

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、周方向に等間隔で分割され、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傾斜面部と、を備えた機械式継手であって、前記傾斜面部は、前記外側継手管の端部から前記係合部まで連続して設けられている。

[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、周方向に等間隔で分割され、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傾斜面部と、を備えた機械式継手であって、前記傾斜面部は、前記内側継手管の端部から前記係合部まで連続して設けられている。

[0010] 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。

[0011] 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の製造方法であって、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る。

[0012] 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。

[0013] 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の施工方法であって、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、前記外側継手管と前記内

側継手管とを嵌合させて接合する。

[0014] 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、周方向に等間隔で分割され、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傾斜面部と、を備えた機械式継手の設計方法であって、前記傾斜面部を、前記外側継手管の端部から前記係合部まで連続して設け、鉛直荷重を、前記分割片を撓ませる水平応力に変換させる。

[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、周方向に等間隔で分割され、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傾斜面部と、を備えた機械式継手の設計方法であって、前記傾斜面部を、前記内側継手管の端部から前記係合部まで連続して設け、鉛直荷重を、前記分割片を撓ませる水平応力に変換させる。

発明の効果

[0016] 本発明によれば、傾斜面部を、外側継手管の端部から係合部まで連続して設けたことにより、嵌合過程における最大押し込み荷重が従来よりも小さく

なり、施工性が向上する。また、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

[0017] [図1A]図 1 Aは、本発明の一実施形態に係る機械式継手の図であり、接合過程における分割片の撓みの状態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の図であり、接合過程における分割片の撓みの状態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の図であり、接合過程における分割片の撓みの状態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の図であり、接合過程における分割片の撓みの状態を模式的に示した図である。

[図2]図 2は、接合過程における軸方向の変位と荷重の関係を示すグラフであり、破線が図 5 の従来の機械式継手の場合を示し、実線が図 1 の機械式継手の場合を示したものである。

[図3]図 3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4]図 4は、図 3 の機械式継手における嵌合後の状態を示す図である。

[図5A]図 5 Aは、従来の機械式継手の接合過程を説明する図である。

[図5B]図 5 Bは、従来の機械式継手の接合過程を説明する図である。

[図5C]図 5 Cは、従来の機械式継手の接合過程を説明する図である。

[図5D]図 5 Dは、従来の機械式継手の接合過程を説明する図である。

[図6]図 5 A～図 5 Dにおける接合過程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。

[図7A]図 7 Aは、傾斜面部における圧入荷重 W と水平力 P の変換関係を説明する図である。

[図7B]図 7 Bは、傾斜面部における圧入荷重 W と水平力 P の変換関係を説明する図である。

[図8A]図8Aは、傾斜角度 θ と傾斜面部長さ L および係合部高さ H との関係を説明する図である。

[図8B]図8Bは、傾斜角度 θ と傾斜面部長さ L および係合部高さ H との関係を説明する図である。

[図9]図9は、傾斜面部長さ L と圧入荷重 W ／水平力 P の関係を説明する図である。

[図10]図10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11]図11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。

発明を実施するための形態

[0018] <発明に至った経緯>

本発明の一実施形態に係る機械式継手を説明するに先立って、従来の機械式継手の構造について図3および図4に基づいて説明する。図3に示すように、従来の機械式継手21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23とから構成される。内側継手管5と外側継手管23とは、上下に対向して配置される。図3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23に挿入し、内側継手管5と外側継手管23とを嵌合させて、図4に示すように上下の鋼管3を接合させる。

[0019] 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周方向に等間隔で形成して分割された分割片11が設けられている。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。

[0020] 外側継手管23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23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23に挿入し嵌合させる途中においては

、外側継手管 2 3 の内周面と内側継手管 5 の凸部 1 3 とが押圧接触することにより、内側継手管 5 の分割片 1 1 が径方向内側に撓み、挿入完了状態においては、分割片 1 1 の撓みが戻るとともに内側継手管 5 の凸部 1 3 が外側継手管 2 3 の凹部 1 5 に入り込んで嵌合が完了する。

[0021] 内側継手管 5 と外側継手管 2 3 との接合過程について、図 5 A、図 5 B、図 5 C、および図 5 D に基づいて、より具体的に説明する。図 5 A～図 5 D は、図 3 の A 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 5 A に示すように、外側継手管 2 3 の内周面には、係合部 1 7 およびガイド部 2 5 が設けられている。係合部 1 7 は、凹部 1 5 の側壁を構成するとともに、内側継手管 5 の凸部 1 3 と係合する。ガイド部 2 5 は、内側継手管 5 を外側継手管 2 3 に挿入し嵌合させる途中において凸部 1 3 と協働して分割片 1 1 を撓ませるとともに、撓ませた状態を係合部 1 7 まで維持する。ガイド部 2 5 は、分割片 1 1 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 2 5 a と最大撓みを係合部 1 7 まで維持する平坦面部 2 5 b とを有する。また、内側継手管 5 の凸部 1 3 の先端外周側には、上記ガイド部 2 5 の傾斜面部 2 5 a に対応する形状の傾斜面部 1 3 a が形成されている。

[0022] 図 5 A は、内側継手管 5 と外側継手管 2 3 とを押圧接触させる前、すなわち分割片 1 1 が撓みを開始する前の状態を示す。なお、このときの凸部 1 3 の軸方向位置を X_0 とする。内側継手管 5 に軸方向の圧入荷重が加わることで、分割片 1 1 が下方に移動すると、図 5 B に示すように、内側継手管 5 の凸部 1 3 の傾斜面部 1 3 a が外側継手管 2 3 のガイド部 2 5 の傾斜面部 2 5 a と接触し、これによって凸部 1 3 が押圧されて分割片 1 1 が半径内側方向に撓む。このようにガイド部 2 5 および凸部 1 3 にそれぞれ、対応する形状の傾斜面部 2 5 a、1 3 a が設けられていることによって、管軸方向の圧入荷重が径方向の力に変換され、挿入および嵌合をスムーズに行うことができる。なお、図 5 B は凸部 1 3 の外周面が傾斜面部 2 5 a の頂点に至ったとき、すなわち分割片 1 1 が最も撓んだ状態を示す。また、このときの凸部 1 3 の軸方向位置を X_1 とする。

- [0023] その後は、図5C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5Cの凸部13の軸方向位置を X_2 とする。外側継手管23の先端部が内側継手管5の基端部9に当接したとき、図5D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とが係合して嵌合することにより接合が完了する。このときの凸部13の軸方向位置を X_3 とする。
- [0024] 上述したように接合が完了した機械式継手21において、内側継手管5と外側継手管23の軸方向にかか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23の先端部とによって抵抗する。また、機械式継手21において、内側継手管5と外側継手管23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23の係合部17とによって抵抗する。
- [0025] 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6を用いて説明する。図6は、軸方向の変位と挿入に要する荷重の大きさとの関係を示すグラフである。
- [0026] 図6に示すように、ガイド部25の傾斜面部25aと凸部13の傾斜面部13aとが当接して分割片11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、分割片が最大撓みに至るまで徐々に荷重が増大する。一方、ガイド部25の平坦面部25bや係合部17の内周面と凸部13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23との間の摩擦抵抗を上回る荷重があれば良いため、小さな荷重で挿入できる。
- [0027] 上述したように、ガイド部25の傾斜面部25aと凸部13の傾斜面部13aとが当接して分割片11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、管軸方向の圧入荷重が半径方向の水平力に変換される。この点について図7を用いて説明する。図7Aは、挿入と嵌合過程においてガイド部25の傾斜面部25aと凸部13の傾斜面部13aとが当接していると

きの状態を示す図である。図 7 B は、図 7 A の破線円で囲んだ部分を拡大して模式的に示した図である。

- [0028] 図 7 B に示す圧入荷重 W および水平力 P は、それぞれ以下の (1) 式、(2) 式のように記述できる。

$$P = N \sin \theta - F \cos \theta \quad \cdots (1)$$

$$W = N \cos \theta + F \sin \theta \quad \cdots (2)$$

ここで、 N は傾斜面部 13 a、25 a に対して垂直な方向の抗力、 F は摩擦力、 θ は傾斜面部 25 a の傾き（以下、単に傾き θ ともいう）である。

- [0029] 摩擦力 F は、以下の (3) 式で表される。

$$F = \mu N \quad \cdots (3)$$

ここで、 μ は傾斜面部 13 a、25 a 間の摩擦係数である。

- [0030] (1) 式～(3) 式から、圧入荷重 W と水平力 P との関係は、以下の (4) 式となる。

$$P = W \times (\sin \theta - \mu \cos \theta) / (\cos \theta + \mu \sin \theta) \quad \cdots (4)$$

- [0031] 図 8 A および図 8 B は、傾斜角度 θ と傾斜面部長さ L および係合部高さ H との関係を説明するための図である。図 8 A および図 8 B に示すように、傾斜面部 25 a の傾き θ は、傾斜面部 25 a の軸方向長さ L （以下、単に長さ L ともいう）および係合部 17 の高さ H 、すなわち凹部 15 の深さによって定まる。具体的には以下の (5) 式のように表される。

$$\theta = \tan^{-1} (L / H) \quad \cdots (5)$$

- [0032] すなわち、図 8 A に示すように、係合部 17 の高さ H が一定である場合、長さ L が短いほど傾き θ は小さくなる。反対に、図 8 B に示すように、係合部 17 の高さ H が一定である場合、長さ L が長いほど傾き θ は大きくなる。

- [0033] なお、鋼材同士の摩擦係数 μ は、潤滑剤の使用を前提にすれば、0.05 以上 0.20 以下程度と考えられる。傾斜面部 25 a の長さ L は、鋼管 3 の径にも依存するが、一般に、200 mm 以上 400 mm 以下程度である。また、標準的な係合部 17 の高さ H は 4 mm 以上 7 mm 以下程度と考えられる。これを踏まえて、図 9 に、水平力 P によって規格化された圧入荷重 W 、す

なわち、圧入荷重 W ／水平力 P と、傾斜面部長さ L との関係を示す。図9において、比較しやすいように、係合部17の高さ H を一定とし、鋼材同士の摩擦係数 μ を変化させた。

[0034] 図9に示すように、係合部17の高さ H を5mmとした場合、摩擦係数 μ が0.05～0.20の範囲内のいずれの場合においても、傾斜面部25aの長さ L が長くなるほど、圧入荷重 W ／水平力 P の値は小さくなる。圧入荷重 W ／水平力 P の値が小さくなることは、所定の水平力 P を得るのに必要な圧入荷重 W が小さくなることである。すなわち、傾斜面部25aを長くすることによって、圧入荷重 W をより効率的に水平力 P に変換できる。以下に説明する本発明の一実施形態は、本発明者によるかかる鋭意検討に基づくものである。

[0035] 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を備えたものである。内側継手管5は、周方向に等間隔で分割され、径方向に撓み可能な分割片11により構成されている。それぞれの分割片11の外周面には凸部13が形成されている。凸部13の先端外周側には、後述する外側継手管7の傾斜面部19に対応する形状の傾斜面部13a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。これらの構成は、図3～図5Dによって説明した従来の機械式継手21と同様であるので説明を省略する。以下においては、本実施形態の特徴部分について具体的に説明する。

[0036] 図1A、図1B、図1C、および図1Dはそれぞれ、図5A～図5Dと同様に、図3のA部における軸方向の断面を模式的に示した図である。図1Aに示すように、本実施形態による外側継手管7においては、係合部17よりも先端側に、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を撓ませる傾斜面部19が設けられている。図5に示すように、従来の機械式継手21の外側継手管23

は、傾斜面部 25 a および平坦面部 25 b を有するガイド部 25 が設けられている。これに対し、図 1 A に示すように、本実施形態による外側継手管 7 は、ガイド部 25 に相当する部位を傾斜面部 19 から構成し、平坦面部 25 b に相当するものを設けていない。これにより、外側継手管 7 の傾斜面部 19 は、外側継手管 7 の先端から係合部 17 に至る長さを有し、従来の外側継手管 23 に設けられた傾斜面部 25 a に比して長くなっている。

[0037] また、上述した図 9 によって説明したように、傾斜面部 19 の軸方向長さが長いほど、圧入荷重を水平力により効率的に変換できる。そのため、傾斜面部 19 は、外側継手管 7 の端部から係合部 17 までの間の全長に設けられることが好ましい。なお、例えば外側継手管 7 の先端側の内周面部の一部に平坦部を形成する必要性が生じ、傾斜面部 19 が外側継手管 7 の端部から係合部 17 までの間の全長に亘ることができない場合がある。この場合においても、傾斜面部 19 を、外側継手管 7 の先端部から係合部 17 までの間の長さの 90% 以上の部分に設けることが好ましい。

[0038] なお、外側継手管 7 の先端部から係合部 17 の間の長さを長くすれば、傾斜面部 19 の軸方向長さ L をより長く設定することができるので、圧入荷重をさらに低減することができる。なお、継手自体が長くなると継手の材料費や加工費が高コスト化するので、外側継手管 7 の先端部から係合部 17 の間の長さおよび傾斜面部 19 の軸方向長さ L は、上側鋼管および上側継手の自重によって必要な押込荷重を確保できる程度の長さにすることが望ましい。

[0039] 次に、上述したように構成された本実施形態による機械式継手 1 の接合過程について説明する。図 1 A は、内側継手管 5 と外側継手管 7 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、図 1 A における凸部 13 の軸方向位置は、図 5 A と同様である。図 1 A に示すように、内側継手管 5 に軸方向の圧入荷重が作用することによって分割片 11 が下方に移動すると、内側継手管 5 の凸部 13 の傾斜面部 13 a が外側継手管 7 の傾斜面部 19 と接触する。これにより、内側継手管 5 の凸部 13 が押圧されて分割片 11 が半径内側方向に撓む。その後、図 1 B に示すように

、凸部 13 の外周面が傾斜面部 19 の頂点に至ったとき、換言すると、凸部 13 の外周面が係合部 17 に到達したときに、分割片 11 が最大撓みに至る。なお、このときの凸部 13 の軸方向位置を X'_{11} とする。

[0040] その後、図 1 C に示すように、分割片 11 において最大撓みの状態を維持したまま挿入を進める。なお、このときの凸部 13 の軸方向位置を X'_{12} とする。続いて、図 1 D に示すように、外側継手管 7 の先端部が内側継手管 5 の基端部 9 に当接したとき、分割片 11 の撓みが戻るとともに、凸部 13 と係合部 17 とが係合して接合が完了する。なお、図 1 D の凸部 13 の軸方向位置は、図 5 D と同様である。

[0041] 上述のように構成された本実施形態による機械式継手 1 における荷重の低減効果について、図 2 を用いて以下に説明する。図 2 は、図 6 と同様に、軸方向の変位と挿入に要する荷重の大きさとの関係を示すグラフである。図 2 において、従来の機械式継手 21 の場合（図 6 と同様）を点線で示し、本実施形態による機械式継手 1 の場合を実線で示す。

[0042] 図 2 から、本実施形態においても外側継手管の傾斜面部 19 と内側継手管の傾斜面部 13 a とが当接して分割片 11 を撓ませながら挿入し嵌合させる過程（ $X_0 \sim X'_{11}$ ）において、荷重が徐々に増大することが分かる。しかしながら、図 2 からは、本実施形態による外側継手管 7 によれば、荷重の増加の傾きは従来（破線）の外側継手管 23 に比して緩やかであり、さらに荷重の最大値も低下していることがわかる。これは、 $X_0 \sim X_1$ の間に形成された従来技術による傾斜面部 25 a（図 5 A 参照）に比して、 $X_0 \sim X'_{11}$ の間に形成された本実施形態による傾斜面部 19 の方が、軸方向の長さが長いことによって、圧入荷重が水平力により効率的に変換されたからであると考えられる。なお、一実施形態による外側継手管 7 による効果は、摩擦係数 μ が小さいほど奏しやすいため、嵌合前に傾斜面部 19 に潤滑剤などを塗布しておくことが望ましい。

[0043] 以上説明したように、本実施形態の機械式継手 1 によれば、外側継手管 7 の傾斜面部 19 の軸方向長さを長くしたことにより、圧入荷重が水平力に効

率的に変換されて、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 の数を増加させることなく押し込み荷重を低減できるので、加工コストの増大や強度の低下を抑制できる。

[0044] (第 1 変形例)

また、上述した実施形態においては、内側に挿入する側（内側継手管）を分割した例について説明したが、本発明はこれに限られず、外側に配置される側（外側継手管）を分割してもよい。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、さらに分割片の内周面に傾斜面部が形成される。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。

[0045] この第 1 変形例においても、外側継手管の端部から係合部までの間の少なくとも 90% 以上の部分、好適には全長に亘って傾斜面部を設けることにより、上述した一実施形態と同様の効果を得ることができる。

[0046] (第 2 変形例)

次に、第 2 変形例について、図 10 および図 11 に基づいて説明する。図 10 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 5 A と外側継手管 7 A とから構成される。内側継手管 5 A と外側継手管 7 A とは、上下に対向して配置される。図 10 に示す状態で上方に配置された外側継手管 7 A に対して軸方向の荷重をかけて外側継手管 7 A を内側継手管 5 A に外嵌させる。これにより、図 11 に示すように、外側継手管 7 A と内側継手管 5 A とが嵌合されて上下の鋼管 3 が接合される。

[0047] 外側継手管 7 A は、鋼管 3 に溶接接合される基端部 9 A を有し、基端部 9 A 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 11 A が設けられている。図 10 に示す機械式継手 2 は、外側継手管 7 A 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 11 A が周方向に等間隔で並んでいる。分割片 11 A 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 13 A が形成されている。

- [0048] 内側継手管 5 A の外径は、外側継手管 7 A の凸部 1 3 A が形成された部位の内径よりも大きく、内側継手管 5 A の外周面の基端側には凹部 1 5 A が形成されている。外側継手管 7 A の凸部 1 3 A の先端内周側には、内側継手管 5 A の傾斜面部 1 9 に対応する形状の傾斜面部 1 3 a が形成されている。内側継手管 5 A の内周面には、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 (図示せず) が設けられている。
- [0049] 外側継手管 7 A と内側継手管 5 A とを嵌合させる途中においては、内側継手管 5 A の外周面と外側継手管 7 A の凸部 1 3 A とが押圧接触することにより、外側継手管 7 A の分割片 1 1 A が径方向内側に撓む。挿入が完了した状態においては、分割片 1 1 A の撓みが戻るとともに外側継手管 7 A の凸部 1 3 A が内側継手管 5 A の凹部 1 5 A に入り込んで嵌合が完了する。これらの構成は、図 1 A ～図 1 D において、外側継手管 7 が内側継手管 5 A となり、内側継手管 5 が外側継手管 7 A となって、いわゆる入れ替わった状態と同様である。換言すると、図 1 A ～図 1 D に示す例においては、図中右側が外側継手管 7 A (図 1 A ～図 1 D においては内側継手管 5) となり、図中左側が内側継手管 5 A (図 1 A ～図 1 D においては外側継手管 7) となる。すなわち、図 1 0 および図 1 1 に示す第 2 変形例における嵌合方法は、図 1 A ～図 1 D を用いて説明した上述した一実施形態による機械式継手 1 の場合と同様であるので、詳細な説明は省略する。
- [0050] 図 1 0 および図 1 1 に示す第 2 変形例の場合においても、内側継手管 5 A の端部から係合部の間の少なくとも 9 0 % 以上の部分、好適には全長に亘って、傾斜面部を設けることにより、上述した実施形態と同様の効果を得ることができる。
- [0051] また、上記の実施形態では、鋼管の端部に取り付ける機械式継手を説明したが、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、あらかじめ工場等において、接合対象となる鋼管の端部にそれぞれ溶接等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。つまり、上

記継手付き鋼管は、実施形態で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。

[0052] そして、施工現場等において、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、鋼管梁等の構造体を形成することができる。つまり、これら構造体は、上記の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。

[0053] 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、構造体が鋼管杭等の場合には、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て、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。

[0054] また、上述においては、物の発明としての機械式継手について説明したが、当該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、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、前記内側継手管または前記外側継手管のいずれか一方は、周方向に等間隔で分割され、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傾斜面部と、を備えた機械式継手の設計方法であって、前記傾斜面部を、前記外側継手管の端部から前記係合部まで連続して設け、鉛直荷重を、前記分割片を撓ませる水平応力に変換させる。

[0055] また、当該機械式継手は以下のような設計方法によって設計してもよい。

すなわち、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、周方向に等間隔で分割され、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傾斜面部と、を備えた機械式継手の設計方法であって、前記傾斜面部を、前記外側継手管の端部から前記係合部まで連続して設け、鉛直荷重を、前記分割片を撓ませる水平応力に変換させる。

[0056] 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。例えば上述した変形例において、外側継手管 7 A の内周面に傾斜面部 1 9 や凹部 1 5 A を設け、内側継手管 5 A の外周面に凸部 1 3 A を設けるようにしても良い。

産業上の利用可能性

[0057] 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

[0058] 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, 13 A 凸部
13 a 傾斜面部

1 5, 1 5 A 凹部

1 7 係合部

1 9 傾斜面部

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、周方向に等間隔で分割され、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傾斜面部と、を備えた機械式継手であって、
- 前記傾斜面部は、前記外側継手管の端部から前記係合部まで連続して設けられている
- 機械式継手。
- [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、周方向に等間隔で分割され、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傾斜面部と、を備えた機械式継手であって、

前記傾斜面部は、前記内側継手管の端部から前記係合部まで連続して設けられている

機械式継手。

[請求項3] 請求項 1 または 2 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4] 請求項 3 に記載の継手付き鋼管の製造方法であって、
請求項 1 または 2 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取り付ける
継手付き鋼管の製造方法。

[請求項5] 請求項 1 または 2 に記載の機械式継手と、
該機械式継手で接合された複数の鋼管と、を備える
構造体。

[請求項6] 請求項 5 に記載の構造体の施工方法であって、
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、前記外側継手管と前記内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7] 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、周方向に等間隔で分割され、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傾斜面部と、を備えた機械式継手の設計方法であって、

前記傾斜面部を、前記外側継手管の端部から前記係合部まで連続して設け、鉛直荷重を、前記分割片を撓ませる水平応力に変換させる機械式継手の設計方法。

[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、周方向に等間隔で分割され、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傾斜面部と、を備えた機械式継手の設計方法であって、

前記傾斜面部を、前記内側継手管の端部から前記係合部まで連続して設け、鉛直荷重を、前記分割片を撓ませる水平応力に変換させる機械式継手の設計方法。