

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6625545号
(P6625545)

(45) 発行日 令和1年12月25日(2019.12.25)

(24) 登録日 令和1年12月6日(2019.12.6)

(51) Int.Cl.	F 1
F 1 6 F 7/12 (2006.01)	F 1 6 F 7/12
B 6 O R 19/18 (2006.01)	B 6 O R 19/18 A
B 6 2 D 21/15 (2006.01)	B 6 2 D 21/15 C
F 1 6 F 7/00 (2006.01)	F 1 6 F 7/00 J

請求項の数 8 (全 15 頁)

(21) 出願番号	特願2016-554139 (P2016-554139)	(73) 特許権者	000006655
(86) (22) 出願日	平成27年10月16日 (2015.10.16)		日本製鉄株式会社
(86) 国際出願番号	PCT/JP2015/079348		東京都千代田区丸の内二丁目6番1号
(87) 国際公開番号	W02016/060255	(74) 代理人	100099759
(87) 国際公開日	平成28年4月21日 (2016.4.21)		弁理士 青木 篤
審査請求日	平成29年3月22日 (2017.3.22)	(74) 代理人	100123582
審査番号	不服2018-9715 (P2018-9715/J1)		弁理士 三橋 真二
審査請求日	平成30年7月13日 (2018.7.13)	(74) 代理人	100187702
(31) 優先権主張番号	特願2014-212631 (P2014-212631)		弁理士 福地 律生
(32) 優先日	平成26年10月17日 (2014.10.17)	(74) 代理人	100162204
(33) 優先権主張国・地域又は機関	日本国 (JP)		弁理士 齋藤 学
		(72) 発明者	澤 靖典
			東京都千代田区丸の内二丁目6番1号 新日鐵住金株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 衝撃吸収部材

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

軸方向に負荷される衝撃荷重を吸収する衝撃吸収部材あって、
 上記衝撃吸収部材は、
 金属板から構成され、上記軸方向と垂直な断面での形状が多角形状である本体と、
 金属板から構成され、上記本体内の中空部に前記軸方向に沿って設けられる中板と
 を備え、
 上記本体の上記多角形状は、互いに対向する一対の長辺を有し、
 上記中板は、上記本体の上記多角形状の各長辺に接合され、
 上記本体の板厚 t_1 (mm)、上記中板の板厚 t_2 (mm) が下記 (1) 式を満足する
 ことを特徴とする衝撃吸収部材。

$$1.3 \times t_1 \leq t_2 \leq \dots (1)$$

【請求項 2】

前記本体の板厚が 2.3 mm 以下であることを特徴とする請求項 1 に記載の衝撃吸収部材。

【請求項 3】

前記一対の長辺は、いずれも、前記長辺の幅 W_1 (mm) が下記 (2) 式を満足することを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の衝撃吸収部材。

$$W_1 / t_1 \leq 2.0 \dots (2)$$

【請求項 4】

前記本体は、1枚の金属板からなり、
 前記中板は、前記本体の前記多角形状の各長辺に重ね合わせ溶接によって接合され、
 前記一对の長辺は、いずれも、前記中板の幅方向の中央位置における前記中板の板厚中心から前記長辺の両端点までの前記長辺の幅方向に沿う距離 $d1a$ (mm) 及び $d1b$ (mm) が下記(3)式を満足することを特徴とする請求項1~3のいずれか1項に記載の衝撃吸収部材。

$$0.5 \leq d1a / d1b \leq 2 \quad \dots (3)$$

【請求項5】

前記本体は、前記多角形状の一部となる第1の金属板、及び、前記多角形状の残部となる第2の金属板から構成され、

10

前記第1の金属板及び前記第2の金属板は、前記多角形状の各長辺で前記中板とともに重ね合わせ溶接によって接合され、

前記一对の長辺は、いずれも、前記中板の幅方向の中央位置における前記中板の板厚中心から前記第1の金属板における前記長辺の端点までの前記長辺の幅方向に沿う距離 $d3a$ (mm)、及び、前記中板の幅方向の中央位置における前記中板の板厚中心から前記第2の金属板における前記長辺の端点までの前記長辺の幅方向に沿う距離 $d3b$ (mm) が下記(4)式を満足することを特徴とする請求項1~3のいずれか1項に記載の衝撃吸収部材。

$$0.5 \leq (d3a / t1a) / (d3b / t1b) \leq 2 \quad \dots (4)$$

ただし、 $t1a$ (mm) は第1の金属板の板厚、 $t1b$ (mm) は第2の金属板の板厚である。

20

【請求項6】

前記本体を構成する金属板は、引張強度 780 MPa 以上の鋼板であることを特徴とする請求項1~5のいずれか1項の衝撃吸収部材。

【請求項7】

前記中板を構成する金属板のヤング率が 180 GPa 以上であることを特徴とする請求項1~6のいずれか1項の衝撃吸収部材。

【請求項8】

自動車のクラッシュボックス、又はフロントサイドメンバー、リアサイドメンバー、サイドシル、若しくはフロアクロスメンバーであることを特徴とする請求項1~7のいずれか1項の衝撃吸収部材。

30

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、軸方向に負荷される衝撃荷重を周期的な座屈によって吸収する衝撃吸収部材に関する。

【背景技術】

【0002】

自動車や鉄道、船舶等の輸送機械では、衝撃吸収部材が用いられる。その衝撃吸収部材は、衝突時に衝撃荷重を受けて変形することによって衝突のエネルギーを吸収でき、これに伴って乗員の安全を確保できる。このような衝撃吸収部材として、例えば、自動車の骨格部材やクラッシュボックスがある。

40

【0003】

図1は、自動車における骨格部材およびクラッシュボックスの配置を模式的に示す斜視図である。同図に示すように、自動車の側部には、フロントサイドメンバー2、リアサイドメンバー3及びサイドシル7が配置されている。これらの部材は、いずれも、自動車の前後方向に沿って設けられる。フロントサイドメンバー2は自動車の側部のうちの前部に、リアサイドメンバー3は自動車の側部のうちの後部に、サイドシル7は自動車の側部のうちの中間部に配置される。

【0004】

50

自動車の前後方向の中間部には、床（フロア）が設けられる。そのフロアには、フロアクロスメンバー（４、４'）が配置され、フロアクロスメンバー（４、４'）は自動車の幅方向に延びる。

【 0 0 0 5 】

クラッシュボックス（１ a、１ b）は、上述の骨格部材で構成されるフレームの先端に配置される。より具体的には、第１のクラッシュボックス１ aがフロントサイドメンバー２の前端に設けられ、第２のクラッシュボックス１ bがリアサイドメンバー３の後端に設けられる。

【 0 0 0 6 】

これらのフロントサイドメンバー２、リアサイドメンバー３、サイドシル７及びフロアクロスメンバー（４、４'）といった骨格部材、並びに、クラッシュボックス（１ a、１ b）は、衝突時にそれらの軸方向に負荷される場合がある。この場合、それらの部材が軸方向に蛇腹状に縮むように座屈変形することにより、衝撃荷重を吸収する。

【 0 0 0 7 】

このような衝撃吸収部材は、材料である金属板を曲げや重ね合わせ溶接することによって作製できる。金属板から作製される衝撃吸収部材は、筒状である。すなわち、軸方向と垂直な断面での形状が閉じている。このため、衝撃吸収部材は、その内部が中空である。

【 0 0 0 8 】

衝撃荷重を周期的な座屈によって吸収する衝撃吸収部材に関し、従来から種々の提案がなされている。

【 0 0 0 9 】

特許文献１には、クラッシュボックスが記載されている。そのクラッシュボックスは、中空断面を形成する部材に加え、中空断面の上下方向の中央付近で中空領域を上下に仕切るように水平状に延びた中板を備える。中板を備えることにより、クラッシュボックスが衝突時に座屈して潰れずに、折れ曲がるのが抑制されるとしている。その構成例では、中空断面を形成する部材（第１の部材、第２の部材）および中板を構成する第３の部材は、それらの金属板の板厚がいずれも同じである。

【 0 0 1 0 】

特許文献２にも、クラッシュボックスが記載されている。そのクラッシュボックスは、フロントサイドメンバーとその車両前方側のバンパメンバーとの間に配置される。また、クラッシュボックスは、筒状のボックス本体と、ボックス本体の互いに対向した一对の対向壁部を連結するリンフォースとを備える。このようにボックス本体の中空部にリンフォースを設ければ、クラッシュボックスの性能を目標とする性能に設定する場合、リンフォースの形状や大きさによって所望の性能に設定できるとしている。この特許文献２では、ボックス本体及びリンフォースに用いられる金属板の板厚について、何ら検討されていない。

【 先行技術文献 】

【 特許文献 】

【 0 0 1 1 】

【 特許文献 1 】 特許 4 7 6 6 4 2 2 号 公 報

【 特許文献 2 】 特許 5 1 6 8 4 7 7 号 公 報

【 発明の概要 】

【 発明が解決しようとする課題 】

【 0 0 1 2 】

衝撃吸収部材は、前述のとおり、金属板から作製される場合がある。この場合、軸方向と垂直な断面での形状は、閉じており、例えば、多角形状である。このため、衝撃吸収部材は、その内部が中空である。

【 0 0 1 3 】

このような金属板から作製される衝撃吸収部材において、軸圧潰性能を確保する方法として、断面形状が矩形形状であれば、短辺の直線部の幅 W_p （後述の図 2（b）参照、単位

10

20

30

40

50

: mm) と板厚 t (mm) との比 (W_p / t) を小さくする方法を採用できる。この方法では、 W_p / t を小さくすることによって座屈波長が短くなり、衝撃吸収部材の吸収エネルギーを増加させることができる。

【0014】

また、辺と辺とを繋ぐ稜線部の断面積の合計を増加させる方法も採用できる。この方法では、座屈荷重が高くなるとともに座屈挙動が安定し、衝撃吸収部材の吸収エネルギーを増加させることができる。

【0015】

一方、特許文献1及び2には、中空部に軸方向に沿って、中板やリネオースといった金属板材を設けることが記載されている。以下では、中空部を形成する金属板材を「本体」ともいい、中空部に軸方向に沿って設けられる金属板材を「中板」ともいう。

10

【0016】

このように、衝撃吸収部材を本体及び中板で構成すれば、本体によるエネルギーの吸収を中板が補助することが可能となる。このため、衝撃吸収部材の吸収エネルギーを大きくすることができ、例えば、大型車の衝撃吸収部材において有効である。

【0017】

衝撃吸収部材を本体及び中板で構成する場合、エネルギーの吸収を主に本体が担い、補助的に中板が担う。このため、中板の板厚は、本体の板厚より薄い。あるいは、特許文献1の構成例で示されるように、中板の板厚は、本体の板厚と同じである。

【0018】

20

ところで、自動車では、燃費向上の観点から、部品の軽量化が要求されている。このため、衝撃吸収部材では、吸収エネルギーを確保しつつ軽量化することが要求されている。

【0019】

本発明は、このような問題に鑑みてなされたものであり、吸収エネルギーを確保しつつ軽量化できる衝撃吸収部材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】

【0020】

本発明者らは、衝撃吸収部材を、吸収エネルギーを確保しつつ軽量化する方法について、鋭意検討した。

【0021】

30

衝撃吸収部材を軽量化するためには、本体の板厚を薄くすることが考えられる。しかしながら、一般的に本体の板厚を薄くすれば、衝撃吸収部材が衝撃荷重を受けた場合、変形は面外変形（閉じた断面の外側に向かう変形）に支配され、衝撃吸収エネルギーは小さくなる。

【0022】

本発明者らの検討の結果、衝撃吸収部材の中板を適切に設計すれば、中板の両側で位相が異なる座屈変形を発生させ、変形の振幅を小さく、波長を短くすることが可能であることを見出した。これにより、衝撃吸収部材が衝撃荷重を受けた場合の変形は座屈が支配的となり、その結果、衝撃吸収部材の吸収エネルギーが増加するのみならず、単位質量当たりの吸収エネルギーを増加させることができる。したがって、本体の板厚を薄くした場合でも、吸収エネルギーを確保することができ、吸収エネルギーを確保しつつ軽量化を行うことが可能となることが分かった。

40

【0023】

本発明は上記の知見に基きなされたものであって、その要旨は以下のとおりである。

【0024】

[1] 軸方向に負荷される衝撃荷重を吸収する衝撃吸収部材あって、上記衝撃吸収部材は、金属板から構成され、上記軸方向と垂直な断面での形状が多角形状である本体と、金属板から構成され、上記本体内の中空部に前記軸方向に沿って設けられる中板とを備え、上記本体の上記多角形状は、互いに対向する一对の長辺を有し、上記中板は、上記本体の上記多角形状の各長辺に接合され、上記本体の板厚が2mm以下であり、上記中板の板厚

50

が上記本体の板厚よりも厚いことを特徴とする衝撃吸収部材。

【0025】

[2] 前記本体の板厚が2.3mm以下であることを特徴とする前記[1]の衝撃吸収部材。

【0026】

[3] 前記本体の板厚 t_1 (mm)、前記中板の板厚 t_2 (mm)が下記(1)式を満足することを特徴とする前記[1]又は[2]の衝撃吸収部材。

$$1.3 \times t_1 \leq t_2 \quad \dots (1)$$

【0027】

[4] 前記一对の長辺は、いずれも、前記長辺の幅 W_1 (mm)が下記(2)式を満足することを特徴とする前記[1]～[3]のいずれかの衝撃吸収部材。

$$W_1 / t_1 \leq 20 \quad \dots (2)$$

【0028】

[5] 前記本体は、1枚の金属板からなり、前記中板は、前記本体の前記多角形状の各長辺に重ね合わせ溶接によって接合され、前記一对の長辺は、いずれも、前記中板の幅方向の中央位置における前記中板の板厚中心から前記長辺の両端点までの前記長辺の幅方向に沿う距離 d_{1a} (mm)及び d_{1b} (mm)が下記(3)式を満足することを特徴とする前記[1]～[4]のいずれかの衝撃吸収部材。

$$0.5 \leq d_{1a} / d_{1b} \leq 2 \quad \dots (3)$$

【0029】

[6] 前記本体は、前記多角形状の一部となる第1の金属板、及び、前記多角形状の残部となる第2の金属板から構成され、前記第1の金属板及び前記第2の金属板は、前記多角形状の各長辺で前記中板とともに重ね合わせ溶接によって接合され、前記一对の長辺は、いずれも、前記中板の幅方向の中央位置における前記中板の板厚中心から前記第1の金属板における前記長辺の端点までの前記長辺の幅方向に沿う距離 d_{3a} (mm)、及び、前記中板の幅方向の中央位置における前記中板の板厚中心から前記第2の金属板における前記長辺の端点までの前記長辺の幅方向に沿う距離 d_{3b} (mm)が下記(4)式を満足することを特徴とする前記[1]～[5]のいずれかの衝撃吸収部材。

$$0.5 \leq (d_{3a} / t_{1a}) / (d_{3b} / t_{1b}) \leq 2 \quad \dots (4)$$

ただし、 t_{1a} (mm)は第1の金属板の板厚、 t_{1b} (mm)は第2の金属板の板厚である。

【0030】

[7] 前記本体を構成する金属板は、引張強度780MPa以上の鋼板であることを特徴とする前記[1]～[6]のいずれかの衝撃吸収部材。

【0031】

[8] 前記中板を構成する金属板のヤング率が180GPa以上であることを特徴とする前記[1]～[7]のいずれかの衝撃吸収部材。

【0032】

[9] 自動車のクラッシュボックス、又はフロントサイドメンバー、リアサイドメンバー、サイドシル、若しくはフロアクロスメンバーであることを特徴とする前記[1]～[8]のいずれかの衝撃吸収部材。

【発明の効果】

【0033】

本発明の衝撃吸収部材は、中板の両側で位相が異なる座屈変形が発生し、その変形の振幅が小さくなるとともに波長が短くなる。これにより、衝撃吸収部材の吸収エネルギーが増加するのみならず、単位質量当たりの吸収エネルギーを増加させることができる。したがって、本体の板厚を薄くした場合でも、吸収エネルギーを確保することができ、吸収エネルギーを確保しつつ軽量化を行うことが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【0034】

10

20

30

40

50

【図 1】図 1 は、自動車における骨格部材及びクラッシュボックスの配置を模式的に示す斜視図である。

【図 2】図 2 は、本発明の衝撃吸収部材の構成例を示す模式図であり、同図 (a) は正面図、同図 (b) は A - A 断面図である。

【図 3】図 3 は、中板の板厚を変化させた場合の本体の板厚と単位質量当たりの吸収エネルギーとの関係を示す図である。

【図 4】図 4 は、本体が 1 枚の金属板からなる場合の別の構成例を示す断面図であり、同図 (a) は、中板の直線状部が本体の長辺に対して非垂直である構成例を示し、同図 (b) は、本体が台形状である構成例を示す。

【図 5】図 5 は、本体が 2 枚の金属板からなる場合の構成例を模式的に示す断面図である。

10

【図 6】図 6 は、実施例の荷重と変位 (軸方向変位) との関係を示す図である。

【図 7】図 7 は、比較例 1 及び比較例 2 における衝撃吸収部材の長辺面における X 方向の変位を示す図である。

【図 8】図 8 は、本発明例 1 及び比較例 2 における衝撃吸収部材の長辺面における X 方向の変位を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【 0 0 3 5 】

以下に、本実施形態の衝撃吸収部材について、図面を参照しながら説明する。

【 0 0 3 6 】

20

図 2 は、本発明の衝撃吸収部材の構成例を示す模式図であり、(a) は正面図、(b) は A - A 断面図である。図 2 に示す衝撃吸収部材 1 0 は、本体 2 0 と、中板 3 0 とを備える。

【 0 0 3 7 】

本体 2 0 は、軸方向と垂直な断面での形状が多角形状である。図 2 (b) に示す本体 2 0 は、断面形状が四角形状である。本体 2 0 は断面形状が閉じており、筒状である。

【 0 0 3 8 】

多角形状の各辺は、直線状であり、隣り合う辺と円弧で接続されている。また、多角形状は、互いに対向する一对の長辺を有する。ここで、長辺とは、多角形状の各辺のうち、最も長い辺のことをいう。図 2 (b) に示す本体 2 0 の多角形状では、第 1 長辺 2 0 a 及び第 2 長辺 2 0 b が一对の長辺に該当する。第 1 長辺 2 0 a 及び第 2 長辺 2 0 b は、それら以外の辺と比べ、長い。

30

【 0 0 3 9 】

長辺において、金属板は連続している必要はなく、途中で接続部を含んでもよい。図 2 (b) では、第 2 長辺 2 0 b は連続した金属板からなるが、第 1 長辺 2 0 a は、金属板が長辺上で連続しておらず、途中で接続部を含む。本発明の多角形状は、このような構成でもかまわない。

【 0 0 4 0 】

中板 3 0 は、本体 2 0 内の中空部に軸方向に沿って設けられる。その中板 3 0 は、本体 2 0 と接合される 2 箇所の際部と、それらの両縁部間に設けられる直線状部とを有し、両縁部と直線状部とは、それぞれ円弧で接続される。

40

【 0 0 4 1 】

また、中板 3 0 は、本体の多角形状の各長辺 (2 0 a 、 2 0 b) に接合される。具体的には、本体 2 0 が形成する多角形状の第 1 長辺 2 0 a の中間から第 2 長辺 2 0 b の中間に至るように設けられる。図 2 (b) に示す衝撃吸収部材では、中板 3 0 の両縁部が、多角形状の第 1 長辺 2 0 a の中間及び多角形状の第 2 長辺 2 0 b の中間で、本体 2 0 と重ね合わされて溶接される。

【 0 0 4 2 】

このような構成例を採用できる本実施形態の衝撃吸収部材では、本体 2 0 の板厚は 2 . 3 mm 以下であり、中板 3 0 の板厚は、本体 2 0 の板厚より厚い。

50

【 0 0 4 3 】

中板 3 0 の板厚を本体 2 0 の板厚より厚くすることにより、衝撃吸収部材に衝撃荷重が加わった際の本体の面外変形を抑え、連続的な座屈変形を生じさせることができるので、本体 2 0 の板厚を薄くしても、吸収エネルギーを大きくすることができる。

【 0 0 4 4 】

図 3 は、中板の板厚を変化させた場合の本体の板厚と単位質量当たりの吸収エネルギーとの関係を示す図である。図 3 における中板の板厚が 2 mm の場合は、その試験を後述の実施例の本発明例に準拠して行った。また、中板の板厚が 1 mm の場合は、その試験を後述の実施例の比較例 1 に準拠して行った。中板なしの場合は、その試験を、中板を設けることなく、後述の実施例の比較例 2 に準拠して行った。いずれの場合でも、本体の板厚を 0.8 ~ 2.0 mm の範囲で変化させた。図 3 に示す単位質量当たりの吸収エネルギー（単位なし）は、単位質量当たりの吸収エネルギー（kJ/kg）を、本体の板厚を 0.8 mm とし、中板を設けない場合の単位質量当たりの吸収エネルギー（kJ/kg）で除したものである。すなわち、本体の板厚を 0.8 mm とし、中板を設けない場合の単位質量当たりの吸収エネルギーを基準とし、相対値で示す。

10

【 0 0 4 5 】

図 3 から、単位質量当たりの吸収エネルギーは、中板の板厚によって変化することが分かる。具体的には、中板の板厚が厚いほど、単位質量当たりの吸収エネルギーが大きくなる。すなわち、中板の板厚を増加させれば、単位質量当たりの吸収エネルギーを向上させることができる。

20

【 0 0 4 6 】

しかしながら、中板の板厚が増加すると衝撃吸収部材の質量が大きくなるので、質量の増加と吸収エネルギーの向上のバランスを考慮して本体と中板の板厚を決めればよい。質量の増加と吸収エネルギーの向上のバランスを考慮すると、本体の板厚 t_1 、中板の板厚 t_2 が、下記 (1) 式を満足することが好ましい。

【 0 0 4 7 】

$$1.3 \times t_1 \quad t_2 \quad \dots (1)$$

【 0 0 4 8 】

続いて、本実施形態の衝撃吸収部材の変形挙動を、従来の衝撃吸収部材の変形挙動と対比しつつ説明する。

30

【 0 0 4 9 】

本実施形態の衝撃吸収部材は、軸方向に蛇腹状に縮むような周期的な座屈変形により、衝撃荷重を吸収する。具体的には、図 2 に示す衝撃吸収部材であれば、中板との接合部（重ね合わせ溶接部）を含む本体の長辺（面、符号：20a、20b）が、その長辺（面）と垂直な方向（図 2 の X 方向）に変位が生じるように変形することにより、蛇腹状に変形する。

【 0 0 5 0 】

図 7 は、従来の衝撃吸収部材の長辺面における X 方向の変位を示す図であり、後述の比較例 1 の試験結果を示す図である。比較例 1 では、本体の板厚を 0.8 mm、中板の板厚を 1.0 mm と、本体の板厚と中板の板厚とを同程度とした。図 7 には、比較例 2 の試験結果を併せて示している。比較例 2 は、中板を設けなかった例である。図 7 に示す X 方向変位は、長辺面における変位であり、その長辺面のうちで中板の両側（図 2 (a) の P1 及び P2）についてそれぞれ示している。

40

【 0 0 5 1 】

図 7 に示すように、従来の衝撃吸収部材（比較例 1）では、変位による波形（座屈の周期）が中板の両側（P1、P2）で同位相となる。ここで、従来の衝撃吸収部材では、中板の板厚が本体の板厚より、薄い又は同程度である。このため、中板の剛性が本体の剛性と比べて低くなり、その結果、変位による波形が中板の両側で同位相となる。

【 0 0 5 2 】

また、中板は、本体の長辺面に追従するように変形する。このため、従来の衝撃吸収部

50

材では、中板を設けていない場合（図7の比較例2）と、波長が同程度となる。その結果、中板を設けることにより吸収エネルギーは増加するが、単位質量当たりの吸収エネルギーは概ね変化しない。

【0053】

なお、比較例1は、本体の板厚が0.8mm、中板の板厚が1.0mmであり、厳密には、中板の板厚は、本体の板厚と比べて僅かに厚い。このように中板の板厚が本体の板厚と同程度の場合の変形挙動は、試験結果を省略するが、従来の衝撃吸収部材、すなわち、中板の板厚が本体の板厚と比べて薄い場合及び中板の板厚が本体の板厚と同じである場合と同様である。

【0054】

図8は、本発明に係る衝撃吸収部材におけるX方向の変位を示す図であり、後述の本発明例1の試験結果を示す図である。本発明例1では、本体の板厚を0.8mm、中板の板厚を2.0mmと、中板の板厚を本体より厚くした。図8には、比較例2の試験結果を併せて示している。比較例2は、中板を設けなかった例である。図8に示すX方向変位は、本体の長辺面における変位であり、その長辺面のうちで中板の両側（図2(a)のP1及びP2）についてそれぞれ示している。

【0055】

図8に示すように、本実施形態の衝撃吸収部材では、変位による波形の一部が中板の両側で逆位相となる。これは、本実施形態の衝撃吸収部材では、中板の板厚が本体の板厚より厚いことから、中板の剛性が高いことによる。

【0056】

このため、中板は、本体の長辺面に追従するように変形するが、その変形は大幅に低減される。この場合、本体の長辺面は、中板の両側でそれぞれ独立して変形することが可能となる。その結果、本体の長辺面の一部は、中板の両側で逆位相となるように変形する。また、中板を設けていない場合（図8の比較例2）と比べ、変位による波形の振幅が小さくなるとともに波長が短くなる。これらから、本実施形態の衝撃吸収部材は、吸収エネルギーが増加するのみならず、単位質量当たりの吸収エネルギーを増加させることができる。

【0057】

このように、本実施形態の衝撃吸収部材は、単位質量当たりの吸収エネルギーも増加させることができるので、本体の板厚を薄くした場合でも、吸収エネルギーを確保することができる。このため、吸収エネルギーを確保しつつ軽量化を行うことが可能となる。

【0058】

本体20の板厚 t_1 及び中板30の板厚 t_2 が前記(1)式を満足すれば、すなわち、板厚 t_2 が $(1.3 \times t_1)$ 以上であれば、本体に対する中板の剛性を確保できる。このため、図8を参照しながら説明したような変形挙動が発生し、吸収エネルギーが増加するのみならず、単位質量当たりの吸収エネルギーも増加させることができる。この単位質量当たりの吸収エネルギーを増加させる効果を向上させる観点から、板厚 t_2 は $(1.4 \times t_1)$ 以上とするのが好ましく、 $(1.5 \times t_1)$ 以上とするのがより好ましい。

【0059】

一方、中板の板厚を厚くすることによる効果は、板厚 t_2 が $(8 \times t_1)$ を超えると飽和する傾向を有する。このため、板厚 t_2 は $(8 \times t_1)$ 以下とするのが好ましく、 $(5 \times t_1)$ 以下とするのがより好ましい。

【0060】

図3を用いて説明したとおり、本体の板厚が薄いほど、中板の板厚増加によって単位質量当たりの吸収エネルギーが向上する効果が大きい。部品の軽量化の観点から、本体の板厚は、2.3mm以下が好ましく、2.0mm以下がより好ましく、1.6mm以下がさらに好ましい。

【0061】

本体は、軸方向と垂直な断面での形状が多角形状である。例えば、前述の構成例のよう

10

20

30

40

50

に四角形状とすることができる。四角形状とする場合、矩形状や台形状、平行四辺形状としてもよい。また、四角形状以外の多角形状とすることができ、例えば、六角形状としてもよい。

【0062】

一对の長辺(20a、20b)は、いずれも、長辺の幅W1(mm)が下記(2)式を満足するのが好ましい(図2(b)参照)。本実施形態において、「長辺の幅W1」は、稜線部を除いた直線状の部分の長さを意味する。

【0063】

$$W1 / t1 \geq 20 \quad \dots (2)$$

【0064】

本体の一对の長辺は、いずれも、中板が接合される。それらの長辺の幅W1が、いずれも、本体の板厚t1に対する割合(W1/t1)で20以上であれば、本体の長辺面が変形する際に中板の両側でそれぞれ独立して変形するための幅が十分に確保できる。このため、本実施形態による単位質量当たりの吸収エネルギーを増加させる効果が安定する。その効果をより安定させる観点から、W1/t1は、25以上とするのが好ましい。

【0065】

一方、W1/t1は、200を超えると、単位質量当たりの吸収エネルギーを増加させる効果が飽和する。このため、W1/t1は、200以下とするのが好ましい。

【0066】

本体と中板との接合は、衝突時に本体と中板とが分離することなく、一体で変形できる限り、種々の方法により行うことができ、例えば、重ね合わせ溶接を採用できる。この場合、例えば、連続溶接や所定ピッチでのスポット溶接を採用できる。

【0067】

本体は、例えば、単一の金属板から作製することができる。この場合、金属板を断面が多角形状になるように折り曲げ、前記図2に示すように、その両端を中板とともに重ね合わせ溶接すればよい。

【0068】

このように本体20が一枚の金属板からなるとともに、重ね合わせ溶接で接合する場合、一对の長辺(20a、20b)は、いずれも、中板30の幅方向の中央位置における中板30の板厚中心Cから長辺(20a、20b)の両端点までの長辺(20a、20b)の幅方向に沿う距離d1a(mm)及びd1b(mm)が下記(3)式を満足するのが好ましい。

【0069】

$$0.5 \leq d1a / d1b \leq 2 \quad \dots (3)$$

【0070】

d1a(mm)及びd1b(mm)について、中板の直線状部が本体の長辺に対して非垂直である構成例や本体が台形状である構成例を参照しながら説明する。

【0071】

図4は、本体が1枚の金属板からなる場合の別の構成例を示す断面図であり、(a)は、中板の直線状部が本体の長辺に対して非垂直である構成例、(b)は、本体が台形状である構成例である。(a)に示す構成例では、本体20の断面形状が矩形状である。一方、中板30は、その直線状部が本体の長辺に対して非垂直である。(b)に示す構成例では、本体が台形状であり、中板30が、その直線状部が本体の長辺に対して非垂直である。

【0072】

図2(b)、図4(a)及び図4(b)に示すように、距離d1a及び距離d1bは、中板30の幅方向の中央位置における中板30の板厚中心Cから長辺(20a、20b)の両端点までの距離である。このような距離d1a及び距離d1bは、いずれも、長辺(20a、20b)の幅方向の距離である。換言すると、距離d1a及び距離d1bは、中板30の幅方向の中央位置における中板30の板厚中心Cから長辺(20a、20b)の

10

20

30

40

50

板厚中心線へ垂線を下ろし、その垂線と長辺（20a、20b）の板厚中心線との交点から長辺（20a、20b）の両端点までの直線距離である。

【0073】

本実施形態において、「中板の幅方向の中央位置」は、中板のうちで直線状部の幅方向の中央位置を意味する。また、本実施形態において、「長辺の端点」は、稜線部を除いた直線状の部分の端点を意味する。

【0074】

(3)式を満足することにより、本体の長辺に関する距離（d1a、d1b）がいずれも好適となり、本体の長辺面が変形する際に中板の両側でそれぞれ独立して変形するための幅が十分に確保できる。このため、本実施形態による単位質量当たりの吸収エネルギーを増加させる効果が安定する。

10

【0075】

本体は、2枚の金属板を重ね合わせ溶接することによって作製することもでき、この場合、2枚の金属板の板厚が異なってもよい。

【0076】

図5は、本体が2枚の金属板からなる場合の構成例を模式的に示す断面図である。図5に示す本体20は、第1の金属板21と第2の金属板22とからなる。第1の金属板21は、多角形状の一部となり、第2の金属板22は、多角形状の残部となる。換言すると、本体20は、各長辺（20a、20b）の中間で、すなわち、中板30が溶接される部位で、第1の金属板21と第2の金属板22の2つに分割される。このため、重ね合わせ溶接される部位では、本体の第1の金属板21および第2の金属板22が、中板30とともに重ね合わせられた状態で溶接される。

20

【0077】

このように本体が重ね合わせ溶接された2枚の金属板からなり、かつ、2枚の金属板の板厚が異なる場合、前述の本実施形態の変形挙動を得るために、2枚の金属板のいずれの板厚も(1)式を満足する必要がある。また、中板の板厚t2は、本体の2枚の金属板のいずれに対しても、(1.4×t1)以上であるのが好ましく、(1.5×t1)以上であるのがより好ましい。一方、中板の板厚t2は、本体の2枚の金属板のいずれに対しても、(8×t1)以下であるのが好ましく、(5×t1)以下であるのがより好ましい。さらに、本体は、2枚の金属板のいずれの板厚も、2.3mm以下であるのが好ましく、1.6mm以下であるのがより好ましい。

30

【0078】

本体が重ね合わせ溶接された2枚の金属板からなる場合、一对の長辺（20a、20b）は、いずれも、距離d3a（mm）及び距離d3b（mm）が下記(4)式を満足するのが好ましい。ここで、距離d3aは、中板30の幅方向の中央位置における中板30の板厚中心から第1の金属板21における長辺（20a、20b）の端点までの距離である。また、距離d3bは、中板30の幅方向の中央位置における中板30の板厚中心から第2の金属板22における長辺（20a、20b）の端点までの距離である。これら距離d3aおよび距離d3bは、いずれも、長辺（20a、20b）の幅方向の距離である（図5参照）。

40

【0079】

$$0.5 \left(d_{3a} / t_{1a} \right) / \left(d_{3b} / t_{1b} \right) \geq 2 \quad \dots (4)$$

【0080】

(4)式を満足することにより、本体の長辺に関する距離（d3a、d3b）がいずれも好適となり、本体の長辺面が変形する際に中板の両側でそれぞれ独立して変形するための幅が十分に確保できる。このため、本実施形態による単位質量当たりの吸収エネルギーを増加させる効果が安定する。

【0081】

本体に使用される金属板は、特に限定されるものではない。本体として引張強度780MPa以上の鋼板を使用すると、自動車用の衝撃吸収部材として用いる場合に、強度面か

50

ら有利であり、引張強度 980 MPa 以上の鋼板を用いると、さらに有利である。

【0082】

中板に使用される金属板は、特に限定されるものではない。中板としてヤング率 180 GPa 以上の金属板を使用すると、本体の面外変形を抑制する上で好ましい。

【0083】

本実施形態の衝撃吸収部材は、自動車や鉄道、船舶等の輸送機械における衝撃吸収部材として用いることができる。より具体的には、自動車の衝撃吸収部材として用いる場合であれば、クラッシュボックス又は骨格部材に用いることができる。骨格部材の場合、フロントサイドメンバー、リアサイドメンバー、サイドシル又はフロアクロスメンバーに用いることができる。

10

【実施例】

【0084】

本実施形態の衝撃吸収部材による効果を確認するため、衝撃試験を行った。

【0085】

本試験では、落錘式衝撃試験を模擬した解析を行った。具体的には、図 2 に示す形状の衝撃吸収部材を、その軸方向を鉛直方向に沿って配置した状態で、質量 700 kg の衝突体を高さ 13.8 m から落下させることにより、衝撃吸収部材の一端に衝突させた。その際、衝突体の軸方向の荷重と軸方向の変位とを算出し、荷重と変位との関係を求めた。また、衝撃試験後の衝撃吸収部材の長辺面うちの一方について、その溶接部を含む面と垂直な方向 (X 方向) の変位を求めた。X 方向の変位は、中板の両側、具体的には、図 2 (a)

20

【0086】

衝撃吸収部材 10 は、軸方向の長さを 300 mm とした。本体 20 は、断面形状が矩形形状であった。一対の長辺 (20a、20b) は、いずれも、W1 が 128 mm、d1a が 56.6 mm、d1b が 83.4 mm、対向する長辺間の距離を 70 mm とした。また、矩形形状の長辺と短辺とを繋ぐ稜線部はいずれも半径 6 mm の円弧とした。中板 30 は、そのうちの本体 20 の短辺と平行に配置される部分が、対向する短辺の中央に位置するように設けた。本体 20 及び中板 30 は、いずれも、引張強度が 980 MPa 級の鋼板を用いた。

【0087】

本体 20 と中板 30 との溶接部は、スポット溶接を模擬した境界条件を設定し、より具体的には、直径 5 mm のスポット溶接を 45 mm ピッチで行った場合を模擬して境界条件を設定した。

30

【0088】

本発明例では、本体 20 の板厚を 0.8 mm、中板 30 の板厚を 2 mm とした。比較例 1 では、本体 20 の板厚を 0.8 mm、中板 30 の板厚を 1 mm とした。比較例 2 では、中板 30 を設けることなく、本体 20 の板厚を 0.8 mm とした。

【0089】

図 6 は、実施例の荷重と変位 (軸方向変位) との関係を示す図である。図 6 では、荷重 (kN) を単位質量当たりの荷重 (kN/kg) で示す。図 6 に示すように、変形初期で変位が 10 mm 程度未満の場合は、本発明例及び比較例で荷重が同程度であるが、変位が 10 mm 以上の場合は、本発明例の荷重が、比較例 1 及び 2 よりも大部分で高い。すなわち、本実施形態の衝撃吸収部材は、エネルギー吸収効率に優れることが明らかになった。

40

【0090】

図 7 は、比較例 1 及び比較例 2 における衝撃吸収部材の長辺面における X 方向の変位を示す図である。図 7 より、比較例 1 では、変位による波形は、中板の両側で同位相であった。また、比較例 1 では、中板を設けない比較例 2 と、波長が同程度となった。

【0091】

図 8 は、本発明例 1 及び比較例 2 における衝撃吸収部材の長辺面における X 方向の変位を示す図である。図 8 より、本発明例では、変位による波形の一部が、中板の両側で逆位

50

相となった。また、中板を設けていない場合（図 8 の比較例 2）と比べ、振幅が小さくなるとともに波長が短くなった。

【 0 0 9 2 】

このように、本実施形態の衝撃吸収部材は、中板の両側で位相が異なる座屈変形が発生し、その変形の振幅が小さくなるとともに波長が短くなった。これにより、本実施形態の衝撃吸収部材は、エネルギー吸収効率が優れることが確認できた。

【産業上の利用可能性】

【 0 0 9 3 】

本発明の衝撃吸収部材は、吸収エネルギーを確保しつつ軽量化できる。このため、自動車のクラッシュボックスや骨格部材に適用すれば、燃費の向上に大きく寄与することができる。

10

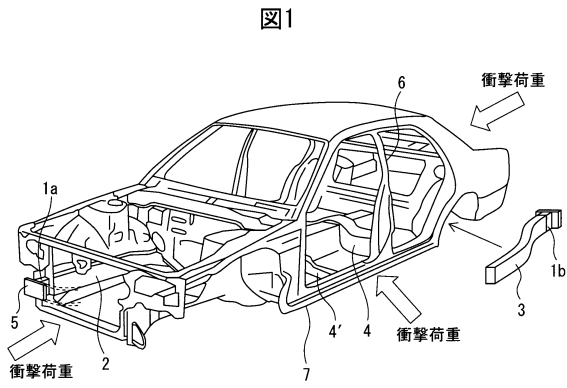
【符号の説明】

【 0 0 9 4 】

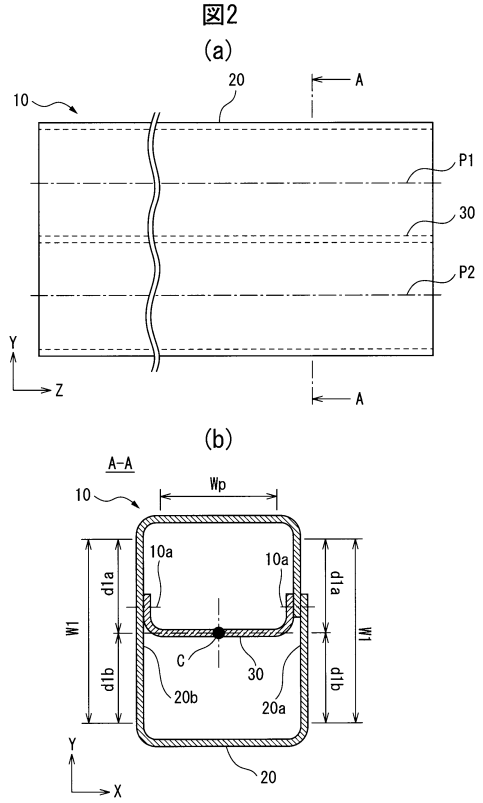
- 1 a、1 b クラッシュボックス
- 2 フロントサイドメンバー
- 3 リアサイドメンバー
- 4、4' フロアクロスメンバー
- 5 バンパーリインフォースメント
- 6 センターピラー
- 7 サイドシル
- 1 0 衝撃吸収部材
- 1 0 a 溶接位置
- 2 0 本体
- 2 0 a 第 1 長辺
- 2 0 b 第 2 長辺
- 2 1 第 1 の金属板
- 2 2 第 2 の金属板
- 3 0 中板

20

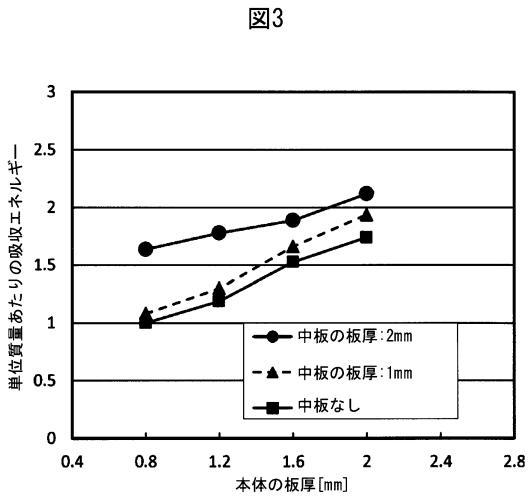
【 図 1 】



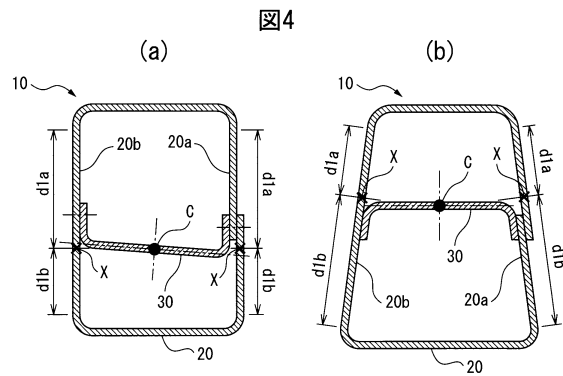
【 図 2 】



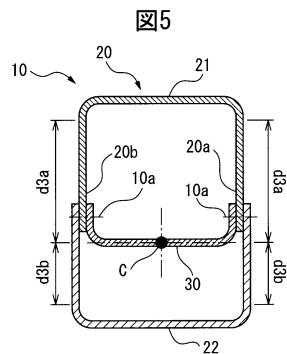
【 図 3 】



【 図 4 】

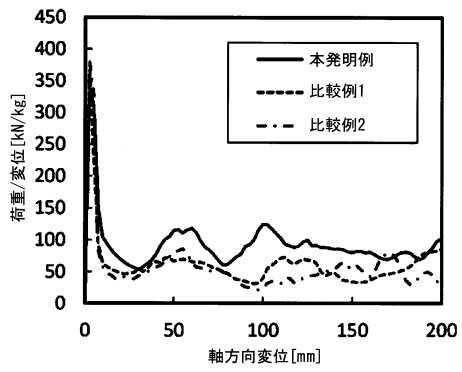


【 図 5 】



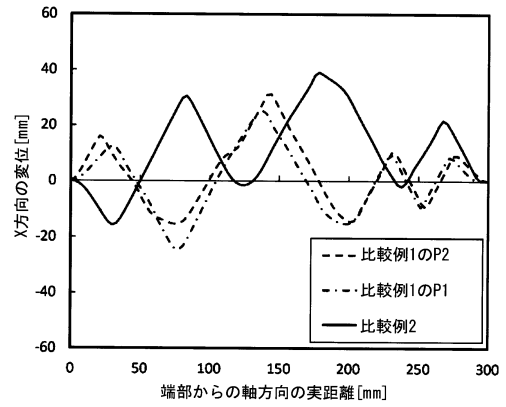
【 図 6 】

図6



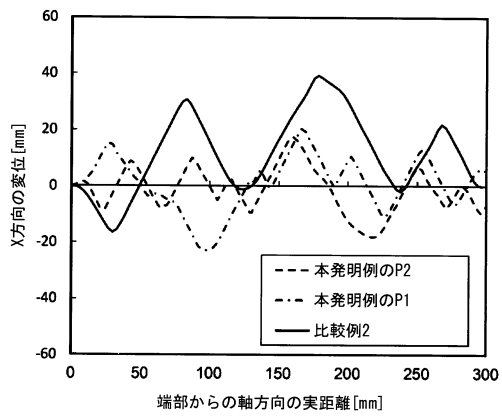
【 図 7 】

図7



【 図 8 】

図8



フロントページの続き

- (72)発明者 中澤 嘉明
東京都千代田区丸の内二丁目6番1号 新日鐵住金株式会社内
- (72)発明者 浜 田 幸一
東京都千代田区丸の内二丁目6番1号 新日鐵住金株式会社内
- (72)発明者 伊藤 泰則
東京都千代田区丸の内二丁目6番1号 新日鐵住金株式会社内
- (72)発明者 吉田 博司
東京都千代田区丸の内二丁目6番1号 新日鐵住金株式会社内

合議体

- 審判長 大町 真義
審判官 田村 嘉章
審判官 尾崎 和寛

- (56)参考文献 特許第4766422(JP, B2)
米国特許出願公開第2008/0106107(US, A1)
特開2002-249067(JP, A)
特開2008-247379(JP, A)
国際公開第2012/026578(WO, A1)
特開平6-142754(JP, A)
特開2006-62635(JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

- F16F 7/00 - 7/14
B60R 19/18
B62D 21/15