

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B 2)

(11)特許番号

特許第3516638号
(P3516638)

(45)発行日 平成16年4月5日(2004.4.5)

(24)登録日 平成16年1月30日(2004.1.30)

(51)Int.Cl.⁷

識別記号

F I

E 2 1 F 1/00

E 2 1 F 1/00

Z

E 2 1 D 9/14

E 2 1 D 9/14

請求項の数3(全 9 頁)

(21)出願番号 特願2000-206227(P2000-206227)

(22)出願日 平成12年7月7日(2000.7.7)

(65)公開番号 特開2002-21500(P2002-21500A)

(43)公開日 平成14年1月23日(2002.1.23)

審査請求日 平成15年3月12日(2003.3.12)

(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

(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 松村 豪

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

(74)代理人 100105108

弁理士 大川 洋一

審査官 安藤 勝治

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 トンネル圧力波低減構造

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】 複線型のトンネル(81)のトンネル坑口に設けられる圧力波低減構造物(10)を所定の形状とすることにより構成されるトンネル圧力波低減構造であって、

前記圧力波低減構造物(10)のうち、移動体(84)が進入してくる側の側壁部である第1圧力波低減構造物側壁部(10a)を、前記トンネル(81)の延設方向に平行に延びる地面上のトンネル中心線(81a)から離れるように移動し、この第1圧力波低減構造物側壁部(10a)の移動が前記圧力波低減構造物(10)の延設方向の全体にわたるようにし、

前記トンネル中心線(81a)に垂直な横断面において、前記圧力波低減構造物(10)の中心線(10c)の位置を、前記トンネル(81)に突入してくる移動体

(84)の走行中心線(84a)の地面(G)への投影位置に一致させるようにしたことを特徴とするトンネル圧力波低減構造。

【請求項2】 複線型のトンネル(81)のトンネル坑口に設けられる圧力波低減構造物(30)を所定の形状とすることにより構成されるトンネル圧力波低減構造であって、

前記圧力波低減構造物(30)のうち、移動体(84)が進入してくる側の側壁部である第1圧力波低減構造物側壁部(30a1)を、前記トンネル(81)の延設方向に平行に延びる地面上のトンネル中心線(81a)から離れるように移動し、

前記トンネル中心線(81a)に垂直な横断面において、前記圧力波低減構造物(30)の中心線(30c)の位置を、前記トンネル(81)に突入してくる移動体

(84)の走行中心線(84a)の地面(G)への投影位置に一致させるようにし、前記第1圧力波低減構造物側壁部(30a1)の端部と、拡大されていない一般部の前記圧力波低減構造物(30)の側壁部(30a3)との間に側壁部(30a2)を配置することにより、前記第1圧力波低減構造物側壁部(30a1)の端部を、拡大されていない一般部の前記圧力波低減構造物(30)の側壁部(30a3)に不連続的に接続し、略力ギ形ホーン状の構造を形成することを特徴とするトンネル圧力波低減構造。

【請求項3】 複線型のトンネル(81)のトンネル坑口に設けられる圧力波低減構造物(40)を所定の形状とすることにより構成されるトンネル圧力波低減構造であって、

前記圧力波低減構造物(40)のうち、移動体(84)が進入してくる側の側壁部である第1圧力波低減構造物側壁部(40a1)を、前記トンネル(81)の延設方向に平行に延びる地面上のトンネル中心線(81a)から離れるように移動し、

前記トンネル中心線(81a)に垂直な横断面において、前記圧力波低減構造物(40)の中心線(40c)の位置を、前記トンネル(81)に突入してくる移動体(84)の走行中心線(84a)の地面(G)への投影位置に一致させるようにし、

前記第1圧力波低減構造物側壁部(40a1)の端部を、側壁部(40a2)に接続し、前記側壁部(40a2)を前記トンネル延設方向に沿って連続的に縮径し、前記側壁部(40a2)に、拡大されていない一般部の前記圧力波低減構造物(40)の側壁部(40a3)を接続し、略ホーン状の構造を形成することを特徴とするトンネル圧力波低減構造。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、新幹線列車等の移動物体(以下、「移動体」という。)がトンネル内に突入した場合に、突入したトンネル出入口とは反対側トンネル出入口等から外部へ放射される圧力波(以下、「微気圧波」という。)、及び突入したトンネル出入口等から外部へ放射される圧力波(以下、「突入波」という。)を低減させるためのトンネル圧力波低減構造に関するものである。

【0002】

【従来の技術】図8(A)に示すように、地山80に形成されたトンネル81の空間内に新幹線等の列車84がトンネル入出端E1から突入した場合には、列車84の進行方向前方(図8(A)における列車84の右方)となるトンネル内の空気は、圧縮・膨張される。これにより、図8(C)に示すような圧力値を示す空気の圧力波W1がトンネル内を図の右方向へ伝播し、トンネル入出端E2からトンネルの外部へ放射される。

【0003】この際、トンネル外部へ放射される波W2は、突入時の微気圧波と呼ばれ、図8(D)に示すように、圧力のピーク値a、bを持つ低周波の圧力波であり、ほぼ無指向性であり、トンネル入出端E2の周辺において衝撃的な低音として聴取されたり、民家等のガラス窓等の物体に振動を与える場合がある。

【0004】上記した微気圧波を防止するため、従来は、トンネル入出端(トンネル坑口)E1から外部方向にフード状(筒状)の構造物(以下、「微気圧波緩衝工」という。)を設けていた。このような微気圧波緩衝工により、列車84のトンネルへの突入時のトンネル内空気の圧縮・膨張作用は緩和され、トンネル入出端からトンネル外部へ放射される微気圧波の発生、又は微気圧波により発生した低周波音や振動のレベルが抑えられていた。

【0005】また、従来のトンネルにおいては、図8(A)に示すように、地山80に形成されたトンネル81内のトンネル空間内に列車84がトンネル入出端E1から突入した場合には、列車84の進行方向後方(図8(A)における列車84の左方)のトンネル外部へ、空気の圧力波W3が放射される。

【0006】この圧力波W3は、図8(B)に示すように、圧力のピーク値c、dを持つ波であり、微気圧波W2とは正のピークと負のピークが逆転している。以下、この圧力波W3を「突入波」という。突入波W3は、通常は微気圧波よりも弱い圧力波であり、指向性を有しており、トンネル入出端E1を挟んで地山80の側、例えば位置P11における圧力値の方が、トンネル坑口の外部側(図8におけるトンネル入出端E1の左側)の圧力値よりも大きくなっている。

【0007】上記した突入波を防止するため、出願人は、上記した微気圧波緩衝工に罅状のフランジ構造物を設けた構造(以下、「突入波低減構造」という。)を提案している(特願平11-293266号参照)。このような突入波低減構造により、列車84のトンネルへの突入時にトンネル入出端からトンネル外部へ放射される突入波により発生した低周波音や振動のレベルが抑えられることが認められている。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】上記した微気圧波緩衝工や突入波低減構造(以下、「圧力波低減構造物」という。)により微気圧波や突入波の対策が検討されてきたが、近年、新幹線列車等の高速化が進むにつれ、上記した微気圧波、突入波の影響が増大しており、より有効な低減対策が必要となっている。

【0009】本発明は上記の問題を解決するためになされたものであり、本発明の解決しようとする課題は、列車突入時のトンネル坑口等における微気圧波や突入波を低減し得るトンネル圧力波低減構造を提供することにある。

【0010】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するため、本発明の請求項1に係るトンネル圧力波低減構造は、複線型のトンネル(81)のトンネル坑口に設けられる圧力波低減構造物(10)を所定の形状とすることにより構成されるトンネル圧力波低減構造であって、前記圧力波低減構造物(10)のうち、移動体(84)が進入してくる側の側壁部である第1圧力波低減構造物側壁部(10a)を、前記トンネル(81)の延設方向に平行に延びる地面上のトンネル中心線(81a)から離れるように移動し、この第1圧力波低減構造物側壁部(10a)の移動が前記圧力波低減構造物(10)の延設方向の全体にわたるようにし、前記トンネル中心線(81a)に垂直な横断面において、前記圧力波低減構造物(10)の中心線(10c)の位置を、前記トンネル(81)に突入してくる移動体(84)の走行中心線(84a)の地面(G)への投影位置に一致させるようにしたことを特徴とする。

【0011】また、本発明の請求項2に係るトンネル圧力波低減構造は、複線型のトンネル(81)のトンネル坑口に設けられる圧力波低減構造物(30)を所定の形状とすることにより構成されるトンネル圧力波低減構造であって、前記圧力波低減構造物(30)のうち、移動体(84)が進入してくる側の側壁部である第1圧力波低減構造物側壁部(30a1)を、前記トンネル(81)の延設方向に平行に延びる地面上のトンネル中心線(81a)から離れるように移動し、前記トンネル中心線(81a)に垂直な横断面において、前記圧力波低減構造物(30)の中心線(30c)の位置を、前記トンネル(81)に突入してくる移動体(84)の走行中心線(84a)の地面(G)への投影位置に一致させるようにし、前記第1圧力波低減構造物側壁部(30a1)の端部と、拡大されていない一般部の前記圧力波低減構造物(30)の側壁部(30a3)との間に側壁部(30a2)を配置することにより、前記第1圧力波低減構造物側壁部(30a1)の端部を、拡大されていない一般部の前記圧力波低減構造物(30)の側壁部(30a3)に不連続的に接続し、略ギ形ホーン状の構造を形成することを特徴とする。

【0012】また、本発明の請求項3に係るトンネル圧力波低減構造は、複線型のトンネル(81)のトンネル坑口に設けられる圧力波低減構造物(40)を所定の形状とすることにより構成されるトンネル圧力波低減構造であって、前記圧力波低減構造物(40)のうち、移動体(84)が進入してくる側の側壁部である第1圧力波低減構造物側壁部(40a1)を、前記トンネル(81)の延設方向に平行に延びる地面上のトンネル中心線(81a)から離れるように移動し、前記トンネル中心線(81a)に垂直な横断面において、前記圧力波低減構造物(40)の中心線(40c)の位置を、前記トン

ネル(81)に突入してくる移動体(84)の走行中心線(84a)の地面(G)への投影位置に一致させるようにし、前記第1圧力波低減構造物側壁部(40a1)の端部を、側壁部(40a2)に接続し、前記側壁部(40a2)を前記トンネル延設方向に沿って連続的に縮径し、前記側壁部(40a2)に、拡大されていない一般部の前記圧力波低減構造物(40)の側壁部(40a3)を接続し、略ホーン状の構造を形成することを特徴とする。

【0013】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施形態について、図面を参照しながら詳細に説明する。

【0014】図1は、本発明の第1の実施形態である請求項1に係るトンネル圧力波低減構造の構成を示す図であり、図1(A)はトンネル坑口付近の横断面図を、図1(B)はトンネル坑口付近の上方から見た平断面図を、それぞれ示している。

【0015】図1に示す第1の実施形態では、トンネル圧力波低減構造は、複線型のトンネル81のトンネル坑口に設けられる圧力波低減構造物10の断面を所定の形状とすることにより構成されている。

【0016】すなわち、図1に示す第1の実施形態では、圧力波低減構造物10のうち、列車84が進入してくる側の側壁部(以下、「第1圧力波低減構造物側壁部」という。)10aが、トンネル中心線81aに対して垂直でかつトンネル中心線81aから第1圧力波低減構造物側壁部10aへ向かう方向、すなわち図1における右から左へ向かう方向に全体が均等に移動されている。以下、この方向を、「第1側壁方向」という。トンネル中心線81aは、図1(B)に示すように、複線型のトンネル81の延設方向に平行に延びる線であり、トンネル81の底部の地面の中央を通る線である。

【0017】図1に示す第1の実施形態では、第1圧力波低減構造物側壁部10aの第1側壁方向への移動は、図1(B)に示すように、圧力波低減構造物10の延設方向(図1(B)における上下方向)の全体にわたっている。

【0018】上記のように構成することにより、トンネル中心線81aに垂直な横断面、すなわち図1(A)において、上記のように延設方向全体にわたって拡大された圧力波低減構造物10の中心線10cの位置は、トンネルに突入してくる列車84の走行中心線84aの鉛直方向投影位置(地面Gへの投影位置)と一致している(図1(B)参照)。すなわち、トンネルに突入してくる列車84は、まず圧力波低減構造物10の中心に突入し、その後、トンネル81に進入することになる。ここに、列車走行中心線84aは、移動体走行中心線に相当している。

【0019】次に、図1に示す第1の実施形態のトンネル圧力波低減構造(圧力波低減構造物10)の作用につ

いて、図2、3を参照しつつ説明する。図2(A)、図2(B)は、仮想的なトンネル91の構成を示したものである。図2(A)、図2(B)に示すように、このトンネル91は、半径Rが5mの円筒形を有している。

【0020】上記の仮想的なトンネル91の端部開口から、仮想的な列車94又は95を突入させた場合のトンネル91内の圧力等を計算によってシミュレーションした結果が図3のグラフである。図3(A)はトンネル内の空気の圧力の経時変化を、図3(B)はトンネル内の空気の圧力勾配の経時変化を、それぞれ示している。圧力勾配とは、圧力を時間で微分した値、すなわち圧力の時間変化率である。また、図3(A)、図3(B)において、実線の曲線は、トンネル91の中心線からの距離Dが零の位置で列車が突入する場合(図2(B)における列車94の場合)を示している。また、図3(A)、図3(B)において、破線の曲線は、トンネル91の中心線からの距離DがR/2の位置で列車が突入する場合(図2(B)における列車95においてD=R/2の場合)を示している。また、仮想的な列車94又は95のトンネル91への突入速度は、新幹線列車の速度(300km/時程度)に相当する値とした。

【0021】図3(A)、図3(B)に示す計算シミュレーションの結果からわかるように、実線の曲線、すなわちトンネル91の中心線の位置で列車が突入する場合は、破線の曲線、すなわちトンネル91の中心線からずれた位置で列車が突入する場合に比べ、図3(A)に示すようにトンネル内の空気圧力の経時変化が緩やかである。また、実線の曲線、すなわちトンネル91の中心線の位置で列車が突入する場合は、破線の曲線、すなわちトンネル91の中心線からずれた位置で列車が突入する場合に比べ、図3(B)に示すようにトンネル内の空気の圧力勾配のピーク値が低い。

【0022】従来の研究結果等によれば、列車がトンネルに突入する際に突入側とは反対側のトンネル坑口等からトンネル外部へ放射される突入時の微気圧波(図8における波W2)は、列車の突入により圧縮されるトンネル内の空気の圧力勾配に比例することが確認されている。図1に示す第1の実施形態の圧力波低減構造(圧力波低減構造物10)では、図3(B)に示すようにトンネル内の空気の圧力勾配のピーク値を、従来の場合(トンネルの中心線からずれた位置で列車が突入する複線型トンネルの場合)よりも低くすることができるから、列車突入時の微気圧波を従来の複線型トンネルの場合よりも低減させることができると考えられる。

【0023】また、図1に示す第1の実施形態のトンネル圧力波低減構造は、列車が突入する側のトンネル側壁81bと列車84との距離よりも、列車が突入する側の第1圧力波低減構造物側壁部10aと列車84との距離の方が大きいことから、列車がトンネルに突入する際に突入側のトンネル坑口等からトンネル外部へ放射される

突入波(図8における波W3)についても低減可能である。なお、このことは模型実験によって確認されている。

【0024】図1に示す第1の実施形態では、圧力波低減構造物10の中心線10cの位置は、トンネルに突入してくる列車84の走行中心線84aの位置と一致していたが、圧力波低減構造物10の中心線10cの位置が上記の位置以外であっても、微気圧波又は突入波を低減させることは可能であることが、計算シミュレーション等により認められた。

【0025】すなわち、図4に示すように、トンネル中心線81aの位置と列車走行中心線84aの鉛直方向投影位置との距離をとし、トンネル中心線81aの位置から、拡大された部分の圧力波低減構造物の中心線10cの位置までの距離をxとすると、xは、 0.3×1.7 の範囲で効果があることがわかった。xが 0.3 の位置がP1であり、xが 1.7 の位置がP2であるから、圧力波低減構造物の中心線10cの位置が、P1とP2の間の範囲となるように設定すれば微気圧波又は突入波を低減する効果がある。なお、微気圧波又は突入波の低減効果をより顕著に得るためには、xの範囲は、 0.75×1.25 の範囲とすることが望ましい。

【0026】拡大された部分の圧力波低減構造物の延設方向の長さ(図4におけるL)については、他のシミュレーションの計算結果等から判断すると、一般部のトンネルの内空断面と等しい面積となる円の半径の値以上の値とする必要がある、という結果が得られている。

【0027】図5は、他のトンネル圧力波低減構造の構成を示した図である。図5に示すトンネル圧力波低減構造は、圧力波低減構造物20を備えている。この圧力波低減構造物20においては、列車84が進入してくる側の側壁部である第1圧力波低減構造物側壁部20a1が、トンネル中心線81aに対して垂直でかつトンネル中心線81aから第1圧力波低減構造物側壁部20a1へ向かう方向、すなわち図5における右から左へ向かう方向(第1側壁方向)に不均一に移動されている。

【0028】また、第1圧力波低減構造物側壁部20a1は、トンネル延設方向(図5の下方から上方へ向かう方向)に沿って連続的に曲面状に縮径し、拡大されていない一般部の圧力波低減構造物の側壁部20a2に連続的に接続することにより、略ホーン状の構造を形成している。

【0029】図5に示すトンネル圧力波低減構造のように構成しても、列車突入時の微気圧波又は突入波を低減させることができる。この場合には、圧力波低減構造物20の出入口位置、すなわち図5における20a3の位置において、拡大された部分の圧力波低減構造物の中心線20cの位置までの距離xを、 0.3×1.7 の範囲とし、好ましくは 0.75×1.25

の範囲とすることにより、列車突入時の微気圧波又は突入波の低減効果を得ることができる。なお、拡大された部分20a1の圧力波低減構造物の延設方向の長さは、一般部のトンネルの内空断面と等しい面積となる円の半径の値以上の値とする必要がある。

【0030】本発明のトンネル圧力波低減構造は、他の構成によっても実現可能である。図6は、本発明の第2の実施形態である請求項2に係るトンネル圧力波低減構造の構成を示した図である。図6に示すトンネル圧力波低減構造は、上記した第1の実施形態とは異なる圧力波低減構造物30を備えている。この圧力波低減構造物30においては、列車84が進入してくる側の側壁部である第1圧力波低減構造物側壁部30a1が、トンネル中心線81aに対して垂直でかつトンネル中心線81aから第1圧力波低減構造物側壁部30a1へ向かう方向、すなわち図6における右から左へ向かう方向（第1側壁方向）に力ギ状に移動されている。

【0031】また、第1圧力波低減構造物側壁部30a1は、トンネル延設方向（図6の下方から上方へ向かう方向）に沿って一定位置に配置され、図6における上端部において、拡大されていない一般部の圧力波低減構造物の側壁部30a3に不連続的に力ギ状に接続することにより、略力ギ形ホーン状の構造を形成している。第1圧力波低減構造物側壁部30a1と、一般部の圧力波低減構造物の側壁部30a3の間には、側壁部30a2が配置されている。

【0032】図6に示す第2の実施形態のように構成しても、列車突入時の微気圧波又は突入波を低減させることができる。この場合には、圧力波低減構造物30の出入口位置、すなわち図6における30a4の位置において、拡大された部分の圧力波低減構造物の中心線30cの位置までの距離xを、 0.3×1.7 の範囲とし、好ましくは 0.75×1.25 の範囲とすることにより、列車突入時の微気圧波又は突入波の低減効果を得ることができる。なお、拡大された部分30a1の圧力波低減構造物の延設方向の長さは、一般部のトンネルの内空断面と等しい面積となる円の半径の値以上の値とする必要がある。

【0033】本発明のトンネル圧力波低減構造は、さらに上記以外の構成によっても実現可能である。図7は、本発明の第3の実施形態である請求項3に係るトンネル圧力波低減構造の構成を示した図である。図7に示すトンネル圧力波低減構造は、上記した第1の実施形態又は第2の実施形態とは異なる圧力波低減構造物40を備えている。この圧力波低減構造物40においては、列車84が進入してくる側の側壁部である第1圧力波低減構造物側壁部40a1及び40a2が、トンネル中心線81aに対して垂直でかつトンネル中心線81aから第1圧力波低減構造物側壁部40a1、40a2へ向かう方向、すなわち図7における右から左へ向かう方向（第1

側壁方向）に部分的に移動されている。

【0034】また、第1圧力波低減構造物側壁部40a1は、トンネル延設方向（図6の下方から上方へ向かう方向）に沿って一定位置に配置され、図7における上端部において、第1圧力波低減構造物側壁部40a2に接続している。また、第1圧力波低減構造物側壁部40a2は、トンネル延設方向に沿って連続的に平面状に縮径し、拡大されていない一般部の圧力波低減構造物の側壁部40a3に接続することにより、略ホーン状の構造を形成している。

【0035】図7に示す実施形態のように構成しても、列車突入時の微気圧波又は突入波を低減させることができる。この場合には、圧力波低減構造物40の出入口位置、すなわち図7における40a4の位置において、拡大された部分の圧力波低減構造物の中心線40cの位置までの距離xを、 0.3×1.7 の範囲とし、好ましくは 0.75×1.25 の範囲とすることにより、列車突入時の微気圧波又は突入波の低減効果を得ることができる。なお、拡大された部分40a1、40a2の圧力波低減構造物の延設方向の長さは、一般部のトンネルの内空断面と等しい面積となる円の半径の値以上の値とする必要がある。

【0036】なお、本発明は、上記各実施形態に限定されるものではない。上記各実施形態は、例示であり、本発明の特許請求の範囲に記載された技術的思想と実質的に同一な構成を有し、同様な作用効果を奏するものは、いかなるものであっても本発明の技術的範囲に包含される。

【0037】例えば、上記記載においては、移動体の例として、新幹線等の列車を例に挙げて説明したが、本発明はこれには限定されず、複線型トンネルに高速で突入する移動体であればどのようなものであってもよく、他の移動体、例えば磁気浮上式鉄道列車、他の形式の浮上式鉄道列車、高速の自動車等であってもよい。

【0038】また、上記各実施形態においては、第1圧力波低減構造物側壁部（10a、30a1、40a1、40a2）のみが、トンネル中心線（81a）に対して垂直でかつトンネル中心線から第1圧力波低減構造物側壁部へ向かう第1側壁方向に断面が拡大するように移動された例について説明したが、本発明はこれには限定されず、他の構成であってもよい。例えば、第1圧力波低減構造物側壁部を第1側壁方向に断面が拡大するように移動するとともに、第1圧力波低減構造物側壁部とは反対側となる圧力波低減構造物の側壁部である第2圧力波低減構造物側壁部（図1における10b、図6における30b、図7における40b）を第1側壁方向とは逆方向である第2側壁方向に移動し、かつ、第1圧力波低減構造物側壁部の移動量を第2圧力波低減構造物側壁部の移動量よりも大きく設定するようにしてもよい。

【0039】また、上記各実施形態においては、圧力波

低減構造物(10、30、40)の側壁部が地面等から垂直に立設した平面である例について説明したが、本発明はこれには限定されず、他の構成であってもよい。例えば、圧力波低減構造物(10、30、40)の側壁部は、地面等から立設される曲面状であってもよい。

【0040】また、上記各実施形態においては、圧力波低減構造物(30、40)が略ホーン状をなす例について説明したが、本発明はこれには限定されず、他の構成であってもよい。要は、拡大された部分の圧力波低減構造物の側壁部は、トンネル延設方向に沿って適宜に縮径し、拡大されていない一般部の圧力波低減構造物の側壁部に連続的又は不連続的に接続することにより、略ホーン状をなすように構成すれば、どのような構成であってもよいのである。

【0041】また、圧力波低減構造物(10、30、40)の側壁部又は天井部若しくはこれら両者の一部を切除することにより、1又は複数の開口部(図1における11a及び11b、図6における31a及び31b、図7における41a及び41b)を形成するようにしてもよい。これにより、列車突入時の微気圧波又は突入波の低減効果を適宜に調節することができる。

【0042】圧力波低減構造物(10、30、40)の側面に上記のような開口部を設ける場合には、この側面開口部と、列車等の移動体が突入してくる方の移動体走行中心線との距離を離すことが望ましい。その第1の理由は、側面開口部と突入する移動体との距離が離れている方が、微気圧波の低減効果が移動体の形状に左右されにくく、多種多様な車両が走行するような現在の新幹線では好都合だからである。また、第2の理由は、側面開口部と突入する移動体との距離が離れている方が、移動体突入時に、側面開口部から外部へ放射される圧力波(突入波)が小さいからである。このことから、本特許出願の方法を採用すれば、圧力波低減構造物の側面の開口部と、移動体が突入してくる方の移動体走行中心線との距離を離すことができるため、微気圧波の低減についても、突入波の低減についても、非常に効果的である。

【0043】また、上記のようにして形成した開口部の開口形状を、いずれかの方向に細長く延びるスリット状にしてもよい。すなわち、スリット状開口部の延びる方向は、圧力波低減構造物(10、30、40)の側壁部又は天井部におけるトンネル延設方向(図1等におけるトンネル中心線81aの延びる方向)と平行な方向、又は圧力波低減構造物の側壁部又は天井部におけるトンネル延設方向に垂直な方向(圧力波低減構造物の周方向)、あるいは、圧力波低減構造物の側壁部又は天井部においてトンネル延設方向に対して任意の角度で交差する方向である。

【0044】また、上記のようにして形成したスリット状開口部の短辺の幅が、スリットの長手方向において値が連続的又は不連続的に変化するようにしてもよい。す

なわち、このスリット状開口部は、細長い長方形の開口のほか、細長い楕円形状の開口、細長い菱形の開口、細長いひょうたん形状の開口、細長い「I」字形状の開口、細長い「+」字形状の開口等、種々のものが含まれる。

【0045】また、本発明のトンネル圧力波低減構造は、本明細書で述べている圧力波低減構造物と、トンネル覆工の入口部を組み合わせて構成してもよい。例えば、図7において、40a1の部分は、トンネルの外部に設ける構造物とし、40a2と40a3の部分は、トンネルの入口部から内方のトンネル覆工の形状を図7のような形状としてもよい。

【0046】

【発明の効果】以上説明したように、本発明の請求項1に係るトンネル圧力波低減構造は、複線型のトンネル(81)のトンネル坑口に設けられる圧力波低減構造物(10)を所定の形状とすることにより構成されるトンネル圧力波低減構造であって、前記圧力波低減構造物(10)のうち、移動体(84)が進入してくる側の側壁部である第1圧力波低減構造物側壁部(10a)を、前記トンネル(81)の延設方向に平行に延びる地面上のトンネル中心線(81a)から離れるように移動し、この第1圧力波低減構造物側壁部(10a)の移動が前記圧力波低減構造物(10)の延設方向の全体にわたるようにし、前記トンネル中心線(81a)に垂直な横断面において、前記圧力波低減構造物(10)の中心線(10c)の位置を、前記トンネル(81)に突入してくる移動体(84)の走行中心線(84a)の地面(G)への投影位置に一致させるようにしたので、移動体突入時の微気圧波又は突入波を低減させることができる、という利点を有している。また、本発明の請求項2に係るトンネル圧力波低減構造は、複線型のトンネル(81)のトンネル坑口に設けられる圧力波低減構造物(30)を所定の形状とすることにより構成されるトンネル圧力波低減構造であって、前記圧力波低減構造物(30)のうち、移動体(84)が進入してくる側の側壁部である第1圧力波低減構造物側壁部(30a1)を、前記トンネル(81)の延設方向に平行に延びる地面上のトンネル中心線(81a)から離れるように移動し、前記トンネル中心線(81a)に垂直な横断面において、前記圧力波低減構造物(30)の中心線(30c)の位置を、前記トンネル(81)に突入してくる移動体(84)の走行中心線(84a)の地面(G)への投影位置に一致させるようにし、前記第1圧力波低減構造物側壁部(30a1)の端部と、拡大されていない一般部の前記圧力波低減構造物(30)の側壁部(30a3)との間に側壁部(30a2)を配置することにより、前記第1圧力波低減構造物側壁部(30a1)の端部を、拡大されていない一般部の前記圧力波低減構造物(30)の側壁部(30a3)に不連続的に接続し、略

カギ形ホーン状の構造を形成するようにしたので、移動体突入時の微気圧波又は突入波を低減させることができる、という利点を有している。また、本発明の請求項3に係るトンネル圧力波低減構造は、複線型のトンネル(81)のトンネル坑口に設けられる圧力波低減構造物(40)を所定の形状とすることにより構成されるトンネル圧力波低減構造であって、前記圧力波低減構造物(40)のうち、移動体(84)が進入してくる側の側壁部である第1圧力波低減構造物側壁部(40a1)を、前記トンネル(81)の延設方向に平行に延びる地面上のトンネル中心線(81a)から離れるように移動し、前記トンネル中心線(81a)に垂直な横断面において、前記圧力波低減構造物(40)の中心線(40c)の位置を、前記トンネル(81)に突入してくる移動体(84)の走行中心線(84a)の地面(G)への投影位置に一致させるようにし、前記第1圧力波低減構造物側壁部(40a1)の端部を、側壁部(40a2)に接続し、前記側壁部(40a2)を前記トンネル延設方向に沿って連続的に縮径し、前記側壁部(40a2)に、拡大されていない一般部の前記圧力波低減構造物(40)の側壁部(40a3)を接続し、略ホーン状の構造を形成するようにしたので、移動体突入時の微気圧波又は突入波を低減させることができる、という利点を有している。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施形態であるトンネル圧力波低減構造の構成を示す図である。

【図2】本発明のトンネル圧力波低減構造の作用を説明する図である。

【図3】本発明のトンネル圧力波低減構造の作用を説明する図である。

【図4】本発明のトンネル圧力波低減構造の作用を説明する図である。

【図5】他のトンネル圧力波低減構造の構成を示す図である。

【図6】本発明の第2の実施形態であるトンネル圧力波低減構造の構成を示す図である。

【図7】本発明の第3の実施形態であるトンネル圧力波低減構造の構成を示す図である。

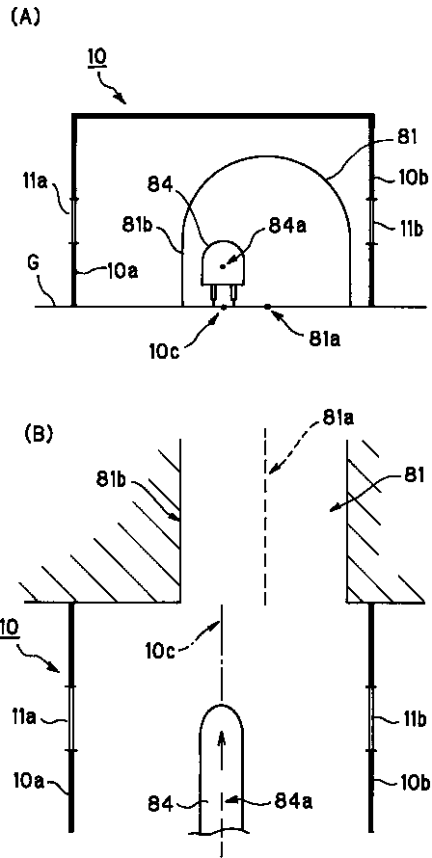
【図8】従来のトンネルにおける微気圧波及び突入波を説明する図である。

【符号の説明】

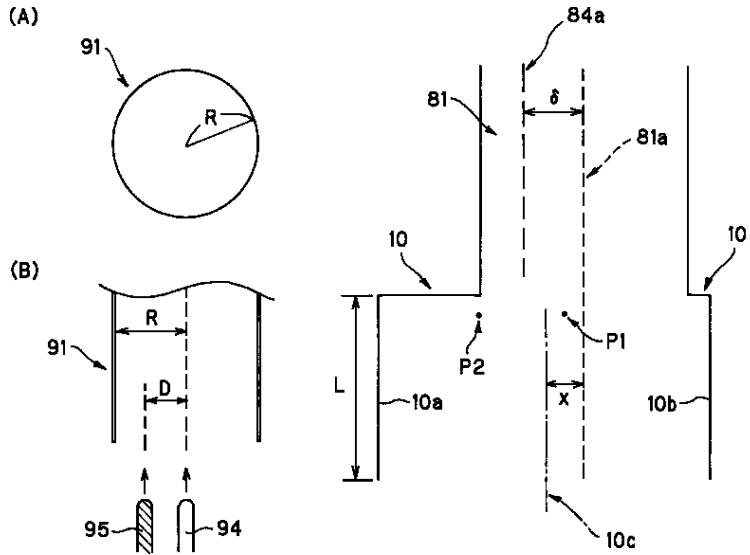
- 10 圧力波低減構造物
- 10a 第1圧力波低減構造物側壁部
- 10b 第2圧力波低減構造物側壁部

- 10c 圧力波低減構造物の中心線
- 11a、11b 開口部
- 20 圧力波低減構造物
- 20a1 第1圧力波低減構造物側壁部
- 20a2 一般部の側壁部
- 20a3 出入口位置
- 20b 第2圧力波低減構造物側壁部
- 20c 圧力波低減構造物の中心線
- 21a、21b 開口部
- 30 圧力波低減構造物
- 30a1 第1圧力波低減構造物側壁部
- 30a2 側壁部
- 30a3 一般部の側壁部
- 30a4 出入口位置
- 30b 第2圧力波低減構造物側壁部
- 30c 圧力波低減構造物の中心線
- 31a、31b 開口部
- 40 圧力波低減構造物
- 40a1、40a2 第1圧力波低減構造物側壁部
- 40a3 一般部の側壁部
- 40a4 出入口位置
- 40b 第2圧力波低減構造物側壁部
- 40c 圧力波低減構造物の中心線
- 41a、41b 開口部
- 80 地山
- 81 トンネル
- 81a トンネル中心線
- 81b トンネル側壁
- 84 列車
- 84a 列車走行中心線(移動体走行中心線)
- 91 仮想的なトンネル
- 94、95 仮想的な列車
- a~d 圧力のピーク値
- D 距離
- E1、E2 トンネル入出端
- G 地面
- L 長さ
- P1、P2、P11 位置
- R 半径
- W1 トンネル内の圧力波
- W2 微気圧波
- W3 突入波
- x 距離
- 距離

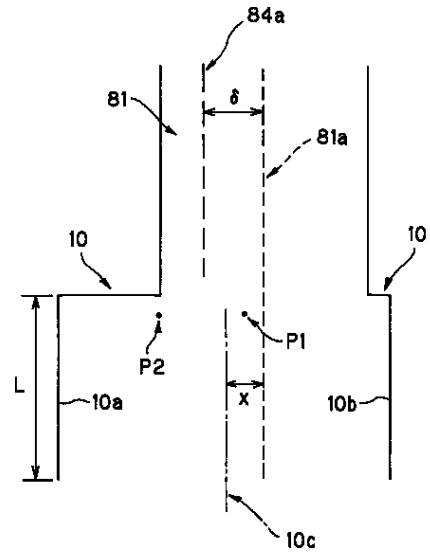
【図1】



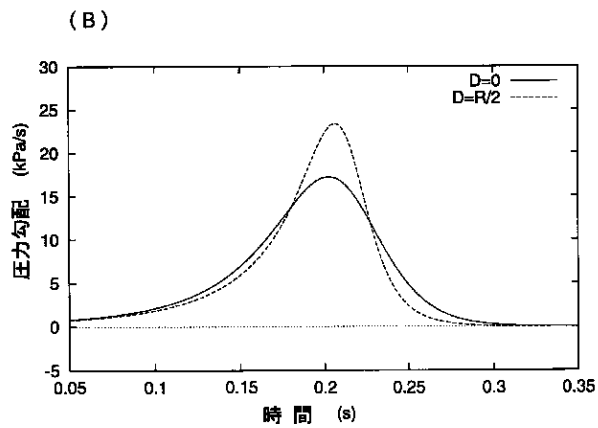
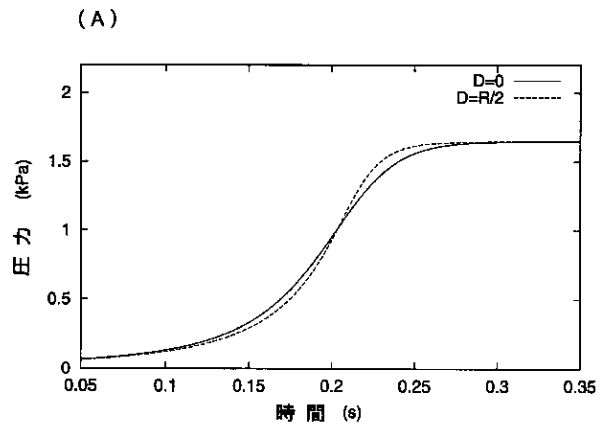
【図2】



【図4】



【図3】



【図5】

