

明 細 書

発明の名称：

ガスケット、その管理の方法、システムおよびプログラム

技術分野

[0001] 本開示はたとえば、配管系統の締結などに用いられるガスケットおよびその管理技術に関する。

背景技術

[0002] ガスケットの締付けには、ボルトによりフランジに加えられる締付けトルクやボルト軸力値が伝統的に用いられている。締付けトルクやボルト軸力値はフランジ間を締め付けるボルトの締付けに関する情報である。

[0003] このガスケットの締付けに関し、締付けトルクを把握するため、ガスケットや内部流体の種類に対応する締付け面圧、複数の締付力、ボルトに関する情報などを用いるシステムが知られている（たとえば、特許文献1）。ボルトの締付けに関し、ボルトに発生するひずみをデータ化し、ボルトの締付け状態を視認化することが知られている（たとえば、特許文献2）。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開2014-225219号公報

特許文献2：特開2015-141345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、ガスケットの締付け管理にボルトの締付けトルクや軸力値が用いられる理由は、ボルトがフランジ間を締付ける手段であること、ボルトひずみを計測すればボルトからの締付け力を容易に把握できることなどがある。

[0006] しかしながら、ボルト、フランジおよびガスケットの関係を精査した結果、ボルトの締付け力は、フランジに作用しており、ガスケットにはフランジ

を媒介として間接的に作用しているにすぎない。つまり、フランジはボルトの締付けによる荷重を受け、この荷重がフランジを介してガスケットに作用しているにすぎない。ボルトに作用させたトルク値や軸力値は、フランジの一部に作用している荷重であり、ガスケットに作用する面圧を表すものではない。

- [0007] このため、ガスケットの締付け管理には次のような課題がある。
- [0008] a) ボルトから取得したトルク値や軸力値はボルトに関する情報であり、ガスケットが受ける面圧を測定しているとは言えない。
- [0009] b) ガスケットがフランジから受ける面圧から見れば、ボルトのトルク値や軸力値は間接的な情報にすぎず、面圧の目安にすぎない。
- [0010] c) ボルトのトルク値や軸力値はボルトやフランジの締付け状態の影響を受け、この変動傾向を無視できない。
- [0011] トルクレンチやボルト軸力計で測定したトルク値や軸力値でガスケットの面圧を推定した場合、ボルトやフランジの締付け状態の影響を受けると、ガスケットに付与される面圧（＝推定面圧）と、実際にガスケットが受ける面圧（＝実面圧）の関係は、

$$\text{推定面圧} \neq \text{実面圧}$$

となる。トルク値や軸力値の測定精度を高めても、推定面圧とガスケットの実面圧が一致しない。ガスケットが受ける面圧を把握することができない。

- [0012] 斯かる課題について、発明者は、ガスケットの形状変化がフランジ間から受ける荷重に依存しており、その形状変化を観測することがガスケットの締付け管理上有益であるとの知見を得た。特許文献 1、2 には斯かる課題の開示や示唆はない。そして、特許文献 1、2 に開示された構成では斯かる課題を解決することができない。
- [0013] そこで、本開示の目的は上記課題および上記知見に基づき、フランジ間で荷重を受けるガスケットの形状変化を直接観測し、ガスケットの締付けの管理にその観測結果を用いてガスケットおよびその管理技術を向上させることにある。

課題を解決するための手段

- [0014] 上記目的を達成するため、本開示のガスケットの一側面によれば、フランジ間に拘束される拘束部に隣接する非拘束部にアウターカットを備え、前記拘束部で受けた荷重により前記アウターカットの形状が変化する。
- [0015] 上記目的を達成するため、本開示の管理方法の一側面によれば、荷重を受けて形状が変化するアウターカットを備えるガスケットをフランジ間に設置する工程と、前記フランジ間に拘束された前記ガスケットに荷重を付加する工程と、前記荷重を受けて変化した前記アウターカットの形状を計測する工程と、前記形状に基づき前記ガスケットの締付けを管理する。
- [0016] 上記目的を達成するため、本開示の管理システムの一側面によれば、ガスケットに備えるアウターカットの形状を計測する計測手段と、前記形状に基づき前記フランジ間の締付けを管理する管理情報を生成する管理サーバと、前記管理情報を提示する情報提示部とを含む。
- [0017] 上記目的を達成するため、本開示のプログラムの一側面によれば、コンピュータにより実現するためのプログラムであって、フランジ間に拘束されて荷重を受けるガスケットに備えたアウターカットの形状情報を取得する機能と、前記形状情報に基づき前記ガスケットの締付けを管理する管理情報を生成する機能と前記管理情報を提示する機能とを前記コンピュータで実現する。

発明の効果

- [0018] 本発明によれば、次の何れかの効果が得られる。
- [0019] (1) フランジ間からガスケットが受ける荷重でガスケットにひずみを生じさせ、このひずみをガスケットのアウターカットの形状変化を顕在化させることができ、アウターカットの形状変化として可視化でき、容易に認識できる。
- [0020] (2) アウターカットの形状変化を観測すれば、ボルトの締付け状態に影響を受けることなく、ガスケットに加えられる荷重を容易に把握でき、ガスケットの締付け管理を適正に行うことができる。

- [0021] (3) アウターカットの形状変化からガスケットに加えられる荷重を推定すれば、この荷重がフランジから受けるガスケットの実面圧と同等であり、締結管理やガスケットの寿命予測など、ガスケットの管理精度を高めることができる。
- [0022] (4) アウターカットの形状変化や、この形状変化から推定される荷重は、ボルトのトルク値や軸力値と異なり、ガスケットの締付け状態を直接反映しているから、斯かる形状変化を観測し、荷重を推定すれば、従事者の技量によらずガスケットの管理精度を高めることができる。
- [0023] そして、本開示の技術の他の目的、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

- [0024] [図1] Aは第1の実施の形態に係るガスケットを示す平面図であり、BはAの1 B部分を拡大して示す斜視図である。
- [図2] 第1の実施の形態に係るフランジ締結部を示す図である。
- [図3] 図2のIII - III 線部の切断端面を示す図である。
- [図4] Aはアウターカット部分を拡大して示す図であり、Bはアウターカットの形状変化を示す図である。
- [図5] AおよびBはアウターカットの変形例を示す図である。
- [図6] 第1の実施の形態に係るガスケット管理システムを示す図である。
- [図7] ガスケット管理データベースを示す図である。
- [図8] Aは比較例を示す図であり、Bは形状観測部の設定を示す図である。
- [図9] 比較例の形状変化と荷重の関係を示す図である。
- [図10] 実施例の形状変化と荷重の関係を示す図である。

発明を実施するための形態

- [0025] [第1の実施の形態]

図1のAは、第1の実施の形態に係るガスケット2を示している。図に示す構成は一例であり、斯かる構成に本開示が限定されるものではない。図1では一例としてX軸、Y軸およびZ軸を併記している。

[0026] このガスケット2はたとえば、ポリテトラフルオロエチレン4フッ化エチレン樹脂（PTFE：Polytetrafluoroethylene）と充填材を配合した材料で加工されたシートガスケットである。ガスケット2にはPTFE以外の樹脂材料やゴム材料を用いてよい。

[0027] このガスケット2には内径側に拘束部2-1、外径側に非拘束部2-2が設定されている。拘束部2-1は、フランジ16-1、16-2（図2、図3）間に接してフランジ16-1、16-2間より荷重Fを受ける領域である。これに対し、非拘束部2-2はフランジ16-1、16-2間に接しない領域である。

[0028] 非拘束部2-2にはアウターカット4-1、4-2、4-3、4-4（以下、特定の位置を指定しない場合には、単にアウターカット4と称する。）が形成されている。各アウターカット4はガスケット2の最外縁部を部分的に切欠いて解放させた切欠き部であって、ガスケット2の形状変化の検出を容易化するための手段である。したがって、各アウターカット4は拘束部2-1に荷重Fを受けた際にガスケット2の形状変化を観測するための形状観測部を構成する。

[0029] <アウターカット4>

図1のBは、図1のAのI B部分にあるアウターカット4を拡大して示している。このアウターカット4では、ガスケット2の最外縁部の周面から中心方向に向かって一定の長さLだけ切り込み、幅Wで解放させた垂直溝であり、この垂直溝をガスケット2の上下面に貫通している。したがって、このアウターカット4ではガスケット2の非拘束部2-2内に垂直面部6および対向面部8-1、8-2を有する。垂直面部6がガスケット2の周面方向に向かって露出し、長さLおよび高さDの対向面部8-1、8-2が一定の幅Wで対向している。高さDはガスケット2の変形前の厚みである。つまり、アウターカット4の対向面部8-1、8-2間の開き幅を計測可能である。

[0030] ガスケット2の形状変化を検出するには、各アウターカット4はガスケッ

ト 2 の複数箇所に設定してよい。フランジ 1 6 - 1、1 6 - 2 から受ける弾性相互作用の影響を回避し、また形状変化の観測精度を高めることから、設定位置に偏りが無いことが好ましい。この実施の形態では、各アウターカット 4 は、X 軸および Y 軸上の 4 箇所に設定され、形状変化の観測を広範囲で観測可能である。

[0031] <フランジ締結部 1 2>

図 2 は、ガスケット 2 を含むフランジ締結部 1 2 を切欠いて示している。このフランジ締結部 1 2 は一例であり、図 1 に示す構成に本開示が限定されるものではない。

[0032] このフランジ締結部 1 2 には、管路 1 4 - 1 側のフランジ 1 6 - 1、管路 1 4 - 2 側のフランジ 1 6 - 2 (図 3)、ガスケット 2、複数のボルト 1 8 およびナット 2 0 が含まれる。

[0033] フランジ 1 6 - 1 は管路 1 4 - 1 の端面に一体に形成され、同様に、フランジ 1 6 - 2 は管路 1 4 - 2 の端面に一体に形成されている。フランジ 1 6 - 1、1 6 - 2 は管路 1 4 - 1、1 4 - 2 より大径であり、複数のボルト 1 8 およびナット 2 0 が所定の角度間隔で取り付けられている。フランジ 1 6 - 1、1 6 - 2 間にはボルト 1 8 およびナット 2 0 より内側にガスケット 2 が設置されている。ガスケット 2 はフランジ締結部 1 2 の封止部材を構成する。したがって、各ボルト 1 8 およびナット 2 0 の締付けにより、フランジ 1 6 - 1、1 6 - 2 に加えられる荷重 F によりガスケット 2 が荷重を受け、管路 1 4 - 1、1 4 - 2 の締結とともに封止が行われる。

[0034] ガスケット 2 の拘束部 2 - 1 は、各フランジ 1 6 - 1、1 6 - 2 に挟まれ、フランジ 1 6 - 1、1 6 - 2 に接して拘束される。非拘束部 2 - 2 は拘束部 2 - 1 の周囲に突出し、フランジ 1 6 - 1、1 6 - 2 に接触しない、つまり、フランジ 1 6 - 1、1 6 - 2 に拘束されない。拘束部 2 - 1 には、ボルト 1 8 およびナット 2 0 の締付けにより、フランジ 1 6 - 1、1 6 - 2 から荷重 F を受ける。これに対し、非拘束部 2 - 2 は、荷重 F を受けない自由端を構成している。

[0035] そして、フランジ 16-1、16-2 から拘束部 2-1 に荷重 F が作用すると、荷重 F による拘束部 2-1 の荷重ひずみが拘束部 2-1 と一体の非拘束部 2-2 に波及し、アウターカット 4 に形状変化を生じさせる。これにより非拘束部 2-2 の各アウターカット 4 は、ガスケット 2 に現れる形状変化を観測するための部位を構成する。

[0036] <拘束部 2-1、非拘束部 2-2 およびフランジ 16-1、16-2 の関係>

図 3 は、図 2 の III-III 線切断端面を示している。ガスケット 2 の拘束部 2-1 は、フランジ 16-1、16-2 の各ガスケット座 22 の間に挟まれて拘束されている。これに対し、非拘束部 2-2 はフランジ 16-1、16-2 間の隙間 24 に突出している。非拘束部 2-2 は拘束部 2-1 と一体で、フランジ 16-1、16-2 間に支持されるとともに、隙間 24 に突出して自由端である。つまり、非拘束部 2-2 は片持ち梁状態にある。

[0037] フランジ 16-1、16-2 から荷重 F を受けて拘束部 2-1 に生じるひずみや変形などが非拘束部 2-2 に形状変化として現れる。この形状変化はアウターカット 4 により容易に観測できる。つまり、非拘束部 2-2 に現れるガスケット 2 の形状変化は、ガスケット座 22 間より押し出されることによるひずみないし変形であり、ガスケット 2 の拘束部 2-1 がフランジ 16-1、16-2 より受ける荷重を表す。

[0038] <アウターカット 4 による形状変化の観測>

アウターカット 4 は、非拘束部 2-2 に生じるひずみを顕著な形状変化として顕在化させ、その観測を容易化するために形成されている。

図 4 の A に示すように、ガスケット 2 の接線方向に X 軸、アウターカット 4 の中心に Y 軸、荷重 F の加わる方向に Z 軸を取ると、拘束部 2-1 にフランジ 16-1、16-2 から荷重 F が加わると、フランジ 16-1、16-2 の間隔方向、この間隔方向と交差方向の形状変化（＝ひずみ）を生じる。この形状変化にはガスケット 2 の周方向の形状変化が含まれる。

[0039] この形状変化における X 軸および Y 軸の方向の形状変化について、図 4 の

Bを参照する。非拘束部2-2は矢印a、bに示すように、径方向に拡張される。 $\Delta Y 1$ は非拘束部2-2が径方向への広がり、 $\Delta Y 2$ はアウターカット4の垂直面部6が径方向への変位を示している。このような変化に伴い、垂直面部6の幅Wは幅W1に拡張され、各対向面部8-1、8-2の終端部の幅Wは幅W2 ($> W 1$)に拡張される。このような形状変化はフランジ16-1、16-2からガスケット2が受ける荷重Fに比例して増減する。この例では、X-Y軸方向の形状変化を例示しているが、Z軸方向や厚み方向の形状変化もアウターカット4の形状に現れることは言うまでもない。

[0040] したがって、フランジ16-1、16-2から荷重Fを受けて拘束部2-1および非拘束部2-2に生じるひずみはアウターカット4の形状変化に増大させて顕在化させ、その観測を容易にすることができる。

[0041] <アウターカット4の変形例>

アウターカット4は、図1のBに示す垂直面部6および対向面部8-1、8-2からなる長形状に限定されない。図5のAおよびBはアウターカット4の変形例を示している。図5において、図1のBと対応する部分には同一符号を付してある。

[0042] アウターカット4は図5のAに示すように、垂直面部6を除き、対向面部8-1、8-2を不平行面に形成し、断面を「V」字の形状に形成してもよいし、たとえば、図5のBに示すように、垂直面部6を湾曲面に形成してもよい。このような形態としても、荷重Fを拘束部2-1で受けて非拘束部2-2に生じる形状変化をアウターカット4から容易に観測できる。

[0043] なお、アウターカット4の空間部分に金属や樹脂などのセンサ部材を設置し、このセンサ部材からアウターカット4の形状変化を取り出してもよい。

[0044] <ガスケット2の管理工程>

ガスケット2の管理工程は本開示の管理方法の一例である。この管理工程には拘束部2-1および非拘束部2-2の生成工程S1、荷重Fの付加工程S2、形状情報の取得工程S3、形状情報などの提示工程S4を含んでいる。各工程に付したS1～S4は、各工程の順序を例示し、引用する用語も便

宜上使用したにすぎない。

- [0045] 拘束部 2-1 および非拘束部 2-2 の生成工程 S 1 : ガスケット 2 がフランジ 1 6-1、1 6-2 間に設置されると、フランジ 1 6-1、1 6-2 と接するガスケット 2 の部分が拘束部 2-1 となり、フランジ 1 6-1、1 6-2 に接しないガスケット 2 の部分が非拘束部 2-2 になる。つまり、ガスケット 2 の拘束部 2-1 および非拘束部 2-2 は、フランジ 1 6-1、1 6-2 間に設置されることにより生成される。
- [0046] 荷重 F の付加工程 S 2 : ガスケット 2 は、フランジ 1 6-1、1 6-2 に拘束される拘束部 2-1 に対し、フランジ 1 6-1、1 6-2 の締付けにより荷重 F が付加される。この荷重 F を受け、ガスケット 2 は拘束部 2-1 にひずみを生じ、非拘束部 2-2 に形状変化を生じる。
- [0047] 形状情報の取得工程 S 3 : 非拘束部 2-2 に現れる形状変化について、管理サーバ 3 0 (図 6) は、ひずみセンサ 2 8 の検出出力を受け、アウターカット 4 の形状情報を取得する。
- [0048] 形状情報などの提示工程 S 4 : 管理サーバ 3 0 は、形状情報を含む提示情報を生成し、情報提示部 3 2 (図 6) により提示する。
- [0049] なお、形状情報の取得工程 S 3 で取得した形状情報に N 次微分 (多段階微分) を施し、形状情報の変化点を際立たせる処理を行ってもよい。この処理結果を提示工程 S 4 で提示情報に反映させれば、形状情報の変化点を明確化できる。
- [0050] <ガスケット管理システム 2 6>
- 図 6 は、管理工程を情報処理により実行するためのガスケット管理システム 2 6 を示している。図 6 に示す構成は一例であり、本開示が斯かる構成に限定されるものではない。図 6 において、図 3 と同一部分には同一符号を付してある。
- [0051] このガスケット管理システム 2 6 はひずみセンサ 2 8、管理サーバ 3 0 および情報提示部 3 2 を備える。
- [0052] ひずみセンサ 2 8 はガスケット 2 のアウターカット 4 に現れる形状変化を

計測し、この形状変化を表す検出信号を出力する。このひずみセンサ28は形状変化を検出して電気信号に変換する手段の一例である。形状変化の観測手段にはひずみセンサ28の他、レーザー変位計、カメラなどを用いてもよい。レーザー変位計はレーザー光をアウターカット4に当て、アウターカット4の形状変化を反射光で検出し、その変化量を観測する。カメラはアウターカット4を撮像し、管理サーバ30がアウターカット4に現れるひずみを画素数で検出し、ひずみに応じた形状情報を取得する。

[0053] 管理サーバ30は通信機能を備えるコンピュータで構成される。この管理サーバ30は、プロセッサ34、記憶部36、入出力(I/O)部38、通信部40を備える。プロセッサ34は記憶部36にあるOS(Operating System)や管理プログラムを実行し、ガasket管理のための情報処理を行う。記憶部36にはOSや管理プログラムを格納する記憶媒体を含む。この記憶部36にはガasket管理データベース(DB)42(図7)が格納される。通信部40はプロセッサ34の制御により、図示していない管理端末と連係して情報の入力や提示を行う。管理端末は、形状情報の取得、ガasket管理DB42の書き込みや読取りなどにも活用される。

[0054] また、情報提示部32は管理サーバ30の制御により形状情報に関係付けられた荷重情報や判定情報を含む管理情報を提示する。

[0055] <管理サーバ30の情報処理>

管理サーバ30の情報処理には、

- a) ひずみセンサ28の検出出力の取込み処理
- b) アウターカット4の形状情報の取得
- c) 形状情報を含む提示情報の生成
- d) 情報提示部32による推定情報の提示

などの処理が含まれる。

[0056] <ガasket管理DB42>

図7は、ガasket管理DB42の一例を示している。このガasket管理DB42には、ガasket管理ファイル44が格納されている。

[0057] このガasket管理ファイル44には、ガasket情報部46、アウターカット情報部47、時間情報部48、荷重情報部50、ひずみセンサ情報部52、検出情報部54、判定情報部56、履歴情報部58が設定されている。

ガasket情報部46には、ガasket2の識別情報の他、ガasket2を特定するための仕様情報が格納される。

[0058] アウターカット情報部47には、アウターカット4-1、4-2、4-3、4-4の形状を表す形状、その配置位置や大きさなどのアウターカット情報が格納される。

[0059] 時間情報部48には計測日時などの時間情報が格納される。

[0060] 荷重情報部50には、フランジ16-1、16-2からガasket2に加えられる荷重Fを表す荷重情報が格納される。

[0061] ひずみセンサ情報部52には、ひずみセンサ28(=28-1、28-2、28-3、28-4)の種別、識別情報などを含むセンサ情報が格納される。

[0062] 検出情報部54には各アウターカット4(=4-1、4-2、4-3、4-4)から得られた形状変化などの計測情報が格納される。

[0063] 判定情報部56には、アウターカット4の計測情報の判定結果や、この計測情報から推定した荷重情報などの判定結果を表す判定情報が格納される。

[0064] 履歴情報部58には、形状情報の取得などの履歴情報が格納される。

[0065] <第1の実施の形態の効果>

この第1の実施の形態によれば、次の何れかの効果が得られる。

[0066] (1) ガasket2にアウターカット4を備えたので、拘束部2-1にフランジ16-1、16-2から荷重Fを受け、拘束部2-1に生じるひずみを非拘束部2-2のアウターカット4の形状変化として可視化できる。つまり荷重Fに対応する形状変化をアウターカット4から容易に観測することができる。

[0067] (2) アウターカット4から各ひずみセンサ28の検出出力によりアウター

カット4の形状情報を取得し、ガスケット2がフランジ16-1、16-2から受ける荷重を形状変化から推定することができる。

[0068] (3) ガスケット2のひずみをアウターカット4の形状変化で観測でき、ボルト18の締付けトルクや軸力の影響を受けることなく、その形状変化からガスケット2が受けている荷重を推定し、ガスケット2の締付け状態を判定できる。

[0069] (4) ガスケット2の締付け状態に従事者の技量に影響されることなく、管理精度を高めることができる。

[0070] [第2の実施の形態]

第2の実施の形態に係るガスケット2の管理方法は、第1の実施の形態の管理工程にさらに、変曲点情報による推定工程S5を含んでいる。

[0071] 変曲点情報による推定工程S5では、アウターカット4に現れる形状変化を含む形状情報が特定の荷重に対する変曲点(図9、図10)情報を含み、管理サーバ30は、該変曲点からガスケット2の締付け状態、つまりガスケット2がフランジ16-1、16-2から受ける面圧を推定できる。

[0072] <第2の実施の形態の効果>

第2の実施の形態によれば、次の何れかの効果が得られる。

[0073] (1) 形状情報には荷重の特異情報として変曲点を含ませることができる。

[0074] (2) この変曲点に設定すべき荷重を対応付けることにより、形状情報から変曲点を確認することで、特定の荷重を設定できる。

[0075] (3) ガスケット2が受けているアウターカット4の形状変化から荷重F、つまり面圧を推定でき、ガスケット2に対する荷重の設定および調整を容易化できる。

実施例

[0076] 本開示のガスケット2の実施例について、比較例とともに説明する。

<比較例>

図8のAは、比較例に係るガスケット2を示している。この比較例は、拘束部2-1および非拘束部2-2が同一幅またはほぼ同一幅で同心円状に設

定され、実施例と異なり、アウターカット4を備えていない。

[0077] この比較例は図8のBに示すように、実施例のアウターカット4に相当する位置に形状観測部60-1、60-2、60-3、60-4が設定されている。各形状観測部60-1、60-2、60-3、60-4は非拘束部2-2に中心角度90度の角度間隔で配置されている。

[0078] <実施例>

実施例に係るガスケット2のアウターカット4の形状、その計測結果などについて、表1に示す。

[0079] [表1]

		比較例	実施例
		アウターカット無し	アウターカット有り
形 状	幅 [mm]	—	1
	長さ [mm]	—	3
荷重 125 kN の負荷時における アウターカット 54 の開き幅 W2 [mm]		—	2.5
周方向ひずみの変曲点荷重 [kN]		140	125

[0080] 表1は、比較例（＝アウターカット無し）、実施例（＝アウターカット有り）について、形状、形状変化、荷重を示している。

比較例は、アウターカット4を形成していない。

実施例は、幅 $W1 = 1 \text{ mm}$ 、長さ $L1 = 3 \text{ mm}$ のアウターカット4を形成した。

[0081] 比較例では周方向ひずみから変曲点荷重 $= 140 \text{ kN}$ が得られ、極小点荷重は得られていない。同様に、実施例では周方向ひずみから変曲点荷重 $= 125 \text{ kN}$ が得られ、アウターカット4の開き幅に変化が生じることを確認した。

[0082] <形状変化における変曲点情報>

図9は、横軸に荷重 [kN]、縦軸にひずみを取り、形状変化と荷重の関係を表している。図9には、たとえば角度 $= 0 \text{ (deg)}$ 、 45 (deg) 、 90 (deg) をパラメータとし、比較例に係るガスケット2に現れる形

形状変化をひずみセンサ 28 による計測値を示している。

m 1 は 0 (deg) 方向 (= ガスケット 2 の円周方向) のガスケット 2 の変形、m 2 は 45 (deg) 方向のガスケット 2 の変形、m 3 は 90 (deg) 方向 (= ガスケット 2 の厚さ方向) の変形を示している。

[0083] このようにフランジ 16-1、16-2 から拘束部 2-1 が荷重 F を受けると、非拘束部 2-2 には荷重 F に応じた形状変化を生じる。実施例においても図 9 と同様の計測結果が得られた。

[0084] この形状変化には変曲点が生じており、ガスケット 2 に加える荷重 F と、形状変化の変曲点の関係から最適な荷重 F を特定し、初期締結完了の判断情報に利用できる。

[0085] 図 10 は、横軸に荷重 [kN]、縦軸にアウターカット 4 の開き幅 [mm]] を取り、実施例に係るガスケット 2 に現れる形状変化と荷重の関係を示している。同様に、表 2 はアウターカット 4 の荷重と開き幅 W 2 の関係を示している。

[0086] [表 2]

荷 重 [kN]	開き幅 W 2 [mm]
0	1
2.5	1.1
5.0	1.3
7.5	1.5
10.0	1.7
12.5	2.5
15.0	3.2

[0087] フランジ 16-1、16-2 から拘束部 2-1 が荷重 F を受け、この荷重が増加すると、その荷重に応じてアウターカット 4 の開き幅が増大する。この形状変化には比較例とは異なる顕著な変曲点が生じている。したがって、実施例に係るガスケット 2 によれば、各アウターカット 4 または何れかのアウターカット 4 に現れる形状変化の変曲点をターゲットにすれば、形状変化と荷重との関係を特定することができる。

[0088] したがって、実施例に係るガスケット 2 では、特定の荷重に対応する形状

情報に変曲点を生成させることができる。これにより、フランジ16-1、16-2の締付け時、形状情報の変曲点から特定の荷重を推測でき、締付け完了の判断基準とすることができる。

[0089] <形状情報の変曲点の検出および締付け基準>

実施例に係るガスケット2では、特定の荷重に対応する形状情報に変曲点を生成させることができる。これにより、フランジ16-1、16-2の締付け時、形状情報の変曲点から特定の荷重を推測でき、締付け完了の判断基準とすることができる。

[0090] <実施例の効果>

ガスケット2に現れる形状変化は、アウターカット4の開き幅W2で観測できる。つまり、予めガスケット2の荷重ごとにアウターカット4の開き幅W2を計測し、その開き幅W2と実測値を比較して荷重を容易に推定できる。この推定は、荷重ごとにアウターカット4の開き幅W2をデータベース化し、形状変化の実測値との対比で荷重を容易にしかも正確な荷重を推定できる。

[0091] このような形状変化の監視や計測ではトルク管理やボルト軸力の測定と異なり、非拘束部2-2のアウターカット4に現れる形状変化を計測し、ガスケット2から荷重を表す形状情報を取得できる。このため、ボルト18やフランジ16-1、16-2の影響を受けることなく、フランジ16-1、16-2に加えられる荷重Fによるガスケット2の形状変化から荷重を推定できる。

[0092] アウターカット4の加工形状について、ガスケット2も様々な口径や厚さに対応できることが確認された。

[0093] <付記>

前記実施の形態および実施例に関し、以下に付記を開示する。

[0094] (付記1) フランジ締結部のフランジ間に設置されるガスケットであって、前記フランジ間に拘束されて荷重を受ける拘束部と、前記フランジ間に拘束されない非拘束部と、

前記非拘束部に設けられた切欠き部と、
を備え、前記荷重を受けて前記切欠き部に変化を生じる、ガスケット。

[0095] (付記2) フランジ間にガスケットを備えるフランジ締結部を管理する管理システムであって、

前記フランジ間に拘束されて荷重を受ける拘束部と、前記フランジ間に拘束されない非拘束部と、前記非拘束部に設けられた切欠き部を備え、

前記荷重を受けて前記切欠き部に変化を生じるガスケットと、

前記切欠き部の変化を前記ガスケットと接触または非接触で計測する計測器と、

前記計測器から計測情報を取得し、前記フランジ間の締付力を含む管理情報を生成する管理サーバと、

前記管理情報を前記ガスケットまたは前記フランジ締結部に関係付けて提示する情報提示部と、

を備える、管理システム。

[0096] (付記3) コンピュータにより実現するためのプログラムを記録した記録媒体であって、

フランジ間に拘束されて該フランジ間より荷重を受け、該荷重によりガスケットの非拘束部にある切欠き部に生じる変化を含む形状情報を取得する機能と、

前記形状情報に基づき前記フランジ間の締付力を含む管理情報を生成する機能と、

前記管理情報を提示する機能と、

を前記コンピュータで実現するためのプログラムを記録した記録媒体。

[0097] [他の実施の形態]

(1) 上記実施の形態および実施例ではフランジ締結部12における初期締結について、フランジ間からの荷重を受け、ガスケット2に生じた形状変化を観測することを例示したが、フランジ締結の初期締結に限定されるものではない。

- [0098] (2) アウターカット4について、実施例では垂直面部6および対向面部8-1、8-2を例示している。この形態は一例であり、垂直面部6を有しない形状や、対向面部8-1、8-2を非平行としたたとえば、V字形状の他、多角形状や矩形形状の切欠き形状であってもよい。
- [0099] (3) 上記実施の形態、比較例および実施例ではフランジ16-1、16-2に挟まれてガスケット2に加えられる荷重Fとガスケット2の形状変化について述べている。ガスケット2に加えられる荷重Fはフランジ16-1、16-2からガスケット2が受ける面圧と等価であり、両者に質的な差異はない。つまり、ガスケット2に加える荷重Fとアウターカット4に現れる形状変化の関係から形状変化を以てガスケット2の面圧の推定が可能である。
- [0100] (4) ガスケット2の管理工程のうち形状情報などの提示工程(S4)において、管理サーバ30で、取得した形状情報を多段階微分などの処理により提示情報を生成してもよく、情報提示部32(図6)に変化点を明示する表示部を提示してもよい。
- [0101] 以上説明したように、本開示の最も好ましい実施の形態等について説明した。本開示は、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、本開示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

- [0102] 本開示のガスケット、その管理の方法、システムおよびプログラムによれば、フランジから荷重Fを受けて変形するアウターカットの形状変化を容易に観測でき、ボルトやフランジの締付け状態の影響を受けることなく荷重や面圧を推定でき、ガスケットの締付け状態を管理することができる。

符号の説明

- [0103] 2 ガスケット
2-1 拘束部
2-2 非拘束部

- 4、4-1、4-2、4-3、4-4 アウターカット
- 6 垂直面部
- 8-1、8-2 対向面部
- 12 フランジ締結部
- 14-1、14-2 管路
- 16-1、16-2 フランジ
- 18 ボルト
- 20 ナット
- 22 ガスケット座
- 24 隙間
- 26 ガスケット管理システム
- 28、28-1、28-2、28-3、28-4 ひずみセンサ
- 30 管理サーバ
- 32 情報提示部
- 34 プロセッサ
- 36 記憶部
- 38 入出力（I/O）部
- 40 通信部
- 42 ガスケット管理データベース（DB）
- 44 ガスケット管理ファイル
- 46 ガスケット情報部
- 47 アウターカット情報部
- 48 時間情報部
- 50 荷重情報部
- 52 ひずみセンサ情報部
- 54 検出情報部
- 56 判定情報部
- 58 履歴情報部

60-1、60-2、60-3、60-4 形状観測部