回収ボイラにおける直接触式エバポレータ および関連装置の火災防止法

—BLRBAC 最終結論—

Fire Protection In Direct Contact Evaporators and Associated Equipment

安田火災海上保険株式会社 安全技術部 坂本 英雄, 一色 昭男

Hideo Sakamoto and Akio Isshiki
The yasuda Fire & Marine Insurance Co.,

1. はじめに

さきに BLRBAC では昭和 47 年に、本標題と同じもので中間報告が作成されたが、いよいよ 48 年 10 月の、BLRBAC 本会議 (48.10.3 付) で最終的に結論が出されたので、ご参考までに本資料を作成した次第である。わが国では、カスケードエバポレータの火災など、まず発生しないであろうという比較的安易な考えが一般的であるようにとれるが、昭和 47 年 12 月にかなりの損害額とみなされる火災事故が現実には発生している。

2. 序 言

回収ボイラ排ガス回路で発生する火災事故の頻度と損害額の大きさから考えて、これは放置しておけない重要な問題であるという見地から、その防止法を見出すべく調査が始められた。そこで 1971 年春の BLRBAC 本会議の席上、保険会社から火災防止対策がどのようにとられているかについての調査結果が発表されたが、それによると 16 工場からのアンケートによる回答では、カスケードエバ及びサイクロンなどの、50% 及び誘引ファンの 80% は何らの火災防止法を採用していないことが判った。その後、さらに火災事故の実例についてアンケートを出したところ、昨今の修理費高騰の結果、非常に高額な損害であることも判明したわけである。

これらの状況判断から、小委員会が発足し、火災防止法の推奨事項の作成にとりかかったのであり、その間広く保険会社、ボイラメーカ、さらには広く製紙、パルプ業界から多くの参考データの提供をうけた。

本テーマの対象は、直接触式エバポレータ (カスケード、サイクロンエバポレータ、ベンチュリーエバポレータ、スクラパー)、誘引ファン、集塵器、連絡ダ

クト及び再生式空気予熱器についてである。

本小委員会としては、アンケート作成及び推奨事項の原案修正に関与のため、多くの時間をさいて頂いた業界一般の方々に厚く御礼申し上げたい。ここに記載されている推奨事項は慎重に審議されたものであり、したがって運転マニュアルのある部分については改訂の必要もあるのではないかと考えている。

3. 回収ボイラ排ガス回路の火災予防対策

(1) ま え が き

直接触式エバポレータ及びその後にある装置におけるガス温度が、ボイラ出口又はエコノマイザー出口のガス温度と同じく 600°F ~ 700°F (230°C ~ 270°C) に上昇しうる可能性は十分にありうる。

前述の装置内には、チャーからのキャリオーバーによる可燃物とか、黒液内の有機物が堆積しており、温度と酸素の存在如何によっては着火ないしは爆発的燃焼もありうる。したがって、結果的には火災予防の根本的対策は、可燃物の存在するところでは、排ガス温度を安全なところまでつねに下げるという条件を保持することであろう。

KP 工場の火災事故例について、前述の見地から原因分析がなされ、したがって、つぎにのべるような火災予防対策としての推奨事項を作成した次第である。

(2) 火災予防の推奨事項

火災事故の種々のケースを分析した結果、つぎの推奨事項を提案する。

a) 主として直接触式エバポレータ、誘引ファン及び、集塵器に対しては排ガス回路の中に、火災予防及びコントロール用設備を装備すべきである。

b) 前述の装置内においては、その火災コントロール用として、もっとも利用しやすい工場用蒸気による

自動充満方式があげられる。

c) 通常運転中では、連続的に蒸気が利用しえない場合には（たとえば回収ボイラのみが蒸気発生源であって、他に適当な蒸気がないといった場合）、補助的に適当な対策を講じなければならない。すなわち、噴霧ノズル付きの水源（常時は切りはなしておく。）とか化学消火器などである。これら装備は適時使用法その他十分な訓練を積んでおくことが大切である。

デザイン、操作及びメインテナンスを十分配慮された低圧源の蒸気を多量に充満する方法が、回収ボイラの火災対策に一番効果があるとの結論に達している。この方法はつぎのような特徴があげられる。

i) 装置の設計及び配置が種々変っていても広く利用できること。

ii) 信頼性が高いこと。

iii) 全装置内に不活性作用を働かすために完全に蒸気を分散させること。

iv) 常時、テスト及び検査済みの状態が保持できること。

v) 排ガス回路に装入される器具が小さいこと。

vi) スメルト-水爆発生の危険が少ないこと。

vii) 黒液の稀釈化が少ないこと。

火災予防システムを手動より自動化することは、初期消火の見地から好ましいわけである。通常は火勢の強さを判断したり、また、出火源がどこか決めるのに十分な時間がなかったということが屢々あったわけである。

(3) 安全性向上に役立つ推奨事項

① 蒸気噴出口の場所は、直接触式エバポレータの上流側及び集塵器の上流側でなければならない。（もし、誘引ファンが集塵器の上流にあれば誘引ファンの上流側である。）換言すれば火災予防施策は直接触式エバポレータ上流側のダクトから始まり、集塵器をも含めた部分にほどこさなければならない。

② 装置各個に蒸気を吹込む場合、あるいは装置全体にまとめて吹込む場合に対して、並列に作動する弁あるいは1個の大型弁を取付けてよい。

③ 吹込む蒸気はダンパやその他の障害となる物に邪魔されないように配慮しなければならない。

④ 蒸気充満方式による消火方法は、完全自動と同時に、補助的に、緊急用としてマニュアル操作も可能でなければならない。

⑤ 回収ボイラの火災予防に際して、過去の火災例から推測して充満用蒸気量を安易に計算してはならない。個々の工場及び回収ボイラは皆異っているものであり、十分チェックしなければならない。消火対策をと

る面積に応じての蒸気流量は、流量率をもとに判断されるべきものである。これらの基本的な判断資料として、本委員会ではつぎのものを紹介する。

a) National Fire Protection Association "Oven and Furnace" Appendix E

蒸気吹込みを要する容積 1 m^3 あたり毎分 1.28 kg の蒸気を吹込む必要がある。ノズル圧は 1 kg/cm^2 以上。噴射蒸気量と圧力、ノズル口径の関係は次式より得られる。

$$W = 0.7 A (P + 1)$$

W: 噴射蒸気量 kg/min

A: ノズル口径 cm^2

P: ノズル出口ゲージ圧力 kg/cm^2

0.7: 流量係数

b) C.E. 社 "Cascade Fire Protection" より、カスケード容積に入口・出口煙道（それぞれ長さは4mを最短とする）を含めたものを全容積とする。絶対圧力 1 kg/cm^2 における蒸気の比容積 $1,725 \text{ m}^3/\text{kg}$ より所要蒸気量を求め、次式よりノズル口径を得る。ノズルは煙道幅3mにつき1個を標準とする。

$$W = 0.8572 A (P + 1)$$

⑥ 直接触式エバポレータ及び集塵器の出口側に排ガス温度の指示装置を付けること。

中間ダクトについては、排ガス経路の実情に応じて指示装置を考慮すること。

前述の場所に異常（温度上昇）発生した場合に、作動するインターロックを下記にもとづき装備しなければならない。

a) 標準負荷時に通常の温度より 100°F (55°C) 異常上昇したとき、パネルにおいて計器標示と警報。

b) 標準負荷時に通常の温度より 200°F (110°C) 補助燃料及び黒液噴射トリップ、F.D 及び I.D トリップ及び消火設備自動作動。

c) 標準負荷で前述の場所でガス温度が設計値より 200°F (110°C) 以上上る場合には、ボイラが起動しないようなインターロックを組むこと。インターロック機構が一度作動した場合、消火設備は手動リセットするまで作動が持続すること。これは、不測かつ不意に消火設備の機能ストップすることを防止するためである。

⑦ 消火設備の一環として、下記の場合も、計器標示と警報発令を必要とする。

a) 直接触式エバポレータの液面低下。

b) カスケード回転停止。

c) 直接触式エバポレータにおける液再循環量喪失

(これらは、ストレーナの不調、ポンプ故障、配管、ノズルの閉塞などの原因となる。)

⑧ 火災発生の非常時でも、黒液液面を適正に保ちつつ、カスケードエバポレータは運転を継続すること。同じように、サイクロンエバもポンプの運転と、サイクロン液の循環を継続のこと。

黒液の温度の濃縮並びにそれに付随して発生する流動障害をさけるために、稀黒液についても制御する必要がある。

⑨ 運転上の都合により通常の液面より低下して運転しているときは、乾燥黒液の着火を防止するため、特別の配慮と対策を講じなければならない。

⑩ 黒液の濃縮度合標示計器は、直接接触式エバポレータで濃縮しすぎた場合にも異常を警報する装置を具備すべきである。

⑪ ホッパー及びダクトは空気が潜入しないようシールしておくべきである。その他腐蝕部品は補修し、ボイラの出入口はすべて気密を保持し得ること、特に、カスケード内外面から、その液面の位置の点検及び火災防止の見地から気密テストがなしうように出入口を作るべきである。

また、外部からの火災防護のため、耐火絶縁物を使用すべきである。

⑫ 黒液からの乾燥物及び他の有機物が堆積し、そして発火することのないように対策を樹てることと同時に、残留堆積物の除去に対して計画をたてること。

⑬ 再生式空気予熱器にとっては、起動時の如く油使用中は特に防火対策が必要であろう。この予熱器は、回収ボイラの場合、ガス側にスーツブロワー、空気側に水洗用ノズルが付けてあるから、メーカーと相談の上防火処置を講ずること。

しかしながら、空気及びガスのそれぞれ出口温度は記録され、そして異常の場合は警報が鳴るようにすること。回転体が動いており、かつそのスピードが標準であるべきことが確認できることは、最低の必要条件である。

⑭ 工場休転中に、回収ボイラの火災上からの弱点とみなされる場所は総点検しておき、無人運転可能であり、かつ出火の心配のないように手配しておくべきである。

⑮ 消火設備に関し、その安全と運転に関する基準を作成すべきであり、その中には点検・整備している間における安全札、ないし、立入禁止などくに蒸気

管との接合部に付ける点を規定すること。

⑯ サイクロンエバの場合、その壁面の流量を定期的にしらべてノズルが閉塞していないかどうか、配慮すること。

⑰ 運転員の運転操作マニュアルは必要に応じて追加補正しなければならない。

⑱ 装置は定期的に機能保持されるようテストされていなければならない。

4. 過去の火災実例から見た発生しやすい原因の集約について

ボイラの過渡期としてのスタートアップと停止時に火災の発生することが圧倒的に多いことが判明した。これらの時期は、いわば不安定であり、たとえば過剰空気が多いとか残留未燃ガスが多いとか、排気ガス温度の高温化など発生しやすいのである。これらはいうまでもなく、停止を急いだり、また、直接接触式エバポレータの冷却、黒液の不足、また、停止手順の失敗とか、くすぶっている火に気が付かなかったなどが原因といえる。

a. カスケードエバポレータの場合は回転体に欠陥があった場合。

b. サイクロンエバポレータの場合は再循環液が不足した場合（これは、ストレーナのつまり、液面ノズルのつまり、循環液分布傘周辺のつまりなどが原因である。)

c. 直接接触エバポータへの黒液補給が十分でなかった場合

d. ダクト及びその他ファンも含めた関連装置に堆積した可燃物を除去しなかった場合。

e. カスケードの液面保持に失敗した場合（特にスタートアップ、停止及び補助燃料の助燃焼中のケースが多い。)

f. 補助燃料の霧化不良の場合。

g. 停止手順をとっている最中に、火の気に注意することを怠った場合。

h. 黒液燃焼の不良を来たすような回収ボイラの運転をしたとき。

i. 電気集塵器に未燃ガスを堆積させ、そこにもって来てさらにアーク過剰又は、ショートによって点火した場合。

j. ダクトやポップアーのつなぎ不良、ドアのゆるみ、及びクサレなどからの空気のもれ。