

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号
特開2002-21500
(P2002-21500A)

(43) 公開日 平成14年1月23日 (2002.1.23)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テマコード* (参考)	
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	

審査請求 未請求 請求項の数10 OL (全 9 頁)

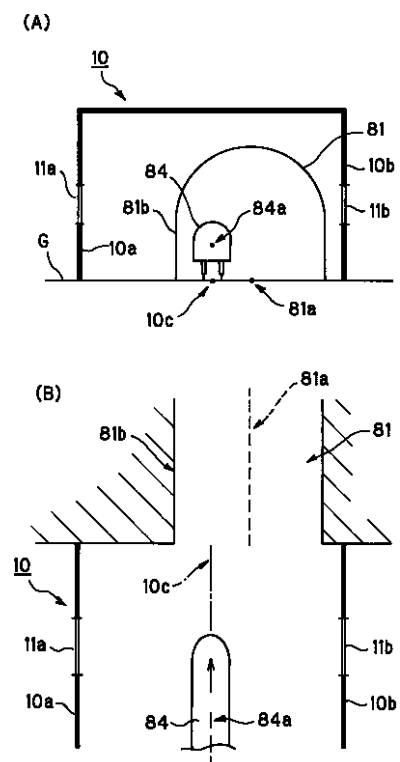
(21) 出願番号	特願2000-206227(P2000-206227)	(71) 出願人	000173784 財団法人鉄道総合技術研究所 東京都国分寺市光町2丁目8番地38
(22) 出願日	平成12年7月7日(2000.7.7)	(72) 発明者	飯田 雅宣 東京都国分寺市光町二丁目8番地38 財団 法人鉄道総合技術研究所内
		(72) 発明者	松村 豪 東京都国分寺市光町二丁目8番地38 財団 法人鉄道総合技術研究所内
		(72) 発明者	福田 傑 東京都国分寺市光町二丁目8番地38 財団 法人鉄道総合技術研究所内
		(74) 代理人	100105108 弁理士 大川 洋一

(54) 【発明の名称】 トンネル圧力波低減構造、及びトンネルの圧力波低減方法

(57) 【要約】

【課題】 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、及びトンネルの圧力波低減方法を提供する。

【解決手段】 微気圧波等低減構造物10の延設方向の全体の断面を拡大し、複線型トンネル81の延設方向に平行に延びるトンネル中心線81aに垂直な横断面において、拡大された部分の微気圧波等低減構造物10の中心線10cの位置が、突入してくる列車84の列車走行中心線84aの水平投影位置と一致するようにした。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 複線型トンネルのトンネル坑口に設けられる微気圧波等低減構造物の断面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、前記微気圧波等低減構造物の延設方向の一部又は全体の断面を拡大し、前記複線型トンネルの延設方向に平行に延びるトンネル中心線に垂直な横断面において、前記拡大された部分の微気圧波等低減構造物の中心線の位置が、移動体が入り込んでくる方の移動体走行中心線の水平投影位置に近い位置となるようにし、前記微気圧波等低減構造物に突入する移動体により前記複線型トンネルの外部へ放射される圧力波である微気圧波又は突入波を低減させることを特徴とするトンネル圧力波低減構造。

【請求項 2】 請求項 1 記載のトンネル圧力波低減構造において、前記微気圧波等低減構造物の断面の拡大は、前記移動体が入り込んでくる側の前記微気圧波等低減構造物の側壁部である第 1 微気圧波等低減構造物側壁部のみを前記トンネル中心線に対して垂直でかつ前記トンネル中心線から前記第 1 微気圧波等低減構造物側壁部へ向かう方向である第 1 側壁方向に拡大することと、前記第 1 微気圧波等低減構造物側壁部を前記第 1 側壁方向に拡大するとともに、前記第 1 微気圧波等低減構造物側壁部とは反対側となる前記微気圧波等低減構造物の側壁部である第 2 微気圧波等低減構造物側壁部を前記第 1 側壁方向とは逆方向である第 2 側壁方向に拡大し、かつ、前記第 1 微気圧波等低減構造物側壁部の拡大量を前記第 2 微気圧波等低減構造物側壁部の拡大量よりも大きく設定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】 請求項 1 記載のトンネル圧力波低減構造において、前記横断面上での前記トンネル中心線の位置と前記移動体走行中心線の水平投影位置との距離を x とし、前記横断面上での前記トンネル中心線の位置から、前記拡大された部分の微気圧波等低減構造物の中心線の位置までの距離を x としたとき、 x は、 $0.3 < x < 1.7$ の範囲の適宜の値に設定されることを特徴とするトンネル圧力波低減構造。

【請求項 4】 請求項 3 記載のトンネル圧力波低減構造において、前記 x は、 $0.75 < x < 1.25$ の範囲の適宜の値に設定されることを特徴とするトンネル圧力波低減構造。

【請求項 5】 請求項 1 記載のトンネル圧力波低減構造において、前記拡大された部分の微気圧波等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面積の円の半径の値以上の値に設定されることを特徴とするトンネル圧力波低減構造。

【請求項 6】 請求項 1 に記載されたトンネル圧力波低減構造において、前記拡大された部分の微気圧波等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微気圧波等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、略ホーン状をなすことを特徴とするトンネル圧力波低減構造。

【請求項 7】 請求項 1 に記載されたトンネル圧力波低減構造において、前記微気圧波等低減構造物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形成された 1 又は複数の開口部を有することを特徴とするトンネル圧力波低減構造。

【請求項 8】 請求項 7 に記載されたトンネル圧力波低減構造において、前記開口部の開口形状は、いずれかの方向に細長く延びるスリット状に形成されることを特徴とするトンネル圧力波低減構造。

【請求項 9】 請求項 8 に記載されたトンネル圧力波低減構造において、前記開口部の短辺の幅は、前記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ことを特徴とするトンネル圧力波低減構造。

【請求項 10】 複線型トンネルのトンネル坑口に設けられる微気圧波等低減構造物の断面を所定の形状とすることにより実現されるトンネルの圧力波低減方法であって、前記微気圧波等低減構造物の延設方向の一部又は全体の断面を拡大し、前記複線型トンネルの延設方向に平行に延びるトンネル中心線に垂直な横断面において、前記拡大された部分の微気圧波等低減構造物の中心線の位置が、移動体が入り込んでくる方の移動体走行中心線の水平投影位置に近い位置となるようにし、前記微気圧波等低減構造物に突入する移動体により前記複線型トンネルの外部へ放射される圧力波である微気圧波又は突入波を低減させることを特徴とするトンネルの圧力波低減方法。

【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、及びトンネルの圧力波低減方法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鏢状のフランジ構造物を設けた構造(以下、「突入圧波低減構造」という。)を提案している(特願平11-293266号参照)。このような突入圧波低減構造により、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圧波低減構造(以下、「微気圧波等低減構造

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、及びトンネルの圧力波低減方法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、本発明に係るトンネル圧力波低減構造は、複線型トンネルのトンネル坑口に設けられる微気圧波等低減構造物の断面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、前記微気圧波等低減構造物の延設方向の一部又は全体の断面を拡大し、前記複線型トンネルの延設方向に平行に延びるトンネル中心線に垂直な横断面において、前記拡大された部分の微気圧波等低減構造物の中心線の位置が、移動体が突入してくる方の移動体走行中心線の水平投影位置に近い位置となるようにし、前記微気圧波等低減構造物に突入する移動体により前記複線型トンネルの外部へ放射される圧力波である微気圧波又は突入波を低減させることを特徴とする。

【0011】上記のトンネル圧力波低減構造において、好ましくは、前記微気圧波等低減構造物の断面の拡大は、前記移動体が突入してくる側の前記微気圧波等低減構造物の側壁部である第1微気圧波等低減構造物側壁部のみを前記トンネル中心線に対して垂直でかつ前記トンネル中心線から前記第1微気圧波等低減構造物側壁部へ向かう方向である第1側壁方向に拡大することと、前記第1微気圧波等低減構造物側壁部を前記第1側壁方向に拡大するとともに、前記第1微気圧波等低減構造物側壁部とは反対側となる前記微気圧波等低減構造物の側壁部である第2微気圧波等低減構造物側壁部を前記第1側壁方向とは逆方向である第2側壁方向に拡大し、かつ、前記第1微気圧波等低減構造物側壁部の拡大量を前記第2微気圧波等低減構造物側壁部の拡大量よりも大きく設定することを含む。

【0012】また、上記のトンネル圧力波低減構造において、好ましくは、前記横断面上での前記トンネル中心線の位置と前記移動体走行中心線の水平投影位置との距離をとし、前記横断面上での前記トンネル中心線の位置から、前記拡大された部分の微気圧波等低減構造物の中心線の位置までの距離をxとしたとき、xは、 $0.3 \leq x \leq 1.7$ の範囲の適宜の値に設定される。

【0013】また、上記のトンネル圧力波低減構造において、好ましくは、前記xは、 $0.75 \leq x \leq 1.25$

の範囲の適宜の値に設定される。

【0014】また、上記のトンネル圧力波低減構造において、好ましくは、前記拡大された部分の微気圧波等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面積の円の半径の値以上の値に設定される。

【0015】また、上記のトンネル圧力波低減構造において、好ましくは、前記拡大された部分の微気圧波等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微気圧波等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。

【0016】また、上記のトンネル圧力波低減構造において、好ましくは、前記微気圧波等低減構造物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形成された1又は複数の開口部を有する。

【0017】また、上記のトンネル圧力波低減構造において、好ましくは、前記開口部の開口形状は、いずれかの方向に細長く延びるスリット状に形成される。

【0018】また、上記のトンネル圧力波低減構造において、好ましくは、前記開口部の短辺の幅は、前記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。

【0019】また、本発明に係るトンネルの圧力波低減方法は、複線型トンネルのトンネル坑口に設けられる微気圧波等低減構造物の断面を所定の形状とすることにより実現されるトンネルの圧力波低減方法であって、前記微気圧波等低減構造物の延設方向の一部又は全体の断面を拡大し、前記複線型トンネルの延設方向に平行に延びるトンネル中心線に垂直な横断面において、前記拡大された部分の微気圧波等低減構造物の中心線の位置が、移動体が入り込んでくる方の移動体走行中心線の水平投影位置に近い位置となるようにし、前記微気圧波等低減構造物に突入する移動体により前記複線型トンネルの外部へ放射される圧力波である微気圧波又は突入波を低減させることを特徴とする。

【0020】

【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。

【0021】図1は、本発明の一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縦断面図を、それぞれ示している。

【0022】図1に示す実施形態では、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微気圧波等低減構造物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。

【0023】すなわち、図1に示す実施形態では、微気圧波等低減構造物10のうち、列車84が入り込んでくる側の側壁部(以下、「第1微気圧波等低減構造物側壁

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微気圧波等低減構造物側壁部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拡大されている。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の底部の中央を通る線である。

【0024】図1に示す実施形態では、第1微気圧波等低減構造物側壁部10aの第1側壁方向への拡大は、図1(B)に示すように、微気圧波等低減構造物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。

【0025】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微気圧波等低減構造物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の水平投影位置(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、まず微気圧波等低減構造物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。

【0026】次に、図1の実施形態のトンネル圧力波低減構造(微気圧波等低減構造物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。

【0027】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。

【0028】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。

【0029】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 の実施形態の圧力波低減構造（微気圧波等低減構造物 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。

【0030】また、図 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 微気圧波等低減構造物側壁部 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。

【0031】図 1 の実施形態では、微気圧波等低減構造物 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、微気圧波等低減構造物 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。

【0032】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 の水平投影位置との距離を x とし、トンネル中心線 81a の位置から、拡大された部分の微気圧波等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、微気圧波等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。

【0033】拡大された部分の微気圧波等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。

【0034】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 5 は、上記の実施形態とは異なる他の実施形態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、上記実施形態とは異なる微気圧波等低減構造物 20 を備えている。この微気圧波等低減構造物 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 微気圧波等低減構造物側壁部 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 微気圧波等低減構造物側壁部 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）に拡大されている。

【0035】また、第 1 微気圧波等低減構造物側壁部 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微気圧波等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。

【0036】図 5 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、微気圧波等低減構造物 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、拡大された部分の微気圧波等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 の微気圧波等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。

【0037】本発明のトンネル圧力波低減構造は、さらに他の構成によっても実現可能である。図 6 は、上記の実施形態とは異なる他の実施形態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、上記実施形態とは異なる微気圧波等低減構造物 30 を備えている。この微気圧波等低減構造物 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 微気圧波等低減構造物側壁部 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 微気圧波等低減構造物側壁部 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）に拡大されている。

【0038】また、第 1 微気圧波等低減構造物側壁部 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微気圧波等低減構造物の側壁部 30a3 に不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。第1微気圧波等低減構造物側壁部30a1と、一般部の微気圧波等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。

【0039】図6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、微気圧波等低減構造物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、拡大された部分の微気圧波等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の微気圧波等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。

【0040】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、上記の実施形態とは異なる他の実施形態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、上記実施形態とは異なる微気圧波等低減構造物40を備えている。この微気圧波等低減構造物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微気圧波等低減構造物側壁部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微気圧波等低減構造物側壁部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）に拡大されている。

【0041】また、第1微気圧波等低減構造物側壁部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微気圧波等低減構造物側壁部40a2に接続している。また、第1微気圧波等低減構造物側壁部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微気圧波等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。

【0042】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、微気圧波等低減構造物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、拡大された部分の微気圧波等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の微気圧波等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。

【0043】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。

【0044】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。

【0045】また、上記各実施形態においては、第1微気圧波等低減構造物側壁部（10a、20a1、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微気圧波等低減構造物側壁部へ向かう第1側壁方向に拡大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微気圧波等低減構造物側壁部を第1側壁方向に拡大するとともに、第1微気圧波等低減構造物側壁部とは反対側となる微気圧波等低減構造物の側壁部である第2微気圧波等低減構造物側壁部（図1における10b、図5における20b、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側壁方向に拡大し、かつ、第1微気圧波等低減構造物側壁部の拡大量を第2微気圧波等低減構造物側壁部の拡大量よりも大きく設定するようにしてもよい。

【0046】また、上記各実施形態においては、微気圧波等低減構造物（10、20、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、微気圧波等低減構造物（10、20、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。

【0047】また、上記各実施形態においては、微気圧波等低減構造物（20、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、拡大された部分の微気圧波等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微気圧波等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。

【0048】また、微気圧波等低減構造物（10、20、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5における21a及び21b、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。

【0049】微気圧波等低減構造物(10、20、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、列車等の移動体が入っ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、微気圧波等低減構造物の側面の開口部と、移動体が入っ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。

【0050】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、微気圧波等低減構造物(10、20、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、又は微気圧波等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(微気圧波等低減構造物の周方向)、あるいは、微気圧波等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。

【0051】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、細長い菱形状の開口、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。

【0052】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微気圧波等低減構造物と、トンネル覆工の入口部を組み合わせ構成してもよい。例えば、図7において、40a1の部分は、トンネルの外側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。

【0053】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、微気圧波等低減構造物の延設方向の一部又は全体の断面を拡大し、複線型トンネルの延設方向に平行に延びるトンネル中心線に垂直な横断面において、拡大された部分の微気圧波等低減構造物の中心線の位置が、移動体が入ってくる方の移動体走行中心線の位置に近い位置とな

るようにしたので、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、という利点を有している。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一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(1)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(2)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(3)である。

【図5】本発明の他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(1)である。

【図6】本発明の他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(2)である。

【図7】本発明の他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(3)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 微気圧波等低減構造物

10a 第1微気圧波等低減構造物側壁部

10b 第2微気圧波等低減構造物側壁部

10c 微気圧波等低減構造物の中心線

11a、11b 開口部

20 微気圧波等低減構造物

20a1 第1微気圧波等低減構造物側壁部

20a2 一般部の側壁部

20a3 出入口位置

20b 第2微気圧波等低減構造物側壁部

20c 微気圧波等低減構造物の中心線

21a、21b 開口部

30 微気圧波等低減構造物

30a1 第1微気圧波等低減構造物側壁部

30a2 側壁部

30a3 一般部の側壁部

30a4 出入口位置

30b 第2微気圧波等低減構造物側壁部

30c 微気圧波等低減構造物の中心線

31a、31b 開口部

40 微気圧波等低減構造物

40a1、40a2 第1微気圧波等低減構造物側壁部

40a3 一般部の側壁部

40a4 出入口位置

40b 第2微気圧波等低減構造物側壁部

40c 微気圧波等低減構造物の中心線

41a、41b 開口部

80 地山

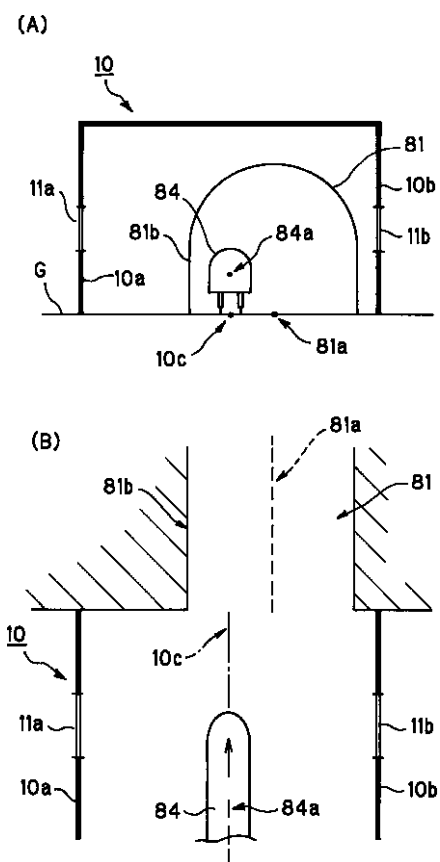
81 トンネル

81a トンネル中心線

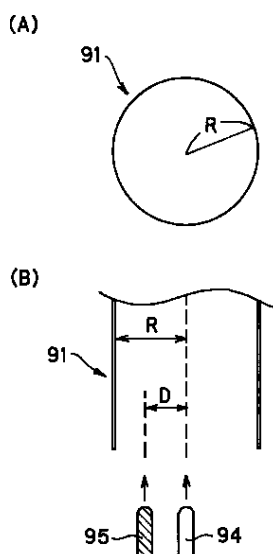
81b トンネル側壁
 84 列車
 84a 列車走行中心線（移動体走行中心線）
 91 仮想的なトンネル
 94、95 仮想的な列車
 a~d 圧力のピーク値
 D 距離
 E1、E2 トンネル入出端
 G 地面

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

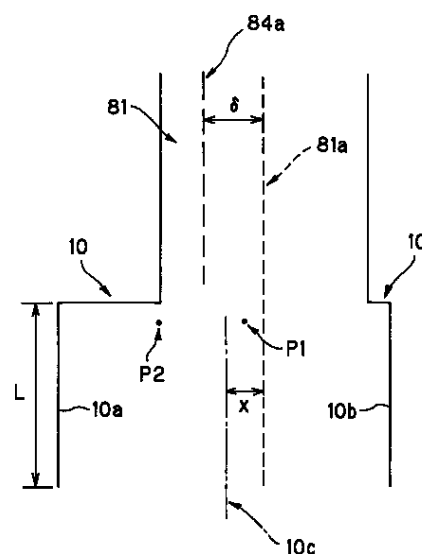
【図1】



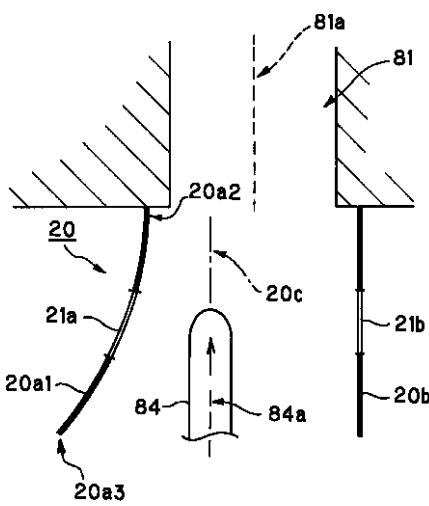
【図2】



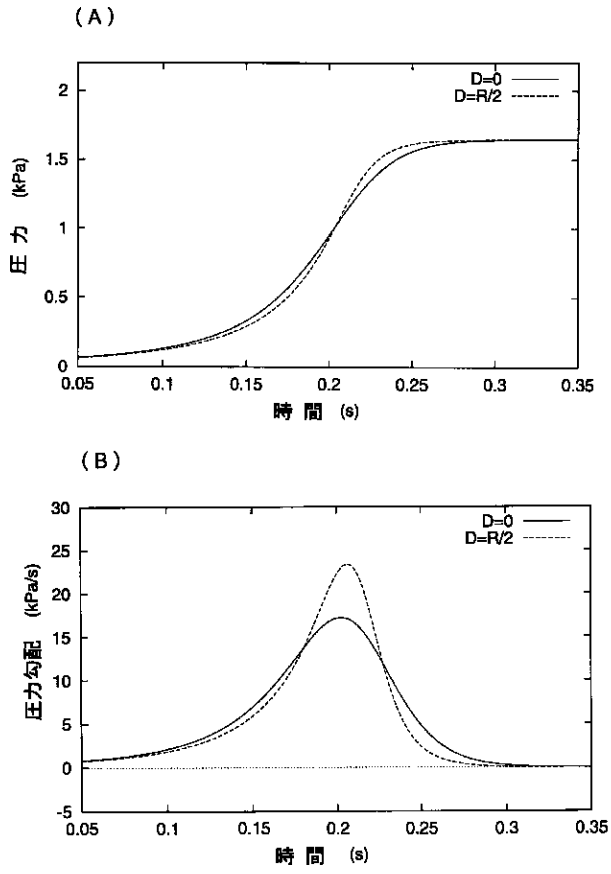
【図4】



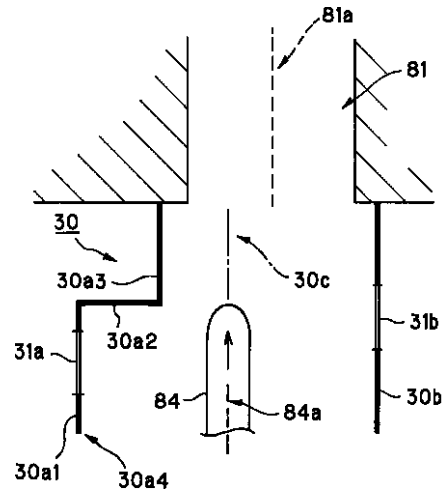
【図5】



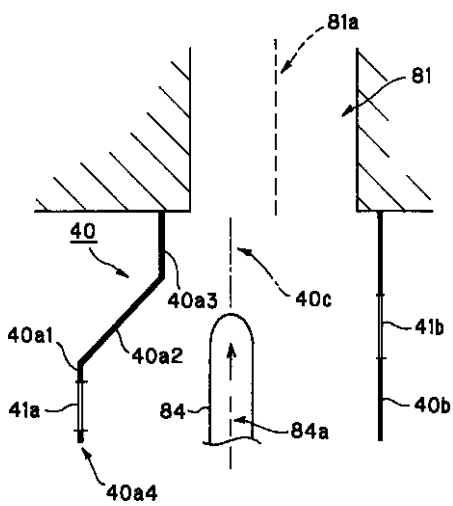
【図 3】



【図 6】



【図 7】



【図 8】

