

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4205456号
(P4205456)

(45) 発行日 平成21年1月7日(2009.1.7)

(24) 登録日 平成20年10月24日(2008.10.24)

(51) Int. Cl.		F I	
E O 1 F	8/00	(2006.01)	E O 1 F 8/00
E 2 1 D	9/14	(2006.01)	E 2 1 D 9/14
E 2 1 F	1/00	(2006.01)	E 2 1 F 1/00 Z

請求項の数 17 (全 23 頁)

(21) 出願番号	特願2003-64032 (P2003-64032)	(73) 特許権者	000173784
(22) 出願日	平成15年3月10日 (2003. 3. 10)		財団法人鉄道総合技術研究所
(65) 公開番号	特開2004-270345 (P2004-270345A)		東京都国分寺市光町2丁目8番地38
(43) 公開日	平成16年9月30日 (2004. 9. 30)	(74) 代理人	100104064
審査請求日	平成17年6月28日 (2005. 6. 28)		弁理士 大熊 岳人
		(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
		(72) 発明者	菊地 勝浩
			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

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 固定構造物の圧力波低減構造

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

上下線の一方の本線を移動する移動体が固定構造物の出入口に突入するときこの出入口から外部に放射する圧力波と、前記上下線の他方の本線を移動する移動体が前記出入口から退出するときこの出入口から外部に放射する圧力波とを低減する固定構造物の圧力波低減構造であって、

前記固定構造物は、前記移動体が時速300km/h以上の高速で内部を通過する複線トンネル又は複線トンネル緩衝工であり、これらの内部の左右の側壁のうち前記移動体に近接する側壁側に強く放射される前記圧力波を低減するために、前記出入口を前記上下線の間で仕切る仕切手段を備え、

前記仕切手段は、前記移動体の移動方向における長さが前記出入口の断面積と同一の断面積を有する円の半径以上であり、この出入口にこの移動体が突入するとき前記固定構造物の内部に発生する圧縮波の波面の長さ以下であること、

を特徴とする固定構造物の圧力波低減構造。

【請求項2】

上下線の一方の本線を移動する移動体が固定構造物の出入口に突入するときこの出入口から外部に放射する圧力波と、前記上下線の他方の本線を移動する移動体が前記出入口から退出するときこの出入口から外部に放射する圧力波とを低減する固定構造物の圧力波低減構造であって、

前記固定構造物は、前記移動体が時速300km/h以上の高速で下方を通過する跨線橋、橋

上駅又は立体交差であり、これらの下方の左右の脚部のうち前記移動体に近接する脚部側に強く放射される前記圧力波を低減するために、前記出入口を前記上下線の間で仕切る仕切手段を備え、

前記仕切手段は、前記移動体の移動方向における長さが前記出入口の断面積と同一の断面積を有する円の半径以上であり、この出入口にこの移動体が突入するときに前記固定構造物の内部に発生する圧縮波の波面の長さ以下であること、

を特徴とする固定構造物の圧力波低減構造。

【請求項 3】

請求項 1 又は請求項 2 に記載の固定構造物の圧力波低減構造において、
前記仕切手段は、前記固定構造物を上り線側の空間と下り線側の空間とに完全に仕切る仕切壁を備えること、

10

を特徴とする固定構造物の圧力波低減構造。

【請求項 4】

請求項 1 又は請求項 2 に記載の固定構造物の圧力波低減構造において、
前記仕切手段は、前記固定構造物を上り線側の空間と下り線側の空間とに空間の一部を仕切る仕切壁を備えること、

を特徴とする固定構造物の圧力波低減構造。

【請求項 5】

請求項 1 から請求項 4 までのいずれか 1 項に記載の固定構造物の圧力波低減構造において、

20

前記仕切手段は、前記固定構造物の断面形状が前記移動体を中心に略左右対称になるように上り線側の空間と下り線側の空間とを仕切る仕切壁を備えること、

を特徴とする固定構造物の圧力波低減構造。

【請求項 6】

請求項 5 に記載の固定構造物の圧力波低減構造において、
前記固定構造物は、前記出入口から内部に向かって前記上り線を覆う単線トンネル部と前記下り線を覆う単線トンネル部とを備え、

前記仕切壁は、隣接する前記単線トンネル部の間の壁部であること、

を特徴とする固定構造物の圧力波低減構造。

【請求項 7】

30

請求項 5 又は請求項 6 に記載の固定構造物の圧力波低減構造において、

前記仕切壁は、断面形状が略 Y 字状又は湾曲状であること、

を特徴とする固定構造物の圧力波低減構造。

【請求項 8】

請求項 3 から請求項 7 までのいずれか 1 項に記載の固定構造物の圧力波低減構造において、

前記仕切壁は、長さ方向のトンネル奥側の端部に上下方向に傾斜する傾斜部を有すること、

を特徴とする固定構造物の圧力波低減構造。

【請求項 9】

40

請求項 3 から請求項 8 までのいずれか 1 項に記載の固定構造物の圧力波低減構造において、

前記仕切壁は、この仕切壁を貫通する複数の貫通孔を有すること、

を特徴とする固定構造物の圧力波低減構造。

【請求項 10】

請求項 1 から請求項 9 までのいずれか 1 項に記載の固定構造物の圧力波低減構造において、

前記固定構造物は、前記出入口から外部に向かって前記上下線の外側に一对の傾斜側壁を備え、

前記仕切手段は、前記出入口から外部に向かって前記上下線の間で前記一对の傾斜側壁

50

と略同一形状の傾斜壁部を有する仕切壁を備えること、
を特徴とする固定構造物の圧力波低減構造。

【請求項 1 1】

請求項 1 又は請求項 2 に記載の固定構造物の圧力波低減構造において、
前記仕切手段は、前記上下線の間を流体を流して流体膜を形成する流体膜形成装置を備えること、
を特徴とする固定構造物の圧力波低減構造。

【請求項 1 2】

請求項 1 から請求項 1 1 までのいずれか 1 項に記載の固定構造物の圧力波低減構造において、
前記固定構造物は、前記圧力波を低減するために前記出入口にフランジ部を備えること、
を特徴とする固定構造物の圧力波低減構造。

10

【請求項 1 3】

請求項 1 から請求項 1 2 までのいずれか 1 項に記載の固定構造物の圧力波低減構造において、
前記仕切手段は、前記移動体の側面と対向する前記固定構造物の側壁を垂直な側壁に近似したときに、この垂直な側壁までの距離の中間点がこの移動体の中心と略一致する位置に設置されていること、
を特徴とする固定構造物の圧力波低減構造。

20

【請求項 1 4】

請求項 1 から請求項 1 2 までのいずれか 1 項に記載の固定構造物の圧力波低減構造において、
前記仕切手段は、前記移動体の移動方向と交差する水平方向に放射する前記圧力波の強さが上り線側と下り線側とで異なるように、前記上り線側又は前記下り線側にずらして設置されていること、
を特徴とする固定構造物の圧力波低減構造。

【請求項 1 5】

請求項 1 から請求項 1 4 までのいずれか 1 項に記載の固定構造物の圧力波低減構造において、
前記移動体の移動方向と交差する方向に前記仕切手段による仕切位置を可変する可変手段を備えること、
を特徴とする固定構造物の圧力波低減構造。

30

【請求項 1 6】

請求項 1 5 に記載の固定構造物の圧力波低減構造において、
前記可変手段は、
前記移動体が前記出入口に突入するときには、この移動体が突入する側の空間がこの移動体を中心に略左右対称になるように前記仕切位置を可変し、
前記移動体が前記出入口から退出するときには、この移動体が退出する側の空間がこの移動体を中心に略左右対称になるように前記仕切位置を可変すること、
を特徴とする固定構造物の圧力波低減構造。

40

【請求項 1 7】

請求項 1 5 又は請求項 1 6 に記載の固定構造物の圧力波低減構造において、
前記可変手段は、前記上下線を移動する移動体の速度が異なるときに、速度の速い前記移動体が移動する側の空間がこの移動体を中心に略左右対称になるように前記仕切位置を可変すること、
を特徴とする固定構造物の圧力波低減構造。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

50

この発明は、上下線の一方の本線を移動する移動体が固定構造物の出入口に突入するときこの出入口から外部に放射する圧力波と、前記上下線の他方の本線を移動する移動体が前記出入口から退出するときこの出入口から外部に放射する圧力波とを低減する圧力波低減構造に関する。

【 0 0 0 2 】

【 従来 の 技 術 】

図 2 0 は、トンネルに列車が突入するとき坑口から外部に放射する圧力波の概念図である。図 2 1 は、トンネルから列車が退出するとき坑口から外部に放射する圧力波の概念図である。

図 2 0 に示すように、列車 1 0 1 がトンネル 1 0 3 の坑口 1 0 3 a に突入すると列車 1 0 1 の前方のトンネル 1 0 3 内に圧縮波 W_1 が発生し、この圧縮波 W_1 がトンネル 1 0 3 内を伝播する。その結果、パルス状の圧力波(以下、トンネル微気圧波という) W_2 が突入側の坑口 1 0 3 a とは反対側の坑口 1 0 3 b から外部に放射する。また、図 2 1 に示すように、列車 1 0 1 がトンネル 1 0 3 の坑口 1 0 3 b から退出すると列車 1 0 1 の後方のトンネル 1 0 3 内に圧縮波 W_3 が発生し、この圧縮波 W_3 がトンネル 1 0 3 内を伝播する。その結果、トンネル微気圧波 W_4 が退出側の坑口 1 0 3 b とは反対側の坑口 1 0 3 a から外部に放射する。このトンネル微気圧波 W_2 , W_4 は、坑口 1 0 3 a , 1 0 3 b 付近で衝撃音を発生させたり、坑口 1 0 3 a , 1 0 3 b 付近の家屋の建具などを揺らしたりして、環境問題を引き起こす場合がある。このため、このようなトンネル微気圧波 W_2 , W_4 を低減するトンネル緩衝工を、列車 1 0 1 が突入する突入側の坑口 1 0 3 a , 1 0 3 b に設置したり、列車 1 0 1 の列車先頭部の形状を先鋭化したりするなどの対策がなされている。一方、列車 1 0 1 の高速化とともに新たな問題が発生している。

【 0 0 0 3 】

図 2 0 に示すように、列車 1 0 1 がトンネル 1 0 3 の坑口 1 0 3 a に突入すると反対側の坑口 1 0 3 b から放射されるトンネル微気圧波 W_2 だけではなく、20Hz未滿を主成分とする圧力波(以下、突入波という) W_5 が突入側の坑口 1 0 3 a から外部に放射される。また、図 2 1 に示すように、列車 1 0 1 がトンネル 1 0 3 の坑口 1 0 3 b から退出すると反対側の坑口 1 0 3 a から放射されるトンネル微気圧波 W_4 だけではなく、20Hz未滿を主成分とする圧力波 W_6 (以下、退出波という)が退出側の坑口 1 0 3 b から外部に放射される。この突入波 W_5 及び退出波 W_6 は、トンネル微気圧波 W_2 , W_4 と同様に坑口 1 0 3 a , 1 0 3 b 付近の家屋の建具などを揺らすなどの環境問題を引き起こす場合がある。この突入波 W_5 及び退出波 W_6 は、振幅が列車 1 0 1 の速度の 3 乗に略比例し、坑口 1 0 3 a , 1 0 3 b から観測点までの距離に略反比例するような特性を有し、新幹線などの高速鉄道では環境に与える影響が大きくなる。

【 0 0 0 4 】

また、この突入波 W_5 及び退出波 W_6 は、列車 1 0 1 の移動方向に対して前後方向で強さが異なり(指向性があり)、坑口 1 0 3 a , 1 0 3 b の明り側よりもトンネル 1 0 3 側に強く放射される。例えば、列車先頭部が坑口 1 0 3 a に突入すると、先頭車両の運転席から見て前側(トンネル 1 0 3 の奥側)のほうが後側(トンネル 1 0 3 の手前側)よりも突入波 W_5 が強く放射される。さらに、複線トンネルの場合には、列車 1 0 1 を中心としてトンネル 1 0 3 が左右対称ではない。このため、この突入波 W_5 及び退出波 W_6 は、列車 1 0 1 の移動方向に対して直交する左右方向で強さが異なり(指向性があり)、トンネル 1 0 3 の中心軸線に対して列車 1 0 1 の中心軸線が偏っている側(トンネル 1 0 3 に対して列車 1 0 1 が偏っている側)に強く放射される。例えば、日本の鉄道のように列車 1 0 1 が左側通行である場合には、列車先頭部が坑口 1 0 3 a に突入すると、列車 1 0 1 の先頭車両の運転席から見て左側のほうが右側よりも突入波 W_5 が強く放射される。

【 0 0 0 5 】

このため、坑口から外部に向かって斜め側壁を設置したり、フランジ部やフレア部を坑口に設置したり、複線トンネル緩衝工の側壁にスリット状の開口部を設置したりして、突入波 W_5 及び退出波 W_6 を低減するトンネル圧力波低減構造が知られている。例えば、従来

10

20

30

40

50

の複線トンネルの圧力波低減構造は、列車の移動方向に対して前後方向の突入波及び退出波を低減するために、複線トンネル緩衝工の坑口にフランジ部を備えている（特許文献1参照）。また、従来の複線トンネル緩衝工は、列車の移動方向に対して直交する左右方向の突入波及び退出波を低減するために、この複線トンネル緩衝工の坑口に突入する側の側壁を線路の外側に拡大して、複線トンネル緩衝工の中心軸線と列車の中心軸線とを一致させている（特許文献2参照）。

【0006】

【特許文献1】

特開2001-115795号公報（段落番号0022及び図1）

【0007】

【特許文献2】

特開2002-21500号公報（段落番号0022～0025及び図1）

【0008】

【発明が解決しようとする課題】

従来の複線トンネル緩衝工では、フランジ部を坑口に設置したり側壁を拡大したりするため広い用地を新たに買収する必要があるという問題があった。また、従来の複線トンネル緩衝工では、突入側の列車の中心軸線と複線トンネル緩衝工の中心軸線とを一致させているが、退出側の列車の中心軸線と複線トンネル緩衝工の中心軸線とがずれている。その結果、坑口に突入する列車が発生する突入波を低減することができるが、この列車とは反対方向を走行しこの坑口から退出する列車が発生する退出波を低減することができないという問題点があった。

【0009】

この発明の課題は、固定構造物の出入口に移動体が突入するとき発生する圧力波とこの出入口から移動体が退出するとき発生する圧力波とを低減することができる固定構造物の圧力波低減構造を提供することである。

【0010】

この発明は、以下に記載するような解決手段により、前記課題を解決する。

なお、この発明の実施形態に対応する符号を付して説明するが、この実施形態に限定するものではない。

請求項1の発明は、上下線の一方の本線（2a）を移動する移動体（1）が固定構造物（3, 7）の出入口（3a, 7a）に突入するときこの出入口から外部に放射する圧力波（ W_5 ）と、前記上下線の他方の本線（2b）を移動する移動体が前記出入口から退出するときこの出入口から外部に放射する圧力波（ W_6 ）とを低減する固定構造物の圧力波低減構造であって、前記固定構造物は、前記移動体が時速300km/h以上の高速で内部を通過する複線トンネル（3）又は複線トンネル緩衝工（7）であり、これらの内部の左右の側壁（3c, 3d, 7c, 7d）のうち前記移動体に近接する側壁（3c, 7c）側に強く放射される前記圧力波を低減するために、前記出入口を前記上下線の間で仕切る仕切手段（5, 6）を備え、前記仕切手段は、前記移動体の移動方向（A, B）における長さ（ L_{13} ）が前記出入口の断面積と同一の断面積を有する円の半径（ $D_{11}/2$ ）以上であり、この出入口にこの移動体が突入するとき前記固定構造物の内部に発生する圧縮波（ W_1 ）の波面の長さ以下であることを特徴とする固定構造物の圧力波低減構造（4）である。

【0011】

請求項2の発明は、上下線の一方の本線（2a）を移動する移動体（1）が固定構造物（8）の出入口（8a, 8b）に突入するときこの出入口から外部に放射する圧力波（ W_5 ）と、前記上下線の他方の本線（2b）を移動する移動体が前記出入口から退出するときこの出入口から外部に放射する圧力波（ W_6 ）とを低減する固定構造物の圧力波低減構造であって、前記固定構造物は、前記移動体が時速300km/h以上の高速で下方を通過する跨線橋、橋上駅又は立体交差であり、これらの下方の左右の脚部（8c, 8d）のうち前記移動体に近接する脚部（8c）側に強く放射される前記圧力波を低減するために、前記出入口を前記上下線の間で仕切る仕切手段（5, 6）を備え、前記仕切手段は、前記

10

20

30

40

50

移動体の移動方向 (A , B) における長さ (L_{13}) が前記出入口の断面積と同一の断面積を有する円の半径 ($D_{11} / 2$) 以上であり、この出入口にこの移動体が入入するとき前記固定構造物の内部に発生する圧縮波 (W_1) の波面の長さ以下であることを特徴とする固定構造物の圧力波低減構造 (4) である。

【 0 0 1 2 】

請求項 3 の発明は、請求項 1 又は請求項 2 に記載の固定構造物の圧力波低減構造において、前記仕切手段は、前記固定構造物を上り線 (2 a) 側の空間 (S_1) と下り線 (2 b) 側の空間 (S_2) とに完全に仕切る仕切壁 (5) を備えることを特徴とする固定構造物の圧力波低減構造である。

【 0 0 1 3 】

請求項 4 の発明は、請求項 1 又は請求項 2 に記載の固定構造物の圧力波低減構造において、前記仕切手段は、前記固定構造物を上り線側の空間と下り線側の空間とに空間の一部を仕切る仕切壁を備えることを特徴とする固定構造物の圧力波低減構造である。

【 0 0 1 4 】

請求項 5 の発明は、請求項 1 から請求項 4 までのいずれか 1 項に記載の固定構造物の圧力波低減構造において、前記仕切手段は、前記固定構造物の断面形状が前記移動体を中心に略左右対称になるように上り線側の空間と下り線側の空間とを仕切る仕切壁を備えることを特徴とする固定構造物の圧力波低減構造である。

【 0 0 1 5 】

請求項 6 の発明は、請求項 5 に記載の固定構造物の圧力波低減構造において、前記固定構造物は、前記出入口 (3 a) から内部に向かって前記上り線を覆う単線トンネル部 (3 g) と前記下り線を覆う単線トンネル部 (3 h) とを備え、前記仕切壁は、隣接する前記単線トンネル部の間の壁部 (5) であることを特徴とする固定構造物の圧力波低減構造である。

【 0 0 1 6 】

請求項 7 の発明は、請求項 5 又は請求項 6 に記載の固定構造物の圧力波低減構造において、前記仕切壁は、断面形状が略 Y 字状又は湾曲状であることを特徴とする固定構造物の圧力波低減構造である。

【 0 0 1 7 】

請求項 8 の発明は、請求項 3 から請求項 7 までのいずれか 1 項に記載の固定構造物の圧力波低減構造において、前記仕切壁は、長さ方向のトンネル奥側の端部に上下方向に傾斜する傾斜部 (5 a) を有することを特徴とする固定構造物の圧力波低減構造である。

【 0 0 1 8 】

請求項 9 の発明は、請求項 3 から請求項 8 までのいずれか 1 項に記載の固定構造物の圧力波低減構造において、前記仕切壁は、この仕切壁を貫通する複数の貫通孔 (5 b) を有することを特徴とする固定構造物の圧力波低減構造である。

【 0 0 1 9 】

請求項 10 の発明は、請求項 1 から請求項 9 までのいずれか 1 項に記載の固定構造物の圧力波低減構造において、前記固定構造物 (3 , 7 , 8) は、前記出入口 (3 a , 7 a , 8 a , 8 b) から外部に向かって前記上下線の外側に一對の傾斜側壁 (3 e , 3 f , 7 e , 7 f , 8 e ~ 8 h) を備え、前記仕切手段は、前記出入口から外部に向かって前記上下線の間前記一對の傾斜側壁 (5 c , 5 d) と略同一形状の傾斜壁部を有する仕切壁 (5) を備えることを特徴とする固定構造物の圧力波低減構造である。

【 0 0 2 0 】

請求項 11 の発明は、請求項 1 又は請求項 2 に記載の固定構造物の圧力波低減構造において、前記仕切手段は、前記上下線の間流体を流して流体膜 (F) を形成する流体膜形成装置 (6) を備えることを特徴とする固定構造物の圧力波低減構造である。

【 0 0 2 1 】

請求項 12 の発明は、請求項 1 から請求項 11 までのいずれか 1 項に記載の固定構造物の圧力波低減構造において、前記固定構造物は、前記圧力波を低減するために前記出入口

10

20

30

40

50

にフランジ部 (7 g) を備えることを特徴とする固定構造物の圧力波低減構造である。

【 0 0 2 2 】

請求項 1 3 の発明は、請求項 1 から請求項 1 2 までのいずれか 1 項に記載の固定構造物の圧力波低減構造において、前記仕切手段は、前記移動体の側面と対向する前記固定構造物の側壁 (3 c , 3 d , 7 c , 7 d) を垂直な側壁 (3 c ' , 3 d ') に近似したときに、この垂直な側壁までの距離 (L) の中間点がこの移動体の中心 (O₁ , O₂) と略一致する位置に設置されていることを特徴とする固定構造物の圧力波低減構造である。

【 0 0 2 3 】

請求項 1 4 の発明は、請求項 1 から請求項 1 2 までのいずれか 1 項に記載の固定構造物の圧力波低減構造において、前記仕切手段は、前記移動体の移動方向と交差する水平方向 (C , D) に放射する前記圧力波の強さが上り線側と下り線側とで異なるように、前記上り線側又は前記下り線側にずらして (L) 設置されていることを特徴とする固定構造物の圧力波低減構造である。

【 0 0 2 4 】

請求項 1 5 の発明は、請求項 1 から請求項 1 4 までのいずれか 1 項に記載の固定構造物の圧力波低減構造において、前記移動体の移動方向と交差する方向に前記仕切手段による仕切位置 (P₀) を可変する可変手段 (9) を備えることを特徴とする固定構造物の圧力波低減構造である。

【 0 0 2 5 】

請求項 1 6 の発明は、請求項 1 5 に記載の固定構造物の圧力波低減構造において、前記可変手段は、前記移動体が前記出入口に突入するときには、この移動体が突入する側の空間 (S₁) がこの移動体を中心に略左右対称になるように前記仕切位置を可変し、前記移動体が前記出入口から退出するときには、この移動体が退出する側の空間 (S₂) がこの移動体を中心に略左右対称になるように前記仕切位置を可変することを特徴とする固定構造物の圧力波低減構造である。

【 0 0 2 6 】

請求項 1 7 の発明は、請求項 1 5 又は請求項 1 6 に記載の固定構造物の圧力波低減構造において、前記可変手段は、前記上下線を移動する移動体の速度が異なるときに、速度の速い前記移動体が移動する側の空間がこの移動体を中心に略左右対称になるように前記仕切位置を可変することを特徴とする固定構造物の圧力波低減構造である。

【 0 0 2 9 】

【発明の実施の形態】

(第 1 実施形態)

以下、図面を参照して、この発明の第 1 実施形態について詳しく説明する。

図 1 は、この発明の第 1 実施形態に係る固定構造物の圧力波低減構造を備えるトンネルの斜視図である。図 2 は、この発明の第 1 実施形態に係る固定構造物の圧力波低減構造における仕切壁の正面図である。図 3 は、この発明の第 1 実施形態に係る固定構造物の圧力波低減構造における仕切壁の側面図である。図 4 は、この発明の第 1 実施形態に係る固定構造物の圧力波低減構造における仕切壁の設置位置を説明するための模式図である。

【 0 0 3 0 】

列車 1 は、軌道 2 に沿って移動する移動体である。列車 1 は、例えば、300km/h 以上の高速で走行する新幹線車両である。軌道 2 は、列車 1 が走行する通路 (移動経路) である。軌道 2 は、図 1 に示すように、二本の本線で構成された複線であり、上り本線となる線路 2 a と、下り本線となる線路 2 b とから構成されている。トンネル 3 は、山腹などの地中を貫通して列車 1 を通過させるための固定構造物 (土木構造物) であり、図 1 及び図 2 に示すように線路 2 a , 2 b を一つのトンネル内に収容する複線用の鉄道トンネル (複線トンネル) である。トンネル 3 は、図 1 及び図 3 に示すように、列車 1 が突入及び退出する出入口となる坑口 3 a と、図 2 に示すようにトンネル 3 の上半分を形成する半円状のアーチ部 3 b と、トンネル 3 の下半分の両側部分を形成する側壁 3 c , 3 d などから構成されている。

10

20

30

40

50

【0031】

圧力波低減構造4は、線路2aを移動する列車1がトンネル3の坑口3aに突入するときこの坑口3aから外部に放射される突入波 W_5 と、線路2bを移動する列車1がこの坑口3aから退出するときこの坑口3aから外部に放射される退出波 W_6 とを低減する構造である。圧力波低減構造4は、図1～図3に示すように、トンネル3の内部を線路2aと線路2bとの間で仕切る仕切壁5を備えている。

【0032】

仕切壁5は、突入波 W_5 及び退出波 W_6 を低減するために線路2aと線路2bと間を仕切る固定構造物である。仕切壁5は、図1に示すように、列車1が線路2aをA方向に移動して坑口3aに突入したときにC方向に強く放射する突入波 W_5 を低減し、列車1が線路2bをB方向に移動して坑口3aから退出したときにD方向に強く放射する退出波 W_6 を低減する。仕切壁5は、図2に示すように、トンネル3を線路2a側の空間 S_1 と線路2b側の空間 S_2 とに完全に仕切る垂直な壁部であり、トンネル3と一体に構築されている。仕切壁5は、図2に示すように、トンネル3の側壁3c, 3dまでの距離Lの中間点が線路2a, 2bの中心 O_1, O_2 と略一致する位置に設置されている。この実施形態では、図4に示すように、列車1の側面と対向するトンネル3の湾曲した側壁3c, 3dを垂直面3c', 3d'に近似したときに、線路2a, 2bの中心 O_1, O_2 及び列車1の中心を通過する中心線 L_1, L_2 上に、垂直面3c', 3d'と仕切壁5の側面との間の中間点が位置するようにこの仕切壁5を設置することが好ましい。仕切壁5は、図1及び図3に示すように、長さ方向の端部(仕切壁5の坑口3a側とは反対側(トンネル奥側)の端部)に上下方向に傾斜する傾斜部5aを有する。

【0033】

次に、この発明の第1実施形態に係る固定構造物の圧力波低減構造の作用を説明する。図3に示すように、線路2aをA方向に移動する列車1が坑口3aに突入するとこの坑口3aから外部に突入波 W_5 が放射し、線路2bを走行する列車1がトンネル3の坑口3aから退出するとこの坑口3aから外部に退出波 W_6 が放射する。このとき、図3に示すように、波面が球面状の突入波 W_5 及び退出波 W_6 が坑口3aから全方向に放射する。トンネル3が複線トンネルである場合には、図2に示すようにトンネル3の中心を通過する垂直な中心線 L_0 に対して、線路2aの中心 O_1 (列車1の中心)を通過する垂直な中心線 L_1 と、線路2bの中心 O_2 (列車1の中心)を通過する垂直な中心線 L_2 とがずれている。このため、仕切壁5が存在しない場合には、列車1を中心としてトンネル3の断面形状が左右対称ではない。

【0034】

トンネル3に仕切壁5が存在しない場合に、図1及び図2に示すように線路2aをA方向に移動する列車1が坑口3aに突入すると、列車1に近接する側壁3c側(図1に示すC方向)のほうが、列車1から遠隔の側壁3d側(図1に示すD方向)よりも突入波 W_5 が強く放射する。一方、トンネル3に仕切壁5が存在しない場合には、線路2bをB方向に移動する列車1が坑口3aから退出すると、D方向のほうがC方向よりも突入時とは逆に退出波 W_6 が強く放射する。

【0035】

一方、図1～図3に示すように、トンネル3に仕切壁5を設置した場合には、図2に示すように仕切壁5と側壁3c, 3dとの間の中間点が線路2a, 2bの中心 O_1, O_2 と略一致する。このため、トンネル3の空間 S_1, S_2 では列車1を中心としてトンネル3の断面形状が左右対称に近くなる。その結果、図1に示す線路2aをA方向に移動する列車1が坑口3aに突入すると、トンネル3に仕切壁5を設置しない場合に比べて、C方向に放射する突入波 W_5 が低減する。同様に、図1に示す線路2bをB方向に移動する列車1が坑口3aから退出すると、トンネル3に仕切壁5を設置しない場合に比べて、D方向に放射する退出波 W_6 が低減する。

【0036】

なお、トンネル3に仕切壁5を設置した場合には、トンネル3に仕切壁5を設置しない場

10

20

30

40

50

合に比べて、線路 2 a を A 方向に移動する列車 1 が坑口 3 a に突入するとき D 方向に放射する突入波 W_5 が増加し、線路 2 a を B 方向に移動する列車 1 が坑口 3 a から退出するとき C 方向に放射する突入波 W_5 が増加する。しかし、トンネル 3 に仕切壁 5 を設置した場合には、トンネル 3 に仕切壁 5 を設置しない場合に C 方向から見て最も大きかった突入波 W_5 が低減し、D 方向から見て最も大きかった退出波 W_6 が低減する。その結果、トンネル 3 に仕切壁 5 を設置した場合には、C, D 方向のいずれから見て突入波 W_5 及び退出波 W_6 を合わせた圧力波の最大値が低減することになる。

【 0 0 3 7 】

この発明の第 1 実施形態に係る固定構造物の圧力波低減構造には、以下に記載するような効果がある。

(1) この第 1 実施形態では、突入波 W_5 及び退出波 W_6 を低減するために線路 2 a と線路 2 b と間を仕切壁 5 が仕切る。その結果、トンネル 3 の側壁 3 c, 3 d と仕切壁 5 との間をいずれか一方の側に片寄ることなく列車 1 が走行するため、C 方向に放射する突入波 W_5 を低減するとともに D 方向に放射する退出波 W_6 を低減することができる。また、従来の複線トンネル緩衝工のように側壁を拡大したりする必要がなくなるため、広い用地を新たに買収する必要がなくなり経済的な負担を軽減することができる。

【 0 0 3 8 】

(2) この第 1 実施形態では、仕切壁 5 から側壁 3 c, 3 d までの距離 L の中間点が線路 2 a, 2 b の中心 O_1, O_2 と略一致する位置にこの仕切壁 5 が設置されている。その結果、列車 1 を中心としてトンネル 3 の断面形状が略左右対称に近似するため、C 方向に放射する突入波 W_5 と D 方向に放射する退出波 W_6 とを低減することができる。

【 0 0 3 9 】

(3) この第 1 実施形態では、仕切壁 5 の長さ方向のトンネル奥側の端部に上下方向に傾斜する傾斜部 5 a が形成されている。その結果、線路 2 a, 2 b を移動する列車 1 が傾斜部 5 a の近傍を通過するとき発生する圧力変動を抑えることができる。

【 0 0 4 0 】

(第 2 実施形態)

図 5 は、この発明の第 2 実施形態に係る固定構造物の圧力波低減構造における仕切壁の正面図である。以下では、図 1 ~ 図 3 に示す部分と同一の部分については、同一の番号を付して詳細な説明を省略する。

図 5 に示す仕切壁 5 は、トンネル 3 を線路 2 a 側の空間 S_1 と線路 2 b 側の空間 S_2 とにこれらの空間 S_1, S_2 の一部を仕切る垂直な壁部である。仕切壁 5 は、この仕切壁 5 の上端部とトンネル 3 のアーチ部 3 b との間に隙間をあけて設置されており、架線を支持する支持装置 (電車線支持物) E を避けるように上部を開放している。この第 2 実施形態では、第 1 実施形態の効果に加えて、列車 1 が通過するとき発生する風圧が仕切壁 5 の上部の隙間を経由して裏側に回り込むため、この風圧によって仕切壁 5 が受ける圧力荷重を緩和させることができるとともに、仕切壁 5 を薄くすることができる。

【 0 0 4 1 】

(第 3 実施形態)

図 6 は、この発明の第 3 実施形態に係る固定構造物の圧力波低減構造における仕切壁の正面図であり、図 6 (A) は断面形状が略 Y 字状の仕切壁の正面図であり、図 6 (B) は断面形状が湾曲状の仕切壁の正面図である。

図 6 に示す仕切壁 5 は、トンネル 3 の断面形状が列車 1 を中心に略左右対称になるように線路 2 a 側の空間 S_1 と線路 2 b 側の空間 S_2 とを仕切る壁部である。図 6 (A) に示す仕切壁 5 は、上部が線路 2 a, 2 b 側に開くように断面形状が略 Y 字状に形成されており、列車 1 を中心としてトンネル 3 の断面形状を近似的に左右対称にしている。図 6 (B) に示す仕切壁 5 は、線路 2 a, 2 b をそれぞれ覆うように断面形状が湾曲状に形成されており、図 6 (A) に示す仕切壁 5 に比べて列車 1 を中心とするトンネル 3 の断面形状を一層左右対称に近づけている。この第 3 実施形態では、トンネル 3 の断面形状が列車 1 を中心に略左右対称になるため、C 方向に強く放射する突入波 W_5 と D 方向に強く放射する退

10

20

30

40

50

出波 W_6 とを低減することができる。

【0042】

(第4実施形態)

図7は、この発明の第4実施形態に係る固定構造物の圧力波低減構造を備えるトンネルの斜視図である。

図7に示すトンネル3は、坑口3aから外部に向かって軌道2の外側に一对の傾斜側壁3e, 3fを備えている。傾斜側壁3e, 3fは、C, D方向から見て列車先頭部がこの傾斜側壁3e, 3fと徐々に重なりながら通過するように、トンネル3と一体に構築された三角形の部分である。傾斜側壁3e, 3fは、突入波 W_5 及び退出波 W_6 を低減する機能を有する。仕切壁5は、坑口3aから外部に向かって線路2aと線路2bとの間に傾斜壁部5cを備え、この傾斜壁部5cは一对の傾斜側壁3e, 3fと略同一形状であり、坑口3a側の仕切壁5の端部に一体に構築されている。この第3実施形態では、線路2a, 2bを中心として傾斜側壁3e, 3fと傾斜壁部5cとが左右対称になるため、C方向に放射する突入波 W_5 とD方向に放射する退出波 W_6 とを低減することができる。

10

【0043】

(第5実施形態)

図8は、この発明の第5実施形態に係る固定構造物の圧力波低減構造を備えるトンネルの斜視図である。

図8に示すトンネル3は、坑口3aから内部に向かって線路2aを覆う単線トンネル部3gと線路2bを覆う単線トンネル部3hと、これらの単線トンネル部3g, 3hと接続する複線トンネル部3iとを備えている。トンネル3は、坑口3aから所定範囲までが眼鏡型の単線トンネル部3g, 3hであり、この所定範囲を超えるとトンネル3内で1つの複線トンネル部3iと合流する。仕切壁5は、隣接する単線トンネル部3gと単線トンネル部3hとの間の壁部である。この第5実施形態では、第4実施形態に比べて、トンネル3の断面形状が列車1を中心に左右対称になるため、C方向に放射する突入波 W_5 とD方向に放射する退出波 W_6 とをより一層低減することができる。

20

【0044】

(第6実施形態)

図9は、この発明の第6実施形態に係る固定構造物の圧力波低減構造における仕切壁の断面図である。

30

図9に示す仕切壁5は、この仕切壁5を貫通する複数の貫通孔5bを有する。仕切壁5は、コンクリート製、合成樹脂製又は金属製などである。貫通孔5bは、列車1が通過するときに発生する風圧を低減するための開口部であり、仕切壁5の全面又は列車1の側面と対向する面のみ形成されている。この第6実施形態では、十分な強度を有するアクリル樹脂などの合成樹脂によって仕切壁5を製造したときには、多数の貫通孔5bを容易に形成することができるとともに、仕切壁5の製造や設置が容易であり薄く軽量化を図ることができる。

【0045】

(第7実施形態)

図10は、この発明の第7実施形態にかかる固定構造物の圧力波低減構造を備えるトンネルの斜視図である。

40

図10に示すトンネル3は、内部を線路2aと線路2bとの間で仕切る流体膜形成装置6を備えている。流体膜形成装置6は、突入波 W_5 及び退出波 W_6 を低減するために線路2aと線路2bとの間に流体を流して流体膜Fを形成する装置である。流体膜形成装置6は、例えば、水などの液体をトンネル3の上部から平面状に落下させて水膜を形成するウォーターカーテンである。流体膜形成装置6は、図10に示すように、アーチ部3bの最も高い位置から水を噴射する噴射装置6aと、この噴射装置6aから噴射され落下する水を線路2aと線路2bとの間で回収する回収装置6bと、線路2a, 2bを移動する列車1の突入及び退出を検出する図示しない検出装置と、この検出装置の検出結果に基づいて列車1の突入及び退出時の前後に噴射装置6aを動作させる図示しない制御装置などを備え

50

ている。この第7実施形態では、第1実施形態の効果に加えて、線路2 aと線路2 bとの間に建築限界から仕切壁5を設置できない場合などに適用することができる。

【0046】

(第8実施形態)

図11は、この発明の第8実施形態に係る固定構造物の圧力波低減構造を備えるトンネルの正面図である。

図11に示す仕切壁5は、C、D方向に放射する突入波 W_5 及び退出波 W_6 の強さが線路2 a側と線路2 b側とで異なるように、線路2 a側又は線路2 b側のいずれか一方にずらして設置されている。以下では、D方向にのみ民家Hが存在し突入側及び退出側の列車1の速度が同一である場合を例に挙げて説明するとともに突入波 W_5 及び退出波 W_6 の強さを強、中、弱の3段階に分けて評価する。

10

【0047】

図11に示す仕切壁5が存在しない場合には、突入波 W_5 はC方向に強くD方向に弱く放射し、退出波 W_6 はC方向に弱くD方向に強く放射する。また、図11に二点鎖線で示すように、トンネル3の中心線 L_0 と仕切壁5とを一致させた場合には、突入波 W_5 はC、D方向に中程度放射し、退出波 W_6 はC、D方向に中程度放射する。一方、図11に実線で示すように、トンネル3の中心線 L_0 から線路2 b方向に仕切壁5をずらした場合には、突入波 W_5 がC方向には中程度よりもやや強くD方向には中程度よりもやや弱く放射し、退出波 W_6 がC方向には中程度よりもやや強くD方向には中程度よりもやや弱く放射する。その結果、図11に示すように、D方向にのみ民家Hが存在する場合には、トンネル3の中心線 L_0 から線路2 b側に偏移量 L だけずらして仕切壁5を設置することによって、D方向に放射する突入波 W_5 を中程度よりもやや弱い程度に抑えつつ、D方向に放射する退出波 W_6 のみを低減することができる。なお、図11とは逆にC方向にのみ民家Hが存在する場合には、トンネル3の中心線 L_0 から線路2 a側にずらして仕切壁5を設置することによって、C方向に放射する突入波 W_6 を中程度よりもやや弱い程度に抑えつつ、C方向に放射する突入波 W_5 のみを低減することができる。

20

【0048】

(第9実施形態)

図12は、この発明の第9実施形態に係る固定構造物の圧力波低減構造を備えるトンネルの正面図である。以下では、軌道2の両側(C、D方向)に民家Hが存在する場合を例に挙げて説明する。

30

図12に示す圧力波低減構造4は、列車1の移動方向と交差する方向に流体膜形成装置6による仕切位置 P_0 を可変する可変手段9を備えている。可変手段9は、列車1が坑口3 aに突入するときには、この列車1が突入する側の空間 S_1 がこの列車1を中心に略左右対称になるように仕切位置 P_0 を可変(C方向に移動)する。可変手段9は、列車1が坑口3 aから退出するときには、この列車1が退出する側の空間 S_2 がこの列車1を中心に略左右対称になるように仕切位置 P_0 を可変(D方向に移動)する。一般に、図12に二点鎖線で示すように、トンネル3の中心線 L_0 と仕切位置 P_0 とを一致させた場合には、空間 S_1 、 S_2 内をそれぞれ通過する列車1に対して各空間 S_1 、 S_2 は厳密には左右対称ではない。しかし、トンネル3の中心線 L_0 から線路2 a、2 bのいずれか一方の側に仕切位置 P_0 をずらした場合には、列車1に対して空間 S_1 、 S_2 のいずれか一方をより左右対称に近づけることができる。例えば、図12に示すように、軌道2 bを移動する列車1が坑口3 aから退出するときには、可変手段9が流体膜形成装置6の噴射位置を調整して流体膜Fによる仕切位置 P_0 を仕切位置 P_1 に偏移量 L だけ変化させる。その結果、列車1を中心として空間 S_2 が左右対称に近づくため、退出波 W_6 を低減することができる。

40

【0049】

また、可変手段9は、上下線を移動する列車1の速度が異なるときには、速度の速い列車1が移動する空間 S_1 又は空間 S_2 がこの列車1を中心に左右対称になるように仕切位置 P_0 を可変する。例えば、軌道2 bを移動する列車1が軌道2 aを移動する列車1よりも

50

速度が速いときには、図 1 2 に示すように可変手段 9 が流体膜形成装置 6 の噴射位置を調整して仕切位置 P_0 を仕切位置 P_1 に変化させる。その結果、列車 1 を中心として空間 S_2 が左右対称に近づくため、速度の速い列車 1 による退出波 W_6 を低減することができる。

【 0 0 5 0 】

(第 1 0 実施形態)

図 1 3 は、この発明の第 1 0 実施形態に係る固定構造物の圧力波低減構造を備えるトンネル緩衝工の斜視図である。

図 1 3 に示すトンネル緩衝工 7 は、トンネル微気圧波 W_2 , W_4 を低減するためにトンネル 3 の坑口 3 a を覆う固定構造物 (土木構造物) であり、線路 2 a , 2 b を一つのトンネル覆工内に収容する複線用のトンネル緩衝工 (複線トンネル緩衝工) である。トンネル緩衝工 7 は、坑口 3 a の外部に軌道 2 に沿ってトンネル 3 を延長するように構築されておりコンクリート製、鉄筋コンクリート製又は鋼板製である。トンネル緩衝工 7 は、列車 1 が突入及び退出する出入口 7 a と、図 1 3 に示すようにトンネル緩衝工 7 の上側部分を形成する天部 7 b と、トンネル緩衝工 7 の側面部分を形成する側壁 7 c , 7 d などから構成されている。トンネル緩衝工 7 は、このトンネル緩衝工 7 の内部を線路 2 a と線路 2 b との間で仕切る仕切壁 5 を備えており、この仕切壁 5 はトンネル緩衝工 7 と一体に構築されている。この第 1 0 実施形態では、第 1 実施形態の効果に加えてトンネル微気圧波 W_2 , W_4 を低減することができる。

【 0 0 5 1 】

(第 1 1 実施形態)

図 1 4 は、この発明の第 1 1 実施形態に係る固定構造物の圧力波低減構造を備えるトンネル緩衝工の斜視図である。

図 1 4 に示すトンネル緩衝工 7 は、出入口 7 a から外部に向かって軌道 2 の外側に一对の傾斜側壁 7 e , 7 f を備えている。傾斜側壁 7 e , 7 f は、図 7 に示す傾斜側壁 3 e , 3 f と同一の構造及び機能を有し、側壁 7 c , 7 d と一体に構築された三角形の部分である。仕切壁 5 は、出入口 7 a から外部に向かって線路 2 a と線路 2 b との間に傾斜壁部 5 c を備え、この傾斜壁部 5 c は一对の傾斜側壁 7 e , 7 f と略同一形状であり、出入口 7 a 側の仕切壁 5 の端部に一体に構築されている。この第 1 1 実施形態には、第 4 実施形態と同様の効果がある。

【 0 0 5 2 】

(第 1 2 実施形態)

図 1 5 は、この発明の第 1 2 実施形態に係る固定構造物の圧力波低減構造を備えるトンネル緩衝工の斜視図である。

図 1 5 に示すトンネル緩衝工 7 は、突入波 W_5 及び退出波 W_6 を低減するために出入口 7 a にフランジ部 7 g を備えており、このフランジ部 7 g は突入波 W_5 及び退出波 W_6 を低減する機能を有する。フランジ部 7 g は、線路 2 a を A 方向に移動する列車 1 が出入口 7 a に突入したときに列車先頭部の運転席から見て前側 (山側) に放射する突入波 W_5 を低減するとともに、線路 2 b を B 方向に移動する列車 1 が出入口 7 a から退出したときに列車先頭部の運転席から見て後側 (山側) に放射する退出波 W_6 を低減する。フランジ部 7 g は、天部 7 b 及び側壁 7 c , 7 d の出入口 7 a 側の端部に一体に構築されている。この第 1 2 実施形態では、仕切壁 5 によって C , D 方向に放射する突入波 W_5 及び退出波 W_6 を低減することができるとともに、フランジ部 7 g によって A , B 方向に放射する突入波 W_5 及び退出波 W_6 も低減することができる。

【 0 0 5 3 】

(第 1 3 実施形態)

図 1 6 は、この発明の第 1 3 実施形態に係る固定構造物の圧力波低減構造を備える明り区間構造物の斜視図である。

図 1 6 に示す固定構造物 8 は、トンネル区間以外の高架橋区間や土路盤区間などの明り区間に設けられた建築物 (土木構造物) であり、軌道 2 に対して略直交して構築されている

10

20

30

40

50

。固定構造物 8 は、例えば、軌道 2 を越えるためにこの軌道 2 上に架け渡した跨線橋や立体交差、軌道 2 上に駅本屋が配置された橋上駅などである。固定構造物 8 は、列車 1 が突入及び退出する出入口 8 a , 8 b と、軌道 2 の外側に構築された橋脚や脚台などの脚部 8 c , 8 d と、出入口 8 a から外部に向かって軌道 2 の外側に構築された一对の傾斜側壁 8 e , 8 f と、出入口 8 b から外部に向かって軌道 2 の外側に構築された一对の傾斜側壁 8 g , 8 h とから構成されている。傾斜側壁 8 e ~ 8 h は、C , D 方向から見て列車先頭部がこれらの傾斜側壁 8 e ~ 8 h と徐々に重なりながら通過するように、脚部 8 c , 8 d と一体に構築された三角形の部分である。傾斜側壁 8 e ~ 8 h は、列車 1 が固定構造物 8 の近傍を通過して出入口 8 a , 8 b に突入したりこの出入口 8 a , 8 b から退出したりしたときに、この出入口 8 a , 8 b から外部に放射する突入波（通過波） W_5 及び退出波（通過波） W_6 を低減する機能を有する。固定構造物 8 は、この固定構造物 8 の下方を線路 2 a と線路 2 b との間で仕切る仕切壁 5 を備え、この仕切壁 5 は出入口 8 a , 8 b から外部に向かって線路 2 a と線路 2 b との間に傾斜壁部 5 c , 5 d を備える。傾斜壁部 5 c は、一对の傾斜側壁 8 e , 8 f と略同一形状であり、傾斜壁部 5 d は一对の傾斜側壁 8 g , 8 h と略同一形状であり、傾斜壁部 5 c , 5 d は仕切壁 5 の両端部に一体に構築されている。この第 13 実施形態には、第 11 実施形態と同様の効果がある。

【 0 0 5 4 】

【実施例】

次に、この発明の実施例について説明する。

図 17 は、この発明の実施例に係る固定構造物の圧力波低減構造の効果を確認するための模型実験装置の構成図である。図 18 は、トンネルに仕切壁を入れた状態とトンネルに仕切壁を入れない状態の圧力波の測定結果を示すグラフであり、図 18 (A) は列車が偏っている側で測定した圧力波の時間変化を示し、図 18 (B) は列車が偏っている側とは反対側で測定した圧力波の時間変化を示す。図 19 は、トンネルに仕切壁を入れた状態とトンネルに仕切壁を入れない状態のトンネル内の圧縮波の測定結果を示すグラフであり、図 19 (A) は圧力の時間変化を示し、図 19 (B) は圧力勾配の時間変化を示す。なお、図 18 及び図 19 に示す細線は仕切壁を入れない状態（対策前）の測定結果であり、太線は仕切壁を入れた状態（対策後）の測定結果である。

【 0 0 5 5 】

模型実験装置 20 は、トンネル 30 に列車 10 を突入させたときに発生する圧力波を測定するための装置である。模型実験装置 20 は、図 17 に示すように、列車 1 を模擬した列車 10 と、トンネル 3 を模擬したトンネル 30 と、仕切壁 5 を模擬した仕切壁 50 とを備えており、実物の 1/100 の大きさで設計されている。ここで、図 17 に示す O_{11} は、トンネル中心軸であり、 O_{12} はこのトンネル中心軸 O_{11} と平行な列車中心軸であり、 O_{13} はトンネル 30 の坑口 30 a を通過してトンネル中心軸 O_{11} 及び列車中心軸 O_{12} と直交する軸線である。 D_{11} は、トンネル直径 (100mm) である。 L_{11} は、トンネル中心軸 O_{11} から点 P_{11} , P_{12} までの距離 (400mm) であり、 L_{12} はトンネル 30 の坑口 30 a から点 P_{13} までの距離 (1000mm) である。 L_{13} は、列車 10 の移動方向 (A 方向) における仕切壁 50 の長さ (200mm) である。すなわち、 $L_{13} = 2 D_{11}$ である。図 17 に示すように、列車 10 はトンネル中心軸 O_{11} から僅かにずれた列車中心軸 O_{12} に沿って 350km/h で移動し、仕切壁 50 はトンネル中心軸 O_{11} から僅かにずれた位置に設置されている。点 P_{11} は、トンネル中心軸 O_{11} に対して列車 10 が偏心している側（近接側）に放射する突入波 W_5 の測定点であり、点 P_{12} はトンネル中心軸 O_{11} に対して列車 10 が偏心している側とは反対側（遠隔側）に放射する突入波 W_5 の測定点であり、点 P_{13} はトンネル 30 内に発生する圧縮波 W_1 の測定点である。

【 0 0 5 6 】

図 18 に示すように、仕切壁 50 を入れない状態でトンネル 30 に列車 10 を突入させると点 P_{11} では強い圧力波が測定されており点 P_{12} では弱い圧力波が測定されている。しかし、図 17 に示すように、トンネル 30 に仕切壁 50 を入れた状態でこのトンネル 30 に列車 10 を突入させると、点 P_{11} 側の圧力波が低減して点 P_{12} 側の圧力波が増加する。そ

10

20

30

40

50

の結果、軸線 O_{13} 方向における突入波 W_5 の指向性が緩和されることが確認された。また、図19に示すように、仕切壁50を入れない状態と仕切壁50を入れた状態とでは、トンネル微気圧波 W_2 の原因となる圧縮波 W_1 及びこの圧縮波 W_1 の時間変化を表す圧力勾配に差がほとんど見られなかった。その結果、図17に示すように、トンネル直径 D_{11} の2倍の長さ L の仕切壁50をトンネル30内に設置した場合には、トンネル微気圧波 W_2 が増大しないことが確認された。

【0057】

この実施例では、図17に示すように、 $L_{13} = 2D_{11}$ に設定しているが仕切壁50の長さ L をこの値と厳密に一致させる必要はなく、 $L_{13} = D_{11} / 2$ であれば突入波 W_5 及び退出波 W_6 を低減することができる。実際の複線トンネル又は複線トンネル緩衝工では、これらの断面が正確な円形や四角形ではなく円形や四角形に近似した形状である。このため、列車1の移動方向における仕切壁5の長さを、複線トンネル又は複線トンネル緩衝工の断面積と同一の断面積を有する円の半径以上に設定することが好ましい。また、トンネル30内に仕切壁50を設置すると列車10側から見るとトンネル断面積が小さくなるので、トンネル30内に発生する圧縮波 W_1 が増大して、結果的に坑口30aとは反対側の坑口30bから発生するトンネル微気圧波 W_2 が増大するおそれがある。しかし、突入時の圧縮波 W_1 の波面の長さはトンネル直径 D_{11} の数倍程度に及ぶ（おおむねトンネル直径 D_{11} / 突入マッハ数 M ）ため、圧縮波 W_1 の波面の長さよりも長さ L_{13} を短く設定（ $L_{13} = D_{11} / M$ 、マッハ数 $M = 0.2$ の場合 $L_{13} = 5D_{11}$ ）すれば仕切壁50の反対側に圧力が回り込み、トンネル30内に発生する圧縮波 W_1 がほとんど増大しないと考えられる。一方、長さ L_{13} を非常に長く設定（ $L_{13} = D_{11} / M$ 、マッハ数 $M = 0.2$ の場合 $L_{13} = 5D_{11}$ ）すると突入波 W_5 及び退出波 W_6 の低減効果が一定値に収束するが、トンネル断面積が小さくなったのと同等になるためトンネル微気圧波 W_2 が増大する可能性がある。この場合には、図13～図15に示すように、坑口3aにトンネル緩衝工7を設置したり、トンネル3内にバラストを散布したりする他の圧力波低減対策を採用することによって、距離 L_{13} を D_{11} / M 以上に設定することができる。

【0058】

（他の実施形態）

この発明は、以上説明した実施形態に限定するものではなく、以下に記載するように種々の変形又は変更が可能であり、これらもこの発明の範囲内である。

(1) この実施形態では、移動体として列車（鉄道車両）1を例に挙げて説明したがこれに限定するものではない。例えば、高速で走行する磁気浮上式鉄道や自動車などの移動体についてもこの発明を適用することができる。また、この実施形態では、軌道2が複線である場合を例に挙げて説明したが、軌道2が複々線である場合についてもこの発明を適用することができる。さらに、この実施形態では、仕切壁5に直線状の傾斜部5aを形成しているが、この傾斜部5aを曲線状に形成してもよい。

【0059】

(2) この実施形態では、1枚の仕切壁5を設置した場合を例に挙げて説明したが、仕切壁5を2枚以上設置したり仕切壁5に厚みをもたせたりすることもできる。例えば、第1実施形態では、仕切壁5と側壁3c、3dとの位置関係を説明したが、図4に示すように仕切壁5が非常に厚い壁になるような場合には、間隔をあけて仕切壁5を二枚設置することもできる。また、この実施形態では、仕切壁5に傾斜部5aを形成した場合を例に挙げて説明したがこの傾斜部5aを省略することもできる。

【0060】

(3) この第2実施形態では、空間 S_1 、 S_2 の上部を除きこれらの空間 S_1 、 S_2 を仕切壁5によって仕切っているが空間 S_1 、 S_2 の中間部又は下部を除きこれらの空間 S_1 、 S_2 を仕切壁5によって仕切することもできる。また、この第4実施形態、第11実施形態及び第13実施形態では、傾斜側壁3e、3f、7e、7f、8e～8hを三角形状に形成した場合を例に挙げて説明したが、厳密に三角形状である必要はなく三角形の斜辺の部分を曲線状に形成してもよい。

10

20

30

40

50

【 0 0 6 1 】

(4) この第7実施形態では、流体膜形成装置6としてウォーターカーテンを例に挙げて説明したが、空気などの気体をトンネル3の上部と下部との間に平面状に噴射して空気層を形成するエアカーテンなどの流体膜形成装置についてもこの発明を適用することができる。また、この第7実施形態では、列車1の突入及び退出の前後に水を噴射する場合を例に挙げて説明したが、常時水を噴射した状態にすることもできる。さらに、この第9実施形態では、流体膜形成装置6の流体膜Fによる仕切位置 P_0 を可変手段9によって可変する場合を例に挙げて説明したが、駆動機構部などの可変手段によって仕切壁5を駆動して仕切位置を可変することもできる。

【 0 0 6 2 】

【発明の効果】

以上説明したように、この発明によると、固定構造物の出入口に移動体が突入するときに発生する圧力波とこの出入口から移動体が退出するときに発生する圧力波とを低減することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】この発明の第1実施形態に係る固定構造物の圧力波低減構造を備えるトンネルの斜視図である。

【図2】この発明の第1実施形態に係る固定構造物の圧力波低減構造における仕切壁の正面図である。

【図3】この発明の第1実施形態に係る固定構造物の圧力波低減構造における仕切壁の側面図である。

【図4】この発明の第1実施形態に係る固定構造物の圧力波低減構造における仕切壁の設置位置を説明するための模式図である。

【図5】この発明の第2実施形態に係る固定構造物の圧力波低減構造における仕切壁の正面図である。

【図6】この発明の第3実施形態に係る固定構造物の圧力波低減構造における仕切壁の正面図であり、(A)は断面形状が略Y字状の仕切壁の正面図であり、(B)は断面形状が湾曲状の仕切壁の正面図である。

【図7】この発明の第4実施形態に係る固定構造物の圧力波低減構造を備えるトンネルの斜視図である。

【図8】この発明の第5実施形態に係る固定構造物の圧力波低減構造を備えるトンネルの斜視図である。

【図9】この発明の第6実施形態に係る固定構造物の圧力波低減構造における仕切壁の断面図である。

【図10】この発明の第7実施形態にかかる固定構造物の圧力波低減構造を備えるトンネルの斜視図である。

【図11】この発明の第8実施形態に係る固定構造物の圧力波低減構造を備えるトンネルの正面図である。

【図12】この発明の第9実施形態に係る固定構造物の圧力波低減構造を備えるトンネルの正面図である。

【図13】この発明の第10実施形態に係る固定構造物の圧力波低減構造を備えるトンネル緩衝工の斜視図である。

【図14】この発明の第11実施形態に係る固定構造物の圧力波低減構造を備えるトンネル緩衝工の斜視図である。

【図15】この発明の第12実施形態に係る固定構造物の圧力波低減構造を備えるトンネル緩衝工の斜視図である。

【図16】この発明の第13実施形態に係る固定構造物の圧力波低減構造を備える明り区間構造物の斜視図である。

【図17】この発明の実施例に係る固定構造物の圧力波低減構造の効果を確認するための模型実験装置の構成図である。

10

20

30

40

50

【図18】トンネルに仕切壁を入れた状態とトンネルに仕切壁を入れない状態の圧力波の測定結果を示すグラフであり、(A)は列車が偏っている側で測定した圧力波の時間変化を示し、(B)は列車が偏っている側とは反対側で測定した圧力波の時間変化を示す。

【図19】トンネルに仕切壁を入れた状態とトンネルに仕切壁を入れない状態のトンネル内の圧縮波の測定結果を示すグラフであり、(A)は圧力の時間変化を示し、(B)は圧力勾配の時間変化を示す。

【図20】トンネルに列車が突入するとき坑口から外部に放射する圧力波の概念図である。

【図21】トンネルから列車が退出するとき坑口から外部に放射する圧力波の概念図である。

10

【符号の説明】

- 1 列車(移動体)
- 2 軌道
- 2 a , 2 b 線路
- 3 トンネル(固定構造物)
- 3 a 坑口(出入口)
- 3 b アーチ部
- 3 c , 3 d 側壁
- 3 e , 3 f 傾斜側壁
- 3 g , 3 h 単線トンネル部
- 3 i 複線トンネル部
- 4 圧力波低減構造
- 5 仕切壁(仕切手段)
- 5 a 傾斜部
- 5 b 貫通孔
- 5 c , 5 d 傾斜壁部
- 6 流体膜形成装置(仕切手段)
- 6 a 噴射装置
- 6 b 回収装置
- 7 トンネル緩衝工(固定構造物)
- 7 a 出入口
- 7 c , 7 d 側壁
- 7 e , 7 f 傾斜側壁
- 7 g フランジ部
- 8 固定構造物
- 8 a , 8 b 出入口
- 8 c , 8 d 脚部
- 8 e , 8 f , 8 g , 8 h 傾斜側壁
- 9 可変手段
- L 距離
- L_0 , L_1 , L_2 中心線
- L 偏移量
- L_{13} 長さ
- E 支持装置
- F 流体膜
- P_0 , P_1 仕切位置
- S_1 , S_2 空間
- O_1 , O_2 線路の中心
- W_1 , W_3 圧縮波
- W_2 , W_4 トンネル微気圧波

20

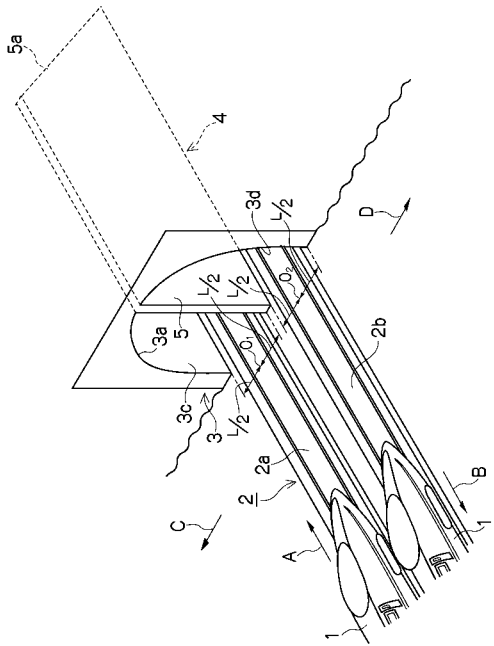
30

40

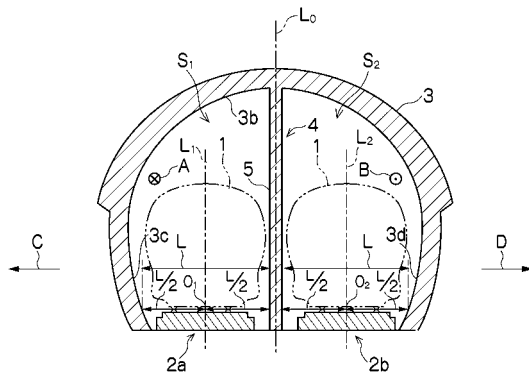
50

W₅ 突入波 (压力波)
W₆ 退出波 (压力波)

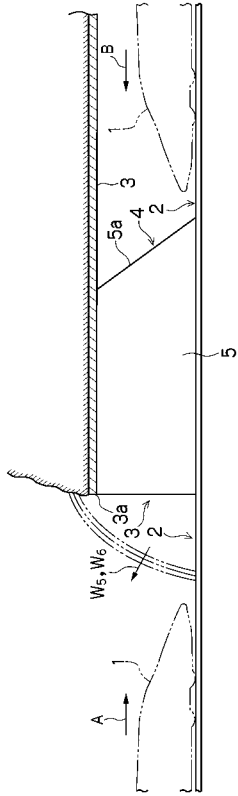
【图 1】



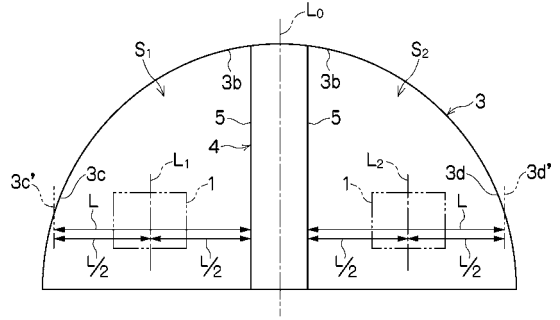
【图 2】



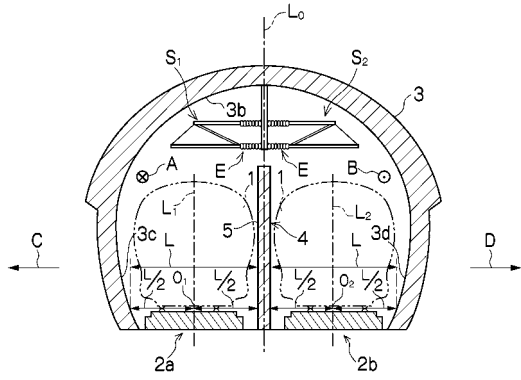
【 図 3 】



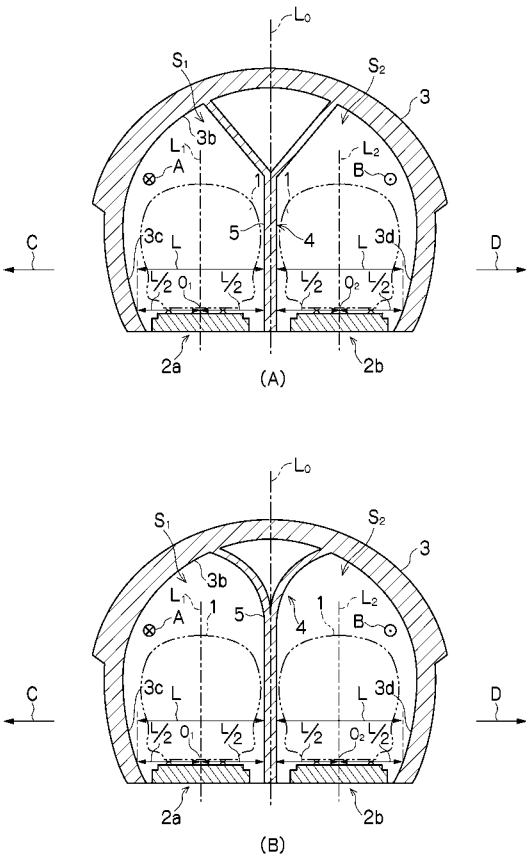
【 図 4 】



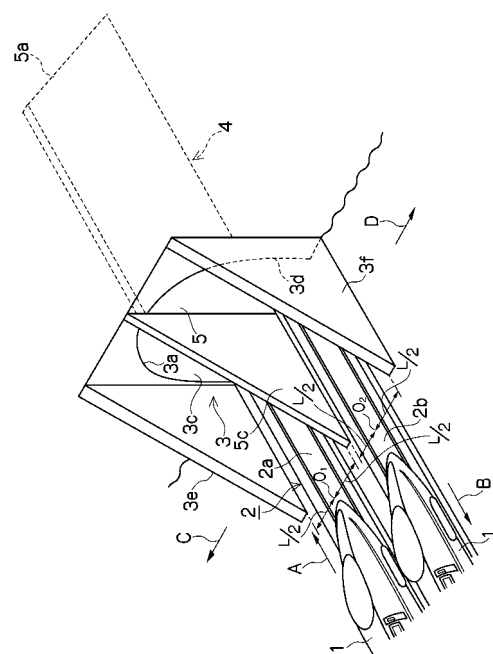
【 図 5 】



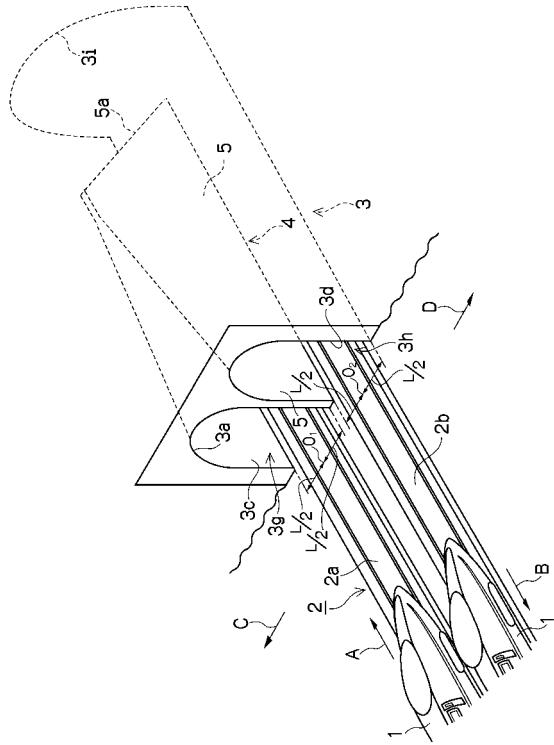
【 図 6 】



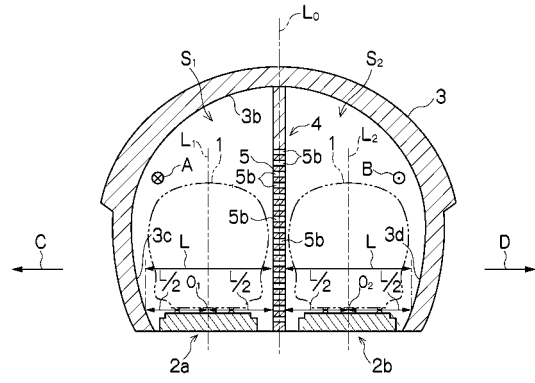
【 図 7 】



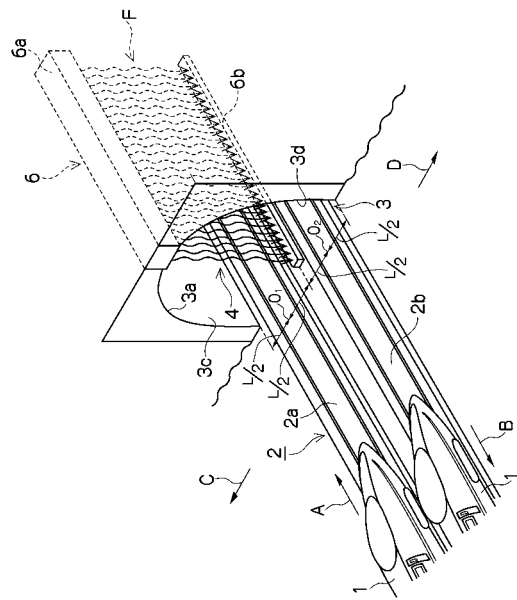
【 図 8 】



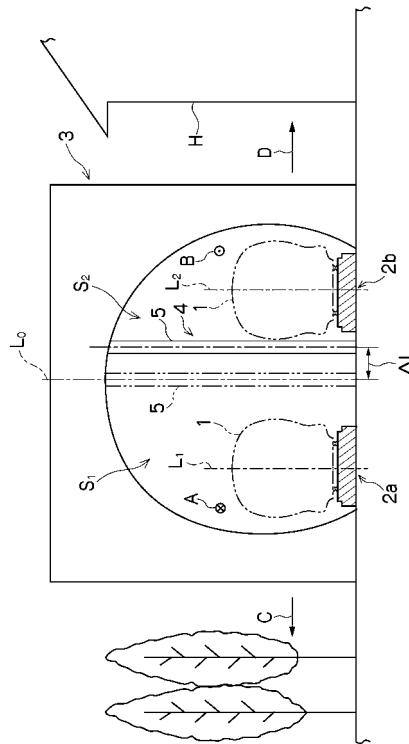
【 図 9 】



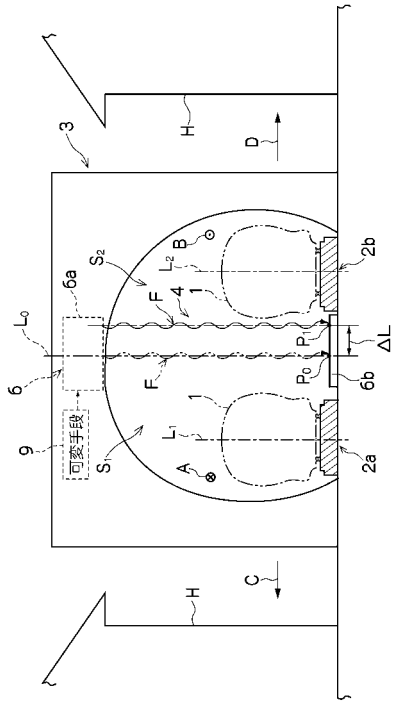
【 図 10 】



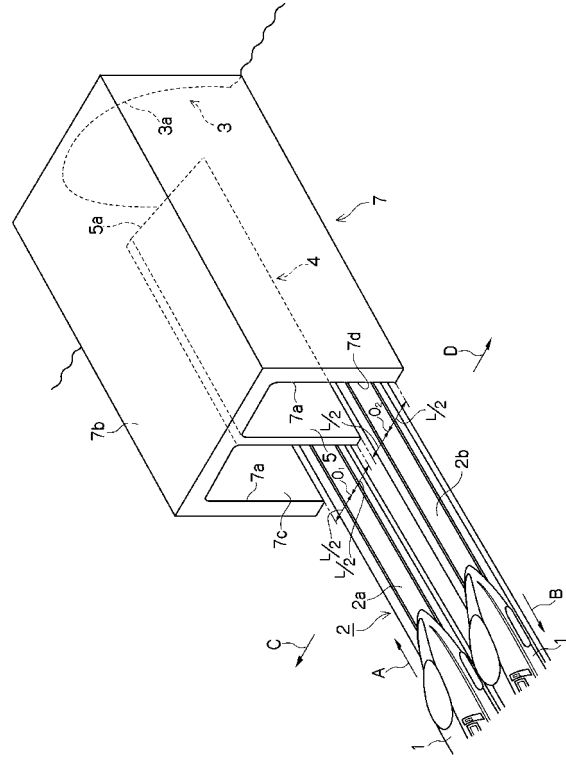
【 図 11 】



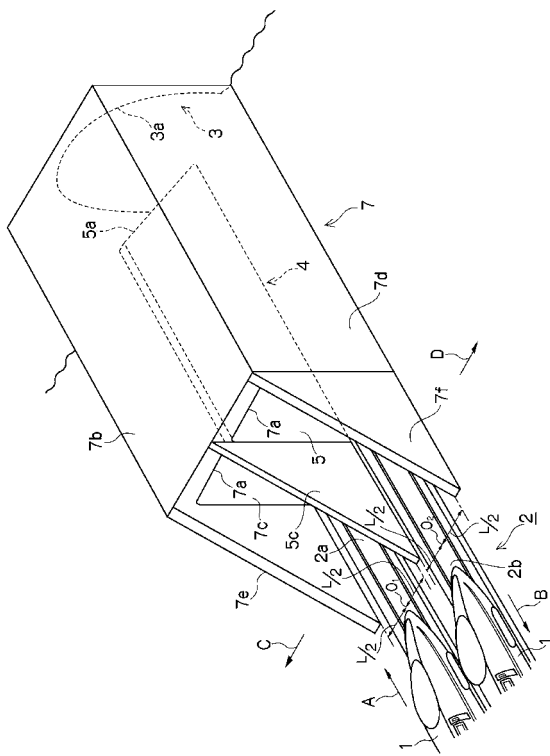
【 図 1 2 】



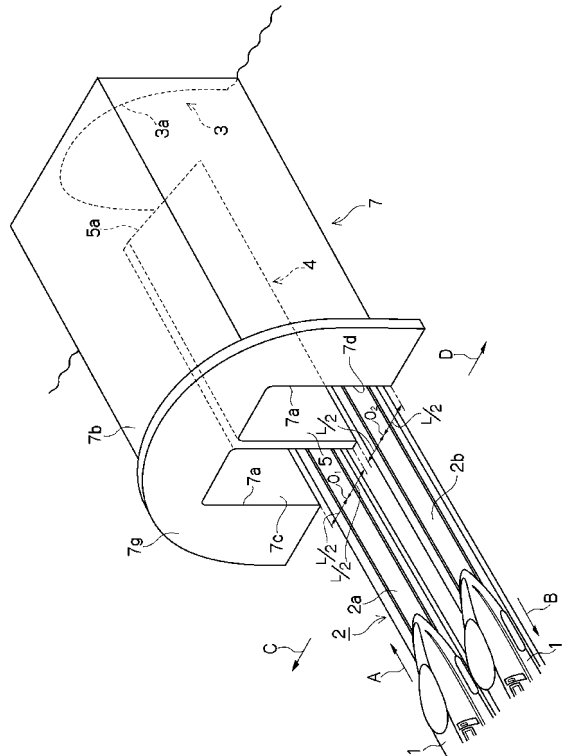
【 図 1 3 】



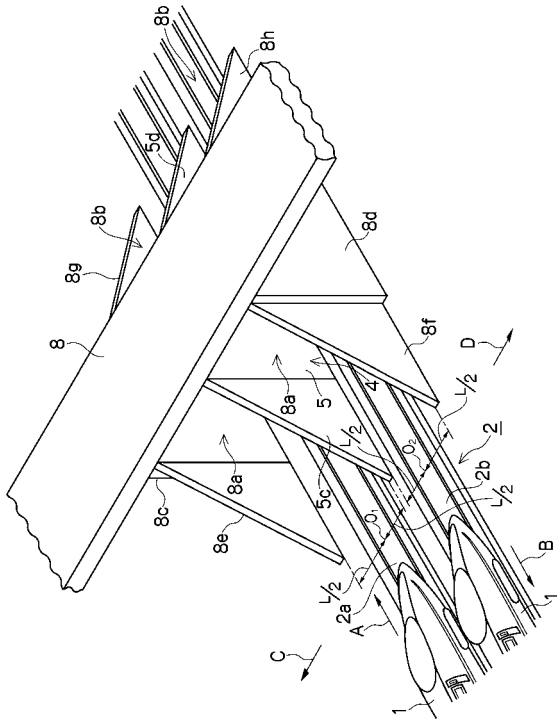
【 図 1 4 】



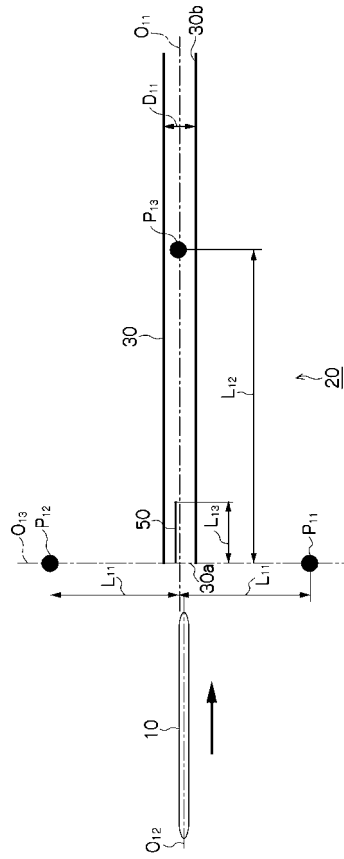
【 図 1 5 】



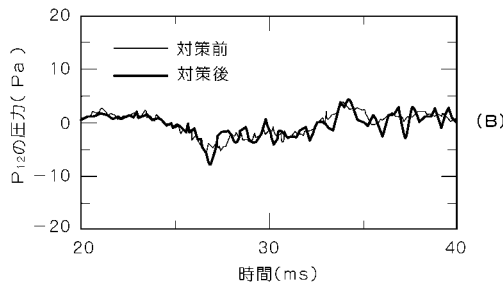
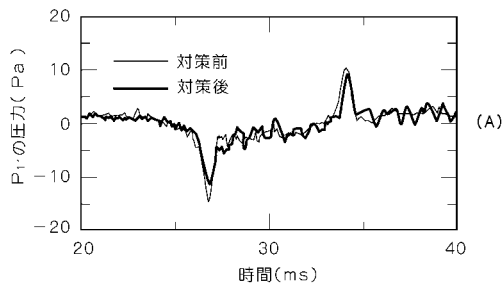
【図16】



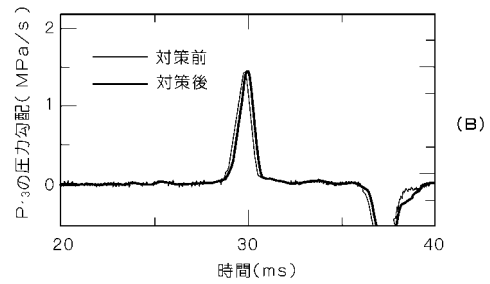
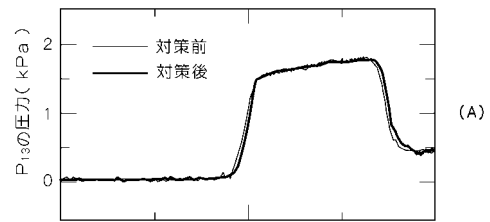
【図17】



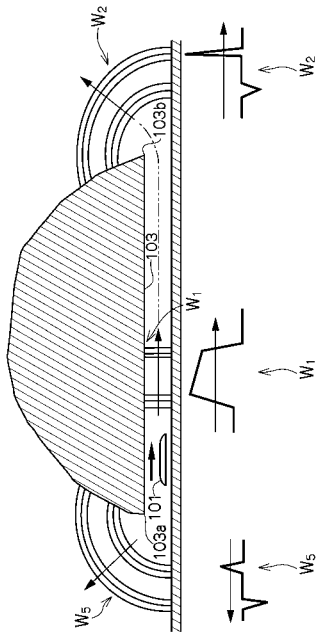
【図18】



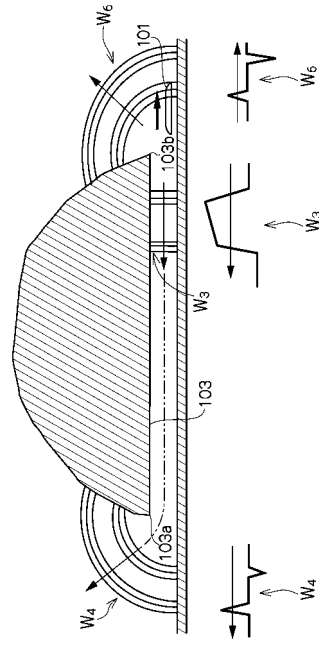
【図19】



【図 20】



【図 21】



フロントページの続き

審査官 小山 清二

- (56)参考文献 特開平10-329715(JP,A)
特開2000-080890(JP,A)
特開平09-221990(JP,A)
特開平05-125706(JP,A)
特開昭51-144026(JP,A)
特開2003-056285(JP,A)
特開平04-182502(JP,A)
特開平04-353193(JP,A)
特開平09-221721(JP,A)
特開平11-044188(JP,A)
特開2001-220996(JP,A)
特開2002-188398(JP,A)
特開2002-147190(JP,A)
特開平08-04032(JP,A)
特開平10-205299(JP,A)
実開平05-071297(JP,U)
特開平08-227604(JP,A)
特開平08-053815(JP,A)
特開平05-140914(JP,A)
特開昭62-170601(JP,A)
特公昭48-005290(JP,B1)
特開平11-280020(JP,A)
特開平07-062608(JP,A)
特開2000-355908(JP,A)
特開2004-257230(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

E01F 8/00
E21D 9/14
E21F 1/00