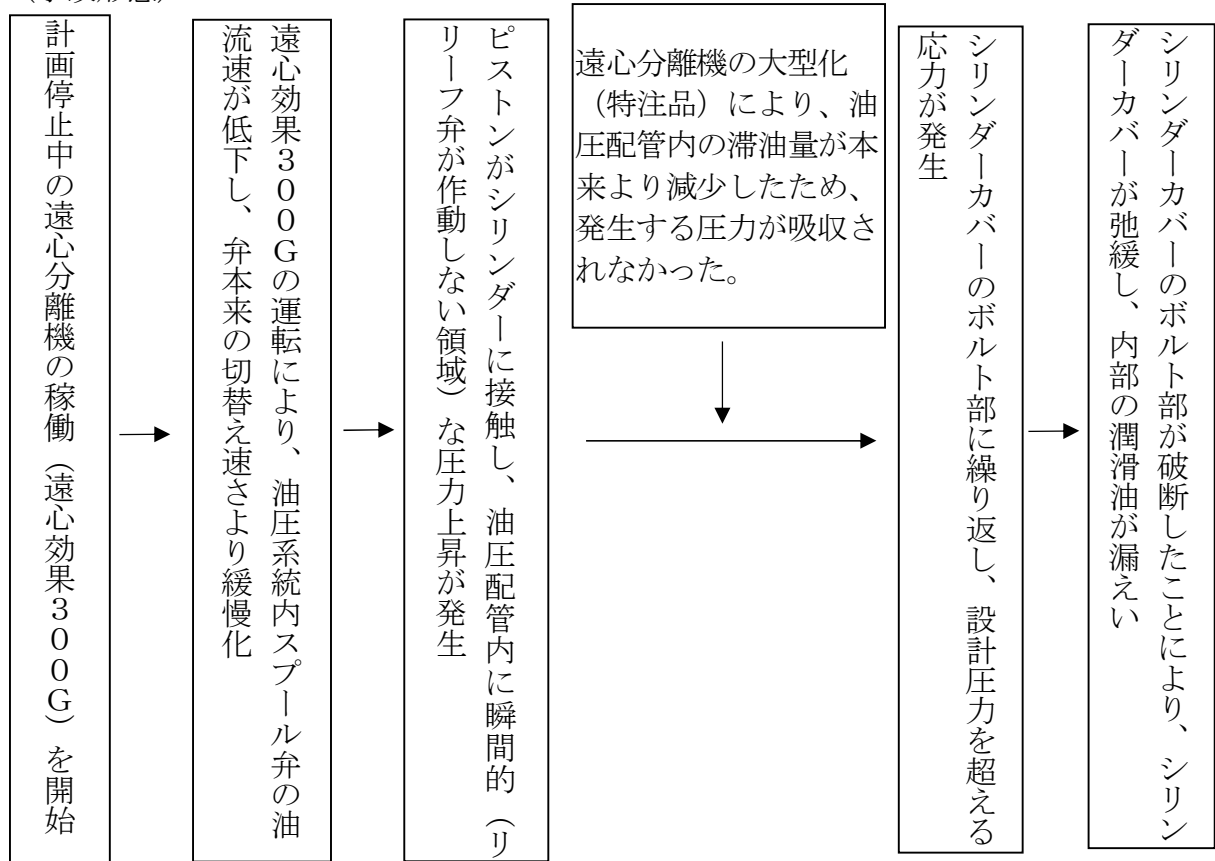


芒硝遠心分離機のボルト破断に伴う潤滑油漏えい			
発生年月日	令和5年1月27日（金）18時23分頃		
業 態	石油製品製造業	施設装置名	高圧ガス製造施設
機 器 名	芒硝遠心分離機	部 位	シリンダーカバー
運 転 状 況	スタートアップ時	作 業 状 態	運転操作中
物 質 名	第4類第4石油類 潤滑油（流動パラフィン）	発 火 源	
直接原因	設計不良	間 接 原因	施工不良、維持管理不十分
人的被害	なし	物的被害	シリンダーカバーのボルト破断及び潤滑油漏えい

(事故形態)



被災・影響範囲 潤滑油134リットルがシリンダーカバーから漏えい

(事故概要)

グリシンなどを製造している高圧ガス製造施設の3階に設置されている計画停止中であつた芒硝遠心分離機（以下「分離機」という。）の稼働を開始した直後に油圧アラームが作動し、内部の圧力低下が認められたため、作業員が現場を確認したところ、シリンダーカバーを止めているボルト全12本のうち8本が破断しており、締め付けが緩んだことから、内部の潤滑油（第4類第4石油類）である流動パラフィンが134リットル漏えいしたものの。

(事故原因)

分離機のピストン押込み時の瞬間圧力最大値が4.5 MP a (リリース弁が作動するには満たない。)であること及びピストンシリンダー内部の摺動痕等の解析結果から、ピストンがシリンダーに接触していると推定され、そのことによりサージ圧(最大4.5 MP a)が発生し、その圧力が設計圧力範囲である2.0 MP aを超えて繰り返しボルトにかかり(約29万回)破断に至った結果、内部の潤滑油が漏えいしたものと推定される。(特に無負荷時に油圧が4.5 MP a程度まで上昇し500 MP a程度の応力がボルトに生じていたこととなり、疲労破壊の可能性が非常に高い状態での運転であった。)当該接触の原因は、事故発生時、分離機は、遠心効果標準仕様の600 Gだと脱水が進行し過ぎて、ピストンを押し切れないう芒硝ケーキの物性から、遠心効果を300 Gで運転していたことにより、ピストン運動を制御している油圧系統内スプール弁の油流速が低下し、切替えが本来より緩慢になったことが影響していたと推測される。なお、遠心効果300 Gでの運転も仕様の範囲内であり、メーカーとも相談して運転していた。

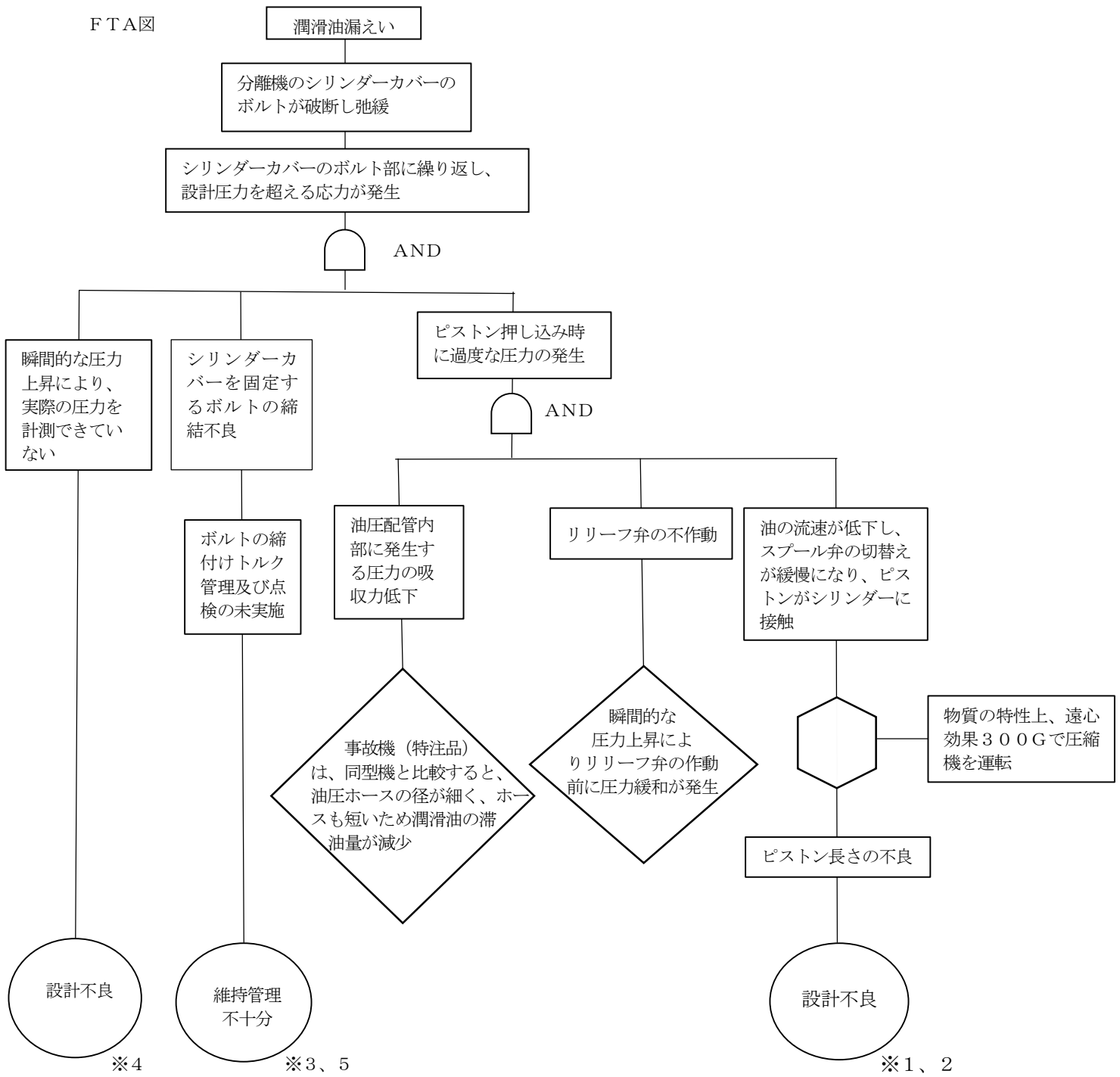
また、この過度の圧力がかかった理由は、分離機の油圧ラインにはリリース弁(設定圧力2.0 MP a)が設置されているものの、今回の圧力上昇が5ミリ秒~30ミリ秒と非常に瞬間的であり、リリース弁が作動する前に圧力緩和が発生し、リリース弁が作動しない領域になったと推定される。

一方で、実績のある別の機体(今回の事故機と同型)は、油圧ポンプの吐出側の滞油量が分離機と比較すると多いため、内部で発生する圧力の上昇を吸収していると考えられ、これにより、瞬間的な圧力は設計圧力範囲である2.0 MP aに収まっているが、製品の増産により、大型化し特注品にした分離機は、油圧ポンプ吐出側の配管径が細く、また油圧ホース長さが短くなり、このため耐油量も少なくなったため、発生する圧力が吸収されず、設計圧力を超える値が検出されたと推測される。

(再発防止対策)

F T A図に記載のとおり

F T A 図



【再発防止対策】

※1 瞬間的な変動圧力の低減

ピストン押し込み時にピストンがシリンダーと接触しないようにするため、メーカーに強度的に問題がないことを確認した上で、ピストンを4mm切削した。(切削後は、無負荷時のポンプ周波数47Hz(最大)条件にて圧力を測定したところ、サージ圧が約3.0MPaから、分離機の設計圧力(2.0MPa)以下である約1.0MPaまで低減している。)

これにより、ピストンがシリンダー部に接触しなくなったことで、油圧配管内のサージ圧発生が抑制されたと推測され、また、ピストン切削後の運転条件をグッドマン線図に示したところ、疲労破壊しない範囲に入っており、シリンダーカバーのボルト破断の対策が講じられたと思料する。

※2 分離機設計の見直し

メーカーは分離機を製作図どおりに施工したところ、ピストンがシリンダーに接触する製品となった。このため、発災事業所は、標準仕様である600G未満の遠心効果を通常使用条件とする装置を導入する際は、ピストンを4mm切削する形で形状を見直すよう、メーカーへ申入れを行い、了承された。

なお、当該事業所が芒硝遠心分離機を遠心効果300Gで使用する際は、4mm切削ピストンを用いることを標準仕様とし、高応答性圧力センサーで瞬間圧力最大値が設計圧力(2.0MPa)以下であることを事前確認する。

※3 トルク管理

分離機の取扱説明書及び整備マニュアルは存在するが、発生部分の締付トルク数値、更新頻度等についての記載はなかったことから、事故後は、ボルトの締付けトルク管理値を130N・mとした。

※4 今後の運転に伴う対策

分離機を運転継続することに伴う管理対策として、高応答性圧力センサーで当該機器の設計圧力である2.0MPa以上のサージ圧が発生していないかの監視を継続する。具体的には、当該センサーで2.0MPaを検知した場合、現場アラーム及びブザーが発報し、運転員が現場巡回にて検知できるような監視体制としており、このアラーム等が発報した際には、運転を停止する。

※5 当面对策の見直し

ア シリンダーカバーのボルト更新

圧力低減の対策が講じられるまでの間の当面对策として、30日以内でシリンダーカバーボルトの更新及び点検を実施していたが、今後は段階的に頻度を下げていき、最終的には、分離機の機器分解点検頻度である3年に合わせる。なお、交換時には、ボルトの破断等の有無を調べる点検を継続する。

イ 日常の監視体制

事故発生後から、1日に6回分離機の点検等の監視を行っていたが、現在は事故発生前の頻度である1日3回に変更した。