

2. 鉱石受入・処理設備・焼結設備の充実および改善

最近の5年間余に日本の製鉄能力は飛躍的發展を遂げたが、これに伴い鉄鉱石、石炭などの主原料を海外から大量にかつ低廉に受入れることは極めて重要な課題となった。

鉄製造原価の中で主原料費の割合が大きく、その主原料費の中で船賃が大きなウエイトを占めるからである。

すなわちかつては1~2万t級の船であつたものが、今日では4~5万t級の鉱石、石炭専用船が使われるようになった。また100~300t/h能力のアンローダーやコンベヤーが600~1,000t/hのものにおきかえられつつある。

従つて製鉄所の港、岸壁、荷揚機械、後方受入設備はこれに歩調を合わせて改造、新設された。

次に原料の粒度を小さくしかつ揃えることにより、高炉の кокс比、生産性などを著るしく改善する効果が確認され、各製鉄所ともそれぞれの考え方に基ついて破碎篩分設備を完成させた。

鉄鉱石の破碎篩分の強化および安い粉鉱石の購入により粉鉱石の量がふえたこと、また石灰焼結法が採用されたことにより、焼結設備は大型化、計装化された。

2.1 受入、破碎処理設備の増強 および処理鉱石の粒度の検討

2.1.1 受入設備の増強

海外の製鉄原料に対する依存度が益々増大し、かつ南米アフリカなどの遠隔地域から輸送されるようになったので、輸送費引下げは重要な課題となつた。この打開策として昭和29年頃より鉱石専用船の就航をみるにいたりその大型化、高速化が急速に進められてきた。近年は4.5万t級の鉱石専用船が運航され67,500t級の就航も近く予定されている。従つて航路、泊地、岸壁などの港湾設備、陸揚設備および受入設備についても、この情勢に充分対応できる形態を整えることが急務とされ、この線に沿つて拡充強化が行われた。その推移は次の通りである。

(1) 川鉄・千葉

昭和28年に1万t級の外航船3隻が同時に接岸できる水深9.5mの岸壁および、50t/hアンローダー4基を新設した。

なお、36年に水深12mにて4.5万t級の専用船岸壁

および500t/hアンローダー2基を増強した。

(2) 尼 鉄

昭和33年に1万t級2隻が同時に接岸できる埠頭設備を増強。

(3) 八幡・戸畑

昭和33年から34年にわたり3万t級2隻が同時に接岸できる水深11mの専用船岸壁および1,000t/hアンローダー2基を新設した。

なお、35年にいたり水深13.2m延長250mにおよぶ6万t級を対象とした専用船岸壁を増設。

(4) 神鋼・神戸

昭和34年に水深9.5mの岸壁および300t/hアンローダー2基を新設。

(5) 富士・広畑

昭和35年に4.5万t級の受入れできる専用船岸壁および700t/hアンローダー2基を増設した。

(6) 住金・和歌山

昭和36年、1.8万t級の接岸できる岸壁と500t/hアンローダー2基を新設した。

なお、水深14m延長360mの専用船岸壁を昭和37年より建設中である。

(7) 富士・室蘭

昭和36年に水深13mの6万t級専用船岸壁と1,000t/hアンローダー2基を増設。

(8) 鋼管・扇島

37年にいたり水深3.5m延長320mにおよび7万t級の接岸可能な専用船岸壁および1,000t/hアンローダー2基を新設した。

最近の傾向としては、鉱石専用船の運転率を高めるため、粗鉱受入ヤードを設けるとともに大型の陸揚機を設置して、迅速に荷揚を終了する受入方式をとるところが多い。すなわち、従来みられたような貨車などによる間歇輸送方式に代り、ベルトコンベヤーおよびスタッカーを設備するとともに、荷揚過程において破碎、処理することなく、直接しかも連続的に粗鉱ヤードに受入れる方式である。従つて鉱石は粗鉱ヤードに一旦貯鉱されたのも高炉あるいは焼結の必要に応じて、破碎、処理過程を経由して払出される。戸畑、広畑、室蘭、和歌山などはいずれもこの受入方式を採用している。

また、荷揚過程において一次破碎を行なつてから粗鉱

ヤードに受入れ、更に次の段階で整粒を行う方式のところもあり、尼鉄、扇島はこの例である。

その他の製鉄所では、従来のように破碎処理設備に直結した荷揚受入方式を採用している。この方式は二重輸送を避けられる点が有利である反面、荷揚能力を破碎処理能力に合わせなければならないので比較的小規模な設備に多い。

また多数銘柄取扱の複雑化を避けるとともに鉱石品位の均質化を図つて高炉操業の安定を期すためオアブレンディング方式を採用するところもあり、昭和35年広畑に完成した処理鉱ならびに篩下鉱のブレンディングヤード、同じく35年千葉に設けた処理鉱ブレンディングヤード、昭和37年扇島に新設した篩下鉱ブレンディングヤードなどにこの例がみられる。

2.1.2 破碎処理設備の充実

従来、塊鉱石に対しては50mm以下を目標として単に上限をおさえるだけの一段破碎処理を行うところが多かつた。しかし輸入塊鉱石中の粉率が上昇傾向にあり、かつ高炉成績の向上を図るため整粒度の改善に関心が深まるに従い、混在する粉鉱を積極的に除去して焼結原料としさらにまた最大粒度を確実に50mm以下とする方向に破碎処理の目標は進展してきた。この方針に沿つて破碎処理設備の充実が推進されてきた。すなわち一次クラッシャーのみでは粒度が不揃いとなり、かつまた最高

300mmにおよぶ粗鉱を一挙に50mm以下とすることはクラッシャーの性能上困難なので解決策として二次クラッシャーを設備するようになり、一方グリズリー等の固定篩を廃止して、篩分効率のすぐれた振動篩を採用するなどの措置がとられた。

(1) 二次クラッシャー設置の推移

八幡東田原料処理設備の2号索道系統は、図2.1に示すごとく従来バースクリーンとクラッシャーを有する単純な1段破碎設備であつたが、昭和32年10月に2段破碎、篩分の処理方式に改造した。

同じく昭和32年5月に稼動を始めた八幡・洞岡17番岸壁処理設備は2段破碎、篩分の構想の下に建設された。本設備の特色は、図2.2に参照されるとおり、篩分の困

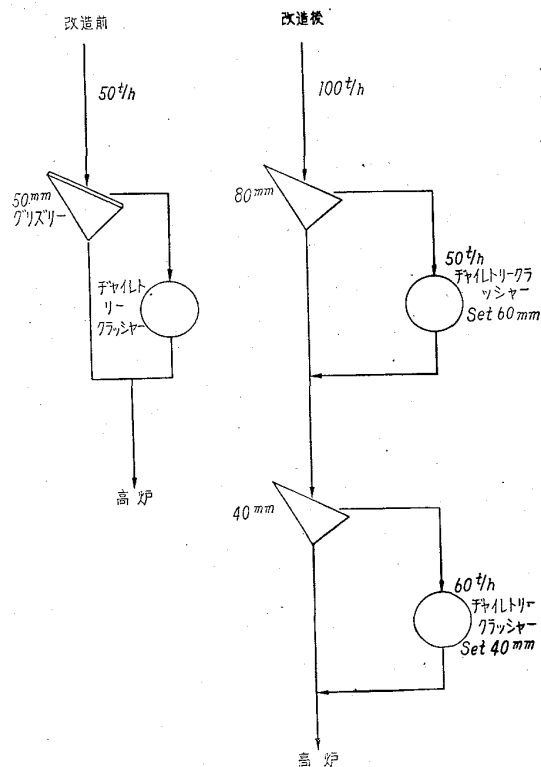


図2.1 八幡・東田原料処理設備系統図

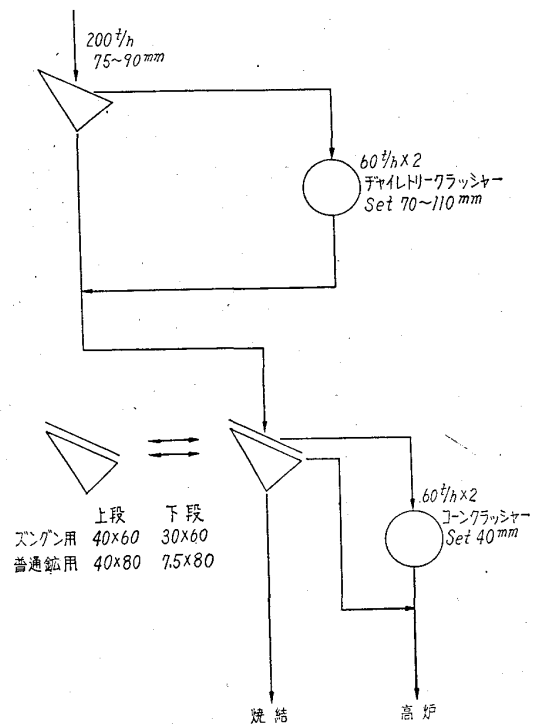


図2.2 八幡・洞岡17番岸壁処理設備系統図

難なズングン鉱石を処理できるように、普通鉱石用の他に粘性鉱石用として篩目サイズの大きい2次振動篩を用意し、切替使用を可能としていることにある。

昭和33年3月に2次破碎機を設置した鋼管・鶴見原料処理設備においても2段破碎、篩分方式を確立し50mm以上のオーバーサイズの減少に努めた。

富士・室蘭原料処理設備は、従来碎鉱車による1段破碎方式であつたが、昭和34年7月に図2.3に示す二次破碎設備を新設した。

上記のように二次クラッシャーの設置によりサイジングの強化に努めてきたが、50mm以上のオーバーサイズ

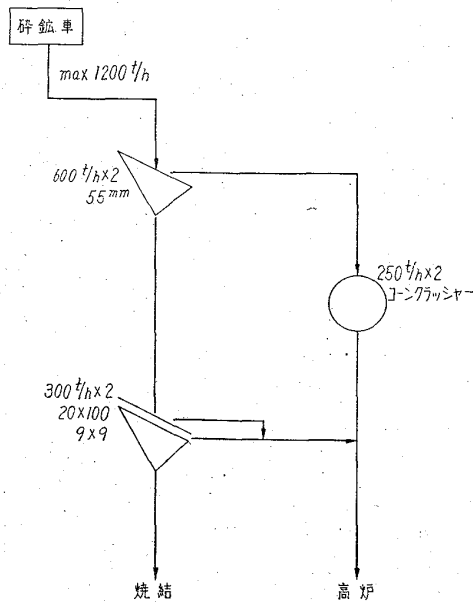


図2.3 富士・室蘭第一原料処理設備系統図

を皆無にすることはできず、依然として10~30%存在した。またサイジングの強化に伴い破碎過程で発生する粉鉱も無視し得なくなってきた。最大粒度の完全な規制と粉鉱の徹底した除去を一層強力に推進するため、所定サイズ以上のものはクラッシャーに戻される処理方式が採用されるにいたつた。さらに最大粒度についても従来の50mmの基準を40, 30, 25mmと漸次細かく規制するところが多くなるとともに、破碎、篩分の多段化も益々促進されるようになった。

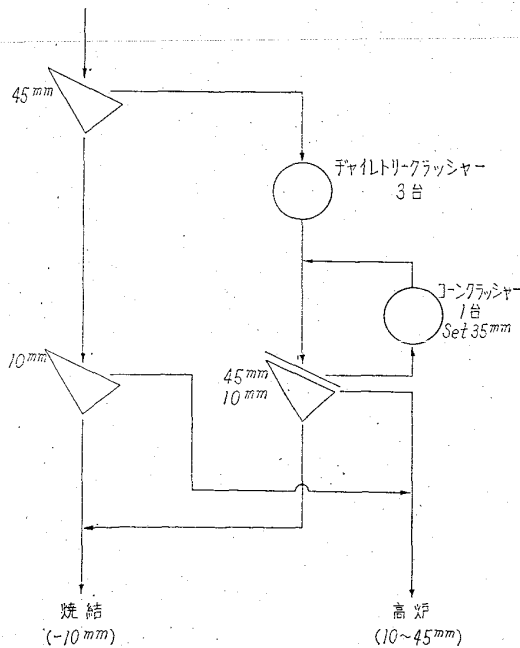


図2.4 中山原料処理設備系統図

(2) サーキュレート方式設置の推移

昭和31年12月に2次破碎設備を完成した中山では2段破碎、篩分のサーキュレート方式を同時に採用しており高炉には10~45mmの処理鉱を送るようにした。(図2.4参照)

昭和34年1月に完成した600t/hの処理能力を有する神鋼・神戸の鉱石処理設備は、図2.5に参照されるように、2段破碎、3段篩分のサーキュレート方式が採用されており、高炉には8~40mmの処理鉱を送るように計画された。

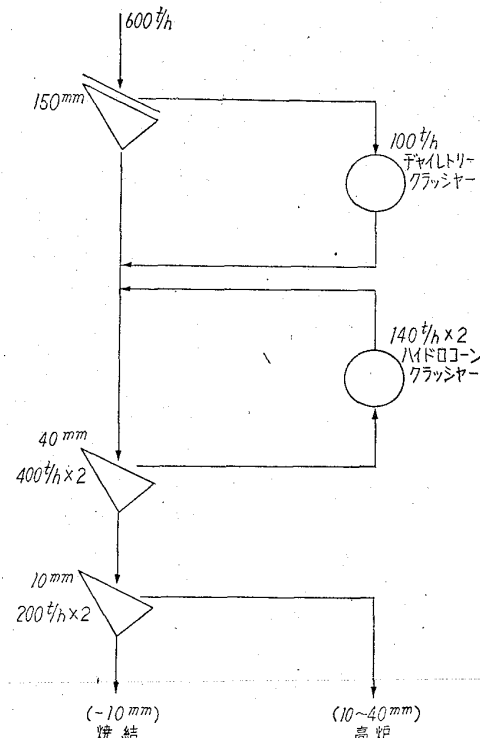


図 2.5 神鋼・神戸原料処理設備系統図

住金・小倉では、高被還元性鉱石は35mm以下、低被還元性鉱石は25mm以下、処理鉱中の粉鉱混入率を20%以下とすることを目標として、昭和35年1月に3段破碎、篩分のサーキュレート方式の処理設備に大改造し、引続いて8月には粉塊バランスの調整ならびに粗鉱性状不良時における篩分強化を図るため4次篩分2台を増設した。(図2.6参照)

川鉄・千葉に新設した原料処理設備はサーキュレート系統を有する2段破碎、3段篩分方式を採用しており、10~50mmを高炉向処理鉱とした。

昭和35年11月、富士・広畑に完成した原料処理設備は600t/hの処理能力を有しサーキュレーティング付きの2段破碎篩分処理工程により、7.5~40mmの処理鉱を高炉に送るものとした。

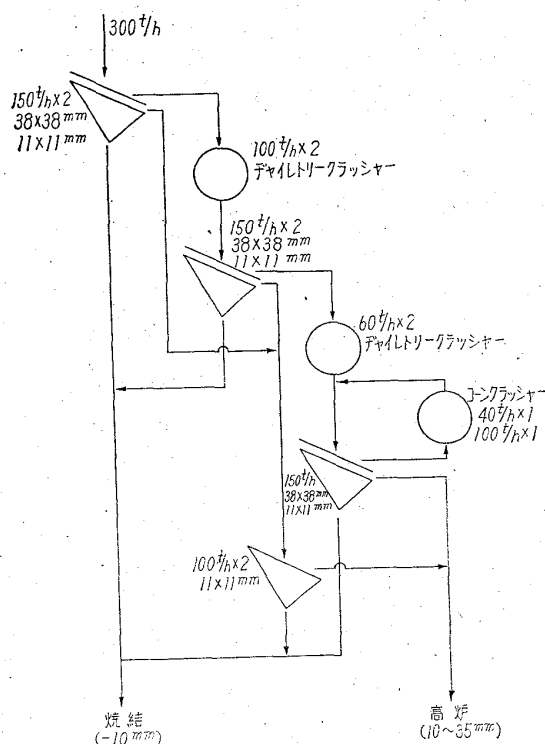


図2.6 住金・小倉原料処理設備系統図

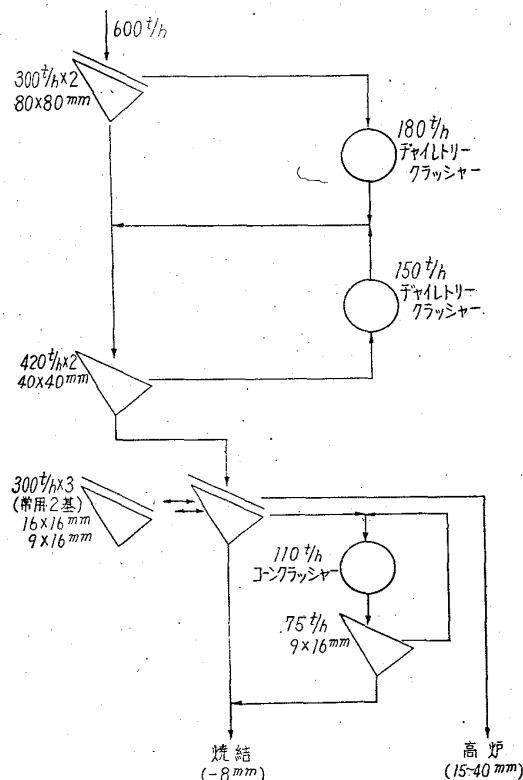


図2.7 住金・和歌山原料処理設備系統図

昭和36年2月, 従来, 碎鉱車による1段破碎のみであった洞岡の16番岸壁処理設備はサーキュレート系統をもつ2段破碎, 4段篩分方式へ大改造した. この結果8~40

mmの処理鉱を高炉に送るよう改善した.

同じく昭和36年2月住金・和歌山に2系統で600 t/hの能力を有する鉱石処理設備を完成した. 図2.7に示すようにサーキュレート系統を備えた2段破碎, 4段篩分方式が採用されている. 本設備は, 15~40mmを高炉に, 8mm以下を焼結向けとするため8~15mmの鉱石を全量焼結向けに破碎する三次クラッシャーを具備する点に特色があり, また三次振動篩は常用2台に対し1台の予備をもち, 篩網の交換, 保守を便利にした.

昭和37年3月に完成した八幡・戸畑第2原料処理設備においても, 図2.8に示すように, サーキュレート系統

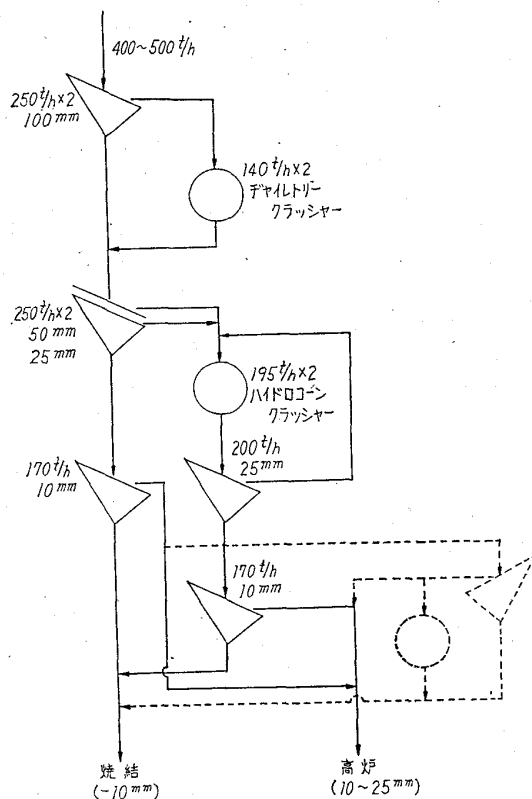


図2.8 八幡・戸畑第2原料処理設備系統図

を有する2段破碎, 5段篩分処理を行い10~25mmの処理鉱を高炉に, 10mm以下の篩下鉱を焼結に送るようにした. 本設備は400~500 t/hの処理能力であるが, 振動篩10台, クラッシャー4基より構成されており, なおさらに振動篩2台, クラッシャー2基を増設して10mm以下の篩下鉱の再処理を行うことを計画中である.

2.1.3 処理鉱石の粒度の検討

高炉装入物の粒度を改善することにより, ボイドの増加, 装入分布の均一化と相まって通気度が増大し, 必然的に炉内における熱交換, ガス還元反応が促進され, 結果として出鉄量の増加, コークスの節減など, 高炉操業能率の向上は充分期待されるところである.

整粒の強化に伴なつて整粒目標は漸次變つてきており、最初は50mm以下におさえることを目的としたが、その後粉鉱の除去ならびに最大粒度の規制による高炉能率の改善が明らかになるにつれて、通風を害さない程度に可能な限り細粒化するとともにかつ一定の粒度に揃える方向に進んでおり、最近では最大粒度を25mm、最小粒度を15mmに限定するところもあらわれている。

処理鉱の粒度目標を決定する場合、粉塊バランスの確保(特に焼結能力、貯鉱場能力との関連上)、粘性鉱石の篩分対策、粒度と高炉操業との関係、処理設備の能力などが総合的に考慮される必要がある。

処理鉱の最適粒度については、各工場の条件の相違および今後の研究にまたなければならない分野もあるので、未だ統一した見解は確立されていない。

一つの決め方としては、鉱石の被還元性により整粒基準を作成している。(住金・小倉)すなわち各銘柄別に被還元性を調査し、還元率65%以上は10~50mm、50~65%は10~40mm、50%以下については10~30mmを基準とした。さらに昭和35年1月に鉱石処理設備の強化を完成するとともに、低被還元性鉱石は25mm以下、高被還元性鉱石は35mm以下に基準を改訂している。

設備的な観点からサイジングにおける問題点をあげると次の通りである。

近時、振動篩については、篩分が多段化とともに7'×20'に達する大型機も登場するにいたり、整粒度の向上に大きな役割を果たしてきている。しかしながら粘性鉱石の篩分は依然として難問題であり、ルーズロッドデッキスクリーンを含む新機種が開発されたり、単床式形式または予備機を設備することにより篩網の交換に便宜を図つたり、あるいはまた処理工程を何回も繰返して通すなどの対策が試みられてきているが、根本的解決をみるにいたっていない。したがって今後の課題として、山元における水洗処理の強化を図るとか、若しくは篩分困難な場合は全量を破碎して焼結するなどの措置がさらに積極的に検討されなければならない。

クラッシャーについては、サイジングの強化に伴い磨耗代の調整あるいは鉱石性状によるセッティングの調整を頻繁に行う必要が生じるため、必然的にセッティングの調整容易な機種が粗砕鉱機にいたるまで選定される傾向にあり、成果をあげてきている。しかしながら整粒の強化に附随して破碎過程における粉化率も著しく増大する傾向にあるので、粉化率の低い機種の開発は今後に残された課題である。

処理設備の能力を充分に発揮させ、処理能率をあげる

ためには、著しく性状を異にしている鉱石を多数銘柄取扱う関係上、銘柄別の特徴をよく把握し、処理条件を見究めることが重要である。このような見地から鉱石処理過程における粒度の推移、ならびに設備の実態調査がしばしば試みられ成果をあげている。

昭和33年1月~5月にわたり八幡・洞岡15番および17番岸壁処理設備に対して実施した効率調査によると、粉鉱の多い粗鉱は処理鉱としても同傾向になり、塊鉱の多い粗鉱の処理鉱は概略正規分布することが報告されている。

鋼管・鶴見にて、鉱石の破碎過程における粒度の推移および粒度別の品位の変動について調査した報告によると、破碎後の粒度は銘柄および破碎前粒度の影響よりも、むしろセッティングによる影響の方が大きいこと、ならびに処理鉱粒度とFe品位の関係は25mm以上においては全般的にほとんど差はないが、25mm以下についてはインドのような赤鉄鉱は粉になるにつれてFe品位の低下が著しいのに対し、赤谷のように鉱物学的に特殊な組織をもつ鉱石ではむしろ逆の関係にあることなどが知られている。

また昭和34年7月~8月に洞岡17番岸壁処理設備において再度効率調査を行なつた結果、1次クラッシャーとしてチャイレトリークラッシャーのような粗砕鉱機を使用する考え方は破碎効率の低い理由から再検討の余地があること、ならびに湿分の多い粘性鉱石の篩分効率も極めて悪く、かつ給鉱量の増減に正比例しないことなどが報告されている。

中山では昭和34年11月より36年9月迄入荷した鉄鉱石の処理データを解析した結果、鉱石の篩分状態は鉱石の水分によつて異なるが、同一銘柄については水分よりも篩目サイズの方の影響が大きいとの結論を得ている。

2.2 焼結設備の増強および種々の改善

焼結機の当初の目的はダスト処理・副産物の有効利用ということで硫酸滓・砂鉄・あるいは国内鉱石を高炉で発生するガス灰・粉コークスで焼き固め不純物を除去するだけであつた。

しかし鉱石の予備処理に伴なつて発生する篩下粉鉱、あるいは山元で発生する安価な粉鉱または選鉱した精鉱粉などが鉄源として大きなウエイトを占めるようになりまたさらに、石灰粉を配合した自溶性焼結鉱は高炉の出鉄能率の向上、コークス比の低下に著しく寄与することが明らかになつた。したがって現在では焼結工場は製鉄工程に必須のものと考えられている。

以前は小能力のバッチ式の A・I・B 式または GW (グリーナワルト) 式および連続式の DL (ドワイト・ロイド) 式焼結機が数基あるに過ぎなかつた。

前述のごとく焼結鉬の認識が深まるとともに 2,000~3,000 t/d の大型焼結機が続々建設されその生産量は年間 1,500 万 t, 高炉の焼結鉬使用率は 65% を超えるにいたつた。表 2・1 に建設の推移を示す。

さらに将来は 5,000~7,000 t/d の焼結機の建設, 100% 焼結鉬配合による高炉操業に向う可能性がある。

2・2・1 焼結設備各部の改善

(1) 原料配合関係

焼結工場の目的がダスト処理工場から高炉原料の主生

産工場にかわるとともに, その生産性あるいは品質の均一化が重要視され, 焼結原料の処理あるいは配合などの設備についていろいろと意が払われてきた。

硫酸滓あるいは磁選精鉬のような微粉原料は焼結用としては細かすぎ配合原料の通気性を低下させるため微粉原料のみをペレタイザーによりあらかじめ粒化させるセミペレット法が開発された。また配合原料についても混合のみに終らずさらに焼結機装入直前にドラム型あるいはパン型の造粒機により粒化させるフォアペレット法が行なわれている。

焼結鉬が高炉の主原料となり, さらに石灰粉を加えた自溶性焼結鉬を製造するにいたりその均一性, 特にその

表 2・1 焼 結 工 場 建 設 の 推 移

焼 結 工 場 名	建 設 年 月	機 名	型	設 計	公 称 能力 t/d	有 効 面 積 幅 m × 長 さ m
富 士 釜 石	昭和 4 年 4 月	No. 1-2	D.L.		400	(1.07 × 8.0 = 8.56) × 2
八 幡 洞 岡	4 年 10 月	No. 1-8	A.I.B.		650	74.75 m ²
"	9 年 2 月	No. 9-12	"			
"	10 年 10 月	No. 13-16	"			
"	26 年 10 月	No. 17-18	"			
富 士 釜 石	11 年 9 月		G.W.		1,100	(3.05 × 4.88 = 14.884) × 4
八 幡 戸 畑	12 年 3 月	No. 1-2	"		1,000	133.8 m ²
"	14 年 4 月	No. 3-4	"			
"	19 年 10 月	No. 5-6	"			
鋼 管 川 崎	14 年 9 月	No. 1	D.L.	ル ル ギ ー	1,250	2 × 33 = 66
住 金 小 倉	15 年	No. 1	"	"	880	1.5 × 25 = 37.5
尼 鉄	16 年 8 月	No. 1	"	"	300	1.5 × 11 = 16.5
"	"	No. 2	"	"	350	1.5 × 13 = 19.5
富 士 室 蘭	19 年 2 月	No. 1	"	"	800	2 × 25 = 50
"	19 年 4 月	No. 2	"	"	800	2 × 25 = 50
鋼 管 川 崎	19 年 7 月	No. 2	"	"	1,250	2 × 33 = 66
富 士 広 畑	19 年 11 月		G.W.		1,900	(30 × 7.2 = 21.6) × 4
"	26 年 6 月		"			(30 × 7.2 = 21.6) × 4
中 山	28 年 4 月		"		250	13.22 m ²
八 幡 洞 岡	28 年 11 月	No. 1	D.L.	マ ッ キ ー	1,000	1.826 × 29.3 = 53.5
"	32 年 3 月	No. 2	"	"	1,000	1.826 × 29.3 = 53.5
富 士 室 蘭	33 年 1 月	No. 3	"	"	1,000	1.826 × 29.3 = 53.5
神 鋼 神 戸	33 年 12 月	No. 1	"	"	500	1.832 × 18.29 = 33.5
大 阪 西 島	35 年 4 月	No. 1	"	"	560	1.8 × 20.4 = 37
富 士 広 畑	35 年 7 月	No. 1	"	"	2,000	2.44 × 46.36 = 113.1
尼 鉄	35 年 6 月	No. 3	"	"	500	1.829 × 18 = 32.4
"	"	No. 4	"	"	500	1.829 × 18 = 32.4
八 幡 戸 畑	35 年 10 月	No. 1	"	"	3,500	2.5 × 52 = 130
鋼 管 川 崎	35 年 11 月	No. 3	"	コ ッ パ ー ス	2,500	2.4 × 38.8 = 95
富 士 釜 石	36 年 3 月	No. 1	"	"	1,700	2.44 × 36.6 = 89.3
住 金 和 歌 山	36 年 3 月	No. 1	"	マ ッ キ ー	1,100	1.85 × 36 = 66.6

焼結工場名	建設年月	機名	型	設 計	公 称 能力t/d	有効面積 巾m×長さm
富士室蘭	36年5月	No. 4	D.L.	マ ッ キ ー	2,000	2.5×47=118.75
神鋼神戸	36年10月	No. 2	"	マクドウエル	1,500	2×32.9=65.8
八幡戸畑	37年2月	No. 2	"	ル ル ギ ー	3,500	2.5×52=130
日新呉	37年4月	"	"	"	1,000	1.63×37=60
川鉄千葉	37年5月	No. 1	"	ル ル ギ ー	2,000	2.5×32=80
鋼管水江	37年7月	No. 1	"	コ ッ パ ー ス	3,000	2.44×41.455=100

化学成分の管理が非常に重要となっている。

一方焼結原料の大半が輸入原料になつている現在その銘柄は著しく多くなり、その配合割合を一定に保つため、従来のテーブルフィーダーによる無計量配合から C・F・W (constant feed weigher) を使用する配合比率自動制御を行なうようになった。

また、あらかじめ主要原料をヤードにて混合し均一な原料を調整するオア・ベディング法が用いられてきた。

従来返鉱の保有する熱については設備保守の面から非常に厄介視されていたがその熱を利用することにより配合原料の顕熱自体を増加させるだけでなく、通気性の改善にも顕著な効果を示すことが明らかである。最近の焼結機では熱い返鉱を回収、処理について改善が行なわれ排鉱後破碎したものを直ちにホットスクリーンで篩い分け返鉱をパンコンベヤーにより返鉱槽に移し、テーブルあるいはエプロンフィーダーなどによる C.F.W. で配合する方法が行なわれている。

(2) 本体関係

焼結鉱の生産を増大するため焼結機は 1,000 t/d 以下のものから、3,000 t/d 以上のものへと大型化されるに伴いその構造も変化している。

パレットの幅が 1.5m 程度のものから 3.5m にもなる変形が問題となりまた衝撃にも強くなければならずそのフレームは高級鋳鉄によるものが多くなつた。またグレート・バーはその取替による稼働率低下をさけるために鋳鉄製から耐熱、耐摩耗性の高クロームあるいはさらに少量の Ni を含有した合金鋼を使用するようになった。

パレットとウインドボックスとのシールは、スライドレールの上を直接パレットが移動し、その自重によりシールする方法から、パレットは車輪により支えウェアリングバーとシール・バーによりシールする方法、あるいはスプリングにより撓動金物を押しつける方法、あるいはカンチレバーによりパレット裏面を抑える方法などが採用されている。

点火炉はほとんどがコークス炉ガスを使用するもので、直火式と反射式があり、またパレットの進行方向に数列のバーナーを並べたものもある。特にパレット・スピードの増大に伴い点火炉の長さが問題となつたこともある。また点火炉内張りレンガはほとんどがシャモットレンガを用いているが、塩基性煉瓦の使用も考えられている。

排鉱部でのパレットは従来カーブドレールに沿いパレットの自重により移動するものであつたが、パレットが大型化するに伴いその衝撃あるいは摩耗が大きくなり、駆動部と同じようにスプロケットホイールにより移動させるような方式も採用されている。

(3) 成品処理関係

パレットから排鉱された焼結鉱は 800~1,000°C の高温でありこれを高炉まで運搬するためには冷却しなければならない。また粉を十分に篩い分ける必要がある。この2点について近年の改善は著しいものがある。シンター・ブレイカーで破碎した熱い焼結鉱は固定グリズリーにより篩い分けるのが従来の方法であつたが高温とダストという悪条件下でも充分稼働できる振動式ホット・シンター・スクリーンが開発された。その効果は冷却器の冷却効率がよくなること、冷却器の排風系統に除塵装置が要らないこと、および熱い返鉱の利用による燃料の節約あるいは生産性の増大が得られることなどである。

焼結鉱の冷却は従来ピット撒水のため焼結鉱、特に石灰焼結鉱の品質を著しく低下させたが大規模な空冷装置が開発されこの問題は解決された。

現在種々の冷却装置があり、ビンタイプ (たとえばマッキー型、釜石型)、セルラ型など、またパレットタイプの直線型、円型などがあり、そして通風も押込、吸引の両者があり配置、立地条件などによりそれぞれ採用されている。

(4) 計装関係

計測機器の発達により焼結工場の計装も充実し、また各種の自動制御装置も設けられている。

コンベヤシステムでの計量機, あるいは電子管式調節計算の開発により配合原料の一定比率切出制御が可能となり, またワードレオナード方式などにより原料装入速度, クーラーの速度などをパレット速度に比例させて制御するようになった。

パレット内の装入層厚を一定に保つような層厚制御あるいは, ウインドボックスの排気の温度, 流量, 負圧などによりパレット速度を自動制御する方法などを開発し実施している。また配合原料中の水分を連続測定する中性子水分計の研究もされている。

2.2.2 焼結工場の推移

(1) DL 焼結機の新設 (昭和34年以前)

戦後富士広畑のGW式焼結機の増設, 八幡洞岡のA・I・B式焼結機の増設, 中山のGW式焼結機の新設をみたが, 昭和28年11月八幡洞岡に完成した1,000 t/dのDL式焼結機は新しい特色を備えたものでその後に建設された大型焼結機の範となった。

a 八幡・洞岡1号焼結機, 1,000 t/d DL

(i) 本体は米国マッキー社の設計

能力 1,000 t/d 有効長, 29.3m, 有効面積 53.6m²

パレット 1,832 mmW × 610 mm L × 119個

速度 1.36m/mn $\left(\begin{array}{l} +30\% \\ -20\% \end{array} \right)$

風箱 16ヶ, 主電動機 7.5 kW D・C

排風機 3,900 m³/mn, -850 mm Aq, 120°C, 1,500HP, 1,760 r.p.m.

原料はスイングスパウトからフラッファーを通して装入する。

点火炉は高炉ガスを使用し, バーナー6本を取付けている。

(ii) 焼結鉱の空冷

従来の撒水冷却は焼結鉱の品質低下, 粉塵による作業環境悪化等をもたらしていたが, 始めて本格的な空気による冷却器が完成した。

型式 マッキー水平回転テーブル型強制吸込通風式

能力 1,150 t/d

外径 10 m

排風機 1,600 m³/mn, -90 mm Aq, 150°C, 70HP, 720 r.p.m

(iii) 燃料用コークス破碎にロッドミルを使用

能力 10 t/h 本体 1,525 mmφ × 3,048 mmL, 26.2 r.p.m. 100 kW,

従来は平型ロールクラッシャーなどで破碎していたが

ロッドミル採用により破碎粒度は良好となつた。

(iv) ホットスクリーンの採用

排鉱部で排鉱された焼結鉱はシングル・ロール・スパイダー型クラッシャーにより破碎されローヘッド型の振動篩に入り篩上はクーラーに入り篩下を返鉱とするいわゆるホットスクリーンを採用した。

しかし環境が悪いため故障が続出し, パンコンベヤとともに稼働率低下の第一原因となつた。

型式 ローヘッド型振動篩

能力 1,200 t/d

寸法 1,500 mmW × 3,600 mmL

篩目 7 mm

傾斜 水平

(v) 総括制御および計装

焼結工場内の一切の運転は焼結機室の制御室で可能になりパレットはD・Cモーターにより速度可変とし, 配合切出量やクーラーからの排出量もM・Gセットによりパレット・スピードにスライドするようにした。そして貯鉱槽にはメリック付きのベルトフィダーを設置し, あらかじめ定められた割合に各原料を切り出すようにしている。

また, 焼結状況, その他を監視するため温度, 圧力, 流量計を各所に設置した。

b 八幡・洞岡2号焼結機, 1,000 t/d DL

続いて昭和32年3月八幡洞岡に1号焼結機と同じマッキー式の2号焼結機が完成したが先の1号DLの運転経験を活かし種々の改善がなされている。

(i) 主排風機; -850 mm Aqであつたものを2号DLでは-1,100 mm Aqとした。

(ii) 点火炉; ガス燃焼用の空気送風機を強化した

	1号 DL	2号 DL
使用ガス	B・F・G	C・O・G
バーナー	3"φ × 6	3"φ × 8
ガス送風機	25.4 Nm ³ /mn 700 mm Aq	10 Nm ³ /mn 200 mm Aq
空気送風機	28.3 Nm ³ /mn 530 mm Aq	100 Nm ³ /mn 200 mm Aq

(iii) 主排気系統集塵器

2号DLではウィンド・レグからセットリングチャンバーを通し, さらにマルチサイクロン4本で除塵している。

(iv) ホットスクリーン

排鉱部の篩分に使用したローヘッドスクリーンは極めてトラブルが多いためこれを旧来の固定グリズリー型と

した。

(v) 冷却器の強化

	1号 DL	2号 DL
能力	1,150 t/d	1,500 t/d
回転数	0.144 r.p.m. $\begin{matrix} +30\% \\ -20\% \end{matrix}$	0.22 r.p.m. $\begin{matrix} +30\% \\ -20\% \end{matrix}$
排風機	1,600 m ³ /mn. -90 mmAq	3,000 m ³ /mn. -180 mmAq
	150°C 70HP	170°C 300HP

(vi) 排鉱部防塵の強化

防塵用排風機を大きくして風量を 120 m³/mn から 650 m³/mn 負圧を -150 mmAq から -200 mmAq とした。

c 富士・室蘭 3号焼結機, 1,000 t/d DL

昭和33年12月には洞岡の2号 DL と同じ仕様のマッキー式のものゝ室蘭に旧来の 1.2号 DL に隣接して完成した。

能力	1,000 t/d 有効面積 1,829 mmW × 29,260 mm
	L = 53.51 m ²
排風機	3,900 m ³ /mn, -1,100 mmAq, 1,500 HP
冷却器	1,200 t/d, 水平回転テーブル型強制吸込通風式
	3,000 m ³ /mn -200 mmAq, 150°C, 300HP

室蘭では同時に 1.2号焼結機の附帯設備の改造を行なった。

- (i) コークス破碎をロールクラッシャーからロッドミルにした。
- (ii) 貯鉱槽のテーブルフィーダーを可変速の D・C モーターとし、さらに返鉱、コークス用貯鉱槽を新設した。
- (iii) 配合原料の輸送をピット起重機方式から、ベルトコンベヤー方式とした。
- (iv) 焼結鉱の冷却はピット撒水方式のものをやめ空冷器にした。
- (v) 焼結工場の総括制御を行ない制御室を焼結機脇に設け、また配合フィーダー、給鉱フィーダー、焼結機、クレーンをワード・レオナード方式により速度制御可能にした。

d. 神鋼・神戸 1号焼結機 500 t/d DL

昭和34年には神戸の第1高炉火入とともに 500 t/d の焼結機が完成した。型式は洞岡 2号 DL と同じである。

能力	500 t/d 有効面積 1,832 mmW × 18,290 mm
	L = 33.5 m ²
排風機	2,500 m ³ /mn, -600 mmAq, 2基
冷却器	水平回転テーブル型強制吸込通風式

配合槽にはポイドメーターを設置し、混合はパグミルで2段である。この焼結工場の特徴は酒造地帯と隣接しているために防塵対策上慎重な考慮が払われ、焼結工場はダストが多いという観念を一新した。

(2) 従来の DL 式焼結機の改造

a. 鋼管・川崎の 1.2号 DL はそれぞれ昭和13年、19年に完成したものであるが焼結鉱の増産、品質向上の要望から31年7月から12月の間に大改造が行なわれた。

- (i) 粉コークスおよびスケールの切出しには自動秤量切出しのできるポイドメーターを設置。
 - (ii) 配合原料の混合度を向上させるためにドラムミキサーにロータリーパドルを設けた。
 - (iii) 配合原料の輸送をコンベヤーシステムにした。
 - (iv) 焼結本体を延長し、従来の焼結水冷方式から空冷にするため焼結機上で冷却する方式をとつた。有効長を25 m から 33 m, 風箱, 13個から17個とし延長部および旧風箱2個の排風のために 1.2号共通の 4,500 m³/mn, -800 mmAq, 150~200°C, 1,000 kW の排風機を新設した。
 - (v) 排鉱部での破碎はシングルロールをダブルロールクラッシャーとしさらに篩分けをナロンメルからローヘッド型振動篩とした。
 - (vi) 成品、返鉱の輸送はゴムベルトをそれぞれパンコンベヤー、エプロンコンベヤーとした。
- b. 同じような焼結機の延長が昭和32年9月から12月に住金・小倉の DL についても行なわれた。
- (i) 焼結機を延長し (13 m → 25 m, 風箱 7 → 13 個), 排風機も 500 HP 1基であつたがさらに 500 HP 1基を増設した。
 - (ii) パレットのシールを従来のスライドタイプからマッキー式にみられるドロップバータイプとした。
 - (iii) 配合原料の輸送をクレーンからコンベヤーシステムとした。

(3) 昭和35年には多数の焼結機が完成した。

a. 4月大阪・西島に第1高炉 (300 t/d) 火入れとともに、560 t/d の DL が完成した。

能力	560 t/d 有効面積 1,800 mmW × 20,400 mm
	L = 37 m ²
排風機	2,500 m ³ /mn. -1,000 mmAq
冷却器	900 t/d, 1,800 mmW × 28,000 mmL パンコンベヤー型強制吸込通風式. 2,000 m ³ /mn, -100 mmAq 2基

排鉱部はシングルロールスパイダー型クラッシャーと固定グリズリーの組合せで、配合にはコンスタント・フィードウエアーを用い1次混合機はパッグミル、2次混合機はドラムミキサーを使用している。

b. 6月には尼鉄の第2焼結工場に500 t/dのDLが2基完成した。マッキー式で各基の仕様は次の通り。

能力 500 t/d 有効面積 1,800 mmW × 18,000 mm
L = 32.4 m²

排風機 2,300 m³/mn, -1,200 mmAq, 120°C

冷却器 パンコンベヤー型強制吸込通風式

1次混合はパッグミル、2次混合はボーリングドラムで焼結機上に設け、装入はスイングスパウトとロールフィーダーを併用した。

c. 7月には国内最初の大型焼結機が富士広畑に完成した。マッキー式 2,000 t/d DLである。10月には国内最大の3,500 t/d ルルギー式DLが八幡戸畑にて完成した。11月には鋼管川崎に2,500 t/dのコッパース式DLが完成した。この3機を比較してみると次の様である。

(i)*1) 混合機

(ii)*2) 点火炉

(iii)*3) 焼結機本体および主排風機

(iv) 本格的なホットスクリーンを採用し、篩分の強化、冷却器における冷却効果の向上をねらった。広畑、戸畑はドイツのカールシェング、川崎はロビンスのものである。

(v)*4) 冷却器は広畑、戸畑がルルギーのサーキュラー型強制吸込通風、川崎はコッパースの直線型強制押込通風式である。いずれも篩分けが充分であるので排風には除塵器が設置されていない。

(vi) いずれも集中総括制御方式を採用し、計器装備も極めて充実している。

(4) 36年に入つても焼結機の新設は続いた。

a. 3月に住金和歌山に1,100 t/d マッキー式DLが完成した。従来のマッキー式と同じでそれほど特異な点はみられない。

	広 畑	戸 畑	川 崎
(i)*1)			
1次混合	ドラムミキサー 2.36 mφ × 5.50 mL 8.7 r.p.m.	ドラムミキサー 3 mφ × 10 mL 5 r.p.m.	ドラムミキサー 1.8 mφ × 3.4 mL 8 r.p.m.
2次混合	ボーリングドラム 3 mφ × 7 mL 8 ~ 18 r.p.m.	リローリングドラム 3.2 mφ × 12 mL 7 r.p.m.	マルチプル、コーン・ペレタイザー 3.05 mφ × 9.12 mL 2.65 ~ 11.85 r.p.m. 0 ~ 7° 傾斜可変
(ii)*2)	広 畑 8本バーナーの直火式	戸 畑 28本のバーナーが3列並んだ トーチタイプ・直火式	川 崎 バーナー12本のコッパース スターリング反射式
(iii)*3)	広 畑	戸 畑	川 崎
型 式	マッキー式 三菱造船	ルルギー式 日立造船	コッパース式 住友機械
有効面積	113.1 m ²	130 m ²	95 m ²
パレット	2.5 m	2.5 m	2.4 m
風 箱	19個	26個	16個
速 度	2.76 m/mn ± 50%	2.07 ~ 8.3 m/mn	3.15 m/mn ± 30%
パレットシール型式	ドロップ・バー	スプリングシール	ドロップ・バー
主排風機	9,000 m ³ /mn, -1,300 mmAq 120°C, 3,200 kW	11,700 m ³ /mn, -1,200 mmAq 120°C, 3,800 kW	8,100 m ³ /mn, -1,100 mmAq 120°C, 2,350 kW
(v)*4)	広 畑	戸 畑	川 崎
	2.5 mW × 21 mφ = 134 m ² 5,400 m ³ /mn, -60 mmAq × 3基	3.2 mW × 24 mφ = 200 m ² 6,250 m ³ /mn, -60 mmAq × 3基	3.05 mW × 28.8 mL = 88 m ² 2,900 m ³ /mn, +200 mmAq × 3基

能 力 1,100 t/d
 有効面積 $1.83 \text{ mW} \times 36.4 \text{ mL} = 66.6 \text{ m}^2$
 排 風 機 $5,000 \text{ m}^3/\text{mn}$, -1, 200mmAq, 1,800kW
 冷 却 器 1,700 t/d 水平回転テーブル型

強制吸込通風式

ボーリングドラムを有している。また一次篩は固定グリズリーである。

b. 同じ月に富士釜石にコッパース式の 1,700 t/d の DL が完成した。

能 力 1,700 t/d
 有効面積 $2.4 \text{ mW} \times 36.6 \text{ mL} = 89.8 \text{ m}^2$
 排 風 機 $7,000 \text{ m}^3/\text{mn}$, -1, 300mmAq, 2,550kW
 冷 却 器 $7,000 \text{ m}^3/\text{mn}$, -250mmAq, 固定ビン型
 強制吸込通風式

混合設備は川崎のコッパース式 3 号 DL とほとんど同じ型式であり、1 次がドラムミキサー、2 次がマルチブルコーン・ペレタイザーである。

冷却器は釜石独特の固定ビン型でホットスクリーンの篩上をロータリーフィーダーで円型のクーリングビンに装入し、排鉱はロータリースクレーパーを用いている。

c. 5 月には富士・室蘭に 2,000 t/d のマッキー式 DL が完成した。

広畑の 1 号 DL とほぼ同じであるが、排鉱部は固定グリズリー、冷却器は水平回転テーブル型であり、またボーリングドラムは設置されていない。

能 力 2,000 t/d
 有効面積 $2.5 \text{ mW} \times 47.5 \text{ mL} = 118.8 \text{ m}^2$
 排 風 機 $9,000 \text{ m}^3/\text{mn}$, -1, 300 mmAq, 2,800kW
 冷 却 器 水平回転テーブル型強制吸込通風式
 2,500 t/d, $14.5 \text{ m}\phi$, 0.232 r.p.m
 $12,000 \text{ m}^3/\text{mn}$, -300 mmAq, 200°C

混合はドラムミキサー、 $3.2 \text{ m}\phi \times 9 \text{ mL}$, 15 r.p.m. で給鉱はシャトルコンベヤー、ベルトフィーダーの組合せである。

d. 10 月には神鋼・神戸に 1,500 t/d のマクドウェル社設計の DL が完成した。

能 力 1,500 t/d
 有効面積 $2 \text{ mW} \times 32.9 \text{ mL} = 65.8 \text{ m}^2$
 排 風 機 $5,500 \text{ m}^3/\text{mn}$, -1, 200mmAq, 1,800 kW
 冷 却 器 円型パレット移動式
 2,000 t/d, 72 m^2 , $1,700 \text{ m}^3/\text{mn} + 155 \text{ m}$
 mAq, 20°C, 70 kW \times 3 基

混合には 1 次にドラムミキサー、2 次にはフライングソーサー(内径 5,486 mm ϕ , 回転数 7.8, 9.6, 11.8 r.p.m. の 3 段可変)を採用し焼結機上に取付けた。

パレットシールはウェイトによりシールバーをパレット底部に押しつけるローウェン型で、排鉱部のホットスクリーンはアリスチャルマーのものを採用している。

防塵を強化するため排風の集塵は従来のサイクロンではなくウェスタンのマルチサイクロンを採用し、ダストを真空輸送している。

クーラーは円型のパレット移動式である。また粉コークスの篩分にはサーモデッキ付振動篩を用いているのが特色である。

(5) 昭和37年以降の建設

a. 2 月には八幡戸畑に 1 号 DL とほぼ同じ 3,500 t/d の 2 号 DL が完成した。

b. 4 月には日新・呉に 1,000 t/d の DL が完成した。

能 力 1,000 t/d
 有効面積 $1.63 \text{ mW} \times 37 \text{ mL} = 60 \text{ m}^2$
 排 風 機 1,700 kW

c. 5 月には川鉄・千葉に戸畑の 1.2 号 DL を若干縮少したルルギー式 2,000 t/d の DL が完成した。

能 力 2,000 t/d
 有効面積 $2.5 \text{ mW} \times 32 \text{ mL} = 80 \text{ m}^2$
 排 風 機 $6,400 \text{ m}^3/\text{mn}$, 120°C
 -1, 200 mmAq, 2,000 kW
 冷 却 器 ルルギー、サーキュラー型, 3,000 t/d
 幅 2 m, 径 18.15 m ϕ , 94 m 2
 $4,000 \text{ m}^3/\text{mn}$, 150°C, -60 mmAq,
 110 kW

d. 7 月には鋼管・水江に、鋼管川崎の 3 号 DL とほぼ同じ仕様の 3,000 t/d コッパース式 DL が完成した。

能 力 3,000 t/d
 排 風 機 $9,000 \text{ m}^3/\text{mn}$, 120°C
 -1, 200 mmAq, 2,700 kW
 有効面積 $2.44 \text{ mW} \times 41,455 \text{ mL} = 100 \text{ m}^2$
 冷 却 器 ルルギーセルラー式 200 t/h
 径 16.6 m ϕ , 8 m $^3 \times$ 20 個
 $118.5 \sim 39.5 \text{ mn}/\text{r}$, $1,000 \text{ m}^3/\text{mn}$
 +150 mmAq, 430 kW

冷却器は世界で第 8 号機という、ルルギーセルラー型を採用している。