

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 特 許 公 報 (B 2)

(11)特許番号

特許第3475267号
(P3475267)

(45)発行日 平成15年12月8日(2003.12.8)

(24)登録日 平成15年9月26日(2003.9.26)

(51)Int.Cl.⁷

識別記号

F I

E 2 1 D 9/14

E 2 1 D 9/14

請求項の数3(全7頁)

(21)出願番号 特願平10-154341

(22)出願日 平成10年6月3日(1998.6.3)

(65)公開番号 特開平11-350882

(43)公開日 平成11年12月21日(1999.12.21)

審査請求日 平成12年10月24日(2000.10.24)

前置審査

(73)特許権者 000196587

西日本旅客鉄道株式会社

大阪府大阪市北区芝田2丁目4番24号

(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 中谷 浩二

大阪府大阪市北区芝田2丁目4番24号 西日本

旅客鉄道株式会社内

(72)発明者 井手 剛

大阪府大阪市北区芝田2丁目4番24号 西日本

旅客鉄道株式会社内

(74)代理人 100082016

弁理士 内田 敏彦

審査官 中楨 利明

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 トンネル入口緩衝工の開口部構造

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】先頭形状の異なる列車及びトンネルへの突入速度の異なる列車が高速で複線用のトンネルへ突入する際に発生する微気圧波を低減させるために複線用のトンネル入口側に設けたフード形状の緩衝工であって、列車突入側の緩衝工壁に小さな開口面積の開口部を形成し、列車突入の反対側の緩衝工壁に大きな開口面積の開口部を形成したことを特徴とするトンネル入口緩衝工の開口部構造。

【請求項2】開口部の開口面積が可変であることを特徴とする請求項1に記載のトンネル入口緩衝工の開口部構造。

【請求項3】列車突入の反対側の緩衝工壁に設けた開口部は、緩衝工の長さ10mに対して4～11m²の開口面積を有している請求項1又は2に記載のトンネル入口

緩衝工の開口部構造。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、列車が高速でトンネルへ突入する際に発生する微気圧波が、列車の突入する側の緩衝工壁に設けた開口部のみでは、列車の突入速度や先頭形状に影響を受けてその低減効果が十分に図れなくなるので、これらの影響を受けることなく、微気圧波を低減することのできるトンネル入口緩衝工の開口部構造に関するものである。

【0002】

【従来の技術】通常、列車が高速でトンネルへ突入すると、トンネル内に圧縮波が発生し、トンネル内を音速で伝播してトンネル出口側より外部へ放射される。この放射された微気圧波は、低周波の空気振動であり、近辺の

建物の窓や戸を振動させるという環境問題があった。この微気圧波は、従来からよく知られており、トンネル出口側に到達する圧縮波の波面の圧力勾配にほぼ比例し、この圧力勾配が大きい程、空気振動も大きくなるという性質がある。しかも、圧縮波の波面の圧力勾配は、列車がトンネル内へ突入する速度 V の3乗～10乗に比例するという性質があることも既知である。

【0003】そのため、従来では、図6に示すように、トンネル入口側に、開口面積の大きさがトンネル断面積の1.4倍～1.5倍程度の断面積を持つフード形状の構造物（以下は、緩衝工という）1を設置している。そして、この緩衝工1の列車2が突入する側の壁面3の上下方向の中央部に、緩衝工1の断面積と長さ及び突入する列車2の先頭形状、速度等から決められた最適面積（面積の大きさは固定式である）を有する窓（開口部）5及び6を開設している。開口部5及び6を列車が突入する側の緩衝工壁面3へ設ける理由は、上り線及び下り線の双方を一つのトンネル内に敷設する複線用のトンネルにあっては、列車のトンネル内への突入はトンネル入口に対して偏心して行われる。そのため、微気圧波の対策である開口部5及び6は、列車の突入する側に最も近い緩衝工壁面3へ設けるようにしていた。開口部5及び6の効果は、列車2がトンネルよりひとまわり大きい緩衝工1に先ず突入し、続いて緩衝工1からトンネル内へ突入することにより、微気圧波の形成を2段階にし、トンネル突入時の圧縮波の波面の圧力勾配をトンネル入口側で低減させるようにしている。また列車2が緩衝工1へ突入するときに発生する圧縮波の一部を、緩衝工1の開口部5及び6から逃がし、圧縮波の波面の圧力勾配を緩やかなものにしていく。これらの効果により、圧縮波がトンネル内を音速で伝播してトンネル出口側で放射される際に生じる低周波の空気振動（微気圧波）を低減させるようにしている。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】ところで、前記微気圧は、高速で突入する列車2の速度と、その先頭形状に影響を受けるものであり、新幹線車両の種類が少なかった従来は、緩衝工1の開口部5及び6の大きさが固定であっても、例えば、270Km/hで走行する300系の新幹線に対応した大きさの開口部5及び6としておけば、270Km/h以下の速度で走行するその他の0系や100系の新幹線にも対応でき、微気圧波の十分な低減効果が得られていた。

【0005】ところが、最近では、300Km/hで走行する500系の新幹線が営業運転を既に開始しており、また700系の新幹線も既に試験走行が開始され、近いうちに営業運転を開始する予定である。このように、500系や700系の新幹線の場合は、列車速度が非常に高速であり、そのために列車2の先頭のノーズ部分の長さも300系の6mに比較して15mを越

える等の相当にロングなノーズ形状となっている。そのため、300系の新幹線に対応して設けた緩衝工1の開口部構造では、500系や700系の新幹線又は今後開発される高速新幹線に対応することができず、これらの高速新幹線がトンネル内へ突入した場合には、緩衝工1によって十分な微気圧波の低減効果が得られないという問題があった。

【0006】また前記従来の緩衝工1の開口部5及び6は、その開口面積の大きさが微調整はできるものの可動範囲の小さい固定式のものが多く、厳密には一種類の新幹線にしか対応することができないという問題もあった。しかも、従来では固定式の開口部5及び6を列車2の突入する側の緩衝工壁面3に設ける場合がほとんどであり、列車の突入する側とは反対側の壁面4へは開口部を形成していなかった。このように、列車2の突入する側の壁面3にのみ開口部5及び6を設けた場合は、開口部5及び6の間近をトンネルへ突入する列車2が通過し、列車2の先頭形状に応じて圧縮された空気が当該開口部5及び6を通じて外へ逃げることによって圧縮波の波面の圧力勾配を低減させる構造上、圧縮波の波面の圧力勾配が列車2の先頭形状に敏感に作用し、微気圧波の低減効果が列車2の先頭形状に大きく影響を受けるようになる。そのため、開口部5及び6を設置する際に、現地で開口部5及び6の大きさを、列車の先頭形状に対応させるべく微調整しなければならないが、そのための調整作業は一瞬のうちに通過する新幹線の実際の走行の中で、開口部面積を試行錯誤しながら行わなければならない、極めて困難なものであった。

【0007】

【課題を解決するための手段】本発明は、従来の前記課題に鑑みてこれを改良除去したものであって、列車の先頭形状や突入速度に影響を受けることなく、微気圧波の低減効果を得ることができ、また開口部の調整作業も容易な緩衝工の開口部構造を提供せんとするものである。

【0008】而して、前記課題を解決するために本発明が採用した請求項1の手段は、先頭形状の異なる列車及びトンネルへの突入速度の異なる列車が高速で複線用のトンネルへ突入する際に発生する微気圧波を低減させるために複線用のトンネル入口側に設けたフード形状の緩衝工であって、列車突入側の緩衝工壁に小さな開口面積の開口部を形成し、列車突入の反対側の緩衝工壁に大きな開口面積の開口部を形成している。列車突入の反対側の緩衝工壁に開口部を設けた場合は、列車の先頭形状に拘らず、微気圧波の波形がそれほど敏感に変化しないため、比較的大きな面積をもつ開口部で、300系、500系等の異なる全ての新幹線車両の先頭形状に開口部を最適化することが可能である。また列車突入側の緩衝工壁に設けた小さな開口部により、圧縮された空気を逃がすことができ、前記微気圧波の低減効果に加えて、微気圧波を更に低減させることが可能である。

【0009】本発明が採用した請求項2の手段は、開口部の開口面積が可変であることを特徴とする請求項1に記載のトンネル入口緩衝工の開口部構造である。開口部の開口面積を可変とすることにより、現場での調整作業が容易となる。これは、微気圧波の大きさが列車の突入速度と、先頭形状の要素以外にも、緩衝工の大きさ、長さ、現地の環境等によっても多少の影響を受けるので、現地での微調整を必須とするからである。

【0010】本発明が採用した請求項3の手段は、列車突入の反対側の緩衝工壁に設けた開口部は、緩衝工の長さ10mに対して4～11m²の開口面積を有している請求項1又は2に記載のトンネル入口緩衝工の開口部構造である。これは、4m²に満たない場合は、微気圧の形成をただ2段階にする効果しかなく、微気圧波の形成を最適化し、緩衝工による最大限の低減効果を得ることができないからである。つまり、緩衝工自体がトンネルと同じ構造となり、緩衝工での微気圧波の低減効果が得られないからである。また11m²を越える場合は、開口部の大きさが大きくなり過ぎて、緩衝工がないのと同じ状態となるためである。

【0011】

【発明の実施の形態】本発明の最適な実施の形態においては、列車突入側の緩衝工壁に小さな開口面積の開口部を形成し、列車突入の反対側の緩衝工壁に大きな開口面積の開口部を形成している。そして、各開口部をスライド自在な引き戸式にしている。これにより、各開口部の設置位置と開口面積の微調整が戸板をスライドさせるだけで行えるようになり、各開口部の開口面積を現場の状況に最も適した大きさに極めて簡単に行うことが可能である。

【0012】300系や500系等の高速新幹線の列車が緩衝工へ突入すると、緩衝工内の空気が列車の先頭部によって圧縮されるようになる。列車突入側の開口部が、列車の先頭形状に敏感に作用することから、一種類の車両に対しては従来の方法で微気圧波を最適にすることができたが、新幹線車種の増加に伴い、先頭形状の違いによる緩衝工開口部の形状はそれぞれ異なって形成される必要があり、従来の方法ではこれに対処することができない。その反面、本実施の形態のように列車突入側の反対側の緩衝工壁に大きな開口部を設けた場合には、列車の先頭形状に拘らず、波形がそれほど敏感に変化しなくなり、比較的大きな面積をもつ開口部で、300系、500系等の異なる新幹線車両の全ての先頭形状に開口部を最適化することが可能である。

【0013】また列車が突入する側の緩衝工壁に微調整が可能な小さな開口部を形成し、圧縮された空気を逃がすようにしている。これによっても、微気圧波を低減させることが可能である。この突入側の緩衝工壁に設けた開口部は、その間近をトンネルへ突入する列車が通過し、列車の先頭形状に応じて圧縮された空気がこの開口

部を通じて外へ逃げることによって圧縮波の波面の圧力勾配を低減させる構造上、圧縮波の波面の圧力勾配が列車の先頭形状に敏感に作用し、微気圧波の低減効果も列車の先頭形状に大きく影響を受けるようになる。そのため、列車突入側の開口部の場合は、これを設置する際に、現地でその大きさを、列車の先頭形状に対応させるべく微調整しなければならない。本発明では、最も効率の良い、開口面積となるように戸板をスライドさせて微調整するようにし、その調整作業の簡略化を実現している。

【0014】

【実施例】図1～図4は、本発明の第1～第4の実施例を示すものであり、図5は比較例としての従来技術を示すものである。各図の図(A)は列車が突入する側の緩衝工1の壁面3を平面的に表した図面、各図の図(B)は列車が突入する側とは反対側の緩衝工1の壁面4を平面的に表した図面である。また各図の図(C)及び図(D)は模型実験による微気圧波の測定データを示すものであり、図(C)は500系の新幹線列車の場合、図(D)は300系の新幹線の場合である。ただし、測定データの縦軸の数値の単位(Pa)と横軸の数値の単位(ms)は、模型実験による測定データを、所定の方式に基づいて実際の新幹線走行の場合に換算した値である。

【0015】図1の図(A)に示すように、第1の実施例においては、緩衝工1の列車が突入する側の壁面3に、トンネル入口から1.2m手前側の位置に長さ1.0mで高さ1.6mの大きさの小さな開口部7を形成している。そして、図(B)に示すように、緩衝工1の列車が突入する側とは反対側の壁面4に、トンネル入口側から3.5m手前側の位置に長さ6.2mで高さ1.6mの大きな開口部8を形成している。500系新幹線の模型実験では、同図の図(C)に示すように、列車が302Km/hの速度で緩衝工1及びトンネルへ突入したときにトンネル出口側で発生した微気圧波は、緩衝工1の効果を最大限に活用した理想的な台形波形となり、その最高値は44.0Paであった。また同図の図(D)に示すように、300系新幹線の模型実験では、突入速度が252Km/hのときに発生した微気圧波の最高値は45.0Paであった。

【0016】これは、列車突入側の緩衝工壁面3にだけ開口部5及び6を設ける従来技術について(図5の図(A)及び図(B)を参照)、同様の模型実験を行った場合に比較して見ると、顕著な効果が得られていることがわかる。すなわち、図5の図(C)に示すように、500系の新幹線模型実験では、突入速度が300Km/hのときに発生した微気圧波は、第1波が第2波に比べてはるかに大きく、その最大値は62.0Paであった。また同図の図(D)に示すように、300系の新幹線模型実験では、突入速度が263Km/hのときに発

生じた微気圧波は、 65.2 Pa であった。従って、図1に示す実施例では、この従来の場合に比較して500系新幹線の場合で微気圧波を71.0%に低減できており、300系新幹線の場合で69.0%に低減することができたことになる。

【0017】図2は、本発明の第2の実施例に係るものである。第1の実施例と異なるところは、同図の図(B)に示すように、列車突入側とは反対側の緩衝工壁面4に設けた開口部8が、トンネル入口から1.2m手前側へ離れた位置から形成されるようにしたことである。その他の構成並びに基本的な作用効果は、前記第1の実施例の場合と同じである。この第2の実施例の模型実験結果は、500系新幹線の場合が、同図の図(C)に示す通りであり、列車が 294 Km/h の速度で突入したときに発生した微気圧波の最大値は 45.5 Pa であった。これは、従来の場合に比較して73.4%に低減できたことになる。一方、300系新幹線の場合は、同図の図(D)に示す通りであり、列車が 257 Km/h の速度で突入したときに発生した微気圧波の最高値は 50.5 Pa であり、従来の場合に比較して77.5%に低減できたことになる。また図1及び図2の実施例から明らかなことは、列車突入側の反対側の緩衝工壁面4に設けた大きな開口部8の位置によって、微気圧波の低減効果はそれ程大きく変わっておらず、このことから、開口部8はその開口面積の比率が重要であることが推測される。

【0018】図3は、本発明の第3の実施例に係るものである。第1の実施例と異なるところは、同図の図(A)に示すように、突入側の緩衝工壁面3に設けた開口部7の位置をトンネル入口から遠く離れるようにしたことと、開口部7の長さを2.2mにしたことにある。この場合の開口部7は、トンネル入口から手前側へ9.7m離れた位置に形成されている。この第3の実施例の模型実験結果は、図3の図(C)及び図(D)に示す通りである。すなわち、500系新幹線の場合は、同図の図(C)に示す通りであり、列車が 299 Km/h の速度で突入したときに発生した微気圧波の最大値は 56.0 Pa であった。これは、従来の場合に比較して90.3%に低減できたことになる。また300系新幹線の場合は、同図の図(D)に示す通りであり、列車が 262 Km/h の速度で突入したときに発生した微気圧波の最高値は 56.0 Pa であり、従来の場合に比較して85.9%に低減できたことになる。

【0019】この図3の実施例と図1及び図2の実施例からは次のことが明らかである。すなわち、列車突入側の緩衝工壁面3に設けた小さな開口部7は、その位置によって微気圧波の低減効果に大きく影響しているということである。しかも、開口部7の位置は、トンネル入口側に近い方が微気圧波の低減効果に優れているということである。

【0020】図4は、本発明の第4の実施例に係るものである。この実施例では、図(A)及び図(B)に示すように、列車突入側の緩衝工壁面3には開口部を設けず全閉とし、列車突入側とは反対側の緩衝工壁面4の開口部8を図2に示す実施例の場合と同じ位置に設けている。この第4の実施例の模型実験結果は、図4の図(C)及び図(D)に示す通りである。500系新幹線の場合は、同図の図(C)に示す通りであり、列車が 294 Km/h の速度で突入したときに発生した微気圧波の最高値は 52.0 Pa であった。これは、従来の場合に比較して83.9%に低減できたことに相当する。また300系新幹線の場合は、同図の図(D)に示す通りであり、列車が 258 Km/h の速度で突入したときに発生した微気圧波の最高値は 53.5 Pa であり、従来の場合に比較して82.1%に低減できたことになる。

【0021】また本発明は前記各実施例に限定されるものではなく、適宜の変更が可能である。例えば、前記各実施例の緩衝工1の長さは、全て13.2mの場合を説明したが、実際のトンネル入口に設置される緩衝工1の長さは、現地の周囲の環境等に応じて異なり、10~30mの範囲で設けられるのが現実である。そのため、列車突入側とは反対側の緩衝工壁面4に設置する開口部8の大きさも、緩衝工1の長さに対応して変更することが必要である。模型実験によれば、緩衝工1の長さが10~15mの範囲にあるときは、開口部8の長さは緩衝工1の長さの50~80%の範囲にあれば、微気圧波の低減効果があることがわかった。また緩衝工1の長さが20mの場合は、開口部8の長さは緩衝工1の長さの40~50%の範囲にあればよいことがわかった。更に、緩衝工1の長さが30mの場合は、開口部8の長さは緩衝工1の長さの20~50%の範囲にあればよいことがわかった。

【0022】更にまた、列車突入側とは反対側の緩衝工壁面4に設けられる開口部8は、その開口面積の大きさも微気圧波の低減効果に影響を与えることが模型実験でわかっている。実験によれば、開口部8の開口面積は、緩衝工1の長さ10mに対して $4\sim 11\text{ m}^2$ の範囲にあれば、微気圧波の大きな低減効果があることがわかっていいる。更には、開口部8は、前記長さとの関係にあればよく、分割された開口部であってもよい。例えば、開口部8の途中で柱が設けられるものであってもよい。この場合に、開口部8がスライド自在な戸板方式であれば、その開口面積の調整は極めて容易である。

【0023】一方、列車突入側の緩衝工壁面3に設けられる開口部7は、トンネルの入口から1~2m手前側へ離れて、長さが0~3m、高さが1~2m、開口部下端縁の地上からの高さが1~2mのものを設ければよいことが、模型実験の結果から明らかとなった。またこの開口部7の場合もスライド自在な戸板方式にすれば、現地での調整作業が容易である。

【0024】

【発明の効果】以上説明したように本発明にあっては、列車突入側の緩衝工壁に小さな開口面積の開口部を形成し、列車が突入する側とは反対側の緩衝工壁に、大きな開口面積の開口部を形成したから、列車の先頭形状に拘らず、波形がそれほど敏感に変化しなくなり、比較的大きな面積をもつ開口部で、300系、500系等の異なる新幹線車両の全ての先頭形状及び列車の異なる突入速度に開口部を最適化することが可能である。つまり、新幹線車両ごとに開口部の大きさを設定する必要がなく、しかも、優れた微気圧波の低減効果を得ることが可能である。

【0025】また本発明にあっては、列車突入側に設けた開口部及び突入側とは反対側に設けた開口部の開口面積を、スライド自在な戸板方式等によって可変としており、現場での開口面積の微調整作業が容易である。これは、微気圧波の大きさが列車の突入速度と、先頭形状の要素以外にも、緩衝工の大きさ、長さ、現地の環境等によっても多少の影響を受けるので、極めて重要である。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施例に係るものであり、図(A)は列車突入側の緩衝工壁面の開口部を示す図面、図(B)は列車突入側とは反対側の緩衝工壁面の開口部を示す図面、図(C)は500系新幹線の模型実験による微気圧波を示す図面、図(D)は300系新幹線の模型実験による微気圧波を示す図面である。

【図2】本発明の第2の実施例に係るものであり、図(A)は列車突入側の緩衝工壁面の開口部を示す図面、図(B)は列車突入側とは反対側の緩衝工壁面の開口部

を示す図面、図(C)は500系新幹線の模型実験による微気圧波を示す図面、図(D)は300系新幹線の模型実験による微気圧波を示す図面である。

【図3】本発明の第3の実施例に係るものであり、図(A)は列車突入側の緩衝工壁面の開口部を示す図面、図(B)は列車突入側とは反対側の緩衝工壁面の開口部を示す図面、図(C)は500系新幹線の模型実験による微気圧波を示す図面、図(D)は300系新幹線の模型実験による微気圧波を示す図面である。

【図4】本発明の第4の実施例に係るものであり、図(A)は列車突入側の緩衝工壁面を示す図面、図(B)は列車突入側とは反対側の緩衝工壁面の開口部を示す図面、図(C)は500系新幹線の模型実験による微気圧波を示す図面、図(D)は300系新幹線の模型実験による微気圧波を示す図面である。

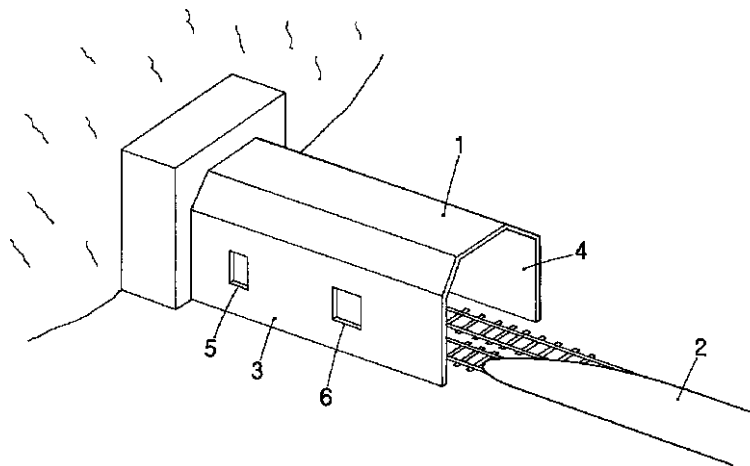
【図5】従来技術に係るものであり、図(A)は列車突入側の緩衝工壁面の開口部を示す図面、図(B)は列車突入側とは反対側の緩衝工壁面を示す図面、図(C)は500系新幹線の模型実験による微気圧波を示す図面、図(D)は300系新幹線の模型実験による微気圧波を示す図面である。

【図6】従来の緩衝工を示す斜視図である。

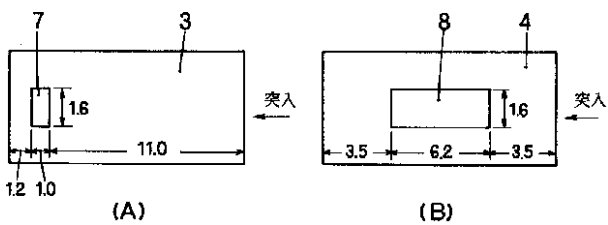
【符号の説明】

- | | |
|------------------|---------------------|
| 1...緩衝工 | 2...列車 |
| 3...列車突入側の緩衝工壁面 | 4...列車突入側の反対側の緩衝工壁面 |
| 7...突入側緩衝工壁面の開口部 | 8...反対側の緩衝工壁面の開口部 |

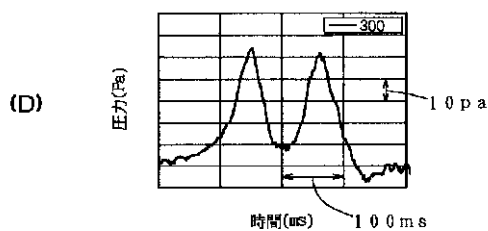
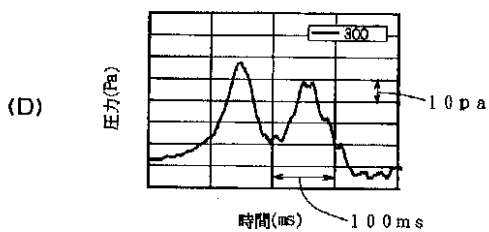
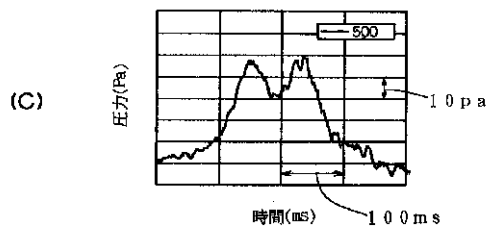
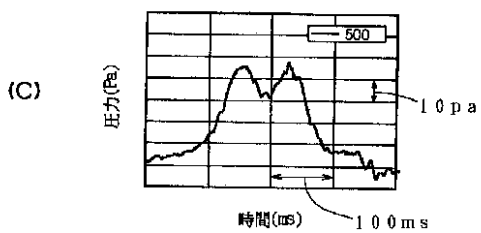
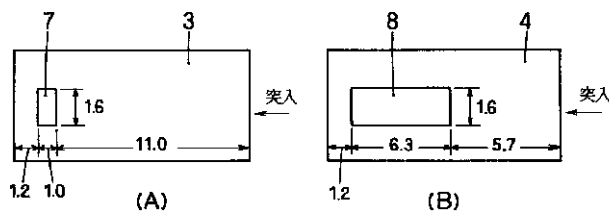
【図6】



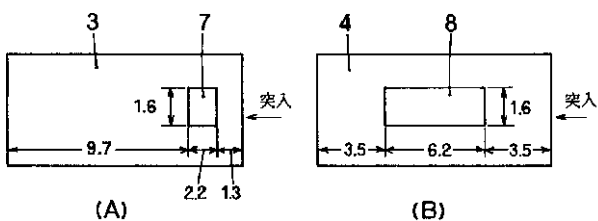
【図1】



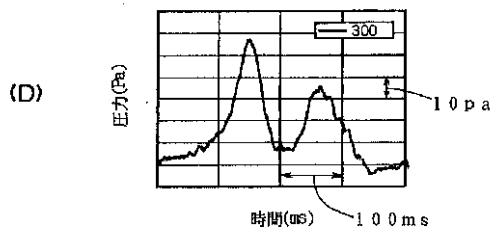
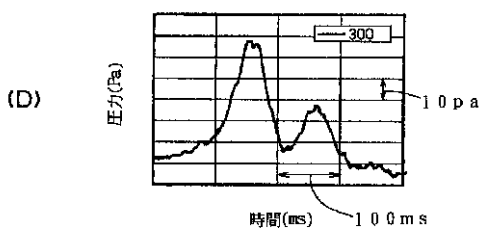
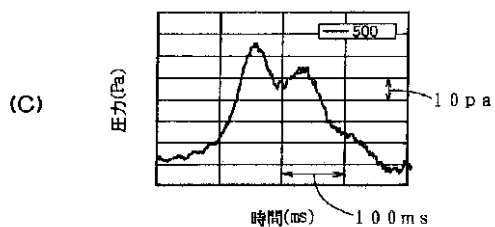
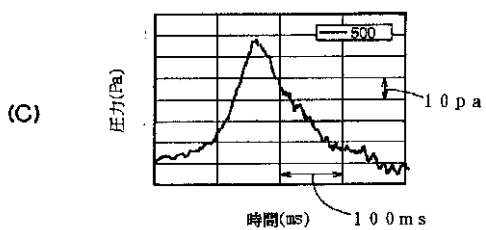
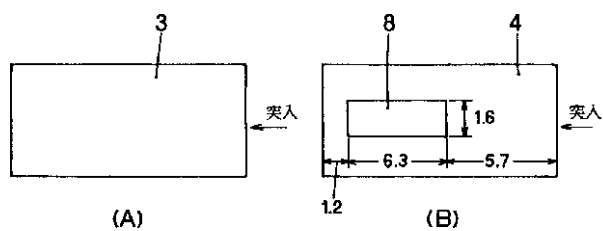
【図2】



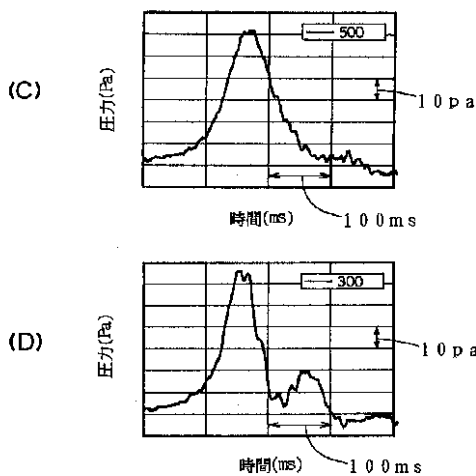
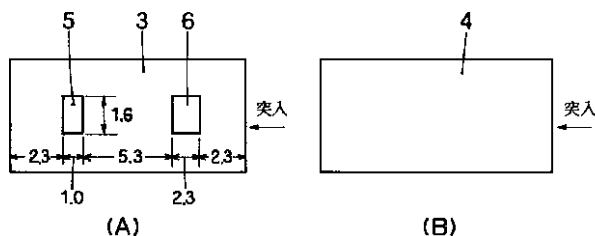
【図3】



【図4】



【図5】



フロントページの続き

(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 山内 伸亮
 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

(56)参考文献 特開 平5-113093(JP,A)
 特開 平8-135381(JP,A)
 特公 昭55-31274(JP,B2)

(58)調査した分野(Int.Cl.7, DB名)
 E21D 9/14
 E01F 8/00