

## 設備の腐食・摩耗、亀裂等によって発生した爆発、火災事故（平成14～18年）

事例 1

- ・発生年月 : 平成 16 年 4 月      ・発生地 : 茨城県
- ・業種 : 石油精製業      ・事故の型 : 火災
- ・事故発生状況及びその原因 :

原油のうち重油原料の硫黄分を水素添加反応により除去して精製する重油脱硫装置の加熱炉の内部の加熱管に開口部が生じ、高温、高圧の流体が炉壁を破壊し、加熱炉外に流出し、5時間にわたる火災が発生した。

加熱管は、管内壁に最大 6mm の層状コーク（炭化物）が経年的に付着蓄積し、局所的に加熱管の温度が上がった結果、クリープ損傷が進行し開口に至ったもので、加熱管のコークの生成の有無について、2 年以内ごとに放射線透過検査を定点で実施していたが、当該箇所を検査部位としていなかったため、コークの蓄積を把握できなかった。

- ・業界コメント：技術的には予見可能であったが、過去のデコーキングでは長期間コーキングしていなかった実績があったため、十分な予防措置が取られなかった事例。

事例 2

- ・発生年月 : 平成 15 年 9 月      ・発生地 : 神奈川県
- ・業種 : 石油精製業      ・事故の型 : 火災
- ・事故発生状況及びその原因 :

石油精製事業所において、流動接触分解装置の反応塔上部の配管内からガソリンを主成分とする高温ガスが配管外面へ漏れ、さらに配管を覆っていた補強板のテストホールから漏洩して自然発火し火災となった。

配管からの漏洩の原因は反応塔出口配管に取り付けられている内部点検用マンホール内面溶接部が長期間内部流体にさらされ摩耗し、摩耗が溶接不良（ブローホール）箇所に進んだため、マンホールの内面を適切に検査していなかった。

- ・業界コメント：触媒によるエロージョンの発生と進行は定性的には把握していたものの、予測困難な内在欠陥が存在していたため予見を難しくし、補修が必要との判断には至っていなかったが、エロージョンの進行は技術的に予見可能な事例。

事例 3

- ・発生年月 : 平成 15 年 4 月      ・発生地 : 北海道
- ・業種 : 石油精製業      ・事故の型 : 火災
- ・事故発生状況及びその原因 :

軽油脱硫装置の加熱炉内部において、火災を当てる加熱管に亀裂が生じ、内容物である軽油と水素の混合物が漏れ、バーナーの火炎が引火し火災が発生した。さらに隣接した熱交換器に同混合物が流入し、熱膨張によりフランジから原料が漏れて火災となった。

亀裂が生じた原因は、加熱炉管が肉厚減少するとともに、内壁にコークス（炭素質固

体) が分厚く付着し温度上昇したことにより、高温硫化水素腐食とクリープを併発し、開口に至ったことである。加熱炉管について定められた周期で管内面の付着状況を確認していたが、当該箇所は平成9年以降検査していなかった。

- ・業界コメント：放射線による抜き取り検査を実施していたものの、局部的なコーキングのため実態を把握できていなかったが、技術的には予見可能で、定性的なデコーキングの重要性が見直された事例。

#### 事例4

- ・発生年月 : 平成15年2月      ・発生地 : 千葉県
- ・業種 : 石油精製業      ・事故の型 : 火災
- ・事故発生状況及びその原因：

石油精製事業所において、接触脱ろう装置内の4基の熱交換器から内容物である軽油が漏洩して着火し火災となった。

事故の原因は、熱交換器のフランジ接続部のステンレス製ガスケットに局所的な塩化物応力腐食割れが発生し、運転中に貫通割れへと進展し、そこから内容物が漏洩したことであり、ガスケットについて検査を行っていなかった。また、着火の可能性が高い内容物の漏れを検知していれば防止できたと考えられる。

- ・業界コメント：類似部位のガスケットには問題なく、またガスケットが割れることも非常に稀で通常は予測困難な事例。

#### 事例5

- ・発生年月 : 平成14年10月      ・発生地 : 千葉県
- ・業種 : 石油精製業      ・事故の型 : 火災
- ・事故発生状況及びその原因：

石油精製事業所において、中圧水素化分解装置の通油量及び温度を段階的に下げるという運転条件の変更を行っていたところ、反応塔出口配管のフランジ部から水素ガスが漏洩して6時間半にわたる火災が発生した。

接続部の上下のフランジについて、配管系全体がゆがみフランジ面が平行でないにもかかわらず引っ張ってボルト穴を合わせて締めたため、各ボルトの締め付け力不足と面圧不均一が生じていた。通常の運転条件においては漏洩を防げたが、温度降下による変化には耐えられず水素ガスが漏洩した。

- ・業界コメント：スペーサー挿入フランジの温度変化に締め付け力が追従しなかったものであり、比較的予測困難な事例であるが、トルク管理、ホットボルティング等の施工管理の強化で防止できる事例。

#### 事例6

- ・発生年月 : 平成14年6月      ・発生地 : 大分県
- ・業種 : 石油精製業      ・事故の型 : 爆発
- ・事故発生状況及びその原因：

設備起動時に、高温高圧の水素を流しながら、その圧力を調整していたところ、水素を流していた配管が腐食していたため破れ、引火、爆発し、配管付近の労働者1名が火傷を負った。

当該箇所は点検歩道のアンクル材が水素配管の保温材に当たるため、保温材の一部を切り欠く形としており、この切り欠き部の隙間から雨水が侵入し、保温剤の内部に水分が貯まり、配管外面から腐食したもので、公称 5.5mm の肉厚が 0.2mm にまで減肉していた。局部的に雨水より著しく腐食しやすい環境にあったにもかかわらず、当該部分を検査していなかった。

- ・ 業界コメント：保温切り欠き部からの雨水侵入による外部腐食という教科書的なものであり、日常点検及び検査計画の充実で予測可能な事例。

### 事例 7

- ・ 発生年月 : 平成 14 年 4 月      ・ 発生地 : 北海道
- ・ 業種 : 石油精製業      ・ 事故の型 : 火災
- ・ 事故発生状況及びその原因：

運転中の重油直接脱硫装置高圧セクションにおいて、循環ガス硫化水素吸収塔バイパス管が内部の流体による腐食により局部的に減肉、開口し、噴出した水素ガス等に何らかの火が引火し約 10 時間にわたる火災が発生した。

開口部分は、配管が長手 130mm、幅 90mm にわたって開口しており、肉厚は公称 28mm が 4~9mm まで減少し平均 3mm / 年の減肉が起こっていた。

通常の腐食環境から想定される腐食速度は 0.03 ~ 0.24mm / 年であることから、最大 1 2 年の検査周期を設定していたが、当該箇所においては、局部的な水硫化アンモニウムの濃縮が起こり、これに上昇旋回流と内表面温度上昇の影響、乾湿繰り返しの影響が複合的に重なって水硫化アンモニウムによる腐食が発生し、想定を超える減肉（平均 3mm / 年）が進行したが、当該部分を検査していなかった。

- ・ 業界コメント：当該部位での腐食発生は世界的にも事例、知見なく（ライセンサー、コントラクター）、予測困難な事例。

### 事例 8

- ・ 発生年月 : 平成 17 年 4 月      ・ 発生地 : 千葉県
- ・ 業種 : 石油精製業      ・ 事故の型 : 火災
- ・ 事故発生状況及びその原因：

減圧残油熱分解炉への供給配管から原料のアスファルトが漏洩し火災が発生した。

漏洩した配管は、19 年前の定期修理工事において、本来高温配管用炭素鋼管を使用すべきところを圧力配管用炭素鋼管で設置されており、高温硫化物による腐食が著しく進行し開口した。

- ・ 業界コメント：配管取り替え時の材質間違えによるものであり、結果として予測困難ではあったが、資材の識別表示など現場での施工管理強化で防止できる事例。

### 事例 9

- ・ 発生年月 : 平成 17 年 6 月      ・ 発生地 : 宮城
- ・ 業種 : 石油精製業      ・ 事故の型 : 火災
- ・ 事故発生状況及びその原因：

減圧蒸留装置の配管のうち、温度の異なる重質油が流れていた 2 本の配管の接合部付近において高温の硫化物による腐食が進行し接合部の配管が開口するに至り、漏れた重

質油が自然発火し延焼した。

- ・業界コメント：配管上流のドラム内に設置されたでミスターへの予測を上回る硫化鉄の堆積による酸化発熱と、それに伴い配管内に想定外の高温のガスが流れ込んだことによるもので、予測困難な事例。

### 事例 10

- ・発生年月：平成 18 年 2 月
- ・発生地：北海道
- ・業種：石油精製業
- ・事故の型：火災
- ・事故発生状況及びその原因：

水素化分解装置の蒸留塔塔底油ポンプが硫化物応力割れと推定される損傷により破断し、塔底油がもれて保温剤にしみこみ、酸化してその熱が蓄積され出火した。

- ・業界コメント：ポンプ製作時の熱処理不良による異常硬度が原因であり、事件事例としても極めて稀で予測困難な事例だが、品質管理及び受け入れ検査の重要性が再認識された事例。

### 事例 11

- ・発生年月：平成 18 年 4 月
- ・発生地：千葉県
- ・業種：石油精製業
- ・事故の型：爆発
- ・事故発生状況及びその原因：

水素製造装置内の凝縮水分離槽の胴の一部が減肉して開口し、開口部より漏洩した大量の水素が滞留し、引火して爆発・火災が発生した。なお、同機器は 11 年前にも同様の開口事故が発生している。

10 年前の当該機器更新時に内部構造をバップルタイプからインナーノズルへの変更を行った結果、流体の流れが局部的に胴板に衝突する形になり、さらに運転条件を変更したことからエロージョン・コロージョンによる胴板の減肉が早まったものであるが、構造及び運転条件変更時の影響評価についての技術的検討が不十分、かつ効果の確認も不十分であった。

- ・業界コメント：気液分離槽の内部構造は異なるが、既知の損傷形態であり、かつ当該機器で過去に同一の事例を経験しており、予測可能な事例。

### 事例 12

- ・発生年月：平成 18 年 9 月
- ・発生地：愛知県
- ・業種：石油精製業
- ・事故の型：火災
- ・事故発生状況及びその原因：

灯油脱硫装置運転中に装置内のリサイクル水素ガス供給圧縮機から火災が発生した。

リサイクルガス圧縮機の吐出圧力計取出部の小径配管からガスが漏洩し火災となった。

小径配管は、建設以来 31 年間使用していた間に、ガス中に含まれる硫化水素及び水分の存在下で湿性硫化物腐食により減肉し開口したという防食管理上の抜けがあった。

- ・業界コメント：圧力計取り出し配管の監視盤内小口径導管接続部が湿性硫化物腐食を受け、微細な開口が発生したものであり、予測は比較的難しいが、プロセスの主流ではな

く、通常流れのない静的な環境下にある附属配管に対する設備管理強化の必要性が認識された事例。

(労働基準監督署の調査結果に石油連盟のコメントを加えて作成)

## 連続運転の認定事業場のボイラー等に対する性能検査での指摘事項等

連続運転の認定を受けている事業場（石油精製、石油化学等）におけるボイラー及び第一種圧力容器に対する性能検査（開放検査）の結果、第三者検査機関から指摘又は指導等が行われている。

指摘：補修しないと合格にならないとして是正を求める事項

指導：今回是正を求めないが継続監視を求めるもの又は検査基準以外も含めて改善した方がよい事項を推奨するもの

項目としては、本体・鏡板・管寄せ等の腐食割れ、管板の腐食割れ、加熱管の腐食・割れ・減肉、ノズル部（管、フランジ、蓋板）の腐食・割れ・漏れ、安全弁・減圧弁の腐食・損耗、圧力計の表示などが多い。

指摘事項、指導事項の例は次のとおりである。

- ・ スーパーヒーターの空気抜き弁に洩れが認められるので補修を行うこと。
- ・ 給水のpH値が管理値から外れてるので、管理値内に入る様にする。
- ・ チャンネルカバー内面の一部及び胴底部に腐食が認められるので、防食対策をして経過観察すること。
- ・ 鏡板との周継手全周が帯状に窪み、最小板厚さに対して厳しい状況になっているので対策を取ること。
- ・ チューブシートに局部的に腐食が発生しているので、補修すること。
- ・ 余寿命評価は、内面検査及び板厚測定等からして整合性のある評価を行うこと。
- ・ 性能検査事前点検表の記載項目に不備・不良箇所があるのに手当てしていないこと。
- ・ 肉厚が管理値を外れているが、その是正措置が不適切であること。
- ・ 肉厚の測定データが前回データとの差が大きいにもかかわらず必要な検討をしていないこと。
- ・ 肉厚の測定点は、当初の定点だけでなくその後判明した腐食箇所での測定点を加えること。
- ・ 自動制御装置の機能試験が認定時の説明のとおり実施されていないこと。
- ・ 入り口ダクトの一部に腐食貫通箇所があり、補修を要する。
- ・ 保温外装の一部が腐食、穴あきしているので、修理をお勧めする。
- ・ 安全弁管台に詰りあり。
- ・ 安全弁取付ボルトに一部締結不良があり、手当を要する。
- ・ 協力会社に任せきりで、チェックがなされていないこと。

（登録性能検査機関に対するヒアリング結果から作成）

## コンプライアンス及び内部統制について

## 1. 日本経団連の動向

- ・ 2006年9月、日本経団連会長御手洗富士夫氏は、「企業倫理徹底のお願い」で、企業行動の総点検をお願いするとして、次の3項目、7点について、取組み強化を要請している（日本経団連ホームページ「企業倫理徹底のお願い」）。

コンプライアンス体制の整備と見直し

1. 各社独自の行動指針の整備・充実
2. 企業倫理担当役員の任命や担当部署の設置等、全社的な取り組み体制の整備
3. 企業倫理ヘルプライン（相談窓口）の整備

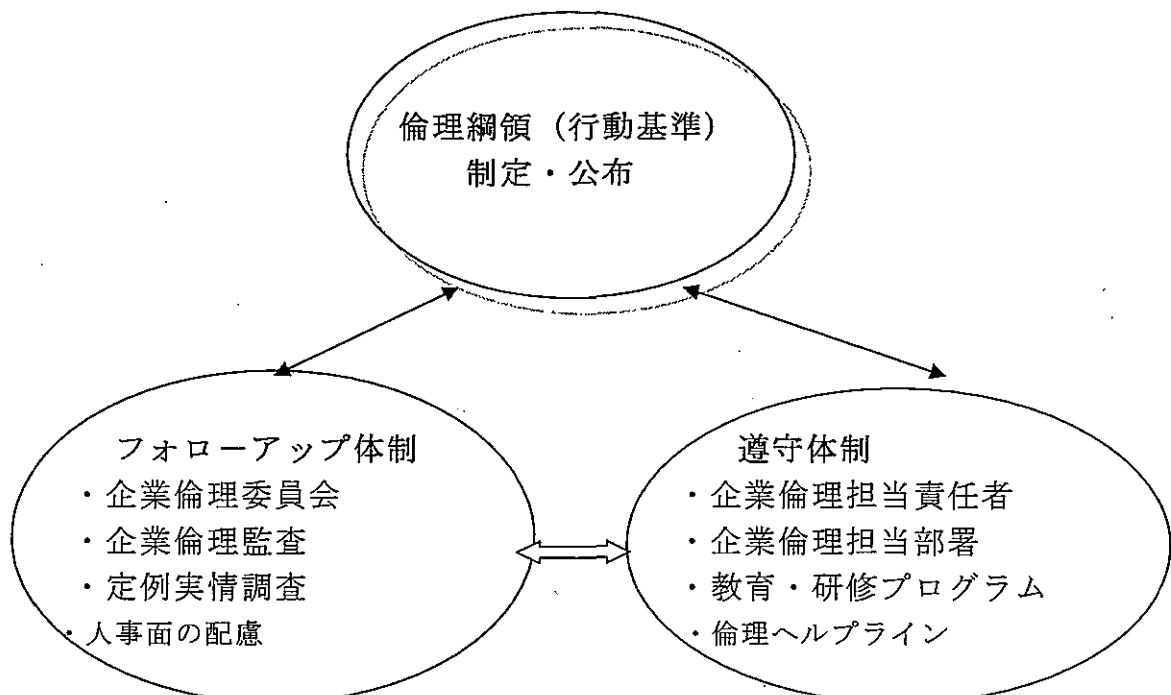
コンプライアンスの浸透と徹底

4. 経営トップの基本姿勢の社内外への表明と具体的な取り組みの情報開示
5. 役員を含む階層別・職種別の教育・研修の実施、充実
6. 企業倫理の浸透・徹底状況のチェックと評価 不祥事が起きた場合の対応
7. 適時的確な情報開示、原因の究明、再発防止策の実施、ならびにトップ自らを含めた関係者の厳正な処分

## 2. わが国企業のコンプライアンス体制

- ・ わが国企業は、次のような「コンプライアンス経営実践システム」の全体像を描き、社内の実情に合わせて実践している。

図表 「コンプライアンス経営実践システム」の全体像



(田中宏司氏作成)

## 「フルセット・コンプライアンス」という考え方

日本では単純に法令遵守を徹底しても、世の中で起きている様々な問題を解決することにはつながらない。法令の背後にある社会的要請に応えていくことこそがコンプライアンスであると認識し、その観点から組織の在り方を根本的に考え直してみる事が重要。

組織がどうしたら社会の要請に応えることができるかについて、フルセット・コンプライアンスの5つの要素が必要である。

- 第1 社会的要請を的確に把握し、その要請に応えていくための組織としての方針を具体的に明らかにすること。
- 第2 その方針に従いバランス良く応えていくための組織体制を構築すること。
- 第3 組織全体を方針実現に向けて機能させていくこと、
- 第4 方針に反する行為が行われた事実が明らかになったりその疑いが生じたりしたときに、原因を究明して再発を防止すること。
- 第5 法令と実態とが乖離しやすい日本で必要なのが、一つの組織だけで社会的要請に応えようとしても困難な事情、つまり組織が活動する環境自体に問題がある場合に、そのような環境を改めていくこと。

(郷原信郎氏著『「法令遵守」が日本を滅ぼす』(新潮新書) 第5章から引用)