

油井管用特殊ねじ継手「JFELION®」

Premium Joint “JFELION™” for OCTG

1. はじめに

近年、開発の容易な油井、ガス井が減少するとともに、より高深度かつ高温高压の井戸が増加している。そのため、油井管のねじ継手に対する要求、たとえば引張、圧縮、内圧、外圧、曲げ等の複合荷重下における気密性の要求が高まっている。そこで、JFE スチールはこれらの環境に適用できるねじ継手 JFELION®を開発した。

2. JFELION®の特徴

JFELION の概略図を図 1 に示す。JFELION はシール部形状、ねじ部形状を最適化することにより、特に耐圧縮性能と外圧密封性能が従来製品より向上している。油井管ねじ継手の性能評価規格である ISO13679: FDIS2011 もしくは API RP 5C5:2017 に規定された耐焼き付き試験および気密試験に

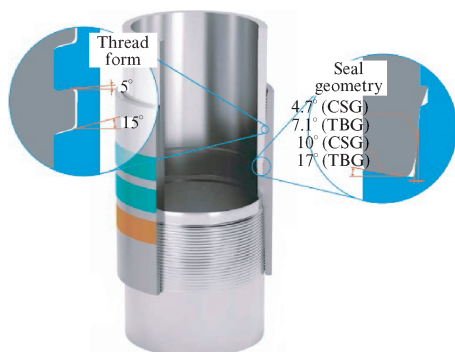


図 1 JFELION®のねじ形状、シール形状の概要

Fig. 1 Overview of JFELION™ thread shape and seal shape

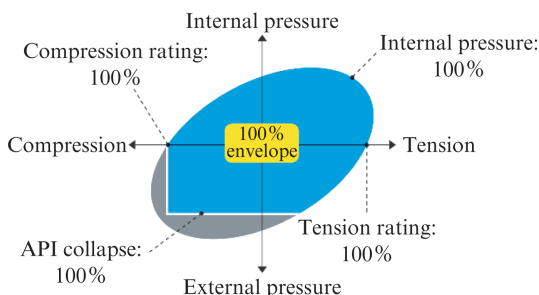


図 2 JFELION®の複合荷重下での気密性能

Fig. 2 Seal performance of JFELION™ under combined load

広範なサイズで合格し、図 2 に示す気密性能を保証しており、現在 2-7/8 インチ (73.025 mm) から 14 インチ (355.6 mm) までのサイズで製品化されている。

2.1 シール形状

2.1.1 従来ねじの課題

従来は図 3 に示すような油井管ねじ継手を用いていた。シール部で雌ねじ部材 (BOX) と雄ねじ部材 (PIN) とが金属接触することで気密性を確保し、ショルダ部は継手締付けの完了位置を安定させる、当たり面の役目を担う。しかし、従来のねじ継手は形状、寸法が最適化されておらず、図 3 のようにシール部をショルダ部近傍に配置した場合、高い圧縮力が作用するとシール部に大きな塑性変形が発生してしまい、気密性が失われてしまうという問題があった。一方、高い圧縮力によるシール部の変形抑止のために、シール部をショルダ部から離して配置した場合、シール部の接触圧を調整しきれず締付け時の焼き付き (擦り疵) が発生することが課題となっていた。

2.1.2 JFELION®のシール形状の特徴

シール部をショルダ部から離して配置した場合でも、高い気密性と耐焼き付き性を両立できるシール部の形状を検討した。その結果、図 4 に示すように、雄ねじのシール部

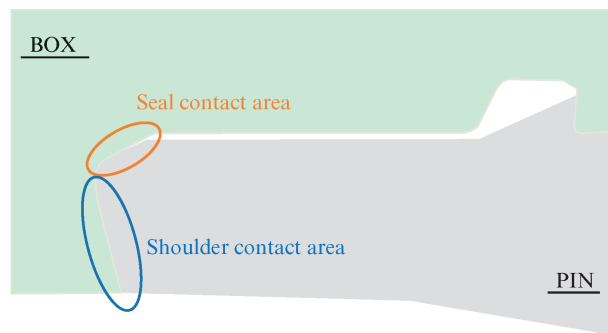


図 3 従来のねじ継手のシール部の例

Fig. 3 Example of conventional connection seal

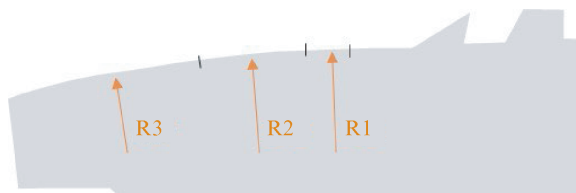


図 4 JFELION®の雄ねじのシール部

Fig. 4 Seal area of JFELION™

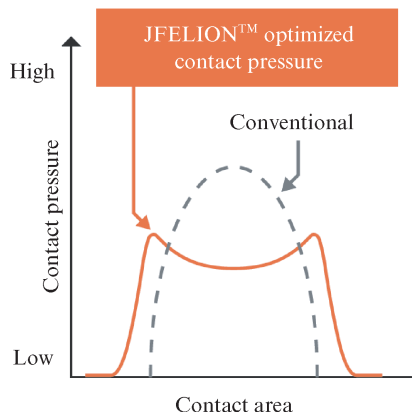


図5 シール部の接触面圧の分布

Fig. 5 Distribution of contact pressure at seal area

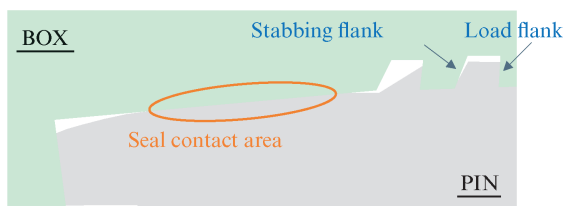


図6 JFELION®のねじ継手の組図

Fig. 6 JFELION™ connection assembly

形状を複数の円弧が順次接して外側に凸状をなす複合 R 曲線とし、雄ねじの先端から遠ざかるにつれて円弧の曲率半径 R を大きくすることで高い気密性が得られることを見出した。ここで、シール部の接触面圧分布について、雄ねじのシール部形状を単一の R 曲線の凸状曲線とした場合と比較したものを図 5 に示す。単一の R 曲線とした場合の接触面圧は図 5 の破線で示すように最大面圧が高く、接触面積が小さくなる問題があった。そのため、焼き付きを防止しようとして面圧を低くすると接触面積が小さくなって気密性が低下し、逆に気密性を確保しようとして面圧を高くすると焼き付きが発生する問題があった。一方 JFELION は、図 6 に示すように、雄ねじのシール部を凸状複合 R 曲線とし、雌ねじのテーパ状のシール部と金属接触させたシール部とすることにより、図 5 の実線で示すように最大面圧を抑えつつ接触面積は広くなり、高い気密性と耐焼き付き性を両立させている。

2.2 ねじ形状

JFELION は、ロードフランク（図 6 参照）の角度が 5° と負の値のいわゆるフックねじを採用している。フックねじは、API バットレスねじに代表される台形ねじに比べ、引張や曲げに対して優れる。また、パイプ側ねじのカップリングへの挿入（スタビング）性の向上のため、スタブフランク（図 6 参照）の角度を 15° と大きくしている。

耐圧縮性能を向上させるためには、パイプとカップリング

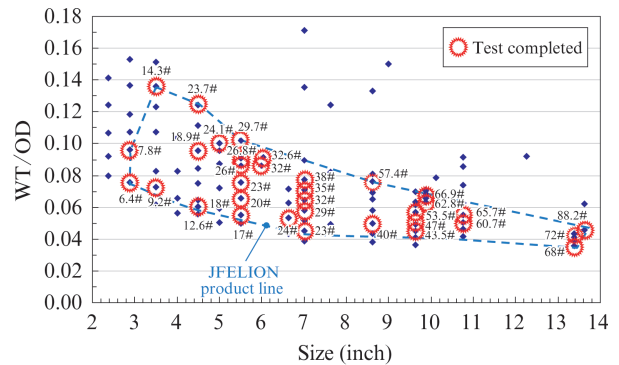


図7 JFELION®の実体試験実績

Fig. 7 Actual test results of JFELION™

のスタブフランク側の隙間は小さくすることが望ましいが、小さくし過ぎると、ねじピッチがばらついた場合に、ねじ山の干渉による焼き付きが発生する危険性が高くなる。JFELION は、この両方を考慮し、スタビング面の間隔を最適範囲に設計している。

3. JFELION®の性能評価

JFELION はサイズラインナップの豊富なプロダクトライン製品として開発された。プロダクトラインとは、油井管本体の外径と肉厚のマトリクス上の、製品化対象サイズを包含する区画で、その区画のコーナーサイズ、量販サイズの実体試験を実施し、その間のサイズは FEA による内挿で補間し製品の信頼性を保証する手法である。JFELION の実体試験は ISO13679: FDIS2011 もしくは API RP 5C5:2017 試験規格の CAL (Connection Application Level) IV に従い実施している。CAL は I から IV まで存在し、難易度の最も高い CAL IV の合格は最高性能のねじ継手であることを示す。図 7 に示すとおり種々のサイズで実体試験により性能評価されている。

4. おわりに

高深度、高温高压の井戸開発に対応した油井管用特殊ねじ継手 JFELION®は、本稿で紹介した特徴に加え、井戸での締付作業のしやすさなどが高く評価され、世界各地に出荷され順調に生産量を伸ばしている。JFE スチールの高性能ねじ継手として、引き続き生産および技術サービス体制の拡充を図っていきたい。

〈問い合わせ先〉

JFE スチール 鋼管センター エネルギー鋼材輸出部 油井管・特殊管室
TEL: 03-3597-3205 FAX: 03-3597-4710

JFE スチール 知多製造所 商品技術部 第 1 商品技術室
TEL: 0569-24-2432 FAX: 0569-24-2032

ホームページ: <https://www.jfe-steel.co.jp/products/koukan/oilwell.php>