

講 演

熱管理技術者について

— On the Combustion Engineer —

By Fred N. Hays

(註) Hays 氏 (元 U.S. Steel 社技師, 本会名誉会員) は終戦後間もなく G.H.Q. の顧問として来朝, 鉄鋼に関する技術指導の任に当られ, わが国鉄鋼業の復興に貢献せられる所大なるものがあつた。昨年 9 月 8 日, 富士, 日本鋼管, 住友, 神戸各社の招聘に応じて再度来朝, 三ヶ月余に亘る指導の任を了えて帰国せられるに際し, 本会は特に乞うて 11 月 16 日都立産業会館において標記の講演をして頂いた。本稿はその概要である。

私は, 長い生涯の中で, 熱管理ということに携つて来ました関係上, 本日のこれからの講演は, 熱管理技術者ということをとピックスとしてお話しします。

しかし熱管理技術者 (Combustion engineer) というトピックスに関しましても, また疑問があります, と言うのは, 歴史的に見まして, Combustion engineer という名前は, アメリカでもそうですが, 日本においてもいろいろな意味に使われているということです。これにはちよつと戸迷うことがあります。そしてある工場では Combustion engineer という代りに heat control engineer という言葉を使つております。しかし Combustion engineer と heat control engineer ということは, 言葉こそ違いますが果す役目は同じであるということ, 私は今回の訪日によりはつきり見ました。

私の幼い頃は Combustion engineer という言葉はなく steam engineer という言葉が使われていました。その頃はだいたい蒸気のエンジンでございましたので, 蒸気を如何に少なくするか, そして如何に能率をあげるかということが, 緊急の問題でありました。それから steam engineer は special engineer と言われるようになりました。というのは steam engineer は非常に沢山の人を必要とし, そしてその人達の仕事は特殊でございましたので special engineer と言われるようになったのです。そしてその後 special engineer は非常に経験がなくてはいけないということから experience engineer という言葉が生まれました。そして過去 10 年間に於いてまたこの名前が代りまして, fuel and power engineer (燃料動力技術者) となりました。

私の国の fuel and power という事の中には, 2 つのそれぞれ異つた部があります。アメリカの工場にはこの fuel and power engineer という方が 10 人から 15 人おります, (これは工場の大きさにもよりますが) そしてこの Engineering Department (技術部)

の中の fuel and power engineer は, スタッフメンバーとして技師長に直結しております。

これらの fuel and power engineer の主なる仕事の第一は, 経済的にコストの関係について調査することです。例えば新しい機械を導入した時に, その燃料費がどうであるかということについて意見を述べます。また現在あります機械をいろいろ検討いたしまして果してその設備がもつとも新しいものであるかどうか, もしもその機械が古い型の機械で, 燃料消費が多い設備であるならば, これを新しい機械と取り換えるよう助言します。そして常に fuel and power (燃料動力) の分野におきまして, 新しい発達は無いだろうかということ, を研究しております。

アメリカの工場には, このような fuel and power engineer の下に operating といつて, 現場で働いている仕事師がおりまして, おのおのこなつた部で燃料の燃焼をチェックしたり, 機械を維持するという仕事をやつております。なお彼等は燃料の管理のみでなく, 動力の発生に必要な utility の管理並びにその他の utility の管理をやつており, 広範囲に亘る経験を必要とします。その他の utility というのは, 水, compressed air (圧縮空気), 酸素などを言います。

以上のようなわけでありまして, だいたい大きい製鉄所では 100 人から 1000 人位の熱管理技術者が必要になつて参ります。ゲリーやホームステッドなどのように大きな工場になりますと, この Fuel and Power Department は Division と言われ, そこには部長がおりますが, 彼は工場にいる 6~7 人の最高幹部の 1 人でありまして, その他の製鉄, 製鋼部長などより権力があります。

この熱管理技術者という言葉につきましては, さつきも申し上げましたように combustion engineer とか fuel and power engineer とか steam engineer と

かいろいろありますが、日本では heat control engineer というのが一番いい言葉ではないでしょうか。私は只今から、アメリカの鉄鋼業における熱管理者はどうしているか、その果す役割についてお話ししたいと思います。

現在アメリカにおける fuel and power engineer の第一の職務と言いますことは、どんな燃料を使用すべきかということです。本日ここに御出席頂きました熱管理技術者の方々は、ことなつた燃料はことなつた分野でことなつた価値があるということを御承知だと思います。銑鋼一貫作業をしております製鉄所では、その副産物としまして 2 つのものができます。そしてそれは 100% 有効に使われなければならないものでございます。その 2 つのものというのは、C. O. gas (コークスガス) と B. F. gas (高炉ガス) でありますが、この 2 つのものは非常に違つた性質を持つております。すなわち C. O. gas は high heating (早く温める) に非常に適しておりますが、B. F. gas は low heating (ゆつくり温める) に適しているというように、非常にその役目が違つております。そして B. F. gas は C. O. gas に比べて燃えるのが遅い。ここで特に皆様方に忘れて貰つては困ることは、C. O. gas を燃やす際には、非常に広いスペースが必要であるということです、そして temperature development は B. F. gas は C. O. gas に比べて非常に低いのであります。このように、それぞれことなつた過程において、ことなつた燃料を組み合わせるわけですが、これをきめる熱管理技術者が、工場にとって如何に大切な存在であるかということが、お判りになつたものと思います。

過去 5 年間に於いて、この 2 つのことなつた gas をどういうふうに組み合わせて使うかということについて、非常に研究されて来ました。B. F. gas を熱風炉で燃焼して空気を予熱するのに使つたり、またこれをボイラーに使うというのも一番普通の使い方でありました。またコークス炉におけるコークスの製造過程が発達して、乾溜を従来は C. O. gas でやつていたのが、B. F. gas に少量の C. O. gas を混ぜて使うようになって来ました。ある均熱炉では、インゴットを十分温めるために、B. F. gas と空気を先に予熱します。しかし沢山の技術者達は、この均熱炉では、C. O. gas 並びに B. F. gas を混ぜて使うことが必要であると言つております。私の考えるところでは、もしも均熱炉の数が少ないのに、B. F. gas で徐々に温めていたならば、それは非常な損失であり、それよりも C. O. gas と B. F. gas を混ぜて早く

温めた方がいいと思います。

加熱炉におきましては均熱炉とことなつて、カロリーの高い gas を必要とします。そのためにあまり B. F. gas を入れません。そして日本では、この 2 つの gas に加えて、重油 (fuel oil) を使つております。アメリカも勿論そうです。その点から言ひましても、我々熱管理技術者にとつては、この 3 つのものを如何に組合せて使うかということが、非常に大事なこととなつております。そして私共が研究して実際に経験しましたところでは、重油は平炉には非常にいいのじやないかと思ひます。日本と同じように、アメリカでもこの重油を平炉に使つております。また銑鋼一貫作業が行われていない会社では、重油を均熱炉および加熱炉に使うということはいは言われておりません。アメリカでは gas を燃料として使つております。なぜかと言ひますと、重油は焰を非常に高い光輝度にし、また高温度となります。そして長い焰を造るということは、この場合非常に困難となつて参ります。またこれによりまして、rush heating とか spot heating とか均熱炉の場合に言つていふような結果が起ります。それがために私は、gas を燃料として使われたらいいのじやないかと思つております。というのは、gas なら均一な低い温度を保持できるからです。

なおこのほかのもう 1 つの燃料、それは日本でも使つておられる石炭でございます。アメリカでは石炭はボイラーにとつて非常にいい燃料であると言われております。だいたい微粉炭を使ひますが、石炭を producer gas を造るために使つてはおりません。そして私の記憶しているところでは、そういう設備は U. S. Steel にはございません。私が今回の 3 カ月半の滞口中訪れたすべての工場が、以上のような理論にもとづいて今後の計画を作られるよう私は希望します。

次に熱管理技術者の非常に大切な仕事は、この燃焼をよくチェックし、そしてよく観察することでありました。その第一として、空気が適当に入つているかどうか、沢山入つていてはないか、少ないのではないかということが、非常に大切なことでございます。そして燃焼を調べるために、日本やアメリカで使つていふものは、普通の analyser (分析器) 並びに、アメリカでは殊に City Service Company (大きな石油会社) が electric analyser をサービスとして取りつけております。この燃焼を熱管理技術者が 24 時間中見続けるということは非常にむずかしいことでございます。そこでこの燃料と空気との割合を、自動的に調節する機械が必要となつて

来ます。なぜこんなにまでして、熱管理技術者がその燃焼などをいろいろと管理しなければならないかというそれはただ一つの大きな目的のためであります。その大きな目的と言いますのは、適当な温度でインゴット並びにピレットに熱を移すということで、それが終局の目的であります。そしてそのために一番大事なことは、**heat transfer** でございます。そこで熱管理技術者は、固体からガスへ、ガスから固体へと **heat transfer** が行われるということを観察しなければなりません。なおその固体とは、**regenerater, recuperator, air pre-heater** その他を言います。

日本滞在中私が経験しましたことは、熱管理技術者にとつては、焰をいい状態に造るということが (**proper development**) 一番大事なのではなかろうかということです。そしてこの **heat transfer** が熱管理技術者の職務である以上、この **flame** を如何に **control** するかが、非常に大事な問題になつて来ます。そして平炉では **melt down** の時には **short flame** でありかつ高い光輝度、高い温度が必要であり、また平炉の **bath** を均一に温めるためには、長い光輝焰が必要です。そして平炉におきまして熱管理技術者は、いまさつき申上げたことを非常に注意してはいたくはないしまた平炉を操業される方にも注意して頂かなくてはなりません。

しかし加熱炉の場合には状況が變つて参ります。加熱炉では短い焰ではいけません。というのは、インゴットの表面だけを強く温めても、内部は温りません。そこで加熱炉の場合には、長い焰で長い距離にわたつて **heat transfer** が行われることが必要でございます。ただ均熱炉の場合には **high luminosity** の必要はありません。 **luminosity** を殺す必要があります。と言いますのは、均一加熱がその主目的であります。 **high luminosity** にしますと、鉄の表面が過熱します。新型の加熱炉におきましては、燃焼室でガスと空気とをよく混合して燃やすようにできております。

今回の日本訪問で私がいろいろの工場を見て考え、皆様熱管理技術者の方々にお薦めしたいことは、この **flame** (焰) についてこれから大いに関心を持つて頂きたいということですよ。

なおつぎに大事な熱管理者の仕事というものは、煙道の中におけるガスの流れであり、そのために我々はパイプラインを調節しなければなりません。というのは、**pressure** がそう急激に變つたりしないようにするためです。しかしそれだからと言ひまして、**pressure drop**

を調節するために、パイプを長くするというのは馬鹿げております。すべてものごとは経済的に考えて頂きたいと思ひます。

同じことは炉についても言えます。熱交換すなわちチャッカーダンパーを通してのガスの流れを、経済的にやらなければいけない。なおそのことは煙突に流れる焰についても言うことができます。しかしあまり経済的すぎて煙道に弁をつけたりすると、今後はすごく長い煙突が必要になつて来ます。それも結局は経済的でないことになりますから、そういうことも氣をつけて下さい。

以上のような、ガスの流れ、煙突の問題、チャッカーダンパーの問題だけでなく、炉内のガスの流れをよく観察しなければなりません。炉内はガスの輻射によつて加熱されます。もしもガスの速度が早過ぎると、熱の損失となるばかりでなく、生産も落ちて参ります。そこで、すなわち完全な燃焼が燃料消費の節約および生産状況の面から必要であるということがお判りになつたと思ひます。そのために熱管理技術者は、非常な注意を払つてこの間の割合をうまくやられるようにして頂きたいと思ひます。皆様方が炉の設計を新しくされる時には、必ずよく研究して、自分達に一番適合した炉をデザインされるようにして下さい。なぜあなたの方でその炉をデザインして頂きたいかと言うと、あなた方は炉について一番詳しいし、あなた方に一番適したものを御存知だからであります。そして最高の能力で生産を上げることが我々の目的でございます。

私が今日ここで皆様にお目出とうと言ひたいことは、過去8年間を通して皆様方が御自分の手で一番適した炉をお造りになられまして、いい能率を上げられたことでもあります。

つぎに熱管技術者にとつて大事なことは **atmosphere control** についてであります。もしも皆様が **atmosphere control** を、加熱炉、均熱炉、焼鈍炉 **heat treating furnace** にやられないと、**scale loss** が増えます。そこでこの **scale loss** を最小に食い止めるということが、非常に大事になつて来ます。殊に焼鈍炉、および **heat treating furnace** では、**scale loss** は絶対にあつてはなりません。均熱炉においては **atmosphere** を適当に保ち、**scale loss** を少くして下さい。なぜかと言ひますと、**operator** がジャケットでインゴットを挟んだ時、あまり **scale** が多いと、すべつてインゴットが炉の中に落ちたりして炉が破損することがあります。加熱炉および均熱炉では、**scale** をいつも一定にして、それがつぎの圧延作業工程で完全に落ちてしまわな

ければいけません。その場合皆様に気をつけて頂きたいことは、どの点までの scale だつたら、つぎの工程に移つた場合にいい製品ができるかということです。tight な、はげにくい scale を造つては困ります。

熱管理技術者にとつてつぎに大事なことは、燃料を経済的に使うということです。製鉄所における utility とは沢山あります。たとえば、steam、空気、水、電気、および酸素であります。steam の場合は steam の leakage がないだろうか、そしてタービンに steam を過剰に使つてはいないだろうか、そのタービンが果して満身に動いているかどうか、もう年季が来て古くなつたタービンではないだろうかということ、つぎに空気が果して空気を使わなければならない目的のためにだけ使われているかどうか、空気がどこかへ逃げていはいないだろうかということ、そしてつぎに注意しなくてはならないことは水であります。製鉄所では非常に沢山の水を使います。現在の技術では、1トンのインゴットに対して1トンの水が必要であると言われてます。この水が果して適当な pressure で流れて来るかどうかということに気を付けて下さい。ある工場では50ポンドの pressure またある工場では 120 ポンドの pressure である。ここでとくに御記憶頂きたいことは pressure を上げるということは、power を非常に loss することだということです。たとえばある工場ではある pressure また、ある工場ではある pressure というふうに、ことなつた pressure を使います。同じ pressure を使いましても、それぞれの場所によつて使用目的が変わりますと、うまく行かない結果にもなります。

なお日本の製鉄所においてつぎに注意されなければならないことは、酸素の使用についてであります。現在平炉では非常に沢山の量の酸素を使つておりますが、熱管理技術者の方々は、酸素の使用ということをもう少し御勉強なさいますと、どの場合が一番いいかということをお研究なさつて下さい。我々は燃焼用の空気の酸素を rich にするためには、酸素を添加しません。なぜかと言いますと、空気を十分予熱することによつて、燃焼効果を十分増すことができます。すなわち酸素を使わなくても、混合と空気の予熱さえうまく行けば、酸素を使うのと同じ効果を上げられるわけです。そして我々は酸素を平炉に使う場合には、とくに注意しなくてはなりません。酸素のランシングをやつてスクラップ melting を早くします。あなた方はこれに対して疑問はないかも知れませんが、私は無理に酸素を使わなくても、理想的な焔の状態によつて、酸素を使う場合と同じような効果が上げられるということを確認します。(記者註 Hays

氏よりとくに希望があり、Hays 氏が酸素製鋼を否定しているように、あるいはお受け取りになつた方がおられるかも知れませんが、Hays 氏は酸素製鋼の利点はよく認識せられており、ただ酸素を有意義に使われるようにということです。なおその上皆様は、多量の酸素を脱炭のために使われておりますが、これを称して皆様は Bessemerizing と呼んでおります。このことについてはなおよく勉強されて、酸素を使う場合と同じような方法でこの問題が解決されると思います。

つぎに熱管理技術者にとつて大事なことは、steam generation でございます。汽罐場で、果して燃料が経済的に使われているかどうかということ、皆様方はよく観察しなければなりません。ボイラーチューブが内側も外側も非常に綺麗になつているかどうかということは heat transfer が容易に行われるためであり、そしてつぎには air preheater が果して leakage がないだろうか、果して塵がパイプに溜つていはいないだろうか、そして heat が draft チューブを通してうまく行つているかどうか、draft の condition をよく見なければなりません。

つぎに熱管理技術者にとつて大切なことは、計画であります。皆さんは Technical Journals をよくお読みになつて、最も新しい技術を勉強なさつて下さい。そしてこの新しい技術を新しい計画の中に折り込んで行かれるようにして下さい。新しい技術、あるいは新しい計画が、果してあなた方の工場において財政的に許されるかどうか疑問ですが、アメリカでは新しい計画について非常に注意を払います。そしてその新しい計画、新しい技術を造るということは、長い目から見ましても短い目から見ましても、大いに会社の発展に寄与します。皆様方はこれから6カ月くらい後に倒される炉に、自動制御装置をおつけになる必要はないでしょう。常に長い目で見て計画を立てて頂きたいと思つてます。

以上でだいたい私の言いたいことはお話したわけですが、将来の熱管理技術者はどうあるべきか、ということについて、これからちよつとお話しましょう。アメリカの工場において、若い人をトレーニングするのに一番適した部はどこかと言うと、それは熱管理が一番いいと言われております。若い人達がこの Fuel and Power Department に入るということは、他の如何なる部に比べまして、非常にいい機会があるし、また製鉄所を全体の面から見る点でも、非常にいい場所ではないかと思つております。会社のマネージャはこういうことをよく理解しています。そしてこの Fuel and Power Department は、将来の幹部養成の場所として、最適の場所

だとさえ言われております。若い熱管理技術者が伸びて行く先は、計り知れないものがあると思います。私はいまここに名前を上げると言われましたら、現在 U. S. Steel の最高幹部の方々の中で、若い頃熱管理技術者であつたという方を、沢山述べることができます。私は本日、日本で同じ仕事に携つておられる方々並びに製鉄関係の方々とお話するチャンスを得たことを、非常にうれしく思っております。そして私は皆様が優秀な熱管理技術者であることを確信します。

それでは今から時間の許す限り、日本鉄鋼業に対する印象、ということについてお話したいと思います。

本日始めに申しましたように、日本鉄鋼業の発達は非常に著しいものがあると思います。その中でとくに顕著なものについて、ただいまからお話いたします。その第一は、日本の製鉄部における coke ratio は、私が予想もしなかつたように非常に低く、他のどこの国よりも一番低いということです。これは大いに威張つてもいいし、また世界中の国に報告してもいいことです。皆様方は coke ratio を下げるために、原料を十分準備されてうまい具合に配合されております。日本の coke ratio は 0.6~0.7 で、アメリカに比べると 15~20% いいのではないのでしょうか

また平炉が、非常に進歩しております。過去8年間を通じて、平炉生産は約1時間当り3倍くらい伸びております。しかし生産高が3倍に伸びたのに比べて、燃料消費は半分以下つております。しかし我々は日本の平炉がアメリカの平炉より優れているとはちよつとすぐには言えません。なぜ比較できないかと言いますと、日本

の平炉とアメリカの平炉とでは、大きさが違うからです。大きな炉になりますと、1時間当りの生産高が大きくなると同時に、また燃料消費も少なくなつて来ます。日本の平炉の燃料消費は、だいたいアメリカの平炉の燃料消費と同じであります。そしてこれは自分が言うのは嫌ですが、アメリカでは平均して 50% くらいは沢山使つていていると思います。どうか私が日本の平炉を批判しているとお考えにならないで下さい。日本の平炉は小さい割に、非常に高い生産高をあげているということが結論として言えると思います。なぜかと言いますと、もしもアメリカの小さい炉（丁度日本にあるような）と、日本の平炉を比較した場合、日本は優れているということが言えると思います。

また皆様方は加熱炉のデザインについて、昔と比べますと非常に進歩なさつております。過去におきましてはただ鉄を炉の手前だけで温めておりましたが、そういうことは現在ではなくなりまして、炉の長さを十分使つて連続加熱式に温めております。その状態は過去から比べると、非常にいい状態であります。そして日本の加熱炉の燃料消費は、アメリカよりも少しいと思つております。均熱炉の方に話に移りますが、このデザインも非常に進歩して、アメリカと同じようなデザインで、操業状態も非常にいいと思います。

いろいろむずかしい点もございましたけれども、本日皆様方にここに集つて頂き、私の話を聞いて頂いたことを非常にうれしく思つております。もしも皆さんがアメリカに来られるチャンスがありましたら、どうか私をお訪ね下さい。