明　細　書

発明の名称 ：

クリアランス測定方法、クリアランス測定装置、ねじ継手の測定方法、ねじ継手の計測システム、計測端末、ねじ継手の製造方法、ねじ継手の品質管理方法

技術分野

[0001]　本発明は、管を接合する管の継手構造における、クリアランス測定方法、クリアランス測定装置、ねじ継手の測定方法、ねじ継手の計測システム、計測端末、ねじ継手の製造方法、ねじ継手の品質管理方法に関する。

背景技術

[0002]　従来、構造物の基礎や地滑りの抑止などに利用される管による構造体は、施工の条件により必要な長さが数十ｍに及ぶ場合がある。特に、鋼材で作られた鋼管はその傾向が顕著である。これら管による構造体を施工現場まで搬送する際は、交通制限により長尺のものを搬送できない。そのため、搬送可能な長さである数ｍごとに運び、施工現場において施工（打設を含む）途中で接合される。

[0003]　管による構造体を施工現場で接合する方法として、ねじ継手が用いられ、例として特許文献１に開示されたようなねじ継手が利用される。ねじ継手は接合対象となる管のそれぞれの端部に取り付けられ、施工現場で回転させて接合させることによって管を接合して管による構造体を施工する。

[0004]　一般的にねじ継手はあらかじめ工場にて、雄継手を一方の管に、雌継手をもう一方の別の管に取り付けし、現場へと出荷する。製造手順としてはいくつかの方法があるが、雄継手と雌継手がセットとなるように製造されることが多い。製造後には、これら継手の組の使用用途により、長尺な管の先端に取り付けられる場合もある。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：特開平１０－３１１０２８号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] ねじ継手は、雄継手と組になる雌継手の互いに対応するねじ形状により接合可否が決定されるため、通常は使用前に接合確認が行われる。しかしながら、ねじ継手の条件、特に、ねじ継手が７００ｍｍ以上の径の大径であったり、ねじ継手が接続されている管の長さが５ｍ以上で長尺であったり、ねじ継手または接続されている管の材質が鋼などの金属材料からなる重量物であったりすると、接合確認は困難になる。この場合、接合確認に大幅な手間や、継手自体の破損や、安全の確保に関する懸念などが生じるという問題がある。

[0007] 特に、ねじ継手の場合、雄継手と雌継手とが外れた状態（雄継手を雌継手にねじ込む直前の状態を含む）の接合開始位置から、雄継手と雌継手との接合が完了している状態の接合完了位置までの間に、雄継手のねじと雌継手のねじとの間のクリアランス（遊びまたは隙間とも称する）が不十分な箇所が存在する可能性がある。雄継手のねじと雌継手のねじとの間のクラアランスが不十分になると、継手の接続工程が中断する可能性が生じる。そのため、ねじ継手において、接合可能なねじ形状であるか否かを現場での使用前に、ねじ継手または接続されている管の状態にかかわらずより簡便に把握可能な技術が求められていた。

[0008] 本発明は、上記に鑑みてなされたものであって、その目的は、ねじ継手における接合確認を、ねじ継手または接続されている管の状態にかかわらずより簡便に行うことができる、クリアランス測定方法、クリアランス測定装置、ねじ継手の測定方法、ねじ継手の計測システム、計測端末、ねじ継手の製造方法、ねじ継手の品質管理方法を提供することにある。

課題を解決するための手段

[0009] （１）上述した課題を解決し、上記目的を達成するために、本発明の一態様に係るクリアランス測定方法は、雄継手と前記雄継手に対応した雌継手と

を有するねじ継手の組に対して、前記雄継手のねじと前記雌継手のねじとの間のクリアランスを測定するクリアランス測定方法であって、前記雄継手と前記雌継手とのそれぞれのねじ形状のデータに基づいて、前記雄継手と前記雌継手との初期状態を設定する初期状態設定ステップと、前記初期状態において、前記雄継手のねじと前記雄継手のねじに対応する前記雌継手のねじとの間のクリアランスを測定するクリアランス測定ステップと、前記クリアランス測定ステップ後、前記雄継手と前記雌継手との接合が完了状態でなかった場合には、前記接合を行う方向にあらかじめ定められた角度だけ回転させた状態を設定する回転状態設定ステップと、を備え、前記クリアランス測定ステップから前記回転状態設定ステップまでを、前記接合が完了した状態になるまで繰り返し実行する。

[0010] （２）本発明の一態様に係るクリアランス測定方法は、上記の（１）に記載の発明において、前記クリアランス測定ステップにおいて測定されたクリアランスと所定の基準とに基づいて、前記ねじ継手の組に関して合否を判定するステップと、前記クリアランス測定ステップにおいて測定されたクリアランスと所定の基準とに基づいて干渉個所と判定された箇所に対して、前記干渉個所の情報を付与する干渉情報付与ステップと、の少なくとも一方のステップと、を備える。

[0011] （３）本発明の一態様に係るねじ継手の測定方法は、雄継手と前記雄継手と対応した雌継手とを有するねじ継手の組に対し、前記雄継手のねじ形状と前記雌継手のねじ形状とをそれぞれ計測する形状計測工程と、前記形状計測工程において計測されたねじ形状のデータに基づいて、上記の（１）または（２）に記載の発明によるクリアランス測定方法によって、前記ねじ継手の組ごとにクリアランスを測定するクリアランス測定工程と、を備える。

[0012] （４）本発明に係るねじ継手の製造方法は、雄継手と前記雄継手と対応した雌継手とを有するねじ継手の組を製造するねじ継手の製造方法であって、ねじ継手を製造する継手製造工程と、前記継手製造工程によって作成された雄継手と雌継手とを有する前記ねじ継手の組に対し、上記の（３）に記載の

発明によるねじ継手の測定方法を実行する継手計測工程と、を備える。

[0013] （５）本発明の一態様に係るねじ継手の品質管理方法は、雄継手と前記雄継手と対応した雌継手とを有するねじ継手の組に対する品質を管理するねじ継手の品質管理方法であって、前記ねじ継手を製造する継手製造工程と、前記継手製造工程によって作成された前記ねじ継手の組に対して、上記の（３）または（４）に記載の発明によるねじ継手の測定方法により前記ねじ継手のねじ形状を計測する継手計測工程と、前記継手計測工程から得られた結果を用いて、前記作成されたねじ継手の品質を管理する、品質管理工程と、を備える。

[0014] （６）本発明の一態様に係るクリアランス測定装置は、雄継手と前記雄継手に対応した雌継手とを有するねじ継手の組に対して前記雄継手のねじと前記雌継手のねじとの間のクリアランスを測定するクリアランス測定装置であって、前記雄継手および前記雌継手のそれぞれのねじ形状のデータに基づいて、前記雄継手と前記雌継手との接合が完了した接合完了状態を設定する接合完了状態設定処理と、前記接合完了状態において、前記雄継手のねじと前記雄継手のねじに対応する前記雌継手のねじとの間のクリアランスが測定された後、前記雄継手と前記雌継手との接合が完了した状態でなかった場合には、前記接合を行う方向にあらかじめ定められた角度だけ回転させた状態を設定する回転状態設定処理とを、前記接合が完了した状態になるまで繰り返し実行する制御部を備える。

[0015] （７）本発明の一態様に係るクリアランス測定装置は、上記の（６）に記載の発明において、前記制御部は、前記回転状態設定処理の前に、前記初期状態において、前記雄継手のねじと前記雄継手のねじに対応する前記雌継手のねじとの間のクリアランスを測定するクリアランス測定処理を実行する。

[0016] （８）本発明の一態様に係るクリアランス測定装置は、上記の（６）または（７）に記載の発明において、さらに、通信部を備え、前記通信部は、前記制御部によって、前記雄継手および前記雌継手のそれぞれのねじ形状のデータの取得処理と、前記クリアランス測定処理によって得られたクリアラン

スに関する情報の出力処理との少なくとも一方を実行する。

[0017] （９）本発明の一態様に係るねじ継手の計測システムは、雄継手と前記雄継手と対応した雌継手とを有するねじ継手の組に対して、前記雄継手のねじ形状と前記雌継手のねじ形状とのそれぞれを計測可能に構成された計測部と、前記計測部によって計測された前記ねじ形状のデータに基づいて、前記ねじ継手の組ごとにクリアランスを測定する、上記の（６）～（８）のいずれか１つに記載の発明によるクリアランス測定装置と、を備える。

[0018] （１０）本発明の一態様に係る計測端末は、雄継手と前記雄継手に対応した雌継手とを有するねじ継手の組に対して、前記雄継手のねじと前記雌継手のねじとの間のクリアランスを測定可能に構成され、制御部によって制御される計測端末であって、前記制御部の制御によって、前記雄継手のねじ形状と前記雌継手のねじ形状とをそれぞれ計測する計測部と、前記制御部の制御によって、計測された前記ねじ形状をデータとして上記の（６）～（８）のいずれか１つに記載の発明によるクリアランス測定装置に出力する出力処理、および前記クリアランス測定装置から、前記ねじ継手の組ごとに前記クリアランスに関する情報を取得する取得処理の少なくとも一方の処理を実行する、通信部と、前記制御部の制御によって、取得した前記情報をあらかじめ定められた形式によって出力可能な出力部と、を備える。

[0019] （１１）本発明の一態様に係る計測端末は、上記の（１０）に記載の発明において、前記制御部は、取得した前記クリアランスに関する前記情報と所定の基準とに基づいて、前記ねじ継手の組に関して合否を判定する処理と、取得した前記クリアランスに関する前記情報と所定の基準とに基づいて干渉個所と判定された箇所に対して、前記干渉個所の情報を付与する干渉情報付与処理と、の少なくとも一方の処理を実行する。

[0020] （１２）本発明に係るねじ継手の計測システムは、上記の（１０）または（１１）に記載の発明による計測端末と、前記計測端末によって計測されたねじ形状のデータに基づいて、前記ねじ継手の組ごとにクリアランスを測定する上記の（６）～（８）のいずれか１項に記載の発明によるクリアランス

測定装置と、を備える。

[0021] （１３）本発明の一態様に係るねじ継手の品質管理方法は、雄継手と前記雄継手と対応した雌継手とを有するねじ継手の組に対するねじ継手の品質を管理する、ねじ継手の品質管理方法であって、上記の（６）～（８）のいずれか１つに記載の発明によるクリアランス測定装置の制御部により実行されるクリアランス測定処理から得られたクリアランスに関する情報を用いて、前記ねじ継手の組に対する品質を管理する。

発明の効果

[0022] 本発明に係るクリアランス測定方法、クリアランス測定装置、ねじ継手の測定方法、ねじ継手の計測システム、計測端末、ねじ継手の製造方法、ねじ継手の品質管理方法によれば、ねじ継手における接合確認を、ねじ継手または接続されている管の状態にかかわらずより簡便に行うことが可能となる。

図面の簡単な説明

[0023] [図1]図１は、本発明の実施形態によるねじ継手計測システムにおいて測定対象となるねじ継手の接合開始状態を示す図である。

[図2A]図２Ａは、本発明の実施形態によるねじ継手計測システムにおいて測定対象となるねじ継手の接合完了状態を示す図である。

[図2B]図２Ｂは、本発明の実施形態によるねじ継手計測システムにおいて測定対象となるねじ継手の初期状態を示す図である。

[図3]図３は、本発明の実施形態の第１例によるねじ継手計測システムを示すブロック図である。

[図4]図４は、本発明の実施形態の第２例によるねじ継手計測システムを示すブロック図である。

[図5]図５は、本発明の第１の実施形態によるねじ継手の測定方法を説明するためのフローチャートである。

[図6A]図６Ａは、本発明の第１の実施形態によるクリアランス測定工程を説明するためのフローチャートである。

[図6B]図６Ｂは、本発明の第１の実施形態によるクリアランス測定工程の初

期状態設定工程を説明するためのフローチャートである。

[図7A]図７Ａは、本発明の実施形態によるクリアランス測定方法におけるねじ継手の座標を説明するための図である。

[図7B]図７Ｂは、本発明の実施形態によるクリアランス測定方法におけるねじ継手の座標を説明するための図である。

[図7C]図７Ｃは、本発明の実施形態によるクリアランス測定方法におけるねじ継手の座標を説明するための図である。

[図8]図８は、本発明の実施形態におけるねじ継手の接合部分を示す拡大断面図である。

[図9]図９は、本発明の実施形態におけるねじ継手の接合部分における干渉部分を示す拡大断面図である。

[図10]図１０は、本発明の第１の実施形態によるクリアランス測定方法におけるクリアランス測定工程の第１変形例を説明するためのフローチャートである。

[図11]図１１は、本発明の第１の実施形態によるクリアランス測定方法におけるクリアランス測定工程の第２変形例を説明するためのフローチャートである。

[図12]図１２は、本発明の第２の実施形態によるねじ継手の測定方法を説明するためのフローチャートである。

[図13]図１３は、本発明の第３の実施形態によるねじ継手の測定方法を説明するためのフローチャートである。

発明を実施するための形態

[0024] 以下、本発明の実施形態について図面を参照しつつ説明する。なお、以下の実施形態の全図においては、同一または対応する部分には同一の符号を付す。また、本発明は以下に説明する実施形態によって限定されるものではない。

[0025] まず、本発明の実施形態のねじ継手計測システムによる計測対象となるねじ継手について説明する。図１、図２Ａ、および図２Ｂはそれぞれ、本実施

形態のクリアランス測定システムにおいて測定対象（計測対象）となるねじ継手の接合開始状態、接合完了状態、ねじ継手どうしの接合開始状態を示す図である。

[0026] （計測対象となる雄継手と雌継手）

図１に示すように、本実施形態によるねじ継手１０は、内側の継手となる雄継手１１および外側の継手となる雌継手１２とを有して構成される。雄継手１１を挿入させて嵌入させる側である先端側には、雄ねじ１３が形成されている。雌継手１２において挿入されて嵌入される側である先端側には、雌ねじ１４が形成されている。雌継手１２に形成された雌ねじ１４は、雄継手１１に形成された雄ねじ１３と対応するねじ形状に形成されている。これにより、雄継手１１と雌継手１２とは互いに対応して、雄継手１１を雌継手１２にねじ込みによって挿入可能に構成されている。なお、ねじ形状としては、既知のものであっても未知のものであっても利用可能である。ねじ形状としては単条であっても多条であっても良く、本実施形態においては、例えば多条とする。また、ねじ形状はテーパねじでも平行ねじでも利用可能であり、本実施形態においては、例えば平行ねじである。また、材質は、特に限定されない。鋼、鋼以外の金属材料、コンクリート、樹脂、または複数の材料を組み合わせなどが挙げられる。ねじ継手の材質は、使用目的や後述する管などの条件に応じて選択する。本発明は、大径または重量物（長尺）であるために、工場出荷前の接合確認が困難であるねじ継手の場合に、特に効果的である。

[0027] 管１５，１６はそれぞれ、構造体を構成する。管１５は上部構造体を構成する。管１６は下部構造体を構成する。構造体としては、地面などに埋設された状態で所定の機能を有するものであったり、地上の構造体の一部として使用されるものであったり、管１５，１６の内部空間を利用するなどして気体や液体を輸送するものであったり、種々の構造体を採用可能である。地面に埋設された状態で所定の機能を有するものとしては例えば、杭、土留杭、地すべり抑止杭、管矢板、矢板壁、トンネルなどを挙げることができる。地

上の構造体の一部として使用されるものとしては例えば、柱や梁などを挙げることができる。管１５，１６の内部空間を利用して気体や液体を輸送するものとしては例えば、油井管、水道管、ガス管などを挙げることができる。また、管１５，１６としては、例えば鋼管、コンクリート管、樹脂管、または複数の材料を組み合わせた管などを挙げることができる。本発明において、管１５，１６が、大径、長尺、または重量物であることから、工場出荷前の接合確認が困難であるねじ継手付き鋼管の場合に、特に効果的である。

[0028] 本実施形態においては、上側の管１５に雄ねじ１３を有する雄継手１１が固定されている。下側の管１６に雌ねじ１４を有する雌継手１２が固定されている。また、上述とは反対に、雄継手１１を下側の管１６に固定し、雌継手１２を上側の管１５に固定するようにしても良い。また、管１５，１６を接続せずに、雄継手１１および雌継手１２のままで計測対象としても良い。

[0029] （実施形態の第１例）

次に、本発明の実施形態の第１例によるねじ継手計測システムについて説明する。図３は、第１の実施形態によるねじ継手計測システムを示すブロック図である。

[0030] 図３に示すように、ねじ継手計測システム１は、クリアランス測定装置２０および計測部３５を有して構成される。さらにクリアランス測定装置２０は、ねじ加工装置４０と接続されている。ねじ継手計測システム１は、クリアランス測定装置２０および計測部３５と、ねじ加工装置４０とを有した構成を採用しても良い。また、第１の実施形態によるねじ継手計測システム１は、クリアランス測定装置２０を固定して使う場合を想定しているが、計測部３５とクリアランス測定装置２０とは、近接した状態であっても、遠距離であっても可能である。

[0031] （クリアランス測定装置）

クリアランス測定装置２０は、制御部２１、記憶部２２、および入出力部２３を備える。なお、入出力部２３は設けないことも可能である。クリアランス測定装置２０は、公知のコンピュータ、サーバ、ノートパソコン、携帯

端末、タブレット、スマートフォン、またはクラウドなどのネットワーク上の仮想装置などを使用可能である。

[0032] 制御手段としての制御部３１は、具体的に、ハードウェアを有するＣＰＵ（Central Processing Unit）、ＤＳＰ（Digital Signal Processor）、ＦＰＧＡ（Field-Programmable Gate Array）などのプロセッサ、およびＲＡＭ（Random Access Memory）やＲＯＭ（Read Only Memory）などの主記憶部（いずれも図示せず）を備える。

[0033] 記憶部２２は、物理的には、ＲＡＭなどの揮発性メモリ、ＲＯＭなどの不揮発性メモリ、ＥＰＲＯＭ（Erasable Programmable ROM）、ハードディスクドライブ（ＨＤＤ、Hard Disk Drive）、ソリッドステートドライブ（ＳＳＤ、Solid State Drive）、およびリムーバブルメディアなどから選ばれた記憶媒体から構成される。なお、リムーバブルメディアは、例えば、ＵＳＢ（Universal Serial Bus）メモリ、または、ＣＤ（Compact Disc）、ＤＶＤ（Digital Versatile Disc）、またはＢＤ（Blu-ray（登録商標） Disc）のようなディスク記録媒体である。また、外部から装着可能なメモリカードなどのコンピュータ読み取り可能な記録媒体を用いて記憶部２２を構成しても良い。記憶部２２には、クリアランス測定装置２０の動作を実行するための、オペレーティングシステム（Operating System：ＯＳ）、各種プログラム、各種テーブル、各種データベースなどが記憶可能である。各種プログラムには、学習モデルやニューラルネットワークも含まれる。これらの各種プログラムは、ハードディスク、フラッシュメモリ、ＣＤ－ＲＯＭ、ＤＶＤ－ＲＯＭ、フレキシブルディスクなどのコンピュータ読み取り可能な記録媒体に記録して広く流通させることも可能である。

[0034] 記憶部２２には、クリアランスデータベース２２１および管種データベース２２２が格納されている。管種データベース２２２には、基本情報として、ねじ継手１０を構成する雄継手１１および雌継手１２に関する各種情報（管種情報）が検索可能に格納されている。なお、管種情報は、ねじ継手１０の識別ＩＤや、雄継手１１および雌継手１２の寸法（径、ねじ寸法、ねじピ

ッチ、ねじ高さ、および長さなど）や、諸元などの情報を含む。クリアランスデータベース２２１は、管種情報に基づいた雄ねじ１３と雌ねじ１４とのクリアランスに関する情報や、後述する計測部３５によって計測された、雄ねじ１３と雌ねじ１４とのクリアランスに関する計測結果の情報（以下、クリアランス情報）が検索可能に格納されている。なお、クリアランス情報としては、クリアランスの計測結果の情報以外にも、干渉箇所を規定する干渉個所の情報としてのフラグの情報や、ねじ継手１０の組に対する合否（合格不合格）の情報などの、クリアランスに関連した種々の情報を含む。

[0035] 制御部２１のクリアランス演算部２１１は、計測部３５によって計測された雄ねじ１３や雌ねじ１４のねじ形状をデジタルデータとして、記憶部２２のクリアランスデータベース２２１に格納可能に構成される。記憶部２２は、制御部２１とは異なる筐体に設けられたものであっても良く、外部記憶装置、ネットワーク上のクラウドなどの仮想記憶装置を利用できる。

[0036] 本実施形態において、制御部２１は、記憶部２２に記憶されたプログラムを主記憶部の作業領域にロードして実行し、プログラムの実行を通じて各構成部などを制御することで、所定の目的に合致した機能を実現できる。具体的に、制御部２１は、プログラムの実行によって、クリアランス演算部２１１および判定部２１２の機能を実現できる。

[0037] 入出力部２３は、例えば、タッチパネルディスプレイ、スピーカマイクロホン、ボタン、スイッチ、ジョグダイヤルなどから構成される。出力部としての入出力部２３は、制御部２１による制御に従って、液晶ディスプレイ、有機ＥＬディスプレイ、またはプラズマディスプレイなどのディスプレイの画面上に、文字や図形などを表示したり、スピーカから音声を出力したりして、所定の情報を外部に通知するように構成される。入出力部２３は、印刷用紙などに所定の情報を印刷することによって出力するプリンタを含む。記憶部２２に格納された各種情報は、例えば所定の事務所などに設置された入出力部２３のディスプレイなどで確認することができる。

[0038] 入力部としての入出力部２３は、例えば、キーボードや入出力部２３の内

部に組み込まれて表示パネルのタッチ操作を検出するタッチパネル式キーボード、外部との間の通話を可能とする音声入力デバイス、スイッチ、またはジョグダイヤルなどから選択されて構成される。入力手段としての入出力部２３は、雄ねじ１３や雌ねじ１４のねじ断面のクリアランスを、出力手段としての入出力部２３を用いて目視により測定した場合において、入出力部２３からクリアランスの測定値を入力可能である。また、詳細は後述するが、雄ねじ１３と雌ねじ１４との接合において、干渉のありなしに基づいてフラグを立てたり倒したりの入力を入出力部２３から行うことも可能である。具体的に、雄ねじ１３と雌ねじ１４との間において干渉が存在した場合に「０」、干渉が存在しない場合に「１」を、入出力部２３から入力したりするようにしても良い。

[0039] （計測部）

計測部３５は、少なくとも１台の例えば、ハンディ型３Ｄスキャナなどから構成される。３Ｄスキャナとしては、例えばレーザ照射装置や赤外線照射装置などを採用できる。ハンディ型３Ｄスキャナは、機種に応じた焦点距離（例えば２０ｃｍ～４０ｃｍ）を維持しつつ操作する必要があることから、スキャン対象周辺は５０ｃｍ以上の空間が確保することが望ましい。

[0040] 計測部３５は、雄継手１１と雌継手１２との接合の可否を判定する観点からは、計測精度は、所望とするクリアランスの半分以下程度、具体的に例えば、クリアランスが０．７５ｍｍの場合には、（０．７５／２＝）０．３７５ｍｍ以下程度にすることが好ましい。なお、計測精度としては、ねじ継手１０の大きさ、雄ねじ１３や雌ねじ１４のねじ形状などに応じて種々設定され、これらの数値に限定されない。特に、ねじ継手１０は３次元形状であることから、凹凸部によって死角が生じやすいため、操作性の観点からハンディ型の計測機器である、例えばハンディ型３Ｄスキャナが望ましい。なお、通常、ハンディ型３Ｄスキャナの中でも高精度のタイプでは形状計測用のマーカーを対象物に１０ｃｍ程度ごとに貼り付ける必要があったりする。これに対し、ねじ継手１０が大型になる場合には、効率性の観点から形状計測用

のマーカーの貼り付けが不要な、マーカーレスタイプのハンディ型３Ｄスキャナが望ましい。

[0041] 計測部３５を構成するセンサは具体的に、例えばレーザ光などの所定の光の照射および反射によって、設置位置から対象物、例えば雄ねじ１３や雌ねじ１４のねじ表面までの距離を計測可能である。計測部３５は、計測位置から対象物の表面までの距離を２次元的な位置情報に関連付けて計測する、いわゆるセンシングを実行可能である。センシングとは、計測部３５によって行われる各種計測を含む。２次元的な位置情報としては、ｘｙ平面による座標（ｘ，ｙ）や距離ｒおよび回転角θにおける座標（ｒ，θ）などを用いることができる。２次元的な位置情報に対応した距離の情報にも基づいて、雄ねじ１３や雌ねじ１４の表面のねじ形状を３次元的に計測可能となる。

[0042] また、計測部３５の機材を選定する際には、解像度は高精度であるほど好ましい。この場合、解像度は、雄継手１１と雌継手１２との接合の可否を判定に用いるクリアランスに影響を与えるねじの形状を精度良く再現できる程度であれば良い。本実施形態においては、雄ねじ１３や雌ねじ１４のねじの形状に局所的な凹凸が生じにくい場合もあることから、解像度は１ｍｍ程度以下であれば良いが、この数値に限定されるものではない。また、スキャンしたデータ上で雄継手１１と雌継手１２とを組み合わせて接合の可否に関する判定を行うことから、方向が一方向に定まらない対象物の場合、スキャンによって認識可能なマーカーや形状による目印を設けることによって、方向性を確保することが望ましい。

[0043] 計測部３５は、センシングによって計測したねじ形状の計測値をクリアランス測定装置２０に出力する。クリアランス測定装置２０の制御部２１におけるクリアランス演算部２１１は、取得した計測値を記憶部２２のクリアランスデータベース２２１に格納する。

[0044] （ねじ加工装置）

ねじ加工装置４０は、ねじ継手１０の雄ねじ１３や雌ねじ１４に対する調整工程用の装置である。ねじ加工装置４０は、制御部４１、記憶部４２、入

出力部４３、およびねじ加工部４５を備える。制御部４１、記憶部４２、および入出力部４３はそれぞれ、機能的および物理的には、制御部２１、記憶部２２、および入出力部２３と同様に構成される。ねじ加工装置４０は、クリアランス測定装置２０に接続される。

[0045] 制御部４１は、記憶部４２に記憶されたプログラムを主記憶部の作業領域にロードして実行し、プログラムの実行を通じて各構成部などを制御することで、所定の目的に合致した機能を実現できる。具体的に、制御部４１は、プログラムの実行によって加工制御部４１１の機能を実現できる。加工制御部４１１は、ねじ加工部４５を制御可能に構成される。

[0046] クリアランス測定装置２０のクリアランス演算部２１１は、記憶部２２に格納されたクリアランスデータベース２２１からクリアランス情報を読み出して、ねじ加工装置４０に出力する。クリアランス情報を取得したねじ加工装置４０は、取得したクリアランス情報を少なくとも一時的に記憶部４２に格納する。制御部４１の加工制御部４１１は、オペレータなどから入出力部４３を通じて雄ねじ１３や雌ねじ１４の干渉個所を修正する指示が入力された場合に、ねじ加工部４５を制御することによって、取得したクリアランス情報に基づいて干渉個所を修正する加工処理を実行する。なお、ねじ加工装置４０は、クリアランス測定装置２０と一体に構成しても良い。さらに、ねじ加工装置４０によって、ねじ継手１０の製造を行うことも可能である。以上により、実施形態の第１例によるねじ継手計測システム１が構成される。

[0047] （実施形態の第２例）

次に、本発明の第２の実施形態によるねじ継手計測システムについて説明する。図４は、第２の実施形態によるねじ継手計測システムを示すブロック図である。図４に示すように、ねじ継手計測システム１Ａは、ネットワーク２を介して互いに通信可能なクリアランス測定装置２０Ａおよび計測端末３０Ａを有して構成される。

[0048] ネットワーク２は例えば、インターネットなどの公衆通信網であって、例えばＬＡＮ（Local Area Network）、ＷＡＮ（Wide Area Network）、携

帯電話などの電話通信網や公衆回線、ＶＰＮ（Virtual Private Network）、および専用線などの一または複数の組み合わせからなる。ネットワーク２は、有線通信や無線通信が適宜組み合わされている。

[0049] ねじ継手計測システム１Ａはさらに、ネットワーク２を介して少なくともクリアランス測定装置２０Ａと通信可能な、ねじ加工装置４０Ａと接続されていても良い。なお、ねじ継手計測システム１Ａは、クリアランス測定装置２０および計測端末３０Ａと、ねじ加工装置４０とを有した構成を採用しても良い。

[0050] （クリアランス測定装置）

クリアランス測定装置２０Ａは、制御部２１、記憶部２２、入出力部２３、および通信部２４を備える。通信手段としての通信部２４は、例えば、ＬＡＮ（Local Area Network）インターフェースボードや、無線通信のための無線通信回路などである。ＬＡＮインターフェースボードや無線通信回路は、ネットワーク２に接続される。通信部２４は、ネットワーク２に接続して、計測端末３０Ａおよびねじ加工装置４０Ａとの間で通信を行う。その他の構成は第１の実施形態におけるクリアランス測定装置２０と同様である。

[0051] （計測端末）

計測端末３０Ａは、制御部３１、記憶部３２、入出力部３３、通信部３４、および計測部３５を備える。制御部３１、記憶部３２、入出力部３３、および通信部３４はそれぞれ、物理的および機能的には、上述した制御部２１、記憶部２２、入出力部２３、および通信部２４と同様の構成を有する。

[0052] さらに、第２の実施形態による計測端末３０Ａにおける計測部３５は、第１の実施形態における計測部３５と同様に構成される。制御部３１は、記憶部３２に記憶されたプログラムを主記憶部の作業領域にロードしてプログラムを実行することにより、所定の目的に合致した機能を実現できる。具体的に制御部３１は、プログラムの実行によって計測制御部３１１の機能を実現できる。計測制御部３１１は、計測部３５を制御可能に構成される。

[0053] （ねじ加工装置）

ねじ加工装置４０Ａは、制御部４１、記憶部４２、入出力部４３、通信部４４、およびねじ加工部４５を備える。通信手段としての通信部４４は、物理的および機能的には、上述した通信部２４と同様に構成され、ネットワーク２に接続される。通信部４４は、ネットワーク２に接続して、少なくともクリアランス測定装置２０Ａとの間で通信を行う。その他の構成は第１の実施形態におけるねじ加工装置４０と同様である。以上により、実施形態の第２例によるねじ継手計測システム１Ａが構成される。

[0054] （第１の実施形態）

（ねじ継手の測定方法）

次に、以上のように構成された実施形態の第１例によるねじ継手計測システム１、または第２例によるねじ継手計測システム１Ａを用いた、ねじ継手１０の計測方法について説明する。図５は、第１の実施形態によるねじ継手１０の計測方法を示すフローチャートである。

[0055] （ねじ継手の製造工程）

図５に示すように、まず、ステップＳＴ１において、ねじ加工装置４０によって継手製造工程を実行する。ステップＳＴ１においてはまず、熱処理によって鍛造リングを製造する。次に、回転切削によって鍛造リングを回転させつつ、切削刃を鍛造リングに当接させて切削することによって、継手に加工する。なお、切削刃の動きに関しては、所定のプログラムに従った加工制御部４１１の制御により自動で制御可能である。ここで、例として継手のねじ形状が多条ねじの場合、１つの部位、すなわち１条が完成するまで同じ場所を少しずつ切削する。１条が完成したら切削刃を次の条に移動させる。継手におけるねじが完成した後、実際に試接合を行って、構造性能を満たす接合完了状態において到達線をアイマークによってマーキングする。その後、接合を解除して、それぞれの継手の外周面（ただし、ねじがない箇所を選ぶ）における開始線に矢印をマーキングして、解除時に雌継手１２のアイマークに対応する雄継手１１に矢印をマーキングする。なお、必ずしも鍛造リングを用いる必要はなく、切削可能な板厚のある鋼管等を用いる場合もある。

[0056] （管接続工程）

次に、ステップＳＴ２に移行して、管接続工程を実行する。ステップＳＴ２においては、まず、ステップＳＴ１において行ったねじ継手の接合を解除する。次に、雄継手１１と雌継手１２のいずれか一方の継手、ここでは例えば雌継手１２を横置きの鋼管に取り付ける。次に、横置き状態の雌継手付き鋼管に雄継手１１の単体を試接合する。この試接合によって到達線に達するか否かを確認した後、接合を解除する。続いて、雄継手１１と雌継手１２の他方の継手、ここでは例えば雄継手１１を横置きの鋼管に取り付ける。

[0057] ここで、鋼製のねじ継手と鋼管との組み合わせの場合は、この試接合によって、溶接による熱変形の影響を許容して、接合完了位置まで接合できるか確認する。なお、鋼製のねじ継手と管が鋼管矢板との組み合わせの場合は、例として鋼管を横につなぐ鋼製の連結継手を溶接した後、ねじ継手を鋼管に溶接する。なお、このステップＳＴ２は実行しないことも可能である。

[0058] （ねじ継手の測定方法）

ここで、本実施形態によるねじ継手の測定方法について説明する。本実施形態においては、加工後のねじ継手の形状を計測する形状計測工程、および計測されたねじ継手の形状に基づいて、ねじ継手の組に対するクリアランス測定工程を含む。これらの形状計測工程およびクリアランス測定工程は、ねじ継手１０が実際に使用される前に実行される。

[0059] （形状計測工程）

すなわち、ステップＳＴ１またはステップＳＴ２を実行後に、ステップＳＴ３に移行して形状計測工程を実行する。形状計測工程においては、まず、ステップＳＴ１において製造された１組のねじ継手１０に対して、計測部３５によって、雄継手１１の雄ねじ１３および雌継手１２の雌ねじ１４のそれぞれのねじ形状を計測する。計測部３５は、計測したねじ形状の計測データをクリアランス測定装置２０に出力したり送信したりする（以下、送信という）。ここで、ねじ継手１０の形状計測工程において、計測部３５を用いたねじ形状の計測は、例えば計測部３５からねじ継手（雄継手１１、雌継手１

２）の表面までの距離を計測することによって行われる。

[0060] また、ねじ継手１０の形状測定工程において、ねじ形状は、ねじ継手（雄継手１１、雌継手１２）を複数の視点から撮像して複数の画像データを取得し、取得した複数の画像を用いたフォトグラメトリによって測定することも可能である。具体的には、計測部３５を構成するハンディ型３Ｄスキャナによって点群データを取得後、取得した点群データを、ポリゴン化（ＳＴＬ化、メッシュ化）して、対象物であるねじ継手１０の３次元計測を行うＣＡＤ系のソフトによって形状計測や仮想配置を実行する。ここで、仮想配置を実現するために例えば、形状を詳細に把握する場合には、ねじの頂点をデータ点にすることなどを実行するのが好ましい。すなわち、ねじの形状を計測するために、ねじの頂点が点群データのデータ点に含まれることが好ましく、実際には、ねじの頂点の曲率半径以下、例えば解像度０．５ｍｍ程度以下にすることが好ましい。

[0061] しかしながら、ねじの形状として局所的な凹凸が生じにくい場合もあり、接合性に影響を与える接触はねじ表面の面的な接触であることを踏まえると、解像度１ｍｍ程度としても良い。また、例としてデータ点の精度の目安としてクリアランスの半分以下、具体的に例えば、クリアランスが０．７５ｍｍであれば０．３７５ｍｍ以下とすることにより、実用上十分な精度での判定ができる。

[0062] なお、３次元計測を行うＣＡＤ系のソフトを用い、雄継手１１と雌継手１２を剛体と見なし、接合判定を行うことから、クリアランスがある場合の合格判定は問題ないが、ある程度干渉する場合においても、継手の弾性体としての変形能力により嵌合できる場合もある。

[0063] 以上より、計測精度、局所的な接触の無視、摩擦抵抗、弾性変形量、使用条件（鉛直、水平、斜等の接合時の方向性や外気温）を考慮した判定基準値を設定（必ずしも０を基準とする必要はなく、例えばデジタル上でのクリアランスが－０．２ｍｍ（仮想干渉量０．２ｍｍ）を基準とし、嵌合可否を判定しても良い。また計測精度によっては、クリアランスが正の値であっても

干渉する場合もあり、適切な判定基準を設定することが望ましい。）することで、判定を高精度化できる。なお、クリアランスの正負は整理する方法にもよるため、負をクリアランスが存在している状態としても良い。

[0064] また、ねじ継手１０においては、必ずしも全体を計測する必要は無く、計測部３５によって、雄継手１１は外面側、雌継手１２は内面側が計測されていれば良い。この場合、計測時間の短縮や計測データの容量を低減することが可能である。また、取得した点群データを、ポリゴン化（ＳＴＬ化、メッシュ化）する際は、所定の表面誤差（例えば０．０１ｍｍ）の範囲内の点を省略し、データ容量の削減を行うこともできる。

[0065] （クリアランス測定工程）

次に、ステップＳＴ４に移行して、クリアランス測定方法としてのクリアランス測定工程について説明する。図６Ａは、第１の実施形態によるクリアランス測定工程を示すフローチャートであり、図６Ｂは、第１の実施形態によるクリアランス測定工程の初期状態の設定方法を示すフローチャートである。なお、図６Ａおよび図６Ｂに示すフローチャートは、クリアランス測定装置２０により実行される。

[0066] （取得ステップ）

図６Ａに示すように、第１の実施形態によるクリアランス測定方法においては、まず、取得ステップとしてのステップＳＴ４１において、クリアランス測定装置２０の制御部２１は、計測部３５から、計測データを取得する。計測データは、ステップＳＴ３において計測部３５によって計測された雄継手１１の雄ねじ１３のねじ形状、および雌継手１２の雌ねじ１４のねじ形状に関する計測データである。

[0067] （初期状態設定ステップ）

次に、初期状態設定ステップとしてのステップＳＴ４２に移行して、制御部２１のクリアランス演算部２１１は、取得した雄ねじ１３および雌ねじ１４のねじ形状の計測データに基づいて、雄継手１１と雌継手１２との初期状態を設定する。

[0068] 本発明において「初期状態」とは、図２Ａに示すように、管軸方向に対する雄継手１１のねじ部分の全長が雌継手１２の内側にほぼ収納され、接合が完了した接合完了状態を基準として、ねじ理論に基づいて、鉛直移動および回転を行い、所定の初期状態を設定したものである。ここで、「接合完了状態」とは換言すると、雄継手１１が雌継手１２にねじ込まれた状態で、ねじが進む方向にほぼ回らなくなった状態を意味し、理想的には、図２Ａに示すように、雄継手１１のねじの無い部分と雌継手１２の先端部とが接する、いわゆるショルダータッチの状態でもある。なお、ねじ理論による鉛直移動は、１／条数（回転）当たりのねじピッチ分の鉛直方向への移動である。また、接合完了状態から初期状態への鉛直移動量は、ねじピッチとねじ数との乗算（ねじピッチ×ねじ数）によって算出され、回転数は、乗数の逆数とねじ数との乗算（１／条数（回転）×ねじ数）によって算出される。なお、鉛直移動と回転との順番についてはいずれの順番であっても良く、限定されない。また、ねじ数を全ねじ数とすると、図２Ｂに示すように接合開始直前の離間した状態となるが、任意の山数とすることによって半接合状態からの判定を開始することができる。

[0069] 具体的に図６Ｂに示すように、制御部２１は、ステップＳＴ４１（図６Ａ参照）において取得したデータを初期設定用のデータとして取得する（ステップＳＴ４１１）。次に、例えば図２Ａに示すような雄継手１１および雌継手１２が接合した状態を設定する（ステップＳＴ４１２）。次に、ステップＳＴ４１３に移行して、ねじ理論による鉛直移動を実行する。また、ステップＳＴ４１４に移行して、ねじ理論による回転移動を実行する。ステップＳＴ４１３，ＳＴ４１４は逆順に実行しても良い。または、ステップＳＴ４１５において、接合時にねじが接触開始する状態を設定する。ステップＳＴ４１５による処理は、接合時に雄継手１１と雌継手１２とのねじが接触開始する図２Ｂに示す状態の設定となるが、１箇所に決定されることから所定の初期状態として設定可能である。

[0070] その後、ステップＳＴ４１６に移行して、ステップＳＴ４１３，ＳＴ４１

４、ＳＴ４１５の処理に基づいて、所定の初期状態を設定する。なお、ステップＳＴ４１３，ＳＴ４１４、ＳＴ４１５のいずれか１つの処理のみを実行しても、全ての処理を実行しても、ステップＳＴ４１３，ＳＴ４１４と、ＳＴ４１５とのいずれかの処理のみを実行するようにしても良い。以上により、制御部２１は、雄継手１１を雌継手１２に所定位置まで鉛直移動および回転移動を行って、いわゆる緩めた状態を、所定の初期状態として設定する。

[0071] 本発明は、接合完了状態を基準とし、上述したねじ理論に基づいて雄継手１１を雌継手１２に所定位置まで鉛直移動および回転移動を行って緩めた状態を所定の初期状態として設定した上で、この所定の初期状態からクリアランスの測定を開始することが、最大の特徴である。

[0072] 通常、実物を用いて接合確認する場合、雄ねじと雌ねじとが組み合う位置（継手の周方向に対するねじの開始位置）を動かしながら特定することになる。ここで、１条ねじの場合においては、継手の周方向に対するねじの開始位置が１箇所のみであり、上述したねじ継手の条件によっては、初期状態となる初期位置の特定は困難になる。多条ねじの場合においては、継手の周方向に対するねじの開始位置が複数存在する一方、特定の開始位置での使用が想定されている場合、初期状態となる初期位置の特定が困難になる。特に、コンピュータなどを使用して仮想的に接合を模擬する場合、雄ねじと雌ねじとが組み合う位置の設定は、周方向や軸方向に亘って複数の条件が考えられるため、雄ねじを雌ねじにねじ込むねじ込みの開始自体がさらに困難になる。

[0073] しかしながら、雄ねじと雌ねじとの接合が完了した接合完了位置は、仮想的や仮想上の場合を含め、いかなる環境であっても容易に設定できる。そこで、本発明においては、接合完了位置を基準とし、上述したねじ理論に基づいて雄継手１１を雌継手１２に所定位置まで、鉛直移動および回転移動を行って緩めた所定の初期状態を設定し、雄ねじを雌ねじに接合させながらクリアランスの測定を行うことによって、クリアランス測定工程を単純化し、ねじ継手または接続されている管の状態にかかわらず、より簡便にクリアラン

スの測定を行うことができる。

[0074] （クリアランス測定ステップ）

次に、クリアランス測定ステップとしてのステップＳＴ４３においては、計測データに基づいて、雄ねじ１３と雌ねじ１４との間のクリアランスを導出する。クリアランスの導出は、制御部２１のクリアランス演算部２１１によって、雄ねじ１３および雌ねじ１４における所定の初期状態から、あらかじめ設定された個所において実行される。なお、本明細書においてクリアランスとは、隙間または遊びなどとも称されるものである。

[0075] ここで、図７Ａ、図７Ｂ、および図７Ｃに、計測位置の座標系の作成方法を示す。すなわち、図７Ａに示すように、雄継手１１の雄ねじ１３の断面や、雌継手１２の雌ねじ１４の径方向に沿った断面を作成するための平面を作成し、図７Ｂに示す断面線Ｌを作成する。次に、断面線から直線Ｉを２本作成して、交点Ｃを作成する。次に、図７Ｃに示すように、曲線を指定した点（指定点）との誤差が最小になる円（以下、フィット円）を作成する。このフィット円の中心点と複数の交点Ｃとによって、座標系を作成する。なお、図７Ａ～図７Ｃによって説明した座標系の作成方法はあくまで一例に過ぎず、座標系の作成や設定は任意の方法で行うことが可能である。

[0076] 図６Ａに戻り、このように作成した座標系に基づいて、あらかじめ設定された個所として、雄継手１１や雌継手１２の横断面（図１、図２Ａ、および図２Ｂにおいて上下方向に対して垂直な平面）における円の中心に対して、円周状で例えば９０°ずつずらした４個所を選択することができる。なお、あらかじめ設定された個所として、円の中心に対して円周上で例えば４５°ずつずらした８個所とすることも可能であり、必ずしも所定の位置や個数に限定されない。

[0077] ステップＳＴ４３においてクリアランス演算部２１１は、上述したように、あらかじめ設定された４個所や８個所の位置において、ねじ形状のデータからねじの断面図を生成して、雄ねじ１３と雌ねじ１４とのねじ間のクリアランスｃを導出する。このように、図７Ａ～図７Ｃに示すようにして測定点

の求め方を設定することによって、クリアランス演算部２１１は、定められた箇所を所定の方法で自動的に算出可能となる。なお、クリアランス測定装置２０の入出力部２３に、クリアランス演算部２１１が生成したねじの断面図を出力させ、作業者が目視でクリアランスの有無を判断して、入出力部２３からクリアランスの有無を入力するようにしても良い。

[0078] また、第１の実施形態によるクリアランス測定装置２０のクリアランス演算部２１１によって生成された、データ化されたねじ継手１０の断面の一例を図８および図９に示す。図８は、データ化したねじ継手１０の雄ねじ１３と雌ねじ１４とが互いに干渉せず、接合している状態の一部を拡大して示す断面図である。図９は、データ化したねじ継手１０の雄ねじ１３と雌ねじ１４とが部分的に干渉しており、適切に接合していない状態の一部を拡大して示す断面図である。

[0079] 図８に示すように、ねじ山１３ａ，１４ａとねじ底１３ｂ，１４ｂとの間にそれぞれ干渉が生じていない場合には、雄継手１１と雌継手１２との接合ができている状態となる。ここで、例えば、適切に接合する雄ねじ１３のねじ山１３ａの高さｈは、例えば５．０ｍｍである。なお、ねじ山１３ａ，１４ａの中央は、雄ねじ１３の角部と角部との距離の半分で一番近い点とする。また、白点ｐは、雄継手１１の雄ねじ１３および雌継手１２の雌ねじ１４に対して、十分な解像度を確保できる計測点である。これらの白点ｐが多い程、雄ねじ１３および雌ねじ１４の中央の位置の判定精度を向上できる。

[0080] ねじ山１３ａ，１４ａの高さｈは、ねじ山１３ａ，１４ａの中央とスタビング側の底との距離とする。また、雄ねじ１３のねじ山１３ａと雌ねじ１４のねじ底１４ｂとの間の径方向のクリアランスｃは例えば０．７５ｍｍとする。なお、クリアランスｃは、ねじ山１３ａの中央とねじ底１４ｂの中央とを結んだ線のうち、雄継手１１の回転軸の半径方向成分とする。すなわち、雄継手１１のねじ山１３ａの周方向に接する面の雄継手１１の径の中心からの距離ｒ１と、雌継手１２のねじ底１４ｂの雄継手１１の径の中心からの距離ｒ２とからは、クリアランスｃは、ｃ＝ｒ２－ｒ１として導出できる。

[0081] クリアランスｃとしては、必ずしも上述した定義に限定されず、ねじ継手１０の接合の可否に応じた種々の定義を設定できる。例えば、クリアランスｃの他の定義の例としては、ねじ山１３ａ，１４ａの頂点を考慮した位置の決め方を採用することも可能である。すなわち、計測する頂点どうしをあらかじめ決定して、斜めに結ばれる場合においては、結ばれた頂点どうしの半径方向や軸方向に対応する距離を計測して、クリアランスｃとすることも可能である。また、雄継手１１におけるそれぞれの点または点と点とを結んだ線、すなわちメッシュごとに法線方向に距離を計測して、接合状態での雌継手１２と接した際の距離、すなわち最短距離をクリアランスｃに設定しても良い。反対に、雌継手１２から雄継手１１に向かう方向に距離を計測しても良い。

[0082] 一方、図９に示すように、雄継手１１と雌継手１２との位置関係から、ねじ山１３ａ，１４ａとねじ底１３ｂ，１４ｂとの間の少なくとも一部に干渉（干渉部分Ｅ）が生じている場合には、雄継手１１と雌継手１２との接合ができていない状態となる。ここで、例えば、適切に接合していない状態の雄ねじ１３のねじ山１３ａの高さｈは、例えば５．０ｍｍである。雌ねじ１４のねじ底１４ｂと雄ねじ１３のねじ山１３ａとの間の径方向のクリアランスｃは、例えば－１ｍｍ、すなわち径方向に１ｍｍだけ干渉することになる。

[0083] なお、上述した図８および図９の例においては、ねじピッチＰは例えば１２．５ｍｍであるが、限定されない。ねじピッチＰとは、ある１条における雄ねじ１３のねじ底１３ｂの端から次の１条の雄ねじ１３のねじ底１３ｂの始まる位置までの軸方向の距離である。または、ねじピッチＰは、ある１条の雌ねじ１４のねじ山１４ａの端から次の１条のねじ山１４ａの始まる位置までの軸方向の距離である。１条ねじの場合、ねじピッチＰは、１回転したときにねじが進む距離を意味する。一方、多条ねじの場合、ねじピッチＰは、ねじの条数によって１回転した際に進む距離が異なることから、一定の距離としてのねじピッチＰが定義することが困難であるため、本明細書においては上述のように定義しているが、必ずしも上述した定義に限定されない。

[0084] クリアランス演算部２１１は、あらかじめ設定された例えば４個所や８個所の複数の個所において導出したクリアランスｃの結果をクリアランス情報として、クリアランスデータベース２２１に格納する。なお、クリアランスｃは、雄継手１１および雌継手１２において、あらかじめ設定された複数の個所における接合している部分の全てのねじ山１３ａ，１４ａおよびねじ底１３ｂ，１４ｂについて導出する。その上で、回転軸に対する半径方向に沿った最小のクリアランスｃを導出する。クリアランス演算部２１１は具体的に、所定の計測ソフトウェアによって、それぞれの縦断面（図７Ｂ参照）において雄継手１１の雄ねじ１３と雌継手１２の雌ねじ１４とのクリアランスｃが回転軸の半径方向で最小となる値を抽出する。また、導出したクリアランスｃの情報については、管種データベース２２２に格納された管種情報のねじ継手識別ＩＤと関連付けて、記憶部２２に格納しても良い。

[0085] （クリアランス判定ステップ）

次に、クリアランス判定ステップとしてのステップＳＴ４４に移行して制御部２１の判定部２１２は、記憶部２２のクリアランスデータベース２２１からクリアランス情報を読み出して、所定の基準に従って接合の可否の判定を行う。すなわち、判定部２１２は、所定の基準として例えば、雄継手１１の雄ねじ１３と雌継手１２の雌ねじ１４との間におけるクリアランスｃが所定値以下であるか否かに基づいて判定する。なお、所定値としては、任意の値に設定可能であり、本実施形態において所定値は例えば０とする。

[0086] ステップＳＴ４４において判定部２１２が、雄継手１１の雄ねじ１３と雌継手１２の雌ねじ１４との間におけるクリアランスｃは所定値以下、具体的に例えば０以下（ｃ≦０）であると判定した場合（ステップＳＴ４４：Ｙｅｓ）、ステップＳＴ４８に移行する。ステップＳＴ４８において判定部２１２は、測定対象であるねじ継手１０が不合格である情報を出力して、この不合格情報をクリアランス情報としてクリアランスデータベース２２１に格納する。以上により、クリアランス測定工程が終了する。

[0087] ステップＳＴ４４において判定部２１２が、雄継手１１の雄ねじ１３と雌

継手１２の雌ねじ１４との間におけるクリアランスｃは所定値より大きい、具体的に例えば０より大きい（ｃ＞０）と判定した場合（ステップＳＴ４４：Ｎｏ）、ステップＳＴ４５に移行する。すなわち、あらかじめ設定された複数個所において接合している部分におけるクリアランスｃが、所定値より大きい状態であれば、干渉は生じず、雄継手１１と雌継手１２とは接合可能であると判定される。ここで、所定値を０とした場合、判定部２１２は、クリアランスｃが常に正（ｃ＝ｒ２－ｒ１＞０）の状態であれば、干渉は生じず、雄継手１１と雌継手１２とは接合可能であると判定できる。なお、干渉部分Ｅは、ねじ部の半径方向のみならず、ねじ部の管軸方向やねじ部以外の箇所においても生じる可能性はあることから同様に判定しても良い。しかしながら、ねじ継手１０においては、ねじ部の半径方向の変形が最も生じやすいことから、判定部２１２は、ねじ部の半径方向のクリアランスが上述した条件（ｃ＞所定値）を満たせば、接合可能と判定できる。なお、今回は静的検討として、計測ソフトやＣＡＤを用いた継手全体の形状が変形せずに剛であると仮定して検討する方法を採用したが、動的検討として、部分的な微小干渉により継手の形状が弾性変形することや摩擦抵抗なども考慮して検討する方法も採用できる。動的検討としては、ＦＥＭや機構解析などによる動的解析を行い、荷重、トルク、接触、摩擦などの変動に基づいて干渉を判定する。

[0088] （接合判定ステップ）

接合判定ステップとしてのステップＳＴ４５において判定部２１２は、ねじ継手１０において、雄継手１１と雌継手１２とが接合が完了しているか否かを判定する。判定部２１２が、雄継手１１と雌継手１２とは接合が完了していると判定した場合（ステップＳＴ４５：Ｙｅｓ）、ステップＳＴ４７に移行する。

[0089] ステップＳＴ４７において判定部２１２は、測定対象であるねじ継手１０が合格である情報を出力して、この合格情報をクラアランス情報としてクリアランスデータベース２２１に格納する。クリアランス演算部２１１は、仮

想的に雄継手１１と雌継手１２との接合が外れた状態まで、雄ねじ１３および雌ねじ１４の全周に対するクリアランスｃを導出することができる。以上により、クリアランス測定工程が終了する。

[0090] 一方、ステップＳＴ４５において判定部２１２が、雄継手１１と雌継手１２とは所定の位置まで回転しておらず、接合は完了していないと判定した場合（ステップＳＴ４５：Ｎｏ）、ステップＳＴ４６に移行する。

[0091] （回転状態設定ステップ）

回転状態設定ステップとしてのステップＳＴ４６においてクリアランス演算部２１１は、接合した雄継手１１と雌継手１２とに対して、あらかじめ定められた回転角度、具体的には例えば９０°や４５°だけ、接合する向きに進行するような回転方向に回転させた状態を設定する。ここで、ステップＳＴ４６において実行される回転状態設定ステップについて詳細に説明する。

[0092] すなわち、データ化されている雄継手１１と雌継手１２とを、初期状態から接合時における回転方向に回転させて接合完了することを検討する。このデータにおいて仮想的に実行する接合の際に、雄ねじ１３および雌ねじ１４における全てのねじ部において、全ての断面で干渉が生じない場合、雄継手１１と雌継手１２とは接合可能であると判定できる。反対に、少なくとも一部において、干渉が生じる場合、すなわちクリアランスｃが所定値以下であった場合には、接合不可能と判定できる。

[0093] このように、まず、雄継手１１と雌継手１２との所定の初期状態を設定し、接合する向きに進行するように回転を開始することによって、判定を行うことが好ましく、本実施形態において重要な特徴である。ねじ継手１０において雄継手１１と雌継手１２とを離間させた接合開始状態から、接合する向きに進行するように雄ねじ１３および雌ねじ１４を回転させつつ干渉度合を導出する場合、単に雄継手１１と雌継手１２とを接触させた位置から回転接合を開始すると、回転を進めてみないと、最終的に回転接合が完了する位置に到達可能か否かを確認できない。この場合、雄継手１１と雌継手１２との位置の変更を繰り返して、実際に回転接合が完了する位置に到達するような

位置を探索する必要が生じる。これに対し、本実施形態のように、接合完了状態を基準とした所定の初期状態から回転させる場合には、雄継手１１と雌継手１２との初期位置は１か所に決定されるため、位置の探索を省略可能となる。ここで、データ化されたものではなく、実物のねじ継手１０において接合確認を行う場合、接合開始の初期位置を動かしながら特定することが可能である。データ化された仮想上で接合確認を仮想的に行う場合、初期状態の設定、すなわち接合開始の初期位置の設定を、周方向や軸方向などで複数検討して探索する必要があり、仮想のデータにおいて、雄継手１１と雌継手１２とを回転接合させるのは極めて困難である。これに対し、接合完了位置を特定することは比較的容易である。これにより、接合完了状態を基準とし、上述したねじ理論に基づいて雄継手１１を雌継手１２に所定位置まで、垂直移動および回転移動させて緩めた状態を所定の初期状態として設定した上で、回転させることによって接合を行いつつ干渉の有無の確認を行うことによって、ねじ継手１０の測定処理を単純化して効率化することが可能となる。

[0094] 次に、ステップＳＴ４６におけるクリアランス演算部２１１が実行する具体的な手順について説明する。まず、図２Ａおよび図２Ｂに示すようにデータ化した雄継手１１および雌継手１２をステップＳＴ４２において設定した初期位置に仮想配置する。

[0095] そのためにまず、雄継手１１および雌継手１２の回転軸をそれぞれ抽出する。具体的に例えば雄継手１１においては先端部の外径、雌継手１２においては先端部の内径を例えば４点や８点などの複数点選択する。

[0096] 次に、選択点とのずれが最小となるフィッティング円を作成して、フィッティング円の中心を回転軸に設定する。

[0097] 雄継手１１と雌継手１２とにおいて回転軸を一致させ、アイマークの位置に合わせショルダータッチする状態を導出する（４点や８点等の複数の断面にて、ショルダー間距離が設定値以内となるように回転軸の位置や角度を微調整）。この状態を接合完了位置とする。なお、回転軸の設定や接合完了位

置の設定は任意の方法を採用することが可能であり、上述した方法以外に種々の方法を採用できる。

[0098] 次に、雄継手１１と雌継手１２との回転軸を一致させてショルダータッチした接合完了状態を基準とし、ねじ理論（（１／条数）回転あたりねじピッチ分鉛直に移動）に基づいて、鉛直移動と回転を行い、所定の初期状態を設定する。

[0099] この状態にて、あらかじめ定められた例えば４５°や９０°などの角度間隔以下の縦断面（図７Ａ～図７Ｃ参照）において、全てのねじ山１３ａ，１４ａに対し回転軸の半径方向に沿った最小のクリアランスを導出する。ここでクリアランスがマイナスになる部分も測定する。なお、それぞれの縦断面において雄継手１１および雌継手１２のねじ部のクリアランスが回転軸の半径方向に最小となる値を計測ソフトにより抽出する。より具体的には、全体の最小値を導出したり、ねじ山１３ａ，１４ａの複数のねじ山ごとに最小値を導出したりする。さらに、条件に応じて目視や代表点を用いた検討なども可能である。また、雄継手１１におけるそれぞれの点または点と点を結んだ線、すなわちメッシュごとに法線方向に距離を計測して、接合状態での雌継手１２と接した際の距離、すなわち最短距離をクリアランスｃに設定しても良い。反対に、雌継手１２から雄継手１１に向かう方向に距離を計測しても良い。

[0100] その後、あらかじめ設定された回転角度だけ接合方向に回転させる。ここで、回転する角度は、例えば４５°間隔であったり９０°間隔であったりするが限定されない。回転の角度に応じた軸方向の移動量については、雄ねじ１３や雌ねじ１４のねじピッチＰによって決定される。なお、クリアランスを導出する断面の設定や回転の間隔を４５°以下や９０°以下としたのは、ねじ継手１０が周方向に連続しており、局部的な変形が生じにくく、４５°～９０°程度の間隔で確認したとしても、干渉の有無を十分に検出可能であるためである。

[0101] 回転において干渉が生じた場合、雄継手１１の回転軸を回転軸の半径方向

に沿ったクリアランスが大きい方に移動させた状態を設定し、その段階で干渉の有無を確認する。さらに干渉する場合は、雄継手１１および雌継手１２の回転軸の軸方向に沿って移動させた状態を設定し、干渉しない位置を探索する。さらに干渉する場合は、必要に応じて回転軸の角度を調整させた状態に設定し、干渉しない位置を探索する。干渉しない位置が特定された場合、その位置から改めて回転を開始する。なお、回転軸の移動の順序は上記手順に限らず任意の手順で実施して良い。また回転軸を移動させないで、適切な基準値を設定することにより、干渉の有無を判定するようにしても良い。また、対象断面と１８０度対象位置の断面のクリアランスを用いて判定基準と比較することで、実際に移動させずとも判定は可能である。

[0102] 以上の手順を繰り返して、雄継手１１と雌継手１２とを回転させて接合完了まで実行する。これらの手順において、全ての雄ねじ１３および雌ねじ１４とのクリアランスが所定値、例えば０より大きければ接合可能と判定し、所定値以下であれば接合不可と判定する。

[0103] ステップＳＴ４６による回転状態設定ステップが終了した後、ステップＳＴ４３に移行して、あらかじめ設定された個所において接合している部分のクリアランスｃを導出する。制御部２１は、ステップＳＴ４３～ＳＴ４６を、クリアランスｃが所定値以下になる（ステップＳＴ４４：Ｙｅｓ）か、雄継手１１と雌継手１２との接合が完了する（ステップＳＴ４５：Ｙｅｓ）まで繰り返し実行する。その後、判定部２１２は、測定対象であるねじ継手１０の合格または不合格の情報をクラアランス情報としてクリアランスデータベース２２１に格納する。以上により、クリアランス測定工程が終了する。第１の実施形態によるクリアランス測定工程によれば、クリアランスｃが所定値以下になった段階で不合格と判定していることにより、ねじ継手１０における不合格品が判明するまでに要する時間を短時間化することができる。

[0104] その後、図５に示すステップＳＴ５に移行して、制御部２１は入出力部２３に対して、測定対象であるねじ継手１０の合格または不合格の情報を出力する。なお、不合格と判定されたねじ継手１０は、ねじ継手１０の実物に印

をつけるなどしておいても良い。なお、不合格と判定されたねじ継手１０は、後述する調整工程を実行するか廃棄するかなどを適宜選択できる。以上により、ねじ継手の測定処理が終了する。

[0105] 以上説明したねじ継手の測定方法に基づいて、ねじ継手１０の品質を管理することが可能である。

[0106] すなわち、ねじ継手１０の品質管理方法においては、まず、ステップＳＴ１において継手製造工程によってねじ継手１０を製造する。次に、ステップＳＴ３による継手計測工程によって、ねじ継手１０の雄ねじ１３および雌ねじ１４のねじ形状を計測する。

[0107] その後、ステップＳＴ４において、継手計測工程によって得られた測定結果を用いて、クリアランスを測定することによって、品質管理工程として、ねじ継手１０の品質を管理することが可能である。

[0108] （第１変形例）

次に、上述した第１の実施形態によるクリアランス測定工程の第１変形例について説明する。図１０は、第１変形例によるクリアランス測定工程を説明するためのフローチャートである。第１の実施形態によるクリアランス測定方法においては、クリアランスが所定値以下の個所が見出された段階でクリアランス測定処理が完了している。これに対し、第１変形例によるクリアランス測定工程においては、第１の実施形態によるクリアランス測定工程と異なり、クリアランスの測定を合格不合格に関わらず、ねじ継手１０の雄継手１１および雌継手１２の全周を測定する場合を想定している。

[0109] すなわち、図１０に示すように、ステップＳＴ４２１～ＳＴ４２３についてはそれぞれ、上述した第１の実施形態によるステップＳＴ４１～ＳＴ４３と同様である。第１変形例においては、ステップＳＴ４２３の実行後において、ステップＳＴ４２４に移行する。ステップＳＴ４２４においてクリアランス演算部２１１は、あらかじめ設定された例えば４個所や８個所の複数の個所において導出したクリアランスｃの結果をクリアランス情報として、クリアランスデータベース２２１に格納する。その後、ステップＳＴ４２５に

移行する。ステップＳＴ４２５，ＳＴ４２６はそれぞれ、第１の実施形態によるステップＳＴ４５，ＳＴ４６と同様である。また、第１変形例においては、クリアランスが所定値以下であるか否かを判定する処理を実行しない。その他の処理は第１の実施形態と同様であるので、説明を省略する。

[0110] （第２変形例）

次に、上述した第１の実施形態によるクリアランス測定工程の第２変形例について説明する。図１１は、第２変形例によるクリアランス測定工程を説明するためのフローチャートである。第１の実施形態によるクリアランス測定方法においては、クリアランスが所定値以下の個所が見出された段階でクリアランス測定処理が完了している。これに対し、第２変形例によるクリアランス測定工程においては、第１の実施形態によるクリアランス測定工程と異なり、クリアランスの測定を、所定値以下であるか否かに関わらず、ねじ継手１０の雄継手１１および雌継手１２の全周を測定した後にまとめて所定値との比較に基づく判定を行う場合を想定している。

[0111] すなわち、図１１に示すように、ステップＳＴ４３１～ＳＴ４３４についてはそれぞれ、上述した第１変形例によるステップＳＴ４２１～ＳＴ４２４と同様である。第２変形例においては、ステップＳＴ４３４の実行後にステップＳＴ４３５に移行する。ステップＳＴ４３５においてクリアランス演算部２１１は、第１の実施形態によるステップＳＴ４６と同様の回転状態設定ステップであるステップＳＴ４３５を実行する。ステップＳＴ４３６に移行する。

[0112] ステップＳＴ４３６において判定部２１２は、ステップＳＴ４５と同様にして接合が完了か否かを判定する。

[0113] ステップＳＴ４３６において判定部２１２がねじ継手１０の接合が完了していないと判定した場合（ステップＳＴ４３６：Ｎｏ）、ステップＳＴ４３３に移行して、ステップＳＴ４３３～ＳＴ４３６を繰り返し実行する。

[0114] ステップＳＴ４３６において判定部２１２がねじ継手１０の接合が完了したと判定した場合（ステップＳＴ４３６：Ｙｅｓ）、ステップＳＴ４３７に

移行する。

[0115] ステップＳＴ４３７において判定部２１２は、第１の実施形態によるステップＳＴ４４と同様にして、雄継手１１と雌継手１２とのクリアランスｃが所定値以下であるか否かを判定する。ステップＳＴ４３７において判定部２１２が、雄継手１１と雌継手１２とのクリアランスｃは所定値以下である部分が存在しないと判定した場合（ステップＳＴ４３７：Ｎｏ）、クリアランス測定工程を終了する。ステップＳＴ４３７において判定部２１２が、雄継手１１と雌継手１２とのクリアランスｃは所定値以下であると判定した場合（ステップＳＴ４３７：Ｙｅｓ）、干渉情報付与ステップとしてのステップＳＴ４３８に移行する。干渉情報付与ステップとなるステップＳＴ４３８において判定部２１２は、クリアランスｃが所定値以下の箇所に、干渉箇所としてフラグを立てる。次に、判定部２１２は、干渉箇所に関するフラグをクリアランス情報として記憶部２２のクリアランスデータベース２２１に格納する。以上により、クリアランス測定工程が終了する。

[0116] 第１変形例および第２変形例によるクリアランス測定工程によれば、製造現場においてクリアランスの設定を行いたい場合や、クリアランスの判定結果をリアルタイムや短時間で得る必要性が低い場合に利用できる。特に、第２変形例によるクリアランス測定工程は、クリアランスが所定値以下の位置やクリアランスが所定値以下の部分がないなどのクリアランス情報を第３者に提供することが可能になる。そのため、クリアランス測定工程を製造現場とは異なる場所で実行する場合に対応しやすくなる。

[0117] 以上説明した本発明の第１の実施形態によるねじ継手１０の測定方法によれば、ねじ継手１０の製造が完了した後や施行前に接合の可否の確認を実行できる。また、従来は、雄継手１１や雌継手１２が回るか否かで判断していたが、ねじ山１３ａ，１４ａの干渉をねじ間のクリアランスとして測定結果に基づいた情報によって確認できるため、正確性を確保できる。また、ねじ継手１０の接合完了状態を基準とした所定の初期状態から開始するため、接合の開始位置を探索する必要がなく、さらには干渉箇所の早期発見も可能に

なり、効率的にねじ継手１０のクリアランスの測定を開始できる。さらに、外径、長さ、重量などのねじの状態に関わらず、工場などの現場における事前の接合確認を安全で簡易化できる。本実施形態によるねじ継手１０の測定方法の利用場所は工場などに限定されず、施工現場の置き場などでも利用できる。具体的に例えば、施工現場において、追加部材の溶接の取り付けや、運搬などによる損傷や、直射日光の過度に受光した場合などにおいて、ねじ継手１０の変形が懸念される場合に、施工現場の置き場において計測部３５によって雄継手１１や雌継手１２の形状を計測し、実際の接合前に接合判定を行うこともできるので、トラブルにより現場作業が停止するのを最小限に抑制できる。

[0118]（第２の実施形態）

次に、本発明の第２の実施形態によるねじ継手の測定方法について説明する。図１２は、第２の実施形態によるねじ継手１０の測定方法を説明するためのフローチャートである。第２の実施形態によるねじ継手１０の測定方法は、クリアランスｃを雄継手１１および雌継手１２におけるねじ山１３ａ，１４ａのねじ全周において判定した後、ねじ継手１０ごとに合否判定を実行する。また、第１の実施形態と異なり、クリアランス測定工程（ステップＳＴ４）から、クリアランス判定ステップとしてのステップＳＴ４４（図６Ａ参照）を、合否判定工程として分離している。

[0119] すなわち、図１２に示すように、第２の実施形態によるねじ継手１０の測定方法においては、第１の実施形態と同様に、ステップＳＴ１～ステップＳＴ４を実行する。その後、第１の実施形態によるステップＳＴ５に代えて、ステップＳＴ６において合否判定工程を実行する。また、第２の実施形態においては、ステップＳＴ４におけるクリアランス測定工程としては、第１変形例または第２変形例によるクリアランス測定工程を採用することが好ましい。

[0120] ステップＳＴ６における合否判定工程は具体的に、ステップＳＴ４によってクリアランス演算部２１１が、例えばステップＳＴ４２３，ＳＴ４３３の

実行によって導出した、雄ねじ１３および雌ねじ１４の全周のクリアランス情報に基づいて、判定部２１２がねじ継手１０の接合の合格不合格を判定する。すなわち、判定部２１２が記憶部２２のクリアランスデータベース２２１からクリアランス情報を読み出して取得し、取得したクリアランス情報に基づいて、ねじ継手１０の接合における合格不合格を判定する。判定部２１２による合格不合格の判定基準としては、種々の基準を採用可能である。上述したクリアランス判定ステップとしてのステップＳＴ４４（図６Ａ参照）と、同様の方法を利用できる。具体的に、例えばクリアランスｃが所定値以下であるか否かを判定する。ここで、所定値は例えば０とする。クリアランスｃが所定値以下、すなわち０以下となる箇所を干渉個所とした場合、あらかじめ設定された箇所数以上である場合を不合格、それ以外の場合を合格とする判定が可能である。または、０以下の箇所や干渉個所とフラグが付けられた箇所が１個所でも存在した場合を不合格、１個所も存在しない場合を合格とする判定などを採用可能である。すなわち、第３変形例によるクリアランス測定工程において、クリアランスｃが所定値以下の箇所の数や干渉個所のフラグの数に応じて合否を判定することが可能である。

[0121] また、合否判定工程において、第２変形例によるステップＳＴ４３８と同様にして、ねじ継手１０の合否のみならず、クリアランス情報に含まれる測定されたクリアランスｃに基づいて、クリアランスｃがあらかじめ設定された所定値以下の箇所を干渉個所として、フラグを立てるようにしても良い。この場合、フラグがあらかじめ設定された所定数以上の場合に不合格、所定数未満であれば合格などとすることが可能である。

[0122] 合否判定工程において合格と判定された場合（ステップＳＴ６：Ｙｅｓ）、ステップＳＴ６１に移行して、ねじ継手１０が合格であることを入出力部２３などに出力したり、通信部２４およびネットワーク２を介して、外部に送信したりすることができる。これに伴って、合格と判定されたねじ継手１０が出荷可能となる。他方、合否判定工程において合格と判定された場合（ステップＳＴ６：ＮＯ）、ステップＳＴ６２に移行する。不合格と判定され

たねじ継手１０は廃棄したり再度調整したりすることが可能である。この場合、必要に応じて、対象となるねじ継手１０のクリアランス情報をねじ継手の識別ＩＤを関連付けて、ねじ加工装置４０，４０Ａに送信することができる。

[0123] 第２の実施形態によれば、第１の実施形態と同様の効果を得ることができる。さらに、第２の実施形態によれば、クリアランス情報を利用して、ネットワーク２を介して外部の処理装置によって合否の判定を行ったり、ねじ継手１０の検査結果の情報を共有したりすることが可能になる。

[0124] （第３の実施形態）

次に、本発明の第３の実施形態によるねじ継手の測定方法について説明する。図１３は、第３の実施形態によるねじ継手１０の測定方法を説明するためのフローチャートである。第３の実施形態によるねじ継手１０の測定方法は、第１の実施形態と異なり、ステップＳＴ４においてクリアランス測定工程を行った後に調整工程を実行する方法である。

[0125] すなわち、図１３に示すように、第３の実施形態によるねじ継手１０の測定方法においては、第１の実施形態と同様に、ステップＳＴ１～ステップＳＴ４を実行する。その後、第１の実施形態によるステップＳＴ５に代えて、ステップＳＴ７において調整工程を実行する。また、第３の実施形態においては、ステップＳＴ４におけるクリアランス測定工程としては、第１の実施形態、第１変形例、または第２変形例によるクリアランス測定工程を採用することが可能である。

[0126] （調整工程）

次に、ステップＳＴ７における調整工程について説明する。図１３に示すように、測定されたクリアランスｃを基づいて不合格、または干渉個所が存在すると判定されたねじ継手１０に対して、クリアランス測定工程の後に調整工程を実行する。調整工程は、後述する調整ステップを備える。なお、前段に実行されるクリアランス測定工程において例えば合格または不合格の情報の出力がない場合、ステップＳＴ７において後述するそれぞれの調整ステ

ップの前に第２の実施形態によるステップＳＴ６（合否判定工程）を実行しても良い。

[0127] （調整ステップ）

ステップＳＴ７であるねじ継手１０に対する調整工程は、調整が必要であるねじ継手１０の組が合格と判定されるまで、形状計測工程、クリアランス測定工程、および調整工程を繰り返し実行可能である。さらに、調整工程内において、調整ステップ前に合否判定工程を実行することも可能である。調整ステップとしては、例えば上述の通りの方法から、ねじ継手１０の仕様や目的によって、適切な方法を適宜選択して採用することができる。

[0128] すなわち、調整ステップにおける第１の方法は、例えば多条ねじなどから構成されるように、ねじ継手１０の接合開始位置が複数存在する場合、仮想上で接合開始位置を変更して、判定部２１２によって合否判定工程を実行して合否判定を行う方法である。ここで、合否判定工程において合格した時点で、実物に対応する位置に完了および開始の位置をマークするようにする。

[0129] 次に、調整ステップにおける第２の方法は、仮想上でねじ継手１０の一部を雄継手１１や雌継手１２に要求される耐力を満たす範囲内での切削を考慮して、ねじ形状を修正したねじ継手１０を対象として、合否判定工程を改めて実行して、合否判定を行う方法である。干渉が小さい場合には、例えば１．２程度の安全率の範囲内における切削を考慮して、仮想上で合格した時点で実物に対してグラインダーなどで切削を行うことが可能である。以上の第１の方法および第２の方法は、計測部３５による再度の３Ｄスキャン操作が不要の方法である。

[0130] 次に、調整ステップにおける第３の方法は、実物のねじ継手の一部を熱変形による矯正によって修正し、改めて計測部３５によって計測を行い、合否判定工程を再度実施して、合否判定を行う方法である。なお、熱変形による矯正は、溶接熱やバーナ加熱、必要に応じてジャッキを用いた圧縮や引張などにより実行される。

[0131] 次に、調整工程における第４の方法は、新たにねじ継手１０を製造して改

めて計測部３５によって計測した後、合否判定工程を再度実施して、合否判定を行う方法である。なお、新たにねじ継手１０を製造するとは、新規製造のみならず、継手付き鋼管の場合においては、ねじ継手１０を管１５，１６から取り外して、再度取り付けたものも含む。なお、同じねじ継手１０が複数ある場合は、対応する雄継手と雌継手の組み合わせを変更することで、合否判定工程において合格となるねじ継手とすることもできる。

[0132] 第３の実施形態によれば、第１の実施形態と同様の効果を得ることができる。さらに、第３の実施形態によれば、調整工程を有していることにより、ねじ継手１０を新たに調整工程によって合格品に調整することが可能となる。

[0133] （第４の実施形態）

次に、第４の実施形態について説明する。第４の実施形態においては、ねじ継手の計測システムとして、実施形態の第２例によるねじ継手計測システム１Ａを採用するとともに、第１の実施形態によるクリアランス測定工程を採用する。第４の実施形態においては、クリアランス測定装置２０Ａを、固定した情報処理装置から構成したり、ネットワーク２を介して計測端末３０Ａと通信可能なサーバから構成したりすることが可能である。この場合、計測端末３０Ａは、通信部３４およびネットワーク２を介してクリアランス測定装置２０Ａと通信可能な独立した計測部３５を有する端末として構成される。

[0134] ここで、計測端末３０Ａの制御部３１は、クリアランス測定装置２０Ａから送信されたクリアランス情報を入出力部３３に表示するなどして出力可能である。なお、入出力部３３に表示するクリアランス情報としては、ねじ継手１０の合否の結果や、雄継手１１の雄ねじ１３や雌継手１２の雌ねじ１４の干渉個所の断面図の拡大表示など、種々の情報を出力可能である。

[0135] また、制御部３１は、クリアランス測定装置２０Ａからネットワーク２を介して受信した各種情報を、選択して入出力部３３から出力することが可能である。例えば、クリアランス測定装置２０Ａから計測端末３０Ａに合格お

よび不合格の両方の情報を含むクリアランス情報が送信された場合であっても、制御部３１は、不合格が送付された場合だけ不合格であることを入出力部３３から出力するように制御可能である。さらに、計測端末３０Ａは、通信部３４およびネットワーク２を介して、ねじ加工装置４０Ａと通信可能であることから、ねじ加工装置４０Ａは、計測端末３０Ａからクリアランス測定装置２０Ａを通じてねじ加工装置４０Ａにクリアランス情報を供給して、干渉個所を修正することができる。

[0136] （第５の実施形態）

次に、第５の実施形態について説明する。第５の実施形態においては、ねじ継手の計測システムとして、実施形態の第２例によるねじ継手計測システム１Ａを採用する。また、ねじ継手１０の測定方法として、図１２に示す第２の実施形態によるねじ継手の測定方法を採用する。この場合、第１変形例または第２変形例によるクリアランス測定工程を採用する事が好ましい。第５の実施形態においては、クリアランス測定装置２０を、固定した情報処理装置から構成しても、ネットワーク２を介して計測端末と通信可能なサーバから構成することが可能である。この場合、計測端末３０Ａは、通信部３４およびネットワーク２を介してクリアランス測定装置２０と通信可能な独立した端末から構成される。

[0137] 第５の実施形態において計測端末３０Ａの制御部３１は、クリアランス測定装置２０Ａの制御部２１における判定部２１２と同様の機能を有する。なお、クリアランス測定装置２０Ａとの通信によって、クリアランス測定装置２０Ａの判定部２１２と同様の処理を実行可能に構成しても良い。この場合、計測端末３０Ａの制御部３１は、クリアランス測定装置２０Ａから受信したクリアランス情報に基づいて、図１２に示すステップＳＴ６における接合判定工程を実行可能である。

[0138] 第４および第５の実施形態においては、計測端末３０Ａを独立して使用することができるので、種々の現場においてねじ継手１０の測定および合否判定を実行することが可能である。

[0139] 以上、本発明の実施形態について具体的に説明したが、この発明は、上述の実施形態に限定されるものではなく、この発明の技術的思想に基づく各種の変形が可能である。例えば、上述の実施形態において挙げた数値、材料はあくまでも例に過ぎず、必要に応じてこれと異なる数値、材料を用いても良い。

[0140] 例えば上述したそれぞれの実施形態やそれぞれの変形例において、判定部２１２は、所定の基準として、雄継手１１の雄ねじ１３と雌継手１２の雌ねじ１４との間におけるクリアランスｃが所定値以下であるか否かに基づいて判定したが限定されず、所定の基準として、所定値未満であるか否かに基づいて判定しても良い。同様に、所定の基準として、所定値以上または所定値超えであるか否かに基づいて、ステップＳＴ４４やステップＳＴ４３７の「Ｙｅｓ」と「Ｎｏ」を入れ替えても良い。これらの場合であっても、所定値としては、０以上の値に設定可能である。

[0141] 例えば上述した実施形態によるねじ継手の測定方法において、ハンディ型３Ｄスキャナに適用する形状計測ソフトウェアやハイエンドＣＡＤなどを用いて、手動または自動で実行可能である。自動で実行する場合には、上述したステップＳＴ４３～ＳＴ４６、ステップＳＴ４２３～ＳＴ４２６などの繰り返し処理を、クリアランス測定装置２０の制御部２１によるソフトウェアプログラムを用いて実行可能である。これにより、ねじ継手の測定方法のより一層の効率化を実現できる。

産業上の利用可能性

[0142] 本発明は、管を接合する管の継手構造に適用して好適なものである。

符号の説明

[0143] １，１Ａ　ねじ継手計測システム

２　ネットワーク

１０　ねじ継手

１１　雄継手

１２　雌継手

１３　雄ねじ

１３ａ，１４ａ　ねじ山

１３ｂ，１４ｂ　ねじ底

１４　雌ねじ

１５　管

２０，２０Ａ　クリアランス測定装置

２１，３１，４１　制御部

２２，３２，４２　記憶部

２３，３３，４３　入出力部

２４，３４，４４　通信部

３０Ａ　計測端末

３５　計測部

４０，４０Ａ　ねじ加工装置

４５　ねじ加工部

２１１　クリアランス演算部

２１２　判定部

２２１　クリアランスデータベース

２２２　管種データベース

３１１　計測制御部

４１１　加工制御部

請求の範囲

[請求項1] 雄継手と前記雄継手に対応した雌継手とを有するねじ継手の組に対して、前記雄継手のねじと前記雌継手のねじとの間のクリアランスを測定するクリアランス測定方法であって、

前記雄継手と前記雌継手とのそれぞれのねじ形状のデータに基づいて、前記雄継手と前記雌継手との初期状態を設定する初期状態設定ステップと、

前記初期状態において、前記雄継手のねじと前記雄継手のねじに対応する前記雌継手のねじとの間のクリアランスを測定するクリアランス測定ステップと、

前記クリアランス測定ステップ後、前記雄継手と前記雌継手との接合が完了状態でなかった場合には、前記接合を行う方向にあらかじめ定められた角度だけ回転させた状態を設定する回転状態設定ステップと、を備え、

前記クリアランス測定ステップから前記回転状態設定ステップまでを、前記接合が完了した状態になるまで繰り返し実行する

クリアランス測定方法。

[請求項2] 前記クリアランス測定ステップにおいて測定されたクリアランスと所定の基準とに基づいて、前記ねじ継手の組に関して合否を判定するステップと、

前記クリアランス測定ステップにおいて測定されたクリアランスと所定の基準とに基づいて干渉個所と判定された箇所に対して、前記干渉個所の情報を付与する干渉情報付与ステップと、の少なくとも一方のステップと、を備える

請求項１に記載のクリアランス測定方法。

[請求項3] 雄継手と前記雄継手と対応した雌継手とを有するねじ継手の組に対し、前記雄継手のねじ形状と前記雌継手のねじ形状とをそれぞれ計測する形状計測工程と、

前記形状計測工程において計測されたねじ形状のデータに基づいて、請求項１または２に記載のクリアランス測定方法によって、前記ねじ継手の組ごとにクリアランスを測定するクリアランス測定工程と、を備える

ねじ継手の測定方法。

[請求項4] 雄継手と前記雄継手と対応した雌継手とを有するねじ継手の組を製造するねじ継手の製造方法であって、

ねじ継手を製造する継手製造工程と、

前記継手製造工程によって作成された雄継手と雌継手とを有する前記ねじ継手の組に対し、請求項３に記載のねじ継手の測定方法を実行する継手計測工程と、を備える

ねじ継手の製造方法。

[請求項5] 雄継手と前記雄継手と対応した雌継手とを有するねじ継手の組に対する品質を管理するねじ継手の品質管理方法であって、

前記ねじ継手を製造する継手製造工程と、

前記継手製造工程によって作成された前記ねじ継手の組に対して、請求項３に記載のねじ継手の測定方法により前記ねじ継手のねじ形状を計測する継手計測工程と、

前記継手計測工程から得られた結果を用いて、前記作成されたねじ継手の品質を管理する、品質管理工程と、を備える

ねじ継手の品質管理方法。

[請求項6] 雄継手と前記雄継手に対応した雌継手とを有するねじ継手の組に対して前記雄継手のねじと前記雌継手のねじとの間のクリアランスを測定するクリアランス測定装置であって、

前記雄継手および前記雌継手のそれぞれのねじ形状のデータに基づいて、前記雄継手と前記雌継手との接合が完了した接合完了状態を設定する接合完了状態設定処理と、

前記接合完了状態において、前記雄継手のねじと前記雄継手のねじ

に対応する前記雌継手のねじとの間のクリアランスが測定された後、前記雄継手と前記雌継手との接合が完了した状態でなかった場合には、前記接合を行う方向にあらかじめ定められた角度だけ回転させた状態を設定する回転状態設定処理とを、

前記接合が完了した状態になるまで繰り返し実行する制御部を備える

クリアランス測定装置。

[請求項7] 前記制御部は、

前記回転状態設定処理の前に、前記初期状態において、前記雄継手のねじと前記雄継手のねじに対応する前記雌継手のねじとの間のクリアランスを測定するクリアランス測定処理を実行する

請求項６に記載のクリアランス測定装置。

[請求項8] さらに、通信部を備え、

前記通信部は、前記制御部によって、

前記雄継手および前記雌継手のそれぞれのねじ形状のデータの取得処理と、前記クリアランス測定処理によって得られたクリアランスに関する情報の出力処理との少なくとも一方を実行する

請求項６に記載のクリアランス測定装置。

[請求項9] 雄継手と前記雄継手と対応した雌継手とを有するねじ継手の組に対して、前記雄継手のねじ形状と前記雌継手のねじ形状とのそれぞれを計測可能に構成された計測部と、

前記計測部によって計測された前記ねじ形状のデータに基づいて、前記ねじ継手の組ごとにクリアランスを測定する、請求項６～８のいずれか１項に記載のクリアランス測定装置と、を備える

ねじ継手の計測システム。

[請求項10] 雄継手と前記雄継手に対応した雌継手とを有するねじ継手の組に対して、前記雄継手のねじと前記雌継手のねじとの間のクリアランスを測定可能に構成され、制御部によって制御される計測端末であって、

前記制御部の制御によって、前記雄継手のねじ形状と前記雌継手のねじ形状とをそれぞれ計測する計測部と、

前記制御部の制御によって、計測された前記ねじ形状をデータとして請求項６～８のいずれか１項に記載のクリアランス測定装置に出力する出力処理、および前記クリアランス測定装置から、前記ねじ継手の組ごとに前記クリアランスに関する情報を取得する取得処理の少なくとも一方の処理を実行する、通信部と、

前記制御部の制御によって、取得した前記情報をあらかじめ定められた形式によって出力可能な出力部と、を備える

計測端末。

[請求項11] 前記制御部は、

取得した前記クリアランスに関する前記情報と所定の基準とに基づいて、前記ねじ継手の組に関して合否を判定する処理と、

取得した前記クリアランスに関する前記情報と所定の基準とに基づいて干渉個所と判定された箇所に対して、前記干渉個所の情報を付与する干渉情報付与処理と、の少なくとも一方の処理を実行する

請求項１０に記載の計測端末。

[請求項12] 請求項１０に記載の計測端末と、

前記計測端末によって計測されたねじ形状のデータに基づいて、前記ねじ継手の組ごとにクリアランスを測定する請求項６～８のいずれか１項に記載のクリアランス測定装置と、を備える

ねじ継手の計測システム。

[請求項13] 雄継手と前記雄継手と対応した雌継手とを有するねじ継手の組に対するねじ継手の品質を管理する、ねじ継手の品質管理方法であって、

請求項６～８のいずれか１項に記載のクリアランス測定装置の制御部により実行されるクリアランス測定処理から得られたクリアランスに関する情報を用いて、前記ねじ継手の組に対する品質を管理する

ねじ継手の品質管理方法。