

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5673089号  
(P5673089)

(45) 発行日 平成27年2月18日(2015.2.18)

(24) 登録日 平成27年1月9日(2015.1.9)

(51) Int.Cl. F I  
F 1 6 L 15/04 (2006.01) F 1 6 L 15/04 A

請求項の数 9 (全 13 頁)

(21) 出願番号	特願2010-289794 (P2010-289794)	(73) 特許権者	000001258 J F E スチール株式会社 東京都千代田区内幸町二丁目2番3号
(22) 出願日	平成22年12月27日(2010.12.27)	(74) 代理人	100105968 弁理士 落合 憲一郎
(65) 公開番号	特開2012-67908 (P2012-67908A)	(74) 代理人	100099531 弁理士 小林 英一
(43) 公開日	平成24年4月5日(2012.4.5)	(72) 発明者	園部 治 東京都千代田区内幸町二丁目2番3号 J F E スチール株式会社内
審査請求日	平成25年8月23日(2013.8.23)	(72) 発明者	長濱 拓也 東京都千代田区内幸町二丁目2番3号 J F E スチール株式会社内
(31) 優先権主張番号	特願2010-191046 (P2010-191046)		
(32) 優先日	平成22年8月27日(2010.8.27)		
(33) 優先権主張国	日本国(JP)		

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】

雄ねじ部と、該雄ねじ部より管端側に延在するノーズ部と、該ノーズ部の先端に設けられたショルダ部とを有するピン部材と、  
前記雄ねじ部とねじ結合される雌ねじ部と、前記ピン部材のノーズ部外周面に相對するノーズ部内周面と、前記ピン部材のショルダ部に当接するショルダ部とを有するボックス部材とを有し、  
前記ねじ結合により前記ピン部材とボックス部材とが結合されてピン部材の前記ノーズ部外周面とボックス部材の前記ノーズ部内周面とがメタル-メタル接触しその接触界面がシール面をなす鋼管用ねじ継手であって、  
前記ボックス部材の前記ノーズ部内周面は、ボックス部材の軸方向断面視で内側に凸状の曲線をなし、該凸状の曲線は、相異なる曲率半径Rを有する内側に凸状の複数の円弧を順次接続してなる複合R曲線を、雌ねじ部から遠ざかるにつれて円弧の曲率半径Rが大きくなり、かつ、円弧の接続点上の接線が接続相手の円弧のそれと一致するような曲線形状とし、  
かつ、前記複合R曲線内の各円弧がなす角度は、前記雌ねじ部に近い円弧のものほど大きいこととしたものであり、  
前記ピン部材の前記ノーズ部外周面は、ボックス部材との結合時にボックス部材の前記ノーズ部内周面と干渉するテーパ面としたことを特徴とする、鋼管用ねじ継手。

## 【請求項 2】

前記複合 R 曲線内の前記接続点のいずれかが前記テーパ面のタンジェントポイントにな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】

前記テーパ面は、継手の軸方向となす角度が 10 度以内であることを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の鋼管用ねじ継手。

## 【請求項 4】

前記ピン部材のノーズ部の長さが 20 mm 以上であることを特徴とする請求項 1 ~ 3 のいずれかに記載の鋼管用ねじ継手。

## 【請求項 5】

前記雄ねじ部と前記雌ねじ部とは、スタブフランク角度が 0 度 ~ 30 度の範囲内であることを特徴とする請求項 1 ~ 4 のいずれかに記載の鋼管用ねじ継手。

## 【請求項 6】

前記雄ねじ部と前記雌ねじ部とは、ロードフランク角度が -5 度 ~ 4 度の範囲内であることを特徴とする請求項 1 ~ 5 のいずれかに記載の鋼管用ねじ継手。

## 【請求項 7】

前記ショルダ部のショルダ角度が 0 度 ~ 20 度の範囲内であることを特徴とする請求項 1 ~ 6 のいずれかに記載の鋼管用ねじ継手。

## 【請求項 8】

前記雄ねじ部と前記雌ねじ部とは、ねじ隙間が 0.01 ~ 0.1 mm の範囲内であることを特徴とする請求項 1 ~ 7 のいずれかに記載の鋼管用ねじ継手。

## 【請求項 9】

請求項 1 ~ 8 のいずれかにおいて、相異なる曲率半径 R を有する複数の円弧を順次接続した複合 R 曲線に代えて、相異なる曲率半径 R を有する複数の円弧を直接もしくは線分を介して順次接続した複合 R 曲線としたことを特徴とする鋼管用ねじ継手。

## 【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し、詳しくは一般に油井やガス井の探査や生産に使用されるチュービングおよびケーシングを包含する油井管、すなわち OCTG (oil country tubular goods)、ライザー管、ならびにラインパイプなどの鋼管の接続に用いるのに好適な、シール性と耐圧縮性に優れた鋼管用ねじ継手に関する。

## 【背景技術】

## 【0002】

ねじ継手は、油井管など産油産業設備に使用される鋼管の接続に広く使用されている。オイルやガスの探索や生産に使用される鋼管の接続には、従来 API (米国石油協会) 規格に規定された標準的なねじ継手を使用されてきた。しかし、近年、原油や天然ガスの井戸は深井戸化が進み、垂直井から水平井や傾斜井が増加していることから、掘削・生産環境は苛酷化している。また、海洋や極地など劣悪な環境での井戸の開発が増加していることなどから、耐圧縮性能、耐曲げ性能、外圧シール性能 (耐外圧性能) など、ねじ継手への要求性能は多様化している。そのため、プレミアムジョイントと呼ばれる高性能の特殊ねじ継手を使用することが増加している。

## 【0003】

プレミアムジョイントは、通常、テーパねじ、シール部 (詳しくはメタルタッチシール部)、ショルダ部 (詳しくはトルクショルダ部) をそれぞれ備えるピン部材とボックス部材とを結合した継手である。テーパねじは管継手を強固に固定するために重要であり、シール部はボックス部材とピン部材とがこの部分でメタル接触することでシール性を確保する役目を担い、ショルダ部は継手の締付け中にストッパの役目を担うショルダ面となる。

## 【0004】

図 3 ~ 図 5 は、油井管用プレミアムジョイントの模式的説明図であり、これらは、円管

10

20

30

40

50

のねじ継手の縦断面図である。ねじ継手は、ピン部材3とこれに対応するボックス部材1とを備えており、ピン部材3(ピン3)は、その外面に雄ねじ7と、ピン3の先端側に雄ねじ7に隣接して設けられたノーズ部8(ピンノーズ8)と呼ばれるねじ無し部とを有する。ノーズ部8は、その外周面にシール部11を、その端面にはトルクショルダ部12を有する。相対するボックス部材1は、その内面に、それぞれピン3の雄ねじ7、シール部11、およびショルダ部12と螺合するか、または接触することができる部分である、雌ねじ5、シール部13、および、ショルダ部14を有している。

【0005】

前記プレミアムジョイントに関する従来技術として、特許文献1～6が挙げられる。

【先行技術文献】

10

【特許文献】

【0006】

【特許文献1】特許第4535064号公報

【特許文献2】特許第4208192号公報

【特許文献3】実公昭61-44068号公報

【特許文献4】特許第4300187号公報

【特許文献5】特開2001-124253号公報

【特許文献6】特許第2705506号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

20

【0007】

図3～図5の例では、メタルタッチシール部はピンノーズ8の先端部にあるが、特許文献1には、耐外圧性能を増すために、ピンノーズ8のねじ部近くにメタルタッチシール部を設け、ノーズ部をシール部からショルダ部まで長く伸ばすものも提案されている。この特許文献1に開示されるねじ継手においては、ボックス部材と非接触なピンノーズを、シール部とは不連続な形状となるように長く伸ばしてピンノーズの厚みが薄くならないように構成されており、前述の耐外圧性能の他に、耐軸圧縮性能の向上も実現している。

【0008】

また、特許文献2には、同様にシール部からピンノーズ先端にアペンディックスなる、これもシール部と不連続な形状を有する部位を設けて、半径方向の剛性を確保し軸方向の剛性を下げて、締付け時にこのアペンディックスを変形させ、引張力の負荷時にその回復により、耐引張性能を向上させることが記載されている。

30

これら、特許文献1, 2に記載されるように、シール部位置をピンのねじ部位置近くに置き、ピンノーズ先端から離すことは、耐外圧性能、耐引張性能の向上とともに、ねじに対して安定的な性能を持たせる上で有効であり、それはFEMシミュレーション等からも確認できる。またシール部と不連続な形状となるピンノーズは、強い軸圧縮力が負荷された場合に、それ自体が変形し、ボックス部材のトルクショルダ部の塑性変形を軽減させる効果もある。しかし、一方で、不連続部に不正な変形が入ることもあり、これは締付けトルクに依存すると考えられる。

【0009】

40

締付けトルクは潤滑条件、表面性状等に影響されるので、これに大きくは依存しない設計として、半径方向のシール接触圧力を強くした半径方向シール方式がある。例えば、特許文献3には、大きなピンシールR形状を持ち、シールテーパ角を小さくした半径方向シール方式の例が開示されている。しかし、このようにシールテーパ角を小さくした、半径方向シール方式の問題点は、締付け時にゴーリングが発生し易い点にある。また、半径方向シール方式では、シール性能の確保およびシールの安定性のために、シール干渉量を大きくとる必要があり、ゴーリングの発生し易さは更に大きくなる。

【0010】

特許文献4には、これらの問題を解決するために、トロイド状(円錐曲線回転面形状)ピンシール面の半径を大きく規定することで、シール接触領域を大きくし、接触圧力を低

50

下させている。この対策は有効であり、メタルタッチシール部のゴーリングリスクを大きく軽減できる。しかし、大きなRをとり接触圧力を低下させることで、何らかの僅かなトラブルで接触圧力の低下が生じ、メタルタッチシール部に微小なリークパスが出来た場合、リークが容易には止まらないという問題がある。また、大きなRであるが故に、メタルタッチシール部をノーズ先端から離すことが物理的に困難であり、メタルタッチシール部とピンノーズ先端の長さがある程度以上に確保する場合、ピンノーズ先端の厚みが小さくなりすぎることにも繋がる。

【0011】

耐軸圧縮性能に関しては、特許文献5や特許文献6に記載されるように、ねじ部におけるスタブフランク側の隙間を小さくすることが有効である。但し、この隙間が小さすぎる場合には、ねじ部にゴーリングが発生し易くなるため、適切な隙間をとる必要がある。

10

以上説明したように、従来提案されているねじ継手においては、未だ何らかの問題を有しており、上述した耐圧縮性能、耐曲げ性能、外圧シール性能など、ねじ継手への要求性能の多様化に十分応えるためには、更なる改良の余地がある。本発明は、このような事情に鑑みて、シール性と耐圧縮性、さらには、耐ゴーリング性を向上させた、鋼管用ねじ継手を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0012】

前述した課題を解決するための手段を見出すべく、発明者らは鋭意検討を重ね、以下の要旨構成になる本発明をなすに至った。すなわち、本発明は以下のとおりである。

20

(1) 雄ねじ部と、該雄ねじ部より管端側に延在するノーズ部と、該ノーズ部の先端に設けられたショルダ部とを有するピン部材と、

前記雄ねじ部とねじ結合される雌ねじ部と、前記ピン部材のノーズ部外周面に相對するノーズ部内周面と、前記ピン部材のショルダ部に当接するショルダ部とを有するボックス部材とを有し、

前記ねじ結合により前記ピン部材とボックス部材とが結合されてピン部材の前記ノーズ部外周面とボックス部材の前記ノーズ部内周面とがメタルメタル接触しその接触界面がシール面をなす鋼管用ねじ継手であって、

前記ボックス部材の前記ノーズ部内周面は、ボックス部材の軸方向断面視で内側に凸状の曲線をなし、該凸状の曲線は、相異なる曲率半径Rを有する内側に凸状の複数の円弧を順次接続してなる複合R曲線を、雌ねじ部から遠ざかるにつれて円弧の曲率半径Rが大きくなり、かつ、円弧の接続点上の接線が接続相手の円弧のそれと一致するような曲線形状とし、

30

かつ、前記複合R曲線内の各円弧がなす角度は、前記雌ねじ部に近い円弧のものほど大きいこととしたものであり、

前記ピン部材の前記ノーズ部外周面は、ボックス部材との結合時にボックス部材の前記ノーズ部内周面と干渉するテーパ面とした

ことを特徴とする、鋼管用ねじ継手。

(2) 前記複合R曲線内の前記接続点のいずれかが前記テーパ面のタンジェントポイントになることを特徴とする前記(1)に記載の鋼管用ねじ継手。

40

(3) 前記テーパ面は、継手の軸方向となす角度が10度以内であることを特徴とする前記(1)又は(2)に記載の鋼管用ねじ継手。

(4) 前記ピン部材のノーズ部の長さが20mm以上であることを特徴とする前記(1)~(3)のいずれかに記載の鋼管用ねじ継手。

(5) 前記雄ねじ部と前記雌ねじ部とは、スタブフランク角度が0度~30度の範囲内であることを特徴とする前記(1)~(4)のいずれかに記載の鋼管用ねじ継手。

(6) 前記雄ねじ部と前記雌ねじ部とは、ロードフランク角度が-5度~4度の範囲内であることを特徴とする前記(1)~(5)のいずれかに記載の鋼管用ねじ継手。

(7) 前記ショルダ部のショルダ角度が0度~20度の範囲内であることを特徴とする前記(1)~(6)のいずれかに記載の鋼管用ねじ継手。

50

(8) 前記雄ねじ部と前記雌ねじ部とは、ねじ隙間が0.01~0.1mmの範囲内であることを特徴とする前記(1)~(7)のいずれかに記載の鋼管用ねじ継手。

(9) 前記(1)~(8)のいずれかにおいて、相異なる曲率半径Rを有する複数の円弧を順次接続した複合R曲線に代えて、相異なる曲率半径Rを有する複数の円弧を直接もしくは線分を介して順次接続した複合R曲線としたことを特徴とする鋼管用ねじ継手。

【発明の効果】

【0013】

本発明によれば、シール性と耐圧縮性、さらには、耐ゴースリング性を向上させた、鋼管用ねじ継手を得ることが可能となる。

【図面の簡単な説明】

10

【0014】

【図1】本発明の実施形態に係る鋼管用ねじ継手のノーズ部を示す断面図

【図2】図1におけるシール部近傍の部分拡大図

【図3】従来の鋼管用ねじ継手を示す断面図

【図4】図3におけるピンノーズ付近を示す拡大断面図

【図5】図3におけるねじ部分を示す拡大断面図

【図6】ねじ隙間、ロードフランク角度、スタブフランク角度の定義を示す断面図

【図7】リークテストシミュレーションにおける負荷履歴を示すチャート図

【発明を実施するための形態】

【0015】

20

上述のとおり、ノーズ先端から離れた位置にシール部を設け、ノーズ部をシール部からショルダ部まで長く伸ばすことは、耐外圧性能、耐引張性能の向上とともに、ねじに対して安定的な性能を持たせる上で有効であり、特に、ピン部材のシール部におけるボックス部材と最初に接触する点を意味するタンジェントポイントが、ピン部材のノーズ先端からなるべく離れていることが有効である。そこでさらに、発明者らは、シール部をノーズ先端(あるいはショルダ)から離すことができるようにするための、シール部周辺の形状について検討した。

【0016】

その結果、ボックス部材のノーズ部内周面が、ボックス部材の軸方向断面視で内側に凸状の曲線をなす面形状とされ、ピン部材のノーズ部外周面が、ピン部材の軸方向断面視図面上でボックス部材の凸状の曲線と二点で交わるテーパ面形状とされ、前記ボックス部材のノーズ部内周面と前記ピン部材のノーズ部外周面とでメタルタッチシール部が形成され、該シール部のボックス部材側、ピン部材側の各界面がそれぞれ同部材のシール面となる場合、ボックス部材の凸状の曲線は、相異なる曲率半径Rを有する複数の円弧を順次接続した複合R曲線を、雌ねじ部から遠ざかるにつれて前記円弧の曲率半径Rが大きくなり、かつ、円弧の接続点上の接線が接続相手の円弧のそれと一致するような曲線形状としたものとする。シール部のタンジェントポイントをノーズ先端から離すことが可能であるとの発想に至った。さらに、シール部の接触面圧分布に、Rが大きくて面圧が低く接触長が長い部位と、Rが小さくて面圧が高く接触長が短い部位とを設けることで、リークパスができにくく極限シール性能が向上する効果もある知見に至った。

30

40

【0017】

図1は、本発明の実施形態に係る鋼管用ねじ継手のノーズ部を示す断面図であり、(a)はピン部材3を、(b)はボックス部材1を、(c)はピン部材3とボックス部材1とを結合した状態を示す。ピン部材3は、鋼管の端部に設けられるものであり、雄ねじ部7と、該雄ねじ部7より管端側に連なるノーズ部8と、該ノーズ部8の先端に設けたトルクショルダ部12とを有する。一方、ボックス部材1は、ピン部材3の雄ねじ部7とねじ結合される雌ねじ部5と、前記ねじ結合によるピン部材3とボックス部材1との結合状態下でノーズ部8の外周面(ノーズ部外周面30)に対向するボックス部材1の内周面(ノーズ部内周面)20と、ショルダ部12に当接されるショルダ部14とを有している。

【0018】

50

ボックス部材1のノーズ部内周面20は、ボックス部材1の軸方向断面視で内側に凸状の曲線をなしている。一方、ノーズ部内周面20に対向するピン部材3のノーズ部外周面はねじ継手の軸方向に対して一定の傾角（テーパ角という）を持つテーパ面30（円錐形状面）とされている。そして、ピン部材3とボックス部材1とを結合させると、テーパ面30とノーズ部内周面20とが干渉してシール部40を形成する。前記テーパ角は、ピン部材3とボックス部材1とが干渉し合わないと仮定して結合した状態である仮想的無干渉結合状態におけるねじ継手の軸方向断面視で前記凸状の曲線とテーパ面30の母線とが二点A、Bで交わるように設定される。実際にはその二交点A、Bで挟まれた範囲（干渉域40a）内にシール部40は形成される。前記仮想的無干渉結合状態においてボックスノーズ内周面20にはテーパ面30から内側への仮想的張り出し部分が生じるが、該仮想的張り出し部分の、テーパ面30からの最大張り出し量を、シール部40のシール干渉量Sと称し、又、該仮想的張り出し部分の継手軸方向長さを、シール部40のシール接触長さlと称する。ここで、実際にねじを締め付けた際の真実の接触長は、前記接触長さlとは異なるものであり、すなわち、実際の接触長さは負荷される荷重条件によって変化する。

#### 【0019】

ノーズ部内周面20に形成される前記凸状の曲線は、雌ねじ部5に隣接する部分につながられる、相異なる曲率半径 $R_1$ 、 $R_2$ 、 $R_3$ を持つ円弧 $N_1$ 、 $N_2$ 、 $N_3$ を順次、接続点での接線を共有するように接続した複合R曲線Nであり、この複合R曲線Nは、雌ねじ部5から遠ざかるにつれて円弧の曲率半径が大きくなる、すなわち、 $R_1 < R_2 < R_3$ である曲線形状とされている。尚、雌ねじ部5に隣接する部分への複合R曲線Nのつなげ方及びその曲率半径 $R_1 < R_2 < R_3$ の値は、所望のシール接触長さ及びシール干渉量が得られるように適宜設定される。

#### 【0020】

これにより図2に示すように、タンジェントポイントのノーズ部先端からの距離をより大きくとることができるようになる。図2は、図1(c)におけるシール干渉域40a付近の拡大図である。ここで、図2には、比較として凸状の曲線を単一R曲線M（曲率半径Rの単一円弧）とし、そのシール部の干渉域および干渉量を複合R曲線Nのシール干渉域40a、シール干渉量Sと同等とした場合を破線で示している。ボックス部材とピン部材とを結合させるとき、ピン部材のテーパ面30は、ボックス部材のシール部を形成する凸状の曲線NあるいはMに対し、図2中の矢印に示したように30aから30bの位置へ移動する。テーパ面30が30aの位置にあるとき、ボックス部材の凸状の曲線NあるいはMとテーパ面30とが接触を開始する時点である。この時点のテーパ面30と凸状の曲線N、Mとの接触点P、P'が、それぞれ、凸状の曲線がNである場合とMである場合とのタンジェントポイントである。同図から明らかのように、 $R_1 < R_2 < R_3$ の関係を有する相異なる曲率半径 $R_1$ 、 $R_2$ 、 $R_3$ を持つ円弧 $N_1$ 、 $N_2$ 、 $N_3$ を順次接続した複合R曲線Nの場合のタンジェントポイントPは、単一R曲線Mの場合のタンジェントポイントP'よりも右側に位置していることがわかる。すなわち、図2よりも左側に位置するノーズ先端からタンジェントポイントまでの距離は、凸状の曲線として上記の複合R曲線Nを採用したほうが、単一R曲線Mを採用する場合に比較して大きくなる。これにより、耐外圧性能、耐引張性能の向上とともに、ねじに対して安定的な性能を持たせることが可能となる。

#### 【0021】

また、複合R曲線Nは、円弧の接続点上の接線が接続相手の円弧のそれと一致するような曲線形状とされている。例えば、円弧 $N_1$ と $N_2$ との接続点、円弧 $N_2$ と $N_3$ との接続点ではそれぞれ、接続される両円弧の接線を一致させてある。したがって、凸状の曲線は当該曲線上に屈曲点が存在しない連続的な曲線形状となる。これが、非連続的な形状であると、シール接触において部分的な高面圧が発生することがある。尚、前記接続される両円弧同士は、直接接続してもよく、又、前記円弧同士の共通接線と重なる線分を介して接続してもよい。

#### 【0022】

ここで、円弧 $N_1$ 、 $N_2$ 、 $N_3$ の各円弧のなす角度 $\theta_1$ 、 $\theta_2$ 、 $\theta_3$ は、雌ねじ部5に近い円弧の

10

20

30

40

50

ものほど大きいこと、すなわち、 $r_1 > r_2 > r_3$ であることが好ましい。さもないと、限られたピン部材3のノーズ部8の長さ（図1(a)中のピンノーズ長さL）に対応するボックス部材1のノーズ部内周面20の長さあるいは限られた干渉域40aの長さ（シール接触長さという）の中で複合R曲線を設計するのが困難となる。

【0023】

さらに、複合R曲線における円弧の接続点、例えば、円弧 $N_1$ と $N_2$ との接続点、及び、円弧 $N_2$ と $N_3$ との接続点、のいずれかが、ピン部材3のテーパ面30と最初に接触する点を意味するタンジェントポイントと一致していることが好ましい。複合R曲線内の円弧の接続点のいずれかをタンジェントポイントにすることで、シール部にRが大きくて面圧が低く接触長が長い部位と、Rが小さくて面圧が高く接触長が短い部位とを確実に設けることができ、リークパスができにくく極限シール性能が向上するという効果を確実に得ることができる。

10

【0024】

なお、ピン部材のタンジェントポイントは、シール部をノーズ先端から離す観点から、雄ねじ部先端からの距離が $0.7L$ （上述のとおりLはピンノーズ長さである）以下になる位置に置くのがよい。更には、タンジェントポイントの雄ねじ部先端からの距離が $0.2L$ 未満となると、締め付けの際、シール部とねじ部の干渉が生じ易くなるため、 $0.2L$ 以上が良い。更に安全のためには $0.3L$ 以上が良い。

【0025】

ピン部材3のテーパ面30のテーパ角は $10$ 度以内であることが好ましい。テーパ角を $10$ 度以内、更に好ましくは $5$ 度以内とすることで、半径方向シール方式が好適に実現でき、シール性能の締め付けトルク依存性が比較的低くなる。

20

ピンノーズ長さLは、 $20$ mm以上であることが好ましい。これによれば、シール部がピンノーズ先端から十分離間し、その結果、この離間距離範囲内の弾性変形により、シール部へのダメージをより大きく軽減できるため、シール性能の安定化に効果的である。シール性能が安定化するため、シール干渉量S（図1(c)参照）は、半径方向シール方式としては比較的小さくとすることが可能であり、ゴーリングリスクが小さい。

【0026】

なお、複合R曲線内の2種類以上のRは、比較的小さいRについては1インチ以下、比較的大きいRについては2インチ以上、さらに大きいRについては3インチ以上にとるのが好ましい。詳しくは、複合R曲線の複数のRのうち少なくとも1つを2インチ以上（より好ましくは3インチ以上）、残りのRを少なくとも1つを2インチ未満（より好ましくは1インチ以下）とすることが好ましい。複合R曲線の複数のRのうち少なくとも1つを2インチ以上（より好ましくは3インチ以上）とすることで、シール部の接触長さを確保し易くなり、残りのRを少なくとも1つを2インチ未満（好ましくは1インチ以下）とすることで、高い面圧を達成し易くなる。

30

【0027】

また、複合R曲線内の円弧の個数（相異なるRを持つ円弧の個数）は、2個でもよく、図1に例示した3個でもよく、あるいは4個以上でもよい。円弧の個数が増えると設計の自由度がより大きくなり、よりシール性能を向上させた形状デザインを達成しやすいが、実際の製造における負荷や寸法確認などの手間が増えたりもするから、円弧の個数は実際にねじ継手に要求される性能に応じて設計するのがよい。

40

【0028】

上記のシール部周辺の形状限定に加えて、雄ねじ部と雌ねじ部とについて、ロードフランク角度、スタブフランク角度、ねじ隙間のいずれか1種又は2種以上を好適範囲に規定することで、それらの組み合わせ効果によって、よりシール性能が全体的に向上することが確認された。ここで、ロードフランク角度は、図6に示すロードフランク角度、すなわち、ロードフランク面18が継手軸直交面（ねじ継手の軸方向と直交する面の意。以下同じ）に対してなす角度である。また、スタブフランク角度は、図6に示すスタブフランク角度、すなわち、スタブフランク面19が継手軸直交面に対してなす角度である。ま

50

た、ねじ隙間は、図5に示すねじ隙間G、すなわち、雄ねじのねじ山7aとこれに噛み合う雌ねじのねじ溝5aとの隙間Gである。

【0029】

ロードフランク角度の好適範囲は-5度～4度であり、該好適範囲の下限はねじ部の耐ゴーリング性と工具寿命の観点から、上限は耐曲げ性の観点から、それぞれ定められた。

スタブフランク角度の好適範囲は0度～30度であり、該好適範囲の下限はねじ部の耐ゴーリング性と工具寿命、締め付け性の観点から、上限は耐軸圧縮性の観点から、それぞれ定められた。

【0030】

ねじ隙間Gの好適範囲は0.01～0.1mmであり、該好適範囲の下限はゴーリングリスクを軽減する観点から、上限は軸圧縮負荷時にピン先端の負担を軽減させる観点から、それぞれ定められた。なお、ねじ切り時のリードの誤差を考慮すると、ねじ隙間Gは小さくとも0.03mm程度が好ましい。また、ねじ隙間Gは0.045mm程度で十分な性能を効果的に発揮できることを見出したので、状況に応じて0.045mm程度としてもよい。

【0031】

ロードフランク角度、スタブフランク角度、ねじ隙間の1種又は2種以上を上記のとおりに規定することによるシール性能の全体的向上効果は、特に、一旦軸圧縮を負荷した後の軸引張+内圧もしくは外圧を負荷する条件下で顕著である。

また、シオルダ部のシオルダ角度（シオルダ部の継手軸方向の端面が継手軸直交面に対してなす角度であり、当該界面のピン外周側がピン内周側からみて継手軸方向外側に張り出す場合を正の角度とする）は、0度～20度であることが好ましい。シオルダ角度が0度未満ではシール性能や、締め付け特性の点で不利となり、一方、20度超ではボックスシオルダ部の塑性変形や、シール部の局所変形が発生し易いという点で不利となる。好ましくは15度以下が良い。更に状況に応じては、7度以下が好ましい。

【実施例】

【0032】

発明例として、図1に示した、あるいは図1において複合R曲線の円弧のいずれか2つを線分を介して接続した形態とした、本発明に係る鋼管用ねじ継手について、ISO13679に準拠したリークテストをシミュレートし、この際のシール部での接触面積圧(ksi・inch)をFEM解析により求めた。なお、接触面積圧=接触面圧×シール接触長さ、であり、積分計算で求める。このリークテストは、鋼管用ねじ継手に対し、素材の降伏条件の95%に対応した2軸応力、および、内圧、外圧を、図7に示す履歴で負荷させるものである。

【0033】

また、ねじ締め付け時のゴーリングリスクを表す指標として、締め付け開始から完了までのシール部の軸方向各位置における摺動距離(inch)と接触面圧(psi)との積で定義した、ゴーリング指標(psi・inch)=接触面圧×摺動距離、の値をFEM解析により求めた。これも積分計算で求める。ゴーリング指標が小さいほどゴーリングリスクは小さいといえる。

また、比較として、

- ・比較例1：ボックス部材のシール部の内周面の母線を単一のRを有する凸状の曲線（図1に破線で示した単一R曲線M）形状とした場合、
  - ・比較例2：ボックス部材のシール部の内周面の母線を複合R曲線としたが、円弧のRが雌ねじ部5から遠ざかるほど大きくなるという要件を満たさないとした場合、
- について、同様に接触面積圧およびゴーリング指標を求めた。

【0034】

発明例および比較例について、ねじ継手の各部寸法と併せて、FEM計算で求めた接触面積圧およびゴーリング指標を表1に示す。なお、内圧条件、接触面積圧は、いずれの例も図7の履歴中のロードステップL18近傍（2軸引張応力+内圧）において極小値（最も

10

20

30

40

50



リークが起こり易い状態に相当)を示した。このロードポイントは、ISO 13679では規定が無いものであるが、内圧+引張り条件では、最も厳しい条件であり、必要とされることもあるため、ここでの比較とした。また、一度、圧縮履歴を受けた後であるロードステップL18は、圧縮履歴を受ける前の同じロードポイントであるロードステップL3より、シール性能が低下するため、L18での比較が良い。表1には各例の接触面積圧の極小値を相対極小値(全例の中で最小の極小値を100とし、他はこれに対する比で表したもの)で表示した。また、ゴーリング指標は、極大値(最もゴーリングリスクが高い状態に相当)を示す継手軸方向位置が例ごとに異なった。表1には各例のゴーリング指標の極大値を相対極大値(全例の中で最大の極大値を100とし、他はこれに対する比で表したもの)で表示した。尚、いくつかのサンプルを作り、物理テストを実施して、外圧の条件ではリークが無いことを確認した。問題となるのはQ1の領域のみであり、シール干渉量を小さくすると、一旦軸圧縮を受けた後のL18で、最初にリークが発生するケースがあることを確認済みである。

10

## 【0035】

表1より、発明例ではいずれも、比較例に比べ、接触面積圧が高いにもかかわらずゴーリング指標が小さいか同程度であり、シール性および耐ゴーリング性に優れたねじ継手の実現したことがわかる。

## 【0036】

【 表 1 】

	発明例1	発明例2	発明例3	発明例4	比較例1	比較例2	発明例5
ピン部材の外周面形状	テーパー面 テーパー角 $\alpha = 4.7$ 度 複合R(3円弧) $R_1 = 1inch$ $\theta_1 = 16.0$ 度 $R_2 = 3inch$ $\theta_2 = 3.2$ 度 $R_3 = 5inch$ $\theta_3 = 2$ 度	テーパー面 テーパー角 $\alpha = 4.7$ 度 複合R(3円弧) $R_1 = 0.8inch$ $\theta_1 = 20.0$ 度 $R_2 = 3inch$ $\theta_2 = 2.7$ 度 $R_3 = 5inch$ $\theta_3 = 2$ 度	テーパー面 テーパー角 $\alpha = 4.7$ 度 複合R(2円弧) $R_1 = 1inch$ $\theta_1 = 18.0$ 度 $R_2 = 3inch$ $\theta_2 = 4.7$ 度	テーパー面 テーパー角 $\alpha = 4.7$ 度 複合R(3円弧) $R_1 = 1inch$ $\theta_1 = 18.0$ 度 $R_2 = 3inch$ $\theta_2 = 2.7$ 度 $R_3 = 5inch$ $\theta_3 = 2$ 度 ( $R_{1,2}$ 間の線分で接 0.06inchの長さ)	テーパー面 テーパー角 $\alpha = 4.7$ 度 単一R(1円弧) $R = 3inch$ $\theta = 13.0$ 度	テーパー面 テーパー角 $\alpha = 4.7$ 度 複合R(3円弧) $R_1 = 5inch$ $\theta_1 = 3.5$ 度 $R_2 = 3inch$ $\theta_2 = 2.7$ 度 $R_3 = 1inch$ $\theta_3 = 4.7$ 度 ( $R_1 \geq R_2 \geq R_3$ )	テーパー面 テーパー角 $\alpha = 4.7$ 度 複合R(2円弧) $R_1 = 2.1inch$ $\theta_1 = 11.0$ 度 $R_2 = 2.5inch$ $\theta_2 = 4.7$ 度
ボックス部材の内周面形状							
ノーズ部							
シール干渉量S	0.032inch	0.032inch	0.032inch	0.032inch	0.032inch	0.032inch	0.032inch
ピンノーズ長さL	25mm	25mm	25mm	25mm	25mm	25mm	25mm
タンジェントポイント位置 (ねじ部先端からの 相対距離x/L)	x/L = 0.503 (接合点と不一致)	x/L = 0.503 ( $R_{1,2}$ 接合点と一致)	x/L = 0.503 ( $R_{1,2}$ 接合点と一致)	x/L = 0.471 ( $R_{1,2}$ 間の線分と一 致)	x/L = 0.594 (接合点なし)	x/L = 0.606 ( $R_{2,3}$ 接合点と一致)	x/L = 0.503 ( $R_{1,2}$ 接合点と一致)
シヨルダ部							
シヨルダ厚みt	6.58mm	6.58mm	6.61mm	6.58mm	6.41mm	6.55mm	6.57mm
シヨルダ角度 $\delta$	5度	5度	5度	5度	10度	10度	10度
ロートフランク角度 $\beta$	-5度	-5度	-5度	-5度	-5度	-5度	-5度
スタフフランク角度 $\gamma$	25度	25度	25度	25度	25度	25度	25度
ねじ隙間	0.045mm	0.06mm	0.05mm	0.05mm	0.09mm	0.08mm	0.06mm
接触面積圧(相対極小値)	149	147	152	152	100	100	141
コーリング指標(相対極大値)	97	98	95	92	98	100	93

【 符号の説明 】

10

20

30

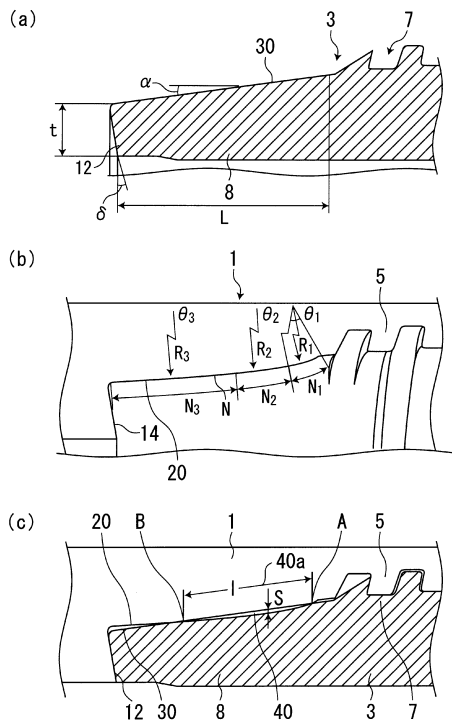
40

50

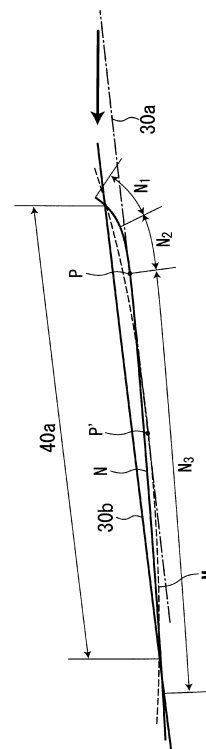
【 0 0 3 7 】

- 1 ボックス部材
- 3 ピン (ピン部材)
- 5 雌ねじ (雌ねじ部)
- 5a 雌ねじのねじ溝
- 7 雄ねじ (雄ねじ部)
- 7a 雄ねじのねじ山
- 8 ノーズ部 (ピンノーズ)
- 11、13、40 シール部 (詳しくはメタルタッチシール部)
- 12、14 ショルダ部 (詳しくはトルクショルダ部)
- 18 ロードフランク面
- 19 スタブフランク面
- 20 ボックス部材のノーズ部内周面 (ボックスノーズ内周面)
- 30 ピン部材のノーズ部外周面 (ピンノーズ外周面) をなすテーパ面
- 40 シール部
- 40a 干渉域

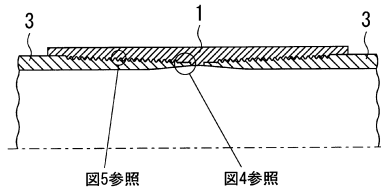
【 図 1 】



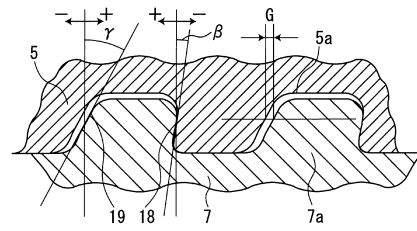
【 図 2 】



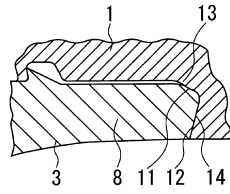
【 図 3 】



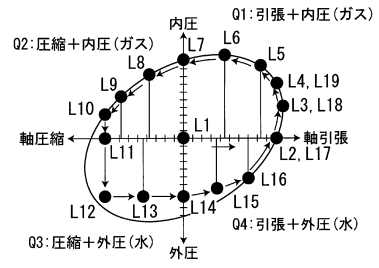
【 図 6 】



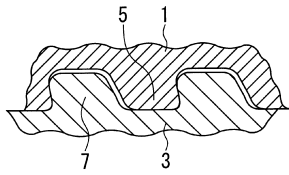
【 図 4 】



【 図 7 】



【 図 5 】



---

フロントページの続き

- (72)発明者 吉川 正樹  
東京都千代田区内幸町二丁目2番3号 J F E スチール株式会社内
- (72)発明者 高野 順  
東京都千代田区内幸町二丁目2番3号 J F E スチール株式会社内
- (72)発明者 川井 孝将  
東京都千代田区内幸町二丁目2番3号 J F E スチール株式会社内
- (72)発明者 高橋 一成  
東京都千代田区内幸町二丁目2番3号 J F E スチール株式会社内

審査官 杉山 豊博

- (56)参考文献 特開平09-119564(JP,A)  
特開昭60-260792(JP,A)  
特表2012-506000(JP,A)  
特表2002-524711(JP,A)  
国際公開第2010/047406(WO,A1)  
米国特許第05419595(US,A)  
米国特許第04732416(US,A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)  
F16L 15/04