

フ ラ ン ジ ・ ボ ル ト 締 付 管 理

(2008年12月16日追補)

この追補は、平成20年3月19日に改定された“フランジ・ボルト締付管理”2008年版の追補である。したがって、今後、**JPI-8R-15-2008**とは、この追補も含むものとする。

なお、この追補は、石油学会ホームページ上で、該当箇所のみを示す。2008年12月16日の追補は次の2箇所である。

JPI-8R-15-2008の該当頁：11頁（管理番号：8R-15-2008 追補01）……………2

JPI-8R-15-2008の該当頁：13頁（管理番号：8R-15-2008 追補02）……………3

6.2.4 一時的な温度変動時における締付力の注意点

b) 運転温度の変動 通常の運転停止においては、一般的に徐々に温度を下げていくため、ボルトとフランジ本体の温度低下率はボルトのほうが大きく締まり勝手となる。しかし、運転停止時等に、ボルトの温度低下よりフランジ本体の温度低下が大きくなると、ボルトよりフランジ本体の熱収縮量が大きくなり、締付力が低下し、漏洩する可能性がある。この要因を含めて下記のトラブル事例が発生している。運転温度の変動を考慮した締め付け管理や操作マニュアルなどの整備が重要である。

- 1) 電気系統トラブルを発端とした全停電などによる緊急運転停止の場合、運転操作によっては、フランジ本体の温度低下率がボルトのそれを上回る場合があり、締付力の低下を招き、漏洩し火災が発生。にいたる事例報告が少なくない。 (事例13) (事例14)
- 2) 緊急運転停止で熱交換器側が封じ込め状態となった状態で、チャンネル側に熱供給が続いたため流体の熱膨張が生じ液封状態となった。更にシェル側出入口部の温度差変化により、フランジが不均一な締付状態となり漏洩し火災が発生。 (事例21)
- 3) 運転条件の変更に伴い、内部流体温度が急激に変化した場合もために締付力の低下を招き火災に至った事例も報告されている。 (事例15) (事例19)

下線付き 文書を追記

(管理番号：8R-15-2008 追補 01) の解説

(事例 21) H19年8月に三重県の製油所で発生した重油直接脱硫装置に設置してある熱交換器フランジからの重油漏洩火災の事例を反映させた。(石連事故事例報告書 保安 No131)

JPI-8R-15-2008 の該当頁：13 頁 (管理番号：8R-15-2008 追補 02)

6.4.1 定量的締付管理を採用すべきフランジ継手 定量的な管理方法（トルク管理又は軸力管理）により締付力の管理を行うことが望ましい代表的なフランジ継手部は、次のとおりである。

- 1) 高温高圧機器・配管のフランジ継手（リアクターのフランジ継手、コンバインドフィード熱交換器など）。[\(事例22\)](#)

事例番号のみ追記

(管理番号：8R-15-2008 追補 02) の解説

(事例 22) H19年9月、和歌山県の製油所で潤滑油水素化精製装置のシャットダウン操作中に熱交換器からオイルミスト漏洩した事例を反映させた。調査した結果、平成19年6月スタート時のボルト締め付けが手締めで行っており締め付け力のバラツキ（締め付け力不足）によるものであった。（石連事故事例報告書 保安 No135）

フランジ・ボルト締付管理

(2010年12月15日追補)

この追補は、平成20年3月19日に改定された“フランジ・ボルト締付管理”2008年版の追補である。したがって、今後、**JPI-8R-15-2008**とは、この追補も含むものとする。

なお、この追補は該当箇所のみを示す。2010年12月15日の追補は次の5箇所（赤字+下線部）である。昨年以前の追補内容は青字で記載している。

<u>JPI-8R-15-2008</u> の該当頁：11頁（管理番号：8R-15-2008 追補01 Rev.1）	2
<u>JPI-8R-15-2008</u> の該当頁：6頁（管理番号：8R-15-2008 追補03）	3
<u>JPI-8R-15-2008</u> の該当頁：10頁（管理番号：8R-15-2008 追補04）	4
<u>JPI-8R-15-2008</u> の該当頁：11頁（管理番号：8R-15-2008 追補05）	5

6.2.4 一時的な温度変動時における締付力の注意点

b) 運転温度の変動 通常の運転停止においては、一般的に徐々に温度を下げていくため、ボルトとフランジ本体の温度低下率はボルトのほうが大きく締まり勝手となる。しかし、運転停止時等に、ボルトの温度低下よりフランジ本体の温度低下が大きくなると、ボルトよりフランジ本体の熱収縮量が大きくなり、締付力が低下し、漏洩する可能性がある。この要因を含めて下記のトラブル事例が発生している。運転温度の変動を考慮した締め付け管理や操作マニュアルなどの整備が重要である。

- 1) 電気系統トラブルを発端とした全停電などによる緊急運転停止の場合、運転操作によっては、フランジ本体の温度低下率がボルトのそれを上回る場合があり、締付力の低下を招き、漏洩し火災が発生。にいたる事例報告が少なくない。 (事例13) (事例14) (事例23)
- 2) 緊急運転停止で熱交換器側が封じ込め状態となった状態で、チャンネル側に熱供給が続いたため流体の熱膨張が生じ液封状態となった。更にシェル側出入口部の温度差変化により、フランジが不均一な締付状態となり漏洩し火災が発生。(事例21)
- 3) 運転条件の変更に伴い、内部流体温度が急激に変化した場合もために締付力の低下を招き火災に至った事例も報告されている。(事例15) (事例19)

下線付き 文書を追記

(管理番号：8R-15-2008 追補 01 Rev.1) の解説

(事例21) H19年8月に三重県の製油所で発生した重油直接脱硫装置に設置してある熱交換器フランジからの重油漏洩火災の事例を反映させた。(石連事故事例報告書 保安 No131)

(事例23) H21年9月に山口県の製油所の連続再生式接触改質装置の反応塔出口配管フランジ部より漏洩、火災が発生。当該事例は所内電気事故に伴い、当該装置を緊急停止したあと、安全確認後、立ち上げ時に発生した。(石連事故事例報告書 保安 No216)

JPI-8R-15-2008 の該当頁： 6 頁 (管理番号：8R-15-2008 追補 04)

6.1 ボルトの締付要領 (事例4) (事例5) (事例19)

- a) 締付方法は手締め、トルクレンチ、パワーレンチ、ボルトテンショナーなどの方法があるが、各締付管理に適した方法を選択する。各締付管理方式の選定については、**6.4** のボルト締付力の定量的管理方法を参照とする。
- b) 対角のボルトの最低 4 本をガスケットの落ち込みがない程度まで締付け、フランジ間の芯ズレ、面の平行が出ていることを確認する。
- c) 締付力が均等になるよう、ボルトの締付けは対角方向に交互に行うことを基本とする。フランジボルト本数が 8 本以下の仮締付け及び本締付の順序は、**図 2** を標準とする。フランジボルト本数が 12 本以上については、仮締付けの方法、及び本締付けについて同一方向のみの周回方法が提案されているので参考とされたい。詳細は、**JIS B2251 (フランジ継手締付け方法)** を参照のこと。ボルト本数が多い場合、締付けを開始するボルトにはマーキングを行い、締付け管理抜けが無いようにする (事例24)。
- d) ガスケットの片締めは絶対に行わないこととし、必要に応じフランジ面間を計測しながら締付を行うこととする。
- e) 締付は、初めスパナで軽く締め、更にもう少し大きな締付力で均一に締付け、これを 2 回以上繰り返し、必要な締付力になるように締めていく。ボルトがかじると必要締付力が確保できないことがあるので、使用ボルトの事前確認やボルト孔の清掃等に留意する必要がある。(事例18)
- f) ボルト締付後の最終確認として、テストハンマーで締め具合を確認する。

下線付き 文書を追記

(管理番号：8R-15-2008 追補 04) の解説

(事例 24) H22 年 6 月、愛知県の製油所で原油配管の定期保安検査の事前自主検査のため、昇圧したところ、36B 予備ノズルフランジから霧状に飛散した。昇圧検査前に開放したノズルフランジのボルト締付け作業の際に、ボルトマーキングをしていなかったため、2 巡目の締付けを実施しないボルトが生じ、その部分より漏洩した。(石連事故事例報告書 保安 No.218)

JPI-8R-15-2008 の該当頁：10 頁 (管理番号：8R-15-2008 追補 05)

6.2.3 特殊フランジにおける締付力の注意点

α) **スペーサー付きフランジ** 高温、高圧サービスでは、仕切り板の厚さに相当するフランジ面間を予め確保する目的で、スペーサー付きフランジを設置することがある。スペーサー付きフランジは、スペーサーを挟んでボルトを締付けることからボルトが長くなるため、温度変動によるフランジ部材の熱膨張差の影響を受けやすく、また、片締めによる不均一な締付力になりやすい。**(事例25)** このため、スペーサー付きフランジ部から漏洩し、火災に至った事例も報告されており、フランジ面の傾きが、製作基準で定める許容値以内であることを点検・確認するとともに、フランジ面間の精密計測の実施等、締付管理に当たって細心の注意が必要である。**(事例6) (事例7)**

下線付き 事例のみ追記

(管理番号：8R-15-2008 追補 05) の解説

(事例 25) H21 年 11 月、和歌山県の製油所の減圧軽油脱硫装置の加熱炉下流配管で、集中豪雨 (事業所観測 90mm/h) が小康状態になった際に、スペーサー付リングジョイントフランジより漏洩、自然着火した。(石連事故事例報告書 保安 No.200)

JPI-8R-15-2008 の該当頁：11 頁 (管理番号：8R-15-2008 追補 06)

6.2.4 一時的な温度変動時における締付力の注意点

a) **ウェザー・シール** 一時的に雨や風の影響を直接フランジ継手に与えフランジとボルトの金属温度差を大きくさせてしまうと、これら部材の熱伸び差により、今までの締付力より大きい締付力に変化する。変動後の締付力がある限度を超えると、通常一番応力の高いガスケット又はガスケット当たり面を塑性変形させることで力学的な釣り合いを保とうとする。この状態から通常運転に戻ると、フランジとボルトの金属温度の差も以前の値にもどり、塑性変形を生じさせた分に相当するボルト締付力の低下を招き、漏れを生じさせることがある。このような現象は特に、スペーサーが設置されている等、フランジ間のボルトが長い場合に注意が必要である。(事例25) また、雨が片側のみ吹き付けると、同じ現象により部分的なボルトの締付力の低下を招いて、片締め状態をつくり漏れが生じる可能性がある。このような一時的な雨や風の影響を極力少なくするためには、ウェザー・シールの設置が有効である。ウェザー・シールは、視窓を設けてもよいが、フランジから漏れを生じた場合、内容物がウェザー・シールの中で密閉されない構造とした上で、円周方向は部分的でなく全周にわたって囲むことが望ましい。(事例26)

ウェザー・シールが施工されているフランジ部については、施工不良又は点検・維持不良により漏洩・火災に至った事例も報告されており、ウェザー・シールの適切な管理が重要である。(事例11) (事例12) (事例16) (事例17)

下線付き 文書を追記

(管理番号：8R-15-2008 追補 06) の解説

(事例 25) H21 年 11 月、和歌山県の製油所の減圧軽油脱硫装置の加熱炉下流配管で、集中豪雨(事業所観測 90mm/h) が小康状態になった際に、スペーサー付リングジョイントフランジより漏洩、自然着火した。(石連事故事例報告書 保安 No.200)

(事例 26) H19 年 7 月、神奈川県製の製油所の減圧蒸留装置の熱交換器で一時的な激しい降雨時に横風を受け、フランジ下部に雨水が浸入したことによりフランジ部から原料油が漏洩、火災に至った事例がある。当該フランジは上半分に雨水流入防止用カバーを設置していたが、下半分には設けていなかった。(石連事故事例報告書 保安 No.192)