

重油専焼ボイラの問題点について

Important Problems Concerning Heavy Oil Fueled Boilers

久山 泰三*
Taizō Hisayama

内 容 梗 概

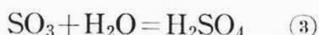
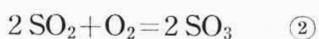
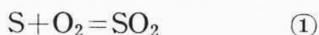
最近の高温高圧大容量火力発電所で相次いで重油専焼ボイラが計画され一部では実現しているところもある。重油専焼ボイラなるがゆえに種々問題点がありその点について関心が高まってきている。従来多くの文献では個々の問題について論ぜられておったが本文ではこれらを総合的に取まとめたものである。

1. 緒 言

高温高圧ボイラの計画において、問題点の一つは、硫黄を含む燃料油を使用する時に高温ガス部におけるスラッグおよび腐食（しかもこのスラッグはストローで簡単には取れない）と低温ガス部における通路閉塞および腐食、いわゆる高温腐食と低温腐食の問題がある。この問題に対する決定的な解決法は明らかにはなっていないが、高温高圧大容量ボイラを計画するに当たってぜひ解決しなければならぬことであるので、その問題点についてふれてみよう。

2. 低 温 腐 食

ボイラの効率を上げるために排ガス温度をできるだけ低く設計するので、空気予熱器の低温部においてメタル温度が排ガスの露点以下に下った時該部の腐食および通路閉塞が問題となる。燃焼ガスの露点と硫黄分との関係を第1図に示す。燃焼ガスの露点はガス中に硫酸蒸気がない時は45°Cくらいであるが硫酸蒸気のわずか0.001%容量存在することにより露点は100°C以上となる。その硫酸蒸気の生成過程は次式で表わされる。



燃料が燃焼した場合燃料中の硫黄のほとんど全部が亜硫酸ガス(SO₂)になるといわれている。しかしこれのSO₂が硫酸ガス(SO₃)に酸化するのはその一部であってGUMZ, JOHNSTOMEなどによれば微粉炭燃焼時0~0.8%, ストローカ燃焼時1.6~2.9%, 重油およびガス燃焼時3.2~13.7%がSO₃となる。①と③の反応は比較的早く②の反応はおそいので①~③の反応は②の反応いかにより左右されるゆえこの反応に関係する諸因子について述べる。

2.1 燃料中の硫黄分の影響

第2図および第10図からも明らかなおおりのSO₃生成は燃料中の硫黄分の増加に伴い増すが必ずしも比例的には増さない。

2.2 過剰空気の影響

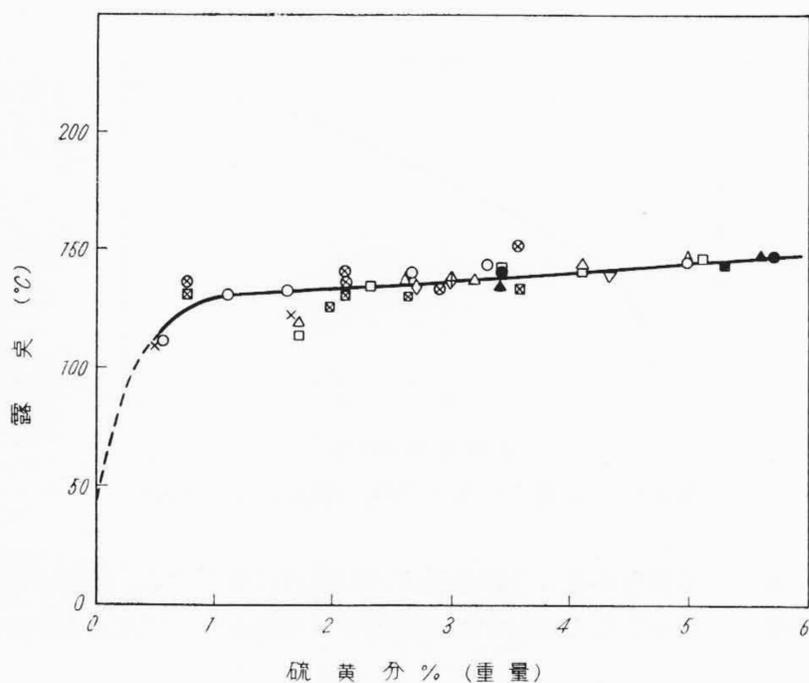
②式の反応は、燃焼ガス中の過剰空気に影響される。すなわち②式の反応恒数Kpは次の式で表わされる。

$$Kp = \frac{(P_{SO_3})^2}{(P_{SO_2})^2 P_{O_2}}$$

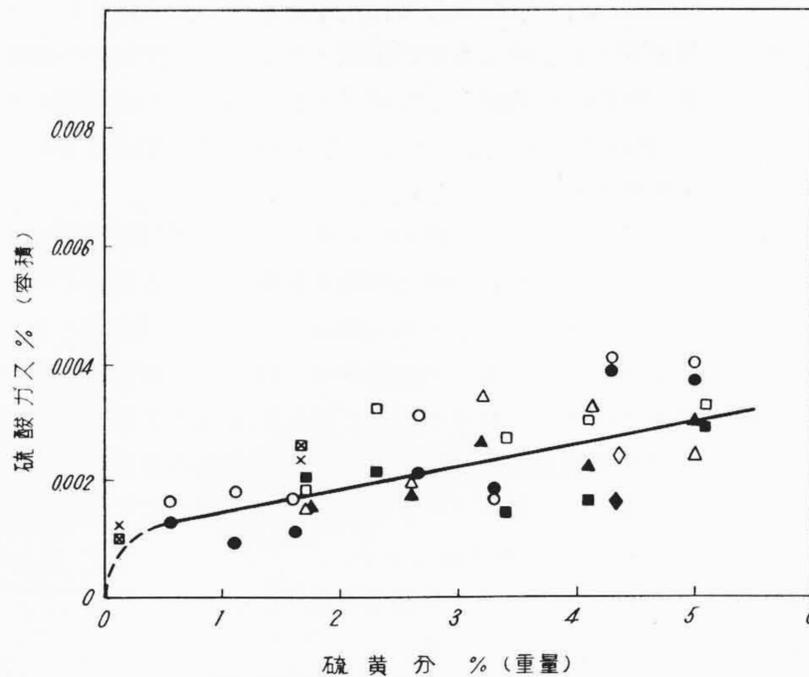
Kpに関する数値は発表者によって若干の相異はあるがKpは温度上昇とともに減少する。換言すれば②式の反応は起りにくいことになる。しかし一定温度の場合は酸素の分圧増加(過剰空気の増加)とともにSO₃/SO₂は増加する。すなわち②式の反応は起りやすいことになる。

Cromley および Flechter の実測によると、燃料中のSO₂がSO₃

* バブコック日立株式会社



第1図 燃料中の硫黄分と煙道ガスの露点
(空気過乗率 25%)



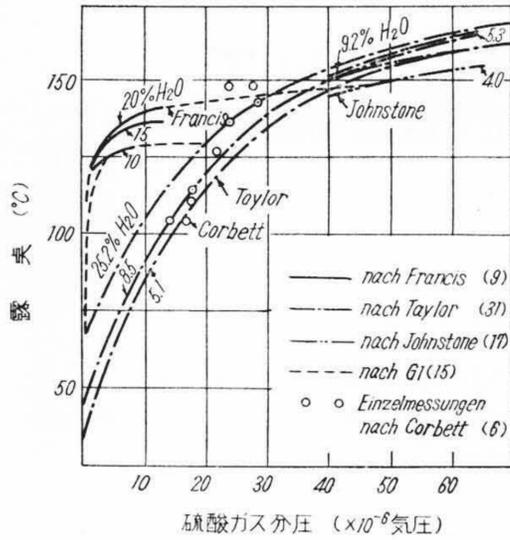
第2図 燃料中の硫黄分と煙道ガスの硫酸ガス量
(煙道ガス中の水分 10% <容積>)

に変化する割合は過剰空気率により次のように変化している。

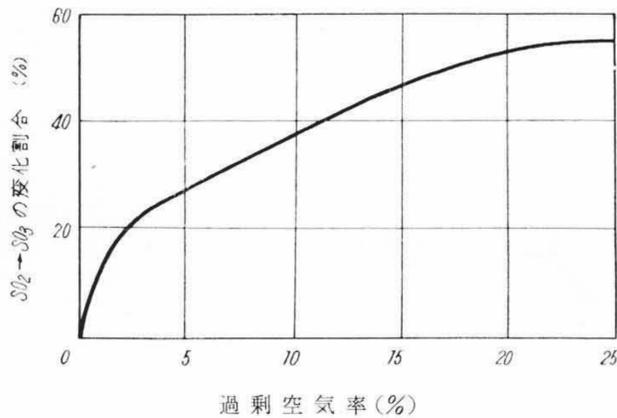
| 過剰空気率 | SO ₂ →SO ₃ への変化 |
|-------|---------------------------------------|
| 9% | 3.2~3.6% |
| 28% | 4.8~4.9% |
| 70% | 6.5~7.4% |

第4図は過剰空気量とSO₃/SO₂の割合を示す別の曲線であるが前記表と同様の傾向を示している。

過剰空気率が少ないほどSO₃の生成も少なくなる。そうすれば



第 3 図 硫酸ガス分圧と露点



第 4 図 過剰空気率と SO₂→SO₃ の変化割合

第 3 図からも明らかなように煙道ガスの露点は低下する。換言すれば過剰空気率を少なく運転すれば煙道ガスの露点は下げることができる。

2.3 触媒の影響

ボイラにおいて煙道を構成する物質および燃料中の灰分の中には SO₂→SO₃ の反応に対し触媒として作用するものが多く含まれ、また伝熱面を構成するあらゆるものが触媒となりうる。すなわち硫酸工業で酸化鉄 (Fe₂O₃) が触媒として使用されていたことは周知の事実であり、また燃料中の灰に含まれているバナジウム (V₂O₅) も有力な触媒として作用する。

微粉炭専焼ボイラの場合は、燃料中の灰分の 60~85% が煙道ガス中にもち去られそれが SO₂ の酸化作用に影響していると考えられるが、サイクロン燃焼方式が行われた時は灰分の 85% は熔融スラッグとして炉底より排出されるため酸化作用のはげしい煙道ガス温度 600~800°C 付近では灰分が非常に少なく、しかも飛散灰は表面がガラス状になっており過剰空気は少ないので、実測値の報告でも SO₃ はほとんど無に等しいと報告されている。灰を触媒として作用させた時の SO₂→SO₃ 割合を第 5 図に示す。

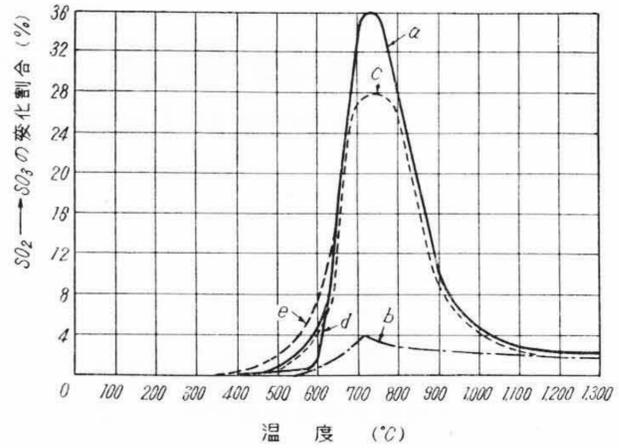
図中 a, b, c, d, e は次の場合を示す。

- a: 粉碎した熔融スラッグの場合
- b: ガラス状の表面を有する熔融スラッグの場合
- c: 1,300°C で焼結し粉碎したスラッグの場合
- d: 未燃分 3% を含む飛散灰の場合
- e: 未燃分を含まない飛散灰の場合

ガラス状の表面を有する熔融スラッグの場合以外はほとんど同一触媒作用強度を示していることは前述の裏付けになる。Fe₂O₃ による触媒作用については第 6 図に示す。

図中 a, b, c, d, e, f, g は次の場合を示す。

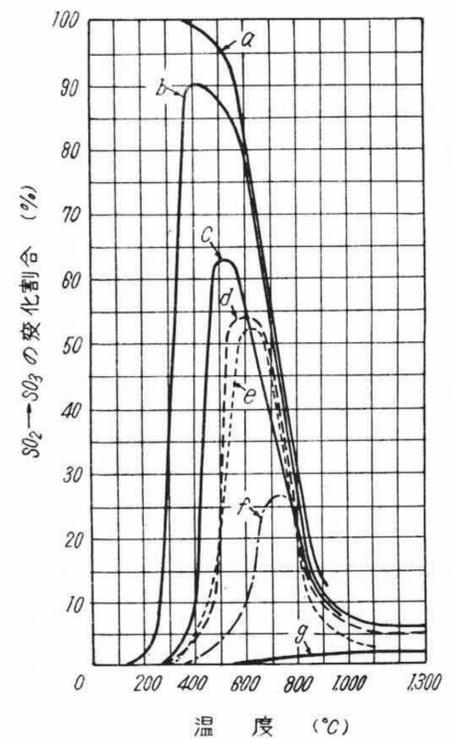
- a: 理論平衡曲線
- b: 白金を触媒とした場合
- c: 焼結白金を触媒とした場合



第 5 図 飛散灰を触媒とした時のガス温度と SO₂→SO₃ の変化割合

- d: 1,300°C に加熱し Cr₂O₃ を触媒とした場合
- e: Fe₂O₃ を触媒とした場合
- f: Fe₂O₃ を 1,300°C で焼結し粉末化したものを触媒とした場合
- g: 石英ガラスを触媒とした場合

このように Fe₂O₃ の触媒作用は温度によって非常に変化する。すなわち 300°C 以下では触媒作用はないが、温度の上昇にしたがって SO₂ より SO₃ への変化率は急激に増大し約 600°C 付近を最大としている。同様のことが V₂O₅ でもいえその触媒としての作用は Fe₂O₃ とほとんど同じである。この関係を第 7 図に示す。なお燃料油灰に含まれる Na₂SO₄ との混合物を作用させた場合の SO₂/SO₃ 転換割合を第 8 図に示す。この場合は Na₂SO₄ の増加に伴い触媒としての強さは減ずる。しかしながら Taylor および Lewis の燃焼試験では煙道ガスの露点に対する影響はないことが明らかになった。実際のボイラにおいて煙道ガスを引出して約 540°C の軟鋼試験片上を通過させた時と、約 300°C のそれを通過させた時を比較すると硫酸溶液および硫酸ガスの生成が前者のほうが相当多いことが明らかにされ、また過熱器の金属温度を 540°C, 600°C, 620°C に選定して排ガスの露点測定を行ってその上昇の事実を確認している。このような事実からも伝熱面の温度はできるだけ低く保つことが望ましく特に過熱器、再熱器の設計にあたっては注意を要する。

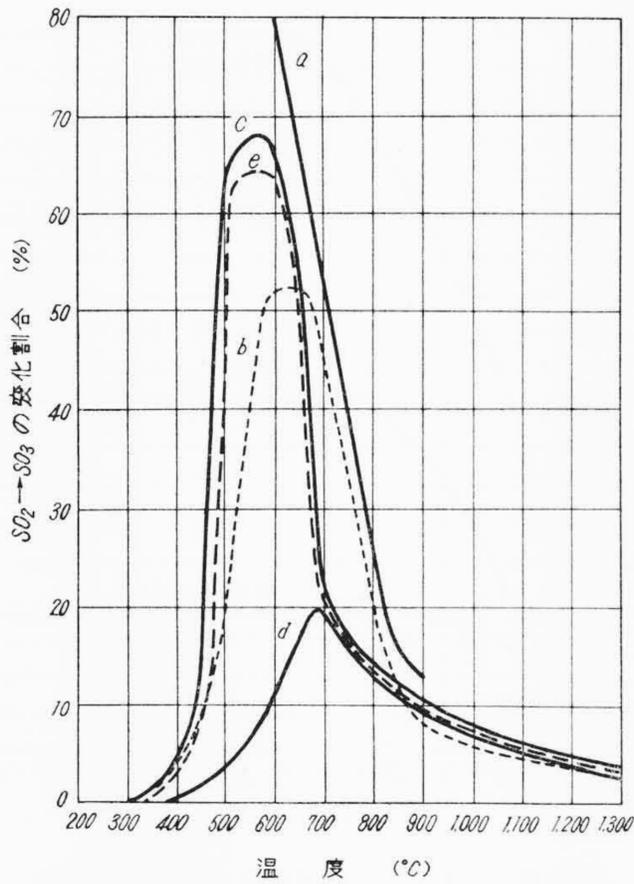


第 6 図 酸化鉄およびその他を触媒とした時の SO₂→SO₃ の変化割合

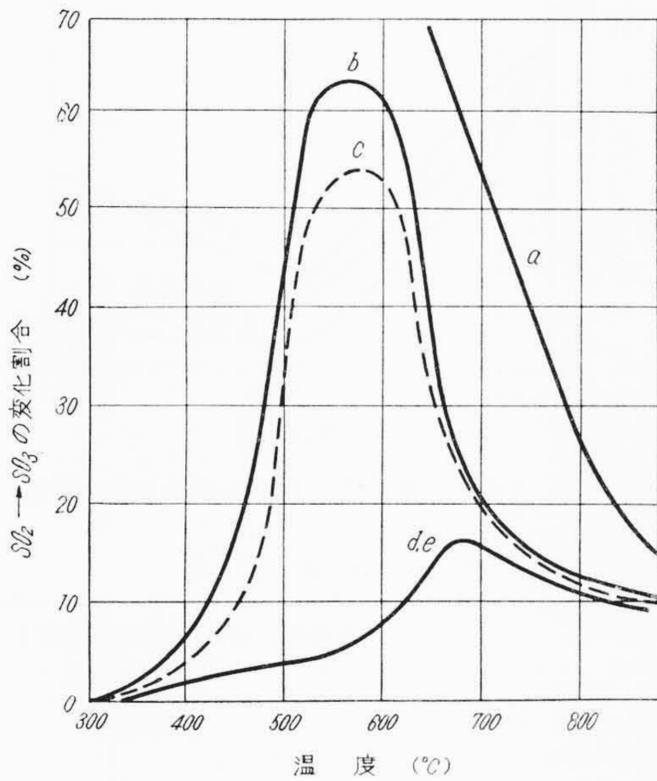
2.4 未燃炭素の影響

飛散灰中に未燃炭素が含まれるとか、未燃炭素が煙道ガス中に検出される場合、往々にして煙道ガス温度または伝熱温度が煙道ガス露点温度以上であっても該部に腐食の問題が起る。これは炭素は 980° くらいでは SO₂, SO₃ および H₂O をどんどん吸収するので H₂SO₃ の濃度は高くなり H₂SO₄ になる。それらを吸収した未燃炭素は非常に粘着性をもつので、ただちに節炭器とか空気予熱器に付着物となるばかりでなく、排ガスの露点を上昇させる。その結果伝熱面の腐食が露点以上の温度で多くする。これを第 9 図に示す。

このような問題を避けるため燃焼空気温度を約 535°C くらいにすることを推奨している人もあるが、実際にはこのような高温空気を



第7図 V₂O₅ を触媒とした時の SO₂→SO₃ の変化割合



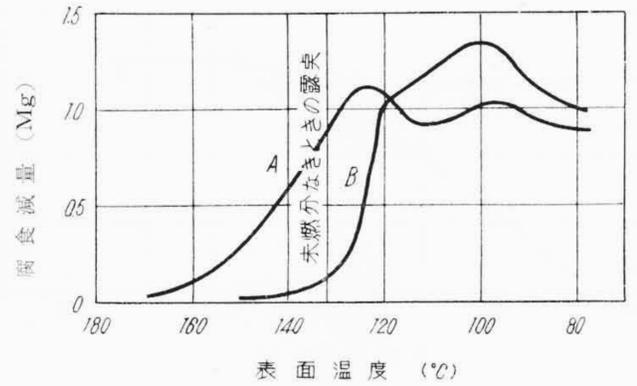
第8図 V₂O₅ と NO₂ の混合物を触媒としたときの SO₂→SO₃ の変化割合

うることはせず、むしろ燃焼器の優秀なものを使用して完全燃焼をはかるべきであろう。

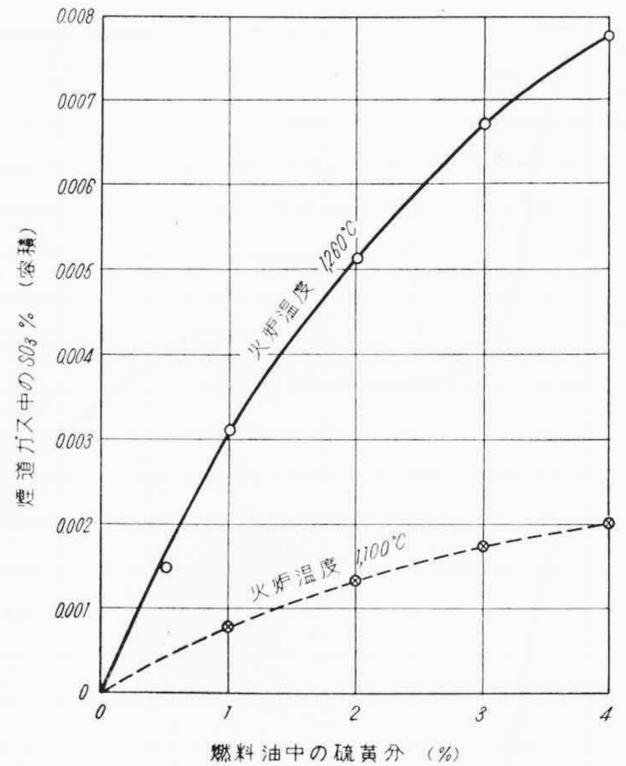
しかし不完全燃焼による CO は SO₂ と結合しやすいのでこのような場合は煙道ガス中の硫酸ガスの含有量もへるので露点の下ったといった報告もなされている。

2.5 燃焼温度の影響

Crumley および Fletcher の実験では燃焼時の炎の温度によっても SO₃ の生成量に影響のあることを発表している。実験が耐火煉瓦壁の炉で行われたので、耐火煉瓦による酸化促進についても Flint および Lindsay の言を流用し耐火煉瓦と接触する場合一秒くらいの間では SO₂ から SO₃ への転換は無視できるものとしている。その結果を第10図および第11図に示す。また実際の 170 t/h, 496°C 67 kg/cm² のボイラで実測した結果も次の表のようになり彼らの実験の正しいことを立証している。



A: 未燃分 0.068 Mg/h B: 未燃分なし
第9図 未燃分と腐食の関係



第10図 燃料中の硫黄分と煙道ガス中の SO₃%

| 試料採取点 | 負荷 (t/h) | 点火よりの経過時間 | CO ₂ (%) | SO ₃ (%) |
|-------|----------|-----------|---------------------|---------------------|
| 一次過熱器 | 170 | 2 | 10.1 | 0.0032 |
| | 149 | 4 | 10.6 | 0.0020 |
| | 159 | 5 | 10.6 | 0.0017 |
| | 155 | 5 | 10.7 | 0.0020 |
| | 160 | 8 | 10.9 | 0.0046 |
| | 172 | 9 | 11.9 | 0.0056 |
| | 160 | 9.5 | 11.5 | 0.0043 |
| 二次過熱器 | 172 | 18.5 | 10.1 | 0.0069 |
| | 159 | 7 | 12.2 | 0.0028 |
| | 163 | 9.25 | 12.3 | 0.0052 |

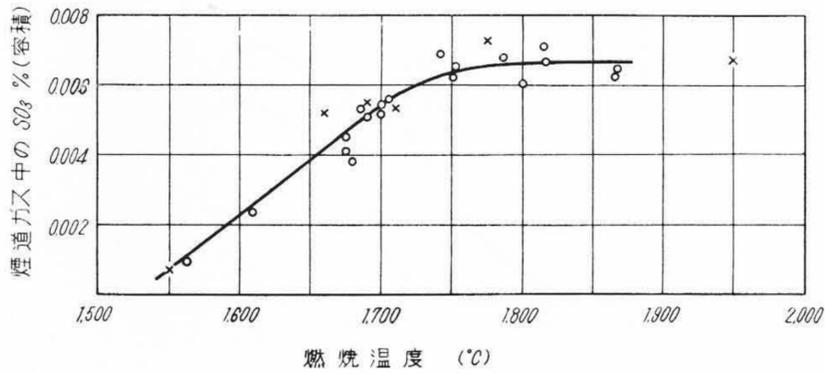
この表を見ると確かに時間の経過とともに SO₃ の煙道ガス中の量が増加しているのは時間の経過とともに火炉の負荷も上り炎の温度も上昇したからであろう。

2.6 硫酸による腐食

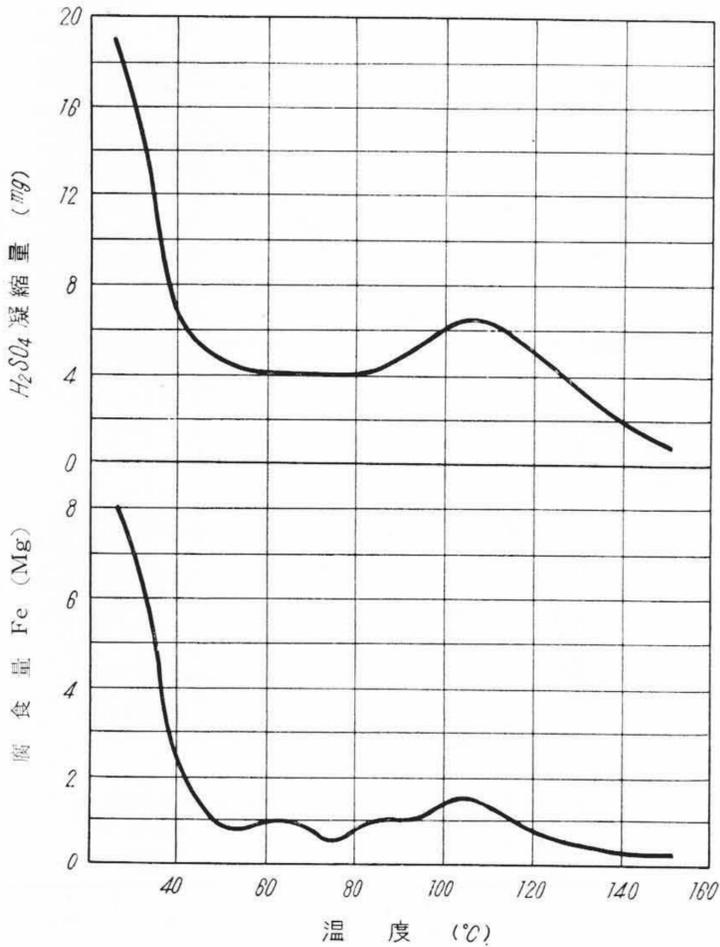
このようにしてできた硫酸による腐食はいかなる程度のものかアメリカ鉱山局で調査したがこれの調査の結果を見ると低温腐食では Cor-Ten, 軟鋼などがステンレス鋼よりも耐食性において、まさっていることが解る。しかし高温腐食においてはステンレス鋼がまさることは注意を要する。また第12図に種々の温度における鉄腐食量と H₂SO₄ 凝縮量の関係を示す。第12図でも解るように煙道ガスの露点より低い 110°C くらいで腐食量の極大点がある。このことは Harlow 氏の実験でも確認されている。

3. 高温腐食

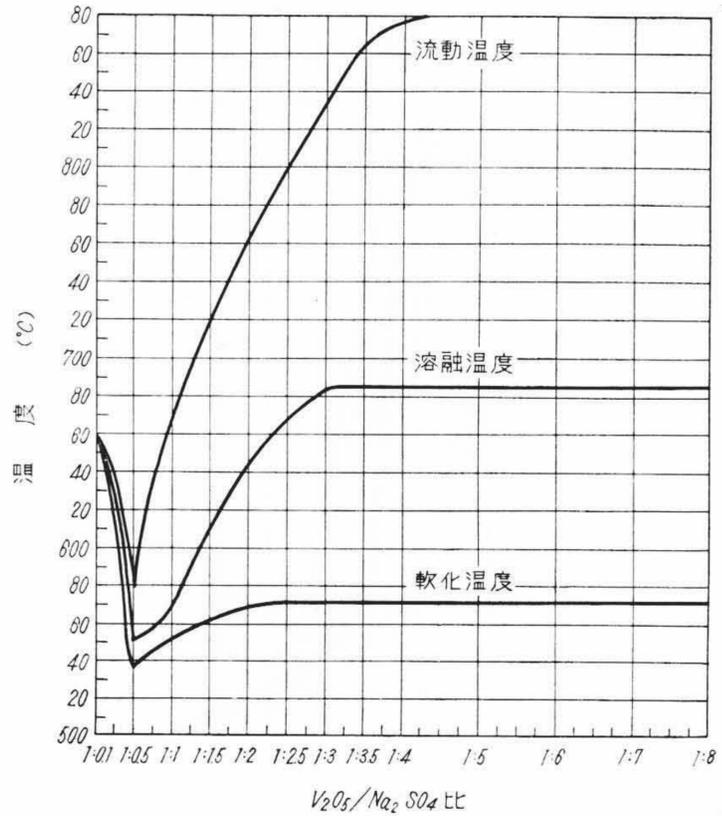
最近のボイラで重油専焼を行った時過熱管にスラッグが付着する



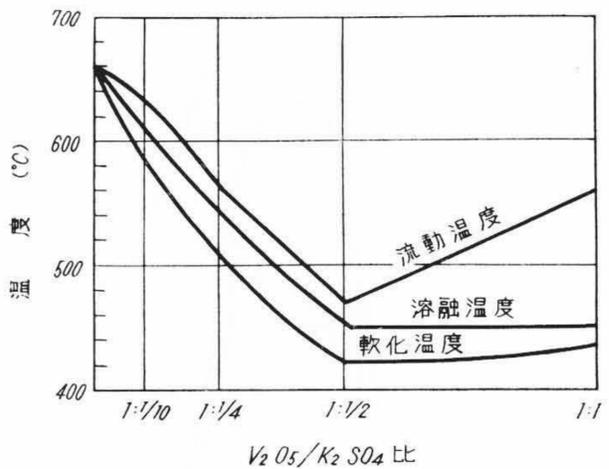
(CO₂ 12%燃料油中の硫黄分 2~3%の場合)
第 11 図 燃焼温度と SO₃% (容積)



第 12 図 温度と鉄腐食量 H₂SO₄ 凝結量の関係



第 13 図 V₂O₅ と Na₂SO₄ の混合比熔融特性



第 14 図 V₂O₅ と K₂SO₄ の混合比による熔融特性

ことによるボイラ稼働率の低下、通風装置動力の増加、ボイラ効率の低下、またスラッシングが進むとガス通路の閉塞および過熱器などの部分的な過熱を生じ管の破裂事故の原因となる。同時につり金具スペーサの過熱による極端な腐食、ケーシングの変形などの問題も同時に発生する。外国における実例では一箇月一回はボイラを停止して外部掃除を余儀なくされた発電所もある。

このように問題のある燃料油と問題のないそれとの間に大きな相違がある。問題のない燃料の灰の成分は大部分が酸化鉄 (Fe₂O₃)、珪素 (SiO₂)、およびマグネシヤ (MgO)、カルシウム (CaO) であるのに対し、問題の燃料のそれはバナジウム (V₂O₅) でありアルカリ物質 (Na₂SO₄) (K₂SO₄) である。

その分析例を示せば下記のとおりである。

前述の低温腐食で取上げた硫黄の増加は必ずしもスラッグ付着の程度に関係があるとはいえないが、スラッグに関する問題を複雑にしている。

3.1 スラッグの生成

過熱器におけるスラッグの形成は熔融点の低いバナジウム (V₂O₅) と硫化アルカリ物質 (Na₂SO₄ および K₂SO₄) が原因である。過熱器のスラッグを調べてみるとスラッグの中にはこれらの物質は燃料の灰中のほかの物質に比してより多く含まれているのが普通であり、しかも最もその割合の多い部分は過熱管に接したスラッグ中であ

灰の分析値 %

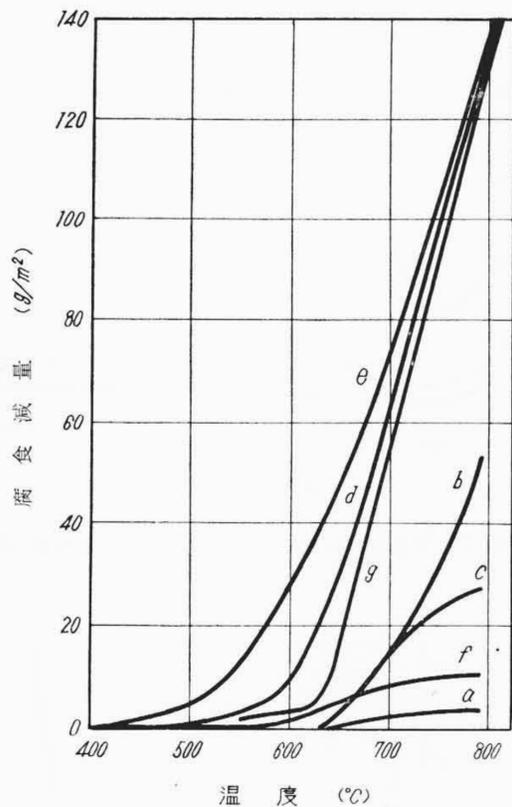
| | 問題のない重油 | 問題のある重油 | |
|---|---------|---------|----|
| 鉄 (Fe ₂ O ₃ として) | 54 | 8 | 6 |
| 珪素 (SiO ₂ として) | 24 | 9 | 5 |
| アルミニウム (Al ₂ O ₃ として) | 6 | 4 | 1 |
| カルシウム (CaO として) | 3 | 10 | 1 |
| マグネシヤ (MgO として) | 9 | 3 | 2 |
| バナジウム (V ₂ O ₅ として) | — | 1 | 35 |
| アルカリ塩 (Na ₂ SO ₄ および K ₂ SO ₄) | 1 | 67 | 37 |

る。このことから過熱器に付着するスラッグはまず熔融点の低いアルカリ硫化物が過熱管の外面に粘り着き熱伝達率が低下し、ますますその表面温度が高くなるのでほかの物質もその上に付着する。

スラッグとしての付着物の熔融温度は次のとおり。

| | |
|---------------------------------|-----------|
| V ₂ O ₅ | 650~690°C |
| Na ₂ SO ₄ | 885°C |
| MgSO ₄ | 1,185°C |
| CaSO ₄ | 1,448°C |

しかしながら V₂O₅ の熔融温度はアルカリ硫化物 (Na₂SO₄ または K₂SO₄) と組み合わせるとその熔融温度は低下し、あるものは 540°C くらいまでになるものもある (第 13~14 図 参照)。ただし第 14 図の K₂SO₄ の灰分中の含有量は微量で通常問題にならない。伝熱面の付着物の分析例 (重量%) を下記する。



(a) 空気のみ
 (b) 空気+V₂O₅
 (c) N₂+V₂O₅
 (d) 空気+(V₂O₅+NO₂SO 等量)
 (e) 空気+SO₃ 0.19₀+水分10%+Na₂SO₄+V₂O₅
 (f) 空気+SO₃ 0.19₀+水分10%
 (g) 窒素中+V₂O₅+Na₂SO₄
 第15図 V₂O₅ による鋼の腐食

| | 水冷壁 | パーナ回り | 過熱器 | 過熱器 | 過熱器 |
|---|------|-------|------|------|------|
| マグネシウム (MgO として) | 18.4 | 14.2 | 17.0 | 1.8 | 2.5 |
| ソジウム (Na ₂ O として) | 11.0 | 11.0 | 7.4 | 18.6 | 23.7 |
| バナジウム (V ₂ O ₅ として) | 13.6 | 16.1 | 14.7 | 8.6 | 0.9 |
| 鉄 (Fe ₂ O ₃ として) | 2.3 | 3.7 | 1.7 | 1.8 | 5.8 |
| カルシウム (CaO として) | 0.5 | 0.3 | 1.1 | 7.8 | 4.5 |
| 硫酸塩 (SO ₃ として) | 47.5 | 49.8 | 51.6 | 43.8 | 46.4 |
| 珪素 (SiO ₂ として) | 0.9 | 0.8 | 1.6 | 2.8 | 7.0 |

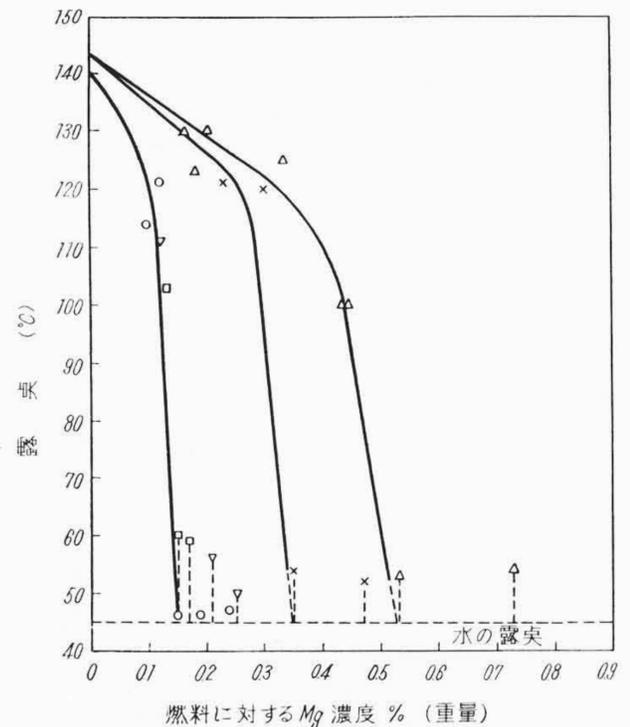
この分析値中はじめの三列は同一ボイラで異なった場所のものであり、残りの二列は別々の発電所の過熱器の付着物の分析値である。このような付着物による腐食はある温度以上では急激に増加する。その一例を第15図に示す。これらの実験において金属片は周囲の温度とほとんど同一になった時の数値であるが実際のボイラの場合伝熱面は周囲温度より低く、しかも周囲温度は必ずしも伝熱面金属温度との間に一定の相関関係をもたないので腐食の進行状態はさらに複雑なものとなる。すなわち実際のボイラにおいては過熱器の金属温度が600°Cくらいであってもその周囲ガス温度は1,300°C以上の高温から750°C以下の温度範囲にはいる。この場合腐食は前者のほうが多くなることが報告されている。またV₂O₅の腐食はSO₃ガス中ではV₂O₅の熔融点以下でも相当あることは注意を要する。

4. 燃焼ガスによる障害防止

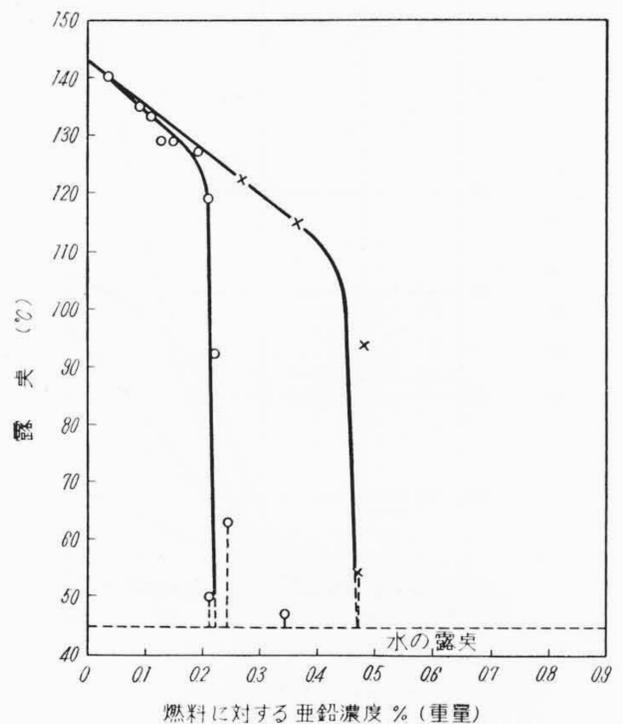
前述したとおり障害の原因をなすものは燃料油中の灰の成分であるバナジウム、アルカリ塩および硫黄である。障害を防止するためにはこれらの有害物を燃料中から除去することができれば良いがそれは現在経済的に成立しない。

現在一般に適用されている障害防止対策は

- (1) 添加剤による方法
- (2) 金属面温度を安全温度になるようにする。
- (3) 触媒作用の低減
- (4) 耐食性の材料の選定(Cor-ten, ステンレス鋼, 特殊処理鋼)



○ マグネシウムナフサネイト
 × 酸化マグネシウムガス油と共に噴射
 △ 酸化マグネシウム乾燥状態で二次空気とともに
 ▽□ マグネシウムソーブ
 第16図 マグネシウムによる露点の変化



第17図 亜鉛による露点の変化

(5) SO₃の発生を少なくする運転などの方法が組合わされている。

4.1 添加剤について

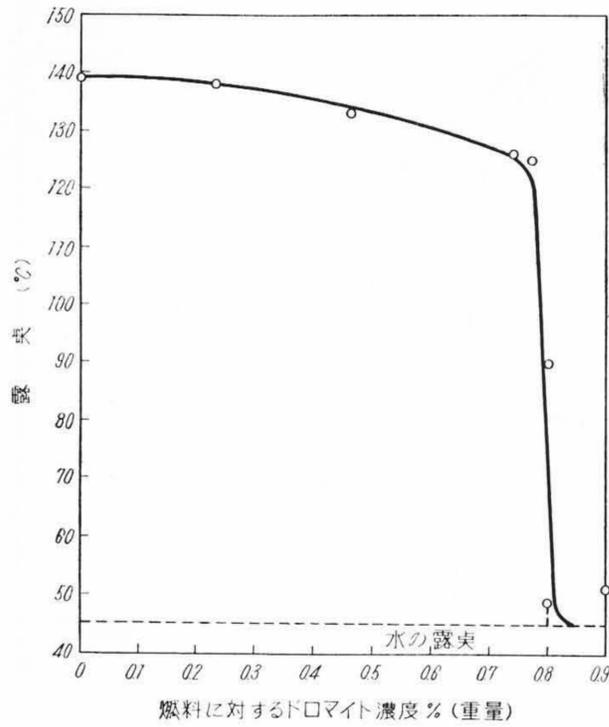
添加剤としては前述の熔融点の低い灰の熔融点を高めスラッグ発生あるいはバナジウムによる腐食防止を目的とするもの、SO₃の発生を抑制またはSO₃よりの生成物の性質を別のものとするなどがあり、固体、液体、ガス体いずれの状態のものもある。

4.1.1 固体

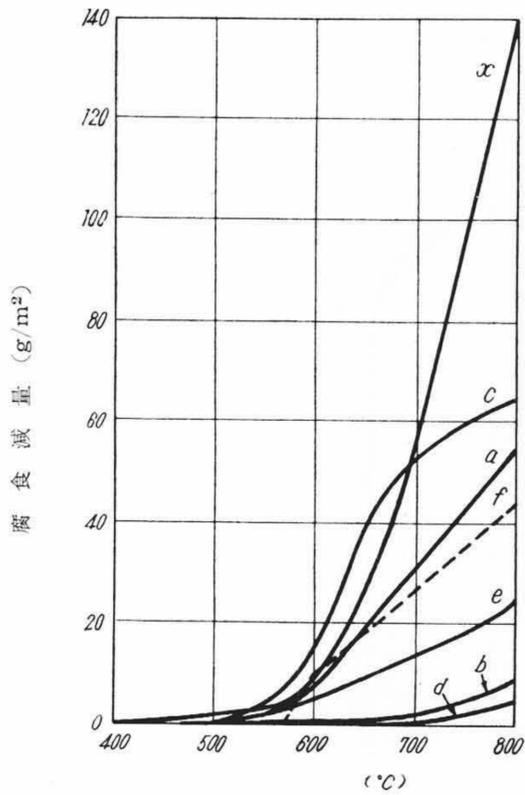
珪酸粉、マグネシウム、アルミナ、亜鉛粉、ドロマイトなどがある。その、おのおのの排ガスの露点に関する実験結果は第16~18図に示す。

灰の性質との関係を第19図より第22図に示す。各添加剤量により流動点は急激に高くなりその目的を達している。なおこれらの添加剤は灰分の金属面への粘着力および腐食性も同時に抑制するに役立っている。腐食抑制の一例を第19図に示す。

なおドロマイトによる影響について次の表に示す。



第 18 図 ドロマイトによる露点の変化



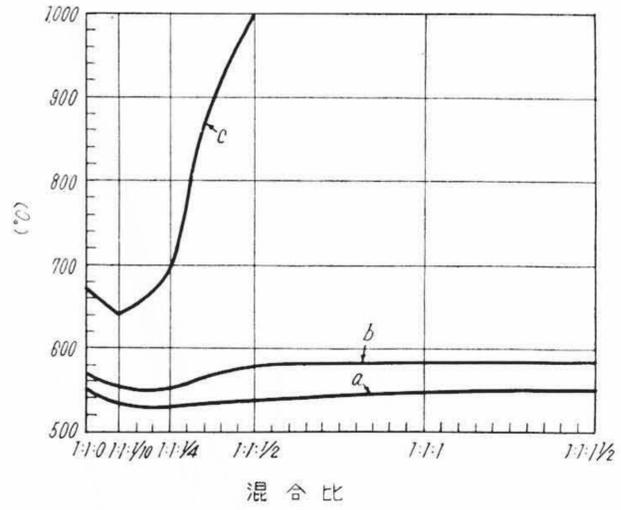
- (x) $V_2O_5 + Na_2SO_4$ (1:1 モル比)
- (a) $V_2O_5 + Na_2SO_4 + CaO$ (1:1:0.8 モル比)
- (b) $V_2O_5 + Na_2SO_4$ (1:1 モル比) + 2倍重量 CaO
- (c) $V_2O_5 + Na_2SO_4 + MgO$ (1:1:0.75 モル比)
- (d) $V_2O_5 + Na_2SO_4$ (1:1 モル比) + 2倍重量 MgO
- (e) $V_2O_5 + Na_2SO_4 + CaO$ (1:1:1 モル比)
- (f) $V_2O_5 + Na_2SO_4 + MgO$ (1:1:1 モル比)

第 19 図 CaO および MgO 添加による V_2O_5 腐食の抑制

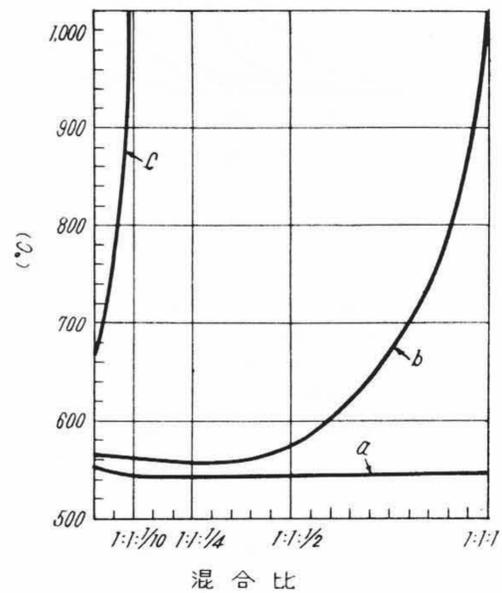
過熱器付着物の分析値

| | | 添加剤なし | アルミナ | ドロマイト |
|--------|-----------|-------|------|-------|
| 珪素 | SiO_2 | 2.8 | 1.1 | 2.0 |
| アルミナ | Al_2O_3 | 2.1 | 53.7 | 1.7 |
| 鉄 | Fe_2O_3 | 1.8 | 3.2 | 1.6 |
| カルシウム | CaO | 7.8 | 2.4 | 22.6 |
| マグネシウム | MgO | 1.8 | 1.0 | 15.2 |
| 硫酸塩 | SO_3 | 43.8 | 18.6 | 44.8 |
| バナジウム | V_2O_5 | 8.6 | 6.6 | 4.9 |
| アルカリ塩 | Na_2O | 18.6 | 8.4 | 7.6 |

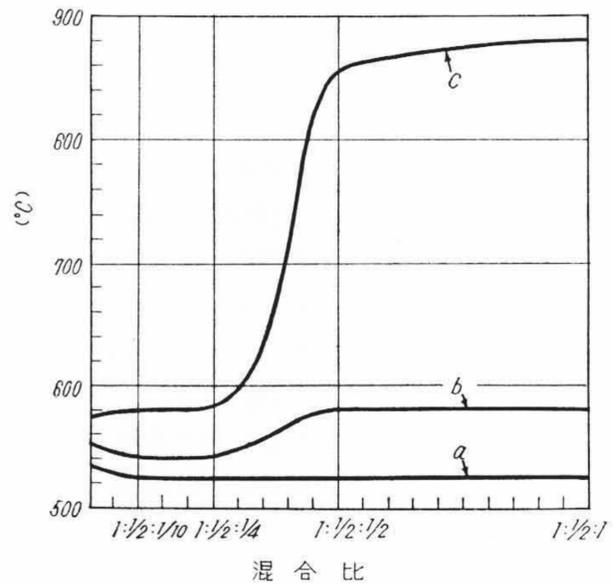
この分析値からみてもアルミナルに比しドロマイトが SO_3 に対しより活性をもっていることがわかる。また V_2O_5 の量がアルミナに比し少ないことは油灰の性質を変えたか V_2O_5 をきしゃくしたのかも知れない。灰の融融点は添加剤により上昇し、また付着物



第 20 図 $V_2O_5/Na_2SO_4/SO_2$ 混合物の融融特性



第 21 図 $V_2O_5/Na_2SO_4/Al_2O_3 2SiO_2$ 混合物の融融特性



第 22 図 $V_2O_5/Na_2SO_4/CaO$ 混合物の融融特性

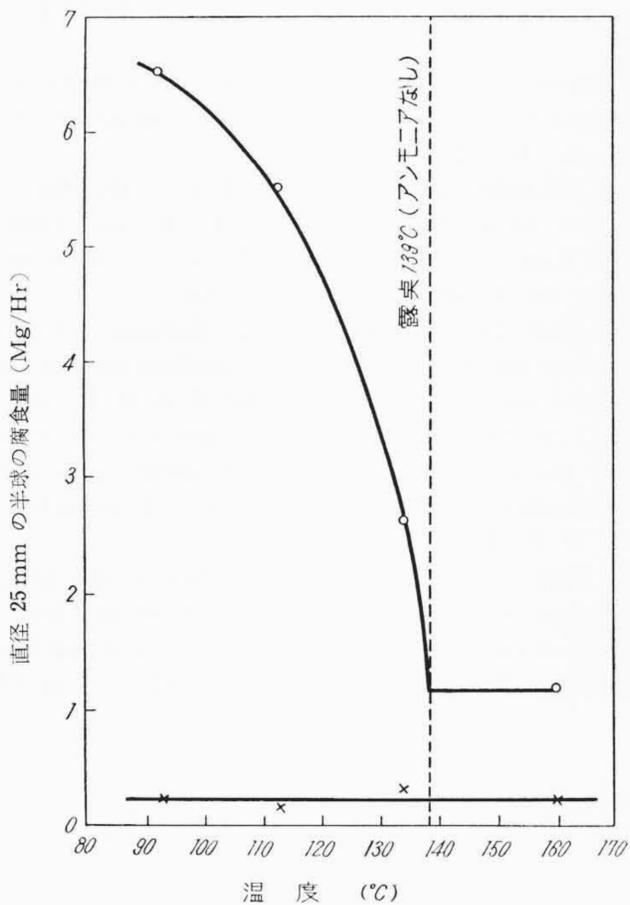
の物理的性状は添加剤を加えるまでは一部融融していたものがアルミナを加えた場合砕けやすくなり、ドロマイトの場合粉状となった。

4.1.2 液体

液体添加剤の例はあまりないが一例を上げるならば、コールタールの分溜したものを中和剤として低温ガス部の伝熱面腐食防止に使用している。露点の低下は $15^{\circ}C$ くらいはあったがむしろ伝熱面の水洗を実施した時に中和剤として有益であることが解った。

4.1.3 ガス体

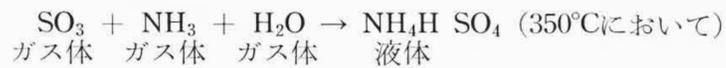
実用に供されているのはアンモニアだけである。このおもな利点は煙道ガス中に急速に拡散し SO_3 との反応がじん速であり、



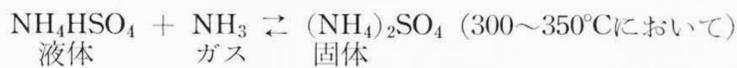
第23図 アンモニヤ注入した時としない時の腐食量

使用量も理論的に算出した量を若干上回る程度の量で十分である。

アンモニヤは 600°C 以上のところへ注入すると解離を初め 1,200°C で完全に解離する。350°C の煙道ガス中にアンモニヤを注入すれば次の反応により酸性硫酸アンモニヤができる。



もし過剰にアンモニヤが供給されると

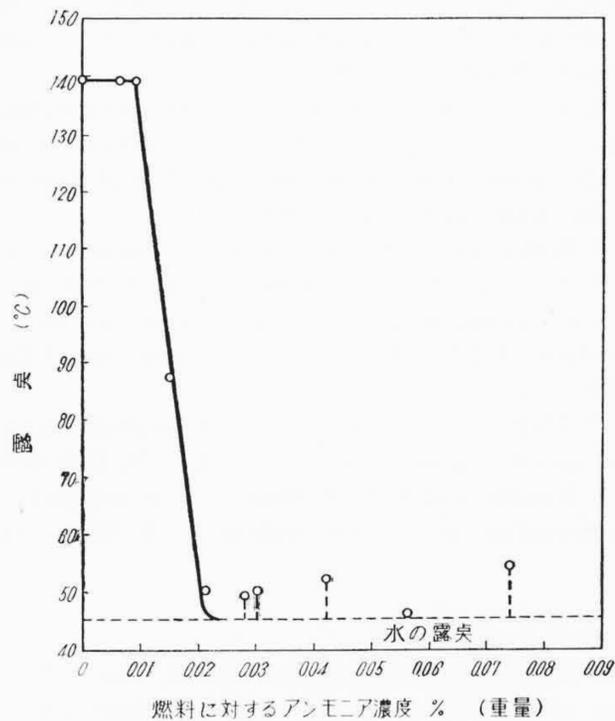


しかしこの反応は液体とガス体間故前述の気相中の反応よりおそい。また SO₂ とアンモニヤは 150°C 以上では化合しないのでアンモニヤを 150~600°C の煙道ガス中に注入するならば SO₃ のみを除くことができる。アンモニヤ注入による影響を第23~24図に示す。

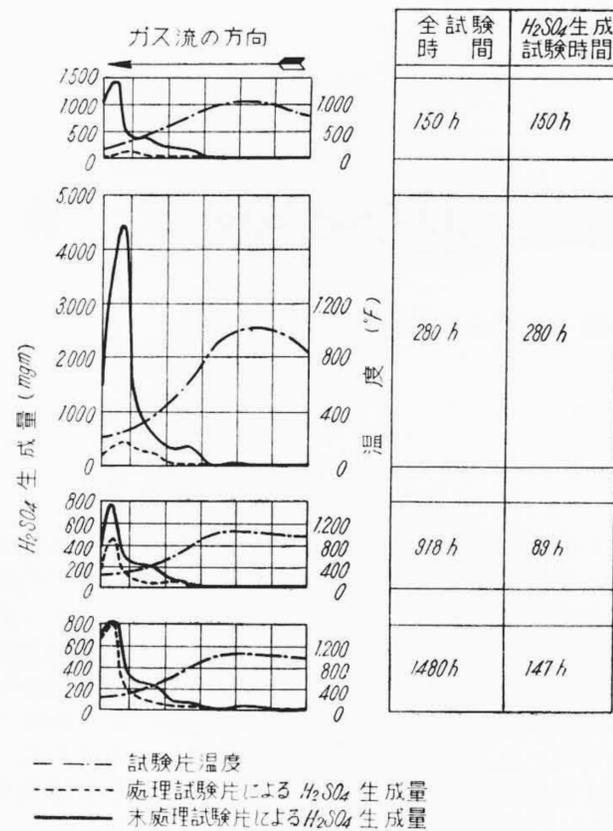
4.2 伝熱面温度および煙道ガスに露出する金具の温度

伝熱面温度については第15図でも解るように腐食量に大いに影響するので高温腐食が問題とされる過熱器の設計に当っては過熱器内の蒸気流を均一にし、しかも十分に冷却効果のあるよう流体速度を選定する。また伝熱面全体配置はガス温度と蒸気温度との関係を考慮し決定され、通常ガス流と蒸気流を並行流としている。なお伝熱面の間隔にも十分留意を要する。実際のボイラでも高温腐食に悩まされておった発電所で伝熱面の一部改造によりこの問題が非常に軽減されたことがある。つり金具などについても伝熱面と関連して配置することにより同様問題を軽減できる。設計計画さえ注意するならば 569°C の過熱蒸気をうるボイラが製作できる。

低温腐食を考える時は伝熱面温度を煙道ガス露点以下にしないため被加熱体の温度を上げることが一般に行われているが、なおガスと被加熱体とを平行流としたり、加熱された被加熱体を再循環させたりあるいはこれらの組み合わせを行っている。被加熱体(空気)のバイパスによる方法はボイラ効率の低下度が大きいという欠点があるが装置は簡単である。



第24図 アンモニヤ濃度と露点の変化



第25図 アルミニウム珪素による表面処理した鋼と処理しない鋼と H₂SO₄ 生成量

4.3 触媒作用の低減

伝熱面およびつり金具などの Fe₂O₃ の触媒作用の低減のための研究も進められているようであるが、必ずしも成功しておらぬようでその一例を第25図に示す。この実験では 1,480 時間で硫酸凝縮量は表面処理をした鋼と処理しない鋼とほとんど同一となっている。

5. 結 言

以上いろいろ問題点について述べたが未解決な点、不明な点、またある問題に関しては発表者によって反対の意見も述べられている点もある。しかしわが国の石炭生産もその限界にきており、発電所における燃料消費量の増加は、その燃料の一部を重油でまかなうようになることは明らかであるので、重油専焼ボイラの問題点を解明するためのいっそうの努力をしなければならないことを痛感する。

参 考 文 献

- (1) Wilhelm Gumz: Brennstoffschwefel und Rauchgastanpunkt. BWK Aug. 1953
- (2) F. Henning, H. Rogener: Ergebnisse von Raupunkt-

messungen an Hockdruckkesseln. BWK aug. 1953

(3) Wilhelm Gumz: Ranschgasanpunkt und Ranschgaskorrosionen. BWK marz. 1957

(4) L. K. Rendle, R. D. Wildson and G. Wittingham: Fire side Corrosion in oil fired boiler Combustion aug. 1959

(5) W. D. Jarvis: Selection and use of Additives in oil fired boiler, Combustion may 1959

(6) T. J. Wilkinson and D. G. Clarke: Problem encountered with the use of ligh sulphur content fuel oils at marchwood generating station and experience with chemical additive. J. I. F. (Journal of the institute of fuel) Feb. 1959

(7) W. F. Harlow: The formation of sulphuric acid in boiler flue gases. Transactions of the A. S. M. E, Jauuary. 1958

(8) L. K. Rendle, and R. D. Wildson: The prevention of acid condensation in oil fired-boilers. J. I. F. Sept. 1956

(9) B. W. K. Juni. 1959

(10) L. B. Mellroy, E. J. Holler and R. B. Lee: The application of additives to fuel oil and their use in steam

generating units. Transaction of the A.S.M.E. January. 1954

(11) H. Karlsson and W. E. Hammond: Air heater design as affected by fuel charasteristics. Transaction of the A. S. M. E. July. 1953

(12) P. H. Crumley, and A. W. Fletcher: The formation of sulphur trioxide in flue gases. J. I. F. aug. 1956

(13) R. W. Kear: Reducing gas side boiler corrosion. O.P.D. report No. 81/58 H. December. 1958

(14) A. M. Hall, D. Donglass and J. H. Jackson: Corrosion of marcury-boiler tube during combustion of a heavy residual oil. Transaction of the A. S. M. E. aug. 1953

(15) D. W. mc. Dowell, R. J. Raudebaugh and W. E. Somers: High temperature corrosion of alloys exposed in the superheater of an oil-fired boiler. Transaction of the A. S. M. E. Feb. 1957

(16) J. D. Piper and H. V. Vlite: Effects of temperature variation on composition, fouling tendency, and corrosiveness of combustion gas from palverized fuel fired steam generator Transaction of the A. S. M. E. aug. 1958



特 許 の 紹 介



特 許 第 247382 号

加 藤 正 敏

ス チ ー ム タ ー ビ ン

飽和蒸気を作動媒体とするスチームタービンは従来ほとんど用いられなかったが、原子力発電が行われる段階になってその要求は不可避の感がある。この種のタービンで問題なのはタービン内におけるドレンの発生およびそれを蒸気中から分離することである。そのためにタービンの途中の段落において作動蒸気中の蒸気からドレンを分離する方策が講じられなければならないが、とりわけその際に余計な熱損失はできるだけ避けなければならないのである。本発明はこの目的に沿う機能を具備したスチームタービンを提供するものである。

本発明のタービンは図に示すようにタービンの適宜の段落において静止翼 1 の上部を拡張して隣接する動翼 2 の上部に突出せしめ、流体がこの拡張部 3 を通過する際に強制的な円周方向運動が与えられるように該拡張部を湾曲させる。一方この段落部の周囲にあるケーシング内壁面に流体の旋回室 4 を形成しておく。その結果水分を多量に含んだ流体が遠心力によって前記拡張部に至り、該拡張部で円周方向の強制運動が付与され、前記旋回室内で旋回運動をなすことにより蒸気中の水分が分離される。

本発明は気水分離のため途中段落から蒸気を一たんケーシングの外に導きだし気水分離を行ってふたたびケーシング内に送りこむような従来の方法に比べて損失がきわめて少なく、かつ特別な装置を別に設けないですむから全体の占積率も小さい。(高橋)

