

明 細 書

発明の名称： 鉄道車両用衝突エネルギー吸収装置および鉄道車両
技術分野

[0001] 本発明は、鉄道車両用衝突エネルギー吸収装置およびこれを備える鉄道車両に関する。

背景技術

[0002] 従来から、鉄道車両では、衝突エネルギー吸収装置が用いられている。例えば、特許文献 1 には、衝突時に圧壊されるエネルギー吸収要素をカバーで覆った鉄道車両用衝突エネルギー吸収装置が開示されている。

[0003] 特許文献 1 に開示された衝突エネルギー吸収装置におけるカバーは、エネルギー吸収要素に軽度の衝撃が及ぶことを防止するためのものであり、衝突時に破断してエネルギー吸収要素を機能させる。具体的に、カバーは、支持板から前方に向かって突出するエネルギー吸収要素を先端から覆うように、支持板に向かって開口する箱状をなしている。カバーの前壁の中央には、左右方向に延びるスリットが設けられており、カバーの双方の側壁には、前後方向に延びるスリットが設けられている。そして、カバーは、衝突時にスリットに沿って破断して、支持板に向かって V 字状に上下に二分割される。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献 1：特許第 4 9 4 3 9 0 5 号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] 特許文献 1 に開示された衝突エネルギー吸収装置におけるカバーは、軽度の衝撃に耐える強度を有するため、破断に至るまでにある程度の荷重が必要である。しかしながら、このような比較的に強度の高いカバーを用いた場合には、荷重－変位（ストローク）特性に占めるカバーの影響が大きくなり、衝突エネルギーをどのように吸収するか設計が困難である。しかも、カバ

一自体が破断すると、周囲にある電線を破断したり、周辺機器を損傷させる可能性がある。そのため、衝突エネルギー吸収装置の周囲にスペースを確保する必要がある。

[0006] そこで、本発明は、衝突エネルギーをどのように吸収するか設計が容易で、かつ、周囲のスペースが不要な衝突エネルギー吸収装置およびこれを備えた鉄道車両を提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0007] 前記課題を解決するために、本発明の鉄道車両用衝突エネルギー吸収装置は、衝突時に圧壊されるエネルギー吸収要素と、内部に前記エネルギー吸収要素を収容するように車両長手方向に延び、一端が鉄道車両の主構造物に支持される筐体であって、互いに重なり合う部分同士が結合された複数の筒状体で構成され、衝突時に前記筒状体同士の結合部が破断してテレスコピック式に縮む筐体と、を備える、ことを特徴とする。

[0008] 上記の構成によれば、筐体の筒状体同士の結合部を破断させるだけでエネルギー吸収要素を機能させることができるので、衝突エネルギーをどのように吸収するか設計が容易である。また、筒状体同士の結合部が破断すると筐体がテレスコピック式に縮むので、衝突エネルギー吸収装置の周囲にスペースを確保する必要がない。しかも、テレスコピック式に縮んだ筐体内には、圧壊したエネルギー吸収要素が保持されるので、エネルギー吸収要素の破片が飛び散ることを防止することができる。

[0009] また、本発明の鉄道車両は、上記の鉄道車両用衝突エネルギー吸収装置を備える、ことを特徴とする。

発明の効果

[0010] 本発明によれば、衝突エネルギーをどのように吸収するか設計が容易で、かつ、周囲のスペースが不要な衝突エネルギー吸収装置を提供できる。

図面の簡単な説明

[0011] [図1]図1 Aは第1実施形態の鉄道車両用衝突エネルギー吸収装置の縦断面図、図1 Bは図1 AのI-I線に沿った横断面図である。

[図2]図2 Aは第1実施形態の鉄道車両用衝突エネルギー吸収装置を備えた鉄道車両の正面図、図2 Bは同鉄道車両の先頭部分の側面図である。

[図3]ロール材の構成を説明するための図である。

[図4]衝突によって変形した衝突エネルギー吸収装置の縦断面図である。

[図5]第1実施形態の鉄道車両用衝突エネルギー吸収装置の荷重－変位特性を示すグラフである。

[図6]図6 Aおよび6 Bは衝突エネルギー吸収装置の配置位置の変形例を示す図である。

[図7]第2実施形態の鉄道車両用衝突エネルギー吸収装置の縦断面図である。

[図8]図8 Aは第3実施形態の鉄道車両用衝突エネルギー吸収装置の縦断面図、図8 Bは同衝突エネルギー吸収装置の背面図である。

[図9]ベースプレートを省略した鉄道車両用衝突エネルギー吸収装置の縦断面図である。

発明を実施するための形態

[0012] (第1実施形態)

図1 Aおよび1 Bに、第1実施形態の鉄道車両用衝突エネルギー吸収装置1 Aを示し、図2 Aおよび2 Bに、その衝突エネルギー吸収装置1 Aを備えた鉄道車両1 0を示す。

[0013] 図2 Aおよび2 Bに示す鉄道車両1 0は先頭車両であり、鉄道車両1 0の主構造物1 1の前面下部に、一対の衝突エネルギー吸収装置1 Aが連結器1 3を挟んで離間するように配置されている。より詳しくは、主構造物1 1は、台枠、側構体、妻構体および屋根構体を含み、一対の衝突エネルギー吸収装置1 Aは、台枠の前面の両端部から前方（車両長手方向の外方側）に突出している。衝突エネルギー吸収装置1 Aは、鉄道車両1 0の外装1 2で覆われていてもよいし、外装1 2から突出していてもよい。

[0014] ただし、衝突エネルギー吸収装置1 Aが装備される鉄道車両1 0は、必ずしも先頭車両である必要はない。例えば、図6 Aに示すように、衝突エネルギー吸収装置1 Aが装備される鉄道車両1 0は中間車両であってもよい。こ

の場合、衝突エネルギー吸収装置 1 A は、台枠の前面の両端部（図中の A 位置）に 2 つ配置されていてもよい。または、衝突エネルギー吸収装置 1 A は、妻構体の中間高さ位置の両側（図中の B 位置）に 2 つ、妻構体の中央のドアの上方（図中の C の位置）に 1 つ、台枠の両端部の下方（図中の D 位置）に 2 つ配置されていてもよい。衝突エネルギー吸収装置 1 A が台枠の下方に配置される場合は、後述するベースプレート 2 がブラケット（図示せず）を介して台枠に取り付けられてもよい。

[0015] あるいは、衝突エネルギー吸収装置 1 A は、図 6 B に示すように、鉄道車両 10（先頭車両と中間車両のどちらでもよい）の連結器 13 の後方（車両長手方向の内方側）に配置されていてもよい。この場合も、後述するベースプレート 2 がブラケット（図示せず）を介して台枠に取り付けられてもよい。

[0016] 図 1 A および 1 B に戻って、衝突エネルギー吸収装置 1 A は、衝突時に圧壊されるエネルギー吸収要素 4 と、このエネルギー吸収要素 4 を挟持するベースプレート 2 およびトッププレート 3 を含む。また、衝突エネルギー吸収装置 1 A は、ベースプレート 2 とトッププレート 3 の間でエネルギー吸収要素 4 を収容する筐体 5 を含む。

[0017] ベースプレート 2 は、鉄道車両 10 の主構造物 11 に取り付けられる、前後方向（車両長手方向）に扁平なプレートである。トッププレート 3 は、エネルギー吸収要素 4 を挟んでベースプレート 2 と対向する、前後方向に扁平なプレートである。本実施形態では、ベースプレート 2 およびトッププレート 3 は、同じ大きさの矩形状をなしている。ただし、ベースプレート 2 およびトッププレート 3 の大きさおよび形状は、互いに異なってもよい。例えば、ベースプレート 2 およびトッププレート 3 の一方または双方の形状は、円形状や楕円状であってもよい。

[0018] エネルギー吸収要素 4 は、座屈により衝突エネルギーを吸収可能なものであればどのような構造を有していてもよい。例えば、エネルギー吸収要素 4 は、炭素繊維強化プラスチック（CFRP）で構成された管であってもよい。

。本実施形態では、エネルギー吸収要素４は、図３に示すような金属製の中
空シート４５が巻き回されたロール材である。具体的に、中空シート４５は
、図１Ａおよび１Ｂに示すように、トッププレート３とベースプレート２を
結ぶ方向である車両長手方向に延びる中心軸４０回りに巻き回されている。
すなわち、エネルギー吸収要素４は、車両長手方向に延びる円柱状である。
ただし、エネルギー吸収要素４としてロール材以外のものを用いる場合は、
エネルギー吸収要素４は、例えば断面が四角形や八角形のような多角形状の
柱であってもよいし、円筒、円錐、角錐などであってもよい。また、エネル
ギー吸収要素４は、発泡樹脂からなる中実部材であってもよい。この場合、
エネルギー吸収要素４の形状としては種々の形状が採用可能である（例えば
、立方体）。

[0019] 中空シート４５は、平板４１と波板４２が積層された構造を有している。
平板４１および波板４２は、例えばアルミニウムからなる薄板である。波板
４２の波形は、台形状であってもよいし、パルス状であってもよいし、滑ら
かな曲線状であってもよい。

[0020] エネルギー吸収要素４であるロール材は、中央に前後方向（ロール材の軸
方向）に延びる貫通穴４ａを有している。トッププレート３およびベースプ
レート２には、貫通穴４ａに嵌合するガイド３１，２１がそれぞれ設けられ
ている。本実施形態では、ガイド３１，２１が、前後方向に延びるパイプで
あり、トッププレート３およびベースプレート２に設けられた穴に挿通され
た状態で、例えば溶接によりトッププレート３およびベースプレート２に固
定されている。

[0021] ただし、トッププレート３およびベースプレート２には必ずしもガイド３
１，２１に挿通される穴が設けられている必要はない。例えば、ガイド２１
，３１が中実の円柱であり、このガイド２１，３１が、トッププレート３お
よびベースプレート２の一方の主面に当接した状態で、トッププレート３お
よびベースプレート２を貫通するボルトによってトッププレート３およびベ
ースプレート２に固定されていてもよい。

[0022] さらに、本実施形態では、エネルギー吸収要素４であるロール材の両端面は、ベースプレート２およびトッププレート３に接着剤により接着されている。

[0023] 内部にエネルギー吸収要素４を収容する筐体５は、前後方向に延びており、その両端は、ベースプレート２およびトッププレート３に固定されている。すなわち、筐体５の一端は、ベースプレート２を介して鉄道車両１０の主構造物１１に支持される。

[0024] より詳しくは、筐体５は、前後方向を軸方向とする複数（図例では３つ）の筒状体５１で構成されている。各筒状体５１の断面形状は、本実施形態では矩形状であるが、六角形や八角形のような多角形状あるいは円形状であってもよい。

[0025] 本実施形態では、筒状体５１の大きさが、隣り合う筒状体５１の端部同士が重なり合うように、ベースプレート２に近づくにつれて次第に大きくなっている。そして、筒状体５１の重なり合う部分同士がリベット５２によって結合されている。ただし、筒状体５１の大きさは、本実施形態とは逆に、トッププレート３に近づくにつれて次第に大きくなっていてもよい。また、筒状体５１の重なり合う部分同士は、必ずしもリベット５２で結合されている必要はなく、例えば、スポット溶接やボルターナットで結合されていてもよい。

[0026] 両端の筒状体５１にはフランジ５３が設けられており、両端の筒状体５１は、そのフランジ５３によってベースプレート２またはトッププレート３に固定されている。トッププレート３に固定された、最も小さい筒状体５１の大きさは、エネルギー吸収要素４との間に、衝突時にエネルギー吸収要素４が押し潰されて径方向に拡大してもそれが収まるスペースが確保されるように設定されている。なお、筒状体５１同士の間隙および両端の筒状体５１とベースプレート２およびトッププレート３の間隙は、雨水の侵入を防ぐためにシール材でシールされていることが望ましい。

[0027] 筒状体５１同士の結合部であるリベット５２の強度は、鉄道車両１０の衝

突時にリベット 5 2 が破断するように設定されている。このため、衝突時には、リベット 5 2 が破断して、筐体 5 が図 4 に示すようにテレスコピック式に縮む。

[0028] このように、本実施形態では、リベット 5 2（筒状体 5 1 同士の結合部）を破断させるだけでエネルギー吸収要素 4 を機能させることができるので、衝突エネルギーをどのように吸収するか設計が容易である。換言すれば、リベット 5 2 が破断した後は、衝突エネルギーを主にエネルギー吸収要素 4 のみで吸収することができる。また、リベット 5 2 が破断すると筐体 5 がテレスコピック式に縮むので、衝突エネルギー吸収装置 1 A の周囲にスペースを確保する必要がない。しかも、テレスコピック式に縮んだ筐体 5 内には、圧壊したエネルギー吸収要素 4 が保持されるので、エネルギー吸収要素 4 の破片が飛び散ることを防止することができる。

[0029] 図 5 は、本実施形態の衝突エネルギー吸収装置 1 A の荷重－変位特性を示すグラフである。なお、図 5 では、エネルギー吸収要素 4 単体の荷重－変位特性を破線で示している。

[0030] 本実施形態では、エネルギー吸収要素 4 が、中空シート 4 5 が巻き回されたロール材であるため、図 5 中に破線で示すようにほぼ一定の荷重で圧壊する。これにより、衝突時の減速度の変化によって乗員（乗客および乗務員）に作用する慣性力が変動することを抑制することができる。

[0031] また、本実施形態では、エネルギー吸収要素 4 が、予め所定量だけ圧壊されている。「所定量」は、僅かであればよく、例えばエネルギー吸収要素 4 の圧壊前（製造時）の長さの $1/10$ 以下である。エネルギー吸収要素 4 が予め圧壊されていない場合には、衝突時にエネルギー吸収要素 4 が圧壊され始めるときの初期荷重が大きく立ち上がる。これに対し、本実施形態のようにエネルギー吸収要素 4 が予め圧壊されていれば、そのような初期荷重の立ち上りを抑えることができる。なお、予めの圧壊による効果は、エネルギー吸収要素 4 が金属で構成されていない場合でも同様に得ることができる。

[0032] そして、予め圧壊されたエネルギー吸収要素 4 は、見た目が良くなく、腐

食も発生し易いため、予め圧壊されたエネルギー吸収要素4を筐体5で囲めば、美観の向上およびエネルギー吸収要素4の腐食防止を図ることができる。

[0033] さらに、本実施形態では、エネルギー吸収要素4であるロール材の貫通穴4aに嵌合するガイド21, 31がベースプレート2およびトッププレート3に設けられているので、簡易な構成でロール材を保持することができる。

[0034] また、本実施形態では、ロール材の両端面が接着剤によりベースプレート2およびトッププレート3に接着されているので、多数の開口を有するロール材の端面を容易に固定することができる。しかも、エネルギー吸収要素4が筐体5に收容されているので、接着剤の劣化を防ぐことができる。なお、接着剤の接着力が低下したとしても、ベースプレート2およびトッププレート3に設けられたガイド21, 31によって、エネルギー吸収要素4をベースプレート2とトッププレート3の間に挟持し続けることができる。すなわち、通常走行時の耐久性に優れた構造を実現することができる。

[0035] (第2実施形態)

次に、図7を参照して、第2実施形態の鉄道車両用衝突エネルギー吸収装置1Bを説明する。なお、本実施形態ならびに後述する第3実施形態において、第1実施形態と同一構成要素には同一符号を付し、重複した説明は省略する。

[0036] 本実施形態では、ベースプレート2とトッププレート3の間に、2つのエネルギー吸収要素4および2つの筐体5が前後に並んで配置されている。具体的には、ベースプレート2とトッププレート3の間に中間プレート7が配置され、2つのエネルギー吸収要素4が中間プレート7を挟んだ状態でベースプレート2とトッププレート3の間に挟持されている。すなわち、本実施形態の衝突エネルギー吸収装置1Bは、第1実施形態の衝突エネルギー吸収装置1Aを前後に並べ、前方の衝突エネルギー吸収装置1Aのベースプレート2と後方の衝突エネルギー吸収装置1Bのトッププレート3として一枚の中間プレート7を用いた構成を有している。

[0037] 本実施形態でも、各エネルギー吸収要素４は中央に貫通穴４aを有するロール材である。そして、中間プレート７には、双方のエネルギー吸収要素４の貫通穴４aに嵌合するガイド７１が、中間プレート７を貫通するように設けられている。また、前方のエネルギー吸収要素４の後端面と後方のエネルギー吸収要素４の前端面は、接着剤により中間プレート７に接着されている。

[0038] 本実施形態のような構成でも、第１実施形態と同様の効果を得ることができる。また、本実施形態によれば、簡易な構成でエネルギー吸収要素４を直列に配列することができる。これにより、従来よりも大きな衝突エネルギーを吸収することができる。

[0039] (第３実施形態)

次に、図８Aおよび８Bを参照して、第３実施形態の鉄道車両用衝突エネルギー吸収装置１Cを説明する。本実施形態でも、エネルギー吸収要素４は中央に貫通穴４aを有するロール材である。そして、貫通穴４aに挿通されるワイヤ６によってエネルギー吸収要素４がトッププレート３およびベースプレート２に拘束されている。

[0040] 本実施形態では、トッププレート３におけるエネルギー吸収要素４の上側頂点と下側頂点に対応する位置に、２つのワイヤ挿通穴３２が設けられている。同様に、ベースプレート２におけるエネルギー吸収要素４の上側頂点と下側頂点に対応する位置に、２つのワイヤ挿通穴２３が設けられている。さらに、ベースプレート２の後側の主面には、ガイド２１に挿通される穴から各ワイヤ挿通穴２３へ延びる２つの溝２２が設けられている。ワイヤ６は、ワイヤ挿通穴２３、溝２２、ガイド２１の内部、貫通穴４a、ガイド３１の内部、ワイヤ挿通穴３２を通して配索され、エネルギー吸収要素４の外周面上で端部同士が締結される。

[0041] ただし、ワイヤ６の配索方法はこれに限られない。例えば、ベースプレート２にワイヤ挿通穴２３および溝２２が設けられておらず、ワイヤ６の一端がガイド２１に接合され、他端がエネルギー吸収要素４の外側でベースプレ

ト２に接合されていてもよい。あるいは、ベースプレート２上にワイヤ６を巻き取る巻き取り機構を設けてもよい。

[0042] 本実施形態のような構成でも、第１実施形態と同様の効果を得ることができ。また、本実施形態ではワイヤ６によってエネルギー吸収要素４が固定されているので、接着剤を用いた場合よりも通常走行時の耐久性を向上させることができる。

[0043] (その他の実施形態)

筐体５に収容されるエネルギー吸収要素４の数は、必ずしも１つである必要はなく、複数であってもよい。

[0044] また、筐体５は、必ずしも３つの筒状体５１で構成されている必要はなく、２つの筒状体５１で構成されていてもよい。ただし、筐体５が３つ以上の筒状体５１で構成されていれば、エネルギー吸収要素４を全長のおよそ２／３以上においてスムーズに圧壊させることができる。

[0045] さらに、ベースプレート２は、省略することも可能である。例えば、図９に示すように、筐体５の一端が鉄道車両１０の主構造物１１に直接固定されていてもよい。

産業上の利用可能性

[0046] 本発明の鉄道車両用衝突エネルギー吸収装置は、種々の車両に有用である。

符号の説明

[0047] １Ａ～１Ｃ 衝突エネルギー吸収装置

１０ 鉄道車両

１１ 主構造物

２ ベースプレート

２１ ガイド

３ トップレット

３１ ガイド

４ エネルギー吸収要素

- 4 a 貫通穴
- 4 0 中心軸
- 4 1 平板
- 4 2 波板
- 4 5 中空シート
- 5 筐体
- 5 1 筒状体
- 5 2 リベット（結合部）
- 6 ワイヤ

請求の範囲

- [請求項1] 衝突時に圧壊されるエネルギー吸収要素と、
内部に前記エネルギー吸収要素を収容するように車両長手方向に延び、一端が鉄道車両の主構造物に支持される筐体であって、互いに重なり合う部分同士が結合された複数の筒状体で構成され、衝突時に前記筒状体同士の結合部が破断してテレスコピック式に縮む筐体と、
を備える、鉄道車両用衝突エネルギー吸収装置。
- [請求項2] 前記筐体は、3つ以上の筒状体で構成されている、請求項1に記載の鉄道車両用衝突エネルギー吸収装置。
- [請求項3] 前記エネルギー吸収要素は、平板と波板が積層された中空シートが、車両長手方向に延びる中心軸回りに巻き回されたロール材である、請求項1または2に記載の鉄道車両用衝突エネルギー吸収装置。
- [請求項4] 鉄道車両の主構造物に取り付けられる、前記筐体の一端が固定されたベースプレートと、
前記ベースプレートと共に前記エネルギー吸収要素を挟持するトッププレートと、をさらに備え、
前記ロール材の両端面は、前記ベースプレートおよび前記トッププレートに接着剤により接着されている、請求項3に記載の鉄道車両用衝突エネルギー吸収装置。
- [請求項5] 鉄道車両の主構造物に取り付けられる、前記筐体の一端が固定されたベースプレートと、
前記ベースプレートと共に前記エネルギー吸収要素を挟持するトッププレートと、をさらに備え、
前記ロール材は、中央に貫通穴を有し、
前記ベースプレートおよび前記トッププレートには、前記貫通穴に嵌合するガイドが設けられている、請求項3または4に記載の鉄道車両用衝突エネルギー吸収装置。
- [請求項6] 鉄道車両の主構造物に取り付けられる、前記筐体の一端が固定され

たベースプレートと、

前記ベースプレートと共に前記エネルギー吸収要素を挟持するトッププレートと、をさらに備え、

前記ロール材は、中央に貫通穴を有し、この貫通穴に挿通されるワイヤによって前記トッププレートおよび前記ベースプレートに拘束されている、請求項3に記載の鉄道車両用衝突エネルギー吸収装置。

[請求項7] 前記エネルギー吸収要素は、予め所定量だけ圧壊されている、請求項1～6のいずれか一項に記載の鉄道車両用衝突エネルギー吸収装置。

[請求項8] 請求項1～7のいずれか一項に記載の鉄道車両用衝突エネルギー吸収装置を備える鉄道車両。