

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7087768号
(P7087768)

(45)発行日 令和4年6月21日(2022.6.21)

(24)登録日 令和4年6月13日(2022.6.13)

(51)国際特許分類	F I			
B 6 2 D 21/15 (2006.01)	B 6 2 D	21/15		C
B 6 2 D 25/20 (2006.01)	B 6 2 D	25/20		H
	B 6 2 D	25/20		C

請求項の数 4 (全18頁)

(21)出願番号	特願2018-136976(P2018-136976)	(73)特許権者	000006655 日本製鉄株式会社 東京都千代田区丸の内二丁目6番1号
(22)出願日	平成30年7月20日(2018.7.20)	(74)代理人	100101557 弁理士 萩原 康司
(65)公開番号	特開2020-11687(P2020-11687A)	(74)代理人	100096389 弁理士 金本 哲男
(43)公開日	令和2年1月23日(2020.1.23)	(72)発明者	相藤 孝博 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
審査請求日	令和3年3月3日(2021.3.3)	審査官	志水 裕司

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 車両用構造部材

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

金属製の中空部材と、
前記中空部材に接合された、前記中空部材の部材長手方向に沿って連続的に形成されている補強部材とを有し、
前記補強部材が複数設けられ、
前記中空部材の部材長手方向に垂直な断面の重心を原点とした座標軸において、断面2次モーメントが最大となる主軸を第1軸と称し、前記第1軸に垂直な方向の軸を第2軸と称し、前記第2軸を境界として分割された前記中空部材の2つの領域を第1の領域と、第2の領域と称したとすると、前記第1の領域に接合された補強部材と、前記第2の領域に接合された補強部材とが、前記中空部材の部材長手方向に沿って交互に配置されている、車両用構造部材。

【請求項2】

前記補強部材は、FRPからなるFRP部材である、請求項1に記載の車両用構造部材。

【請求項3】

前記FRPは、CFRPまたはGFRPである、請求項2に記載の車両用構造部材。

【請求項4】

前記中空部材の引張強度が980MPa以上である、請求項1～3のいずれか一項に記載の車両用構造部材。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、車両用構造部材に関する。

【背景技術】

【0002】

近年、地球環境保護の観点から、自動車の燃費改善が要求されている。その一方で、車両の衝突安全性の維持または向上が要求されている。これらの要求を満足するために、高強度かつ軽量の車体構造の開発が進められている。車両用構造部材であり、車体の骨格を形成するフレームについても、従来の衝突性能を維持しつつ車体構造の軽量化を図るために、フレームを形成する鋼板の高強度化および薄肉化が進められている。

10

【0003】

また、車両の衝突安全性を向上させるためには、“クラッシュアブルゾーン”とも呼ばれる車両のフロント部およびリア部のエネルギー吸収性能を向上させることが求められる。例えば、フロント部のクラッシュアブルゾーンは、主にフロントサイドメンバと呼ばれる部品とその先端に配置されるクラッシュボックスと呼ばれる部品で構成されている。ここで、車両のフロント部のエネルギー吸収性能を向上させる技術として、特許文献1にはFRP（繊維強化樹脂）を車体前部のクラッシュボックス（バンパービームエクステンション）に適用する技術が開示されている。また、車両のリア部のエネルギー吸収性能を向上させる技術として、特許文献2にはFRPを車体後部のクラッシュボックス（クラッシュレール）に適用する技術が開示されている。

20

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【文献】国際公開第2014/042211号

国際公開第2014/112265号

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

特許文献1および特許文献2に開示された技術は、クラッシュボックスにFRPを適用し、クラッシュボックス自体のエネルギー吸収性能を向上させるものである。しかしながら、クラッシュボックスは、例えば低速での衝突時などの入力荷重が小さい衝突（いわゆる軽衝突）におけるエネルギーの吸収を目的とした部材であって、例えば高速での衝突時などの入力荷重が大きい衝突の場合には、変形初期にクラッシュボックスは潰れ切ってしまう、その後フロントサイドメンバが変形することでエネルギー吸収がなされる。フロントサイドメンバに比べて、クラッシュボックスのエネルギー吸収量は相対的に小さいため、高速での衝突時の大荷重を想定した場合は、クラッシュボックスでは限られたエネルギー吸収性能しか発揮することができない。一方で、高速衝突時に主にエネルギー吸収を担うフロントサイドメンバへのFRP（繊維強化樹脂）の適用例は見られない。この理由はFRPの延性が極めて小さいために、高速衝突時の大荷重に対して、変形初期にFRPが破断してしまい、狙いのエネルギー吸収量が得られないためである。

30

40

【0006】

本発明は、上記課題に鑑みてなされたものであり、車両用構造部材において、軽量化を図りつつ、車両衝突時のエネルギー吸収性能を維持または向上させることを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0007】

上記課題を解決する本発明の一態様は、車両用構造部材であって、金属製の中空部材と、前記中空部材に接合された、前記中空部材の部材長手方向に沿って連続的に形成されている補強部材とを有し、前記補強部材が複数設けられ、前記中空部材の部材長手方向に垂直な断面の重心を原点とした座標軸において、断面2次モーメントが最大となる主軸を第1軸と称し、前記第1軸に垂直な方向の軸を第2軸と称し、前記第2軸を境界として分割さ

50

れた前記中空部材の2つの領域を第1の領域と、第2の領域と称したとすると、前記第1の領域に接合された補強部材と、前記第2の領域に接合された補強部材とが、前記中空部材の部材長手方向に沿って交互に配置されていることを特徴としている。

【0008】

上記車両用構造部材においては、部材長手方向から高荷重が入力された際に、中空部材の低断面2次モーメント側への折れではなく、高断面2次モーメント側への折れを誘発させることができる。これにより、低断面2次モーメント側への折れが生じる場合と比較して車両用構造部材が座屈しにくくなる。その結果、部材長手方向から高荷重が入力された際に、高い反力を発生させながら車両用構造部材の変形が進行することになり、エネルギー吸収性能を高めることが可能となる。

10

【発明の効果】

【0009】

本発明によれば、車両用構造部材において、軽量化を図りつつ、車両衝突時のエネルギー吸収性能を維持または向上させることができる。

【図面の簡単な説明】

【0010】

【図1】本発明の一実施形態に係る車両用フレームと他部材とが接合された状態を示す斜視図である。

【図2】同実施形態に係る車両用フレームと他部材とが接合された状態を示す平面図である。

20

【図3】同実施形態に係る車両用フレームと他部材とが接合された状態を示す側面図である。

【図4】同実施形態に係る車両用フレームの概略構成を示す斜視図である。

【図5】図4中のa - a断面図である。

【図6】補強部材の配置例を示す、図4中のa - a断面に相当する図である。

【図7】補強部材の配置例を示す、図4中のa - a断面に相当する図である。

【図8】補強部材の配置例を示す、図4中のa - a断面に相当する図である。

【図9】補強部材の配置例を示す、図4中のa - a断面に相当する図である。

【図10】補強部材の配置例を示す、図4中のa - a断面に相当する図である。

【図11】補強部材の配置例を示す、車両用フレームの概略構成を示す斜視図である。

30

【図12】補強部材の配置例を示す、車両用フレームの概略構成を示す斜視図である。

【図13】補強部材の配置に関する補足説明のための図である。

【図14】補強部材の配置に関する補足説明のための図である。

【図15】比較例（構造3）の車両用フレームの概略構成を示す斜視図である。

【図16】比較例（構造1）の車両用フレームの変形状態を示す平面図である。

【図17】比較例（構造1）の車両用フレームの変形状態を示す側面図である。

【図18】発明例（構造6）の車両用フレームの変形状態を示す平面図である。

【図19】発明例（構造6）の車両用フレームの変形状態を示す側面図である。

【図20】衝突シミュレーションにおける各解析モデルのエネルギー吸収性能を比較した図である。

40

【発明を実施するための形態】

【0011】

以下、本発明の一実施形態について、図面を参照しながら説明する。なお、本明細書および図面において、実質的に同一の機能構成を有する要素においては、同一の符号を付することにより重複説明を省略する。

【0012】

< 1. 車両用構造部材の適用対象 >

車両用構造部材の一例である車両用フレームの構成について説明する前に、当該車両用構造部材の適用対象について説明する。一般的な自動車等の車両に設けられる車体は、フロント構造（FRONT）、リア構造（REAR）、およびキャビン構造（CABIN）に分別するこ

50

とができる。

【0013】

フロント構造およびリア構造は、車両衝突時において当該構造が自ら圧潰することにより、車両に対する衝撃を吸収して緩和する機能（衝撃吸収機能）を担っている。すなわち、車両衝突時に、キャビンに搭乗する乗員の安全を確保するために、フロント構造およびリア構造は、衝突により生じるエネルギー（衝突エネルギー）を可能な限り吸収する構造であることが要求される。したがって、フロント構造およびリア構造を構成するフレームは、衝突時に曲げや潰れが生じた際においても衝突エネルギーを多く吸収することが求められる。当該フロント構造およびリア構造に用いられるフレームは、例えばフロントサイドメンバやリアサイドメンバ等である。フロントサイドメンバは、後端部を構成するフロントサイドメンバリア、および当該後端部よりも前側の部分を構成するフロントサイドメンバフロントを含む。リアサイドメンバは、後端部を構成するリアサイドメンバリア、および当該後端部よりも前側の部分を構成するリアサイドメンバフロントを含む。

10

【0014】

ところで、車両の衝突安全性の維持と軽量化とを両立させるために、車体構造を形成する鋼板の高強度化および薄肉化が進められている。上記のフロント構造、リア構造およびキャビン構造を構成するフレームについても、薄肉化された高強度鋼板に置き換えることが進められている。具体的には、衝突エネルギー吸収量および耐荷重性能の少なくともいずれかが、従来の鋼板により形成されるフレームと同等になるように、高強度鋼板により形成されるフレームの板厚が従来の鋼板により形成されるフレームよりも薄く設定される。これにより、高強度フレームの衝突性能を従来フレームと同等に維持しつつ、フレームの重量を低減させることができる。

20

【0015】

< 2 . 車両用フレームの構成 >

(フレームの構成要素)

図1は、本発明の一実施形態に係る車両用フレーム1と他部材とが接合された状態を示す斜視図である。図2は、その状態の平面図であり、図3は、その状態の側面図である。図1～図3に示す例における車両用フレーム1はフロントサイドメンバであり、フロントサイドメンバの前端はクラッシュボックス30を介して、バンパービーム50に接合されている。通常、フロントサイドメンバは、キャビン部の前方に左右対称に2本配置されており、図1～図3は、その片側のみ表示している。なお、車両用フレーム1は車両用構造部材の一例であり、以下単にフレーム1と記載する。フレーム1はフロント構造およびリア構造に係る部材に適用されることが好ましいが、車両用フレーム1をキャビン構造に係る部材に適用することも可能である。また、当該車両用構造部材は、自動車のみならず、他の車両および自走可能な機械にも適用可能である。他の車両および自走可能な機械には、例えば、二輪車両、バスまたは牽引車等の大型車両、トレーラー、鉄道車両、建設機械、鉱山機械、農業機械、一般機械、および船舶等が含まれる。

30

【0016】

図4および図5に示すように本実施形態のフレーム1は、金属製の中空部材10と、中空部材10の内面に接合された補強部材20を備えている。なお、本実施形態では、補強部材20が中空部材10の内面に接合されているが、中空部材10の外面に接合されていてもよい。

40

【0017】

本実施形態の中空部材10は、長尺の構造部材の一例であり、部材長手方向（本実施形態ではX方向）に垂直な断面の形状が矩形状となった部材である。本実施形態の中空部材10は一体物として形成された角管状のものであるが、中空部材10は、例えば平板状のクロージングプレートと、断面がハット形状の部材とが接合されることで構成されていてもよい。すなわち、中空部材10は、部材長手方向Xに垂直な断面が閉断面となるように構成されていれば、その構成は特に限定されない。

【0018】

50

本実施形態の中空部材 10 は 4 つの平面部を有しており、以降の説明では、それらの 4 つの平面部のうち、図 5 において上側に位置する平面部を天面部 11 a、右側に位置する平面部を側面部 11 b、下側に位置する平面部を底面部 11 c、左側に位置する平面部を側面部 11 d と称す。また、天面部 11 a と側面部 11 b との境界となる部分である両平面部 11 a、11 b の接続部を稜線部 11 e、側面部 11 b と底面部 11 c との境界となる部分である両平面部 11 b、11 c の接続部を稜線部 11 f、底面部 11 c と側面部 11 d との境界となる部分である両平面部 11 c、11 d の接続部を稜線部 11 g、側面部 11 d と天面部 11 a との境界となる部分である両平面部 11 d、11 a の接続部を稜線部 11 h と称す。

【0019】

中空部材 10 は、金属板により形成される。金属板の種類は特に限定されないが、例えば鋼板等の金属板により形成されることが好ましい。また、衝突性能の観点から中空部材 10 の板厚は、バス等の大型の車両で多く用いられるフレーム構造では 6.0 mm 以下が好ましく、通常のサイズの車両で多く用いられるモノコック構造車両では 3.2 mm 以下であることが好ましい。また、中空部材 10 の引張強度は特に限定されない。ただし、軽量化により低減し得るフレーム 1 の全体的な強度を補うために、中空部材 10 の引張強度は 590 MPa 以上であることが好ましい。また、中空部材 10 の引張強度は 980 MPa 以上であることがさらに好ましい。

【0020】

(補強部材の例)

補強部材として用いられ得る FRP 部材は、マトリックス樹脂と、該マトリックス樹脂中に含有され、複合化された強化繊維材料からなる、繊維強化樹脂部材を意味する。

【0021】

強化繊維材料としては、例えば、炭素繊維、ガラス繊維を用いることができる。他にも、強化繊維材料として、ボロン繊維、シリコンカーバイド繊維、アラミド繊維等を用いることができる。FRP 部材に用いられる FRP において、強化繊維材料の基材となる強化繊維基材としては、例えば、チョップドファイバーを使用した不織布基材や連続繊維を使用したクロス材、一方向強化繊維基材 (UD 材) 等を使用することができる。これらの強化繊維基材は、強化繊維材料の配向性の必要に応じて、適宜選択され得る。

【0022】

CFRP 部材は、強化繊維材料として炭素繊維を用いた FRP 部材である。炭素繊維としては、例えば、PAN 系またはピッチ系のものが使用できる。炭素繊維を用いることにより、重量に対する強度等を効率よく向上させることができる。

【0023】

GFRP 部材は、強化繊維材料としてガラス繊維を用いた FRP 部材である。炭素繊維よりも機械的特性に劣るが、金属部材の電蝕を抑制することができる。

【0024】

FRP 部材に用いられるマトリックス樹脂として、熱硬化性樹脂および熱可塑性樹脂のいずれも使用することができる。熱硬化性樹脂としては、エポキシ樹脂、不飽和ポリエステル樹脂、並びにビニルエステル樹脂等があげられる。熱可塑性樹脂としては、ポリオレフィン (ポリエチレン、ポリプロピレン等) およびその酸変性物、ナイロン 6 およびナイロン 66 等のポリアミド樹脂、ポリエチレンテレフタレートおよびポリブチレンテレフタレート等の熱可塑性芳香族ポリエステル、ポリカーボネート、ポリエーテルスルホン、ポリフェニレンエーテルおよびその変性物、ポリアリレート、ポリエーテルケトン、ポリエーテルエーテルケトン、ポリエーテルケトンケトン、塩化ビニル、ポリスチレン等のスチレン系樹脂、並びにフェノキシ樹脂等があげられる。なお、マトリックス樹脂は、複数種類の樹脂材料により形成されていてもよい。

【0025】

金属部材への適用を考慮すると、加工性、生産性の観点から、マトリックス樹脂として熱可塑性樹脂を用いることが好ましい。さらに、マトリックス樹脂としてフェノキシ樹脂を

10

20

30

40

50

用いることで、強化繊維材料の密度を高くすることができる。また、フェノキシ樹脂は熱硬化性樹脂であるエポキシ樹脂と分子構造が酷似しているためエポキシ樹脂と同程度の耐熱性を有する。また、硬化成分をさらに添加することにより、高温環境への適用も可能となる。硬化成分を添加する場合、その添加量は、強化繊維材料への含浸性、FRP部材の脆性、タクトタイムおよび加工性等とを考慮し、適宜決めればよい。

【0026】

(接着樹脂層)

補強部材がFRP部材等により形成される場合、FRP部材と金属部材(上記実施形態では中空部材10)との間に接着樹脂層が設けられ、該接着樹脂層によりFRP部材と金属部材とが接合されてもよい。

10

【0027】

接着樹脂層を形成する接着樹脂組成物の種類は特に限定されない。例えば、接着樹脂組成物は、熱硬化性樹脂、熱可塑性樹脂のいずれかであってもよい。熱硬化性樹脂および熱可塑性樹脂の種類は特に限定されない。例えば、熱可塑性樹脂としては、ポリオレフィンおよびその酸変性物、ポリスチレン、ポリメチルメタクリレート、AS樹脂、ABS樹脂、ポリエチレンテレフタレートやポリブチレンテレフタレート等の熱可塑性芳香族ポリエステル、ポリカーボネート、ポリイミド、ポリアミド、ポリアミドイミド、ポリエーテルイミド、ポリエーテルスルホン、ポリフェニレンエーテルおよびその変性物、ポリフェニレンスルフィド、ポリオキシメチレン、ポリアリレート、ポリエーテルケトン、ポリエーテルエーテルケトン、並びにポリエーテルケトンケトン等から選ばれる1種以上を使用することができる。また、熱硬化性樹脂としては、例えば、エポキシ樹脂、ビニルエステル樹脂、フェノール樹脂、およびウレタン樹脂から選ばれる1種以上を使用することができる。

20

【0028】

接着樹脂組成物は、FRP部材を構成するマトリックス樹脂の特性、補強部材の特性または金属部材の特性に応じて適宜選択され得る。例えば、接着樹脂層として極性のある官能基を有する樹脂や酸変性などを施された樹脂を用いることで、接着性が向上する。

【0029】

このように、上述した接着樹脂層を用いてFRP部材を金属部材に接着させることにより、FRP部材と金属部材との密着性を向上させることができる。そうすると、金属部材に対し荷重が入力された際の、FRP部材の変形追従性を向上させることができる。この場合、金属部材の変形体に対するFRP部材の効果をより確実に発揮させることが可能となる。

30

【0030】

なお、接着樹脂層を形成するために用いられる接着樹脂組成物の形態は、例えば、粉体、ワニス等の液体、フィルム等の固体とすることができる。

【0031】

また、接着樹脂組成物に架橋硬化性樹脂および架橋剤を配合して、架橋性接着樹脂組成物を形成してもよい。これにより接着樹脂組成物の耐熱性が向上するため、高温環境下での適用が可能となる。架橋硬化性樹脂として、例えば2官能性以上のエポキシ樹脂や結晶性エポキシ樹脂を用いることができる。また、架橋剤として、アミンや酸無水物等を用いることができる。また、接着樹脂組成物には、その接着性や物性を損なわない範囲において、各種ゴム、無機フィラー、溶剤等その他添加物が配合されてもよい。

40

【0032】

FRP部材の金属部材への複合化は、種々の方法により実現される。例えば、FRP部材となるFRPまたはその前駆体であるFRP成形用プリプレグと、金属部材とを、上述した接着樹脂組成物で接着し、該接着樹脂組成物を固化(または硬化)させることで得られる。この場合、例えば、加熱圧着を行うことにより、FRP部材と金属部材とを複合化させることができる。

【0033】

上述したFRPまたはFRP成形用プリプレグの金属部材への接着は、部品の成形前、成

50

形中または成形後に行われ得る。例えば、被加工材である金属材料を金属部材に成形した後に、FRPまたはFRP成形用プリプレグを該金属部材に接着しても良い。また、被加工材にFRPまたはFRP成形用プリプレグを加熱圧着により接着した後に、FRP部材が接着された該被加工材を成形して複合化された金属部材を得てもよい。FRP部材のマトリクス樹脂が熱可塑性樹脂であれば、FRP部材が接着された部分について曲げ加工等の成形を行うことも可能である。また、FRP部材のマトリクス樹脂が熱可塑性樹脂である場合、加熱圧着工程と成形工程とが一体となった複合一括成形が行われてもよい。

【0034】

なお、FRP部材と金属部材との接合方法は、上述した接着樹脂層による接着に限られない。例えば、FRP部材と金属部材とは、機械的に接合されてもよい。より具体的には、FRP部材と金属部材のそれぞれ対応する位置に締結用の孔が形成され、これらがボルトやリベット等の締結手段により当該孔を介して締結されることにより、FRP部材と金属部材とが接合されていてもよい。他にも公知の接合手段によってFRP部材と金属部材とが接合されてもよい。また、複数の接合手段により複合的にFRP部材と金属部材とが接合されてもよい。例えば、接着樹脂層による接着と、締結手段による締結とが複合的に用いられてもよい。

10

【0035】

補強部材としては、FRP部材のほかに、種々の材料が用いられ得る。例えば、補強部材は、硬質ポリウレタンフォーム等により形成される発泡性樹脂等、上述した樹脂組成物以外の樹脂組成物で形成されてもよい。また、補強部材は、肉盛部として肉盛により形成されていてもよい。この場合肉盛に用いられる金属の種類は、金属部材の母材との特性を鑑みて適宜決定される。また、補強部材は、鋼材やアルミニウム合金部材、マグネシウム合金部材等であってもよい。また、金属部材との接合方法は溶接に限られず、種々の適切な接合方法を用いることができる。

20

【0036】

(金属部材およびその表面処理)

本発明に係る金属部材は、めっきされていてもよい。これにより、耐食性が向上する。特に、金属部材が鋼材である場合は、より好適である。めっきの種類は特に限定されず、公知のめっきを用いることができる。例えば、めっき鋼板(鋼材)として、溶融亜鉛めっき鋼板、溶融合金化亜鉛めっき鋼板、Zn-Al-Mg系合金めっき鋼板、アルミニウムめっき鋼板、電気亜鉛めっき鋼板、電気Zn-Ni系合金めっき鋼板等が用いられ得る。

30

【0037】

また、金属部材は、表面に化成処理とよばれる皮膜が被覆されていてもよい。これにより、耐食性がより向上する。化成処理として、一般に公知の化成処理を用いることができる。例えば、化成処理として、りん酸亜鉛処理、クロメート処理、クロメートフリー処理等を用いることができる。また、上記皮膜は、公知の樹脂皮膜であってもよい。

【0038】

また、金属部材は、一般に公知の塗装が施されているものであってもよい。これにより、耐食性がより向上する。塗装として、公知の樹脂を用いることができる。例えば、塗装として、エポキシ樹脂、ウレタン樹脂、アクリル樹脂、ポリエステル樹脂またはふっ素系樹脂等を主樹脂としたものを用いることができる。また、塗装には、必要に応じて、一般に公知の顔料が添加されていてもよい。また、塗装は、顔料が添加されていないクリアー塗装であってもよい。かかる塗装は、FRP部材を複合化する前に予め金属部材に施されていてもよいし、FRP部材を複合化した後に金属部材に施されてもよい。また、予め金属部材に塗装が施されたのちにFRP部材が複合化され、さらにその後塗装が施されてもよい。塗装に用いられる塗料は、溶剤系塗料、水系塗料または紛体塗料等であってもよい。塗装の施工方法として、一般に公知の方法が適用され得る。例えば、塗装の施工方法として、電着塗装、スプレー塗装、静電塗装または浸漬塗装等が用いられ得る。電着塗装は、金属部材の端面や隙間部を被覆するのに適しているため、塗装後の耐食性に優れる。また、塗装前に金属部材の表面にりん酸亜鉛処理やジルコニア処理等の一般に公知の化成処理

40

50

を施すことにより、塗膜密着性が向上する。

【0039】

(補強部材の配置)

図5は中空部材10の部材長手方向Xに垂直な断面であり、図5中の軸A₁は、当該断面の重心Oを原点とした座標軸において断面2次モーメントが最大となる主軸である。軸A₂は、当該断面における軸A₁に対して垂直な軸である。以降の説明では上記軸A₁を“第1軸”、上記軸A₂を“第2軸”と称す。また、第2軸A₂を境界として中空部材10を2つの領域に分割した際の一方の領域を“第1の領域R₁”と称し、他方の領域を“第2の領域R₂”と称す。本実施形態では、説明の便宜上、第2軸A₂よりも上方の領域を第1の領域R₁と称し、第2軸A₂よりも下方の領域を第2の領域R₂と称すこととするが、第2軸A₂よりも上方の領域を第2の領域R₂と称し、第2軸A₂よりも下方の領域を第1の領域R₁と称したとしても差異はない。

10

【0040】

図5に示すように本実施形態の補強部材20は断面形状がU字状であり、中空部材10の第1の領域R₁の内面全周に接合されている。詳述すると、補強部材20は、中空部材10の天面部11aと、一对の側面部11b、11dと、天面部11aと各側面部11b、11dとの間の稜線部11e、11hに接合されている。また、図4に示すように、本実施形態における補強部材20は、中空部材10の部材長手方向Xの全域にわたって連続的に設けられている。

【0041】

後述の実施例で示すように、補強部材20が設けられていないフレームの場合、中空部材10の端部に高荷重が入力されると、中空部材10の形状に由来する折れが生じる。詳述すると、中空部材の低断面2次モーメント側への折れ(本実施形態の場合はY方向への横折れ)が生じる。例えばフロントサイドメンバは、車両の前面衝突の際に圧縮曲げ変形しながらエネルギー吸収をすることが求められるが、荷重入力時に早期に折れが生じると、フロントサイドメンバの変形時に生じる反力が早い段階で小さくなる。

20

【0042】

一方、本実施形態のフレーム1においては、補強部材20が中空部材10の第1の領域R₁に接合されていることにより、中空部材10の低断面2次モーメント側への折れ(本実施形態の場合はY方向への横折れ)ではなく、中空部材10の高断面2次モーメント側への折れ(本実施形態の場合はZ方向への縦折れ)が発生しやすくなる。このように本来折れが生じにくい高断面2次モーメント側への折れを誘発させることにより、低断面2次モーメント側への折れが生じる場合と比較して、より高い反力を発生させながらフレーム1の変形が進行することになり、エネルギー吸収性能が向上する。

30

【0043】

なお、補強部材20は、中空部材10の部材長手方向Xの全域にわたって設けられていなくてもよく、中空部材10の前端10a近傍および後端10b近傍の少なくともいずれか一方に補強部材20が設けられていない領域があってもよい。ただし、より安定して高断面2次モーメント側への折れを誘発させるためには、中空部材10の部材長手方向Xの全域のうち、中空部材10の部材長手方向Xにおける一端から、第1軸A₁上の中空部材10の長さ(本実施形態では長辺の長さ)分の領域、および部材長手方向Xにおける他端から、第1軸A₁上の中空部材10の長さ(本実施形態では長辺の長さ)分の領域を除く領域に連続的に設けられていることが好ましい。また、さらに安定して高断面2次モーメント側への折れを誘発させるためには、本実施形態のように中空部材10の部材長手方向Xの全域にわたって補強部材20が設けられていることが好ましい。

40

【0044】

また、より安定して高断面2次モーメント側への折れを誘発させるためには、中空部材10の第1の領域R₁に補強部材20が設けられると共に、第1軸A₁を境界として中空部材10を分割した際の2つの領域のうち、両方の領域に補強部材20が設けられていることが好ましい。また、より安定して高断面2次モーメント側への折れを誘発させるためには

50

、第1軸 A_1 を対称軸として補強部材 20 が線対称に配置されていることが好ましい。

【0045】

< 3 . 補強部材の配置例 >

以上、本実施形態に係る補強部材 20 の配置について説明したが、補強部材 20 の配置は、図4および図5に示した例に限定されない。以下、補強部材 20 の他の配置例について図6～図12を参照しながら説明する。

【0046】

(図6～図10の配置例)

図6に示す例では、U字状の補強部材 20 の先端部が中空部材 10 の第2軸 A_2 まで達しておらず、補強部材 20 は、中空部材 10 の一对の側面部 11b、11dの一部分と、天面部 11aと、それらの間に位置する稜線部 11e、11hに接合されている。図7に示す例における補強部材 20 は、中空部材 10 の天面部 11aにのみ配置されている。図8に示す例における補強部材 20 は、中空部材 10 の第1の領域 R_1 内にある稜線部 11e、11hにのみ配置されている。図9に示す例における補強部材 20 は、中空部材 10 の第1の領域 R_1 内において、一对の側面部 11b、11dの一部分にのみ配置されている。図10に示す例では、U字状の補強部材 20 が中空部材 10 の第1の領域 R_1 内に配置されており、中空部材 10 の一对の側面部 11b、11dの一部分にのみ接合され、補強部材 20 と天面部 11aは接合されていない。

【0047】

以上の図6～図10に示す配置例においても、第2軸 A_2 を境界とした中空部材 10 の2つの領域のうち一方の領域 R_1 、 R_2 に補強部材 20 が配置されているため、中空部材 10 の高断面2次モーメント側への折れを誘発させることができる。すなわち、中空部材 10 の断面に対する補強部材 20 の配置は、高断面2次モーメント側への折れが誘発されやすいように、フレーム 1 の形状や構成に応じて適宜変更されるものである。

【0048】

(図11の配置例)

以上の配置例では、中空部材 10 の部材長手方向 X の全域にわたって延びる補強部材 20 が1つ配置されていたが、例えば図11に示すように中空部材 10 の部材長手方向 X に沿って補強部材 20 が複数配置されていてもよい。図11に示す例では、中空部材 10 の部材長手方向 X に延びる2つの補強部材 20 A、20 B が設けられている。補強部材 20 A は、中空部材 10 の第2の領域 R_2 の内面全周に配置され、補強部材 20 B は、中空部材 10 の第1の領域 R_1 の内面全周に配置されている。各補強部材 20 A、20 B は、中空部材 10 の部材長手方向 X における荷重入力側の端部(本実施形態では前端 10a)から順に配置されている。また、第1の領域 R_1 に設けられた補強部材 20 B から中空部材 10 の後端 10bまでの間には補強部材 20 は設けられていない。換言すると、中空部材 10 を部材長手方向 X において均等に三分割し、分割された各領域を前部 10A、中央部 10B、後部 10Cと称したとすると、図11に示す例においては、補強部材 20 は、中空部材 10 の前部 10Aおよび中央部 10Bに配置され、後部 10Cには配置されていない。

【0049】

図4のような中空部材 10 の部材長手方向 X の全域にわたって形成されている補強部材 20 が1つ配置されている場合においては、中空部材 10 の前端 10aに高荷重が入力されると、中空部材 10 の天面部 11a側よりも底面部 11c側における座屈が誘発されることによって、縦折れが発生しやすい。一方、図11に示す補強部材 20 の配置例の場合、中空部材 10 の前部 10Aにおいては第2の領域 R_2 に補強部材 20 Aが配置されている。補強部材 20 Aは、中空部材 10 の部材長手方向 X の全域に配置されているのではなく、中空部材 10 の前部 10Aのみの領域にしか配置されていないため、中空部材 10 の前端 10aに高荷重が入力されると、補強部材 20 Aの後方側、すなわち中空部材 10 の中央部 10Bの底面部 11c側で座屈が生じやすい状態となっている。また、中空部材 10 の部材長手方向 X における中央部 10Bにおいては、中空部材 10 の前部 10Aとは逆に、第1の領域 R_1 にのみ補強部材 20 Bが配置されている。すなわち、中央部 10Bに

10

20

30

40

50

おいては天面部 1 1 a 側が補強された状態にあり、中央部 1 0 B の底面部 1 1 c 側で座屈が生じやすい状態となっている。したがって、図 1 1 に示す配置例では、中空部材 1 0 の中央部 1 0 B の底面部 1 1 c 側で安定して座屈が発生することによって、より安定して縦折れを誘発させることができる。

【 0 0 5 0 】

なお、より安定して縦折れを発生させるためには、中空部材 1 0 の部材長手方向 X において隣り合う補強部材 2 0 A、2 0 B 同士の間隔が、第 2 軸 A₂ 上の中空部材 1 0 の長さ（本実施形態では短辺の長さ）以下であることが好ましい。また、図 1 1 に示す配置例では、補強部材 2 0 A が中空部材 1 0 の底面部 1 1 c 側、補強部材 2 0 B が中空部材 1 0 の天面部 1 1 a 側に配置されているが、補強部材 2 0 A が天面部 1 1 a 側、補強部材 2 0 B が底面部 1 1 c 側に配置されていてもよい。すなわち、補強部材 2 0 A および補強部材 2 0 B は、第 2 軸 A₂ を境界として中空部材 1 0 を分割した際の 2 つの領域 R₁、R₂ のうちの互いに異なる領域であって、かつ部材長手方向 X に沿って交互に配置されていればよい。また、図 1 1 に示す配置例では、フレーム 1 が図 1 のようにフロントサイドメンバであるため、補強部材 2 0 A と補強部材 2 0 B とが中空部材 1 0 の前端 1 0 a を起点として順に配置された構成となっているが、フレーム 1 が例えばリアサイドメンバである場合には、補強部材 2 0 A と補強部材 2 0 B とが中空部材 1 0 の後端 1 0 b を起点として順に配置されることが好ましい。すなわち、中空部材 1 0 の第 2 の領域 R₂ に配置される補強部材 2 0 A と、第 1 の領域 R₁ に配置される補強部材 2 0 B とが中空部材 1 0 の部材長手方向 X に沿って交互に配置される場合は、中空部材 1 0 の部材長手方向 X の両端のうちの少なくとも一端を起点として各補強部材 2 0 A、2 0 B が順に配置されていることが好ましい。また、図 1 1 に示す配置例において、例えば中空部材 1 0 の中央部 1 0 B の補強部材 2 0 B が、中空部材 1 0 の後端 1 0 b まで延びるような形状を有していてもよい。各補強部材 2 0 A、2 0 B の部材長手方向 X の長さは、高断面 2 次モーメント側への折れが誘発されやすくなるように、フレーム 1 の形状や構成に応じて適宜変更されるものである。

【 0 0 5 1 】

（図 1 2 の配置例）

本配置例においては、図 1 1 の配置例における中空部材 1 0 の後部に、さらに別の補強部材 2 0 C が設けられている。補強部材 2 0 C は、中空部材 1 0 の第 2 の領域 R₂ に配置されている。すなわち、中空部材 1 0 の前端 1 0 a に高荷重が入力されると、補強部材 2 0 C の前方側、すなわち中空部材 1 0 の中央部 1 0 B の底面部 1 1 c 側で座屈が生じやすい状態となっている。したがって、図 1 2 の配置例においては、図 1 1 の配置例の場合よりも中空部材 1 0 の中央部の底面部 1 1 c 側でより安定して座屈が発生することによって、縦折れをさらに安定して誘発させることができる。

【 0 0 5 2 】

なお、より安定して縦折れを発生させるためには、中空部材 1 0 の部材長手方向 X において隣り合う補強部材 2 0 A ~ 2 0 C 同士の間隔が、第 2 軸 A₂ 上の中空部材 1 0 の長さ（本実施形態では短辺の長さ）以下であることが好ましい。また、各補強部材 2 0 A ~ 2 0 C の部材長手方向 X の長さは、高断面 2 次モーメント側への折れが誘発されやすくなるように、フレーム 1 の形状や構成に応じて適宜変更されるものである。また、図 1 2 に示す配置例では、補強部材 2 0 A が中空部材 1 0 の底面部 1 1 c 側、補強部材 2 0 B が中空部材 1 0 の天面部 1 1 a 側、補強部材 2 0 C が中空部材 1 0 の底面部 1 1 c 側に配置されているが、補強部材 2 0 A が天面部 1 1 a 側、補強部材 2 0 B が底面部 1 1 c 側、補強部材 2 0 C が天面部 1 1 a 側に配置されていてもよい。すなわち、補強部材 2 0 A、補強部材 2 0 B、および補強部材 2 0 C は、第 2 軸 A₂ を境界として中空部材 1 0 を分割した際の 2 つの領域 R₁、R₂ のうち、隣に配置される補強部材とは異なる領域であって、かつ部材長手方向 X に沿って交互に配置されていればよい。また、中空部材 1 0 の部材長手方向 X に沿って配置される補強部材 2 0 は、3 つ以上設けられていてもよい。

【 0 0 5 3 】

以上、添付図面を参照しながら本発明の実施形態について詳細に説明したが、本発明はか

10

20

30

40

50

かる例に限定されない。本発明の属する技術の分野における通常の知識を有する者であれば、特許請求の範囲に記載された技術的思想の範疇内において、各種の変更例または修正例に想到し得ることは明らかであり、これらについても、当然に本発明の技術的範囲に属するものと了解される。

【0054】

例えば以上の実施形態で説明した中空部材10の第1の領域 R_1 に配置された補強部材20は、中空部材10の第2の領域 R_2 に配置されていてもよい。同様に、以上の実施形態で説明した中空部材10の第2の領域 R_2 に配置された補強部材20は、中空部材10の第1の領域 R_1 に配置されていてもよい。補強部材20がいずれの領域に配置されるかは、高断面2次モーメント側への折れが誘発しやすくなるように、フレーム1の形状や構成に
10

【0055】

また、以上の実施形態では、中空部材10の第1の領域 R_1 と第2の領域 R_2 のうちのいずれか一方の領域にのみ補強部材20が配置されていたが、厳密に一方の領域にのみ配置されている場合だけでなく、一方の領域に配置された補強部材20が、他方の領域にわずかに跨がるように配置されていた場合も一定の効果を得ることは可能である。したがって、本発明において“第2軸 A_2 を境界とした中空部材10の2つの領域 R_1 、 R_2 のうち、いずれか一方の領域に補強部材20が配置される”とは、例えば図13のように一方の領域 R_1 に配置された補強部材20の一部が、他方の領域 R_2 に向かって第2軸 A_2 からわずかに突出する場合も含む。具体的には、補強部材20が第2軸 A_2 から突出する領域の長さ d_2 が、第1軸 A_1 上の中空部材10の長さ d_1 の15%以下となる場合である。ただし、より安定して高断面2次モーメント側への折れを誘発させるという観点では、第2軸 A_2 を境界とした中空部材10の2つの領域 R_1 、 R_2 のうち、いずれか一方の領域に“のみ”補強部材20が配置されていることが好ましい。
20

【0056】

また、以上の実施形態では、中空部材10の断面が多角形状の一例である矩形であったが、その他の多角形状であってもよく、中空部材10の形状は特に限定されない。例えば図14に示すように、中空部材10の断面形状は六角形状であってもよい。この場合であっても、第2軸 A_2 を境界として中空部材10を分割した際の2つの領域 R_1 、 R_2 のうち、一方の領域に補強部材20が配置されていれば、中空部材10の部材長手方向 X から高荷重が入力された際の高断面2次モーメント側への折れを誘発させやすくなる。なお、図14のような矩形以外の断面形状の場合においても、補強部材20が第2軸 A_2 から突出する領域の長さ d_2 が、第1軸 A_1 上の中空部材10の長さ d_1 の15%以下である場合については、中空部材10の2つの領域 R_1 、 R_2 のうち、いずれか一方の領域に補強部材20が配置された状態であるとする。
30

【実施例】

【0057】

本発明に係るフレームのエネルギー吸収性能を評価するため、衝突シミュレーションを実施した。解析モデルは図1～図3に示すようなバンパービームと中空部材からなる構成であり、中空部材の断面は矩形となっている。また、解析モデルは下記表1に示す条件で複数作成されている。なお、表1中の軽量化率は、各構造の重量を構造1の重量で規格化したものである。
40

【0058】

10

20

30

40

50

【表 1】

	中空部材		補強部材			軽量化率 (%)	備考
	引張強度 [MPa]	厚さ [mm]	材料	厚さ [mm]	配置		
構造 1	780	2.0	-	-	-	0	比較例
構造 2	1180	1.4	-	-	-	30.0	比較例
構造 3	1180	1.4	CFRP	0.6	側面部全体(図15)	27.2	比較例
構造 4	1180	1.4	CFRP	0.6	領域 R_1 のみ(図 4)	27.4	発明例
構造 5	1180	1.4	CFRP	0.6	領域 R_1, R_2 の交互配置(図11)	27.3	発明例
構造 6	1180	1.4	CFRP	0.6	領域 R_1, R_2 の交互配置(図12)	28.2	発明例
構造 7	1180	1.4	鋼板(1180材)	0.6	領域 R_1, R_2 の交互配置(図12)	15.9	発明例

【0059】

上記表 1 の構造 1 および構造 2 は補強部材 20 が設けられていない構造であり、構造 2 は構造 1 に対して薄板化、およびハイテン化を図ったものである。構造 3 ~ 構造 7 は、構造 2 の中空部材 10 に対して補強部材 20 が接合されたものであり、構造 3 ~ 6 では補強部材 20 として CFRP が用いられ、構造 7 では補強部材 20 として引張強度が 1180 MPa 級の鋼板が用いられている。なお、構造 3 の補強部材 20 は、図 15 のように中空部材 10 の天面部 11a の一部、一対の側面部 11b、11d のうちの片側の側面部 11b、および底面部 11c の一部に接合されている。すなわち、構造 3 の補強部材 20 は中空部材 10 の 2 つの領域 R_1 、 R_2 のうち、両方の領域に補強部材 20 が配置された構造である。構造 7 の補強部材 20 は、構造 6 の補強部材 20 と同様の配置であり、図 12 に示すように中空部材 10 の第 2 の領域 R_2 に配置された補強部材 20 A と、第 1 の領域 R_1 に配置された補強部材 20 B とが、中空部材 10 の部材長手方向 X に沿って交互に配置された構造である。

【0060】

構造 3 ~ 6 において補強部材 20 として用いられる CFRP の機械特性は以下の通りである。

Vf : 50%

ヤング率 : 102 GPa

破断強度 : 1500 MPa

破断伸び : 1.5%

【0061】

本シミュレーションは、自動車の正面衝突試験を模擬したものであり、質量 200 kg の剛体壁を図 1 ~ 図 3 に示すバンパービーム 50 に 12 m/s で衝突させることで実施された。なお、各解析モデルにおける中空部材 10 の後端 10b は拘束されている。

【0062】

図 16 は衝突シミュレーションにおける構造 1 の解析モデルの変形状態を示す平面図であり、図 17 はその側面図である。図 16 および図 17 に示すように、構造 1 においては、低断面 2 次モーメント側の折れである Y 方向（本実施例では車幅方向）への横折れが生じている。このような横折れは、構造 2 および構造 3 においても生じていた。

【0063】

一方、図 18 は衝突シミュレーションにおける構造 6 の解析モデルの変形状態を示す平面図であり、図 19 はその側面図である。図 18 および図 19 に示すように、構造 6 においては、構造 1 とは異なり、高断面 2 次モーメント側の折れである Z 方向（本実施例では車高方向）への縦折れが生じている。このような縦折れは、構造 4 ~ 7 においても生じていた。構造 3 と、構造 4 ~ 7 のシミュレーション結果から示されるように、第 2 軸 A_2 を境界として分割された中空部材 10 の領域 R_1 、 R_2 のうち、いずれか一方の領域に補強部材 20 が設けられていれば、中空部材 10 の縦折れを誘発することが可能となる。

【0064】

10

20

30

40

50

次に、剛体壁を衝突させた際の荷重 ストローク線図から、剛体壁の700mmストローク時におけるエネルギー吸収量を算出し、各解析モデルのエネルギー吸収性能を比較した。その結果を図20に示す。なお、図20のグラフの縦軸は、各構造におけるエネルギー吸収量と構造1のエネルギー吸収量との比である。

【0065】

図20に示すように、構造4～6においては、構造1に対してエネルギー吸収性能が向上している。また、構造7においても、構造1と同等のエネルギー吸収性能が維持されている。上記表1に示すように構造4～7は構造1に対する軽量化率も大きいことから、本発明に係る車両用構造部材においては、軽量化を図りつつ、エネルギー吸収性能の維持または向上を図ることができる。また、本シミュレーションの結果で示されるように、より高いレベルで軽量化とエネルギー吸収性能の向上を両立させるためには、補強部材20としてFRPを用いることが好ましい。

10

【符号の説明】

【0066】

- 1 フレーム
- 10 中空部材
- 10a 中空部材の前端
- 10b 中空部材の後端
- 11a 中空部材の天面部
- 11b、11d 中空部材の側面部
- 11c 中空部材の底面部
- 11e～11h 中空部材の稜線部
- 20 補強部材
- 30 クラッシュボックス
- 50 バンパービーム
- A1 中空部材の断面の第1軸
- A2 中空部材の断面の第2軸
- O 中空部材の断面の重心
- R1 第1の領域
- R2 第2の領域

20

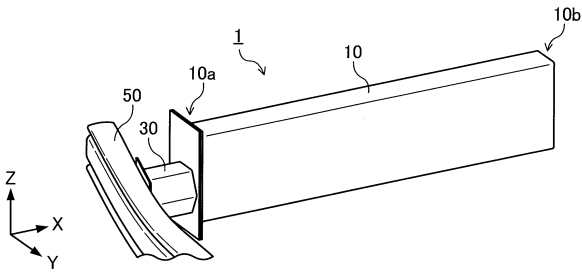
30

40

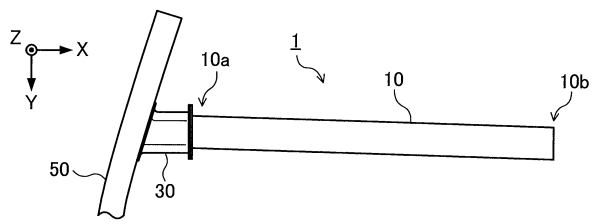
50

【図面】

【図 1】

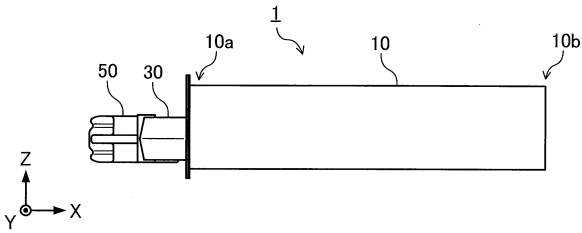


【図 2】

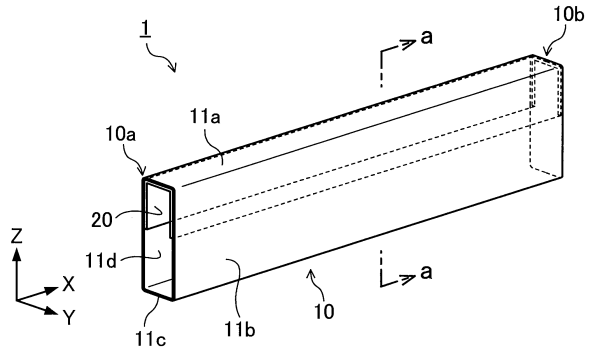


10

【図 3】

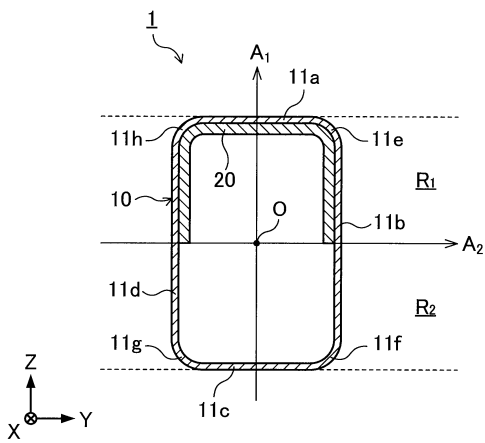


【図 4】

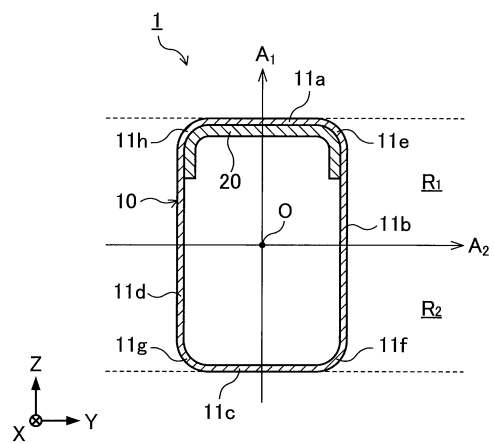


20

【図 5】



【図 6】

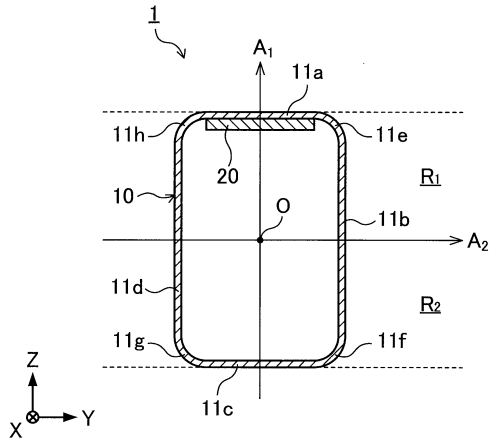


30

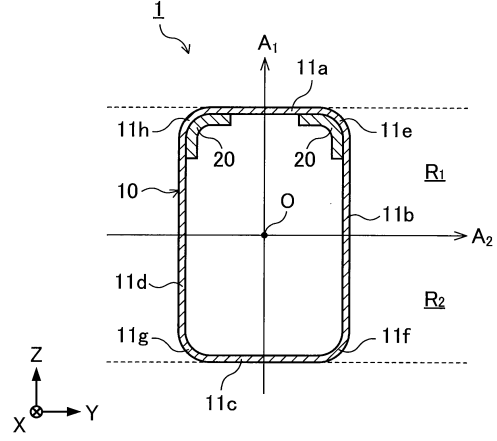
40

50

【図 7】

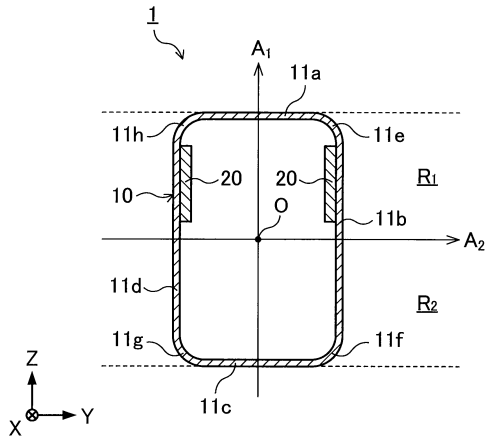


【図 8】

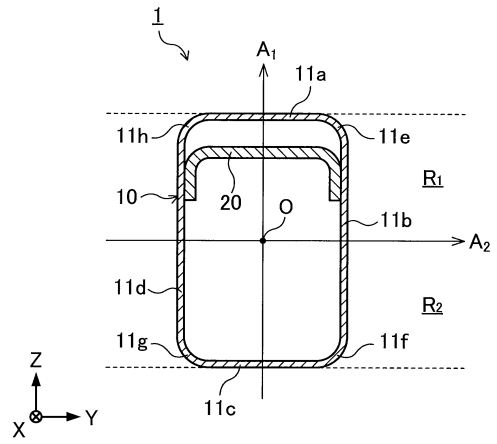


10

【図 9】



【図 10】



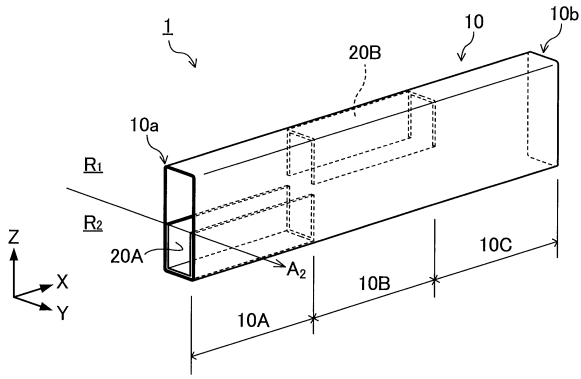
20

30

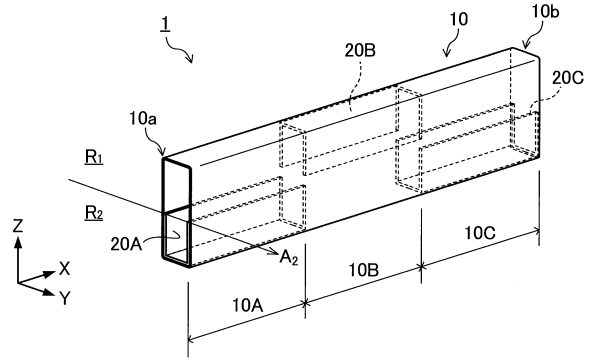
40

50

【図 1 1】

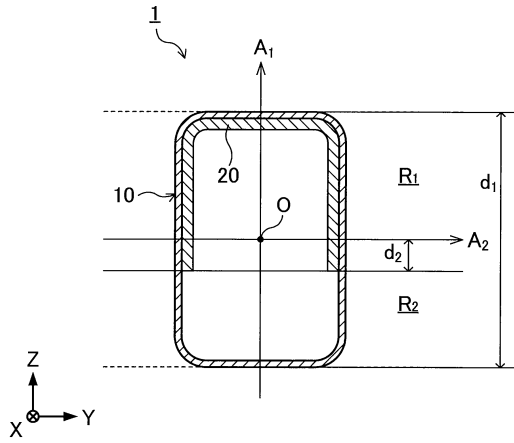


【図 1 2】

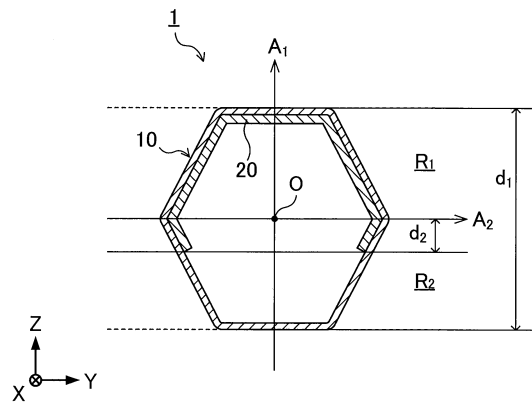


10

【図 1 3】

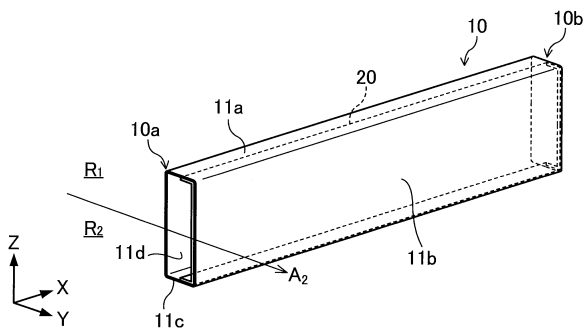


【図 1 4】

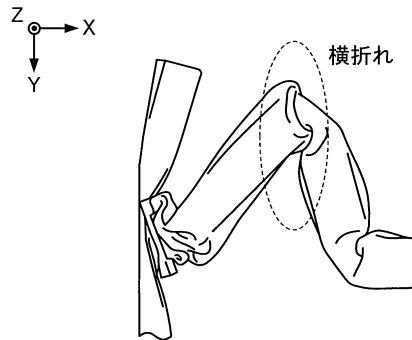


20

【図 1 5】



【図 1 6】

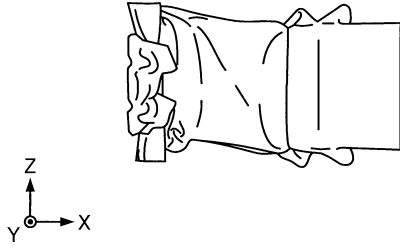


30

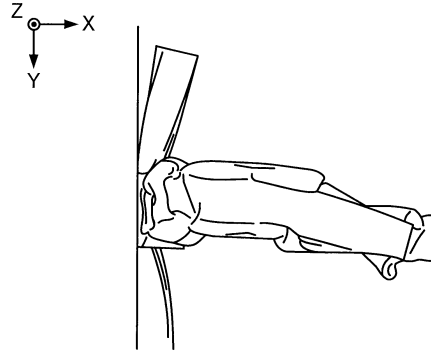
40

50

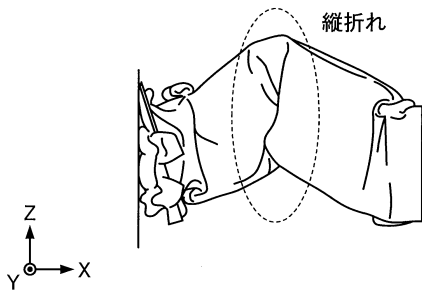
【図 17】



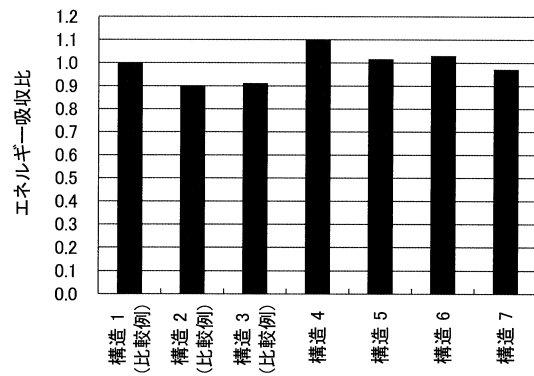
【図 18】



【図 19】



【図 20】



10

20

30

40

50

フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2017-159895(JP,A)
特開2018-095006(JP,A)
- (58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)
- | | |
|---------|-----------|
| B 6 2 D | 2 1 / 1 5 |
| B 6 2 D | 2 5 / 2 0 |
| F 1 6 F | 7 / 1 2 |