

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6801825号
(P6801825)

(45) 発行日 令和2年12月16日(2020.12.16)

(24) 登録日 令和2年11月30日(2020.11.30)

(51) Int.Cl.	F I
B 6 2 D 21/15 (2006.01)	B 6 2 D 21/15 C
B 6 2 D 25/08 (2006.01)	B 6 2 D 25/08 E
B 6 2 D 25/20 (2006.01)	B 6 2 D 25/20 C

請求項の数 9 (全 24 頁)

(21) 出願番号	特願2020-521380 (P2020-521380)	(73) 特許権者	000006655
(86) (22) 出願日	令和1年7月22日(2019.7.22)		日本製鉄株式会社
(86) 国際出願番号	PCT/JP2019/028714		東京都千代田区丸の内二丁目6番1号
(87) 国際公開番号	W02020/017662	(74) 代理人	100101557
(87) 国際公開日	令和2年1月23日(2020.1.23)		弁理士 萩原 康司
審査請求日	令和2年4月14日(2020.4.14)	(74) 代理人	100096389
(31) 優先権主張番号	特願2018-136977 (P2018-136977)		弁理士 金本 哲男
(32) 優先日	平成30年7月20日(2018.7.20)	(74) 代理人	100167634
(33) 優先権主張国・地域又は機関	日本国(JP)		弁理士 扇田 尚紀
早期審査対象出願		(74) 代理人	100187849
			弁理士 齊藤 隆史
		(74) 代理人	100212059
			弁理士 三根 卓也

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】

部材長手方向に沿って複数配置された、切欠きを有する切欠き形成部を備えた金属製の中空部材と、

前記中空部材に接合された、各切欠き形成部の前記切欠きの各々を覆う、FRPからなる複数の補強部材とを備え、

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次モーメントが最小となる主軸を第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1軸または前記第2軸を境界として分割された前記中空部材の2つの領域のうち一方の領域を第1の領域と称し、他方の領域を第2の領域と称したとすると、前記第1の領域に前記切欠きを有する第1の切欠き形成部と、前記第2の領域に前記切欠きを有する第2の切欠き形成部とが、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】

前記第1の領域に前記切欠きを有する第1の切欠き形成部において、前記第2の領域に前記切欠きがなく、

前記第2の領域に前記切欠きを有する第2の切欠き形成部において、前記第1の領域に前記切欠きがない、請求項1に記載の車両用構造部材。

【請求項3】

前記第1の領域に前記切欠きを有する第1の切欠き形成部において、前記第2の領域に

前記切欠きがあり、

前記第2の領域に前記切欠きを有する第2の切欠き形成部において、前記第1の領域に前記切欠きがある、請求項1に記載の車両用構造部材。

【請求項4】

各切欠き形成部に配置された前記補強部材の強度が、前記中空部材の部材長手方向における一端から他端にかけて大きくなっている、請求項1～3のいずれか一項に記載の車両用構造部材。

【請求項5】

前記補強部材の繊維方向が前記中空部材の部材長手方向に平行に配向されている、請求項1～4のいずれか一項に記載の車両用構造部材。

10

【請求項6】

前記FRPは、CFRPまたはGFRPである、請求項1～5のいずれか一項に記載の車両用構造部材。

【請求項7】

前記中空部材の引張強度が980MPa以上である、請求項1～6のいずれか一項に記載の車両用構造部材。

【請求項8】

前記中空部材が荷重入力時に変形する場合に、前記補強部材が破断するように構成される、請求項1～7のいずれか一項に記載の車両用構造部材。

【請求項9】

前記補強部材が前記中空部材の外面に接合されている、請求項1～8のいずれか一項に記載の車両用構造部材。

20

【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。

本願は、2018年7月20日に、日本に出願された特願2018-136977号に基づき優先権を主張し、その内容をここに援用する。

【背景技術】

30

【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。

【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。

40

さらに、特許文献3には、中空部材の内側に設けられる主補強部材として、炭素繊維が開示されている。また、特許文献4には、自動車の構造部材として使用される衝撃吸収部材を構成する面部材を、シート状繊維強化部材の積層構造とすることが開示されている。また、特許文献5には、車両用衝撃吸収部材の金属板材に複数のビードを設ける技術が開示

50

されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】国際公開第2014/042211号

【特許文献2】国際公開第2014/112265号

【特許文献3】日本国特開2017-159894

【特許文献4】日本国特開2012-218503

【特許文献5】日本国特許第4118263号

【発明の概要】

10

【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。

20

また、特許文献3～5に開示された技術においても、高速衝突時の大荷重に対して、さらなるエネルギー吸収性能が望まれていた。

【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】

30

【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、部材長手方向に沿って複数配置された、切欠きを有する切欠き形成部を備えた金属製の中空部材と、前記中空部材に接合された、各切欠き形成部の前記切欠きの各々を覆う、FRPからなる複数の補強部材とを備え、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次モーメントが最小となる主軸を第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1軸または前記第2軸を境界として分割された前記中空部材の2つの領域のうち一方の領域を第1の領域と称し、他方の領域を第2の領域と称したとすると、前記第1の領域に前記切欠きを有する第1の切欠き形成部と、前記第2の領域に前記切欠きを有する第2の切欠き形成部とが、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。

40

【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折れる中空部材の折れ点を増やすことができる。荷重入力時において、中空部材の折れ点は塑性変形することでエネルギー吸収に寄与しているが、折れ点以外の部分は、あまり塑性変形せずエネルギー吸収に対する寄与度が低い。そのため、折れ点を増やすことで、荷重入力に対して塑性変形する領域を増やすことができ、エネルギー吸収性能を向上させることができる。

【発明の効果】

【0009】

50

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。

【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】図4中のb - b断面図である。

【図7】切欠きと補強部材の配置例を示す断面図である。(a)は、図4中のa - a断面に相当する図である。(b)は、図4中のb - b断面に相当する図である。

【図8】切欠きと補強部材の配置例を示す断面図である。(a)は、図4中のa - a断面に相当する図である。(b)は、図4中のb - b断面に相当する図である。

【図9】切欠きと補強部材の配置例を示す断面図である。(a)は、図4中のa - a断面に相当する図である。(b)は、図4中のb - b断面に相当する図である。

【図10】切欠きと補強部材の第2の配置例を説明するための車両用フレームの概略構成を示す斜視図である。

【図11】図10中のa - a断面図である。

【図12】補強部材の配置例を示す、図10中のa - a断面に相当する図である。

【図13】補強部材の配置例を示す、図10中のa - a断面に相当する図である。

【図14】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15】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16】比較例(構造3)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3)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4)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4)の車両用フレームの変形状態を示す側面図である。

【図20】比較例(構造5)の車両用フレームの変形状態を示す平面図である。

【図21】比較例(構造5)の車両用フレームの変形状態を示す側面図である。

【図22】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23】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24】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。

【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、

10

20

30

40

50

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。

【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づれかが、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。

【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。

【0016】

図4～図6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、本実施形態においては補強部材20が中空部材10の内面に接合されているが、補強部材20は中空部材10の外面に接合されていてもよい。

【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キングプレートと、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。例えば本実施形態では中空部材10の形状が多角形状の一例である矩形状であったが、中空部材10は矩形以外の多角形状であってもよい。

【0018】

本実施形態の中空部材10は4つの平面部11a～11dを有しており、以降の説明では、それらの4つの平面部11a～11dのうち、図5において上側に位置する平面部を天

10

20

30

40

50

面部 1 1 a、右側に位置する平面部を側面部 1 1 b、下側に位置する平面部を底面部 1 1 c、左側に位置する平面部を側面部 1 1 d と称す。また、天面部 1 1 a と側面部 1 1 b との境界となる部分である両平面部 1 1 a、1 1 b の接続部を稜線部 1 1 e、側面部 1 1 b と底面部 1 1 c との境界となる部分である両平面部 1 1 b、1 1 c の接続部を稜線部 1 1 f、底面部 1 1 c と側面部 1 1 d との境界となる部分である両平面部 1 1 c、1 1 d の接続部を稜線部 1 1 g、側面部 1 1 d と天面部 1 1 a との境界となる部分である両平面部 1 1 d、1 1 a の接続部を稜線部 1 1 h と称す。

【 0 0 1 9 】

中空部材 1 0 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 1 0 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 1 0 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 1 0 の引張強度は 5 9 0 M P a 以上であることが好ましい。また、中空部材 1 0 の引張強度は 9 8 0 M P a 以上であることがさらに好ましい。

【 0 0 2 0 】

中空部材 1 0 には、部材長手方向 X に沿って複数の切欠き 1 3 が設けられている。本明細書においては、中空部材 1 0 の部材長手方向 X に垂直な断面内に切欠き 1 3 が設けられている場合、図 2 ~ 図 4 に示すように中空部材 1 0 の部材長手方向 X における当該断面が位置する部分を“切欠き形成部 1 2 ”と称す。中空部材 1 0 の切欠き形成部 1 2 は部材長手方向 X に沿って複数配置されている。なお、本明細書における“切欠き”とは、中空部材 1 0 を貫通する孔である。本実施形態の切欠き 1 3 は、長手方向が、中空部材 1 0 の部材長手方向 X に垂直な断面における部材周方向 C となる形状を有している。切欠き 1 3 は、中空部材 1 0 の成形後に機械加工等によって形成される。切欠き 1 3 の配置については後述する。

【 0 0 2 1 】

図 4 に示すように補強部材 2 0 は複数設けられており、各補強部材 2 0 は、各切欠き形成部 1 2 の切欠き 1 3 を覆うようにして、切欠き 1 3 が形成された中空部材 1 0 の内面に接合されている。中空部材 1 0 の部材周方向 C における補強部材 2 0 の長さおよび部材長手方向 X における補強部材 2 0 の長さは、部材周方向 C における切欠き 1 3 の長さおよび部材長手方向 X における切欠き 1 3 の長さよりも十分に長くなっている。本実施形態のフレーム 1 では、中空部材 1 0 の切欠き 1 3 の位置に補強部材 2 0 が配置されており、1 つの補強部材で 1 つの切欠き 1 3 が覆われている。このため、中空部材 1 0 の外方から切欠き 1 3 を見ると、中空部材 1 0 の内面に接合された補強部材 2 0 が見えるような状態にある。補強部材 2 0 の配置については後述する。

【 0 0 2 2 】

(補強部材の例)

補強部材として用いられる F R P 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。

【 0 0 2 3 】

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。F R P 部材に用いられる F R P 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 (U D 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。

【 0 0 2 4 】

C F R P 部材は、強化繊維材料として炭素繊維を用いた F R P 部材である。炭素繊維としては、例えば、P A N 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

10

20

30

40

50

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。

【 0 0 2 5 】

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。

【 0 0 2 6 】

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。

10

【 0 0 2 7 】

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。

20

【 0 0 2 8 】

（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。

【 0 0 2 9 】

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。

30

40

【 0 0 3 0 】

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。

【 0 0 3 1 】

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

50

なる。

【0032】

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。

【0033】

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。

10

【0034】

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。

【0035】

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。

20

【0036】

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。

30

【0037】

(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。

40

【0038】

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。

【0039】

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

50

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を施すことにより、塗膜密着性が向上する。

10

【0040】

< 3 . 切欠きおよび補強部材の配置例 >

(第1の配置例)

図4に示すように、第1の配置例においては、中空部材10の切欠き形成部12が部材長手方向Xに沿って4箇所設けられている。ここで、図5、6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、6中の軸 A_1 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次モーメントが最少となる主軸である。軸 A_2 は、当該断面における軸 A_1 に対して垂直な軸であって、断面2次モーメントが最大となる主軸である。以降の説明では上記軸 A_1 を“第1軸”、上記軸 A_2 を“第2軸”と称す。また、第1軸 A_1 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 R_1 ”と称し、他方の領域を“第2の領域 R_2 ”と称す。本実施形態では、説明の便宜上、図5、6において、第1軸 A_1 よりも右方の領域を第1の領域 R_1 と称し、第1軸 A_1 よりも左方の領域を第2の領域 R_2 と称することとするが、第1軸 A_1 よりも右方の領域を第2の領域 R_2 と称し、第1軸 A_1 よりも左方の領域を第1の領域 R_1 と称したとしても差異はない。

20

【0041】

本配置例においては、4箇所の切欠き形成部12のうち、中空部材10の前端10aに最も近い切欠き形成部12では、図5に示すように、第1の領域 R_1 の稜線部11e、11fに切欠き13が形成されている。一方で、図5に示す切欠き形成部12においては、中空部材10の第2の領域 R_2 には切欠き13が設けられていない。本配置例においては、このように第1の領域 R_1 に切欠き13を有する切欠き形成部12のことを“第1の切欠き形成部12a”と称す。図4に示す第1の配置例においては、4箇所の切欠き形成部12のうち、中空部材10の前端10aを起点とした最初の切欠き形成部12、および3番目の切欠き形成部12が第1の切欠き形成部12aである。第1の切欠き形成部12aにおいては、中空部材10の内面側から稜線部11e、11fの切欠き13が覆われるように補強部材20が設けられている。すなわち、第1の切欠き形成部12aにおいては、第1の領域 R_1 にのみ切欠き13と補強部材20が配置されている。

30

【0042】

図6は、上記第1の切欠き形成部12aとは異なる箇所の切欠き形成部12の断面図である。当該切欠き形成部12においては、第1の切欠き形成部12aとは異なり、中空部材10の第2の領域 R_2 の稜線部11g、11hに切欠き13が設けられ、第1の領域 R_1 には切欠き13が設けられていない。第1の配置例においては、このように第2の領域 R_2 に切欠き13を有する切欠き形成部12のことを“第2の切欠き形成部12b”と称す。図4に示す配置例においては、4箇所の切欠き形成部12のうち、中空部材10の前端10aを起点とした2番目の切欠き形成部12、および4番目の切欠き形成部12が第2の切欠き形成部12bである。第2の切欠き形成部12bにおいては、中空部材10の内面側から稜線部11g、11hの切欠き13が覆われるように補強部材20が設けられている。すなわち、第2の切欠き形成部12bにおいては、第2の領域 R_2 にのみ切欠き13と補強部材20が配置されている。

40

50

【 0 0 4 3 】

第1の配置例においては、第1の切欠き形成部12aと第2の切欠き形成部12b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ている。なお、本実施形態においては、中空部材10の荷重入力側の端部に相当する中空部材10の前端10aに最も近い切欠き形成部12が第1の切欠き形成部12aであるが、前端10aに最も近い切欠き形成部12を第2の切欠き形成部12bとして、第2の切欠き形成部12bと第1の切欠き形成部12aとが交互に配置されていてもよい。

【 0 0 4 4 】

後述の実施例で示すように、上記の切欠き13および補強部材20が設けられていない場合は、中空部材の端部に高荷重が入力されると、中空部材の前端近傍で軸圧潰変形が生じた後、中空部材の前端と後端の間の1点で曲げ変形が生じる。その折れ点の前後には曲げの節となる折れ点が1箇所ずつ生じるため、中空部材全体としては3点の折れ点が生じる。中空部材に折れが生じた場合、折れ点以外の部分は、あまり塑性変形せず、ひずみが小さいため、折れ点以外の部分はエネルギー吸収にほとんど寄与しない部分となる。

【 0 0 4 5 】

一方、切欠き13および補強部材20が設けられた本実施形態のフレーム1においては、中空部材10の切欠き形成部12において折れを誘発させることができ、折れ点を増やすことが可能となる。これにより、荷重入力時の中空部材10のエネルギー吸収性能に寄与する部分を多くすることができ、フレーム1全体としてのエネルギー吸収性能を高めることが可能となる。

【 0 0 4 6 】

ただし、中空部材10に切欠き13が形成されていても、切欠き13を覆う補強部材20が設けられていない場合には、荷重入力時の変形モードが安定せず、切欠き形成部12で折れが生じないことがある。例えば図4のような切欠き13が形成された中空部材10の場合、補強部材20が設けられていないと、中空部材10の前端10aに荷重が入力された際に、前端10aに最も近い第1の切欠き形成部12aではなく、後方の第2の切欠き形成部12bで先に折れが生じることがある。このような場合、第1の切欠き形成部12aはエネルギー吸収性能に寄与しない部分となる。また、第2の切欠き形成部12bで先に折れが生じた場合、当該第2の切欠き形成部12bよりも前方に位置する第1の切欠き形成部12aにおいては、折れが生じにくくなる。したがって、エネルギー吸収性能の観点では、各切欠き形成部12における中空部材10の折れが、荷重入力側の端部（本実施形態では前端10a）から他端部（本実施形態では後端10b）にかけて順に発生することが好ましい。

【 0 0 4 7 】

本実施形態のフレーム1においては、補強部材20として用いられるFRPの延性が小さいことから、荷重入力時の中空部材10の変形により補強部材20が破断することになるが、破断前においては補強部材20が切欠き13の位置で中空部材10に接合されていることで、中空部材10は切欠き13が形成されていない部材のように機能する。その一方で、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の前端10aに最も近い第1の切欠き形成部12aにおいては、より後方に位置する第2の切欠き形成部12bに先駆けて荷重入力に伴う変形が生じる。このため、前端10aに最も近い第1の切欠き形成部12aに配置された補強部材20は、他の切欠き形成部12に配置された補強部材20よりも先に破断することになる。その結果、前端10aに近い第1の切欠き形成部12aにおいては、補強部材20による補強効果が失われる一方、その他の切欠き形成部12では依然として補強部材20による補強効果が維持される。これにより、前端10aに最も近い当該第1の切欠き形成部12aは、中空部材10全体として強度的に最も弱い部分となり、当該第1の切欠き形成部12aにおいて最初に折れが生じることになる。

【 0 0 4 8 】

その後、さらに中空部材10の変形が進行すると、折れが生じた第1の切欠き形成部1

10

20

30

40

50

2 aの後方に位置する第2の切欠き形成部1 2 bの変形が開始する。これに伴い、当該第2の切欠き形成部1 2 bに配置された補強部材2 0も変形する。これにより、当該第2の切欠き形成部1 2 bに位置する補強部材2 0が破断し、既に折れが生じている第1の切欠き形成部1 2 aに続いて、当該第2の切欠き形成部1 2 bにおいて折れが生じる。このような折れを伴う中空部材1 0の変形モードが後続の第1の切欠き形成部1 2 a、および第2の切欠き形成部1 2 bでも順に発生することになるため、中空部材1 0に配置された各切欠き形成部1 2が、部材長手方向Xに沿って順に折れていくことになる。

【0049】

以上のように、中空部材1 0に切欠き1 3が設けられているだけでなく、切欠き1 3を覆う補強部材2 0が設けられていることで、各切欠き形成部1 2における折れを安定的に誘発させることが可能となる。

10

【0050】

より安定的に各切欠き形成部1 2において折れを誘発させるためには、第1の配置例のように、第1の切欠き形成部1 2 aと第2の切欠き形成部1 2 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ていることが好ましい。

【0051】

例えば、第1の配置例では、中空部材1 0の前端1 0 aに高荷重が入力されると、中空部材1 0の前端1 0 aに最も近い第1の切欠き形成部1 2 a（第1の切欠き形成部1 2 a）では、第1の領域 R_1 にのみ切欠き1 3が配置されているため、第1の領域 R_1 が圧縮となり、第2の領域 R_2 が引張となる変形モードとなる。一方、中空部材1 0の前端1 0 aを起点とした2番目の切欠き形成部1 2（第2の切欠き形成部1 2 b）では、第2の領域 R_2 にのみ切欠き1 3が配置されているため、第2の領域 R_2 が圧縮となり、第1の領域 R_1 が引張となる変形モードとなる。同様に、中空部材1 0の前端1 0 aを起点とした3番目の切欠き形成部1 2（第1の切欠き形成部1 2 a）では、第1の領域 R_1 が圧縮となり、第2の領域 R_2 が引張となる変形モードとなる。また、中空部材1 0の前端1 0 aを起点とした3番目の切欠き形成部1 2（第2の切欠き形成部1 2 b）では、第2の領域 R_2 が圧縮となり、第1の領域 R_1 が引張となる変形モードとなる。これにより、中空部材1 0に配置された各切欠き形成部1 2が、部材長手方向Xに沿ってジグザグ（左右にジグザグ）に折れ曲がることになる。その結果、フレーム1全体としてのエネルギー吸収性能を安定して高めることが可能となる。

20

30

【0052】

また、第1の配置例における切欠き1 3および補強部材2 0の配置は、図4～図6に示した例に限定されず、例えば図7（a）（b）～図9（a）（b）のように配置されていてもよい。

【0053】

図7（a）に示す配置例においては、中空部材1 0の切欠き形成部1 2が部材長手方向Xに沿って設けられた4箇所の切欠き形成部1 2のうち、中空部材1 0の前端1 0 aを起点とした最初の切欠き形成部1 2、および3番目の切欠き形成部1 2が第1の切欠き形成部1 2 aである。そして、第1の切欠き形成部1 2 aでは、中空部材1 0の第1の領域 R_1 にのみ側面部1 1 bに切欠き1 3が形成され、当該切欠き1 3を覆うように側面部1 1 bに補強部材2 0が接合されている。また、中空部材1 0の前端1 0 aを起点とした2番目の切欠き形成部1 2、および4番目の切欠き形成部1 2が第2の切欠き形成部1 2 bである。そして、第2の切欠き形成部1 2 bでは、中空部材1 0の第2の領域 R_1 にのみ側面部1 1 dに切欠き1 3が形成され、当該切欠き1 3を覆うように側面部1 1 dに補強部材2 0が接合されている。

40

【0054】

この図7（a）（b）に示す配置例では、中空部材1 0の前端1 0 aに高荷重が入力されると、中空部材1 0の前端1 0 aに最も近い第1の切欠き形成部1 2 a（第1の切欠き形成部1 2 a）では、第1の領域 R_1 にのみ切欠き1 3が配置されているため、第1の領域 R_1 が圧縮となり、第2の領域 R_2 が引張となる変形モードとなる。一方、中空部材1 0の

50

前端 10 a を起点とした 2 番目の切欠き形成部 12 (第 2 の切欠き形成部 12 b) では、第 2 の領域 R_2 にのみ切欠き 13 が配置されているため、第 2 の領域 R_2 が圧縮となり、第 1 の領域 R_1 が引張となる変形モードとなる。同様に、中空部材 10 の前端 10 a を起点とした 3 番目の切欠き形成部 12 (第 1 の切欠き形成部 12 a) では、第 1 の領域 R_1 が圧縮となり、第 2 の領域 R_2 が引張となる変形モードとなる。また、中空部材 10 の前端 10 a を起点とした 4 番目の切欠き形成部 12 (第 2 の切欠き形成部 12 b) では、第 2 の領域 R_2 が圧縮となり、第 1 の領域 R_1 が引張となる変形モードとなる。これにより、図 4 ~ 図 6 に示した例と同様に、中空部材 10 に配置された各切欠き形成部 12 が、部材長手方向 X に沿ってジグザグ (左右にジグザグ) に折れ曲がることになる。その結果、フレーム 1 全体としてのエネルギー吸収性能を安定して高めることが可能となる。

10

【0055】

図 8 (a) (b) に示す配置例においては、第 2 軸 A_2 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 (図 8 (a) (b) の例においては第 2 軸 A_2 よりも上方の領域) が第 1 の領域 R_1 であり、他方の領域 (図 8 (a) (b) の例においては第 2 軸 A_2 よりも下方の領域) が第 2 の領域 R_2 である。なお、第 2 軸 A_2 よりも上方の領域を第 2 の領域 R_2 と称し、第 2 軸 A_2 よりも下方の領域を第 1 の領域 R_1 と称したとしても差異はない。

【0056】

この図 8 (a) (b) に示す配置例においては、中空部材 10 の切欠き形成部 12 が部材長手方向 X に沿って設けられた 4 箇所の切欠き形成部 12 のうち、中空部材 10 の前端 10 a を起点とした最初の切欠き形成部 12、および 3 番目の切欠き形成部 12 が第 1 の切欠き形成部 12 a である。そして、第 1 の切欠き形成部 12 a では、中空部材 10 の第 1 の領域 R_1 にある稜線部 11 e、11 h に切欠き 13 が形成され、当該切欠き 13 を覆うように補強部材 20 が接合されている。また、中空部材 10 の前端 10 a を起点とした 2 番目の切欠き形成部 12、および 4 番目の切欠き形成部 12 が第 2 の切欠き形成部 12 b である。そして、第 2 の切欠き形成部 12 b では、中空部材 10 の第 2 の領域 R_2 にある稜線部 11 f、11 g に切欠き 13 が形成され、当該切欠き 13 を覆うように補強部材 20 が接合されている。

20

【0057】

この図 8 (a) (b) に示す配置例では、中空部材 10 の前端 10 a に高荷重が入力されると、中空部材 10 の前端 10 a に最も近い第 1 の切欠き形成部 12 a (第 1 の切欠き形成部 12 a) では、第 1 の領域 R_1 にのみ切欠き 13 が配置されているため、第 1 の領域 R_1 が圧縮となり、第 2 の領域 R_2 が引張となる変形モードとなる。一方、中空部材 10 の前端 10 a を起点とした 2 番目の切欠き形成部 12 (第 2 の切欠き形成部 12 b) では、第 2 の領域 R_2 にのみ切欠き 13 が配置されているため、第 2 の領域 R_2 が圧縮となり、第 1 の領域 R_1 が引張となる変形モードとなる。同様に、中空部材 10 の前端 10 a を起点とした 3 番目の切欠き形成部 12 (第 1 の切欠き形成部 12 a) では、第 1 の領域 R_1 が圧縮となり、第 2 の領域 R_2 が引張となる変形モードとなる。また、中空部材 10 の前端 10 a を起点とした 4 番目の切欠き形成部 12 (第 2 の切欠き形成部 12 b) では、第 2 の領域 R_2 が圧縮となり、第 1 の領域 R_1 が引張となる変形モードとなる。これにより、図 4 ~ 図 6 に示した例と同様に、中空部材 10 に配置された各切欠き形成部 12 が、部材長手方向 X に沿ってジグザグ (上下にジグザグ) に折れ曲がることになる。その結果、フレーム 1 全体としてのエネルギー吸収性能を安定して高めることが可能となる。

30

40

【0058】

図 9 (a) (b) に示す配置例においては、第 2 軸 A_2 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 (図 9 (a) (b) の例においては第 2 軸 A_2 よりも上方の領域) が第 1 の領域 R_1 であり、他方の領域 (図 9 (a) (b) の例においては第 2 軸 A_2 よりも下方の領域) が第 2 の領域 R_2 である。なお、第 2 軸 A_2 よりも上方の領域を第 2 の領域 R_2 と称し、第 2 軸 A_2 よりも下方の領域を第 1 の領域 R_1 と称したとしても差異はない。

50

【 0 0 5 9 】

この図9(a)(b)に示す配置例においては、中空部材10の切欠き形成部12が部材長手方向Xに沿って設けられた4箇所の切欠き形成部12のうち、中空部材10の前端10aを起点とした最初の切欠き形成部12、および3番目の切欠き形成部12が第1の切欠き形成部12aである。そして、第1の切欠き形成部12aでは、中空部材10の第1の領域 R_1 にある天面部11aに切欠き13が形成され、当該切欠き13を覆うように天面部11aに補強部材20が接合されている。また、中空部材10の前端10aを起点とした2番目の切欠き形成部12、および4番目の切欠き形成部12が第2の切欠き形成部12bである。そして、第2の切欠き形成部12bでは、中空部材10の第2の領域 R_1 にある底面部11cに切欠き13が形成され、当該切欠き13を覆うように側面部11cに補強部材20が接合されている。

10

【 0 0 6 0 】

この図9(a)(b)に示す配置例では、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の前端10aに最も近い第1の切欠き形成部12a(第1の切欠き形成部12a)では、第1の領域 R_1 にのみ切欠き13が配置されているため、第1の領域 R_1 が圧縮となり、第2の領域 R_2 が引張となる変形モードとなる。一方、中空部材10の前端10aを起点とした2番目の切欠き形成部12(第2の切欠き形成部12b)では、第2の領域 R_2 にのみ切欠き13が配置されているため、第2の領域 R_2 が圧縮となり、第1の領域 R_1 が引張となる変形モードとなる。同様に、中空部材10の前端10aを起点とした3番目の切欠き形成部12(第1の切欠き形成部12a)では、第1の領域 R_1 が圧縮となり、第2の領域 R_2 が引張となる変形モードとなる。また、中空部材10の前端10aを起点とした4番目の切欠き形成部12(第2の切欠き形成部12b)では、第2の領域 R_2 が圧縮となり、第1の領域 R_1 が引張となる変形モードとなる。これにより、図4~図6に示した例と同様に、中空部材10に配置された各切欠き形成部12が、部材長手方向Xに沿ってジグザグ(上下にジグザグ)に折れ曲がることになる。その結果、フレーム1全体としてのエネルギー吸収性能を安定して高めることが可能となる。

20

【 0 0 6 1 】

なお、第1の切欠き形成部12aにおける切欠き13および補強部材20の配置と、第2の切欠き形成部12bにおける切欠き13および補強部材20の配置は、第1軸 A_1 または第2軸 A_2 を対称軸とした線対称であることが好ましい。

30

【 0 0 6 2 】

(第2の配置例)

上述した切欠きおよび補強部材の第1の配置例においては、第1の切欠き形成部12aにおいては、第1の領域 R_1 に切欠き13と補強部材20が配置されているが、第2の領域 R_2 には切欠き13と補強部材20が配置されてなく、また逆に、第2の切欠き形成部12bにおいては、第2の領域 R_2 に切欠き13と補強部材20が配置されているが、第1の領域 R_1 には切欠き13と補強部材20が配置されていない。しかしながら、本発明は、第1の切欠き形成部12aにおいては、第1の領域 R_1 に切欠き13と補強部材20が配置されていれば足り、第2の領域 R_2 には切欠き13と補強部材20が配置されていないことは必須ではない。また、第2の切欠き形成部12bにおいては、第2の領域 R_2 に切欠き13と補強部材20が配置されていれば足り、第1の領域 R_1 に切欠き13と補強部材20が配置されていないことは必須ではない。すなわち、第1の切欠き形成部12aにおいて、第2の領域 R_2 にも切欠き13と補強部材20が配置されていても良い。また同様に、第2の切欠き形成部12bにおいて、第1の領域 R_1 にも切欠き13と補強部材20が配置されていても良い。

40

【 0 0 6 3 】

そこで、補強部材20の第2の配置例について説明する。図10に示すように本配置例においても、第1の切欠き形成部12aと第2の切欠き形成部12b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ている。すなわち、4箇所の切欠き形成部12のうち、中空部材10の前端10aを起点とした中空部材10の前端10aを起点とした

50

最初の切欠き形成部 1 2、および 3 番目の切欠き形成部 1 2 が第 1 の切欠き形成部 1 2 a である。また、2 番目の切欠き形成部 1 2、および 4 番目の切欠き形成部 1 2 が第 2 の切欠き形成部 1 2 b である。

【 0 0 6 4 】

この第 2 の配置例では、第 1 の切欠き形成部 1 2 a における切欠き 1 3 および補強部材 2 0 の配置と、第 2 の切欠き形成部 1 2 b における切欠き 1 3 および補強部材 2 0 の配置とが、実質的に同一となっている。すなわち、図 1 1 に示すように、第 1 の切欠き形成部 1 2 a および第 2 の切欠き形成部 1 2 b のいずれにおいても、第 1 の領域 R_1 の稜線部 1 1 e、1 1 f と第 2 の領域 R_2 の稜線部 1 1 g、1 1 h の両方に切欠き 1 3 が設けられ、各切欠き 1 3 が覆われるように補強部材 2 0 がそれぞれ設けられている。換言すれば、第 1 の切欠き形成部 1 2 a においては、第 1 の領域 R_1 に切欠き 1 3 と補強部材 2 0 が配置され、さらに、第 2 の領域 R_2 にも切欠き 1 3 と補強部材 2 0 が配置されている。また、第 2 の切欠き形成部 1 2 b においては、第 2 の領域 R_2 に切欠き 1 3 と補強部材 2 0 が配置され、さらに、第 1 の領域 R_1 にも切欠き 1 3 と補強部材 2 0 が配置されている。このような第 2 の配置例の場合も、中空部材 1 0 の部材長手方向 X から荷重が入力された際には、各切欠き形成部 1 2 (第 1 の切欠き形成部 1 2 a および第 2 の切欠き形成部 1 2 b) において、安定的に折れを誘発させることができる。

10

【 0 0 6 5 】

また、第 2 の配置例では、第 1 の切欠き形成部 1 2 a および第 2 の切欠き形成部 1 2 b において、例えば図 1 2、図 1 3 のように切欠き 1 3 および補強部材 2 0 が配置されていてもよい。図 1 2 に示す配置例においては、第 1 の切欠き形成部 1 2 a および第 2 の切欠き形成部 1 2 b のいずれにおいても、中空部材 1 0 の一对の側面部 1 1 b、1 1 d に切欠き 1 3 および補強部材 2 0 が配置されている。また、図 1 3 に示す配置例においては、中空部材 1 0 の天面部 1 1 a および底面部 1 1 c に切欠き 1 3 および補強部材 2 0 が配置されている。これら図 1 2、図 1 3 のいずれの配置例においても、第 1 軸 A_1 を境界として分割された 2 つの領域のうちの両方の領域 R_1 、 R_2 および第 2 軸 A_2 を境界として分割された 2 つの領域のうちの両方の領域 R_3 、 R_4 に切欠き 1 3 および補強部材 2 0 が存在している。切欠き 1 3 および補強部材 2 0 がこのように配置されている場合も、各切欠き形成部 1 2 における中空部材 1 0 の折れをより安定して誘発させることができる。

20

【 0 0 6 6 】

以上、中空部材 1 0 の切欠き 1 3 および補強部材 2 0 の配置例について説明した。なお、中空部材 1 0 の切欠き形成部 1 2 においては、切欠き 1 3 が設けられていることで中空部材 1 0 の剛性が低下することになるが、本実施形態のように切欠き 1 3 の位置に補強部材 2 0 が配置されていることで、中空部材 1 0 に切欠き 1 3 が設けられていない場合と同等の剛性を確保することができる。

30

【 0 0 6 7 】

より安定して各切欠き形成部 1 2 で折れを生じさせるためには、各切欠き形成部 1 2 に配置された補強部材 2 0 の強度が、中空部材 1 0 の一端から他端にかけて大きくなっていることが好ましい。例えばフレーム 1 がフロントサイドメンバの場合、中空部材 1 0 の前端 1 0 a から後端 1 0 b にかけて補強部材 2 0 の強度が大きくなっていることが好ましく、フレーム 1 がリアサイドメンバの場合、中空部材 1 0 の後端 1 0 b から前端 1 0 a にかけて補強部材 2 0 の強度が大きくなっていることが好ましい。これにより、荷重入力側の端部に近い補強部材 2 0 ほど破断しやすくなり、中空部材 1 0 の部材長手方向 X に沿って配置された各切欠き形成部 1 2 において、順番に中空部材 1 0 の折れが生じやすくなる。なお、補強部材 2 0 の強度は、例えば板厚やヤング率が異なる部材を用いることで変更することができる。

40

【 0 0 6 8 】

また、中空部材 1 0 に形成される切欠き 1 3、補強部材 2 0 の配置、切欠き形成部 1 2 の数および配置は特に限定されず、フレーム 1 の形状や構成等に応じて所望の折れ方向に中空部材 1 0 を折ることができるよう適宜変更されるものである。エネルギー吸収性能を

50

効果的に向上させるためには、切欠き形成部 1 2 が 4 箇所以上であることが好ましい。また、切欠きの形状は、四角形に限られず、円形、楕円形などでも良い。

【 0 0 6 9 】

また、補強部材 2 0 の F R P の繊維方向は、部材長手方向 X と平行に配向されていることが好ましい。これにより高荷重入力時の初期反力を向上させることができる。なお、工業的には、繊維方向を一方向にそろえた場合、実際の繊維の繊維方向の分布は、その一方向に対し、 $-5^{\circ} \sim 5^{\circ}$ の範囲内に分布する。工業的にそのように分布した状態であっても、理想的に全ての繊維方向をその一方向にそろえた場合と比べて、機械的性質は実質的に同じと判断して構わない。また、補強部材内での繊維方向の分布は、マイクロフォーカス X 線 CT (X-ray computed tomography) システムで観察し、得られた 3 次元画像をコンピュータ解析することで同定できる。

10

【 0 0 7 0 】

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。

【実施例】

【 0 0 7 1 】

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フレームで構成されており、中空部材の断面は矩形状となっている。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。また、表 1 中の剛性比は、各構造の剛性値を構造 2 の剛性値で規格化したものである。

20

【 0 0 7 2 】

【表 1】

	中空部材			補強部材			軽量化率 [%]	吸収エネルギー比	剛性比	備考
	引張強度 [MPa]	板厚 [mm]	切欠きの配置	材質	板厚 [mm]	配置				
構造1	780	2.0	-	-	-	-	0.0	1.00	-	比較例
構造2	1180	1.4	-	-	-	-	30.0	0.92	1.00	比較例
構造3	1180	1.4	図4	-	-	-	30.2	0.91	0.95	比較例
構造4	1180	1.4	図4	CFRP	2.0	図4	29.8	1.00	0.99	発明例
構造5	1180	1.4	図10	-	-	-	30.5	0.67	0.89	比較例
構造6	1180	1.4	図10	CFRP	2.0	図10	30.2	1.02	0.99	発明例
構造7	1180	1.4	図4	CFRP	2.0, 2.4, 2.8, 3.2	図4	29.4	1.01	1.00	発明例
構造8	1180	1.4	図4	GFRP	5.0	図4	28.2	1.00	0.99	発明例
構造9	1180	1.4	-	CFRP	2.0	-	29.8	0.84	1.00	比較例

10

20

30

40

上記表 1 の構造 1 および構造 2 は、中空部材 10 の切欠きおよび補強部材 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 は、図 4 に示す切欠きが設けられた中空部材 10 を有する構造であるが、補強部材 20 は設けられていない。構造 4 は図 4 に示す構造である。構造 4 では、4 箇所の切欠き形成部 12 のうち、中空部材 10 の前端 10 a を起点とした最初の切欠き形成部 12、および 3 番目の切欠き形成部 12 が、図 5 で説明した第 1 の切欠き形成部 12 a であり、中空部材 10 の前端 10 a を起点とした 2 番目の切欠き形成部 12、および 4 番目の切欠き形成部 12 が図 6 で説明した第 2 の切欠き形成部 12 b である。構造 5 は、図 10 に示す切欠きが設けられた中空部材 10 を有する構造であるが、補強部材 20 は設けられていない。構造 6 は図 10 に示す構造である。構造 6 では、4 箇所の切欠き形成部 12 の全部において、図 11 で説明したように、第 1 の領域 R_1 および第 2 の領域 R_2 の両方に切欠き 13 と補強部材 20 が配置されている。

10

構造 7 は、図 4 に示す構造である。構造 7 では、4 箇所の切欠き形成部 12 のうち、中空部材 10 の前端 10 a を起点とした最初の切欠き形成部 12、および 3 番目の切欠き形成部 12 が、図 5 で説明した第 1 の切欠き形成部 12 a であり、中空部材 10 の前端 10 a を起点とした 2 番目の切欠き形成部 12、および 4 番目の切欠き形成部 12 が図 6 で説明した第 2 の切欠き形成部 12 b である。また構造 7 では、各切欠き形成部 12 に配置された補強部材 20 の引張強度が、中空部材 10 の前端 10 a から後端 10 b にかけて大きくなっている。構造 7 では、中空部材 10 の前端 10 a を起点とした最初の切欠き形成部 12 に配置された補強部材の 20 板厚が 2.0 mm、2 番目の切欠き形成部 12 に配置された補強部材の 20 板厚が 2.4 mm、3 番目の切欠き形成部 12 に配置された補強部材の 20 板厚が 2.8 mm、4 番目の切欠き形成部 12 に配置された補強部材の 20 板厚が 3.2 mm である。

20

構造 8 は、図 4 に示す構造である。構造 7 では、4 箇所の切欠き形成部 12 のうち、中空部材 10 の前端 10 a を起点とした最初の切欠き形成部 12、および 3 番目の切欠き形成部 12 が、図 5 で説明した第 1 の切欠き形成部 12 a であり、中空部材 10 の前端 10 a を起点とした 2 番目の切欠き形成部 12、および 4 番目の切欠き形成部 12 が図 6 で説明した第 2 の切欠き形成部 12 b である。ただし、構造 8 では、各切欠き形成部 12 に配置された補強部材 20 が GFRP である。

構造 9 では、4 箇所の切欠き形成部 12 の全部が、図 5 で説明した第 1 の切欠き形成部 12 a である。すなわち、構造 9 では、中空部材 10 の前端 10 a を起点とした最初の切欠き形成部 12、2 番目の切欠き形成部 12、3 番目の切欠き形成部 12、および、4 番目の切欠き形成部 12 のいずれにおいても、第 1 の領域 R_1 にのみ切欠き 13 と補強部材 20 が配置され、第 2 の領域 R_2 には切欠き 13 と補強部材 20 が設けられていない。

30

【0074】

構造 4 および構造 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 (繊維含有体積率) : 50%

ヤング率 : 102 GPa

破断強度 : 1500 MPa

破断伸び : 1.5%

40

【0075】

構造 8 6 において補強部材 20 として用いられる GFRP の機械特性は以下の通りである。

Vf (繊維含有体積率) : 50%

ヤング率 : 13 GPa

破断強度 : 200 MPa

破断伸び : 3%

【0076】

構造 3 ~ 9 において、各切欠きのサイズは、5 mm 幅 × 長さ 40 mm である。また、構造

50

4、6～9において、各補強部材のサイズは、25mm幅×長さ70mmである。各構造の剛性値は、フロントサイドメンバ先端に横方向1mmの変位を与えた時の反力から求めた。

【0077】

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200kgの剛体壁を図1～図3に示すバンパービーム50に12m/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。

【0078】

図14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15はその側面図である。図14に示すように、構造1においては、変形時の中空部材の折れ点が3箇所であった。このような中空部材の折れは、構造2においても生じていた。

10

【0079】

図16は衝突シミュレーションにおける構造3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に示すように、構造3においては中空部材に切欠きが設けられているが、中空部材の前端に最も近い位置にある切欠きにおいては折れが生じておらず、後方の切欠きで先に折れが生じていた。折れ点も3箇所のままであった。

【0080】

一方、図18は衝突シミュレーションにおける構造4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に示すように、構造4においては、折れ点が4箇所となっており、構造1に対して折れ点を増やすことができた。特に、切欠きの位置に補強部材20が設けられた構造4においては、切欠きの位置が折れ点となっており、切欠きのみが設けられている構造3とは異なる結果となった。また、部材長手方向に沿ってジグザグに折れ曲がることにより、フレーム全体としてのエネルギー吸収性能を安定して高めることができた。

20

【0081】

図20は衝突シミュレーションにおける構造5の解析モデルの変形状態を示す平面図であり、図21はその側面図である。図20に示すように、構造5においては中空部材に切欠きが設けられているが、中空部材の前端に最も近い位置にある切欠きにおいては折れが生じておらず、後方の切欠きで先に折れが生じており、折れ点も2箇所であった。

30

【0082】

一方、図22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23はその側面図である。図22に示すように、切欠きの位置に補強部材20が設けられた構造6においては、切欠き位置で圧潰しており、圧潰点は4点であった。圧潰点は折れ点と同等もしくはそれ以上に塑性変形領域が広く、エネルギー吸収に寄与するため、折れ点と同等とみなすことができる。そのため、構造5に対して、折れ点を増やすことができた。構造6においては、折れ点での圧潰変形が連続的に生じていることから、部材全体としては、いわゆる軸圧潰変形と同様の変形が生じていた。

【0083】

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800mm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24に示す。なお、図24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。

40

【0084】

図24に示すように、構造4および構造6～8においては、構造1に対してエネルギー吸収性能が維持または向上している。上記表1に示すように構造4および構造6～8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、上記表1に示すように構造4および構造6～8においては、補強部材が設けられていない構造3および構造5よりも剛性比が向上しており、切欠きが設けられていない構造2と同等の剛性

50

が確保されている。

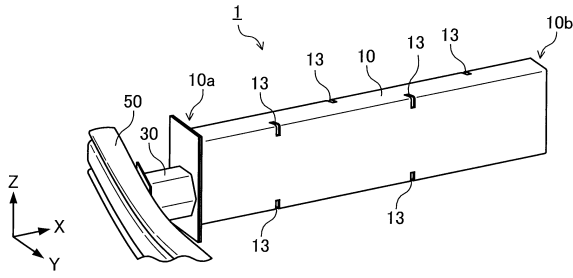
4箇所⁹の切欠き形成部12の全部において、第1の領域 R_1 にのみ切欠き13と補強部材20が配置され、第2の領域 R_2 には切欠き13と補強部材20が設けられていない構造9は、エネルギー吸収性能が劣る。

【符号の説明】

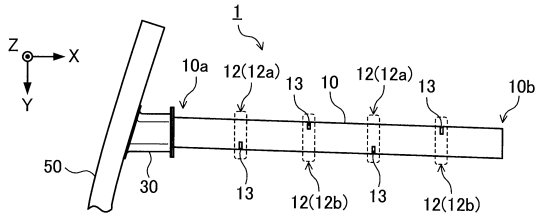
【0085】

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	10
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	
12	切欠き形成部	
12a	第1の切欠き形成部	
12b	第2の切欠き形成部	
13	切欠き	
20	補強部材	
30	クラッシュボックス	20
50	バンパービーム	
A_1	中空部材の断面の第1軸	
A_2	中空部材の断面の第2軸	
O	中空部材の断面の重心	
R_1	第1の領域	
R_2	第2の領域	
R_3	第3の領域	
R_4	第4の領域	

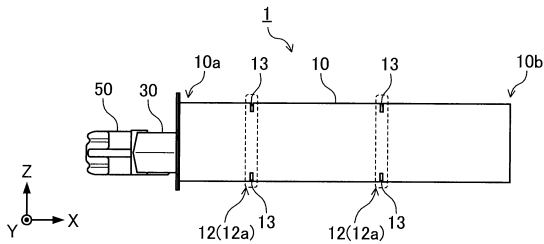
【図1】



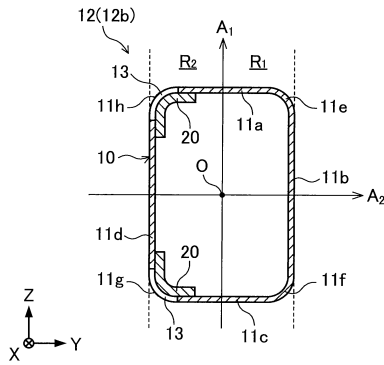
【図2】



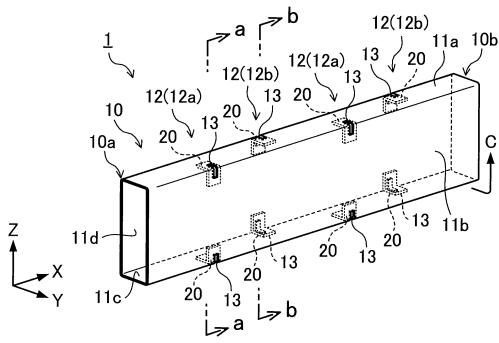
【図3】



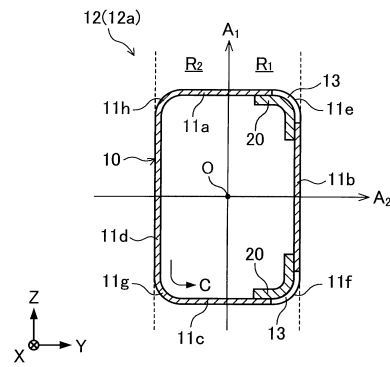
【図6】



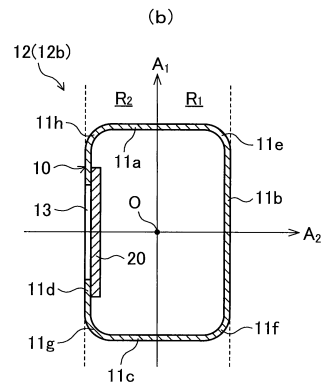
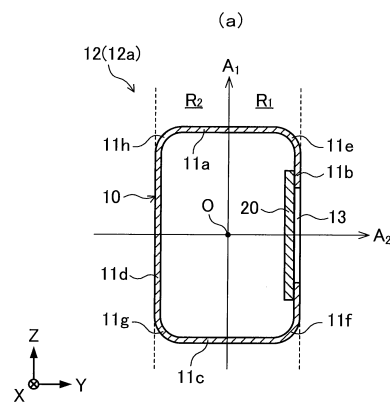
【図4】



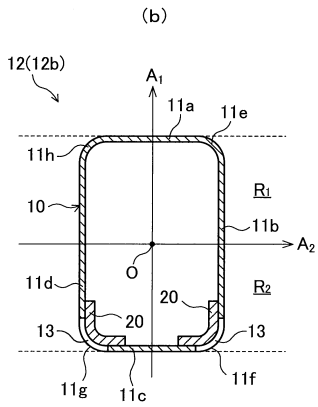
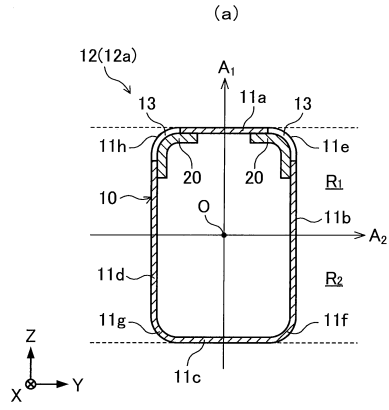
【図5】



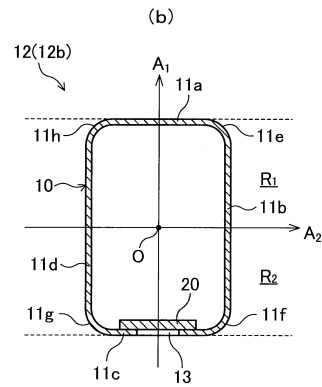
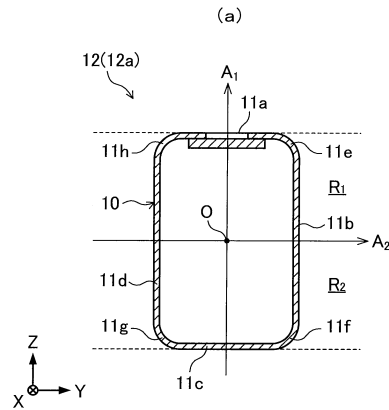
【図7】



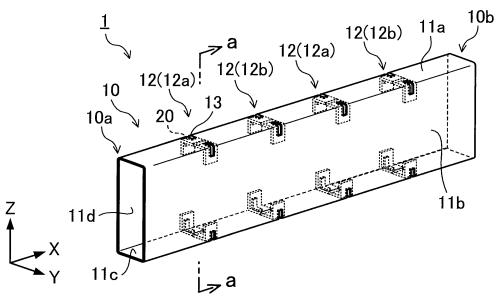
【 図 8 】



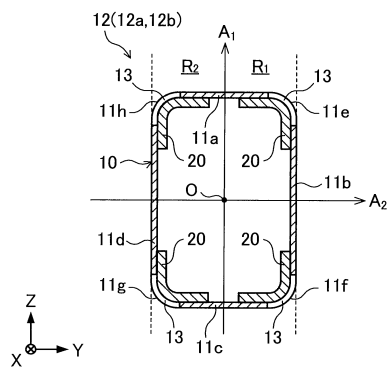
【 図 9 】



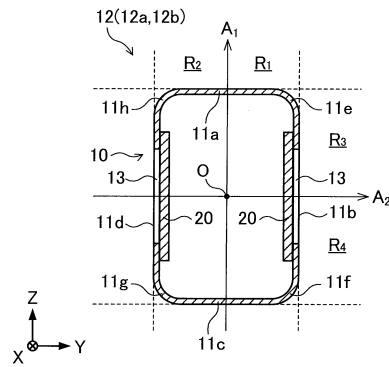
【 図 10 】



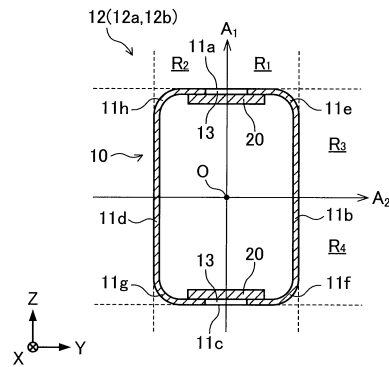
【 図 11 】



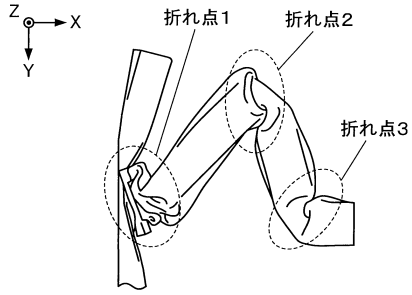
【 図 12 】



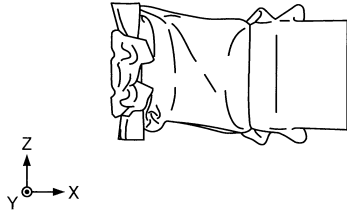
【 図 13 】



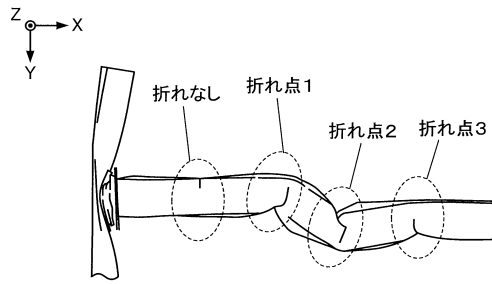
【図 14】



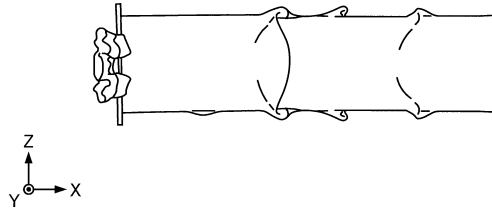
【図 15】



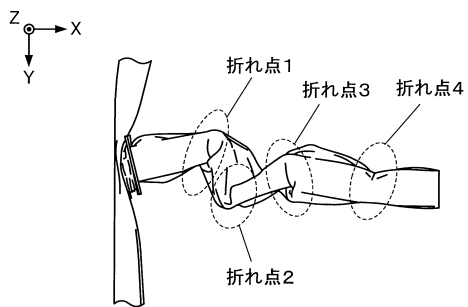
【図 16】



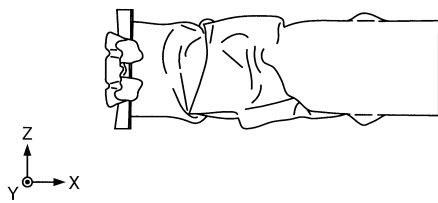
【図 17】



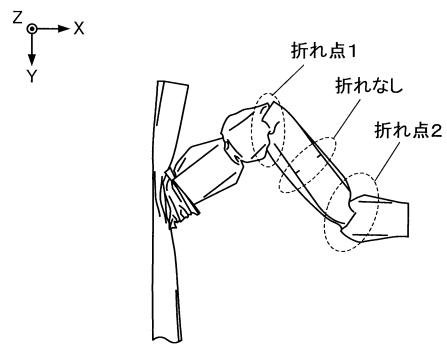
【図 18】



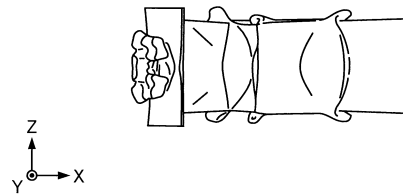
【図 19】



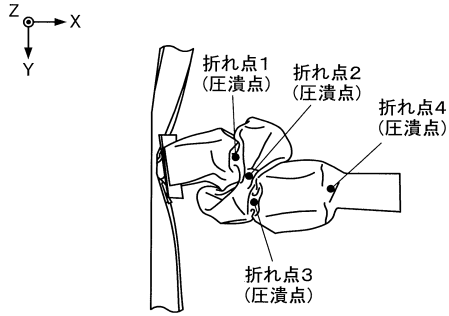
【図 20】



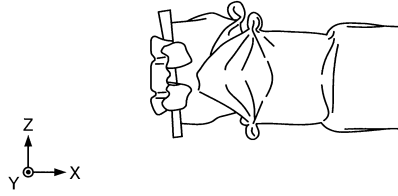
【図 21】



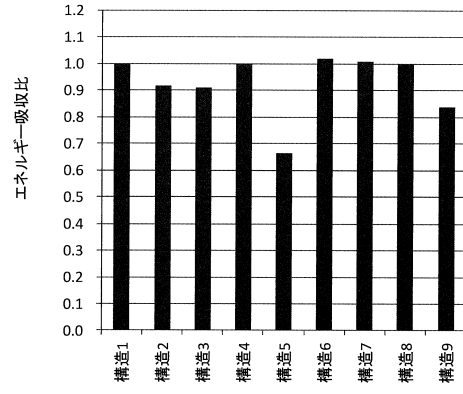
【図 2 2】



【図 2 3】



【図 2 4】



フロントページの続き

(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 日本製鉄株式会社内

審査官 林 政道

(56)参考文献 特開平05-105110(JP,A)
特開2007-159894(JP,A)
特開平05-085402(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
B62D 17/00-25/08
B62D 25/14-29/04