

技 術 報 告

水島製鉄所の建設と操業について*

岩 村 英 郎**

Construction and Operation of Mizushima Iron Works

Eiro IWAMURA

1. 緒 言

近時の日本鉄鋼業の飛躍的な国際的地位向上の決定的な要因となつている、あいつぐ新立地の臨海製鉄所の建設は、戦後間もない昭和 26 年に発足した当社千葉製鉄所が口火を切つたものといえる。

当時賛否ともどもの世評の中で、当社初代社長故西山弥太郎氏の指揮のもとに、社運をかけて着工されたこの製鉄所も、昭和 28 年に第 1 溶鉱炉、翌 29 年に平炉および第 1 分塊工場が竣工したところ不況に見舞われ、深刻な資金難のため、しばらくの間は阪神地区社内既設工場への半成品供給基地の姿にとどまつていた。そのごさまざまな経緯ののち、第 2 高炉とホットおよびコールド・ストリップミルの完成により、ようやく粗鋼年産 100 万 t の一貫製鉄所の体裁を整えたのは昭和 33 年春のことであつた。

このころすでに西山氏は千葉の最終の姿に見通しをつけ、将来の日本鉄鋼業の発展に対するためには、当社として第 2 の新立地に一貫製鉄所を建設する必要があることを認め、千葉の拡充と平行してその候補地の探索を開始したのである。

この候補地の検討は、千葉立地のときと同様に日本全国にわたつて綿密に進められたが、すでに関東地区に新

鋭製鉄所の建設が着々と進行しつつあつたことから、当然のなりゆきとして、焦点は大阪以西特に瀬戸内地区にしばられていつた。そして数カ所の有力な候補の中から慎重な検討の結果水島地区に決定し、昭和 36 年岡山県および倉敷市と誘致協定に調印したのである。

2. 新立地選定の理由

2.1 広大な面積

千葉製鉄所の建設を計画していた当時は、百万坪の土地で粗鋼年産 100 万 t の規模が最終の姿と考えられていたが、その後あいつぐ設備の増設により工場のスケールも大きくなつたが数年を経ずして敷地の狭隘が問題となるにいたつた。このように技術革新・設備の大型化により、製鉄所の経済単位は戦後間もないころの年間 100 万 t からしだいに膨張して、昭和 30 年代は 200~300 万 t から 500~600 万 t へと移行していき、40年代の新製鉄所はいずれも 1000 万 t 単位が目標とされており、将来の発展性を考慮すれば、単一製鉄所として 1500 万 t まで生産可能なスペースをとるべきであると考えられる。

この点水島地区は高梁川河口に位置し、既成の 106 万坪の干拓地があり、さらに地先海面は遠浅になつていて十分に広大な敷地を確保することができる。立地決定の当時は 600 万 t の規模を計画したが、逐次計画を拡大し現在では第 1 期工事として干拓地を含めて 256 万坪の土地に 1100 万 t の規模とし、さらに第 2 期工事として 130 万坪以上を埋め立てる権利を留保している。

2.2 自然的条件

水島地区は瀬戸内海に面して気候温和・海上静穏であつて、台風・高潮・地震などの天災がほとんどない自然環境に恵まれている。

地勢は旧高梁川流出土砂により形成された砂州の上に造成された干拓地および付近の既成陸地と海面埋立地よりなるが、地盤は地下-12~16m の所から厚さ約 30m におよぶ N 値 50~51 以上の砂礫層が存在して、製鉄所



写真 1 水島製鉄所の全景

* 昭和44年7月3日受付 (依頼技術報告)

** 川崎製鉄(株)取締役

のような重量構造物の建設には、全く理想的な地盤である。

また鉄鋼業は用水型産業ともいわれ、多量の工業用水を必要とするが、当地は中国地方で最も水量の豊富な高梁川をひかえており、当製鉄所が最終的に必要とする淡水30万 t/day は十分確保できる。

2.3 経済的条件

第1期工事の工場敷地として予定した海面は、水深最高—3.5m 程度の遠浅になつており、埋立土量は少なくてすみ、既成陸地および埋立地平均して坪あたり 4 500 円くらいの安価な地価となる。また付近海面の浚渫土の大半はきわめて良質の砂礫からなり、余剰浚渫土を各設備の基礎コンクリートの骨材として利用することができた。

さらに当地は瀬戸内海の中央に位置し、交通は海上・陸上とも至便で、特に海上輸送を主体とする臨海製鉄所としては、瀬戸内海本航路から水島港に通ずる水深—16m の水島航路および—16~17m の泊地が整備されているため、大型船舶が自由に入港することができ、海上運賃の軽減という恩恵を享受することができる。

このほか、水島地区は新興の臨海工業地帯として最近脚光を浴びて登場したばかりで、後背地に未開発の豊富な労働力が温存されているので、当製鉄所最終計画までの労働力の確保は可能である。

さらに当地は阪神工業地帯に隣接し、瀬戸内海沿岸には自動車・造船など各種重工業が発達しており、これらの大きな需要に対し適時に応ずることができる。

以上のような諸利点から見て、当社は東の千葉製鉄所に対応した西の拠点として、水島地区を第2の製鉄所の用地に選定したわけである。

3. 工場レイアウト

誘致協定に調印した時の地形としては図1に示すように、東は水島航路・南は上水島から 800m 幅の玉島航路

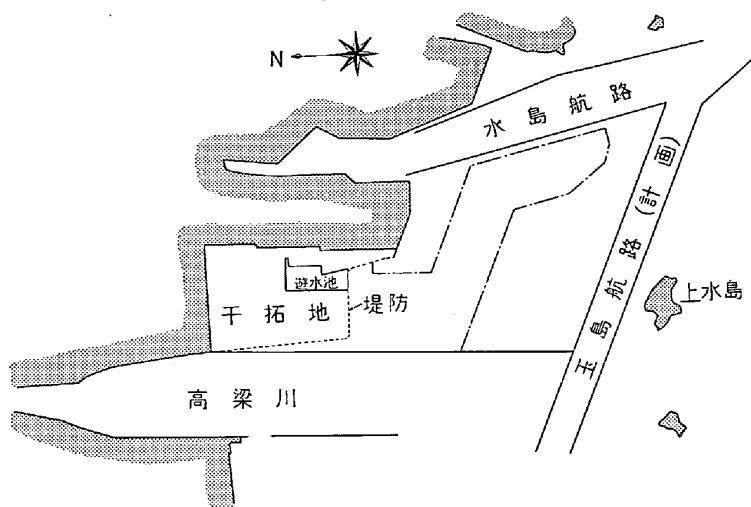


図1 水島製鉄所地形図

の計画路線そして西は高梁川の対岸と平行した線の3本の線によつて囲まれた奇妙な形で、これが製鉄所の地形を決定する上での大前提であつた。

さて第1期工事として粗鋼年産 1 100 万 t もの膨大な規模をもつ製鉄所のレイアウトを考察するにあつて、各設備の合理的な配置が必要不可欠の要件であるが、このさい最も留意すべきことは原料・半成品および製品の輸送問題である。

原料の搬入・半成品および製品の搬出はほとんど海上輸送に頼ることになるので、海岸線の長い地形にすることが望ましい。また場内輸送については、高炉原料のほかはほとんどが重量物の運搬で、大量にしかも頻繁に行なう必要があるので、軌道輸送に頼らざるを得ない。この場合折返しや線路の平面交叉があると、列車の一旦停止による輸送時間の延長とか、線路の曲線部の増加による走行抵抗の増大など多くの欠陥が生じ、また相対的に輸送距離が延長することになる。さらに折返し方式を採用したレイアウトでは、当初の計画時に将来の設備配置がある程度規制されて弾力性を欠くことになり、将来の技術革新による設備の変更などに対処することが困難となろう。したがつて材料・半成品が一方に淀みなく円滑に流れるような、また最終計画までを考慮したレイアウトについて種々検討した。

このようにして最終的に決定した地形および工場レイアウトが図2に示すものである。

すなわち全用地を2分割し、さしあつての第1期工用地は 256 万坪の長靴型の地形とし、残りは将来用地として埋立権を確保した。

鉱石・石炭岸壁は、15万 t 級以上の大型専用船の出入を容易にするため、水島航路（現在水深—16m）に通ずる切込港湾を設けることにより、十分に長い延長線をもつ鉱石岸壁を確保し、他方石炭岸壁は水島航路沿いに設置することにした。ただし現在は岸壁長さになお余裕があるので、鉱石岸壁を鉱石・石炭のコモン・パースとして使用しており、その水深は—17m で第3高炉建設時には—18m の岸壁を増設することになっている。これら岸壁の背後にこれと平行してそれぞれ鉱石・石炭ヤードを設け、これらヤードからほぼ同じ距離の所に高炉群を配置することにした。

高炉は4基からなるが高炉群の配置については、溶銑線に対して平行配置か傾斜配置かの決定に迷つたが、4基もの超大型高炉を一列に配置するには場所的な制約があるほか、溶銑線の総延長が増大するため、折衷案として図3に示すように、2基の高炉をペアとしたツイン型傾斜配置にすることに決定した。これにより溶銑車の運行に際して、交錯折返しを最小限にしようと期待される。

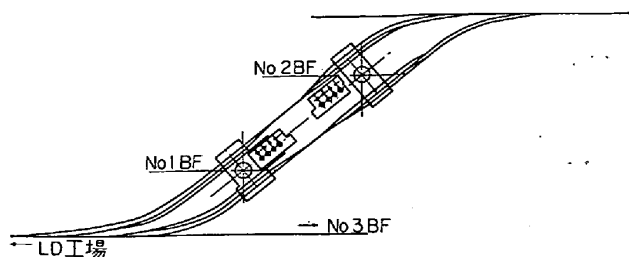


図3 No 1, 2 高炉配置図

このようにして製鉄地区は半島部に収容することができたが、製鉄所地形が細長い形状であるため、敷地内を南北に貫通するグリーン・ベルトと称する幹線道路を設け、その中央部に高压送電線・給排水本管その他ユティリティー関係の主配管類を走らせた。そしてこのグリーン・ベルトより西側の長方形の地形内に製鋼・圧延の主要設備を配置した。すなわち高炉から出る溶銑をほとんど消費する転炉工場は、当然高炉群から最も近い南部地区におき、ここを出発点として各種圧延設備を工程順に北に向かつて配列してある。

粗鋼 1 100 万 t の時点では、製品は年間約 900 万 t にも達し、しかもその積出しはほとんど海上輸送になるので、その船積み場は 2 カ所に分け、条鋼・棒鋼類は切込港湾の奥に設けた製品岸壁、厚板・薄板は高梁川沿岸の岸壁を使用することにした。

なお工場敷地の北部地区は、一貫工程とは直接関係のない鑄鍛鋼設備や、合金鉄製造その他 2 次 3 次製品加工の関連企業などの用地として確保した。

このように長靴型の細長い地形の中に、その先端から付根に向かつて物資を流す方式は、建設計画の初期の段階ではたしかに必要な以上に長い輸送距離となつて不利であるが、建設の進行につれて次第にその合理的な配置の強味を発揮していくことになろう。

4. 一貫体制確立までの建設過程

話は前後するが水島地区を新立地に選定した当時は、ちょうど千葉製鉄所の増強期にあたり、なお当分の間ここに一貫体制を布く必要がなく、また資金的余裕も少なかったもので、地先海面の埋立は経済的なテンポで進められていた。

ところで当社の特殊事情として、当社製品のワイヤロープ・溶接棒の素材ロッドは途中工程を他社に依存しており、また棒鋼も老朽設備で製造されていて、いずれも製造コストが高く採算割れとなつていた。この問題を解決するために、既成干拓地内に新鋭の小形線材工場がまず建設され、その完成をみたのは昭和 40 年 10 月のことであつた。ついで千葉製鉄所の増強も最終段階となり分塊ミル能力の不足が予想されるにいたつたので、昭和 41 年 8 月第 1 分塊工場が予定され、その次にはじめて一貫体制となるのであるが、この場合も当社の圧延設備の

中で最も能力不足の厚板設備が、水島で新設すべき圧延設備の第 1 候補とされた。

このように水島は千葉その他社内各工場の補完的な性格を持たされた結果、ストリップ・ミルの建設が後廻しとなり、大型高炉 2 基を持つ現在でもなおしばらくの間他工場への半成品供給基地の姿が強く残ることになる。

さて千葉製鉄所は昭和 40 年 4 月第 5 高炉の完成により粗鋼年産 600 万 t の規模に達しこれ以上の拡張の余地は全くなり、他方水島の地先海面の埋立も予定通り進行中であつたので、水島地区の一貫化がはじめて実施の段階にはいつた。しかしながら一貫体制の着工当時は、不況により資金事情が窮迫し、また高炉 1 セット粗鋼 200 万 t という規模を一気に完工することは、当社にとってステップとして大きすぎるとの判断から、需給バランス上まず 100 万 t プラントを建設することにした。すなわち高炉本体・転炉自体は 200 万 t のユニットとするが、周辺設備は当初 100 万 t 生産に必要なもののみにとどめて、建設初期の所要資金を極力圧縮することとした。たとえば製鉄関係については、当時の原料事情を勘案して焼結用粉鉱石の購入が比較的容易であつたので、思いきつて整粒設備を後廻しにしてほとんど全量を焼結鉱装入とし、一部購入ペレットおよび山元整粒鉱に頼ることにした。また熱風炉も 4 基のうち 3 基、180 度対向型の鑄床 2 面も当初は 1 面のみとした。製鋼関係ではスクラップは全量還元屑のみを使用することとし、購入屑荷揚げ用の岸壁・アンローダーおよびこれに見合うスクラップ・ヤードを一切カットした。

このように非常に窮屈な姿で発足したが、着工直後幸いにして市況が大幅に好転し、すぐ追いかけて 200 万 t プラントにするための補完設備に着工して、第 1 高炉火入れ後 6～9 カ月には本来の姿にすることができた。そのご逐次設備の拡充・新設をつづけ、本年 1 月第 2 高炉の火入れ、4 月第 3 転炉の完成により粗鋼年産 450 万 t の体制にはいり、ストリップ・ミルもコールドは本年 10 月ホットは明年 1 月完成の運びとなり、ようやく新鋭製鉄所の形体を整えることになる。

以下工程順に各設備の建設状況・設備内容および操業状況につき概説する。

5. 製鉄設備

5.1 出銑能力

4 基の大型高炉はいずれも建設当時の最新技術の粋を集めて、製造コストの低減、生産性の向上を計る。その出銑比は $2.1 \sim 2.2 \text{ t/m}^3 \cdot \text{day}$ は可能であるから、表 1 に示すように出銑量は合計 26 000 t/day となり、年間約 950 万 t の生産が見込まれる。

5.2 鉄鉱石

高炉装入鉄鉱石の鉄比を 1.6 とすれば、高炉 4 基時の装入鉄鉱石量は約 1 520 万 t/year となるが、うち処理鉄

表 1 高炉の生産能力

高炉名	内容積 (cm ³)	出鉄量 (t/d)	完成年月
No 1	2 150	4 600	S 42-4
No 2	2 857	6 300	S 44-1
No 3	約 3 300	7 300	S 45-9(予定)
No 4	約 3 500	7 800	S 47-3(予定)
合計	—	26 000	

表 2 焼結機の概要

焼結機名	火格子面積 (m ²)	能力 (t/day)	完成年月
第 1 焼結	183	5 600	S 42-3
第 2 焼結	250	7 700	S 44-1
第 3 焼結	約 300	8 800	S 45-9(予定)
第 4 焼結	約 300	8 800	S 47-3(予定)
計	—	30 900	

は 70~80% の焼結鉱と若干量の購入ペレットとすれば焼結用粉鉱は約 960 万 t となる。そして塊精鉱の装入量は約 380 万 t となるが、整粒工程における粉発生率を 40% とすれば、切込鉱: 635 万 t ($=380 \div 0.6$)

発生粉: 255 万 t ($=635 \times 0.4$)

したがって年間所要鉄鉱石は塊鉱石 635 万 t、粉鉱石は 705 万 t となり、合計 1 340 万 t と計上される。

なお鉱石の整粒設備は能力 1 000 t/hr のもの 4 系列からなり、4 次破碎まで行なつて整粒鉱の粒度を 9~25 mm におさめる。

所要の焼結鉱を確保するため、表 2 に示すような焼結設備を逐次設置する計画である。いずれもルルギー式の大規模機で、合計年間約 1 130 万 t となり、所定の焼結比を確保することができる。

5.3 鉱石ヤード

鉱石ヤードの全体配置図は図 4 に示すとおりである。鉱石岸壁から荷揚げ後、粗鉱ヤードに全量いつたん銘柄別に仮置きし、切込鉱は破碎篩分設備を経て整粒鉱と篩分粉鉱に分けられる。前者は精鉱ヤードに銘柄別に貯蔵

表 3 鉱石ヤード面積および貯鉱量

ヤード名称	面数	総面積 (m ²)	貯鉱能力 (1 000 t)
粗鉱ヤード	6	124 300	1 178
精鉱ヤード	5	26 300	696
オア・ベッド	10	72 000	600
合 計	24	222 600	2 474

しておき必要に応じてオアベッドに、後者および粉鉱は直接オア・ベッドに送られ、ともにそれぞれのベッドで十分ブレンドした後、貯鉱槽または焼結工場へ搬送される。この間の輸送はすべて遠隔操作によるベルト・コンベヤ方式をとつている。

さて 1 日平均輸入鉱石量は約 36 700 t となるが、これに対し鉱石ヤード面積および貯鉱能力は表 3 のようになり、65 日分以上の貯鉱が可能なので、貯鉱能力は十分と考えられる。

鉄鉱石以外の鉄マンガン鉱・石灰石その他の雑原料は鉱石岸壁の 500 t アンローダーで水揚げし、雑原料ヤードに貯蔵する。このヤードは焼結工場の稼動状況が直接高炉操業に影響するのを防ぐため、適量の焼結鉱の貯蔵場としても使用されている。

5.4 石炭およびコークス

出鉄量 26 000 t/day に対し、コークス比を 470~480 kg/t とすれば、塊コークス必要量は約 12 400 t/day となる。これに対するコークス炉は表 4 のように計画している。いずれもカール・スティル社の設計によるもので第 1・2 コークス炉は炉高 6 550 mm、第 3・4 は 6 800 mm の国内随一の大型炉である。表 4 から判明するように、高炉のコークス所要量ばかりでなく、焼結用粉コークスもほとんど自給することができる。

原料炭は現在鉱石岸壁・将来は石炭岸壁から水揚げしてのち、石炭ヤードに銘柄別に貯蔵し、ついで破碎篩分設備を経て配合ヤードに送り、ここで鉄鉱石と同じようにヤード・ブレンドを行なうのが特色で、その後コークス炉に払い出される。これらの石炭ヤードは表 5

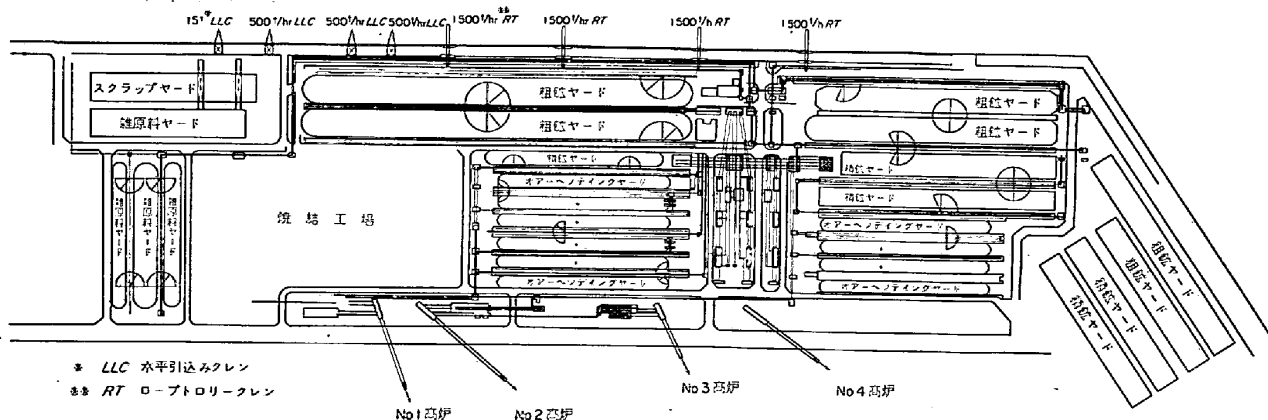


図 4 鉱石ヤード全体配置図

表4 コークス炉概要

炉 号	門 数	1 門あたり寸法 (mm)	生産能力 (t/d) (高炉前換算)	完 成 年 月
No 1 コークス炉	39×2	420×15 950×6 550	2 290	A 炉団 S 42. 3 B 〃 S 42. 12
No 2 〃	43×2	〃	2 530	A 〃 S 43. 12 B 〃 S 44. 5末
No 3 〃	43×2	420×15 950×6 800	2 640	A 〃 S 45. 1(予定) B 〃 S 45. 9(〃)
No 4 〃	43×2	〃	2 640	A 〃 S 46. 3(〃) B 〃 S 47. 3(〃)
No 5 〃	43×2	〃	2 640	A 〃 S 47. 9(〃) B 〃 S 48. 3(〃)
計	—	—	12 740	

表5 石炭ヤード概要

ヤード名称	面 数	1 面当り寸法 (m)	総 面 積 (m ²)	貯炭能力 (t)
原料炭ヤード { A B	6 6	460×36 530×36	99 300 114 400	705 200
配合ヤード { a b c	2 2 4	150×25.7 287×25.7 255×25.7	7 710 14 750 26 212	120 500
計	20		262 384	825 700

表6 第1・2高炉の主要仕様

	第 1 高 炉	第 2 高 炉
炉 床 径	10.0m	11.5m
炉 内 容 積	2 156m ³	2 857m ³
羽 口 数	28ヶ	34ヶ
出 銑 口	2ヶ所 (対向型)	2ヶ所 (対向型)
原料装入装置	ベルト・コンベヤ方式	ベルト・コンベヤ方式
炉 頂 圧	max. 1.5 kg/cm ²	max. 1.5 kg/cm ²
熱 風 炉 型 式	コッパース型外燃式	コッパース型外燃式
〃 加熱面積	36 800m ² ×4	51 800m ² ×4
送 風 温 度	max. 1 350°C	max. 1 350°C
送 風 量	4 500Nm ³ /min	6 300Nm ³ /min
〃 吐 出 圧	max. 3.5 kg/cm ²	max. 4.7 kg/cm ²

に示すとおりであるが、高炉前換算の塊コークス生産量が 12 740 t/day であるから、所要原料は約 19 600 t/day となつて、貯炭能力は約 42 日分となり若干不足気味であるが、必要なれば地先海面の埋立てを行なつてヤードの増設を行なうこともできる。このほかコークス炉の炉況変動に対処するため、約 5 万 t 分のコークス置場を確保してある。タールその他副産物の精製のための若干の化成設備も設置されている。なおコークス炉関係は川鉄化学(株)に所属している。

5.5 高炉およびその操業状況

現在 2 基の高炉が稼動中で、その主要仕様を表 6 に示す。

第 1 高炉は千葉第 5 高炉とほぼ同じ設備であるが、若

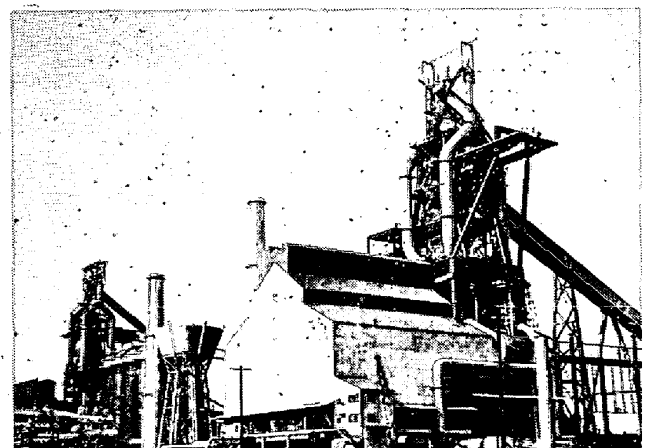


写真2 第1・第2溶鉄炉 (右側第2溶鉄炉)

干の改善を加えてある。たとえば高圧操業設備は千葉のベル方式をやめてパルプ・シール方式とし、熱風炉は高さをより高くして熱効率の向上・大容量化をはかつてある。また溶銑の輸送は 250 t 混銑車を採用し、溶滓はドライ・ピットを設けて、従来の溶滓鍋輸送に要する設備費を削減した。

第2高炉は本年1月13日火入れを行なったばかりで、第1高炉の経験を生かすとともに、積極的に新技術を採用して設計・製作された最新鋭の高炉である。第1高炉とのおもな相違点はつぎのとおりである。

(1) 内容積 2857m³、炉床径 11.5m と大型化し、これにともなつて付帯設備も大型化したこと。

(2) 千葉第5・水島第1高炉で採用した6本の鋼管柱による炉体支持方式をやめ、鋼管柱を4本として炉頂部の荷重を受け、シャフト部は4本のシャフト・カラムで支持する方式としたこと。

(3) 朝顔および炉腹部にステープ冷却方式を採用しシャフト部は全数密閉型冷却函で冷却することにしたこと。

(4) 高圧操業設備のうち・ガスコンプレッサーによる二次均圧をやめ、荒ガス均圧方式としたこと。

なお図5に第2高炉本体の断面図を示してある。

これら2基の高炉はいずれもきわめて順調な操業を続けており、その火入れ以来の操業成績は表7および表8に示すとおりである。

なお両高炉とも熱風炉は業界通例の3本に対し4本を採用しているが、これは4本のほうが熱風炉の熱効率が向上して、本数増による設備費の増加を短期間で回収しうることが判明したためであつて、今後ともこの方式を採用していく考えである。なお両高炉とも高炉作業データの収集と、炉況制御のためのプロセス・コンピューターを採用してある。

6. 製 鋼 設 備

製鋼工場は表9に示すように、2つの転炉工場と電気炉工場とからなつていて、第1期工事完成時には粗鋼1200万tの能力に達し若干の余裕をもっている。

6.1 転炉工場

2つの転炉工場はいずれも IRSID-CAFL 式排ガス回収装置を備えた大型転炉をおのおの3基もち、その鉄皮内容積はそれぞれ 331m³ および 400m³ 以上で、普通鋼の大量生産を目標とする。当所転炉工場の特徴として、製鉄所建設計画の当初から連続鑄造の積極的導入を画策し、従来の造塊設備と併行して、大型転炉工場に本邦ではじめて連銑機を設置した点は特筆すべきことである。このほか近時品質に対する要求が高まりつつあるのに対処して、溶銑の脱硫装置・溶鋼の真空脱ガス装置などを備えて、高級鋼生産を容易にするよう配慮されている。

第1転炉工場は本年4月第3転炉の増設により、3基

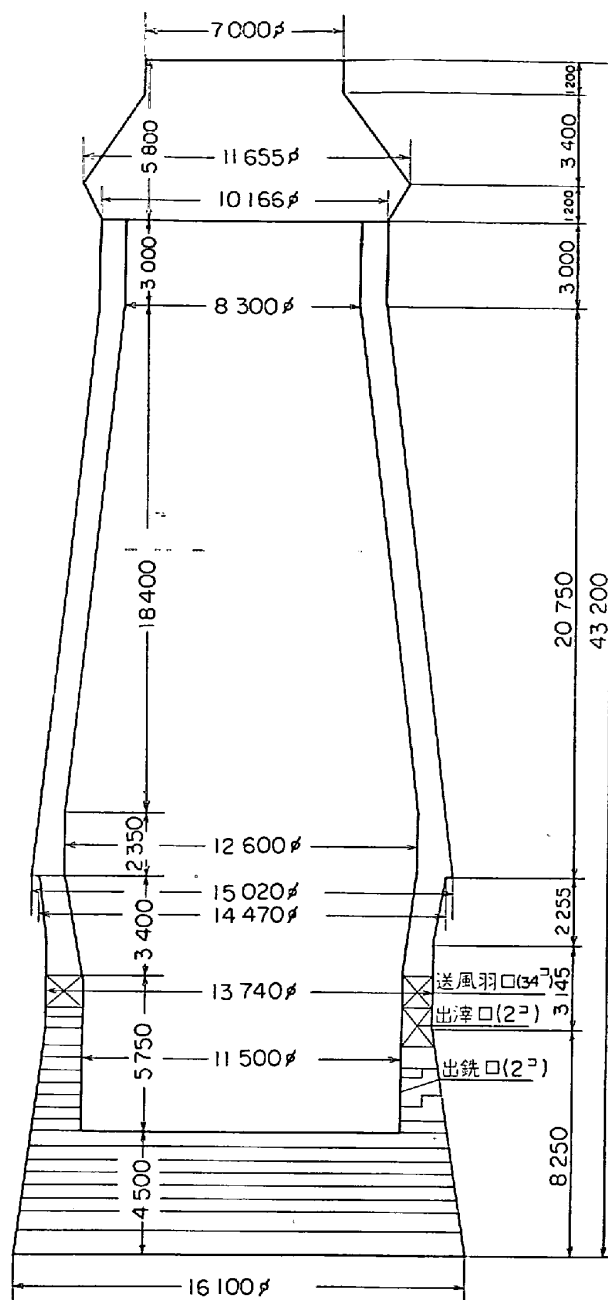


図5 第2高炉本体断面図



写真3 第1転炉工場

表7 第1高炉の操業成績

年 月	出 鉄 量 (t/day)	出 鉄 比 (t/m ³)	コークス比 (kg/t)	(焼結+ペレ ット比) (%)	送風温度 (°C)	O ₂ 富化率	炉頂圧 (g/cm ²)
S 42/4	*(1 250)	0.58	662	88.4	724	—	91.8
5	2 238	1.04	550	92.9	911	—	122.0
6	2 916	1.35	518	90.3	1 065	—	142.0
7	3 019	1.40	510	87.3	973	—	143.0
8	3 327	1.54	506	86.7	945	—	140.5
9	3 713	1.72	492	83.2	976	—	141.7
10	3 761	1.74	483	80.2	990	—	138.1
11	3 583	1.66	483	82.2	988	0.4%	137.3
12	4 043	1.88	474	81.1	1 004	1.5	166.0
43/1	4 237	1.97	468	79.1	1 054	1.2	267.2
2	4 587	2.13	475	73.3	1 064	1.4	599.0
3	4 425	2.05	482	70.4	1 053	1.3	649.0
4	4 370	2.03	478	71.3	1 033	1.3	801
5	4 669	2.17	477	70.3	1 049	1.4	1 088
6	4 747	2.20	476	67.1	1 062	1.2	1 192
7	4 311	2.00	488	73.9	1 084	1.5	979
8	4 720	2.19	482	70.9	1 085	1.4	1 160
9	4 210	1.95	494	67.2	1 057	1.5	1 043
10	4 920	2.28	485	67.3	1 095	1.5	1 256
11	4 669	2.17	489	71.6	1 083	1.4	1 098
12	4 706	2.18	490	70.5	1 078	1.6	1 213
S 44/1	4 688	2.17	488	70.1	1 073	1.7	1 260
2	4 296	1.99	494	72.2	1 045	2.0	1 165
3	4 434	2.06	491	73.0	1 060	1.4	1 210
4	4 273	1.98	478	76.4	1 069	1.2	1 104
5	4 386	2.04	499	70.0	1 036	1.2	1 055

* 実稼動日数あたりの出鉄トン数

表8 第2高炉の操業成績

年 月	出 鉄 量 (t/day)	出 鉄 比 (t/m ³)	コークス比 (kg/t)	(焼結+ペレ ット比) (%)	送風温度 (°C)	O ₂ 富化率	炉頂圧 (g/cm ²)
S 44/1	*(2 569)	0.90	588	59.1	884	—	154
2	3 684	1.29	532	64.2	985	—	296
3	4 026	1.41	506	67.8	1 003	—	514
4	4 386	1.54	486	75.4	1 008	—	674
5	5 187	1.82	496	70.1	1 025	—	1 013

* 実稼動日数あたりのトン数

整備2基稼動の体制が整ったが、ここには1回の処理量200tのR-H式脱ガス装置および世界最大級の連鑄機を設置しており溶鉄脱硫装置も設置中である。本年さらにスラブ用連鑄機の建設に着手し、将来3基の連鑄機をもつことになり、主として厚板・大中形および棒鋼線材ミル向けの素材を供給する工場となる。図6は完成した第1転炉工場のレイアウトを示すが、現在第2高炉の生産増に応じて次第に生産を高めている。

他方第3高炉の完成と同時に稼動する予定の第2転炉工場は、高炉の炉容拡大に応じて内容積400m³以上の大型転炉を備え、主としてストリップミル向け鋼塊の生産を計画している。本工場についても、必要に応じて連鑄その他最新技術の粋をあつめる考えである。

6.2 電気炉工場

当社兵庫工場は鑄鍛鋼の専門工場であるが、各設備とも老朽かつ小型で製造コストが高く、早急に設備更新が

必要であるので、工場全体の水島への移設が決定された。本工場はその一環となるものであり、現在この電気炉工場の造塊ヤード内に、明年3月末完成予定でASEA-SKF方式のレードル・ファーンネスを建設中であり、さらに30tおよび100t電気炉を設置して、鑄鍛鋼用素材および特殊鋼の製造を予定している。

レードル・ファーンネスは1回あたり100tの溶鋼を処理することができ、溶鋼の真空脱ガス・温度および成分調整を行なうものである。したがって溶鋼はブレン・カーボンですみ安価な転炉の溶鋼を使用して鍛鋼品に適応する清浄な高級鋼を製造することができる。

6.3 連続鑄造設備

近時連続鑄造法の発達はめざましく、日本においても最近ぞくぞくと採用され始めたが、当社も水島製鉄所の開設の当初から、全面的な連続鑄造法の導入の可能性について種々調査研究を続けてきた。しかしながら現時点

表 9 製 鋼 工 場 総 括

工 場	炉の基数	生産能力 (1 000t/year)	製造鋼種	完 成 年 月
第 1 転炉工場	200 t × 3 基	5 500	普 通 鋼	{ 2 基 S42-4 1 基 S44-4
第 2 転炉工場	250 t × 3 基	6 500	普 通 鋼	{ 2 基 S45-9 (予定) 1 基 S47-3 (予定)
電 気 炉 工 場	30 t × 1 基 100 t × 1 基	300	鑄鍛鋼・特殊鋼	{ 30 t S46-9 (予定) 100 t S47-12 (予定)
計	—	12 300		

表10 連 鑄 機 の 概 要

機 号	鑄 片	設 置 場 所	ヒートサイズ	能 力	鑄片向け先
No 1 C C No 2 〃 No 3 〃	ブルーム ス ラ ブ ブルーム	No 1 L D 工場	200 t 200 200	1 000 千 t / 年 1 000 1 200	中形・棒鋼・鋼片 ストリップミル・厚板 中形・棒鋼
No 4 〃	ス ラ ブ		250 t	1 500	ストリップミル・厚板
計	—	—	—	4 700	—

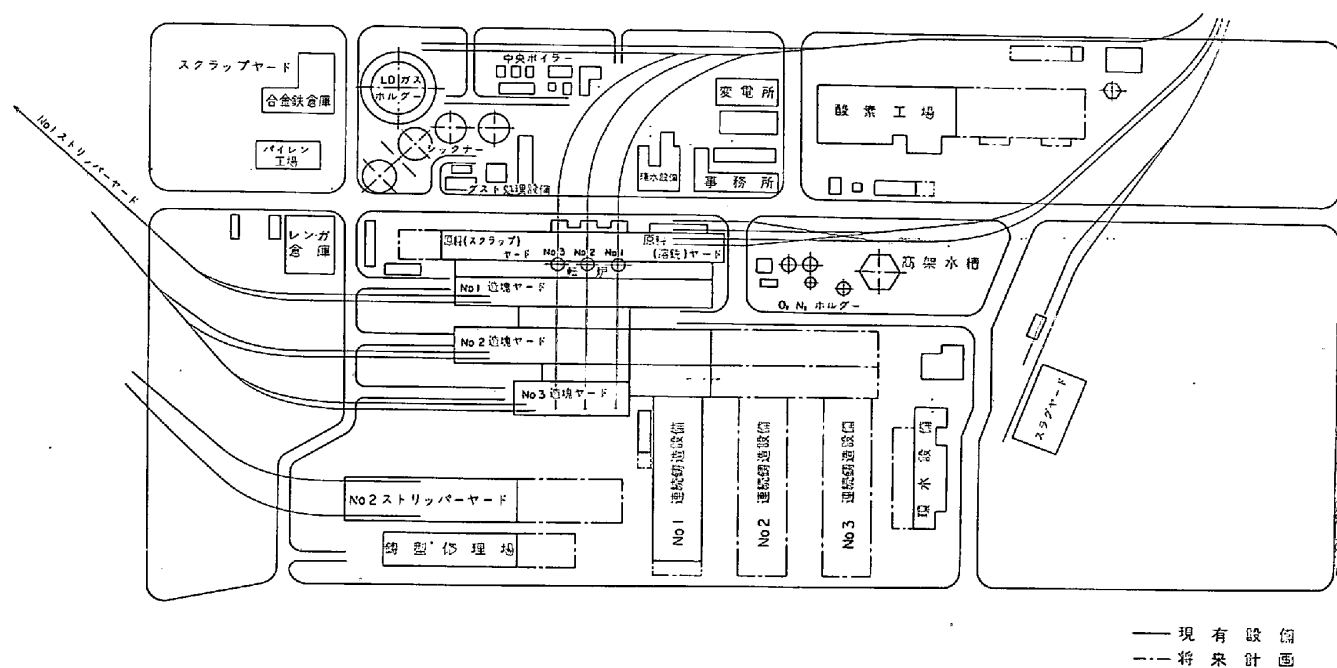


図 6 第 1 製 鋼 工 場 配 置 図

でも、普通鋼特にストリップ材の大半を占めるリムド鋼の連続鑄造はなお当分の間困難と見られるので、この鋼種については従来どおり分塊ミルで処理することとし、他は極力連続鑄造機にかけることにした。現在予定している連鑄機は表 10 に示すとおりである。連鑄機の操業技術の進歩により、その生産能力はさらに増大することが予想されるが、後述する分塊能力から見て、連鑄の全年間能力は少なくとも 450 万 t は必要である。これは全

粗鋼生産の約 40% を占めることになり、製造コストの低減に大きく寄与することになる。

第 1 転炉工場は 550 万 t / year の能力をもつが、ここに 3 基の連鑄設備において、通常の造塊設備とあわせて溶鋼を処理する計画であるが、昨年 6 月末に完成稼動した第 1 連鑄機はまずブルーム用とした。それは次のような理由による。

(1) ビレット・ブルームの連鑄はすでに実績が多く

安定した操業をしており、他社から購入したブルームの実験結果からみても、設備技術および材質の面で問題のない水準に達していると判断された。

(2) 当所第1分塊で圧延しているブルームを連鑄に置き換えることにより、分塊能力が大幅に増大する。

(3) 建設当初は本連鑄機的能力を5万t/monthと推定していたが、社内所要ブルーム量はこれを上廻ると予想されたので、連鑄機の生産量が制約されることはない。また当時はスラブ連鑄の実績が少なく、とくにリムド鋼などの製造技術面で問題が残されている。

第1連鑄機の設備諸元は表11に示すとおりである。操業開始後1カ月足らずで1ヒート8ストランドの完全注入に成功し、生産量は逐月増大して現在棒鋼線材用およびジュニャーH形鋼用素材を4.5万t/monthのペースで生産しており、鋼種を次第に高炭素鋼の分野に拡大しつつある。操業開始以来の操業経過を表12に示す。本来この1号機は第1分塊ミルの能力補完として設置されたものであるが、その操業経験を通して水島製鉄所の連鑄設備の拡充のみならず、千葉製鉄所の連鑄計画にも資する役割を果たしているわけである。

6.4 溶銑バランス

4基の高炉から生産される年間950万tの溶銑は、つぎのように配分されることになる。

6.4.1 直鑄工場向け

従来社内の製鋼用鑄型および定盤は当社知多工場の鑄鉄工場で製造していたが、製造コストを低減するため、当所内に製鋼用溶銑を使用する直鑄工場を昭和42年11月

に建設して、それらの製造を逐次これに切替えていき、将来月産2万tの規模に拡大して、全社の所要鑄型類を自給する計画である。したがって製品歩留を90%とすれば年間溶銑所要量は約27万tとなる。

6.4.2 電気炉向け

電気炉鋼年産20万t、溶銑配合率25%とすれば、所要溶銑量は約5.5万tと計上される。

6.4.3 転炉向け

前記2工場の所要溶銑量を差引くと、転炉向けの溶銑は年間918.5万tとなる。転炉における製鋼歩留を92%とし、転炉鋼の年間生産量を1100万tとすれば、溶銑配合率は約77%となり転炉操業上問題はない。

6.5 スクラップ需給

粗鋼年間約1100万tの生産時のスクラップ所要量は前述の溶銑バランスの場合と同様な計算によれば、年間約290万tとなる。これに対し場内発生還元屑および廃却鑄型は、合計約175万tと見積もることができるので、年間約115万tのスクラップ購入が必要である。この購入スクラップは、ほとんど船で入荷することになるが、スクラップ用岸壁は既設の延長500m、水深7.5~11.5mで3万t級船の着岸も可能で、十分荷揚げの能力がある。またスクラップ置場は、同岸壁の背後に約5万m²、その他製鋼工場周辺などに10万m²を確保してある。スクラップはダンパーカーに積み込み、製鋼工場内に搬入する方式をとっている。

7. 圧延設備

1100万tプラントの圧延設備としては、当所での建設の時期こそ遅れはしたが、その主体は何といつてもストリップ・ミルで、それに瀬戸内各造船所を対象とした厚板工場、当社形鋼製品の品種拡大を目指す大形、中形工場、そして棒鋼、線材工場を付加するといった規模となる。

7.1 分塊設備

分塊設備は、表13に示すように3工場からなり、その圧延能力は年間870万tとなるが、第3分塊は後述のように主として連鑄と鋼片ミルとの間に介在する性質のものであるので、これを除外すれば740万tとなり、連鑄能力と合わせて約1200万tとなつて、能力に若干の余裕を持つことになる。

7.1.7 第1分塊工場

本工場は全社の分塊能力不足に対処して、一貫体制が確立する前年、昭和41年8月に完成されたものである。

均熱炉は当社で始めて上部一方焚換熱式を採用し、シャック式メタリック・レキュペレーターを使用しており、1基あたり4ホールからなり、転炉1ヒート200t分をホールに装入できる。当初は重油を燃料としたが、第11高炉火入れ後はマックス・ガスを使用している。当初8ホール、現在は16ホールでフル稼動中である。

表11 第1連鑄設備諸元

型 式	ブルーム用全彎曲型
ストランド数	8 本
タンディッシュ	4 ストランド用 (容量12~14t) × 2 ケ
構造: 操業床高さ 彎曲半径	FL + 13 500 mm 12 500 mm
取 鍋 容 量	1 回あたり 200 t (ノズル 2 本)
鋼 片 寸 法	4 サイズ $\left\{ \begin{array}{l} 200 \text{ mm} \times 220 \text{ mm} \\ 200 \quad \times 300 \\ 250 \quad \times 250 \\ 250 \quad \times 300 \end{array} \right\} \times$ 3 000~10 500 mm
鑄 込 鋼 種	普通炭素鋼(0.07~0.85% C)
切 断 機	メッサー式トーチ・カッター
ホット スカーファー	スカーフ可能サイズ 150 mm × 150 mm~300 mm × 300 mm スカーフ厚み 5 mm 以下 スカーフスピード 5~70 m/min

表12 第1連続铸造機の操業経過

		S 43/ 7 月		8 月		9 月		10月		11月		12月	
注入チャージ数		24ch	%	49ch	%	56ch	%	96ch	%	112ch	%	86ch	%
注入完了		20	83.3	43	87.8	55	98.2	92	95.8	103	92.3	82	95.4
注入未完		4	16.7	6	12.2	1	1.8	4	4.2	9	7.7	4	4.6
未完内訳	鍋ストッパー	0ch	0	2ch	4.1	0ch	0	1ch	1.0	4 ch	3.6	1 ch	1.1
	ノズル詰り	0	0	4	8.1	0	0	2	2.1	1	0.5	2	2.3
その他(実験)		4	16.7			1	1.8	1	1.0	4(2)	3.6	1(0)	1.1
注入開始ストランド数		191本	%	390本	%	429本	%	730本	%	847本	%	653本	%
〃完了		127	66.1	335	86.0	408	95.6	678	92.9	765	90.3	606	92.8
〃未完		64	33.9	55	14.0	21	4.4	52	7.1	82	9.7	47	7.2
未完内訳	取鍋ストッパー事故	10本	5.2%	12本	30%	0本	0%	9本	1.3%	44本	5.2%	15本	2.3%
	ノズル詰り	41	21.8	26	6.7	9	1.6	28	3.8	26	3.1	23	3.5
	ブレークアウト	3	1.6	5	1.3	1	0.2	7	0.9	6	0.7	5	0.9
	電気事故	1	0.5	2	0.5	1	0.2	2	0.3	1	0.1	1	0.1
	機械事故	1	0.5	2	0.5	3	0.7	4	0.5	2	0.2	1	0.1
	オーバーフロー	4	2.1	6	1.5	7	1.7	2	0.3	3	0.4	2	0.3
	その他	4	2.1	2	0.5	0	0	0	0	0	0	0	0

		S 44/ 1 月		2 月		3 月		4 月		5 月	
注入チャージ数		142ch	%	175ch	%	192ch	%	197ch	%	238ch	%
注入完了		133	93.8	163	92.8	183	95.3	191	97.0	229	96.2
注入未完		9	6.2	12	7.2	9	4.7	6	3.0	9	3.8
未完内訳	鍋ストッパー	2 ch	1.4	2 ch	0.9	3 ch	1.6	2 ch	1.0	5 ch	2.1
	ノズル詰り	4	2.8	6	3.4	3	1.6	4	2.0	3	1.3
その他(実験)		3(0)	2.0	5(2)	2.9	3(3)	1.6	0	0	1(1)	0.4
注入開始ストランド数		1097本	%	1367本	%	1478本	%	1545本	%	1866本	%
注入完了ストランド数		1012	92.2	1253	91.6	1333	90.0	1438	93.1	1753	93.8
注入未完ストランド数		85	7.8	114	8.4	145	10.0	107	6.9	113	6.2
未完内訳	取鍋ストッパー事故	19本	1.7%	31本	2.3%	24本	1.6%	15本	1.0%	32本	1.7%
	ノズル詰り	42	3.8	58	4.2	69	4.7	36	2.3	32	1.7
	ブレークアウト	9	0.8	13	0.9	15	1.0	12	0.8	11	0.6
	電気事故	0	0	2	0.2	1	0.1	0	0	4	0.2
	機械事故	6	0.6	1	0.1	1	0.1	2	0.1	4	0.2
	オーバーフロー	3	0.3	2	0.2	1	0.1	2	0.1	4	0.2
	その他	6	0.6	7	0.5	35	2.4	42	2.7	30	1.6

表13 分塊設備能力

工 場	能力 (千 t /年)	製 品
No 1 分塊	2 400	スラブ, ブルーム
No 2 分塊	5 000	スラブ
No 3 分塊	1 300	ビレット, 丸棒
計	8 700	

圧延機は日立製ハイ・リフト2重逆転式で25tまでの鋼塊を処理することができ、厚板用スラブ・大形形鋼用ビーム・ブランクおよび一部棒鋼線材用ブルームなど多品種の製造を目的とし、特に大形形鋼ミルの製品最大寸法1010×450mm用のビーム・ブランクが製造できるように考慮されている。現在スラブのタンデム圧延を実施しているが、さらに将来ブルームの平行圧延も可能になるよう設計されている。駆動モーターは4000kW

2基で、ハイ・リフト型圧延機としてはわが国最大級であり、したがってきわめて能率的な圧延が可能である。

この分塊工場の背後に隣接して3棟のスラバードがあり、ここを起点として厚板工場、大形工場が配置されている。

7.1.2 第2分塊工場

今年5月末完成したこの工場は、本来ホット・ストリップミルにスラブを供給するよう計画されたものであるが、目下当所厚板工場および千葉ホット向けを製造している。図7に工場配置図を示す。

均熱炉は第2転炉工場の1ヒート250t分を1ホールに装入しうる大型炉で、上部一方焚き方式でレキュペレーターはシャック式ツインタイプを採用してある。当初2基8ホールから出発し、逐次増強して最終的には8基32ホールを予定している。

圧延機は高能率のユニバーサル式で、最大40tの鋼塊

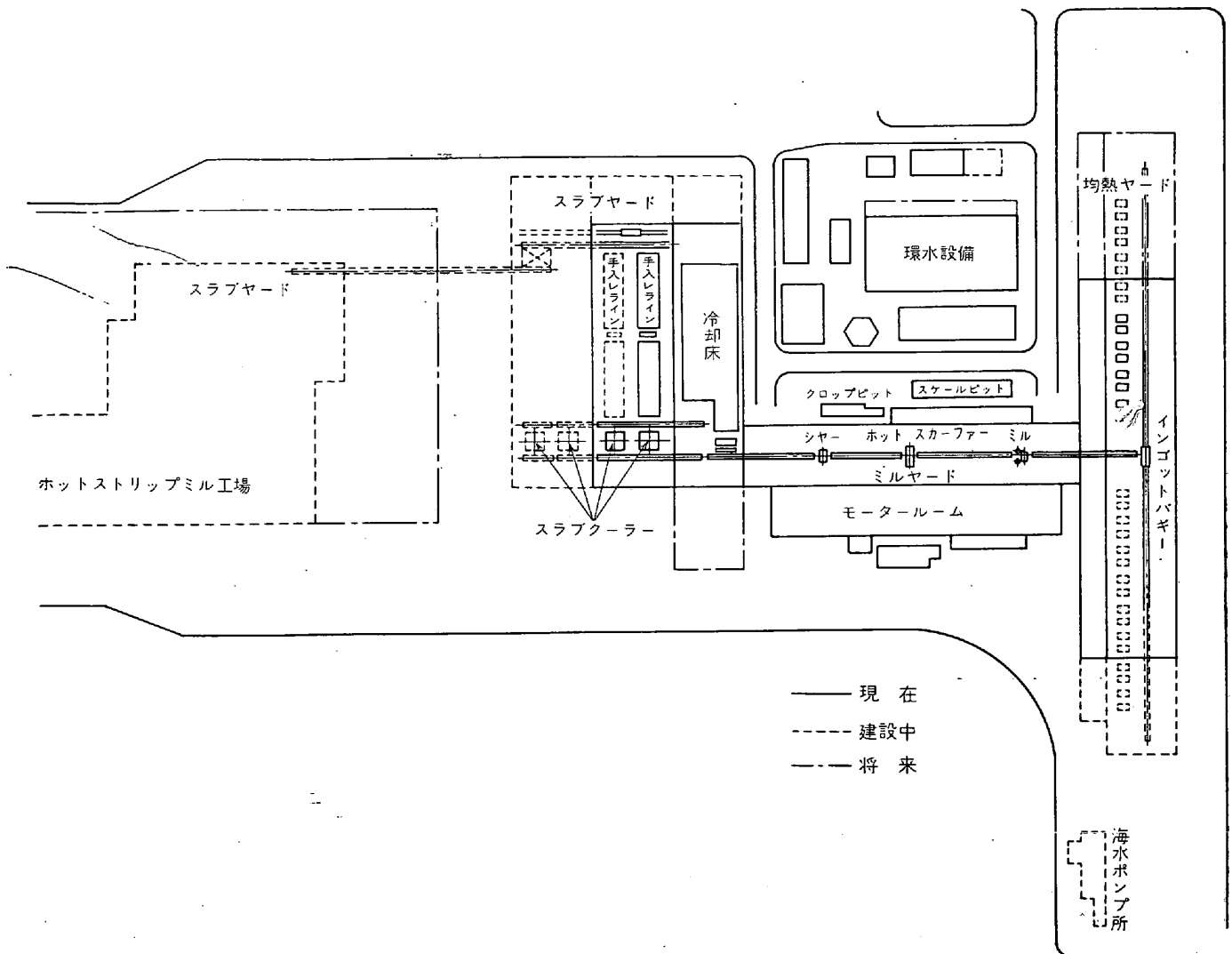


図7 第2分塊工場配置図

を処理でき、本邦最大級のものである。

当工場の特徴として、将来500万t以上の年間能力を発揮するように、全ラインにわたって能率化の配慮がなされている。すなわち、

- (1) 将来2台のインゴット・バギー、2面のインゴット・レシーピング・テーブル（うち一面は横行可能）を設置して、鋼塊供給ピッチの短縮化を計ることができる。
- (2) 主モーターのトルクは世界最大級であり、またフルタンデムあるいはオール・フラット圧延が可能である。
- (3) ジーマグ社一住友機械工業(株)製の油圧駆動4列スポーク式スラブクーラー4基（当初2基）を備え、これにスラブ手入ラインを2連直結させ、さらにスラブの自動秤量、ホットストリップミル工場スラブヤードへのベルトコンベヤ方式によるスラブ移送など工程の連続化により、スラブ処理時間の短縮・作業面積の節減・作業人員の削減および工程管理の効率化をはかつてある。

(4) APC, CPC など大幅な自動化の採用により、要員の減少・作業の安定性を確保するほか、各種情報伝達・作業指示の自動化が図られている。

以上第1・2分塊工場の圧延機の仕様を表14に示しておく。

7.1.3 第3分塊工場

これは既設の鋼片ミルの前面に設置することを計画しているもので、鋼片ミルに供給する素材ブルームの大型化による能率向上と、知多工場に建設中のシームレス・パイプ・ミル用丸棒の一部を鋼塊より1ヒートで圧延することを狙いとするもので、年間能力130万tを見込んでいる。素材ブルームは将来設置予定の大型ブルーム連続機で供給することになっている。

7.2 厚板工場

本工場は当社葺合工場の3段厚板ミルをリプレースして、水島一貫体制の一翼として昭和42年4月に建設された。当初は連続加熱炉1基と仕上ミルで月間7万tの能力で出発したが、需要の増加に応じて逐次増強され、来

表14 第1・2分塊ミルの仕様

	第 1 分 塊			第 2 分 塊	
型 式	ハイ・リフト			ユニバーサル式	
ロール寸法 水平ロール 縦型ロール	1 350 mm ϕ $\times$ 3 400 mm			1 300 mm ϕ $\times$ 2 800 mm 1 050 mm ϕ $\times$ 2 280 mm	
ロールリフト	2 100 mm			2 500 mm	
使 用 鋼 塊	25 t (max)			20~40 t (max)	
製 品 寸 法	ブルーム	ビーム・ブランク	ス ラ ブ	スラブ	
	180 $\times$ 200 ~ 250~300	70 $\times$ 250 $\times$ 500 ~ 150 $\times$ 500 $\times$ 1 300	100/300 1 000/1 900 1 500/9 200	厚さ	110~305
				幅	600~2 200
				長さ	12 200 max
製 作 会 社	日立製作所			三菱重工業(株)-MESTA社	
主 電 動 機	4 000kW $\times$ 2			5 000kW $\times$ 23 500kW $\times$ 1	
圧 延 能 力	240万 t			当初150万 t (最終500万 t)	

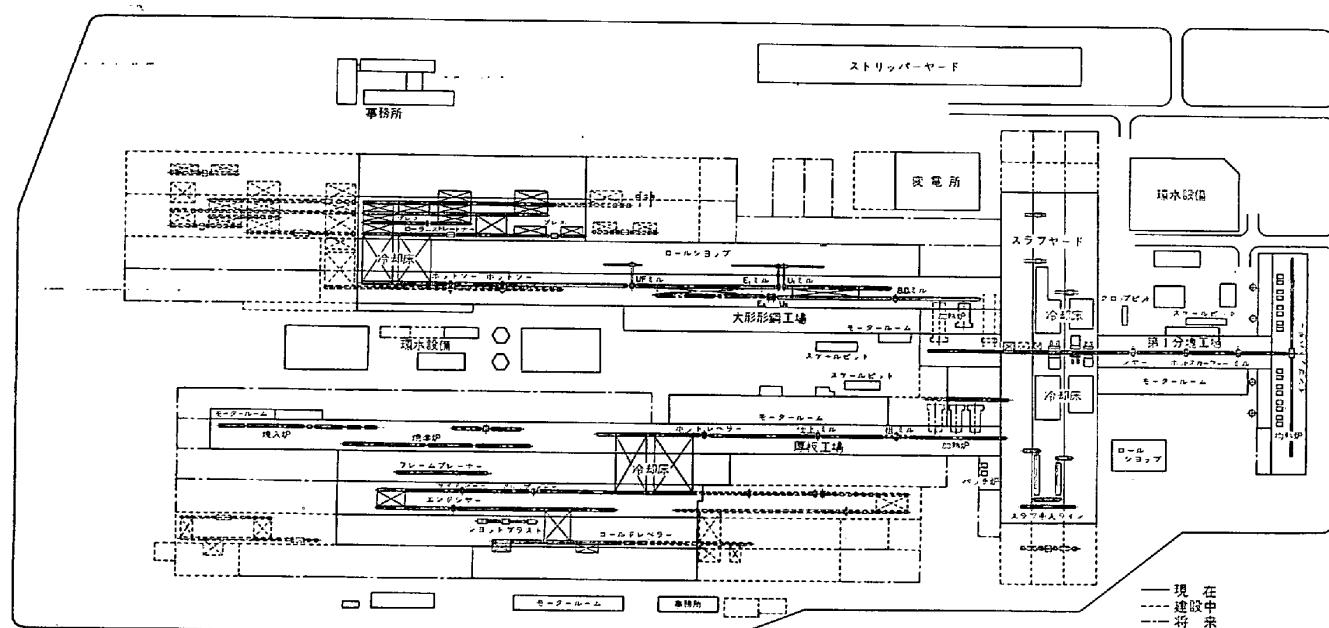


図 8 第1分塊、厚板大形形鋼各工場配置図

年7月末粗圧延機の増設によつて最終能力16万 t/month に達する見込みである。本工場は第1分塊工場のスラブヤードの西側から北の方に配置されており、その配置図は図8に示すとおりである。

7.2.1 加熱炉

現在連続加熱炉2基およびバッチ炉1基よりなるが、その主要仕様は表15のとおりであつて、目下連続加熱炉の3基目を建設中である。連続加熱炉の特色としては

(1) スラブの表面疵をなくすため、第1・2加熱炉

については耐熱合金製ホット・スキッドを採用しており、建設中の加熱炉ではウォーキング・ビーム方式を採用する。

(2) またどの加熱炉もデリバリー・テーブルへのスラブ押出しをやめ、スラブ・エキストラクターを備えており、スラブ表面疵発生を防いでいる。

(3) 均熱帯がないため、同一炉長に対して加熱能力が非常に大きい。

表15 加熱炉の主要仕様

	連続加熱炉	バッチ式加熱炉
型式	6 带式ホット・スキッド	トップ・ワンウェイ上部開閉式
基数	2 基	2 基 (2 ホール)
加熱能力	150 t /hr	8 t /hr×2
加熱材料 および寸法	スラブ 厚さ 100~300 mm 幅 1 000~1 900 長さ 1 900~3 200 重量 14.1 t (max)	スラブ 80~500 mm 1 000~1 900 mm 1 500~4 000 mm 25 t (max)
使用燃料	重油またはMガス	重油またはMガス
製作会社	呉造船所	三菱重工業

表16 厚板仕上ミルの主要仕様

型式	4 重逆転式
ロール寸法 バックアップ ロール ワーク ロール	1 900 mm ϕ × 4 000 mm (75" × 157 1/2") 1 000 mm ϕ × 4 100 mm (39" × 160")
ロール リフト	550 mm
設計 製作会社	石川島播磨重工業—SACK
主電動機	3 750kW × 2 基 (三菱電機)
製品寸法 厚さ 幅 長さ	45~200 mm 3 850 mm (max) 40m (max)

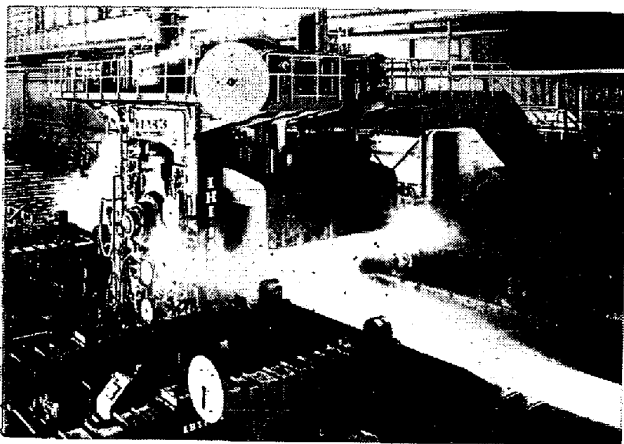


写真4 厚板工場仕上圧延機

7.2.2 厚板圧延機

仕上圧延機の主要仕様は表 16 に示す。その特徴はつぎのとおりである。

(1) バック・アップ・ロールの直径は 1 900 mm で世界最大級で、またハウジング重量が 260 t もあるのでミル剛性が大で板幅方向の厚み精度が高い。

(2) 日本で初めて A.G.C. 装置を設けており、板の長さ方向の厚さを均一にすることができる。

(3) 胴長 160 in は造船用鋼板を主体とする考えであつたが、粗圧延機は胴長 180 in とし、製品幅 4 m 以上の広幅鋼板の仕上圧延も行なわせ、最大幅 4.3 m の製品も可能となる。

(4) ロール・クイック・チェンジ装置を設けて、ロール組替え時間を短縮している。

(5) デスケーリングの水圧を 150 kg/cm² にして、スケール除去をより効果的にしてある。

7.2.3 精整設備

将来の能力増大に相応して、クーリング・ベッドは 2 面とし、製品は冷却後左右に分かれて処理しうよう配置されている。クーリング・ベッドはウォーキング・ビーム方式を採用して、スリ疵の防止をはかつており、また画期的なダウンカット・ツイン型式のサイド・シヤーを備え、板厚 40 mm までの剪断が容易である。このほかショット・ブラストや熱処理設備など必要に応じて増設中である。

本工場は日本で最初にコンピューター・システムを採用し、プロセス・コンピューターにより同一ロット内の製品間の板厚のバラツキを少なくし、オペレーターの人員の削減や人為的誤動作の防止、圧延スケジュールの合理化に効果をあげている。

7.3 大形形鋼工場

当社は従来葺合工場においてジュニャー H 形鋼の生産を行なっているが、需要の増大に対処したより大型の H 形鋼への進出を目指して昭和 43 年 6 月本工場を完成稼動させた。本工場の稼動により当社は 100 × 50 mm の中形サイズから 1 010 × 450 mm までの全サイズの H 形鋼の製造が可能となり、さらに鋼矢板製造の計画も着々進行中である。

本工場はブレイクダウン・ミル、ユニバーサル式組圧延機および仕上圧延機からなり、その配置図は図 8 に示

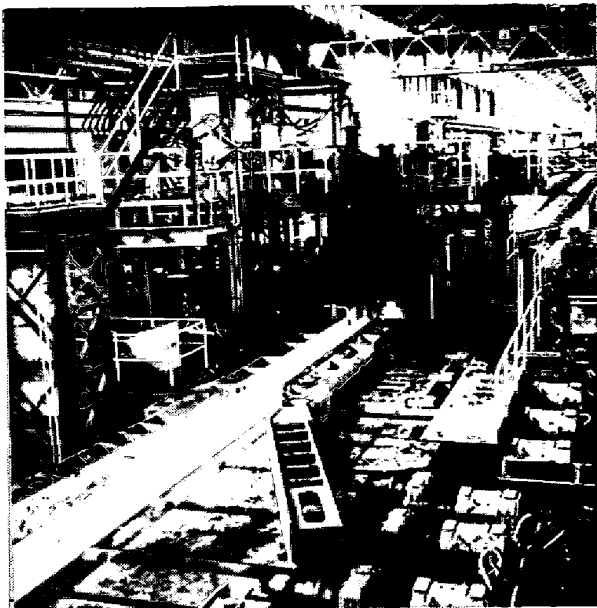


写真5 大形工場

すとおりである。工場の特徴としては

(1) 加熱炉はウォーキング・ビーム方式で、材料の疵発生を防ぐためエキストラクターを使用している。

(2) 長尺ものの生産および歩留向上のため、圧延長さ100mを基準として圧延機を配置してある。

(3) 粗圧延機は大小2種類のスタンドおよびロールを有し、H形鋼の圧延寸法に応じて使い分けし、圧延時のロールの撓み・スタンドの歪みを少なくし、製品の寸法精度の向上をはかっている。なお鋼矢板・丸棒など一般形鋼圧延の際は、エッジング圧延機は形鋼ロールを用いてストラクチュラルミルとして使用し、また仕上圧延機には二重圧延機が使用される。

(4) 多品種生産に対処するため、ロール組替にはスタンド交換方式を採用したので、ロール組替時間およびロール調整のための休止時間を大幅に短縮することができた。各スタンド下部に車輪を有し、組替用レールを水圧で押し上げてロールスタンド一式をロールショップに

引出し、あらかじめ用意した次サイズ用のロールスタンドと交換しスタンド組替を行なう。スタンドの引出しは電動式ドローイングカーで行ない、ロールショップへの移動は横行移動台車による。

(5) クーリング・ベッドは形鋼設備としてわが国ではじめてウォーキング・ビーム方式を採用し、製品のスリ疵発生防止に努めている。

(6) 精整ヤードにおいては、クーリング・ベッドを出た形鋼はロール矯正機、または油圧プレスで矯正されるが、矯正工程の前後で流れ作業により、長さ・外観・断面寸法・形状の検査が行なわれる。その後仕わけ場に送られ、長さ別に仕わけられて必要数を機械的に結束したうえ、製品は向先別あるいは倉庫別に定められた位置に置かれる。したがって、このときには発送先が決められている。このように、検査から出荷指示までのすべての業務を工場内のラインで処理できるように、設計されている。

建設の当初は年間48万tの能力であつたが、逐次増強して最終100万tベースにもつていく計画である。現有主要設備の内容を表17に示す。

7.4 鋼片・線材工場

冒頭にも述べたように、水島製鉄所に最初に建設された設備であつて、圧延機としてはビレット・ミルと小形・線材ミルとからなる。ビレット・ミルは当社西宮工場で遊休になつていたフープ用ミルを改造したものであるが、線材ミルは建設当時最新鋭の設備であつた。本工場の配置図を図9に示す。

7.4.1 ビレットミル

素材ブルームは当初圧延材現在は大半連鑄材を使用し棒鋼線材用ビレット・中棒および平鋼の生産を行なっている。3帯式連続加熱炉1基、2重可逆式および非可逆式粗圧延機各1スタンドおよび2重連続式仕上圧延機6スタンドの構成で、年間60万t(ブルーム換算)の能力をもつが、将来本ミルのブレイクダウンミルの役割をなす第3分塊ミルを設置して、素材ブルームを大形化し、生

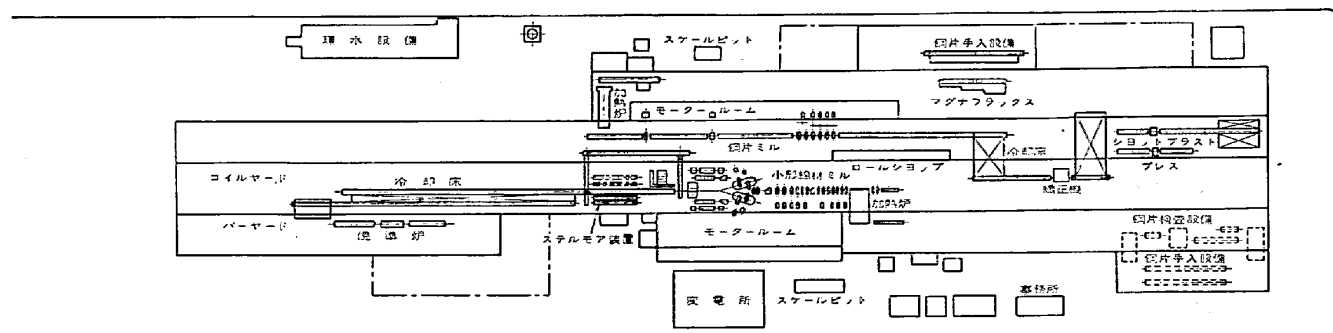


図9 鋼片工場 小形線材工場配置図

表17 大形工場主要設備内容

設 備	型 式	基 数	仕 様	設計・製作会社
加 熱 炉	連続式 ウォーキング ビーム式	1 基 (1 基増設 中)	加熱能力 150 t/hr 加熱材料 ブルーム・ビームブランク 燃 料 重油またはMガス	中外炉工業
ブレードダウンミル	二重逆転式 (ミルエッジャー) (将来設置)	1 基	ロール寸法 1100φ×2 800 mm ロールリフト 上ロール 1 420 mm 下ロール 380 mm 主モーター 6 000 kW×1 基	石川島播磨重工業 —SACK社
粗圧延機： 1. ユニバーサル式 粗圧延機	ユニバーサル式	1 基 (将来1基 増設)	小スタンド： 水平ロール 1 320φ×226~557 mm 垂直ロール 880φ×410 mm 大スタンド： 水平ロール 1 500φ×364~856 mm 垂直ロール 1 000φ×520 mm 主モーター： 6 200kW×1 基	日立造船— DEMAG社
2. エッジング 圧延機 *1	二 重 式	1 基 (将来1基 増設)	エッジャーロール 1 150φ×2 500 mm 形鋼ロール 1 050φ×2 500 mm 主モーター： 1 000 kW×2 基	
仕上圧延機 *2 1. ユニバーサル式 仕上圧延機	ユニバーサル式	1 基	水平ロール 1 320φ×225~856 mm 垂直ロール { 880φ×410 mm 830φ×480 mm 主モーター 3 100 kW×1 基	日立造船— DEMAG社
2. 仕上圧延機	二 重 式	1 基	形鋼ロール 1 050φ×2 500	

- *1 { エッジャーロール……H形鋼圧延時に使用
形鋼ロール……他の形鋼圧延時に使用
- *2 { ユニバーサル式仕上ミル……H形鋼圧延時に使用
2 重式仕上ミル……他の形鋼圧延時に使用

表18 線材ミルの構成

型 式	モルガン・ジーマグ式水平全連続式
粗 圧 延 機	2 重連続式 7 スタンド
第 1 中間圧延機	2 重連続式 8 スタンド
第 2 中間圧延機	2 重連続式 2 スタンド 2 系列
仕 上 圧 延 機	2 重連続式 8 スタンド 2 系列

産能力を 130 万 t/year に引きあげる計画である。

7.4.2 小形線材ミル

本ミルは表 18 に示すように 25 スタンドよりなる水平全連続式であり、5~50 mm の線材・棒鋼の生産が可能であつて、圧延速度最高40m/secの新鋭設備である。当初 5~10 min の線材については 2 スtrand圧延であつたが、昨年9月仕上圧延機1系列の増設により4ストランド圧延が可能となり、年間能力も 36 万 t から 42 万 t に増大した。上述のように圧延は H-H 方式であるが、第2中間および仕上圧延機群に、圧延ロールが直接リンクで連結された特殊構造のウィルソン・スタンドを採用しているので、圧延中のロール間隙の変化がきわめて小で、高速圧延が可能であるとともに、製品の精度が高い。また昨年9月 No 13・15 スタンドに堅ロールを増設して、圧延精度を高めた。

本圧延機は棒鋼・線材のコンビネーション・ミルであ

るため、捲取機のほかに直棒用クーリング・テーブルを備えてある。一方線材に対しては、圧延機出側コンベヤにリング状に分布し、圧延材の保持する熱を利用して強制通風冷却により熱処理するステルモア設備 2 系列を昨年9月新設した。これにより次工程における熱処理を省略しうるばかりでなく、均質な高級線材の生産が可能となつた。近くさらに 2 系列を増設する計画である。

この工場は将来棒鋼専用ミルを新設するときに線材専用ミルにする考えである。

7.5 ホットストリップ工場

待望のホットストリップ・ミルは昭和43年6月着工し、明年1月完成の予定である。本ミルは全連続式の 90in 世界最大級の設備で、ミル能力は最終 500 万 t/year となるが、当初は 150 万 t 程度から出発し逐次増強していく計画である。本設備は稼動開始時粗圧延機 4 基（将来 5 基）・仕上圧延機 6 基（将来 8 基）からなり、仕上圧延機には A.G.C. 装置を設置するとともに、全スタンドにワークロール・ベンディング装置などを設けて、板厚精度・形状など製品の品質向上をはかることにしている。

本工場は第2分塊工場のスラグヤードを出発点として圧延ラインが北方に伸び、圧延されたコイルはコイルカーまたはコンベヤで別棟のコイル・ストレージ・ヤ

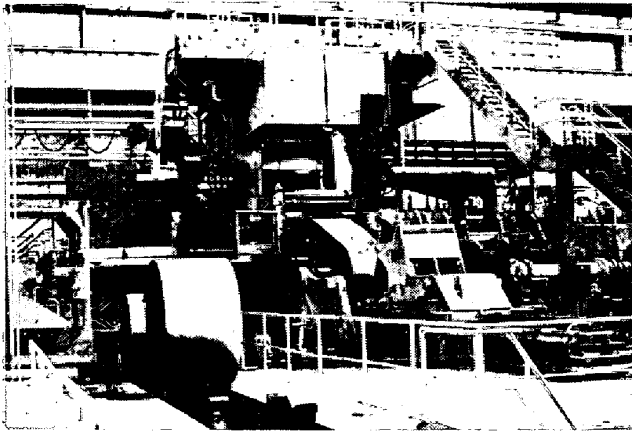


写真 6 冷圧工場スキンパスミル

ドに搬送される。コイル重量は第2分塊経由のものについては最大40 t、スラブ連铸材を使用するときは45 tまで処理できるようになっている。

7-6 コールドストリップ工場

最終的にはコールドストリップ・ミルは2基を計画しているが、1号機は68 inの5タンデムミルとした。当社の冷圧設備のうち、焼鈍およびスキンパスの能力が圧延能力に比べて不足していたので、タンデム・ミルの完成に先行して、本年3月クリーニング・ライン、焼鈍設備・スキンパスミルその他付帯設備を完成稼働させて、千葉で圧延したコイルの処理を行なっている。タンデムミルは本年9月末完成予定で、当初年産36万tの能力から出発し、最終100万tベースに増強する計画である。本ミルはロール圧下装置に全面油圧方式が採用されているのが特徴で、高速圧下、ロール偏心補正その他が可能で、A.G.C.装置・ロールクラウンのコントロールとあわせて、精度の高い形状のよい製品の生産が可能となる。またコイルの自動搬送・自動通板など機械化・自動化を積極的に採用してある。

2号機のミルについてはロール幅など未定であるが、年間120万t程度の能力を予定している。

7-7 その他計画中の圧延設備

上記のほかに現在計画中で一期工事完了までに建設を予定している圧延設備を列举すると、次のとおりである。

- (1) 棒鋼ミル 年間能力：60万t
- (2) 線材ミル 年間能力：50万t
- (3) 中形ミル 年間能力：60万t

各ミルの年間能力は現時点での推定で、今後計画の段階では若干の変更はありうる。

7-8 総括

以上の圧延設備が計画どおり完成し、粗鋼年産1100万tの規模で高炉から最終製品まで、能力的に若干の余裕をもつて釣合いがとれた時点において、製鋼から各圧延設備にいたる工程の流れを示すと図10のとおりである。ここで示す数値は概略値であつて、実際上は多少の

変動はありうる。概括的にいえば、ストリップおよび厚板ミルはほとんどフル稼働とし、形鋼・棒鋼などについては稼働率80~85%程度に考えている。

8. 鑄鍛鋼工場

当社兵庫工場は前述のように鑄鍛鋼製造の歴史が古く、それだけに設備は老朽しており、新設備に更新するにも、敷地建屋の制約があつて抜本的なことはむずかしく今までは部分的改良に終始してきた。一方鑄鍛鋼の大需要家である造船界は、最近急速に船舶の大型化の方向に進み、兵庫工場の現有設備ではこれに追従できず、せいぜい10万t前後の船舶部品しかまかなえない状態になつた。そこで水島製鉄所の北部地区に最新鋭の鑄鍛鋼専門工場を建設し、逐次兵庫工場を閉鎖していくことになつた。

この鑄鍛造工場は製鋼・鑄造・鍛造・機械加工およびビルドアップなどからなるが、現在建設中で本年7月末完成予定の設備としては、既述の電気炉工場を除くと次のとおりである。

(1) 鑄鋼工場

月300 t程度の能力をもつ鑄鋼各設備1式

(2) 鍛造工場

6000 t水圧プレス 1基
台車式加熱炉および熱処理炉 各5基
焼入油槽 2基

(3) 機械加工および組立工場

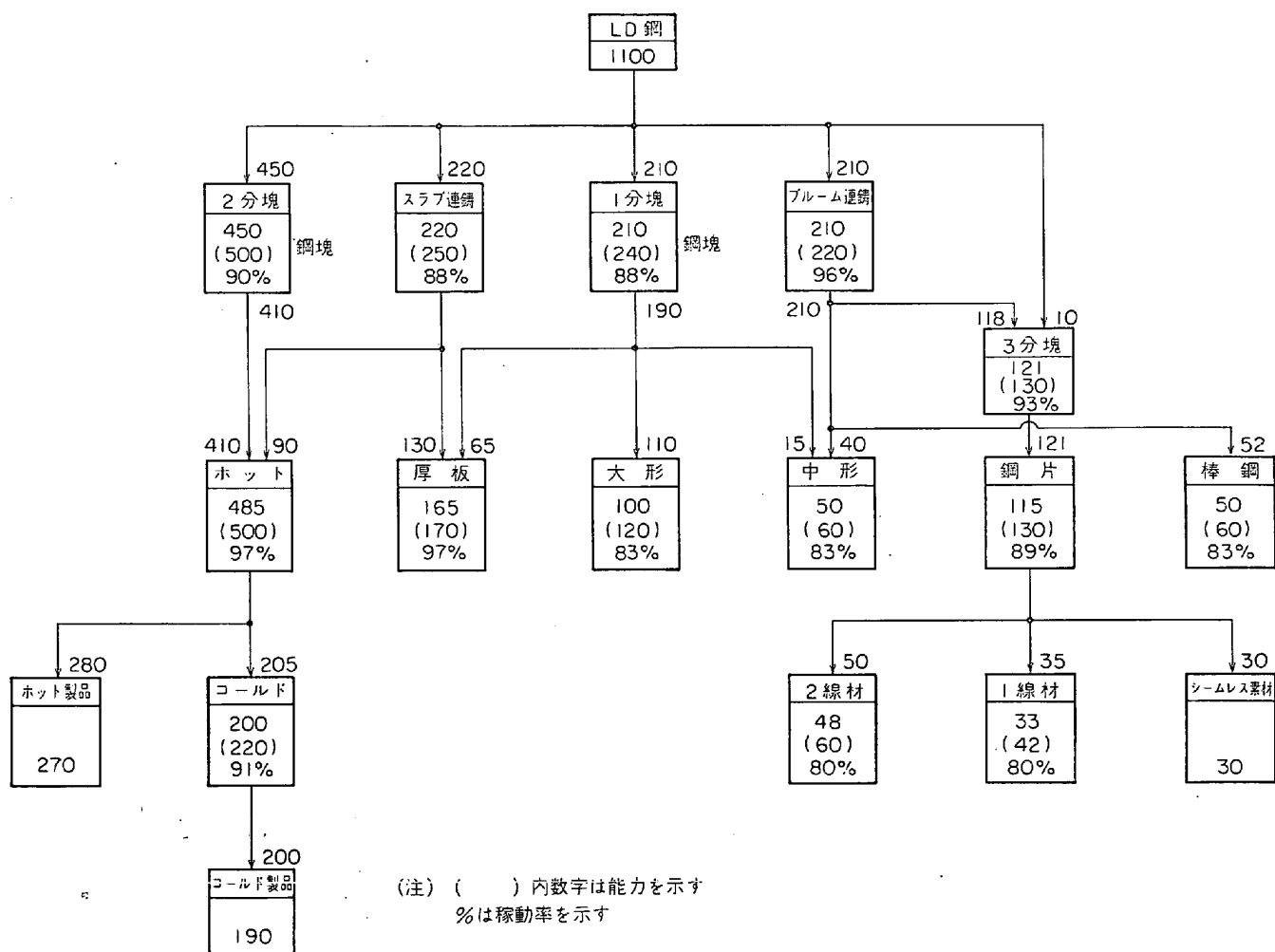
大型旋盤 1台
舵頭材加工機 1台
横中ぐり盤 1台
芯出定盤 1面
組立フローア 2面
1000 t製缶用プレス 1基

鍛造工場の中心となる6000 tプレスは西独Hydraulik社製の最新式プレスで、その仕様は表19に示す。

これらの設備の完成により、鑄鋼品は従来の最大45 tから120 tへ、また鍛造品は従来26 tが限界であつたのが、最大鋼塊200 tを使用して120 tまで製造可能となる。またビルド・アップ製品は兵庫での最大75 tが270 tに、将来320 tに拡大される。したがって船舶部

表19 6000 t プレスの主要仕様

型 式	4柱式プッシュ・ダウン型
能 力	2100 t / 4200 t / 6300 t / 7500 t 4段階切換式
駆 動 方 式	純水圧アキュムレーター駆動
デ ィ ラ イ ト	6000 mm
支柱内側有効寸法	4900×2200 mm
摺 動 盤 寸 法	3400×8000 mm
ス ト ロ ッ ク 数	粗鍛造時 18~19回/min 仕上鍛造時(自動) 50~60回/min



(単位: 万 t/year)

図 10 圧延工程における製品の流れ

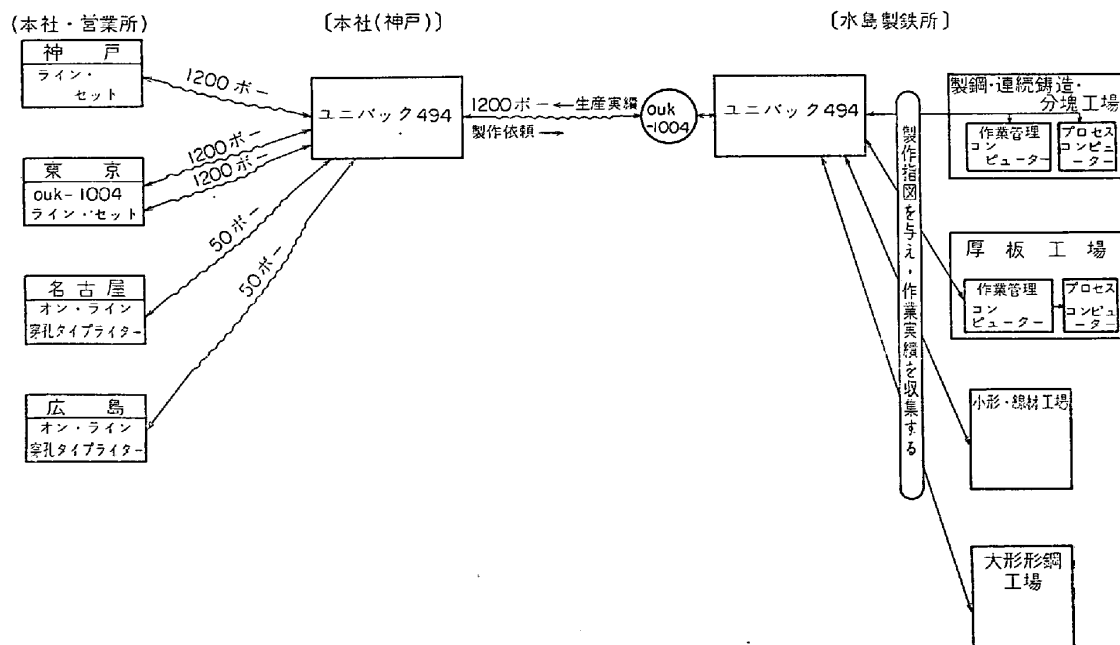


図 11 営業・工程情報システム網

品に例をとれば、ラダーストックは仕上最大重量62t、軸類は70tとなり、20~30万t級の大型船の部品を十分まかないうるばかりでなく、今後さらに船舶が大型化してもその需要に対応できると判断している。

9. コンピューターシステム

1100万tプラントで真に効率のよい生産を行なうためには、そのマネジメントと管理に対して、計りしれない量と質の情報が要求されるであろうから、集中化された管理組織が必須のものとなる。この組織は巨大なものになるので、レスポンスは一層速くしなければならない。コンピューター組織はこの見地のみからも今後の経営・管理組織の中核となるべきもので、当所においても第1期工事完成時の未来図を描き、着々と革新的なシステムを構成しつつある。

当所コンピューター組織の特徴としては

(1) 製鉄所中央に管理センターを設けて生産管理の中核としての機能を持たせ、大型の中央コンピューターを設置し、神戸本社中央コンピューターと高速通信回線で直結し、全社のオンライン営業情報システムと即時的つながりでオーダーがはいってくる。

(2) 所内の中央コンピューターは従来の事務用計算(実績集計などの事後処理)から一歩進んで、生産管理の核的部分(生産スケジュール、生産命令の自動化)を主機能としている。

(3) 中央コンピューターの作成した生産命令は、各生産工場のオペレーション・コントロール・システムに与えられ、ここで更に品質・能率・コストなどを最適化するためのキメの細かい作業指示をつくって、現品と同

期してリアルタイムでプロセス自動運転機器や末端のオペレーターに指示する。

(4) 各ユニットプロセスに対しては、プロセス・コンピューターによるプロセス運転の最適化のコントロールを行ない、その手足としてシーケンス制御・DDCなどサブシステムの面にまで、自動化のためのコンピューターを積極的に導入してきた。

すなわち当所のコンピューター組織は、中央コンピューターを頂点とする階段システムで、生産管理情報は頂点から末端へ、また末端から中央へリアルタイムで集約され、生産規模の増大や高速化による情報の洪水に押流されることのないよう準備を進めてきた。これは一方では生産設備の自動運転や情報伝達・処理の自動化によって、t/人の飛躍的向上をもたらすものであり、他方これら管理機能のサブシステムの積重ねにより、ミドル・マネージメント・レベルに対する情報網が完備し、さらにこれら集約された生産管理情報を基盤として、原価・財務・環境情報などを含めた経営モデルにより、政策決定に即応できる経営情報システムにつながるものである。

当初における営業・工程情報システム網の現状を図11に示す。

10. 所内輸送について

粗鋼年産1100万t時点の所内工場間の輸送経路を図12に示すとおりである。

所内軌道は建設費の節減のため狭軌としたが、特に高炉から製鋼工場に通ずる溶銑輸送用250tトロープの軌道については、その基礎工事を入念にして事故の未然

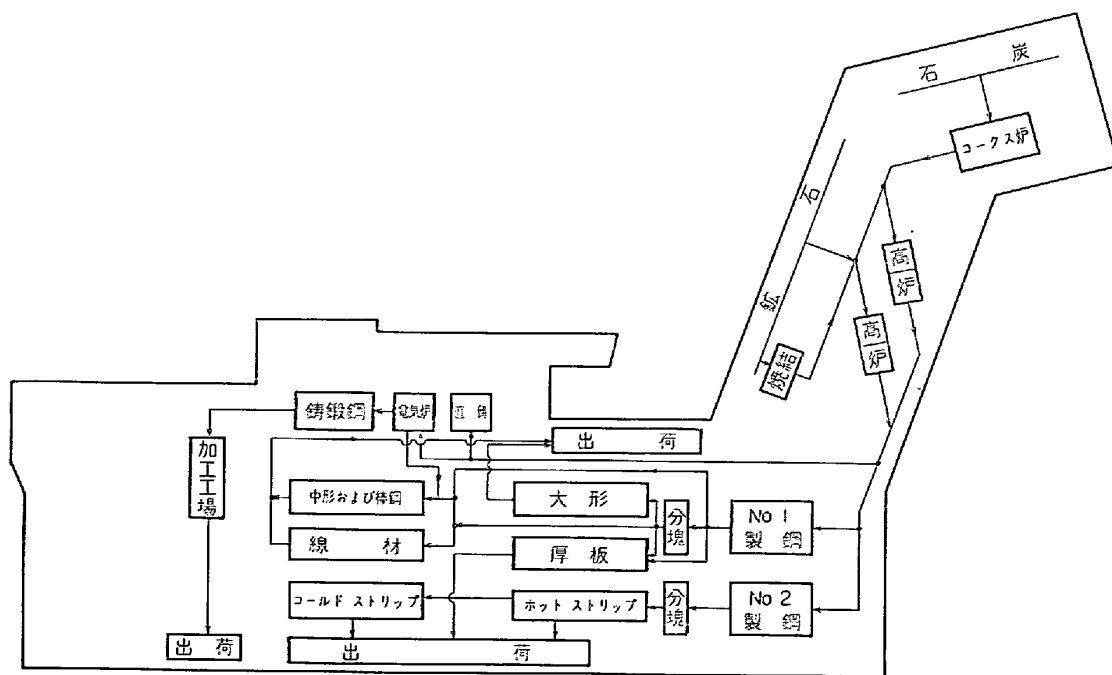


図12 工場間輸送経路図

防止につとめた。

出鉄量は1日平均 26 000 t 最高 28 500 t となるが、1 回の出鉄量を平均 500 t としても1日当たり出鉄回数は 52~57 回となり、これに対して千葉で採用しているような取鍋輸送方式では、溶鉄列車の編成数が莫大となつて時刻表を組むことが困難となるほか、製鋼工場でのちよつとした事故の場合にも、高炉—転炉間の線路が長い溶鉄列車で詰まってしまうおそれさえ生じかねない。これに対しトープドーでは1 回の出鉄につき3 台を配車すればよく、その操作は比較的容易である。これがトープドーを採用したおもな原因である。

2つの転炉工場における生産品種を適当に配分することにより、製鋼工場からの材料の流れは大きく2分される。すなわちスラブを素材とする厚板および薄板は高梁川岸壁へ、ブルームを素材とする形鋼・棒鋼および線材は切込港湾の製品岸壁へ送られ、両者間またそのおのおの経路について折返し、交叉は全くない。他方電気炉工場経由の鋳鍛鋼品の出荷は高梁川上流に専用の積出し岸壁を設置して、一貫体制の製品輸送とは無関係にしてある。

11. 廃棄物の処理

11.1 高炉滓

出鉄量 26 000 t/day に対し約 8 000 t/day の高炉スラグが発生するが、これは各高炉周辺のドライピットで冷却固化してのち、製鉄所北部地区に設置した鉾滓バラス工場へダンプまたはトラックで輸送し、ここで各種サイズに破碎整粒する。製品は骨材線路道路用碎石として場内使用または外販する。また発生する 0~5 mm のサイズのものは、川鉄鉾業(株)の珪カル原料として売却する。

11.2 転炉滓

製鋼工場南側に畠を設けて冷却後、高炉滓と同様に破碎整粒して埋立または売却にあてる。なお混入する地金を回収するとともに、一部高炉原料として使用することも考慮している。

11.3 ダスト

高炉・焼結機および転炉から発生するダストは、おのおののシクナーにてスラリーとし、これを焼結工場の近くに設置したダスト処理工場へパイプ輸送し、ここで脱水・乾燥してセミペレットとし焼結原料に使用する。

11.4 排気中の SO₂

水島地区は石油・化学・鉄鋼および電力の大コンビナートをなす臨海工業地帯で、背後は東から北にかけて海拔 200m くらいの丘陵に囲まれ、西は高梁川を越えて海岸線に広がる平野部になつている。工業地帯の背後には 200 ha の農地、山麓部には果樹園があり、これらに対する SO₂ の影響は無視できない。

当所第1期工事完了時の排出ガス中の SO₂ 濃度は、さ

きに行なわれた通産省の総合事前調査によると 387ppm となつた。そこで副生ガスを最大限燃料として使用し、重油の消費量を極力圧縮し、さらに低硫黄重油の使用を考慮すれば、排ガス中の SO₂ 濃度は 263 ppm に下がるとの見通しがついた。そのうえ鋳鍛鋼工場などの小能力の炉が多いものは集合煙突、焼結・熱延加熱炉など大量の排ガスを排出する設備は高集合煙突とすることによつて、排ガスの拡散改善が期待でき、地域基準濃度 0.2 ppm に対する当社の改善目標値を下廻ることになり、この地域に対する公害の発生を未然に防止できるものと思われる。

12. エネルギーバランス

12.1 電力

第1高炉の完成とあわせて所内に水島共同火力(株)が設立され、高炉のBガスと重油を使つて発電しており、最終的には 75kW 2基、156kW 2基の合計4基の発電機を備えることになる。

粗鋼 1 100 万 t 時の電力バランスは、製鉄所敷地の北端に工場をもち、電力の大口需要家である水島合金(株)を含めて図 13 に示すとおりであつて、総合年間所要電力は 36.3 億 kWh となり、これに対し水島共同火力(株)の発電量は年間約 32 億 kWh で、残り不足分は中国電力より買電することになる。しかし実際上圧延設備特にホットストリップミルの負荷のピーク時とか、各発電機の定期検査または突発休転時には、相当量の電力を中国電力より買電することになる。

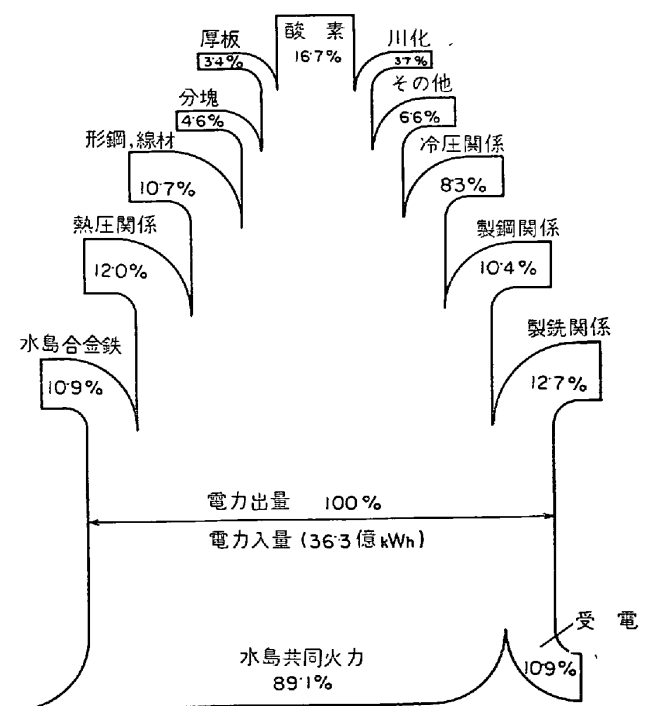


図 13 電力バランス

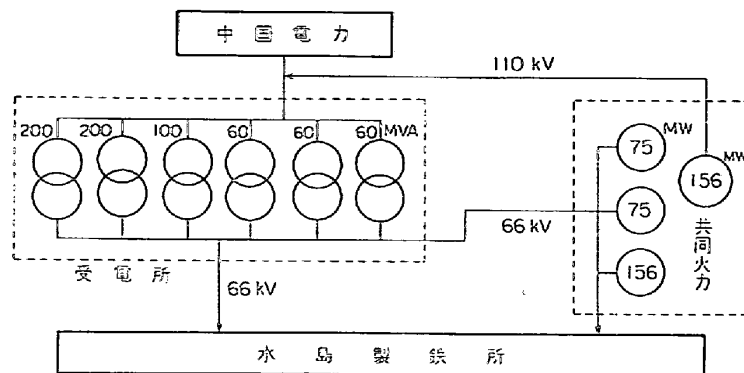


図 14 受配電系統図

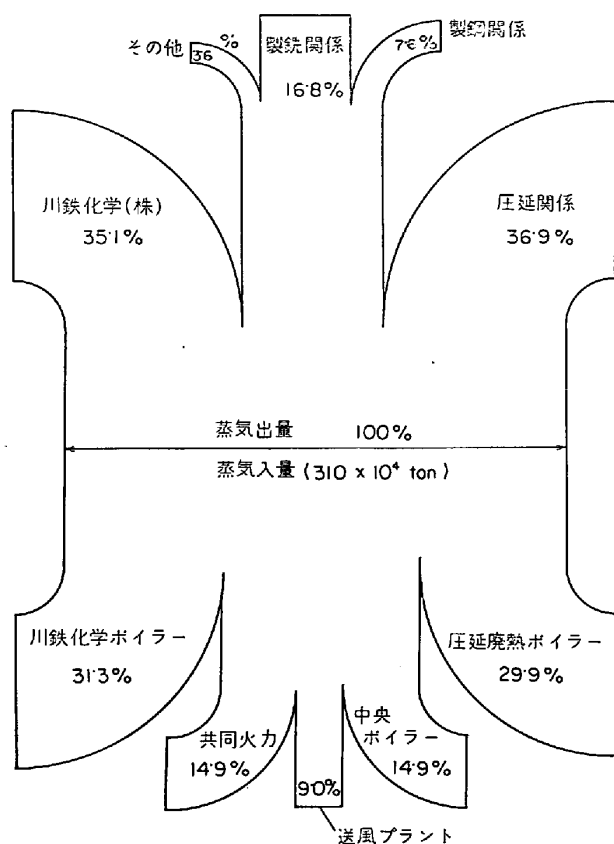


図 15 蒸気バランス

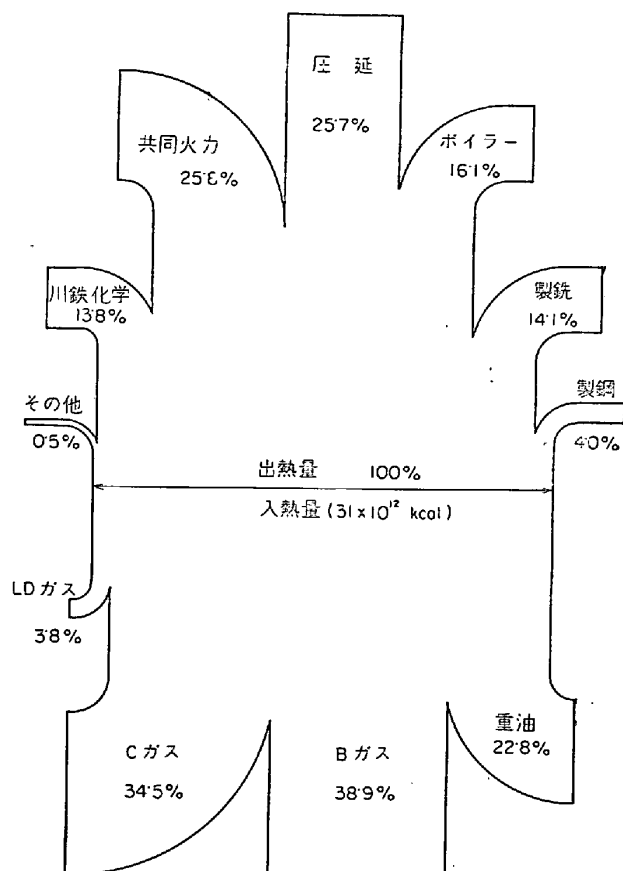


図 16 熱量バランス

現在、所内の受電所には 60 MVA×3 基および 100 MVA×1 基のトランスを持つが、将来さらに 200MVA 2 基を増設して上記の買電の事態に備える。中国電力・水島共同火力および受電所間の配置は図 14 のとおりである。

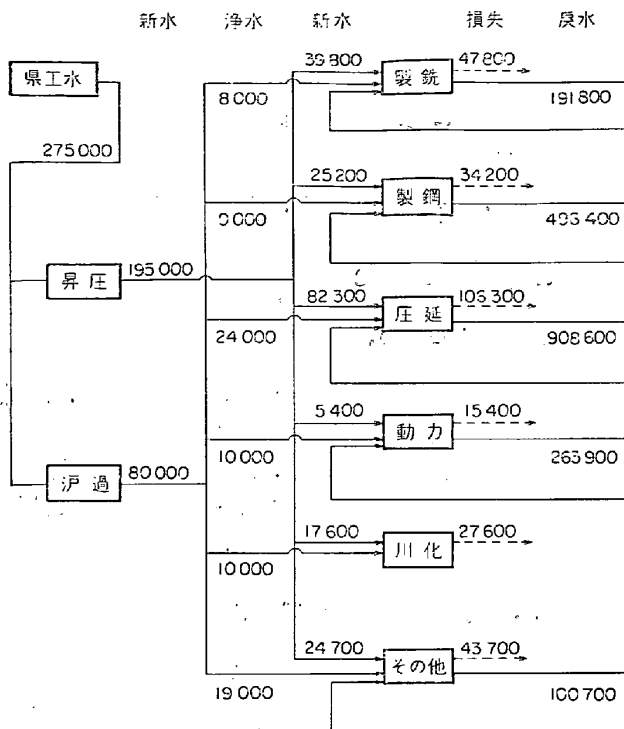
12.2 蒸気

蒸気バランスは図 15 のとおりで、年間消費量は 310 万 t と推定され、うち 1/3 以上が川鉄化学(株)が消費する。単位時間あたりのピークでは約 660 t/hr となるが各消費場所近くにボイラーを置いてこれをまかなうことになる。

12.3 熱量

所内燃料は B・C および LD ガスと不足分を重油で補う。第 1 期工事完了時のガス・ホルダーとしては B ガス用は 20 万 m³ 1 基、C ガス用 7 万 m³ 2 基、LD ガス用 5 万 m³・8 万 m³ 各 1 基よりなる。各ガスは単味またはミックス・ガスとして使用する。重油タンクは製鉄地区に 8 000 t、2 500 t 各 1 基、圧延地区に 5 000 t、2 500 t 各 1 基よりなりいずれも低硫黄重油を使用することになる。

熱量バランスは図 16 に示すが、年間総合約 31 兆 kcal と推定される。

図 17 淡水使用内訳 (単位: m^3/day)

12.4 工業用水および浄水

粗鋼 1100 万 t 時の淡水使用状況は図 17 のとおりで全淡水用量は約 224 万 m^3/day で原単位は約 $74\text{m}^3/\text{t}$ となる。このうち新水の使用量は約 275 000 m^3/day であつ

て、還水率は約 88% となり、新水の原単位は約 $8.9\text{m}^3/\text{t}$ となる。浄水は所内 3 カ所の浄水場で工業用水を浄化して送水する。

所要工業用水の水源は、水量豊富な高梁川水系をひかえ、岡山県工業用水の水島地区全体の長期計画が着々と進められており、将来 100 万 m^3/day の取水が可能であつて、当所の必要量は十分確保できる見通しである。

13. 総 括

水島製鉄所は昭和 36 年立地を決定して以来、昭和 42 年春に第 1 高炉の完成により一貫体制を確立し、ついで本年 1 月第 2 高炉火入れにより年産粗鋼 450 万 t の規模に拡大され、ひきつづき第 3・4 高炉を建設して昭和 47～48 年頃には、大型高炉 4 基、転炉 6 基、連続鑄造設備・各種圧延設備および鑄鍛造設備を備えた粗鋼年産 1100 万 t の世界最大級の臨海製鉄所となる見通しである。

本製鉄所の建設にあたっては、製鉄技術の粋をあつめて大型化・自動化・スピード化をはかり、他方地域社会に及ぼす公害を最小限に食い止める諸施策をほどこして真に緑と太陽に恵まれた理想的な「世界をめざす製鉄所」へと完成を急いでいる。この製鉄所の完成により当社は東の千葉製鉄所に対応する西の拠点として、需要家の要求に即応しうるばかりでなく、激化する国際競争に打ち勝つて、国家経済に大いに貢献することになる。