

本邦鋼板圧延技術の進歩

内 川 悟*

PROGRESS IN ROLLING OF FLAT STEELS IN JAPAN

Satoru Uchikawa

Synopsis:

In this article the writer reviews the progress of Japanese steel industry in the making of flat steels during the past ten years since the end of War, referring to the changes in the production and improvements in rolling mills, together with the developments in the erection of new equipment under the Steel Industry Rationalization Program.

The advancements during the same period in the methods of operation and techniques of the manufacture of plates, steets and secondary or other related products are also outlined. The writer further adds briefly his view on the future prospect of this matter.

I. 緒 言

よく十年一昔と言われているが、昭和 20 年 8 月の終戦以来既に 10 年を経過しようとする今日、我国鉄鋼業中の圧延部門における鋼板圧延についての足跡を顧みるのも、また意義あることであろう。

終戦直後の混乱期には、我国鉄鋼業界での生産を継続することの困難は、その保有設備能力に対する微々たる生産量によつて充分うかがえる。それが 10 年に満たない今日では、設備の合理化に力を注がれた圧延部門中特に鋼板関係では、既に完成された新鋭設備の稼働中のものであつても富士製鉄広畑の広巾帯鋼熱間圧延機の増設、日亜製鋼呉の熱間連続圧延機、東洋鋼鈸の可逆式冷間圧延機、八幡製鉄戸畑および富士製鉄広畑の冷間連続圧延設備並びに附帯設備、日本鋼管鶴見の厚板圧延機等があり、こゝに 2、3 年の間に実にめざましい進歩をとげ、今や欧米各国に遜色のない新鋭設備の充実を見た。

こゝにこの 10 年間の鋼板圧延法の進歩について、生産の推移、作業状況、設備の改良並びに新設、はたまた将来への見透等を以下に述べることにする。

II. 作 業 状 況

1. 板類鋼材の生産状況

板類鋼材の生産状況については Table 1 に示す通りである。昭和 20 年の数字は終戦前の生産も加つたものであるが、終戦直後の混乱期における生産は殆んど休止の状態であり、その僅かな稼働の状況が 21 年の生産に

示されている。それが年を追うごとに世情の回復にともなう市場の要求と共に、戦災による圧延設備の復旧、休止工場の稼働が次第に活発となつてきた。次いで勃発した朝鮮動乱の進展につれて、鉄鋼業界の好況はその設備および生産の立直りに大いに役立つことは否めない。それは 24、25、26 年の急上昇した数字が示している。それも占領下における、在来の老朽設備を中心とした復旧設備により生産されたものである。然して 24 年ドッジ政策により日本の経済自立が強く要求された結果、補給金制度を撤廃された鉄鋼業界は、厳しい国際競争の真只中に放り出されることになつた。戦前、戦後にかけての圧延設備は殆んどが旧式のものであつて 1、2 の設備を除いてはその老朽の度合もひどく、その設備の性能をもつてしては、到底近代化された設備をもつ欧米との競争は困難視された。従つて、このような欧米に対抗するため品質の向上と原価の低下を来すように近代化され、合理化された設備と経営の必要が痛感されてきた。かくて 25 年の鉄鋼合理化についての答申案により、26 年度を初年度とする第 1 次鉄鋼合理化 3 ヶ年計画が具体化され、28 年にほぼ完成された新鋭設備は 28 年度から本年度にかけて稼働を開始しつつある。この合理化計画の内容を見ると製鉄原料、製銑、製鋼一般圧延の諸設備の中で何よりも眼につくものは帯鋼を含めた板類鋼材の圧延設備であり、これは生産実績より普通一般鋼材に対する板類鋼材の生産比重によつても明らかである。しかしながら一昨年末頃よりの緊縮財政にともなうデフレ下においては、国際市場の不況とあいまつて、鉄鋼業界も切角の新鋭設備の全稼働はおろか、生産の縮少をすらよぎなくされ、合理化工事にも相当な重圧となつてきた。このことは

* 富士製鉄株式会社生産部長、鉄鋼技術共同研究会鋼材部会長

Table 1. Production trend of ordinary steel products (flat rollings)

Years		1945	1946	1947	1948	1949
A	Total hot-rolled products	897,804	359,405	569,074	1,115,395	2,141,395
Plates & Sheets	Strips and like	8,302	5,101	20,859	34,614	53,024
	Plates	239,013	37,101	59,622	146,699	352,159
	Medium plates	4,905	9,015	19,889	55,441	80,078
	Sheets	79,804	47,709	102,460	200,623	388,335
	Tin-plates	20,159	3,859	6,608	15,915	29,316
	Cold-finished sheets	7,217	1,803	2,971	11,005	18,951
	Silicon steel sheets	18,972	5,670	16,285	25,788	34,817
	Rerolled finished sheets Galvanized sheets & like Crude sheets for galvanizing, etc.					5,836
B	Plates & Sheets	378,372	110,258	228,694	490,085	962,516
B/A	Ratio of plates & sheets vs. total hot-rolled products	42.3	30.6	40.2	43.9	44.9

Years		1950	1951	1952	1953	1954 (to Nov.)
A	Total hot-rolled products	3,486,137	4,807,201	4,874,420	5,418,543	5,092,191
Plates & Sheets	Strips and like	100,826	253,814	241,016	479,127	685,379
	Plates	671,539	1,158,170	1,425,654	1,061,088	748,829
	Medium plates	133,516				
	Sheets	599,116	1,032,091	879,560	707,618	1,011,674
	Tin-plates	66,274	92,480	88,206	114,250	137,247
	Cold-finished sheets	26,573	48,788	33,021	46,761	42,101
	Silicon steel sheets	34,944	46,521	35,073	69,670	65,433
	Rerolled finished sheets Galvanized sheets & like Crude sheets for galvanizing etc.	12,003	15,274	14,875	17,237	14,375
B	Plates & sheets	1,644,791	3,002,407	3,192,981	3,483,814	3,541,100
B/A	Ratio of plates & sheets vs. total hot-rolled products	47.1	62.3	63.5	64.1	69.5

27, 28 年の生産の実績にも伺える。

次に年別の圧延設備の稼働状況を見ると以上に述べたように10年間の時勢の変転ともなつて Table 2 に示すような鋼板類の圧延設備稼働状況になつている。生産状況の説明と重複することになるが、終戦直後の20年21年頃にはすべての圧延設備は、直接戦災による被害を受けたものを含めて、その殆んどが遊休の状態であつたが年々と稼働を開始し、朝鮮ブームともなる頃には非能率的な工場の休止はともかく、一応の工場は稼働して来た。26年頃より新鋭設備が第一次合理化計画の進展と共に建設にうつり、28, 29年頃より稼働しはじめていることがうかがえる。なお Table 2 の稼働能力に対する Table 1 の生産高より Table 3 に示すような結果となり、参考迄にその年次の大体の需給の状態を知ることができる。

2. 帯鋼圧延作業状況

帯鋼のうち特に広巾帯鋼については用途および圧延方法が鋼板に関連があるのでとりあげたが、一般にいわれている帯鋼については圧延方法においてカリバーロール等を使用し、鋼板圧延との共通点も少いので、広巾帯鋼については熱間ストリップと一緒に述べることにして、本項での説明を省略したい。

ただここで従来戦前より使用されていたオープンミルの帯鋼工場が、設備の面で、漸時半連続ミルから連続ミルの帯鋼工場へと、高能率な設備に変わりつつあることである。この間に川崎製鉄の帯鋼工場が27年10月に、住友金属、日亜製鋼の連続帯鋼工場が28年6月に、日本鋼管が同年9月と引続いて建設を終つて稼働に入り、また特殊製鋼の帯鋼工場が29年11月に建設を完了することになつている。生産量と設備および稼働状況を、Table 4 に示す。

Table 2. Operational conditions of the rolling equipment for flat rolled products

		End of 1945		End of 1946		End of 1947		End of 1948	
		Units	Nominal tonnage	Units	Nominal tonnage	Units	Nominal tonnage	Units	Nominal tonnage
Hoops	Working	4	73,116	6	163,116	7	183,116	7	183,116
	Idle	8	135,600	6	45,600	5	25,600	4	10,600
	Being built Total	12	208,716	12	208,716	12	208,716	11	193,716
Hot-strips	Working Being built Total								
Plates (medium plates inclusive)	Working	14	311,350	18	616,050	19	617,774	22	959,674
	Stopped To be repaired	32	1,935,624	28	1,606,924	27	1,586,100	24	1,245,400
	Being built Total	46	2,246,974	46	2,222,974	46	2,203,874	46	2,205,074
Sheets	Working	17	111,530	41	313,890	52	369,902	75	479,280
	stopped To be repaired	98	670,856	80	504,396	70	454,720	56	366,920
	Being built Total	115	782,386	121	818,286	122	824,622	131	846,200
Cold-strips	Working Being built Total								
High-finished Cold-rolled sheets	Working Idle Total								
Rerolled sheets	Working Idle Total								
Special steel sheets	Working Total								
Total sum	Working	35	495,996	65	1,093,056	78	1,170,792	104	1,622,070
	Idle	138	2,742,080	114	2,156,920	102	2,066,420	84	1,622,920
	Being built Grand total	173	3,238,076	179	3,249,976	180	3,237,212	188	3,244,990

Remarks:

- (1) Nominal capacity was taken for the period from the end of 1945 to Mar. 31, 1951, while actual capacity for the period from Mar. 31, 1952 to Mar. 31, 1954
- (2) Included in the figures of hoops, plates and sheets for the period from the end of 1945 to the end of 1948.
- (3) The number of units at the end of 1949 was not written-in because of no information
- (4) The "stopped" and "to be repaired" was presumed to be equivalent to the "idle"

3. 厚板圧延作業状況

(中板, 熱間ストリップを含む)

3.1 製造工程

厚板(中板を含む)の圧延作業は大体次の Fig. 1 のような工程による。

製造工程は従来共変りないが, 設備配置や能力については夫々の各工場の特徴によつて異なる。

3.2. 設備配置

厚板工場の設備と一概にいつても, 超大厚物を専門の厚板工場と, 中板専門或いは連続式のストリップ工場では非常な違いがあることは当然で, 以下厚板, 中板, ストリップについて述べる。

3.2.1. 厚板圧延設備

加熱設備は超大厚物には大形材料を使用するため, 鋼塊の直接圧延または超大スラブを使用する場合が殆んどで, 直接圧延の場合には均熱炉またはバッチ型の炉を主として使用する。特に能率をあげるため簡単な連続式予熱炉を併用することもある。普通の厚物程度では, 従来は中小型鋼塊または鋼片(スラブ)をバッチ型炉で加熱したが, 近時分塊設備の発達, 圧延機の改良, 能力の増加と共に漸時鋼片を連続式加熱炉で加熱するようになってきた。圧延設備は在来は2重逆転ロールまたは3重ラウト式の圧延機で, 1スタンドまたは粗, 仕上の2スタンドであつたものが, 需要の余り変らない超大厚板を除いては, 粗圧延機の外に品質の向上と能率の増進のため次第に自動圧下装置を備えた4重逆転式の仕上ロール

End of 1949		Mar. 31, 1951		Mar. 31, 1952		Mar. 31, 1953		Mar. 31, 1954	
Units	Nominal tonnage	Units	Nominal tonnage	Units	Actual capacity tonnage	Units	Actual capacity tonnage	Units	Actual capacity tonnage
	285,000	5	346,000	6	453,000	6	456,000	7	699,000
		1	78,000			1	150,000	1	300,000
	285,000	6	424,000	6	453,000	7	606,000	8	999,000
	270,000	1	270,000	1	396,000	2	954,000	3	1,440,000
						1	240,000		
	270,000	1	270,000	1	396,000	3	1,194,000	3	1,440,000
	1,380,060	20	1,717,200	23	1,919,400	22	1,849,800	22	1,687,800
		3	485,400	5	498,000	4	213,000	2	96,000
	701,000	5	446,000	4	274,800	4	373,000	3	195,000
		2	114,000					1	360,000
	2,081,060	30	2,762,600	32	2,692,200	30	2,435,800	28	2,338,800
	690,200	71	1,290,350	133	1,344,480	119	1,367,940	118	1,331,040
	153,900	4	12,400	6	80,820	9	115,860	21	265,500
	118,500	3	54,200	3	13,200				
		7	72,600	5	53,280	3	27,000	1	12,000
	962,600	85	1,429,550	147	1,491,780	131	1,510,800	140	1,608,540
	113,400	2	139,000	2	135,000	2	144,000	3	690,000
						2	720,000	3	480,000
	113,400	2	139,000	2	135,000	4	864,000	6	1,170,000
	84,876	8	78,000	13	89,200	3	88,200	3	82,200
				1	5,000	1	3,000	1	3,000
	84,876	8	78,000	14	94,200	4	91,200	4	85,200
	85,800	39	92,880	49	83,340	32	66,300	28	58,800
	4,200	2	3,600	4	9,600			4	5,400
	90,000	41	96,480	53	92,940	32	66,300	32	64,200
		4	15,900	4	12,720	5	16,680	5	16,680
		4	15,900	4	12,720	5	16,680	5	16,680
	2,909,336	150	3,949,330	231	4,433,140	191	4,942,920	189	6,005,520
	977,600	17	1,001,600	23	881,420	18	704,860	31	564,900
		10	264,600	5	53,280	7	1,137,000	6	1,152,000
	3,886,936	177	5,215,530	259	5,367,840	216	6,784,780	226	7,722,420

(中には堅ロールを有するものもある)に切換えられつつある。すなわち 27 年 3 月日本製鋼の圧延機の改造、29 年 5 月建設完了の日本鋼管の厚板圧延機が挙げられる。なお附属設備としては、特にスケール除去には従来小枝や竹そだ類を圧延中材料表面に投入しロール噛込時の爆発力を利用していたものが、最近では高圧水 (70~90 kg/cm² 程度) を圧延機の直前または直後に圧延材の上下よりノズルにより噴射させ、高圧と蒸気の爆発力を利用したデスクーリング装置が設備されるようになった。その他の精整設備の面では余り変化がなく、剪断設備ではガス切断機が改良、新設された程度である。4 重逆転式の厚板工場の一例を Fig. 2 に示す。

3.2.2. 中板圧延設備

現在統計面では中板は厚板と一緒にになっているが、所謂厚板と定尺物を主とする中板では、自らその設備の規模も違うのが当然であり、工場の能率向上の面からも小規模な中板専門の圧延工場が存在する。

加熱設備は製品サイズの点で殆んど小鋼片 (スラブ) を使用することになるので連続式の加熱炉を使用している。圧延設備はチルチングテーブルを前後に設置した、3 重ラウト式圧延機が大半であつて、圧延設備の面では取上げる程の進歩は見られない。また精整設備、附属設備についても同様である。

なお特殊サイズの中板については、前項の厚板設備および次項の熱間ストリップ設備で広範囲に利用できるものが多い。

Table 3. Comparison between the capacity of equipment and the quantity produced of flat rolled products.

Calendar years	Operating capacity (A)	Production (B)	(B)/(A) %
S. 20(1945)	495,996	378,372	75,6
21(1946)	1,093,056	111,258	10,2
22(1947)	1,170,792	228,694	18,3
23(1948)	1,622,070	490,085	30,2
24(1949)	2,909,336	962,516	33,0
25(1950)	3,949,330	1,644,791	41,6
26(1951)	4,433,140	3,002,407	60,4
27(1952)	4,942,920	3,192,981	62,8
28(1953)	6,005,520	3,483,814	58,0
29(1954)			

Remarks: As for the ratios of the years 1951, 1952 and 1953, the year-end capacity was cited for the annual production.

3.2.3. 熱間連続圧延設備

いわゆるホットストリップ設備であつて、厚板圧延設

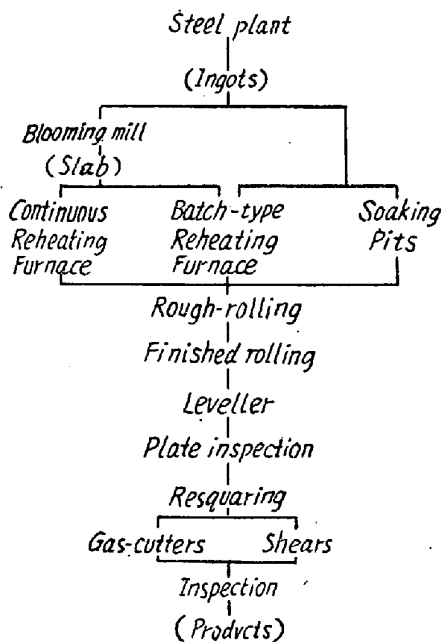


Fig. 1. Manufacturing process of a plate mill.

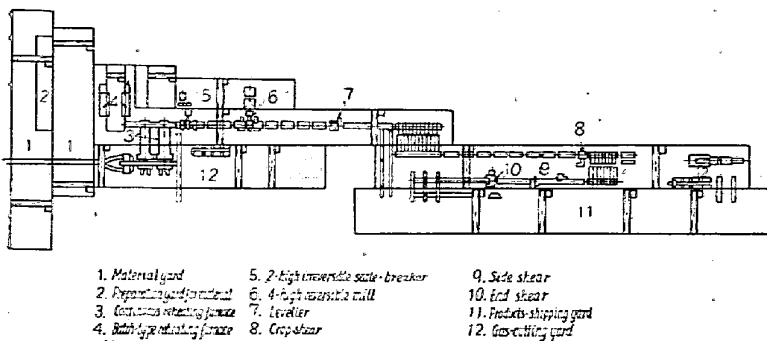


Fig. 2. Plan of a 4-high reversing plate mill.

Table 4. Quantity produced and operational rate of equipment of hoop.

Calendar years	Operating capacity (A)	Production (B)	(B)/(A) %
1945	73,116	8,302	11.4
1946	163,116	5,101	3.1
1947	183,116	20,859	11.4
1948	183,116	34,614	18.9
1949	285,000	53,024	18.6
1950	346,000	100,826	29.2
1951	453,000	253,814	56.0
1952	456,000	241,016	52.8
1953	699,000	479,126	68.5
1954			

備としては、現在富士製鉄(広畑)だけであるが、説明の都合上、薄板素材を主に設備されている八幡製鉄(戸畑)の熱間連続圧延設備と一緒に述べたい。

今更連続式広巾ストリップ圧延設備(冷間圧延設備を含める)と他種圧延機との利害を述べるまでもないが、一般に多大な建設費を要する点を考慮に入れても、なお品質が優れ、かつ高能率であつて、製品のコストは安価となる。欧米の例を見ても薄板(冷間)で12%、黒板19%、厚板18%位安価についているようである。

設備の概要としては、加熱設備は大型スラブを使用する関係で能力の大きな(30~60t/h)予熱、加熱、均熱の3帯連続式鋼片加熱炉を並列に3~5基必要とする。圧延機はスケールブレイカーを含めて粗圧延機3~6基、(スケールブレイカーを除きいずれも4重ロール)、仕上圧延機5~6基(4重タンデム)を一連とするものを設備し、この間に縦ロールをおいている。仕上ロールを通過した板の内、薄板(一部中板を含む)は捲取機に捲取られてコイルとなり、厚板は別の経路で精整、剪断工程に運ばれる。この間の移送はロールガングにより自動的に行われる。勿論連続圧延機では附属装置一切も近代化されており、圧延機はすべて自動圧下で、一連の自動循環給油装置を持ち、スケール除去には多段タービンポンプによる70~95 kg/cm²の高圧水のノズルが、スケールブレイカー、粗圧延機、仕上圧延機の前後に夫々上下より噴出するようになっている。

また厚板の場合には使用材料(スラブ)の関係でスケールブレイカーの次の粗ロールはその前後にスラブターナーを有し、巾出ロールとして働き、その後スラブ整形機を設備する。参考迄に広畑鋼板工場の設備配置をFig. 3に示す。

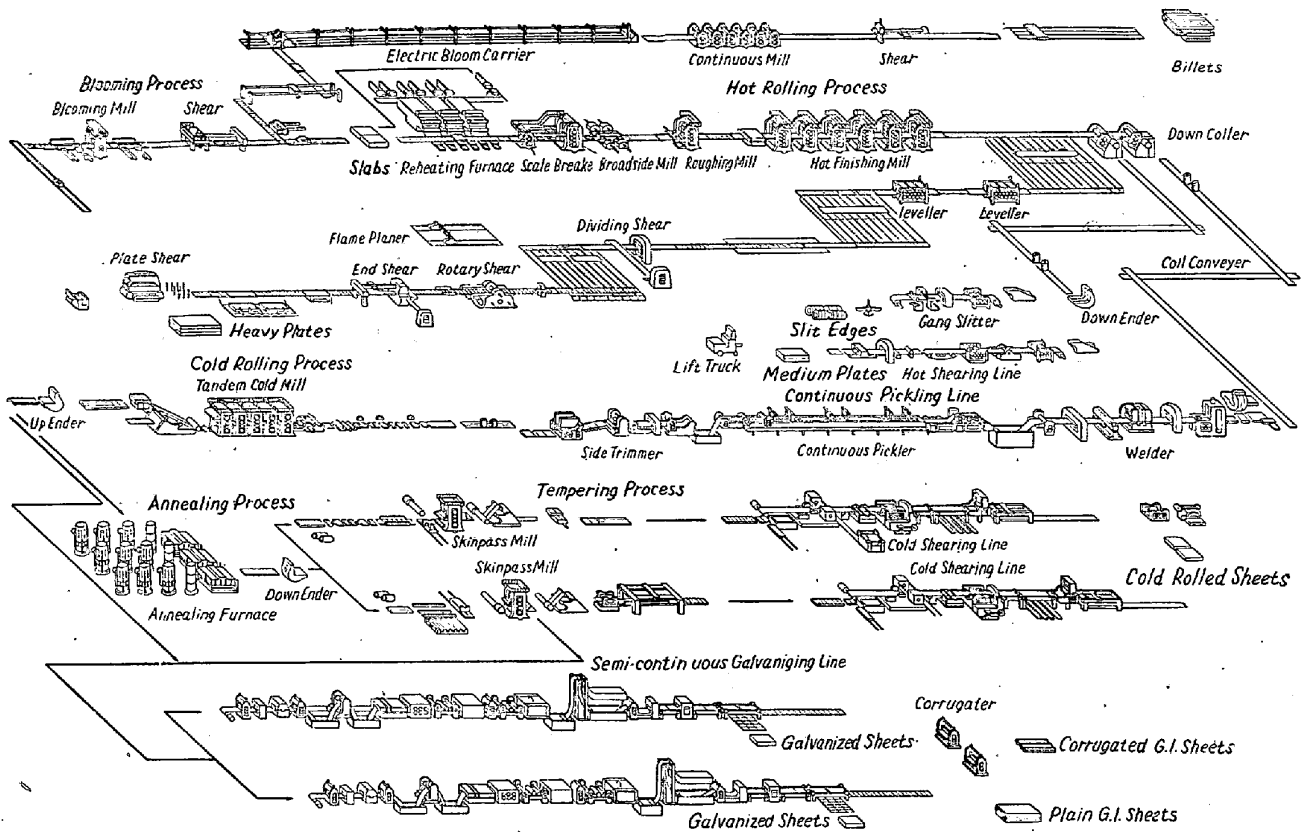


Fig. 3. Flow sheet of Hirohata Works' plate and sheet mill.

4. 薄板圧延作業状況

(黒板, 珪素鋼板, 高級仕上鋼板, 冷間ストリップを含む)

4.1. 製造工程

- イ. 黒薄板の製造工程は大体次の Fig. 4 による.
- ロ. 高級仕上鋼板 (冷間ストリップを含む) は次の Fig. 5~6 による.

4.2. 設備配置

4.2.1 黒板圧延設備

設備稼働の表にもある通り, 全国では 130~140 におよぶ薄板圧延設備であり, 従つてその保有する加熱設備圧延設備, 附属設備等の配置もまた様々であるが, 葉板圧延法の設備配置の概要は, Fig. 4 の製造工程に従つて Fig. 7 に示すようになっている. なお戦後本設備関係で特に画期的な改良, 改造されたものはなく, 強いて述べると加熱設備の計器操業と圧延機前後のチルチンダテーブルの設置が増加した程度である. また一部厚手の黒板については熱間連続圧延設備により製造される.

4.2.2. 高級仕上鋼板圧延設備 (冷間圧延薄鋼板を含む)

単独圧延機, すなわちプルオーバー式の製造工程によるものは, その代表的な設備配置を Fig. 8 に示す,

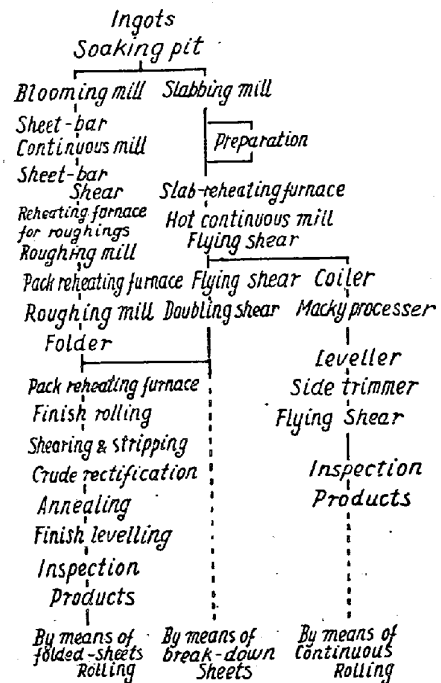


Fig. 4. Manufacturing process of black sheet mill.

次に主に近代化された, 高能率の多量生産方式によるストリップ圧延法は, 概要 Fig. 3 に参照されるような設備の配置であり, 在来のものでは八幡製鉄 (戸畑) が

Fig. 5. Strip mill rolling process.

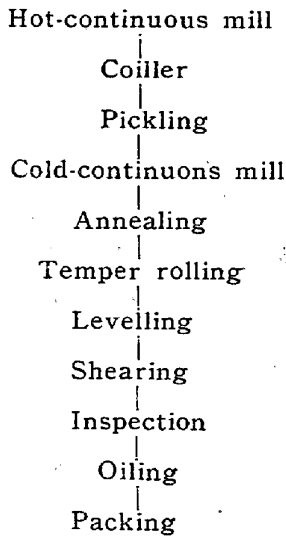
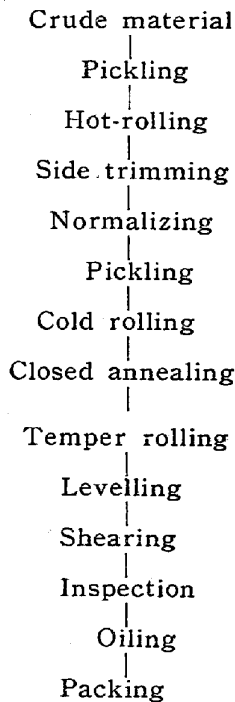


Fig. 6. Pull-over mill rolling process.



それであり、新しくは 29 年 5 月に同八幡製鉄 (戸畑) 29 年 1 月に富士製鉄 (広畑) に完成した連続式薄板工場がそれである。すなわち熱間ストリップミルにより圧延された厚さ 1.2~3.2mm、重量 3~6t の熱延コイルが薄板工場に運ばれると、これは連続酸洗設備にかけられて無限長の帯鋼として、延々 200m に近い工程を約 300ft/mn の速度で、きれいに酸洗され、耳を切りそろえられた重量 10~15t もの超大な酸洗コイルとなる。次にこの酸洗コイルは、タンデムの 5 台連続冷間

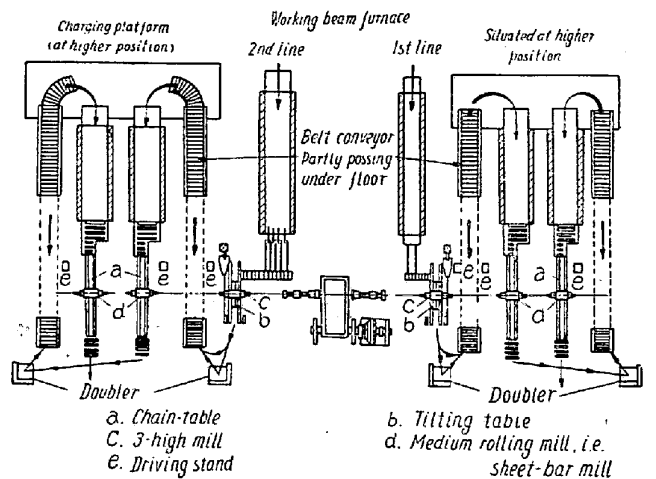


Fig. 7. Layout of black-sheet rolling mill.

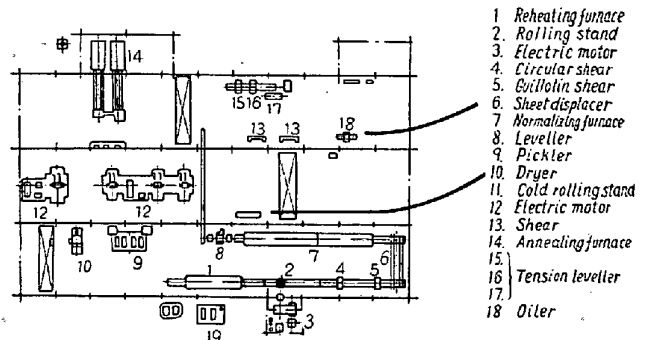


Fig. 8. Layout of ordinary finishing sheet rolling mill.

圧延機に運ばれて、厚さ 0.15~1.6mm にまで 600~1200m/mn の速度で圧延されて、冷延コイルとなり、次の焼鈍工程へ運ばれる。ベル型焼鈍炉での長時間に亘る焼鈍作業で調整されたコイルは再び調整圧延機に運ばれ、その用途に応じ約 1%前後の軽い圧下で約 500~1000m/mn の速度で調整圧延される。以上の工程を経て、表面が平滑で鏡のような光沢を有し、厚さの均一で歪の少ない、しかも結晶粒の小さく均等な、冷間圧延薄鋼板や、深絞りの可能な高級仕上鋼板として完成する。コイルのまま出荷する場合を除いて、通常は次の連続剪断工程で 300ft/mn の速度で、夫々のサイズのシートが剪断され、塗油されて、包装、出荷される。

また一方、前記のプルオーバー式と連続式の間期的なシングルスタンドの可逆式広巾帯鋼の冷間圧延機が、我国の市場性に適合するものとして、今次合理化計画の一部として取り上げられ 28 年 7 月に東洋鋼板 (下松)、29 年 5 月に淀川製鋼が、また 29 年 10 月に日本鉄板がこの設備を完成し、稼働に入っている。さらに 30 年 12 月には大同鋼板が完成を予定されている。

ここで、この可逆式のシングルスタンド冷間圧延機と

タンデムのコールドストリップミルとの利害得失を比較して見ると次のようなことがいえる。

- a. レバーシニングの能力は 9t/h (4000t/M) で非常に小さく、タンデムの 40000t/M に比すれば 10% である。
- b. レバーシニングの方は電気設備が非常に高価であるためレバーシニングミル1台(電動機を含む)の建設費はタンデムミル(電動機を含む)の2台分の設備費に当る。
- c. 製品あたりのランニングコストはレバーシニングの方が高い。すなわち使用しているロールの寿命が短い。
- d. レバーシニングミルは特殊鋼または少量の注文のもの製作には使用上便利であるが、現在では次第にタンデムタイプに変わりつつある。

5. 亜鉛メッキ鋼板作業状況

トタン板、亜鉛鉄板、白板等種々の通称を持つて、広く各家庭の隅々にまで、一般に親まれてきている亜鉛メッキ鋼板については、その用途は非常に広範なものである。

5.1 製造工程

鋼板の亜鉛メッキ法では熱漬法によるものがその殆どであつて、その外に電気メッキ法、吹付法等があるが、現在国内では亜鉛メッキ鋼板の製造には使用されていない。その製造工程は連続式設備も、シートによるメッキ設備も大体次の Fig. 9 の工程による。

5.2 設備および作業状況

従来の亜鉛メッキ設備は通常薄鋼板(黒板)一部に連続冷間ストリップの切板を原板として、シートの熱漬メッキを行つているのが殆んどで、その設備配置は大体、Fig. 9 のような工程であるが、一方連続式の近代化さ

れた設備が合理化計画によつて、八幡製鉄(戸畑)に28年5月に完成、連いて29年11月に富士製鉄(広畑)に設備され稼動に入っている。その概要を Fig. 10 に示す。しかして従来のシートによる亜鉛メッキ設備と、連続式によるものでは工程上は大した差違はないが、その生産能力において連続式のものでは 300ft/mn の速度で、1連 5000t/M を出す高性能のものであつて、従来のシートによるメッキ設備の到底およぶところではない。また品質においても、連続式のは原板と亜鉛の間の合金層が薄く、亜鉛の附着がより堅固であつて亜鉛は剥け難く、華紋は均一で非常に美しいものである。

生産状況については Table 1 に示す通りであるが、ここに記されている数字の殆んどが従来の旧設備によるものであり、新鋭の連続式亜鉛メッキ設備の稼動を加えると年間 80~90万 t 位の生産量に達することになる。

この亜鉛メッキの中心であるメッキ機の作業については、この間にも種々研究されて、各工場での操業には独自の方法を取つているが大要は Fig. 11 の略図に示すメッキ機のような設備である。入口溶剤函の塩化アンモニアで原板の有機物や酸化物を除去すると同時に、亜鉛の表面酸化を防止し、時にグリセリンを用いて溶剤を泡立させ粘性を与えて、その消費を節約するようになった。原板はこの溶剤函を通り鉛層を通つた後、亜鉛層を通つて、出口仕上ロールにて亜鉛の附着量を調整されて冷却工程に入る。亜鉛の温度は、釜の寿命、ドロスの発生や附着等を考慮されて、最近では少し高目の450~460°Cで温度差も ±5°C 位がよいとされている。またメッキ釜の加熱には、最近下部加熱のものは少く、ドロス

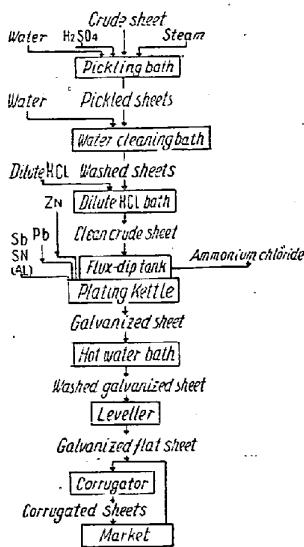


Fig. 9. Galvanized sheet manufacturing process

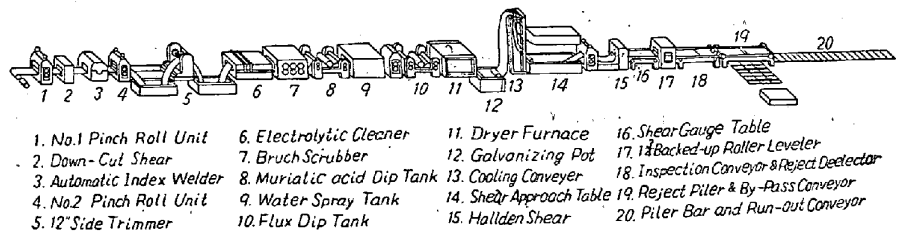


Fig. 10. Continuous galvanizing line.

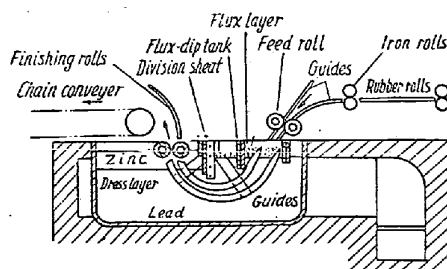


Fig. 11. Hot-dip galvanizing equipment.

附着を防止し、溶融亜鉛および鉛の温度を均一にする上から側面加熱釜が多くなり、温度の自動調節に熱電対を用いるようになってきている。材料亜鉛には純度の高いものが必要であることは勿論であるが、華紋のつき工合を加減し、ドロスの発生および附着の防止も合せて、時に錫、アン

最近ではストリップミルの発達と共に、連続式の電気メッキ法が多く採用されるようになって来た。これは前者の熱漬法に比して遙かに高性能(メッキ速度800~1800 ft/mn)となつている。そしてこの連続錫メッキ設備は合理化計画の一環として、八幡製鉄(戸畑)に29年11月完成、東洋鋼板に30年3月稼働を予定されている。そのいずれもがアシッドラインによるフェースタン法であり、大要は Fig. 13 に見る通りである。この連続電気メッキ設備は、熱漬法のものに比し、工程が連続化されることによる取扱いの容易なこと、表面と裏面のメッキ錫の附着量が加減できること。また錫の消費量が少く歩留が大きい等の点が有利とされて、能力の大きな多量生産には最も適しているが、一方では余り大懸りな点で設備の建設に多大の資金を要し、作業面では少量の特殊サイズのメッキには不適當である。

7. 珪素鋼板その他の作業状況

7.1 珪素鋼板

珪素鋼板は別名電気鉄板ともいわれ、低炭素鋼に適量の珪素を加えることによつて、電磁氣的性質が著しく改善されることを応用して製造されているものであつて、近時電気、磁気工業の発達につれて、その利用面も非常に広範なものとなつてきた。製造法として、珪素の含有量が増加するに従つて鉄損が著しく減少されるが、余り多量(5%以上)の珪素の使用は鋼の材質が脆弱となるため、製造も加工も非常に困難になる。通常珪素の含有量は1.0~5.0%位とされている。珪素鋼板の圧延法は薄板の項に準ずるので省略するが、加熱温度、焼鈍温度は普通鋼材に比して非常に高くなつている。圧延後は剪断、剝離、矯正、焼鈍の工程を経るが、この工程間の操作は各国共、各種の研究を行つている。ただここで薄板の項で述べたように、ストリップミルの優秀性を活用して、仕様上の諸点より厚さの偏差の少い優れた珪素鋼板を、能率よく製造するため、珪素鋼帯として冷間圧延される傾向が次第に強くなつてきている。

7.2 その他

ここでは近時鋼板の各利用面や新製品について一寸ふれてみたい。

先ず利用面では厚中板が一般構造物として、造船、車輛、橋梁、建築物または容器等に広く利用されてきたが製作加工技術の進歩にともない、今や形鋼や鋼管に代つて非常に活用されてきたことが挙げられる。このことは鋼板製造の面で、大きく需要がひらけたといえる。

一方新品種として最近話題になつているものに、高抗張力鋼板があり、各社で製造が進められて、鋼板の新市

場を開拓している。従来一般鋼材(各種規格品)を使用していた造船、車輛、橋梁、容器等の各方面では、その構造物の重量軽減をはるため、特にその強度と熔接性を有する高抗張力鋼板を要求することが多くなつて来たものであり、その特徴として次のようなことが一般に挙げられている。

- a. 普通鋼材に比して抗張力、降伏点、降伏比が非常に高いので、鋼材使用量が節約できる。
- b. 特殊鋼のように熱処理を要せず、また抗張力の高い割合に伸び率がよいので、冷間、熱間加工に使用して良好な成績を示し、その加工性は一般鋼材に比して遜色がない。
- c. 熔接性が非常に良好である。
- d. 普通鋼材に比し、衝撃値が高く、強靱で冷間脆性の惧れがない。
- e. 普通鋼材に比して、耐腐性、耐磨耗性が良好であつて、耐用年数が延長される。
- f. 以上の点で構造物の重量軽減ができ、総じて経費が節約できる。

なお製造規格としては、大体 Table 5 のようになつている。

Table 5. Standard specification of high tensile steel sheets

1. Chemical composition				
C %	Mn %	Si %	P %	S %
0.15~0.25 under	0.9~1.60	0.25~0.60	0.45 under	0.45 under
2. Mechanical properties				
Tensile strength kg/mm ²	Yield point kg/mm ²	Elongation %		
50~70	32~40 over	18~22 over		

8. 作業管理

終戦後の需要に生産が追われた時代はともかく、今日デフレ下の、国の内外を問わず競争激烈な時代においては、品質の安定した優秀な製品を如何に安価に製造するかにあることは、いずれの生産業務についても同様である。そのための一連の活動について、作業管理の面から見た圧延作業における計測操業と品質管理について以下に述べる。

8.1 計測操業

計測操業といつても、従来より行われていたことで、ことさらに新しく云々することはあたらないが、その動

きについては、刻々の計測工業の進歩にともない、圧延作業にもこれが導入されている。従来の計測面では個々に各工程で計測され、作業の指針となっていたものが次第に自動化され、精鋭化されて、作業能率および品質向上、良好な設備保全と相まって原単位の切下げへと努力が傾注されてきた。すなわち前の各項にも述べたように設備が年と共に連続化され、新鋭化されるにしたがつて、旧来の所謂うで感による技術は全く無能と化し、より高度の計測が連続的に要求されるようになったのは当然である。

数例を上げると、加熱設備では均熱炉、連続式鋼片加熱炉、調質用の焼鈍、焼準炉にしても、すべて自動制御方式へと変つてきた。燃料、空気の消費量から、その使用比率の調整、炉内各部温度、炉内圧、炉内雰囲気調整等が一連となり、設定された作業基準通りに炉を操業する自動制御方法には、油圧式、電気式、空気作動式等があつて、操業を自動的に行うと同時に、作業状況を正確に記録してくれるようになってきている。

圧延設備では電力、水、油、蒸気等の使用をより有効に制御する許りでなく、次第にスピード化された作業の流れにともなつて、圧延機の作業経過が自動的に進められ、圧延温度の制御や圧延鋼材の寸法管理等には、最近では光電管式の温度計や、厚み測定には一部のストリップミルにX線厚み計が用いられてきた。また他の作業でも連続設備ではすべて電化または自動化され、作業はすべてメーターの動きとコントローラーの調整およびスイッチのボタンの開閉によつてのみ操業されるようになってきている。

特に高度化されたものを挙げると、スピード化され、精巧化された連続圧延機やスキンパスミルのフライイングマイクロメーター或いはX線厚み計、連続剪断機の数度および寸法調整用の電子管装置がある。また連続メッキ設備におけるメッキの厚さを測定するには、現在話題を賑わしている放射性同位元素を応用したβ線の厚み測定機が既に実用の段階になつてきたことは驚くべき進歩といわねばならない。

8.2 品質管理

広義の品質管理、すなわち安定した品質の高能率生産による原単位およびコストの引下げについては、生産技術者の常に心懸けていることであり、今更言を要しないが、戦後所謂統計的な品質管理方法が米国より導入されてきた。この方式は最も進歩した手法として経営面に、生産技術面に急速に導入され、産業界では眼ざましい進展をとげ、実施されてきた。25年頃の管理図を基礎とし

た初歩の段階から始められた品質管理はスピード化され自動化され、精密化されつつある圧延作業の計測操業の面と相呼応して、サンプリングの進歩と共に、旧来の操業法に対しその統計的手法による鋭い批判が加えられ、今日では圧延作業の各工程にはすでに作業の標準化が確率され、日々の検討と共に進歩を重ねている。

III. 板類鋼材の将来への展望

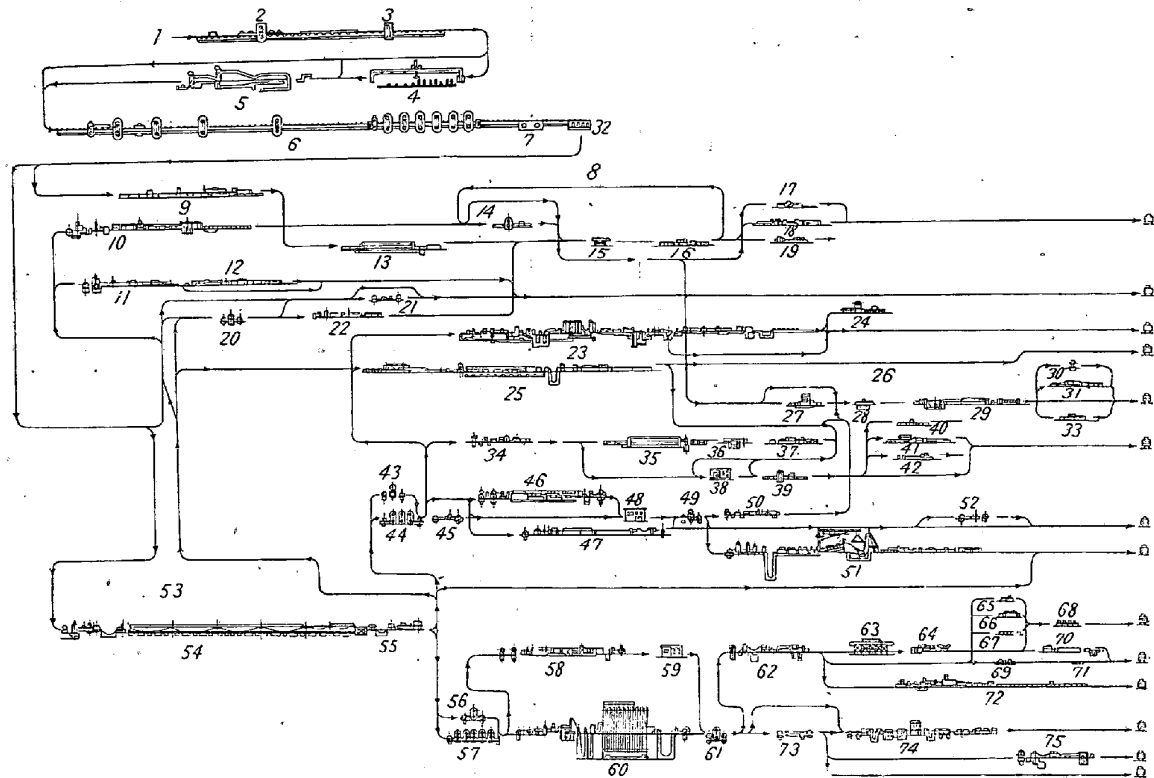
全鋼材の中で鋼板類の占める地位は先ず生産面においては Table 1 に明らかなように、現在では全熱間圧延鋼材の 70% である。終戦直後においては 30~40% であつたものが年毎に、飛躍的に増加した。然して今後の見透しとしては戦後鉄鋼合理化計画により優秀なる鋼板圧延設備が完成したので、品質良好にして低価格の鋼板類を生産できることになつた。従つて今後は鋼板類の需要は条鋼および型鋼の分野に進出し、ますます増産を要請されるものと考えられる。次に設備の面においてはあらゆる種類の圧延機が改良進歩したが、就中熱間および冷間ストリップミルの発達が目覚しく、全く圧延設備の最先端を行つている感がある。我国においても広巾のストリップミルとしてはホットミルは広畑製鉄および日亜製鋼で、コールドミルは、八幡製鉄および広畑製鉄でそれぞれ完成し、順調な作業に入つている。また逆転式コールドミルも戦後2基完成し、設備中および計画中のものが他に2~3基ある。従つて今後は優秀、低廉の厚板、中板、薄板、ブリキ、亜鉛メッキ鋼板あるいは珪素鋼板、仕上鋼板が大量に連続式ミルで製作され、小口註文または特殊サイズものあるいは特殊鋼類が逆転式ミルにより製作されるものと考えられる。なお超広巾の厚板は日本製鋼、日本鋼管および目下計画中の八幡製鉄の4重式ロールで製作されることになるので、鋼板類に関しては何れの国とも充分競争し得る。

ここで最も進歩した代表的板類鋼材の一貫した圧延設備として考えられるのは Steel 誌 (June 1949) に記載されている。Fig. 15 のようになるのではなからうか。

反面これ等の新鋭設備が完成した暁における、旧式圧延設備との転換、コスト引下げのための増産、すなわち新鋭設備のフル稼働と、これに見合う市場の開拓、その調整と解決が当面の問題となる。

IV. 結 び

戦後の混乱した時代から、占領下ながら平和の回復するにつれて、戦災の復興と合せて、圧延設備の稼働が次



- | | |
|--|---|
| <ol style="list-style-type: none"> 1. Ingot from soaking pit. 2. Slabbing mill. 3. Slab shear. 4. Slab conditioning. 5. Slab heating furnace. 6. Continuous hot strip mill. 7. Coilers. 8. Hot strip finishing department. 9. Cut up unit. 10. Shear unit 11. Barrel stock line. 12. Resquaring unit. 13. Normalizer. 14. Temper pass. 15. Pickler. 16. Scrabbing unit 17. Backed up leveller. 18. Resquare unit. 19. Stretcher leveller. 20. Temper pass. 21. Side trim or slit. 22. Side trim and shear. 23. Continuous annealing and galvanized unit. 24. Coil or sheet temper pass mill. 25. Continuous anneal, pickled and shear 26. Cold reduced strip finishing department. 27. Wheelabrator. 28. Pickler. 29. Sheet galvanizing unit. 30. Corrugating. 31. Scrubbing unit. 32. Piler. 33. Leveller. 34. Sheet shear line. 35. Normalizer. 36. Pickler. 37. Scrubbing unit. 38. Box anneal. 39. Temper pass. | <ol style="list-style-type: none"> 40. Leveller. 41. Resquare unit. 42. Stretcher leveller. 43. Single stand reversing mill. 44. 3 or 4 stand cold mill. 45. Trimming or slitting and coil. 46. Electrolytic cleaning. 47. Blue Anneal unit. 48. Box anneal. 49. Temper pass. 50. Sheet shear unit. 51. Continuous galvanizing unit, hot dip or electrolytic. 52. Slitting unit. 53. Continuous pickling department. 54. Continuous strip pickling unit. 55. Side trimmer (may be bypassed). 56. Single stand reversing mill. 57. 5 Stand cold mill. 58. Electrolytic cleaning. 59. Box anneal. 60. Continuous cleaning and annealing. 61. Temper pass. 62. Shear unit. 63. Pickler. 64. Tinning unit. 65. Leveller. 66. Recleaner. 67. Slitter. 68. Assort and package (by hand or machine) 69. Assort. 70. Oiling line. 71. Package. 72. Dry feed, pickle, hot dip tin, inspect, Assort and package. 73. Side trim and recoil. 74. Continuous electrolytic tinning same line can produce electro zinc coated strip. 75. Shear unit. |
|--|---|

Fig. 15. Manufacturing process from blooming operation to finished sheets.



Photo. 1. Tandem hot strip mill.



Phot. 2 Tandem cold strip mill.

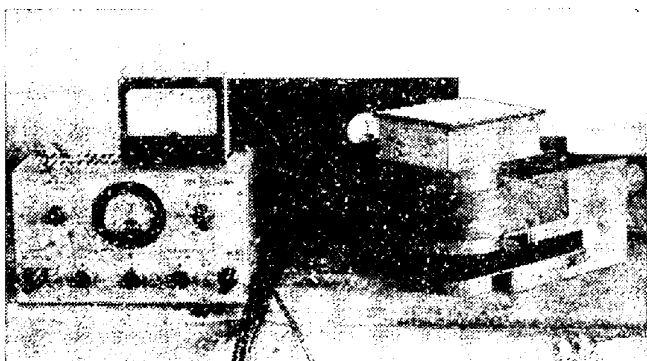
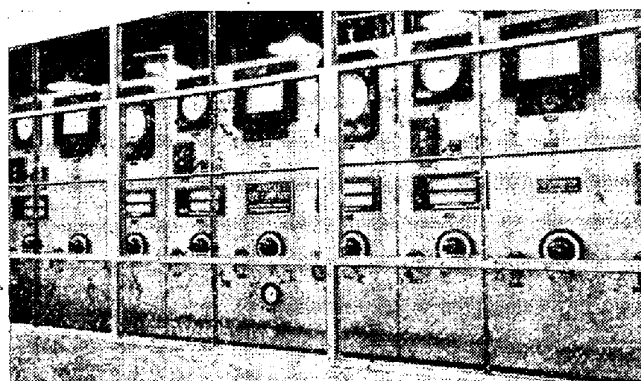
Photo. 3. β -ray thickness gage of coating.

Photo. 4. Automatic regulator panel for new-type soaking pit.

第に活発となり、朝鮮戦乱による異常な需要も加つて板類鋼材の生産もそれに応じて急増し、一般鋼材に比して復旧の度合も顕著となつてきた。一方では日本経済の育成保護もあつて26年頃より鉄鋼合理化計画が進められ28年、29年にはその成果が新鋭設備の建設となつて現われ、逐次稼働に入り昭和21年には僅かに10万t許りの板類鋼材の生産が、今年年間380万tにも及ぶようになつた。就中冷間ストリップミルや広巾帯鋼の進出が大きくクローズアップされてきた。

この間国内および欧米においても、インフレ、デフレと経済情勢の変化はあつたが、他の一般鋼材に比して板類鋼材の生産は健実な伸びで行つた。また将来において

も、この新鋭化された設備により生産される板類鋼材の需要には確実なものがある。

我国も敗戦により大陸の資源を全く喪失し、しかも、8500万の人口がこの狭い四つの島で生きて行くためには大量の食糧と諸原料を輸入せねばならない。従つてこれに見合う輸出をするためには我が国は工業立国により優れた技術と、ありあまる労働力による優秀低廉の生産品を大量に製作し、輸出する必要がある。近來鉄鋼は我が国輸出品の王座を占めつつあるが、今後ともこの優れた板類鋼材が改善された設備と、研鑽された技術によつて欧米諸国に堂々と伍して行くことを念願してやまぬ次第である。