

明 細 書

発明の名称：

機械式継手、継手付き鋼管、継手付き鋼管の製造方法、構造体、構造体の施工方法、機械式継手の設計方法

技術分野

[0001] 本発明は、鋼管同士の接合に用いる機械式継手、機械式継手を備える継手付き鋼管、継手付き鋼管の製造方法、機械式継手、および機械式継手で接合された複数の鋼管を備える構造体、構造体の施工方法、機械式継手の設計方法に関する。

背景技術

[0002] 従来、鋼管同士の接合については主に溶接が用いられていたが、近年工期の短縮や品質管理上の問題があり、機械的な接合も用いられるようになってきた。この機械式接合に関して、差し込むだけで接合が可能な施工性に優れた継手が特許文献 1 に開示されている。

[0003] 特許文献 1 に記載の「鋼管の継手構造」は、接合対象となる鋼管の端部に外側継手管と内側継手管をそれぞれ設け、これらの外側継手管と内側継手管とを管軸方向に互いに挿入し嵌合させることによって鋼管を接合するものである。外側継手管および内側継手管のいずれか一方は、先端が周方向に分割されて径方向に撓み可能となっている。軸方向に押し込み荷重をかけて外側継手管および内側継手管のいずれか一方の先端を撓ませて挿入する。このとき、挿入の終了位置で撓みが戻るとともに、内側継手管の外周面に形成された凸部と外側継手管の内周面に形成された係合部とが係合して嵌合したり、外側継手管の内周面に形成された凸部と内側継手管の外周面に形成された係合部とが係合したりして嵌合する。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献 1：特開 2004-36329 号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] 特許文献 1 に記載の継手において先端が周方向に分割された部分は、その断面が円弧状であるため、断面矩形状のものに比べて曲げ剛性が高く、継手同士を嵌合させる際に大きな押し込み荷重を必要とする。また、一般的に継手は鋼管と同等の圧縮・引張強度を必要とするので、鋼管の仕様に伴って継手の板厚を厚くすると、さらに大きな押し込み荷重を必要とする。挿入による嵌合に必要な押し込み荷重が増大することは施工性を悪化させるため、押し込み荷重の低減する方法が検討されている。

[0006] そこで、必要な押し込み荷重を低減するには、撓ませる部分の分割数を増やすことが考えられるが、当該部分を切削して製作する場合には、切削箇所数が増加して加工コストがかかる。さらに、分割数の増加に伴って当該部分の強度が低下し、運搬時や作業時の予期せぬ荷重によってねじれなどの不可逆的な変形が生じる場合があり、施工時に嵌合ができなくなる恐れがある。したがって、分割数を増やすことなく押し込み荷重を低減できる機械式継手が求められていた。

[0007] 本発明は、上述した課題に鑑みてなされたものであって、その目的は、加工コストの増大および強度の低下を招くことなく、嵌合に必要な押し込み荷重を低下させて施工性を向上できる、機械式継手、継手付き鋼管、継手付き鋼管の製造方法、構造体、構造体の施工方法、機械式継手の設計方法を提供することにある。

課題を解決するための手段

[0008] 本発明の一態様に係る機械式継手は、接合対象となる鋼管の端部にそれぞれ設けられる内側継手管と外側継手管とを備え、前記内側継手管および前記外側継手管のいずれか一方は、周方向に等間隔に分割され、径方向に撓み可能な分割片により構成され、前記内側継手管の外周面に形成された凸部と、前記外側継手管の内周面に形成され、前記内側継手管と前記外側継手管とが嵌合完了した状態で前記凸部に係合して前記凸部とともに引張荷重に抵抗す

る係合部と、前記外側継手管における前記係合部よりも先端側に設けられ、前記内側継手管と前記外側継手管とを嵌合させる途中において前記凸部に当接して前記凸部と協働して前記分割片を撓ませるとともに撓ませた状態を前記係合部まで維持するガイド部と、を備えた機械式継手であって、前記分割片は下記の条件（１）、（２）を満たす複数のグループにグループ分けされ、嵌合過程において同一グループの分割片ごとに最大撓みに至るタイミングをずらすように構成される。

（１）同一グループに属する分割片の前記ガイド部における最大撓みを生じさせる軸方向位置が同じであり、かつ各グループで前記軸方向位置が異なること

（２）同一グループに属する分割片は、周方向の中心を隣り合うもの同士直線で結ぶと、管の中心を通る直線、または重心が管の中心と一致する多角形を形成すること

[0009] 本発明の一態様に係る機械式継手は、接合対象となる鋼管の端部にそれぞれ設けられる内側継手管と外側継手管とを備え、前記内側継手管および前記外側継手管のいずれか一方は、周方向に等間隔に分割され、径方向に撓み可能な分割片により構成され、前記外側継手管の内周面に形成された凸部と、前記内側継手管の外周面に形成され、前記外側継手管と前記内側継手管とが嵌合完了した状態で前記凸部に係合して前記凸部とともに引張荷重に抵抗する係合部と、前記内側継手管における前記係合部よりも先端側に設けられ、前記外側継手管と前記内側継手管とを嵌合させる途中において前記凸部に当接して前記凸部と協働して前記分割片を撓ませるとともに撓ませた状態を前記係合部まで維持するガイド部と、を備えた機械式継手であって、前記分割片は下記の条件（１）、（２）を満たす複数のグループにグループ分けされ、嵌合過程において同一グループの分割片ごとに最大撓みに至るタイミングをずらすように構成される。

（１）同一グループに属する分割片の前記ガイド部における最大撓みを生じさせる軸方向位置が同じであり、かつ各グループで前記軸方向位置が異なる

こと

(2) 同一グループに属する分割片は、周方向の中心を隣り合うもの同士直線で結ぶと、管の中心を通る直線、または重心が管の中心と一致する多角形を形成すること

- [0010] 本発明の一態様に係る機械式継手は、上記の発明において、一つの前記グループにおける分割片が最大撓みに至る前に、他のグループにおける分割片に径方向の撓みが開始しない。
- [0011] 本発明の一態様に係る継手付き鋼管は、上記の発明による機械式継手における内側継手管および／または外側継手管を、両端または一端に備える。
- [0012] 本発明の一態様に係る継手付き鋼管の製造方法は、上記の発明による継手付き鋼管を製造する方法であって、上記の発明による機械式継手における外側継手管および／または内側継手管を、接合対象となる鋼管の端部にそれぞれ取り付け。
- [0013] 本発明の一態様に係る構造体は、上記の発明による機械式継手と、前記機械式継手で接合された複数の鋼管とを備える。
- [0014] 本発明の一態様に係る構造体の施工方法は、上記の発明による構造体を施工する方法であって、前記外側継手管が端部に取り付けられた鋼管と、前記内側継手管が端部に取り付けられた鋼管とのいずれか一方を地中に立設した状態で、他方の鋼管を前記一方の鋼管の上に配置して、前記内側継手管と前記外側継手管とを嵌合させて接合する。
- [0015] 本発明の一態様に係る機械式継手の設計方法は、接合対象となる鋼管の端部にそれぞれ設けられる内側継手管と外側継手管を備え、前記内側継手管および前記外側継手管のいずれか一方は、周方向に等間隔に分割され、径方向に撓み可能な分割片により構成され、前記内側継手管の外周面に形成された凸部と、前記外側継手管の内周面に形成され、前記内側継手管と前記外側継手管とが嵌合完了した状態で前記凸部に係合して前記凸部とともに引張荷重に抵抗する係合部と、前記外側継手管における前記係合部よりも先端側に設けられ、前記内側継手管と前記外側継手管とを嵌合させる途中において前記

凸部に当接して前記凸部と協働して前記分割片を撓ませるとともに撓ませた状態を前記係合部まで維持するガイド部と、を備えた機械式継手を設計する機械式継手の設計方法であって、前記分割片を下記の条件（１）、（２）を満たす複数のグループにグループ分けし、嵌合過程において同一グループの分割片ごとに最大撓みに至るタイミングをずらすとともに分割片の撓みによって生ずる水平方向の応力が相殺されるようにする。

（１）同一グループに属する分割片の前記ガイド部における最大撓みを生じさせる軸方向位置が同じであり、かつ各グループで前記軸方向位置が異なること

（２）同一グループに属する分割片は、周方向の中心を隣り合うもの同士直線で結ぶと、管の中心を通る直線、または重心が管の中心と一致する多角形を形成すること

[0016] 本発明の一態様に係る機械式継手の設計方法は、接合対象となる鋼管の端部にそれぞれ設けられる内側継手管と外側継手管とを備え、前記内側継手管および前記外側継手管のいずれか一方は、周方向に等間隔に分割され、径方向に撓み可能な分割片により構成され、前記外側継手管の内周面に形成された凸部と、前記内側継手管の外周面に形成され、前記外側継手管と前記内側継手管とが嵌合完了した状態で前記凸部に係合して前記凸部とともに引張荷重に抵抗する係合部と、前記内側継手管における前記係合部よりも先端側に設けられ、前記外側継手管と前記内側継手管とを嵌合させる途中において前記凸部に当接して前記凸部と協働して前記分割片を撓ませるとともに撓ませた状態を前記係合部まで維持するガイド部と、を備えた機械式継手を設計する機械式継手の設計方法であって、前記分割片を下記の条件（１）、（２）を満たす複数のグループにグループ分けし、嵌合過程において同一グループの分割片ごとに最大撓みに至るタイミングをずらすとともに分割片の撓みによって生ずる水平方向の応力が相殺されるようにする。

（１）同一グループに属する分割片の前記ガイド部における最大撓みを生じさせる軸方向位置が同じであり、かつ各グループで前記軸方向位置が異なる

こと

(2) 同一グループに属する分割片は、周方向の中心を隣り合うもの同士直線で結ぶと、管の中心を通る直線、または重心が管の中心と一致する多角形を形成すること

発明の効果

[0017] 本発明によれば、分割片は所定の条件を満たすように複数のグループにグループ分けされ、嵌合過程において同一グループの分割片ごとに最大撓みに至るタイミングをずらすようにしたことにより、嵌合に必要な押し込み荷重を低減でき、施工性が向上する。また、本発明によれば、分割片の数を増やすことなく押し込み荷重を低減できるので、加工コストが増大したり、強度が低下したりすることもない。

図面の簡単な説明

[0018] [図1A]図1 Aは、本発明の一実施形態に係る機械式継手を示す図であり、接合過程における分割片が撓む様子を模式的に示した図である。

[図1B]図1 Bは、本発明の一実施形態に係る機械式継手を示す図であり、接合過程における分割片が撓む様子を模式的に示した図である。

[図1C]図1 Cは、本発明の一実施形態に係る機械式継手を示す図であり、接合過程における分割片が撓む様子を模式的に示した図である。

[図1D]図1 Dは、本発明の一実施形態に係る機械式継手を示す図であり、接合過程における分割片が撓む様子を模式的に示した図である。

[図2]図2は、8個の分割片を本発明の条件を満たすようにグループ分けした例を示す図である。

[図3A]図3 Aは、比較例として、従来の機械式継手を用いた場合の押し込み荷重について説明するための図である。

[図3B]図3 Bは、比較例として、従来の機械式継手を用いた場合の押し込み荷重について説明するための図である。

[図3C]図3 Cは、比較例として、従来の機械式継手を用いた場合の押し込み荷重について説明するための図である。

[図4A]図4 Aは、本発明の一実施形態に係る機械式継手における押し込み荷重について説明するための図である。

[図4B]図4 Bは、本発明の一実施形態に係る機械式継手における押し込み荷重について説明するための図である。

[図4C]図4 Cは、本発明の一実施形態に係る機械式継手における押し込み荷重について説明するための図である。

[図5]図5は、4個の分割片を本発明の条件を満たすようにグループ分けした例を示した図である。

[図6]図6は、8個の分割片を本発明の条件を満たさないようにグループ分けした例を示した図である。

[図7]図7は、本発明の一実施形態の変形例に係る機械式継手の嵌合前の状態を示す模式図である。

[図8]図8は、本発明の一実施形態の変形例に係る機械式継手の嵌合後の状態を示す模式図である。

[図9A]図9 Aは、他の態様による機械式継手の接合過程を説明するための図である。

[図9B]図9 Bは、他の態様による機械式継手の接合過程を説明するための図である。

[図9C]図9 Cは、他の態様による機械式継手の接合過程を説明するための図である。

[図9D]図9 Dは、他の態様による機械式継手の接合過程を説明するための図である。

[図10A]図10 Aは、図1 Aの機械式継手の他の態様を示す図であり、接合過程における分割片が撓む様子を模式的に示した図である。

[図10B]図10 Bは、図1 Bの機械式継手の他の態様を示す図であり、接合過程における分割片が撓む様子を模式的に示した図である。

[図10C]図10 Cは、図1 Cの機械式継手の他の態様を示す図であり、接合過程における分割片が撓む様子を模式的に示した図である。

[図10D]図10Dは、図1Dの機械式継手の他の態様を示す図であり、接合過程における分割片が撓む様子を模式的に示した図である。

[図11]図11は、従来の機械式継手を示す模式図であり、嵌合前の状態を示す図である。

[図12]図12は、図11の機械式継手における嵌合後の状態を示す図である。

[図13]図13は、図11のA-A矢視図である。

[図14A]図14Aは、従来の機械式継手の接合過程を説明するための図である。

[図14B]図14Bは、従来の機械式継手の接合過程を説明するための図である。

[図14C]図14Cは、従来の機械式継手の接合過程を説明するための図である。

[図14D]図14Dは、従来の機械式継手の接合過程を説明するための図である。

[図15]図15は、図14に示した接合過程において、一つの分割片における軸方向の変位と荷重の関係を示すグラフである。

発明を実施するための形態

[0019] 本発明の一実施形態に係る機械式継手を説明する前に、従来の機械式継手の構造について、図11、図12、図13、図14A、図14B、図14C、および図14Dに基づいて説明する。

[0020] 図11に示すように、従来の機械式継手23の一例は、接合対象となる鋼管3の端部にそれぞれ設けられる内側継手管5と外側継手管25とから構成される。内側継手管5と外側継手管25とは、上下に対向して配置される。図11の状態において、上方に配置された内側継手管5に軸方向の荷重をかけて内側継手管5を外側継手管25に挿入し、内側継手管5と外側継手管25を嵌合させて、図12に示すように上下の鋼管3を接合させる。

[0021] 内側継手管5は、鋼管3に溶接接合される基端部9を有し、基端部9の先

端側には、基端部 9 より外径が小さい円筒状の部材に軸方向に延びるスリットを形成して分割された分割片 11 が設けられている。図 13 は図 11 の A-A 矢視図であり、分割片 11 の先端部のみを図示したものである。図 11 および図 13 に示すように、機械式継手 23 は、内側継手管 5 の先端を例えば 8 分割したものであり、断面円弧状の 8 つの分割片 11 が周方向に等間隔で並んでいる。分割片 11 は径方向に撓み可能であり、先端部の外周面には外方に突出する凸部 13 が形成されている。

[0022] 外側継手管 25 の内径は、内側継手管 5 の凸部 13 が形成された部位の外径よりも小さく、外側継手管 25 の内周面の基端側には凹部 15 が形成されている。内側継手管 5 を外側継手管 25 に挿入して嵌合させる途中においては、外側継手管 25 の内周面と内側継手管 5 の凸部 13 とが押圧接触することにより、内側継手管 5 の分割片 11 が径方向内側に撓む。挿入完了状態においては、分割片 11 の撓みが戻るとともに内側継手管 5 の凸部 13 が外側継手管 25 の凹部 15 に入り込んで嵌合が完了する。

[0023] 内側継手管 5 と外側継手管 25 との接合過程について、図 14 A、図 14 B、図 14 C、および図 14 D に基づいて、より具体的に説明する。図 14 A～図 14 D は、図 11 の B 部における軸方向の断面を模式的に示したものである。図 14 A に示すように、外側継手管 25 の内周面には、係合部 17 およびガイド部 19 が設けられている。係合部 17 は、凹部 15 の側壁を構成するとともに、内側継手管 5 の凸部 13 と係合する。ガイド部 19 は、内側継手管 5 を外側継手管 25 に挿入して嵌合させる途中において凸部 13 と協働して分割片 11 を撓ませるとともに、撓ませた状態を係合部 17 まで維持する。ガイド部 19 は、分割片 11 の撓みを開始させるとともに、最大撓みまで誘導する傾斜面部 19 a と最大撓みを係合部 17 まで維持する平坦面部 19 b とを有する。また、内側継手管 5 の凸部 13 の先端外周側には、ガイド部 19 の傾斜面部 19 a に対応する形状の傾斜面部 13 a が形成されている。

[0024] 図 14 A は、内側継手管 5 と外側継手管 25 とを押圧接触させる前、すな

わち分割片 11 が撓みを開始する前の状態を示す。なお、このときの凸部 13 の軸方向位置を X_0 とする。内側継手管 5 に軸方向の荷重が加わることで、分割片 11 が下方に移動すると、図 14 B に示すように、内側継手管 5 の凸部 13 の傾斜面部 13 a が外側継手管 25 のガイド部 19 の傾斜面部 19 a と接触し、これによって凸部 13 が押圧されて分割片 11 が半径内側方向に撓む。このようにガイド部 19 および凸部 13 にそれぞれ、対応する形状の傾斜面部 19 a, 13 a が設けられていることによって、管軸方向の力が径方向の力に変換され、挿入による嵌合をスムーズに行うことができる。なお、図 14 B は凸部 13 の外周面が傾斜面部 19 a の頂点に至ったとき、すなわち分割片 11 が最も撓んだ状態を示す。また、このときの凸部 13 の軸方向位置を X_1 とする。

[0025] その後、図 14 C に示すように、分割片 11 を最大撓みの状態で維持したまま挿入を進める。ここでの図 14 C に示す凸部 13 の軸方向位置を X_2 とする。外側継手管 25 の先端部が内側継手管 5 の基端部 9 に当接したとき、図 14 D に示すように、分割片 11 の撓みが戻るとともに、凸部 13 と係合部 17 とが係合して嵌合し接合が完了する。このときの凸部 13 の軸方向位置を X_3 とする。

[0026] 上述したように接合が完了した機械式継手 23 において、内側継手管 5 と外側継手管 25 との軸方向に作用する圧縮荷重に対しては、内側継手管 5 の基端部 9 と外側継手管 25 の先端部とによって抵抗する。また、機械式継手 23 において、内側継手管 5 と外側継手管 25 との軸方向に作用する引張荷重に対しては、内側継手管 5 の凸部 13 と外側継手管 25 の係合部 17 とによって抵抗する。

[0027] 上述した接合過程においては、分割片 11 の撓みの状態によって内側継手管 5 を挿入するのに要する荷重が異なる。この点について図 15 を用いて説明する。図 15 は、軸方向の変位と 1 つの分割片 11 を撓ませて挿入するのに要する荷重の大きさとの関係を示すグラフである。

[0028] 図 15 に示すように、ガイド部 19 の傾斜面部 19 a と凸部 13 の傾斜面

部 1 3 a とが当接して分割片 1 1 を撓ませながら挿入し嵌合させる過程 ($X_0 \sim X_1$) においては、挿入に大きな荷重を要する。特に、分割片 1 1 が最大撓みに至るとき (X_1) に最も大きな荷重を要する。一方、ガイド部 1 9 の平坦面部 1 9 b や係合部 1 7 の内周面と凸部 1 3 の外周面とが当接して最大撓みを維持しながら挿入し嵌合させる過程 ($X_1 \sim X_3$) においては、内側継手管 5 と外側継手管 2 5 との間の摩擦抵抗を上回る荷重があれば良いため、小さな荷重で嵌合させることができる。

[0029] 図 1 5 は、1 つの分割片 1 1 を撓ませながら挿入し嵌合させるのに必要な荷重を示すグラフであるが、図 1 5 に示すような荷重は、他の 7 つの分割片 1 1 においてもそれぞれ同様に必要である。すなわち、図 1 1 ～図 1 3 に示す機械式継手 2 3 の場合、8 つの分割片 1 1 が一様に撓むので、内側継手管 5 を挿入し嵌合させるのに必要とする荷重は図 1 5 に示す荷重の約 8 倍になる。

[0030] 上述したように、従来の機械式継手 2 3 においては、全ての分割片 1 1 を一様に撓ませて挿入していた。そのため、8 つの分割片 1 1 が同時に最大撓み (X_1) に至るときに特に大きな荷重を必要としていた。本発明者は、この観点から、それぞれの分割片 1 1 の最大撓みに至るタイミングをずらす方法を案出した。これにより、機械式継手 2 3 の全体として挿入に必要とする荷重の最大値を低減できる。

[0031] ところで、上述した機械式継手 2 3 を用いて鋼管 3 を接合する場合、外側継手管 2 5 を取り付けた鋼管 3 と内側継手管 5 を取り付けた鋼管 3 とのいずれか一方を地中に立設し、他方をクレーンで吊り上げるなどして地中に立設した鋼管 3 の上方に配置して挿入する。このとき、クレーンによって吊り上げられた上側の鋼管 3 の水平方向の動きを拘束することは困難であるため、接合過程において分割片 1 1 が撓む際に生じる水平方向の応力を、全体として相殺させることが好ましい。この点、従来の機械式継手 2 3 は、各分割片 1 1 の円弧の中心 (図 1 3 中、×印) を結んだ多角形 (図 1 3 中、二点鎖線) の重心が管の中心 2 1 と一致している。これにより、分割片 1 1 の撓みに

よって生ずる水平方向の応力が相殺される。挿入時における水平方向の応力の相殺は、上述したように分割片 11 の最大撓みに至るタイミングをずらす場合にも考慮すべきものである。本発明はかかる知見に基づくものである。以下に説明する一実施形態においては、内側継手管が例えば 8 分割されたものを例に説明する。なお、以下の説明において、従来例を示した図 11 ～ 図 14 と同一部分には同一の符号を付してある。

[0032] 本発明の一実施形態に係る機械式継手 1 は、接合対象となる鋼管 3 の端部にそれぞれ設けられる内側継手管 5 と外側継手管 7 とを備える。内側継手管 5 は、周方向に等間隔に例えば 8 分割され、径方向に撓み可能な分割片 11 により構成される。分割片 11 の外周面には、凸部 13 が形成されている。外側継手管 7 の内周面には、内側継手管 5 と外側継手管 7 とが嵌合完了した状態で凸部 13 に係合して凸部 13 とともに引張荷重に抵抗する係合部 17 が設けられている。外側継手管 7 の係合部 17 よりも先端側には、内側継手管 5 と外側継手管 7 とを嵌合させる途中において凸部 13 に当接して凸部 13 と協働して分割片 11 を撓ませるとともに、撓ませた状態を係合部 17 まで維持するガイド部 19 が設けられている。ガイド部 19 は、分割片 11 の撓みを開始させるとともに最大撓みまで誘導する傾斜面部 19a と最大撓みを係合部 17 まで維持する平坦面部 19b とを有している。また、内側継手管 5 の凸部 13 の先端外周側には、ガイド部 19 の傾斜面部 19a に対応する形状の傾斜面部 13a が形成されている。これらの構成は、図 11 ～ 図 14 D で説明した従来の機械式継手 23 と同様であるので説明を省略する。以下においては、本実施形態による特徴部分について具体的に説明する。

[0033] 本実施形態による内側継手管 5 は、分割片 11 以外は、従来例と同じ形状を有する。本実施形態による 8 つの分割片 11 は、以下の条件（１）および条件（２）を満たす複数のグループに分けられる。8 つの分割片 11 は、嵌合過程において同一グループの分割片ごとに最大撓みに至る時期がずれるように構成される。

[0034] <条件>

(1) 同一グループに属する分割片のガイド部における最大撓みを生じさせる軸方向位置が同じであり、かつ各グループで軸方向位置が異なること

(1) の条件は、嵌合過程において同一グループの分割片ごとに最大撓みに至るタイミング（時期）をずらすためのものである。

(2) 同一グループに属する分割片は、周方向の中心を隣り合うもの同士直線で結ぶと、管の中心を通る直線、または重心が管の中心と一致する多角形を形成すること

(2) の条件は、機械式継手の嵌合過程で、分割片 11 の撓みによって生ずる水平方向の応力が、全体として相殺されるための条件である。

[0035] これらの条件 (1)、(2) を満たす前提として、分割数は 4 以上である。分割数が 3 以下の場合、一つのグループに分割片が 1 つ属する場合があり、この場合には、条件 (2) の直線または多角形を形成できない。

[0036] 本実施形態においては、内側継手管 5 の 8 つの分割片 11 は、図 2 に示すように、 $A_1 \sim A_4$ と $B_1 \sim B_4$ との 2 つのグループに分けられている。条件 (1) から、各グループの分割片 11 を撓ませる傾斜面部 19a の軸方向位置がグループごとに異なっている。図 1A は、 $A_1 \sim A_4$ の分割片 11 および $A_1 \sim A_4$ の分割片 11 と当接する部分のガイド部 19 の断面図である。図 1B は、 $B_1 \sim B_4$ の分割片 11 および $B_1 \sim B_4$ の分割片 11 と当接する部分のガイド部 19 の断面図である。図 1A および図 1B は、内側継手管 5 を外側継手管 7 に挿入する初期の状態を示す。

[0037] 図 1A に示すように、 $A_1 \sim A_4$ の分割片 11 が当接する傾斜面部 19a は、 $X_0 \sim X_1$ の間に形成され、撓みが最大となる位置である、傾斜面部 19a の頂上の位置は、 X_1 である。また、図 1B に示すように、 $B_1 \sim B_4$ の分割片 11 が当接する傾斜面部 19a は $X_1 \sim X_2$ の間に形成され、撓みが最大となる位置である、傾斜面部 19a の頂上の位置は、 X_2 である。

[0038] これにより、図 1A および図 1B に示す挿入の初期段階においては、 $A_1 \sim A_4$ の分割片 11 が傾斜面部 19a に当接して撓んでいる途中の状態であるのに対し、 $B_1 \sim B_4$ の分割片 11 は傾斜面部 19a に当接しておらず、撓みも生

じていない。

[0039] 次に、図1 Aおよび図1 Bの位置からさらに内側継手管5を挿入させた状態をそれぞれ、図1 Cおよび図1 Dに示す。図1 Cおよび図1 Dに示すように、 $A_1 \sim A_4$ の分割片11が平坦面部19bと当接して最大撓みを維持した状態であるとき、 $B_1 \sim B_4$ の分割片11は傾斜面部19aに当接して撓んでいる途中の状態となっている。

[0040] このように、本実施形態においては、各分割片11の最大撓みに至る軸方向位置が、同一グループにおいて同じ位置であるとともに、各グループにおいて異なる位置になる。換言すると、嵌合過程において、同一グループの分割片11ごとに最大撓みに至るタイミングがずれている。

[0041] また、本実施形態においては、図2に示すように、同一グループの分割片11においては、周方向の中心を隣り合うもの同士直線で結ぶと、それぞれ、重心が管の中心21と一致する四角形を形成する（図2中、二点鎖線）（条件（2））。なお、図2中において、 $A_1 \sim A_4$ の分割片11のグループを×印、 $B_1 \sim B_4$ の分割片11のグループを□印により示す。また、上述した「周方向の中心」は、各分割片11において軸方向で同じ位置であるものとする。 $A_1 \sim A_4$ の分割片11が撓むときには、互いに対向する位置に配置された、 A_1 と A_3 との分割片11同士、および A_2 と A_4 との分割片11同士で水平方向の応力が相殺されるので、全体として水平方向の応力が生じない。同様に、 $B_1 \sim B_4$ の分割片11が撓むときには、互いに対向する位置に配置された、 B_1 と B_3 との分割片11同士、および B_2 と B_4 との分割片11同士で水平方向の応力が相殺されるので、全体として水平方向の応力が生じない。

[0042] 次に、以上のように構成された本実施形態の機械式継手1における荷重の低減効果について、以下に説明する。まず、比較例として、図2のように8分割された内側継手管5を、従来の外側継手管25（図14参照）に挿入し嵌合させた場合について説明する。上述したように、従来の外側継手管25は8つの分割片11が当接する傾斜面部19aが全て軸方向で同じ位置に形成されたものである（図14に示す $X_0 \sim X_1$ の位置）。上述したような、従来

の外側継手管 25 に内側継手管 5 を挿入し嵌合させた場合における軸方向の変位と挿入に要する荷重との関係を図 3 A、図 3 B、および図 3 C にそれぞれ示す。

[0043] 図 3 A は、従来の外側継手管 25 において、図 2 に示す $A_1 \sim A_4$ の位置に相当する 4 つの分割片 11 を撓ませるのに必要な荷重と撓みの生じるタイミングとを示す。図 3 A に示すように、 $A_1 \sim A_4$ の分割片 11 が最大撓み (X_1) に至るとき、最も大きな荷重を要する。図 3 B は、従来の外側継手管 25 において、図 2 に示す $B_1 \sim B_4$ の位置に相当する 4 つの分割片 11 を撓ませるのに必要な荷重と撓みの生じるタイミングとを示す。図 3 B に示すように、 $B_1 \sim B_4$ の分割片 11 においても $A_1 \sim A_4$ の分割片 11 と同じタイミング (X_1) で最大撓みに至り、このとき最も大きな荷重を要する。

[0044] 図 3 C は、図 3 A と図 3 B とを合成したものである。図 3 C は、内側継手管 5 を外側継手管 25 に挿入し嵌合させた際に、8 つの分割片 11 を撓ませるのに必要な荷重とそのタイミングとを示す。図 3 C に示すように、 $A_1 \sim A_4$ 、 $B_1 \sim B_4$ の 8 つの分割片 11 のすべてが最大撓み (X_1) に至るとき、必要荷重が最大値に達する。必要荷重の最大値は、図 3 A の荷重の最大値と図 3 B の荷重の最大値との合計になる。

[0045] 次に、図 2 に示す内側継手管 5 を、本実施形態による外側継手管 7 に挿入し嵌合させた場合について説明する。本実施形態による外側継手管 7 において、 $A_1 \sim A_4$ の 4 つの分割片 11 が当接する傾斜面部 19 a は、図 1 に示す $X_0 \sim X_1$ の位置にそれぞれ形成されている。また、外側継手管 7 において、 $B_1 \sim B_4$ の 4 つの分割片 11 が当接する傾斜面部 19 a は、図 1 に示す $X_1 \sim X_2$ の位置にそれぞれ形成されている。図 4 A、図 4 B、および図 4 C はそれぞれ、本実施形態による外側継手管 7 に内側継手管 5 を挿入し嵌合させた場合における軸方向の変位と挿入に要する荷重の関係を示す。

[0046] 図 4 A は、 $A_1 \sim A_4$ の 4 つの分割片 11 を撓ませるのに必要な荷重と撓みの生じるタイミングとを示す。図 4 A に示すように、4 つの分割片 11 を撓ませるのに必要な荷重は、 $A_1 \sim A_4$ の分割片 11 が最大撓み (X_1) に至るとき、

最も大きくなる。図4 Bは、 $B_1 \sim B_4$ の4つの分割片11を撓ませるのに必要な荷重と撓みの生じるタイミングとを示す。図4 Bに示すように、4つの分割片11を撓ませるのに必要な荷重は、 $B_1 \sim B_4$ の分割片11が最大撓み(X_2)に至るとき、最も大きくなる。

[0047] 図4 Cは、図4 Aと図4 Bとを合成したものである。図4 Cは、内側継手管5を外側継手管7に挿入した際に、8つの分割片11を撓ませるのに必要な荷重とそのタイミングとを示す。図4 Cに示すように、 $A_1 \sim A_4$ 、 $B_1 \sim B_4$ の同一グループの分割片11ごとに最大撓みに至るタイミングをずらしたことにより、大きな荷重を要するタイミングが2箇所分散される。これにより、機械式継手1の挿入に必要な荷重の最大値が、図3 Cに比してほぼ半程度になることがわかる。

[0048] なお、上述した例は、8つの分割片11を2つのグループに分け、2つのグループ間で最大撓みに至るタイミングをずらすようにした例であるが、例えば、対向する2つの分割片11ごとに最大撓みに至るタイミングをずらすようにすると、最大荷重をさらに低減できる。すなわち、図2に示す A_1 および A_3 、 A_2 および A_4 、 B_1 および B_3 、 B_2 および B_4 の4つのグループを設定する。その上で、これらの4つのグループ間において最大撓みに至るタイミングがずれるように、外側継手管7の傾斜面部19aの位置を軸方向で相違させる。これにより、図3 Cに比して約1/4の荷重で挿入できる。

[0049] このように、分割片11の数が同じであっても、グループの数によって荷重の低減効果が変わる。施工上、上方に配置される鋼管3の自重のみで挿入できて嵌合可能であるのが望ましいため、分割数、分割片11の板厚、および鋼管3の重量などを勘案して、荷重の低減目標を設定してグループ数を決定することが好ましい。

[0050] また、上述した例は、内側継手管5の先端を8分割したものであったが、分割数はこの限りではない。例えば、一般的に鋼管直径が400mm以下の小さいものでは分割数を4以上、400mmを超えるものでは8以上とするのが望ましい。そこで、最低限の分割数として内側継手管5の先端を4分割

した例を図5に示す。分割片11が4つの場合には、図5に示すように、対向する A_1 と A_2 、 B_1 と B_2 をそれぞれ同一グループにするとよい。図5の例においても、同一グループの分割片11の周方向の中心を結んだ直線（図5中、二点鎖線）は管の中心21を通るので、本発明の条件（2）を満たしている。

[0051] なお、本発明の条件（2）を満たすものであれば、分割片11の数は2の倍数に限られず、3の倍数であってもよい。例えば、内側継手管5の先端を9分割し、分割片11の周方向の中心を直線で結んでできる図形が正三角形となるようなグループを3つ設定してもよい。その場合も、3つの正三角形の重心はそれぞれ管の中心21と一致するので本発明の適用内である（図示せず）。

[0052] なお、上述したように、本発明の条件（2）は、内側継手管5を外側継手管7に挿入し嵌合させる際に、分割片11の撓みに伴って生じる水平方向の応力を、同一タイミングで撓む他の分割片11の水平方向の応力によって相殺するための条件である。各グループが本発明の条件（2）を満たすことによって、グループ内において水平方向の応力が相殺され、施工時の作業性を悪化させることがない。

[0053] これに対し、条件（2）を満たさない例を図6に示す。図6は、8つの分割片11を $A_1 \sim A_2$ 、 $B_1 \sim B_3$ 、 $C_1 \sim C_3$ の3つのグループに分けたものである。図6に示す例では、 $A_1 \sim A_2$ の分割片11の周方向の中心（図6中、×印を参照）を結んだ直線は管の中心21を通っていないので、 $A_1 \sim A_2$ の分割片11のみを撓ませたときには水平方向の応力が互いに相殺されない。同様に $B_1 \sim B_3$ の分割片11の中心（図6中、□印を参照）、 $C_1 \sim C_3$ の分割片11の周方向の中心（図6中、△印を参照）をそれぞれ結んだ三角形の重心も管の中心21と一致していないので、同一グループ内において水平方向の応力が相殺されない。上述した例は、施工の際、挿入および嵌合に必要な荷重は低減するものの、クレーンなどによって吊下された上方の鋼管3に水平方向の動きが生じて作業性を悪化させるので、好ましくない。

[0054] 以上のように、本実施形態による機械式継手 1 によれば、全ての分割片 11 を複数のグループにグループ分けし、分割片 11 が当接して最大撓みを生ずる位置がグループごとに異なっていることにより、嵌合過程において同一グループの分割片 11 ごとに最大撓みに至るタイミングがずれるので、嵌合に必要な押し込み荷重を低減でき、施工性を向上できる。また、分割片 11 の数を増やすことなく押し込み荷重を低減できるので、加工コストが増大したり、強度が低下したりすることもない。

[0055] なお、上述した実施形態は、1つのグループにおける分割片 11 が最大撓みに至る前に、他のグループにおける分割片 11 に径方向の撓みが開始しないように構成されたものであったが、本発明はこの限りではない。前述したように、分割片 11 が最大撓みに至るときに最も荷重を要するので、少なくとも最大撓みに至るタイミングに時間差があれば本発明の効果を得られる。したがって、少なくとも傾斜面部 19a の頂上の位置がグループごとに軸方向で異なるように形成されていればよい。

[0056] (第 1 変形例)

また、上述した実施形態は、内側に挿入する側（内側継手管）を分割した例を示したが、本発明はこれに限られず、機械式継手の第 1 変形例として、外側に配置される側（外側継手管）を分割する構成を採用してもよい。この場合、外側継手管に径方向に撓み可能な分割片が周方向に等間隔に形成され、分割片の内周面にガイド部が形成される。また、内側継手管においては、基端部の先端側に設けられた基端部より小径の筒状部材の外周面に凸部が形成される。上述した場合も、分割片が下記の条件（１）、（２）を満たす複数のグループにグループ分けし、分割片の内周面に形成されたガイド部の最大撓みを生じさせる軸方向位置をグループごとに異なるようにすれば、嵌合過程において同一グループの分割片ごとに最大撓みに至るタイミングをずらすことができ、上述した実施形態と同様の効果を得ることができる。

（１）同一グループに属する分割片の前記ガイド部における最大撓みを生じさせる軸方向位置が同じであり、かつ各グループで前記軸方向位置が異なる

こと

(2) 同一グループに属する分割片は、周方向の中心を隣り合うもの同士直線で結ぶと、管の中心を通る直線、または重心が管の中心と一致する多角形を形成すること

[0057] (第2変形例)

以下に、この機械式継手の第2変形例について図7、図8、図9A、図9B、図9C、および図9Dに基づいて説明する。図7に示すように、第2変形例による機械式継手2は、接合対象となる鋼管3の端部にそれぞれ設けられる内側継手管5Aと外側継手管7Aとから構成される。内側継手管5Aと外側継手管7Aとは、上下に対向して配置される。図7に示す状態で上方に配置された外側継手管7Aに対して軸方向の荷重をかけて外側継手管7Aを内側継手管5Aに外嵌させる。これにより、図8に示すように、外側継手管7Aと内側継手管5Aとが嵌合されて上下の鋼管3が接合される。

[0058] 外側継手管7Aは、鋼管3に溶接接合される基端部9Aを有し、基端部9Aの先端側には、円筒状の部材に軸方向に延びるスリットを形成して分割された分割片11Aが設けられている。図7に示す機械式継手2は、外側継手管7Aの先端が例えば8分割されたものであり、断面円弧状の8つの分割片11Aが周方向に等間隔で並んでいる。分割片11Aは径方向に撓み可能であり、先端部の内周面には内方に突出する凸部13Aが形成されている。

[0059] 内側継手管5Aの外径は、外側継手管7Aの凸部13Aが形成された部位の内径よりも大きく、内側継手管5Aの外周面の基端側には凹部15Aが形成されている。外側継手管7Aを内側継手管5Aと嵌合させる途中においては、内側継手管5Aの外周面と外側継手管7Aの凸部13Aとが押圧接触することにより外側継手管7Aの分割片11Aが径方向外側に撓む。挿入完了状態においては、分割片11Aの撓みが戻るとともに、外側継手管7Aの凸部13Aが内側継手管5Aの凹部15Aに入り込んで嵌合が完了する。

[0060] 第2変形例におけるそれぞれの分割片11Aは、上述した一実施形態と同様に条件(1)および(2)を満たす複数のグループに分けられる。8つの

分割片 1 1 A は、嵌合過程において同一グループの分割片ごとに最大撓みに至る時期がずれるように構成される。第 2 変形例においても、条件 (1)、(2) を満たす前提として、分割数は 4 以上である。また、それぞれの分割片 1 1 A を複数のグループに分ける方法についても、一実施形態と同様である。

[0061] すなわち、第 2 変形例においては、内側継手管 5 A の 8 つの分割片 1 1 A は、図 2 と同様に $A_1 \sim A_4$ と $B_1 \sim B_4$ との 2 つのグループに分けられる。条件 (1) から、各グループの分割片 1 1 A を撓ませる傾斜面部 1 9 a の軸方向位置がグループごとに異なっている。図 9 A は、 $A_1 \sim A_4$ の分割片 1 1 A および $A_1 \sim A_4$ の分割片 1 1 A と当接する部分のガイド部 1 9 A の断面図である。内側継手管 5 A の外周面には、外側継手管 7 A と内側継手管 5 A とが嵌合完了した状態で凸部 1 3 A に係合して凸部 1 3 A とともに引張荷重に抵抗する係合部 1 7 A が設けられている。図 9 B は、 $B_1 \sim B_4$ の分割片 1 1 A および $B_1 \sim B_4$ の分割片 1 1 A と当接する部分のガイド部 1 9 A の断面図である。図 9 A および図 9 B は、外側継手管 7 A を内側継手管 5 A に嵌合させる初期の状態を示す。図 9 A および図 9 B はそれぞれ、上述した図 1 A および図 1 B に対応する図である。

[0062] 図 9 A に示すように、 $A_1 \sim A_4$ の分割片 1 1 A が当接する傾斜面部 1 9 a は、 $X_0 \sim X_1$ の間に形成され、撓みが最大となる位置である、傾斜面部 1 9 a の頂上の位置は、 X_1 である。また、図 9 B に示すように、 $B_1 \sim B_4$ の分割片 1 1 A が当接する傾斜面部 1 9 a は $X_1 \sim X_2$ の間に形成され、撓みが最大となる位置である、傾斜面部 1 9 a の頂上の位置は、 X_2 である。

[0063] これにより、図 9 A および図 9 B に示す嵌合の初期段階においては、 $A_1 \sim A_4$ の分割片 1 1 A が傾斜面部 1 9 a に当接して撓んでいる途中の状態であるのに対し、 $B_1 \sim B_4$ の分割片 1 1 A は傾斜面部 1 9 a に当接しておらず、撓みも生じていない。

[0064] 次に、図 9 A および図 9 B の位置からさらに外側継手管 7 A を押し込んだ状態をそれぞれ、図 9 C および図 9 D に示す。図 9 C は、外側継手管 7 A を

図 9 A に示す位置から押し込んだ状態を示す。図 9 D は、外側継手管 7 A を図 9 B に示す位置から押し込んだ状態を示す。すなわち、図 9 C および図 9 D はそれぞれ、上述した図 1 C および図 1 D に対応する図である。また、図 9 A ～図 9 D に示す構成は、上述した図 1 A ～図 1 D について説明した本発明に係る機械式継手の場合と同様である。

[0065] 図 9 C および図 9 D に示すように、 $A_1 \sim A_4$ の分割片 1 1 A が平坦面部 1 9 b と当接して最大撓みを維持した状態であるとき、 $B_1 \sim B_4$ の分割片 1 1 A は傾斜面部 1 9 a に当接して撓んでいる途中の状態となっている。このように、第 2 変形例においても、それぞれの分割片 1 1 A の最大撓みに至る軸方向位置が、同一グループにおいて同じ位置であるとともに、各グループにおいて異なる位置になる。換言すると、嵌合過程において、同一グループの分割片 1 1 A ごとに最大撓みに至るタイミングがずれている。さらに外側継手管 7 A を押し込むと、凸部 1 3 A が凹部 1 5 A に係合して接合が完了する（このときの凸部 1 3 A の軸方向位置を X_3 とする）。その他の構成は、一実施形態と同様である。

[0066] (第 3 変形例)

次に、第 3 変形例について説明する。すなわち、図 1 に示す例においては、内側継手管 5 の凸部 1 3 と外側継手管 7 のガイド部 1 9 との双方に傾斜面部 1 3 a, 1 9 a を有するものであったが、凸部 1 3 とガイド部 1 9 との一方のみに傾斜面部が形成されていてもよい。凸部 1 3 とガイド部 1 9 とのいずれかに傾斜面部が形成されていれば、内側継手管 5 を挿入する圧入荷重を用いて分割片 1 1 を撓ませることができる。そこで、図 1 の機械式継手 1 の他の態様として、凸部 1 3 に傾斜面部 1 3 a が形成されてガイド部 1 9 に傾斜面部 1 9 a が形成されていない例を図 1 0 に示す。

[0067] 図 1 0 A は、 $A_1 \sim A_4$ の分割片 1 1 および $A_1 \sim A_4$ の分割片 1 1 と当接する部分のガイド部 1 9 の断面図であり、図 1 0 B は $B_1 \sim B_4$ の分割片 1 1 および $B_1 \sim B_4$ の分割片 1 1 と当接する部分のガイド部 1 9 の断面図である。図 1 0 A および図 1 0 B は、内側継手管 5 を外側継手管 7 に挿入する初期の状態を

示す。図10Cおよび図10Dはそれぞれ、図10Aおよび図10Bの位置からさらに内側継手管5を挿入させた状態を示す。

[0068] 図10に示すように、ガイド部19に傾斜面部19aが形成されていない場合には、凸部13の傾斜面部13aとガイド部19の先端側角部（平坦面部19bの先端側端部）とが押圧接触することにより、分割片11が半径内側方向に撓む。

[0069] 本例の場合も、 $A_1 \sim A_4$ の分割片11とガイド部19が接触する位置と、 $B_1 \sim B_4$ の分割片11とガイド部19が接触する位置とが軸方向で異なるようにすることで、同一グループの分割片ごとに最大撓みに至る時期をずらすことができる。上記は、凸部13に傾斜面部13aが形成されてガイド部19に傾斜面部19aが形成されていない例であるが、ガイド部19に傾斜面部19aが形成されて凸部13に傾斜面部13aが形成されない場合も同様である。

[0070] もっとも、傾斜面部の軸方向長さによって嵌合荷重が異なる（具体的には、傾斜面部の軸方向長さが長い方が嵌合荷重は小さくなる）ので、凸部13とガイド部19の一方にのみ傾斜面部を形成する場合には、ガイド部19側に傾斜面部を設ける方が、傾斜面部の軸方向長さを確保できて合理的である。

[0071] また、外側継手管7のガイド部19（図1のグレーの部分）は、外側継手管7と一体となったものでもよいし、別部材として製造したものを外側継手管7の内周面に取り付けたものであってもよい。例えば、外側継手管7の係合部17は、嵌合時に内側継手管5の凸部13とともに引張荷重に抵抗する部分であるため強い耐久性を必要とするが、ガイド部19は、挿入時に押圧荷重が作用するのみで、嵌合時には荷重が作用しないので、強い耐久性を必要としない。したがって、普通鋼材程度の強度で別部材としてガイド部19を製造し、ボルトや溶接などで外側継手管7の内周面に取り付けるようにしてもよく、その際のボルトや溶接も最低限のもので構わない。

[0072] また、ガイド部19を別部材として取り付ける際には、図14のようにガ

イド部 19 と係合部 17 とを当接させても良いし、分割片 11 の最大撓みを係合部 17 まで維持できるものであれば、図 1 のように隙間があっても構わない。

[0073] 上述した実施形態においては、鋼管の端部に取り付ける機械式継手について説明したが、この機械式継手における外側継手管および／または内側継手管を、あらかじめ工場などにおいて、鋼管の端部に溶接などによって取り付けることで、継手付き鋼管を製造することができる。すなわち、上述した継手付き鋼管は、実施形態において説明した機械式継手における内側継手管および／または外側継手管を両端または一端に備えている。

[0074] そして、施工現場などにおいて、複数の継手付き鋼管を連結することで、鋼管杭、鋼管矢板、鋼管矢板を連結した鋼管矢板壁、鋼管柱、鋼管梁などの構造体を形成することができる。すなわち、これら構造体は、上述した実施形態で説明した機械式継手と該機械式継手で接合された複数の鋼管とを備えている。

[0075] これら構造体を施工する場合に際して、接合対象となる一方の継手付き鋼管を拘束した状態で、他方の継手付き鋼管の機械式継手を前記一方の継手付き鋼管の機械式継手に位置合わせして挿入し嵌合させるようにすればよい。例えば、構造体が鋼管杭などの場合には、外側継手管が端部に取り付けられた鋼管と、内側継手管が端部に取り付けられた鋼管のいずれか一方を地中に立設した状態で、クレーンで吊り上げるなどして他方の鋼管を一方の鋼管の上に配置し、内側継手管を外側継手管に挿入し、内側継手管と外側継手管とを嵌合させて接合するようにすればよい。

[0076] そして、本発明の機械式継手は、挿入に要する荷重を低減するとともに、挿入時の水平方向の応力を相殺するように構成されているので、施工時にクレーンで吊り上げている上方の鋼管に対して水平方向の動きを拘束する必要がない。

[0077] また、上述した説明においては、物としての機械式継手を説明したが、この機械式継手は以下のような設計方法によって設計される。すなわち、機械

式継手の設計方法は、接合対象となる鋼管の端部にそれぞれ設けられる内側継手管と外側継手管とを備え、前記内側継手管および前記外側継手管のいずれか一方は、周方向に等間隔に分割され、径方向に撓み可能な分割片により構成され、前記内側継手管の外周面に形成された凸部と、前記外側継手管の内周面に形成され、前記内側継手管と前記外側継手管とが嵌合完了した状態で前記凸部に係合して前記凸部とともに引張荷重に抵抗する係合部と、前記外側継手管における前記係合部よりも先端側に設けられ、前記内側継手管と前記外側継手管とを嵌合させる途中において前記凸部に当接して前記凸部と協働して前記分割片を撓ませるとともに撓ませた状態を前記係合部まで維持するガイド部と、を備えた機械式継手を設計する方法であって、前記分割片を下記の条件（１）、（２）を満たす複数のグループにグループ分けし、嵌合過程において同一グループの分割片ごとに最大撓みに至るタイミングをずらすとともに分割片の撓みによって生ずる水平方向の応力が相殺されるようにする。

（１）同一グループに属する分割片の前記ガイド部における最大撓みを生じさせる軸方向位置が同じであり、かつ各グループで前記軸方向位置が異なること

（２）同一グループに属する分割片は、周方向の中心を隣り合うもの同士直線で結ぶと、管の中心を通る直線、または重心が管の中心と一致する多角形を形成すること

[0078] また、他の例による機械式継手は、以下のような設計方法によって設計される。すなわち、機械式継手の設計方法は、接合対象となる鋼管の端部にそれぞれ設けられる内側継手管と外側継手管とを備え、前記内側継手管および前記外側継手管のいずれか一方は、周方向に等間隔に分割され、径方向に撓み可能な分割片により構成され、前記外側継手管の内周面に形成された凸部と、前記内側継手管の外周面に形成され、前記外側継手管と前記内側継手管とが嵌合完了した状態で前記凸部に係合して前記凸部とともに引張荷重に抵抗する係合部と、前記内側継手管における前記係合部よりも先端側に設けら

れ、前記外側継手管と前記内側継手管とを嵌合させる途中において前記凸部に当接して前記凸部と協働して前記分割片を撓ませるとともに撓ませた状態を前記係合部まで維持するガイド部と、を備えた機械式継手を設計する機械式継手の設計方法であって、前記分割片を下記の条件（１）、（２）を満たす複数のグループにグループ分けし、嵌合過程において同一グループの分割片ごとに最大撓みに至るタイミングをずらすとともに分割片の撓みによって生ずる水平方向の応力が相殺されるようにする。

（１）同一グループに属する分割片の前記ガイド部における最大撓みを生じさせる軸方向位置が同じであり、かつ各グループで前記軸方向位置が異なること

（２）同一グループに属する分割片は、周方向の中心を隣り合うもの同士直線で結ぶと、管の中心を通る直線、または重心が管の中心と一致する多角形を形成すること

[0079] 以上、本発明の実施形態について具体的に説明したが、本発明は、上述の実施形態に限定されるものではなく、本発明の技術的思想に基づく各種の変形や、相互の実施形態や変形例を組み合わせた形態を採用できる。例えば上述した第２変形例において、外側継手管 7 A の内周面にガイド部 19 A や凹部 15 A を設け、内側継手管 5 A の外周面に凸部 13 A を設けるようにしても良い。

産業上の利用可能性

[0080] 本発明は、鋼管同士の接合に適用して好適なものである。

符号の説明

[0081] 1, 2 機械式継手
3 鋼管
5, 5 A 内側継手管
7, 7 A 外側継手管
9, 9 A 基端部
11, 11 A 分割片

- 13, 13A 凸部
- 13a 傾斜面部
- 15, 15A 凹部
- 17, 17A 係合部
- 19, 19A ガイド部
- 19a 傾斜面部
- 19b 平坦面部
- 21 管の中心

請求の範囲

- [請求項1] 接合対象となる鋼管の端部にそれぞれ設けられる内側継手管と外側継手管とを備え、
- 前記内側継手管および前記外側継手管のいずれか一方は、周方向に等間隔に分割され、径方向に撓み可能な分割片により構成され、
- 前記内側継手管の外周面に形成された凸部と、
- 前記外側継手管の内周面に形成され、前記内側継手管と前記外側継手管とが嵌合完了した状態で前記凸部に係合して前記凸部とともに引張荷重に抵抗する係合部と、
- 前記外側継手管における前記係合部よりも先端側に設けられ、前記内側継手管と前記外側継手管とを嵌合させる途中において前記凸部に当接して前記凸部と協働して前記分割片を撓ませるとともに撓ませた状態を前記係合部まで維持するガイド部と、を備えた機械式継手であって、
- 前記分割片は下記の条件（１）、（２）を満たす複数のグループにグループ分けされ、嵌合過程において同一グループの分割片ごとに最大撓みに至るタイミングをずらすように構成された
- 機械式継手。
- （１）同一グループに属する分割片の前記ガイド部における最大撓みを生じさせる軸方向位置が同じであり、かつ各グループで前記軸方向位置が異なること
- （２）同一グループに属する分割片は、周方向の中心を隣り合うもの同士直線で結ぶと、管の中心を通る直線、または重心が管の中心と一致する多角形を形成すること
- [請求項2] 接合対象となる鋼管の端部にそれぞれ設けられる内側継手管と外側継手管とを備え、
- 前記内側継手管および前記外側継手管のいずれか一方は、周方向に等間隔に分割され、径方向に撓み可能な分割片により構成され、

前記外側継手管の内周面に形成された凸部と、

前記内側継手管の外周面に形成され、前記外側継手管と前記内側継手管とが嵌合完了した状態で前記凸部に係合して前記凸部とともに引張荷重に抵抗する係合部と、

前記内側継手管における前記係合部よりも先端側に設けられ、前記外側継手管と前記内側継手管とを嵌合させる途中において前記凸部に当接して前記凸部と協働して前記分割片を撓ませるとともに撓ませた状態を前記係合部まで維持するガイド部と、を備えた機械式継手であって、

前記分割片は下記の条件（１）、（２）を満たす複数のグループにグループ分けされ、嵌合過程において同一グループの分割片ごとに最大撓みに至るタイミングをずらすように構成された

機械式継手。

（１）同一グループに属する分割片の前記ガイド部における最大撓みを生じさせる軸方向位置が同じであり、かつ各グループで前記軸方向位置が異なること

（２）同一グループに属する分割片は、周方向の中心を隣り合うもの同士直線で結ぶと、管の中心を通る直線、または重心が管の中心と一致する多角形を形成すること

[請求項3] 一つの前記グループにおける分割片が最大撓みに至る前に、他のグループにおける分割片に径方向の撓みが開始しない

請求項１または２に記載の機械式継手。

[請求項4] 請求項１～３のいずれか１項に記載の機械式継手における内側継手管および／または外側継手管を、両端または一端に備える

継手付き鋼管。

[請求項5] 請求項４に記載の継手付き鋼管を製造する方法であって、

請求項１～３のいずれか１項に記載の機械式継手における外側継手管および／または内側継手管を、接合対象となる鋼管の端部にそれぞれ

れ取り付ける

継手付き鋼管の製造方法。

[請求項6]

請求項 1 ～ 3 のいずれか 1 項に記載の機械式継手と、
前記機械式継手によって接合された複数の鋼管と、を備える
構造体。

[請求項7]

請求項 6 に記載の構造体を施工する方法であって、
前記外側継手管が端部に取り付けられた鋼管と、前記内側継手管が
端部に取り付けられた鋼管とのいずれか一方を地中に立設した状態で
、他方の鋼管を前記一方の鋼管の上に配置して、前記内側継手管と前
記外側継手管とを嵌合させて接合する
構造体の施工方法。

[請求項8]

接合対象となる鋼管の端部にそれぞれ設けられる内側継手管と外側
継手管を備え、
前記内側継手管および前記外側継手管のいずれか一方は、周方向に
等間隔に分割され、径方向に撓み可能な分割片により構成され、
前記内側継手管の外周面に形成された凸部と、
前記外側継手管の内周面に形成され、前記内側継手管と前記外側継
手管とが嵌合完了した状態で前記凸部に係合して前記凸部とともに引
張荷重に抵抗する係合部と、
前記外側継手管における前記係合部よりも先端側に設けられ、前記
内側継手管と前記外側継手管とを嵌合させる途中において前記凸部に
当接して前記凸部と協働して前記分割片を撓ませるとともに撓ませた
状態を前記係合部まで維持するガイド部と、を備えた機械式継手を設
計する機械式継手の設計方法であって、
前記分割片を下記の条件（１）、（２）を満たす複数のグループに
グループ分けし、嵌合過程において同一グループの分割片ごとに最大
撓みに至るタイミングをずらすとともに分割片の撓みによって生ずる
水平方向の応力が相殺されるようにする

機械式継手の設計方法。

(1) 同一グループに属する分割片の前記ガイド部における最大撓みを生じさせる軸方向位置が同じであり、かつ各グループで前記軸方向位置が異なること

(2) 同一グループに属する分割片は、周方向の中心を隣り合うもの同士直線で結ぶと、管の中心を通る直線、または重心が管の中心と一致する多角形を形成すること

[請求項9]

接合対象となる鋼管の端部にそれぞれ設けられる内側継手管と外側継手管とを備え、

前記内側継手管および前記外側継手管のいずれか一方は、周方向に等間隔に分割され、径方向に撓み可能な分割片により構成され、

前記外側継手管の内周面に形成された凸部と、

前記内側継手管の外周面に形成され、前記外側継手管と前記内側継手管とが嵌合完了した状態で前記凸部に係合して前記凸部とともに引張荷重に抵抗する係合部と、

前記内側継手管における前記係合部よりも先端側に設けられ、前記外側継手管と前記内側継手管とを嵌合させる途中において前記凸部に当接して前記凸部と協働して前記分割片を撓ませるとともに撓ませた状態を前記係合部まで維持するガイド部と、を備えた機械式継手を設計する機械式継手の設計方法であって、

前記分割片を下記の条件(1)、(2)を満たす複数のグループにグループ分けし、嵌合過程において同一グループの分割片ごとに最大撓みに至るタイミングをずらすとともに分割片の撓みによって生ずる水平方向の応力が相殺されるようにする

機械式継手の設計方法。

(1) 同一グループに属する分割片の前記ガイド部における最大撓みを生じさせる軸方向位置が同じであり、かつ各グループで前記軸方向位置が異なること

(2) 同一グループに属する分割片は、周方向の中心を隣り合うもの同士直線で結ぶと、管の中心を通る直線、または重心が管の中心と一致する多角形を形成すること