

シートバー壓延の理論と實際

(日本鐵鋼協會 第7回講演大會講演)

川本良行

第I編 1. Sheet Barの壓延現況 2. Sheet Bar

の壓延速度(壓延直徑の決定)

第II編 3. Roll Breakageの實例と其原因理論

4. Sheet Barの表面に生ずるScaleの性質と
其の除去法 5. 製品の幅及厚みに影響する温度
の測定

第 I 編

1. シートバーの壓延現況

最近のシートバーミルの實況及特種シートバー製作の例を示しシートバーの量及質の如何によつて如何なる組織のミルを使用すべきか相當研究の餘地ある事を提供し併せてシートバー壓延工程の概念を述ぶ。

第1圖 製鐵所第三分塊工場 シートバーコンチ
ニユアスミル

ベース 540mm^2 の $3,000\text{kg}$ 押上鋼塊を逆轉式分塊ロールにて $110\text{mm} \times 175\text{mm}$ の鋼片に壓延して 700kg 乃至 300kg 程度に $5 \sim 6$ 片に切斷し7ヶのスタンドを有するコンチニユアスロールの第一スタンドに送る、而して最後のスタンドにて厚み $11 \sim 15\text{mm}$ 幅 200mm のシートバーが出来る様になつて居る。

此のコンチニユアスロールにては 96mm^2 及 75mm^2 のピレット製作をも多少のロール調整にて併用製作し得る装置になつて居る。

第2圖 製鐵所第六分塊工場(シートバーコンチ

ニユアスロール)

使用鋼塊 ベースの斷面 540mm^2 押上 $3,000\text{kg}$
インゴット第一連續ロールはスタンド6基を有し

	幅 300mm シートバー用	幅 250mm シートバー用
分塊ロール仕上斷面	$195 \times 245\text{mm}$	195mm^2
第一連續ロール 仕上斷面	$32 \times 305\text{mm}$	$32 \times 255\text{mm}$
第二連續ロール 仕上斷面	$9 \sim 20.7 \times 300\text{mm}$	$6 \sim 14 \times 250\text{mm}$

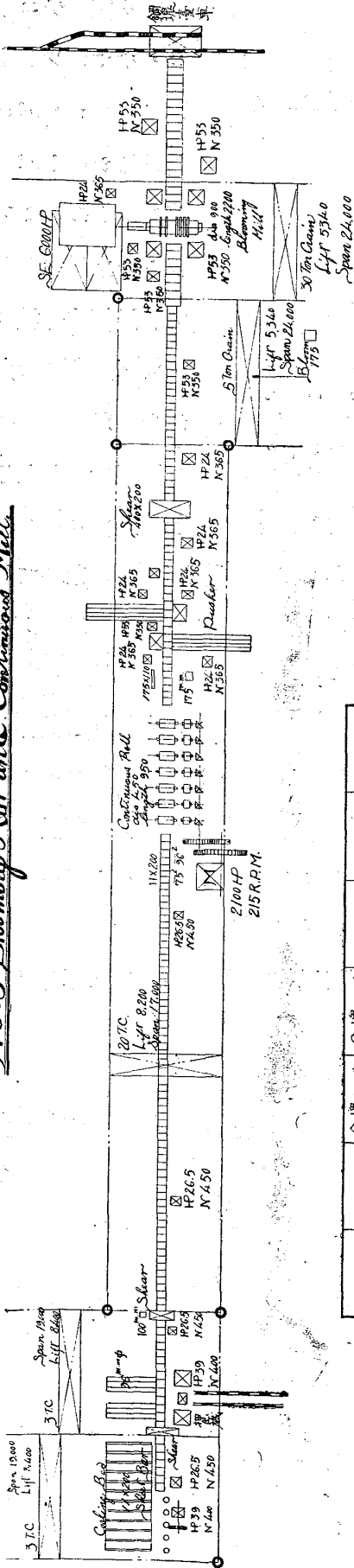
前半3基はロール直徑 600mm にして後3基は 550mm なり、而して 120mm^2 及 96mm^2 鋼片をも併用製作せらる。此のピレットを製作する場合インゴットの重量は $4,000\text{kg}$ 迄は使用し得るものなり、第二連續ロールはロールの徑 450mm にしてスタンド6基を有し厚みに依りて全部のスタンドを使用する場合もあれば、製品の厚み大なる場合は、最後のスタンドより漸次使用せず、任意の數例へば4基或は3基を使用す。尙第二連續ロールにては必要により 60mm^2 、 55mm^2 、 50mm^2 、 45mm^2 の角鋼片をも製作し得る装置なり。

第3圖 株式會社川崎造船所製鉄工場

筆者當所見學の際記憶の儘に其の概念を記載したる後、日本鐵鋼協會第7回講演大會にて同所宗田太郎氏が正式に發表せられたるを以てシートバー壓延工場の例としては最も適切なるものと思ひ、其一部を引用したるものなり。

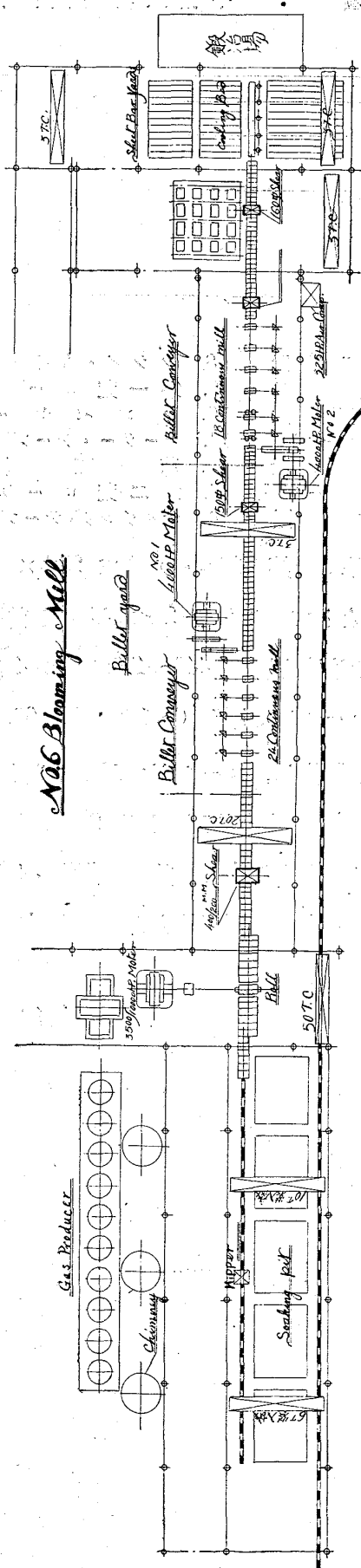
加熱爐4基を有し 960kg 角型錐形の鋼塊を以て直徑約 760mm 3重第一粗ロールにて 185mm^2 を

第 1 圖
No.3 Blooming Mill and Continuous Mill



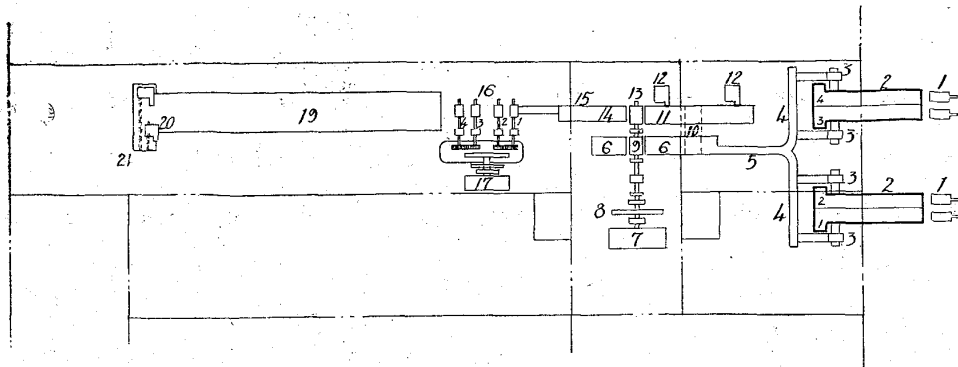
鋼塊断面	鋼塊重量	分塊口 圧延断面	介塊口 寸法	メーター数	製品断面	主動機馬力
Base 540 x 540	3,000 kg	1100 x 175	450 x 950	7	11-15 x 200	2,100
540 x 540	3,000 kg	175	"	6	75	"
610 x 610	4,000 kg	175	"	2	96	"

第 2 圖
No.6 Blooming Mill



型式	燃費	台数	寸法	上組 R.R.M.		ローレル機		備考	
				型式	寸法	型式	寸法		
二重連機式	1	910	2,200	0-100	R.P.M. 100	大少	6,000	0-100	500/1000
二重連機式	6	350	1,300	49	50	25	3500	146-250	4,000
二重連機式	3	600	1,000	615	625	200			

第 3 圖 平鋼工場全體配置圖



- | | | |
|---------------|----------------|----------------|
| 1. 鋼塊 裝入 装置 | 8. フライ・ホキール | 15. ローラー・テーブル |
| 2. 加 熱 爐 | 9. 第一荒ロール | 16. 連続ロール |
| 3. 鋼塊 搬出 装置 | 10. コンベヤー | 17. 電動機 |
| 4. ローラー・テーブル | 11. ローラー・テーブル | 18. ギャリニング |
| 5. 鋼塊 方向轉換装置 | 12. 剪 断 機 | 19. クーリング・テーブル |
| 6. チルチング・テーブル | 13. 第二荒ロール | 20. 剪 断 機 |
| 7. 電 動 機 | 14. チルチング・テーブル | 21. 搬 出 装 置 |

製作し更に並列の同第二粗ロールにて 23.5×200 mmの扁平鋼片として、これを 2 つ切りにし前後部の不良部分を取除き直径 440~470mm の 4 臺の二重連続式ロールにて厚み 6~16mm 幅 200mm のシートバーを製作し、ロールガングの両サイドにある冷却臺に各 3 本宛並列せしめ 2 臺の切斷機にて同時に各 3 本宛切斷し、其の切斷機の切斷能力は前記鋼塊 3 本分の壓延能力より稍大なるものなり。

第4圖 チェッコス

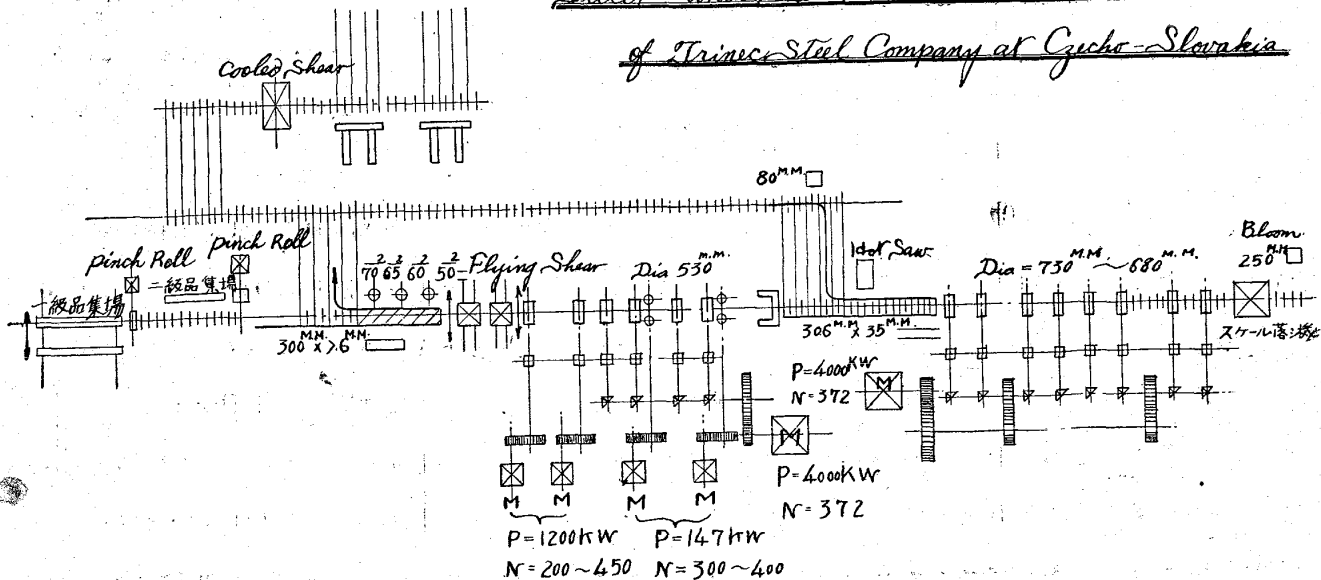
ロバキヤのツリネツク
 スチールコンパニーに
 於けるシートバー及び
 ビレットのセミプロダ
 クトの工場でありまし
 て、逆轉式分塊ロール
 にて 4,000kg の角型鋼
 塊を 250mm² の鋼片
 に壓延せられたるもの
 を、連続ロールにてシ

ートバーとビレットに壓延する様になつて居る、
 連続ロールには第一のグループと第二のグループ
 とに分れ、第一のグループでは連続ロールの両側
 で各々 108mm² 及 80mm² の角鋼片を製作し、中
 央は 35×306mm のシートバーの粗ロールとなつ
 て居る、鋼片の前後両端は小形物の製品に向くビ
 レットを壓延し、其中央部のみシートバーに製作し
 得る様になつて居る、而して 35×306mm のシ
 ートバー粗鋼片は第二連続ロールにて厚さ 6mm 以

第 4 圖

Billet and Sheet Bar Continuous Mill

of Trinec Steel Company at Cechov-Slovakia



上幅 300mm のシートバーを製作し、第一グループの 108mm² 鋼片は此の第二グループにて 70mm²、65mm²、60mm²、50mm² 角鋼片を製作する様になつて居る。此の工場は當所第六分塊工場と大體のプラントが非常に似て居るが、第一連続ロール前にドラムハマリング形の 4馬力のモータードライブのスケール落し機が附設してある事と、第二連続ロールの仕上ロール 2 臺を 1,200kw の直流電動機にて別途に運轉し、自動的に回轉を調整して居る點は特記すべき事かと思ふ。

時の二重逆轉式ロールにてカーバー 7 個を有し 1 臺にてシートバーを仕上げ居る工場もある。

斯くの如くシートバー製作には色々様々の設備がありまして、如何なる設備が最も適して居るか、建設者に於ては次の様な事を考慮すべきであると思ふ。

- 1) ローカリーの關係
- 2) 經濟狀態(建設費と併せて原價償却の問題)
- 3) 材料の關係(鋼塊鋼片の大小及形狀)
- 4) 製作量の問題(市場の狀況如何)

第 1 表 Details of Continuous mill at Trinec.

Rolling mill data								
group No.	section of supply bloom	section of stock	no of stand		dia of Rolls _{mm}		efficient length of horizontal roll	
			horizontal	vertical	horizontal	vertical		
I	250mm ² □	108mm ² □ 35 × 30 _{3mm} □	8	—	5 st of 680 3 st of 730	—	1,300mm	
II	108mm ² □ 35 × 306mm □	70. 65. 60. 50 □ ^{mm²} 16 × 300mm □	6	2	500	400	550mm for billets 900mm for sheet bar	
Electric-drive data								
alternating-current motor				direct current motor				
No.	effective K.W.	R.P.M.	no of stand	no	effective K.W.	R.P.M.	no of stand	
							horizontal	vertical
I	4,000	372	8	—	—	—	—	—
II	5,000	372	4	2 2	1,200 147	200~450 300~400	2 —	— 2

5) シートバーの質の

良否(如何なるミルを採用したる方が良シートバーを得るか)

以上何れを主としてミルを建設すべきかに依りて自ら決定すべき事かと考へらる、尙斯かる設備はエキスパートに於て色々新しき各種目的に適する如き獨特の配置が考案さるべき餘地が澤山ある様で面白い問題ではないかと思ふ。

以上は比較的進歩したるシートバーミルと見るべきものなるが、次の如きシンプルシステムのミルもある。

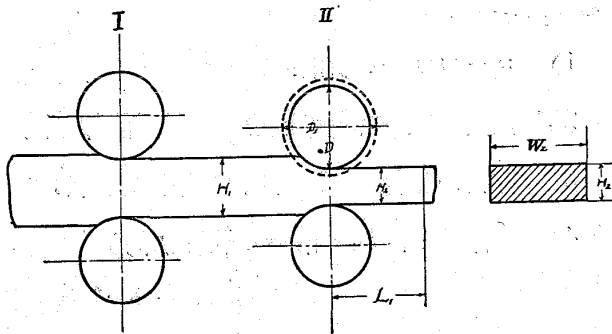
オーチススチールコムパニグレブランドでは粗ロールとして 24 時の三重ロール 2 臺と、仕上ロールとして二重ロール 1 臺とをサイドバイサイドに並列して製作して居る場合もあるし、又別に 28

2. シートバーの壓延速度(壓延直徑の決定)

シートバーの壓延に於ける連続ロールの壓延速度は、二重逆轉式や或は三重式のローリングミルに於けるよりも、餘程重大なる關係があつて、其の各スタンドの速度のリレーションが一定の法則に合致して居なければ、全々壓延が出来ない状態にあるものであります。依て其の壓延速度の直接

のフワンションとなる、壓延直徑を見出し其の結果により各スタンドのロールの壓延調整圖表を製作し、尙壓延進行中の熱間鋼材の内部抵抗曲線を述べて見たいと思ふ。

第 5 圖



第 5 圖 (前述).一定のリレーションは次の如し。

$$V = \pi D_1 H_2 W N \dots \text{constant at each stand} \dots \dots \dots (1)$$

V = discharged volume/unit time of last stand

H₂ = height of rolled material

W = width

N = no of revolution

D₁ = rolling diameter

こゝでローリングダイアメーターと云ふのは、ロールの直徑とは異なりロール1回轉により壓出せられたる鋼材の長さを π にて除したるものにて常にロールの直徑よりも大なるものなり、筆者はこれを壓延直徑と命名し、ローリングダイアメーターと英譯したるものにして、第 5 圖中 D はロールのカーバーの部分のダイアメーターにしてウオーキングダイアメーターなり。

因に Wilhelm Jafel (The theory and practice of rolling steel p. 64) はローリングダイアメーターにつき次の如く述べて居る。

$$R_1 = R + \frac{H_2}{4} \text{ 即ち } D_1 = D + \frac{H_2}{2} \dots \dots \dots (2)$$

R₁ = Rolling radius

R = Working radius

尙佛國ヴァランシエス市北東鍛鐵製鋼合資會社技師長 Leon Geuze 原著には(製鐵研究會記事 中翻譯文) 次の様に述べて居る。

$$\text{elongation} = 0.65 (H_1 - H_2)$$

$$\text{spread} = 0.35 (H_1 - H_2)$$

此關係より $\pi D_1 = \pi D + 0.65 (H_1 - H_2)$ の式を得る。

$$D_1 = D + \frac{0.65}{\pi} (H_1 - H_2) = D + 0.207 (H_1 - H_2) \dots \dots \dots (3)$$

即ちローリングダイアメーターは、ウオーキングダイアメーターにドラフトの 20% を加へたものであるべし。然るに筆者の實驗に依れば以上二つの一般的原则と必ずしも一致せぬ結果を得たり。

そこで第 1 圖製鐵所第三分塊工場シートバーミルに於ける壓延方法及實驗結果を述べて見る。此の目的は (1) 式のコンスタントヴォリユエが各スタンド共新製當時は設計通りのクレーションを保つて壓延に支障を來す事少なけれ共、月日を経過するに従てロール表面の旋削を行ふので、其直徑は絶へず變化し設計通りの壓延調整法にては作業が出来なくなるのであります。現在では寧ろかゝる場合に於て作業する事が常態でありますのに一々其都度計算せず作業し得る様一つのロール調整圖表を製作する事にしました。

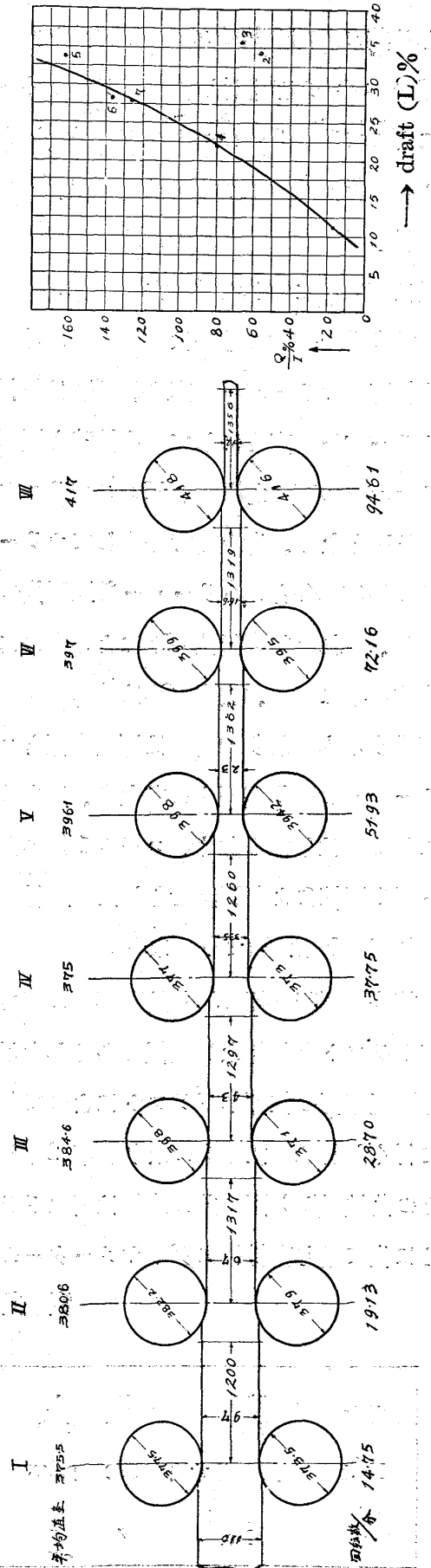
第 2 表 實驗圖表

12mm × 200mm のシートバーが順調に壓延せられつゝあるを見極めて試験材として分塊ロール出

第 2 表

直透断面 110×175mm	A	B	C	D	E	F	(冷間) G	H	(熱間) I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V
スタンプ 番号	上ロール 直徑	下ロール 直徑	上下 ロール 平均 直徑	回轉數 /分	回轉比	空運時 孔型 の高さ	壓延 時孔 型 の高さ	スリ ング G-F	各 ル 排 出 鋼 材 の 高 さ	内 部 抵 抗 I-G	ドラ フト	ドラ フト % K/I	ロー ル に 對 す る 壓 延 鋼 材 の 長 さ	ロー ル 圓 周 の 長 さ	壓 延 直 徑 M/π	伸 長 M-N	O-C	Q/C %	Q/I %	各 ス タ ン ド 後 の 幅	廣 が り	1 分 間 排 出 鋼 材 の 容 積
No. 1	377.5	373.5	375.5	14.75	1	94.0	97.0	3.0	97.0	0	13.0	11.8	上面 1,200 下面 1,200	1,179	382.5	21.0	17.0	4.5	17.6	175.0	0.0	300,000,000
2	382.2	379.0	380.6	19.13	1.2969	63.5	65.5	2.0	67.0	1.5	35.0	34.6	上面 1,317 下面 1,317	1,225	420.0	92.0	39.4	10.0	58.6	187.5	2.5	314,000,000
3	398.0	371.0	384.6	28.70	1.9457	88.3	41.0	2.7	43.0	2.0	24.0	35.8	上面 1,297 下面 1,297	1,224	413.0	73.0	28.4	7.4	66.0	188.0	0.5	310,000,000
4	377.0	373.0	375.0	37.75	2.5593	29.0	32.0	3.0	33.5	1.5	9.5	22.0	上面 1,260 下面 1,260	1,195	401.6	65.0	26.6	7.1	79.3	188.0	0	299,000,000
5	398.0	394.2	396.1	51.93	3.5206	17.5	22.0	4.5	23.0	1.0	10.5	31.4	上面 1,362 下面 1,362	1,238	433.7	12.4	37.6	9.5	163.0	190.0	2.0	308,800,000
6	399.0	395.0	397.0	72.16	4.8022	14.0	16.1	2.1	16.6	0.5	6.4	27.8	上面 1,319 下面 1,319	1,246	420.0	73.0	23.0	5.8	139.0	192.0	2.0	302,400,000
7	418.0	416.0	417.0	94.61	6.4142	8.5	12.0	3.5	12.0	0	4.6	27.8	上面 1,356 下面 1,356	1,308	432.0	48.0	15.0	3.6	125.0	194.0	2.0	298,500,000

第 2 表 12×200mm シートバー 壓延實驗圖表



第 6 圖

片断面 110×175mm 長さ 6,800mm のもの通過せしめ其の頭部が第4スタンドに達したる時に主動機のスキッチを遮斷し爾後フライホキールの慣性によつて残り3つのスタンドに噛み込ませしめロールの廻轉が完全に靜止したる時は、各スタンド共鋼材を噛込で居つたので、取外して測定したる結果は第2表に示した様です。(第2表参照)

第2表中鋼材の寸法は總て冷間の寸法で(F)は空轉時のカーバーの高さ、(G)は鋼材通過時のカーバーの高さにして、空轉時と壓延時とはカーバーの高さが異り、(H)スプリング丈け高くなる事となる、尙冷間で測定してカーバーに當つて居る部分と、カーバーを通過後の厚みが異なる、これを内部抵抗(J)によるものにて後に説明する事にする、表中(O)は前述壓延直徑 D_1 に相當するものなり (Q)は壓延直徑とロールのカーバーの平均直徑との差なり、即ち(M)及(N)に於て現はしたる如く、ロール1周の長さよりロール1回轉により壓出せられたる鋼材の長さが大なれば(O)は(C)より大なり。

第6圖壓延直徑の増加量と製品の高さとの割合がドラフトと如何なる關係にあるかを示す、曲線即壓延直徑の位置がドラフトによつて如何に變つて行くかを示したるものなり。第2表(S)と(L)との曲線(第6圖)此の曲線は明にドラフト大なるに従て殆ど直線的にダイヤメーターの増大を來

して居る事を知る。

分塊ロールに於ける壓下試験：一連續ロールに於て前記ローリングダイヤメーターが其の壓下量に於て種々變化を來して居るが、本實驗では各スタンドロール間に於てスリップとかプッシュ及びブールの現象が伴ひ易い疑ひあるを以て、分解ロールに於て再び實驗を試みたる結果は次の如し。

第5圖(II)を分塊ロールと假定して引用する。

D = Mean diameter of roll

D_1 = Rolling dia

H_1 = thickness of stock before rolling

H_2 = " " after " "

W_1 = width of stock before rolling

W_2 = " " after " "

A = sectional area of stock

L = Circumferencial length of roll

L_1 = Length of rolled stock after one revolution

d = draft

n = revolution per min

V = Volume of rolled stock for one revolution of roll

第3表と第4表との實驗のデータにより第5表を得る、これはドラフトとローリングダイヤメーター及ローリングスピードの關係を表はす。

實驗其の1 (回轉數一定の場合)

第3表

材質	試驗番號	D mm	L mm	H_1 mm	W_1 mm	d		n	H_2 mm	W_2 mm	L_1 mm	A cm ²
						dmm	d/ H_1 %					
No.1	使用鋼片寸法	832	2,615	157.5	166	—	—	—	—	—	—	261.45
"	No.1	"	"	"	"	17.5	11.2	32	140.0	167.5	2,710.5	234.50
"	No.2	"	"	"	"	26.0	16.5	31	131.5	171.5	2,735.5	225.22
"	No.3	"	"	"	"	35.5	22.5	30	122.0	178.0	2,757.5	217.16

實驗其の 2 (回轉數一定の場合)

第 4 表

材質	試驗番號	D mm	L mm	H ₁ mm	W ₁ mm	d		n	H ₂ mm	W ₂ mm	L ₁ mm	A cm ²
						dmm	d/H ₁ %					
No.2	使用鋼片寸法	820	2,576	157.5	167	—	—	—	—	—	—	263.03
"	No.4	"	"	"	"	7.5	4.8	30	150	169	2,620	253.50
"	No.5	"	"	"	"	19.5	12.4	"	138	173	2,674	238.74
"	No.6	"	"	"	"	28.5	18.1	"	129	176	2,705	227.04
"	No.7	"	"	"	"	42.5	27.0	"	115	180	2,735	207.00

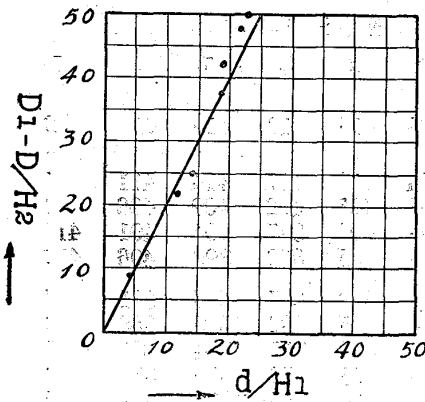
第 5 表 (第 7、8 圖 参照)

試驗番號	材質	壓下率 d/H ₁	$D_1 = \frac{L_1}{\pi}$	D ₁ -D	$\frac{D_1-D}{H_2}$	L ₁ -L	$\frac{L_1-L}{L}$
No. 1	No. 1	11.2	862	30	21.4	95.5	3.80
No. 2	"	16.5	870	38	28.9	120.5	4.70
No. 3	"	22.5	877	45	36.9	142.5	5.45
No. 4	No. 2	4.8	834	14	9.3	44.0	1.71
No. 5	"	12.4	851	31	22.5	98.0	3.85
No. 6	"	18.1	861	41	31.9	127.0	4.93
No. 7	"	27.0	871	51	40.0	157.0	6.09

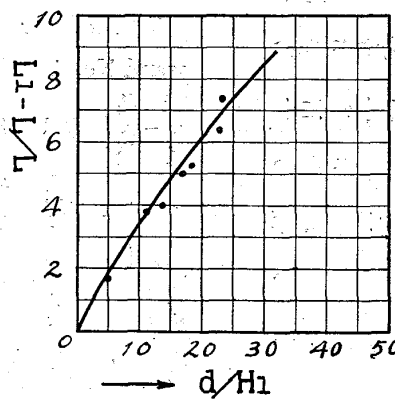
第 6 表 (第 9 圖 参照)

試驗番號	d/H ₁	V	w
No. 1	11.2	0.0634	495
No. 2	16.5	0.0616	481
No. 3	22.5	0.0599	467
No. 4	4.8	0.0664	518
No. 5	12.4	0.0634	494
No. 6	18.1	0.0615	479
No. 7	27.0	0.0566	441

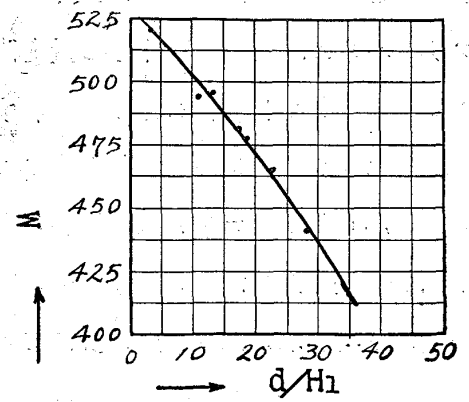
第 7 圖



第 8 圖



第 9 圖



尙第 3、第 4 表の結果より壓下量と discharged volume (V) or weight.(w)/unit time の關係を求むれば第 6 表に據り次の如し (回轉數一定)。

比重=7.8 V=L×A

使用鋼片 draft 0 にて壓延せる場合は

$V=0.0684 m^3$

w=534 kg (I)

" V=0.0680

w=530 kg (II)

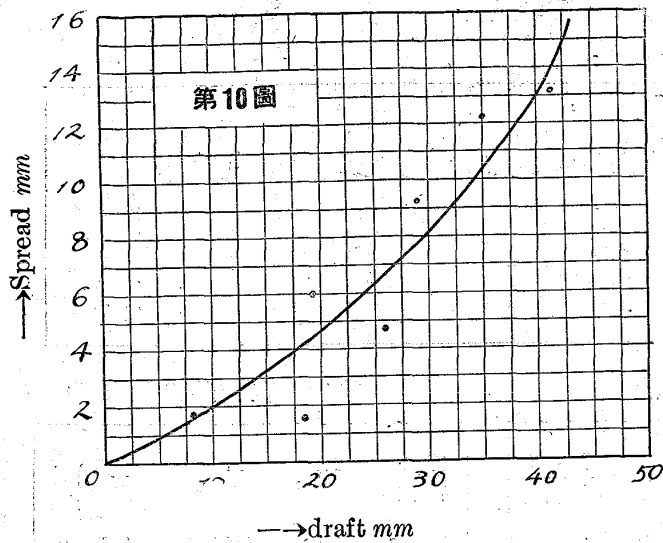
即ち第 9 圖曲線の延長と略ぼ一致す。

以上第 8 圖及第 9 圖によりドラフト大なる時

は壓出容積は小にして壓伸速度は大なりドラフト小なる時は壓出容積大にして壓伸速度は小なり、此の關係が連續ロールの壓延調整に最も大切なる事にして其のレイションが充分調節せられざる場合が即各スタンド間にプツシュ及プールの現象が起るものである。

回轉數及原材料の厚み (第 5 圖 H₁) が一定の場合壓下量とスプレッドの關係

前表に依り壓下量少なる時よりも大なる時の方が展開の増し方が大なる事を現はして居る。



第 7 表

試験番號	No.1	No.2	No.3	No.4	No.5	No.6	No.7
壓下量 mm	17.5	26.0	35.5	7.5	19.5	28.5	42.5
Spread mm	1.5	5.5	12.0	2.0	6.0	9.0	13.0

第2表中スプリング(H)と稱するものはロールが鋼材を噛み込みたる場合、上下ロールの間隙がフリーパスの時よりも高くなる量を意味するものにして、此の量は製品の厚みに影響するものにして、各スタンド毎に一定にあらず各々異なるものであるから一應ロール調整前に各スタンド毎に標準化して置く必要があれば第8表の如く19回の実験の平均を求めたり、此の表にてロールカーブの高さより製品の厚みは大約豫想し得られるものとなり。

製品 12×200mm 壓延の場合の各スタンドロールのスプリング測定

第 10 表

任意のロール(A) (B) 2組の鋼材の高さ

stand No.	α 係數	(A)			(B)			β 回數比	W 鋼材の幅	V 壓出容積
		D	D ₁ =αD	H	d	d ₁ =αd	h			
7	1.036	432	448	12	432	448	12	200	2165±008mm ³	
6	1.053	416	440	16.33	391	415	17.37	196.2		
5	1.095	419	459	21.64	394	434	22.89	197.1		
4	1.071	412	441	31.67	387	415	33.44	194.0		
3	1.074	415	446	41.17	390	420	43.72	192.5		
2	1.100	409	450	64.27	384	422	48.54	183.3		
1	1.045	386	405	91.70	361	379	101.20	179.7		

第 8 表

實測回數	スタンド別	Roll kal dia mm	平均直徑 mm	kal 高さ mm	spring の上り mm	製品の厚み mm	溫度 °C
19	1	上下 386 385	385.5	93.1	1.7	94.8	1,020
"	2	上下 409 407	408.0	65.0	2.7	67.7	1,020
"	3	上下 413 409	411.0	39.2	2.8	42.0	1,020
"	4	上下 413 411	412.0	28.8	2.8	31.6	1,020
"	5	上下 387 382	384.5	20.3	4.4	24.7	1,020
"	6	上下 406 402	404.0	13.3	3.3	16.6	1,030
"	7	上下 440 439	439.5	9.0	2.8	11.8	1,030

以上連続ロールに於けるローリングアクションの各部の実験を総合して直径異なる場合のロール調整法を製作せんとする際に當り、當工場に使用し得る各スタンドのロールの組合せを列挙すれば次の如し。

第 9 表

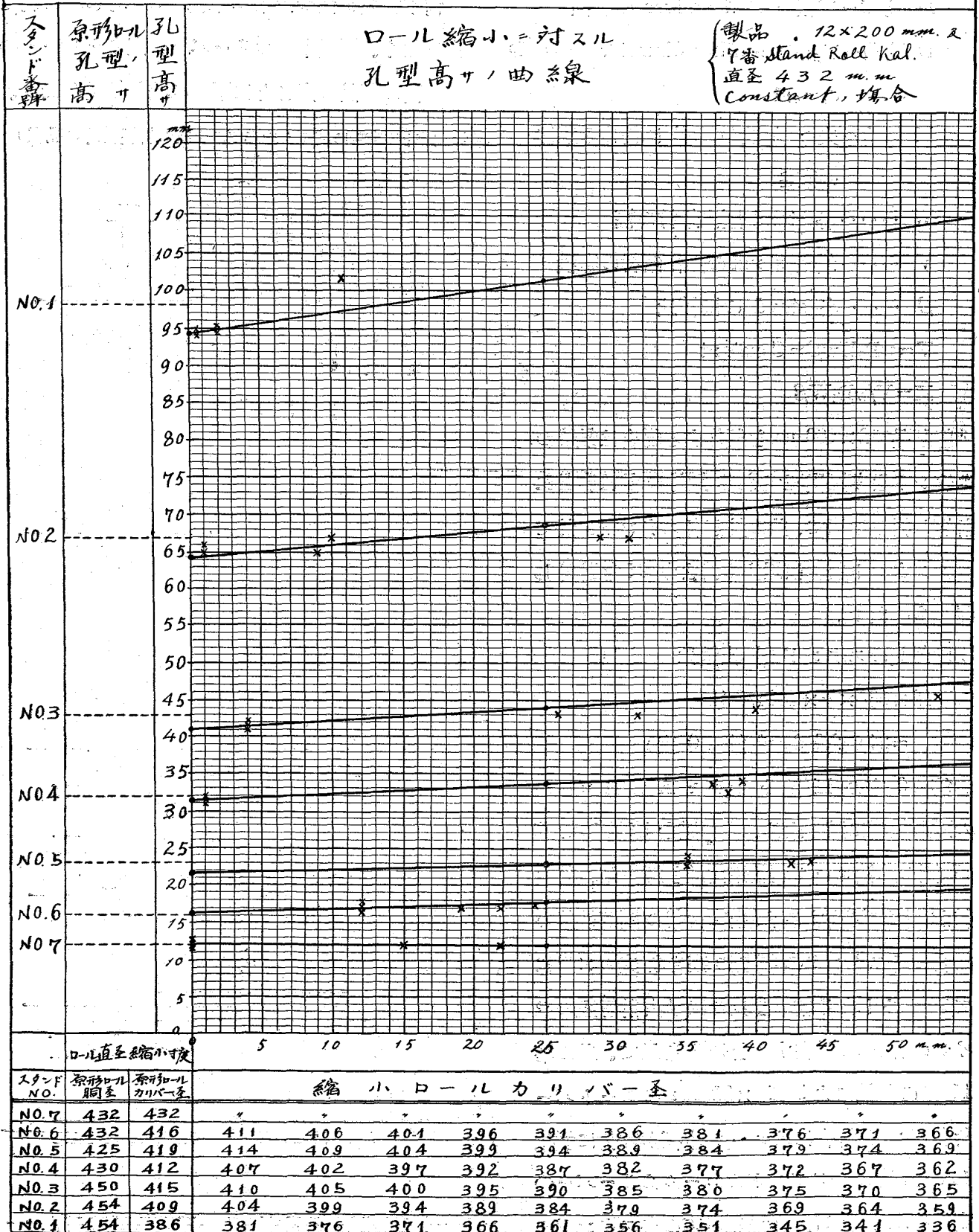
Roll kaliver の直径 (各 stand roll の組合)

stand No.	1	2	3	4	5	6	7	
新製品直徑	386	409	415	412	419	416	432	
數したる使用ロール削	A	381	404	410	407	414	411	427
		376	399	405	402	409	406	422
		371	394	400	397	404	401	417
		366	389	395	392	399	496	412
	B	361	384	390	387	394	391	407
		356	379	385	382	389	386	402
		351	374	380	377	384	381	397
		345	369	375	372	379	376	392
	341	364	370	367	374	371	387	
	336	359	365	362	369	366	382	

第9表に於ける任意の2組合のロール例へば(A)及(B)として、其各スタンドの鋼材の高さを求めれば次表の如し。

第 11 圖

連続ロール調整用曲線



備考 X印ハ実側長ナリ

第 10 表中 $\alpha = 1 + \frac{D_1 - D}{D}$ …… 第 2 表 (R) に
相當するもの

D 及 d ··· 二組の Roll kaliver の直徑
D₁ 及 d₁ ··· 二組の Rolling diameter D₁ = αD
d₁ = αd

H 及 h ··· 夫々 A 及 B Roll に於ける鋼材
の高さ

W ····· 各 stand 壓出鋼材の幅

V ····· 最後 stand の壓出鋼材の容積

β ····· 各 stand の回轉比

$$V = \pi D_1 H w \beta = \text{Constant}$$

$$H = V / \pi D_1 W \beta$$

即製品 12×200mm を製作する場合は最後の
スタンドより壓出せられる鋼材の量は容易に
計算し得るを以て、此の量が各スタンドに於て
コンスタントなれば以上の式より H を計算し
得るものなり。

即最後のスタンドの壓出量は

$$12 \times 200 \times \pi \times 448 \times 6.41$$

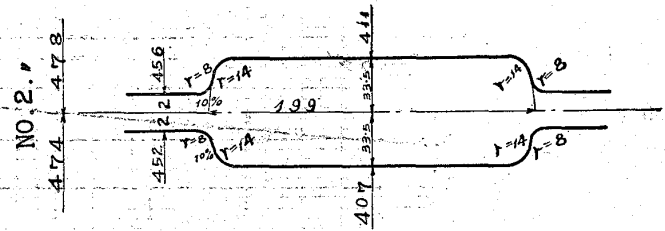
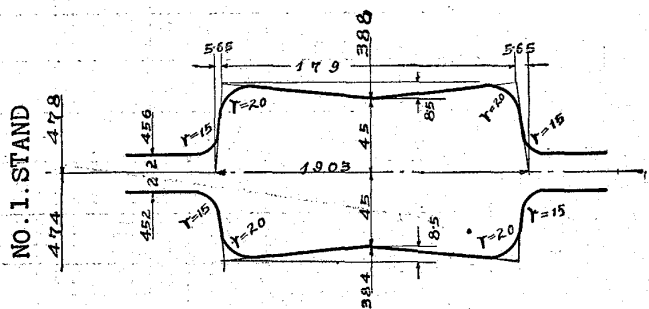
$$= 21,652,008 \text{mm}^3 \text{ (第 10 表)}$$

第 10 表の H 及 h を夫々 A 及 B ロール
の對照位置に點を求め、其 2 點を連結して第
11 圖の連續ロール調整用曲線を製作し、其曲
線が實際に適合するか否か 實際の壓延状態の
場合の各スタンドの製品の高さを夫々×點に
てプロットしたる結果を見れば 大凡計算上のラ
インの附近に點在するを知るを以て、此の第
11 圖の曲線により 12×200mm のシートバー
を壓延する場合にはロール直徑が如何に變化
しても、直に各スタンドのロールカーバーの
高さを求め得べし、此際第 8 表の各スタンドの
スプリングの量丈は減じてロールの高さを

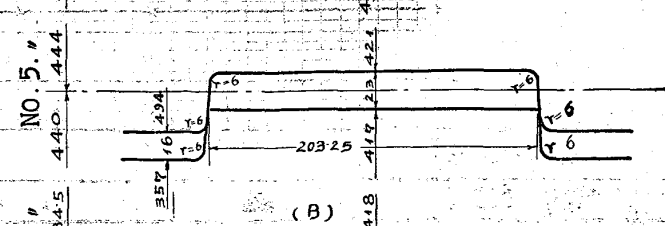
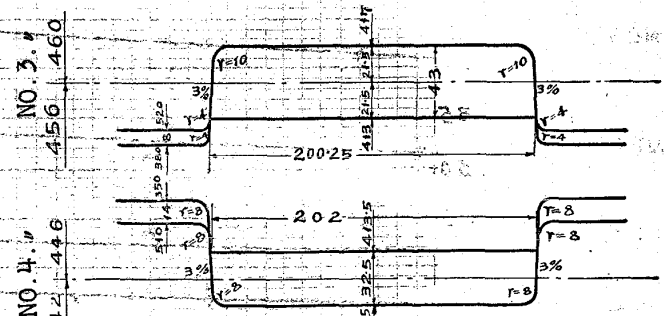
調整する事を忘るべからず。(第 11 圖~第 12
圖參照)

尙本實驗に依つた第 2 表中 (G) 及 (I) に於て
見る如く、壓延中のカーバーの高さとロールの
通過後の製品の高さとに厚みの差を見出したり、

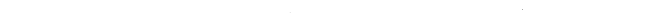
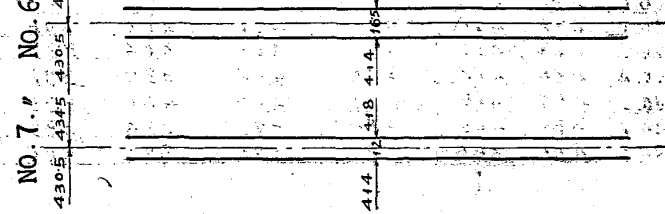
第 12 圖 試験に使用したる孔型(但し新製當時の孔型)
(A)



(B)

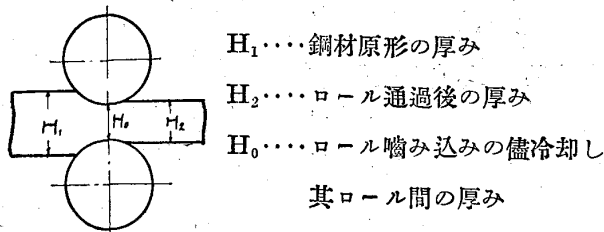


(B)



これは誠に面白い現象にして 900~1,000°C に於ける鋼材のエラスチシティによるか又はロールスプリングの影響により、長時間一定の個所に製品を停滞せしめ置きたるを以て、ロールの重量も與つて其部分丈け薄くなる現象にはあらざるかの疑あれども、かゝる量は我々が日常使用するマイクロメーターの寸度に現れ得べくもあらず、種々考慮研究の結果は此の現象は1,000°C 内外にある鋼材が或る相當のスピードを以て進行しつゝある場合其の鋼材自體が持つ力よりも大なる力を出し得るを以て、所謂鋼材の内部抵抗と見るべきものならん、依つて進行中の鋼材をロールに噛み込ませしめたるまゝ一定の個所に停滞せしめ置く時は鋼材自體の力に歸り其厚みは薄くなるものなり。

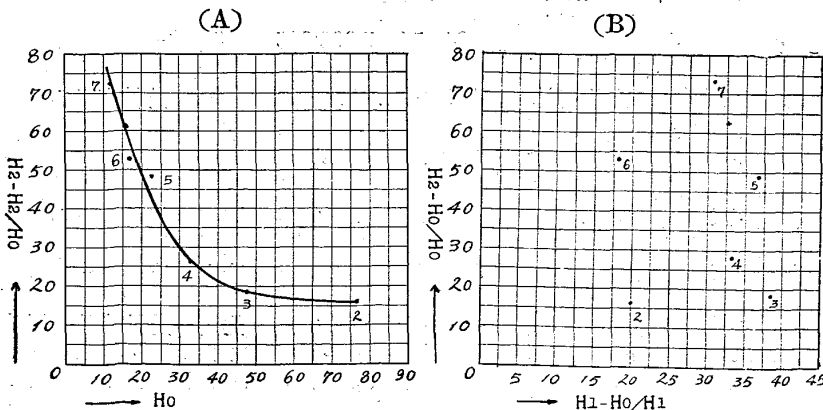
其實驗の結果は次の如し。



第 11 表 内部抵抗實驗表

stand No.	H_1	H_2	H_0	$H_2 - H_0$	$\frac{H_1 - H_0}{H_0} \times 1,000$	$\frac{H_1 - H_0}{H_1} \times 100$
1	110	93.25				
1 st stand より出たる形状は粗雑にして測定困難						
2	93.25	76.00	74.80	1.2	16.4	19.8
3	76.00	48.60	47.70	0.9	19.3	37.2
4	48.60	33.50	32.60	0.9	27.6	32.9
5	33.50	22.00	21.00	1.0	48.0	37.3
6	22.00	16.74	15.90	0.84	53.0	17.8
7	16.74	12.47	11.62	0.85	73.0	30.8

第 13 圖 内部抵抗曲線



第 11 表及第 13 圖 (A) にて見る如く、内部抵抗は製品の厚みが薄くなればなる程大なる事を現はして居るが、此の現象は製品の厚みが薄くなれば連続ロールの場合は速度が漸次増加する事になつて居り、鋼材の温度は低下して來るものにして、内部抵抗の漸次増加する事は明なる事實なり、第 13 圖(B) に於ては此の内部抵抗は壓下量の大小には如何なる關係も有せない事を現して居り、尙内部抵抗率は熱によるコントラクションより餘程大きく本實驗では 16.4/1,000~73.0/1,000 を示して居る。(第 I 編終り)

第 II 編

3. ロールブリーケージの實例と其の原因理論

ロール折損に關する數種の論文を見るに其の折損原因に就きては、未だあらゆる場合を纏めたる理論的の論文を見ない様だが、それはロール折損の原因が唯一つの理由に因つて起るものではなくして、數種の原因が相重つて折損する事が甚だ多いから、其の總ての場合に適用し得る理論を總合し難いからである、然し之等の各種の原因を極大別して見れば次の 3 つに區別される。

1) 機械的應力による折損

2) 熱應力による折損

3) フライヤークラックによる

折損 (1. 及 2 が重なつて起る場合)

此の 3 項目につき部分的の説明を試みたいと思ふが、先づロール折損の實例を示す。

總て實例及データは特に斷つ

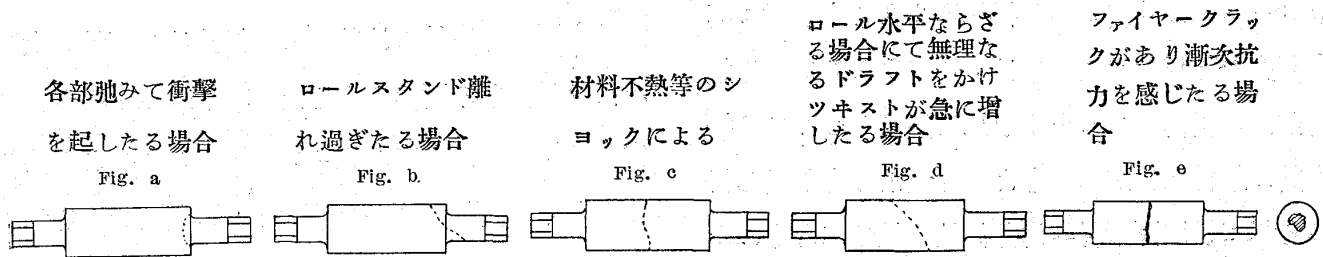
てない場合は製鐵所第三分塊工場連続ロールのも
のと思つて貰ひたい。

普通の場合圖示する如き折損状態を取るもので
あるが、其の説明通りの原因と折損形状が相一致
するものに非ずして、ロール材質の部分的脆性

の爲とか、壓延鋼材の片熱とかロール調整の不充
分とかで折損形状を異にするものである。

今過去1ヶ年の折損數量を表示すれば次の如
し。

ロ ー ル 折 損 個 所



第 1 表

昭和 5 年 下 半 期 鋼 片 ロ ー ル 折 損 調 査 第 三 分 塊 工 場
昭和 6 年 上 半 期

月日	スタン D 別	ロール種別	鋼質	上 下 段	折損個所	折損 部徑	舊疵 %	歴延 時間	歴延 噸數	責任 者	備 考
10. 6	1	角材シート バー兼用	鍛鋼	上	角材孔型	294	46	70' 35	3,236'420	大曲	角材直送中
" 17	2	"	"	下	"	367	33 材料失熱	107' 00	5,247'170	"	"
" 24	1	"	"	"	"	277	70	114' 05	4,824'600	鈴木	角材嚙込と同時
11. 4	6	シートバー 専用	"	上	シートバー 胴部	419	62	174' 15	6,525'300	角	板材直送中
" 6	1	角材シート バー兼用	"	下	角材孔型	296	62	89' 49	4,285'100	大曲	角材嚙込と同時
" 8	1	角材専用	"	"	"	275	80	414' 40	18,446'460	鈴木	"
" 10	1	角材シート バー兼用	"	"	"	288	56	190' 40	8,837'300	大曲	"
" 15	1	"	"	上	"	295	20	113' 10	5,592'380	角	"
" 21	3	"	"	"	"	287	60	337' 55	16,204'505	"	角材直送中
1. 10	1	"	"	下	"	300	20 ガイド材料 間え失熱	321' 10	14,920'810	堀切	"
1. 12	1	"	"	"	"	299	50	7' 45	335'750	"	"
" 30	2	"	"	"	"	346	60	438' 05	20,621'045	"	"
2. 5	3	"	"	上	"	270	76	423' 25	19,309'920	佐藤	角材嚙込と同時
" 6	3	"	"	"	"	282	70	345' 40	16,276'120	"	"
3. 10	2	"	"	下	"	353	57	433' 25	18,198'905	"	"
" "	3	"	"	上	"	284	43 2番折損のため 歴下不當による	184' 55	7,836'805	"	"
" 24	4	"	"	下	"	275	大龜 裂 金物飛込	424' 20	20,076'190	"	角材直送中
5. 4	2	"	"	"	"	350	30	306' 15	14,353'390	角	"
" 15	2	"	"	上	"	345	60	121' 20	4,688'850	佐藤	"
6. 4	7	シートバー 専用	鑄鋼	"	シートバー 胴部	418		10' 10	308'100	堀切	板材直送中
" "	3	角材シート バー兼用	鍛鋼	下	角材孔型	265	75	591' 45	23,212'210	鈴木	角材 "
" 18	3	"	鑄鋼	"	"	295	70	64' 45	2,307'800	佐藤	角材嚙込と同時
" 26	4	"	鍛鋼	"	"	274	59	873' 00	37,719'470	角	板材直送中
6. 30	3	"	鑄鋼	下	"	295	74 材料卷付	99' 30	3,082'990	佐久間	角材嚙込と同時

スタ ンド	ロー ル 番 號	鑄 造 番 號	製 造 所	材 質	C	Si	Mn	P	S	壓延噸數	壓延時間	備 考
				シヨア32.5								
3	39上	F 32	本所	CS	.25	.28	.63	.047	.024	11,753.160	325—30	6.9 2折
"	39下	F 34	"	32.7 "	"	"	"	"	"	2,307.350	64—45	6.6 18折
"	40上	F 38	"	"	.20	.218	.75	.023	.031	9,822.120	292—50	現在使用中
"	40下	F 55	"	"	.32	.310	.76	.050	.023	3,082.990	99—30	6.7 20折
"	39下	F 46	"	"	.34	.276	.74	.037	.023	4,997.950	139—25	補充せるもの
"	41上	F 65	"	"	.32	.342	.71	.063	.026	8,286.765	232—35	使用中
"	41下	F108	"	"	"	.222	.64	.062	.031	"	"	"
"	42上	F 72	"	"	.24	.301	.72	.046	.027	"	"	"
"	42下	F109	"	"	.32	.222	.64	.062	.031	"	"	"
(300×20)												
"	43上	F140	"	"	.49	.289	.76	.023	.020	814.750	22—30	"
(300×20)												
"	43下	F142	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"
4	35上	F 50	"	"	.22	.233	.52	.077	.031	12,106.320	343—10	"
"	35下	F 45	"	"	.34	.274	.74	.037	.023	12,106.320	343—10	"
"	36上	F 69	"	"	.32	.342	.71	.063	.026	10,486.825	289—25	"
"	36下	F 51	"	"	.22	.233	.52	.077	.031	"	"	"
(300×20)												
"	37上	F148	"	"	.36	.267	.88	.063	.022	814.750	22—30	"
(")												
"	37下	F143	"	"	.49	.239	.76	.023	.020	"	"	"
(300×20)												
5	20上		"	"						814.750	22—30	"
(")												
5	20下	F163	"	"	.34	.306	.85	.59	.22	"	"	"

(B) チルドロール

(このロールは全部額を 260mm より 280mm に増大せるものなり)

スタ ンド	ロー ル 符 號	鑄 造 番 號	製 造 所	材 質	C	Si	Mn	P	S	壓延噸數	壓延時間	備 考
7	33上	bc 75	本所	チルド	3.16	.65	.46	.441	.076			6.年7.月8.日折
"	33下	bc 68	"	"	3.19	.65	.47	.405	.079	2,416.290	84—25	湯注せしもすく折損
"	34	bc130	"	"	3.24	.70	.53	.447	.050	100.500	3—30	6.7 15折
"	35上	bc142	"	"	3.07	.87	.49	.483	.066	3,619.640	124—0	6.7 25折
"	36	151	"	"	3.07	.66	.50	.483	.075			
"	37	164	"	"	3.24	.62	.63	.453	.049			
"	38	178	"	"	2.98	.77	.52	.453	.058	4,078.200	138—10	6.9 16下折
"	39	211	"	"	2.88	.84	.56	.507	.059			

(C) 鍛鋼ロール

スタ ンド	ロー ル 符 號	鑄 造 番 號	製 造 所	材 質	C	Si	Mn	P	S	壓延噸數	壓延時間	備 考
1	22下			F.S	.50	.22	.83	.041	.021	23,207.830	536—40	4.8 8折
2	36下			"	.50	.19	.61	.019	.020	28,705.490	711—55	6.7 17折
"	33下			"	.53	.24	.61	.037	.023	8,826.550	239—55	6.7 22折
"	34上			"	.55	.28	.59	.043	.018	20,621.045	438—05	6.1 30折
"	35下			"	.52	.24	.74	.026	.023	14,353.390	306—15	(舊 30.下) 6.5 6折
3	38下			"	.51	.47	.73	.016	.018	17,123.600	381—35	(舊 37.下) 6.7 2折
"	39下			"	.75	.21	.60	.021	.021	18,722.475	392—56	(舊 35.下) 6.8 13折
"	40下			"	.32	.31	.76	.050	.023	不	明	(舊 33.下) 6.8 14折
"	31上			"	.49	.27	.63	.042	.029	11,767.680	253—58	5.8 22折
"	33上			"	.51	.20	.61	.569	.020	7,836.805	184—55	6.3 10折
"	34上			"	.50	.24	.56	.140	.023	11,998.550	238—10	5.6 27折
"	35上			"	.59	.24	.58	.041	.025	16,204.505	337—55	5.1 21折

スタンド	ロール符號	鑄造番號	製造所	材質	C	Si	Mn	P	S	壓延噸數	壓延時間	備考
3	36上			FS	.47	.37	.71	.031	.022	16,276.120	345 ^h —40 ^{mi}	6' 3" 6折
"	37上			"	.47	.22	.58	.016	.019	19,082.620	419—0	6' 2" 5折
"	38下			"	.49	.33	.67	.033	.038	23,212.210	491—45	6' 6" 4折
4	30下			"	.49	.21	.81	.049	.029	25,807.300	571—35	6' 7" 2折
"	31下			"	.44	.22	.52	.012	.022	20,076.190	424—20	6' 3" 24折
"	32下			"		.32	.74	.033	.024	37,719.470	873—0'	6' 6" 25折
5	13下			"	.50	.20	.88	.065	.015	25,881.880		5' 6" 2折
"	17上			"	.57	.26	.65	.052	.030	10,973.565	351°—05'	6' 9" 14折

第3表 最大壓延噸數調

(昭和6年8月31日現在)

スタンド別	材質	壓延時間	壓延噸數	廢棄理由	年月日	符號	備考
1	鍛鋼	883 ^時 —05 ^分	37,761.985	(1) 90—45 ^h 4,159.410にて折損		31	下ロール
2	"	1,052—15	37,401.800	組合(2) 652—35 ^{mi} 30,857.430にて折損	5' 2' 24	5	上
3	"	874—20	37,101.650	徑小のため	5' 4' 8	12	下
				小型孔型折損 舊疵 75%			
4	"	873—00	37,719.470	" " 59%	(上段殘) 6' 6' 26	32	"
5	"	814—00	34,103.110	徑小のため	5' 2' 24	12	"
6	"	715—15	30,186.680	"	"	22	"
7	"	△ 523—20	△ 16,889.480	"	"	20	"
7	チルド	138—10	4,078.200	折損のため	6' 9' 16	38	下ロール

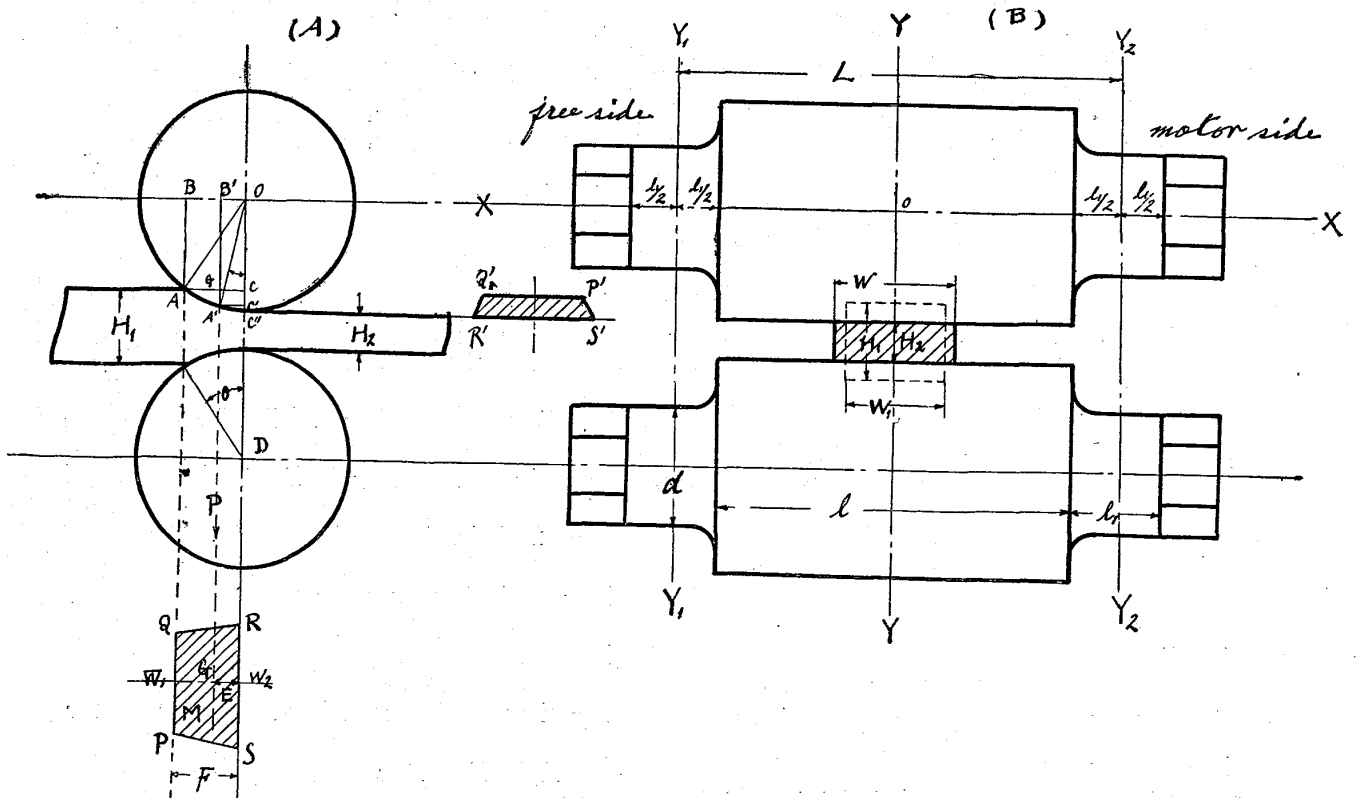
△印 (但し 148~50^h 5,520~500 は 6 番スタンドにて壓延のもの)

尙連続ロールに使用しつゝあるロールの材質は第2表 A. B. C 及第3表に示せる如くである。

1. 機械的應力に依る折損:— 機械的にロールの折損する理由は(a) 壓下過大 (b) 壓延鋼材の熱

不良(c)鋼材巻き付き(d)ロール或はロールスタンドの振動(e)ロール水平ならざる場合(f)異物噛み込み等であるが、之等の一々に就ての應力は到底計算出来ないから、普通の壓下状態にある場合

第12圖 ロールの壓下状態



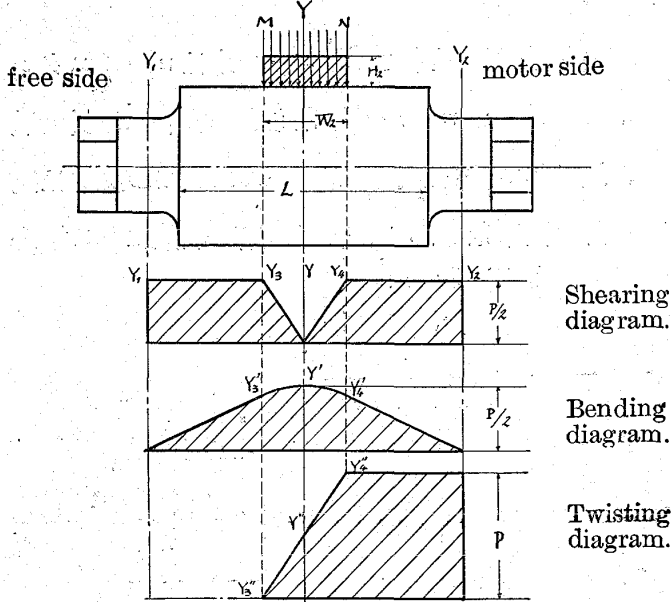
$$L = 950 + 320 = 1,270 \text{ mm} \quad l = 950 \text{ mm} \quad l_1 = 320 \text{ mm}$$

に起る應力の算式を出して見たいと思ふ。

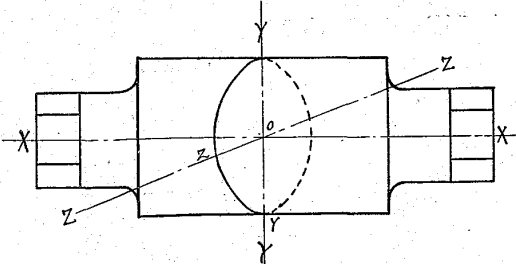
今第1圖に示してある通りの壓下状態を取りたるものとすれば、鋼材は H_1 より H_2 に壓下せられ、従て其の反作用としてロールは或外力を受ける事となる、其處で此の外力の大きさ及方向を求むる爲、先づ垂直の方向と水平の方向との分力を考へて見るに垂直方向の力は投影面 P.Q.R.S の面積 M に各部一様に p なる壓力（鋼の熱間抗壓力）が作用し、之は投影面 P.Q.R.S の重心 G 點に於て $P=pM$ なる力が作用したると同一結果となる。即此の力がロールに作用する垂直の外力であ

る、次に其の水平方向の外力を求めるのであるが、壓延鋼材には前後より何等の力も加へられて居ないから、自身も亦水平方向の外力を受ける筈がないと云ひ得るのである。斯くの如く水平方向の外力が零である以上、ロールの受ける外力の合力は結極前記の垂直力 P と一致することになる、即此の P が壓延鋼材の爲めにロールが受ける全部の外力となるのである、次ぎに此の P がロールに如何なる應力を及ぼすかを見るに第2圖に於て説明する如くツキスチング、ベンディング、シヤリングの三つの作用が起る。

第2圖 壓延時の機械應力線圖

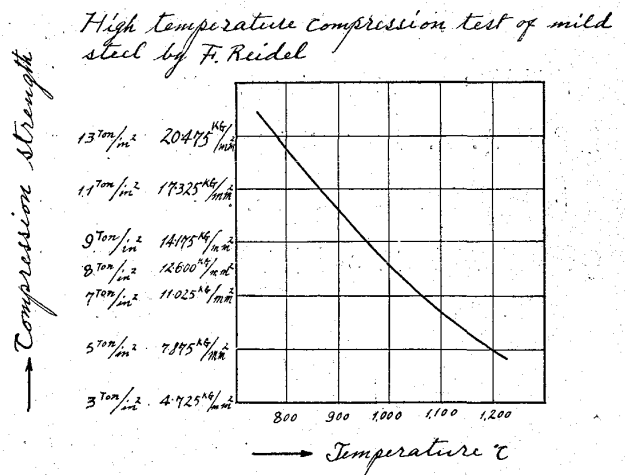


第3圖 壓延時の機械應力の起る場所



- △ Y 點に於て
Shearing force 零にして Bending 及 Twisting max. 起る其方向異なる故幾何學的和による
- △ Z 點に於て
Shearing 及 Twisting max. が起り其方向同じきを以て代數和による Bending は零

第4圖



Reversing Blooming mill practice by Geo. A. V. Russell
The iron and coal trade review January 21 1929
292

即

$$\left. \begin{aligned} \text{Twisting moment } T &= P \cdot E = f_T \cdot 1/16 \pi D^3 \\ \text{Bending moment } B &= P \cdot l/2L = f_B \cdot 1/32 \pi D^3 \\ \text{Shearing force } S &= 1/2P = f_S \cdot 1/4 \pi D^2 \end{aligned} \right\} \dots (1)$$

$p = 12.6 \text{ kg/mm}^2$ (第4圖)

M = projected area

$P = pM$

L = distance between both bearing center

D = Roll diameter

$f_T, f_B, f_S = \text{catch max stress}$

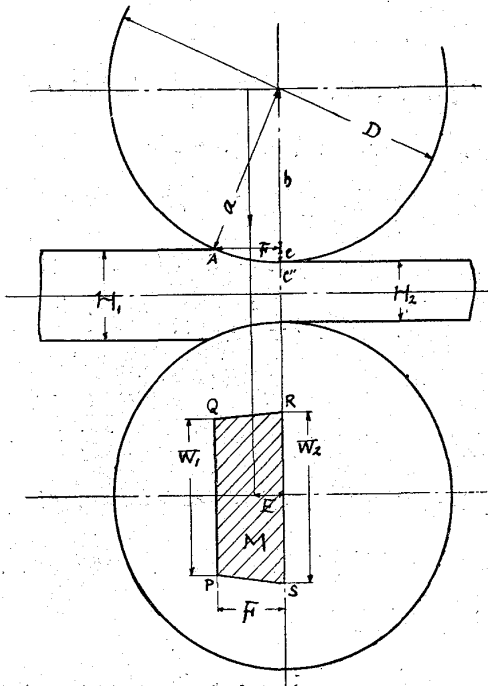
T, B, S are culculated by Fig. 5

依つて (1)式より各ストレスを求むれば、

$$\left. \begin{aligned} f_T &= 16T/\pi D^3 \\ f_B &= 32B/\pi D^3 \\ f_S &= 4S/\pi D^2 \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (2)$$

第 5 圖

第 1 編の第 2 表 2 番 Stand の應力計算圖



$D = 380.6 \text{ mm}$
 $W_1 = 175 \text{ mm}$ $W_2 = 187.5 \text{ mm}$
 $H_1 = 97 \text{ mm}$ $H_2 = 65.5 \text{ mm}$
 $F = \sqrt{(190.3^2 - 174.55^2)} = 75.8 \text{ mm}$
 when $a = \frac{380.6}{2} = 190.3$ $b = a - c$
 $c = \frac{97 - 65.5}{2} = 15.75$ とすれば
 $b = 190.3 - 15.75 = 174.55$
 但し: -F は近似値なるべし
 G = Center of gravity
 $E = \frac{F(2W_1 + W_2)}{3(W_1 + W_2)} = \frac{75.8(2 \times 175 + 187.5)}{3(175 + 187.5)}$
 $= \frac{40742.5}{1087.5} = 37.465$
 M = Projectional area of AC'
 $= \frac{175 \times 187.5}{2} \times 75.8$
 $= 13738.75 \text{ mm}^2$

然るに之等の應力はロールの内部に於て各單獨に作用するものではなく實際に互に合同して作用

するものであるから、此等を合成して最大の合成應力コンパインドストレスを求める事が必要である。

先各應力の最大點を求むれば第 3 圖に於て Y 點に於てはツキスチング、ベンディングマキシマンが起り、シヤリングは零なるを以て其合力を求むれば其の方向異なるを以て幾何學的和となる。

即 equiralent twisting moment $T_e = B + \sqrt{B^2 + T^2}$

$$f_e = 16T_e/\pi D^3 \dots (3)$$

max. Value of f_e should be Considered as a Tensile stress

尚第 3 圖に於て Z 點に於てはシヤリング及ツキスチングマキシマンが起り、ベンディングは零にして、其方向同一なるを以て其の合力の和は代數和なり。

即ち

$$f_{TS} = f_T + f_S = 16T/\pi D^3 + 4S/\pi D^2 \dots\dots (4)$$

f_{TS} Can be considered as a shearing stress

然るに f_e 及 f_{TS} は其のマキシマンが同一場所に起り居らざるを以て、兩者の内何れか大なる方を探つてロールダイヤメーター算出の基礎とすれば足る、今此の比較の爲めに第 1 編第 2 表中最も壓下最大なる 2 番スタンドの場合を引用すれば第 5 表に於て、

Total force $P = pM = 12.6 \times 13738.75 \text{ mm}^2$
 $= 174,000 \text{ kg}$ By slide rule
 $T = PE = 174000 \times 37.5 \text{ mm}$
 $= 6,525,000 \text{ mm.kg}$
 $B = P/2L = 174000 \times 1270/2$
 $= 1104900 \text{ mm.kg}$
 $S = 1/2P = 174000/2 = 8700 \text{ kg}$

$$T_e = B + \sqrt{(B^2 + T^2)} = 110490000 + \sqrt{(110490000^2 + 6525000^2)} = 110490000 + 112300000 = 222790000 \text{ mm.kg}$$

$$f_e = 16 \times 222790000 / \pi D^3 = (3560000000) / 1/2\pi D^3 \dots \dots \dots (5)$$

$$f_{TS} = 16 \times 6525000 / \pi D^3 + 4 \times 87000 / \pi D^2 = (104500000 + 348000D) / 1/2\pi D^3 \dots \dots (6)$$

然るにロールの直径は當連續ロールに於て實際上 1000mm より小なるを以て (5) 及(6)の()内は(5)式大なり、

依つて $f_e > f_{TS}$ なり。

依つて機械的應力のみによるロールの直径はエクイバレント・ツキスチング・モーメントより算出すれば可なり。

今假りにエクイバレント・ツキスチング・モーメントよりロールの直径を計算すれば次の如し。

$f_e = 65 \text{ kg/mm}^2$ ultimate tensile stress of steel roll at 0.45% carbon content

$$65 = 3560000000 \times 1 / \pi D^3$$

$$D^3 = 3560000000 / 204 = 17450000 = 17.45 \times 10^6$$

$$D = \sqrt[3]{17.45 \times 10^6} = 259 \div 260 \text{ mm}$$

即此の場合直径約 260mm 以下のロールは機械的應力のみにて折損すべし。

2. 然るに之れに熱應力を加味する必要あれば製鐵研究 105 號谷口光平氏の(ロール胴中央部横割れの主因たる熱應力に就いて)中:— Thermal tensile stress = $980 \text{ kg/cm}^2 = 9.8 \text{ kg/mm}^2$ となつて居る、之れはチルドロールの時なれ共スチールロールの熱應力の場合も殆ど大差なき同氏の意見なれば、此のストレスを其儘引用すれば次の如し。

$$65 - 9.8 = 3560000000 \times 1 / \pi D^3$$

$$D^3 = 3560000000 / 173 = 20600000$$

$$= 20.6 \times 10^6$$

$$D = \sqrt[3]{20.6 \times 10^6} = 273 \text{ mm}$$

即熱應力を加味したる場合直径 273mm 以下では折損すべし、依つてライブロードの場合の安全率を 30% と見て、

$$65 \times 0.30 - 9.8 = 3,560,000,000 \times 1 / \pi D^3$$

$$9.7 = \dots$$

$$D^3 = 3560000000 / 30.5$$

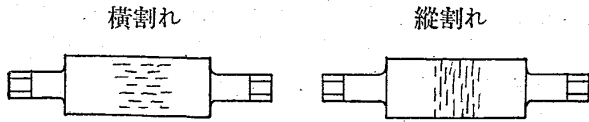
$$= 117000000 = 117 \times 10^6$$

$$D = \sqrt[3]{117 \times 10^6} = 489 \text{ mm}$$

依つてロールの直径は 489mm ならば安全と云ふ事になる、然るに當第三分塊工場連續ロールはカリーバーの處にて直径 380~400mm なるを以て折損率の大なるは當然なれば、今 100mm 位増大すること必要ならん。

3. ファイヤークラックに依る折損:— 以上述べたるが如くロール折損は機械的應力と熱應力とが合同して折損するものなるが、スチールロールに於ては、是等の應力の爲めに突然折損する事至つて少く、漸次ファイヤークラックが深く浸入して、遂に折損に至らしむるものなり、一般にロールが大きくて熱應力にのみよる表面クラックは横割れとなつて現はれ、又熱應力と同時に機械的應力が伴ふ場合は縦割を生ずる如し、尙壓延當初即ロールが今から温まらんとする時に、折損する場合はロール内部に折損原因を有し壓延後相當の時間を經過したる場合、寧ろロールが冷却せんとする際に折損する場合は其原因は多くロール表面に存在するが如し、ロールが温まらんとする場合は内部張

力が起り、又冷却せんとする場合は表面張力が起る原理に依る。



4. シートバーの表面に生ずるスケールの性質と其除去法：— スケールの発生する状況は次圖に示す如く大凡三つのフェースに分つ事が出来る。

- (a) フェリックオキサイド(ヘマタイト) Fe_2O_3
- (b) マグネタイト (Fe_3O_4)
- (c) フェラスオキサイド (FeO)

高温度にあるスケールが冷却する場合 $1,370^{\circ}C$ 位からスケールが出来初め、 $575^{\circ}C$ 位にて止まる外皮 A 部(寫眞参照)はオキシゼンクッチの部分にして、比較的溫度低く最後に来る部分にして破面白色を呈し光澤を有し、コンパクトアンドスrongにして所謂ヘマタイトフェースなり、約 70.26% の鐵分を含む、外皮 A 部に次ぐに灰白色を呈する B 部分あるを見る、即マグネタイトフェースにして A 部に比し稍々ウキークなれ共やはりコンパクトにして 72.35% の鐵分を含む。

C 部は即フェラスオキサイドフェースにして FeO の部分なりポーラス及ウキークにして其の厚みはスケールの大部分を占めるものにして約 77.75% の鐵分を含む $1,200^{\circ}C \sim 575^{\circ}C$ の比較的溫度低き場合には Fe_2O_3 のコンパクト及スrongのスケールが出来て中々スケールの除去には困難を感じるものにして、溫度の高い $1370^{\circ}C$ 附近にて出来る FeO のポーラスにしてウキークの部分はスケールが落ち易く従て我々が操業上鋼塊溫度をやかましく言ふ所以も此處にあるものなり。

スケール除去法としては最初色々苦心したれ共

結局壓延中ロールに充分の水を吹きかけて、ロールを洗滌すると同時に通過中の熱鋼片の表面を瞬間的に冷却せしめてスケールの附着して居る表面と内部とを分離せしめて効果を得つゝあり尙均熱中にある場合に高温度にて発生したるスケールを早く剥脱する爲分塊ロールにて水及柴を噛み込まして、此處で大部分のスケールを除去し、尙連続ロール迄にて $950 \sim 1,100^{\circ}C$ 位の溫度を有するを以て再び表面にスケールを発生する故、各スタンドロールにて上下ロールに水のスプレイを吹きかけて居る。此處でよく注意せねばならぬ事は下ロールに水をかける事を忘れ勝ちになり易く、下ロールは鋼片の通過中は水がかゝり得ないので、スケールの附着の虞もあり、又急激なる熱の變化に合ひロール折損の原因ともなるものである。尙仕上げ溫度は $1,000 \sim 900^{\circ}C$ 位にあるを以てスケールの発生せない範囲内約 $575^{\circ}C$ 以下に速に冷却せしむる必要あり、然し此の場合に出来るスケールは非常に薄くシートの製品には少しの悪影響も残さぬものなれば然程重要視して居ないつもりである。

次に溫度によるスケールの発生表を示す。

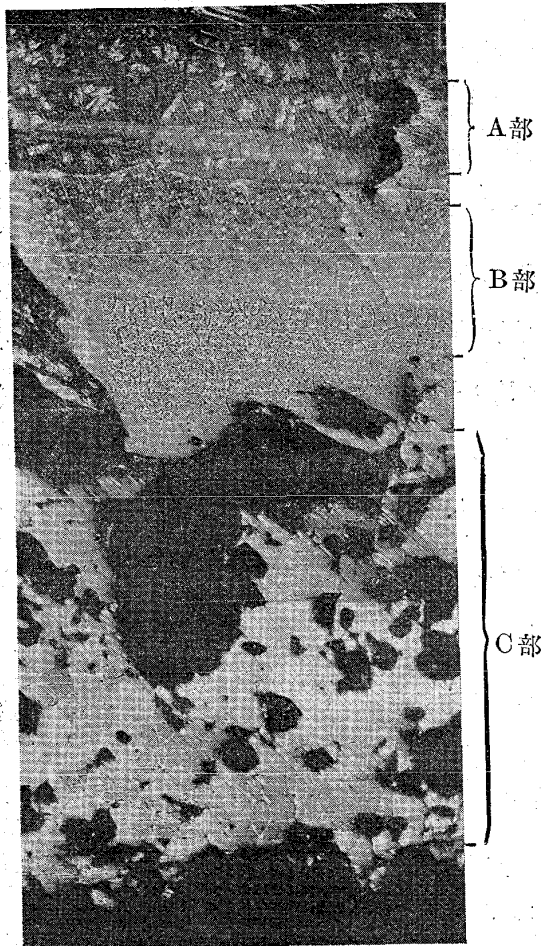
第 4 表 溫度によるスケールの発生状態

Scale の名稱	分子式	Fe含有量 %	發生溫度 $^{\circ}C$	scale の性質
Ferric oxide (hematite)	Fe_2O_3	70.26	$< 1,200$	white compact & strong
Magnetite	Fe_3O_4	72.35	$> 1,000$	grey white compact
Ferrous oxide	FeO	77.75	$< 1,370$	grey porous & weak

即熱度の高い時に FeO が発生し漸次冷却するに従て Fe_3O_4 が出来最後に Fe_2O_3 が表面に出来るが其主なる三つのフェースの中間に隣れる組織の固溶状態或は混合状態にあるものが存在し得る

ので其の Fe と O との各種結合状態を次に示す。

澤 面 部



Benedicks non metric inclusion in iron & steel

第 5 表 Compound of iron and oxygen

Ordinary formula and name, respectioly	Formula when Fe=1	% oxygen	% of iron with is in the Ferrous state	Described by
Fe_2O_3 ferric oxide hematite	FeO 1.50	30.06	0.000	—
Fe_7O_{10} or $F O. 3Fe_2O_3$	FeO 1.43	29.04	14.29	Kohlmeyer
$Fe_{13}O_{18}$ or $3FeO. 5Fe_2O_3$	FeO 1.39	28.40	23.08	"
Fe_8O_{11} or $2FeO. 4Fe_2O_3$	FeO 1.38	28.26	25.00	Haber and Kaufmane
$Fe_{11}O_{15}$ or $3FeO. 4Fe_2O_3$	FeO 1.37	28.10	27.27	Kohlmeyer
Fe_3O_4 or $FeO. Fe_2O_3$ magnetite	FeO 1.33	27.64	33.33	—
Fe_4O_5 or $2FeO. Fe_2O_3$	FeO 1.25	26.37	50.00	Deville, Gregory
Fe_5O_6 or $3FeO. Fe_2O_3$	FeO 1.20	25.59	60.00	Dobereiner
Fe_6O_7 or $4FeO. Fe_2O_3$	FeO 1.17	25.06	66.67	Hanser
Fe_8O_9 or $6FeO. Fe_2O_3$	FeO 1.13	24.38	75.00	Mosonder
FeO Ferrous oxide	FeO 1.00	22.27	100.00	—
Fe_3O	FeO 0.33	8.72	—	Schenck
Fe_4O	FeO 0.25	6.68	—	Marchand

シートバーの重量公差は現在 $\pm 3\%$ の規定になつて居るが、此の重量の變化は幅及厚さの過不足を生ずる事によるものにして其原因は次の如し。

1. 鋼塊温度の不等一
2. 鋼片断面の不定 (分塊ロールに於ける)
3. 連続ロールのスプリングの影響
4. 連続ロールに於ける各スタンド間のプール及びプッシュユの影響
5. 壓延速度の遅速による鋼片温度の不等一

1. 均熱爐より抽出する温度は $1,100 \sim 1,200^\circ C$ を要求するものなれ共、これが作業連絡の關係とか、出鋼時刻の調節困難なる爲め、熱塊の温度を低下し、均熱爐在爐時間を徒らに延長して、遂には熱不足勝ちの鋼塊を處理せざるべからざる場合ありて、シートバー製作には最も忌む處なるのみならず、分塊工場を減利する最も甚だしき第一原因となるものなり。

2. 分塊ロールにて製作する鋼片断面が各片とも同一寸法に製作する事は非常に困難にして、其

原因は分塊ロールの壓下状態は各パス毎にロールを上下する爲めに人意的のフアクターが多分に含まり、餘程の熟練を要する事と鋼塊の熱度が一定せざる事による。

3. 此の問題は第1編第2項に於ても述べたる通り鋼片が通過する場合と空運轉の場合とがパスの高さが異なりて、其の調整が非常に困難にして従つて鋼片の温度の高低及びドラフトの

5. 製品の幅及厚みに影響する温度の測定:—

大小によりて厚さが多少宛變化して結局は最後の

製品の寸法によりて一々ロールの調整を行はざるべからず。

4. 連続ロールの各スタンド間の調整不良の爲め鋼片を引張る場合もあり、又押してタクレを生ずる場合もある。前者は製品の幅を狭め後者は幅を広くする結果となる。而して何れの場合も其の影響過大なる時はロールにオーバーロードをかけるとか、或は遂に製品に大タクレを生じて思はざる大故障を起す場合あり。

5. 分塊ロール、大剪断機及其の間に介在する輸送ロールガングの操業に起因するものにして、これは監督者の指導及直接ハンドワークをやる職工の熟練に待つより外なく、此の間應々にして不測の時間を費し、熱度を降下せしめ製品の断面を不良ならしめる事あり、これは普通の場合職工の緊張の度を缺きたる場合にして、監督者の鋭敏なる督勵を必要とするものなり。

以上の原因による温度の不同と製品の断面関係を次ぎに表示して見るに鋼片温度1,075~920°C位迄かなりの變化あるが、此れは以上5項の影響あるのみならず、尙第三分塊工場にては主動機のパワー不足の爲め3,000kgインゴットを分塊ロールにて110×175mm断面に壓延して連続ロールに供給する時に300~700kg程度(温度により加減す)4~6片に切斷して第一片が連続ロール通過中途にして第二片第三片と噛み込みしむるを以て熱度が非常に降下する原因となるものなり、其の爲め表に示す如く重量に於て公差外の超過を來し居るものなり。

斯くの如く温度の影響は製品の断面を不規則にするのみならず、スケールの除去法及ロールブリキージにも重大なる關係を有する事を知るべし

第 6 表

第一鋼片	最終鋼片	差	第一鋼片	最終鋼片	差
1,045°C	950°C	95°C	1,015°C	938°C	77°C
1,075	940	135	970	935	35
1,035	960	75	1,010	960	50
1,020	955	65	990	952	38
1,020	920	100	990	920	70
1,018	945	73	1,010	950	60
1,025	955	70	990	945	45
1,035	960	75	995	925	65
1,030	935	95	990	950	35
1,025	955	70	995	950	45
980	945	35	965	935	30
990	945	45	1,000	955	45

備考 3ton の押上鋼塊を歩留 85%に取り 110mm×175mm 鋼片に分塊ロールにて壓延し 400-700kg の鋼片 5-6 片に切斷して連続ロールに送り其の第一番 Stand 通過後の温度を示したるものなり

第 7 表

第一片 中 厚	最終片 幅 厚	第一片に 對する重 量變化%	第一片 幅 厚	最終片 幅 厚	第一片に 對する重 量變化%
200 12.0	198 12.2	+0.65	204 11.8	201 12.5	+4.37
200 12.7	201 12.7	+0.50	203 12.25	203 12.5	+2.04
200 12.3	199 12.6	+1.93	200 12.3	203 12.5	+3.15
203 12.1	202 12.4	+1.97	202 12.0	202 12.5	+4.17
200 12.2	200 12.25	+0.41	202 12.25	202 12.65	+3.18
200 12.3	200 12.5	+1.63	203 12.1	202 12.1	-0.49
201 12.25	201 12.5	+2.04	201 12.0	199 11.9	-1.82
197 12.4	201 12.3	+1.21	201 11.85	200 11.9	-0.08
200 12.24	200 12.4	+1.31	203 12.35	200 12.55	+0.16
198 12.3	200 12.65	+3.93	203 12.1	204 12.35	+2.57
202 12.35	202 12.5	+1.21	204 12.3	204 12.5	+1.62
202 12.25	202 12.05	-1.63	204 12.1	204 12.2	+0.83
206 11.8	200 12.35	+1.61	205 11.85	205 12.4	+4.64
200 12.1	200 12.25	+1.24	204 12.00	204 12.25	+2.08
206 11.8	202 12.25	+1.80	204 11.85	204 12.3	+3.80
196 12.35	191 12.53	+1.11	203 12.3	204 12.4	+1.31
200 12.35	195 12.95	+2.24	205 12.1	205 12.3	+1.65
201 12.25	200 12.31	-0.01	204 11.5	205 12.35	+7.92
204 11.7	203 12.0	+2.06	205 12.2	204 12.30	+0.32
200 11.95	202 12.3	+3.96	203 11.9	203 12.35	+3.78
203 12.2	203 12.35	+1.22	204 12.2	205 12.45	+2.55

第7表はロールの同一調整による寸法にして其の断面の不同を生じたる原因は温度の變化によるものと見て差支へなし。(大完)