

4. 加 熱

鋼塊または鋼片の加熱作業は、その圧延工場の能率に重大なる影響があり、また、燃料の原単位、保全費の生産原価におよぼす比率は大きい。各社ともに加熱炉の改造、新形式の加熱炉の採用、操業について非常な努力を傾注しており、進歩の跡は著るしいものがある。

4.1 加熱炉の設備および操炉状況

現在の中小形の圧延設備のうち、加熱炉関係は比較的進歩しており、炉形も新しい形式が多く採用されている。能力は大きくなり、炉の熱効率も向上し、燃料も石炭は影をひそめ、重油、ガスおよび重油とガスの混用になつている。加熱炉の設備状況の代表例を表4.1(236ページ)に、加熱炉の操業状況の代表例を表4.2(240ページ)に示す。

4.1.1 炉 形

炉形式については各社名称が異なつているが表4.3のごとく呼称することとする。

表 4.3 炉 形 名 称

| 符号 | 炉 形 | 名 称 |
|-----|-------|-------------|
| 炉形① | | 前方焚一帯式連続加熱炉 |
| 炉形② | | 前上方焚二帯式 " |
| 炉形③ | | 前下方焚二帯式 " |
| 炉形④ | | 三方焚三帯式 " |
| 炉形⑤ | そ の 他 | |

炉形別基数は図4.1に示すように、前方焚一帯式加熱炉が35基中10基を占めて最も多く、三方焚三帯式加熱炉が9基でこれについて多く、前上焚二帯式が8基、前下焚二帯式が3基となつている。特に最近ではドイツのテルモ型の炉の採用が3社もあり、また五方焚五帯式の炉の採用など、新しい形式が多くなつている。

炉形と加熱材料の大きさの関係は図4.2に示すごとく、大体において合理的に使用されている。また、中形炉21

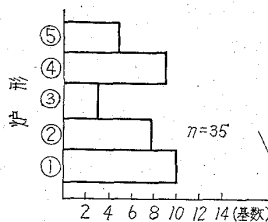


図 4.1 炉形別基数

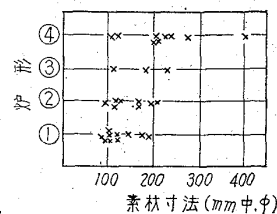


図 4.2 炉形—最大素材寸法

基中、三帯式またはそれに類似した形式は12基であり小形炉14基中、一帯式は7基で、過半数を占めている。炉形と加熱能力の関係は図4.3に示す通りである。

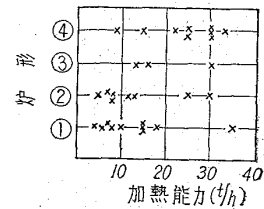


図 4.3 炉形公称加熱能力

各形式の代表的な炉の図面を図4.4~図4.11に示してある。

有効加熱炉長および炉内は、図4.12および図4.13に示すように分布している。

公称加熱能力と有効炉床負荷（ここでは有効炉長炉巾を有効炉床面積とする）の関係は、中形、小形別、炉形別に分け図4.14、図4.15に示す。いずれも傾向として炉の能力が大きくなると負荷は大きくなつている。

4.1.2 加熱能力

加熱能力は、昭和24年の調査で12基の平均が9.5t/h、28年の調査で、28基の平均が10.5t/h、35年では35基の平均は18.4t/hで逐次大きくなり、35年では28年に比べて75%も能力が増大している。中形炉、小形炉別の能力度数分布を図4.16、図4.17に示す。

4.1.3 燃 料

燃料は図4.18に示すごとく、昭和26年以降石炭焚は減少し、35年には皆無となり、重油は逐次増加して、35年には全体の66%と大半を占めている。これは重油燃料の優位性を示している。

4.1.4 自動制御

炉内圧自動調整装置および自動燃焼装置の採用は、最近多くなり、前者は35基中16基を占め、うち油圧式8、空気圧式6、電気式2となつている。後者は35基中15基に装備され、うち油圧式2、空気圧式10、電気式3である。

炉内圧自動調整では、油圧式が最も多く、自動燃焼装置では、空気圧式が過半数を占めている。これらの装備状況を炉の能力別に示したのが図4.19および図4.20である。図によれば、炉の能力が大きいほど、装備率が多くなつている。

4.1.5 装 入 機

35のうち、電動式30、水圧式5で、圧倒的に電動式が多い、また装入速度の状況は図4.21に示してある。その

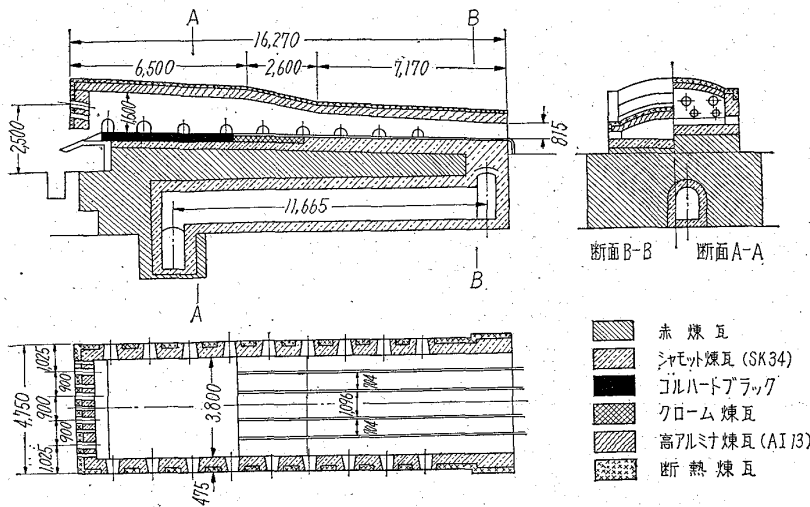


図 4.4 18t/h 前方焚一帯式連続加熱炉 (八幡小形)

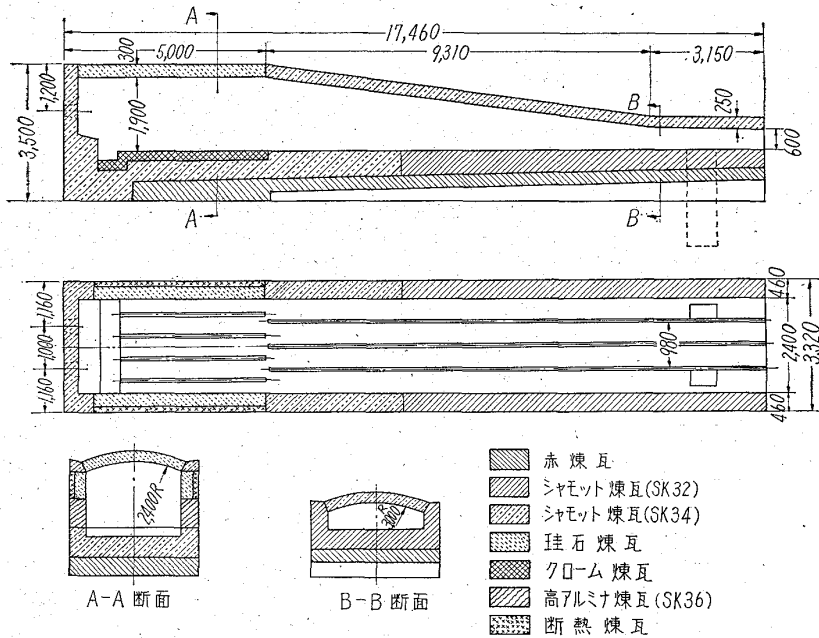


図 4.5 4t/h 前方焚一帯式連続加熱炉 (大同小形)

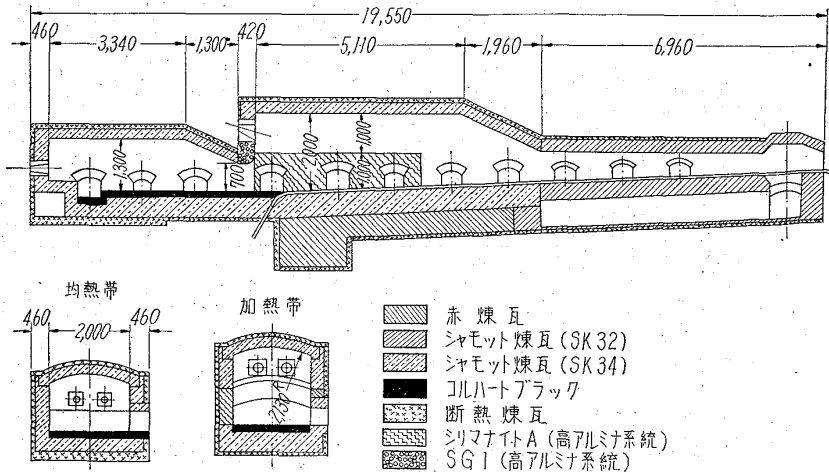


図 4.6 8t/h 前上方焚二帯式連続加熱炉 (大同中形)

範囲は1.0~6.0m/mnにわたっており、平均速度は3.0m/mnで最も多いのは2.6~3.0m/mnの範囲である。

4.1.6 煉瓦の種類と使用状況

加熱炉に使用する煉瓦の種類は、珪石煉瓦、シャモット煉瓦、コルハート煉瓦、クローム煉瓦、断熱煉瓦等があり、これらはさらに数種に分類されていて、それぞれの場所に応じて使用され大部分はシャモット煉瓦が使用されている。高温にさらされる部分には耐火度の高い煉瓦を使用し、低温部には、耐火度の低い安価な煉瓦を用いる。天井煉瓦は、特にスポーリングによる脱落の防止に留意し、また、炉床には、ノロにおかされないような煉瓦を用いなければならない。適正な煉瓦の選択はなかなか難しいものであつて、炉の構造、温度、使用頻度などにより、各場所に適した材質の煉瓦を使いわけが必要がある。

各社の煉瓦の使用状況はつぎのようであつた。

天井煉瓦としては、均熱帯、加熱帯はシャモット SK36, 35, 34 が用いられ、予熱帯には SK33, 32 が用いられている炉が多い。中には、高温部に珪石煉瓦を用いているところもある。側壁煉瓦はシャモットで、その番号は天井と同じか、あるいは一番低いものを使用している場合が多い。炉床煉瓦は抽出口に近い高温部ではシャモットの上にコルハートやクローム煉瓦を積んでいるものが多い。最近は特にコルハートブラックの使用が盛んであつて、炉床のみでなく、スキッドとしても使われ始めていることは注目すべきであろう。従来よく用いられている水冷鋼管式のスキッドはスキッドマークや水漏れなどの事故が多いが、煉瓦の

表4.1 加熱炉の設

| No. | 項 目 | | 会社・工場名 | | 東 都 一 中 形 | |
|-----|-------------|----------------|----------------------------|----------------------------|---|-------|
| | | | 単 位 | | | |
| 1 | 加熱炉 | 炉 名, 炉 形 | | | 前 方 焚 一 帶 式 | |
| 2 | | 公 称 能 力 (最大能力) | | t/h | 8(10・5) | |
| 3 | | 有 効 炉 床 (長さ×巾) | | m×m | 15・44×2・4 | |
| 4 | | 有 効 炉 床 面 積 | | m ² | 37・1 | |
| 5 | 素 材 | 寸 法 ・ 重 量 | | mm・kg | φ120/φ140×1,500 170kg, φ132/φ150×1,500 200kg, φ170/φ190×1,550 350kg, 230×φ160/250×φ180×1,550 450kg, | |
| 6 | | 材 質 | | | 普通鋼, 特殊鋼 | |
| 7 | 燃 料 | 種 類 | | | 重 油 | |
| 8 | | 平 均 総 発 熱 量 | | kcal/kg or Nm ³ | 10,200kcal/kg | |
| 9 | | 燃 燒 方 法 | 燃 燒 装 置 | | | バーナー焚 |
| 10 | | | 使 用 温 度 | | °C | 90 |
| 11 | 使 用 圧 力 | | kg/cm ² or mmAq | 10kg/cm ² | | |
| 12 | 燃 燒 器 | 型 式 | | | 油圧噴霧式 | |
| 13 | | 上 方 | 能 力 × 基 数 | Nm ³ or l/h | | |
| 14 | | 前 方 | " | " | 100~250l/h×2 | |
| 15 | | 下 方 | " | " | | |
| 16 | 空 気 予 熱 器 | 型 式 | | | | |
| 17 | | 材 質 | | | | |
| 18 | | 最 高 予 熱 温 度 | | °C | | |
| 19 | 自 動 燃 燒 装 置 | 炉 内 圧 制 御 | 型 式 | | アスカニア式 | |
| 20 | | | 制 御 圧 力 | mmAq | 2~5 | |
| 21 | | 燃 燒 制 御 | 型 式 | | アスカニア式 | |
| 22 | | | 制 御 温 度 | °C | 抽出時 1,300 | |
| 23 | そ の 他 | | | | | |
| 24 | スキッド | 型 式 | | | 角 鋼 | |
| 25 | | 材 質 | | | 普 通 鋼 | |
| 26 | | 寸 法 | | mm | 160×220 | |
| 27 | 送 風 機 | 型 式 | | | 片吸込型ターボブロー | |
| 28 | | モ ー タ ー | | IP | 15 | |
| 29 | | 能 力 (風圧, 風量) | | Nm ³ /mn mmAq | 100Nm ³ /mn 360mmAq | |
| 30 | 装 入 機 | 型 式 | | | 電動ラック式 | |
| 31 | | 能 力 | | t | 45 | |
| 32 | | 入 速 度 | | m/mn | 4 | |
| 33 | | 馬 力 | | IP | 27 | |
| 34 | 使 用 計 器 | | | | 輻射温度計, 熱電対温度計, 重油流量計, 炉内圧力計, 焼料空気圧力計, 空気流量計 | |

備 状 況 調 査 表

| 三菱鋼材深川 — 大中形 | 鋼 管 — 中 形 | 大 同 — 中 形 |
|--|--|--|
| 三 方 焚 三 帶 式 | 前 下 方 焚 二 帶 式 | 前 上 方 焚 二 帶 式 |
| 25 (35) | 30 (35) | 8 (10) |
| 19.4×4 | 17.57×3.86 | 17.15×2.0 |
| 77.6 | 67.82 | 34.3 |
| φ400~φ320×1,100 1,140kg φ450~φ360×1,200 1,610kg | φ165~φ195×3,000 700~1,100kg | φ230~φ190×800 200kg φ90~φ155×1,700 90~245kg |
| 構造用炭素鋼, バネ鋼, 合金鋼 | 炭素鋼, 普通鋼 | 特 殊 鋼 |
| 重 油 | Bガス, Cガス, 混燃(重油) | 重 油 |
| 10,400kcal/kg | 2,840kcal/Nm ³ | 10,450kcal/kg |
| バーナー焚 | バーナー焚 | バーナー焚 |
| 80 | 常 温 | 60 |
| 6kg/cm ² | 200~500mmAq | 5kg/cm ² |
| ロングフレームバーナー | ロングフレームバーナー | ロングフレームバーナー IM |
| 45~180l/h×2 | | 50~120l/h×2 |
| 30~120l/h×4 | 300Nm ³ /h×6 | 50×120l/h×2 |
| 80~300l/h×2, 15~60l/h×2 | 600Nm ³ /h×3 | |
| 多管式竪型 | 金属曲管式 | 直管懸垂型 |
| ステンレス・ガスパイプ | 普通鋼管 | 普通鋼 |
| 350 | 250 | 150 |
| アスカニア式 | アスカニア式 | |
| 2 | | |
| ブラウン式 | 横河型電気式 | |
| 抽出時 1,150°C | 天井 1,200~1,350 | |
| | | |
| 水冷鋼管 | 水冷鋼管 | 水冷鋼管 |
| ステンレスおよび普通鋼 | ガ ス 管 | 普通鋼 |
| メインφ110肉厚17.5, ライサンφ110 肉厚17.5, クロスφ160 肉厚25 | φ90 肉厚15 | φ100 肉厚12.5 |
| 片吸込型ターボファン | プレートファン | 片吸込型ターボファン |
| 50 | 70×3台 | 20×2台 |
| 300Nm ³ /mn 400mmAq | 225Nm ³ /mn 50mmAq | 100Nm ³ /mn×2, 250mmAq |
| 水 圧 式 | 電 動 式 | 電動スクルー式 |
| 7.5 | 50 | 30 |
| 2.5 | 3 | 3 |
| 75 | 50 | 40 |
| 輻射温度計, 熱電対温度計, 重油 流量計, 炉内圧力計, 重油圧力計, 空気圧力計 | 光電管温度計, 熱電対温度計, 重 油流量計, 炉内圧制御器, 炉内温 度調節計 | 輻射温度計, 重油流量計 燃料圧力計, 空気圧力計 |

表 4.1 加 熱 炉 の 設

| No. | 項 目 | | 会社・ 工場名 | 愛 知 知 多 一 中 形 | |
|-----|-------------|----------------|----------------------------|--|---------------------|
| | | | 位 単 | | |
| 1 | 加 熱 炉 | 炉 名, 炉 形 | | 五 方 焚 五 帶 式 | |
| 2 | | 公 称 能 力 (最大能力) | t/h | 33(33) | |
| 3 | | 有 効 炉 床 (長さ×巾) | m×m | 16.75×3.7 | |
| 4 | | 有 効 炉 床 面 積 | m ² | 62.0 | |
| 5 | 素 材 | 寸 法 ・ 重 量 | mm・kg | φ235×φ185×800 235kg φ130×3,000 400kg | |
| 6 | | 材 質 | | 合金鋼, 炭素鋼 | |
| 7 | 燃 料 | 種 類 | | B, C重油混合 | |
| 8 | | 平 均 総 発 熱 量 | kcal/kg or Nm ³ | 10,200kcal/kg | |
| 9 | | 燃 燒 方 法 | 燃 燒 装 置 | | バーナー焚 |
| 10 | | | 使 用 温 度 | °C | 70~90 |
| 11 | | | 使 用 圧 力 | kg/cm ² or mmAq | 3kg/cm ² |
| 12 | 燃 燒 器 | 型 式 | | エマルジョン式 | |
| 13 | | 上 方 能 力 × 基 数 | Nm ³ or l/h | 均 熱 帯: 100l/h×3 加 熱 帯 上 部: 100l/h×4 | |
| 14 | | 前 方 | " | 加 熱 帯 下 部: 100l/h×4 | |
| 15 | | 下 方 | " | 予 熱 帯 上 部: " " 下 部: " | |
| 16 | 空 気 予 熱 器 | 型 式 | | ハーゼン型 | |
| 17 | | 材 質 | | ステンレス(高温部のみ) | |
| 18 | | 最 高 予 熱 温 度 | °C | 350 | |
| 19 | 自 動 燃 燒 装 置 | 炉 内 制 御 | 型 式 | 電 気 式 | |
| 20 | | | 制 御 圧 力 | mmAq | 1.2 |
| 21 | | 燃 燒 制 御 | 型 式 | 電 気 式 | |
| 22 | | | 制 御 温 度 | °C | 抽出時 1,050~1,150 |
| 23 | そ の 他 | | | 重油温度レギュレーター保護 重油一二次空気 | |
| 24 | スキッド | 型 式 | | 水冷鋼管 | |
| 25 | | 材 質 | | 普通鋼 | |
| 26 | | 寸 法 | mm | φ76.5 肉厚12 | |
| 27 | 送 風 機 | 型 式 | | 吸込型ターボファン | |
| 28 | | モ ー タ ー | HP | 70 | |
| 29 | | 能 力 (風圧, 風量) | Nm ³ /mn mmAq | 270Nm ³ /mn 450mmAq | |
| 30 | 装 入 機 | 型 式 | | 電動スクルー式 | |
| 31 | | 能 力 | t | 30 | |
| 32 | | 装 入 速 度 | m/mn | 3 | |
| 33 | | 馬 力 | HP | 30×2台 | |
| 34 | 使 用 計 器 | | | 輻射温度計, 熱電対温度計, 重油流量計, 5連風圧計, 重油圧力計, 蒸気圧力計, O ₂ 計, CO+H ₂ 計 | |

備 状 況 調 査 表 (つづき)

| 中 山 — 中 形 | 尼 鉄 — 中 小 形 | 八 幡 — 小 形 |
|--|--|--------------------------------------|
| 三 方 焚 三 帶 式 | テ ル モ 式 | 1 号 炉 ・ 前 方 焚 一 帶 式 |
| 30(40) | 40 | 18(25) |
| 20,490×4,000 | 26*3×4*00 | 14*6×3*8 |
| 81*96 | 105*2 | 55*5 |
| 240×165~215×140×1,450 350kg | φ 250×φ 230×1,450 560kg | φ 96×1,140~3,070 80~215kg |
| 普 通 鋼 | 普 通 鋼, 合 金 鋼 | 普 通 鋼 |
| C 重 油, C ガ ス | C 重 油 | C ガ ス, B ガ ス の 混 合 ガ ス |
| 9,850kcal/kg 4,900kcal/Nm ³ | 10,399kcal/kg | 2,700kcal/Nm ³ |
| バーナー焚 | バーナー焚 | バーナー焚 |
| 75 常 温 | 110 | 常 温 |
| 4kg/cm ² 300mmAq | 2kg/cm ² | 300mmAq |
| 高圧バーナー, 螺旋式ガスバーナー | シーメンス型 | ロングフレームバーナー |
| 80~200l/h×4 640Nm ³ /h×4 | 前部 75l/h×2, 50l/h×2 | |
| " ×4 " ×4 | 中部 115l/h×2, 75l/h×2 | 900Nm ³ /h×4 |
| " ×2 " ×2 | 後部 190l/h×2, 125l/h×2 | |
| | ニードル型 | |
| | 鋼 製 | |
| | 200 | |
| | テレパーム式全自動型 | |
| | 0.3 | |
| | テレパーム式全自動型 | |
| | 抽出時 1,230 | |
| 水 冷 鋼 管 | 水 冷 鋼 管 | 水 冷 鋼 管, スキット煉瓦 |
| STT~38 | 普 通 鋼 | 普 通 鋼, コルハートブラック |
| 外径 φ114 肉厚 20 | φ110 肉厚 17.5 | φ80 肉厚 15 |
| ターボファン 多翼式 | 片吸込型ループロワー | 片吸込型ターボファン |
| 30×1台 25×1台 15×2台 30×1台 | 75 | 55 |
| 300Nm ³ /mn×150mmAq 200Nm ³ /mn×130mmAq 300Nm ³ /mn×150mmAq 300Nm ³ /mn×130mmAq | 310Nm ³ /mn, 700mmAq | 450Nm ³ /mn 500mmAq |
| 電動スクリュース | 電動一水圧 複列式 | 電動ラック式 |
| 80 | 50×2台 | 35 |
| 2*8 | 3*0 | 6 |
| 55×2台 | 50×2台 | 27 |
| ガス流量記録計, 炉内微圧計, 炉内温度記録計, ガス圧力計, 空気圧力計, 重油圧力計, 光高温計 | 炉内温度計, 空気圧力計, 各部温度計, 重油圧力計, 重油流量計, 温度自動制御装置, 炉内圧記録計, 炉内圧自動制御装置 | 輻射温度計, 熱電対温度計, ガス圧力計, ガス空気流量計, 炉内圧力計 |

表 4.2 加 熱 炉 の 操

| No. | 項 目 | | 会社・ 工場名 | 東 都 一 中 形 | 三菱鋼材深川一大中形 | |
|-----|------------------------|-------------------|--|-----------------------------|-----------------------------|-------|
| | | | 単 位 | | | |
| 1 | 炉 名, 炉 形 | | | 前方焚一帯式 | 分塊三方焚三帯式 2号炉 | |
| 2 | 熱 精 算 時 作 業 時 間 割 合 | 加 熱 | % | 86.3 | 80.2 | |
| 3 | | 保 熱 | " | 13.7 | 19.8 | |
| 4 | | 休 止 | " | 0 | 0 | |
| 5 | 熱 精 算 時 加 熱 能 率 | | t/h | 7.6 | 28.1 | |
| 6 | 熱 精 算 時 加 熱 炉 熱 効 率 | | % | $\eta_1=44.2$ $\eta_2=42.4$ | $\eta_1=43.2$ $\eta_2=42.1$ | |
| 7 | 抽 出 温 度 | | °C | 1,330 | 1,150 | |
| 8 | 素 材 寸 法, 重 量 | | mm, kg | φ180×1,400 320kg | φ450~φ360×1200 1,610kg | |
| 9 | スケールまたはノロ生成量 | | % | 2.5 | 1.8 | |
| 10 | 測 在 炉 時 間 | | h | 3.85 | 5.55 | |
| 11 | 抽 出 本 数 | | 本/h | 23.8 | 17.4 | |
| 12 | 製 品 形 状, 寸 法 | | mm | ∠ 4"×4"×1/4" | φ80 | |
| 13 | 材 質 | | | SS41 | バネ鋼 | |
| 14 | 燃 料 | 使 用 量 | Nm ³ or l/t | 51.2l/t | 44.4l/t | |
| 15 | | 低 発 熱 量 | kcal/Nm ³ or kg | 9,593kcal/kg | 9,830kcal/kg | |
| 16 | | 原 単 位 | kcal/t | 481,000 | 436,000 | |
| 17 | 結 予 熱 空 気 | 温 度 | °C | | 330 | |
| 18 | | 量 | Nm ³ /mn | | 201 | |
| 19 | | 熱 効 率 | % | | 34.3 | |
| 20 | 果 廃 ガ ス | 生 成 量 | Nm ³ /kg or Nm ³ | 12.9Nm ³ /kg | 11.2Nm ³ /kg | |
| 21 | | 炉 尻 温 度 | °C | 725 | 850 | |
| 22 | | 空 気 予 熱 器 入 口 温 度 | " | | 650 | |
| 23 | | " 出 口 温 度 | " | | 310 | |
| 24 | | 分 析 成 分 | CO ₂ | % | 14.22 | 14.1 |
| 25 | | | O ₂ | " | 1.10 | 0.5 |
| 26 | | | CO | " | 0.36 | 0.8 |
| 27 | | | N ₂ | " | 84.32 | 84.6 |
| 28 | | 潜 熱 | | kcal/Nm ³ | 11 | 25 |
| 29 | | 冷 却 水 | 使 用 量 | kg/t | | 5,870 |
| 30 | 温 度 | | 入 口 | °C | | 41 |
| 31 | | | 出 口 | " | | 48 |
| 32 | 熱 精 算 時 炉 床 負 荷 | | kg/m ² h | 205 | 363 | |
| 33 | 交 替 数 | | | 2 | 2 | |
| 34 | 1カ月の平均燃料原単位(低発熱量) | | kcal/t | 453,000 | 474,000 | |

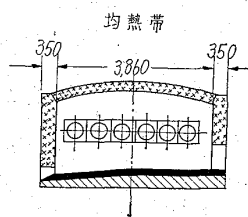
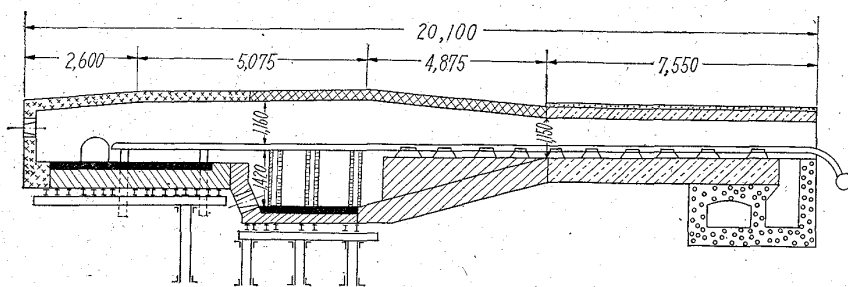
業 状 況 調 査 表

| 鋼管一中形 | 大同一中形 | 愛知知多一中形* | 中山一中形 | 尼鉄一中小形 | 八幡一小形 |
|------------------------------------|---------------------------|---|--|------------------------------|---------------------------|
| 1号炉前下方焚二帶式 | 前上方焚二帶式 | 五方焚五帶式 | 三方焚三帶式 | テ ル モ 形 | 1号炉前方焚一帶式 |
| 67 | 82.0 | 85.3 | 81.8 | 68.5 | 50 |
| 33 | 8.8 | 9.5 | 12.5 | 18.4 | 30 |
| 0 | 9.2 | 5.2 | 5.7 | 13.1 | 20 |
| 25.0 | 9.0 | 7.6 | 30.5(保熱を含まず) | 29.7 | 25.6 |
| $\eta_1=54.5 \eta_2=47.3$ | $\eta_1=52.9 \eta_2=47.3$ | $\eta_1=32.3 \eta_2=27.7$ | $\eta_1=42.9 \eta_2=42.1$ | $\eta_1=79.80 \eta_2=76$ | $\eta_1=45.5 \eta_2=42.0$ |
| 1,270 | 1,150 | 1,050 | 1,220 | 1,150 | 1,250 |
| 160×195×3,200 750kg | φ125×1,600 196kg | φ130×3,000 400kg φ235×φ185×800 235kg | 240×165~215 ×140×1,450 350kg | φ250~φ230 ×1,450 576kg | φ96×1,560 112kg |
| 2.2 | 1.8 | 2.03 | 1.5 | 1.5 | 1.69 |
| 7.9 | 3.0 | 5.2 | 2.15 | 1.54 | 1.34 |
| 33 | 46.0 | 32 | 93 | 37.8 | 287 |
| <75×75 | φ32 | φ36 | シ ー ト バ ー 8.8×250=45% 6.8×250=55% | φ16~32 DA16~32 <75×6~7 | φ19 |
| CO ₂ 炭素鋼 | C0.35炭素鋼 | 特定炭素鋼 | 普通鋼 | 普通鋼 | C0.15炭素鋼 |
| 110.5Nm ³ /t | 37.11/t | 63.31/t | 46.6m ³ /t 32.81/t | 26.21/t | 148Nm ³ /t |
| 3,440kcal/Nm ³ | 9,780kcal/kg | 9,560kcal/kg | 4,800kcal/m ³ 9,380kcal/kg | 10,399kcal/kg | 2,700kcal/Nm ³ |
| 380,000 | 336,000 | 560,000 | 465,000 | 252,000 | 456,000 |
| 174 | 120 | 195 | | 245 | |
| 110 | 60 | | | 258 | |
| 16.0 | 13.2 | 72 | | | |
| 5.5m ³ /Nm ³ | 12.1Nm ³ /kg | 13.4Nm ³ /kg | 湿0.687Nm ³ /kg | 9.248Nm ³ /kg | 2.9Nm ³ /kg |
| 700~750 | 720 | 737 | 850 | 717 | 860 |
| 650 | 710 | 480 | | 386 | |
| 330 | 620 | 270 | | 257 | |
| 12.6 | 13.4 | 11.9 | 12.6 | 18.2 | 13.5 |
| 0.2 | 2.9 | 4.8 | 2.0 | 3.3 | 0.7 |
| 0.1 | 0.3 | 0.06 | 0 | 0.7 | 0.6 |
| 87.1 | 83.4 | 83.24 | 85.4 | 82.8 | 85.4 |
| 20 | 9 | | .0 | 6.981 | 18 |
| 8,500 | 3,450 | 6,971 | 5.75 | | 5.69 |
| 28 | 18 | 19.5 | 15.3 | | 25.3 |
| 55~65 | 25 | 33.5 | 23.6 | | 45.9 |
| 369 | 262 | 123 | 373 | 328 | 278 |
| 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| 420,000 | 350,000 | 652,000 | 570,000 | 430,000 | 486,000 |

* 本加熱炉は操業開始直後の資料で熱効率, 原単位などは正常の数値を示していない。

表 4.4 加 熱 炉 修

| No. | 項 目 | 会社名 | | 富 士 室 蘭 一 中 小 形 | | | 三 |
|-----|----------------------|------|--|--|--|--|---|
| | | 単位 | | 小 修 理 | 中 修 理 | 大 修 理 | 小 修 理 |
| 1 | 修 理 程 度 | | | 小 修 理 | 中 修 理 | 大 修 理 | 小 修 理 |
| 2 | 修 理 頻 度 | | | 3 回 / 6 カ 月 | 2 回 / 年 | 1 回 / 年 | 3 回 / 6 カ 月 |
| 3 | 煉 瓦 関 係 修 理 内 容 | | | 加熱帯 炉 床 (溶損) 炉 尻 天 井 (亀裂) 煙 道 アーチ (亀裂) | 加熱帯 { 炉 床 (溶損) 側 壁 (亀裂) 押出路 炉 床 (溶損) 炉 尻 天 井 } (亀裂) 炉 床 } (亀裂) | 加熱帯 { 炉 床 (溶損) 側 壁 } (亀裂) 炉 窓 } (亀裂) 天 井 煙道アーチ, 側壁 (亀裂) スキッドパイプ断熱材 (落下) 炉前壁 (亀裂) | 均熱帯, 加熱帯の 炉窓ダンパーの裏 張り煉瓦取替 (亀裂) |
| 4 | 煉瓦以外の修理 内容 | | | スキッドパイプ漏水 (腐食) | スキッドパイプ漏水 (腐食) 落口ダンパー取替 (焼損) | スキッドパイプ取替 (腐食) 空気予熱器取替 (") 炉前ガス, 空気バルブ取替 (腐食) | スキッド取替 (焼損) |
| 5 | 修理 1 回分の平均煉瓦使用量 | t | | 3 | 6 | 120 | 0.3 |
| 6 | 昭和35年10月以前2年間の煉瓦総使用量 | t | | | 300 | | |
| 7 | 昭和35年10月以前2年間の加熱総t数 | t | | | 140,500 | | |
| 8 | 煉瓦原単位 | kg/t | | | 2.1 | | |



- 7ローム煉瓦
- シャモット煉瓦 (SK34)
- シャモット煉瓦 (SK32)
- シャモット煉瓦 (SK30)
- マグネシア煉瓦
- 珪石煉瓦
- 珪石, シャモット煉瓦の混合
- 断熱煉瓦

図 4.7. 8t/h 前下方焚二帯式連続加熱炉 (鋼管中形)

スキッドは、その心配がなく好評である。そのほか炉体の外側を断熱煉瓦で覆い、加熱炉の外壁からの熱損失を防ぐ方法も最近多くなっている。

4.1.7 操炉状況

(1) 熱効率

炉の熱効率は昭和24年は17.3~43.9%の範囲内であつたが、昭和28年は、22.0~57.2% (以上鋼材部会報告第2巻) となり、今回はさらに良く、36.5~79.8%で、その平均は52.2%で著しい向上を示している。

図4.22に見られるように、51.0~

理 調 査 表

| 菱 鋼 材 本 社 一 中 形 | | 住 金 小 倉 一 小 形 | | |
|------------------------------------|--|------------------------|-----------------------------------|---|
| 中 修 理 | 大 修 理 | 小 修 理 | 中 修 理 | 大 修 理 |
| 2回/年 | 1回/2年 | 1回/6ヵ月 | 1回/年 | 1回/3年 |
| 均熱帯 { 抽出口(亀裂) 側壁(〃) 加熱帯側壁(〃) | 均熱帯 { 炉床(溶損) 側壁(亀裂) 天井(〃) 加熱帯 { 炉床(溶損) 側壁(亀裂) 天井(〃) | 加熱帯 { 側壁(欠損) 炉床(溶損) | 加熱帯 { 側壁(溶損) 炉床(〃) 予熱帯炉床(〃) | 加熱帯 { 天井(溶損) 炉床(〃) 側壁(〃) 予熱帯 { 側壁(溶損) 炉床(〃) |
| スキッド取替(焼損) | スキッド取替(焼損) | 落し口水冷ボックス取替(摩耗) | 落し口水冷ボックス取替(摩耗) スキッドレール取替(溶損) | 落し口水冷ボックス取替(摩耗) スキッドレール取替(溶損) |
| 0.9 | 63 | 5 | 10 | 25 |
| 70 | | 57 | | |
| 56,700 | | 77,070 | | |
| 1.23 | | 0.74 | | |

53.9%のものが最も多い。資料が少ないので明らかではないが、テルモ炉を別にして考えると、ガス焚は平均熱効率が53.8%、重油焚では50.0%で、重油よりもガスの方が効率が良いように思われる。テルモ炉は3基であるが、熱効率の平均は62.7%で最も良い。

炉形別に熱効率を打点すると図4.23のようになる。三帯式が最も熱効率が悪いのは、スキッドパイプの冷却による熱損失が大きいと考えられる。

また、一ヵ月間の平均燃料原単位を示す図4.24のごとくになる。

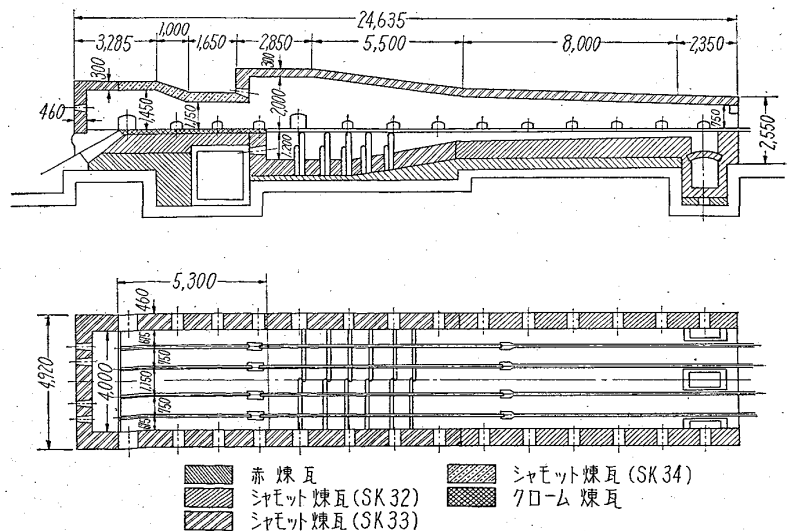


図 4.8 t/h 三方焚三帯式連続加熱炉 (中山中形)

(2) 抽出温度と材質

抽出温度は $1,050^{\circ}\text{C}\sim 1,330^{\circ}\text{C}$ の範囲にあり、図4・25に示す通りである。特殊鋼の温度範囲は $1,050^{\circ}\text{C}\sim 1,190^{\circ}\text{C}$ で、普通鋼の $1,130^{\circ}\text{C}\sim 1,330^{\circ}\text{C}$ よりも低い。

(3) 空気予熱温度、炉尻廃ガス温度およびガス分析。

空気予熱器を持たない炉もかなり多く、32基中16基もある。予熱温度は $120^{\circ}\text{C}\sim 400^{\circ}\text{C}$ の範囲にあり、 $150^{\circ}\text{C}\sim 350^{\circ}\text{C}$ が大部分である。(図4・26)。

炉尻における廃ガス温度は $450^{\circ}\text{C}\sim 950^{\circ}\text{C}$ の範囲にわたり、 $700^{\circ}\text{C}\sim 750^{\circ}\text{C}$ が圧倒的に多い。(図4・27)

廃ガスの分析値は CO_2 、 CO 、 O_2 、 N_2 についてそれぞれ図4・28～図4・31に示す。 CO_2 は $14.0\sim 14.9\%$ 。 CO は $0\sim 0.09\%$ 、 O_2 は $0\sim 0.9\%$ 、 N_2 は $84.0\sim 84.9\%$ が最も多い。

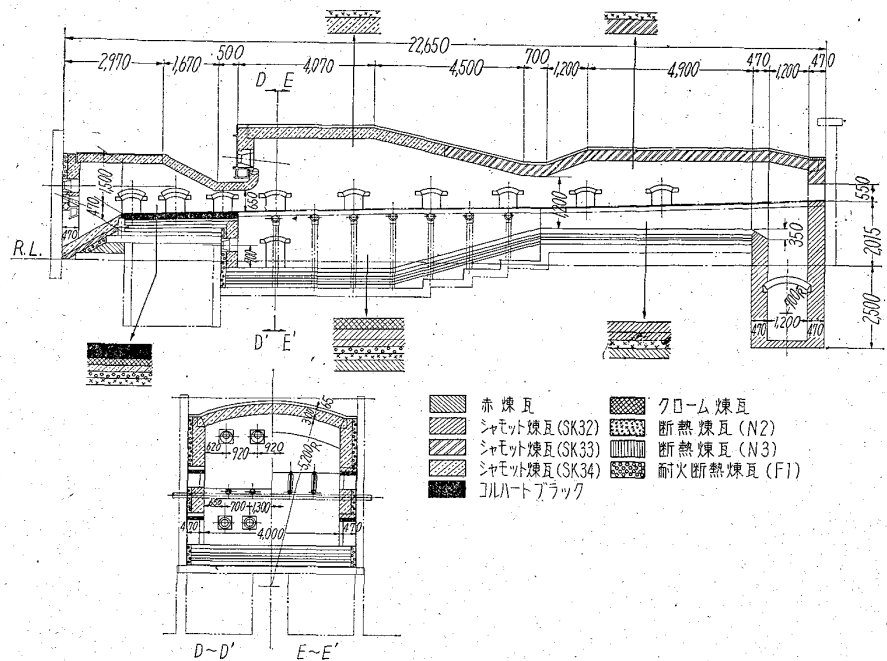


図 4・9 25t/h 三方焚三带式連続加熱炉 (三菱鋼材深川大中形)

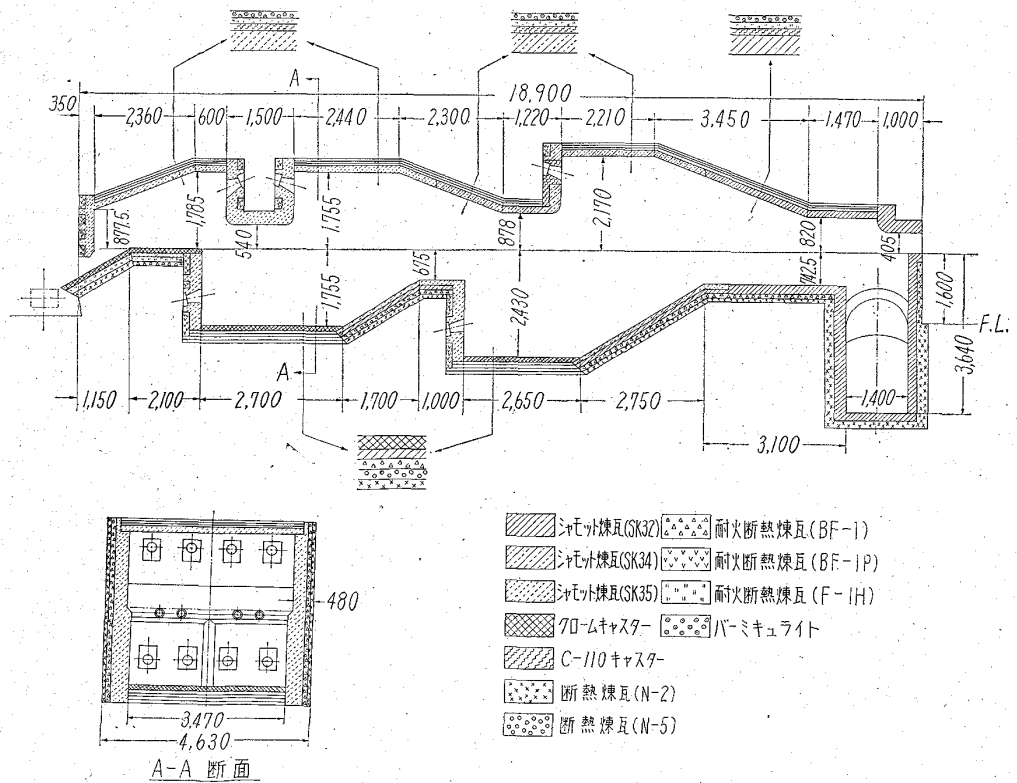


図 4・10 33t/h 五方焚五带式連続加熱炉 (愛知知多中形)

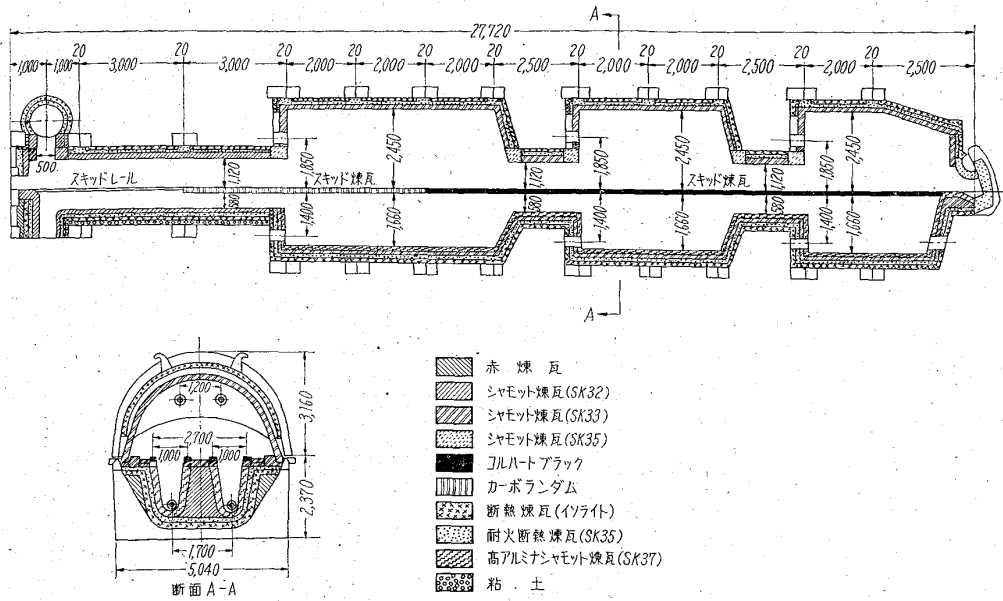


図 4.11 40t/hテルモ式連続加熱炉 (尼鉄, 中小形)

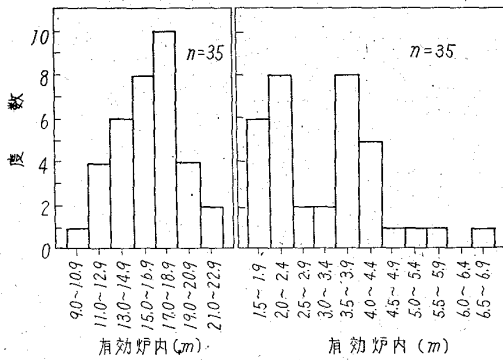


図 4.12 有効炉長の分布

図 4.13 有効炉内の分布

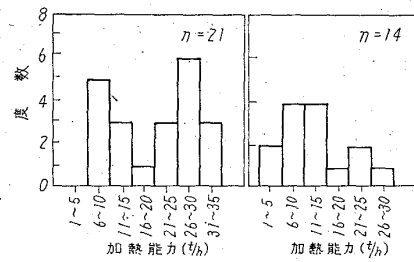


図 4.16 中形炉加熱能力の分布

図 4.17 小形炉加熱能力の分布

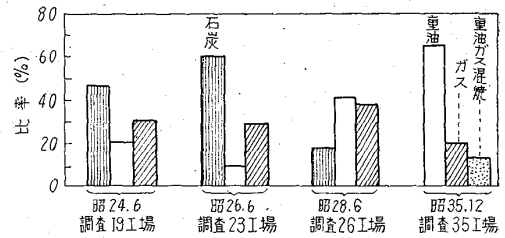


図 4.18 燃料構成比率の移行

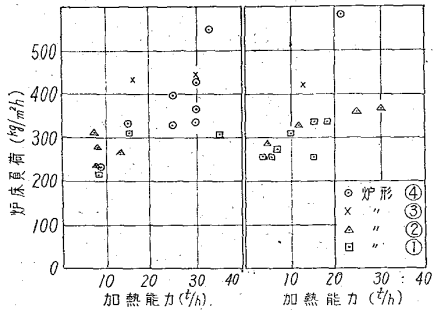


図 4.14 中形炉加熱能力—炉床負荷

図 4.15 小形炉加熱能力—炉床負荷

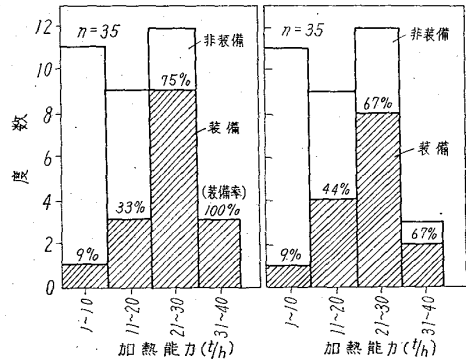


図 4.19 炉内圧自動調整装置装備状況

図 4.20 自動燃焼装置装備状況

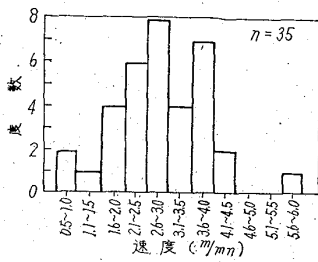


図 4.21 装入速度の分布

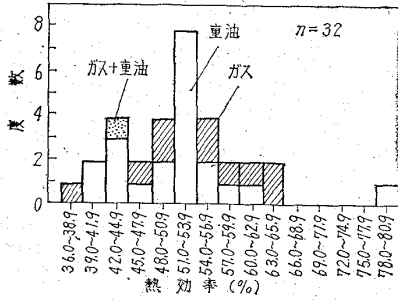


図 4.22 熱効率の分布

| 炉形 | テルモ式 | | 平均 x : 62.7 | | ○ ガス × 重油 △ ガス重油混焼 |
|---------|------|---|-------------|---|----------------------------------|
| | ○ | × | ○ | × | |
| 三方焚三帯式 | ○ | △ | ○ | × | ○ : 42.1 △ : 42.9 × : 48.5 |
| 前下方焚二帯式 | | × | ○ | × | ○ : 54.5 × : 48.1 |
| 前上方焚二帯式 | | × | ○ | × | ○ : 63.2 × : 51.5 |
| 前方焚一帯式 | ○ | × | ○ | × | ○ : 54.5 × : 51.7 |

図 4.23 炉形一熱効率(有効熱量/低発熱量)

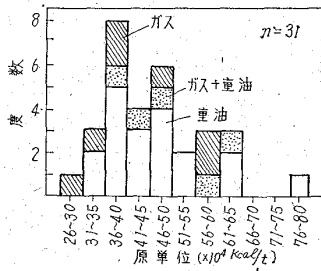


図 4.24 月間平均燃料原単位(低発熱量)

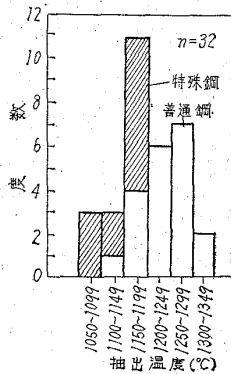


図 4.25 抽出温度の分布

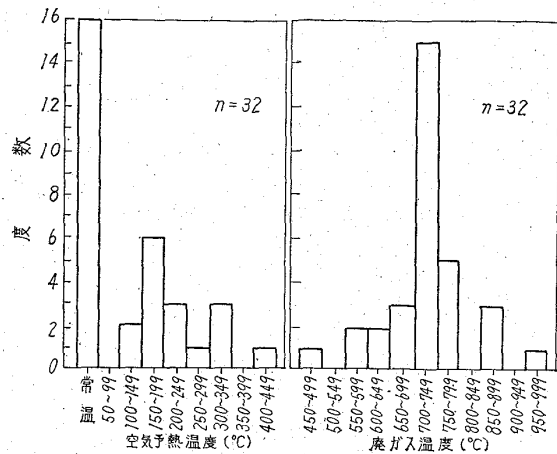


図 4.26 熱精算時空気予熱温度の分布

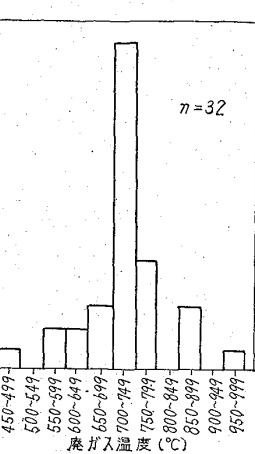


図 4.27 炉尻廃ガス温度の分布

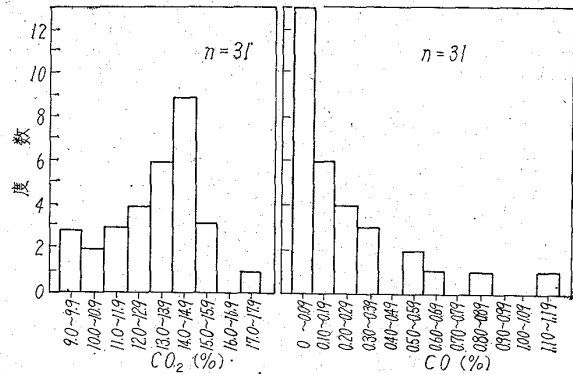


図 4.28 廃ガス中のCO₂ %の分布

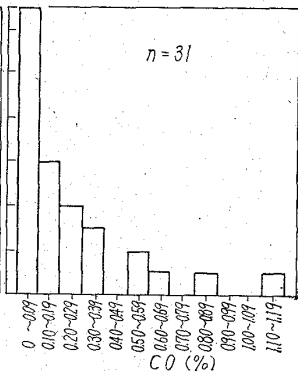


図 4.29 廃ガス中のCO%分布

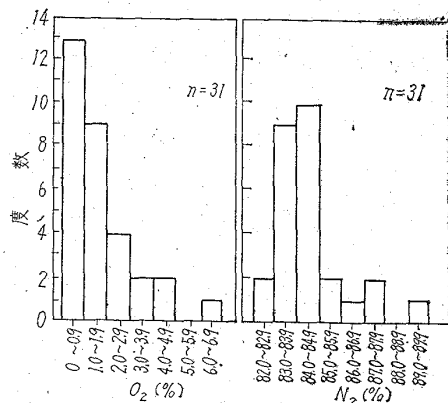


図 4.30 廃ガス中のO₂の分布

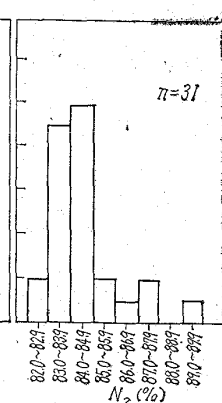


図 4.31 廃ガス中のN₂の分布

4.2 加熱炉の修理

圧延作業は、昼夜連続して行なわれることが多く、そのために諸機械設備の保守は極めて重要である。なかで

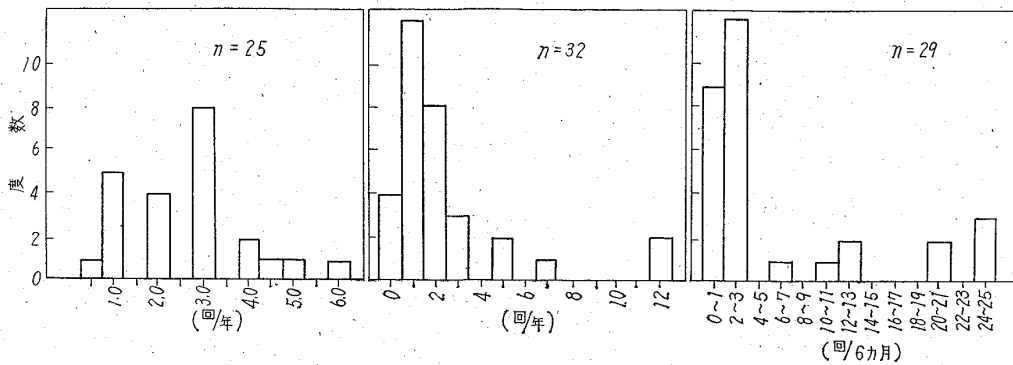


図 4.32 大修理頻度の分布 図 4.33 中修理頻度の分布 図 4.34 小修理頻度の分布

も加熱炉は、万一事故を生じた場合には圧延全作業が中断され、その復旧に日時を要することが多いので莫大な損害を受けるおそれがあり、特に注意しなければならない。

近年、耐火煉瓦の品質が飛躍的に向上しつつあるとはいえ、その溶損、破損、磨耗などは避けられず、その他にも、スキッドパイプ、燃焼装置などに故障の発生が認められる。

したがって、作業を支障なく続けるためには、事前の診断による計画的な修理または定期修理がどうしても必要である。

4.2.1 修理の状況

加熱炉の修理状況については、これまでまとまった報告がほとんどなかったが、今回各社の修理状況を調査することが出来たので、その代表的な例を表4.4 (242ページ) に示す。

修理には手直し程度の小規模なものから、炉体を解体して行なう大規模なものまでであるが、今回の調査にあ

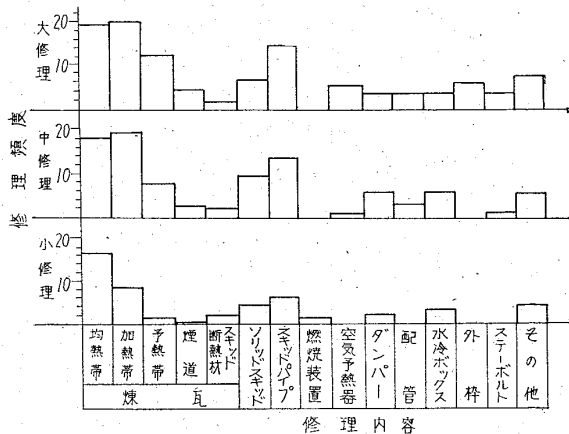


図 4.35 修理の内容と頻度

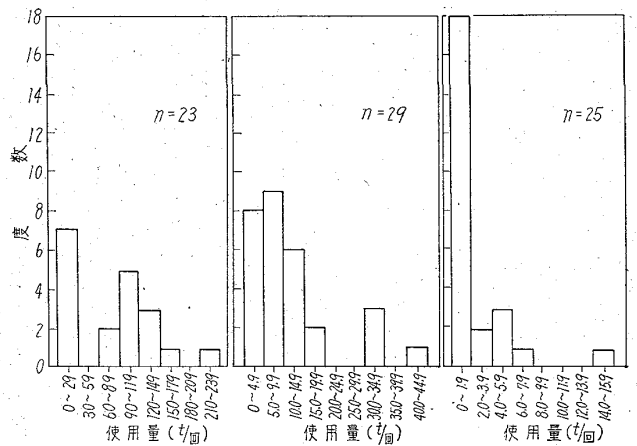


図 4.36 大修理 煉瓦使用量の分布 図 4.37 中修理 煉瓦使用量の分布 図 4.38 小修理 煉瓦使用量の分布

つて分類はつぎの通りに統一した。

1. 小修理 24時間以内で実施可能程度の修理を小修理とする。
2. 中修理 24時間以上5日間未満で実施可能程度の修理を中修理とする。
3. 大修理 5日間以上を要する修理を大修理とする。

大修理、中修理、小修理の頻度を図4.32～図4.34に示す。

各種修理の頻度はかなりばらついているが、大修理は3年毎に1回、中修理は1年に1回、小修理は半年に2～3回行なうのが最も多い。しかし、すべての加熱炉が大、中、小の各修理を全部行なっているわけではなく、中修理を行なわないもの、まれには、小修理をしていない加熱炉も見受けられる。

修理の内容は多項目にわたっているが、各項目について、大・中・小修理の頻度をとつてみると、図4.35のごとくになる。

これによると、煉瓦関係では、大修理、中修理は加熱帯が最も多く、ついで均熱帯、予熱帯、煙道の順となっており、小修理では均熱帯が断然多い。

煉瓦関係以外では、スキッド、特に水冷スキッドパイプの修理が多いことは注目される。内容は水漏れが大部分で、スキッドパイプの保守にはさらに格段の研究が必要と思われる。

つぎに修理の1回に使用する煉瓦の量の分布図を図4.36~4.38図に示す。

大修理、中修理、小修理の平均煉瓦使用量は、中形炉はそれぞれ74t、13.4t、2.7tであり、小形炉では69t、6.1t、2.7tである。煉瓦の使用量のばらつきは、いずれの修理の場合もかなり大きい。

4.2.2 煉瓦原単位

図4.39は昭和35年10月以前2年間の素材加熱t数に対する煉瓦の使用量、すなわち煉瓦の原単位である。図4.40は、この原単位を燃料別に分類、図4.41は普通鋼、特殊鋼別に分類したものである。

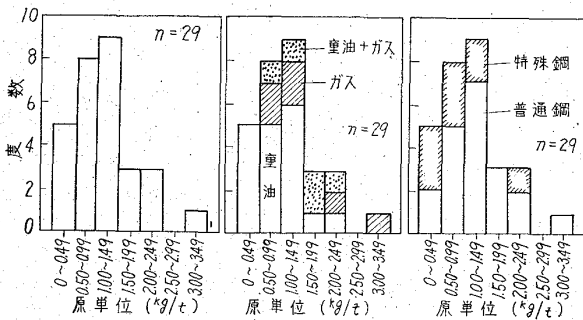


図 4.39 煉瓦原単位の分布 図 4.40 燃料別煉瓦原単位の分布 図 4.41 鋼種別煉瓦原単位の分布

これによると煉瓦の原単位はガス燃料の炉では平均1.51kg/t、ガスと重油混焼が1.34kg/t、重油が0.895kg/tとなり一般の考え方からするとガス燃料の方が重油の場合より煉瓦がいたまないとと思われるが、むしろ逆の結果が示されている。ガス燃料を使用するのは一貫メーカーに限られしたがって、普通鋼メーカーということになる。普通鋼は一般に抽出温度が特殊鋼にくらべて高いので、そのために煉瓦単位が高いのではないかと考えられ、その比較をした図4.41から、一応の裏付けが得られるように思う。

さらに一步進めて抽出温度と煉瓦原単位の関係をしらべてみるのは極めて興味ある問題である。ただし、その加熱期間の抽出温度の代表値を如何にえらぶかが問題である。今回の調査データには適当と思われるものがなか

つたので、一応熱精算時の抽出温度をとることとした。その結果を図4.42に示す。

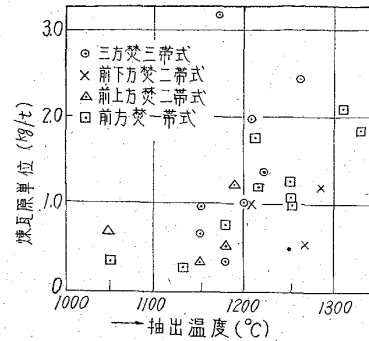


図 4.42 抽出温度—煉瓦原単位

本図によれば、抽出温度が高いほど、煉瓦原単位も高いという傾向は認められるようである。

その他、煉瓦原単位に関係のありそうな要素として図4.43は炉形と煉瓦原単位の関係を、また図4.45には加熱能力と煉瓦原単位の関係をそれぞれあらわしてみた。

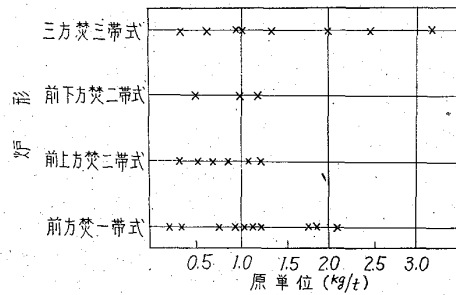


図 4.43 炉形別煉瓦原単位

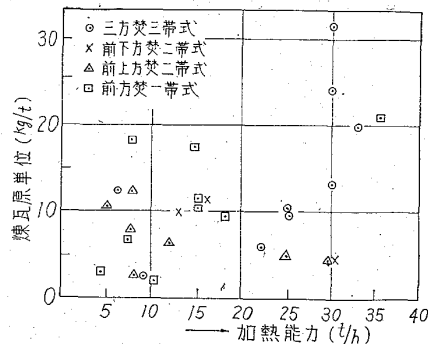


図 4.44 加熱能力—煉瓦原単位

以上、加熱炉の修理状況について調査したのであるが、その結果を以下に簡単にまとめてみる。

- 1) 修理の程度別による頻度は、工場によりかなり差があり、小修理をひんぱんに行なう工場もあれば、小修理を行わず、大修理または中修理として集中的に行なうところもある。

- 2) 修理場所は、煉瓦関係以外では、スキッド関係、特に水冷スキッドパイプの修理が多く、一層の研究を必要とする。なお故障防止と熱効率の上昇を計るため、近年特殊煉瓦スキッドの使用が盛んになりつつある。
- 3) 煉瓦の原単位のばらつきもかなり大きい。原単位との関係図を幾つか示し、なかには相関が見出されると

思われるものがあるけれども、煉瓦原単位には、加熱炉の使用頻度、煉瓦の材質、燃料の成分など、その他にも多くの考慮を要する項目が考えられるので、なお一層の今後の調査研究に待つところが大きいと思われる。