産業用ボイラの低温部障害およびバーナ周辺

トラブルの実態と今後の課題*

燃料協会燃焼部会**

ボイラ小委員会

I. 調査目的および対象

最近の産業用ボイラについては、重油転換後の年月も永くなり、低温部腐蝕、バーナ周辺トラブルなど種々の問題が明らかになりつつあるが、この実態を統計的に掌握し、この面における対策を樹立し、技術的進歩を推進する目的をもって、取りあえず下記地区工場にアンケートを実施した。

調査期間 昭和41年度9月一杯

対象工場 返信を得たもの63工場につきとりまとめる。

調査項目の概要

ボイラ種類、規模およびその附帯設備

燃料種類、燃焼方法、通風方式、負荷率

効率向上策

低温部腐蝕の内容および対策

アシッドスマットの経験

バーナ周辺トラブルの内容および対策

低過剰空気燃焼の経験

その他

II. 調査工場一覧表 (表1参照)

III. ボイラ規模別ボイラ型式、燃料、燃焼方法の総括 (表2参照)

IV. C重油燃焼による低温伝熱面腐蝕の実態と問題点

1. 腐蝕経験ボイラ数

ボイラ規模 (t/hr)	0~5	6~20	21~50	51以上	計
腐蝕経験基数	16	38	17	5	76
C重油使用基数	48	76	18	5	147
率 (%)	33	50	95	100	52
腐蝕経験延工場数	7	17	8	3	35

* Hazards of the Industrial Boiler at Low Temperatures and Actual Conditions and Future Subjects of Troubles at Its Surroundings.

** Subcommittee of Boiler, Division of Combustion, Fuel Society of Japan.

2. 0~5 t/hr クラスの実態 (表3参照)

このクラスのボイラは、AH, ECO などを持たず、排ガス温度も、ほとんど 250°C~300°C に達しているため、缶水低温部、炉筒缶後部などに腐蝕を認めているが、その程度は軽微で、特に対策は講じられていない。

重油のイオウ分は約 3%, 空気比は 1.3~1.4 のものである。

3. 6~20 t/hr クラスの実態 (表4参照)

このクラスのボイラは、AH, ECO などの設備あるもの多く、特に低温腐蝕個所の大部分は、A・H の空気入口側である。その著しいものは2年で更改を余儀なくされている。更改を覚悟して計画する場合には、A・H を予め2段に分け低温側だけを取り換えるやり方を実施すべきであろう。表4にも3つの工場がこの方法を取っている。

防蝕添加剤により効果をあげているものが3工場みられる。その一例 (No. 41) は、蒸気煤吹管および、その蒸気の衝撃を受ける対面水管の腐蝕経験にかんがみ、スートブロー法の代わりに助燃剤を使用し、効果をあげている。この方法により、A・H の防蝕にも効果ありとしている。

早期熱湯洗滌を対策としているものが一例ある。

低過剰空気燃焼 (空気比参照) を実施または研究していると思われるものが4工場ある。

排ガス温度がある程度高ければ、露点に達せず腐蝕はないはずであるにもかかわらず、300°C 附近の高温の場合も腐蝕の経験工場が3例ある。これは示されている温度は、特に軽ロードの時のものでなく、負荷率の最低限附近で腐蝕発生をみたものと推測される。

C重油の性状には相当の巾があり、イオウ分で 2.7~3.8% と相当高いものが使用されている。特に No. 41 は3種4号の低質油を消費している。

4. 21 t/hr 以上の産業用ボイラ実態 (表5参照)

このクラスのボイラの低温腐蝕実態も表4と大局的には同一傾向とみてよいが、C重油使用のボイラのほとんど全部が低温腐蝕の経験を持っている。排ガス温

表 1 調 査 工 場 一 覧 表

A... 0 ~ 5 t/hr										B... 6 ~ 20 t/hr										C... 21 ~ 50 t/hr										D... 51 t/hr 以上									
工場 番号	ボイラ規模	使 用		燃 焼		腐蝕 経験 場	バーナ 周辺 トラブル 経験工 場	腐蝕 経験 場	バーナ 周辺 トラブル 経験工 場	工場 番号	ボイラ規模	使 用		燃 焼		腐蝕 経験 場	バーナ 周辺 トラブル 経験工 場	腐蝕 経験 場	バーナ 周辺 トラブル 経験工 場	工場 番号	ボイラ規模	使 用		燃 焼		腐蝕 経験 場	バーナ 周辺 トラブル 経験工 場	腐蝕 経験 場	バーナ 周辺 トラブル 経験工 場										
		石炭	ガス	B 重油	C 重油							石炭	ガス	B 重油	C 重油							石炭	ガス	B 重油	C 重油														
1	C		○							35	A				○																								
2	B・C	○			○	○				36	A				○																								
3	B	○			○					37	B				○	○	○																						
4	A				○	○	○			38	B				○	○	○																						
5	B	○			○					39	A・B				○	○																							
6	B			○						40	B				○	○	○																						
7	A	○		○		○	○			41	B				○	○																							
8	B				○	○	○			42	B・D				○	○																							
9	A				○		○			43	B				○																								
10	B・C		○		○		○			44	A				○	○																							
11	A・B	○		○	○					45	B				○	○			○																				
12	A・B			○	○					46	B				○																								
13	A	○			○					47	B	○			○	○			○																				
14	B・C				○	○	○		○	48	A・B				○	○			○																				
15	A・B		○		○	○				49	A				○				○																				
16	A			○			○		○	50	A・B				○	○			○																				
17	B・C	○			○	○				51	A・B	○			○																								
18	B				○	○				52	B・C・D				○				○																				
19	B				○		○		○	53	B・C	○			○	○			○																				
20	A・B		○		○					54		D	○		○	○			○																				
21	B				○		○		○	55	C				○	○			○																				
22	B	○			○					56	A				○																								
23	A・B				○	○	○		○	57	B・C	○			○	○			○																				
24	A・B	○			○		○		○	58	A・B				○																								
25	A	○								59	B			○																									
26	A・B	○			○					60	A・B				○																								
27	A	○								61	B				○																								
28	A				○	○	○		○	62	A	○			○																								
29	C				○	○	○		○	63	A・B				○	○			○																				
30	B・C		○		○	○	○		○																														
31	A				○		○		○																														
32	A				○																																		
33	A	○			○																																		
34	A				○	○																																	

63工場中55工場はC重油を消費しており、そのうち、低温腐蝕経験工場は53%、カーボンの堆積などによるバーナ周辺トラブル経験工場は58%に達する。

63工場中55工場はC重油を消費しており、そのうち、低温腐蝕経験工場は53%、カーボンの堆積などによるバーナ周辺トラブル経験工場は58%に達する。

表 2 ボイラ規模別ボイラ型式, 燃料, 燃焼方法の総括*
(東京通産局管内アンケート 168工場中返信を得たもの63工場について)

規模別 調査項目	0~5 t/hr	6~20 t/hr	21 t/hr 以上	計
ボイラ基数	87	105	28 (内50t/hr 以上 6)	220
蒸気圧力 (ボイラ型式)	0~30 kg/cm ²	0~30 kg/cm ²	8~30 kg/cm ² (50 t/hr 以上 は 30 以上)	
丸ボイラ	27	4	—	(31)
煙管	15	—	—	(15)
水管	27	91	28	(146)
パッケージ	18	10	—	(28)
計	(87基)	(105基)	(28基)	(220基)
(燃料と燃焼方法)				
石	手 焚	—	—	(8)
	ストーカ	21	2	(29)
	(内ハネ込 1. 下込 1)	(内ハネ込 1)		
炭	C 重油混焼	4	—	(4)
	小 計	(25)	(2)	(41)
C	ロータリ	16	—	(46)
	空気噴霧	3	—	(8)
	蒸気噴霧	34	8	(50)
	重油圧	21	7	(33)
	油圧リータン	1	4	(5)
	その他	(註1) 1	(註2) 2	(3)
油	小 計	(76)	(21)	(145)
B	ロータリ	—	—	
	(内軽油 1)			
	蒸気噴霧	—	—	
	油 圧	—	—	
重油	小 計	—	—	(25)
ガ	ガス単独	3	2	
	オイル混焼	1	(註3) 3	
	小 計	(4)	(5)	(9)
ス	計	(105基)	(28基)	(220基)

註 1. ダイヤモンドロングフレーム型

註 2. スイス製ソンビコ, 1 基はクラフト廃液使用

註 3. 内 2 基は No. 54 でガスをリング式C重油を蒸気噴霧による混焼

*調査対象ボイラ基数 220 基の約 $\frac{2}{3}$ は水管式ボイラで占められるが, 6 t/hr 以上の大型に集積されている。石炭ボイラは約 19% で大部分はC重油ボイラで $\frac{2}{3}$ を占める。5 t/hr 以下ボイラではB重油を消費するものが25基あり, これはC重油消費ボイラの約半分

を占めている。B重油を消費するものにはトラブルの報告はほとんどない。バーナを回転式, 油圧式, 蒸気式, 空気式に分けると前3者がほぼ同数で, 空気噴霧式は著しく少ない。

度は約 150~200°C と低位にまともてくる。

また、再生式 A・H 方式を取るものが半分を占め、さらに一つの抜本策として、負荷変動による排ガス温度低下を防ぐために、蒸気加熱式 A・H の採用がはじめて 2 例現われている。腐蝕防止剤によるものは、テスト中のものが 1 例あるに過ぎない。

低過剰空気を熱心に検討している例が 1 工場みられる。

5. 問題点

(イ) 低温部腐蝕および後述するバーナ周辺トラブルの経験を持つ工場は例外なく C 重油を使用する工場であつて、B 重油以上の燃料を使用するボイラには、トラブルの報告はほとんどない。

従つて、C 重油の諸性状と低温部障害の関連を明確にすることが一つの重要課題となる。この場合イオウ分をまず取上げねばならない。

イオウ分の範囲は 2~4% にわたっているが、実態調査表によりその大さと腐蝕の程度を関連づけることは難しい。これは報告されたイオウ分が、腐蝕期間を通しての実態であつたとはいひ難いからである。

ただし、一般にイオウ分 1% 以上ではイオウ増加による露点上昇率は僅少であるとされているが、B 重油消費工場に腐蝕例がない点を考えれば、さらに詳しく解明する必要がある。

(ロ) 低温腐蝕は生成される SO₂ 量による露点上昇と選定された排ガス温度との関連において決ってくるはずである。

そこで、安全限界排出ガス温度を検討してできるだけ正確な基準を呈示することはきわめて重要な問題である。

排ガス温度 10°C の上昇は約 0.5% の効率低下をもたらすから、排ガス温度の安全巾は極力抑制すべきである。

(ハ) 21 t/hr 以上のボイラについて、ほとんど例外なく腐蝕対策を必要としているのは、負荷低下を考えた場合排ガス温度の選択が使用重油に対して低すぎること起因するとみてよい。

安全温度以下の操業においては、定期的な設備更改に要するコストとボイラ効率向上による燃料費節減の経済的な収支のパターンを示すことも重要な課題である。

(ニ) ちなみに蒸気加熱 A・H 方式は、負荷低下による腐蝕防止対策の一つとみられるが、このほかに効果的方法がないかも検討する必要がある。

(ホ) 腐蝕部の早期熱湯洗滌も効果があるとされている。本調査にも一例あるが、この効果を明確にするためには、腐蝕面における腐蝕の進行状況を明らかにする必要がある。

(ヘ) 低 O₂ 燃焼は生成酸抑制、効率向上の 2 面の効果をもたらす方法であるが、一般産業用ボイラでは、まだ浸透していないようである。本調査でも 6 例が近似的経験を持つにすぎない。しかし効果を明確に示しているものはない。設備上の限界まで研究を実施した工場が 2 例 (No. 39, No. 15) あるが、No. 39 では O₂ 1.5% でばい煙障害および A・H, ECO の閉塞トラブルが生ずるに至つたとしており No. 15 は $m=1.08$ において不安定燃焼をおこし、ボイラ故障の懸念を生じたと報告されている。低 O₂ 燃焼には加圧通風が適していると考えられるが、この 2 例はともに平衡通風であり、通風方式の影響は本調査では明らかでない。また 1 例 (No. 38) は $m=1.05\sim 1.11$ で平常運転しており、若干の効果が察知される。いずれにしてもこれら数工場の体験内容をもつと詳細に知る必要がある。

(ト) 腐蝕防止剤を添加している工場が 6 例あり、その効果が察知できるものを 3 例 (No. 38, No. 19, No. 24) 挙げるができる。

(チ) 200°C 附近の低温腐蝕は材質でカバーするのが良策とするものが一例 (No. 47) あるが、材質問題の基本知識を得る必要がある。

* 低 O₂ 限界に関する他の 2, 3 の参考例

- i) O₂ が 1.5% 以下になると急激に Free Carbon が生成され、ばいじん濃度急増
(日立製作所, 日立研究所 諫原典夫)
- ii) O₂ 1% 以下では効率低下
O₂ 1.5% のときのばいじん量 0.1083g/Nm³,
O₂ 0.7% で 0.2361 g/Nm³
O₂ 2% のとき SO₂ 24 p.p.m., O₂ 1% で 19 p.p.m.

(東北電力, 新潟火力 伊藤芳江)

V. C 重油燃焼によるバーナ周辺トラブルの実態と問題点 (表 3, 4, 5 参照)

1. バーナ周辺トラブル経験ボイラ数

ボイラ規模 (t/hr)	0~5	6~20	21~50	51以上	計
トラブル経験基数	20	41	15	3	79
C 重油使用基数	48	76	18	5	147
率 (%)	42	54	54	60	54
トラブル経験延工場数	11	18	8	2	39

2. バーナ型式別トラブル経験ボイラ数

バーナ 型 式	ロー タリ	空気 噴射	油圧 噴射	蒸気圧 噴 射	計
トラブル 経験基数	16	0	24	32	73
C 重油 使用基数	46	8	38	56	144*
率 (%)	35	0	63	62	51
トラブル 経験延工 場数	10	0	10	17	38

* バーナ型式不明のものを除いたC重油使用工場数で1と一致せず。

3. トラブル実態

(イ) カーボン附着・堆積の位置

附着・堆積の個所でもつとも多いものは、各種バーナのバーナチップ、バーナタイルである。ついで蒸気圧噴霧バーナのデフューザーの事例が多い。これらは閉塞焼損を伴っているものが多い。また炉床堆積障害も多い。カップ、バーナコーンについても各1工場の事例がある。

その他特殊例としてA・H下部堆積による抵抗障害、焼損障害などの事例もあり、水冷壁堆積の障害も報告されている。

(ロ) 原因

これらの原因について報告のあつたものを列記すると、

- a) タイル角度の不足
- b) タイル附近の管曲げ不良
- c) バーナ装入深さの不適當
- d) 噴射角度の不適當
- e) 油圧の不足
- f) 空気不足および混合不完全
- g) バーナインペラ中心の狂い
- h) チップ締付不良
- i) バーナ取付位置の低すぎ
- j) 噴霧の悪化
- k) 軽負荷
- l) 重油温度の低下

となる。

(ハ) 対 策

上記のごとき原因のハッキリしているものの大部分は、これを排除して効果を挙げている。

発生した附着堆積物の除去はもつぱら掃除によるほかないが、その頻度は、実害の大きさに応じて、発見都度除去しているものから毎時1回、8時間ごとに1回、毎日、毎週、毎月などの計画的インターバ

ルを取って掃除している。

また間接的設備として送風扇、ストレーナの掃除により効果を挙げているものがあり、A・H下部附着物などは水洗法により除去している。

ここに特記すべき問題はスラッジ分散剤の添加工場が10工場あり、そのほとんどが実効を認めており、2工場(No. 52, No. 34)は添加剤により、バーナ障害をなくしたとしていることである。

このほか、C重油購入の際スラッジ量を試験して購入調整している事例もある。

4. 問 題 点

(イ) 本調査の統計に従えば、バーナ周辺トラブル経験率はボイラ規模との相関はうすいが、バーナ機種との関連がありそうである。すなわち空気噴射バーナはもつともトラブル少なく、またロータリ、バーナがC重油消費の一般工場に相当使用され、比較的トラブル率が少ない。

これに対し油圧および蒸気噴射バーナはもつとも検討さるべき余地がありそうである。

また、単純な油圧方式、加圧方式、リターン方式などによる差、および内混、外混の蒸気噴霧方式による差を本調査で見出すことは不可能である。

いづれにしても、バーナ周辺トラブルの解消のためには、バーナの設計、取付、燃焼技術、燃料品質の限界検討などにまだ不充分的な面が存在していると考えることができ、今後の研究課題となろう。

(ロ) 蒸気による噴射は燃焼される重油量とほとんど近似の蒸気量が炉内に入るわけであるから、空気のみによる燃焼とはおのずから異なってくるはずである。

従つて、別の観点に立つての究明を必要としよう。また低温腐蝕の面からも水蒸気の増加がどの程度酸生成に影響するかを明確にしておく必要がある。

(ハ) 添加剤が相当浸透しており、効果を認めている事例も多い点にかんがみこれらの組成と反応機構を整理、優秀なものを権威づけることは、一般工場に大きく貢献し得るものと考えらる。

燃焼部会ボイラ小委員会の構成はつぎのとおりである。

委員長	慶応大学工学部	猪飼茂
委員	三井鉱山(株)	日野義則
"	出光興産(株)	岡本登志夫
"	早稲田大学理工学部	小泉睦男
"	電力中央研究所	星沢欣二
幹事	資源技術試験所	川村良男

表 4 5~20 t/hr クラスの C 重油燃焼上のトラブルおよび対策の実態

工場番号	8	14	18	19	26	38	39	37	40	41	42
腐蝕箇所	A・H 閉塞故障 その他	管腐蝕 ×	管腐蝕 ×	×	管腐蝕 ×	管腐蝕 ○	各部腐蝕 ○	下部に腐蝕孔 ×	× フィン腐蝕	管腐蝕 ×	ガス側閉塞 空気の漏れ ×
腐蝕程度	中	大	小	なし	中	小	大	中	小	中	中
腐蝕対策	—	Tube 2年で更改	早期 熱湯洗滌	防蝕添加剤 による P.M	3年ごとに 70%更改	低 O ₂ 添加剤 負荷の均一化	2年で更改	全部更改	—	5年で AH 低温側更改 煤吹を中止 添加剤使用 高負荷 280 低負荷 130	再生式予熱 器に変更
排ガス温度	300~330°C	160~180	200~220	150~200	150~260	Min 120	140~150	150~190	300	38~45	150
給水温度	予熱	予熱	常溫	常溫	常溫	常溫	ドレーンを 補給	40	50	常溫	予熱
空気比	1.2	1.2	—	1.2~1.25	1.2	1.05~1.1	1.16 (O ₂ 2.5~3)	—	1.2~1.4	高負荷 1.12 低負荷 1.25	1.2
負荷	85~90%	—	70~80	85	60~80	60	75	60	不定期 (予備)	100 70 30 25	85~80
重油性状	3.4% —	2.69 50°C CSt 107 9.4	30% 3.2	25 3.15 50°C CSt 87.7 9.27	3 —	40 2.86 50°C CSt 136 8.6	25 2.5~3 50°C CSt 130	20 2.9	高イオウ 高粘度	3.8 CSt 235 9.8	3.5 —
ボイラ機種	パッケージ タケマ	水管	C.E	水管	水管	水管	横山 C.T	C.E	C.T.M	つねき K.S.K	水管
パナナ機種	蒸気 {ボルカノ 430kg/hr ピーボディ 1,300kg/hr 加圧}	油圧 300kg×3	油圧	蒸気内混 500kg/hr×3	蒸気 410~440 kg/hr	蒸気 500l 350l	蒸気	油圧 16kg/cm ² 550l	蒸気	ロータリ おび油圧 450l 400l	油圧 550l×2
通風方式	アシッドスマ ット	平衡	平衡	平衡	平衡	加圧、誘引	平衡	平衡	平衡	平衡	平衡
低 O ₂ 燃焼	バーナチ デフライ ザ抜	油圧の昇圧 バーナ装入 深度の調整 添加剤によ り障害減少	2日で 1~ 1.5%の C がバグナチ ップにくち ばし状につ く都度掃除 クリトニツク パウダー 6回/日 FOA-2 スト レジタンクに 注入す	研究したい	実 施 中 (効果解析) 未完	蒸気バーナ のデフワイ ザーに未燃 分附着、C フラワー発 生	O ₂ 1.5% 以下 では黒煙 AH. ECO 閉塞	A・H 下部にカ ーボン附着 1時間ごと除去	バーナ噴射 角度不良で バーナタイ ルに C 附着	高負荷時は 自ら低 O ₂ と見られる	
添加剤	スラッジ	スラッジ	防蝕剤			すすの PH 低下、すす 量の減少に 効果を認む					
その他	スラッジ 分散剤	スラッジ 分散剤	スラッジ 分散剤								助燃剤及び スラッジ分 散剤効果あ り

工場番号	45	47	48	50	57	63	52	23	24	47	60	40
腐蝕場所	A・H E C O その他	管腐蝕 ○	低温部腐蝕孔 ×	× × 缶水低温部	管腐蝕 ×	低温部点腐蝕 ○	×	×	×	×	○	×
腐蝕程度	中	小	中	小	中	小	—	—	—	—	—	—
腐蝕対策	—	200℃附近の低温腐蝕は材質の変更がよい	予め2段としたが下段2年3カ月で更改 低O ₂	—	4年で50%変更	鋼管1部取替	—	—	—	—	—	—
排ガス温度	300~350	200	150~190	250~300	170~180	170	—	230~250	170~210	—	—	—
給水温度	100	ドレン85~90	75~80	常温	30~50	—	—	—	35~45	85~90	常温	常温
空気比	1.4	1.2~1.3	1.15	—	—	1.2	—	—	—	—	—	—
負荷 { 変動巾	30~80	65~98	60~75 MCR の15~20	30	80~90	75~85	50	70	70	80	—	60~70
重油 { S 粘度 性状 } C・R	—	3~3.5 CSt 123 8~9	2.95 — 8~8.5	3	2.99 CSt 124 8.6	2	—	—	—	3~3.5 CSt 123 8~9	—	—
ボイラ機種	水管	C.E	C.E	パックケージ	パックケージ	水管	水管	パックケージ	水管	つねきちダイヤモンド 220t×4	石川島 蒸気 700kg×2	パックケージ
バーナ機種	ロータリ	油圧 400kg×3	蒸気内混 550kg/hr×2	ロータリ	蒸気 450l×2	蒸気内混 750kg×4	蒸気	蒸気	蒸気	ダイモンド 220t×4	蒸気	蒸気
通風方式	平衡	平衡	加圧	加圧	加圧	平衡	平衡	加圧	加圧	平衡	加圧	加圧
アシッドスマット	—	年に1回煙道下部すす除去	m=1.15は低O ₂ と見てよい	—	—	—	—	—	—	—	—	—
低O ₂ 燃焼	パイプ閉塞→燃焼停止実験	—	バーナチップにカーボンスラワー1回/日掃除	カッツ周囲にC附着	バーナ周辺2~3回/日掃除	バーナコン内側に黒煙状堆積コン焼損経験	スラッジ,分散剤による分離,ほとんどなし	堆積障害調整。デフイザー月1回掃除,アトマイイザ調整	クイルにC附着,クイル角度及びた,チツプCは随時除去	石炭よりの改造とバーナ低位管のため炉底吹付部にCの堆積	バーナチップに停止時に附着,原因調査中	デフューザ
バーナ周辺	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
添加剤	—	—	C重油のスラッジを試験して購入	—	—	—	クリトニックハエコー No.1 および FOA-2	—	分散剤, クリンカ防止剤, 低温腐蝕防止剤使用	上記のため側壁腐蝕傷	正常運転時以外にクリンカーCRにより除去効果発揮	—
その他	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

(註) 他に2工場 21t/hr 以上と重復するため削除

表 5 21 t/hr 以上のボイラ, C 重油

ボイラ規模		21 ~ 50 t/hr				
工場番号		10	2	14	17	29
腐蝕ヶ所	A・H	空気入口下面	下段腐蝕・空気もれ	特に下部	出口より50~70cmの所	下部(堅型鋼管)
	E・C・O	×	×	×	×	○
	その他					
腐蝕程度		小	大	大	中	小
腐蝕対策		ユングストロームの1部6年間に1度更改	下段を2年で更改 助燃剤	2年で更改	蒸気加熱式A・Hで、排ガス温度を上げる (150°C以下)で腐蝕	5年半で更改
排ガス温度		150°C	160	160~180	170~180	200~240
給水温度		50°C	予熱	予熱	予熱	90
空気比		1.2	(CO ₂ 14%)	1.2	—	1.17~1.2
負荷	率	85%	98	60~75	90~110	70~100
	変動巾	10%	—	—	—	15
重油性状	S	3%	3以下	2.69	—	3.33
	粘度	—	—	50°C CSt 107	—	—
	C・R	—	—	9.4	—	—
ボイラ機種		横山放射	石川島S・2	水管	C・E 2胴曲管	水管
バーナ機種		蒸気(ガス)	油圧	油圧リターン 950kg×2	油圧	油圧 600kg×3
通風方式		平衡	平衡	加圧	平衡	加圧, 平衡
アシッド スマット			A・H 空気もれにより温度低下すると発生, 休止時に機械的に除去			
低 O ₂ 燃焼						η 向上を目途して極力mを下 げている η=87~90
バーナ周辺		バーナタイルにC附着 タイル角度を大として減少さした	バーナタイル附近の管曲げ不良のため 堆積—改造により解消	油圧の昇圧, バーナ深さの調節 添加剤の活用により, 障害減少		支障を来すほどの堆積はない
添加剤 その他			完全燃焼{助燃剤 腐蝕防止 若干の効果あり	スラッジ分散剤		

燃焼上のトラブルおよび対策の実態

			51 t/hr 以上		
30	53	55	15	42	54
低温側 (コングス) トローム ○	3 段中最下段 (STB30) (AW鋼管) ×	下 段 ×	全 般 吊 管	ガス側閉塞 空気の漏れ ×	再生式 A・H 低 温部 ×
小	小	中	大	中	中
低温部だけ 5 年に 1 回	最下段20%腐蝕に より、4年目に更改 入気温度とボイラ 出口温度の平均を 120°C 以上に管理	2 年半で更改 蒸気式 A・H 設 置	3 年間で更改 (外径 1mm/年減) 腐蝕防止剤テスト 中	再生式予熱器に 変更	4 年に 1 回更改
175	—	190~210	180	150	170
30	80~98	100	予 熱	常温+予熱	120
—	(O ₂ 3~4%)	—	1.15~1.2	1.2	(O ₂ 3~4%)
73	50~80	80	65~80	80	80
30	—	約 20	—	—	20
—	3 以下	3.19	3.28	3.5	3~4
—	—	—	(ストレーナに附着) (する糸状物がない) よう納入規制	—	—
—	—	—		—	—
タ ク マ L	BH-130 (輻射)	水 管	ベ ン ソ ン	CE-VU50	CE-VU50
油圧リターン 750l×3(ガス)	プランジャ加圧	蒸気内混 399kg	油圧リターン 950l×6	蒸 気 1,270kg×4	蒸気 (ガス)
平 衡	平 衡	平 衡	平 衡	平衡, 加圧	平 衡
			m=1.09実施した 不安定流動を起し ボイラ故障の心配 ボイラ改造研究中		
空気不足時に炉 底およびバーナ タイルにC附着	バーナチップのC 堆積に対し、アト マイザチップの特 殊な空気吹込具に より掃除, および 週1回点検・バー ナ下炉床に 1kg/ 6ヶ月C堆積に対 しバーナインペラ の中心修正 A・H 下に未燃分 堆積着火して管の 1部焼損 1~2ヶ月 ごとに水洗除去	未燃分附着多し 8 hrs ごとに掃 除, バーナ構造 検討中	バーナタイルに時 々クリンカ附着, 空気量の調整によ り除去	噴霧悪化により 水冷壁にC堆積 1hr ごとに炉内 監視, 要すれば バーナ交換	
			腐蝕防止剤 } テ (マイクロ) } ス (フロー#2) } ト スラッジ分散剤 } 中 (FOA-2)		