

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B1)

(11) 特許番号

特許第5849168号
(P5849168)

(45) 発行日 平成28年1月27日 (2016. 1. 27)

(24) 登録日 平成27年12月4日 (2015.12. 4)

| | |
|-------------------------|----------------|
| (51) Int. Cl. | F 1 |
| E 2 1 F 17/02 (2006.01) | E 2 1 F 17/02 |
| E 2 1 F 1/00 (2006.01) | E 2 1 F 1/00 Z |
| F 2 4 F 7/06 (2006.01) | F 2 4 F 7/06 F |

請求項の数 5 (全 16 頁)

| | |
|---|---|
| (21) 出願番号 特願2015-90391 (P2015-90391) | (73) 特許権者 505413255 阪神高速道路株式会社 大阪府大阪市中央区久太郎町4丁目1番3号 |
| (22) 出願日 平成27年4月27日 (2015. 4. 27) | (74) 代理人 100138896 弁理士 森川 淳 |
| 審査請求日 平成27年6月15日 (2015. 6. 15) | (72) 発明者 黒崎 寿行 大阪府大阪市中央区久太郎町4丁目1番3号 阪神高速道路株式会社内 |
| 特許法第30条第2項適用 平成27年1月26日、 http://www.hanshin-exp.co.jp/company/topics/2015-01226_shingijutsu.html | (72) 発明者 弦巻 淳 大阪府大阪市中央区久太郎町4丁目1番3号 阪神高速道路株式会社内 |
| 早期審査対象出願 | (72) 発明者 原 秀史 大阪府大阪市中央区久太郎町4丁目1番3号 阪神高速道路株式会社内 最終頁に続く |

(54) 【発明の名称】 道路設備の吊下構造

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

トンネル内に道路設備を吊り下げる吊下構造であって、

上記道路設備の荷重を支持する主支持装置と、

上記主支持装置による上記道路設備の荷重の支持機能が正常であるときは上記道路設備の荷重を支持しない一方、上記主支持装置による上記道路設備の荷重の支持機能に異常が生じたときに、上記道路設備の荷重の少なくとも一部を支持する補助支持装置とを備え、

上記主支持装置の異常時に、上記主支持装置による道路設備の支持高さ、上記補助支持装置による道路設備の支持高さとの差に起因する道路設備の落下に伴って補助支持装置に作用する衝撃荷重が、上記道路設備に生じる変位が補助支持装置で調節されていることにより、上記主支持装置が支持する上記道路設備の静荷重に、この主支持装置の安全率を乗じた値以下となるように設定されていることを特徴とする道路設備の吊下構造。

【請求項2】

請求項1に記載の道路設備の吊下構造において、

上記補助支持装置は、

上記トンネルの壁面に固定されたトンネル固定金具と、

上記道路設備に設けられた道路設備支持金具と、

上記トンネル固定金具と上記道路設備支持金具との間に介設された接続体とを備え、

上記接続体は、荷重を伝達する荷重伝達部材と、この荷重伝達部材に荷重が作用する

際の衝撃を緩和させる緩衝器とを含むことを特徴とする道路設備の吊下構造。

【請求項 3】

請求項 2 に記載の道路設備の吊下構造において、

上記補助支持装置の緩衝器は、上記主支持装置の異常に伴って衝撃荷重を受けたときに、弾性変形してエネルギー吸収を行う弾性変形部材、粘性抵抗によりエネルギー吸収を行う粘性抵抗部材、摩擦抵抗によりエネルギー吸収を行う摩擦抵抗部材、及び、塑性変形してエネルギー吸収を行う塑性変形部材のうちの少なくとも 1 つを有することを特徴とする道路設備の吊下構造。

【請求項 4】

請求項 3 に記載の道路設備の吊下構造において、

上記補助支持装置の緩衝器は、上記弾性変形部材、粘性抵抗部材、摩擦抵抗部材及び塑性変形部材のうちの少なくとも 1 つがエネルギー吸収を行った後に上記道路設備の静荷重を支持する静荷重支持部材を有することを特徴とする道路設備の吊下構造。

【請求項 5】

請求項 2 乃至 4 のいずれかに記載の道路設備の吊下構造において、

上記荷重伝達部材は、余長が調整されることにより、上記補助支持装置が道路設備の荷重を受ける際の衝撃荷重の大きさが調節可能であることを特徴とする道路設備の吊下構造

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、例えばジェットファン等の道路設備をトンネル内に吊り下げる吊下構造に関する。

【背景技術】

【0002】

従来より、トンネル内の換気のために、トンネル内の上部にジェットファンが設置されている。ジェットファンは、両端が開口した円筒形のケーシング内にファンとモータが内蔵されており、トンネル軸と平行に設置される。このジェットファンは、モータで回転駆動されるファンにより、トンネル内に軸方向の空気流を生成して、トンネル内の排気ガス等をトンネル外へ排出する。

【0003】

従来、ジェットファンをトンネル内に吊り下げる吊下構造としては、特許文献 1 に開示されるように、ケーシングの軸方向中央部に接続された中央連結部材と、ケーシングの軸方向両端部に接続され、軸直角方向から見て斜めに配置された端部連結部材を備えたものがある。このジェットファンの吊下構造は、中央連結部材の上端と下端が、トンネル壁面にアンカーで固定された固定金具と、ケーシングの側面に設置された支持金具とに連結されている。また、端部連結部材の上端と下端が、トンネル壁面にアンカーで固定された固定金具と、ケーシングの上面に設置された支持金具とに連結されている。このジェットファンの吊下構造は、斜めに配置された端部連結部材により、ジェットファンの作動中に生じる軸方向及び軸直角方向の振動を規制している。これにより、中央連結部材と、ジェットファン又はトンネル壁面との接続部にかかる負担を軽減するようにしている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献 1】特開 2002 - 364300 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

しかしながら、特許文献 1 のように、ジェットファンを複数の支持部材で吊り下げる吊下構造は、いずれかの支持部材に関して欠陥や破損が生じると、ジェットファンの落下に

10

20

30

40

50

至るおそれがある。

【0006】

詳しくは、複数の支持部材のうち、いずれかの支持部材について、固定金具のアンカーの劣化やボルトの緩み、或いは、支持金具や支持部材の腐食等が生じると、その支持部材の荷重の支持能力が失われる。そうすると、この荷重の支持能力が失われた支持部材に近い支持部材は、作用する荷重が急激に増大するので、ジェットファンの姿勢の変化に伴う衝撃も相俟って破損が生じる。このような破損が連鎖的に発生し、全ての支持部材の荷重の支持能力が失われ、ジェットファンが落下に至るのである。ジェットファンは道路の直上に設置されることが多いので、ジェットファンが落下すると、道路交通に対して深刻な影響を与えてしまう。

10

【0007】

そこで、本発明の課題は、トンネル内に道路設備を吊り下げる吊下構造であって、構成部材に欠陥が生じて道路設備の落下を効果的に防止できる道路設備の吊下構造を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0008】

上記課題を解決するため、本発明の道路設備の吊下構造は、

トンネル内に道路設備を吊り下げる吊下構造であって、

上記道路設備の荷重を支持する主支持装置と、

上記主支持装置による上記道路設備の荷重の支持機能が正常であるときは上記道路設備の荷重を支持しない一方、上記主支持装置による上記道路設備の荷重の支持機能に異常が生じたときに、上記道路設備の荷重の少なくとも一部を支持する補助支持装置とを備えることを特徴としている。

20

【0009】

上記構成によれば、道路設備が、主支持装置と補助支持装置とに接続されて、トンネル内に吊り下げられる。道路設備の荷重は、主支持装置の荷重の支持機能が正常であるときは、この主支持装置によって支持される一方、補助支持装置では支持されない。主支持装置が、例えば構成部材やトンネルの破損等に起因して、上記道路設備の荷重の支持機能に異常が生じると、上記補助支持装置で道路設備の荷重の少なくとも一部が支持される。すなわち、上記道路設備の荷重の少なくとも一部が、上記主支持装置に代わって補助支持装置で支持される。したがって、上記主支持装置の一部又は全部の荷重の支持機能が失われても、上記道路設備が落下する不都合を効果的に防止でき、道路交通に対する深刻な影響を効果的に防止できる。

30

【0010】

一実施形態の道路設備の吊下構造は、上記補助支持装置は、

上記トンネルの壁面に固定されたトンネル固定金具と、

上記道路設備に設けられた道路設備支持金具と、

上記トンネル固定金具と上記道路設備支持金具との間に介設された接続体とを備え、

上記接続体は、荷重を伝達する荷重伝達部材と、この荷重伝達部材に荷重が作用する際の衝撃を緩和させる緩衝器とを含む。

40

【0011】

上記実施形態によれば、補助支持装置は、トンネルの壁面に固定されたトンネル固定金具と、道路設備に設けられた道路設備支持金具と、上記トンネル固定金具と道路設備支持金具を介設する接続体とで道路設備をトンネルに接続する。主支持装置の荷重の支持機能に異常が生じ、補助支持装置が上記道路設備の荷重の少なくとも一部を支持する際に生じる衝撃が、上記接続体の緩衝器によって緩和される。したがって、この補助支持装置は、損傷を防止しながら、上記道路設備の荷重の少なくとも一部を支持することができる。ここで、接続体は、主支持装置の荷重の支持機能が正常であるときに、補助支持装置が道路設備の荷重を支持しないようにするため、この接続体の荷重伝達部材の長さを、主支持装置が道路設備を正常に支持するときの上記トンネル固定金具と上記道路設備支持金具との

50

間の直線距離から、緩衝器の接続端の間の距離を差し引いた値よりも長く設定するのが好ましい。したがって、この接続体の荷重伝達部材は、可撓性を有する材料を用いて形成するのが好ましい。可撓性を有する材料としては、例えば、PC鋼撚り線やチェーン等が挙げられる。また、接続体の荷重伝達部材を、可撓性を有する材料を用いて形成することにより、補助支持装置が主支持装置に近接して設置されたときに、上記荷重伝達部材を撓ませて接続体を主支持装置から離すことができるので、補助支持装置の主支持装置への干渉を避けることができる。なお、上記荷重伝達部材は、上記主支持装置の荷重の支持機能が正常であるときに補助支持装置が道路設備の荷重を支持しないのであれば、剛性の比較的高い材料で形成してもよい。この場合、荷重伝達部材に伸縮機構を設けるか、緩衝器に荷重の遮断機能を持たせればよい。

10

【0012】

一実施形態の道路設備の吊下構造は、上記補助支持装置が上記主支持装置の異常時に受ける衝撃荷重が、上記主支持装置が支持する上記道路設備の静荷重に、この主支持装置の安全率を乗じた値以下となるように設定されている。

【0013】

上記実施形態によれば、主支持装置の荷重の支持機能に異常が生じ、補助支持装置が道路設備の荷重の少なくとも一部を支持するときに受ける衝撃荷重が、上記主支持装置が支持する道路設備の静荷重に、この主支持装置の安全率を乗じた値以下となるように設定されている。これにより、上記補助支持装置が備えるべき強度は、上記主支持装置の強度と同等以下でよい。したがって、主支持装置を補う補助支持装置に、主支持装置よりも高い強度が必要となるという不均衡を防止できる。ここで、上記補助支持装置が受ける衝撃荷重は、上記主支持装置の異常に伴い、上記道路設備の少なくとも一部の荷重が主支持装置から補助支持装置へ受け替えられるときに、主支持装置による道路設備の支持高さ、補助支持装置による道路設備の支持高さとの差に起因する道路設備の落下に伴う衝撃によって生じる。ここで、上記補助支持装置が受ける衝撃荷重は、主支持装置に異常が生じて補助支持装置が道路設備の荷重を受けるときに、道路設備に生じる変位を、補助支持装置で調節することによって設定できる。また、上記補助支持装置が受ける衝撃荷重は、接続体の緩衝器の能力を調整することによって設定できる。

20

【0014】

一実施形態の道路設備の吊下構造は、上記補助支持装置の緩衝器は、上記主支持装置の異常に伴って衝撃荷重を受けたときに、弾性変形してエネルギー吸収を行う弾性変形部材、粘性抵抗によりエネルギー吸収を行う粘性抵抗部材、摩擦抵抗によりエネルギー吸収を行う摩擦抵抗部材、及び、塑性変形してエネルギー吸収を行う塑性変形部材のうち少なくとも1つを有する。

30

【0015】

上記実施形態によれば、弾性変形してエネルギー吸収を行う弾性変形部材、粘性抵抗によりエネルギー吸収を行う粘性抵抗部材、摩擦抵抗によりエネルギー吸収を行う摩擦抵抗部材、及び、塑性変形してエネルギー吸収を行う塑性変形部材のうち少なくとも1つを有する緩衝器により、主支持装置の異常に伴って補助支持装置に作用する衝撃荷重を、効果的に低減できる。

40

【0016】

一実施形態の道路設備の吊下構造は、上記補助支持装置の緩衝器は、上記弾性変形部材、粘性抵抗部材、摩擦抵抗部材及び塑性変形部材のうち少なくとも1つがエネルギー吸収を行った後に上記道路設備の静荷重を支持する静荷重支持部材を有する。

【0017】

上記実施形態によれば、主支持装置の異常に伴って補助支持装置に衝撃荷重が作用する際、緩衝器の上記弾性変形部材、粘性抵抗部材、摩擦抵抗部材及び塑性変形部材のうち少なくとも1つがエネルギー吸収を行い、衝撃荷重が効果的に低減される。この後、補助支持装置の緩衝器の静荷重支持部材によって道路設備の静荷重を支持するので、補助支持装置で安定して道路設備を支持することができ、道路設備の落下の不都合を効果的に防止

50

できる。

【0018】

一実施形態の道路設備の吊下構造は、上記荷重伝達部材は、余長が調整可能である。

【0019】

上記実施形態によれば、補助支持装置の接続体の荷重伝達部材の余長に対応して、道路設備の荷重が主支持装置から補助支持装置へ受け替えられる際に、道路設備に変位が生じる。したがって、この荷重伝達部材の余長を調節することにより、補助支持装置が道路設備の荷重を受ける際の衝撃荷重の大きさを、調節することができる。その結果、補助支持装置が備えるべき強度を、主支持装置と同等以下に設定できるので、補助支持装置と主支持装置との間の強度の不均衡を防止できる。ここで、余長とは、荷重伝達部材の全長と、主支持装置が道路設備を正常に支持するときの上記トンネル固定金具と上記道路設備支持金具との間の直線距離から緩衝器の接続端の間の距離を差し引いた値との間の差である。この余長は、道路設備の荷重が主支持装置で支持されているときから、補助支持装置で支持されるまでの間に、荷重伝達部材の道路設備側の端部が移動する距離に対応し、道路設備の変位に対応する。

【0020】

本発明において、道路設備とは、道路用のトンネル内に設置される設備を広く意味し、例えばジェットファン等の換気装置、標識、情報表示装置、ダクト、配管、天井部材、消火機器、照明機器及び信号機等、種々のものが該当する。

【図面の簡単な説明】

【0021】

【図1】本発明の実施形態であるジェットファンの吊下構造を示す模式図である。

【図2】第1実施形態のジェットファンの吊下構造を示す側面図である。

【図3】第1実施形態のジェットファンの吊下構造を示す平面図である。

【図4】補助支持装置の接続体を示す側面図である。

【図5】補助支持装置が受ける衝撃荷重を算定するために用いるモデルを示す図である。

【図6】補助支持装置の接続体が有する緩衝器の一例を示す断面図である。

【図7】緩衝器の他の例を示す断面図である。

【図8】第2実施形態のジェットファンの吊下構造を示す側面図である。

【図9】第2実施形態のジェットファンの吊下構造を示す平面図である。

【発明を実施するための形態】

【0022】

以下、本発明を図示の実施の形態により詳細に説明する。

【0023】

図1は、本発明を、道路設備としてのジェットファンに適用した場合の吊下構造を示す模式図である。図1(a)に示すように、本発明の実施形態であるジェットファンの吊下構造1は、トンネル内の換気を行うジェットファンFを、道路面上方のトンネル壁面5に吊り下げるものである。このジェットファンの吊下構造1は、主支持装置2と補助支持装置3を備える。主支持装置2は、トンネル壁面5とジェットファンFの間に接続された複数の主支持部材21、21を有し、この主支持部材21は、線状の部材を含んで形成されている。主支持部材21の線状部材は、例えば鋼棒等の剛性が比較的高い材料で形成されるのが好ましいが、チェーンやPC鋼撚り線等の可撓性を有する材料を含んで形成してもよい。補助支持装置3は、トンネル壁面5とジェットファンFの間に接続された複数の接続体としての補助支持部材31、31を有し、この補助支持部材31、31は、可撓性を有する線状部材を含んで形成された荷重伝達手段32と、この荷重伝達手段32に荷重が作用する際の衝撃を和らげる緩衝器33を含んで形成されている。荷重伝達手段32の線状部材は、チェーンやPC鋼撚り線等で形成することができる。このジェットファンの吊下構造1は、主支持装置2の荷重の支持機能が正常であるときは、主支持装置2のみによってジェットファンFの荷重を支持し、補助支持装置3ではジェットファンFの荷重を支持しない。

【 0 0 2 4 】

図1(a)に示すように、補助支持装置3の荷重伝達手段32は、主支持装置2による荷重の支持機能が正常であるとき、荷重を支持しないので撓んでいる。一方、主支持装置2による荷重の支持機能に異常が生じたときに、ジェットファンFの荷重の少なくとも一部を補助支持装置3が支持する。図1(b)に示すように、補助支持装置3の荷重伝達手段32は、主支持装置2による荷重の支持機能に異常が生じたとき、ジェットファンFの荷重の少なくとも一部を支持して直線状に伸張する。なお、図1(b)において、異常が生じた主支持装置2を、破線で示している。このように、ジェットファンの吊下構造1は、主支持装置2が、この主支持装置2の主支持部材21や、トンネル壁面に固定されて上記主支持部材21が連結される金具等の破損等に起因して、ジェットファンFの荷重の支持機能に異常が生じると、補助支持装置3により、ジェットファンFの荷重の少なくとも一部を支持する。したがって、主支持装置2の一部又は全部の荷重の支持機能が失われても、ジェットファンFが、ジェットファンFの下方に位置する道路面に落下する不都合を効果的に防止でき、道路交通に対する深刻な影響を効果的に防止できる。

10

【 0 0 2 5 】

このジェットファンの吊下構造1は、上記補助支持装置3の荷重伝達手段32が、荷重を支持しなくて撓んでいるときから、荷重を支持して伸張するまでの間に、ジェットファンFが、矢印で示すように下方へ落下距離Dだけ落下する。このジェットファンFが落下するときに生じる衝撃を、補助支持装置3の緩衝器33で緩和する。ここで、補助支持装置3の荷重伝達手段32には、余長が設定されている。余長とは、荷重伝達手段32の長さ

と、ジェットファンFが主支持装置2で支持されているときに補助支持部材31の両端が成す直線距離から緩衝器33の接続端の間の距離を差し引いた値との差である。このジェットファンの吊下構造1は、補助支持装置3の衝撃荷重に対する安全率が、主支持装置2の静荷重に対する安全率以下に設定されている。すなわち、ジェットファンFの荷重が主支持装置2から補助支持装置3へ受け替えられるときの衝撃荷重が、ジェットファンFの静荷重に主支持装置2の安全率を乗じた値以下となるように設定されている。これにより、補助支持装置3の強度を、主支持装置2の強度以下にすることができるので、主支持装置2を補う補助支持装置3に、主支持装置2よりも高い強度が必要となるという不均衡を防止できる。

20

【 0 0 2 6 】

図2は、第1実施形態のジェットファンの吊下構造を示す側面図であり、図3は、第1実施形態のジェットファンの吊下構造の平面図である。

30

【 0 0 2 7 】

第1実施形態のジェットファンの吊下構造101は、ジェットファンFの荷重を支持する主支持装置102と、この主支持装置102の荷重の支持機能が正常であるときはジェットファンFの荷重を支持しない一方、上記主支持装置102の荷重の支持機能に異常が生じたときにジェットファンFの荷重の少なくとも一部を支持する補助支持装置103を備える。

【 0 0 2 8 】

主支持装置102は、ターンバックルを有する鋼棒で形成された中央主支持部材121と、トンネル壁面5に固定されて上記中央主支持部材121の一端が連結されるトンネル固定金具122と、ジェットファンFの側面に設けられて上記中央主支持部材121の他端に連結される中央主支持金具123を有する。更に、主支持装置102は、ターンバックルを有する鋼棒で形成された端部主支持部材141と、トンネル壁面5に固定されて上記端部主支持部材141の一端が連結されるトンネル固定金具142と、ジェットファンFの端部に設けられて上記端部主支持部材141の他端に連結される端部主支持金具143を有する。上記中央主支持部材121は、ジェットファンFの軸方向の中央部7に4本配置されており、上記端部主支持部材141は、ジェットファンFの軸方向の両側に位置する端部8に1本ずつ配置されている。

40

【 0 0 2 9 】

50

補助支持装置 103 は、荷重伝達手段としてのチェーン 132 と、このチェーン 132 に荷重が作用する際の衝撃を和らげる緩衝器 133 を含む補助支持部材 131 を有する。この補助支持装置 103 は、トンネル壁面 5 に固定されて上記補助支持部材 131 の一端が連結されるトンネル固定金具 134 と、ジェットファン F の側面に設けられて上記補助支持部材 131 の他端に連結される道路設備支持金具としての補助支持金具 135 を有する。上記補助支持部材 131 は、ジェットファン F の中央部 7 に 4 本配置されている。

【0030】

上記トンネル固定金具 122, 134, 142 は、鋼製のプレートで形成され、トンネル本体のコンクリートに埋設されたアンカーによって、トンネル壁面 5 に固定されている。

10

【0031】

中央主支持金具 123 及び補助支持金具 135 は、アイボルトで形成され、ジェットファン F の幅方向の両側面に夫々設けられた板状の軸方向部材 6, 6 に固定されている。この軸方向部材 6 は、ジェットファン F の軸方向と平行に延在しており、ジェットファン F の中央部 7 に設けられている。この軸方向部材 6 の軸方向の両端部に、主支持装置 102 の中央主支持金具 123 と補助支持装置 103 の補助支持金具 135 が、各 1 個ずつ設けられている。上記軸方向部材 6 の両端部には、中央主支持金具 123 が軸方向の外側に配置され、補助支持金具 135 が軸方向の内側に配置されている。

【0032】

端部主支持金具 143 は、鋼製のプレートで形成され、ジェットファン F の端部 8 の上面に固定されている。

20

【0033】

上記主支持装置 102 は、4 本の中央主支持部材 121 が、ジェットファン F の軸方向の中央に位置してファンを回転駆動するモータが内部に配置された中央部 7 に連結されている。4 本の中央主支持部材 121 は、ジェットファン F の側面視と軸方向視の両方において、上端が連結されるトンネル固定金具 122 の互いの離隔距離よりも、下端が連結される中央主支持金具 123 の互いの離隔距離の方が小さく設定されており、これにより、逆八字状をなすように配置されている。また、上記主支持装置 102 は、2 本の端部主支持部材 141 が、換気のための風が吸入又は吐出される開口が設けられたジェットファン F の両方の端部 8, 8 を各々連結して、ジェットファン F の姿勢を安定にしている。2 本の端部主支持部材 141 は、側面視において、上端が連結されるトンネル固定金具 142 の互いの離隔距離よりも、下端が連結される端部主支持金具 143 の互いの離隔距離の方が小さく設定されており、これにより、逆八字状をなすように配置されている。

30

【0034】

図 4 は、補助支持装置 103 が有する接続体としての補助支持部材 131 を示す側面図である。図 4 に示すように、補助支持部材 131 は、チェーン 132 の上端がトンネル固定金具 134 に連結され、チェーン 132 の下端に緩衝器 133 が連結されている。この緩衝器 133 は、一端が上記チェーン 132 に連結され、他端が上記補助支持金具 135 に連結されている。上記チェーン 132 は、主支持装置 102 の荷重の支持機能が正常であるときは、ジェットファン F の荷重が作用せず、撓んでいる。このチェーン 132 の長さは、ジェットファン F が主支持装置 102 で支持されているときにトンネル固定金具 134 と補助支持金具 135 とが成す直線距離から緩衝器 133 の長さを差し引いた値に、余長を付加した長さに設定されている。

40

【0035】

第 1 実施形態のジェットファンの吊下構造 101 は、上記主支持装置 102 の中央主支持部材 121 や、端部主支持部材 141 や、トンネル固定金具 122, 142 や、中央主支持金具 123 や、端部主支持金具 143 等の部材が破損して荷重の支持機能に異常が生じると、補助支持装置 103 により、ジェットファン F の荷重の少なくとも一部を支持する。したがって、主支持装置 102 の一部又は全部の荷重の支持機能が失われても、ジェットファン F が、ジェットファン F の下方に位置する道路面に落下する不都合を効果的に

50

防止でき、道路交通に対する深刻な影響を効果的に防止できる。

【 0 0 3 6 】

上記主支持装置 1 0 2 の荷重の支持機能に異常が生じ、上記補助支持装置 1 0 3 によりジェットファン F の荷重の少なくとも一部が支持されるとき、ジェットファン F が下方に変位する。そうすると、補助支持装置 1 0 3 の補助支持部材 1 3 1 のうち、上記主支持装置 1 0 2 の異常が生じた部材に対応する補助支持部材 1 3 1 のチェーン 1 3 2 が、上記ジェットファン F の変位に伴って直線状に伸張し、ジェットファン F の荷重の一部が作用する。このとき、ジェットファン F が主支持装置 1 0 2 によって支持される位置と、補助支持装置 1 0 3 によって支持される位置との差によって生じる衝撃が、補助支持装置 1 0 3 に作用する。この衝撃は、チェーン 1 3 2 が撓んだ状態から直線状に伸張するまでの距離、すなわち、チェーン 1 3 2 の余長に対応している。補助支持装置 1 0 3 は、この衝撃に耐えるように、安全率が設定されている。更に、この補助支持装置 1 0 3 の安全率は、主支持装置 1 0 2 の静荷重に対する安全率以下に設定されている。これにより、補助支持装置 1 0 3 の強度を、主支持装置 1 0 2 の強度以下にすることができるので、主支持装置 1 0 2 を補う補助支持装置 1 0 3 に、主支持装置 1 0 2 よりも高い強度が必要となるという不均衡を防止できる。

10

【 0 0 3 7 】

図 5 は、補助支持装置 1 0 3 に作用する衝撃荷重を算定するために用いるモデルを示す図である。図 5 において、1 5 0 はジェットファン F に対応する錘であり、1 5 1 は荷重伝達手段に対応して上記錘 1 5 0 を水平の天井面 1 0 5 から吊り下げるロープである。このモデルにおいて、錘 1 5 0 を、天井面 1 0 5 から距離 L (mm) だけ下方の位置から、距離 H (mm) だけ落下させた場合に錘 1 5 0 に作用する衝撃荷重は、次の式 (1) によって算定することができる。

20

【 数 1 】

$$n = 1 + \sqrt{1 + \frac{2 \cdot A \cdot E}{W \cdot L} \cdot H} \dots (1)$$

ここで、n は衝撃荷重の静荷重に対する比であり、A はロープの断面積 (mm²) であり、E はロープの弾性係数 (kgf/mm²) であり、W は錘 1 5 0 の静荷重 (kgf) である。L はロープの長さ (mm)、H は自由落下距離 (mm) である。上記自由落下距離 H は、荷重伝達部材が鉛直方向に延在するように配置された場合、荷重伝達部材の余長に相当する。例えば、2 0 0 0 k g f のジェットファン F を、J I S 規格 I W R C 6 × F i (2 9) で径が 1 4 m m、長さが 1 0 0 m m のワイヤーロープ 4 本により吊り下げ、天井から L - H 離れた位置から落下させる場合、ワイヤーロープの破断応力以下の範囲で、衝撃荷重の静荷重に対する比が 1 0 となるのは、上記式 (1) によると、落下する距離 H が 1 8 . 5 m m の場合である。したがって、補助支持装置 1 0 3 の荷重伝達手段として上記ワイヤーロープを用いた場合、実質的に単位長さに対して 1 8 . 5 m m 以下の変位がジェットファン F に生じるように、主支持装置 1 0 2 によるジェットファン F の設置位置と、ワイヤーロープの長さを設定すれば、安全率を 1 0 に設定できる。ここで、ジェットファン F の静荷重に対する主支持装置 1 0 2 の安全率を、1 0 以上に設定する。例えば、「道路トンネル技術基準 (換気編) ・同解説 平成 2 0 年改訂版」((公社) 日本道路協会発行) 3 - 4 換気器 (2) ジェットファン 2) ジェットファンの設置方法 の記載に基づき、ジェットファン F の静荷重に対する主支持装置 1 0 2 の安全率を 1 5 に設定する。一方、補助支持装置 1 0 3 のジェットファン F の衝撃荷重に対する安全率は 1 0 であるので、主支持装置 1 0 2 と補助支持装置 1 0 3 の強度の均衡を、良好に設定することができる。換言すれば、補助支持装置 1 0 3 の強度を、主支持装置 1 0 2 の強度以下にすることにより、主支持装置 1 0 2 を補う補助支持装置 1 0 3 に、主支持装置 1 0 2 よりも高い強度が必要となるという不均衡を防止できる。また、上記補助支持装置 1 0 3 に作用する衝撃荷重を、緩衝器 1 3 3 によって緩和できる。したがって、この緩衝器 1 3 3 の能力を調節することにより、補助支持装置 1 0 3 の衝撃荷重に対する安全率を更に小さく設定することができる。

30

40

50

【 0 0 3 8 】

図6は、緩衝器133の一例を示す図である。この緩衝器133は、弾性変形部材としての圧縮バネで衝撃のエネルギー吸収を行うものであり、円筒形のケーシング41と、このケーシング41の一方に固定されてチェーン132及び補助支持金具135の一方に連結される第1連結部42と、上記ケーシング41の他方に設けられてチェーン132及び補助支持金具135の他方に連結される第2連結部43を備える。第2連結部43は、ケーシング41内に同軸上に延在するロッド44に連なっており、このロッド44の先端に、ケーシング41内を軸方向に移動するピストン45が連結されている。このピストン45と、ケーシング41内の第2連結部43側の端面との間に、弾性変形部材としてのコイルバネ46が収容されている。ケーシング41内の第2連結部43側には、ピストン45が係止する係止部材47が設けられている。

10

【 0 0 3 9 】

この緩衝器133は、ジェットファンFの荷重の一部又は全部が主支持装置102から補助支持装置103へ受け替えられて、補助支持部材131に張力が生じた場合、第1連結部42と第2連結部43が遠ざかり、ピストン45によってコイルバネ46が収縮される。このコイルバネ46の収縮に伴うエネルギー吸収により、第1連結部42と第2連結部43が遠ざかる速度が低減され、補助支持部材131の張力の変化率が緩和される。これにより、上記補助支持装置103に作用する衝撃荷重が低減される。上記補助支持部材131の張力が過大であると、ピストン45が第2連結部43側に駆動されて係止部材47に当接し、ピストン45の移動が停止する。このピストン45と係止部材47とケーシング41を介して、第1連結部42と第2連結部43の間に荷重が伝達される。

20

【 0 0 4 0 】

緩衝器としての上記緩衝器133は、コイルバネ46を、ピストン45とケーシング41の端面との間で圧縮してエネルギー吸収を行う圧縮バネとして用いたが、緩衝器は、引張バネを用いて構成してもよい。図7は、引張バネを用いた緩衝器333を示す図である。この緩衝器333は、円筒形のケーシング241と、このケーシング241の一方に固定されてチェーン132及び補助支持金具135の一方に連結される第1連結部242と、上記ケーシング241の他方に設けられてチェーン132及び補助支持金具135の他方に連結される第2連結部243を備える。第2連結部243は、ケーシング241内に同軸上に延在するロッド244に連なっており、このロッド244の先端に、ケーシング241内を軸方向に移動するピストン245が連結されている。このピストン245と、ケーシング241内の第1連結部242側の端面との間に、弾性変形部材としてのコイルバネ246が収容されている。このコイルバネ246は、一端がケーシング241の第1連結部242側の端面に固定されていると共に、他端がピストン245の第1連結部242側の端面に固定されている。ケーシング241内の第2連結部243側には、ピストン245が係止する係止部材247が設けられている。

30

【 0 0 4 1 】

この緩衝器333は、ジェットファンFの荷重の一部又は全部が主支持装置102から補助支持装置103へ受け替えられて、補助支持部材131に張力が生じた場合、第1連結部242と第2連結部243が遠ざかり、ピストン245によってコイルバネ246が伸長される。このコイルバネ246の伸長に伴うエネルギー吸収により、第1連結部242と第2連結部243が遠ざかる速度が低減され、補助支持部材131の張力の変化率が緩和される。これにより、上記補助支持装置103に作用する衝撃荷重が低減される。上記補助支持部材131の張力が過大であると、ピストン245が第2連結部243側に更に駆動され、コイルバネ246が更に伸長されて塑性変形する。このように、コイルバネ246が弾性領域で伸長した後、塑性領域で伸長して更にエネルギー吸収を行うことにより、補助支持装置103に作用する衝撃荷重が効果的に低減される。このように、上記コイルバネ246は、塑性変形部材としても機能する。ピストン245は、更に第2連結部243側に駆動されると、係止部材247に当接して、ピストン245の移動が停止する。このピストン245と係止部材247とケーシング241を介して、第1連結部242

40

50

と第2連結部243の間に荷重が伝達される。こうして、上記ピストン245と係止部材247とケーシング241が、静荷重支持部材として機能する。

【0042】

このように、本発明の緩衝器として、圧縮バネを用いた緩衝器133や、引張バネを用いた緩衝器333を採用できるが、コイルバネ以外に、板バネやねじりバネ等を用いてもよい。また、緩衝器が備える弾性変形部材は、天然ゴムや合成樹脂で形成されたエラストマー等で作成してもよい。また、本発明の緩衝器は、荷重伝達部材に分散して配置してもよい。例えば、荷重伝達部材としてのチェーンに、このチェーンを構成する鎖が互いに係合する部分にゴム等の弾性変形部材を配置し、チェーンが伸張するときの衝撃を弾性変形部材で緩和してもよい。また、チェーンの鎖が互いに係合する部分に設けた弾性変形部材は、弾性変形をした後に塑性変形してもよい。

10

【0043】

また、緩衝器には、弾性変形部材を用いる以外に、粘性抵抗部材や摩擦抵抗部材を用いた緩衝器を採用することもできる。粘性抵抗部材を用いた緩衝器は、流体の粘性抵抗を用いて緩衝を行うものである。この緩衝器は、オイル等の液体や空気等の気体で形成された作動流体を、荷重が作用する2つの入力部の変位に応じて流路に流通させ、この流路に設けた粘性抵抗部材としてのオリフィス、リリーフ弁及び減衰弁等で粘性抵抗力を発生させて、入力部の変位の速度を減衰する。

【0044】

摩擦抵抗部材を用いた緩衝器は、摩擦抵抗部材である複数の物体の間に生じる摩擦抵抗を用いて緩衝を行うものである。この緩衝器は、互いに接触する複数の物体を、2つの入力部の変位に応じて相対変位させ、これらの物体の間に摩擦抵抗を発生させて、入力部の変位の速度を減衰する。互いに接触して摩擦抵抗を発生させる摩擦抵抗部材は、少なくとも1つが固体であり、好ましくは全てが固体である。上記摩擦抵抗部材としては、金属及び研削材等で形成された焼結材や、鋳鉄や、炭素繊維を含む複合材を用いることができる。

20

【0045】

また、緩衝器は、上記弾性変形部材、粘性抵抗部材、又は、摩擦抵抗部材がエネルギー吸収を行った後に塑性変形してエネルギー吸収を行う塑性変形部材を有するのが好ましい。塑性変形部材としては、例えば低降伏点鋼や鉛等を用いて形成できる。塑性変形部材は、板状や、螺旋状や、U字等の屈曲形状に形成され、衝撃荷重を受けて塑性変形をする際のエネルギー吸収により、緩衝を行う。なお、緩衝器は、弾性変形部材、粘性抵抗部材及び摩擦抵抗部材のいずれも有しないで、塑性変形部材のみを有してもよい。また、上記弾性変形部材を用いた場合、上記引張バネを用いた緩衝器333のように、弾性変形部材が、弾性変形を行った後に塑性変形を行って塑性変形部材を兼ねてもよい。このような塑性変形部材を兼ねる弾性変形部材として、コイルバネのほか、天然ゴムや合成樹脂で形成されたエラストマー等を用いることができる。すなわち、弾性変形部材及び塑性変形部材としてのエラストマーを弾性領域で変形させた後、更に塑性領域で変形させてもよい。上記弾性変形部材、粘性抵抗部材、又は、摩擦抵抗部材がエネルギー吸収を行った後に、塑性変形部材が塑性変形してエネルギー吸収を行うことにより、衝撃荷重を効果的に低減することができる。

30

40

【0046】

また、緩衝器は、上記緩衝器333のピストン245と係止部材247とケーシング241のように、上記塑性変形部材の塑性変形後に静荷重を支持する静荷重支持部材を有するのが好ましい。この緩衝器の静荷重支持部材により、緩衝器で衝撃荷重を低減した後に、ジェットファンFの静荷重を安定して支持できるので、ジェットファンFの落下を効果的に防止できる。

【0047】

図8は、第2実施形態のジェットファンの吊下構造を示す側面図であり、図9は、第2実施形態のジェットファンの吊下構造の平面図である。

50

【 0 0 4 8 】

第2実施形態のジェットファンの吊下構造201は、ジェットファンFの荷重を支持する主支持装置202と、この主支持装置202の荷重の支持機能が正常であるときはジェットファンFの荷重を支持しない一方、上記主支持装置202の荷重の支持機能に異常が生じたときにジェットファンFの荷重の少なくとも一部を支持する補助支持装置203を備える。

【 0 0 4 9 】

主支持装置202は、ターンバックルを有する鋼棒で形成された主支持部材221と、トンネル壁面5に固定されて上記主支持部材221の一端が連結されるトンネル固定金具223と、ジェットファンFの側面に設けられて上記主支持部材221の他端に連結される主支持金具224を有する。上記主支持部材221は、ジェットファンFの軸方向の中央部7に4本配置されている。

10

【 0 0 5 0 】

補助支持装置203は、荷重伝達手段としてのチェーン232と、このチェーン232に荷重が作用する際の衝撃を和らげる緩衝器233を含む補助支持部材231を有する。この補助支持装置203は、トンネル壁面5に固定されて上記補助支持部材231の一端が連結されるトンネル固定金具234と、ジェットファンFの側面に設けられて上記補助支持部材231の他端に連結される道路設備支持金具としての補助支持金具235を有する。上記補助支持部材231は、ジェットファンFの軸方向の両側に位置する端部8, 8に2本ずつ配置され、全体で4本配置されている。

20

【 0 0 5 1 】

上記トンネル固定金具223, 234は、鋼製のプレートで形成され、トンネル本体のコンクリートに埋設されたアンカーによって、トンネル壁面5に固定されている。

【 0 0 5 2 】

主支持金具224は、鋼製のプレートで形成され、ジェットファンFの中央部7の一端側と他端側の2箇所において、幅方向の両側面に夫々固定されている。

【 0 0 5 3 】

補助支持金具235は、鋼製のプレートで形成され、ジェットファンFの2つの端部8, 8において、幅方向の両側面に夫々固定されている。

【 0 0 5 4 】

上記主支持装置202は、4本の主支持部材221が、ジェットファンFの軸方向の中央部7に連結されている。4本の主支持部材221は、ジェットファンFの側面視と軸方向視の両方において、上端が連結されるトンネル固定金具223の互いの離隔距離よりも、下端が連結される主支持金具224の互いの離隔距離の方が小さく設定されており、これにより、逆八字状をなすように配置されている。

30

【 0 0 5 5 】

上記補助支持装置203は、4本の補助支持部材231が、ジェットファンFの両方の端部8, 8と幅方向の両側面に連結され、主支持装置202の荷重支持機能に異常が生じた際に、ジェットファンFの少なくとも一部の荷重を支持する。4本の補助支持部材231は、側面視と軸方向視の両方において、上端が連結されるトンネル固定金具234の互いの離隔距離よりも、下端が連結される補助支持金具235の互いの離隔距離の方が小さく設定されており、これにより、逆八字状をなすように配置されている。

40

【 0 0 5 6 】

上記補助支持部材231のチェーン232は、主支持装置202の荷重の支持機能が正常であるときは、ジェットファンFの荷重が作用せず、撓んでいる。このチェーン232の長さは、ジェットファンFが主支持装置202で支持されているときにトンネル固定金具234と補助支持金具235とが成す直線距離から緩衝器233の長さを差し引いた値に、余長を付加した長さに設定されている。

【 0 0 5 7 】

上記緩衝器233は、第1実施形態と同様に、弾性変形部材としての圧縮バネで衝撃の

50

エネルギー吸収を行うバネ式の緩衝器である。第2実施形態においても、弾性変形部材として、引張バネ、板バネ及びねじりバネや、エラストマー等を用いた緩衝器を用いてもよく、また、粘性抵抗部材や摩擦抵抗部材を用いた緩衝器を用いてもよい。また、緩衝器は、上記弾性変形部材、粘性抵抗部材、又は、摩擦抵抗部材がエネルギー吸収を行った後に塑性変形してエネルギー吸収を行う塑性変形部材を有してもよい。また、緩衝器は、上記塑性変形部材の塑性変形後に静荷重を支持する静荷重支持部材を有するのが好ましい。

【0058】

第2実施形態のジェットファンの吊下構造201は、上記主支持装置202の主支持部材221や、トンネル固定金具223や、主支持金具224等の部材が破損して荷重の支持機能に異常が生じると、補助支持装置203により、ジェットファンFの荷重の少なくとも一部を支持する。したがって、主支持装置202の一部又は全部の荷重の支持機能が失われても、ジェットファンFが、ジェットファンFの下方に位置する道路面に落下する不都合を効果的に防止でき、道路交通に対する深刻な影響を効果的に防止できる。

10

【0059】

上記主支持装置202の荷重の支持機能に異常が生じ、上記補助支持装置203によりジェットファンFの荷重の少なくとも一部が支持されるとき、ジェットファンFが下方に変位する。そうすると、補助支持装置203の補助支持部材231のうち、上記主支持装置202の異常が生じた部材に対応し、例えば異常が生じた部材に最も近い補助支持部材231のチェーン232が、上記ジェットファンFの変位に伴って直線状に伸張し、ジェットファンFの荷重の一部が作用する。このとき、ジェットファンFが主支持装置202によって支持される位置と、補助支持装置203によって支持される位置との差に対応する衝撃が、補助支持装置203に作用する。この衝撃は、チェーン232が撓んだ状態から直線状に伸張するまでの距離、すなわち、チェーン232の余長に対応している。補助支持装置203は、この衝撃に耐えるように、安全率が設定されている。更に、この補助支持装置203の安全率は、主支持装置202の静荷重に対する安全率以下に設定されている。例えば、主支持装置202の静荷重に対する安全率を15に設定する一方、補助支持装置203の衝撃荷重に対する安全率を10に設定する。これにより、補助支持装置203の強度を、主支持装置202の強度以下にすることができるので、主支持装置202を補う補助支持装置203に、主支持装置202よりも高い強度が必要となるという不均衡を防止できる。

20

30

【0060】

上記各実施形態において、中央主支持部材121、端部主支持部材141及び主支持部材221は、ターンバックルを有する鋼棒で形成されたが、他の線状の材料で形成してもよく、また、チェーンやPC鋼撚り線等の可撓性を有する線状の材料で形成してもよい。

【0061】

また、上記各実施形態において、補助支持部材131、231の荷重伝達手段は、チェーン132、232で形成されたが、鋼撚り線等の他の可撓性を有する材料で形成してもよい。

【0062】

また、上記各実施形態において、補助支持部材131、231の緩衝器133、233は、荷重伝達手段としてのチェーン132、232と、道路設備支持金具としての補助支持金具135、235との間に配置したが、緩衝器の設置位置はこれに限定されない。例えば、緩衝器は、荷重伝達手段の途中に配置してもよく、或いは、トンネル固定金具と荷重伝達手段の間に配置してもよい。

40

【0063】

また、上記各実施形態において、補助支持部材31、131、231の荷重伝達手段32、132、232は、主支持装置2、102、202による荷重の支持機能が正常であるとき、撓んでいたが、荷重を支持しないのであれば撓まなくてもよい。また、荷重伝達手段32、132、232は、可撓性を有する材料で形成したが、主支持装置2、102、202による荷重の支持機能が正常であるときに補助支持装置3、103、203が荷

50

重を支持しないのであれば、剛性の比較的高い材料で形成してもよい。この場合、荷重伝達手段に伸縮機構を設けるか、緩衝器に荷重の遮断機能を持たせればよい。

【 0 0 6 4 】

また、上記各実施形態において、道路設備として、トンネル内に設置されるジェットファンFを吊り下げる場合について説明したが、ジェットファンF以外の他の道路設備を吊り下げる吊下構造に、本発明を適用することができる。道路設備としては、道路用のトンネル内に設置される設備が広く該当し、例えば換気装置、標識、情報表示装置、ダクト、配管、天井部材、消火機器、照明機器及び信号機等、種々のものが該当する。

【符号の説明】

【 0 0 6 5 】

- | | | |
|-------------------------|---------------|----|
| 1, 101, 201 | ジェットファンの吊下構造 | |
| 2, 102, 202 | 主支持装置 | |
| 3, 103, 203 | 補助支持装置 | |
| 5 | トンネル壁面 | |
| 6 | ジェットファンの軸方向部材 | |
| 7 | ジェットファンの中央部 | |
| 8 | ジェットファンの端部 | |
| 21, 221 | 主支持部材 | |
| 31, 131, 231 | 補助支持部材 | |
| 32 | 補助支持装置の荷重伝達手段 | 10 |
| 121 | 中央主支持部材 | |
| 122, 134, 142, 223, 234 | トンネル固定金具 | |
| 123 | 中央主支持金具 | |
| 132, 232 | チェーン | |
| 33, 133, 233, 333 | 緩衝器 | |
| 135, 235 | 補助支持金具 | |
| 141 | 端部主支持部材 | |
| 143 | 端部主支持金具 | |
| 224 | 主支持金具 | |
| F | ジェットファン | 30 |

【要約】

【課題】構成部材に欠陥が生じても、トンネル内の道路設備の落下を効果的に防止できる吊下構造を提供する。

【解決手段】ジェットファンの吊下構造1は、ジェットファンFの荷重を支持する主支持装置2と、主支持装置2の異常時にジェットファンFの荷重の少なくとも一部を支持する補助支持装置3を備える。主支持装置2は、トンネル壁面5とジェットファンFの間に接続され、線状の部材で形成された複数の主支持部材21, 21を有する。補助支持装置3は、トンネル壁面5とジェットファンFの間に接続され、可撓性を有する荷重伝達手段32と緩衝器33を含む複数の補助支持部材31, 31を有する。主支持装置2に異常が生じると、補助支持装置3の荷重伝達手段32がジェットファンFの荷重の少なくとも一部を支持して直線状に伸張する。主支持装置2から補助支持装置3へ荷重が受け替えられるときの衝撃が、緩衝器33で緩和される。

【選択図】図1

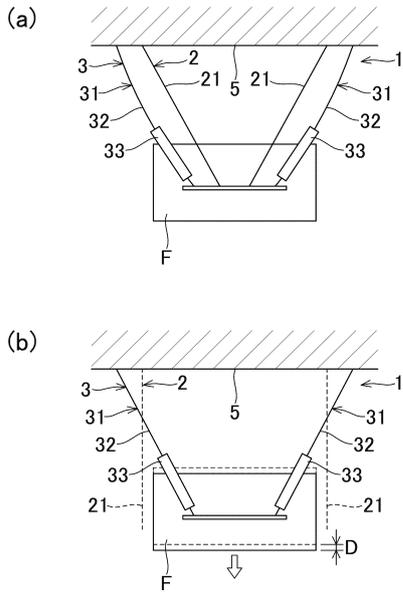
10

20

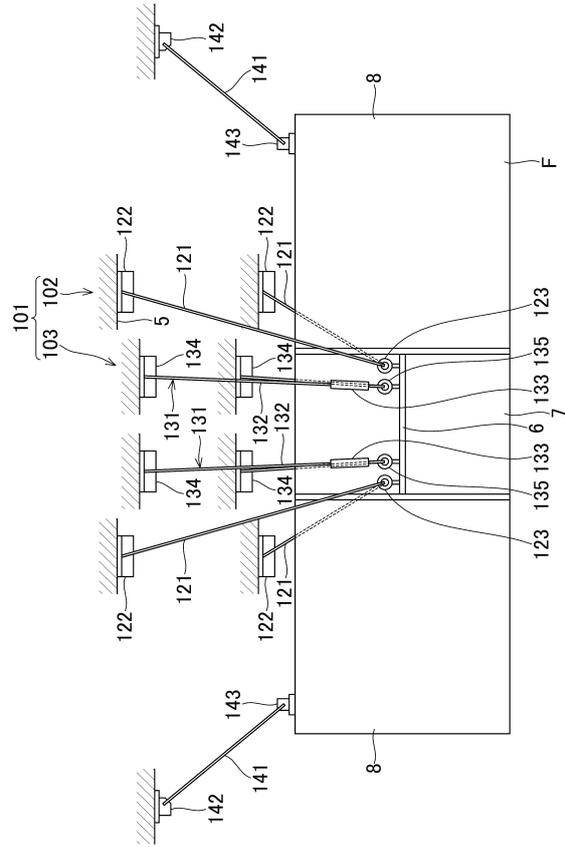
30

40

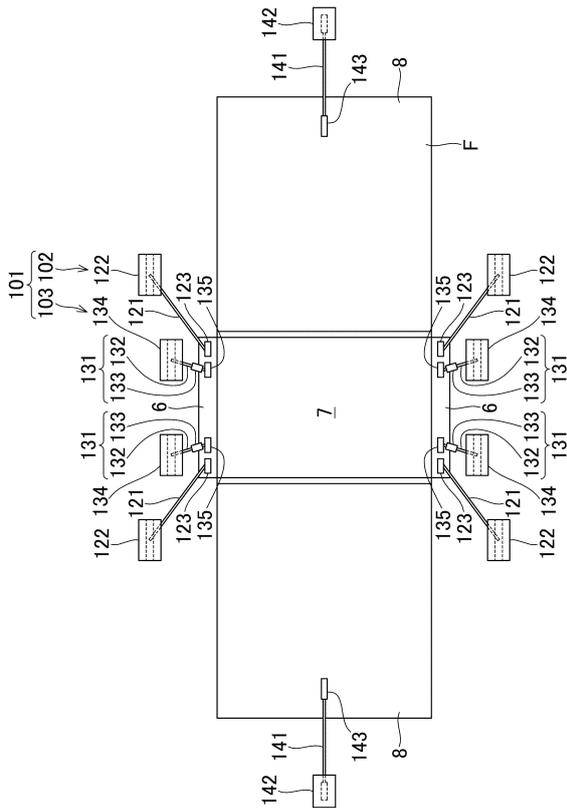
【 図 1 】



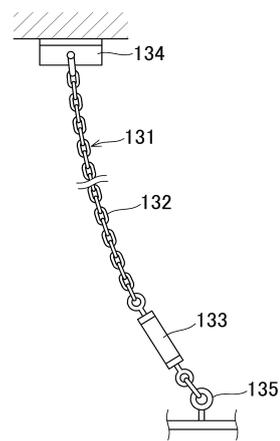
【 図 2 】



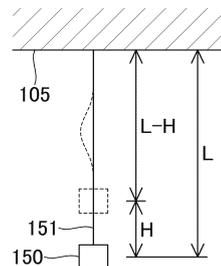
【 図 3 】



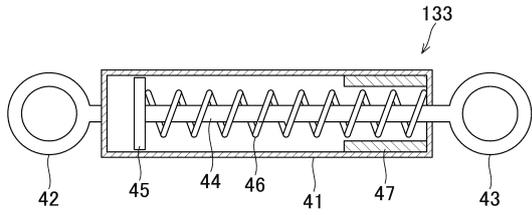
【 図 4 】



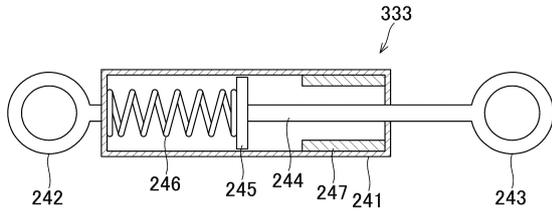
【 図 5 】



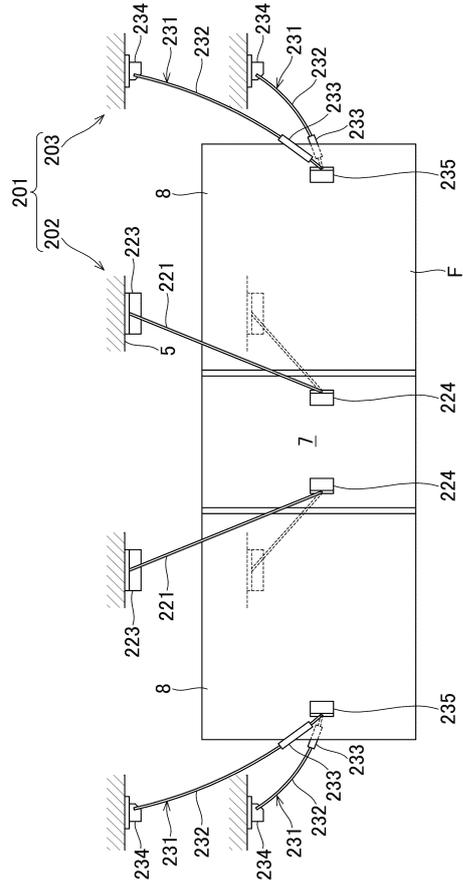
【 図 6 】



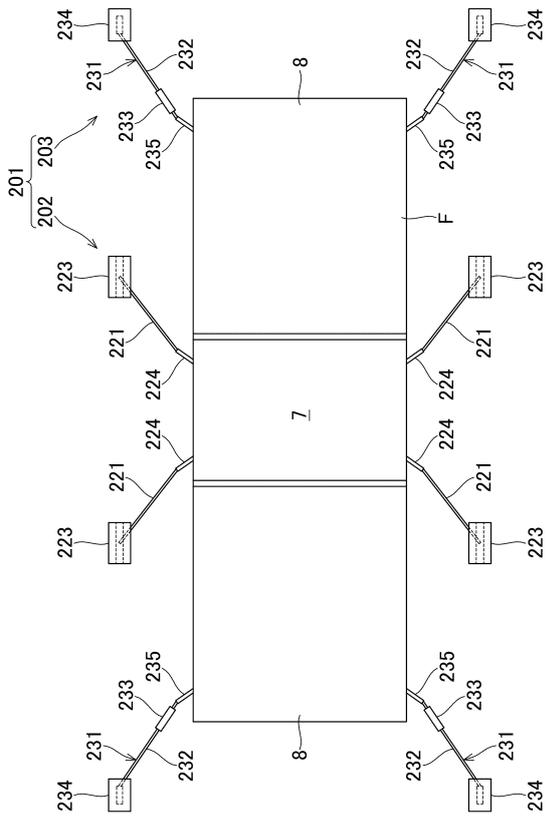
【 図 7 】



【 図 8 】



【 図 9 】



フロントページの続き

- (72)発明者 尾崎 元春
東京都千代田区神田松永町5番地第二砂川ビル4階 セツビコンサルタント株式会社
- (72)発明者 高橋 仁
東京都千代田区神田松永町5番地第二砂川ビル4階 セツビコンサルタント株式会社

審査官 越柴 洋哉

- (56)参考文献 特開2014-135177(JP,A)
特開2010-009984(JP,A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
- | | |
|---------|---------------------|
| E 2 1 F | 1 / 0 0 - 1 7 / 1 8 |
| F 2 4 F | 7 / 0 4 - 7 / 0 6 |