

C. 重油燃焼加熱爐に就て

郷 義 二 郎*

中形工場 97・1 (13年10-12月) 50・4 (14年1-3月)

備考

石炭は瓦斯發生爐にて瓦斯化して使用したる爲めカロリーより見て其量は、重油の殆ど2倍に値すべきものなり。然るに重油の量は石炭の半分よりも猶少く且瓦斯化、運搬等の諸費用を要せざる故に良好なる結果と見らるゝのである。

1. 序 言

表題の下に重油の性質より其取扱及び燃焼装置に至るまでのことを述べんとす。

日本鋼管會社が平爐及び加熱爐に重油を使用したる動機は石炭なれば水揚、運搬等に手数を要し又これを燃焼するには發生爐にて瓦斯化するか又は他の複雑なる燃焼装置を施さざれば所期の高温度を得難きものなるに拘らず重油はポンプ、導管、貯油槽等の結合により其貯藏運搬等總べての取扱が簡単に機械化し得ること又燃焼に當りてもバーナーなる簡單なる装置にて間に合ひ且つ其調節は容易にして取扱上の手数と経費とを減じ得られる、且つ石炭よりも高熱度を得ること易いのである。又採用當時は爲替関係も良好にして石炭に比し割合に安く買ひ得られたる事も之を使用するに至りし一の原因である。然らば何時頃より使用し始めたかと云ふに大正9年10月に第8號平爐に於て米國の Tate Jones 式の Oil Burner 並に pump 其他の装置一式を採用したり、此時は從來發生爐瓦斯で作業して居た平爐の吹出し口其他も其儘にして試験的に Burner を瓦斯吹出し口に差込んで使用したるが實際に使用して見ると相當に爐の改造を餘儀なくせしめられたのである。而し初めは經驗も少なき爲め充分なる良結果を得られず一時中止したるが大正12年3月より再び使用し始めたり。其年の秋關東大震災に遭ひ、瓦斯發生爐が殆ど損壞して之が恢復には多大の時日と経費が要せらるゝに至りて設備簡單にして有效なる重油が歓迎せらるゝに至りたり、而して此必要に迫られたる爲めに使用上にも種々改良工夫をなして結果も良好なるに至りたる爲め遂に吾が社の燃料全部を重油使用に変更せられたる次第なり。

壓延工場は第一製條工場が大正13年5月より中形工場は同14年1月より重油に変更せられたり。其時代は重油使用の方法は今日程熟達して居らざるも猶下記の如き結果を得たのである。

各裝入材料應當り燃料使用の一例

工場名	石	炭	重	油
第一製條工場	120・2kg	(13年2-4月)	54・2kg	(13年5-7月)

* 日本鋼管株式會社

2. 重油の性質及規格

重油の性質に關しては一般に元素的成分は燃料油としては餘り重きを爲さず注意を拂はれざるも比重、粘度及發熱量が最も重要視されて居る。現在使用して居る Mili oil を一例として掲ぐれば、

Mili 重油の元素分析及性質

元素	C	H ₂	O ₂	N ₂	S
	%	%	%	%	%
	85・13	11・83	1・28	0・22	0・16
	84・46	10・96	1・17	0・13	0・14
H ₂ O	%	發熱量 kcal	比 重	ポ ー ー の 度	
	0・12	10,536	0・962	15・5	
	0・10	10,492	0・970	14・3	

比重は 0・92—0・98 位で重量及び容積の計算には必要であり又取扱時の温度は必ず測定しなければならぬ粘度は重油の種類により非常に差のあるもので作業上最も重要なものである。重油をして完全燃焼をなさしむるには之を極めて微細なる噴霧状態になし得たる時に容易に可能なるものなれば此事を効果的になすには粘度を良く知つて居て之に適當なる加熱を施し粘度を出来るだけ低くして使用する、これは重油を燃料として使用する際の作業上及び經濟上の秘訣と云はるゝ程重要な條件である。

發熱量の重要な言を待たざる處なるが重油は大抵 10,000 Kcal 前後にして種類別にも殆ど大差なき状態で石炭に比しては一定と云ふも可なる程である。石炭は 5,000—7,600 Kcal, なれば 10~4 割高き方なり、其他の所謂不純物としては硫黄、水分、泥分等なるが、此等は出来る丈少き程良好なれば其點に注意を要す。硫黄は 1% 以下水及び泥分は合せて 1% 以下位である。

現在使用して居る重油は Mili 油で Rising Sun Petroleum Co. の供給する “Anchor fuel” と稱するもの

で之は英領北ボルネオ産なり。原油は Naphthene base のもので Benzene, Kerosene 等を抽出した残りの重油である。低温度で非常に粘度高く 150—170 °F で急速に粘度が低くなりて 180°F が最も使い易き粘度になる特徴がある。此點は California Oil より使い良し、其他では Taracan 及び California oil をも使用した。Taracan は Mili と同様英領北ボルネオ産で同性質であるが原油より夾雑物を Centrifugal Separator で分離した儘のもので粘度も割合に低く非常に使い易きものなり。Diesel oil として賞用されて居るので fuel oil には良過ぎる位である。California oil は純然たる燃料油で Benzene, Kerosene, Lubricant oil 等を取りたる所謂 residual oil で base は Asphalt 系である。

此等の燃料油の石油的性質及數種の規格を次に掲げれば之により大體の認識を得られたし。

重油の規格並に使用重油の性質

諸 性 質	燃 料 油 規 格			當 社 使 用 の 重 油		
	ライツングサン 石油會社	米國鑛山局	日本海軍	ミ リ ー	タラカン	カリフォル ニ ア
ポ ー ム 度	16°以下	16—35		15	20	18—19
比 重		0.85—0.96		0.965	0.933	0.94
引 火 點	150°F以上	140°F以上	0.96以下 80°C	250°F	180°F	225°F
粘度(レッド ウッド No.1)			0°Cで2000			
50°C				300	53	300
60°C		常 温 壓 で 1 呎水頭で 4 吋 管 を 10 呎 通 ず。		75	37	90
80°C				700	74	
100°F	150/秒以下			10560	10620	10500
發 熱 量 Kcal.	10150以上	9900以上				
硫 黄 (%)	1.5%以下	2%以下	3%以下	0.2	0.1	1.27
水又は泥 (%)	1.5%以下	2%以下	0.5%以下	1.0以下	1 以下	痕 跡
硬アスファルト				0.01	0.5	
コンラッドソン カーボンテスト				1.5		6

使用上の難易は Taracan ならば比較的慣れざる人でも容易に使用し得るが、其次は Mili で California が一番困難である。使用上起り易き故障は夏期は温度が高き故少なきも冬期は寒き爲め導管中で流動性鈍くなり長距離を送るには困難を生ずる。又細かき夾雑物があることありて之が吹出口などに詰り障害をなすこともある。Burner に行く導管の途中に Streamer を置く方がよるしい。又 California oil の様なものは炭素分が Burner の口などに固着し易き故に油を溜らぬ様にする必要がある。

重油は引火し易きものなれば貯藏所、導管又は取扱場所等の附近に火氣を置くことは注意を要すべきで誰も承知し

てるところなるが最近の重油は極度に揮發油又は燈油分等を抽出して居る故に餘程高熱にならなければ點火せざれど比較的安心して取扱い得るものなり。

当社でも此危険に遭遇したることは殆どなけれども絶対に注意を怠ることは許されない。其豫防として貯藏槽の上端に近く蒸氣管を直角に覗かせて装置しておき、火を發した時には蒸氣を出して火と空氣との間を遮斷するのが最も有效なりと云はれる。猶取扱上注意すべきは輸送管、油槽其他機械の部分等より漏洩することなき様にする事で點火する危険と流失したるものは回収が絶対に出来ないことにより意外の損失を來すことがある。

3. 使 用 状 況

(イ) 受入、分配及取扱等に関する梗概

重油の受入は同じ海岸にある Rising Sun P. Co. の鶴見貯油所より容量 400 吨の舢にて約 350 吨を積んで當社の海岸に輸送し來り、同舢に据付ある 80 馬力の Diesel engine 直結の Centrifugal pump で 6 吋管を通じて陸上げして居る、全部は約 2 時間で上げ終る。

Rising S. P. Co. との契約では同社の油槽より直に引渡すことになつて居るので以前は先方へ出向いて受取りたるも現在では其手数を省き当社海岸に到着したる時、舢の三ヶ所の口にて各油の深さを測り置き水揚げ終りたる時に舢底に残つて居る油の深さを測りて計算し數量を決めて

引渡しをなして居る。

1 吨を 277 ガロン(米國)として居るが油の比重によりて 281—285 米ガロン位になることもある。標準温度は 60°F として居る故に必らず之に換算する。舢が到着した時には試料を壘に適當量採り其時の温度を測り、性質は検査係で試験し温度は量の計算の参考にして居る。試験は比重をポームの度で引火點、粘度は測定器で計る硫黄、水分、泥分等は折々に測定す。引火點は Pensky-Martin の closed process により粘度は Redwood の No. 1. により測る。

當社は其受入する海岸に 1 個で 500 吨入る丸形の貯油

槽 3 個 を用 意 し て 居 る 。 1 個 の 大 さ は 内 徑 31'1/16" 高 さ 24'7/8" 容 量 3,000 石 (520 噸) で 中 の 油 の 増 減 を 見 る 爲 め に 浮 標 に 指 示 装 置 を な し て 居 る 。 外 の 側 面 に 豎 に 目 盛 尺 を 設 け て 居 る 此 標 尺 の 目 盛 は 1 目 100 米 ガ ロ ン 宛 で 全 目 盛 が 135,000 米 ガ ロ ン に な っ て 居 る 浮 標 に 繫 が れ た 絲 が 其 標 尺 に 示 す 指 示 板 に 連 絡 し て 容 量 を 讀 み 得 る 様 に な っ て 居 る 。 給 油 管 は 油 槽 の 上 縁 に 覗 か せ 、 排 出 管 は 6" の 鐵 管 で 其 上 端 が 油 の 上 部 に 常 に 開 口 す る 様 に 装 置 し て 居 る 即 ち 槽 の 底 部 の 側 壁 よ り 直 立 し て 左 右 に 廻 轉 し 得 る 様 に な っ て 居 る 。 其 上 端 は 鋼 索 で 吊 ら れ て 其 索 が 槽 の 上 端 を 越 え て 外 に 有 る ウ ン チ の ド ラ ム に 卷 付 け ら れ て 上 下 す る 様 に し て 有 る 。 重 油 を 永 く 貯 油 す る か 又 は 加 熱 す る か 水 分 が 分 離 し て 底 部 に 溜 る 。 故 に 底 に 排 水 管 を 取 付 け 置 き 折 々 脱 水 を 行 ふ 。 此 脱 水 管 は 必 ら ず 附 け て 置 か ね ば な ら ぬ 。 粘 度 強 く し て 配 給 其 他 の 取 扱 に 困 難 す る 時 が 有 る 爲 め 加 熱 用 に 4" の 蒸 氣 管 を 槽 底 の 内 部 に 一 周 り さ し て 有 る 。 利 用 の 時 期 は 秋 冬 よ り 翌 年 の 初 夏 に 至 る の が 常 な る が Mili oil で は 四 季 を 通 じ て 加 熱 を 必 要 と す る こ と が 有 る 。 各 工 場 に 分 配 す る に は 其 傍 に 100 噸 入 の 小 貯 槽 を 置 き 之 に 大 油 槽 よ り 自 然 流 出 で 移 し 之 よ り ウ ー シ ン ト ン ポ ン プ で 送 油 を な す 。 ポ ン プ は 6"×4"×6" の も の 4 臺 有 り 、 此 小 油 槽 に 移 す こ と は 冬 季 な ど で 高 き 温 度 に 加 熱 す る 際 な ど 熱 の 經 済 性 に 事 大 なる も の で 有 る 。 而 し て 此 槽 の 周 圍 は 古 煉 瓦 で 保 温 装 置 を し て 居 る 各 工 場 へ の 分 配 量 は 輸 送 管 に 装 置 せ る 流 量 計 で 配 給 量 を 計 る 様 に し て 居 る 。

各 工 場 へ 送 る 管 の 徑 及 距 離 は 下 の 如 し 。

工 場 名	輸 送 管 の 徑	輸 送 距 離
製 鋼 工 場	6"	3540 m
第 一 條 工 場	6"	3000 "
第 二 條 工 場	4 1/2"	1860 "
第 二 管 工 場	4"	9720 "

次 に 各 作 業 工 場 の 爐 の 近 く に 5,000—10,000 ガ ロ ン を 一 時 に 貯 へ 得 る 油 槽 を 用 意 し て 居 る 。

此 の 槽 に も 蒸 氣 管 を 装 置 し て 必 要 に 應 じ て 加 熱 出 來 る 様 に し て 居 る 。 此 油 槽 よ り 爐 の Burner に 送 る に は 電 動 機 へ 直 結 の Rotary pump を 使 用 せ り 、 油 槽 の 出 口 Burner の 近 く 等 に 流 量 計 を 附 け て 置 き 使 用 量 を 計 る 。 是 等 の 装 置 の 一 例 。

第 一 製 條 工 場 送 油 所

送 油 先 第 一 條 、 分 塊 、 中 形 、 第 一 管 、 各 工 場
貯 油 槽 3,000、6,000 ガ ロ ン の 各 1 個

Rotary pump 10 HP、廻 轉 數 955/min 2 臺
重 油 の 壓 力 5.8 kg/cm²、温 度 78°C

送 油 量 (1 時 間) 3,500 kg (1,000 ガ ロ ン)

第 二 製 條 工 場 送 油 所

送 油 先 同 工 場 1 ヶ 所

貯 油 槽 5,000、3,000 ガ ロ ン 各 1 個

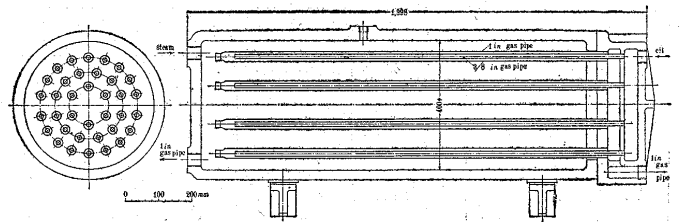
Rotary pump 1 HP 廻 轉 數 1,500/min 2 臺
(但 し 1 臺 は 豫 備)

重 油 の 壓 力 3.5 kg/cm² 温 度 68°C

送 油 量 (1 時 間) 762 kg (250 ガ ロ ン)

各 Rotary pump より 爐 に 供 給 せ ら る 途 中 に 横 形 又 は 豎 形 の oil heater が 有 る 。 其 構 造 は 横 形 で は 油 の 管 が 蒸 氣 を 充 た さ れ て 居 る 圓 筒 形 の 槽 の 中 に 入 り て 加 熱 さ る 様 に な っ て 居 る 。 豎 形 は 槽 が 油 の 容 器 に 成 っ て 居 る も の と 蒸 氣 槽 に な っ て 居 る も の と 有 り て 、 蛇 管 が 蒸 氣 又 は 油 と 反 對 に な っ て 居 る 2 種 が 有 る 。 横 形 は 圖 の 如 し 。

第 1 圖 oil heater (重 油 加 熱 器)



而 し て 重 油 の 温 度 は 此 heater だ け の 加 熱 で は 冬 季 に は 間 に 合 は ざ る 爲 め に 貯 油 槽 に 蒸 氣 管 を 装 置 し て 又 加 熱 を す る 。

重 油 噴 霧 用 の 壓 搾 空 氣 は 高 壓 バ ー ナ ー に は 空 氣 壓 搾 機 、 低 壓 バ ー ナ ー に は 扇 風 機 を 使 用 し て 居 る 。 此 空 氣 は 常 温 に し て 壓 力 は 2—6 kg/cm² で 有 る 。 重 油 の 温 度 は 75°—90°C 壓 力 は 2—5 kg/cm² 位 で 有 る 。

重 油 の 取 扱 に 關 し て は 温 度 が 其 粘 度 を 左 右 す る 故 に 作 業 上 大 なる 影 響 が 有 る 爲 め に 非 常 に 注 意 を 拂 っ て 居 る 。 輸 送 距 離 の 遠 き 時 は 途 中 で 再 加 熱 を な す 。 導 管 は 保 温 劑 で 卷 き て 温 度 の 低 下 を 防 ぐ こ と が 必 要 で 有 る 。 送 油 壓 力 は 粘 度 、 誘 導 管 の 内 徑 又 は 其 輸 送 距 離 に 大 なる 關 係 を 有 す る も の で 是 等 の 状 態 を 大 に 考 慮 し て 作 業 上 の 設 計 及 取 扱 を 爲 す べ き も の で 有 る 。

(ロ) 加 熱 爐 の 構 造 大 略

重 油 燃 燒 の 鋼 材 加 熱 爐 は 其 構 造 に よ り 見 る に 決 し て 他 の 一 般 の 鋼 材 加 熱 爐 と 異 る も の で は な い 。 唯 爐 の 加 熱 装 置 が 重 油 燃 燒 器 (即 Burner) で 有 る こ と が 異 る の み で 有 る 。 故 に 構 造 上 最 も 異 なる 部 分 は 瓦 斯 使 用 の も の な れ ば 、 吹 出

口 (port) 石炭使用のものなれば焚口などの複雑した構造の部分は非常に簡單化されて Burner の覗く孔だけで充分である。

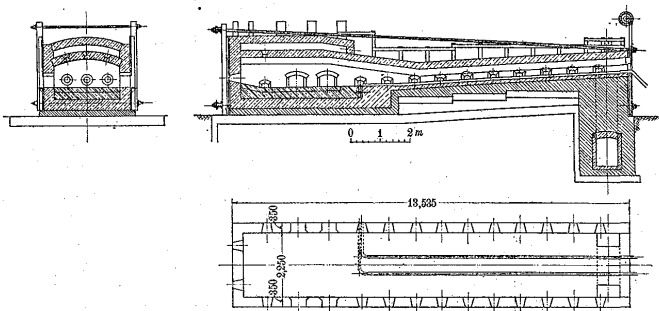
之が燃焼用の空気は排熱を利用して豫熱されたるものを用ゆる時は相當效果的なるが當社では餘り其經驗を持つて居らない。爐床の廣さは加熱鋼塊の大きさにより相當差がある。當社の經驗では大體下の如き數字を得て居る。

	加熱さる、 材料の目方	材料適當り 爐床面積	バーナー 1個に對する 爐床面積	噸當り重 油使用量
1	900—950	0.68 m ²	6.8 m ²	40 kg
2	200—370	1.15	11.5	40
3	140—180	1.50	12.3	57

備考 バーナー 1 個の重油使用量は 40—50 ガロン/時位なり。
1. 2. は熱鋼塊を混合使用して居る 故に相當に使用量が低下した數字が出て居る。若し全部冷鋼塊を取扱ふとすれば 50—60 kg/t 位となることは確實なり。

鋼塊加熱爐は圖の如し。左端より Burner が覗き右端

第 2 圖 鋼塊加熱爐



より鋼塊装入せられ排氣は右の下で煙道に逃れる。

猶参考迄に申上るのは油の種類によりて昇熱及熱の効果の異なることを實例として下に掲げる昭和 7 年 6 月に Mili と California との油を別々に使用して番號はバーナーの近くは多き數字の番號で離れる程少き數字の番號として計りたるものであるが。

重油 種類別	溫度測定場所 (番號)					抽出鋼 塊溫度	油の性質	
	12	10	8	6	4		比重	發熱量
Mili	1,565	1,322	1,246	1,071	896	1,294	0.97	10,480
California	1,579	1,378	1,289	1,044	508	1,320	0.94	10,500

California oil がバーナーの前で早く熱が上り先に行くに従つて燃焼力なきことを示す。結果は良し。

(ハ) バーナー概説

當社使用の Oil Burner は從來高壓式を主に使用し

居たるが最近低壓式的良好なるものが發明されたので試験中である。

高壓、低壓と云ふことは何かと云ふに結局は重油を噴霧状態にする時使用する空気 (Atomizing Air) の壓力の高低によるもので此空氣の壓力を大體分けて見るに空氣は

高壓 5 kg/cm²

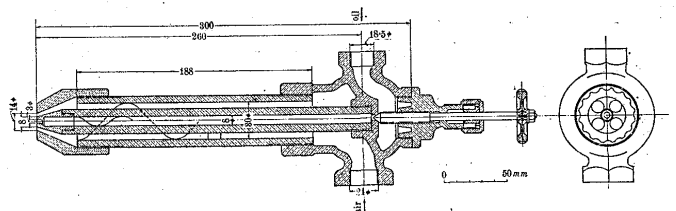
低壓 2 kg/cm² 以下 0.5 kg/cm² 位迄

又空氣の代りに蒸氣を使用したることもあるが空氣より幾分昇熱具合悪き傾きありて作業能率の上よりも空氣の方が歓迎されるので空氣のみを使つて居る蒸氣の壓力は大體 60—90 lbs/σ" 位である。

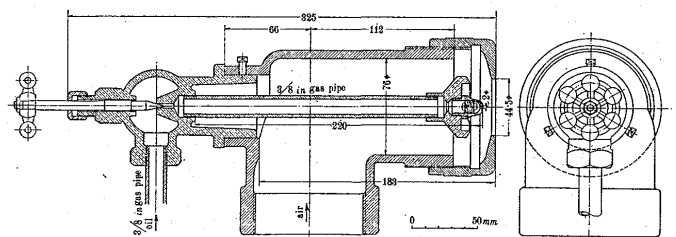
重油の壓力は 3—5 kg/cm² 位なり。

Burner の構造には種々あるが汽罐及び小なる加熱爐では焰の短いもので良い様であるが鋼材加熱爐では概して爐が細長く出来て居て加熱材を連続的に取扱ふ爲めに長き焰を作る Burner が望まれる。故に構造は油が出口で直ぐに吹き付けられて焰が廣がるものよりも油が壓搾空氣と吹出す前に混合されて Burner を出る時に完全なる霧の状

第 3 圖 oil Burner (高壓式)



第 4 圖 oil Burner (低壓式)



態になつて爐内に入りて燃えるのが良い。即ち Burner

に入る空氣は油を霧にする丈で之を燃焼する空氣は他より供給されて完全燃焼さるゝ様なものが良らしい。

バーナーの構造は大體二重の筒形になつて居るものが多い。中の小なる管が重油の吹出さるゝ管で外側の太い管が空氣の吹出管で其先端は小なる油管が太い空氣管の出口の一步手前で覗いて居る様になつて居る。其兩先端の間で重油が霧状になるのである。様式の種々異なるのは主に此噴霧用に使用さるゝ空氣と油との行合ふ調子が工夫されて變つて居ることに歸するものである。バーナーの

構造は第3圖、第4圖にて其一例を掲げればお覽ありたし。

加熱爐に装置さるゝバーナーの數及其位置は其利用の範圍によりて考慮を要すことですが一般には材料の入つて來る方向に對して直角に横に一列に吹出して居るのが普通であるが、焼け方の不整を直す爲めに爐の途中で側面又は斜め上よりバーナーを吹出させたり材料が臺の上に乗る様にして動かし、其上下に焰が通り材料の周圍を不偏なく加熱する様にしてあることもある。

重油及空氣の加減はバーナー自身に付いてる Spindle valve によりて細かに加減をなし供給管にある valve によりて全量の加減をなす様にして居る。

流量計 (Flow meter) は各バーナーに付けず其主輸送管に付けておき重油の使用量を秤る様にする。

バーナー使用上の注意を申しますれば California 油の如き固着し易き炭素の多き油ではバーナーの先に油が滴るのが固まりて出口を塞ぎ障害を起し易いが之を防ぐには今まで吹出して居た油を止める時に空氣を油より後に止める様にする。即ち油の滴りを吹き切りて後に油を止める必要がある。又油を吹出す前に空氣の壓力を下げて油を粒狀にして流させることを避けなければならぬ。又重油を貯槽及加熱器で過熱することを極力避けなければならぬ。高き熱で永く加熱する時は油中の揮發成分を減少せしめて流動性を一層不良ならしむることがある。其他に塵埃又は泥土によりてバーナーの口を塞がれることないかと云ふに殆ど其憂はないが貯槽其他の所で不注意の爲めに異物を混入せしむる時は不測の禍を招くことがあるから注意を要する。

バーナー又は管の弁が不完全で油が漏れて僅かづゝ流れ出してゐるとバーナーの先に炭素を固着せしむることがあ

るから此點は絶対に注意すべきである。バーナー、其供給管等の継手より漏洩を來らすことは不經濟なれば氣を付けなければならぬ。油は固形物と異り回収は殆ど出來ないのである。

4. 結 言

加熱爐に重油を使用することに就て詳しく述べましたが之を約言するに重油の性質としては粘度を能く知りて之を適當に利用すること、發熱量は一定して居る故に何等の懸念はなし、比重は量の計算上に重要なれば必ず受拂に測定すべきものである。

取扱上については一般に考へて居る程失火の憂は殆どありませんが危険物としての注意を怠らざればそれでよき程度である。

バーナーについては空氣と重油の出合ひ方が混合の仕方等の如何で燃焼の良、不良が決せらるゝから此等の適合點を見出して利用することが肝要である。

猶一言添へますのは重油による加熱は固體燃料に比較して作業簡易で能率は向上を來し且つ經濟的なことはお判りと思つますが、遺憾な事には我が國では生産量が少いことである。而し將來は石炭液化が進んで重油に代る適當な液體燃料が使用出來れば結構なことと思ひます。

吾が社は各種の加熱爐に重油を使用して居りますので、これについて尙詳細に申上ると一層皆さんの御参考になるでしようと思つましたが、講演する様に思付てから日が浅いので充分に其等の資料を集められず甚だ貧弱の話になりました事は淺學菲才の罪と御許しを願ふ。而し賢明なる皆様はこれによりて何等かの御参考を齎すことが出來ますれば幸と存じます。

D. 鋼材の燒減りに就て

(第十三回研究部會)

海 野 三 朗*

1. 緒 言

鋼材の燒減りは何に依りて生ずるかその原因を考へ夫れ等の原因の要素に就て燒減りとは如何なる關係にあるかと云ふ事を追求して見たいと思ひます。先づ燒減りの量を

X としますと

$$X = f(t, T, S/V, M, A, G, t_1 \dots)$$

茲に t = 加熱時間 T = 加熱溫度 S = 表面積

V = 加熱鋼片の容積 M = 鋼材の種類 A = 過剰空氣の量

G = 燃料の種類 t_1 = 空中に放置せらるゝ時間

即ち鋼材の燒減りは凡てこれ等の各要素よりして生ずる

* 八幡製鐵所研究所