

鐵と鋼 第十二年 第六號

大正十五年六月二十五日發行

論 說

重軌條及び大形鋼の製造に就て

永 田 五 郎

目 次

(I) 緒 言

(II) 重軌條の部

1. 軌條製造の沿革 { 世界に於ける沿革
我國に於ける沿革
2. 軌條の種類、形状及び名稱
3. 製鐵所に於ける重軌條製造設備と製造作業法
4. 100 LB 軌條壓延順序及び断面壓縮率
5. 外國に於ける重軌條製造法及び断面壓縮率
6. 軌條の検査、分析試験、落重試験及び形状検査
7. 軌條の輸入額及び内地需要額

(III) 大形鋼の部

1. 形鋼製造の沿革 { 世界に於ける沿革
我國に於ける沿革
2. 形鋼の種類、形状及び名稱
3. 製鐵所に於ける大形鋼製造設備と製造作業法

4. 大形鋼製造用ユニヴァーサルロール機

5. 大形鋼の検査、分析試験、牽引試験及び形状検査

6. 大形鋼と組立ガーダーとの比較

7. 形鋼の輸入高及び内地需要高

(IV) 重軌條及び大形鋼に關係ある事項

1. 重軌條及び大形鋼壓延に於ける 所要動力及び壓延時間
2. 重軌條及大形鋼壓延作業中の温度
3. 軌條及び形鋼ロール所要數並に 仕上孔型寸法と成品寸法との比較
4. 軌條及び形鋼製造に要する人員
5. 誘 導 装 置
6. 軌條及び形鋼用ロールの材質、ロール寸法並重量
7. 軌條及び形鋼工場設備の建設費

(V) 結 論

(I) 緒 言

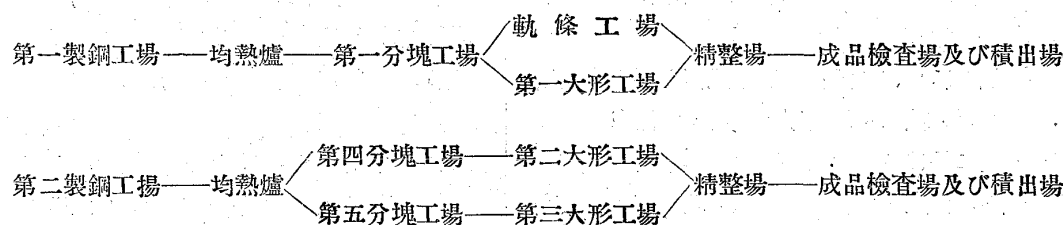
私は永田で御座います。『重軌條及び大形鋼の製造に就て』といふ題で御話を致したいと思ひます。此間河村會長より Rolling Mill (ローリングミル) に關する話をせよと云ふ仰せで御座いましたから私達の平生やつて居ります仕事に就て、其實際の仕事のやり方又實際に得たデータを持ちまして御話を申上ます。残念な事にはデータが充分に得られませぬで、完全な事は申上げられませぬ。短時日の間に出來得る限りの資料を集めまして申し上げる次第であります。

御承知の通り重軌條及び大形鋼と申しますのは重軌條といふのは 45 LB 以上の軌條を申して居るので御座ります、45 LB は輕軌條の方に入れて居ります。大形鋼と申しましても形鋼を大と小とに分

つのは甚だ六ヶ敷く確たる区分は附きませぬから私は勝手に先づ工形鋼ならば高さが8吋以上のもの溝形鋼ならば10吋以上のものといふ様な處で決めましてそれ以上の大さの物は大形鋼の部類に入ると云ふ積りであります。ロールから申しますと其直径が700耗以上のロールで製造する形鋼を大形鋼と稱したいと云ふ意味で御座います、どうか左様に御承知を願ひ度いと思ひます。それから重軌條に於ても大形鋼に於ても之を製造する原料は鋼塊であります故に製造法と致しましては鋼塊の製造から申上げねばなりませぬが茲には鋼塊に機械的加工を施して最後の品物にするローリングミルの方面を重に申上げる事に致します。即ち Mechanical Treatment の方の事を重に申上げたいと思ふのであります。

此重軌條と申しまして形鋼の一種で御座いますが軌條といふものは鐵道其他交通機關の發達に伴つて非常に需要が多く古くより特別な發達をして居りますので自然に軌條だけ別に取扱はれて居るやうな風になつて居ります。それで重軌條及び大形鋼の製造事業は現に日本では製鐵所の外にやつて居る所は御座りませぬ、朝鮮兼二浦の三菱製鐵所では彼所で一時製鐵所にあります工場と同じ設備を施されて數年以前重軌條及び大形鋼を製造された事もあります但し今日では作業を休止されて居ります、で主として製鐵所の作業の實際のやり方といふ事が中心になります。

重軌條及び大形鋼製造系統圖



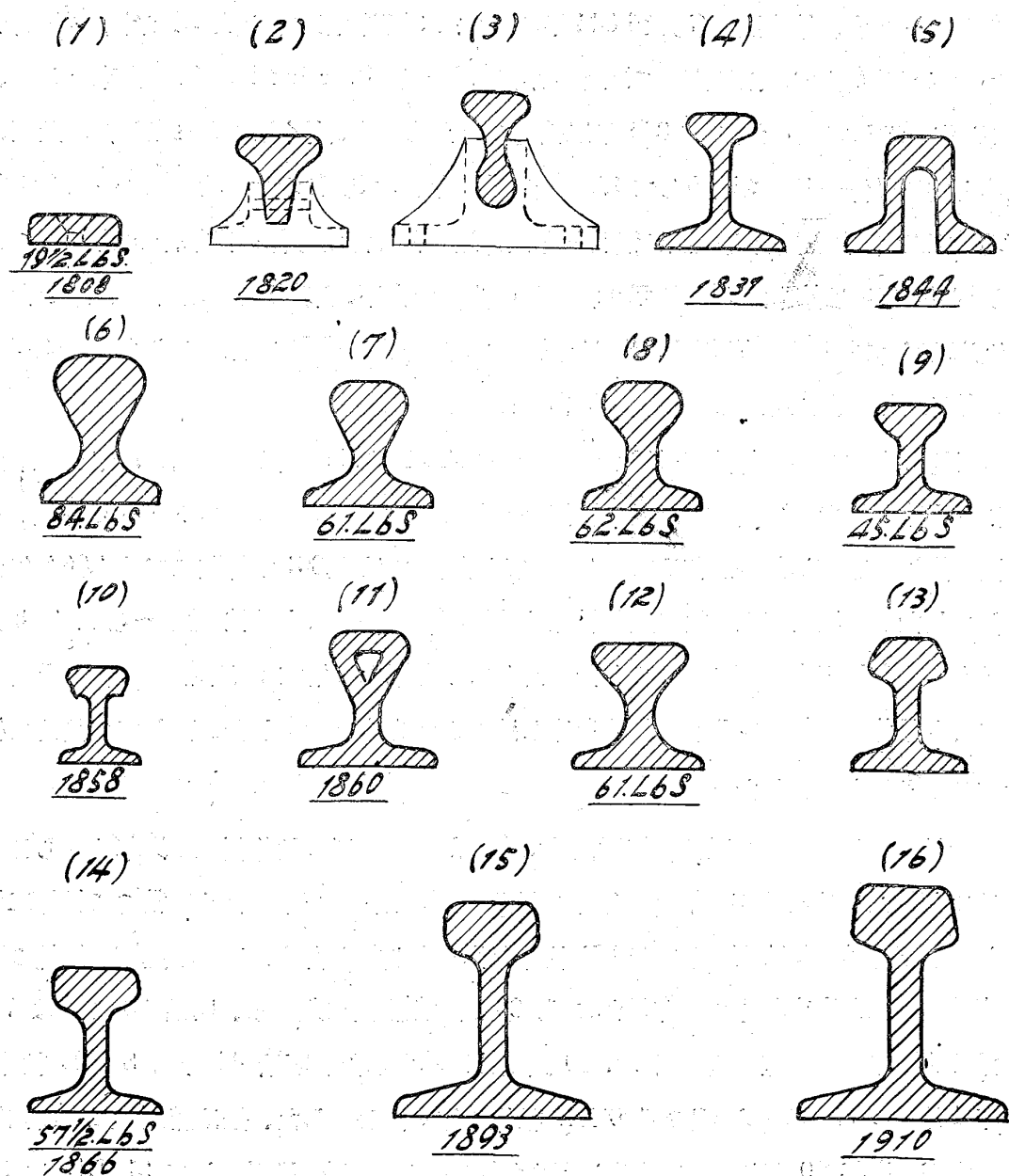
製鐵所には茲に書きました作業系統圖にあります通りに軌條と形鋼とを製造する工場が4つ御座ります。即ち軌條工場、第一大形工場、第二大形工場及び第三大形工場と4つ有りまして、建設された順序に依つて第一、第二、第三と名附けたのであります、これは軌條工場といつても形鋼も出来ますし又大形工場でも軌條を作ります。それは同じロール機に於て軌條のロールと形鋼のロールとを取替へさへすれば何れでも出来るといふ設備になつて居ります。しかし今此軌條工場では 60 LB、75LB、80 LB、91 LB 及び 100 LB と5種類の重軌條を製造し得ます。又第二大形工場では 60 LB及び75 LBの2種を作る設備を持つて居ります、其他の第一大形工場では 45 LB 以下の輕軌條を作ります、第三大形工場は非常に大きいのでありまして軌條を製造すれば出来ますが未だロールの準備がありません、此等何れの工場も形鋼を製造し得るは勿論のことであります。

(II) 重軌條の部

(1) 軌條製造の沿革 軌道とか鐵道とか云ふものに用ゐる軌條は最初は木材であつたのが次に鑄鐵となりそれから鍊鐵となり最後に鋼鐵となつて今日に至りました、抑ふ軌道と稱すべきものゝ

初めは汽車が實用に供せらるゝ様になつた以前既に 200 年前即ち 1,630 年頃に英國の或炭坑で石炭を運び出すのに勞力を省く爲木材を布設して炭車の道を作つた。尤も 2 條の木を土に埋めて地の表面と木材の表面とに高低なきものであつた、其上を車が走つて摩擦を餘程減じ得ました、次には角材を枕木の上に取付けたものが出來ました、此如くする事 150 年間にして別段の進歩も無かつたので有ります。1,767 年頃鑄鐵の板を木材の軌條の表面に取付けて軌條の使用期間を永く保たしむる事が考へられました、之を Coalbrookdale Rail と稱して矢張り炭坑で用ゐられ馬に炭車を引かせて此軌條の上を走らせたのでありまして今日の鐵道の基をなす程の發明であります、此鑄鐵製の Plate Rail が其後鍊鐵が使用せらるゝ様になつてからは Strap Rail と稱して約 100 年間も用ゐられました、鑄鐵製軌條は其後形狀に於て種々變化がありまして凸縁 (flange) を付けて山形鋼の如くしたもの又は斷面が丁形

第 1 圖 軌條の發達順序



をなしたものが有りました。

1808—1810 年頃に鍊鐵製の四角形若くは平鋼狀の Strap Rail といふのが出来ました此時代にはまだ Rolling Mill は今日の如く進歩致さず Strap の如き簡單なる形のものしか出来なかつたのであります、第 1 圖の (1) に示したのがそれで厚さは $1\frac{1}{4}$ " 乃至 2" 幅は 2" 乃至 $4\frac{1}{2}$ " の大さである。1,820 年に丁形のものが出来ました、軌條の接續個所を少くする爲めに、1本の長さを 18 呎にして兩端繼目の處には枕を置き更に石材の土臺を置いて支へた之が第 1 圖の (2) に示してあります、之を Birkenshaw Rail と稱します。Stevenson 氏が汽車を實用に供し英國の Stockton と Darlington の間に最初の鐵道が布設せられた時 (1,825 年) に用ゐた軌條は多分此如き軌條であつたでせう。1,830 年に第 1 圖の (3) に示した様な Clarence Rail を用ゐました。1,831 年に米國の Stevens 氏が第 1 圖の (4) に示す如きものを設計して用ゐました、重もに英國に於て製造しました、之が今日の軌條の形の元祖であると云へます、第 1 圖の (5) は 1,844 年に作つた U 形軌條であります、米國に於て作つた、最初の軌條は此形であります、之に續いて頭部の非常に大きな Pear head Rail が出来ました、第 1 圖 (6) より (8) 迄に示してあります、1,845 年以後約 20 年間米國で廣く用ゐられました。此頃に於ては鐵道の發達と共に軌條の製造も發達して 1,841 年に第 1 圖の (9) に示す如き I 形の 41 LB 軌條が作られ、1,858 年には頭部と底部との間に繼目板を嵌め込み得る餘地を作つた軌條が製造され (第 1 圖の 10)、又 1,860 年には第 1 圖 (11) に示す様な形のものが出来、漸次現在の形狀に近づいた事は第 1 圖 (12) 以下に示してあります第 1 圖 (16) は米國にて作つた 135 LB 軌條であります、米國では最近 138 LB の軌條を用ゐた處もあるといふ事であります。

1,857 年には英國にて最初の轉爐鋼軌條 (Bessemer Steel Rail) が出来て 1,867 年には米國にても轉爐鋼軌條が出来ました。歐洲に於て鋼製軌條を用ゐたのは 1,859 年オーストリーに於てヴイナとクラカウ間の鐵道に布設したのが初めであります。英國にては 1,861 年佛國にては 1,867 年に鋼製軌條を布設しました。實際使用上に於て鋼製軌條は鍊鐵製に比べ耐久力其他の點で優れて居りましたので各國共競ふて之を使用する事になりました、而して年を逐ふて増加する車輛の重量と通過噸數と速力等の關係より軌條の重量及び形狀に變化を來し追々と大きくなりました、而して各國共に標準の軌條を規定するやうになりました。

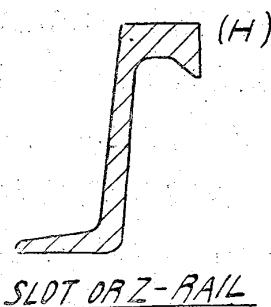
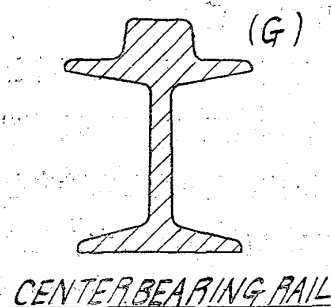
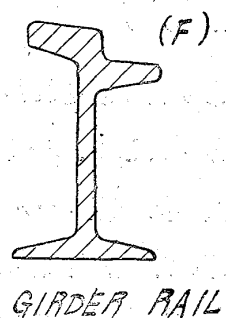
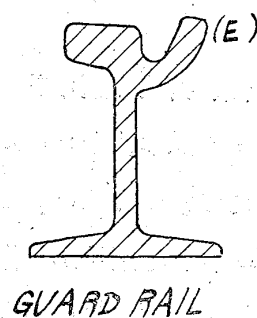
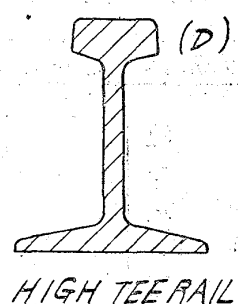
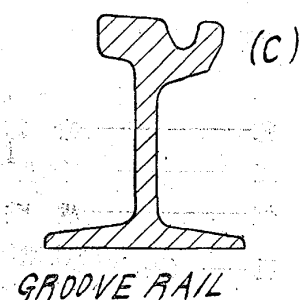
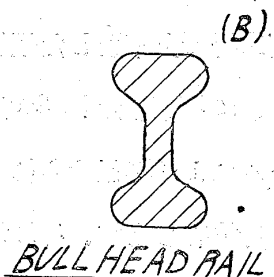
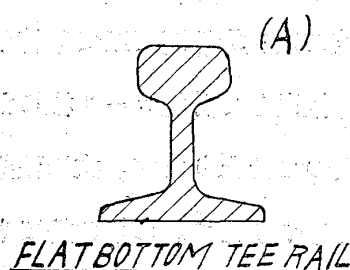
我國にて重軌條を作つて居る處は製鐵所だけであるから製鐵所の軌條製造の沿革は即ち日本の沿革となるわけで製鐵所では明治 34 年 11 月即ち製鐵所の壓延作業開始の初めに當つて軌條工場の仕事を初めまして最初に A. S. C. E. 型の 60 LB 軌條を作りましたが當時職工の不熟練と設備の不完全とによつて充分のものが出来なくて其年僅かに 1,086 匁の生産高に過ぎず、明治 38 年には 75 LB 軌條を作り始め 39 年には軌條の生産高 27,500 匁位に達しました、明治 44 年に 80 LB 軌條を作り、大正 14 年 4 月に A. R. A—A 型の 100 LB 軌條を作り出しました、是は滿鐵の注文に依つて製造しました又大正 13 年 10 月に東京、横濱、大阪及び大連の市街電鐵用として 91 LB の High-Tee

Rail を作つて供給しました。製鐵所では大正 8 年 5 月以降平爐鋼を以て軌條を作り出しまして現今では轉爐鋼と平爐鋼 (Open Hearth Steel) と何れを以ても製造出来るのであります。

(2) 軌條の種類、形狀及び名稱 第 2 圖に示してあります。現代に用ゐられて居る軌條の形狀及び名稱は次の通りであります。

- A. Flat Bottom Tee Rail (平底軌條) B. Bull-Head Rail (兩頭軌條) C. Groove Rail.
D. High-Tee Rail. E. Guard Rail. F. Girder Rail. G. Center Bearing Rail.
H. Slot or Z-Rail.

第 2 圖 各種類軌條の切斷面圖



上に記したる内 (A) と (B) とは普通鐵道用として用ゐられ其内 (A) は最も普及したものである (B) は近頃餘り用ゐませぬが明治 5 年東京、横濱間に我國最初の鐵道を布設した時此形のもので用ゐました、勿論 (A) は電車用としても廣く用ゐられて居ります (C) より (H)迄は電車用或は起重機走行用軌條として用ゐられて居ります。

日本の鐵道用軌條は重に 60 LB と 75 LB のもので滿鐵には 80 LB 及び 100 LB を用ゐて居ります。軌條の大きさは 1 ヤード即ち 3 呎の長さの重量を以て現はして居ります、例へば 60 LB 軌條と云へば 3 呎の長さに付き重量が 60 封度ある事を現はす、最近鐵道省では米突式を採用して 1 米突の重量を以て呼ぶ事に定められ 75 LB は 37 疋と稱へ 60 LB は 30 疋と稱へることにしました、但し寸法は從來の儘でたゞ吋式を米突式に換算したる寸法を與へたのみであります。

(3) 製鐵所に於ける重軌條製造設備と製造作業法 前に第 514 頁に示

したる重軌條及び大形鋼製造系統圖を御覽になりますと斯ういふ風になつて居ります、是は無論鋸鑄

爐に於て鉄鐵を作つて之を製鋼工場に送つて精鍊して鋼塊を作つてそれから鋼塊を均熱爐に於て熱し、次に之を分塊ロール機にかけて適當の斷面を有する鋼片になし直ちに軌條ロール機にかけて軌條に作り上げます、系統圖には鉄鐵の方面の事を抜いて居ります。只今製鐵所で重軌條を作つて居るのは軌條工場と第二大形工場とで有りますが其内軌條工場は古くから働いて居りまして且つ 60 LB 以上 100 LB 迄の各種軌條を作り得る設備を持つて居りますから此軌條工場の設備と作業法とに就て述べたいと思ひます、設備は第 3 圖に示した通りであります之に説明を附けましたから、明に分る事と思ひます、第 3 圖には第一分塊工場、軌條工場及び精整場といふ一つの系統が出て居ります、第一大形工場は軌條工場の隣りに接して建つて居りますが第 3 圖には略して示して居りませぬ、重軌條を作つては居りませぬから略しました、第一製鋼工場で出来ました鋼塊を均熱爐に送り均熱爐で以て鋼塊が壓延加工に適當な溫度に達しますれば(攝氏 1,250 度乃至 1,300 度)それを抽出して分塊ロール機にかけ分塊工場から軌條工場に送つて軌條ロールにより壓延せられて軌條となつて仕上ります。次に精整場に行つてそれから成品検査場に於て外形を検査します、それから積出しをやります、形鋼に於ても此順序は變りませぬ、作業法は大體次の様になつて居ります。

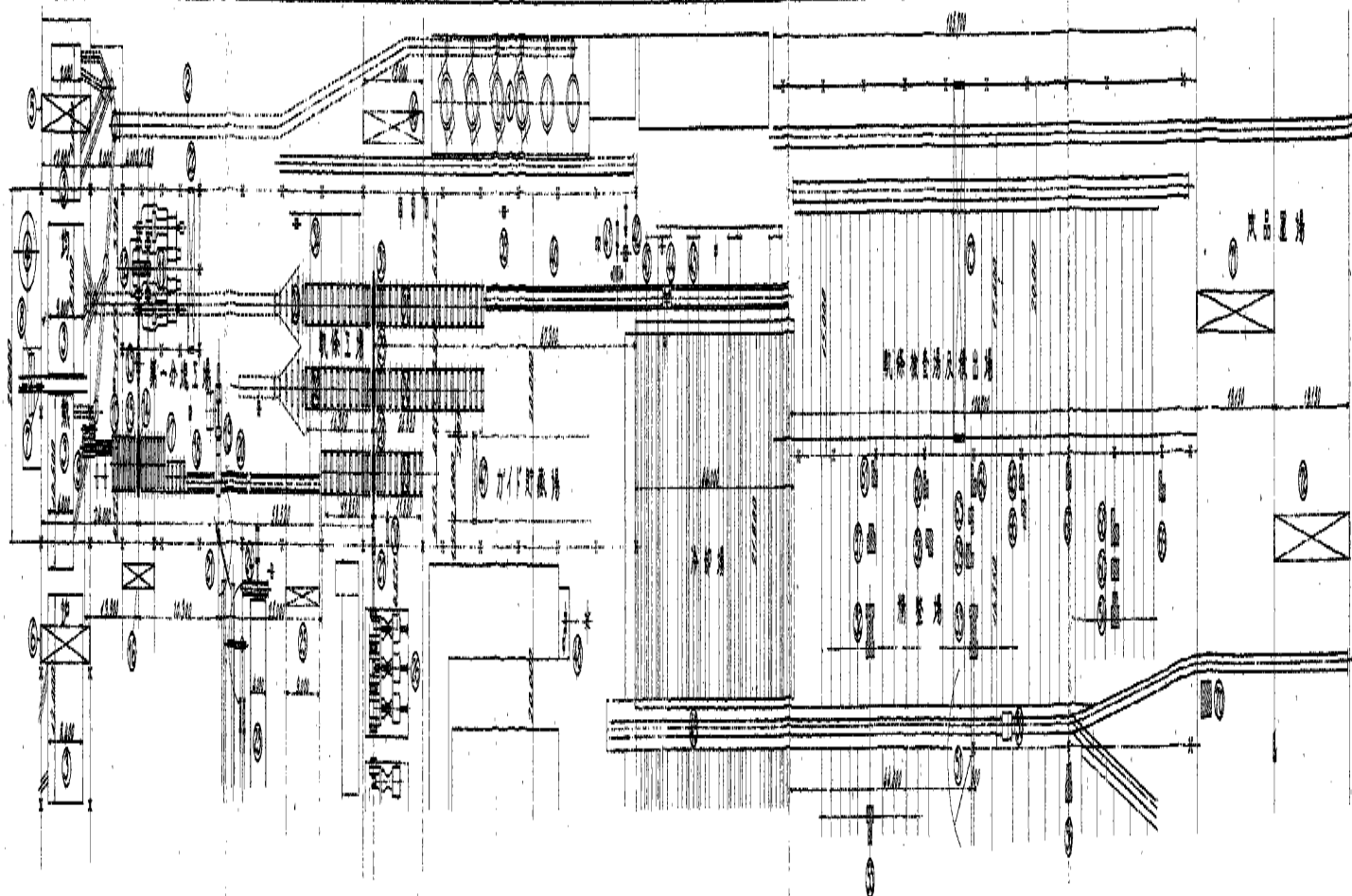
重軌條及び大形鋼製造順序並作業種別

加熱作業——均熱爐——	鋼塊	冷却——冷卻臺
壓延作業——分塊ロール機——鋼片剪斷機——	鋼片	冷間矯正——冷間矯正機
軌條ロール機——軌條	(形鋼)	端整——端整機
(形鋼ロール機)		鑽孔——鑽孔機(但し軌條の場合のみ)
精整作業——鋸斷——熱間鋸斷機		
熱間矯正——熱間矯正機(但し軌條の場合のみ)		

第 3 圖の最も左の方に均熱爐が示してあります。それから次に分塊ロール機、其次に鋼片剪斷機それから右手へ進みまして軌條ロール機がありまして、第一粗ロール、第二粗ロール及び仕上ロールが一列に横に並んで居りましてロール運轉氣機が第一粗ロールの側の一端に置かれてあつて Coupling 及び Spindle によりて各ロールと連絡して居ります。作業方法に就ては 100 LB 軌條を鋼塊から作る場合を例として説明致さうと思ひます、第 4 圖には 100 LB 軌條が如何にして鋼塊から作られるか、そして如何なる順序を経て最後の目的の軌條になるかといふ順序が出て居ります。

100 LB 軌條を作る場合に鋼塊 1 個の重量 2,350 珎のものを用ゐます、製鋼工場で作つた鋼塊を均熱爐に運び成るべく溫度の底下しない間に爐に裝入します、此時の鋼塊の表面の溫度は約攝氏 600 度乃至 1,100 度であります。均熱爐に於て加熱せられて攝氏 1,250 乃至 1,300 度になりました時之を抽出して分塊ロール機にかけます、第 4 圖の右上の位置に分塊ロールの孔型が示してあります、之は第一分塊工場のロールでありまして二重ロール即上下二段のロールが有り、ロール胴の直徑が 1,100 耗の長さが 2,800 耗で逆轉式になつて居ります。上段ロールは 560 耗まで上げ下げが出来る、即ち上

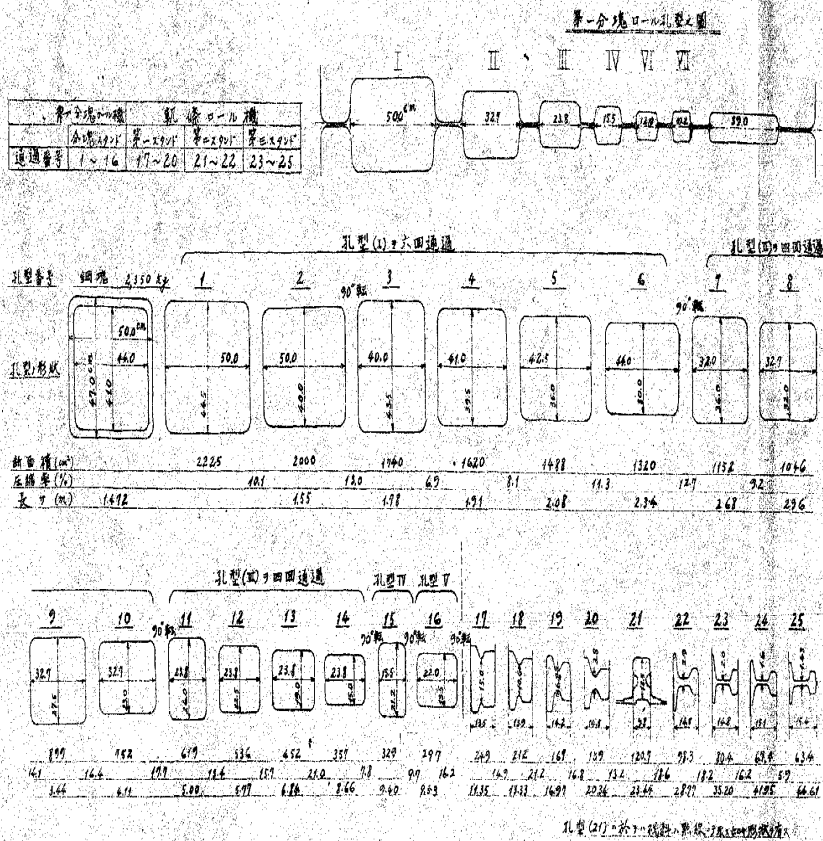
總尺 四百分之壹



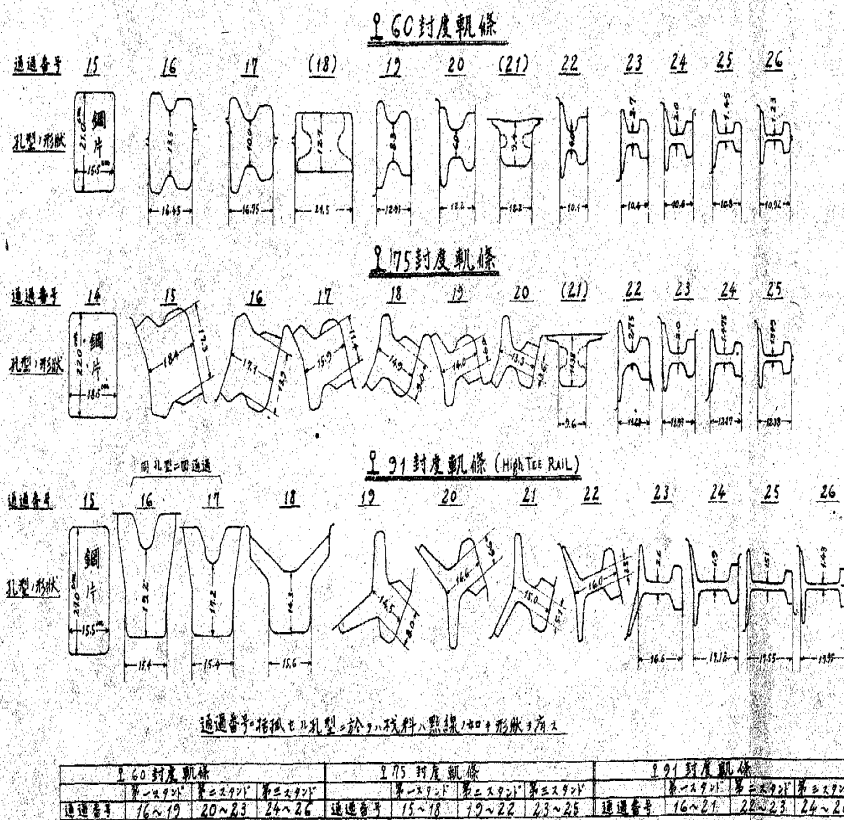
35/25

1	1000	1	EA	1.00	1.00	1000	1	EA	1.00	1.00
2	1000	1	EA	1.00	1.00	1000	1	EA	1.00	1.00
3	1000	1	EA	1.00	1.00	1000	1	EA	1.00	1.00
4	1000	1	EA	1.00	1.00	1000	1	EA	1.00	1.00
5	1000	1	EA	1.00	1.00	1000	1	EA	1.00	1.00
6	1000	1	EA	1.00	1.00	1000	1	EA	1.00	1.00
7	1000	1	EA	1.00	1.00	1000	1	EA	1.00	1.00
8	1000	1	EA	1.00	1.00	1000	1	EA	1.00	1.00
9	1000	1	EA	1.00	1.00	1000	1	EA	1.00	1.00
10	1000	1	EA	1.00	1.00	1000	1	EA	1.00	1.00
11	1000	1	EA	1.00	1.00	1000	1	EA	1.00	1.00
12	1000	1	EA	1.00	1.00	1000	1	EA	1.00	1.00
13	1000	1	EA	1.00	1.00	1000	1	EA	1.00	1.00
14	1000	1	EA	1.00	1.00	1000	1	EA	1.00	1.00
15	1000	1	EA	1.00	1.00	1000	1	EA	1.00	1.00
16	1000	1	EA	1.00	1.00	1000	1	EA	1.00	1.00
17	1000	1	EA	1.00	1.00	1000	1	EA	1.00	1.00
18	1000	1	EA	1.00	1.00	1000	1	EA	1.00	1.00
19	1000	1	EA	1.00	1.00	1000	1	EA	1.00	1.00
20	1000	1	EA	1.00	1.00	1000	1	EA	1.00	1.00
21	1000	1	EA	1.00	1.00	1000	1	EA	1.00	1.00
22	1000	1	EA	1.00	1.00	1000	1	EA	1.00	1.00
23	1000	1	EA	1.00	1.00	1000	1	EA	1.00	1.00
24	1000	1	EA	1.00	1.00	1000	1	EA	1.00	1.00
25	1000	1	EA	1.00	1.00	1000	1	EA	1.00	1.00
26	1000	1	EA	1.00	1.00	1000	1	EA	1.00	1.00
27	1000	1	EA	1.00	1.00	1000	1	EA	1.00	1.00
28	1000	1	EA	1.00	1.00	1000	1	EA	1.00	1.00
29	1000	1	EA	1.00	1.00	1000	1	EA	1.00	1.00
30	1000	1	EA	1.00	1.00	1000	1	EA	1.00	1.00
31	1000	1	EA	1.00	1.00	1000	1	EA	1.00	1.00
32	1000	1	EA	1.00	1.00	1000	1	EA	1.00	1.00
33	1000	1	EA	1.00	1.00	1000	1	EA	1.00	1.00
34	1000	1	EA	1.00	1.00	1000	1	EA	1.00	1.00
35	1000	1	EA	1.00	1.00	1000	1	EA	1.00	1.00
36	1000	1	EA	1.00	1.00	1000	1	EA	1.00	1.00
37	1000	1	EA	1.00	1.00	1000	1	EA	1.00	1.00
38	1000	1	EA	1.00	1.00	1000	1	EA	1.00	1.00
39	1000	1	EA	1.00	1.00	1000	1	EA	1.00	1.00
40	1000	1	EA	1.00	1.00	1000	1	EA	1.00	1.00
41	1000	1	EA	1.00	1.00	1000	1	EA	1.00	1.00
42	1000	1	EA	1.00	1.00	1000	1	EA	1.00	1.00
43	1000	1	EA	1.00	1.00	1000	1	EA	1.00	1.00
44	1000	1	EA	1.00	1.00	1000	1	EA	1.00	1.00
45	1000	1	EA	1.00	1.00	1000	1	EA	1.00	1.00
46	1000	1	EA	1.00	1.00	1000	1	EA	1.00	1.00
47	1000	1	EA	1.00	1.00	1000	1	EA	1.00	1.00
48	1000	1	EA	1.00	1.00	1000	1	EA	1.00	1.00
49	1000	1	EA	1.00	1.00	1000	1	EA	1.00	1.00
50	1000	1	EA	1.00	1.00	1000	1	EA	1.00	1.00
51	1000	1	EA	1.00	1.00	1000	1	EA	1.00	1.00
52	1000	1	EA	1.00	1.00	1000	1	EA	1.00	1.00
53	1000	1	EA	1.00	1.00	1000	1	EA	1.00	1.00
54	1000	1	EA	1.00	1.00	1000	1	EA	1.00	1.00
55	1000	1	EA	1.00	1.00	1000	1	EA	1.00	1.00
56	1000	1	EA	1.00	1.00	1000	1	EA	1.00	1.00
57	1000	1	EA	1.00	1.00	1000	1	EA	1.00	1.00
58	1000	1	EA	1.00	1.00	1000	1	EA	1.00	1.00
59	1000	1	EA	1.00	1.00	1000	1	EA	1.00	1.00
60	1000	1	EA	1.00	1.00	1000	1	EA	1.00	1.00
61	1000	1	EA	1.00	1.00	1000	1	EA	1.00	1.00
62	1000	1	EA	1.00	1.00	1000	1	EA	1.00	1.00
63	1000	1	EA	1.00	1.00	1000	1	EA	1.00	1.00
64	1000	1	EA	1.00	1.00	1000	1	EA	1.00	1.00
65	1000	1	EA	1.00	1.00	1000	1	EA	1.00	1.00
66	1000	1	EA	1.00	1.00	1000	1	EA	1.00	1.00
67	1000	1	EA	1.00	1.00	1000	1	EA	1.00	1.00
68	1000	1	EA	1.00	1.00	1000	1	EA	1.00	1.00
69	1000	1	EA	1.00	1.00	1000	1	EA	1.00	1.00
70	1000	1	EA	1.00	1.00	1000	1	EA	1.00	1.00
71	1000	1	EA	1.00	1.00	1000	1	EA	1.00	1.00
72	1000	1	EA	1.00	1.00	1000	1	EA	1.00	1.00
73	1000	1	EA	1.00	1.00	1000	1	EA	1.00	1.00
74	1000	1	EA	1.00	1.00	1000	1	EA	1.00	1.00
75	1000	1	EA	1.00	1.00	1000	1	EA	1.00	1.00
76	1000	1	EA	1.00	1.00	1000	1	EA	1.00	1.00
77	1000	1	EA	1.00	1.00	1000	1	EA	1.00	1.00
78	1000	1	EA	1.00	1.00	1000	1	EA	1.00	1.00
79	1000	1	EA	1.00	1.00	1000	1	EA	1.00	1.00
80	1000	1	EA	1.00	1.00	1000	1	EA	1.00	1.00
81	1000	1	EA	1.00	1.00	1000	1	EA	1.00	1.00
82	1000	1	EA	1.00	1.00	1000	1	EA	1.00	1.00
83	1000	1	EA	1.00	1.00	1000	1	EA	1.00	1.00
84	1000	1	EA	1.00	1.00	1000	1	EA	1.00	1.00
85	1000	1	EA	1.00	1.00	1000	1	EA	1.00	1.00
86	1000	1	EA	1.00	1.00	1000	1	EA	1.00	1.00
87	1000	1	EA	1.00	1.00	1000	1	EA	1.00	1.00
88	1000	1	EA	1.00	1.00	1000	1	EA	1.00	1.00
89	1000	1	EA	1.00	1.00	1000	1	EA	1.00	1.00
90	1000	1	EA	1.00	1.00	1000	1	EA	1.00	1.00
91	1000	1	EA	1.00	1.00	1000	1	EA	1.00	1.00
92	1000	1	EA	1.00	1.00	1000	1	EA	1.00	1.00
93	1000	1	EA	1.00	1.00	1000	1	EA	1.00	1.00
94	1000	1	EA	1.00	1.00	1000	1	EA	1.00	1.00
95	1000	1	EA	1.00	1.00	1000	1	EA	1.00	1.00
96	1000	1	EA	1.00	1.00	1000	1	EA	1.00	1.00
97	1000	1	EA	1.00	1.00	1000	1	EA	1.00	1.00
98	1000	1	EA	1.00	1.00	1000	1	EA	1.00	1.00
99	1000	1	EA	1.00	1.00	1000	1	EA	1.00	1.00
100	1000	1	EA	1.00	1.00	1000	1	EA	1.00	1.00

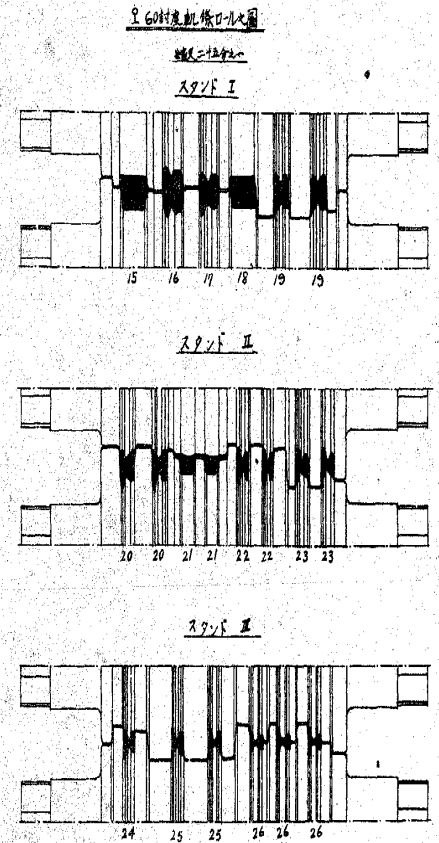
第四圖 百封度軌條壓延順序



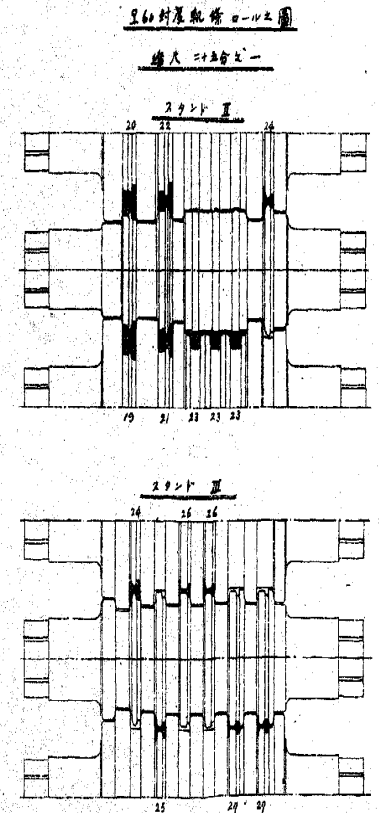
第五圖 軌條工場 790% 二重ロール機に於ける各種軌條壓延順序



第六圖 軌條工場 790% 二重ロール機



第七圖 第二分塊工場 750% 二重ロール機



下ロールの間隙を 560 耗まで擴げ得る、強大なる壓下捻子が Roll Housing の上部に裝置してあつて之によりて上下を行ひます。そして最初に鋼塊を通す時には上ロールを高く上げ下ロールとの間隙を 445 耗になして通す、鋼塊は頭部より底部に向つて少しく擴がつて居りまして最初の通過の時には底部の方だけがロールに押へられて頭部は斷面が變りませぬ、(第 4 圖の孔型番號 1 を参照) 次にロールを逆轉し同時に上ロールを下げ上下ロールの間隙を 400 耗になして、鋼塊を前と反對の方向に通じます。(第 4 圖孔型番號 2 を参照)斯の如くする事 16 回、其ロール通過の都度鋼塊の斷面を壓縮します壓縮の程度は毎回約 40 耗位とし、之より多い事もあります、又少い事もあります。斷面壓縮に従て鋼塊は長さの方向に延びます、鋼塊は壓延途中にて時々操縱裝置によりて 90 度だけ廻轉させて引繰返して斷面の一方からばかりでなく側面からも壓縮を行ふ様に致します、第 4 圖には其順序が示してあり且つ毎ロール通過に對する斷面積、壓縮率及び材料の長さが掲げてあります、鋼塊は孔型 I を 6 回通り孔型 II 及び III を各々 4 回通過し孔型 IV 及び V は各 1 回宛通り合計 16 回にて分塊ロールは終ります、通過せしむべき孔型を變へる時には矢張り操縱裝置によつて材料を左右に押し位置をずらせて通すべき孔型の正面へ持つて來ます。分塊ロールの前面及後面には Roller Table があつて其 Roller が前後何れにも回轉出來得る、之によりて鋼塊は其進む方向を變へ得るのであります。分塊ロール機で壓延を終りますと、軌條ロール機へ材料を送ります、一寸其間に鋼片剪斷機を以てもとの鋼塊の頭部と底部とに當る部分を切捨てます、其切捨ての量は約 10% 位である。剪斷機は壓延作業の内ではありませぬが軌條ロール迄行く途中で剪斷作業が一寸行はれます、鋼塊の頭部はパイプ其他の缺點が有ります。底部は外形が悪いから切ります、鋼片は長い儘で即 9,530m/m の長さに切られて軌條ロールに掛けられます、第 4 圖に點線を以て區劃してある所までは分塊ロールで形作るそれから後は軌條ロールで形作る、點線から後の孔型 (17) から (25) まだが即ち軌條ロールの孔型を通過する順序であります。軌條ロールも二重逆轉式であつて材料がロールの前面より後面へ向つて 1 つの孔型を通過すれば、次には後面より前面へ向つて次の孔型を通過せしめ其都度ロールを逆轉させます。軌條ロールに於ては毎ロール通過毎に孔型が變つて材料を追々と變形させて最後の孔型 (25) に至つて軌條の形に仕上ります故に分塊ロールの場合の如くに上下ロールの間隙を其都度縮める必要はなく軌條ロールに於ては一度びロールを組入れて調整をして置けば宜しい。第一粗ロールより仕上ロールに至る迄の間に材料は 9 回孔型を通過して仕上りの軌條となります、孔型 (21) は材料が之を通過する時に孔型全部を滿たしませぬ、點線にて示した如く兩側に空きがあります、これは此孔型に於ては軌條の底部の幅を左右に張出させる目的で材料の上下兩面に對して壓縮を行ひ側面からは壓縮を行はない様に設計してあります。此孔型 (21) を Swabbing Pass といふて居り其他の孔型を Forming Pass と云ふて居ります、100 LB 軌條が出来上るまでに鋼塊は分塊ロールを 16 回通過して平均 1 回の壓縮率が 12.5%、又軌條ロールを 9 回通過して平均 1 回の壓縮率は 15.7% となつて居ります全體

で 25 回の通過でありまして平均壓縮率は 13.7% となります。尤も仕上孔型を通過する際は壓縮率は極めて少く寧ろ形の正確なものを作るといふ事に力を注ぐやうに孔型の設計が出来て居ります。第 5 圖に 100 LB 軌條以外の 60-75 及び 91 LB 軌條の壓延順序が示してあります。皆夫れ々々孔型の設計が異なつて居ります。殊に 91 LB 軌條に於ては其高さ (7 吋) 及び底部の幅 (6 吋) が普通の軌條より大きく、此直徑 790 耗の軌條ロールで通常の孔型設計法によつては困難がありますので最初から既に底部の分部を形作ることに孔型を作つて居ります。深く此部分を刻み込むやうに致しました。

第 1 表には各種の軌條用鋼片 (Bloom for Rail) が分塊ロール機によりて鋼塊から作らるゝ順序を數字的に示しました。そして第 2 表には其鋼片が軌條ロール機に於て壓延せらるゝ順序を表はしました。第 1 表の左の方から右へ向つて横に第 2 表の方へ續いて見ますれば、鋼塊から成品に至るまでのロール通過數、各通過の後の斷面積並に材料の長さ及び壓縮率が明に判ります。一搬に分塊ロールに於ける最初の通過と軌條ロールの仕上の通過とに於ては壓縮率は著しく少くします。

第 6 圖及び第 7 圖は何れも 60 LB 軌條用のロールでありますが二重ロールと三重ロールとの比較をして見る爲に掲げました。仕上孔型は最も正確な寸法を保たせる事が必要ですから 2 つ或は 3 つの同じ仕上孔型を刻んで置いて 1 つの孔型が傷けば他のものを使用するやうに致してロールを永く保たせる工夫をして居ります。仕上孔型のみならず仕上に近き孔型は 1 つ或は 2 つの豫備孔型を持つて居ります。

鐵道省で省線電車の線路に使用してある 100 LB 軌條は R. E 型でありまして、滿鐵に於て使用せられて居る 100 LB 軌條は A. R. A-A 型であります。(何れも實物を示す) 滿鐵の分は一昨年來製鐵所でも製造して居ります。

今迄述べました事は軌條の壓延作業といふ方の事ではありますが、形鋼の壓延作業も此順序方法は餘り變りませぬ。孔型の設計方法や精整作業に於て多少異なるのみであります。精整作業に於て第一に爲すべき事は仕上ロールより出で來りたる軌條を熱間に於て鋸斷すべきであります。100 LB 軌條の場合には壓延した最後の長さが 44 米突餘になります。之を 1 本の長さが 33 呎 (約 10 米突) であると (標準長さ) 4 本の軌條が取れる事になる。75 LB 軌條の場合には 5 本、60 LB の時には 6 本取れるといふ事になります (第 2 表参照) 仕上つた時の溫度は攝氏 1,000 度内外でありますから 33 呎の外に縮み代ろをつけて $6\frac{1}{2}$ 吋だけ長く切ります即 1 本の長さを $33' + 6\frac{1}{2}"$ に致します。これで常溫に冷却した時に丁度 33 呎位になります。鋸斷機と定寸機 (Stopper) との距離を $33' + 6\frac{1}{2}"$ に調整して置いて最初の軌條を切ります。其次の軌條を切る時は既に溫度が多少下降致しますから、縮み代ろを替える爲に Stopper の内側に適當の當て板をあてゝ鋸斷すべき軌條の長さを縮めます此の如くして 1 つの鋼塊より出來た軌條數本は 1 本毎に縮み代ろを加へて切取られます

表一

分塊口一様ニ於ケル各種軌條及形鋼用鋼片壓延順序表

[illegible]

表二

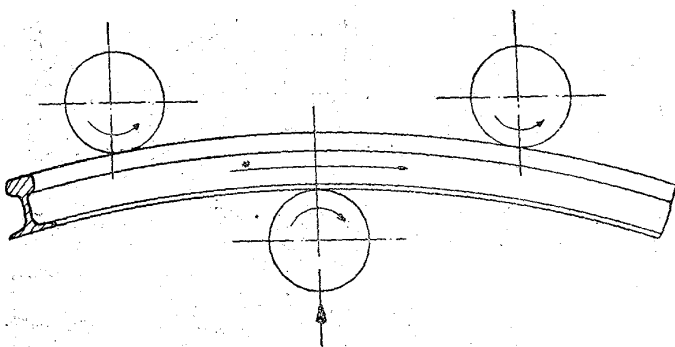
軌條及び形鋼ロール機ニ於ケル壓延順序表

[illegible]

が、常溫に至れば同じく 33 呎となります。此縮み代ろの加減は大體標準は作つて居りますが其場に當つて其時の溫度に對して職工が早く判斷を下して適當に加減します。熱鋸機が 1 臺しか無い所では此の如き方法でやります。米國の如き大量生産を行ふ所では普通 3 臺乃至 5 臺の鋸斷機を置きまして出來た軌條を同時に切ります。同じ溫度に於て同じ長さに切るものでありまして鋸の距離は縮み代ろを見込んで同一の距離に調整して置けば其他の手數は掛りませぬ。縮み代ろは軌條の斷面形狀によつても多少變りまして $6\frac{5}{8}$ " 又は $6\frac{3}{4}$ " 等を與へる所もあります。全く實際的の仕事であります。

鋸斷が終れば直ちに熱間矯正 (Cambering) を行ひます。軌條が常溫まで冷却するのに 2 時間餘りかゝますが冷却した最後には放任して置けば頭部の方へ向つて弓形にすつと曲ります。之を防ぐ爲めに鋸斷の後直ちに熱間に底部の方へ彎曲させて置く、かくして置けば冷却の後殆ど眞直になります。此熱間矯正を行ふ理由は曲つたまま冷却した軌條を眞直になすには非常に勞力を要します。又軌條の爲めにも Initial Strain を多く與へる事になりまして悪いから熱間に於て反對の方向へ曲げて置くのである。最後の結果から見れば矯正になるが Cambering を行ふ時を考ふれば矯正でなくて矯曲となります。Cambering によつて彎曲を與へる量は軌條の其時の溫度によつて違ひます。これも取扱ふ職工が適當に加減をします。Cambering Machine は至極簡單なもので第 8 圖に示す如く、一方に 2 個のローラーがあつて之に向ひて其中央に 1 個のローラーを具へ之が電動機によつて運轉され

第 8 圖 Cambering Machine にて軌條試験の圖



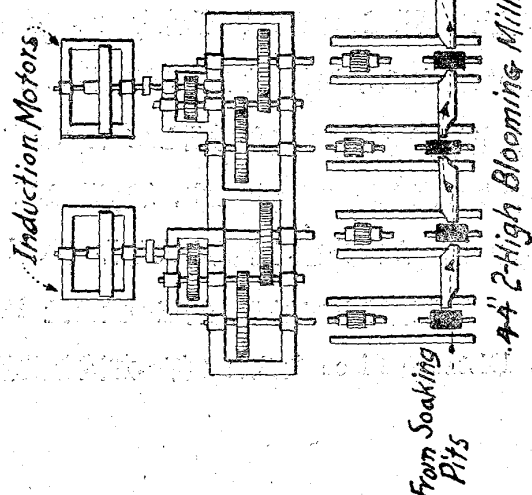
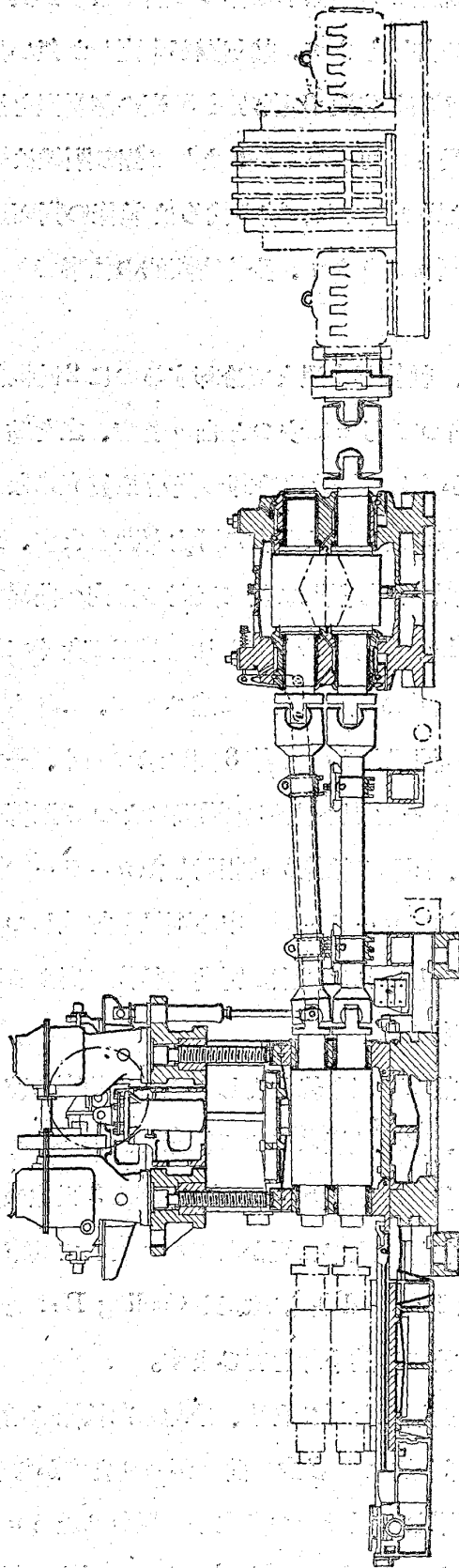
る、而して軌條を此相對したローラーの間にに入れてローラー間の中心距離を加減しつゝ廻轉せしむれば任意の彎曲を軌條に與ふる事が出来る。

熱間矯正を終りまして次に冷却臺に移します。移送装置によつて軌條を引張り冷却臺上に移すのであります。冷却臺は 3 呎位の間隔に軌條が水平に置かれてありまして其下は空

氣が流通出来る様に 3 呎ばかりの高さに支へてある。之は Hot Bed ともいひ又 Cooling Bed ともいひます。其臺上に製作された高熱の軌條を並べて空氣中に於て自然冷却を行ひます。

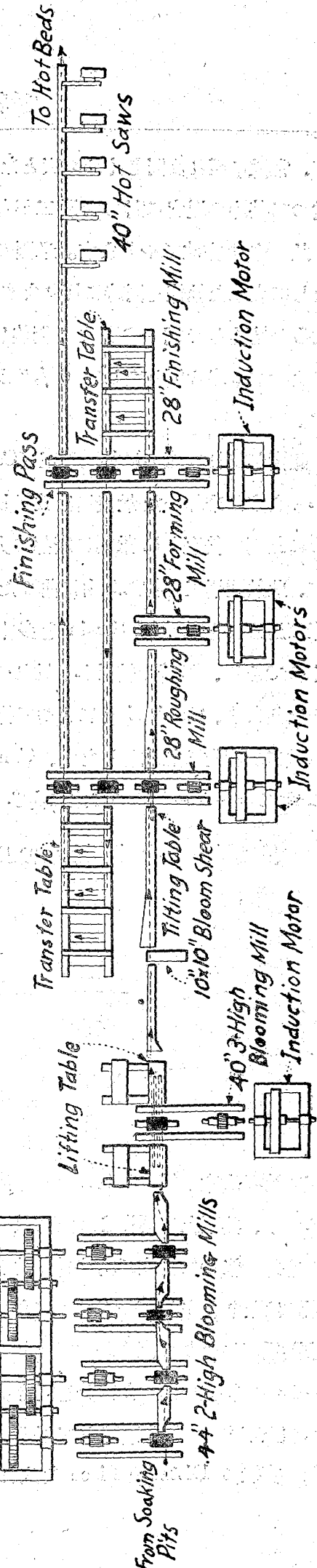
冷却が終つて軌條は精整場に送られて矯正機によつて冷間矯正を行ひます。冷却した軌條は殆ど眞直にはなりますが多少は何れにか彎曲して居ります。又部分的にも多少の曲りがありますから之を冷間矯正によりて直すわけであります。矯正機は極めて簡単な裝置であつて水平に置かれたるローラーの間に軌條の曲つた部分を置き其中央を杵 (Pestle) を以て押へます。Pestle は或る距離の間を絶へず上下する様に運轉されて居る。矯正の量は此 Pestle の尖端と直さんとする軌條との間に傾斜したる楔狀の Distance Piece を入れて押へ加減を其都度適度に定めます。或はローラー矯正機を使用

第 9 圖 分塊ロールの機の圖



第 10 圖 米國に於ける軌條製造工場略圖

(圖中 → 矢の方向は材料が進行する方向を示す)



して居る處もあります、即ち軌條の斷面が通過し得る様な溝を持つたるローラーが上段に2つ下段に3つありまして、各ローラーは喰ひ違ひに置かれてあつて上下段のローラーの距離を定めて置いて回轉せしめつゝ軌條を通しますれば眞直に矯正されます。

次に端整といふのは軌條の兩端を正しく寸法に合ふやうに切り去ります、これは初め縮み代ろを見込んで切つたものが冷却後丁度 33 呎になりませぬ、突差の間に熱間に於て見込みで鋸斷するのであるから鋸斷機で切つた儘にては 33 呎に丁度ならぬものもあります、それで 33 呎より正負 1/4" の長短は公差として許されます、1/4" 以上の長短は許ませぬからそれ以上長きものは Milling Machine で超過部分を削り去ります 1/4" 以上短かきものは不合格となりまして廢棄されます、廢棄と云つても短い軌條としては使はれるわけであるから短尺軌條に向けます、立派な定尺軌條としては採用致しませぬ。

最後に鑽孔、これは軌條の兩端に繼目板を當てゝ接續をする場合に要するボルト孔でありまして鑽孔機を以て鑽孔します、Multiple Drilling Machine を用ゐて居ります、これで軌條は先づ出來上りました譯であります。

(5) 外國に於ける重軌條製造法及び斷面壓縮率

今製鐵所でやつて居る方法例へば前に述べ

ました軌條工場の如き方法では軌條製造を専門的にやつて居らぬ、ロールを取替えて形鋼も作つて居ります。米國あたりでは軌條の需要が非常に多くて軌條専門に製造し得る設備に多くは成つて居ります、茲に第 10 圖に一例を示しますこれは米國シカゴ附近のゲリー (Gary) にある軌條工場であつて圖の最も左の處に分塊ロールが 4 つ引續いて並んで居つて各分塊ロールを鋼塊が唯 1 回しか通過しない、其次の鋼塊は早速後ろに押掛けて來るといふ様な設備になつて居る、而して第 5 番目の分塊ロールを 5 回通過する、次に矢の方向の如く Roughing Mill の第一ロールを 3 回通つて眞直に進んで 28 吋の Forming Mill を通り、次に尙ほ Finishing Mill の第一ロールを通り又材料は後戻りして第二ロールを通過して初めの Roughing Mill の第二及び第三ロールを通過し最後に Finishing Mill の第三ロールを通つて仕上ります、分塊ロールの方で 9 回、軌條ロールの方で 9 回即ち鋼塊より仕上つた軌條になる迄 18 回孔型を通ります。日本のは第 1 表及び第 2 表にも掲げてあります通り 25—6 回通ります、米國の Gary のは僅か 18 回で済みます即ちロール通過回數を少くして壓縮率を多くし多量生産をなして居ります、此 Gary の工場は 1 年に 120 萬呎の軌條を製造する能力が有る 1 日に 4,000 呎といふ素張らしいものである、製鐵所の軌條工場は分塊工場と共に働まして軌條ばかり作る時は 1 ヶ月に 1 萬呎出來ます、米國の 3 日分が日本の 1 ヶ月分の生産よりも多いと云ふ有様であります。

獨逸にては軌條のみ製作する大仕掛けの設備をする事は稀であつて其多くは軌條及び形鋼或は軌條及び枕材の製造をなすに適せしめ、ロール機は主として二重逆轉式であつて、諸機械の配置は前に説明したる製鐵所の設備に類似して居ります。英國に於ても獨逸と等しく軌條専門に非ずして他の形鋼

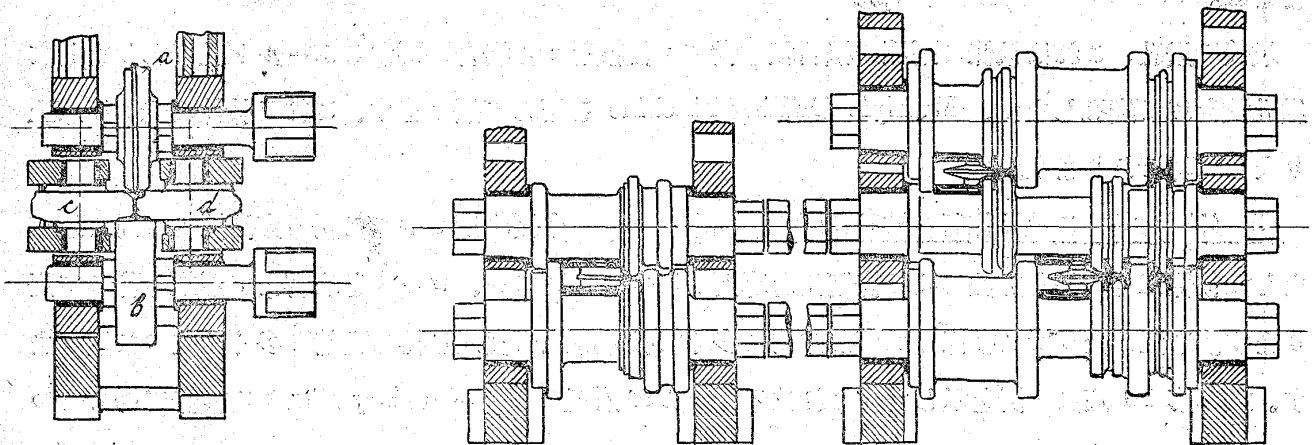
をも併せて製造して居るもの多くロール機も重に二重逆轉式であつて其設備も大體に於て獨逸のと類似して居ります。次に米國、獨逸及び日本に於ける軌條製作方法の比較を表に現はします。

第 3 表 米國、獨逸及び日本に於ける軌條製作方法比較

		粗ロールに於ける平均壓縮率	全孔型通過數	全體に於ける平均壓縮率
米	國	20%	21	18%
獨	逸	12%	27	14%
日	本	16%	26	14%

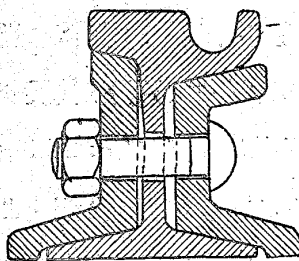
電車用の Groove Rail 或は Guard Rail は如何にして作るかといふに第 11 圖に示す如く側面ロール (Side Roll) 若くはユニヴァーサルロール (Universal Roll) を用ゐます。最初は普通のロールを

第 11 圖 電車用 “Groove Rail” 製作用ロール機の圖



(B) ユニヴァーサル
ロールを用ふるもの

(A) 側面ロールを用ふるもの



Groove Rail
取付切斷面圖

以て大體の形を作りまして仕上りの前 2—3 の孔型に對して水平ロールの中心と同じ平面内に豎に側面ロールを置きまして溝の部分成形作ります、尙ほ仕上ロールにも側面ロールを置いて正確に仕上ります、側面ロールは摩擦によつて回轉するのみであります、Universal Mill によつて作るものは仕上ロール機に水平と垂直の 2 組のロールを有し其軸は同一平面内にありますそして水平のロールを運轉し溝を形作る、豎ロールは矢

張り摩擦によりて回轉し軌條の兩側面を形作るのであります。

(7) 軌條の検査 検査を分ちて分析試験、機械試験及び形狀検査の 3 つと致します。分析試験は熔鋼 (Charge or Melt) 毎に之を行ひ之に要する試料は成品より採取せずして鋼塊を作る際に熔鋼より採取します、而して其中に含有せられる總ての成分に就て分析を行ふ、即ち炭素、滿俺、珪素、硫黃及磷に就ては必ず之を行ひます、製鐵所にて現在製造しつつある軌條は注文者の要求により第 4 表に示す如き成分を有せしめて居ります。

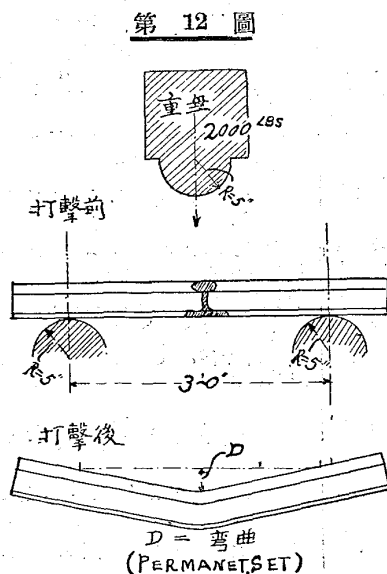
第 4 表の分析成分は 60 LB 及び 75 LB 軌條に對しては鐵道省の規定の分析であり、91 LB 軌條は

東京、大阪其他の市電用軌條に對する成分であります 又 100 LB 軌條は滿鐵の軌條の分析の規定であります、軌條の試験規定は種々ありまして國々によりて異り軌條の種類によつても異つて居ります。

第4表 軌條鋼の分析成分

軌條種類	鋼種	分析成分				
		C %	Mn %	Si %	P %	S %
60 封度	轉 爐 鋼	0.35-0.45	0.60-0.90	0.20 以下	0.12 以下	0.07 以下
	平 爐 鋼	0.45-0.60	"	"	0.07 以下	0.07 以下
		0.50-0.60	"	"	0.07 以下	0.06 以下
75 封度	轉 爐 鋼	0.37-0.48	"	"	0.12 以下	0.07 以下
	平 爐 鋼	0.47-0.60	"	"	0.07 以下	0.07 以下
		0.53-0.63	"	"	0.07 以下	0.06 以下
91 封度	轉 爐 鋼	0.45-0.55	0.80-1.10	"	0.12 以下	—
	平 爐 鋼	0.60-0.75	0.60-0.90	"	0.04 以下	—
		0.70-0.85	0.60-0.90	"	0.04 以下	—
100 封度	轉 爐 鋼	0.45-0.55	0.80-1.10	"	0.10 以下	—
	平 爐 鋼	0.62-0.75	0.60-0.90	"	0.07 以下	—

機械試験には牽引試験と落重試験との2種ありますが、軌條の試験は現在の處落重試験に重きを置



き牽引試験は参考的に時々行ふのみであります、Impact Test 又は Drop Test 或は Falling Weight Test といふて居ります、之は 2,000 封度の重錘を或る高さから落して軌條に打撃を與へるので軌條の長さ 4 呎以上の試料を取り其頭部を上にして 3 呎の距離の 2 つの支臺の上に水平に置き其中央に向つて重錘を落とし強く打つ、其時に軌條が折れては無論不合格とするのであるが折れない時は中央は彎曲する、重錘を規定の高さより落下せしめて唯 1 回の打撃に於て試片の中央に生じた彎曲を測定して規定の範圍内に有るものを合格と致します、重錘の落下距離及び彎曲の範圍は第 5 表に掲げてあります。

落重試験に供する試料は鋼塊の頭部に當る部分より熱鋸機 (Hot Saw) を以て軌條がロールより出でたる儘の高溫度に在る時に採取して置き常溫に冷えてから試験に供します。

第5章 軌條落重試驗規定

軌條種類	重錘の重さ	落下距離	彎曲
60 封度	2,000 封度	15 呎	2 吋-3 吋
75 "	"	17 "	2 吋-3 吋
80 "	"	16 "	一回の打撃にて折損せざる範曲
91 "	"	13 "	同上 (實際の彎曲は 1 吋内外なり)
100 "	"	18 "	{ 轉爐鋼に對しては $1\frac{3}{4}$ " 以下 平爐鋼に對しては $1\frac{1}{2}$ " 以下

形狀検査は軌條の検査場に於て出来上りたる軌條の 1 個 1 個に就て行ふ、検査すべき事柄は外形の検査即ち長さ、幅、斷面の高さ、角度、歪み及表面疵等であります、此等は總て注文者の指定若くは規定を標準として行ふ事であるのは勿論であるけれども表面疵の如きは規定上に其程度を明示する事は困難であるが故に此等の程度に就ては製鐵所の検査員の判定によつて決するものとして居ります、長さは鋼卷尺 (Steel Tape) にて軌條 1 本毎に當つて測る、而して前にも述べた如く 33 呎につき正負各々 $1/4$ " の公差を許容されて居る、幅、高さ、角度等は一々各部分に物差しを當てて測る事は非常な手數で容易ならぬ事であるから型板 (Templet) によつて測ります、即ち頭部、底部等の型を寸法通り薄鐵板に取つて置いて之を所々に軌條に當てゝ見る、正確に合つて居れば宜しいが甚しく合はない時は不合格としてはねます、尚ほ外面に疵が有るもの又は兩端面にパイプ等の跡が残つて居るもの或は其他有害なる疵あるものは外に賣出さない事になつて居ります。

(7) 軌條の輸入高及び内地需用高 日本に於ける軌條の輸入高、内地生産額及需用額が第 6 表に掲げてあります、之は重軌條のみならず輕軌條をも含めて計上した數字であります、軌條の需用は鐵道の布設が多く行はれた年には非常に増して居ります、近年には約 10 萬噸ばかりの軌條が外國より輸入されて居ります、内地で生産する軌條よりも輸入の方がいつも多いのであります。

第 6 表 内地需要軌條調 (但し輕軌條を含む)

年次	輸 入		輸 移 出		内 地 生産額	内 地 需要額	備 考
	數 量	價 格	數 量	價 格			
明治 13	單位 1,000 斤 5,848	円 162,915	地	円	地	地	明治年間の輸入數量及價格は不正確 (或は附屬品を含みしや判明せず)
15	12,418	247,638					
20	50,066	653,534					
25	3,177	67,438					
30	145,154	3,325,005					
35	45,316	1,662,700					
40	93,019	3,828,502					
大正 1	單位 噸 63,456	3,939,337			67,846	131,302	大正年間の輸入及輸出は大藏省貿易月報に據り生産額は製鐵業參考資料に據る
2	60,764	4,086,333			48,670	109,416	
3	27,715	1,878,624			67,308	95,023	

4	8,992	603,382	221	15,638	59,114	67,885	内地生産額は製鐵所、 釜石鐵山及び日本鋼管 株式會社等にして、釜 石日本鋼管は輕軌條の みの生産なり。
5	4,379	440,883	161	29,093	51,708	55,926	
6	51,077	8,114,151	69	22,565	75,848	126,856	
7	67,773	14,941,164	3	5,575	56,505	123,735	
8	121,299	21,866,848	939	171,118	61,340	181,700	
9	116,071	19,400,197	144	33,843	56,877	172,804	
10	56,423	9,297,546	147	30,854	49,859	106,135	
11	172,140	15,854,037	159	25,092	65,474	237,455	
12	118,818	10,387,746	13	14,532	96,187	214,992	
13	102,465	9,615,073	321	49,277	82,965	185,109	

III 大 形 鋼 の 部

(1) 形鋼製造の沿革 形鋼の製造も外國に於てはなかなか苦心で有つたやうであります、初めは矢張り木材を使用しました、木材の時代は長方形の斷面の梁 (beam) であります、現今でも木造家屋には多く使つて居ります、木材が鑄鐵の beam になり次に鍊鐵となり最後に現今の鋼となつたのであります、Rolling Mill で最も初めに作り出したものは丸棒及び平鐵の如き簡單なる形のものであつたが形物として最初のもは丁形 (Tee) のものであつて之を梁に用ゐました、尙ほ Rolling Mill の技術が進んでから工形 (I-beam) などが作られました、19 世紀の初期までは beam といへば通例鑄鐵製の丁形の beam であつた、I-beam の初りは 1,840 年に巴里の技師ゾアー氏 (Zore) によつて鍊鐵製の I-beam が考案せられ 1,849 年に高さ $5\frac{1}{2}$ " 長さ 17.7 呎の工形鐵を製造して巴里のある家屋の屋根の梁に使用しました、獨逸に於ては英國よりは稍々おくれて 1,831 年より 1,839 年に至る間に山形 (Angle) と丁形 (Tee) とがラツセルスタイン (Russel Stein) 工場で製造せられ、工形は 1,857 年にフェニクス (Pfenix) 會社で始めて作られ、乙字形 (Z-bar) は 1,862 年にブルバツハ (Bur bach) 工場で始めて作つた。

米國では 1,819 年ピッツバーグ (Pittsburgh) で始めて山形鐵を作り、1,854 年乙字形の高さ 7 吋のものをトレントン (Trenton) 製鐵所で作つた、これは 3 個の直立せるロールを以て製造したのである、後にはこれが水平ロールになつて現今の三重ロールとなつたのであります、1,873 年の頃に至つては I-beam は高さ 4 吋以上 15 吋迄、溝形 (Channel) は高さ 3 吋以上 9 吋迄、山形 (Angle) は 1 吋より 4 吋迄、丁形は $1\frac{1}{4}$ " より 6 吋迄のものが作らるゝ様になりました。

轉爐製鋼法は 1,856 年に、平爐製鋼法は 1,864 年に發明せられてから鋼軌條及び工形鋼が鋼塊から製造せられる様になり、そして 1,890 年頃には從來の鍊鐵製の beam は全く驅逐されて鋼製の beam が之に代つてしまつた、1,890 年の頃に至つては工形鋼のみならず溝形鋼、山形鋼、球山形鋼、乙字形鋼、Deck-beam 等を製造し出しました。一時は 1 個の beam を他の beam の上に重ねて使用し二重 beam 若くは三重 beam の如きものが流行し、其後 1,883 年に Jenny 氏がシカゴ (Chicago) に於て

10 階の鐵骨建築に組立て鋼梁 (Built up girder) を始めて用ゐて當時世間に普及しました。

ロール機も追々と進歩致しまして、色々な形鋼が製作せられ又工形鋼なり溝形鋼なりの寸法が大きくなり其寸法種類等も餘りに多くなつて且つ各製造者が追々と勝手な寸法のものを作り出すやうになりまして生産費も高くなりますから、斷面の形狀寸法の種類を少なくし形鋼の統一を圖るといふ傾向になりまして最初獨逸で唱へられて所謂壓延鋼材の標準型 (Normal Profil) が 1,881 年に制定せられました、現今では各國共に Standard Section を規定して居ります。

我國に於ける形鋼製造の沿革は軌條の場合と同じく製鐵所に於ける沿革がそれであります、製鐵所に於ては明治 34 年 6 月に今の第一中形工場に於て 50 耗の山形鋼を最初に製造し、明治 37 年 5 月軌條工場に於て工形鋼、溝形鋼及山形鋼を作り始めました、明治 40 年 6 月より第一大形工場に於ても各種の形鋼を製造し得まして軍艦伊吹、安藝の建造に際して其船體材料の約 6 割方の材料を供給しました、爾來工形鋼は 12 吋迄、溝形鋼は 15 吋迄山形鋼は 8 吋迄のものを完全に作り得ることになりました、其後歐洲戰亂の際我國造船業の發展につれて構成用大形鋼の需要に鑑みて第二大形工場及び第三大形工場の建設を行ひました、之には第四及び第五の分塊工場も同時に計畫されました。第二大形工場は 1 ヶ年 12 萬噸の生産能力を持つて居まして大正 8 年 5 月から 5 吋以上の形鋼を作り出しました又第三大形工場は 1 ヶ年 15 萬噸の生産能力でありまして大正 13 年 4 月より從來作り得なかつた 14 吋以上 24 吋迄の工形鋼の製造を始めました、戰亂も終つて造船業も衰へたる今日此の如き大形鋼の注文は多量には來ませぬが復興局又は鐵道省より橋桁等の材料として注文があります又新しき議院の建築の鐵骨材料として用ゐられました。

歐洲大戰中我國の製鐵事業の發展に伴ひ各地にロール機を設備したる結果各種の棒鋼及形鋼を製造しましたが何れも大形鋼と稱する程のものは無かつた、たゞ朝鮮兼二浦の三菱製鐵所では製鐵所の第四分塊工場及び第二大形工場と同様の設備をしまして數年間作業を續けましたが今は中止されて居ります。

(2) 形鋼の種類、形狀及び名稱 第一に棒鋼と形鋼との區別をまづ御話して置きます。棒鋼と形鋼とを總稱して條鋼と申して居りますが、棒鋼 (Bar, Stabeisen) とは丸 (Round)、角 (Square)、平 (Flat) 及び六角 (Hexagonal)、八角 (Octagonal) の如く正しき一樣なる斷面を有して長さ約 4 米突以上の棒形の鋼材をいふのであります、獨逸では八角鋼は形鋼の部類に入れて居ります、平鋼は Flat bar と稱して居りますが厚 5 耗以上で幅 6 吋位迄のものは平鋼でも棒鋼と稱して宜しからうと思ひます、幅 6 吋を超ゆれば大抵はユニヴァサルロール機 (Universal Mill) で製造します、此等はユニヴァーサル平鋼と稱して寧ろ鋼板と同様に扱はれて居ります、平鋼の厚さが非常に薄くなつて 1 耗乃至 5 耗のものになれば帶鋼 (Band) と稱して束に巻き取つてあります。

形鋼 (Shape; Profileisen) とは棒鋼以外の形をしたものであつて其斷面は多く不規則な形をしたもので特殊の斷面形狀をなしたる鋼材であります、例へば山形鋼 (Angle)、球山形鋼 (Bulb Angle)、

不等邊山形鋼 (Unequal Angle)、工形鋼 (I-beam)、溝形鋼 (Channel)、乙字形鋼 (Zed)、丁形鋼 (Tee)、球丁形鋼 (Bulb Tee)、缺圓鋼 (Half Round) 等であります、軌條 (Rail) も無論形鋼の一種である事は最初にも申し述べました又繼目板 (Fish plate) 枕材 (Railway Tie) 等も形鋼であります、其外 Sheet Pile の如きも形鋼の一種であります、近來に至つて建築用の大きな工形鋼若くは H 形鋼が製造せられ又米國ではコンクリートの鐵筋用及び窓枠其他の用として各種の小さな形鋼が製作される様になつた、つまり英國は最初の軌條、丁形、山形及乙字形の開祖であり、佛國は工形及溝形の元祖、獨逸は厚板の開祖でありまして、米國は Segmental Shapes の開祖であるといふ事が出來ます。

(3) 製鐵所に於ける大形鋼製造設備と製造作業法

製鐵所に於て大形鋼を製造して居る工場

は軌條工場と第二大形工場と第三大工場との3つである。第一大形工場其他では形鋼を作りますれ共 8 吋以下のものであります、製造設備と作業法とは前に述べました軌條の場合と殆ど變りはありません、例として第 13 圖に第二大形工場及び第三大形工場の設備を掲げました、ロールは三重ロール機 (Three High Mill) であつて原動機は二重ロールの場合の如くに逆轉の必要はなく絶えず同一方向に廻轉して居れば宜しい、此 2 工場の設備は全部米國に於て設計したもので著しく機械的になつて居ます、ロールの前後面には移動し得るテーブル (Travelling Tilting Tables) が具へてあつて之によりて材料を取扱ひロール孔型に適當な位置へ運び操縱もする様になつて居ります、そしてテーブルの長さは約 50 呎もあつて其ロールに近き方は 20 呎ばかりの間傾斜せしめ得る様に出來て居り上段ロールの孔型より材料が出て來る時又は之に材料を嚙み込ましむる時に都合よき設備となつて居ます、テーブルの上には勿論 Live Roller を具へて居ます、第 13 圖には分塊工場と形鋼工場との關係がよく現はしてあります、圖の最も右手の方に第二製鋼工場の平爐及び均熱爐と書いてあつて圖には示してありませぬが均熱爐は 5 臺ありまして各々 24 個の鋼塊を容れ得る、何れの分塊にも共通に鋼塊を供給します、前の軌條工場の方では使用する鋼塊は 2.5 匁が最も大きいのですが第二大形及び第三大形工場では 3 匁の鋼塊を用ゐます、尙大きいものになると 4.6 匁までを使用します、第 13 圖に説明が附けてありますから御覽下されば設備はよく判ります。

第二大形ロールの前には第四分塊ロールがあり、第三大形ロールの前には第五分塊ロールが有りまして、夫れぞれ其前の分塊ロールで鋼塊を粗延して後形鋼ロールに持つて來て仕上ります。第二大形ロール機は 3 組のハウジング (Housing) より成り三重ロールが組入れてありまして 4,000 馬力の交流電動機を以てロールを運轉して居ります、第三大形ロール機は 4 組のハウジングより成り最後の仕上ロールは二重ロールで有つて其他は三重ロールで有りまして、6,000 馬力の交流電動機を以て運轉して居ります、大形鋼を如何にして鋼塊から作るかを説明する爲に例として第 14 圖に 24 吋の工形鋼を作る順序が掲げてあります、先づ第五分塊ロール機に鋼塊を持ち來るには均熱爐より抽出した鋼塊を運搬車に豎に乗せ此車が分塊ロール機前面の輸送テーブルの端に來た頃に自動的に鋼塊はテーブ

ルの上に倒れる、24" 工形鋼に對しては 4.2 呎の鋼塊を用ゐます、之を分塊ロールにかけて適當な大さの鋼片とします、此場合に作る鋼片は四角の斷面でなく既に大體 Beam の形を與へて置きます、即ち第 14 圖孔型番號 (19) の如き形を與へる、之を Beam Blunk と稱して居ります、圖に示す如き順序で第五分塊ロールを 19 回通過し第三大形の形鋼ロールを 11 回合計 30 回のロール通過によつて目的のものに仕上がります、此分塊ロールに於ては造るべき大形鋼の寸法によりて分塊ロールまでも一々取替えなければならぬ、又鋼片剪斷機も其刃先を其都度切斷すべき Beam Blunk に合ふものに取替える必要があります。

第 15 圖は 24 吋工形鋼を作りまするロールの圖であります、孔型に附したる番號は第 14 圖の番號に相當するものであります、第一、第二及び第三粗ロールが皆三重ロールであり、最後の仕上ロールは二重であります、其仕上ロールに (30) といふ孔型が 2 つ刻んである、これは材料をたゞ 1 回だけ仕上孔型を通すのであります、1 つの仕上孔型が傷めば他のものを通します、即豫備的の孔型を刻んで置いて仕上げ製品の形狀寸法の正確を期するのであります、第 16 圖は軌條工場 790 耗二重ロール機によつて溝形鋼及び山形鋼を製作する順序を示したのであります、溝形鋼の場合最初の間は軌條ロールの第一粗ロールを 6 回通り 2 回づゝ同一孔型を通りつゝ壓縮されます、即ち粗ロールの上ロールを加減して材料に壓縮を加へて居ります、其後は各孔型を 1 回宛しか通過させぬから、第二粗ロール及び仕上ロールはロール間隙を加減する必要は無い事になります。

形鋼の壓延を終つて後の作業も前の軌條の場合と大同小異であります、たゞ形鋼の場合には軌條の如くに 33 呎といふ様に長さが一定して居りませぬ、使用箇所や目的によつて長さが違ひます故に其都度其長さに應じた縮み代ろを見込んで熱間に鋸斷します、而して冷却後註文寸法よりも 2—3 吋位長くなる様に致して置きます、之を使用する時には必要な寸法に兩端を切ります、形鋼に對しては熱間矯正を行ひませぬ。

(4) 大形鋼製造用ユニヴァーサルロール機 (Universal Mill)

ウェツブの高さ大きくフラン

ジの幅廣き工形鋼例へば 8 吋以上の幅のフランジを有するものは普通の二重若くは三重ロールにては作り難い、孔型をロールに深く切り込まねばならず又作つた形鋼のウェツブとフランジの部分に於て壓延中地金の配分を異にし硬度もちがひ不均一を免れない、そこで Universal Mill が考案せられました、最初 1,902 年に Henry Grey 氏の特許に成れるロール機をルクセンブルヒの Differdingen に於て用ゐた、1,907 年 Hugo Sack 氏の特許を得たるものを獨逸のロンバツハ (Ronbach) の工場で使用しました、同じ 1907 年米國の Bethlehem 工場に Grey 氏のロール機を設備しました、其後獨逸パインに於てプツペ (Puppe) 氏の特許を得たる Universal Mill を置いた、世界中でも極めて少數であります、現在 Differdingen に於ては工形鋼のウェツブの高さ 1,000 耗のものまで製造せられ、米國 Bethlehem に於てはウェツブの高さ 30 吋にしてフランジの幅 15 吋の工形鋼を製造し得る、尙大きい 40 吋の工形鋼迄作り得る、Bethlehem に於ける工場は 1 個の分塊ロール機 (二重ロール)

第十三圖ノ説明

1 第四分塊工場

番 號	名 稱	個 數	法 寸 又 ハ 能 力 等
1	鋼塊運搬車 (Ingot Car)	1 臺	2.5~4.6 噸ノ鋼塊ヲ取扱フ
2	ロール機前面テーブル (Approach table and Working table)	2 臺	長サ 35.5 ^m
10	分塊ロール運轉汽機 (Blooming Mill Engine)	1 基	二聯複膨脹逆轉式 汽機 6,000 馬力 毎分 135~160回轉
11	減速齒車裝置 (Reducing Gear)	1 組	減速比 1 : 1.96
12	ピニオン (Pinion)	1 組	二重 各直徑 900 ^m
14	分塊ロール機 (Blooming Mill)		二重逆轉式 ロール胴徑 900 ^m ロール胴長 2,200 ^m 毎分 69~81 回轉 上ロール昇降距離 720 ^m
13	鋼塊操縦裝置 (Manipulator)	1 組	壓延中鋼塊ヲ誘導シ又ハ 轉ズル裝置ナリ
16	組立起重機 (Erecting Crane)	1 臺	50 噸
15	ロール機後面テーブル (Working Table)	1 臺	長サ 11.5 ^m
26	剪斷機前面テーブル (Shear Approach table)	1 臺	長サ 13.6 ^m
27	熱鋼片剪斷機 (Bloom Soear)	1 基	剪斷シ得ル最大斷面積 400×200 ^m 125 馬力
30	剪斷機後面テーブル	1 臺	長サ 11 ^m

2 第二大形工場

32	連續式加熱爐 (Continuous Furnace)	1 基	Siemens 式
5	煙 突 (Chimney)	1 基	高サ 40 ^m
31	加熱爐後面テーブル	1 臺	長サ 12.5 ^m
42	移動テーブル (Travelling table)	1 臺	長サ 11.5 ^m
54	ロール運轉用電動機 (Rolling Mill Motor)	1 臺	4,000 馬力 三相交流 3,300 ボルト 25 サイクル 毎分 104 回轉
52	ピニオン (Pinion)	1 組	三重 各直徑 711 ^m
49	形鋼ロール機 (Shape Mill)	1 組	ロール毎分 104回轉 三重ロールスタンド 3基
	第一粗ロール 第二粗 ロール 及 仕上ロール		ロール胴徑 750 ^m ロール胴長 1,727 ^m

47.48	移動チルトンクテー ブル (Travelling Tilting Table)	4 臺	各長サ 16 ^m = シテ「ロー ル」= 近キ前端ハ俯仰ス
53	フライ ホイール (Fly Wheel)	1 個	60 噸
55	組立起重機	1 臺	50 噸
6	鋸斷機前面テーブル (Run out Table)	1 臺	長サ 58.65 ^m
76	熱間鋸斷機 (Hot Saw)	1 臺	圓鋸直徑 1,380 ^m 毎分 1,400 回轉 200 馬力

3 精 整 場 (第三大形工場ト共通ニ使用ス)

67	輸送テーブル (Transport Table)	1 臺	長サ 13.5 ^m
68	移送裝置 (Transfer)	1 組	
72	起 重 機	1 臺	20 噸
86	軌條落重試験機	1 臺	
87	冷 却 場	1個所	42 ^m ×25.5 ^m 1,071 平方米
99	矯 正 機 (Rotary Straightening Machine)	1 臺	山形鋼矯正ニ用ヒル
107	横押矯正機 (Gag Beam Straightening Machine)	2 臺	工形鋼及ビ溝形鋼ノ矯正 ニ用ヒル
108	縦押矯正機 (Gag Straightening Press)	2 臺	單式ト複式トアリ 軌條ノ矯正ニ用ヒル
125	冷鋼鋸斷機 (Cold Saw)	1 臺	圓鋸直徑 1,500 ^m 毎分 1,780 回轉 250 馬力
105	端 整 機 (End Milling Machine)	3 臺	形鋼及ビ軌條端整用
115			
120			
103	鑽 孔 機 (Drilling Machine)	6 臺	軌條穿孔用
104			
116			
117			
118			
119			
100	起 重 機	3 臺	各 3 噸 製品運搬用
113			
114			
111	蓄 電 機 關 車	1 臺	
121			
122			
123	成品検査場及ビ積出場	5 臺	各 5 噸 製品運搬用
124	起重機		
126			

4 第五分塊工場 第四分塊工場ト合セテ 1,975坪

2 鋼塊運搬車	1 臺	鋼塊重サ 2.5~4.6 噸ヲ取扱フ
6 輸送テーブル (Approach Table)	1 臺	長サ 14.3 ^m
22 ロール機前面テーブル (Working Table)	1 臺	長サ 11.5 ^m
17 分塊ロール運轉汽機 (Blooming Mill Engine)	1 基	二聯複膨脹逆轉式汽機 6,000 馬力 毎分 135~160回轉
18 減速裝置 (Reducing Gear)	1 組	減速比 1:1.96
19 ピニオン (Pinion)	1 組	二重 各直徑 1,100 ^m
23 分塊ロール機 (Blooming Mill)	1 基	二重逆轉式 ロール胴徑 940 ^m ロール胴長 2,230 ^m 毎分 69~81回轉 上ロール昇降距離 720 ^m
8.20 鋼塊操縱裝置 (manipulator)	1 組	壓延中鋼塊ヲ「ロール」ニ誘導シ又ハ轉ズルニ用ヒル
21 ロール機後面テーブル (Working table)	1 臺	長サ 11.5 ^m
36 剪斷機前面テーブル (Shear Approach table)	1 臺	長サ 16 ^m
37 熱鋼片剪斷機 (Bloom Shear)	1 基	剪斷シ得ル最大斷面積 500×500 ^m 水壓力 1,000 噸
38 剪斷機後面テーブル	1 臺	長サ 7.8 ^m

5 第三大形工場

敷地總坪數 4,206 坪
建 坪 2,777 "

56 ロール運轉用電動機 (Rolling Mill Motor)	1 臺	三相交流 3,300 ボルト 6,000 馬力 毎分 367 回轉
57 フライホイール (Fly Wheel)	2 個	外徑 2.6 ^m 重量各々 約 17 噸
58 減速齒車裝置 (Reducing Gear)	1 組	減速比 1:4.9
60 ピニオン (Pinion)	1 組	三重 各直徑 864 ^m
62 形鋼ロール機 (Rolling Mill)	1 組	三重ロールスタンド 3 基 二重ロールスタンド 1 基 ロール胴徑 864 ^m ロール胴長 2,032 ^m 毎分 75 回轉
59 } 61 } 移動チルトンクテー 63 } ブル (Travelling 64 } Tilting Table)	4 臺	各々長サ 16 ^m 「ロールスタンド」ニ近キ 前端ハ俯仰ス
74 輸送テーブル (Run out Table)	1 臺	長サ 58.5 ^m

77 熱間鋸斷機

1 臺	圓鋸直徑 1,500 ^m 毎分 1,100 回轉 150 馬力
-----	--

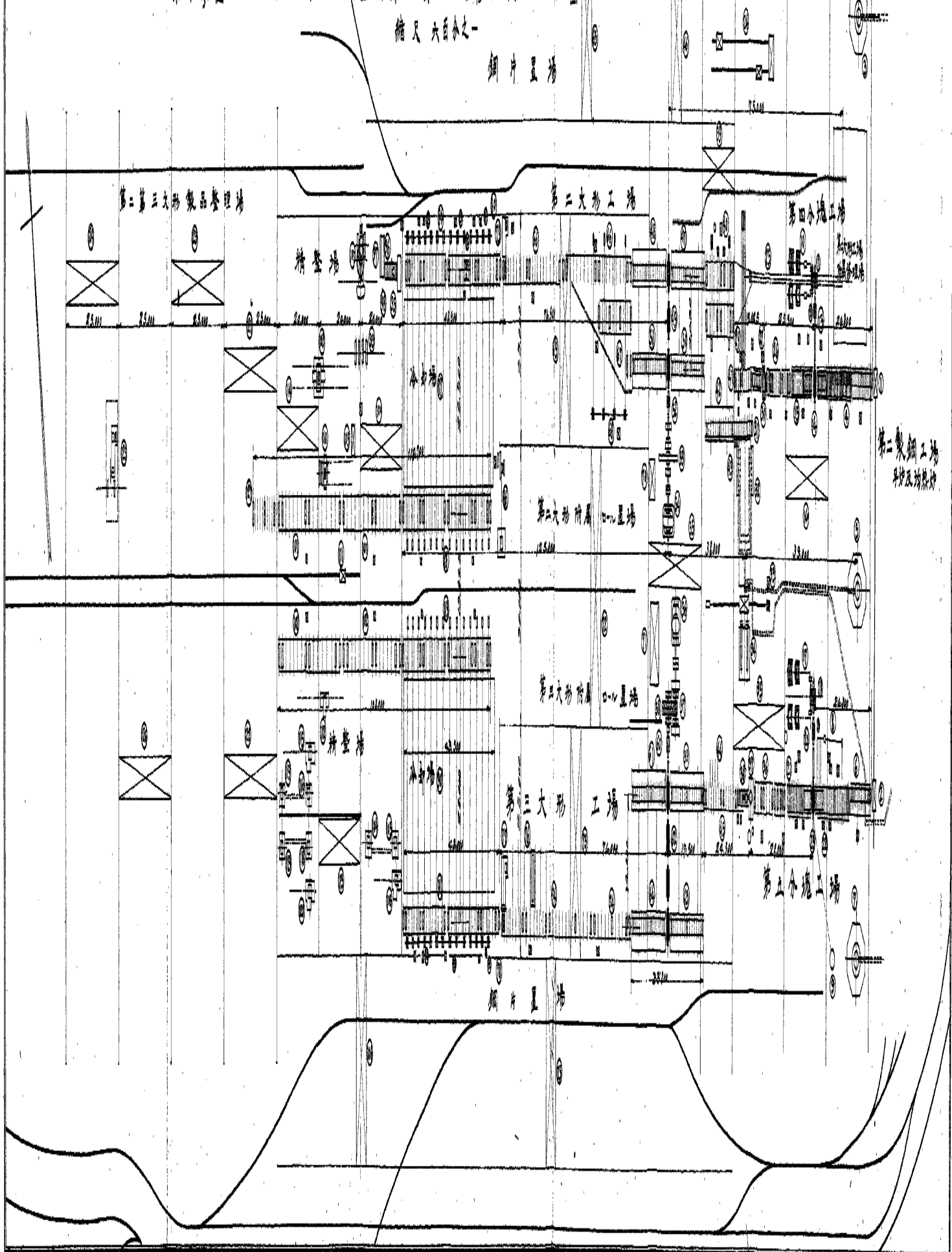
92 } 93 } 移送裝置 94 } (Transfer)	3 組
--------------------------------------	-----

90 冷 却 場	1個所 42×28 ^m 面積 1,176 平方米
----------	--

第拾參圖 第四第五分塊及第二第三大形工場全体圖

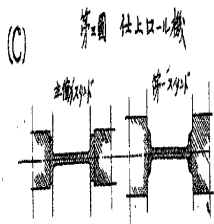
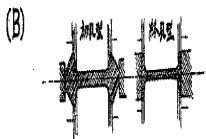
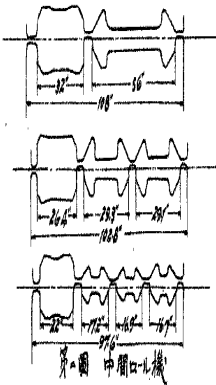
縮尺 六百分之二

銅片置場

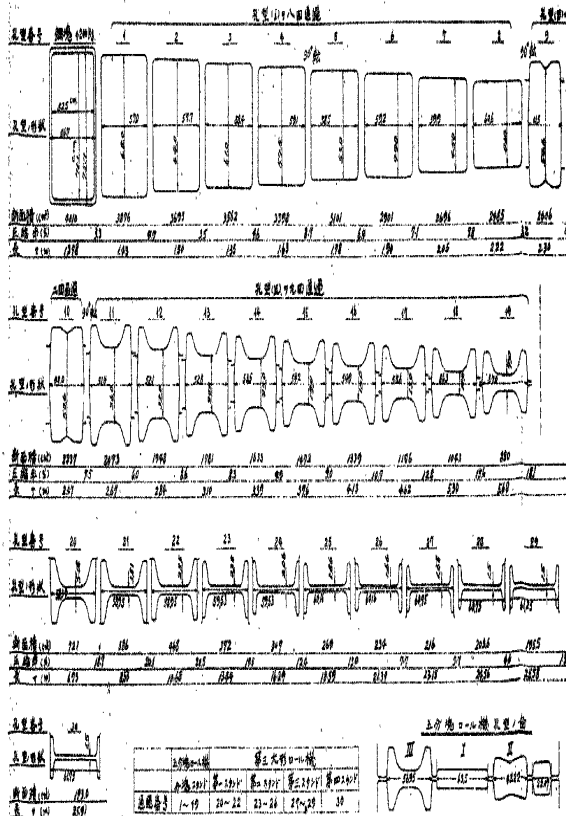


第七圖 米國ベトナム製鋼所・於ナル
Grain (guy) 大形鋼壓延用ロール圖

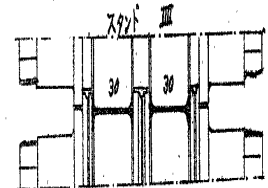
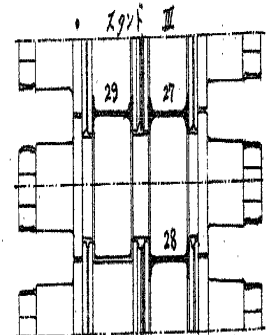
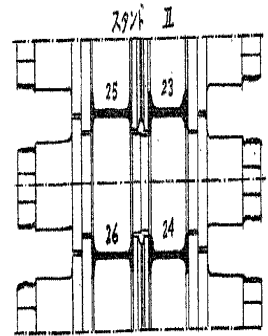
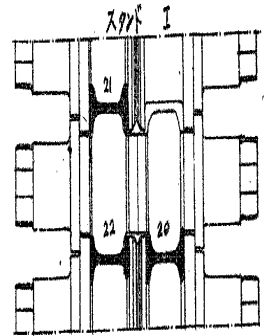
(A) 第一圖 I 形鋼用 粗受ロール
上 40吋 6吋用
中 18吋 6吋用
下 8吋 6吋用



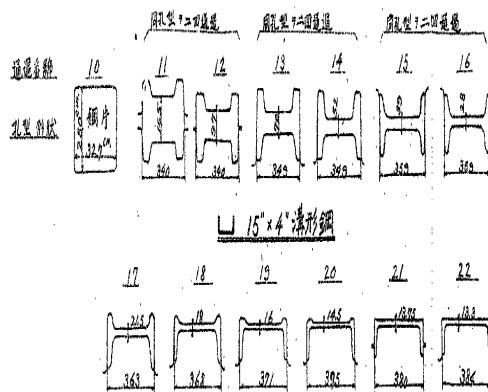
第十四圖 24x17 工形鋼圧延順序



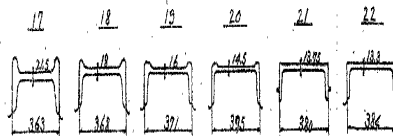
第十五圖 第三大形工場 34(86%) 三重ロール機
上形鋼 24x17 工形鋼之圖
縮尺五分之二



第十六圖 軋鉄工場 790x 二重ロール機 於ナル各種形鋼圧延順序



15x4 溝形鋼

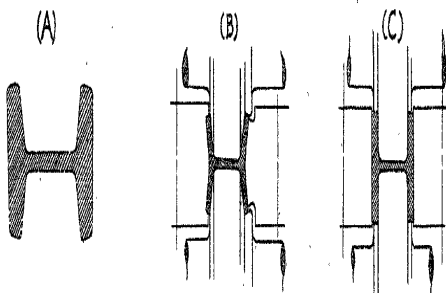


8x8 山形鋼



15x4 溝形鋼	8x8 山形鋼
第一工段 11~16	第二工段 17~22
通過順序 11~16	通過順序 17~22

第八圖 獨逸ザツ(Sack) 大形鋼壓延用ロール圖



と2個の Grey Mill とより成り立つて居る、分塊ロールの次に中間ロール機其次に仕上ロール機が配置してある、そして鋼塊より仕上形鋼に至る迄再熱する事なく連続的に壓延される、例へば 40 吋工形鋼を作る時は鋼塊の幅 1,500 耗にして重量 12 匁のものを第 17 圖の (A) に示せる粗延ロール (46 吋分塊ロール) にかけて 20 數回通過の後 H 形の Beam Blunk を作る、之を中間ロール機に送る、中間ロール機は 1 基のハウシングにして同一平面上に軸を有する水平ロールと豎ロールとあつて、第 16 圖の (B) に示す様な風に成形せられ次に 2 對のハウシングを有する仕上ロール機 (C) に送られ數回の通過をなしたる後最後の形鋼となる、材料がロールを通過する毎に水平ロールも豎ロールも共に其距離を追々と縮め壓縮を行ふのであります、此の如き方法によりてベツレヘムでは 8" 工形鋼まで作つて居る。

ザック (Sack) 氏の方法は第 18 圖に示した通り、分塊ロールで作つた Beam Blunk (A) をユニヴァーサルミルに送つて (B) の如く成形する、此時各々のフランジの縁邊にハミ出しを生ずるからロールを通過する毎に必ず材料を 180 度轉回せしめ即ち表裏引繰り返して右左を代る、然かすれば前にハミ出した處は次にはロールで押へる事になり形を整へるわけになります、最後に (C) なる仕上ロールを通してフランジを正しく形作ります。

(5) 大形鋼の検査 形鋼に於ても分析試験、機械試験及び形狀検査を行ひます、大體に於て軌條の場合と變りありませぬが機械試験としては牽引試験と屈曲試験とを行ひまして落重試験を行ひませぬ、現在製鐵所で作つて居る大形鋼は皆平爐鋼であつて其牽引試験に對する規定は第 7 表の如くであります、又その實際製作したものに就ての試験の結果は第 8 表に示す通りであります、即ち製鐵所の製品目録に記載してある No. 2 又は No. 3 の範圍内のものであります。

屈曲試験、常溫に於て試験片を曲げ屈曲部に裂目を生ぜざるを良しとす又焼入屈曲試験も行ひますが先づ試験片を血紅色に熱した後華氏 80 度位の水の中にて急冷して之を曲げ屈曲部に裂目を生ぜないものを合格とします、試験片は形鋼のウェツブ若くはフランジの一部より壓延の方向に沿て採ります、屈曲部の内方は其厚さの 1 倍半の半徑即ち厚さの 3 倍の直徑を以て曲げる、若し裂目を生じた

第 7 表 形 鋼 牽 引 試 験 規 定

鋼 質 規 格	抗 張 力	延 び
鐵 道 省 橋 梁 材	24.55—29.01 Tons/□" (38.67—45.69 kg/□m.m.)	18 % 以 上
鐵 道 省 中 軟 鋼	23.49—29.21 Tons/□" (37—46 kg/□mm)	20 % 以 上
海軍造船規程第一條	28—32 Tons/□"	20 % 以 上
ロイド及遞信省造船材	26—32 "	20 % 以 上
製鐵所 No. 2 軟鋼	24—28 "	22 % 以 上
同 No. 3 半軟鋼	28—32 "	20 % 以 上

第 8 表 最近製作せる大形鋼の分析成分並に牽引試験成績

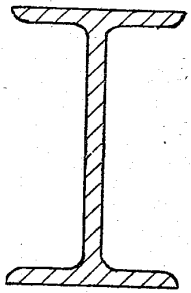
鋼 種	分 析 成 分					形鋼寸法	ウェーブ の 厚 さ	牽 引 試 験 成 績	
	C %	Mn %	Si %	P %	S %			抗 張 力	延 び
鐵道省橋梁材	0.17	0.44	—	0.010	0.021	24" × 7½" I	.6"	42.3 kg/□mm	33.5%
遞信省造船材	0.23	0.54	—	0.013	0.031	24" × 7½" I	.6"	30.5 Tons/□"	25.0
半 軟 鋼	0.19	0.51	—	0.010	0.016	18" × 7" I	.55"	28.4 Tons/□"	28.5
鐵道省中軟鋼	0.20	0.50	—	0.024	0.037	10" × 3½" □	.375"	40.8 kg/□mm	30.0

時は其試験片が代表するものは不合格とします。

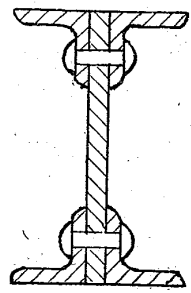
(6) 大形鋼と組立ガーダーとの比較 大きな工形鋼を使用する場合と鋼板及山形鋼を以て組立てたる Builtup Girder とを比較しますに例へば 24" × 7½" の工形鋼と同等の物量力率 (Moment of Inertia) を有する組立ガーダーを作つた時には長さ 20 呎のものに付て其重量を比較するに後者は前者よりも 17.6% だけ多くなる、經費に於ても材料費と加工費とを合せたものを比較すると後者は前者の 100% 増し即ち 2 倍の經費を要する次第で有ります、其他の 20" × 7½" の工形鋼に於ても之と同等の力を有する組立てガーダーは重量に於て 20.6% 増し經費に於て 110% 増す事になりまして大きな形鋼を其儘使用致した方が餘程利益であります。第 9 表に其比較を掲げました、此等の大形鋼は

第 9 表 大形鋼と組立ガーダーとの比較 (長さ 20 呎の場合)

種 別	大形鋼と同等の物量力率を有する組立ガーダー		物 量 力 率 Moment of Inertia (大形鋼組立ガーダー)
	重 量 の 増 加	經 費 の 増 加	
24" × 7½" I	17.6 %	100.0 %	{ 2,655 inch ⁴ (2,707)
20" × 7½" I	20.6	110.0	{ 1,671 (1,741)
18" × 7" I	16.0	94.4	{ 1,149 (1,154)
16" × 6" I	22.4	105.6	{ 726 (755)
14" × 6" I	29.7	120.8	{ 440 (476)



大 形 鋼



組立ガーダー

大正 13 年の 4 月以來第三大形工場で製造して居ります、鐵道省の橋桁或は復興局より橋桁材若くは建築材として注文を受けて居ます、過般私が或る工場を視察した時に $24' \times 71\frac{1}{2}''$ の大工形鋼が工場の空地に置いてありましたから、是は製鐵所から買はれたかと聞きました處が、いや左様では無い、外國から取り寄せたといふ返答でありました、そこで私は此物が製鐵所で作らるゝ事を御存じないかと聞いて見ますと、まだ知らなかつたといふ事でありました、どうも私の方の廣告が行き届かないと思はれます、そこで今日斯ういふ廣告を致す次第であります。

(7) 形鋼の輸入高及内地生産額及び需用額

第 10 表に大正 6 年以降形鋼の内地生産額を掲げました、此表は形鋼全部を含みました統計であります、第 11 表には我國へ輸入せらるゝ形鋼の噸數を掲げました、大正 13 年は震災後の影響によつて多額に上りました、第 12 表には 12 吋以上の大きな工形鋼の輸入高と内地生産高とを掲げました、但し大正 14 年の生産高は實は注文受高を掲げたのであります、13 年に於ては輸入高が 16,200 噸、生産高が 2,180 噸未だ第三大形工場が充分に働かなかつた時でありました、其後 14 年には生産高は増して 2,870 噸、結局輸入の方がまだ多いのであります、我々も出来る丈け第二大形や第三大形工場の如き所を働かせ多く生産を擧げる積りであります。

第 10 表 形 鋼 内 地 産 額

大 正 六 年	94,492 噸	大 正 十 一 年	137,481 "
大 正 七 年	80,618 "		(外に朝鮮 2,359 噸)
大 正 八 年	69,355 "	大 正 十 二 年	121,619 "
大 正 九 年	89,292 "	大 正 十 三 年	138,141 "
大 正 十 年	113,316 "	計	844,314 "
	(外に朝鮮 2,359 噸)	一 ケ 年 平 均	105,539 "

第 11 表 最近我國に於ける形鋼輸入高

年	種 別	大 形	中 形	小 形	合 計
大 正 十 二 年	等 邊 山 形 鋼	1,090 噸	9,530 噸	9,850 匁	20,470 匁
	不 等 邊 山 形 鋼	4,800	870	—	5,670
	工 形 鋼	26,010	—	—	26,010
	溝 形 鋼	3,830	560	—	4,390
	合 計	35,730	10,960	9,850	56,540
大 正 十 三 年	等 邊 山 形 鋼	5,000	25,000	23,000	53,000
	不 等 邊 山 形 鋼	11,000	1,300	—	12,300
	工 形 鋼	25,000	1,200	—	26,200
	溝 形 鋼	10,000	2,500	—	12,500
	合 計	51,000	30,000	23,000	104,000

第 12 表 12 吋以上の工形鋼輸入高及び生産高

種 別	大正十三年輸入高	大正十三年生産高	大正十四年生産高
I 12'' × 6''	約 6,000 匁	約 1,220 匁	約 1,030 匁
I 14'' × 6''	—	—	20
I 16'' × 6''	—	—	50
I 18'' × 7''	5,800	280	240
I 20'' × 7½''	2,000	—	300
I 24'' × 7½''	2,400	520	1,310
合 計	16,200	2,020	2,350

IV 重軌條及び大形鋼に關係ある事項

(1) 重軌條及び大形鋼壓延に於ける所要動力及び壓延時間 之は第 13 表及び第 14 表に掲げました分塊工場に於ける所要動力と形鋼工場に於ける所要動力とを別々に示しました、ロールを鋼塊が通過する時に其都度溫度、時間、壓縮の度、通過前後の寸法等及び幾何の動力を要したかと云ふ事を測るには餘程周到なる装置を以てせねば測定し難いのであります、まだそれだけの装置を持ちませぬから結局 1 ヶ月間の總計に於て使用した材料 1 匁當りに幾何の動力が要つたか、幾何の蒸氣が要つたか或は電氣が要つたかといふ事を調べました、そして 6 ヶ月間の統計により 1 匁當りの動力を計算したのであります、分塊工場は蒸汽機を以てロールを運轉して居る處は鋼塊 1 匁に付蒸氣を 900 匁乃至 1,000 匁を要して居ります、Indicator Diagram を取りまして汽機の回轉數、汽筒の大きさ及び衝程等

第 13 表 分塊工場動力消費量

工場名	蒸 汽		電 氣 (交流)		電 氣 (直流)		備 考
	鋼 塊 1匁當り	鋼 片 1匁當り	鋼 塊 1匁當り	鋼 片 1匁當り	鋼 塊 1匁當り	鋼 片 1匁當り	
第一分塊工場	kg 1,079	kg 1,221	K.W.H.	K.W.H.	K.W.H. .363	K.W.H. .425	原動機及び剪斷機に蒸氣を使用す。
第二分塊工場	917	1,085			.845	1.000	同 上
第四、第五 分塊工場	916	1,016			1.976	2.193	原動機に蒸氣、剪斷機に電氣を使用す。
第六分塊工場			23.8	33.1	11.311	12.900	原動機に交流電氣、剪斷機に直流電氣を使用す。

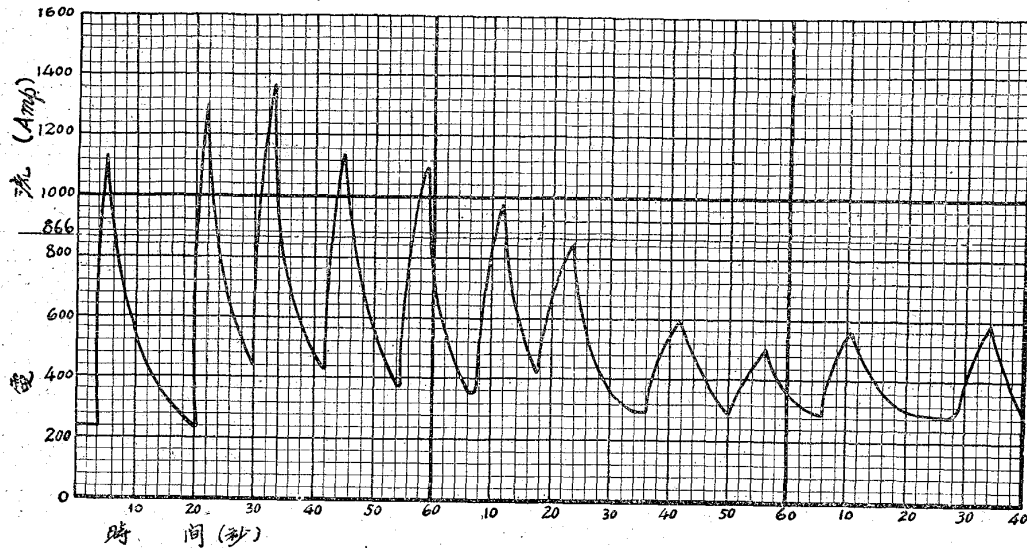
第 14 表 軌條及形鋼工場動力消費量

工場名	蒸 汽		電 氣 (交流)		電 氣 (直流)		備 考
	鋼 片 1匁當り	成 品 1匁當り	鋼 片 1匁當り	成 品 1匁當り	鋼 片 1匁當り	成 品 1匁當り	
軌 條 工 場	kg 1,220	kg 1,388	K.W.H.	K.W.H.	K.W.H. 2.296	K.W.H. 6.614	原動機には蒸汽を使用す。
第一大形工場	1,546	1,721	.448	.497	5.916	6.607	同 上
第二、第三 大形工場			47.800	51.100	12.593	13.445	原動機に交流電氣を使用す。

により其汽機が1時間幾何の蒸汽を消費するかを調査して置きまして運轉時間に乗じた數を以て1ヶ月の消費量を算出し材料1匁當りの消費量が割出されます、これは實際ロールが働いて居る間も休んで居る間も通じて消費した蒸汽量である、第六分塊工場はイルグナー式 (Ilgner) を採用して居りましてロール機の運轉は電氣に依つて居りまして計量器 (Meter) を置いてありますから蒸汽の場合よりも正確に分ります、鋼塊1匁當り 28.8 K.W.H になつて居ります、軌條工場及び形鋼工場に於ては分塊工場よりも電氣も蒸汽も多く消費して居ります、材料の温度は分塊ロールを通る時よりも低下し、壓縮の度も多く、材料の長さも後になるに従て増して來るし従てロールにかかつて居る時間も長からであります、直流電氣の使用量は工場によつて非常に差異があります、これは起重機の電動機とか補助機械の電動機とかいふものが各工場によつて數が違ひますし馬力も違ひますが其馬力に應じ運轉の狀況を參酌して割當てたのを合計したのであつて實際の所要動力とは相距ること遠いものがあるかも知れませぬがたゞ割當ての數によつて1匁當りを出した迄であります、第三大形工場は特別に大きな工形鋼を作つて居りますが需要が現在非常に多いものでなく絶えず運轉して居りませぬから第二大形と一緒にして平均1匁當りの電力消費量を掲げました、47.8 K.W.H となつて居ります、これは兩工場の各種の形鋼及軌條をも含めての平均1匁當りになつて居ります、ある一種類の形物に就ては如何かといふに第19圖に20時の工形鋼を第三大形工場の864耗三重ロール機で製作する場合の所要動力が現はして有ります、分塊ロールで最初3,000匁の鋼塊を Beam Blunk に延べて頭尾を切捨てますから第三大形ロールに來る時は2,650匁のものとなる、11回のロール通過に依て仕上がりません、圖に示す曲線は電流をアンペアーを以て表はしたもので曲線が高く上つて居る處はロールに材料を噛み込んで負荷の加はつた時であります、其最も大きい處は第3回目の通過に1,400アンペアー附近迄上つて居ます、6,000馬力に相當する處は866アンペアーであるから電動機の馬力よりはずつと大きい力を要する事になる、然しそれは極めて僅かの瞬間であつて此種の電動機は100%位の過負荷 (Over Load) には充分堪え得る様に出來て居ります、曲線の下り切つて居る處はロールに材料を噛み込まない時即ちロール機が空運轉をして居る時でありますが此時でも尙ほ240乃至400アンペアーの電流を要します、結局に於て材料1匁に對して使用した電力の量は43.7 K.W.H となります、そして之に要する時間は材料が第一粗ロールに入りてより仕上ロールを出る迄に2分40秒であります、此外に最初分塊ロール機に於て3分以上を要します、24時工形鋼を製作する時には4,200匁の鋼塊を用ゐて分塊ロールで Beam Blunk となし頭尾を切去りますと3,750匁のものになる、之を第三大形のロールにかけます時に於て材料1匁に對して46 K.W.H の電力を要し仕上りまでに3分10秒の時間を要します、(之は曲線圖に示してありませぬ) 24時工形鋼の場合に電流は最高1,600アンペアーに上りまして約10,000馬力を、ある瞬間には要する場合があります。

第20圖には第二大形工場の750耗三重ロール機によりて75LB軌條製作の場合に幾何の動力を要するかを示しました、此電動機は4,000馬力であつて之に相當する電流は650アンペアーであり

第 19 圖 第三大形工場 864 m/m 三重ロール機に於ける動力消費高実績

(例 88.96 lbs/Foot $\times$ 71 $\frac{1}{2}$ " 工形鋼製作)

電動機、馬力数	6000 H.P.
電動機、規定電圧	3300 V.
電動機、規定電流	866 Amp.
電動機、規定速度	367 r.p.m.
無負荷場合速度(但シフトレール及びロール機の場合)	340 r.p.m.
全負荷場合()	280 r.p.m.

一本、鋼材、圧延ニ要セシ時間	2分40秒
鋼材、ロール通過数	11回
鋼材、重量	2650 Kg.
製品、長さ	20.400 m/m

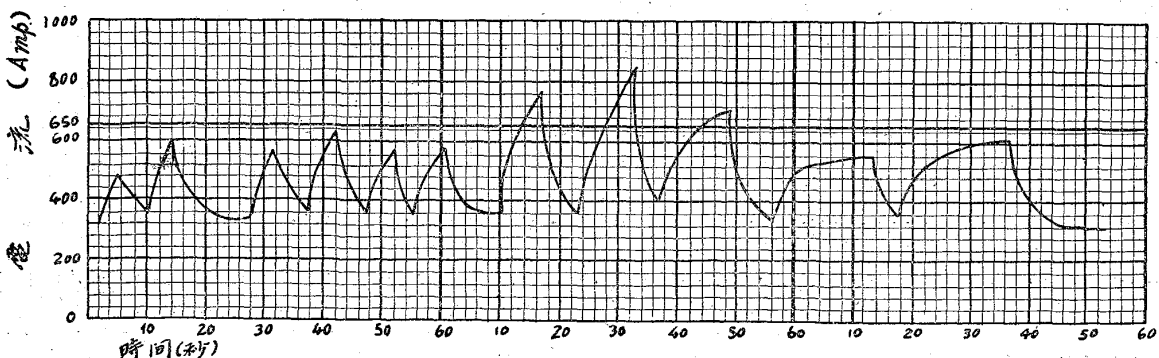
無負荷場合ロール速度(但シフトレール4.9:1)	69.4 r.p.m.
全負荷場合()	57.2 r.p.m.

一本、鋼材、圧延ニ要セシ消費電力量	115.83 K.W.H.
一機ニ対スル消費電力量	43.70 K.W.H.

ロール機ニ入ル前、温度	1100°C
仕上温度	920°C.

第 20 圖 第二大形工場 750 m/m 三重ロール機に於ける動力消費実績

(例 75 lbs/yard (37 kg/meter) 軌條製作)



電動機、馬力数	4000 H.P.
電動機、規定電圧	3300 V.
電動機、規定電流	650 Amp.
電動機、規定速度	104 r.p.m.
無負荷場合速度(但シフトレール及びロール機の場合)	104 r.p.m.
全負荷場合()	82 r.p.m.

一本、鋼材、圧延ニ要セシ時間	2分52秒
鋼材、ロール通過数	11回
鋼材、重量	2700 Kg.
製品、長さ	71800 m/m

一本、鋼材、圧延ニ要セシ消費電力量	102.50 K.W.H.
一機ニ対スル消費電力量	37.46 K.W.H.

ロール機ニ入ル前、温度	1057°C
仕上温度	1020°C

ます、此場合にも Peak が出来まして 800 アンペア以上に上る事が有ります、無負荷の時にも 300 アンペア以上を要して居ります、1 匁の材料に對して 37.96 K.W.H の電力を消費するといふ成績が出て居ります、軌條は形鋼よりもロール通過數が少くて仕上がりますから動力消費量も少くて済みます、蒸汽を以て運轉する場合よりも電力を以て運轉する時の方が動力の測り方は正確に行はれます、電氣の場合は正確な計量器を用ゐ得ます。

(2) 重軌條及び大形鋼壓延作業中の溫度 壓延作業中の溫度は第 15 表及び第 16 表に掲げました、鋼塊を均熱爐から抽出した時の溫度は攝氏 1,250 度乃至 1,300 度でありまして分塊ロールにかゝる時軌條の場合には初めは 1,193 度、最後は 1,115 度といふ平均になつて居ります、形鋼の場合には分塊ロールの初めが 1,227 度、終りが 1,196 度といふ平均になります、それから軌條が仕上る時の平均溫度が 986 度、先づ約 1,000 度と考へて宜しい、形鋼の仕上溫度が平均 946 度、約 950 度と考へて宜しい、此溫度はホルボルンクールバウムの高熱計 (Holborn-Kurlbaum Optical Pyrometer) を以て測

第 15 表 重軌條壓延作業中の溫度

一例として 75LB 軌條の場合を掲ぐ

製鋼番號	分塊ロール			軌條ロール			全體の溫度降下
	最初の通過	差	最後の通過	最初の通過	差	最後の通過	
S 34,324	1,174	104	1,070	1,063	96	967	207
"	1,220	55	1,165	1,062	107	955	265
"	1,190	70	1,120	1,044	64	980	210
S 34,359	1,210	100	1,110	1,085	63	1,022	182
"	1,170	60	1,110	1,047	42	1,005	165
平均	1,193	—	1,115	1,060	—	986	207

〔備考〕 上表の溫度は攝氏溫度とす。

測定に用ゐたる高熱計は Holborn-Kurlbaum Optical Pyrometer なり。

第 16 表 大形鋼壓延作業中の溫度

一例として 20'' × 7 1/2'' 工形鋼の場合を掲ぐ

製鋼番號	分塊ロール			形鋼ロール			全體の溫度降下
	最初の通過	差	最後の通過	最初の通過	差	最後の通過	
S 34,102	1,270	55	1,215	1,165	205	960	310
"	1,255	15	1,240	1,162	205	957	298
"	1,215	5	1,210	1,113	205	948	267
"	1,170	50	1,120	1,110	190	920	270
平均	1,193	—	1,115	1,060	—	986	207

〔備考〕 上表の溫度は攝氏溫度とす。

測定に用ゐたる高熱計は Holborn-Kurlbaum Optical Pyrometer. なり。

定しましたので 20—30 度以内の誤差しか無い積りであります、此の如き温度に於て鋼材の壓延加工を行ふのが最も適當な處であります。

(3) 軌條及び形鋼ロール所要數竝に仕上孔型寸法と成品寸法との比較

第17表に之を掲げまし

たが軌條工場といふのは製鐵所に於て最も古い工場であつて色々の種類の軌條及形鋼を作つて居つて之に對して一々ロールを備へなければならぬ、一つの品種につき各ハウシングに對して2本のロールを要し3組のハウシングに對して6本を要する、中には成品種類が違つても粗ロールは共通使用出来るものも有ります、これ丈のロールを一揃ひ揃へますと168本のロールが要ります、此外に一番正確なる孔型を持たせなければならぬ所の仕上ロールの取替へ即ち豫備として各品種に對し數本のロールを常に用意して置く必要があります、孔型が摩滅して成品の形狀寸法を損する程度になれば早速之を取換へます、粗ロールも使用して居る間に或る程度まで孔型が傷めば取替へねばならぬから相當の豫備ロールを持つ必要があります、此豫備ロールは又ロール折損の場合にも直ちに取換へて作業を繼續し得る爲に役立つのであります、仕上ロールは最も頻繁に取替へますが早いものは1晝夜に行ひます、尤もこれはロールの材質にも依りますが又孔型の形狀にも依ります、粗ロールは通例1週間に1度位取替へて削り代へをします。

第二大形工場のロールは1組が9本であつて粗ロールは共通使用し得るものが有ります、此工場のロールを1揃ひ準備しますと97本となります、其外に豫備ロールを要するは無論の事でありませぬ、第三大形工場の分は現在作るべき品種が少いからロールも僅かで済みます、1揃ひ揃へるのに47本を要します、第三大形に關聯して第五分塊工場のロールも取替へねばならぬ、24" 工形鋼に對して1組2本、20" 及 18" 工形鋼に對しては共通であつて1組2本、16" 及 14" 工形鋼に對しても共通であつて1組2本を要します。

第17表の右下の處にロール直徑の比較を例を以て掲げて居ります、鋼板用ロールならばロールの直徑は直ちにロールの胴の直徑を指して宜しいが形鋼ロールは型を切り込みますからロール直徑の大きな部分と小なる部分とがあつて何れの箇所を以て直徑を定めて宜しいか分りませぬ、そこで型を切り込んだロールは上下ロールを合はせて其位置に置いてロールの中心線と中心線との垂直距離を以て平均直徑と致して居ります、形鋼及軌條用ロールの直徑の最大なる部分と最小なる部分との寸法を比較して見ますと最大の部分は最小の部分の2倍位の直徑を有して居ります、著しい差があります。

次に第18表に鋼塊、鋼片及び仕上孔型の斷面積の比較を掲げました、之に依りますと例へば100LB 軌條に於ては仕上つたものは鋼塊の斷面積の $1/33$ の斷面積となつて居ります又24吋工形鋼の場合には約 $1/21$ になつて居ります、さて仕上孔型の寸法及び形狀は成品の寸法及び形狀と同じではありません、それは斷面に於ける縮み代ろ又はロール旋削の都合等を考慮して仕上孔型の設計を致しますから成品とは少しく違つて居ります、軌條の孔型に於てはウェツプの高さ、頭部の寸法に就ては極めて僅かの縮み代ろを見込んで少しく大きく削つて置きますがウェツプの厚さ、底部の厚さに就ては

第十七表

軌條及形鋼ロール所要數及直徑

軌 條 工 場
790mm 二重ロール機

製 品			ロ ー ル (本數)		
形 狀	寸 法		ス タ ン ド		
			I	II	III
	100 ^{DBS}		2	2	2
	91.5"		2	2	2
	80 "		2	2	2
	75 "		2	2	2
	60 "		2	2	2
	45 "		—	2	2
	12"×6" (4)		2	2	2
	12×5	(4)ト共通	2	2	2
	10×6 (ロ)		2	2	2
	10×5 (ハ)		2	2	2
	9×4	(ハ)ト共通	2	2	2
	8×6 (ニ)	(ロ)ト共通	2	2	2
	8×5	全 上 (ニ)ト共通	2	2	2
	8×4 (ホ)		2	2	2
	7×4	(ホ)ト共通	2	2	2
	15×4		2	2	2
	12×3½	(4)ト共通	2	2	2
	11×4 (ヘ)		2	2	2
	11×3½	(ヘ)ト共通	2	2	2
	10×4 (ト)		2	2	2
	10×3½ ^{1/2}	(ト)ト共通	2	2	2
	" ^{3/8} (チ)		2	2	2
	9×4 (リ)		2	2	2
	9×3½	(リ)ト共通	2	2	2
	9×3	(チ)ト共通	2	2	2
	8×8	—	2	2	2
	7×7	—	2	2	2
	9½×3½	—	2	2	2
	9×3½ (マ)	—	2	2	2
	9×3	— (マ)ト共通	2	2	2
	7×3½	—	2	2	2
	12	—	2	2	2
	8", 7", 6", 5½"	—	2	2	2

第 二 大 形 工 場
750mm 三重ロール機

製 品			ロ ー ル (本數)		
形 狀	寸 法		ス タ ン ド		
			I	II	III
	96 ^{LBS} 角 (ル)		3	—	—
	75 ^{LBS}	(ル)ヲ使用	3	3	3
	60	全 上	3	3	3
	12"×6"		3	3	3
	10×5 (オ)		3	3	3
	9×4 (ワ)		3	3	3
	10×3½	(オ)ト共通	3	3	3
	9×3½	(ワ)ト共通	3	3	3
	8×3		3	3	3
	6×6	(ル)ヲ使用	3	3	3
	5×5	全 上	3	3	3
	6×4	全 上	3	3	3
	8", 7", 6"	全 上	3	3	3

第 三 大 形 工 場
34" (864mm) 三重ロール機

製 品			ロ ー ル (本數)			
形 狀	寸 法		ス タ ン ド			
			I	II	III	IV
	24"×7½"		3	3	3	2
	20×7½ (カ)		3	3	3	2
	18×7 (コ)	(カ)ト共通	3	3	2	2
	16×6 (タ)		3	3	3	2
	14×6	(タ)ト共通	3	3	(コ)(タ)ト共通	2

ロール直徑ノ比較表

ロールノ名稱	型 式	平均直徑 mm	一組ノロールニ就テ	
			最大部分 ノ直徑 mm	最小部分 ノ直徑 mm
軌條 100 ^{LBS}	二重	780	1045	527
" 75"	全上	"	1001	577
二大形 75"	三重	750	969	517
三大形 24"×7½"	全上	860	1130	570

上表ニ示セルロール所要數ハ各品種ニ對シテ必要ナル一組ノロールノ數ヲ示セルモノナリ。上表ノ數以外ニ
各品種ニ對シテ相當數ノ豫備ロールヲ要スベキモノトス。

第十八表 鋼塊鋼片及仕上孔型相互ノ斷面積比較表

工場名	製品名	斷面積			斷面積ノ比		
		鋼塊(A) cm ²	鋼片(B) cm ²	仕上孔型(C) cm ²	$\frac{B}{A}$	$\frac{C}{B}$	$\frac{C}{A}$
軌條工場	100 封度軌條	2104	286	63.4	0.136	0.222	0.0302
	91 封度軌條	2122	419	59.5	0.198	0.142	0.0281
	75 封度軌條	2119	407	48.3	0.192	0.119	0.0228
	60 封度軌條	2132	326	38.6	0.153	0.118	0.0181
	H 12"×6" 工形鋼	2100	650	84.0	0.310	0.120	0.0400
	U 15"×4" 溝形鋼	2101	818	78.5	0.390	0.096	0.0374
	L 8"×8" 山形鋼	2134	504	73.3	0.236	0.145	0.0344
第二大形工場	75 封度軌條	2619	300	48.3	0.115	0.161	0.0185
	60 封度軌條	"	"	38.6	"	0.129	0.0148
	H 10"×5" 工形鋼	"	506	57.3	0.193	0.113	0.0219
	U 10"×3½" 溝形鋼	"	484	45.1	0.185	0.093	0.0172
第三大形工場	H 24"×7½" 工形鋼	4010	880	193.0	0.220	0.219	0.0481
	H 20"×7½" 工形鋼	2619	737	163.3	0.282	0.221	0.0624
	H 18"×7" 工形鋼	"	"	135.3	"	0.184	0.0517
	H 16"×6" 工形鋼	"	615	117.1	0.235	0.190	0.0447
	H 14"×6" 工形鋼	"	"	95.8	"	0.156	0.0366

縮み代ろを見込まず成品寸法通りに孔型を切り込んで置きます、これ等の厚さの薄き部分は壓延中に非常に壓縮を受けますからロールを出でたる後却て少しく膨脹する傾きがありまして縮み代ろを付ける事は不必要であります、工形鋼及び溝形鋼のウェツプの厚さに對しても同様に縮み代ろを付けずして孔型を切込みます、又山形鋼の角度は冷却した時は 90 度即ち直角になりますが仕上孔型に於ては 90 度よりも少しく廣げて置きます、冷ゆる時は兩方のフランヂが内側に少しく寄ります、そして丁度 90 度になります。

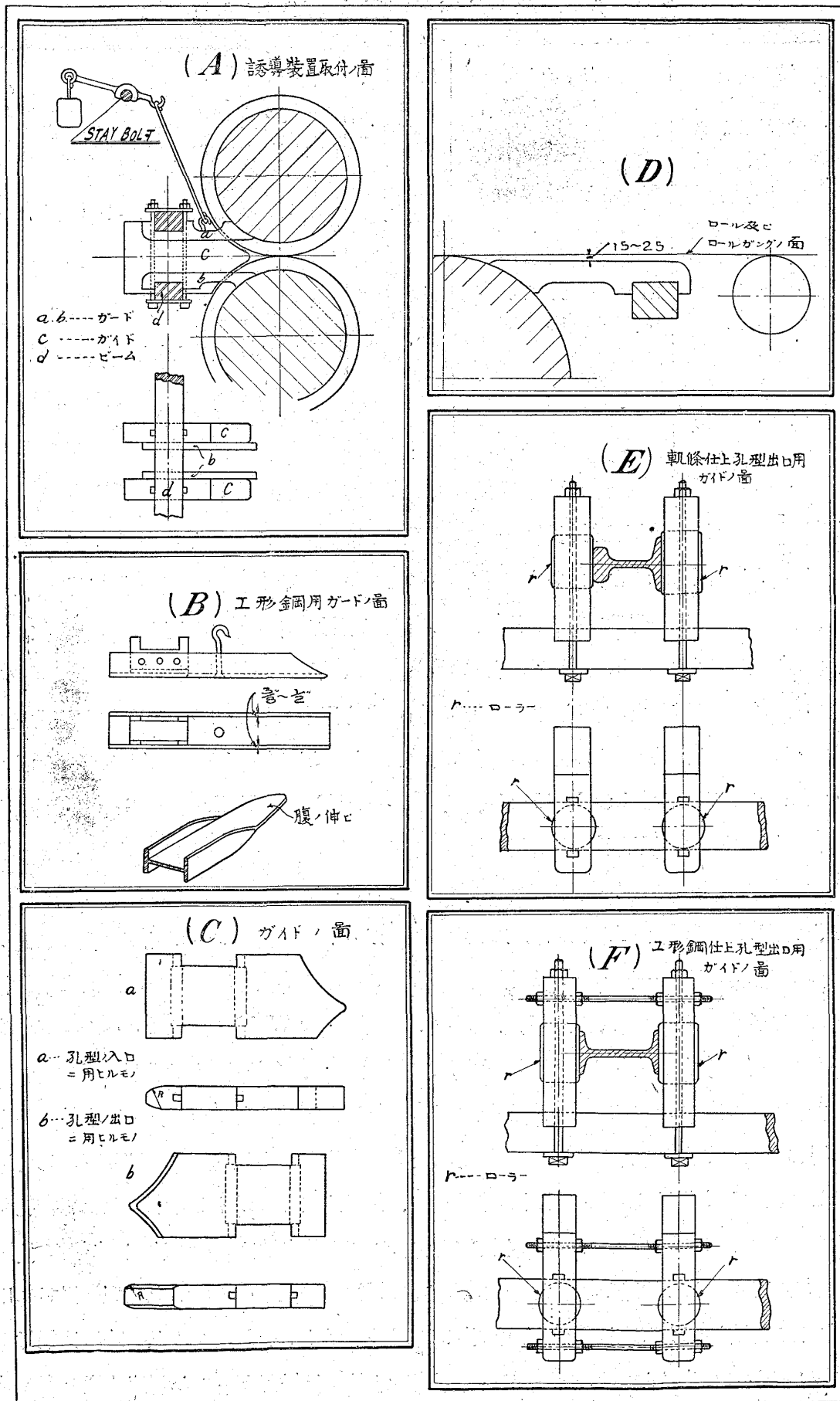
(4) 軌條及び形鋼製造に要する人員 第一分塊工場——軌條工場及び第一大形工場——精整場の系統に於て晝夜 3 交代作業の場合に 721 人を要します、1 交代は正味 8 時間作業であります又第四分塊工場——第二大形工場——精整場の系統に於て晝夜 3 交代作業の場合に 387 人を要します、第五分塊工場——第三大形工場の系統の工場は運轉する時間が少ないから人員を常に準備して居りませぬ、必要ある時は第五分塊工場及び第二大形工場から人員を派して運轉致して居ります、委しくは第 19 表に示してあります。

第 19 表 軌條及び形鋼製造に要する人員

工 場 名	一ヶ月平均生産額	所要人員	
第 一 分 塊 工 場	鋼 片 14,500 吨	213 人	均熱爐及び瓦斯發生爐を含む。 晝夜 3 交代作業 外に約 50 名の入夫を毎日使役す。
軌 條 工 場	重軌條及び形鋼 7,600	107	
第 一 大 形 工 場	輕軌條及び形鋼 6,200	176	
精 整 場		225	
合 計	13,800 吨	721 人	
第 四 分 塊 工 場	鋼 片 13,800	77	均熱爐及び瓦斯發生爐を含まず。 晝夜 3 交代作業 外に約 60 名の入夫を毎日使役す。
第 二 大 形 工 場	重軌條及び形鋼 9,000	310	
精 整 場			
第 五 分 塊 工 場			
第 三 大 形 工 場			時々作業す、第四分塊及び第二大形工場より人員を融通使役す
合 計	9,000 吨	387 人	

(5) 誘導装置 誘導装置は材料がロールの孔型に噛み込み又は通過して出づる時に曲る事なく真直に通る爲に第 21 圖に示すが如き装置を備へるのであります、これは壓延作業には缺く可らざるもので誘導装置の形狀又は取付け方の良否によつて完全に鋼材を作り得ると否とが分れる位のものです、第 21 圖にはたゞ 2—3 の例を示したに過ぎませぬ、其形や取付け方は種々あつてロールの各孔型によつて一々違つて居ります、孔型の設計が如何に良く出来て居つても誘導装置が適當なものでない時は作るべきものは目茶々々になつて仕舞ひます、誘導装置は第 21 圖の (A) に示す如くガイド (Guide; Führung)、ガード (Guard; Hund)、及びビーム (Beam; Balken) の 3 つの部分より成り立ちビームは装置を支へて其位置に保つ役目を致すもので両端はロールハウシングに取付けてありましてロールの前面にも後面にも 1 つ宛あります、このビームに各孔型に對する誘導装置を取付けるのであります、取付の全體圖は (A) に示してあります、ガードは材料がロール孔型を出でる時ロールに卷付かないやうに喰止めて真直に導く役目をするものであつて其尖端はロールの圓周に沿ふ様に作られロール表面に觸れて居ります、殊に上部のガードは Counter Weight を以てロール表面に密着を助けて居ります、C は左右の曲りを防ぐ爲のガイドで有ります、(B) には工形鋼に用ゐる誘導装置を示しました、工形鋼はウェツプの中央部が最も延長を致しまして其尖端がロールに卷付き易く、其れに對して用ゐるガードは其工形の溝の形に相當したもので其中へ入り込むべき様な形にして置きます、かくする時は正しく誘導せられて材料が進みます、(C) は左右のガイドを示したもので孔型の入口に用ゐるものと出口に用ゐるものと少しく異います、これも其尖端はロール孔型の圓周に接近して居ります、(D) はガードの位置を示したものである、(E) は軌條ロールの仕上孔型の出口に用ゐるガイド (F) は工形鋼又は溝形鋼の仕上孔型の出口に用ゐるガイドであつて仕上の時には鋼材の表面に摩擦の疵が表はれては良く無いからローラーを兩側に取付け材料がロールから速く出で来る時ロー

第 21 圖 誘導装置の圖



第 21 圖 誘導装置の圖

ラーに誘導せられて滑らかに走り従て傷もつかない事になります、仕上孔型以外の處には(C)に示す様な固定したガイドを用ゐます、たとへ材料に擦れ疵がついても次の孔型を通過する時壓縮を受けて疵を直す事が出来ます、工形鋼及び溝形鋼の場合に於ては此ガイド用ローラーはもう一つ大切な役目をする、仕上孔型に於ては兩フランジは平行して居ないので少しく上に向つて開いて居ります、ロー

第 22 圖 工形鋼及び溝形鋼の仕上壓延形状



ルを改削する時の便宜の爲め此の如き形状を與へます、仕上つた鋼材が此儘ではいけませぬからガイドを通過する時にローラーに依て兩側より押へられ兩方のフランジは平行になります、即ち此ローラーは矯正の働きをも同時に行ふ事

になります。

(6) 軌條及び形鋼製造用ロールの材質、ロール寸法及び重量。 第 20 表にロールの材質を示しました、分塊ロールは普通鍛鋼 (Forged Steel) を用ゐます、軌條及び形鋼ロールは鑄鐵 (Cast Iron) を用ゐ、時としては鑄鋼 (Cast Steel) 或はチルド鑄鐵 (Chilled Cast Iron) を用ゐる事もあります、例へば第三大形工場の大きな工形鋼用のロールを第一、第二、第三粗ロールまでは鑄鋼製ロールであつて最後の仕上ロールだけは鑄鐵製であります、仕上ロールには何れも鑄鐵製ロールを用ゐます、之は出来得る限り正確なる形を保たせる爲に度々取替へて孔型を削り直ほす必要がありますから鑄鋼其他の質のものでは都合が悪い鑄鐵を最も適當と思ひます、或時 91 LB 軌條の仕上ロールにチルド鑄鐵を用ゐた事もありますが鑄鐵ロールに比べて別段優つた點も見出さなかつたのであります、深い孔型を切込むものに對してはチルド鑄鐵は薄い表面の堅緻な部分を削り去る事になり且つ削るにも勞力と時間とを多く費します、第 20 表にロールの分析成分をも示しました。

第 20 表 ロールの材質及び分析成分

種 別	材 質	分 析 成 分					備 考
		C %	Si %	Mn %	P %	S %	
分 塊 ロ ー ル	鍛 鋼	0.50	0.141	0.53	0.056	0.039	製作の標準を示す 91封度軌條用
形 鋼 ロ ー ル (第三大形工場用)	鑄 鋼	0.38	0.223	0.65	0.037	0.015	
〃	〃	0.545	0.242	0.565	0.044	0.030	
軌條及び形鋼用 ロ ー ル	鑄 鐵	2.75-3.00	0.05-0.60	0.45-0.60	0.350 以下	0.070 以下	
軌 條 仕 上 用 ロ ー ル	チルド 鑄 鐵	3.35	0.42	0.60	0.263	0.056	

ロールの寸法が第 21 表に示してあります、同じ分塊工場とか云ひましても機械製造者が異なるに従つて多少異なつて居ります、又作成品の大小によつてロールの寸法も異ります、分塊ロールは胴の長さとの比が 2.37 乃至 2.88 になつて居ります、形鋼ロールに於ては 2.80 乃至 2.94

になつて居ります、ロール1本の重量は分塊ロールが12,800 匁乃至15,800 匁、形鋼ロールが6,000 匁乃至14,900 匁あります、第三大形工場の粗ロールは鑄鋼製で11,500 匁、同仕上ロールは鑄鐵製で12,300 匁あります、例へば第三大形工場のロール1組11本を揃へるにはロールの匁数は128.1匁となる次第であります。

第 21 表 ロール寸法並に重量

種 別	ロール胴の直径	ロール胴の長さ	胴長 ／ 胴径	ロール1本の重量
第一分塊工場ロール	1,100 耗	2,800 耗	2.55	13,450 匁
× 第二分塊工場ロール	850	2,150	2.88	12,800
× 第三分塊工場ロール	910	2,200	2.45	13,350
第四分塊工場ロール	900	2,200	2.45	13,350
第五分塊工場ロール	940	2,229	2.37	15,800
× 第六分塊工場ロール	910	2,200	2.42	13,870
軌條工場ロール	790	2,200	2.78	14,900
第一大形工場ロール	680	2,000	2.94	6,000
第二大形工場ロール	750	1,727	2.30	7,000
第三大形工場ロール	884	2,030	2.35	{ 11,500 12,300

上表中 × 印は軌條若くは形鋼工場に直接關係なき分塊工場なり。

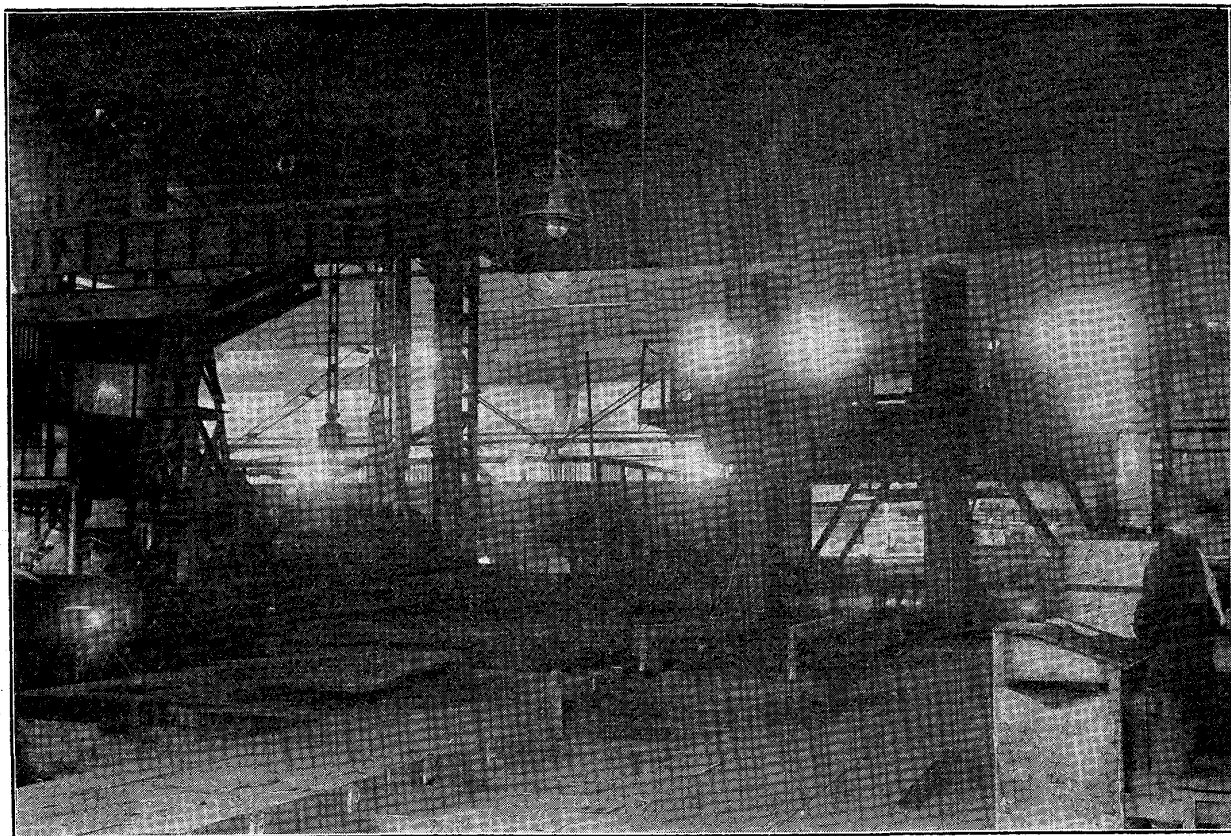
(7) 軌條及び形鋼工場建設費 極めて大體の處を申し上げますと、第一分塊工場——軌條及び第一大形工場——精整場のこの系統の設備を建設するのに明治34年(今より26年前)に188萬圓を要しました、此内には製鋼工場の建設費は含んで居りませぬ、それから第四及び第五分塊工場——第二及び第三大形工場——精整場のこの系統の設備を建設するのに大正6年(今より9年前)555萬圓を要しました、これにも製鋼工場の分は含んで居りませぬ、建物、機械全部含めて上述の如き費用を要します。

V. 結 論

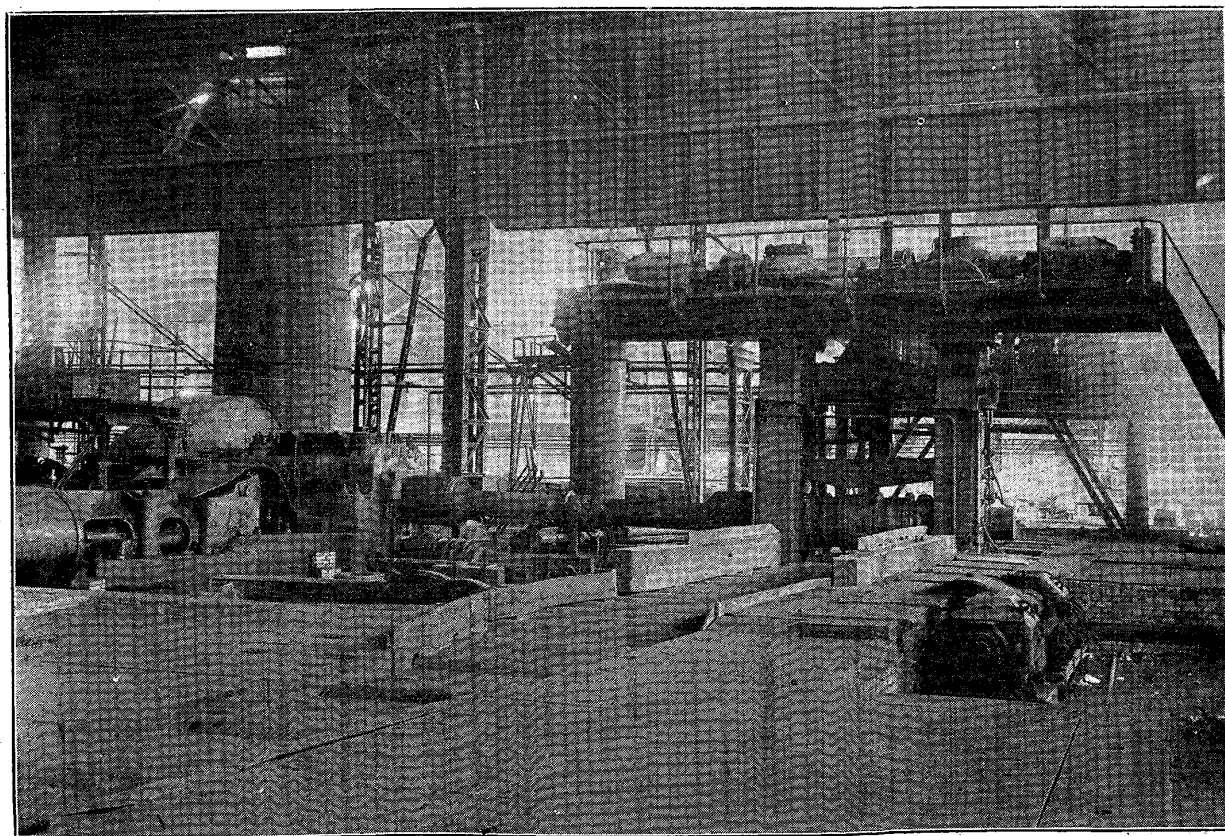
以上重軌條及び大形鋼の製造に就て述べましたが軌條は交通運輸の進歩に伴ふて總ての壓延鋼材中各國共可なり早くから發達して居りまして日本に於ても最初に壓延製造を試みたのも此軌條であります、そしに年々其需要が増えて今日我國では重軌條の需用のみでも1ヶ年14萬匁に達して居ります、製鐵所では今日まで軌條の各種類の形のものを作りまして1つのものに成功すれば、次のものを設計するといふ風にして一通り整ふ事になりました、重もに其方面に力を盡して追はれつつ來ました、又軌條鋼の成分を注文者の要求に出来るだけ適合せしむる事に就ても苦心がありました、將來は内地のみならず朝鮮滿洲方面にも鐵道布設の必要が大に起りませうし、内地に於ても改良擴張が行はれませうが、どういう形狀のものが良くてどういふ鋼質成分を有するものが宜しいかといふ事も追々と我

(第二十三圖)

分塊ロール機



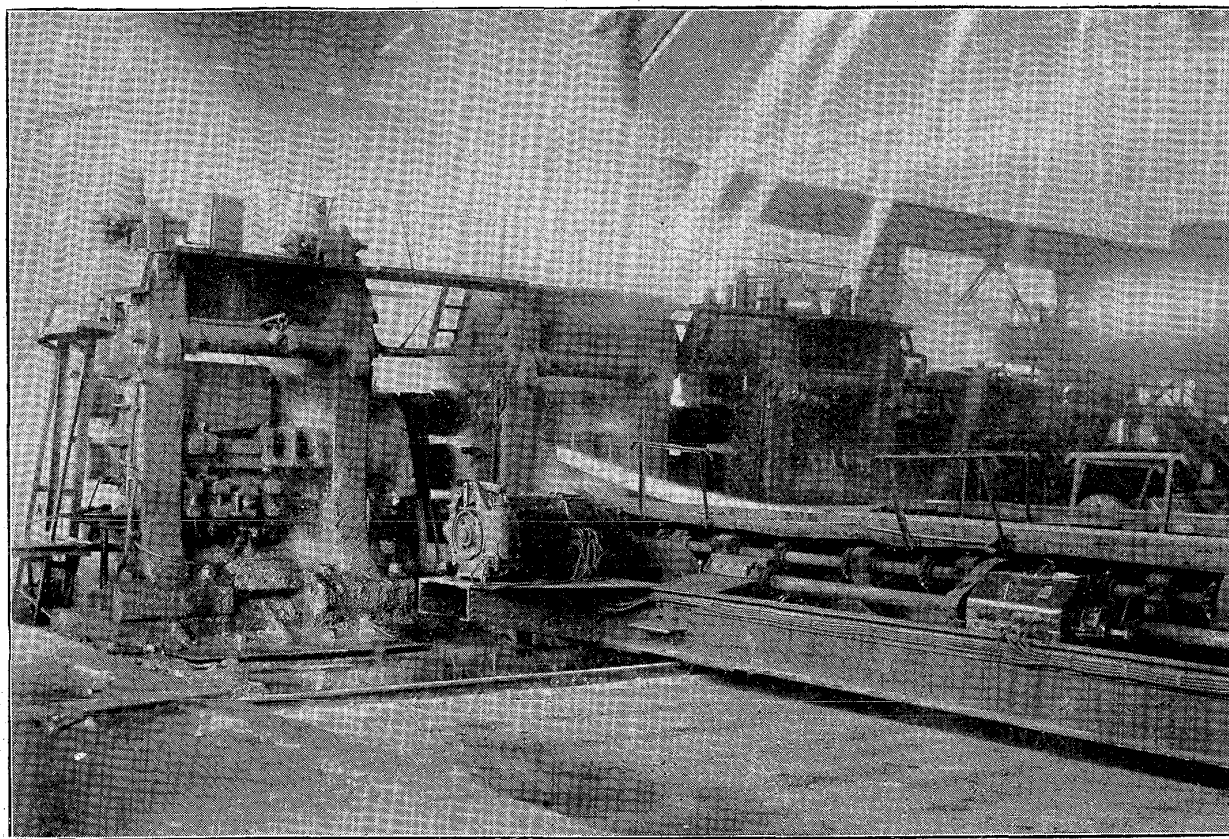
(1) 第四分塊工場



(2) 第五分塊工場

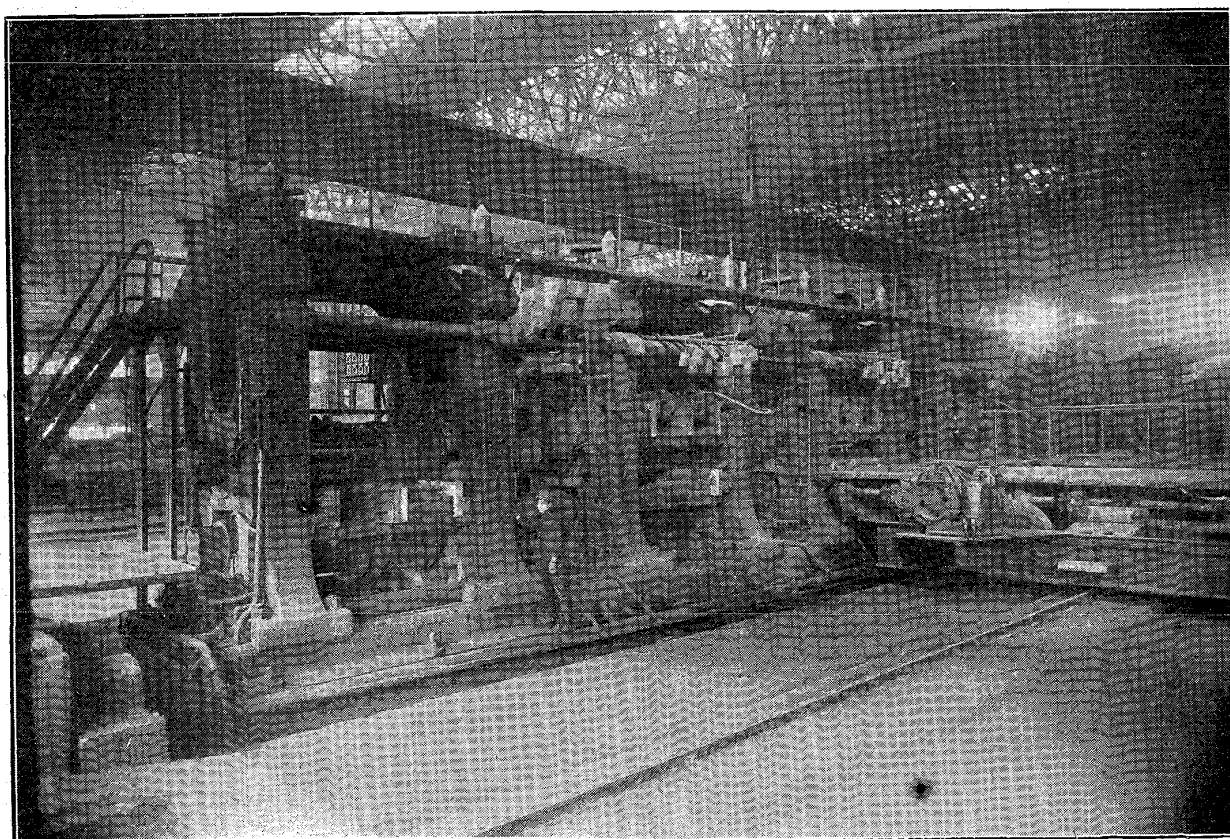
(第二十四圖)

軌條及大形鋼ロール機



(3) 第二大形工場

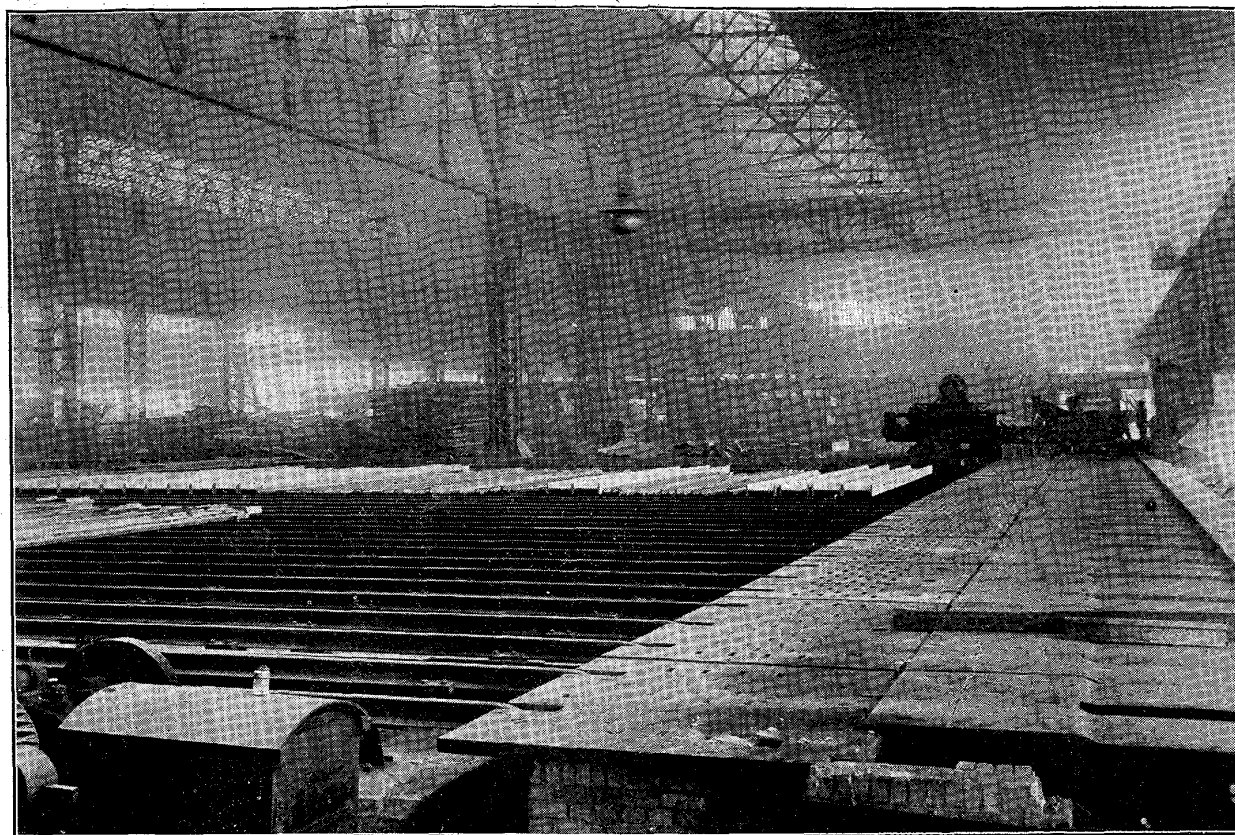
大形鋼ロール機



(4) 第三大形工場

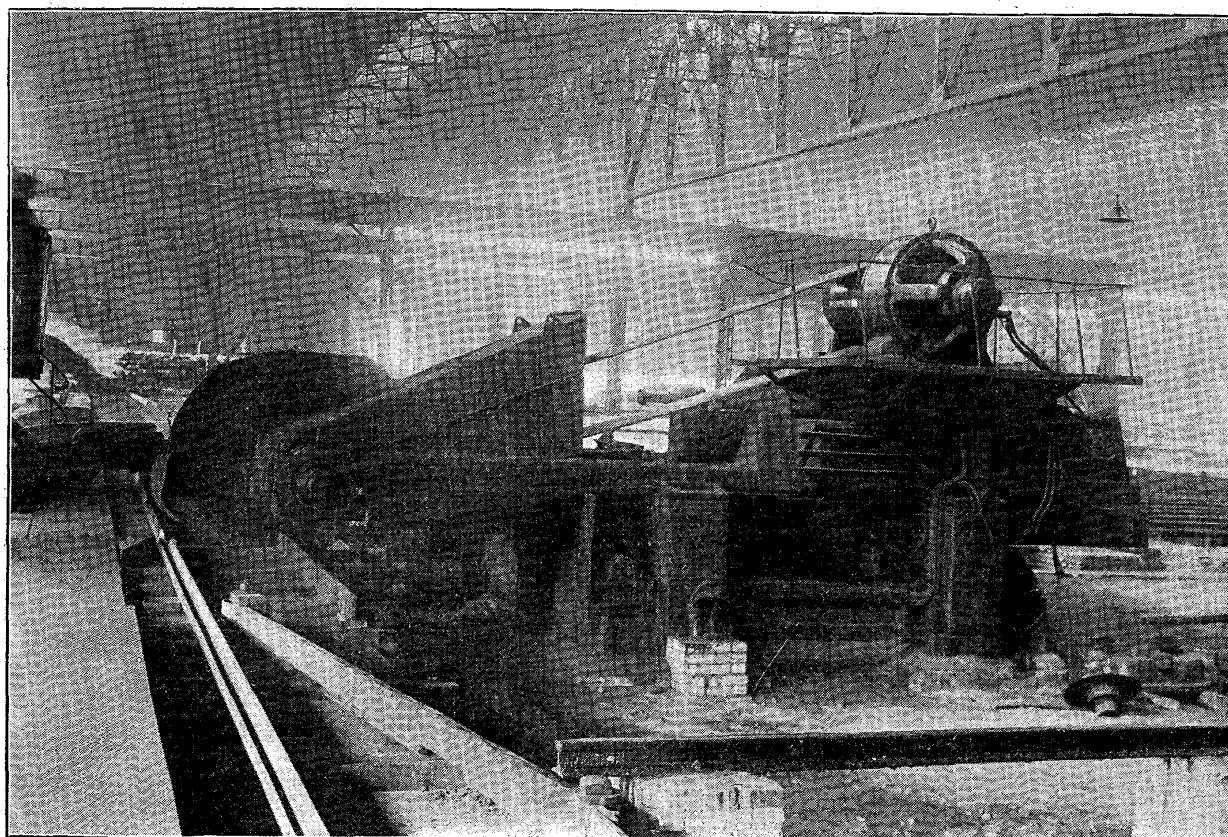
(第二十五圖)

冷 却 臺



(5)

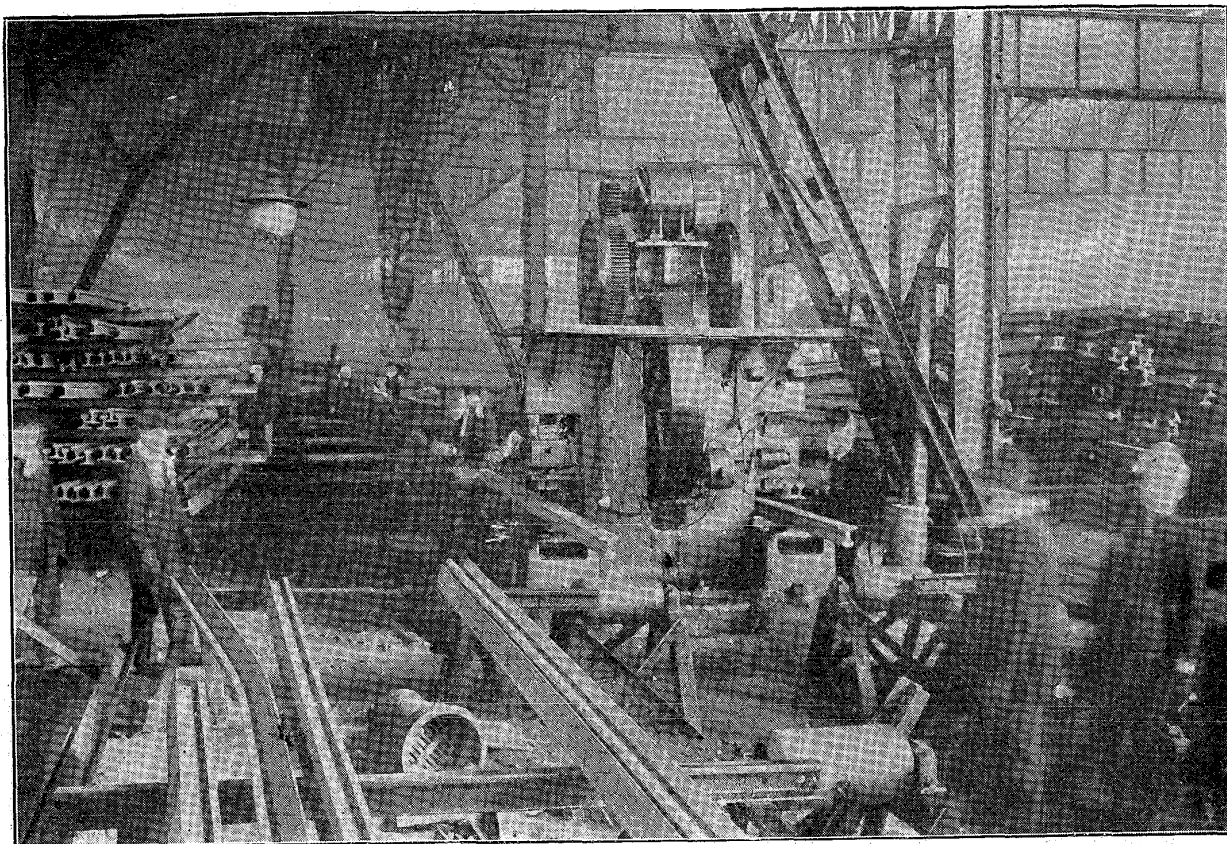
鋸 斷 機



(6)

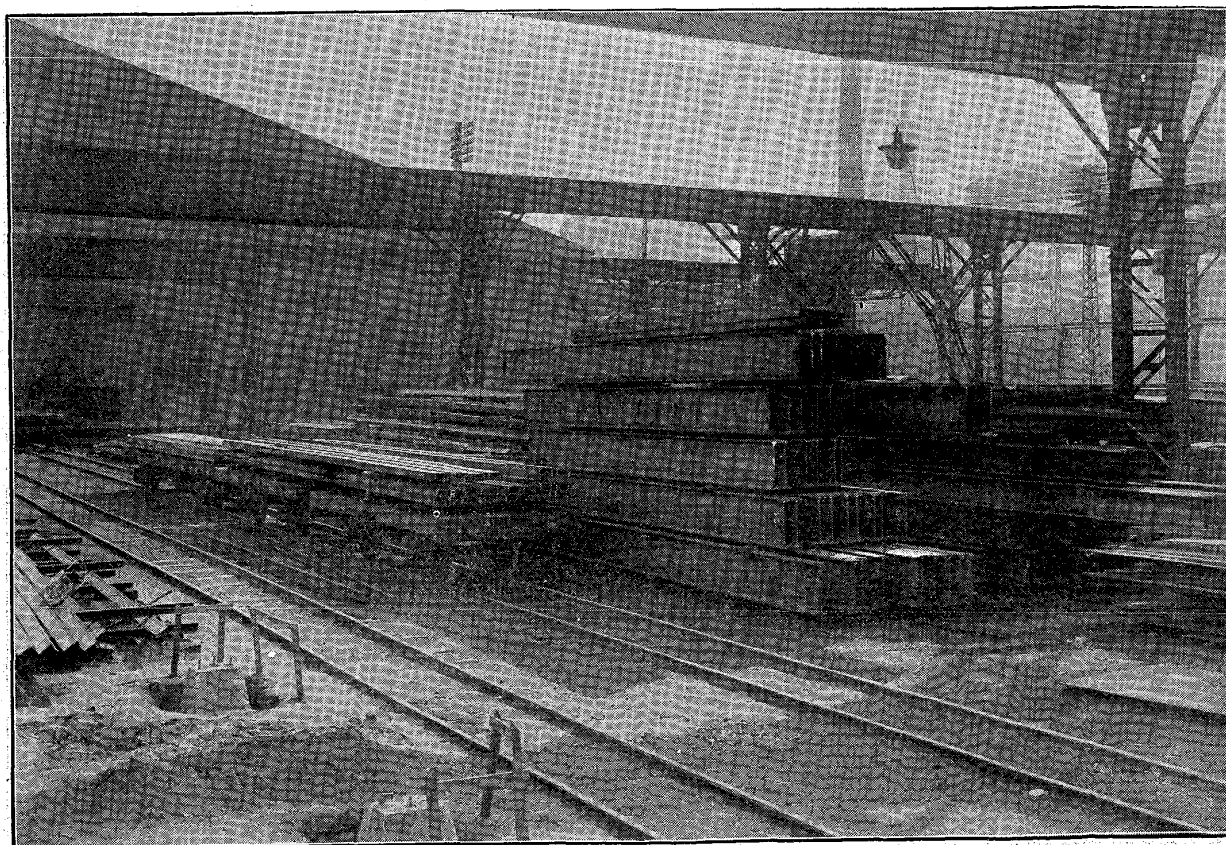
(第二十六圖)

矯 正 品



(7)

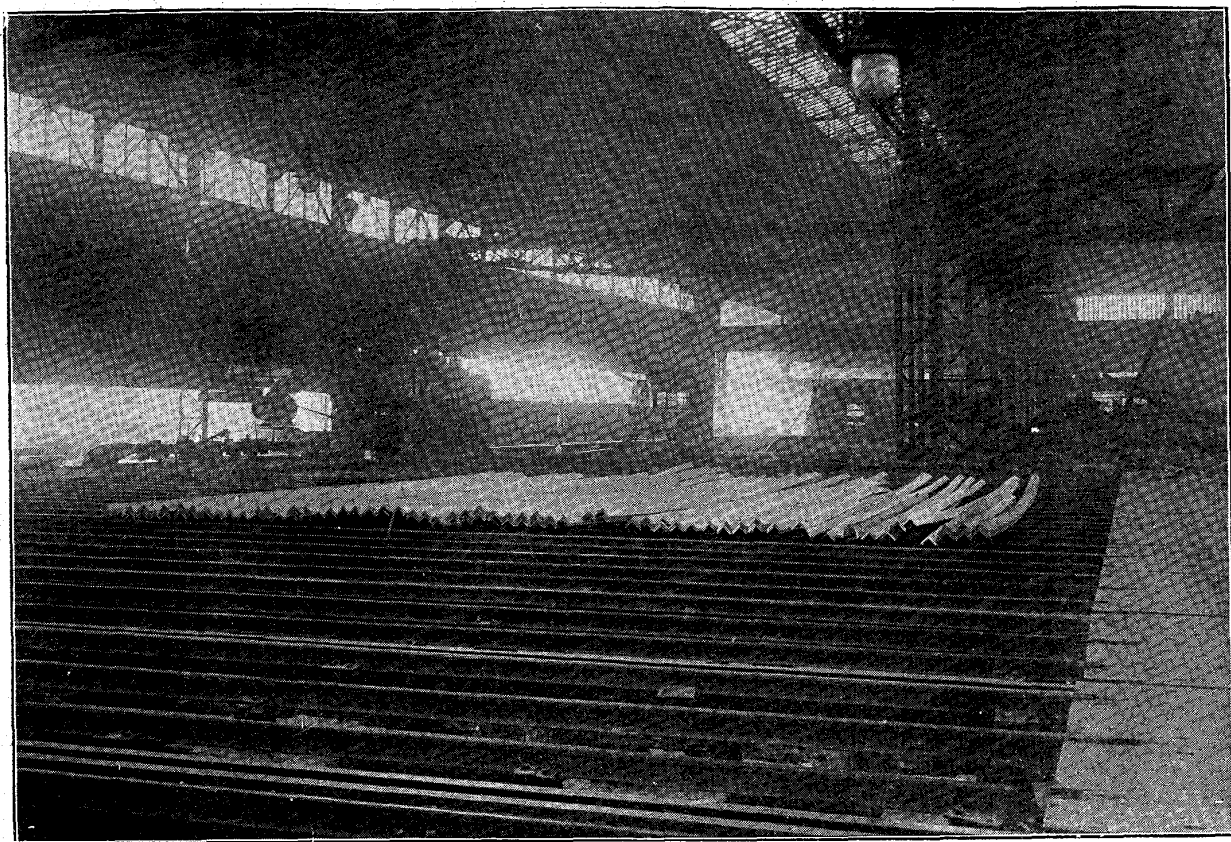
製 品 置 場 及 積 出 場



(8)

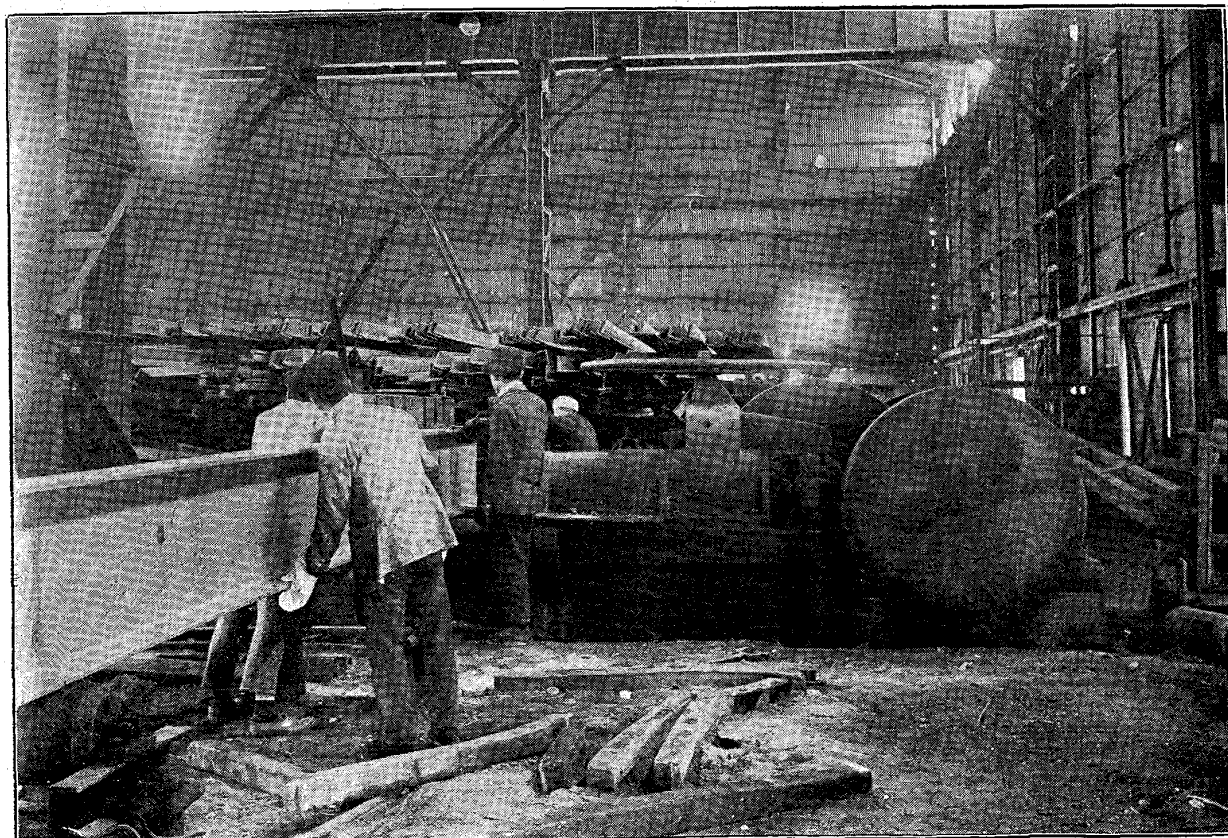
(第二十七圖)

冷 却 臺



(9)

形 鋼 矯 正 機



(10)

々が研究して置かねばならぬ事と思ひます、此點に就ては製造者側も使用者側も雙方とも協力一致して研究を致して國外より入り来る軌條に優るものを作り出さねばならぬと思ひます、尙ほ進んでは之を國外に輸出する位に致したいものであります、鐵道省に於ても前々から軌條に就ては色々の研究をなされて居ると云ふ事でありまして、製造者としては注文者から要求される通りの物を作る事に努めねばならぬ事は無論の事ではありますが又製造上の點に就ての利害得失を考へねばならぬ、成るべく良質のもの良い形のものを安價に作るべき事を勉めねばならぬと思ひます、形鋼殊に大形鋼に就ては相當に需用もありますし近き將來に於ても震災に鑑みて鐵骨建築が増すことゝ存じますから需用も追々増して來ませう、左様な時期に向つて居りますから製鐵所で此の如き大きな形鋼工場を出来るだけ働かせる工夫をしたいと考へて居ります、種々の困難を排して成るべく内國品を使用の方針を以て製鐵所へ注文を引受けたいと存じて居ります、注文が澤山にあれば自然と生産費も下るわけでありまして、前の分析表にも掲げました通り軌條は轉爐鋼若くは平爐鋼を用ゐて製造して居ります、形鋼は全部平爐鋼を用ゐて普通の軟鋼の程度のものを作つて居ります、我等が日々運轉して居ります所の此等の工場設備に就てはまだまだ改良の餘地も有らうと思ひます、今日御話致した設備なり製造方法が全く理想的のものであるとは考へませぬから其點に就ては大いに研究も進める事に致し又諸先輩の御意見等も伺がい度いと存じて居ります、そして此仕事を益々盛んに致し度いと思ふて居ります、甚だ長時間御清聴を煩はしまして恐れ入りました。(終)

鐵鑛の還元作用の反應速度に關する實驗 (其一)

杉 本 惣 吉

私の鐵鑛還元試験を初めましたのは、大正6年の初めかでありまして種々實驗の方法、其他設備で愈々着手しましたのは同年9月11日でありました、私が Blast furnace man であります關係から其方法は矢張之れに似たものにし度いと考から、丁度其時本溪湖で銑鐵の炭素を檢定する爲め買て居りました、電氣燃焼爐を縦に起しまして其中央の所に試料を置く様に適當の所に Asbestus fiber にて棚を作り其上に試料を置きました、試料は Fe_2O_3 としましては普通の milled steel bar を削りましたものを鹽酸で溶しアンモニヤ水で沈澱させ溫湯にて能く洗ひました水酸化鐵を適當に焼きて Fe_2O_3 の状態になしたものをを用ひました、 Fe_3O_4 は天然のもの即ち本溪湖と釜石の新山鑛石の中の純なるものをを用ひました、還元を用ひました瓦斯は最も實際的を望みました故に熔鑛爐の上羽口より取りました。そうして之を小さな瓶でなく Compressed Air の Air Reservoir を6人計の人に擔がせて tuyere の側に持ち行き水を充し上羽口より爐内へ突込みたる 1' 管の一端を適當の方法にて空氣の混ぜぬ様にして其 Reservoir に連結しました、そうして中の水と交代させました、此熔鑛爐は其頃 180