

第18回 電気設備自然災害等対策ワーキンググループ

資料 3 - 3

いわき大王製紙向け4号ボイラ爆発事故に関する 類似ボイラへの横展開について

2023/6/5

三菱重工業株式会社
三菱重工業パワーインダストリー株式会社

いわき大王製紙工場向けCFBにおいて、2022年(令和4年)9月6日、6時49分頃に発電設備のボイラーが通常運転中に爆発し、発電設備が緊急停止した。

(この直前に給水量-蒸発量の偏差が拡大する様な、漏洩を検知できる事象は確認されなかった)

○被害状況

- 人的被害：当該設備周辺で作業中の協力会社作業員 1 名が火傷を負う。
- 近隣被害：砂、灰、耐火材等の一部が工場の北側の市道に飛散(人、車の通行は無し)。
- 設備被害：ボイラーの火炉(コンバスタ)、ボイラーに付属する熱交換室の全損、他設備等も一部損傷・変形。

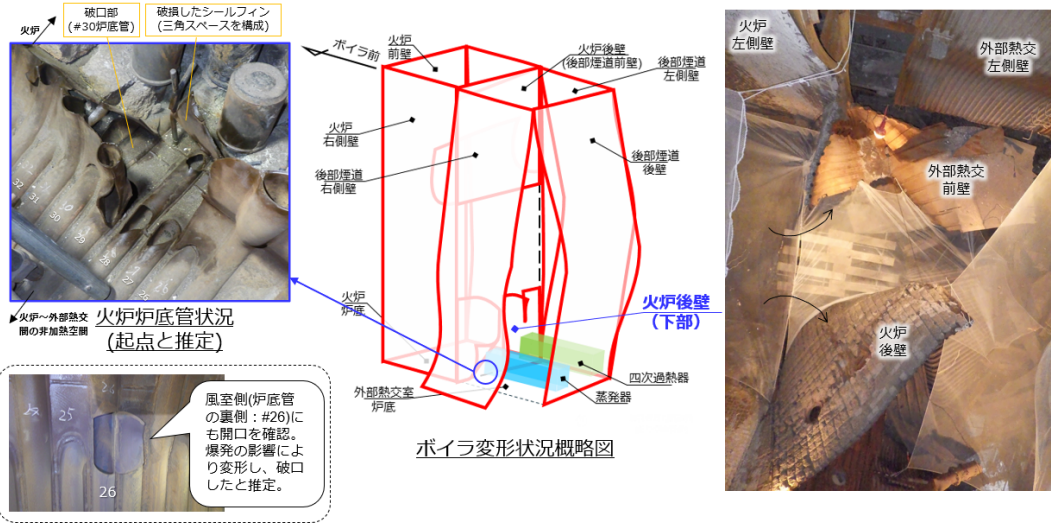
○発電設備概要

- 発電出力：33,333kW
- ボイラー型式：循環流動層式(CFB)
- 仕様：蒸発量170t/h、蒸気圧力15.8MPa、蒸気温度548℃(設計最大)
- 燃料：木質チップ、RPF、タイヤチップ、構内廃棄物
- 運転開始年月：2008年(平成20年)10月
- 総運転時間：107,758 hr
- 総発停回数：68回
- 製造業者：三菱重工業(株) (現在 三菱重工パワーインダストリー(株))

3-2 現状の把握

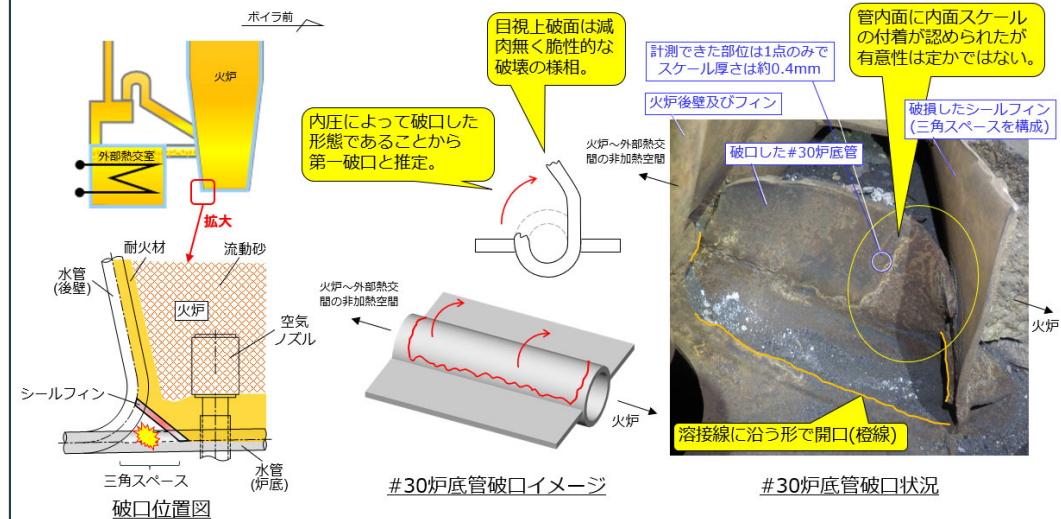
1) ボイラ損壊の状況

- 火炉後壁下部が外部熱交室側(ボイラ後側)へ大きく変形・破断しており、その方向に大きな力が作用した様相であり、炉底に近い部分での変形が最も顕著だった。
- 爆発の影響による強制的破断部が大多数の中、内圧によって破口した形態の炉底管の#30(缶左から数えて30本目)を第一破口と推定。



2) 第一破口部(推定)の特徴

- #30の破口部は三角スペースを構成するフィンの溶接部に沿う形で軸方向・周方向に開口。
- 目視上、破面は減肉無く、脆性的な破壊の様相。
- 管内面に内面スケールの付着が認められた。但し、爆発前に付着したものは不明。
- #30の破口部は、シールフィンにより本来は砂もガスも到達しないスペース(三角スペース)内。



ボイラ損傷状況及び第一破口(推定)の特徴

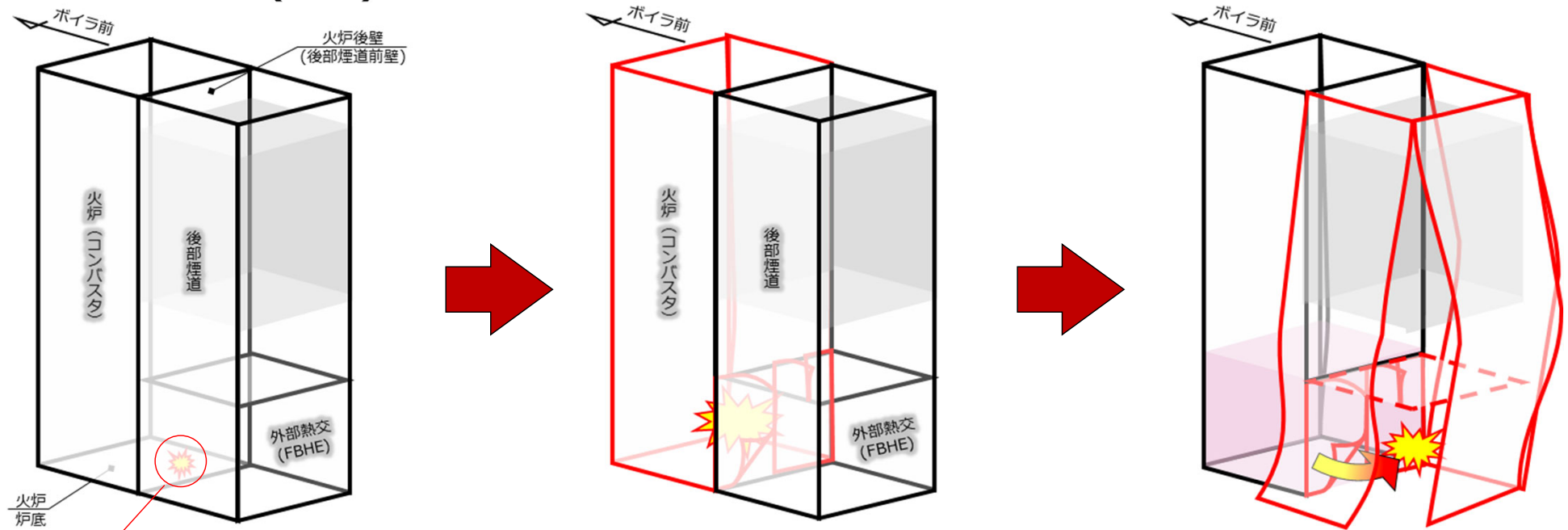
2. 原因推定と対策方針

2-1 原因推定

- いわき大王製紙4号ボイラの爆発原因として、未燃ガス爆発、粉塵爆発、水蒸気爆発の可能性が考えられますが、運転データ及び現地目視調査結果から、当該事故は大量の水が大きな熱容量を持つ流動砂と瞬時に接触することに起因する水蒸気爆発によるものと推定。
- 第一破口部が当局により持ち帰られているため、漏洩原因を完全に絞り込めていないものの、各種調査の結果、**大量の水**が漏洩する原因として、水質に起因する水素侵食、火炉耐火材の脱落等によるクリーブ損傷の可能性が否定できません。尚、き裂(疲労)による漏洩の可能性も完全には否定できませんが、大きな破口とはなり得ないため**大量の水**の漏洩原因にはなり難いと考えます。
- 今後、当局での第一破口部の調査結果が入手できた際には、その内容を精査し、必要に応じて原因の特定と必要な追加対策について各ユーザー様に展開していきます。

※本資料上は「**水蒸気爆発**：高温の砂に触れた水が爆発の様に急激に気化(体積膨張)したもの」と定義

2-2 事故発生フロー(推定)



漏洩発生の原因

管の破損により
水が漏洩

- △ 水素侵食
- △ クリープ損傷
- △ き裂(疲労)
- × 摩耗減肉

火炉損壊の原因 (漏洩が水蒸気爆発に至った原因)

大きな熱容量を持つ流動砂と瞬時に
接触(流動砂は火炉下部に多い)

水蒸気爆発
(火炉内)

火炉破壊

△ 三角スペースという密閉した
耐火材のない空間で大量の水が
一気に漏洩

更なる損壊拡大の原因

水蒸気爆発
(外部熱交内)

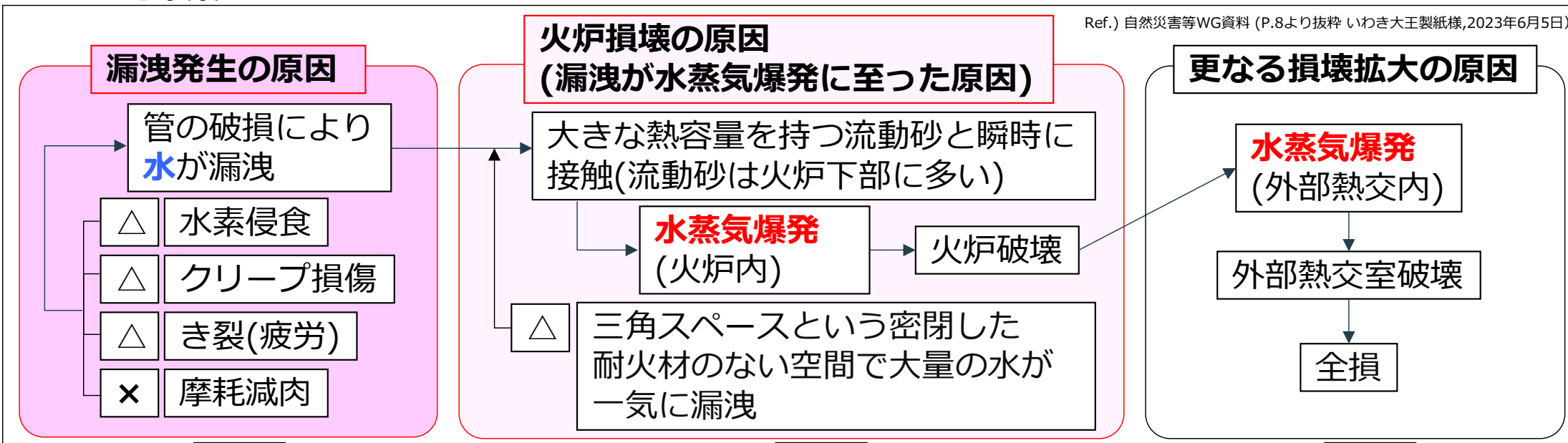
外部熱交室破壊

全損

2. 原因推定と対策方針

2-3 対策案

Ref.) 自然災害等WG資料 (P.8より抜粋 いわき大王製紙様,2023年6月5日)



漏洩発生対策

- ・ 水質悪化により発生する漏洩リスクを排除する為水質管理を徹底
- ・ 耐火材を取り外したまま運用せず、設計通りのメンテナンス実施
- ・ き裂(疲労)は大破口としない為横展開対象外

火炉損壊対策

- ・ 左記対策実施により漏洩を防止できるものと考え、加えて、万が一漏洩した場合の水蒸気爆発発生リスクを少しでも低減する為の対策として三角スペース廃止を推奨

損壊拡大対策

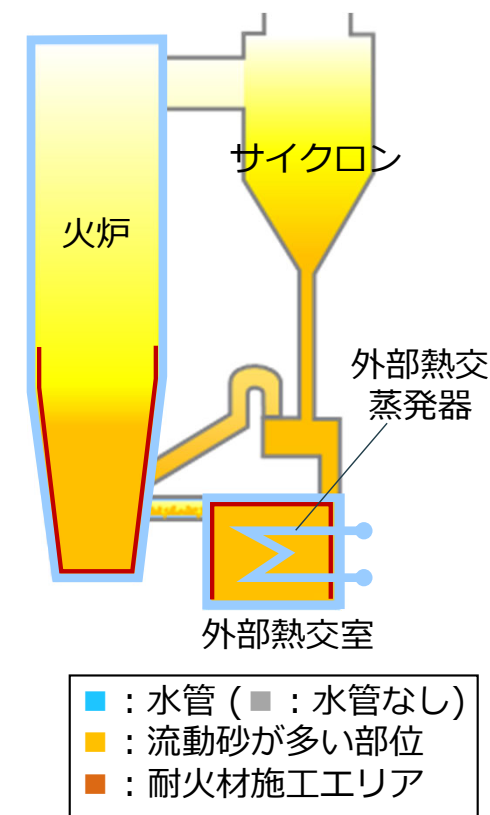
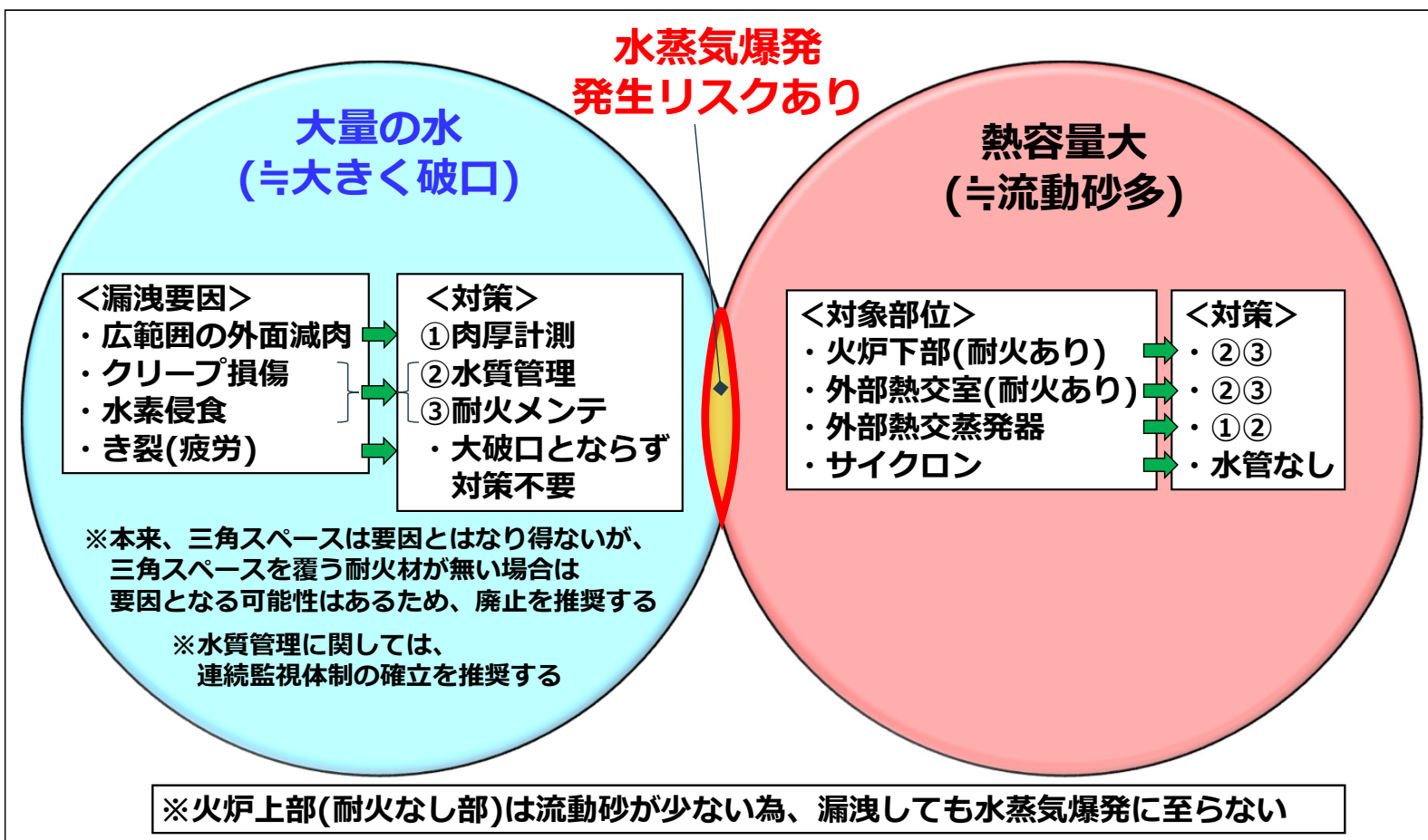
- ・ 左記漏洩対策実施により同様の事故発生は防止できるため、横展開は不要

3. 横展開の方針

3-1 対策内容の検討

・ 今回の事故と同様の事象を発生させない為には、水蒸気爆発につながるフローの起点である、**漏洩を防ぐことが基本的かつ最重要対策である**と考えております。

➡ 水蒸気爆発の要因である、**大量の水**と**大きな熱容量を持つ流動砂**の条件をCFBに当てはめ、対策を検討しました。これに準じて、各ユーザ様に対しインシデントレポートを発行致します。



循環流動層(CFB)ボイラ爆発事故について (続報)

2022年11月18日付けSS22-1332TDYにてボイラ爆発事故についてご連絡しておりますが、その後、調査の進捗があり、発生事象および御社設備での対応を下記の通り御連絡いたします。尚、今後の不適合発生ボイラの調査結果で追加の対応が必要な場合には速やかに情報提供いたします。了

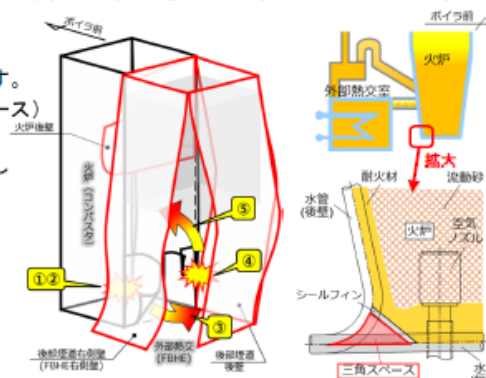
記

1. 発生事象

弊社グループが納入しました循環流動層(CFB)ボイラが、2022年9月運転中に爆発し、設備が緊急停止する事故が発生しました。損傷は、火炉、流動床式外部熱交換器、後部煙道、エアヒータ等、CFBボイラ全体に及びました。

状況から以下の通り損傷が進んだと考えられます。

- ① 火炉底部に存在する小さな空間(三角スペース)内にある炉底管が大きく破口
- ② 漏洩した大量の水が火炉内の流動砂と接触し水蒸気爆発が発生
- ③ 火炉を構成する水管の一部が破断
- ④ 破断した水管から大量の水が外部熱交室の流動砂と接触し水蒸気爆発が発生
- ⑤ ボイラが広域で損壊



2. 貴プラントへの対応について

今回の爆発は、炉底管から漏洩した大量の水が大きな熱容量を持つ流動砂と一気に接触し、大きな体積膨張による水蒸気爆発が発生したと推定しております。

現段階においては第一破口部が当局により持ち帰られているため、原因を完全に絞り込めていないものの、各種調査の結果、大量の水が炉底管から漏洩する原因として、給水・ボイラ水質に起因する水素侵食、火炉耐火材の脱落等によるクリープ損傷の可能性が否定できません。尚、き裂(疲労)による漏洩の可能性も完全には否定できませんが、大きな破口とはなり得ないため大量の水の漏洩原因にはなり難いと考えます。

今回の爆発の横展開として、水蒸気爆発につながる多量の水の漏洩を防ぐことが重要であり、以下の確認をお願いします。

- (1) 火炉壁や蒸発器管からの漏洩を防止するため、定期的な肉厚計測など適切なメンテナンスの実施。
- (2) 水質悪化により発生する漏洩リスクを排除するため、適切な水質管理および水処理の実施。
尚、水質管理の徹底にあたっては連続監視計器の適切なメンテナンスで水質を連続的に正しく監視することを推奨します。
- (3) 耐火材脱落による耐圧部での漏洩を防止するため、適切な耐火材のメンテナンスの実施。損耗、割れ、脱落などがあれば復旧。耐火材を保持するスタッドやアンカーの保全も含む。
また、大量の脱落を確認した場合はボイラを速やかに停止いただき、健全性をご確認下さい。
耐火材に限らず、既設構造から何かしら変更する(している)場合は弊社へご相談ください。

【以下、三角スペースのあるプラント向け】

上記(1)から(3)により漏洩を防止できるものと考えますが、加えて、万が一漏洩した場合の水蒸気爆発発生リスクを少しでも低減するための対策として三角スペースの廃止を推奨いたします。

以上

MOVE THE WORLD FORWARD

mitsubishi
HEAVY
INDUSTRIES
GROUP