

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管理には、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に関する締付け情報である。

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、複数の締付け力、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）。また、ガスケット内部に埋設したシート型圧力センサーにより、締結によってガスケットの一部に加わる力を測定するものが知られている（たとえば、特許文献3）。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開2014-225219号公報

特許文献2：特開2015-141345号公報

特許文献3：特許第4699935号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 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。

[0005] 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しているとは言えない。

[0006] 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。

[0007] 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。

[0008] 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。

[0009] 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。

[0010] トルクレンチやボルト軸力計で計測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。

[0011] 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１～３には斯かる課題の開示や示唆はない。そして、特許文献１～３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。

[0012] 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の向上を図ることにある。

課題を解決するための手段

[0013] 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インナーカットを備え、前記拘束部に加えられた荷重により前記インナーカットの形状が変化する。

[0014] このガスケットにおいて、さらに、前記インナーカットの形状変化から極小点情報が得られる。

[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インナーカットを備えるガスケットを設置する工程と、フランジ間に拘束された前記ガスケットに、該フランジ間より荷重を付加する工程と、前記荷重により変化した前記インナ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フランジ間の締付けを管理する。

[0016] この管理方法において、さらに、前記インナーカットの形状変化から極小点情報を取得する工程を含んでよい。

[0017] 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、ガスケットの周縁に形成されたインナ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ガスケット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。

[0018] 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インナ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。

[0019] このプログラムにおいて、さらに、前記インナーカットの形状変化から極

小点情報を取得する機能を前記コンピュータで実現する。

発明の効果

- [0020] 本発明によれば、次の何れかの効果が得られる。
- [0021] (1) フランジ間からガスケットが受ける荷重によってガスケットにひずみが生じ、ガスケットのインナーカットの形状変化に顕在化させることができる。そしてインナーカットの形状変化が可視化でき、容易に認識できる。
- [0022] (2) インナ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。
- [0023] (3) インナ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る。推定した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る。このためこの手法が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。
- [0024] (4) インナ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。このため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。
- [0025] 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

- [0026] [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I 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 線切断端面を示す図である。
- [図4] Aはインナーカットを拡大して示す図であり、Bはインナーカットの形状変化を示す図である。
- [図5] A、BおよびCは、インナ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]実施例1、実施例2、実施例3および実施例4に係る形状変化と荷重の
関係を示す図である。

[図10]形状変化に現れる極小点と荷重の関係を示す図である。

[図11]形状変化に現れる変曲点（極小点なし）と荷重の関係を示す図である

。

[図12]Aは実施例5に係るガスケットの形状を示す図であり、Bは荷重付加
前の状態例を示す図であり、Cは所定値の荷重を付加した場合の状態例を示
す図である。

[図13]実施例5に係る形状観測例を示す図である。

発明を実施するための形態

[0027] 〔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1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。

[0028] 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。そのほか、ガスケット2は、金属材料で構成
されたものや、金属材料とセラミック、耐熱性の繊維材、その他の材料など
を組み合わせたものであってもよい。さらに、ガスケット2は、うず巻き形
のガスケット70（図12）や、平板状のガスケットの表面にPTFEや黒
鉛などのシートが貼付けられたもの、ガスケット表面に溝が形成されたり外
縁部分に鍔部を備えたカンプロファイルガスケットなどが含まれる。

[0029] 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。

[0030] 非拘束部 2-2 にはインナーカット 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、単にインナーカット 4 と称する。）が形成されている。各インナーカット 4 はガスケット 2 の非拘束部 2-2 の表裏に貫通させた貫通孔部であって、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、各インナーカット 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。

[0031] <インナーカット 4>

図 1 の B は、図 1 の A の I B 部分にあるインナーカット 4 を拡大して示している。このインナーカット 4 では、ガスケット 2 の周方向に一定の円弧状の長辺長 L および幅 W でガスケット 2 の上下面に貫通している貫通孔部である。各インナーカット 4 は、一定の幅 W で対向する垂直面部 6-1、6-2、長辺長 L で対向する内周面部 8-1 および外周面部 8-2 を有する。高さ D はガスケット 2 の変形前の厚みである。

[0032] ガスケット 2 の形状変化を検出するには、各インナーカット 4 はガスケット 2 の複数箇所に設定してよい。フランジ 16-1、16-2 から受ける弾性相互作用の影響を回避し、また形状変化の検出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、各インナーカット 4 は、X 軸および Y 軸上の 4 箇所に設定され、形状変化を広範囲で検出可能である。

[0033] <フランジ締結部 12>

図 2 は、ガスケット 2 を含むフランジ締結部 12 を切欠いて示している。このフランジ締結部 12 は一例であり、図 2 に示す構成に本開示が限定されるものではない。

[0034] このフランジ締結部 12 には、管路 14-1 側のフランジ 16-1、管路 14-2 側のフランジ 16-2（図 3）、ガスケット 2、複数のボルト 18

およびナット 20 が含まれる。

[0035] フランジ 16-1 は管路 14-1 の端面に一体に形成され、同様に、フランジ 16-2 は管路 14-2 の端面に一体に形成されている。フランジ 16-1、16-2 は管路 14-1、14-2 より大径であり、複数のボルト 18 およびナット 20 が所定の角度間隔で取り付けられている。

[0036] フランジ 16-1、16-2 間にはボルト 18 およびナット 20 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 12 の封止部材を構成する。したがって、各ボルト 18 およびナット 20 の締付けにより、フランジ 16-1、16-2 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 14-1、14-2 の締結とともに封止が行われる。

[0037] ガスケット 2 の拘束部 2-1 は、各フランジ 16-1、16-2 に挟まれ、フランジ 16-1、16-2 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 16-1、16-2 に接触しない、つまり、フランジ 16-1、16-2 に拘束されない。

[0038] ボルト 18 およびナット 20 の締付けにより、フランジ 16-1、16-2 から拘束部 2-1 が荷重 F を受けるのに対し、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。

[0039] 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、インナーカット 4 に形状変化を生じさせる。これにより非拘束部 2-2 の各インナーカット 4 は、ガスケット 2 に現れる形状変化を検出する部位を構成する。Z 軸方向に荷重 F が作用するものとすれば、ひずみはたとえば、X 軸および Y 軸方向に生じる。

[0040] <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、1

6-2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。

[0041] 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。この形状変化はインナーカット4から容易に観測できる。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。

[0042] <インナーカット4の形状変化の観測>

インナーカット4は、非拘束部2-2に生じてい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。

[0043] 図4のAは、インナーカット4の原形状を示している。ガスケット2の接線方向にX軸、インナーカット4の中心にY軸、荷重Fの加わる方向にZ軸を取れば、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。

[0044] 図4のBに示すように、非拘束部2-2は、ガスケット2の径方向(矢印aで示す)に ΔY だけ広がるとともに、内周面部8-1および外周面部8-2、垂直面部6-1、6-2もガスケット2の径方向に移動する。同時に、内周面部8-1および外周面部8-2の間隔距離が矢印bおよび矢印cで示すように、インナーカット4の幅Wが幅 ΔW に狭められる。これらは、拘束部2-1に加えられた荷重F、つまり、ガスケット2が受けている荷重を表すガスケット2の形状変化である。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インナーカット4の形状に現れることは言うまでもない。

[0045] 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 に生じるひずみはインナーカット 4 の形状変化として顕在化させ、その観測を容易にすることができる。

[0046] <インナーカット 4 の変形例>

インナーカット 4 は図 1 の B に示す形態に限定されない。図 5 の A、B および C はインナーカット 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。

[0047] インナーカット 4 は、図 5 の A に示すように、既述の内周面部 8-1、外周面部 8-2 に代えて直線状の対向面部 9-1、9-2 からなる平行面または不平行面に形成してもよいし、図 5 の B に示すように、対向面部 7-1、7-2 および対向面部 9-1、9-2 の四面からなる方形または扇状に形成してもよい。また、図 5 の C に示すように、対向面部 9-1 に面部 9-11、9-12 を形成することにより、対向面部 9-1、9-2 の面間が部分的に異なる幅たとえば、 W_a 、 W_b ($W_a < W_b$) のように形成してもよい。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インナーカット 4 から容易に検出できる。

[0048] なお、インナーカット 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インナーカット 4 の形状変化を取り出してもよい。

[0049] <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ており、引用する用語も便宜上使用したにすぎない。

[0050] 拘束部 2-1 および非拘束部 2-2 の生成工程 S1： ガスケット 2 がフランジ 16-1、16-2 間に設置されると、フランジ 16-1、16-2 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 16-1、16-2 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 16-1、1

6-2間に設置されることにより生成される。

[0051] 荷重Fの付加工程S2： ガスケット2は、フランジ16-1、16-2により拘束される拘束部2-1に対し、フランジ16-1、16-2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。

[0052] 形状情報の取得工程S3： 非拘束部2-2に現れる形状変化について、管理サーバ30（図6）は、ひずみセンサ28の検出出力を受け、インナーカット4の形状情報を取得する。

[0053] 形状情報などの提示工程S4： 管理サーバ30は、形状情報を含む提示情報を生成し、情報提示部32（図6）により提示する。

[0054] なお、形状情報の取得工程S3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S4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。

[0055] <ガスケット管理システム26>

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26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。

[0056] このガスケット管理システム26はひずみセンサ28、管理サーバ30および情報提示部32を備える。

[0057] ひずみセンサ28はガスケット2のインナーカット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インナーカット4に当て、インナーカット4の形状変化を反射光で検出し、その変化量を観測する。カメラはインナーカット4を撮像し、管理サーバ30がインナーカット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。

[0058] 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。

[0059] また、情報提示部32は管理サーバ30の制御により荷重を含む形状情報や判定情報を提示する。

[0060] <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) インナーカット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。

[0061] <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は、形状情報から荷重を推定する処理などに利用される。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。

[0062] このガasket管理ファイル44には、ガasket情報部46、インナーカット情報部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。

[0063] インナーカット情報部47には、インナーカット4-1、4-2、4-3、4-4を表す形状、その配置位置や大きさなどの形状情報が格納される。

[0064] 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。

[0065] 荷重情報部50には、ボルト18の締め付けによりフランジ16-1、16-2間に加えられる荷重Fを表す荷重情報が格納される。

[0066] ひずみセンサ情報部52には、形状を検出するひずみセンサ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。

[0067] 検出情報部54には各インナーカット4(=4-1、4-2、4-3、4-4)から得られた形状検出値が格納される。

[0068] 判定情報部56には、管理サーバ30の情報処理で形状情報から推定された荷重を表す推定荷重情報が格納される。

[0069] 履歴情報部58には、形状情報の取得、推定処理などの履歴情報が格納される。

[0070] <第1の実施の形態の効果>

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。

[0071] (1) ガasket2にインナーカット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のインナーカット4の形状変化として可視化でき、荷重Fに対応する形状変化をインナーカット4から容易に観測することができる。

[0072] (2) インナーカット4から各ひずみセンサ28の検出出力によりインナーカット4の形状情報を取得し、ガasket2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。

[0073] (3) ガasket2のひずみをインナーカット4の形状変化で観測でき、ボルト18の締め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asket2が受けている荷重を推定し、ガasket2の締め付け状態を判定

できる。

[0074] (4) ガスケット 2 の締付け状態を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。

[0075] [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方法にさらに、極小点情報による推定工程 S 5 を含んでいる。

[0076] 極小点情報による推定工程 S 5 では、インナーカット 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極小点（図 10）を含み、管理サーバ 30 は、該極小点からガスケット 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 から受ける荷重（＝面圧）を推定できる。

[0077] <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。

[0078] (1) 形状情報には荷重の特異情報として極小点を含ませることができる。

[0079] (2) この極小点を設定すべき荷重に対応付けることにより、形状情報から極小点を確認することで、特定の荷重に設定できる。

[0080] (3) ガスケット 2 が受けているインナーカット 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 に対する締付け状態の監視ないし調整を容易化できる。

実施例

[0081] 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。この比較例では、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ている。

[0082] この比較例に係るガスケット 2 では、図 8 の B に示すように、実施例のインナーカット 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。

。各形状観測部60-1、60-2、60-3、60-4の配置位置は、ボルト18の配置位置に重ならない位置に設定されている。

[0083] <実施例1-4>

実施例に係るガasket 2のインナーカット4の形状、その計測結果などについて、表1に示す。

[0084] [表1]

		実施例 1	実施例 2	実施例 3	実施例 4	比較例
インナーカットの形状	長辺長	mm	65	65	16	16
	短辺長(長辺間距離)	mm	1	3	1	3
	周 長	mm	327	327	327	327
	長辺長/周 長	—	0.20	0.20	0.05	0.05
	アスペクト比	—	65	22	16	5
締付完了時の長辺間距離		mm	0	0	0.6	2.6
極小点荷重		kN	145	195	—	—

[0085] この表1には、実施例1、実施例2、実施例3、実施例4におけるインナーカット4の形状、締付け完了時の長辺間距離、極小点荷重とともに比較例の寸法情報や荷重情報を示している。

[0086] 実施例1では長辺長=65mm、短辺長(長辺間距離)=1mm、ガasket 2の周長=327mm、長辺長/周長=0.20、アスペクト比=65、締付け完了時の長辺間距離=0mm、極小点荷重=145kNを得た。

[0087] 実施例2では長辺長=65mm、短辺長(長辺間距離)=3mm、ガasket 2の周長=327mm、長辺長/周長=0.20、アスペクト比=22において、締付け完了時の長辺間距離=0mm、極小点荷重=195kNを得た。

[0088] 実施例3では長辺長=16mm、短辺長(長辺間距離)=1mm、ガasket 2の周長=327mm、長辺長/周長=0.05、アスペクト比=16において、締付け完了時の長辺間距離=0.6mm、極小点荷重=特定不能を得た。

[0089] 実施例4では長辺長=16mm、短辺長(長辺間距離)=3mm、ガasket 2の周長=327mm、長辺長/周長=0.05、アスペクト比=5において、締付け完了時の長辺間距離=2.6mm、極小点荷重=特定不能を得た。

得た。

[0090] そして、比較例ではインナーカット4が存在しないため、対応データは存在しない。

[0091] ＜インナーカットの長辺間距離と荷重の関係＞

図9は、実施例1、実施例2、実施例3および実施例4に係る形状変化（長辺間距離の変化）と荷重の関係を示している。

[0092] 長辺間距離の変化と荷重の関係について、n1は実施例1、n2は実施例2、n3は実施例3、n4は実施例4の変化を示している。

これらを比較すると、n1、n2の形状変化が顕著であり、形状変化を観測すれば、ガスケット2に加えられる荷重の特定が容易であることが判る。

[0093] ＜形状変化における極小点情報＞

インナーカット4の長辺長Lが長い場合について、図10は、横軸に荷重、縦軸にひずみを取り、形状変化に現れる極小点情報と荷重の関係を示している。

[0094] 図10において、o1は0（deg）方向の形状変化、o2は45（deg）方向の形状変化、o3は90（deg）方向の形状変化を示している。

このように実施例1、2における形状変化に極小点が生じている。

[0095] ＜形状変化における変曲点情報＞

図11は、インナーカット4の長辺長Lが短い場合について、形状変化に現れる変曲点と荷重の関係を示している。

[0096] 図11において、p1は0（deg）方向の形状変化、p2は45（deg）方向の形状変化、p3は90（deg）方向の形状変化を示している。

インナーカット4の長辺長Lが短い場合には、インナーカット4の内周面部8-1および外周面部8-2に接触しない。このため、形状変化には極小点が生じない。つまり、0（deg）方向の周方向ひずみに実施例3、4では変曲点のみが得られる。

[0097] ＜実施例の効果＞

このような実施例から明らかなように、インナーカット4の形状変化を計

測することで、形状変化と荷重の関係を特定できる。

[0098] 実施例 1～4 では何れも変曲点情報または極小点情報が得られるが、インナーカット 4 の長辺長 L を長くした場合には、極小点情報を得ることができる。この極小点情報を基準としてガスケット 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 から受ける荷重 (=面圧) を推定し、フランジ締結部 12 における締結状態を判断できる。

[0099] 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 のインナーカット 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することができる。

[0100] インナーカット 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。

[0101] <実施例 5>

図 12 は、実施例 5 に係るガスケット 70 の構成例を示している。

[0102] このガスケット 70 は、たとえば径の異なる複数の部材が同軸上に配置された積層体であって、外輪 701、ガスケット本体 702、内輪 703 を備えるうず巻き形のガスケットである。このガスケット 70 は、たとえば内輪 703 のみまたは内輪 703 とガスケット本体 702 の一部または全部、外輪 701 の一部がガスケット座 22 (図 3) と当接して荷重 F を受ける拘束部 2-1 である。つまり、ガスケット 70 は、外輪 701 の一部または全部が非拘束部 2-2 となる。そしてガスケット 70 は、フランジ 16-1、16-2 からの荷重 F に応じてガスケット本体 702 が変形するとともに、この変形を受けて外輪 701 にひずみが生じる。

[0103] ガスケット 70 は、外輪 701 の一部に 1 または複数のインナーカット 4 が形成されている。インナーカット 4 は、たとえば外輪 701 の外縁部から所定距離 t として 5 [mm]

の位置に形成されている。この実施例5では、たとえばインナーカット4の形成位置に沿った外縁部分の形状変化 Q_a を観測することで、インナーカット4の形状を測定するとともに、ガスケット70の面圧状態を管理する。形状変化 Q_a の観測には、たとえばガスケット管理システム26のひずみセンサ28を用いればよい。また、ガスケット管理システム26は、計測した形状変化 Q_a に基づいてインナーカット4の形状を算出する。ガスケット70の締付け状態の管理処理については、上記実施の形態と同様の処理を行えばよい。

[0104] <ガスケット70の構成について>

外輪701、内輪703は、たとえばステンレスや炭素鋼やチタンなどの金属材料が用いられており、所定厚さの円環またはそれに近い形状に形成されている。ガスケット本体702は、たとえば金属材料で形成された薄板状の部材と、黒鉛やフッ素樹脂などの緩衝材（フィラー）の積層体を外輪701の内壁面と内輪703の外壁面との間でうず巻き状に巻回して構成されている。ガスケット本体702を構成する積層体は、たとえば断面が「V」形状、またはそれに近い波形に形成されている。この積層体は、たとえば端面が外輪701、内輪703に対してスポット溶接によって固着している。

[0105] 外輪701は、たとえば図12のBに示すように、フランジ16-1、16-2からの荷重 F がガスケット本体702に付加される前は、所定の幅でインナーカット4aが開口している。そして、ガスケット本体702を通じて荷重 F が作用すると、外輪701は、たとえば図15のCに示すように、開口部分の一部または全部が変形し、閉塞したインナーカット4bとなる。

[0106] 図13は、横軸に荷重〔kN〕、縦軸にひずみ（形状変化）をとり、外輪701の外縁に現れる周方向の形状変化 Q_a （図12）をひずみセンサ28で計測した計測値を示している。

[0107] この計測結果において、ガスケットに係る荷重が増加した場合、たとえば加重し始めてから所定の値までは大きな変化が無く、その後荷重が所定の値を超えると、ひずみセンサーにおいて負の値が計測されている。これは、た

例えば外輪 701 の外縁部が周方向に圧縮されたことを示す形状変化が生じたことが現れている。そして周方向のひずみは、たとえば荷重が 220 kN 付近で極小点が現れた後、正方向に値が増加していく。

[0108] <実施例 5 の効果>

(1) フランジ 16-1、16-2 間に挟んだうず巻き形のカセット 70 の外輪 701 の形状変化を計測することで、荷重 F によるカセット 70 の面圧を把握できる。

[0109] (2) うず巻き形のカセット 70 を用いる場合、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、外輪 801 に生じる形状変化 Q_a からインナーカット 4 の形状変化を計測することで、カセット 8 から荷重 F を表す変化を取得できる。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 をカセット 70 の形状変化から推定できる。

[0110] <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。

[0111] (付記 1) フランジ締結部のフランジ間に設置されるカセットであって、
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貫通孔部と、
を備え、前記荷重を受けて前記貫通孔部に変化を生じる、カセット。

[0112] (付記 2) フランジ間にカセ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貫通孔部を備え、
前記荷重を受けて前記貫通孔部に変化を生じるカセットと、
前記貫通孔部の変化を前記カセ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け力を含む管理

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。

[0113] (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貫通孔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け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。

[0114] [他の実施の形態]

[0115] (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。

[0116] (2) 既述したインナーカット4の形状は一例であり、垂直面部6を有しない円弧形状や、直線状の平行面部または非平行面とした多角形状や矩形形状の貫通孔部であってもよい。

[0117] (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とインナーカット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。

[0118] (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。

- [0119] 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

- [0120] 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、フランジ間を締結するガスケットについて、ガスケットのインナーカットの形状変化を観測できるので、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、ガスケットの締付け管理や交換などの管理情報に活用できる。

符号の説明

- [0121] 2、70 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、4a、4b インナーカット
 - 6、6-1、6-2、 垂直面部
 - 7-1、7-2、9-1、9-2 対向面部
 - 8-1 内周面部
 - 8-2 外周面部
 - 9-11、9-12 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

- 2 0 ナット
- 2 2 ガスケット座
- 2 4 隙間
- 2 6 ガスケット管理システム
- 2 8 ひずみセンサ
- 3 0 管理サーバ
- 3 2 情報提示部
- 3 4 プロセッサ
- 3 6 記憶部
- 3 8 入出力（I/O）部
- 4 0 通信部
- 4 2 ガスケット管理データベース（DB）
- 4 4 ガスケット管理ファイル
- 4 6 ガスケット情報部
- 4 7 インナーカット情報部
- 4 8 時間情報部
- 5 0 荷重情報部
- 5 2 ひずみセンサ情報部
- 5 4 検出情報部
- 5 6 判定情報部
- 5 8 履歴情報部
- 6 0-1、6 0-2、6 0-3、6 0-4 形状観測部
- 7 0 1 外輪
- 7 0 2 ガスケット本体
- 7 0 3 内輪

請求の範囲

- [請求項1] フランジ間に拘束される拘束部に隣接する非拘束部にインナーカットを備え、前記拘束部に加えられた荷重により前記インナーカットの形状が変化することを特徴とする、ガスケット。
- [請求項2] さらに、前記インナーカットの形状変化から極小点情報が得られることを特徴とする、請求項1に記載のガスケット。
- [請求項3] 荷重を受けて形状が変化するインナーカットを備えるガスケットを設置する工程と、
フランジ間に拘束された前記ガスケットに、該フランジ間より荷重を付加する工程と、
前記荷重により変化した前記インナ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フランジ間の締付けを管理することを特徴とする、管理方法。
- [請求項4] さらに、前記インナーカットの形状変化から極小点情報を取得する工程を含むことを特徴とする、請求項3に記載の管理方法。
- [請求項5] ガスケットの周縁に形成されたインナ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ガスケット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、
を含むことを特徴とする、管理システム。
- [請求項6] 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インナ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ためのプログラム。

[請求項7] さらに、前記インナーカットの形状変化から極小点情報を取得する機能を前記コンピュータで実現するための請求項6に記載のプログラム。