】

請求項 7 に記載の発明は、請求項 2 ~ 6 のいずれか一項に記載のトンネル緩衝工におい

50

て、管部 20 の先端は閉塞しており、圧縮波を固定端反射させることを特徴とする。

【0012】

請求項 7 に記載の発明によれば、管部 20 の先端は閉塞しているため、管部 20 に伝播した圧縮波は先端で固定端反射して位相が変わらず圧縮波のままフード部 10 に向かって伝播する。圧縮波の波長を考慮して管部 20 の長さや内径を適宜設定することで、圧縮波を干渉させてフード部 10 で生じる圧縮波の圧力勾配を緩やかにすることができる。

【0013】

請求項 8 に記載の発明は、請求項 2 ~ 6 のいずれか一項に記載のトンネル緩衝工において、管部 20 の先端に圧縮波の一部を放出する開口部（先端開口部 21）を設け、圧縮波の一部を自由端反射させることを特徴とする。

10

【0014】

請求項 8 に記載の発明によれば、管部 20 の先端に開口部（先端開口部 21）を設けたので、管部 20 に伝播した圧縮波は先端で一部が先端開口部 21 から外部へ放出されるとともに、一部が自由端反射して位相が 180 度ずれ膨張波となってフード部 10 に向かって伝播する。圧力波（圧縮波及び/または膨張波）の波長を考慮して管部 20 の長さや内径を適宜設定することで、圧力波を干渉させてフード部 10 で生じる圧縮波の圧力勾配を緩やかにすることができる。

【0015】

請求項 9 に記載の発明は、請求項 8 に記載のトンネル緩衝工において、図 2（a）または（b）に示すように、管部 20 の先端面 20a に管部 20 の内径よりも小さい孔 29 を 1 ないし複数設けたことを特徴とする。

20

【0016】

請求項 9 に記載の発明によれば、管部 20 の先端面 20a に管部 20 の内径よりも小さい孔 29 を 1 ないし複数設けたので、管部 20 の先端面 20a に到達した圧縮波の一部が孔 29 から外部へ放出されるとともに、一部が孔 29 で自由端反射して位相が 180 度ずれ膨張波となってフード部 10 に向かって伝播し、残りは孔 29 周辺の閉鎖部分で固定端反射して位相が変わらず圧縮波のままフード部 10 に向かって伝播する。圧力波の波長を考慮して管部 20 の長さや内径、孔 29 の大きさを適宜設定することで、圧力波を干渉させてフード部 10 で生じる圧縮波の圧力勾配を緩やかにすることができる。

【0029】

30

請求項 10 に記載の発明は、請求項 1、3、4、8、9 のいずれか一項に記載のトンネル緩衝工において、開口部（先端開口部 21、開口部 22）を民家 3 のある方向を避けて設けたことを特徴とする。

請求項 11 に記載の発明は、請求項 5 または 6 に記載のトンネル緩衝工において、窓部 23 を民家のある方向を避けて設けたことを特徴とする。

【0030】

請求項 10 に記載の発明によれば、開口部（先端開口部 21、開口部 22）を民家 3 のある方向を避けて設けたので、開口部（先端開口部 21、開口部 22）から圧縮波が放出されても、圧力波は民家のない方向へ放射され、民家の窓ガラスや戸を急に動かして二次音を発生させることがない。

40

請求項 11 に記載の発明によれば、窓部 23 を民家 3 のある方向を避けて設けたので、窓部 23 から圧縮波が放出されても、圧力波は民家のない方向へ放射され、民家の窓ガラスや戸を急に動かして二次音を発生させることがない。

【0031】

請求項 12 に記載の発明は、請求項 1 ~ 11 のいずれか一項に記載のトンネル緩衝工において、図 10 に示すように、管部 20 に内部を閉塞する閉塞部材 24 を管部 20 の長さ方向に任意の位置で固定自在に設けたことを特徴とする。

【0032】

請求項 12 に記載の発明によれば、管部 20 に内部を閉塞する閉塞部材 24 を管部 20 の長さ方向に任意の位置で固定自在に設けたので、列車の先頭部形状や速度を変えたとき

50

にも閉塞部材 24 の固定位置を変えることで生じる圧縮波に対応することができ、管部 20 を圧縮波の圧力勾配が効率的に低減するように設定することができる。

【0033】

請求項 13 に記載の発明は、請求項 1 ~ 12 のいずれか一項に記載のトンネル緩衝工において、図 8 に示すように、管部 20 に内部を閉塞する閉塞部材 24 を管部 20 の長さ方向に移動自在に設けるとともに、閉塞部材 24 にその変位に応じて伸縮する弾性材 25 を設けたことを特徴とする。

【0034】

請求項 13 に記載の発明によれば、管部 20 に内部を閉塞する閉塞部材 24 を管部 20 の長さ方向に移動自在に設けるとともに、閉塞部材 24 にその変位に応じて伸縮する弾性材 25 を設けたので、管部 20 に伝播した圧縮波による圧力変化を受けて閉塞部材 24 が上下に変位し、それに伴い弾性材 25 が伸縮して圧縮波のエネルギーを吸収することにより、フード部 10 で生じる圧縮波の圧力勾配を緩やかにすることができる。

【発明の効果】

【0035】

本発明によれば、フード部で生じた圧縮波が管部により分岐、反射、干渉するため、圧縮波の圧力勾配を緩やかにすることができ、トンネルに突入する列車の速度を上げる場合にも、フード部の長さを延長しないでトンネル入口で生じる圧縮波の圧力勾配を緩やかにしてトンネル出口で生じる微気圧波を低減することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0036】

以下、本発明について詳細に説明する。本発明のトンネル緩衝工は、例えば図 1 に示すように、トンネル入口 2 に設けられるフード部 10 と、フード部 10 に設けられる管部 20 とからなる。

【0037】

トンネル 1 は、例えば新幹線等の高速列車が通過するものであり、その内側壁面はコンクリートによって覆工され、この覆工底部にレール等が敷設される。

【0038】

フード部 10 は、従来のトンネル緩衝工と同様の形状、例えばトンネル 1 本体よりも径の大きい半筒形の形状をしており、一端がトンネル入口 2 と接続されている。またフード部 10 の他端はフード入口 11 として高速列車がトンネル 1 を通過できるように開放されている。フード部 10 は、鉄筋コンクリートや鉄骨、鋼等で従来のトンネル緩衝工と同様に形成される。あるいは既成のトンネル緩衝工を用いてもよい。

【0039】

フード部 10 の管部 20 との接続部には、接続口 12 が設けられている。接続口 12 は、管部 20 の断面形状に合わせた形状に設けることができるが、管部 20 の内径より小さくしてもよい。

【0040】

管部 20 は円筒や角筒などの筒形状であり、フード部 10 の任意の場所に 1 本または複数本設けられる。図 1 においては、4 本の管部 20 がフード入口 11 側からトンネル入口 2 側へ等間隔に設けられ、管部 20 の長さはフード入口 11 側からトンネル入口 2 側へ向かって長くなっているが、長さや内径、間隔は、管部 20 により圧縮波が分岐、反射、干渉して圧力勾配が低減するように設定する。

【0041】

管部 20 はフード部 10 と同様に鉄筋コンクリートや鋼管等で形成される。管部 20 の内部は接続口 12 でフード部 10 の内部と連通している。また管部 20 の先端は開口（先端開口部 21）となっており、管部 20 の内部は外界に開放されている。先端開口部 21 の内径は管部 20 の内径と同じ大きさであってもよいし、それよりも大きくても小さくてもよい。

【0042】

10

20

30

40

50

管部 20 の長さや内径は、高速列車の速度、高速列車の先頭部形状やトンネル 1 の形状等から生じる圧縮波の周波数を計算や実験で求めるとともに、以下に説明する圧縮波圧力勾配の低減作用を考慮して設計する。管部 20 を複数本設ける場合には、各管部 20 の長さ及び内径は同一であってもよいし、異なる長さまたは内径であってもよい。

【 0 0 4 3 】

次に、本発明のトンネル緩衝工による圧縮波圧力勾配の低減作用について、管部 20 に先端開口部 21 を設けた場合を例に説明する。まずフード入口 11 から高速列車がフード部 10 に入ると、圧縮波が生じ、トンネル入口 2 に向かってフード部 10 内を伝播する。この圧縮波が管部 20 との接続口 12 まで達すると、圧縮波の一部は管部 20 に伝播し、残りはトンネル入口 2 に向かって伝播するため、トンネル入口 2 に向かう圧縮波は減衰する。管部 20 が複数本設けられている場合には、圧縮波は管部 20 との接続口 12 に達するたびに減衰する。

10

【 0 0 4 4 】

トンネル入口 2 に達した圧縮波は、一部が反射し、残りがトンネル 1 内部を伝播する。トンネル入口 2 で反射した圧縮波は、フード入口 11 へ向かって伝播し、管部 20 との接続口 12 に達するたびに一部が管部 20 に伝播し、減衰する。フード入口 11 に達した圧縮波は、一部が外部へ放出されるとともに、残りが自由端反射して再びトンネル入口 2 へ向かって伝播する。

【 0 0 4 5 】

管部 20 に伝播した圧縮波は、管部 20 の先端開口部 21 に向かって伝播する。先端開口部 21 に到達した圧縮波は、一部が自由端反射して膨張波となって接続口 12 に向かって伝播するとともに、残りが外部へ放出される。接続口 12 に達した膨張波は、一部がフード部 10 内に伝播するとともに、残りが自由端反射して再び圧縮波となって先端開口部 21 に向かって伝播する。このようにしてフード部 10 で生じた圧縮波は減衰されてトンネル入口 2 に達しトンネル 1 内部を伝播するので、トンネル 1 出口で生じる微気圧波を低減することができる。

20

【 0 0 4 6 】

さらに管部 20 の長さや内径、管部 20 を複数本設ける場合にはその本数や間隔などを所定の値にすることで、上記過程で位相のずれた圧力波（圧縮波または膨張波）同士を重ねあわせることができ、圧縮波の圧力勾配をさらに低減させることができる。このように本発明のトンネル緩衝工ではフード部 10 に適当な長さ及び内径の管部 20 を設けることにより圧縮波の圧力勾配を緩やかにするので、列車の速度を上げる場合にも、フード部 10 の長さを延長する必要がない。また図 1 のように管部 20 をフード部 10 の上部に鉛直に設けた場合には、新たな用地取得の必要もなく、従来のトンネル緩衝工のフード部 10 を利用して本発明のトンネル緩衝工とすることができる。

30

【 0 0 4 7 】

なお以上はトンネル入口 2 での圧縮波の発生について説明したが、複線のトンネル 1 の場合には、トンネル入口 2 がトンネル 1 出口、フード入口 11 がフード出口ともなる。この場合には、トンネル 1 出口から生じた圧縮波がフード出口に伝播する過程で、圧縮波の一部が管部 20 に伝播するので、フード出口から放射される微気圧波を低減させることができる。また同様にトンネル 1 から生じる低周波音その他の騒音も減衰させることができる。

40

【 0 0 4 8 】

また、先端開口部 21 は、例えば図 2 ( a ) に示すように、管部 20 の先端面 20 a に管部 20 の内径よりも小さい孔 29 を設けた形状のものでもよい。あるいは図 2 ( b ) に示すように、管部 20 の先端面 20 a に管部 20 の内径よりも小さい孔 29 を複数設けた形状のものでもよい。

【 0 0 4 9 】

また、図 2 ( c ) に示すように、先端に向かって内径が大きくなるフレア形状の管部 20 としてもよい。このような管部 20 では、先端に向かって内径が大きくなるため、管

50

部 2 0 内に伝播した圧縮波は先端に伝播するにつれて、一部が膨張波としてフード部 1 0 に向かって戻りながら減衰する。

【 0 0 5 0 】

また、図 2 ( d ) に示すように、管部 2 0 の先端付近の側壁に孔 2 9 を複数設けてもよい。管部 2 0 の先端に伝播した圧縮波は一部が孔 2 9 から外部へ放出されるとともに、残りが先端面 2 0 a で反射してフード部 1 0 に向かって伝播する。

【 0 0 5 1 】

また、図 1 では複数の管部 2 0 が鉛直にフード部 1 0 に設けられているが、図 3 に示すように、フード部 1 0 の側方に横方向に管部 2 0 を設けてもよい。ここで、先端開口部 2 1 はトンネル 1 近隣の民家 3 のある方向を避けて設けることが好ましい。

10

【 0 0 5 2 】

また、図 1 及び図 3 では管部 2 0 は直管状であるが、図 4 に示すように、途中で屈曲した屈曲管を管部 2 0 に用いてもよい。屈曲管を用いることで、トンネル 1 近隣の民家 3 の方角や地形に応じて管部 2 0 を任意に設けることができる。

【 0 0 5 3 】

また、図 5 に示すように、管部 2 0 の側壁に開口部 2 2 を設けてもよい。ここで、開口部 2 2 はトンネル 1 近隣の民家 3 のある方向を避けて設けることが好ましい。この場合には、接続口 1 2 から伝播した圧縮波が開口部 2 2 に達すると、一部が外部へ放出されるとともに、一部が反射して接続口 1 2 に向かって伝播し、残りが先端開口部 2 1 に向かって伝播する。また先端開口部 2 1 で自由端反射した膨張波が開口部 2 2 に達すると、一部が外部へ放出されるとともに、一部が反射して先端開口部 2 1 に向かって伝播し、残りが接続口 1 2 に向かって伝播する。

20

【 0 0 5 4 】

また、図 6 に示すように、管部 2 0 の側壁に長さ方向に間隔をあけて開口部 2 2 を複数設けてもよい。接続口 1 2 から伝播した圧縮波が各開口部 2 2 に達すると、その度に一部が外部へ放出されるとともに、一部が反射して接続口 1 2 に向かって伝播し、残りが先端開口部 2 1 に向かって伝播する。また先端開口部 2 1 で自由端反射した膨張波が各開口部 2 2 に達すると、その度に一部が外部へ放出されるとともに、一部が反射して先端開口部 2 1 に向かって伝播し、残りが接続口 1 2 に向かって伝播する。

【 0 0 5 5 】

30

また、図 7 に示すように、管部 2 0 の側壁に開閉自在の窓部 2 3 を設けてもよい。窓部 2 3 は例えば開口部 2 2 にシャッターを設けて構成することができる。あるいは開口部 2 2 に開閉自在の蓋を設けて構成してもよい。窓部 2 3 を全開にすると開口部 2 2 とすることができ、窓部 2 3 を閉めると先端まで連続した管部 2 0 とすることができる。

【 0 0 5 6 】

また、管部 2 0 の長さ方向に間隔をあけて窓部 2 3 を複数設けてもよい。任意の窓部 2 3 を開けることで、接続口 1 2 と開口部 2 2 との距離、及び開口部 2 2 と先端開口部 2 1 との距離を任意に設定することができ、圧縮波の圧力勾配が効率的に低減するように設定することができる。なお窓部 2 3 は 1 つだけ開けるようにしてもよいし、複数開けてもよい。また各窓部 2 3 は全開にするのみでなく、半開にするなど、開放面積を任意に設定し

40

てもよい。列車の先頭部形状や速度を変えたときにも、それに対応して各窓部 2 3 を開閉することで、効率よく圧縮波の圧力勾配を低減させることができる。

【 0 0 5 7 】

なお、図 1 ~ 5 では管部 2 0 の先端は先端開口部 2 1 となっているが、閉塞していてもよい。この場合には、先端に達した圧縮波は固定端反射して位相が変わらず圧縮波のまま接続口 1 2 に向かって伝播する。管部 2 0 を複数本設けた場合には、管部 2 0 の先端を先端開口部 2 1 または閉塞のいずれにするかを、圧縮波の圧力勾配が効率的に低減するように任意に設定することができる。また管部 2 0 の途中が閉塞されていてもよい。

【 0 0 5 8 】

また、図 8 に示すように、管部 2 0 内を閉塞する閉塞部材 2 4 をばね等の弾性材 2 5 で

50

上下動するように設けてもよい。フード部 10 から圧縮波が伝播し閉塞部材 24 に至ると、閉塞部材 24 が上下動して弾性材 25 が伸縮し圧縮波のエネルギーを吸収することにより、フード部 10 で生じる圧縮波の圧力勾配を低減させることができる。またさらに閉塞部材 24 にダンパー等を設けて圧縮波のエネルギーを吸収してもよい。

【0059】

あるいは、図 9 に示すように、先端が先端開口部 21 となっている管部 20 に可動弁 26 を設けてもよい。管部 20 に可動弁 26 を設けることで、可動弁 26 を開いて圧縮波を先端開口部 21 で自由端反射させるか、あるいは可動弁 26 を閉じて固定端反射させるかを任意に設定することができ、列車の先頭部形状や速度を変えたときにも効率よく圧縮波の圧力勾配を低減させることができる。また可動弁 26 の取付位置も先端開口部 21 または接続口 12 の部分に設けてもよいし、その間に設けてもよく、圧縮波の圧力勾配が効率的に低減するように任意に設定することができる。

10

【0060】

可動弁 26 としては例えば図 9 に示すように、管部 20 内を閉塞する閉塞板 27 と、閉塞板 27 を回動自在に支持する回転軸 28 とを設け、閉塞板 27 を管部 20 内で回転させることにより開閉するものを使用することができる。この場合には、閉塞板 27 の角度に応じて管部 20 の閉塞度合いを任意に変更することができ、列車の先頭部形状や速度を変えたときにも効率よく圧縮波の圧力勾配を低減させることができる。

【0061】

あるいは、図 10 に示すように、管部 20 の内部に閉塞部材 24 を、管部 20 の長さ方向の任意の位置に固定自在に設けてもよい。管部 20 の内部で閉塞部材 24 を管部 20 の長さ方向に移動させて固定することにより、接続口 12 と閉塞部材 24 との距離を任意に変更することができる。圧縮波の周波数の音波が減衰するように接続口 12 と閉塞部材 24 との距離を設定することにより、列車の先頭部形状や速度を変えたときにも効率よく圧縮波の圧力勾配を低減させることができる。

20

【0062】

なお上記いずれかの管部 20 を複数本設ける場合には、管部 20 の長さを全て同一にしてもよいし、異なる長さにしてもよい。また異なる断面形状の管部 20 を組み合わせてもよいことはもちろんである。

【図面の簡単な説明】

30

【0063】

【図 1】本発明のトンネル緩衝工の形態例を示す斜視図である。

【図 2】本発明のトンネル緩衝工で用いられる管部の形態例を示す斜視図である。

【図 3】本発明のトンネル緩衝工の形態例を示す斜視図である。

【図 4】本発明のトンネル緩衝工の形態例を示す斜視図である。

【図 5】本発明のトンネル緩衝工の形態例を示す斜視図である。

【図 6】本発明のトンネル緩衝工の形態例を示す斜視図である。

【図 7】本発明のトンネル緩衝工の形態例を示す斜視図である。

【図 8】本発明のトンネル緩衝工の形態例を示す斜視図である。

【図 9】本発明のトンネル緩衝工の形態例を示す斜視図である。

40

【図 10】本発明のトンネル緩衝工の形態例を示す斜視図である。

【図 11】従来 of トンネル緩衝工を示す斜視図である。

【符号の説明】

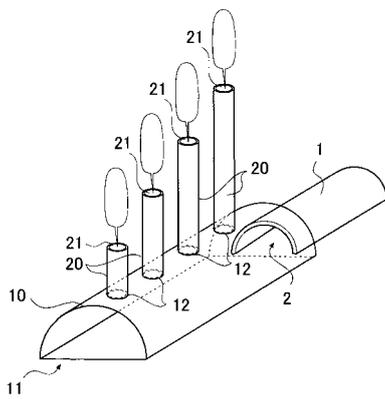
【0064】

- 1 トンネル
- 2 トンネル入口
- 3 民家
- 10 フード部
- 11 フード入口
- 12 接続口

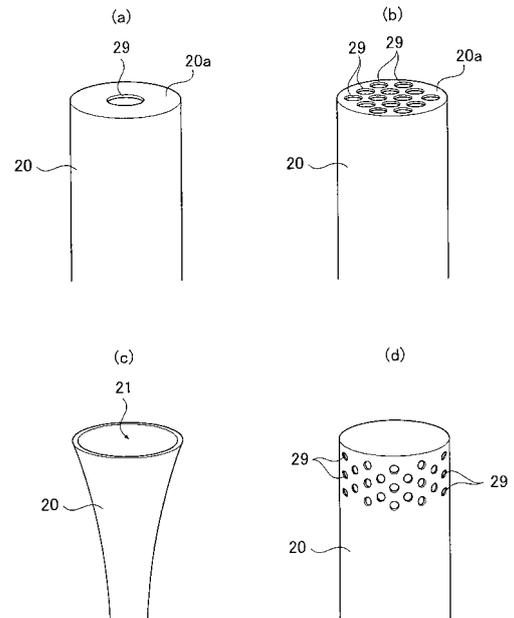
50

- 2 0 管部
- 2 0 a 先端面
- 2 1 先端開口部
- 2 2 開口部
- 2 3 窓部
- 2 4 閉塞部材
- 2 5 弾性材
- 2 6 可動弁
- 2 7 閉鎖板
- 2 8 回転軸
- 2 9 孔
- 3 0 フード部
- 3 1 フード開口部

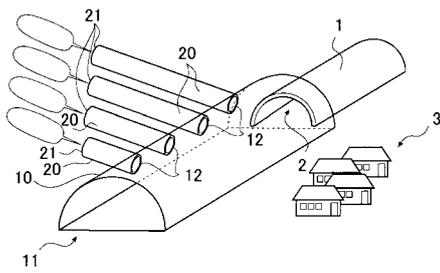
【図 1】



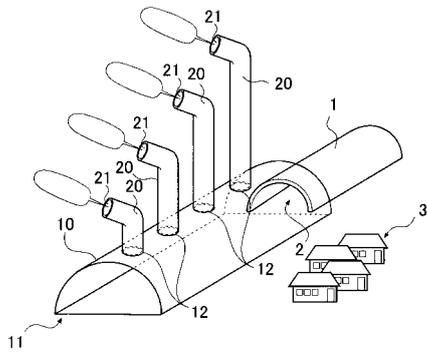
【図 2】



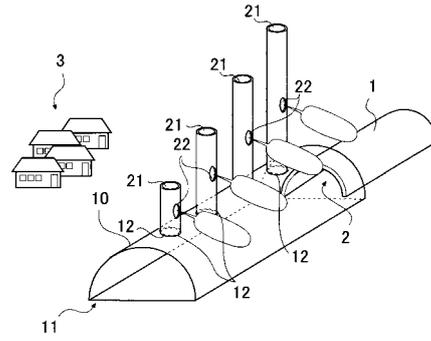
【 図 3 】



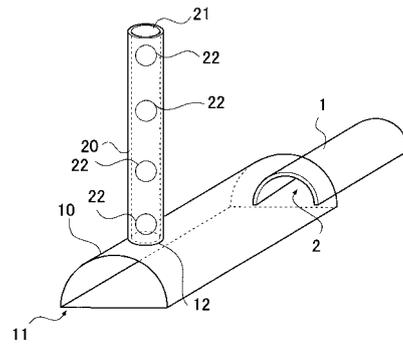
【 図 4 】



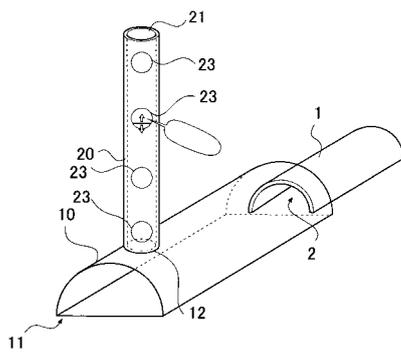
【 図 5 】



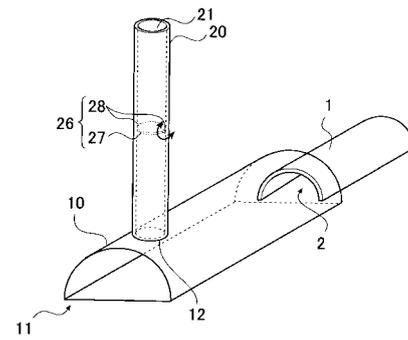
【 図 6 】



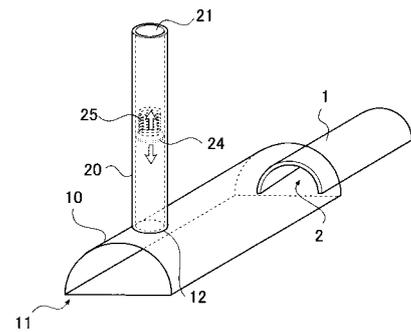
【 図 7 】



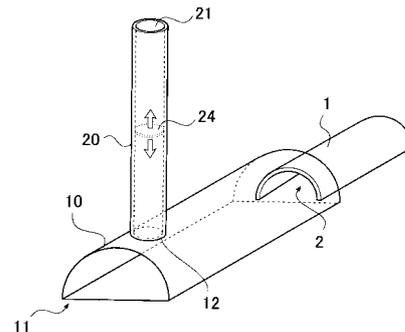
【 図 9 】



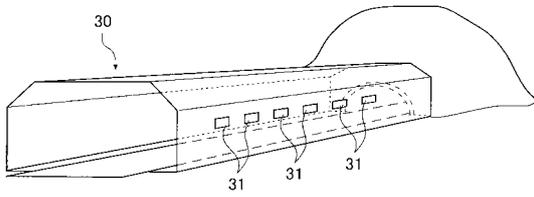
【 図 8 】



【 図 10 】



【図 11】



## フロントページの続き

- (72)発明者 高桑 靖匡  
東京都渋谷区代々木二丁目2番2号 東日本旅客鉄道株式会社内
- (72)発明者 森 圭太郎  
東京都渋谷区代々木二丁目2番2号 東日本旅客鉄道株式会社内
- (72)発明者 飯田 雅宣  
東京都国分寺市光町二丁目8番地38 財団法人鉄道総合技術研究所内
- (72)発明者 福田 傑  
東京都国分寺市光町二丁目8番地38 財団法人鉄道総合技術研究所内

審査官 柳元 八大

- (56)参考文献 特開平08-042291(JP,A)  
特開平07-004200(JP,A)  
特開2002-038900(JP,A)  
実開平01-080614(JP,U)  
特開平04-262014(JP,A)  
特開2000-240520(JP,A)  
特開平04-120396(JP,A)  
特開平06-010647(JP,A)  
特開平11-350882(JP,A)  
特公昭55-031274(JP,B2)  
特開平04-353193(JP,A)  
特開平04-102699(JP,A)  
特開平01-226907(JP,A)  
特開平07-018755(JP,A)  
特開昭61-190158(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

E21D 9/14