

明 細 書

発明の名称：

シール施工管理方法、シール施工管理装置、シール施工管理プログラムおよびシール施工管理システム

技術分野

[0001] 本発明は、配管、弁、ポンプなどを連結するフランジ締付けに用いられるシール施工の管理技術に関する。

背景技術

[0002] 配管連結や配管に対するポンプなどの接続にはフランジ継手が用いられる。このフランジ継手のフランジ間にはガスケットを挟み込み、フランジの複数箇所に配置したボルトおよびナットで締付けが行われる。この締付けにはトルクレンチなどの締付け工具が使用される。

[0003] この締付け工具に関し、回転駆動源に電動式のモーターが用いられる工具では、モーターに電流パルスの間欠的に加え、検出トルクに応じて電流値を制御し、目標トルクに到達した際に電流パルスを停止させることが知られている（たとえば、特許文献1）。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開2002-1676号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] ところで、フランジ継手の締め付けには複数箇所に配置されたボルトおよびナットに対し締付け工具から締付けトルクを付与する。この締付けにトルク管理が可能な工具を用いれば、所望の締付けトルクをボルトおよびナットに付与すればよく、画一的かつ均一な締付けが可能となる。

[0006] しかしながら、フランジやガスケットは多種多様であり、適合するガスケ

ットの選定には相当な経験が必要である。しかも、フランジに配置された複数のボルトの締付け手順も画一的ではないし、トルク管理が可能な締付け工具を用いてもそれだけで施工管理が軽減されるものではない。依然として、施工の信頼性を高めるには習熟した作業者によることが望ましく、習熟のための訓練や経験を必要とし、作業者の負担は過大で、シール施工の管理は極めて重要である。

[0007] 斯かるシール施工において、片締めや圧壊などの回避のため、対角締め、周回締めなど、締付け方法の選択や組み合わせの他、施工者の技量、能力や経験などが施工精度に影響し、施工にばらつきが生じる。

[0008] そこで、本発明の目的は斯かる課題に鑑み、締付け箇所巡回数や締付け箇所に応じて出力トルクの設定を自動化し、シールの施工管理の容易化、施工精度の向上を図ることにある。

また、本発明の他の目的は、斯かる課題に鑑み、出力トルクの自動設定が可能な締付け工具を使用し、シールの施工管理の容易化および施工精度の向上を図ることにある。

課題を解決するための手段

[0009] 上記目的を達成するため、本発明のシール施工管理方法の一側面によれば、ガasketを挟んだフランジに複数の締付け箇所が設定され、各締付け箇所にボルトおよびナットを備えて締め付けるシール施工管理方法であって、前記締付け箇所の巡回数または前記締付け箇所に応じて前記ボルトまたは前記ナットに付与するトルク値を算出しまたは選定する工程と、前記トルク値を締付け工具に設定する工程と、前記巡回数または前記締付け箇所に応じて段階的または連続的に前記締付け工具の出力トルクを変更する工程とが含まれる。

[0010] 上記シール施工管理方法において、さらに、前記締付け工具の前記巡回数または前記締付け箇所を検出する工程を含んでよい。

[0011] 上記シール施工管理方法において、さらに、前記締付け工具に前記締付け箇所の前記巡回数または前記締付け箇所を設定する工程を含んでよい。

上記シール施工管理方法において、前記ボルトの軸力を検出する工程と、検出した軸力の変化情報および前記ボルトを識別する情報を利用して、前記締付け工具の前記巡回数または前記締付け箇所を検出する工程とを含んでよい。

[0012] 上記目的を達成するため、本発明のシール施工管理装置の一側面によれば、ガスケットを挟んだフランジに複数の締付け箇所が設定され、各締付け箇所にボルトおよびナットを備えて締め付けるシール施工管理装置であって、前記締付け箇所の巡回数または前記締付け箇所に応じて前記ボルトまたは前記ナットに付与するトルク値を算出または選定し、前記トルク値を締付け工具に設定し、前記巡回数または前記締付け箇所に応じて段階的または連続的に前記締付け工具の出力トルクを変更する制御手段を備える。

[0013] 上記シール施工管理装置において、前記締付け工具の前記締付け箇所の前記巡回数または前記締付け箇所を検出する検出手段を備えてよい。

[0014] 上記シール施工管理装置において、前記締付け工具に前記締付け箇所の前記巡回数または前記締付け箇所を設定する設定手段を備えてよい。

[0015] 上記シール施工管理装置において、前記制御手段は、前記締付け工具内に設置され、または前記締付け工具と別個に設置されて有線または無線で接続されてよい。

上記シール施工管理装置において、前記検出手段は、前記ボルトの軸力を検出する軸力センサーを備え、前記軸力センサーで検出した軸力の変化情報および前記ボルトを識別する情報を利用して、前記締付け工具の前記巡回数または前記締付け箇所を検出してよい。

[0016] 上記目的を達成するため、本発明のシール施工管理プログラムの一側面によれば、ガスケットを挟んだフランジに設定された複数の締付け箇所の巡回数または前記締付け箇所に応じてボルトまたはナットに付与するトルク値を算出または選定する機能と、前記トルク値を締付け工具に設定する機能と、前記巡回数または前記締付け箇所に応じて段階的または連続的に前記締付け工具の出力トルクを変更する機能とを前記コンピュータにより実現する。

[0017] 上記目的を達成するため、本発明のシール施工管理システムの一側面によれば、ガスケットを挟んだフランジに複数の締付け箇所が設定され、各締付け箇所にボルトおよびナットを備えて締め付けるシール施工管理システムであって、前記ボルトまたは前記ナットに加えられる出力トルクを段階的または連続的に制御可能な締付け工具と、前記締付け工具に有線または無線により接続され、前記締付け箇所の巡回数または前記締付け箇所に応じて前記ボルトまたは前記ナットに付与するトルク値を算出または選定し、前記トルク値を締付け工具に設定し、前記巡回数または前記締付け箇所に応じて段階的または連続的に前記締付け工具の出力トルクを変更するコントローラーを備える。

発明の効果

[0018] 本発明によれば、次のいずれかの効果が得られる。

(1) フランジの締付け箇所のボルトまたはナットに締付け工具から付与する出力トルクを締付け箇所の巡回数または締付け箇所に応じて段階的または連続的に変更させることにより、各ボルトの軸力を目標軸力に到達させることができる。

(2) フランジの締付け箇所のボルトまたはナットに締付け工具から付与する出力トルクは、締付け箇所の巡回数または締付け箇所に応じて自動的に段階的または連続的に最適値に変更できるので、施工者の技量や勘に影響を受けることがなく、精度の高いシール施工を実現できる。

(3) 複数の締付け箇所の各ボルトの軸力を目標軸力に到達させる巡回数を設定できるので、シール施工の画一化や迅速化を図ることができる。

(4) 施工者の過誤を低減でき、シール施工の信頼性を高めることができる。

[0019] そして、本発明の他の目的、特徴および利点は、添付図面および各実施の形態を参照することにより、一層明確になるであろう。

図面の簡単な説明

[0020] [図1]第1の実施の形態に係るシール施工管理装置を示す図である。

[図2]締付け箇所の巡回形態を示す図である。

[図3]シール施工管理の工程順を示すフローチャートである。

[図4] Aは第2の実施の形態に係るシール施工管理システムを示す図、Bは制御部の機能を示す図である。

[図5]シール施工管理の処理シーケンスを示す図である。

[図6]第3の実施の形態に係るシール施工管理装置を示す図である。

[図7]実施例に係るシール施工管理システムを示す図である。

[図8] Aは締付け工具の一例を示す図、Bは軸力センサーの一例を示す図である。

[図9] Aはコントローラーのハードウェアを示す図、Bは記憶部を示す図である。

[図10]サーバーを示す図である。

[図11]締付け条件テーブルを示す図である。

[図12]トルク値テーブルを示す図である。

[図13]トルク値テーブルの変形例を示す図である。

[図14]シール施工管理システムの処理シーケンスを示す図である。

[図15]締付け管理を用いた検出軸力の推移を示す図である。

発明を実施するための形態

[0021] 〔第1の実施の形態〕

図1は、第1の実施の形態に係るシール施工管理装置を示している。図1に示す構成は一例であり、斯かる構成に本発明が限定されない。

[0022] このシール施工管理装置2-1は配管、弁、ポンプなどを連結するシール施工部4の複数のボルト6およびナット8の締付けおよびその管理に用いられる。シール施工部4は締付け対象の一例であって、フランジ10-1、10-2間にガスケット12が挟み込まれ、複数の締付け箇所にボルト6およびナット8が配置されている。この例ではフランジ10-1、10-2の締付け箇所が周縁上の8箇所、つまり、角度 $\theta = 45^\circ$ の間隔で設定され、8本のボルト6およびナット8が配置されている。

- [0023] このシール施工管理装置 2-1 には締付け工具 14 およびその制御部 16-1 が備えられる。締付け工具 14 にはボルト 6 またはナット 8 に付与する出力トルク T の発生手段であって、出力トルクの加減変更を管理できる工具であればよい。つまり、この締付け工具 14 にはナットランナーなど、一般的な電動工具を用いることができる。
- [0024] この締付け工具 14 では、作業者がグリップ 18 を把持して装置本体 20 を維持し、締付け箇所 P のナット 8 にソケット 22 を嵌合させた後、トリガースイッチ 24 を押下すれば、出力トルク T を締付け箇所 P のナット 8 に付与することができる。
- [0025] 制御部 16-1 は締付け工具 14 の制御手段の一例であり、たとえば、コンピュータで構成される。この制御部 16-1 の機能には、
- a. 締付け箇所 P の巡回数 N または締付け箇所 P に応じてボルト 6 またはナット 8 に付与するトルク値 τ を算出または選定する機能
 - b. 締付け工具 14 にトルク値 τ を設定する機能
 - c. 巡回数 N または締付け箇所 P に応じて段階的または連続的に締付け工具 14 の出力トルク T を変更する機能
- などが含まれる。
- [0026] これら機能 a、b および c において、締付け箇所は、フランジ 10-1、10-2 間に締付け力を付与する場所であり、既述の例ではボルト 6 またはナット 8 の配置位置である。締付け箇所 P の巡回数 N とは、ボルト 6 およびナット 8 の位置 P1、P2・・・Pn を周回する単位数である。
- [0027] トルク値 τ は、締付け箇所 P の目標軸力 F_e に到達させるために設定されるトルクであり、締付け箇所 P の巡回数 N または締付け箇所 P に応じてボルト 6 またはナット 8 に付与すべき値である。このトルク値 τ は、ガasket 12 を含む締付け条件により、目標軸力 F_e に到達させるに必要なレベル値として算出される。このトルク値 τ の算出に代え、予め算出されたトルク値 τ のデータベースから締付け箇所 P の巡回数 N または締付け箇所 P に応じて選定してもよい。

[0028] bにおいて、トルク値 τ は制御部16-1が締付け工具14に出力する制御情報であり、この制御情報を以てトルク値 τ が締付け工具14に設定される。

[0029] cにおいて、締付け工具14の出力トルクTは、制御部16-1により、巡回数Nまたは締付け箇所Pに応じて段階的または連続的に変更される。これにより、各締付け箇所のボルト6またはナット8の軸力を目標軸力 F_e に到達させる。

[0030] 締付け箇所の巡回には、図2のAの矢印aに示すように、位置P1、P2・・・Pnを順番に巡回してもよいし、図2のBの矢印bに示すように、位置P1、P2・・・Pnをフランジ10-1、10-2の直径方向に締付け箇所を変更して巡回してもよい。つまり、位置P1、P2・・・Pnを番号順に連続して締付け箇所を変更してもよいし、締付け箇所を所定数だけ規則的にスキップして巡回してもよい。したがって、巡回数Nは、位置P1、P2・・・Pnを順番に連続した巡回の計数値に限定されず、所定位置をスキップした巡回を単位として計数した計数値でもよい。

[0031] 図3は、この制御部16-1を用いたシール施工管理の工程を示している。

この施工管理はシール施工管理方法の一例であり、ガスケット12を挟んだフランジ10-1、10-2に複数の締付け箇所が設定され、各締付け箇所にボルト6およびナット8を備えて締め付ける工程(S101、S102、S103、S104、S105、S106)が含まれる。

[0032] このシール施工管理では、シール施工に当たり(施工前または施工中)、締付け箇所の巡回数Nまたは締付け箇所Pに応じてボルト6またはナット8に付与するトルク値 τ が算出されまたは選定される(S101)。

算出または選定したトルク値 τ が制御部16-1により締付け工具14に設定される(S102)。

[0033] 締付け箇所の締付け施工において、締付け箇所の巡回数Nまたは締付け箇所Pの変更かが判定される(S103)。締付け箇所の巡回数Nまたは締付

け箇所Pに変更があれば(S103のYES)、締付け箇所の巡回数Nまたは締付け箇所Pに応じて段階的または連続的に締付け工具14の出力トルクTが変更される(S104)。締付け箇所の巡回数Nまたは締付け箇所Pに変更がなければ(S103のNO)、現在の出力トルクTが維持される(S105)。

[0034] そして、各締付け箇所の軸力Fが目標軸力 F_e に到達したかを判定する(S106)。各締付け箇所の軸力Fが目標軸力 F_e に到達していなければ(S106のNO)、S103～S106の各工程を繰り返し、締付け箇所の巡回数Nまたは締付け箇所Pの変更に応じたトルク値 τ の設定が繰り返され、出力トルクTが変更される。

[0035] 各締付け箇所の軸力Fが目標軸力 F_e に到達すれば(S106のYES)、シール施工が完了する。

[0036] 各締付け箇所の軸力Fは各ボルト6から軸力センサーにより検出してもよいし、締付け工具14側にあるトルクセンサーの検出値を用いて算定してもよい。

[0037] <第1の実施の形態の効果>

(1) 施工者の技量や勘に頼ることなく、精度の高い信頼性のあるシール施工を実現できる。

(2) トルク値 τ の算定、設定および出力トルクTの検出を一貫して行うことができ、信頼性の高いシール施工を迅速化できる。

(3) 施工者のシール施工の過誤の低減や、施工者の安全性を高めることができる。

[0038] [第2の実施の形態]

図4のAは、第2の実施の形態に係るシール施工管理システムを示している。図4のAにおいて、図1のAと同一部分には同一符号を付してある。図4のAに示す構成は一例であり、斯かる構成に本発明が限定されない。

[0039] このシール施工管理システム2-2には締付け工具14、制御部16-2および軸力センサー26-1、26-2・・・26-nが備えられる。締付

け工具 14 は既述した構成と同様であるので、その説明を割愛する。

[0040] 制御部 16-2 は、締付け工具 14 の制御手段の一例であり、たとえば、コンピュータで構成される。この制御部 16-2 は、制御部 16-1 (図 1 の A) と同様に締付け工具 14 を制御するが、その制御に軸力センサー 26-1、26-2・・・26-n の検出軸力を用いる点で制御部 16-1 と相違する。軸力センサー 26-1、26-2・・・26-n は、シール施工部 4 にある各ボルト 6 の軸力を検出する軸力検出手段の一例である。この例では、軸力センサー 26-1、26-2・・・26-8 が 8 本のボルト 6 に個別に備えられ、各検出軸力が制御部 16-2 に取り込まれる。制御部 16-2 では各検出軸力 F が目標軸力 F_e に到達したか否かの比較情報、締付け箇所の特定期間情報、締付け箇所の巡回情報などに用いられる。

[0041] この制御部 16-2 では図 4 の B に示すように、第 1、第 2 および第 3 の機能 28、30、32 を実現する。機能 28 では、締付け箇所の巡回数 N または締付け箇所 P に応じてボルト 6 またはナット 8 に付与するトルク値 τ の算出または選定を行う。機能 30 では、締付け工具 14 にトルク値 τ の設定を行う。そして、機能 32 では、巡回数 N または締付け箇所 P に応じて段階的または連続的に締付け工具 14 の出力トルク T を変更または維持する。

[0042] 図 5 は、シール施工管理システム 2-2 のシール施工管理の処理シーケンスを示している。

[0043] シール施工に際し、締付け工具 14 の初期設定を行い (S201)、制御部 16-2 の初期設定を行う (S202)。各軸力センサー 26-1、26-2・・・26-n が各ボルト 6 の軸力を検出し (S203)、制御部 16-2 が各検出軸力の取込みを行う (S204)。制御部 16-2 では、締付け箇所 P の巡回数 N または締付け箇所 P の判定を行う (S205)。この場合、締付け箇所 $P_1 \sim P_8$ の 8 箇所にある 8 本のボルト 6 の番号と検出軸力の変化で各締付け箇所 P を特定でき、巡回数 N はたとえば、8 箇所のボルト 6 の締付けを単位とし、同一のボルト 6 の締付けが一巡する回数で巡回数 N が特定される。

- [0044] 制御部 16-2 は締付け箇所 P の巡回数 N または締付け箇所 P に応じてボルト 6 またはナット 8 に付与するトルク値 τ を算出する (S206)。この算出には選定されているガスケット 12 の締付け条件などを参照し、巡回数 $N=0$ に対してトルク値 τ_0 、巡回数 $N=1$ に対してトルク値 τ_1 、巡回数 $N=2$ に対してトルク値 $\tau_2 \dots$ を算出する。この場合、予め算出したトルク値 τ_0 、 τ_1 、 $\tau_2 \dots$ から巡回数 N に応じたトルク値 τ を選定してもよい。
- [0045] このトルク値 τ は、制御部 16-2 から締付け工具 14 に提供され、設定される (S207)。締付け工具 14 はこのトルク値 τ に応じて出力トルク T_τ を生じる。これにより、締付けの巡回数 N または締付け箇所 P に応じて出力トルク T_τ が段階的または連続的に変更されまたは維持される (S208)。
- [0046] そして、施工者が締付け工具 14 により、締付け箇所 P1 ~ P8 のボルト 6 またはナット 8 に出力トルク T を付与し、締付けを行う (S209)。軸力センサー 26-1、26-2 ... 26-8 は各締付け箇所 P1 ~ P8 のボルト 6 の軸力の検出を行い (S210)、検出軸力が制御部 16-2 に取り込まれる (S211)。
- [0047] 制御部 16-2 は、各検出軸力が目標軸力に到達したかを判定する (S212)。各検出軸力 F が目標軸力 F_e に到達していなければ (S212 の NO)、S205 に戻り、S205 ~ S212 の処理を繰り返す。
- [0048] 各検出軸力 F が目標軸力 F_e に到達すれば (S212 の YES)、締付け終了となり (S213)、締付け工具 14 に通告し、締付けを完了する。この締付け完了は表示装置を用いて告知すればよい。
- [0049] <第 2 の実施の形態の効果>
- (1) 締付け箇所の巡回数 N や締付け箇所 P に応じたトルク値 τ の算出、締付け箇所の巡回数や締付け箇所に対応するトルク値 τ の設定、出力トルク T の締付け箇所の巡回数や締付け箇所に応じて連続的または段階的に変更し、ボルト 6 の軸力 F を目標軸力 F_e に迅速に到達させることができる。

(2) 締付け工具 1 4 からボルト 6 に加えられる出力トルク T を各ボルト 6 から検出軸力 F で捉えて監視できるので、信頼性のあるシール施工を実現できる。

(3) 軸力不足や過剰軸力を生じることなく、目標軸力として適正な軸力を得ることができる。

(4) 締付け箇所Pの巡回はボルト番号順だけでなく、ボルト番号をスキップした種々の形態での締付けを行うことができ、いずれの締付け巡回を用いても適正なシール施工を迅速に行うことができる。

[0050] 〔第3の実施の形態〕

図6は、第3の実施の形態に係るシール施工管理装置を示している。図6において、図1のAと同一部分には同一符号を付してある。図6に示す構成は一例であり、斯かる構成に本発明が限定されない。

[0051] このシール施工管理装置 2-3 には締付け工具 1 4、制御部 1 6-3 および締付け条件設定部 3 4 が備えられる。締付け工具 1 4 はシール施工管理装置 2-1 と同様の構成であるので、その説明を割愛する。

[0052] 締付け条件設定部 3 4 は締付け条件の一例である、締付け箇所Pの巡回数Nまたは締付け箇所Pを設定する。制御部 1 6-3 では、締付け条件設定部 3 4 で設定される締付け箇所Pの巡回数Nまたは締付け箇所Pによりトルク値 τ の算出または選定、締付け工具 1 4 の出力トルク T を制御する。このように、第1の実施の形態の制御部 1 6-1 の機能を制御部 1 6-3 および締付け条件設定部 3 4 で実現してもよい。

[0053] この第3の実施の形態のように、締付け条件設定部 3 4 を用いて締付け箇所Pの巡回数Nまたは締付け箇所Pを設定する構成であっても、上記実施の形態と同様の効果が得られる。

実施例

[0054] 図7は、実施例に係るシール施工管理システムを示している。図7に示す構成は一例であり、斯かる構成に本発明が限定されない。

このシール施工管理システム 2-4 には締付け工具 1 4、コントローラー

16-4 およびサーバーコンピュータ（以下単に「サーバー」と称する）16-5 が備えられる。締付け工具14 は既述した構成と同様であるので、その説明を割愛する。

[0055] コントローラー16-4 は締付け工具14 と有線または無線で接続され、この例ではケーブル36 を以て接続されている。このコントローラー16-4 は単独でまたはサーバー16-5 と連係されるたとえば、コンピュータで構成されている。ケーブル36 の接続に代え、無線接続の一例としてWi-Fi 接続などでもよい。このコントローラー16-4 の前面パネル部38 には複数の入力操作部40 や表示部42 が備えられる。

[0056] このコントローラー16-4 は、コンピュータ処理により、

- a. 締付け箇所の巡回数Nまたは締付け箇所Pに応じてボルト6 またはナット8 に付与するトルク値 τ を算出または選定
- b. 締付け工具14 にトルク値 τ の設定
- c. 巡回数Nまたは締付け箇所Pに応じて段階的または連続的に締付け工具14 の出力トルクTの変更
- d. サーバー16-5 から締付け管理情報の取得
- e. フランジ10-1、10-2 のフランジ情報の取得
- f. ガスケット12 のガスケット情報の取得
- g. ガスケット情報の照合
- h. 締付け条件情報から締付け条件の選定、締付け工具14 への入力
- i. 締付け結果情報の提示
- j. 締付け結果の評価情報の提示

などの処理や機能を実現する。

[0057] このコントローラー16-4 は破線で示す通信媒体44 として有線または無線でサーバー16-5 と連係される。サーバー16-5 はコントローラー16-4 の情報処理を支援し、またはその情報処理を管理するコンピュータであり、たとえば、パーソナルコンピュータを用いればよい。このサーバー16-5 には一例として処理部46、入力操作部48 およびモニター50

が備えられる。

[0058] <締付け工具 14>

図8のAは、締付け工具14のハードウェアの一例を示している。この締付け工具14には一般的な電動工具と同様に制御部52、モーター54、トルクセンサー56が含まれる。

[0059] 制御部52にはコンピュータおよびモーター駆動部が備えられ、コントローラー16-4からトルク値 τ などの制御情報が提供される。モーター54は、トルク値 τ などの締付け情報に応じて駆動し、トリガースイッチ24の導通時、駆動電流がモーター54に供給される。

[0060] モーター54の回転が回転軸58に取り付けられたソケット22に伝達され、このソケット22に嵌合させたナット8に出力トルクTが加えられる。回転軸58にギア機構を備え、モーター54の回転力を所望のギア比でソケット22に伝達させてよい。

[0061] トルクセンサー56はモーター54または回転軸58から出力トルクTを検出し、その検出トルクが制御部52に取り込まれる。このトルクセンサー56は、ボルト6およびナット8の締付けトルクを検出すればよく、締付け工具14の外部に備えてよい。

[0062] 図8のBは、軸力センサー26を備えたボルト6の一例を示している。各ボルト6に軸力センサー26を備え、各ボルト6に加えられる軸力Fを検出すれば、締付け工具14の出力トルクTの値、その増加または減少を測定することができる。軸力センサー26は、たとえば、歪みセンサーを用いればよい。

[0063] <コントローラー 16-4>

図9のAは、コントローラー16-4の一例を示している。コントローラー16-4は、締付け工具14の制御手段であるとともに、シール締付けのシール施工管理装置の一例である。

[0064] このコントローラー16-4はたとえば、コンピュータで構成され、プロセッサ60、記憶部62、入出力部(I/O)64、入力操作部40、通信

部 6 8 および表示部 4 2 が備えられる。

- [0065] プロセッサ 6 0 は処理手段の一例であって、記憶部 6 2 にある OS やシール施工管理プログラムなどの情報処理を行う。この情報処理には、サーバー 1 6 - 5 から締付け条件情報の取得、締付け工具 1 4 へのトルク値 τ を含む締付け条件の入力、締付け工具 1 4 から出力トルク T の取得、締付け状態の監視および評価、評価結果の表示、締付け結果情報の出力などの制御が含まれる。
- [0066] 記憶部 6 2 は OS、シール施工管理プログラム、締付け条件情報、検出情報などの記憶に用いられ、ROM および RAM が備えられる。この記憶部 6 2 には記憶内容を保持可能な記憶素子を用いればよい。
- [0067] I/O 6 4 はプロセッサ 6 0 により制御されて制御情報の入出力に用いられる。この I/O 6 4 には外部機器としてたとえば、バーコードリーダー 7 2 や着脱可能な外部メモリ 7 4 が接続される。バーコードリーダー 7 2 は情報取得部の一例である。外部メモリ 7 4 はログ情報の取出しメモリであり、たとえば、USB (Universal Serial Bus) メモリを用いればよい。
- [0068] 入力操作部 4 0 はキースイッチやタッチセンサーなどを備え、入力情報の入力契機、出力情報の取出し契機、モード切替えなどに用いられる。
- [0069] 通信部 6 8 はプロセッサ 6 0 により制御され、サーバー 1 6 - 5 などの外部機器との無線接続やインターネット接続に用いられる。
- [0070] 表示部 4 2 はプロセッサ 6 0 により制御され、入力情報や出力情報の提示手段の一例である。この表示部 4 2 には状態情報の表示手段としてたとえば、グリーンランプ 7 6 - 1、レッドランプ 7 6 - 2 などが備えられる。正常時、グリーンランプ 7 6 - 1 を点灯させ、異常時、レッドランプ 7 6 - 2 を点灯させる。
- [0071] 図 9 の B は、記憶部 6 2 の記憶内容の一例を示している。この記憶部 6 2 には一時記憶領域 7 8 - 1、記憶領域 7 8 - 2 が備えられる。一時記憶領域 7 8 - 1 にはフランジ情報 8 0、ガスケット情報 8 2、作業者情報 8 4、締付け工具 1 4 から取得した締付け結果情報 8 6 などが一時的に格納される。

[0072] 記憶領域 78-2 には締付け条件テーブル 88、トルク値テーブル 90-1、90-2 などのデータベースが構築される。締付け条件テーブル 88 にはフランジ 10-1、10-2 に関係付けられた締付け条件情報が記録される。トルク値テーブル 90-1、90-2 には巡回形態の異なる巡回数 N やトルク値 τ などのトルク値情報が格納される。

[0073] <サーバー 16-5>

図 10 は、サーバー 16-5 の一例を示している。サーバー 16-5 は、コントローラー 16-4 の支援装置であるとともに、ログ情報の提示手段の一例である。

[0074] サーバー 16-5 には処理部 46 にプロセッサ 92、記憶部 94、入出力部 (I/O) 96、通信部 98 が備えられ、既述の入力操作部 48 およびモニター 50 が備えられる。

[0075] プロセッサ 92 は、記憶部 94 にある OS やシール施工管理プログラムなどの情報処理を行う。この情報処理には、コントローラー 16-4 に対して締付け条件情報の提供、コントローラー 16-4 から締付け結果を表す情報の取得、その締付け結果情報の提示などの処理が含まれる。

[0076] 記憶部 94 は OS、シール施工管理プログラム、締付け条件情報、ログ情報などの記憶に用いられ、ROM および RAM が備えられる。この記憶部 94 には記憶内容を保持可能なハードディスクや半導体メモリなどの記憶装置を用いればよい。

[0077] I/O 96 はプロセッサ 92 により制御されて制御情報の入出力に用いられる。通信部 98 はたとえば、無線によるコントローラー 16-4 などの接続に用いられる。この I/O 96 には外部機器としてたとえば、外部メモリ 100 が接続される。

通信部 98 はプロセッサ 92 により制御され、締付け工具 14、コントローラー 16-4 などの外部機器との無線接続や、インターネット接続に用いられる。

入力操作部 48 は入力情報の入力、出力情報の取出し契機、モード切替え

などに用いられる。

モニター５０は情報提示部、表示部の一例であり、たとえば、締付け条件テーブル８８、トルク値テーブル９０－１、９０－２の表示に用いられる。このモニター５０の画面表示部にはタッチパネル１０２を備え、入力操作部４８に代え、表示情報に対応した入力情報を行うようにしてよい。

[0078] <締付け条件テーブル８８>

図１１は、締付け条件テーブル８８の一例を示している。この締付け条件テーブル８８は締付け条件情報が格納され、サーバー１６－５からコントローラー１６－４に提供される。この締付け条件テーブル８８には締付け条件情報の一例として、適用箇所情報、フランジ情報８０、ガスケット情報８２、締付け結果情報８６などが含まれる。適用箇所情報は実施ラインなどの情報である。フランジ情報８０はフランジ１０－１、１０－２の識別に用いる個別情報である。ガスケット情報８２はガスケット１２の識別に用いる個別情報である。締付け条件にはトルク値情報としてトルク値 τ 、巡回数 N などが格納されるトルク値テーブル９０－１、９０－２とのリンク情報が含まれる。

[0079] この締付け条件テーブル８８には図１１に示すように、ライン情報部１０４、フランジ情報部１０６、ガスケット情報部１０８、ボルト情報部１１０、締付け条件情報部１１２、が含まれる。

[0080] ライン情報部１０４にはたとえば、Line A、Line B・・・など、配管ラインなどの締付け箇所の識別情報が格納される。フランジ情報部１０６には、フランジ１０－１、１０－２を識別するフランジナンバーおよびフランジ寸法などが格納される。ガスケット情報部１０８には、ガスケット１２を識別するガスケット品番およびガスケット寸法などが格納される。ボルト情報部１１０には、ボルト本数などが格納される。締付け条件情報部１１２には締付け条件を識別するための締付け条件ナンバーなどが格納される。

[0081] サーバー１６－５から締付け条件情報として締付け条件テーブル８８が提供されるので、コントローラー１６－４では、サーバー１６－５と締付けに

関する必要な締付け条件情報を把握でき、この締付け条件情報を独立して活用できる。

[0082] <トルク値テーブル 90-1、90-2>

図 12 に示すトルク値テーブル 90-1 は、既述の図 2 の A に示す巡回形態に対応する。このトルク値テーブル 90-1 には、締付け箇所 P の巡回数 $N (= 0, 2 \cdots n)$ および締付け箇所 P ($= P_1, P_2 \cdots P_n$) のトルク値 $\tau (= \tau_{01}, \tau_{02} \cdots \tau_{nn})$ が格納される。これらトルク値 τ は、締め付け対象であるフランジ 10-1、10-2、ガスケット 12 に応じて巡回数 $N (= 0, 2 \cdots n)$ に応じて算出されて格納される。各値はシール施工に際して算出してもよいし、予め算出された値を格納し、これを選択してもよい。

[0083] 図 13 に示すトルク値テーブル 90-2 は、既述の図 2 の B に示す巡回形態を前置した場合のシール施工に対応する。このトルク値テーブル 90-2 には、締付け箇所 P の巡回数 N が 1 未満 ($N < 1$) の場合、締付け箇所 P の角度 θ によって特定された締付け箇所 P ($= P_1, P_2 \cdots P_n$) のトルク値 $\tau (= \tau_{01}, \tau_{02} \cdots \tau_{nn})$ が格納される。締付けの一巡 ($N = 1$) した後のトルク値として、図 12 に示すトルク値テーブル 90-1 と同様のトルク値 τ について、巡回数 $N (= 2 \cdots n)$ に応じて算出されて格納される。各値はシール施工に際して算出してもよいし、予め算出された値を格納し、これを選択してもよいことはトルク値テーブル 90-1 の場合と同様である。

[0084] <シール施工管理の処理シーケンス>

図 14 は、シール施工管理システム 2-42 によるシール施工管理の処理シーケンスを示している。

シール施工に際し、締付け工具 14 の初期設定を行い (S301)、コントローラ 16-4 の初期設定を行う (S302)。この初期設定の後、コントローラ 16-4 とサーバー 16-5 を関係させ、サーバー 16-5 から提供される締付け条件情報をコントローラ 16-4 に取り込む (S30

3)。締付け条件情報の取込みは、締付け条件テーブル88、トルク値テーブル90-1、90-2の取得によって実現される。

[0085] この締付け条件情報を取得したコントローラ16-4では、予め選定されているフランジ10-1、10-2およびガスケット12に対応する締付け条件を選定する(S304)。この締付け条件の選定には、予めトルク値 τ を算出していれば、その値を選定する処理を含んでよい。このように、締付けの準備処理を経て、コントローラ16-4は各軸力センサー26-1、26-2・・・26-nと関係し、各軸力センサー26-1、26-2・・・26-nが各ボルト6の軸力を検出し(S305)、コントローラ16-4が各検出軸力の取込みを行う(S306)。

[0086] コントローラ16-4は、各検出軸力を用いて締付け箇所Pの巡回数Nまたは締付け箇所Pの判定を行う(S307)。つまり、たとえば、締付け箇所P=8箇所から、8本のボルト6の番号と軸力の変化から締付け箇所P1~P8のいずれであるかを特定でき、巡回数Nは締付け箇所P1~P8から選択される複数のボルト6の締付けを単位として一巡する回数を1として巡回数NがN=0ないしnを特定することができることは既述した通りである。

[0087] コントローラ16-4は締付け箇所Pの巡回数Nまたは締付け箇所Pに応じてボルト6またはナット8に付与するトルク値 τ を算出する(S308)。この算出には選定されているガスケット12の締付け条件などを参照し、巡回数N=0に対してトルク値 τ_{01} 、 τ_{02} ・・・、巡回数N=1に対してトルク値 τ_{11} 、 τ_{12} ・・・、巡回数N=2に対してトルク値 τ_{21} 、 τ_{22} ・・・を算出する。この場合、予め算出したトルク値 τ_0 、 τ_{01} 、 τ_{02} ・・・ τ_{nn} から巡回数Nに応じたトルク値 τ を選定してもよい。

[0088] このトルク値 τ は、コントローラ16-4から締付け工具14に提供されて設定される(S309)。締付け工具14はこのトルク値 τ に応じて出力トルクTを生じる。これにより、締付け箇所Pの巡回数Nまたは締付け箇所Pに応じて出力トルクTが段階的または連続的に変更され、または維持さ

れる（S310）。

[0089] そして、施工者が締付け工具14により、締付け箇所Pのボルト6またはナット8に出力トルクTを付与し、締付けを行う（S311）。各軸力センサー26-1、26-2・・・26-nは各締付け箇所Pのボルト6の軸力の検出を行い（S312）、各検出軸力Fがコントローラー16-4に取り込まれる（S313）。

[0090] コントローラー16-4は、各検出軸力Fが目標軸力F_eに到達したかを判定する（S314）。各検出軸力Fが目標軸力F_eに到達していなければ（S314のNO）、S307に戻り、S307～S313の処理を繰り返す。

[0091] 各検出軸力Fが目標軸力F_eに到達すれば（S314のYES）、締付け終了となり（S315）、締付け工具14に入力し、締付けを完了する。この締付け完了は表示装置たとえば、モニター50を用いて提示すればよい。

[0092] この実施例では、締付け終了の後、締付け工具14からコントローラー16-4に対し、締付け結果情報の取込みが行われ（S316）、コントローラー16-4からその締付け結果情報がサーバー16-5に提供される。これを受け、サーバー16-5では、締付け結果情報の表示が行われる（S317）。この表示の中には、施工者情報や締付けの評価情報を含んでよい。

[0093] この処理手順において、以下の処理を含ませてもよい。

a) フランジ10-1、10-2にフランジ情報をバーコードで明示したフランジタグを備え、そのフランジタグからバーコードリーダー72を用いてフランジ情報の取得や、ガスケット12にバーコードで明示されたガスケットタグからガスケット情報を取得し、これらを締付け条件情報に参照してもよい。

b) 取得したフランジ情報やガスケット情報が締付け情報に合致するか否かの判断を行い、その適否の表示を行ってよい。

c) 施工者の識別情報やスキル情報を施工者が所有するIDカードから取得し、この施工者情報を締付け結果情報に反映させてもよい。

[0094] ＜締付け管理を用いたシール施工＞

図 1 5 は、既述の締付け管理による検出軸力の推移を示している。図 1 5 の A、B、C において、締付け箇所 P（＝P 1 ～ P 8）に対応して放射状に中心 O から座標軸 y を取り、中心 O から座標軸を遠ざかる方向に軸力を取る。F は検出軸力であり、F_e は目標軸力である。この例では、巡回数 N＝3 で目標軸力 F_e に到達させる場合を示している。

[0095] 締付け箇所 P の巡回数 N＝1、軸力 F を目標軸力 F_e の 30（％）に設定した場合（F＝0.3 F_e）では、図 1 5 の A に示すように、一例として示した締付け箇所 P（＝P 1 ～ P 8）の各検出軸力 F が得られる。同一軸力を設定しても、フランジ 10-1、10-2 による弾性相互作用による影響で検出軸力 F に変化が見られ、各検出軸力 F で形成される多角形は若干の歪みが生じる。

[0096] 締付け箇所 P の巡回数 N＝2、軸力 F を目標軸力 F_e の 70（％）に設定した場合（F＝0.7 F_e）では、図 1 5 の B に示すように、各締付け箇所 P（＝P 1 ～ P 8）の各検出軸力 F が得られる。

[0097] 締付け箇所 P の巡回数 N＝3、軸力 F を目標軸力 F_e の 100（％）に設定した場合（F＝F_e）では、図 1 5 の C に示すように、各締付け箇所 P（＝P 1 ～ P 8）の各検出軸力 F が得られ、目標軸力 F_e に到達させることができる。

[0098] ＜実施例の効果＞

（1）締付け条件情報から適合する締付け条件が自動的に選択されるので、作業者に締付け条件の管理を強いる必要がなく、締付け条件設定から作業者の負担を軽減できる。作業者の経験や勘に頼る締付け条件の設定を回避して自動化でき、また、書面指示による煩瑣な作業や、書面指示による入力ミスや締付けミスを防止できる。

（2）この締付け条件をサーバー 16-5 から個別的具体的にコントローラー 16-4 に提供できるので、たとえば、全ボルトを同トルクで締め付けるといった概括的作業を回避でき、精緻な締付け結果を実現できる。締付け条

件情報で提供される精度の高いトルク管理を行うことができ、締付け対象である各ボルトに異なるトルク τ による締付けを確実にかつ効率的に行うことができる。作業者の個性や勘に頼る管理を遙に超える精度の高いシール施工管理を実現できる。

(3) 締付け管理が可能な締付け工具を用いてコンピュータを用いた情報処理によりシール施工の自動化、高精度化、簡略化、高効率化を実現でき、作業者の経験や勘に依存しない信頼性の高いシール施工ができる。

[0099] 〔他の実施の形態〕

(1) 上記実施の形態において、締付け工具 14 から出力トルク T が付与されるボルト 6 の軸力を検出する各軸力センサー 26-1、26-2・・・26-n の検出軸力を用いてトルク値 τ を増加させまたは減少させる構成としてもよい。つまり、シール施工管理方法において、締付け工具 14 から出力トルク T が付与されるボルト 6 の軸力を検出する工程、各検出軸力に応じてトルク値 τ または出力トルク T を増加させまたは減少させる工程を含む施工管理方法としてよい。

(2) 上記実施の形態および実施例では、コントローラー 16-4 とサーバー 16-5 を独立した装置として記載しているが、コントローラー 16-4 にサーバー 16-5 の機能を備えてもよい。つまり、コントローラー 16-4 とサーバー 16-5 を一体に構成してもよい。

(3) コントローラー 16-4 はスマートフォンなどの携帯情報端末を用いてもよい。

(4) 上記実施の形態および実施例では、ひとつの締付け工具 14 にコントローラー 16-4 およびサーバー 16-5 を設定した例を示しているが、複数の締付け工具 14 にコントローラー 16-4 およびサーバー 16-5 を設定してもよく、複数のコントローラー 16-4 に単一のサーバー 16-5 を備えてもよい。

[0100] 以上説明したように、本発明の最も好ましい実施の形態や実施例について説明した。本発明は上記記載に限定されるものではない。特許請求の範囲に

記載され、または発明を実施するための形態または実施例に開示された発明の要旨に基づき、当業者において様々な変形や変更が可能である。斯かる変形や変更が、本発明の範囲に含まれることは言うまでもない。

産業上の利用可能性

- [0101] 本発明のシール施工管理方法、シール施工管理装置、シール施工管理プログラムおよびシール施工管理システムは、締付け管理が可能な締付け工具を用いてコンピュータを用いた情報処理によりシール施工の自動化、高精度化、簡略化、高効率化を実現でき、作業者の経験や勘に依存しない信頼性の高いシール施工ができ、有益である。

符号の説明

- [0102] 2－1 シール施工管理装置
 2－2 シール施工管理システム
 2－3 シール施工管理装置
 2－4 シール施工管理システム
 4 シール施工部
 6 ボルト
 8 ナット
 10－1、10－2 フランジ
 12 ガスケット
 14 締付け工具
 16－1、16－2、16－3 制御部
 16－4 コントローラー
 16－5 サーバー
 18 グリップ
 20 装置本体
 22 ソケット
 24 トリガースイッチ
 26－1、26－2・・・26－n 軸力センサー

- 2 8 第 1 の機能
- 3 0 第 2 の機能
- 3 2 第 3 の機能
- 3 4 締付け条件設定部
- 3 6 ケーブル
- 3 8 前面パネル部
- 4 0 入力操作部
- 4 2 表示部
- 4 4 通信媒体
- 4 6 処理部
- 4 8 入力操作部
- 5 0 モニター
- 5 2 制御部
- 5 4 モーター
- 5 6 トルクセンサー
- 5 8 回転軸
- 6 0 プロセッサ
- 6 2 記憶部
- 6 4 入出力部
- 6 8 通信部
- 7 2 バーコードリーダー
- 7 4 外部メモリ
- 7 6 - 1 グリーンランプ
- 7 6 - 2 レッドランプ
- 7 8 - 1 一時記憶領域
- 7 8 - 2 記憶領域
- 8 0 フランジ情報
- 8 2 ガスケット情報

- 84 作業者情報
- 86 締付け結果情報
- 88 締付け条件テーブル
- 90-1、90-2 トルク値テーブル
- 92 プロセッサ
- 94 記憶部
- 96 入出力部（I/O）
- 98 通信部
- 100 外部メモリ
- 102 タッチパネル
- 104 ライン情報部
- 106 フランジ情報部
- 108 ガスケット情報部
- 110 ボルト情報部
- 112 締付け条件情報部