

明 細 書

発明の名称：

ラチス構造物、ラチス構造物連結体、作業機械、及びコネクタ

技術分野

[0001] 本発明は、作業機械を構成するラチス構造物に用いられるコネクタに関する。

背景技術

[0002] 一般に、大型の作業機械、例えば大型クレーン、に装備される作業用の起伏部材には、軽量で高い強度をもつラチス構造が採用される。また、長尺の起伏部材は、その輸送のため、互いに切り離し可能に連結される複数のラチス構造物により構成される。

[0003] 特許文献1は、クレーンに用いられる連結可能な組み立て式ブーム部材を開示している。当該ブーム部材は、互いに連結される複数のラチス構造物（特許文献1では、「ブームバット」、「ブームインサートセクション」、「ブームトップ」）を備える。各ラチス構造物は、複数のメインパイプ（特許文献1では、「弦材」）と、メインパイプの軸方向に対して傾斜する方向に延びて複数のメインパイプを連結する複数の傾斜パイプ（特許文献1では、「ラチス部材」）と、メインパイプの端部に設けられたコネクタとを備える。当該コネクタが当該ラチス構造物に隣接する他のラチス構造物の端部に設けられた相手方コネクタに連結されることにより、2つのラチス構造物が連結される。

[0004] 上記のようなラチス構造物では、複数のメインパイプと複数の傾斜パイプとにより複数の三角形の構造（ラチス構造）が連続して形成されており、これにより、軽量で高い強度が実現されている。

[0005] ところで、特許文献1の図2に示されているように、2つのラチス構造物が連結される構造物連結部は、前記コネクタとこれに連結される前記相手方コネクタがメインパイプの軸方向に沿って並んで配置されることによって構

成される。このため、メインパイプの軸方向に沿って当該構造物連結部を挟んで配置される２つの傾斜パイプの端部は、少なくとも構造物連結部の長さ、すなわち、前記コネクタと前記相手方コネクタとにより構成されるコネクタ連結体の前記軸方向の長さを超える間隔をおいて配置されることになる。したがって、当該構造物連結部では、上述した三角形の構造（ラチス構造）が連続せずに途切れてしまう。その結果、当該構造物連結部の強度はラチス構造が連続する部位の強度に比べて低くなるので、当該構造物連結部において局所的な変形が生じやすくなる。

[0006] 通常、上記のような構造物連結部における強度低下を抑制するために、例えば特許文献１の図２に示されているように、メインパイプの軸方向に対して直交する方向に延びる直交パイプ（杵材）が各ラチス構造物の端部に設けられる。この直交パイプが各ラチス構造物の端部において複数のメインパイプを連結することにより前記構造物連結部が補強される。

[0007] しかし、ラチス構造物において前記複数の傾斜パイプとは別に前記直交パイプが設けられると、ラチス構造物の重量が増加し、しかも、ラチス構造物を製造するための工数も増加するという問題がある。

先行技術文献

特許文献

[0008] 特許文献１：特開平５－２０８７９５号公報

発明の概要

[0009] 本発明は、ラチス構造物の重量の増加や製造工数の増加を抑制しつつ、ラチス構造物同士を連結する構造物連結部における強度低下も抑制できるラチス構造物、ラチス構造物連結体、作業機械、及びコネクタを提供することを目的とする。

[0010] 本発明のラチス構造物は、作業機械に搭載されるものであり当該ラチス構造物に隣接する相手方ラチス構造物と着脱可能に連結されるものである。前記ラチス構造物は、径方向に間隔をおいて並ぶ複数のメインパイプと、前記複数のメインパイプの軸方向に対して傾斜する方向に延びる複数の傾斜パイ

プであって当該複数の傾斜パイプのそれぞれが前記複数のメインパイプのうちの何れか2本のメインパイプを相互に連結する複数の傾斜パイプと、前記相手方ラチス構造物が備える複数の相手方コネクタと着脱可能に連結される複数のコネクタと、を備える。前記複数のコネクタは、前記複数のメインパイプのうちの何れかのメインパイプの端部が接続されるとともに前記複数の傾斜パイプのうちの少なくとも一つの傾斜パイプの端部が接続される所定のコネクタを含む。

図面の簡単な説明

[0011] [図1]本発明の実施形態に係る作業機械としてのクレーンを示す側面図である。

[図2]図1において枠11で囲まれた部分の拡大図であって、本発明の実施形態に係るラチス構造物連結体を示すものである。

[図3]図2において枠111で囲まれた部分の拡大図であって、本発明の第1実施形態に係るラチス構造物連結体を構成するコネクタ連結体と当該コネクタ連結体に接続されるメインパイプ及び傾斜パイプとを示す側面図である。

[図4]図3に示すコネクタ連結体を構成するコネクタと相手方コネクタを示す斜視図である。

[図5]図4に示すコネクタの連結部と相手方コネクタの連結部とが互いに嵌合した状態を示す斜視図である。

[図6]図3に示すコネクタ連結体を構成するコネクタと相手方コネクタを示す側面図である。

[図7]第1実施形態の変形例1に係るラチス構造物連結体を構成するコネクタ連結体と当該コネクタ連結体に接続されるメインパイプ及び傾斜パイプとを示す側面図である。

[図8]第1実施形態の変形例2に係るラチス構造物連結体を構成するコネクタ連結体と当該コネクタ連結体に接続されるメインパイプ及び傾斜パイプとを示す側面図である。

[図9] (A) は、第1実施形態の変形例3に係るラチス構造物連結体を構成す

るコネクタと相手方コネクタを示す斜視図であり、（Ｂ）は、当該コネクタの傾斜パイプ接続部とこれに接続される傾斜パイプの端部とを示す側面図である。

[図10]第１実施形態の変形例４に係るラチス構造物連結体を構成するコネクタ連結体と当該コネクタ連結体に接続されるメインパイプ及び傾斜パイプとを示す側面図である。

[図11]図１０に示すコネクタ連結体を構成するコネクタと相手方コネクタを示す側面図である。

[図12]本発明の第２実施形態に係るラチス構造物連結体を構成するコネクタ連結体と当該コネクタ連結体に接続されるメインパイプ及び傾斜パイプとを示す側面図である。

[図13]図１２に示すコネクタ連結体を構成するコネクタと相手方コネクタを示す側面図である。

[図14]（Ａ）は、図１２に示すコネクタを示す平面図であり、（Ｂ）は、図１２に示すコネクタの正面図である。

[図15]第２実施形態に係るラチス構造物連結体に用いられるコネクタの特徴を説明するための概念図である。

[図16]比較例に係るラチス構造物連結体を示す側面図である。

[図17]前記比較例に係るラチス構造物連結体を構成するコネクタ連結体と当該コネクタ連結体に接続されるメインパイプ、傾斜パイプ及び直交パイプとを示す側面図である。

[図18]本発明の第３実施形態に係るラチス構造物連結体を示す斜視図である。

[図19]前記第３実施形態に係るラチス構造物連結体を構成するラチス構造物を示す斜視図である。

[図20]ラチス構造物の他の例を示す斜視図である。

[図21]図１８において二点鎖線で囲んだ領域Ａを拡大した斜視図である。

[図22]図１８において二点鎖線で囲んだ領域Ｂを拡大した斜視図である。

[図23]前記領域Aに用いられるコネクタ及び相手方コネクタを示す斜視図である。

[図24]前記領域Aに用いられるコネクタ及び相手方コネクタを示す側面図である。

[図25]前記領域Bに用いられるコネクタ及び相手方コネクタを示す斜視図である。

[図26]前記領域Bに用いられるコネクタ及び相手方コネクタを示す平面図である。

[図27]前記領域Aを拡大した底面図である。

[図28]前記領域Aを拡大した側面図である。

[図29]前記領域Bを拡大した側面図である。

[図30]前記領域Bを拡大した底面図である。

[図31]本発明の第4実施形態に係るラチス構造物連結体を示す斜視図である。

[図32]前記第4実施形態に係るラチス構造物連結体を構成するラチス構造物を示す斜視図である。

[図33]図31において二点鎖線で囲んだ領域Cを拡大した斜視図である。

[図34]図31において二点鎖線で囲んだ領域Cを拡大した斜視図であって、当該領域Cを図33とは反対側から見たものである。

[図35]前記第4実施形態における前記ラチス構造物に用いられるコネクタ及び相手方コネクタを示す斜視図である。

[図36]前記第4実施形態における前記ラチス構造物に用いられるコネクタ及び相手方コネクタを示す斜視図である。

[図37]前記第4実施形態における前記ラチス構造物に用いられるコネクタ及び相手方コネクタを示す斜視図である。

[図38]前記第4実施形態における前記ラチス構造物に用いられるコネクタ及び相手方コネクタを示す平面図である。

[図39]前記第4実施形態における前記ラチス構造物に用いられるコネクタ及

び相手方コネクタを示す側面図である。

[図40]前記領域Cを拡大した側面図である。

[図41]前記領域Cを拡大した底面図である。

発明を実施するための形態

[0012] 以下、図面を参照しつつ、本発明の実施の形態について説明する。

[0013] [作業機械]

図1は、本発明の実施形態に係る作業機械としてのクレーン10の側面図である。図1に示すように、クレーン10は、基体としての下部走行体14と、下部走行体14の上に旋回可能に支持される上部旋回体12と、ラチスブーム16と、ジブ18と、マスト20と、リアストラット21と、フロントストラット22と、を備える。上部旋回体12の後部には、クレーン10のバランスを調整するためのカウンタウエイト13が積載され、上部旋回体12の前端部には運転席であるキャブ15が搭載されている。

[0014] 前記ラチスブーム16は、ブームフット17を構成する下端部を有し、これを支点として起伏方向に回動可能となるように前記上部旋回体12の旋回フレームに支持される。当該ラチスブーム16は、相互に連結される複数のラチス構造物を備える。前記複数のラチス構造物は、基端側から順に並ぶ第1ブーム部材16A、第2ブーム部材16B、第3ブーム部材16C及び第4ブーム部材16Dを含む。

[0015] 第1ブーム部材16Aは、基端側ブーム部材であって、ブームフット17を含む基端部と、その反対側の先端部と、を有する。ブームフット17は、上部旋回体12の前部に前記起伏方向に回動可能となるように連結される。

[0016] 第2～第4ブーム部材16B、16C、16Dは、第1ブーム部材16Aに近い側からその順に並び、その並び方向（すなわちラチスブーム16の長手方向）に隣接するブーム部材同士が着脱可能に相互連結される。すなわち、第2及び第3ブーム部材16B、16Cは、中間ブーム部材であって、それぞれの基端側に隣接するブーム部材に着脱可能に連結される基端部と、それぞれの先端側に隣接するブーム部材に着脱可能に連結される先端部と、を

有する。また、第4ブーム部材16Dは、先端側ブーム部材であって、第3ブーム部材16Cの先端部に着脱可能に連結される基端部と、その反対側の端部であってラチスブーム16の先端を構成する先端部と、を有する。

[0017] ジブ18は、ラチスブーム16の先端、すなわち第4ブーム部材16Dの先端部、に回動可能に連結される。マスト20、リアストラット21及びフロントストラット22はジブ18を回動させるための部材である。

[0018] マスト20は、ブーム16の起伏方向と同方向に回動可能となるように上部旋回体12に支持される基端部と、その反対側の先端部と、を有する。当該先端部は、左右一対のブーム用ガイライン24を介してブーム16の先端に連結される。

[0019] リアストラット21及びフロントストラット22はラチスブーム16の先端に回動可能に軸支される。リアストラット21は、左右一対のバックストップ25及び該リンク26により、ラチスブーム16の先端からブーム起立側（図1では左側）に張り出す姿勢で保持される。フロントストラット22は、ジブ18と連動して（一体的に）回動するように、左右一対のジブ用ガイライン28を介してジブ18に連結される。

[0020] 上部旋回体12には、複数のウィンチが搭載される。当該複数のウィンチは、ブーム起伏用ウィンチ30と、ジブ起伏用ウィンチ32と、主巻用ウィンチ34Aと、補巻用ウィンチ34Bと、を含む。

[0021] ブーム起伏用ウィンチ30は、ブーム起伏用ロープ38の巻き取り及び繰り出しを行うことによりマスト20を回動させ、これによりラチスブーム16を起伏させる。ブーム起伏用ロープ38は、マスト20の回動端部及び上部旋回体12の後端部にそれぞれ設けられたシーブブロック40、42に掛け渡されている。

[0022] ジブ起伏用ウィンチ32は、リアストラット21とフロントストラット22との間に巻き回されたジブ起伏用ロープ44の巻き取り及び繰り出しを行うことによりフロントストラット22を回動させ、これによりジブ18を起伏させる。ジブ起伏用ロープ44は、リアストラット21の長手方向中間部

に設けられたガイドシーブ４６に掛けられ、かつ、リアストラット２１の回転端部及びフロントストラット２２の回転端部にそれぞれ設けられたシーブブロック４７、４８間に掛け渡されている。

[0023] 主巻用ウィンチ３４Ａは、ジブ１８の先端から主巻ロープ３６Ａを介して吊り下げられる吊り荷の巻上げ及び巻下げを行い、補巻用ウィンチ３４Ｂは、ジブ１８の先端から補巻ロープ３６Ｂを介して吊り下げられる吊り荷の巻上げ及び巻下げを行う。

[0024] [ラチス構造物連結体]

以上説明したクレーン１０において、ラチスブーム１６を構成する第１～第４ブーム部材１６Ａ～１６Ｄのそれぞれは、基本的に共通の構造を有するラチス構造物である。そこで、第１～第４ブーム部材１６Ａ～１６Ｄのうち代表的に、第２ブーム部材１６Ｂ及びこれに隣接する第３ブーム部材１６Ｃの基本構造と、当該第２ブーム部材１６Ｂと当該第３ブーム部材１６Ｃとを相互に着脱可能に連結するための構造とを、図面を参照しながら説明する。

[0025] 図２は、図１において枠１１で囲まれた部分の拡大図であって、本発明の実施形態に係るラチス構造物連結体１０１を示すものである。図２に示すように、ラチス構造物連結体１０１は、第２ブーム部材１６Ｂと第３ブーム部材１６Ｃとで構成されている。本実施形態では、ラチス構造物連結体１０１は、ブーム１６の一部を構成しているが、ブーム１６の全体を構成していてもよい。すなわち、ラチス構造物連結体は、本実施形態のように２つのラチス構造物が連結されたものに限らず、３つ以上のラチス構造物が連結されたものであってもよい。

[0026] 図２に示すように、第２ブーム部材１６Ｂは、複数のメインパイプ５０と、複数の傾斜パイプ６０と、複数のコネクタ８０と、を備える。第３ブーム部材１６Ｃは、複数のメインパイプ５０（主材）と、複数の傾斜パイプ６０（斜材）と、複数のコネクタ７０と、を備える。複数のメインパイプ５０及び複数の傾斜パイプ６０は、互いに接合されることによってラチス構造を形成する。コネクタ７０とコネクタ８０は、後述するコネクタ連結体１００を

構成している。

- [0027] 複数のメインパイプ50のそれぞれは、直線状に延びる管材により構成され、第1の端部50aと、その反対側の第2の端部50bと、を有する。複数のメインパイプ50は、メインパイプ50の径方向に間隔をおいて並んでいる。言い換えると、複数のメインパイプ50は、メインパイプ50の軸方向と直交する方向に間隔をおいて並んでいる。複数のメインパイプ50は、ラチスブーム16の軸方向に沿った方向に平行な姿勢で配置されている。
- [0028] 複数のメインパイプ50は、当該複数のメインパイプ50の軸方向からみて3以上の頂点を有する多角形のそれぞれの頂点に対応する位置に配せられる。この実施の形態に係るラチス構造物連結体101を構成するブーム部材16Bとブーム部材16Cは、それぞれ4本のメインパイプ50を含むので、当該複数のメインパイプ50は四角形（例えば略正方形）の頂点となる位置にそれぞれ配置される。なお、図2は、中間ブーム部材16B、16Cを側面視したものであるので、4本のメインパイプ50のうちの2本のメインパイプ50のみが図示され、他の2本のメインパイプ50の図示が省略されている。
- [0029] 本実施形態では、各メインパイプ50の第1の端部50aは、ラチスブーム16のブームフット17に近い側に位置する基端部であり、各メインパイプ50の第2の端部50bは、その反対側であるラチスブーム16の先端に近い側に位置する先端部である。
- [0030] 複数の傾斜パイプ60は、隣り合うメインパイプ50を相互に連結するように配置される。当該複数の傾斜パイプ60のそれぞれは、直線状に延びる構造材（この実施の形態では管材）により構成される。各傾斜パイプ60の両端部のうち的一方の端部は前記複数のメインパイプ50のうちの一つに接合され、他方の端部は前記一方の端部が接合されるメインパイプ50と隣り合うメインパイプ50に接合される。各傾斜パイプ60は、強度上有利なラチス構造を形成すべく前記メインパイプ50の軸方向に対して傾斜する姿勢で配置される。すなわち、各傾斜パイプ60は、メインパイプ50の軸方向

に平行でない姿勢で、かつ、メインパイプ50の軸方向に直交しない姿勢で配置される。

[0031] 本発明に係る「ラチス構造物」及び「相手方ラチス構造物」の概念は、相対的なものである。例えば、第3ブーム部材16Cを本発明に係る「ラチス構造物」とした場合、第2ブーム部材16Bが本発明に係る「相手方ラチス構造物」に相当する。かかる場合、第3ブーム部材16Cを構成するメインパイプ50及び傾斜パイプ60が本発明に係る「メインパイプ」及び「傾斜パイプ」に相当し、第2ブーム部材16Bを構成するメインパイプ50及び傾斜パイプ60が本発明に係る「相手方メインパイプ」及び「相手方傾斜パイプ」に相当し、第3ブーム部材16Cを構成するコネクタ70が本発明に係る「コネクタ」に相当し、第2ブーム部材16Bを構成するコネクタ80が本発明に係る「相手方コネクタ」に相当する。

[0032] 逆に、前記第2ブーム部材16Bを本発明に係る「ラチス構造物」とした場合、第3ブーム部材16Cが「相手方ラチス構造物」に相当する。かかる場合、第2ブーム部材16Bを構成するメインパイプ50及び傾斜パイプ60が本発明に係る「メインパイプ」及び「傾斜パイプ」に相当し、第3ブーム部材16Cを構成するメインパイプ50及び傾斜パイプ60が「相手方メインパイプ」及び「相手方傾斜パイプ」に相当し、第2ブーム部材16Bを構成するコネクタ80が本発明に係る「コネクタ」に相当し、第3ブーム部材16Cを構成するコネクタ70が本発明に係る「相手方コネクタ」に相当する。

[0033] [コネクタ連結体]

前記ラチス構造物連結体101は、複数のコネクタ連結体100を有する。各コネクタ連結体100は、コネクタ70と、コネクタ80（相手方コネクタ）と、により構成される。各コネクタ連結体100は、ラチスブーム16におけるラチス構造物（本実施形態では、第3ブーム部材16C）と相手方ラチス構造物（本実施形態では、第2ブーム部材16B）とを着脱可能に連結するためのものである。本実施形態では、コネクタ連結体100を構成

するコネクタ 70 は、第 3 ブーム部材 16 C の端部を構成しており、コネクタ連結体 100 を構成する相手方コネクタ 80 は、第 2 ブーム部材 16 B の端部を構成している。コネクタ 70 と相手方コネクタ 80 とが相互に連結されることにより第 3 ブーム部材 16 C 及び第 2 ブーム部材 16 B が相互に連結される。

[0034] 複数のコネクタ 70 は、第 3 ブーム部材 16 C を構成する複数のメインパイプ 50 の第 1 の端部 50 a (基端部) にそれぞれ 1 個ずつ配置され、当該第 1 の端部 50 a に溶接によって接合される。同様に、複数のコネクタ 80 (相手方コネクタ) は、第 2 ブーム部材 16 B を構成する複数のメインパイプ 50 の第 2 の端部 50 b (先端部) にそれぞれ 1 個ずつ配置され、当該第 2 の端部 50 b に溶接によって接合される。複数のコネクタ 70 のそれぞれは、対応する相手方コネクタ 80 と着脱可能に結合される。

[0035] 本実施形態では、複数のコネクタ連結体 100 は、同様の構造を有しており、図 2 に示すように、各コネクタ連結体 100 には 2 本のメインパイプ 50 が接続される点で共通しているが、以下の点で異なっている。すなわち、一部のコネクタ連結体 100 (図 2 において右側のコネクタ連結体 100) が配置される部位には複数の傾斜パイプ 60 の端部が位置するため、当該コネクタ連結体 100 には、複数の傾斜パイプ 60 (例えば、2 つの傾斜パイプ 60) が接続される。一方、他のコネクタ連結体 100 (図 2 において左側のコネクタ連結体 100) が配置される部位には傾斜パイプ 60 の端部が位置しないため、当該コネクタ連結体 100 には、傾斜パイプ 60 が接続されていない。

[0036] 以下、コネクタ連結体 100、並びにこれを構成するコネクタ 70 及び相手方コネクタ 80 の具体的な構造について例示する。

[0037] [第 1 実施形態]

図 3 は、図 2 において枠 111 で囲まれた部分の拡大図であって、本発明の第 1 実施形態に係るラチス構造物連結体 101 を構成するコネクタ連結体 100 と当該コネクタ連結体 100 に接続されるメインパイプ 50 及び傾斜

パイプ 60 とを示す側面図である。図 4 は、図 3 に示すコネクタ連結体 100 を構成するコネクタ 70 と相手方コネクタ 80 を示す斜視図である。図 5 は、図 4 に示すコネクタ 70 の連結部 71 と相手方コネクタ 80 の連結部 81 とが互いに嵌合した状態を示す斜視図である。図 6 は、図 3 に示すコネクタ連結体 100 を構成するコネクタ 70 と相手方コネクタ 80 を示す側面図である。

[0038] 図 3～図 6 に示すように、コネクタ 70 は、コネクタ本体部 76 と、連結部 71 とを有する。当該コネクタ本体部 76 は、メインパイプ接続部 72 と、傾斜パイプ接続部 73 とを含む。コネクタ本体部 76 は、当該コネクタ本体部 76 に含まれるメインパイプ接続部 72 に対してメインパイプ 50 の端部が接続されることを許容するとともに、当該コネクタ本体部 76 に含まれる傾斜パイプ接続部 73 に対して傾斜パイプ 60 の端部が接続されることを許容する大きさを有する。

[0039] 同様に、コネクタ 80 は、コネクタ本体部 86 と、連結部 81 とを有する。当該コネクタ本体部 86 は、メインパイプ接続部 82 と、傾斜パイプ接続部 83 とを含む。コネクタ本体部 86 は、当該コネクタ本体部 86 に含まれるメインパイプ接続部 82 に対してメインパイプ 50 の端部が接続されることを許容するとともに、当該コネクタ本体部 86 に含まれる傾斜パイプ接続部 83 に対して傾斜パイプ 60 の端部が接続されることを許容する大きさを有する。

[0040] コネクタ本体部 76 及びコネクタ本体部 86 のそれぞれは、図 6 に示されているように、側面視で略 L 字形状、すなわち、メインパイプ接続部 72 と傾斜パイプ接続部 73 とが枝分かれしたような形状を有する部材である。

[0041] コネクタ 70 の連結部 71 は、突出片 71A を有する。当該突出片 71A は、本実施形態では、略平板状をなす。突出片 71A は、コネクタ本体部 76 が有する複数の端面のうちの一つである端面 74 から所定寸法だけ突出する。

[0042] コネクタ 80 の連結部 81 は、一对の突出片 81A, 81B を有する。一

対の突出片 8 1 A, 8 1 B のそれぞれは、本実施形態では、略平板状をなす。一对の突出片 8 1 A, 8 1 B は、コネクタ本体部 8 6 が有する複数の端面のうちの一つである端面 8 4 から所定の寸法だけ突出する。当該一对の突出片 8 1 A, 8 1 B は、その間に前記突出片 7 1 A が挿入されることを許容する大きさの隙間を挟む。

[0043] コネクタ 7 0 の突出片 7 1 A は、コネクタ 8 0 の一对の突出片 8 1 A, 8 1 B 同士の間に入挿されて当該一对の突出片 8 1 A, 8 1 B に連結ピン 9 0 を介して着脱可能に結合される。つまり、コネクタ 7 0 の突出片 7 1 A は、相手方コネクタであるコネクタ 8 0 の一对の突出片 8 1 A, 8 1 B と着脱可能に結合される雄型の連結部 7 1 を構成し、当該一对の突出片 8 1 A, 8 1 B は雌型の連結部 8 1 を構成する。

[0044] 突出片 7 1 A 及び一对の突出片 8 1 A, 8 1 B には、図 4 に示すようなピン挿通孔 7 1 1, 8 1 1, 8 1 1 がそれぞれ形成されている。これらのピン挿通孔 7 1 1, 8 1 1, 8 1 1 は、前記連結ピン 9 0 の挿通を許容する内径を有する。各ピン挿通孔の位置は、図 5 に示されるように突出片 7 1 A と突出片 8 1 A, 8 1 B とがその板厚方向（メインパイプ 5 0 の軸方向と直交する方向）に重なった状態で連結ピン 9 0 がそれぞれのピン挿通孔を通りながら突出片 7 1 A 及び突出片 8 1 A, 8 1 B を前記板厚方向に貫通することにより当該突出片 7 1 A と当該突出片 8 1 A, 8 1 B とを着脱可能に結合することを可能にする位置に、設定されている。

[0045] メインパイプ接続部 7 2 は、メインパイプ 5 0 の端部と接続可能な形状を有する。具体的に、図 5 及び図 6 に示すように、メインパイプ接続部 7 2 は、コネクタ本体部 7 6 が有する複数の端面のうちの他の一つである端面 7 2 1 と、当該端面 7 2 1 から突出する凸部 7 2 3 とを有する。

[0046] 端面 7 2 1 は、メインパイプ 5 0 の端部 5 0 a の端面が対向するとともに当該端面と平行な平面である。本実施形態では、メインパイプ接続部 7 2 の端面 7 2 1 及びメインパイプ 5 0 の端部 5 0 a の端面は、メインパイプ 5 0 の軸方向に直交する平面に平行な面である。

- [0047] 端面721は、メインパイプ50の端部50aをメインパイプ接続部72に固定する溶接が行われる溶接面としても機能する。メインパイプ50の端部50aとメインパイプ接続部72との溶接は、当該端部50aと前記端面721とにおいてこれらの全周にわたって行われる。これにより、全周にわたって同じ溶接条件で溶接することができ、施工条件を同一にでき、施工性が向上するとともに溶接品質も向上する。後述の傾斜パイプ60と傾斜パイプ接続部73との溶接についても同様である。なお、メインパイプ接続部72と後述の傾斜パイプ接続部73が、互いに離れた位置にあり、しかも、連結ピン90の位置からも離れた位置にあるので、2つのパイプ50、60の溶接位置を離すことができ、さらに施工性が向上する。
- [0048] 凸部723は、メインパイプ50の端部の内側に僅かな隙間をもって嵌入されることが可能な形状を有する。具体的に、凸部723は、本実施形態では円柱形状を有しており、凸部723の外径は、メインパイプ50の端部の内径よりも僅かに小さい。これにより、メインパイプ50の端部が凸部723によって支持されるので、接続強度が高まる。
- [0049] 傾斜パイプ接続部73は、メインパイプ接続部72と同様に、傾斜パイプ60の端部と接続可能な形状を有する。具体的に、図5及び図6に示すように、傾斜パイプ接続部73は、コネクタ本体部76が有する複数の端面のうちのさらに他の一つである端面731と、当該端面731から突出する凸部733とを有する。
- [0050] 端面731は、傾斜パイプ60の端部の端面が対向するとともに当該端面と平行な平面である。本実施形態では、傾斜パイプ接続部73の端面731及び傾斜パイプ60の端部の当該端面は、傾斜パイプ60の軸方向に直交する平面に平行な面である。端面731は、傾斜パイプ60の端部を傾斜パイプ接続部73に固定する溶接が行われる溶接面としても機能する。
- [0051] 凸部733は、傾斜パイプ60の端部の内側に僅かな隙間をもって嵌入されることが可能な形状を有する。具体的に、凸部733は、本実施形態では円柱形状を有しており、凸部733の外径は、傾斜パイプ60の端部の内径

よりも僅かに小さい。

- [0052] ただし、凸部 7 2 3, 7 3 3 の形状は上述のような形状に限定されない。凸部 7 2 3, 7 3 3 は、例えば、メインパイプ 5 0 の内周面、傾斜パイプ 6 0 の内周面に沿って並ぶ複数の突出部により構成されてもよい。
- [0053] メインパイプ接続部 8 2 は、コネクタ本体部 8 6 が有する複数の端面のうちの一つである端面 8 2 1 と、当該端面 8 2 1 から突出する凸部 8 2 3 とを有する。傾斜パイプ接続部 8 3 は、コネクタ本体部 8 6 が有する複数の端面のうちの一つである端面 8 3 1 と、当該端面 8 3 1 から突出する凸部 8 3 3 とを有する。なお、コネクタ 8 0 におけるメインパイプ接続部 8 2 及び傾斜パイプ接続部 8 3 の構成は、上述したコネクタ 7 0 におけるメインパイプ接続部 7 2 及び傾斜パイプ接続部 7 3 の構成と同様であるため、詳細な説明は省略する。
- [0054] 連結ピン 9 0 は、前記ピン挿通孔 7 1 1, 8 1 1, 8 1 1 に挿通される円柱状の軸部 9 0 a と、当該軸部 9 0 a の一端に設けられ、軸部 9 0 a よりも外径の大きい頭部 9 0 b とを有する。連結ピン 9 0 の軸部 9 0 a の外径は、ピン挿通孔 7 1 1, 8 1 1, 8 1 1 の内径よりも僅かに小さく、連結ピン 9 0 の頭部 9 0 b の外径は、ピン挿通孔 7 1 1, 8 1 1, 8 1 1 の内径よりも大きい。連結ピン 9 0 の軸部 9 0 a の長さは、突出片 7 1 A と突出片 8 1 A, 8 1 B とをその板厚方向に重ねた寸法よりも長い。
- [0055] コネクタ 7 0 は、図 3 に示すように当該コネクタ 7 0 を側面視したときに（コネクタ 7 0 を連結ピン 9 0 の軸方向に見たときに）、メインパイプ接続部 7 2 に接続されるメインパイプ 5 0 の軸中心線 C 1 と傾斜パイプ接続部 7 3 に接続される傾斜パイプ 6 0 の軸中心線 C 3 とが連結ピン 9 0 の中心 C （軸部 9 0 a の軸中心線上）で交わるように構成されている。なお、メインパイプ 5 0 の軸中心線 C 1 と傾斜パイプ 6 0 の軸中心線 C 3 は、必ずしもコネクタ 7 0 を立体的に（3 次元的に）見たときに交わってなくてもよく、図 3 に示すようにコネクタ 7 0 を平面上に（二次元で）描いたときに交わっていればよい。このことは、次に説明する軸中心線 C 2 と軸中心線 C 4 につい

ても同様であり、また、後述する変形例 1～4 や第 2 実施形態においても同様である。

- [0056] コネクタ 80 は、図 3 に示すように当該コネクタ 80 を側面視したときに（コネクタ 80 を連結ピン 90 の軸方向に見たときに）、メインパイプ接続部 82 に接続されるメインパイプ 50 の軸中心線 C2 と傾斜パイプ接続部 83 に接続される傾斜パイプ 60 の軸中心線 C4 とが連結ピン 90 の中心 C で交わるように構成されている。
- [0057] 本実施形態では、図 3 に示す軸中心線 C1 と軸中心線 C3 とがなす角度 $\theta 1$ は鋭角に設定されており、軸中心線 C2 と軸中心線 C4 とがなす角度 $\theta 2$ も鋭角に設定されている。これらの角度 $\theta 1$ 、 $\theta 2$ の具体的な値は特に限定されるものではなく、ブーム 16 に要求される特性に応じて適宜設定される。
- [0058] 図 4 及び図 6 に示すように、コネクタ本体部 76 の前記端面 74 は、ガイド面 74A と、規制面 74B とを含み、コネクタ本体部 86 の前記端面 84 は、ガイド面 84A と、規制面 84B とを含む。また、コネクタ 70 の突出片 71A における突出方向先端に位置する端面 75 は、ガイド面 75A と、規制面 75B とを含み、コネクタ 80 の一対の突出片 81A、81B のそれぞれにおける突出方向先端に位置する端面 85 は、ガイド面 85A と、規制面 85B とを含む。
- [0059] 図 5 に示すようにコネクタ 70 とコネクタ 80 とが互いに嵌合した嵌合状態においては、図 4 及び図 6 に示すガイド面 74A とガイド面 85A とが近接又は当接した状態に対向し、規制面 74B と規制面 85B とが近接又は当接した状態に対向する。また、当該嵌合状態では、ガイド面 75A とガイド面 84A とが近接又は当接した状態に対向し、規制面 75B と規制面 84B とが近接又は当接した状態に対向する。
- [0060] これらのガイド面 74A、75A、84A、85A は、前記嵌合状態において、上述した軸中心線 C1 と軸中心線 C3 とが所定の位置（本実施形態では、連結ピン 90 の中心 C）で交わり、かつ、軸中心線 C2 と軸中心線 C4

とが所定の位置（本実施形態では、連結ピン90の中心C）で交わるような位置に設けられている。

[0061] ガイド面74A及びガイド面84Aは、円弧状に湾曲した凹曲面であり、ガイド面75A及びガイド面85Aは、円弧状に湾曲した凸曲面である。これらの曲面は、同程度の曲率半径を有しており、ピン挿通孔711, 811, 811に挿通される連結ピン90の軸中心と一致する軸を中心とする円弧状の曲面である。したがって、コネクタ70及びコネクタ80は、前記ガイド面74A, 75A, 84A, 85Aに案内されながら前記軸を中心として相対的に回転可能に構成されている。

[0062] また、規制面74B及び規制面85Bは、コネクタ70に接続されたメインパイプ50の軸中心線C1とコネクタ80に接続されたメインパイプ50の軸中心線C2とがほぼ同一直線上に位置する使用状態（図3に示す状態）において、図6に示すように円弧状のガイド面74A及びガイド面85Aの一端部（図6では上端部）からそれぞれ同じ方向に延びる平面であり、規制面75B及び規制面84Bは、前記使用状態において、図6に示すように円弧状のガイド面75A及びガイド面84Aの一端部（図6では上端部）からそれぞれ同じ方向に延びる平面である。

[0063] 本実施形態では、前記使用状態のときに、規制面74Bと規制面85Bとが近接又は当接した状態に対向し、規制面75Bと規制面84Bが近接又は当接した状態に対向する。したがって、コネクタ70に接続された傾斜パイプ60とコネクタ80に接続された傾斜パイプ60とが前記使用状態からさらに互いに近づく方向にコネクタ70及びコネクタ80が相対的に回転するのが規制される。

[0064] 以上のような構成を備える本実施形態に係るコネクタ連結体100を構成するコネクタ70及びコネクタ80は、例えば図16及び図17に示す比較例に係るコネクタ170及びコネクタ180と比較して次のような利点を有する。

[0065] 図16は、比較例に係るラチス構造物161B, 161Cを示す側面図で

ある。図17は、図16において枠XVIIで囲まれた部分の拡大図であって、当該比較例に係るラチス構造物161B, 161Cの構造物連結部を示す側面図である。図16及び図17に示すように、比較例に係る2つのラチス構造物161B, 161Cが連結される構造物連結部においては、コネクタ170とこれに連結される相手方コネクタ180が設けられ、これらのコネクタ170, 180がメインパイプ50の軸方向に沿って並んで配置され、連結ピン190によって連結されている。このため、メインパイプ50の軸方向に沿って当該構造物連結部を挟んで配置される2つの傾斜パイプ60, 60の端部は、少なくとも構造物連結部の長さ、すなわち、連結されたコネクタ170, 180により構成されるコネクタ連結体の軸方向の長さを超える間隔をおいて配置される。したがって、当該比較例に係るコネクタ連結体では、構造物連結部において三角形形状の構造（ラチス構造）が連続せずに途切れてしまう。その結果、当該構造物連結部の強度及び剛性はラチス構造が連続する部位の強度及び剛性に比べて低くなる。

[0066] このような構造物連結部における強度及び剛性の低下を抑制するために、図16及び図17に示されているように、メインパイプ50の軸方向に対して直交する方向に延びる直交パイプ160（枠材）が各ラチス構造物の端部に設けられている。この直交パイプ160が各ラチス構造物の複数のメインパイプ50を連結することにより構造物連結部が補強される。しかし、ラチス構造物において複数の傾斜パイプ60とは別に前記直交パイプ160を設けると、ラチス構造物の重量が増加し、しかも、ラチス構造物を製造するための工数も増加するという問題がある。なお、図17に示すコネクタ170, 180では、本実施形態に係るコネクタ70, 80のように傾斜パイプ60の端部を接続する傾斜パイプ接続部を設けることは想定されておらず、傾斜パイプ接続部を設けるスペースも有していない。

[0067] 一方、本実施形態に係るコネクタ70とコネクタ80を用いてブーム部材16B, 16C同士を連結することにより、図3に示すように、当該コネクタ70に接続される傾斜パイプ60の端部と、相手方コネクタ80に接続さ

れる傾斜パイプ60の端部とがともに構造物連結部上、すなわちコネクタ連結体100上に位置して互いに近接する。これにより、構造物連結部においても上述した三角形形状の構造（ラチス構造）に近い構造が途切れることなく連続する。このように本実施形態に係るコネクタ70とコネクタ80を用いてブーム部材16B, 16C同士を連結すれば、構造物連結部の強度及び剛性が低下するのを抑制でき、比較例のように各ラチス構造物の端部に直交パイプ160を設ける必要がなくなる。以上のことから、本実施形態では、ラチス構造物の重量の増加や製造工数の増加を抑制しつつ、ラチス構造物同士を連結する構造物連結部における強度及び剛性の低下も抑制できる。

[0068] また、本実施形態では、コネクタ70と相手方コネクタ80とを連結した状態において、コネクタ連結体100を側面視したときに（コネクタ連結体100を連結ピン90の軸方向に見たときに）、メインパイプ50と傾斜パイプ60の軸中心線C1, C3同士の交点が連結ピン90の中心に位置するので、構造物連結部において2つの傾斜パイプ60とメインパイプ50とが理想的な三角形形状の構造を形成する。これにより、構造物連結部の強度低下を効果的に抑制できる。

[0069] また、本実施形態では、メインパイプ接続部72が有する平面721及び傾斜パイプ接続部73が有する平面731に対してメインパイプ50の端部50aの端面及び傾斜パイプ60の端部の端面を対向させた状態で、例えば溶接などの接合方法を用いてメインパイプ50の端部50a及び傾斜パイプ60の端部をコネクタ70のメインパイプ接続部72及び傾斜パイプ接続部73に接続することができる。したがって、これらのパイプの接続時における施工性が向上し、接続状態の品質を確保しやすくなる。

[0070] また、本実施形態では、前記メインパイプ接続部72は、前記メインパイプ50の前記端部50aを位置合わせするための凸部723を備え、前記傾斜パイプ接続部73は、前記傾斜パイプ60の前記端部を位置合わせするための凸部733を備えている。これにより、メインパイプ50の端部50a及び傾斜パイプ60の端部をコネクタ70のメインパイプ接続部72及び傾

斜パイプ接続部 7 3 に接続するときの位置合わせが容易になる。

[0071] [変形例 1]

図 7 は、第 1 実施形態の変形例 1 に係るラチス構造物連結体 1 0 1 を構成するコネクタ連結体 1 0 0 と当該コネクタ連結体 1 0 0 に接続されるメインパイプ 5 0 及び傾斜パイプ 6 0 とを示す側面図である。

[0072] 図 7 に示す変形例 1 は、前記軸中心線 C 3, C 4 の位置が図 3 に示す前記実施形態と異なっており、それ以外の構成は図 3 に示す前記実施形態と同様であるので、以下では当該相違点についてのみ説明する。

[0073] 当該変形例 1 では、コネクタ 7 0 の傾斜パイプ接続部 7 3 に接続された傾斜パイプ 6 0 は、図 3 に示す前記実施形態における傾斜パイプ 6 0 に比べて、メインパイプ 5 0 の軸方向の一方にずれた位置に配置されている。これにより、コネクタ 7 0 を連結ピン 9 0 の軸方向に見たときに、傾斜パイプ 6 0 の軸中心線 C 3 と、コネクタ 7 0 のメインパイプ接続部 7 2 に接続されたメインパイプ 5 0 の軸中心線 C 1 との交点が、図 3 に示す前記実施形態における前記交点に比べてメインパイプ接続部 7 2 に近づく方向にずれた位置にある。

[0074] 具体的には、図 7 に示すようにコネクタ 7 0 を連結ピン 9 0 の軸方向に見たときに、メインパイプ 5 0 の軸中心線 C 1 と傾斜パイプ 6 0 の軸中心線 C 3 とは、連結ピン 9 0 の中心 C よりもコネクタ 7 0 のメインパイプ接続部 7 2 に近い位置で、かつ、連結ピン 9 0 の範囲内で交わっている。2 つの軸中心線 C 1, C 3 は、コネクタ 7 0 を連結ピン 9 0 の軸方向に見たときに、連結ピン 9 0 の頭部 9 0 b の範囲内において交わっていればよいが、頭部 9 0 b よりも外径の小さい軸部 9 0 a の範囲内において交わっているのがより好ましい。

[0075] また、変形例 1 では、コネクタ 8 0 の傾斜パイプ接続部 8 3 に接続された傾斜パイプ 6 0 は、図 3 に示す前記実施形態における傾斜パイプ 6 0 に比べて、メインパイプ 5 0 の軸方向の他方にずれた位置に配置されている。これにより、コネクタ 8 0 を連結ピン 9 0 の軸方向に見たときに、傾斜パイプ 6

０の軸中心線Ｃ４と、コネクタ８０のメインパイプ接続部８２に接続されたメインパイプ５０の軸中心線Ｃ２との交点が、図３に示す前記実施形態における前記交点に比べてメインパイプ接続部８２に近づく方向にずれた位置にある。

[0076] 具体的には、図７に示すようにコネクタ８０を連結ピン９０の軸方向に見たときに、メインパイプ５０の軸中心線Ｃ２と傾斜パイプ６０の軸中心線Ｃ４とは、連結ピン９０の中心Ｃよりもコネクタ８０のメインパイプ接続部８２に近い位置で、かつ、連結ピン９０の範囲内で交わっている。２つの軸中心線Ｃ２，Ｃ４は、コネクタ８０を連結ピン９０の軸方向に見たときに、連結ピン９０の頭部９０ｂの範囲内において交わっていればよいが、頭部９０ｂよりも外径の小さい軸部９０ａの範囲内において交わっているのがより好ましい。

[0077] なお、軸中心線Ｃ１と軸中心線Ｃ３とは、連結ピン９０の中心Ｃよりもコネクタ８０のメインパイプ接続部８２に近い位置で、かつ、連結ピン９０の範囲内で交わっていてもよく、軸中心線Ｃ２と軸中心線Ｃ４とは、連結ピン９０の中心Ｃよりもコネクタ７０のメインパイプ接続部７２に近い位置で、かつ、連結ピン９０の範囲内で交わっていてもよい。

[0078] [変形例２]

図８は、第１実施形態の変形例２に係るラチス構造物連結体１０１を構成するコネクタ連結体１００と当該コネクタ連結体１００に接続されるメインパイプ５０及び傾斜パイプ６０とを示す側面図である。

[0079] 図８に示す変形例２は、前記軸中心線Ｃ３，Ｃ４の位置が図３に示す前記実施形態と異なっており、それ以外の構成は図３に示す前記実施形態と同様であるので、以下では当該相違点についてのみ説明する。

[0080] 当該変形例２では、コネクタ７０の傾斜パイプ接続部７３に接続された傾斜パイプ６０は、図３に示す前記実施形態における傾斜パイプ６０に比べて、メインパイプ５０の軸方向の一方にずれた位置に配置され、図７に示す変形例１における傾斜パイプ６０に比べても、メインパイプ５０の軸方向の一

方にずれた位置に配置されている。

[0081] 具体的には、図8に示すようにコネクタ70を連結ピン90の軸方向に見たときに、メインパイプ50の軸中心線C1と傾斜パイプ60の軸中心線C3とは、連結ピン90の中心Cよりもコネクタ70のメインパイプ接続部72に近い位置で、連結ピン90の範囲外で、かつ、コネクタ70の範囲内で交わっている。

[0082] また、図8に示すようにコネクタ80を連結ピン90の軸方向に見たときに、メインパイプ50の軸中心線C2と傾斜パイプ60の軸中心線C4とは、連結ピン90の中心Cよりもコネクタ80のメインパイプ接続部82に近い位置で、連結ピン90の範囲外で、かつ、コネクタ80の範囲内で交わっている。

[0083] なお、軸中心線C1と軸中心線C3とは、連結ピン90の中心Cよりもコネクタ80のメインパイプ接続部82に近い位置で、連結ピン90の範囲外で、かつ、コネクタ70の範囲内で交わっていてもよく、軸中心線C2と軸中心線C4とは、連結ピン90の中心Cよりもコネクタ70のメインパイプ接続部72に近い位置で、連結ピン90の範囲外で、かつ、コネクタ80の範囲内で交わっていてもよい。

[0084] [変形例3]

図9(A)は、第1実施形態の変形例3に係るラチス構造物連結体101を構成するコネクタ70と相手方コネクタ80を示す斜視図であり、図9(B)は、コネクタ70の傾斜パイプ接続部73とこれに接続される傾斜パイプ60の端部とを示す側面図である。

[0085] 図9(A)，(B)に示す変形例3は、メインパイプ接続部72及び傾斜パイプ接続部73の構成が図3～図6に示す前記実施形態と異なっており、それ以外の構成は図3～図6に示す前記実施形態と同様であるので、以下では当該相違点についてのみ説明する。

[0086] 変形例3では、図9(A)，(B)に示すように、メインパイプ接続部72は、前記端面721から内側(連結部71側)に窪む凹部724を有し、

メインパイプ接続部 8 2 は、前記端面 8 2 1（図 6 参照）から内側（連結部 8 1 側）に窪む凹部 8 2 4 を有する。凹部 7 2 4 及び凹部 8 2 4 のそれぞれは、メインパイプ 5 0 の端部を位置合わせするためのものである。

[0087] 凹部 7 2 4 及び凹部 8 2 4 のそれぞれは、その内側にメインパイプ 5 0 の端部が僅かな隙間をもって嵌入されることが可能な形状を有する。具体的に、凹部 7 2 4 及び凹部 8 2 4 のそれぞれは、本実施形態では円筒形状のメインパイプ 5 0 の端部に対応する円環形状の内周面を有しており、凹部 7 2 4 及び凹部 8 2 4 のそれぞれの内径は、メインパイプ 5 0 の端部の外径よりも僅かに大きい。ただし、凹部 7 2 4 及び凹部 8 2 4 のそれぞれの内周面は上述のような円環形状に限定されない。

[0088] 傾斜パイプ接続部 7 3 は、前記端面 7 3 1 から内側（連結部 7 1 側）に窪む凹部 7 3 4 を有する。傾斜パイプ接続部 8 3 は、前記端面 8 3 1 から内側（連結部 8 1 側）に窪む凹部 8 3 4 を有する。凹部 7 3 4 及び凹部 8 3 4 のそれぞれは、傾斜パイプ 6 0 の端部を位置合わせするためのものである。

[0089] 凹部 7 3 4 及び凹部 8 3 4 のそれぞれは、その内側に傾斜パイプ 6 0 の端部が僅かな隙間をもって嵌入されることが可能な形状を有する。具体的に、凹部 7 3 4 及び凹部 8 3 4 のそれぞれは、本実施形態では円筒形状の傾斜パイプ 6 0 の端部に対応する円環形状の内周面を有しており、凹部 7 3 4 及び凹部 8 3 4 のそれぞれの内径は、傾斜パイプ 6 0 の端部の外径よりも僅かに大きい。ただし、凹部 7 3 4 及び凹部 8 3 4 のそれぞれの内周面は上述のような円環形状に限定されない。

[0090] [変形例 4]

図 1 0 は、第 1 実施形態の変形例 4 に係るラチス構造物連結体 1 0 1 を構成するコネクタ連結体 1 0 0 と当該コネクタ連結体 1 0 0 に接続されるメインパイプ 5 0 及び傾斜パイプ 6 0 とを示す側面図である。図 1 1 は、図 1 0 に示すコネクタ連結体 1 0 0 を構成するコネクタ 7 0 と相手方コネクタ 8 0 を示す側面図である。

[0091] 図 1 0 及び図 1 1 に示す変形例 4 は、コネクタ本体部 7 6 の形状及びコネ

クタ本体部 86 の形状が図 3 及び図 6 に示す前記実施形態と異っており、それ以外の構成は図 3 及び図 6 に示す前記実施形態と同様であるので、以下では当該相違点についてのみ説明する。

[0092] 図 10 及び図 11 に示す変形例 4 におけるコネクタ 70 のコネクタ本体部 76 は、図 3 及び図 6 に示す前記実施形態におけるコネクタ本体部 76 のように略 L 字形状、すなわち、メインパイプ接続部 72 と傾斜パイプ接続部 73 とが枝分かれしたような形状を有していない。変形例 4 におけるコネクタ本体部 76 では、メインパイプ接続部 72 と傾斜パイプ接続部 73 との間に凹部が形成されておらず、これらが一体的に形成されている。これにより、コネクタ 70 の製造が容易となり、強度も向上する。コネクタ 80 のコネクタ本体部 86 についても同様である。

[0093] [第 2 実施形態]

図 12 は、本発明の第 2 実施形態に係るラチス構造物連結体 101 を構成するコネクタ連結体 100 と当該コネクタ連結体 100 に接続されるメインパイプ 50 及び傾斜パイプ 60 とを示す側面図である。図 13 は、図 12 に示すコネクタ連結体 100 を構成するコネクタ 70 と相手方コネクタ 80 を示す側面図である。図 14 (A) は、図 12 に示すコネクタ 70 を示す平面図であり、図 14 (B) は、図 12 に示すコネクタ 70 の正面図である。

[0094] 図 12 ～図 14 に示す第 2 実施形態は、メインパイプ接続部 72, 82 及び傾斜パイプ接続部 73, 83 の構成が図 3 ～図 6 に示す前記実施形態と異なっている。また、第 2 実施形態では、変形例 4 におけるコネクタ本体部 76 と同様に、メインパイプ接続部 72 と傾斜パイプ接続部 73 との間に凹部が形成されておらず、これらが一体的に形成されている。これら以外の構成は、図 3 ～図 6 に示す前記実施形態と同様であるので、以下では当該相違点についてのみ説明する。

[0095] 図 12 ～図 14 に示すように、第 2 実施形態では、コネクタ 70 において、メインパイプ接続部 72 は、メインパイプ 50 の端部 50a の端面が対向する球面 722 であってメインパイプ 50 の端部 50a が接続されるものを

含み、傾斜パイプ接続部 7 3 は、傾斜パイプ 6 0 の端部の端面が対向する球面 7 3 2 であって傾斜パイプ 6 0 の前記端部が接続されるものを含む。

[0096] また、コネクタ 8 0 において、メインパイプ接続部 8 2 は、メインパイプ 5 0 の端部 5 0 b の端面が対向する球面 8 2 2 であってメインパイプ 5 0 の端部 5 0 b が接続されるものを含み、傾斜パイプ接続部 8 3 は、傾斜パイプ 6 0 の端部の端面が対向する球面 8 3 2 であって傾斜パイプ 6 0 の前記端部が接続されるものを含む。

[0097] この第 2 実施形態では、コネクタ 7 0 において、メインパイプ接続部 7 2 が有する前記球面 7 2 2 及び傾斜パイプ接続部 7 3 が有する前記球面 7 3 2 に対してメインパイプ 5 0 の端部 5 0 a の前記端面及び傾斜パイプ 6 0 の端部の前記端面をそれぞれ対向させた状態で、例えば溶接などの接合方法を用いてメインパイプ 5 0 の端部 5 0 a 及び傾斜パイプ 6 0 の端部をコネクタ 7 0 のメインパイプ接続部 7 2 及び傾斜パイプ接続部 7 3 にそれぞれ接続することができる。したがって、これらのパイプの接続時における施工性が向上し、接続状態の品質を確保しやすくなる。コネクタ 8 0 についても同様である。

[0098] また、コネクタ 7 0 を連結ピン 9 0 の軸方向に見たときに、メインパイプ接続部 7 2 の前記球面 7 2 2 の中心（すなわち球面 7 2 2 を含む球の中心）と傾斜パイプ接続部 7 3 の前記球面 7 3 2 の中心（すなわち球面 7 3 2 を含む球の中心）とが連結ピン 9 0 の範囲内に位置している。したがって、メインパイプ接続部 7 2 が有する前記球面 7 2 2 及び傾斜パイプ接続部 7 3 が有する前記球面 7 3 2 に対してメインパイプ 5 0 の端部の前記端面及び傾斜パイプ 6 0 の端部の前記端面を対向させた状態で、メインパイプ 5 0 の端部及び傾斜パイプ 6 0 の端部をメインパイプ接続部 7 2 及び傾斜パイプ接続部 7 3 にそれぞれ溶接などによって接続するだけで、メインパイプ 5 0 と傾斜パイプ 6 0 の軸中心線 C 1, C 3 同士の交点（連結ピンの軸方向に見たときの交点）を連結ピン 9 0 の範囲内に位置させることができる。

[0099] 特に、図 1 2 に示す具体例では、球面 7 2 2 及び球面 7 3 2 の中心が連結

ピン90の中心に位置している。この場合には、上述のようにメインパイプ50の端部及び傾斜パイプ60の端部をメインパイプ接続部72及び傾斜パイプ接続部73にそれぞれ接続するだけで、メインパイプ50と傾斜パイプ60の軸中心線C1、C3同士の交点（連結ピンの軸方向に見たときの交点）を連結ピン90の中心Cに位置させることができる。

[0100] しかも、上述のようにメインパイプ50が溶接されるメインパイプ接続部72が前記球面722によって構成され、傾斜パイプ60が溶接される傾斜パイプ接続部73が前記球面732によって構成されている。したがって、メインパイプ50の端部及び傾斜パイプ60の端部をこれらの軸方向に直交する面で切断しておけば、これらの端部の端面を前記球面722、732にそれぞれつきあわせるだけで、これらの端面と前記球面722、732とがほとんど隙間なく接することになる。例えば、パイプの端部をパイプの外周面に接続する場合には、パイプの端部の端面をパイプの外周面に当接させただけでは、大きな隙間が形成されるが、第2実施形態では、そのような隙間が形成されない。

[0101] メインパイプ50の端部50aとメインパイプ接続部72との溶接は、当該端部50aと前記端面722とにおいてこれらの全周にわたって行われる。同様に、傾斜パイプ60の端部と傾斜パイプ接続部73との溶接は、当該端部と前記端面732とにおいてこれらの全周にわたって行われる。これにより、全周にわたって同じ溶接条件で溶接することができ、施工条件を同一にでき、施工性が向上するとともに溶接品質も向上する。

[0102] また、メインパイプ50の端部の端面及び傾斜パイプ60の端部の端面を前記球面722、732にそれぞれつきあわせた状態では、メインパイプ50の軸中心線C1が球面722の中心と一致し、傾斜パイプ60の軸中心線C3が球面732の中心と一致する。

[0103] 上記の特徴は、コネクタ80のメインパイプ接続部82及び傾斜パイプ接続部83についても同様である。

[0104] 図12～図14に示す具体例では、コネクタ70は、コネクタ本体部76

の球面 7 2 2 及び球面 7 3 2 は、連続した球面を構成しているが、これらは分割されていてもよい。また、コネクタ本体部 7 6 は、球面 7 2 2 及び球面 7 3 2 と、連結部 7 1 との間に一对の平面部 7 6 P, 7 6 P を有する。これらの平面部 7 6 P, 7 6 P は、球面 7 2 2 及び球面 7 3 2 に対して、連結ピン 9 0 の軸方向の一方と他方に位置している。ただし、これらの平面部 7 6 P, 7 6 P は、例えば図 1 5 に示すように省略することもできる。

[0105] 図 1 5 は、第 2 実施形態に係るラチス構造物連結体 1 0 1 に用いられるコネクタの特徴を説明するための概念図である。図 1 5 に示すように、コネクタ 7 0 が球体に近い形状を有する場合には、メインパイプ 5 0 及び傾斜パイプ 6 0 を任意の位置に接続することも可能になる。なお、メインパイプ 5 0 (傾斜パイプ 6 0) の端部は、球面 7 2 2 (球面 7 3 2) に対して、例えば図 1 5 に図示している部位 W において溶接される。

[0106] なお、第 2 実施形態においても、メインパイプ接続部 7 2 及び傾斜パイプ接続部 7 3 は、メインパイプ 5 0 の端部及び傾斜パイプ 6 0 の端部を位置合わせするための凸部又は凹部を備えていてもよい。

[0107] [第 3 実施形態]

本発明の第 3 実施形態に係るラチス構造物連結体 1 0 1 は、ブーム部材 1 6 C (ラチス構造物 1 6 C) とブーム部材 1 6 B (相手方ラチス構造物 1 6 B) とを連結してラチス構造物連結体 1 0 1 を組み立てるときの作業性の低下を抑制するために、互いに構造が異なる 2 種類のコネクタ連結体 1 0 0 A, 1 0 0 B を備える。これらのコネクタ連結体 1 0 0 A, 1 0 0 B の詳細な構造については後述する。以下では、まず、ラチス構造物連結体 1 0 1 の全体の構造について説明する。

[0108] 図 1 8 は、本発明の第 3 実施形態に係るラチス構造物連結体 1 0 1 を示す斜視図である。図 1 9 は、第 3 実施形態に係るラチス構造物連結体 1 0 1 を構成するラチス構造物としてのブーム部材 1 6 C を示す斜視図である。

[0109] 図 1 8 に示すラチス構造物連結体 1 0 1 は、例えば図 1 に示すクレーン 1 0 (作業機械の一例) に搭載される。当該ラチス構造物連結体 1 0 1 は、ク

レーン 10 のブーム 16、ジブ 18 などのようにラチス構造を有する部材の一部又は全部を構成する。本実施形態に係るラチス構造物連結体 101 は、ブーム 16 の一部を構成する。なお、図 18 に示すラチス構造は、上述した第 1 実施形態及び第 2 実施形態に係るラチス構造物連結体 101 においても採用することができる。

[0110] 具体的には、図 18 に示すラチス構造物連結体 101 は、ブーム部材 16C（ラチス構造物 16C）と、ブーム部材 16B（相手方ラチス構造物 16B）と、これらのブーム部材 16B、16C を連結する 4 つのコネクタ連結体と、を備える。

[0111] 図 18 及び図 19 に示すように、ラチス構造物 16C は、4 本のメインパイプ 50 と、複数の傾斜パイプ 60 と、4 つのコネクタ 701～704 と、4 つの相手方コネクタ 801～804 と、を備える。相手方ラチス構造物 16B は、4 本の相手方メインパイプ 50 と、複数の相手方傾斜パイプ 60 と、4 つのコネクタ 701～704 と、4 つの相手方コネクタ 801～804 と、を備える。これらのラチス構造物 16B、16C のそれぞれにおいて、その長手方向の一端部に 4 つのコネクタ 701～704 が設けられ、他端部に 4 つの相手方コネクタ 801～804 が設けられている。本実施形態では、ラチス構造物 16C の構造と相手方ラチス構造物 16B の構造は同じであるので、以下では、主にラチス構造物 16C の構造について説明する。

[0112] ラチス構造物 16C において、4 本のメインパイプ 50 は、ラチス構造物 16C の長手方向に直交する断面において矩形の 4 つの頂点に相当する位置に配置されている。4 本のメインパイプ 50 はこれらの径方向に間隔をおいて並んでいる。4 本のメインパイプ 50 は、第 1 のメインパイプ 501、第 2 のメインパイプ 502、第 3 のメインパイプ 503 及び第 4 のメインパイプ 504 からなる。ラチス構造物 16C では、4 本のメインパイプ 50 がブーム 16 の長手方向に平行な方向に延びる姿勢で配置されているが、これに限られず、例えば図 1 に示すブーム部材 16A やブーム部材 16D のようにブーム 16 の長手方向に対して傾斜していてもよい。各メインパイプ 50 は

丸パイプにより構成されている。

[0113] 前記ラチス構造物 16C において、前記複数の傾斜パイプ 60 のそれぞれは、4 本のメインパイプ 50 のうち何れか 2 本のメインパイプ 50 を相互に連結する。本実施形態では、前記複数の傾斜パイプ 60 のそれぞれは、4 本のメインパイプ 50 のうち隣り合う 2 本のメインパイプ 50 を相互に連結する。各傾斜パイプ 60 は丸パイプにより構成されている。前記隣り合う 2 本のメインパイプ 50 は、ラチス構造物 16C の長手方向に直交する断面における矩形の 4 つの頂点のうち、互いに対角に位置する 2 つの頂点ではなく、前記矩形の一辺の両端に位置する 2 つの頂点に相当する位置に配置された 2 本のメインパイプ 50 である。

[0114] 本実施形態では、前記隣り合う 2 本のメインパイプ 50 は、前記複数の傾斜パイプ 60 の一部（図例では、4 本の傾斜パイプ 60）により互いに連結され、前記 4 本の傾斜パイプ 60 は、前記隣り合う 2 本のメインパイプ 50 をジグザグ状に連結している。本実施形態では、前記ラチス構造物 16C が 4 本のメインパイプ 50 を備えるので、隣り合う 2 本のメインパイプ 50 の組は 4 つ存在し、各組において 4 本の傾斜パイプ 60 が 2 本のメインパイプ 50 をジグザグ状に連結している。これにより、各組において、複数の三角形形状の構造部分がブーム 16 の長手方向に沿って並ぶラチス構造が形成されている。

[0115] なお、本実施形態に係るラチス構造物 16C は、図 18 及び図 19 に示すように、複数の対角パイプ 110（具体的には 2 本の対角パイプ 110）をさらに備える。当該対角パイプ 110 は、前記隣り合う 2 本のメインパイプ 50 を連結するものではない。当該対角パイプ 110 は、前記矩形の 4 つの頂点のうち互いに対角に位置する 2 つの頂点に相当する位置に配置される 2 本のメインパイプ 50 を相互に連結する。当該対角パイプ 110 は、コネクタ 701～704 及び相手方コネクタ 801～804 に接続されるものではなく、メインパイプ 50 に直接接続されている。

[0116] [コネクタ連結体]

図 2 1 は、図 1 8 において二点鎖線で囲んだ領域 A を拡大した斜視図であり、前記コネクタ連結体 1 0 0 A 及びこれに接続される複数のパイプを示している。図 2 2 は、図 1 8 において二点鎖線で囲んだ領域 B を拡大した斜視図であり、前記コネクタ連結体 1 0 0 B 及びこれに接続される複数のパイプを示している。

[0117] 図 2 1 及び図 2 2 に示すように、第 3 実施形態に係るラチス構造物連結体 1 0 1 は、その組立時の作業性の低下を抑制するために、2 つのコネクタ連結体 1 0 0 A と、2 つのコネクタ連結体 1 0 0 B とを備える。これらのコネクタ連結体 1 0 0 A、1 0 0 B は、互いに構造が異なる。これらのコネクタ連結体 1 0 0 A、1 0 0 B の主な相違点は、ピン挿通孔 7 1 P の中心線 L に対するメインパイプ 5 0 及び傾斜パイプ 6 0 の位置関係が相違していることである。互いに構造が異なる 2 種類のコネクタ連結体 1 0 0 A、1 0 0 B が用いられることにより、ラチス構造物連結体 1 0 1 の強度の低下を抑制しつつ、4 つのピン挿通孔 7 1 P の中心線 L を互いに平行にしてラチス構造物連結体 1 0 1 を組み立てるときの組立作業性の低下を抑制することができる。

[0118] 前記 2 つのコネクタ連結体 1 0 0 A は、前記矩形の 4 つの頂点のうち互いに対角に位置する 2 つの頂点に相当する位置に配置される 2 本のメインパイプ 5 0 1、5 0 3 の端部が接続されるものであり、前記 2 つのコネクタ連結体 1 0 0 B は、前記矩形の 4 つの頂点のうち互いに対角に位置する別の 2 つの頂点に相当する位置に配置される 2 本のメインパイプ 5 0 2、5 0 4 の端部が接続されるものである。

[0119] 図 1 8 及び図 2 1 に示すように、前記 2 つのコネクタ連結体 1 0 0 A のそれぞれは、ラチス構造物 1 6 C のコネクタ 7 0 A と、相手方ラチス構造物 1 6 B の相手方コネクタ 8 0 A と、これらのコネクタ 7 0 A、8 0 A を連結する連結ピン 9 0 と、を含む。

[0120] また、図 1 8 及び図 2 2 に示すように、前記 2 つのコネクタ連結体 1 0 0 B のそれぞれは、ラチス構造物 1 6 C のコネクタ 7 0 B と、相手方ラチス構造物 1 6 B の相手方コネクタ 8 0 B と、これらのコネクタ 7 0 B、8 0 B を

連結する連結ピン 90 と、を含む。

[0121] 以下、図 19 において、前記ラチス構造物 16C の左側に位置する 2 つのコネクタ 70A、70A のうち第 1 のメインパイプ 501 に接続されたコネクタ 70A を第 1 のコネクタ 701 と呼び、これに対して対角に位置する第 3 のメインパイプ 503 に接続されたコネクタ 70A を第 3 のコネクタ 703 と呼ぶ。同様に、第 1 のコネクタ 701 に連結される相手方コネクタ 80A を第 1 の相手方コネクタ 801 と呼び、第 3 のコネクタ 703 に連結される相手方コネクタ 80A を第 3 の相手方コネクタ 803 と呼ぶ。また、図 19 において、前記ラチス構造物 16C の左側に位置する 2 つのコネクタ 70B、70B のうち第 2 のメインパイプ 502 に接続されたコネクタ 70B を第 2 のコネクタ 702 と呼び、これに対して対角に位置する第 4 のメインパイプ 504 に接続されたコネクタ 70B を第 4 のコネクタ 704 と呼ぶ。同様に、第 2 のコネクタ 702 に連結される相手方コネクタ 80B を第 2 の相手方コネクタ 802 と呼び、第 4 のコネクタ 704 に連結される相手方コネクタ 80B を第 4 の相手方コネクタ 804 と呼ぶ。

[0122] 図 21 及び図 22 に示すように、前記第 1 ～第 4 のコネクタ 701 ～704 のそれぞれは、コネクタ本体部 76 と、連結部 71 とを有する。当該コネクタ本体部 76 は、メインパイプ接続部 72 と、傾斜パイプ接続部 73 とを含む。前記第 1 ～第 4 の相手方コネクタ 801 ～804 のそれぞれは、コネクタ本体部 86 と、連結部 81 とを有する。当該コネクタ本体部 86 は、メインパイプ接続部 82 と、傾斜パイプ接続部 83 とを含む。各コネクタの連結部 71 には、前記連結ピン 90 を挿通するためのピン挿通孔 71P が形成され、各相手方コネクタの連結部 81 には、前記 90 を挿通するためのピン挿通孔 71P が形成されている。図 21 及び図 22 に示すように、前記コネクタの前記ピン挿通孔 71P と対応する前記相手方コネクタの前記ピン挿通孔 71P との位置を合わせた状態で前記連結ピン 90 が挿入されることにより、前記コネクタと前記相手方コネクタとが連結される。

[0123] 図 18、図 19、図 21 及び図 22 に示すように、前記ラチス構造物 16

Cにおける前記第1～第4のメインパイプ501～504の端部は、前記第1～第4のコネクタ701～704の前記メインパイプ接続部72にそれぞれ接続される。また、図18、図19、図21及び図22に示すように、前記相手方ラチス構造物16Bにおける前記第1～第4のメインパイプ501～504の端部は、前記第1～第4の相手方コネクタ801～804の前記メインパイプ接続部82にそれぞれ接続される。

[0124] 図18、図19、図21及び図22に示すように、前記ラチス構造物16Cにおける前記複数の傾斜パイプ60は、前記第1～第4のコネクタ701～704にそれぞれ接続される第1～第4の傾斜パイプ601～604を含む。当該第1～第4の傾斜パイプ601～604の一端部は、前記第1～第4のコネクタ701～704の前記傾斜パイプ接続部73にそれぞれ接続される。また、図18、図19、図21及び図22に示すように、前記相手方ラチス構造物16Bにおける前記複数の相手方傾斜パイプ60は、前記第1～第4の相手方コネクタ801～804にそれぞれ接続される第1～第4の相手方傾斜パイプ601～604を含む。当該第1～第4の相手方傾斜パイプ601～604の一端部は、前記第1～第4の相手方コネクタ801～804の前記傾斜パイプ接続部83にそれぞれ接続される。

[0125] 前記第1の傾斜パイプ601の一端部は第1のコネクタ701を介して第1のメインパイプ501に接続され、前記第1の傾斜パイプ601の他端部は第4のメインパイプ504に接続されている。前記第2の傾斜パイプ602の一端部は第2のコネクタ702を介して第2のメインパイプ502に接続され、前記第2の傾斜パイプ602の他端部は第1のメインパイプ501に接続されている。前記第3の傾斜パイプ603の一端部は第3のコネクタ703を介して第3のメインパイプ503に接続され、前記第3の傾斜パイプ603の他端部は第2のメインパイプ502に接続されている。前記第4の傾斜パイプ604の一端部は第4のコネクタ704を介して第4のメインパイプ504に接続され、前記第4の傾斜パイプ604の他端部は第3のメインパイプ503に接続されている。

- [0126] 前記ラチス構造物 16C における前記第 1～第 4 の傾斜パイプ 601～604 は、何れも、ラチス構造物連結体 101 の長手方向のうち前記相手方ラチス構造物 16B とは反対側に向かって、対応するコネクタから延びている。
- [0127] 以上のような構造を有する第 3 実施形態に係るラチス構造物連結体 101 は、次のような特徴を有する。第 3 実施形態では、図 19 に示すように、第 1～第 4 のコネクタ 701～704 における 4 つのピン挿通孔 71P の中心線 L は互いに平行である。
- [0128] 図 19 及び図 21 に示すように、前記ラチス構造物 16C において、第 1 のコネクタ 701 に接続された前記第 1 のメインパイプ 501 はメイン方向 D に延び、第 1 のコネクタ 701 に接続された前記第 1 の傾斜パイプ 601 は第 1 傾斜方向 D1 に延びている。
- [0129] また、図 22 に示すように、前記ラチス構造物 16C において、前記第 2 のコネクタ 702 に接続された前記第 2 のメインパイプ 502 は前記第 1 のメインパイプ 501 と同じメイン方向 D に延び、前記第 2 のコネクタ 702 に接続された前記第 2 の傾斜パイプ 602 は第 2 傾斜方向 D2 に延びている。当該第 2 の傾斜パイプ 602 の一端部は前記第 2 のコネクタ 702 に接続され、当該第 2 の傾斜パイプ 602 の他端部は、第 1 のメインパイプ 501 に接続されている。
- [0130] また、図 19 に示すように、前記ラチス構造物 16C において、第 3 のコネクタ 703 に接続された前記第 3 のメインパイプ 503 及び第 4 のコネクタ 704 に接続された前記第 4 のメインパイプ 504 は、前記第 1 のメインパイプ 501 と同じメイン方向 D に延びている。また、前記ラチス構造物 16C において、第 3 のコネクタ 703 に接続された前記第 3 の傾斜パイプ 603 は第 3 傾斜方向 D3 に延び、第 4 のコネクタ 704 に接続された前記第 4 の傾斜パイプ 604 は第 4 傾斜方向 D4 に延びている。
- [0131] 図 19、図 21 及び図 22 に示すように、前記メイン方向 D と前記第 1 傾斜方向 D1 とに平行な第 1 の平面は、前記メイン方向 D と前記第 2 傾斜方向

D 2 とに平行な第 2 の平面に対して交差する。本実施形態では、前記第 1 の平面は前記第 2 の平面に対して直交する。前記第 1 の平面は、前記メイン方向 D と前記第 3 傾斜方向 D 3 とに平行な第 3 の平面と平行である。また、前記第 1 の平面は、前記メイン方向 D と前記第 4 傾斜方向 D 4 とに平行な第 4 の平面に直交する。前記第 2 の平面と前記第 4 の平面は互いに平行である。

[0132] 上記のように前記第 1 の平面と前記第 2 の平面（又は前記第 4 の平面）が直交するにもかかわらず、第 1 ～第 4 のコネクタ 7 0 1 ～7 0 4 における 4 つのピン挿通孔 7 1 P の中心線 L は互いに平行である。この構造を実現するためには、上述したように互いに構造が異なる 2 種類のコネクタ 7 0 A, 7 0 B がラチス構造物 1 6 C の端部に設けられる必要がある。より具体的には、前記 2 つのコネクタ 7 0 1, 7 0 3 が前記矩形の対角の位置に相当する位置に配置され、前記 2 つのコネクタ 7 0 2, 7 0 4 が前記矩形の別の対角の位置に相当する位置に配置されることが必要である。そして、前記構造を実現するために、各コネクタにおいて、前記メインパイプ接続部 7 2 に対する前記傾斜パイプ接続部 7 3 の相対位置が設定される。

[0133] 第 3 実施形態では、上記のような構造を備えるので、前記ラチス構造物 1 6 C と前記相手方ラチス構造物 1 6 B とを連結してラチス構造物連結体 1 0 1 を組み立てるときの作業性の低下を抑制することができる。

[0134] 具体的には、前記ラチス構造物 1 6 C と前記相手方ラチス構造物 1 6 B とを連結する作業は、前記 4 つのコネクタ 7 0 1 ～7 0 4 と前記 4 つの相手方コネクタ 8 0 1 ～8 0 4 とをそれぞれ連結する 4 箇所の連結作業を含む。かかる場合、前記 4 箇所の連結作業のうち、まず、上部の 2 箇所の連結作業が行われる。具体的に、例えば図 1 8 において第 1 のコネクタ 7 0 1 と第 1 の相手方コネクタ 8 0 1 との連結作業、及び第 4 のコネクタ 7 0 4 と第 4 の相手方コネクタ 8 0 4 との連結作業が行われる。すなわち、第 1 のメインパイプ 5 0 1 の端部が接続された第 1 のコネクタ 7 0 1 とこれに対応する相手方コネクタ 8 0 1 との連結が、第 1 のピン挿通孔 7 1 P に連結ピン 9 0 が挿入されることにより行われるとともに、第 4 のメインパイプ 5 0 4 の端部が

接続された第4のコネクタ704とこれに対応する相手方コネクタ804との連結が、第4のピン挿通孔71Pに連結ピン90が挿入されることにより行われる。

[0135] 第3実施形態では、前記第1のピン挿通孔71Pの中心線Lと前記第4のピン挿通孔71Pの中心線Lとが平行である。したがって、上記の2箇所の連結作業が完了した状態では、これらの中心線Lを中心として、前記ラチス構造物16Cを前記相手方ラチス構造物16Bに対して上下に回転させることが可能になる。したがって、残りの2箇所の連結作業が容易になる。すなわち、第2のコネクタ702とこれに対応する第2の相手方コネクタ802との位置を合わせる作業、及び第3のコネクタ703とこれに対応する第3の相手方コネクタ803との位置を合わせる作業を、前記中心線Lを中心として前記ラチス構造物16Cを前記相手方ラチス構造物16Bに対して回転させながら行うことが可能になる。

[0136] 図20は、第1～第4のコネクタ701～704が互いに同じ構造を有するラチス構造物16Cを示す斜視図である。図20に示す形態では、前記第1の平面が、前記第2の平面及び前記第4の平面と直交する。この形態では、第1～第4のコネクタ701～704の4つのピン挿通孔71Pの中心線Lを全て平行にすることができない。具体的には、第1のコネクタ701の前記ピン挿通孔71Pの中心線Lは、第3のコネクタ703の前記ピン挿通孔71Pの中心線Lとは平行となるが、第2のコネクタ702の前記ピン挿通孔71Pの中心線L及び第4のコネクタ704の前記ピン挿通孔71Pの中心線Lに対して直交する。

[0137] 以上の内容が第3実施形態に係るラチス構造物連結体101の主な特徴である。以下では、第1～第4のコネクタ701～704及び第1～第4の相手方コネクタ801～804の具体的な構造例について説明するが、本発明のコネクタ及び相手方コネクタの構造は、以下の具体例に限定されない。

[0138] 図23は、第1のコネクタ701及び第1の相手方コネクタ801を示す斜視図であり、図24は、その側面図である。図25は、第2のコネクタ7

０２及び第２の相手方コネクタ８０２を示す斜視図であり、図２６は、その平面図である。

- [0139] なお、第３のコネクタ７０３及び第３の相手方コネクタ８０３は、第１のコネクタ７０１及び第１の相手方コネクタ８０１と同じ構造を有する。また、第４のコネクタ７０４及び第４の相手方コネクタ８０４は、第２のコネクタ７０２及び第２の相手方コネクタ８０２と同じ構造を有する。以下、図２３及び図２４に示すコネクタ７０１及び相手方コネクタ８０１をタイプＡのコネクタ連結体１００Ａと呼び、図２５及び図２６に示すコネクタ７０２及び相手方コネクタ８０２をタイプＢのコネクタ連結体１００Ｂと呼ぶ。
- [0140] これらのコネクタ連結体１００Ａ、１００Ｂの主な相違点は、ピン挿通孔７１Ｐの中心線Ｌに対するメインパイプ５０及び傾斜パイプ６０の位置関係が相違していることである。具体的には次の通りである。
- [0141] 図２１、図２３及び図２４に示すように、タイプＡのコネクタ連結体１００Ａにおける第１のコネクタ７０１では、ピン挿通孔７１Ｐの中心線Ｌは、前記第１の平面、すなわち、前記メイン方向Ｄと前記第１傾斜方向Ｄ１とに平行な平面と平行である。この特徴は、前記第１のコネクタ７０１において前記メインパイプ接続部７２に対する前記傾斜パイプ接続部７３の相対位置が設定されるとともに、これらの接続部７２、７３に対する前記ピン挿通孔７１Ｐの中心線Ｌの向きが設定されることにより、実現される。
- [0142] 一方、図２２、図２５及び図２６に示すように、タイプＢのコネクタ連結体１００Ｂにおける第２のコネクタ７０２では、ピン挿通孔７１Ｐの中心線Ｌは、前記第２の平面、すなわち、前記メイン方向Ｄと前記第２傾斜方向Ｄ２とに平行な平面とは平行ではなく、当該第２の平面に対して交わる方向に延びている。具体的には、タイプＢのコネクタ連結体１００Ｂにおける第２のコネクタ７０２では、ピン挿通孔７１Ｐの中心線Ｌは、前記第２の平面に対して直交している。この特徴は、前記第２のコネクタ７０２において前記メインパイプ接続部７２に対する前記傾斜パイプ接続部７３の相対位置が設定されるとともに、これらの接続部７２、７３に対する前記ピン挿通孔７１

Pの中心線Lの向きが設定されることにより、実現される。

[0143] 前記タイプAのコネクタ連結体100Aにおける前記第1の相手方コネクタ801の構造は、前記第1のコネクタ701の構造と同様であり、前記タイプBのコネクタ連結体100Bにおける前記第2の相手方コネクタ802の構造は、前記第2のコネクタ702の構造と同様である。具体的には次の通りである。

[0144] 図21に示すように、前記相手方ラチス構造物16Bにおいて、第1の相手方コネクタ801に接続された前記第1の相手方傾斜パイプ601は第1相手方傾斜方向D11に延び、図22に示すように、前記相手方ラチス構造物16Bにおいて、第2の相手方コネクタ802に接続された前記第2の相手方傾斜パイプ602は第2相手方傾斜方向D12に延びている。ここで、前記メイン方向Dと前記第1相手方傾斜方向D11とに平行な平面を第1の相手方平面と呼び、前記メイン方向Dと前記第2相手方傾斜方向D12とに平行な平面を第2の相手方平面と呼ぶ。

[0145] そして、図21、図23及び図24に示すように、タイプAのコネクタ連結体100Aにおける第1の相手方コネクタ801では、ピン挿通孔71Pの中心線Lは、前記第1の相手方平面と平行である。この特徴は、前記第1の相手方コネクタ801において前記メインパイプ接続部82に対する前記傾斜パイプ接続部83の相対位置が設定されるとともに、これらの接続部82、83に対する前記ピン挿通孔71Pの中心線Lの向きが設定されることにより、実現される。

[0146] 一方、図22、図25及び図26に示すように、タイプBのコネクタ連結体100Bにおける第2の相手方コネクタ802では、ピン挿通孔71Pの中心線Lは、前記第2の相手方平面とは平行ではなく、当該第2の相手方平面に対して交わる方向に延びている。具体的には、タイプBのコネクタ連結体100Bにおける第2の相手方コネクタ802では、ピン挿通孔71Pの中心線Lは、前記第2の相手方平面に対して直交している。この特徴は、前記第2の相手方コネクタ802において前記メインパイプ接続部82に対す

る前記傾斜パイプ接続部 8 3 の相対位置が設定されるとともに、これらの接続部 8 2, 8 3 に対する前記ピン挿通孔 7 1 P の中心線 L の向きが設定されることにより、実現される。

[0147] 図 2 3～図 2 6 に示す第 1, 第 2 のコネクタ 7 0 1, 7 0 2 における前記コネクタ本体部 7 6、前記連結部 7 1、前記メインパイプ接続部 7 2、前記傾斜パイプ接続部 7 3 などの具体的な構造、及び第 1, 第 2 の相手方コネクタ 8 0 1, 8 0 2 における前記コネクタ本体部 8 6、前記連結部 8 1、前記メインパイプ接続部 8 2、前記傾斜パイプ接続部 8 3 などの具体的な構造は、前記第 1 実施形態及び前記第 2 実施形態と同様であるので、前記第 1 実施形態及び前記第 2 実施形態と同じ符号を付して詳細な説明は省略する。

[0148] 図 2 7 は、前記タイプ A のコネクタ連結体 1 0 0 A 及びこれに接続された複数のパイプを示す底面図であり、図 2 8 は、その側面図である。図 2 9 は、前記タイプ B のコネクタ連結体 1 0 0 B 及びこれに接続された複数のパイプを示す側面図であり、図 3 0 は、その底面図である。

[0149] 図 2 7～図 3 0 に示すように、タイプ A のコネクタ連結体 1 0 0 A 及びタイプ B のコネクタ連結体 1 0 0 B のそれぞれにおいて、前記メインパイプ 5 0、傾斜パイプ 6 0 及びコネクタ連結体の位置関係は次の特徴を有する。

[0150] タイプ A 及びタイプ B の何れのタイプのコネクタ連結体においても、コネクタ 7 0 A (又はコネクタ 7 0 B) に接続された前記メインパイプ 5 0 の軸中心線 L m 及び前記傾斜パイプ 6 0 の軸中心線 L i は、何れも、前記コネクタの外形 (コネクタの外表面) により囲まれる領域を通る。また、前記軸中心線 L m 及び前記軸中心線 L i は、何れも、前記コネクタの前記ピン挿通孔 7 1 P を画定する内周面により囲まれる領域及び前記相手方コネクタの前記ピン挿通孔 7 1 P を画定する内周面により囲まれる領域の少なくとも一方を通る。さらに、前記傾斜パイプ 6 0 の軸中心線 L i は、重複領域 R (図 2 7～図 3 0 において二点鎖線で囲まれる領域) を通る。当該重複領域 R は、前記コネクタの外形 (コネクタの外表面) により囲まれる領域及び前記相手方コネクタの外形 (相手方コネクタの外表面) により囲まれる領域の少なくとも一方

の領域と、前記メインパイプ50の外周面を当該メインパイプ50が延びる方向に延長した仮想面により囲まれる領域と、が重なる領域である。

[0151] 同様に、タイプA及びタイプBの何れのタイプのコネクタ連結体においても、相手方コネクタ80A（又は相手方コネクタ80B）に接続された前記メインパイプ50の軸中心線L_m及び前記傾斜パイプ60の軸中心線L_iは、何れも、前記相手方コネクタの外形により囲まれる領域を通る。また、前記軸中心線L_m及び前記軸中心線L_iは、何れも、前記コネクタの前記ピン挿通孔71Pを画定する内周面により囲まれる領域及び前記相手方コネクタの前記ピン挿通孔71Pを画定する内周面により囲まれる領域の少なくとも一方を通る。さらに、前記傾斜パイプ60の軸中心線L_iは、前記重複領域R、すなわち、前記コネクタの外形により囲まれる領域及び前記相手方コネクタの外形により囲まれる領域の少なくとも一方の領域と、前記メインパイプ50の外周面を当該メインパイプ50が延びる方向に延長した仮想面により囲まれる領域と、が重なる重複領域Rを通る。

[0152] [第4実施形態]

本発明の第4実施形態に係るラチス構造物連結体101は、1つのコネクタに対して1つのメインパイプ50と複数の傾斜パイプ60とが接続されていること、及び1つの相手方コネクタに対して1つのメインパイプ50と複数の傾斜パイプ60とが接続されていることを特徴して有する。これに対し、前記第1～第3実施形態では、1つのコネクタに対して1つのメインパイプ50と1つの傾斜パイプ60とが接続される。以下では、第1～第3実施形態に係るラチス構造物連結体101をラチス離散型のラチス構造物連結体と呼び、第4実施形態に係るラチス構造物連結体101をラチス集合型のラチス構造物連結体と呼ぶことがある。

[0153] 図31は、第4実施形態に係るラチス集合型のラチス構造物連結体101を示す斜視図であり、図32は、当該ラチス集合型のラチス構造物連結体101を構成するラチス構造物16Cを示す斜視図である。

[0154] 図31に示すように、第4実施形態に係るラチス構造物連結体101の基

本構造は、図 18 に示す第 3 実施形態に係るラチス構造物連結体 101 の構造と同様である。以下では、主に第 4 実施形態が第 3 実施形態と相違する点について説明し、同様の構成については同じ符号を付して詳細な説明を省略する場合がある。

[0155] 第 4 実施形態においても、ラチス構造物連結体 101 は、ブーム部材 16C (ラチス構造物 16C) と、ブーム部材 16B (相手方ラチス構造物 16B) と、これらのブーム部材 16B, 16C を連結する 4 つのコネクタ連結体と、を備える。

[0156] 図 31 に示すように、4 つのコネクタ連結体は、複数の傾斜パイプ 60 が接続された 2 つのコネクタ連結体 100C と、傾斜パイプ 60 が接続されていない 2 つのコネクタ連結体 100D と、からなる。前記 2 つのコネクタ連結体 100C は互いに同じ構造を有し、前記 2 つのコネクタ連結体 100D は互いに同じ構造を有する。

[0157] 前記 2 つのコネクタ連結体 100C は、前記矩形の 4 つの頂点のうち互いに対角に位置する 2 つの頂点に相当する位置に配置される 2 本のメインパイプ 502, 504 の端部がそれぞれ接続されるものである。前記 2 つのコネクタ連結体 100D は、前記矩形の 4 つの頂点のうち互いに対角に位置する別の 2 つの頂点に相当する位置に配置される 2 本のメインパイプ 501, 503 の端部がそれぞれ接続されるものである。傾斜パイプ 60 が接続されていない 2 つのコネクタ連結体 100D としては、従来のコネクタ連結体を用いることができる。以下では、複数の傾斜パイプ 60 が接続された 2 つのコネクタ連結体 100C の構造について説明する。

[0158] [コネクタ連結体]

図 33 は、図 31 において二点鎖線で囲んだ領域 C を拡大した斜視図であり、前記コネクタ連結体 100C 及びこれに接続される複数のパイプを示している。図 34 は、前記領域 C を拡大した斜視図であって、当該領域 C を図 33 とは反対側から見たものである。

[0159] 複数の傾斜パイプ 60 が接続された前記 2 つのコネクタ連結体 100C の

それぞれは、コネクタ 70C と、相手方コネクタ 80C と、これらのコネクタ 70C, 80C を連結する連結ピン 90 と、を含む。なお、前記 2 つのコネクタ連結体 100C は、互いに同じ構造であるため、以下では、図 31 における領域 C に配置されたコネクタ連結体 100C について説明する。

[0160] なお、図 32 に示すように、第 4 実施形態に係るラチス構造物連結体 101 では、前記第 3 実施形態と同様に、4 つのコネクタ連結体 100C, 100D における 4 つのコネクタのピン挿通孔 71P の中心線 L が互いに平行であり、これにより、ラチス構造物連結体 101 を組み立てるときの組立作業性の低下が抑制されている。

[0161] 図 33 及び図 34 に示すように、前記コネクタ 70C は、コネクタ本体部 76 と、連結部 71 とを有する。当該コネクタ本体部 76 は、メインパイプ接続部 72 と、傾斜パイプ接続部 73 とを含む。前記相手方コネクタ 80C は、コネクタ本体部 86 と、連結部 81 とを有する。当該コネクタ本体部 86 は、メインパイプ接続部 82 と、傾斜パイプ接続部 83 とを含む。

[0162] コネクタ 70C の連結部 71 には、前記連結ピン 90 を挿通するためのピン挿通孔 71P が形成され、相手方コネクタ 80C の連結部 81 には、前記 90 を挿通するためのピン挿通孔 71P が形成されている。図 33 及び図 34 に示すように、前記コネクタ 70C の前記ピン挿通孔 71P と前記相手方コネクタ 80C の前記ピン挿通孔 71P との位置を合わせた状態で前記連結ピン 90 が挿入されることにより、前記コネクタ 70C と前記相手方コネクタ 80C とが連結される。

[0163] 図 32 及び図 33 に示すように、前記ラチス構造物 16C における前記第 2 のメインパイプ 502 及び第 4 のメインパイプ 504 の端部は、前記 2 つのコネクタ 70C のメインパイプ接続部 72 にそれぞれ接続される。また、前記ラチス構造物 16C における前記第 1 のメインパイプ 501 及び第 3 のメインパイプ 503 の端部は、傾斜パイプ 60 が接続されていない前記 2 つのコネクタのメインパイプ接続部にそれぞれ接続される。前記相手方ラチス構造物 16B における 4 本のメインパイプ 50 の接続構造についても同様で

ある。

[0164] 図33及び図34に示すように、前記ラチス構造物16Cにおける前記複数の傾斜パイプ60は、2つのコネクタ70Cのうちの一方のコネクタ70Cに接続される2つの傾斜パイプ60（第1の傾斜パイプ601及び第2の傾斜パイプ602）と、他方のコネクタ70Cに接続される2つの傾斜パイプ60（第1の傾斜パイプ601及び第2の傾斜パイプ602）と、を含む。前記2つの傾斜パイプ60（第1の傾斜パイプ601及び第2の傾斜パイプ602）は、1つのコネクタ70Cの前記傾斜パイプ接続部73に接続される。具体的に、図34に示すように、前記コネクタ70Cの前記傾斜パイプ接続部73は、第1接続部73Aと、第2接続部73Bとを含む。当該第1接続部73Aは、前記2つの傾斜パイプ601、602のうち第1傾斜方向D21に延びる第1の傾斜パイプ601の一端部が接続される部分であり、前記第2接続部73Bは、前記2つの傾斜パイプ601、602のうち第2傾斜方向D22に延びる第2の傾斜パイプ602の一端部が接続される部分である。

[0165] 前記コネクタ70Cに接続される前記メインパイプ50の延びる方向であるメイン方向Dと前記第1傾斜方向D21とに平行な第1の平面は、前記メイン方向Dと前記第2傾斜方向D22とに平行な第2の平面に対して交差する。具体的に、第4実施形態では、前記第1の平面は、前記第2の平面に直交する。前記コネクタ70Cにおいて、前記第1接続部73Aと前記第2接続部73Bの相対位置は、前記第1の平面が前記第2の平面に直交するように設定されている。

[0166] 前記第1接続部73Aに接続された第1傾斜パイプ601の一端部は、当該コネクタ70Cを介して第2のメインパイプ502に接続されている。前記第2接続部73Bに接続された第2傾斜パイプ602の一端部は、当該コネクタ70Cを介して第2のメインパイプ502に接続されている。前記第1接続部73Aに接続された第1傾斜パイプ601の他端部は、当該コネクタ70に接続された第2のメインパイプ502に隣り合う2つのメインパイ

プ501, 503のうち的一方である第1のメインパイプ501に接続されている。前記第2接続部73Bに接続された第2傾斜パイプ602の他端部は、当該コネクタ70に接続された第2メインパイプ502に隣り合う2つのメインパイプ501, 503のうちの他方である第3のメインパイプ503に接続されている。

[0167] 前記ラチス構造物16Cにおける前記第1傾斜パイプ601及び前記第2傾斜パイプ602は、何れも、ラチス構造物連結体101の長手方向のうち前記相手方ラチス構造物16Bとは反対側に向かって前記コネクタ70から延びている。

[0168] また、図31、図33及び図34に示すように、前記相手方ラチス構造物16Bにおける前記複数の相手方傾斜パイプ60は、2つの相手方コネクタ80Cのうち一方の相手方コネクタ80Cに接続される2つの相手方傾斜パイプ60（第1の相手方傾斜パイプ601及び第2の相手方傾斜パイプ602）と、他方の相手方コネクタ80Cに接続される2つの相手方傾斜パイプ60（第1の相手方傾斜パイプ601及び第2の相手方傾斜パイプ602）と、を含む。前記2つの相手方傾斜パイプ60（第1の相手方傾斜パイプ601及び第2の相手方傾斜パイプ602）は、1つの相手方コネクタ80Cの前記傾斜パイプ接続部83に接続される。具体的に、図34に示すように、前記相手方コネクタ80Cの前記傾斜パイプ接続部83は、第1接続部83Aと、第2接続部83Bとを含む。当該第1接続部83Aは、前記2つの相手方傾斜パイプ601, 602のうち第1相手方傾斜方向D31に延びる第1の相手方傾斜パイプ601の一端部が接続される部分であり、前記第2接続部73Bは、前記2つの相手方傾斜パイプ601, 602のうち第2相手方傾斜方向D32に延びる第2の相手方傾斜パイプ602の一端部が接続される部分である。

[0169] 前記コネクタ80Cに接続される前記相手方メインパイプ50の延びる方向であるメイン方向Dと前記第1相手方傾斜方向D31とに平行な第1の相手方平面は、前記メイン方向Dと前記第2相手方傾斜方向D32とに平行な

第2の相手方平面に対して交差する。具体的に、第4実施形態では、前記第1の相手方平面は、前記第2の相手方平面に直交する。前記コネクタ80Cにおいて、前記第1接続部83Aと前記第2接続部83Bの相対位置は、前記第1の相手方平面が前記第2の相手方平面に直交するように設定されている。

[0170] 前記第1接続部83Aに接続された第1相手方傾斜パイプ601の一端部は、当該コネクタ80Cを介して第2の相手方メインパイプ502に接続されている。前記第2接続部83Bに接続された第2相手方傾斜パイプ602の一端部は、当該コネクタ80Cを介して第2の相手方メインパイプ502に接続されている。前記第1接続部83Aに接続された第1相手方傾斜パイプ601の他端部は、当該相手方コネクタ80に接続された第2の相手方メインパイプ502に隣り合う2つのメインパイプ501, 503のうち的一方である第1の相手方メインパイプ501に接続されている。前記第2接続部83Bに接続された第2相手方傾斜パイプ602の他端部は、当該相手方コネクタ80に接続された第2の相手方メインパイプ502に隣り合う2つのメインパイプ501, 503のうちの他方である第3の相手方メインパイプ503に接続されている。

[0171] 前記相手方ラチス構造物16Bにおける前記第1相手方傾斜パイプ601及び前記第2相手方傾斜パイプ602は、何れも、ラチス構造物連結体101の長手方向のうち前記ラチス構造物16Cとは反対側に向かって前記相手方コネクタ80から延びている。

[0172] 上記のような構造を有する第4実施形態に係るラチス構造物連結体101では、前記コネクタ70Cにおける前記第1接続部73Aには第1傾斜方向D21に延びる第1の傾斜パイプ60を接続することができ、当該コネクタ70Cにおける前記第2接続部73Bには第2傾斜方向D22に延びる第2の傾斜パイプ60を接続することができる。すなわち、本実施形態では、一つのコネクタ70Cに対して2本の傾斜パイプ60が接続される。このことは、強度に優れ立体的で複雑なラチス集合型のラチス構造が形成されること

を可能にする。

[0173] 以下、前記コネクタ 70C 及び前記相手方コネクタ 80C の具体的な構造例について説明するが、コネクタ 70C 及び相手方コネクタ 80C の構造は、以下の具体例に限定されない。

[0174] 図 35 は、第 4 実施形態における前記コネクタ 70C 及び相手方コネクタ 80C を示す斜視図であり、連結されずに互いに離れた状態を示している。図 36 は、前記第 4 実施形態における前記コネクタ 70C 及び相手方コネクタ 80C を示す斜視図であり、図 37 は、前記コネクタ 70C 及び相手方コネクタ 80C を図 36 とは異なる方向から見た斜視図である。図 38 は、前記第 4 実施形態における前記コネクタ 70C 及び相手方コネクタ 80C を示す平面図であり、図 39 は、その側面図である。

[0175] 図 33～図 39 に示すように、前記コネクタ 70C では、ピン挿通孔 71P の中心線 L は、前記第 1 の平面、すなわち、前記メイン方向 D と前記第 1 傾斜方向 D21 とに平行な平面と直交し、前記第 2 の平面、すなわち、前記メイン方向 D と前記第 2 の傾斜方向 D22 とに平行な平面と平行である。この特徴は、前記コネクタ 70C において前記メインパイプ接続部 72 に対する前記第 1 接続部 73A 及び前記第 2 接続部 73B のそれぞれの相対位置が設定されるとともに、これらの接続部 72, 73A, 73B に対する前記ピン挿通孔 71P の中心線 L の向きが設定されることにより、実現される。

[0176] 同様に、前記相手方コネクタ 80C では、ピン挿通孔 71P の中心線 L は、前記第 1 の相手方平面、すなわち、前記メイン方向 D と前記第 1 の相手方傾斜方向 D31 とに平行な平面と直交し、前記第 2 の相手方平面、すなわち、前記メイン方向 D と前記第 2 の相手方傾斜方向 D32 とに平行な平面と平行である。この特徴は、前記相手方コネクタ 80C において前記メインパイプ接続部 82 に対する前記第 1 接続部 83A 及び前記第 2 接続部 83B のそれぞれの相対位置が設定されるとともに、これらの接続部 82, 83A, 83B に対する前記ピン挿通孔 71P の中心線 L の向きが設定されることにより、実現される。

- [0177] 図35～図39に示す前記コネクタ70Cにおける前記コネクタ本体部76、前記連結部71、前記メインパイプ接続部72、前記傾斜パイプ接続部73などの具体的な構造、及び前記相手方コネクタ80Cにおける前記コネクタ本体部86、前記連結部81、前記メインパイプ接続部82、前記傾斜パイプ接続部83などの具体的な構造は、前記第1実施形態及び前記第2実施形態と同様であるので、前記第1実施形態及び前記第2実施形態と同じ符号を付して詳細な説明は省略する。ただし、これらの構成のうち第4実施形態において特徴的な事項について、以下に簡単に説明する。
- [0178] 前記第1、第2実施形態と同様に、第4実施形態における前記コネクタ70Cのメインパイプ接続部72は、メインパイプ50の端面が対向する端面721（メイン端面721）を有する。また、第4実施形態では、傾斜パイプ接続部73の第1接続部73Aは、第1の傾斜パイプ601の端面が対向する端面731A（第1傾斜端面731A）を有し、傾斜パイプ接続部73の第2接続部73Bは、第2の傾斜パイプ602の端面が対向する端面731B（第2傾斜端面731B）を有する。
- [0179] 本実施形態では、これらのメイン端面721、第1傾斜端面731A及び第2傾斜端面731Bは、平面により構成され、互いに平行ではなく、互いに交わる平面である。前記メイン端面721は、コネクタ70Cの前記ピン挿通孔71Pの中心線Lに対して平行な平面である。第1傾斜端面731Aは、前記中心線Lに対して平行な平面である。前記第2傾斜端面731Bは、前記中心線Lに対して傾斜する平面、すなわち、前記中心線Lに対して平行でなく、直交もしない平面である。前記メイン端面721と前記第1傾斜端面731Aとのなす角度 $\theta 1$ （図39参照）及び前記メイン端面721と前記第2傾斜端面731Bとのなす角度 $\theta 2$ （図38参照）のそれぞれは 90° よりも大きく 180° よりも小さい。また、前記第1傾斜端面731Aと前記第2傾斜端面731Bとのなす角度 $\theta 3$ （図36参照）も 90° よりも大きく 180° よりも小さい。
- [0180] なお、前記相手方コネクタ80Cにおいて、メインパイプ接続部82のメ

イン端面 8 2 1、傾斜パイプ接続部 8 3 の第 1 傾斜端面 8 3 1 A 及び第 2 傾斜端面 8 3 1 B に関する角度の関係も上記と同様である。すなわち、前記メイン端面 8 2 1 と前記第 1 傾斜端面 8 3 1 A とのなす角度 $\theta 1$ 、前記メイン端面 8 3 1 と前記第 2 傾斜端面 8 3 1 B とのなす角度 $\theta 2$ 、及び前記第 1 傾斜端面 8 3 1 A と前記第 2 傾斜端面 8 3 1 B とのなす角度 $\theta 3$ のそれぞれは、 90° よりも大きく 180° よりも小さい。

[0181] 上記の特徴をパイプの軸中心線を基準に説明すると以下の通りとなる。図 4 0 は、図 3 1 における前記領域 C を拡大した側面図であり、図 4 1 は、前記領域 C を拡大した底面図である。

[0182] 図 3 4、図 4 0 及び図 4 1 に示すように、前記コネクタ 7 0 C に接続されるメインパイプ 5 0 の軸中心線 L_m は、前記コネクタ 7 0 C の前記ピン挿通孔 7 1 P の中心線 L に対して直交している。また、前記コネクタ 7 0 C に接続される第 1 の傾斜パイプ 6 0 1 の軸中心線 L_{i1} は、前記中心線 L に対して直交し、前記メインパイプ 5 0 の軸中心線 L_m に対して傾斜している。前記コネクタ 7 0 C に接続される第 2 の傾斜パイプ 6 0 2 の軸中心線 L_{i2} は、前記中心線 L に対して傾斜し、前記メインパイプ 5 0 の軸中心線 L_m に対しても傾斜している。前記相手方コネクタ 8 0 C におけるメインパイプ 5 0 の軸中心線 L_m 、第 1 の相手方傾斜パイプ 6 0 1 の軸中心線 L_{i1} 及び第 2 の相手方傾斜パイプ 6 0 2 の軸中心線 L_{i2} の特徴についてもコネクタ 7 0 C の場合と同様である。

[0183] また、図 4 0 及び図 4 1 に示すように、第 4 実施形態に係るラチス構造物連結体 1 0 1 において、前記メインパイプ 5 0、傾斜パイプ 6 0 及びコネクタ連結体 1 0 0 の位置関係は次の特徴を有する。

[0184] すなわち、前記コネクタ 7 0 C に接続される前記メインパイプ 5 0 の軸中心線 L_m 、前記第 1 接続部 7 3 A に接続される前記第 1 の傾斜パイプ 6 0 1 の軸中心線 L_{i1} 、及び前記第 2 接続部 7 3 B に接続される第 2 の傾斜パイプ 6 0 2 の軸中心線 L_{i2} は、何れも、前記コネクタ 7 0 C の外形により囲まれる領域を通る。また、前記相手方コネクタ 8 0 C に接続される前記メイ

ンパイプ50の軸中心線 L_m 、前記第1接続部83Aに接続される前記第1の相手方傾斜パイプ601の軸中心線 L_{i1} 、及び前記第2接続部83Bに接続される第2の相手方傾斜パイプ602の軸中心線 L_{i2} は、何れも、前記相手方コネクタ80Cの外形により囲まれる領域を通る。このことは、前記ラチス構造物連結体101における前記コネクタ70Cにおいて3本のパイプ50、601、602の軸中心線 L_m 、 L_{i1} 、 L_{i2} を集中させたラチス構造が形成されることを可能にし、しかも、前記ラチス構造物連結体101における前記相手方コネクタ80Cにおいて3本のパイプ50、601、602の軸中心線 L_m 、 L_{i1} 、 L_{i2} を集中させたラチス構造が形成されることを可能にする。

[0185] また、第4実施形態では、前記コネクタ70Cにおいて、前記メインパイプ50の軸中心線 L_m 、前記第1の傾斜パイプ601の軸中心線 L_{i1} 、及び前記第2の傾斜パイプ602の軸中心線 L_{i2} は、何れも、前記コネクタ70Cの前記ピン挿通孔71Pを画定する内周面により囲まれる領域及び前記相手方コネクタ80Cの前記ピン挿通孔71Pを画定する内周面により囲まれる領域の少なくとも一方を通る。また、前記相手方コネクタ80Cにおける前記軸中心線 L_m 、 L_{i1} 、 L_{i2} も同様に、前記コネクタ70Cの前記ピン挿通孔71Pを画定する内周面により囲まれる領域及び前記相手方コネクタ80Cの前記ピン挿通孔71Pを画定する内周面により囲まれる領域の少なくとも一方を通る。このことは、前記コネクタ70Cと前記相手方コネクタ80Cを連結するための前記ピン挿通孔71Pを画定する内周面により囲まれる領域において前記コネクタ70Cに接続される3本のパイプの軸中心線と前記相手方コネクタ80Cに接続される3本のパイプの軸中心線とを集中させたほぼ理想的なラチス構造が形成されることを可能にする。

[0186] さらに、前記第1の傾斜パイプ601の軸中心線 L_{i1} 、及び第2の傾斜パイプ602の軸中心線 L_{i2} は、何れも、重複領域Rを通る。当該重複領域Rは、前記コネクタ70Cの外形により囲まれる領域及び前記相手方コネクタ80Cの外形により囲まれる領域の少なくとも一方の領域と、前記メイ

ンパイプ50の外周面を当該メインパイプ50が延びる方向に延長した仮想面により囲まれる領域と、が重なる領域である。また、前記相手方コネクタ80Cにおける前記軸中心線 L_m 、 L_{i1} 、 L_{i2} も同様に、前記重複領域Rを通る。このことは、前記重複領域Rにおいて前記コネクタ70Cに接続される3本のパイプの軸中心線と前記相手方コネクタ80Cに接続される3本のパイプの軸中心線とを集中させたほぼ理想的なラチス構造が形成されることを可能にする。

[0187] [他の変形例]

本発明は、以上説明した実施の形態に限定されない。本発明は、例えば次のような態様を包含する。

[0188] 前記実施形態では、コネクタ70、80を用いてブーム部材16B、16C同士を連結することにより、構造物連結部の強度が低下するのを抑制でき、従来のようにブーム部材のそれぞれの端部に前記直交パイプを設ける必要がなくなる。このため、前記実施形態では、ブーム部材16B、16Cの端部に前記直交パイプを設けていないものを例示した。ただし、本発明は、ラチス構造物の端部に前記直交パイプを設けるものを排除するものではなく、ラチス構造物の端部に前記直交パイプを備えるものも含む。その場合、本発明は、前記直交パイプを備えるとともに、前記コネクタも備えることで、当該コネクタによる強度低下抑制効果に起因して当該直交パイプの構造を簡素化できるというメリットがある。また、ラチス構造物の強度をより重視することを目的として、本発明では、前記直交パイプと前記コネクタとを併用してもよい。

[0189] 前記実施形態では、作業機械としてクレーンを例示したが、本発明の作業機械は、クレーンに限られず、ラチス構造物を備えるものであれば他の作業機械にも適用可能である。

[0190] 前記実施形態では、ラチス構造物が作業機械のブームを構成する部材として例示したが、本発明に係るラチス構造物は、作業機械のジブ18、ストラット21、22などを構成する部材にも適用可能である。

- [0191] 前記実施形態では、基体が下部走行体 14 である場合を例示したが、これに限られない。前記基体は、地面を走行できないもの、地面に固定されたものなどであってもよい。
- [0192] 前記実施形態では、作業機械としてのクレーン 10 がジブ 18、マスト 20、ストラット 21、22 などの部材を備えているものであったが、ジブ 18、マスト 20、ストラット 21、22 などの部材を備えていない作業機械にも本発明を適用可能である。
- [0193] また、前記コネクタ 70 には、3 つ以上の傾斜パイプ 60 の端部が接続されていてもよく、前記相手方コネクタ 80 には、3 つ以上の傾斜パイプ 60 の端部が接続されていてもよい。
- [0194] また、図 3、図 6 などを参照して説明した凸部 723、733、833、834 における外径は、メインパイプ 50 及び傾斜パイプ 60 の端部の外径と同じ又はこれらの端部の外径よりも大きくてもよい。この場合、これらのパイプの端部は、前記凸部の表面につきあわせるように配置される。
- [0195] 前記実施形態に係るブーム部材 16B、16C を構成する複数のメインパイプ 50 はそれぞれの軸方向が互いに平行となるように配置されているが、これに限られない。本発明におけるメインパイプは、前記実施形態に係るブーム部材 16A、16D のように複数のメインパイプのうちの少なくとも一部のメインパイプ 50 の軸方向が互いに平行でないもの、換言すれば、少なくとも一つのメインパイプの軸方向がラチス構造物の長手方向に対して傾斜する姿勢で当該複数のメインパイプが配置されるもの、例えばラチス構造物全体が角錐状または角錐台状をなすもの、も含む。
- [0196] 前記実施形態では、コネクタ 70 が雄型の連結部 71 を有し、相手方コネクタ 80 が雌型の連結部 81 を有する形態を例示したが、コネクタ 70 が雌型の連結部 71 を有し、相手方コネクタ 80 が雄型の連結部 81 を有していてもよい。
- [0197] また、本発明に係るコネクタを備えたコネクタ連結体は、コネクタの突出片が相手方コネクタの一对の突出片と着脱可能に結合されるコネクタ連結体

に限定されない。すなわち、本発明に係るコネクタを備えたコネクタ連結体の連結部の具体的な構造は限定されない。例えば、コネクタ 70 の連結部 71 及びコネクタ 80 の連結部 81 は、上述した連結ピン 90 を用いる構造以外の構造を有していてもよい。

[0198] 前記実施形態の説明では、本発明のコネクタの範囲に含まれるコネクタ同士が連結される場合を例に挙げたが、本発明のコネクタは、前記実施形態に示したような態様に限られず、以下のような態様で使用することもできる。

[0199] すなわち、本発明のコネクタが連結される相手方コネクタは、必ずしも本発明のコネクタの範囲に含まれるものでなくてもよい。当該相手方コネクタは、相手方構造物の一部を構成するものであり、ラチス構造物の端部を構成する本発明のコネクタと連結されるものである。かかる場合、前記相手方構造物は、必ずしもラチス構造物でなくてもよく、当該相手方構造物の一部を構成する相手方コネクタは、傾斜パイプの端部を接続するための傾斜パイプ接続部を備えていなくてもよい。具体例を挙げると、次の通りである。

[0200] 前記相手方構造物としては、例えば、テレスコピックブーム（断面サイズが異なる複数本のブームを伸縮自在に組み合わせた伸縮ブーム）が挙げられる。また、前記相手方構造物としては、例えば、ラチス構造のタワーを接続するための土台が挙げられる。相手方構造物としてのテレスコピックブーム及び土台は、何れもラチス構造物ではない。テレスコピックブームの端部及び土台の一部は、本発明のコネクタの範囲に含まれない相手方コネクタによって構成されている。

[0201] 本発明のコネクタが本発明の範囲に含まれない相手方コネクタとの連結に使用される場合であっても、次のような効果が得られる。すなわち、従来のクレーンのブームを構成するコネクタの一部を本発明のコネクタに交換することで、当該交換部位の強度を部分的に高めることができる。このようにブームの強度が高められることにより、例えば吊り上げ高さを高くできるなどのように、吊り荷を吊り上げる能力を高めることができる。

[0202] 以上のように、ラチス構造物の重量の増加や製造工数の増加を抑制しつつ

、ラチス構造物同士を連結する構造物連結部における強度低下も抑制できるラチス構造物が提供される。

[0203] (1) 提供されるのは、ラチス構造物であって、作業機械に搭載されるものであり当該ラチス構造物に隣接する相手方ラチス構造物と着脱可能に連結されるものである。前記ラチス構造物は、径方向に間隔をおいて並ぶ複数のメインパイプと、前記複数のメインパイプの軸方向に対して傾斜する方向に延びる複数の傾斜パイプであって当該複数の傾斜パイプのそれぞれが前記複数のメインパイプのうちの何れか2本のメインパイプを相互に連結する複数の傾斜パイプと、前記相手方ラチス構造物が備える複数の相手方コネクタと着脱可能に連結される複数のコネクタと、を備える。前記複数のコネクタは、前記複数のメインパイプのうちの何れかのメインパイプの端部が接続されるとともに前記複数の傾斜パイプのうちの少なくとも一つの傾斜パイプの端部が接続される所定のコネクタを含む。

[0204] 本発明のラチス構造物によれば、前記所定のコネクタが設けられているので、ラチス構造物の重量の増加や製造工数の増加を抑制しつつ、ラチス構造物同士を連結する構造物連結部における強度及び剛性の低下も抑制できる。具体的には次の通りである。本発明のラチス構造物における前記複数のコネクタは、前記メインパイプだけでなく、傾斜パイプが接続された前記所定のコネクタを含む。したがって、前記傾斜パイプが接続された前記所定のコネクタが前記相手方ラチス構造物の前記相手方コネクタに連結されると、前記所定のコネクタと前記相手方コネクタとの連結部分のうち、少なくとも前記傾斜パイプが接続された前記所定のコネクタにかかる部分においては、ラチス構造を形成することができる。これにより、本発明のラチス構造物が用いられた前記連結部分は、従来のコネクタと従来の相手方コネクタとの連結部分と比較して、強度及び剛性の低下が抑制されるので、従来のように各ラチス構造物の端部に前記直交パイプを設ける必要がなくなる。よって、本発明では、ラチス構造物の重量の増加や製造工数の増加を抑制しつつ、ラチス構造物同士を連結する構造物連結部における強度及び剛性の低下も抑制できる

。

[0205] (2) 前記ラチス構造物は、前記複数のコネクタのそれぞれは、対応する相手方コネクタに連結するための連結ピンが挿入されるピン挿通孔を有し、前記複数のコネクタにおける複数の前記ピン挿通孔の中心線が互いに平行になるように、前記所定のコネクタにおいて、前記メインパイプが接続される部分の位置及び前記傾斜パイプが接続される部分の位置がそれぞれ設定されていることが好ましい。

[0206] この態様では、前記ラチス構造物と前記相手方ラチス構造物とを連結してラチス構造物連結体を組み立てるときの作業性が低下するのを抑制できる。具体的には、前記ラチス構造物と前記相手方ラチス構造物とを連結する作業は、前記複数のコネクタと前記複数の相手方コネクタとをそれぞれ連結する複数の連結作業を含む。本態様では、前記複数のコネクタにおける複数の前記ピン挿通孔の中心線は互いに平行である。このことは、前記複数の連結作業を次のように行うことを可能にする。以下では、前記ラチス構造物が4本のメインパイプを備え、4箇所の連結作業が行われる場合を例に挙げて説明する。かかる場合、前記4箇所の連結作業のうち、まず、2箇所の連結作業が行われる。すなわち、第1のメインパイプの端部が接続されたコネクタとこれに対応する相手方コネクタとの連結が、第1のピン挿通孔に連結ピンが挿入されることにより行われるとともに、第2のメインパイプの端部が接続されたコネクタとこれに対応する相手方コネクタとの連結が、第2のピン挿通孔に連結ピンが挿入されることにより行われる。この状態において、前記第1のピン挿通孔の中心線と前記第2のピン挿通孔の中心線とが平行である。このことは、これらの中心線を中心として、前記ラチス構造物を前記相手方ラチス構造物に対して回動させることを可能にする。したがって、残りの2箇所の連結作業は、前記複数のピン挿通孔の中心線が平行でない場合に比べて容易になる。すなわち、第3のメインパイプの端部が接続されたコネクタとこれに対応する相手方コネクタとの位置を合わせる作業、及び第4のメインパイプの端部が接続されたコネクタとこれに対応する相手方コネクタ

との位置を合わせる作業を、前記中心線を中心として前記ラチス構造物を前記相手方ラチス構造物に対して回転させながら行うことが可能になる。

[0207] (3) 前記ラチス構造物において、前記所定のコネクタは、前記複数のメインパイプのうち第1のメインパイプの端部が接続されるメインパイプ接続部を有するとともに前記複数の傾斜パイプのうち第1の傾斜パイプの端部が接続される傾斜パイプ接続部を有する第1のコネクタであり、前記複数のコネクタは、前記複数のメインパイプのうち第2のメインパイプの端部が接続されるメインパイプ接続部を有するとともに前記複数の傾斜パイプのうち第2の傾斜パイプの端部が接続される傾斜パイプ接続部を有する第2のコネクタをさらに含み、前記第1のメインパイプの延びる方向と前記第1の傾斜パイプの延びる方向とに平行な第1の平面が前記第2のメインパイプの延びる方向と前記第2の傾斜パイプの延びる方向とに平行な第2の平面に対して交差し、かつ、前記第1のコネクタにおける前記ピン挿通孔の中心線が前記第2のコネクタにおける前記ピン挿通孔の中心線と平行となるように、前記第1のコネクタにおいて前記メインパイプ接続部に対する前記傾斜パイプ接続部の相対位置が設定されるとともに、前記第2のコネクタにおいて前記メインパイプ接続部に対する前記傾斜パイプ接続部の相対位置が設定されていることが好ましい。

[0208] この態様では、前記ラチス構造物における前記複数のコネクタのうち2つのコネクタ、すなわち、前記第1のコネクタと前記第2のコネクタのそれぞれには、メインパイプと傾斜パイプとが接続され、前記複数のコネクタのそれぞれは前記ピン挿通孔を有する。本態様では、前記第1の平面が前記第2の平面に対して交差するように前記第1の傾斜パイプが前記第1のコネクタに対して接続されるとともに前記第2の傾斜パイプが前記第2のコネクタに対して接続されている。これにより、前記ラチス構造物において強度及び剛性に優れる立体的なラチス構造が形成される。仮に、前記第1のコネクタと前記第2のコネクタとが全く同じ構造を有するものである場合、前記第1の平面が前記第2の平面に対して交差するように前記第1のコネクタ及び前記

第2のコネクタが配置されると、これらのピン挿通孔の中心線は互いに平行とはならない。そこで、本態様では、強度及び剛性に優れる立体的なラチス構造を形成しつつ、前記第1のコネクタにおける前記ピン挿通孔の中心線と前記第2のコネクタにおける前記ピン挿通孔の中心線が互いに平行となるように、前記第1のコネクタにおいて前記メインパイプ接続部に対する前記傾斜パイプ接続部の相対位置が設定されるとともに、前記第2のコネクタにおいて前記メインパイプ接続部に対する前記傾斜パイプ接続部の相対位置が設定されている。これにより、ラチス構造物の強度及び剛性の低下を抑制しつつ、ラチス構造物と相手方ラチス構造物とを連結してラチス構造物連結体を組み立てるときの組立作業性の低下を抑制することができる。

[0209] (4) 前記ラチス構造物において、前記所定のコネクタは、前記複数の傾斜パイプのうち第1傾斜方向に延びる傾斜パイプが接続される第1接続部と、前記複数の傾斜パイプのうち第2傾斜方向に延びる傾斜パイプが接続される第2接続部と、を含んでいることが好ましい。

[0210] この態様では、前記所定のコネクタにおける前記第1接続部には第1傾斜方向に延びる傾斜パイプを接続することができ、当該所定のコネクタにおける前記第2接続部には第2傾斜方向に延びる傾斜パイプを接続することができる。すなわち、本態様では、一つのコネクタに対して2本の傾斜パイプが接続される。このことは、強度及び剛性に優れ立体的で複雑なラチス構造（例えば、後述するラチス集合型のラチス構造）が形成されることを可能にする。

[0211] (5) 前記ラチス構造物において、前記所定のコネクタに接続される前記メインパイプの延びる方向であるメイン方向と前記第1傾斜方向とに平行な平面が前記メイン方向と前記第2傾斜方向とに平行な平面に対して交差するように前記第1接続部と前記第2接続部の相対位置が設定されていることが好ましい。

[0212] この態様では、前記メイン方向と前記第1傾斜方向とに平行な平面が前記メイン方向と前記第2傾斜方向とに平行な平面に対して交差する。すなわち

、前記所定のコネクタの第1接続部に接続される傾斜パイプは、前記メイン方向と前記第2傾斜方向とに平行な平面に対して平行な方向に延びるのではなく、当該平面に対して傾斜した第1傾斜方向に延びている。このことは、第1接続部に接続される傾斜パイプの一端と第2接続部に接続される傾斜パイプの一端が当該所定のコネクタを介して同じメインパイプに接続される一方で、これらの傾斜パイプの他端が互いに異なるメインパイプに接続されることを可能にする。このことは、複雑なラチス構造を形成することを可能にする。

[0213] (6) 前記ラチス構造物において、前記所定のコネクタに接続される前記メインパイプの軸中心線、前記第1接続部に接続される前記傾斜パイプの軸中心線、及び前記第2接続部に接続される傾斜パイプの軸中心線は、何れも、前記所定のコネクタの外形により囲まれる領域を通ることが好ましい。

[0214] この態様では、3本のパイプの軸中心線の何れもが前記所定のコネクタの外形により囲まれる領域を通る。このことは、前記ラチス構造物における当該所定のコネクタに係る部分において3本のパイプの軸中心線を集中させたラチス構造が形成されることを可能にする。なお、本発明において、パイプの軸中心線は、そのパイプの中心軸と、当該中心軸を延長した延長線とを含む。

[0215] (7) 前記ラチス構造物において、前記所定のコネクタは、連結ピンを挿入するためのピン挿通孔を有し、当該ピン挿通孔と前記所定のコネクタに対応する相手方コネクタに設けられたピン挿通孔に前記連結ピンが挿入されることにより前記所定のコネクタが前記相手方コネクタに連結されるように構成され、前記所定のコネクタに接続される前記メインパイプの軸中心線、前記第1接続部に接続される前記傾斜パイプの軸中心線、及び前記第2接続部に接続される傾斜パイプの軸中心線は、何れも、前記所定のコネクタの前記ピン挿通孔を画定する内周面により囲まれる領域及び前記相手方コネクタの前記ピン挿通孔を画定する内周面により囲まれる領域の少なくとも一方を通ることが好ましい。

- [0216] この態様では、3本のパイプの軸中心線の何れもが前記所定のコネクタの前記ピン挿通孔を画定する内周面により囲まれる領域及び前記相手方コネクタの前記ピン挿通孔を画定する内周面により囲まれる領域の少なくとも一方を通る。このことは、前記ラチス構造物における前記ピン挿通孔を画定する内周面により囲まれる領域において3本のパイプの軸中心線を集中させたほぼ理想的なラチス構造が形成されることを可能にする。
- [0217] (8) 前記ラチス構造物において、前記第1接続部に接続される前記傾斜パイプの軸中心線、及び前記第2接続部に接続される傾斜パイプの軸中心線は、何れも、前記所定のコネクタの外形により囲まれる領域及び前記所定のコネクタに対応する相手方コネクタの外形により囲まれる領域の少なくとも一方の領域と、前記所定のコネクタに接続される前記メインパイプの外周面を当該メインパイプが延びる方向に延長した仮想面により囲まれる領域と、が重なる領域である重複領域を通ることが好ましい。
- [0218] この態様では、前記第1接続部に接続される傾斜パイプの軸中心線、及び前記第2接続部に接続される傾斜パイプの軸中心線の何れもが前記重複領域を通る。このことは、前記ラチス構造物における前記重複領域において3本のパイプの軸中心線を集中させたほぼ理想的なラチス構造が形成されることを可能にする。
- [0219] (9) 本発明のラチス構造物連結体は、前記ラチス構造物と、前記相手方ラチス構造物と、を備える。前記相手方ラチス構造物は、径方向に間隔をおいて並ぶ複数の相手方メインパイプと、前記複数の相手方メインパイプの軸方向に対して傾斜する方向に延びる複数の相手方傾斜パイプであって当該複数の相手方傾斜パイプのそれぞれが前記複数の相手方メインパイプのうちの何れか2本の相手方メインパイプを相互に連結する複数の相手方傾斜パイプと、をさらに備える。前記複数の相手方コネクタは、前記複数の相手方メインパイプのうちの何れかの相手方メインパイプの端部が接続されるとともに前記複数の相手方傾斜パイプのうちの少なくとも一つの相手方傾斜パイプの端部が接続される相手方コネクタであって、前記所定のコネクタと着脱可能

に連結される所定の相手方コネクタを含む。

[0220] 本発明のラチス構造物連結体では、上記のような所定のコネクタと所定の相手方コネクタを用いて前記ラチス構造物と前記相手方ラチス構造物が互いに連結される。このことは、前記所定のコネクタに接続される傾斜パイプの端部と、前記所定の相手方コネクタに接続される相手方傾斜パイプの端部とを、ともに構造物連結部上、すなわち、前記所定のコネクタと前記所定の相手方コネクタとにより構成されるコネクタ連結体上に位置させて互いに近接させることを可能にする。したがって、当該ラチス構造物連結体では、前記構造物連結部においても上述した三角形の構造（ラチス構造）に近い構造が途切れることなく連続するので、前記構造物連結部の強度及び剛性が低下するのを抑制でき、従来のように各ラチス構造物の端部に前記直交パイプを設ける必要がなくなる。よって、本発明では、ラチス構造物の重量の増加や製造工数の増加を抑制しつつ、ラチス構造物同士を連結する構造物連結部における強度及び剛性の低下も抑制できる。

[0221] (10) 前記ラチス構造物連結体においては、前記所定のコネクタを側面視したときに、前記所定のコネクタに接続される前記メインパイプの軸中心線と前記所定のコネクタに接続される前記少なくとも一つの傾斜パイプの軸中心線とは、前記所定のコネクタの範囲内で交わり、前記所定の相手方コネクタを側面視したときに、前記所定の相手方コネクタに接続される前記相手方メインパイプの軸中心線と前記所定の相手方コネクタに接続される前記少なくとも一つの相手方傾斜パイプの軸中心線とは、前記所定の相手方コネクタの範囲内で交わっているのが好ましい。

[0222] 例えばこの態様のように前記メインパイプと前記傾斜パイプの軸中心線同士の交点を前記所定のコネクタの範囲内に位置させるとともに、前記相手方メインパイプと前記相手方傾斜パイプの軸中心線同士の交点を前記所定の相手方コネクタの範囲内に位置させることにより、構造物連結部において上述した三角形の構造（ラチス構造）に近い構造を途切れることなく連続させることができる。

- [0223] (11) 前記ラチス構造物連結体において、前記所定のコネクタ及び前記所定の相手方コネクタのそれぞれは、連結ピンを挿入するためのピン挿通孔を有し、これらのピン挿通孔に前記連結ピンが挿入されることにより前記所定のコネクタと前記所定の相手方コネクタとが連結されるように構成されており、前記所定のコネクタを前記連結ピンの軸方向に見たときに、前記所定のコネクタに接続される前記メインパイプの前記軸中心線と前記所定のコネクタに接続される前記少なくとも一つの傾斜パイプの前記軸中心線とは、前記連結ピンの範囲内で交わり、前記所定の相手方コネクタを前記連結ピンの軸方向に見たときに、前記所定の相手方コネクタに接続される前記相手方メインパイプの前記軸中心線と前記所定の相手方コネクタに接続される前記相手方傾斜パイプの前記軸中心線とは、前記連結ピンの範囲内で交わっているのがより好ましい。
- [0224] この態様では、前記メインパイプと前記傾斜パイプの軸中心線同士の交点及び前記相手方メインパイプと前記相手方傾斜パイプの軸中心線同士の交点とともに連結ピンの範囲内に位置する。このことは、構造物連結部に位置する前記傾斜パイプ及び前記相手方傾斜パイプが前記メインパイプとともにほぼ理想的な三角形の構造を形成することを可能にする。これにより、構造物連結部の強度及び剛性の低下をより効果的に抑制できる。
- [0225] (12) 前記ラチス構造物連結体において、前記所定のコネクタを前記連結ピンの軸方向に見たときに、前記所定のコネクタに接続される前記メインパイプの前記軸中心線と前記所定のコネクタに接続される前記少なくとも一つの傾斜パイプの前記軸中心線とは、前記連結ピンの中心で交わり、前記所定の相手方コネクタを前記連結ピンの軸方向に見たときに、前記所定の相手方コネクタに接続される前記相手方メインパイプの前記軸中心線と前記所定の相手方コネクタに接続される前記少なくとも一つの傾斜パイプの前記軸中心線とは、前記連結ピンの中心で交わっているのがさらに好ましい。
- [0226] この態様では、前記メインパイプと前記傾斜パイプの軸中心線同士の交点及び前記相手方メインパイプと前記相手方傾斜パイプの軸中心線同士の交点

がともに連結ピンの中心に位置する。このことは、構造物連結部に位置する前記傾斜パイプ及び前記相手方傾斜パイプが前記メインパイプとともに理想的な三角形の構造を形成することを可能にする。これにより、構造物連結部の強度及び剛性の低下をさらに効果的に抑制できる。

[0227] (13) 本発明の作業機械は、基体と、前記基体の上に旋回可能となるように搭載される上部旋回体と、前記上部旋回体に回動可能に取り付けられるブームであって、上述のラチス構造物連結体を有するブームと、を備える。

[0228] 本発明の作業機械のブームには、上述したラチス構造物連結体が設けられているので、作業機械の重量の増加や製造工数の増加を抑制しつつ、ラチス構造物同士を連結する構造物連結部における強度及び剛性の低下も抑制できる。

[0229] (14) 本発明のコネクタは、作業機械に用いられるものである。前記コネクタは、径方向に間隔をおいて並ぶ複数のメインパイプと前記複数のメインパイプの軸方向に対して傾斜する方向に延びる複数の傾斜パイプであって当該複数の傾斜パイプのそれぞれが前記複数のメインパイプのうちの何れか2本のメインパイプを相互に連結する複数の傾斜パイプとを含むラチス構造物の端部を構成するものである。前記コネクタは、当該ラチス構造物に隣接する相手方構造物が備える相手方コネクタと着脱可能に連結されるものである。前記コネクタは、連結部と、メインパイプ接続部と、傾斜パイプ接続部と、を備える。前記連結部は、前記相手方コネクタを連結するための部位である。前記メインパイプ接続部は、前記複数のメインパイプのうちの所定のメインパイプの端部を接続するための部位である。前記傾斜パイプ接続部は、前記複数の傾斜パイプのうちの少なくとも一つの傾斜パイプの端部を接続するための部位である。

[0230] 本発明のコネクタは、前記相手方構造物の一部を構成する前記相手方コネクタとの連結に使用される。かかる場合、前記コネクタと前記相手方コネクタとの連結部分である構造物連結部のうち、少なくとも本発明の前記コネクタにかかる部分においては、ラチス構造を形成することができるので、従来

のコネクタ同士の連結部分と比較して、構造物連結部における強度及び剛性の低下を抑制できる。

[0231] (15) 前記コネクタにおいて、前記相手方構造物は、ラチス構造物であり、前記相手方コネクタは、前記相手方構造物の端部を構成するものであり、前記相手方構造物を構成する相手方メインパイプの端部と相手方傾斜パイプの端部とが接続されるものであるのが好ましい。

[0232] この態様では、前記コネクタを用いてラチス構造物同士を連結することにより、当該コネクタに接続される前記傾斜パイプの端部と、前記相手方コネクタに接続される前記相手方傾斜パイプの端部とがともに構造物連結部上、すなわち、前記コネクタと前記相手方コネクタとにより構成されるコネクタ連結体上に位置して互いに近接する。したがって、構造物連結部においても上述した三角形の構造（ラチス構造）に近い構造が途切れることなく連続するので、構造物連結部の強度及び剛性が低下するのを抑制でき、従来のように各ラチス構造物の端部に前記直交パイプを設ける必要がなくなる。よって、本発明では、ラチス構造物の重量の増加や製造工数の増加を抑制しつつ、ラチス構造物同士を連結する構造物連結部における強度及び剛性の低下も抑制できる。

[0233] (16) 前記コネクタにおいて、前記メインパイプ接続部は、前記所定のメインパイプの前記端部の端面が対向する平面であって前記所定のメインパイプの前記端部が接続されるものを含み、前記傾斜パイプ接続部は、前記少なくとも一つの傾斜パイプの前記端部の端面が対向する平面であって前記少なくとも一つの傾斜パイプの前記端部が接続されるものを含んでいてもよい。

[0234] この態様では、前記メインパイプ接続部が有する前記平面及び前記傾斜パイプ接続部が有する前記平面に対して前記所定のメインパイプの端部の前記端面及び前記傾斜パイプの端部の前記端面をそれぞれ対向させた状態で、例えば溶接などの接合方法を用いて前記所定のメインパイプの端部及び前記傾斜パイプの端部をコネクタのメインパイプ接続部及び傾斜パイプ接続部にそ

れぞれ接続することができる。したがって、これらのパイプの接続時における施工性が向上し、接続状態の品質を確保しやすくなる。

[0235] (17) 前記コネクタにおいて、前記メインパイプ接続部は、前記所定のメインパイプの前記端部の端面が対向する球面であって前記所定のメインパイプの前記端部が接続されるものを含み、前記傾斜パイプ接続部は、前記少なくとも一つの傾斜パイプの前記端部の端面が対向する球面であって前記少なくとも一つの傾斜パイプの前記端部が接続されるものを含んでいてもよい。

[0236] この態様では、前記メインパイプ接続部が有する前記球面及び前記傾斜パイプ接続部が有する前記球面に対して前記所定のメインパイプの端部の前記端面及び前記傾斜パイプの端部の前記端面をそれぞれ対向させた状態で、例えば溶接などの接合方法を用いて前記所定のメインパイプの端部及び前記傾斜パイプの端部をコネクタのメインパイプ接続部及び傾斜パイプ接続部にそれぞれ接続することができる。したがって、これらのパイプの接続時における施工性が向上し、接続状態の品質を確保しやすくなる。

[0237] (18) 前記コネクタにおいて、前記連結部は、連結ピンを挿入するためのピン挿通孔を有し、前記ピン挿通孔と前記相手方コネクタに設けられたピン挿通孔に前記連結ピンが挿入されることにより前記コネクタと前記相手方コネクタとが連結されるように構成されており、前記コネクタを前記連結ピンの軸方向に見たときに、前記メインパイプ接続部の前記球面を含む球の中心と前記傾斜パイプ接続部の前記球面を含む球の中心とが前記連結ピンの範囲内に位置しているのが好ましい。

[0238] この態様では、メインパイプ接続部が有する前記球面及び傾斜パイプ接続部が有する前記球面に対して前記所定のメインパイプの端部の前記端面及び前記傾斜パイプの端部の前記端面を対向させた状態で、前記所定のメインパイプの端部及び前記傾斜パイプの端部をコネクタのメインパイプ接続部及び傾斜パイプ接続部にそれぞれ接続するだけで、前記所定のメインパイプと前記傾斜パイプの軸中心線同士の交点（連結ピンの軸方向に見たときの交点）

を連結ピンの範囲内に位置させることができる。

- [0239] (19) 前記コネクタにおいて、前記コネクタを前記連結ピンの軸方向に見たときに、前記メインパイプ接続部の前記球面を含む球の前記中心と前記傾斜パイプ接続部の前記球面を含む球の前記中心とが前記連結ピンの中心に位置しているのがより好ましい。
- [0240] この態様では、上述のように前記所定のメインパイプの端部及び前記傾斜パイプの端部をコネクタのメインパイプ接続部及び傾斜パイプ接続部にそれぞれ接続するだけで、所定のメインパイプと第1の傾斜パイプの軸中心線同士の交点（連結ピンの軸方向に見たときの交点）を連結ピンの中心に位置させることができる。
- [0241] (20) 前記コネクタにおいて、前記メインパイプ接続部は、前記所定のメインパイプの前記端部を位置合わせするための凸部又は凹部を備え、前記傾斜パイプ接続部は、前記少なくとも一つの傾斜パイプの前記端部を位置合わせするための凸部又は凹部を備えていてもよい。
- [0242] この態様では、前記所定のメインパイプの端部及び前記傾斜パイプの端部をコネクタのメインパイプ接続部及び傾斜パイプ接続部に接続するときの位置合わせが容易になる。