

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5678241号
(P5678241)

(45) 発行日 平成27年2月25日(2015.2.25)

(24) 登録日 平成27年1月9日(2015.1.9)

(51) Int.Cl.

F 1

F 1 6 L 15/04 (2006.01)

F 1 6 L 15/04

A

請求項の数 10 (全 20 頁)

(21) 出願番号	特願2014-536785 (P2014-536785)	(73) 特許権者	000006655
(86) (22) 出願日	平成25年9月11日(2013.9.11)		新日鐵住金株式会社
(86) 国際出願番号	PCT/JP2013/074562		東京都千代田区丸の内二丁目6番1号
(87) 国際公開番号	W02014/045973	(73) 特許権者	595099867
(87) 国際公開日	平成26年3月27日(2014.3.27)		パローレック・オイル・アンド・ガス・フ
審査請求日	平成26年10月7日(2014.10.7)		ランス
(31) 優先権主張番号	特願2012-208600 (P2012-208600)		フランス国、オルノワ・エムリエ 596
(32) 優先日	平成24年9月21日(2012.9.21)		20、リュ・アナトル・フランス 54
(33) 優先権主張国	日本国(JP)	(74) 代理人	100064908
早期審査対象出願			弁理士 志賀 正武
		(74) 代理人	100175802
			弁理士 寺本 光生
		(74) 代理人	100106909
			弁理士 棚井 澄雄
		最終頁に続く	

(54) 【発明の名称】 鋼管用ねじ継手

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

2段ねじで形成された雄ねじ部と、この2段ねじの中間部に形成された、テーパ面およびこのテーパ面に隣接する曲率面を含むシール面と、を有するピンと；

2段ねじで形成された雌ねじ部と、この2段ねじの中間部に形成された、テーパ面およびこのテーパ面に隣接する曲率面を含むシール面と、を有するボックスと；

を備え、

前記ピンのテーパ面のテーパ角と、前記ボックスのテーパ面のテーパ角とは実質的に同一であり、

前記雄ねじ部と前記雌ねじ部とが螺合により締結され、この締結の過程で前記ピンのシール面と前記ボックスのシール面とが接触しながら、前記ピンと前記ボックスとが径方向に干渉することで、互いのシール面の少なくとも一部が全周にわたって密着する構造を有し、

更に、前記締結の途中の時点に比較して前記締結の完了時に、前記ピンのシール面と前記ボックスのシール面との接触圧を増加させる接触圧増幅機構を備えることを特徴とする鋼管用ねじ継手。

【請求項 2】

前記ピンの曲率面は、前記ピンの先端側に形成され、前記ボックスの曲率面は、前記ボックスの先端側に形成されていることを特徴とする請求項 1 に記載の鋼管用ねじ継手。

【請求項 3】

10

20

前記ピンの曲率面は、前記ピンの先端側と反対の側に形成され、前記ボックスの曲率面は、前記ボックスの先端側と反対の側に形成されていることを特徴とする請求項 1 に記載の鋼管用ねじ継手。

【請求項 4】

前記ピンの曲率面は、前記ピンのテーパ面の両側に隣接して形成され、前記ボックスのテーパ面の長さは、前記ピンのシール面の長さよりも長いことを特徴とする請求項 1 に記載の鋼管用ねじ継手。

【請求項 5】

前記ボックスの曲率面は、前記ボックスのテーパ面の両側に隣接して形成され、前記ピンのテーパ面の長さは、前記ボックスのシール面の長さよりも長いことを特徴とする請求項 1 に記載の鋼管用ねじ継手。

10

【請求項 6】

前記締結の完了時に、前記ピンのシール面と前記ボックスのシール面との接触面のうち、前記曲率面と前記テーパ面との接触部分においてピーク接触圧を発生させることを特徴とする請求項 1 ～ 5 のいずれか一項に記載の鋼管用ねじ継手。

【請求項 7】

前記接触圧増幅機構は、前記雄ねじ部の前記シール面に隣接した箇所に形成された楔形ねじと、前記雌ねじ部の前記シール面に隣接した箇所に形成された楔形ねじとの締結によって、前記ピンのシール面と前記ボックスのシール面との接触圧を増加させることを特徴する請求項 1 ～ 6 のいずれか一項に記載の鋼管用ねじ継手。

20

【請求項 8】

前記接触圧増幅機構は、前記ピンのシール面および前記ボックスのシール面の前後いずれかに隣接するフックショルダによって、前記ピンのシール面と前記ボックスのシール面との接触圧を増加させることを特徴する請求項 1 ～ 6 のいずれか一項に記載の鋼管用ねじ継手。

【請求項 9】

前記雄ねじ部および前記雌ねじ部は、楔形ねじを含むことを特徴とする請求項 1 ～ 8 のいずれか一項に記載の鋼管用ねじ継手。

【請求項 10】

前記ピンのテーパ面のテーパ角および前記ボックスのテーパ面のテーパ角が 2 ～ 10 ° であることを特徴とする請求項 1 ～ 9 のいずれか一項に記載の鋼管用ねじ継手。

30

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、鋼管用ねじ継手に関する。
本願は、2012年9月21日に、日本に出願された特願2012-208600号に基づき優先権を主張し、その内容をここに援用する。

【背景技術】

【0002】

例えば、原油や天然ガス、シェールガス、メタンハイドレード等の化石燃料、さらには地下水や温泉といった気体もしくは液体状の地下資源を掘削、生産する際には、油井管等の鋼管が使用される。油井管等の鋼管は、通常、ねじ継手により接続される。ねじ継手は2つの方式に大別される。一つの方式は、カップリング方式である。カップリング方式では、両端に雄ねじ部材（ピン）を設けられた2本の鋼管と、両端に雌ねじ部材（ボックス）を設けられたカップリングと呼ばれる短管を介して接続する。もう一つの方式は、インテグラル方式である。インテグラル方式では、鋼管の一端にピンを設けるとともに他端にボックスを設け、カップリングを介さずに2本の鋼管同士を直接接続する。

40

【0003】

油井管用のねじ継手には、アメリカ石油協会(American Petroleum Institute)規格のねじ継手、いわゆるAPI継手と呼ばれるものがある。その他にも、より苛酷な環境に耐え

50

ることができるように性能を向上させたプレミアムジョイントがある。多くのプレミアムジョイントは、鋼管の接続に必要なねじ構造を有するとともに、気体や液体の密封性能を担う密封機構を有する。特に、高圧の流体を密封する必要がある場合には、ピンの外表面とボックスの相対する内表面とに、回転対称のねじ無し面（シール面）をそれぞれ設け、これらのシール面を嵌合させるメタルタッチシールが密封機構として広く用いられる。

【 0 0 0 4 】

メタルタッチシールでは、ピンの外径がボックスの内径よりも僅かに大きく設定されている（この径差を「シール干渉量」という。）。メタルタッチシールでは、ピンおよびボックスを嵌合し径方向に干渉させることによって、拡径したボックスと縮径したピンとの間でそれぞれ元の径に戻ろうとする弾性回復力が発生する。この弾性回復力を利用して、シール面を緊密に密着させることができる。メタルタッチシールでは、シール干渉量を大きく設定すれば、密封性能を高めることができる。一方、シール干渉量を過剰に大きく設定すると、ねじ継手の締結過程でシール面が焼付いてしまう。

10

【 0 0 0 5 】

このように、ねじ継手の密封性能と耐焼付き性能とは相反する関係にある。特にクロムやニッケル等を多量に含有する高合金鋼からなる鋼管用ねじ継手では、焼付きが発生し易いため、密封性能および耐焼付き性能の両立が難しい。

【 0 0 0 6 】

このため、密封性能を維持しながら、換言するとシール干渉量を低減することなく、シール面の焼付きを回避する技術が多数開示されている（特許文献 1 ～ 6 を参照。）。

20

【 0 0 0 7 】

例えば、特許文献 1 , 2 には、潤滑被膜を改良する先行技術が開示されている。具体的に、特許文献 1 には、ねじ部およびシール面それぞれの表面に蔭酸処理下地層を形成し、その上に二硫化モリブデンまたは二硫化タングステン分散させた樹脂皮膜層を形成する技術が開示されている。特許文献 2 には、ねじ部およびシール面それぞれの表面に多孔質亜鉛ないし亜鉛合金の下地層を形成し、その上に固体潤滑被膜または重金属を含まない液状潤滑被膜を形成する技術が開示されている。いずれの技術も、耐焼付き性能の向上を図っている。

【 0 0 0 8 】

ねじ部およびシール面それぞれの表面に、上述の潤滑被膜や表面処理被膜を形成したねじ継手は、潤滑被膜や表面処理被膜の取扱いに注意を要するものが多い。このため、油井現場への油井管の搬送途中や現場での雑な取り扱い等により、潤滑被膜や表面処理被膜が剥がれるといった不良が発生し易い。

30

【 0 0 0 9 】

特許文献 3 には、シール面の形状を工夫する技術が開示されている。具体的には、ボックスシール面をテーパ面とするとともにピンのシール面を曲率面とし、シール面同士を比較的狭い範囲で両者を接触させて、局所接触圧を高めることによって密封性能を向上する技術が開示されている。

【 0 0 1 0 】

特許文献 4 には、インテグラル方式のねじ継手に 2 ヶ所のシール面を形成する技術が開示されている。具体的に、一方のシール面には、ピンをテーパ面とするとともにボックスを曲率面として両者を接触させる。もう一方のシール面には、逆の関係、すなわち、ボックスをテーパ面とするとともにピンを曲率面として両者を接触させる。

40

【 0 0 1 1 】

特許文献 5 には、ピン、ボックスともに曲率面とする技術が開示されている。特許文献 3 ～ 5 により開示された技術によれば、シール干渉量が同じであれば高い局所接触圧を得られるために高い密封性能が得られる。また、テーパ面と曲率面との接触により密封接触部が形成されるため、安定した密封性能が得られる。

【 0 0 1 2 】

しかし、特許文献 3 ～ 5 により開示されたシール面の形状では、ねじ継手を螺合締結す

50

る過程においても、ピンおよびボックスそれぞれのシール面同士が狭い接触幅でかつ高い平均接触圧で接触しながら摺動することとなる。このため、耐焼付き性能は芳しくない。特にクロムを13質量%以上含有する高合金鋼からなるねじ継手では、高価な表面処理を施さない限り、焼付きの発生は避けられない。

【0013】

さらに、特許文献6には、ピンおよびボックスのいずれのシール面の形状もテーパ面として両者を接触させることにより耐焼付き性能の向上を図る技術が開示されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0014】

10

【特許文献1】日本国特開2000-130654号公報

【特許文献2】国際公開第02/059519号パンフレット

【特許文献3】米国特許出願公開第2004/108719号明細書

【特許文献4】米国特許第4153283号明細書

【特許文献5】米国特許第3856337号明細書

【特許文献6】米国特許第4736967号明細書

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0015】

特許文献6により開示された技術によれば、ねじ継手を螺合締結する過程においてシール面であるテーパ面同士が広い接触幅で接触する。このため、シール面同士の平均接触圧を低く抑制でき、焼付きが発生し難い。

20

【0016】

しかし、特許文献6により開示された技術では、締結完了後もシール面同士が広い接触幅で接触し続け、平均接触圧が低いままとなる。このため、この技術による密封性能には限界がある。また、シール面にかかる圧力が高圧になると密封性能が不足し、流体漏れが発生してしまうリスクがある。

【0017】

本発明は、上述した事情に鑑みてなされたものであり、高い耐焼付き性能および密封性能を安定して兼ね備える鋼管用ねじ継手を提供することを目的とする。

30

【課題を解決するための手段】

【0018】

本発明は、上記課題を解決して係る目的を達成するために以下の手段を採用する。すなわち、

(1) 本発明の一態様に係る鋼管用ねじ継手は、2段ねじで形成された雄ねじ部と、この2段ねじの中間部に形成された、テーパ面およびこのテーパ面に隣接する曲率面を含むシール面とを有するピンと；2段ねじで形成された雌ねじ部と、この2段ねじの中間部に形成された、テーパ面およびこのテーパ面に隣接する曲率面を含むシール面とを有するボックスと；を備え、前記ピンのテーパ面のテーパ角と、前記ボックスのテーパ面のテーパ角とは実質的に同一であり、前記雄ねじ部と前記雌ねじ部とが螺合により締結され、この締結の過程で前記ピンのシール面と前記ボックスのシール面とが接触しながら、前記ピンと前記ボックスとが径方向に干渉することで、互いのシール面の少なくとも一部が全周にわたって密着する構造を有し、更に、前記締結の途中の時点に比較して前記締結の完了時に、前記ピンのシール面と前記ボックスのシール面との接触圧を増加させる接触圧増幅機構を備える。

40

【0019】

(2) 上記(1)に記載の鋼管用ねじ継手において、前記ピンの曲率面が、前記ピンの先端側に形成され、前記ボックスの曲率面が、前記ボックスの先端側に形成されていてもよい。

【0020】

50

(3) 上記(1)に記載の鋼管用ねじ継手において、前記ピンの曲率面が、前記ピンの先端側と反対の側に形成され、前記ボックスの曲率面が、前記ボックスの先端側と反対の側に形成されていてもよい。

【0021】

(4) 上記(1)に記載の鋼管用ねじ継手において、前記ピンの曲率面が、前記ピンのテーパ面の両側に隣接して形成され、前記ボックスのテーパ面の長さが、前記ピンのシール面の長さよりも長くてもよい。

【0022】

(5) 上記(1)に記載の鋼管用ねじ継手において、前記ボックスの曲率面が、前記ボックスのテーパ面の両側に隣接して形成され、前記ピンのテーパ面の長さが、前記ボックスのシール面の長さよりも長くてもよい。

10

【0023】

(6) 上記(1)～(5)のいずれか一つに記載の鋼管用ねじ継手において、前記締結の完了時に、前記ピンのシール面と前記ボックスのシール面との接触面のうち、前記曲率面と前記テーパ面との接触部分においてピーク接触圧を発生させてもよい。

【0024】

(7) 上記(1)～(6)のいずれか一つに記載の鋼管用ねじ継手において、前記接触圧増幅機構が、前記雄ねじ部の前記シール面に隣接した箇所に形成された楔形ねじと、前記雌ねじ部の前記シール面に隣接した箇所に形成された楔形ねじとの締結によって、前記ピンのシール面と前記ボックスのシール面との接触圧を増加させてもよい。

20

【0025】

(8) 上記(1)～(6)のいずれか一つに記載の鋼管用ねじ継手において、前記接触圧増幅機構が、前記ピンのシール面および前記ボックスのシール面の前後いずれかに隣接するフックショルダによって、前記ピンのシール面と前記ボックスのシール面との接触圧を増加させてもよい。

【0026】

(9) 上記(1)～(8)のいずれか一つに記載の鋼管用ねじ継手において、前記雄ねじ部および前記雌ねじ部が、楔形ねじを含んでいてもよい。

【0027】

(10) 上記(1)～(9)のいずれか一つに記載の鋼管用ねじ継手において、ピンのテーパ面のテーパ角および前記ボックスのテーパ面のテーパ角が2～10°であってもよい。

30

【発明の効果】

【0028】

上記の態様によれば、シール面の焼き付きリスクを安定して低減するとともに、締結完了後は安定した密封性能を発揮することができる鋼管用ねじ継手を提供できる。

【図面の簡単な説明】

【0029】

【図1】本発明の一実施形態に係る鋼管用ねじ継手の縦断面形状を模式的に示す断面図である。

40

【図2】図1中の囲み部分Xに示す鋼管用ねじ継手のピンとボックスの各シール部の寸法を示す要部断面図である。

【図3A】図1に示す鋼管用ねじ継手におけるピンとボックスの締結前の状態を示す模式図である。

【図3B】図1に示す鋼管用ねじ継手におけるピンとボックスの締結完了時の状態を示す模式図である。

【図4A】本発明の一実施形態に係る鋼管用ねじ継手の一例を構成するピン、ボックスそれぞれのシール面の締結前の状態を示す模式図である。

【図4B】図4Aに示すピン、ボックスそれぞれのシール面の締結過程での状態を示す模式図である。

50

【図 4 C】図 4 A に示すピン、ボックスそれぞれのシール面の締結完了時の状態を示す模式図である。

【図 5 A】本発明の一実施形態に係る鋼管用ねじ継手の他例を構成するピン、ボックスそれぞれのシール面の締結前の状態を示す模式図である。

【図 5 B】図 5 A に示すピン、ボックスそれぞれのシール面の締結過程での状態を示す模式図である。

【図 5 C】図 5 A に示すピン、ボックスそれぞれのシール面の締結完了時の状態を示す模式図である。

【図 6 A】本発明の一実施形態に係るねじ継手の他例を構成するピン、ボックスそれぞれのシール面の締結前の状態を示す模式図である。

10

【図 6 B】図 6 A に示すピン、ボックスそれぞれのシール面の締結過程での状態を示す模式図である。

【図 6 C】図 6 A に示すピン、ボックスそれぞれのシール面の締結完了時の状態を示す模式図である。

【図 7 A】本発明の一実施形態に係るねじ継手の他例を構成するピン、ボックスそれぞれのシール面の締結前の状態を示す模式図である。

【図 7 B】図 7 A に示すピン、ボックスそれぞれのシール面の締結過程での状態を示す模式図である。

【図 7 C】図 7 A に示すピン、ボックスそれぞれのシール面の締結完了時の状態を示す模式図である。

20

【図 8】楔形ねじの構成例を示す模式図である。

【図 9】ピンおよびボックスのシール面の前後いずれかに隣接してフックショルダを 1 つ設けた場合の一例を示す模式図である。

【図 10】ピンおよびボックスのシール面の前後いずれかに隣接してフックショルダを 1 つ設けた場合の他例を示す模式図である。

【図 11】ピンおよびボックスのシール面の前後に隣接してフックショルダを 2 つ設けた場合を示す模式図である。

【図 12 A】従来のシール形状によるピン、ボックスそれぞれのシール面の締結前の状態を示す模式図である。

【図 12 B】図 12 A に示すピン、ボックスそれぞれのシール面の締結過程での状態を示す模式図である。

30

【図 12 C】図 12 A に示すピン、ボックスそれぞれのシール面の締結完了時の状態を示す模式図である。

【発明を実施するための形態】

【0030】

以下、本発明の一実施形態について、添付図面を参照しながら、詳細に説明する。

先ず、本発明者らは、例えばクロム (Cr) を 13 質量% 以上含有する高合金鋼からなる鋼管用ねじ継手において、締結過程でシール面の焼付きが多発する原因を詳細に検討した。

【0031】

40

図 12 A は、従来のシール形状によるピン 1、ボックス 3 それぞれのシール面 2, 4 の締結前の状態を示す模式図である。図 12 B は、図 12 A に示すピン 1、ボックス 3 それぞれのシール面 2, 4 の締結過程での状態を示す模式図である。図 12 C は、図 12 A に示すピン 1、ボックス 3 それぞれのシール面 2, 4 の締結完了時の状態を示す模式図である。なお、図 12 A ~ 図 12 C において右側がピン 1 における先端側であり、左側がボックス 3 における先端側である。以後、本明細書におけるすべての図において同様である。

【0032】

図 12 A ~ 図 12 C に示すように、ボックス 3 のシール面 4 は、テーパ面 4 a とその両端に滑らかに接続する曲率面 4 b, 4 c とにより構成される。一方、ピン 1 のシール面 2 は、単一の大きな曲率面 2 b により構成される。

50

【 0 0 3 3 】

ボックス 3 に銅メッキ被膜を形成し、ねじ締結試験を行ったところ、特にボックス 3 の曲率面 4 c に形成された銅メッキ被膜が著しく摩耗する現象が頻発していることが判明した。この現象は、特にねじ山の断面形状がいわゆる楔形であって、締結が完了した際にねじ山の両斜面が接触して緊結されるねじ形状を有するねじ継手の場合に発生した。つまり、この現象は、締結の完了直前までは遊びが多いねじを有するねじ継手の場合に特に顕著に発生した。

【 0 0 3 4 】

そこで、本発明者らは、ボックス 3 の曲率面 4 c に形成された銅メッキ被膜の摩耗の原因を調べるため、有限要素解析により締結過程のシール面 4 の接触状況を詳細に検討した。その結果、ピン 1 のシール面 2 が接触を開始する際に、ボックス 3 の曲率面 4 c がピン 1 の曲率面 2 b と接触し、曲率面 4 c , 2 b 同士が極めて狭い幅で接触する線接触状態となって高いピーク接触圧が発生することが、焼付きの主な原因であることが判明した。

10

【 0 0 3 5 】

また、締結完了の直前まで遊びを有するねじを用いた場合、ピン 1 のシール面 2 がボックス 3 のシール面 4 に接触を開始する際に、ピン 1 およびボックス 3 それぞれの軸芯がぶれて安定しないためにシール面 2 , 4 をこじり、焼付きがより顕著に発生することも判明した。

【 0 0 3 6 】

以上のことから、本発明者らは、以下の (I) および (I I) の知見を得るに至った。
(I) シール面 2 , 4 の接触開始時における曲率面 2 b , 4 c 同士の接触に起因する過大なピーク接触圧を低減できれば、シール面 2 , 4 での焼付きの発生を防止できる。
(I I) シール面 2 , 4 の接触開始時や締結過程において、曲率面 2 b , 4 c 同士や曲率面 2 b とテーパ面 4 a とが線接触するのではなく、テーパ面同士が平行に接触するように、シール面 2 , 4 の形状を適正化すれば、より広い接触幅で均一に接触させることができ、高いピーク接触圧の発生を防止できる。

20

【 0 0 3 7 】

しかし、締結完了以降においてもピーク接触圧が低いままでは高い密封性能を得ることはできない。高い密封性能を得るためには、締結完了時点において高いピーク接触圧がシール面 2 , 4 に発生している必要がある。また、高いピーク接触圧を得るには、シール面 2 , 4 の曲率面 2 b , 4 c 同士を接触させることが最も有効である。一方、締結完了直前においてはすでにシール干渉量がほぼすべて導入されている。このため、たとえ締結完了まであと僅かしか回転摺動しなかったとしても、曲率面 2 b , 4 c 同士の接触に切り替わる際に焼付きが発生する可能性が高い。

30

【 0 0 3 8 】

そこで、本発明者らは、締結完了までほぼシール面 2 , 4 同士の接触を維持しながら、締結完了直前に別の要素、例えば、ピン 1 およびボックス 3 のねじ部を楔形ねじとしてこれらを噛み合わせることや、ピン 1 およびボックス 3 のシール面 2 , 4 に隣接して設けたフックショルダを突き当てること等によってシール面 2 , 4 同士の接触圧を増幅し、シール面 2 , 4 同士の接触部の端部で曲率面とテーパ面の接触を生じさせれば、焼付きを発生させることなく十分な密封性能を発揮する適度の高さのピーク接触圧が得られると考えた。

40

【 0 0 3 9 】

本発明者らは、このような着想に基づいてさらに検討を進め、下記 2 つの要素 (A) および要素 (B) を満足すること、さらに望ましくは、これらの要素 (A) および要素 (B) に加えて、下記の要素 (C) を満足することにより上記課題を解決できることを知見した。

【 0 0 4 0 】

(A) ピンのテーパ面のテーパ角と、ボックスのテーパ面のテーパ角とは、実質的に同一である。ここで、実質的に同一であるとは、ピンのテーパ面のテーパ角とボックスのテーパ面のテーパ角とが同じ角度か、その角度の差が $\pm 0.5^\circ$ の範囲に収まることを意味

50

する。

【 0 0 4 1 】

(B) 締結の途中の時点に比較して締結の完了時に、ピンのシール面とボックスのシール面との接触圧を増加させる接触圧増幅機構を備える。ここで、接触圧増幅機構としては、後に詳しく説明するねじ部に適用される楔形ねじや、ピンおよびボックスのシール面に隣接して設置されるフックショルダが例示される。

【 0 0 4 2 】

(C) ピンのシール面は、ピンの端面から一定距離以上離れた位置に形成されるとともに、ボックスのシール面は、ボックスの端面から一定距離以上離れた位置に形成される。

【 0 0 4 3 】

以上の知見から、上記の要素 (A) ~ (C) を満足することによって、炭素鋼やクロムを 1 3 質量 % 以上含有する高合金鋼からなる鋼管用ねじ継手の締結過程において、高い耐焼付き性能および密封性能が安定して得られることを見出した。

【 0 0 4 4 】

また、炭素鋼やサワー鋼からなる鋼管用ねじ継手のみならず、クロムを 1 3 質量 % 以上含有する高合金鋼からなる鋼管用ねじ継手のような焼付きの発生し易いねじ継手や、高価な表面処理を施すことが困難なインテグラル方式のねじ継手などの鋼管用ねじ継手に対して、高い耐焼付き性能および密封性能が安定して得られることを見出し、本発明を完成するに至った。

【 0 0 4 5 】

次に、本発明の一実施形態に係る鋼管用ねじ継手 (以下、単に「ねじ継手」という。) 1 0 が適用されたプレミアムジョイントの一例について説明する。

図 1 は、ねじ継手 1 0 の縦断面形状を模式的に示す断面図である。

【 0 0 4 6 】

図 1 に示すように、ねじ継手 1 0 は、ピン 2 0 と、ボックス 3 0 とを備える。

【 0 0 4 7 】

ピン 2 0 は、雄ねじ部 2 1 と、シール面 2 2 とを有する。雄ねじ部 2 1 は、ピン 2 0 の外周面に螺旋状に形成されている。雄ねじ部 2 1 は、上段ねじ部 2 1 a と下段ねじ部 2 1 b とを含む 2 段ねじで形成されている。

【 0 0 4 8 】

シール面 2 2 は、上段ねじ部 2 1 a と下段ねじ部 2 1 b との間の中間部に形成されている。シール面 2 2 は、ピン 2 0 の外周面に形成されたテーパ面 2 2 a と曲率面 2 3 とを含むねじ無し面である。

【 0 0 4 9 】

テーパ面 2 2 a は、ピン 2 0 の軸線方向の断面において、所定の角度 (以下、テーパ面 2 2 a のテーパ角という。) で傾斜している。したがって、テーパ面 2 2 a は、ピン 2 0 の外周面において、このピン 2 0 の基端側から先端側に向かって漸次縮径した円錐台面を形成している。テーパ面 2 2 a のテーパ角は、例えば $2 \sim 10^{\circ}$ とすることが望ましく、 $3 \sim 7^{\circ}$ とすることがさらに望ましい。

【 0 0 5 0 】

曲率面 2 3 は、テーパ面 2 2 a の両側に隣接して形成された後方曲率面 2 3 a と前方曲率面 2 3 b とを含む。後方曲率面 2 3 a および前方曲率面 2 3 b は、ピン 2 0 の軸線方向の断面において、所定の曲率で弧を描くように形成されている。したがって、曲率面 2 3 は、ピン 2 0 の外周面において湾曲した曲率回転体面を形成している。曲率面 2 3 の曲率については、曲率面 2 3 を挟んだテーパ面 2 2 a とは反対側の面と、テーパ面 2 2 a との間で連続した曲面を形成するように、その曲率を設定すればよい。

【 0 0 5 1 】

ボックス 3 0 は、雌ねじ部 3 1 と、シール面 3 2 とを有する。雌ねじ部 3 1 は、ボックス 3 0 の内周面に螺旋状に形成されている。雌ねじ部 3 1 は、上段ねじ部 3 1 a と下段ねじ部 3 1 b とを含む 2 段ねじで形成されている。ボックス 3 0 の上段ねじ部 3 1 a がピン

10

20

30

40

50

２０の上段ねじ部２１ａと螺合するとともに、ボックス３０の下段ねじ部３１ｂがピン２０の下段ねじ部２１ｂと螺合する。これにより、雄ねじ部２１と雌ねじ部３１とが螺合により締結される。

【００５２】

シール面３２は、上段ねじ部３１ａと下段ねじ部３１ｂとの間の中間部に形成されている。シール面３２は、ボックス３０の内周面に形成されたテーパ面３２ａと曲率面３３とを含むねじ無し面である。

【００５３】

テーパ面３２ａは、ボックス３０の軸線方向の断面において、所定の角度（以下、テーパ面３２ａのテーパ角という。）で傾斜している。したがって、テーパ面３２ａは、ボックス３０の内周面において、このボックス３０の基端側から先端側に向かって漸次拡径した円錐台面を形成している。テーパ面３２ａのテーパ角は、例えば２～１０°とすることが望ましく、３～７°とすることがさらに望ましい。

10

【００５４】

曲率面３３は、テーパ面３２ａの両側に隣接して形成された前方曲率面３３ａと後方曲率面３３ｂとを含む。前方曲率面３３ａおよび後方曲率面３３ｂは、ボックス３０の軸線方向の断面において、所定の曲率で弧を描くように形成されている。したがって、曲率面３３は、ボックス３０の内周面において湾曲した曲率回転体面を形成している。曲率面３３の曲率については、曲率面３３を挟んだテーパ面３２ａとは反対側の面と、テーパ面３２ａとの間で連続した曲面を形成するように、その曲率を設定すればよい。

20

【００５５】

ねじ継手１０では、雄ねじ部２１と雌ねじ部３１との締結の過程で、ピン２０のシール面２２とボックス３０のシール面３２とが接触しながら、ピン２０とボックス３０とが径方向に干渉することで、互いのシール面２２，３２の少なくとも一部が全周にわたって密着する構造（メタルタッチシール）が得られる。

【００５６】

すなわち、このメタルタッチシールでは、ピン２０の外径がボックス３０の内径よりも僅かに大きく設定されている（この径差を「シール干渉量」という。）。メタルタッチシールでは、ピン２０およびボックス３０を嵌合し径方向に干渉させることによって、拡径したボックス３０と縮径したピン２０との間でそれぞれ元の径に戻ろうとする弾性回復力が発生する。この弾性回復力を利用して、シール面２２，３２を緊密に密着させることができる。

30

【００５７】

図２は、図１中の囲み部分Ｘに示すねじ継手１０のピン２０とボックス３０の各シール部の寸法を示す要部断面図である。

【００５８】

なお、図２中において、符号４１は、ピン２０の後方曲率面２３ａの曲率半径を示す。符号４２は、ピン２０の前方曲率面２３ｂの曲率半径を示す。符号４３は、ピン２０のテーパ面２２ａのテーパ角を示す。符号４４は、ピン２０のシール面２２の直径を示す。符号４５は、ピン２０のシール面２２のテーパ長さを示す。また、符号４６は、ボックス３０の後方曲率面３３ｂの曲率半径を示す。符号４７は、ボックス３０の前方曲率面３３ａの曲率半径を示す。符号４８は、ボックス３０のテーパ面３２ａのテーパ角を示す。符号４９は、ボックス３０のシール面３２の直径を示す。符号５０は、ボックス３０のシール面３２のテーパ長さを示す。

40

【００５９】

ねじ継手１０は、下記２つの要素（Ａ）および要素（Ｂ）を満足することが望ましく、これらの要素（Ａ）および要素（Ｂ）に加えて、下記の要素（Ｃ）を満足することがさらに望ましい。

【００６０】

（Ａ） ピン２０のテーパ面２２ａのテーパ角４３と、ボックス３０のテーパ面３２ａの

50

テーパ角 48 とは、実質的に同一である。ここで、実質的に同一であるとは、テーパ角 43 とテーパ角 48 とが同じ角度か、その角度の差が $\pm 0.5^\circ$ の範囲に収まることを意味する。

【0061】

(B) 締結の途中の時点と比較して締結の完了時に、ピン 20 のシール面 22 とボックス 30 のシール面 32 との接触圧を増加させる接触圧増幅機構 40 を備える。ここで、接触圧増幅機構 40 としては、後述する図 8 ~ 11 に示すような楔形ねじやフックショルダが例示される。

【0062】

(C) ピン 20 のシール面 22 またはボックス 30 のシール面 32 は、ピン 20 またはボックス 30 のそれぞれの端面から一定距離以上離れた位置に形成される。すなわち、ピン 20 のシール面 22 およびボックス 30 のシール面 32 は、2 段ねじの場合、上段ねじ部 21a, 31a と下段のねじ部 21b, 31b との中間部に設けられる。中間部にピン 20 のシール面 22 およびボックス 30 のシール面 32 を設けることにより、締結過程におけるシール面 22, 32 のテーパ角が一定に保たれ、均一なシール接触を得ることができる。

10

【0063】

図 3A は、図 1 に示すねじ継手 10 におけるピン 20 とボックス 30 の締結前の状態を示す模式図である。図 3B は、図 1 に示すねじ継手 10 におけるピン 20 とボックス 30 の締結完了時の状態を示す模式図である。

20

【0064】

図 3A および図 3B に示すように、ピン 20, ボックス 30 それぞれのシール面 22, 32 として、実質的に同一のテーパ角 43, 48 を有するテーパ面 22a, 32a を形成しておき、シール面 22, 32 の接触開始時にテーパ面 22a, 32a をほぼ平行に広い幅で接触させる。これにより、上記要素 (A) は比較的容易に達成される。

【0065】

しかし、ピン 20 の先端面を含む先端部にシール面 22 を形成すると、締結が進行するに伴ってシール干渉量によりピン 20 の先端面を含む先端部 (リップともいう。) に設けたシール面 22 が縮径するにしたがって、たわみ角 (ピン 20 のテーパ面 22a のテーパ角 43) が大きくなる。それに対し、ボックス 30 は一様に拡張するのみで、たわみ角 (ボックス 30 のテーパ面 32a のテーパ角 48) はほとんど変化しない。つまり、接触開始時にシール面 22, 32 同士をほぼ平行に接触させることができたとしても、シール干渉量の影響が締結に伴って徐々に現れるに伴って、ピン 20, ボックス 30 それぞれのシール面 22, 32 のテーパ角 43, 48 が一致しなくなる。この場合、締結過程を通じて広い幅でシール面 22, 32 を接触させ続けることが難しくなる。

30

【0066】

シール干渉量の影響が現れ始めてもシール面 22, 32 のテーパ角 43, 48 を一致させ続けるためには、ピン 20 の先端部に設けたシール面 22 のさらに先端側に、十分な剛性を有する部分を形成しシール面 22 を一様に縮径させ、たわみ角が生じるのを抑制するようにすればよい。このためには、ピン 20 の端面から一定距離以上離れた位置にシール面 22 を形成することが有効である。

40

【0067】

以上は、ピン 20 の先端部にシール面 22 を設けた場合についての説明であるが、ボックス 30 の先端部にシール面 32 を設けた場合にも同様のことがいえる。すなわち、ボックス 30 のシール面 32 のさらに先端側に十分な剛性を有する部分を形成しておけばよい。

【0068】

十分な剛性を有する部分を形成するためには、図 1 に示すように、雄ねじ部 21 の上段ねじ部 21a および下段ねじ部 21b をシール面 22 の両側に形成するとともに、雌ねじ部 31 の上段ねじ部 31a および下段ねじ部 31b をシール面 32 の両側に形成する、い

50

わゆる中間シール構造とする。

【 0 0 6 9 】

上記のようにすれば、締結過程においてもシール面 2 2 , 3 2 であるテーパ面 2 2 a , 3 2 a 同士の広い接触幅でかつ均一な接触が維持され、焼付きのリスクがさらに低減される。

【 0 0 7 0 】

図 4 A は、本発明の一実施形態に係る鋼管用ねじ継手の一例を構成するピン 2 0、ボックス 3 0 それぞれのシール面 2 2 , 3 2 の締結前の状態を示す模式図である。図 4 B は、図 4 A に示すピン 2 0、ボックス 3 0 それぞれのシール面 2 2 , 3 2 の締結過程での状態を示す模式図である。図 4 C は、図 4 A に示すピン 2 0、ボックス 3 0 それぞれのシール面 2 2 , 3 2 の締結完了時の状態を示す模式図である。

10

【 0 0 7 1 】

なお、図 4 A ~ 図 4 C において、上記ねじ継手 1 0 を構成するピン 2 0 およびボックス 3 0 の各部と同等の部位については同じ符号を付すとともに、その説明を省略するものとする。また、図 4 B 中における符号 A は、締結過程の接触圧の分布を示す。図 4 C 中における符号 B は、締結完了時のピーク接触圧を示す。

【 0 0 7 2 】

図 4 A ~ 図 4 C に示すように、ピン 2 0 のシール面 2 2 の長さを、ボックス 3 0 のテーパ面 3 2 a の長さよりも短くする。これにより、締結の過程では、図 4 B 中の符号 A で示すように、テーパ面 2 2 a , 3 2 b 同士が平行に接触しながら、より広い接触幅で均一に接触させることができるため、高い接触圧の発生を防止するとともに、接触圧分布の変動を低く抑えることができる。

20

【 0 0 7 3 】

一方、締結の完了時点では、短い方のテーパ面 2 2 a と、その両端部に滑らかに接続している後方曲率面 2 3 a および前方曲率面 2 3 b の全てが、ボックス 3 0 のテーパ面 3 2 a に接触するようにする。これにより、締結完了直前にシール面 2 2 , 3 2 同士の接触圧が増加する。そして、締結完了時には、図 4 C 中の符号 B で示すように、後方曲率面 2 3 a および前方曲率面 2 3 b がテーパ面 3 2 a に接触している部分で、他の部分よりも接触圧が高くなるピーク接触圧を発生させることができる。

【 0 0 7 4 】

30

以上のようにして、このねじ継手 1 0 では、シール面 2 2 , 3 2 の焼き付きリスクを安定して低減するとともに、締結完了後は安定した密封性能を発揮することが可能である。

【 0 0 7 5 】

次に、本発明の一実施形態に係る鋼管用ねじ継手の他例について説明する。

図 5 A は、本発明の一実施形態に係る鋼管用ねじ継手の他例を構成するピン 2 0、ボックス 3 0 それぞれのシール面 2 2 , 3 2 の締結前の状態を示す模式図である。図 5 B は、図 5 A に示すピン 2 0、ボックス 3 0 それぞれのシール面 2 2 , 3 2 の締結過程での状態を示す模式図である。図 5 C は、図 5 A に示すピン 2 0、ボックス 3 0 それぞれのシール面 2 2 , 3 2 の締結完了時の状態を示す模式図である。

【 0 0 7 6 】

40

なお、図 5 A ~ 図 5 C において、上記ねじ継手 1 0 を構成するピン 2 0 およびボックス 3 0 の各部と同等の部位については同じ符号を付すとともに、その説明を省略するものとする。また、図 5 B 中における符号 A は、締結過程の接触圧の分布を示す。図 5 C 中における符号 B は、締結完了時のピーク接触圧を示す。

【 0 0 7 7 】

図 5 A ~ 図 5 C は、図 4 A ~ 図 4 C とは逆に、ボックス 3 0 の前方曲率面 3 3 a および後方曲率面 3 3 b がテーパ面 3 2 a の両側に形成されるとともに、ピン 2 0 のテーパ面 2 2 a の長さ 4 5 がボックス 3 0 のシール面 3 2 の長さ 5 0 よりも長い態様を示す。この態様の場合も、シール面 2 2 , 3 2 の焼き付きリスクを安定して低減するとともに、締結完了後は安定した密封性能を発揮することが可能である。

50

【 0 0 7 8 】

図 6 A は、本発明の一実施形態に係るねじ継手の他例を構成するピン 2 0、ボックス 3 0 それぞれのシール面 2 2, 3 2 の締結前の状態を示す模式図である。図 6 B は、図 6 A に示すピン 2 0、ボックス 3 0 それぞれのシール面 2 2, 3 2 の締結過程での状態を示す模式図である。図 6 C は、図 6 A に示すピン 2 0、ボックス 3 0 それぞれのシール面 2 2, 3 2 の締結完了時の状態を示す模式図である。

【 0 0 7 9 】

なお、図 6 A ~ 図 6 C において、上記ねじ継手 1 0 を構成するピン 2 0 およびボックス 3 0 の各部と同等の部位については同じ符号を付すとともに、その説明を省略するものとする。また、図 6 B 中における符号 A は、締結過程の接触圧の分布を示す。図 6 C 中における符号 B は、締結完了時のピーク接触圧を示す。

10

【 0 0 8 0 】

図 6 A ~ 図 6 C は、ピン 2 0 とボックス 3 0 の両方のシール面 2 2, 3 2 が実質的に同じテーパ角 4 3, 4 8 を有するテーパ面 2 2 a, 3 2 a を備えた態様を示す。また、ピン 2 0 のテーパ面 2 2 a のピン 2 0 の先端側に位置する側に前方曲率面 2 3 b を設け、ボックス 3 0 のテーパ面 3 2 a のボックス 3 0 の先端側に前方曲率面 3 3 a を設けた態様を示す。この場合、ピン 2 0 とボックス 3 0 両方のテーパ面 2 2 a, 3 2 a の長さ 4 5, 5 0 が同じであってもシール面 2 2, 3 2 の接触開始時および締結過程で広い接触幅でかつ均一な接触が維持され、焼付きのリスクが低減される。

【 0 0 8 1 】

20

図 7 A は、本発明の一実施形態に係るねじ継手の他例を構成するピン 2 0、ボックス 3 0 それぞれのシール面 2 2, 3 2 の締結前の状態を示す模式図である。図 7 B は、図 7 A に示すピン 2 0、ボックス 3 0 それぞれのシール面 2 2, 3 2 の締結過程での状態を示す模式図である。図 7 C は、図 7 A に示すピン 2 0、ボックス 3 0 それぞれのシール面 2 2, 3 2 の締結完了時の状態を示す模式図である。

【 0 0 8 2 】

なお、図 7 A ~ 図 7 C において、上記ねじ継手 1 0 を構成するピン 2 0 およびボックス 3 0 の各部と同等の部位については同じ符号を付すとともに、その説明を省略するものとする。また、図 7 B 中における符号 A は、締結過程の接触圧の分布を示す。図 7 C 中における符号 B は、締結完了時のピーク接触圧を示す。

30

【 0 0 8 3 】

図 7 A ~ 図 7 C は、ピン 2 0 とボックス 3 0 の両方のシール面 2 2, 3 2 が実質的に同じテーパ角 4 3, 4 8 を有するテーパ面 2 2 a, 3 2 a を備えた態様を示す。また、ピン 2 0 のテーパ面 2 2 a のピン 2 0 の先端側と反対の側に後方曲率面 2 3 a を設け、ボックス 3 0 のテーパ面 3 2 a のボックス 3 0 の先端側と反対の側に後方曲率面 3 3 b を設けた態様を示す。この場合、ピン 2 0 とボックス 3 0 の両方のシール面 2 2, 3 2 のテーパ面 2 2 a, 3 2 a の長さ 4 5, 5 0 が同じであっても、シール面 2 2, 3 2 の接触開始時および締結過程で広い接触幅でかつ均一な接触が維持され、焼付きのリスクが低減される。

【 0 0 8 4 】

図 7 A ~ 図 7 C に示す態様によれば、締結初期、すなわちシール面 2 2, 3 2 の接触開始時とそれに続く締結過程ではピン 2 0 とボックス 3 0 のシール面 2 2, 3 2 のうちテーパ角を有するテーパ面 2 2 a, 3 2 a が平行に接触し、締結過程で曲率面 2 3, 3 3 同士の接触が生じることなくピーク接触圧を低減できる。

40

【 0 0 8 5 】

次に、上記ねじ継手 1 0 が備える接触圧増幅機構 4 0 について説明する。接触圧増幅機構 4 0 は、締結完了直前にシール接触力を増加させる接触圧を増幅させる機構であり、その機構についてはいくつか考えられる。その一つに雄ねじ部 2 1 および雌ねじ部 3 1 それぞれのねじ形状を楔形ねじとすることが挙げられる。

【 0 0 8 6 】

図 8 は、代表的な楔形ねじ 4 0 - 1 の構成例を示す模式図である。なお、図 8 中におい

50

て、符号 a , a' は、ねじ山の荷重面を示す。符号 b , b' は、ねじ山の挿入面を示す。符号 c , c' は、ねじが占有する肉厚を示す。

【0087】

接触圧増幅機構 40 では、シール面 22 , 32 に隣接する楔形ねじ 40 - 1 が、締結完了直前にねじの斜面同士がかしめ合うことでロッキングし、シール面 22 , 32 の接触力が増加する。このため、例えば図 4 C 中の符号 B で示すように、締結完了時に曲率面 23 a , 23 b がテーパ面 32 a に接触している部分で、他の部分よりも接触圧が高くなるピーク接触圧を発生させることができる。

【0088】

楔形ねじ 40 - 1 は、上段ねじ部 21 a , 31 a および下段ねじ部 21 b , 31 b のシール面 22 , 32 に隣接する箇所に少なくとも 1 つあればよい。楔形ねじ 40 - 1 は、シール面 22 , 32 に隣接して少なくとも 1 . 5 ピッチ形成されることが望ましいが、雄ねじ部 21 (21 a , 21 b) および雌ねじ部 31 (31 a , 31 b) の全てが楔形ねじ 40 - 1 であることがより望ましい。

【0089】

なお、図 8 に示す楔形ねじ 40 - 1 は、ねじ山の頂面および底面が継手軸 L に対し平行になっている。この場合、ねじ山の荷重面 a , a' の高さは挿入面 b , b' の高さよりも低くなり、テーパ角が大きくなるほど、またねじの頂面のすき間が広いほど、荷重面 a , a' の高さは低くなる。

【0090】

これに対し、ねじ山の頂面および底面をねじのテーパ線と並行に配置した場合、与えられたねじの占有する肉厚範囲（ねじ頂面と底面を包括するピッチライン間の半径方向の幅）いっぱいまで荷重面 a , a' を高く設定することが可能である。楔形ねじ 40 - 1 と比較すると、ねじが噛合った際にピン 20 とボックス 30 を径方向に緊結する力（すなわち締結直前にシール接触力を増幅させる力）がさらに向上する。従って、このような楔形ねじ 40 - 1 を用いると接触圧増幅機構 40 としての効果はさらに高まる。また、雄ねじ部 21 (21 a , 21 b) および雌ねじ部 31 (31 a , 31 b) は、いずれもテーパねじであるとともに、楔形ねじであれば、さらに望ましい。

【0091】

接触圧増幅機構 40 を構成する別の機構としては、例えば、ピン 20 およびボックス 30 のシール面 22 , 32 の前後いずれか、または両側に隣接して設けられるフックショルダを挙げることができる。

【0092】

図 9 ~ 11 は、フックショルダの例を示す模式図である。このうち、図 9 , 10 は、ピン 20 およびボックス 30 のシール面 22 , 32 の前後いずれかに隣接してフックショルダを 1 つ設けた場合を示す模式図である。一方、図 11 は、ピン 20 およびボックス 30 のシール面 22 , 32 の前後に隣接してフックショルダを 2 つ設けた場合を示す模式図である。

【0093】

なお、図 9 ~ 11 中において、符号 20 はピンを示す。符号 30 は、ボックスを示す。符号 22 は、ピン 20 のシール面を示す。符号 24 は、ピン 20 のショルダ面を示す。符号 21 a は、ピン 20 の雄ねじを示す。符号 32 は、ボックス 30 のシール面を示す。符号 34 は、ボックス 30 のショルダ面を示す。符号 31 a は、ボックス 30 の雌ねじを示す。符号 T は、シール面 22 , 32 におけるテーパ面 22 a , 32 a を示す。符号 R は、シール面 22 , 32 における曲率面を示す。

【0094】

フックショルダ面 24 , 34 は、シール面 22 , 32 の前側または後側の一方又は双方に隣接して設けてやれば、ショルダの突き当てにより発生した反力の径方向成分がシール面 22 , 32 をさらに密着させる方向に作用し、シール接触力を増加させることができる。

【実施例】

【0095】

本実施例では、本発明の効果を実証するため、ねじ継手の上下２段のねじの中間部に表１Ａおよび表１Ｂに示す４種類のシール形状を有する鋼管用ねじ継手について、有限要素解析を行うとともに実際に締結試験を行い、シール面の耐焼付き性能および密封性能を評価した。ここで、表１Ａおよび表１Ｂには、ピンのシール形状を示す。表２には、ボックスのシール形状を示す。

【0096】

【表１Ａ】

番号	管本体 外径 (mm)	管本体 内径 (mm)	シール部 直径 (mm)	シール部 テーパ長さ (mm)	テーパ角 (deg)	曲率 半径 (mm)	曲率 半径 (mm)	備考
1	139.7	111.15	127.5	0	0	40	0	比較例
2	139.7	118.62	126.8	2.2	4.8	30	30	比較例
3	139.7	111.15	127.5	6	4.8	40	0	本発明例
4	139.7	118.62	128.5	2	4.8	10	20	本発明例

10

【0097】

【表１Ｂ】

番号	管本体 外径 (mm)	管本体 内径 (mm)	シール部 直径 (mm)	シール部 テーパ長さ (mm)	テーパ角 (deg)	曲率 半径 (mm)	曲率 半径 (mm)	備考
1	139.7	111.15	127.1	3.9	2.9	7	30	比較例
2	139.7	118.62	126.2	2.2	4.8	20	30	比較例
3	139.7	111.15	127.1	8.2	4.8	7	0	本発明例
4	139.7	118.62	128	2	4.8	20	2	本発明例

20

30

【0098】

先ず、有限要素解析の要領について説明する。供試したのは、楔形ねじを有するインテグラル型のプレミアムジョイントである。このねじ継手の諸元を表１Ａおよび表１Ｂに示す。本実施例では、ねじ継手の締結を模擬した解析を実施することにより締結初期と締結完了時のシール面の接触圧に着目した。

【0099】

番号１，３の材料については、１３Ｃｒ鋼（公称耐力 $Y S = 794 \text{ MPa}$ ）を使用した。番号２，４の材料については、ＡＰＩ規格の炭素鋼Ｑ１２５（公称耐力 $Y S = 862 \text{ MPa}$ （ 125 ksi ））を使用した。

40

【0100】

有限要素解析の結果を表２に示す。

【0101】

【表 2】

番号	締結初期		締結完了時		備考
	シール接触幅 (mm)	ピーク接触圧 /YS	シール接触幅 (mm)	ピーク接触圧 /YS	
1	1.1	1.3	1.6	1.3	比較例
2	1.4	1	2.9	1.3	比較例
3	2.7	0.3	1.6	1.9	本発明例
4	2.4	0.6	2.5	1.8	本発明例

10

【0102】

表 2 からわかるように、締結初期では、番号 3、4 のシール接触幅が番号 1、2 に比べ増加しており、意図したシールの接触開始状態を再現できていることがわかる。また、シール面のピーク接触圧が 0.3 ~ 0.6 YS 程度と格段に低減されている。この結果から、本発明を適用したねじ継手では、シール面が高い耐焼付き性能を有することが証明された。

【0103】

表 2 には、締結完了時の接触圧も併せて示す。表 2 から、締結完了時において番号 3、4 のピーク接触圧が YS の 2 倍程度と番号 1、2 よりも格段に増加していることがわかる。

20

【0104】

この結果から、本発明を適用したねじ継手では、シール面が締結完了時に十分な密封性能を有することがわかった。

【0105】

次に、実際の締結試験について説明する。この試験では、繰返し締結解体試験によりねじ継手のシール面の耐焼付き性能を評価した。

【0106】

耐焼付き性能については、API の試験規格ではケーシングにつき 3 回以上の繰返し締結 / 解体試験を行い、焼付きが発生しなければ合格とされている。

30

【0107】

表 3 に示すとおり、番号 1'、3'、4 のシール形状を有するねじ継手で耐焼付き性能を評価した。なお、番号 1'、3' とはシール形状が番号 1、3 と同じであるものの、ねじ継手のサイズが異なるため、異なる符号を付与した。シール形状の詳細は表 1 に示すとおりである。

【0108】

サンプルには、ピン、ボックスともにサンドブラストで表面処理し、潤滑剤には API 規格のねじコンパウンドを用いた。

【0109】

繰返し締結 / 解体試験の結果をまとめて表 3 に示す。

40

【0110】

【表 3】

サイズ	シール形状	締結/解体成功回数
7-5/8" 39#	番号1'	1
7-5/8" 39#	番号3'	10
5-1/2" 23#	番号4	4

10

【0 1 1 1】

表 3 に示すように、番号 1' のねじ継手については、2 回目の締結 / 解体で焼付きが発生したが、番号 3' , 4 のねじ継手では 3 回以上の締結 / 解体でもシール面の焼付きは発生しなかったため、本発明を適用したねじ継手の方が耐焼付き性能に優れることが実証された。

【符号の説明】

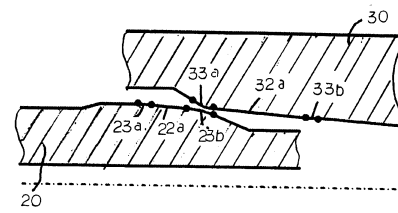
【0 1 1 2】

- 1 0 鋼管用ねじ継手
- 2 0 ピン
- 2 1 雄ねじ部
- 2 1 a 上段ねじ部
- 2 1 b 下段ねじ部
- 2 2 シール面
- 2 2 a テーパー面
- 2 3 曲率面
- 2 3 a 後方曲率面
- 2 3 b 前方曲率面
- 3 0 ボックス
- 3 1 雌ねじ部
- 3 1 a 上段ねじ部
- 3 1 b 下段ねじ部
- 3 2 シール面
- 3 2 a テーパー面
- 3 3 曲率面
- 3 3 a 前方曲率面
- 3 3 b 後方曲率面
- 4 0 接触圧増幅機構

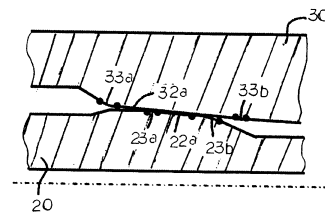
20

30

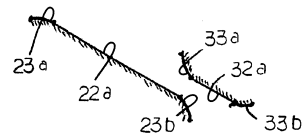
【 図 3 A 】



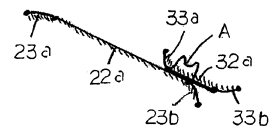
【 ㄨ 3 B 】



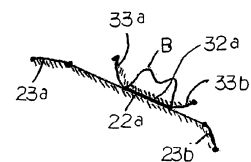
【 ㄨ 5 A 】



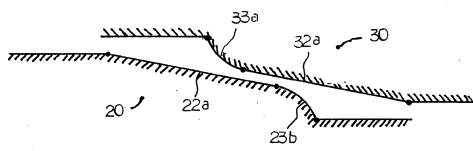
【 ㄨ 5 B 】



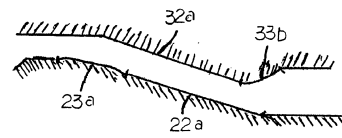
【 図 5 C 】



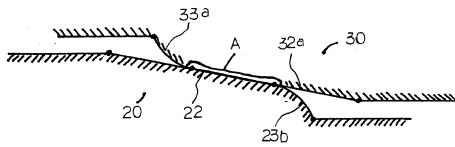
【図 6 A】



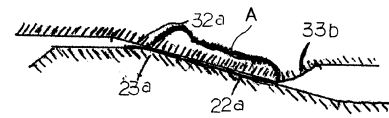
【図 7 A】



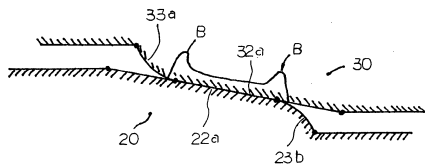
【図 6 B】



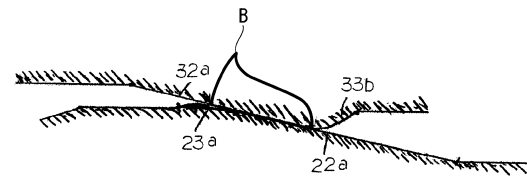
【図 7 B】



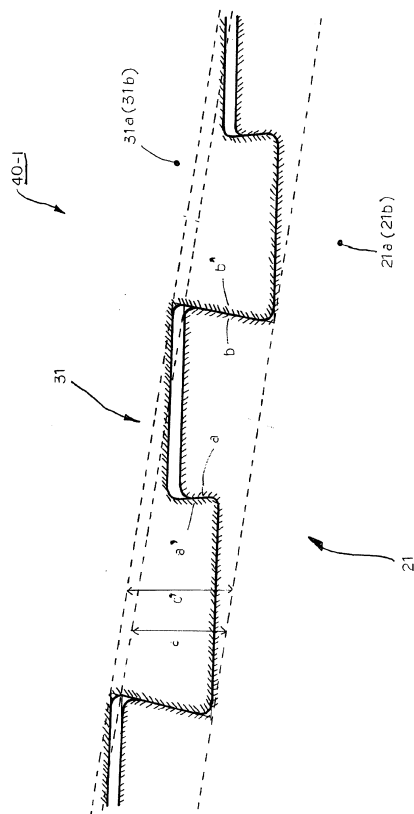
【図 6 C】



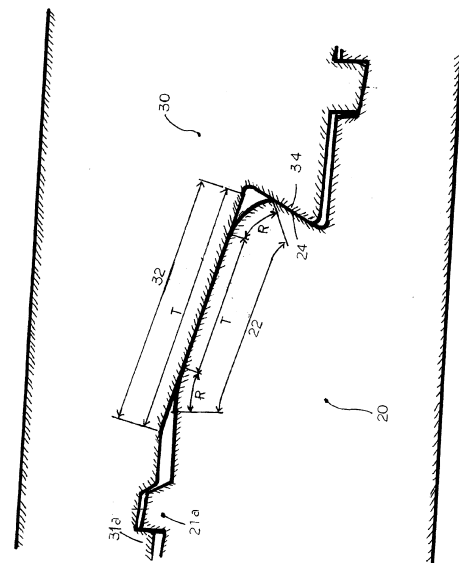
【図 7 C】



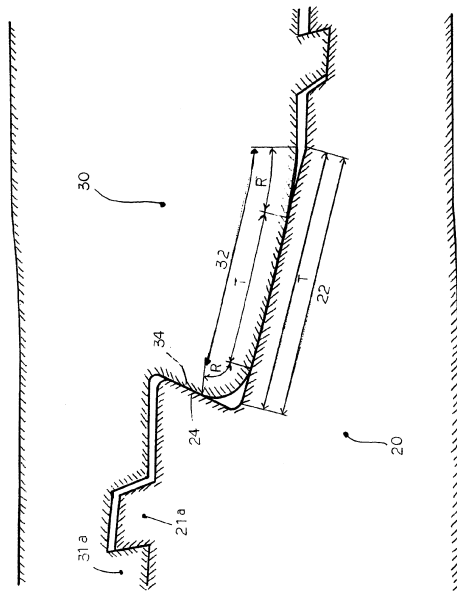
【図 8】



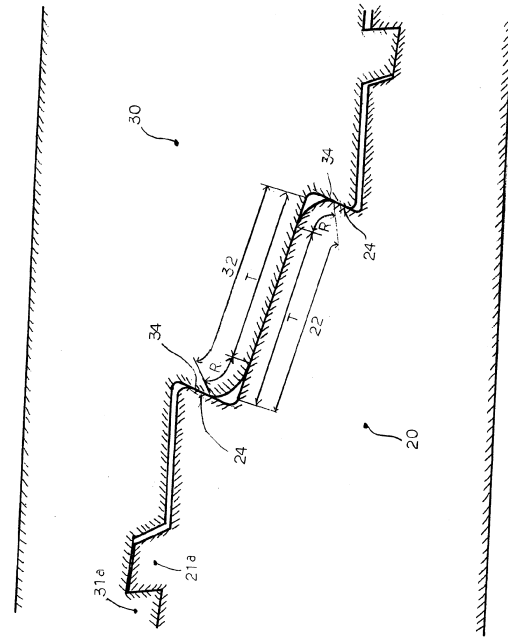
【図 9】



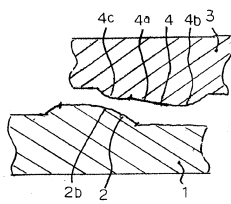
【図 10】



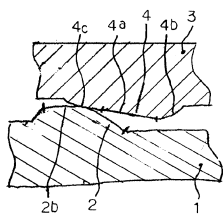
【図 11】



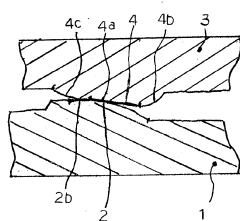
【図 12 A】



【図 12 B】



【図 12 C】



フロントページの続き

(74)代理人 100134359

弁理士 勝俣 智夫

(74)代理人 100188592

弁理士 山口 洋

(72)発明者 奥 洋介

東京都千代田区丸の内二丁目 6 番 1 号 新日鐵住金株式会社内

(72)発明者 山本 達也

東京都千代田区丸の内二丁目 6 番 1 号 新日鐵住金株式会社内

(72)発明者 杉野 正明

東京都千代田区丸の内二丁目 6 番 1 号 新日鐵住金株式会社内

(72)発明者 エルダー ラッセル

77079 アメリカ合衆国 テキサス州ヒューストン、パースチャー・ロード14670、ユニットB

審査官 正木 裕也

(56)参考文献 特開昭60-500457(JP,A)

特開2007-205361(JP,A)

米国特許第6581980(US,B1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

F16L 15/04