

Vickers hardness

No.	Hv	No.	Hv
1	173	9	157
2	165	10	151
3	151	11	150
4	173	12	155
5	170	13	159
6	165	14	142
7	160	15	151
8	153		

Fig. 2. Hardness distribution of hot impact-extruded S 20 C as extruded. Preheating temp. : 1150°C Extrusion ratio : 4

Yield strength (kg/mm ²) Tensile strength (kg/mm ²) Elongation (%)	Long. trans.		Long.		Trans.		Long.	
	Ext. ratio	Ext. Temp.	Ext. ratio	Ext. Temp.	Ext. ratio	Ext. Temp.	Ext. ratio	Ext. Temp.
	Not extruded	1150°C	4	1150°C	4	1150°C	9	1150°C
		1200°C		1200°C		1200°C		1200°C
		1300°C		1300°C		1300°C		1300°C
		1400°C		1400°C		1400°C		1400°C
		1500°C		1500°C		1500°C		1500°C
		1600°C		1600°C		1600°C		1600°C
		1700°C		1700°C		1700°C		1700°C
		1800°C		1800°C		1800°C		1800°C
		1900°C		1900°C		1900°C		1900°C
		2000°C		2000°C		2000°C		2000°C
		2100°C		2100°C		2100°C		2100°C
		2200°C		2200°C		2200°C		2200°C
		2300°C		2300°C		2300°C		2300°C
		2400°C		2400°C		2400°C		2400°C
		2500°C		2500°C		2500°C		2500°C
		2600°C		2600°C		2600°C		2600°C
		2700°C		2700°C		2700°C		2700°C
		2800°C		2800°C		2800°C		2800°C
		2900°C		2900°C		2900°C		2900°C
		3000°C		3000°C		3000°C		3000°C
		3100°C		3100°C		3100°C		3100°C
		3200°C		3200°C		3200°C		3200°C
		3300°C		3300°C		3300°C		3300°C
		3400°C		3400°C		3400°C		3400°C
		3500°C		3500°C		3500°C		3500°C
		3600°C		3600°C		3600°C		3600°C
		3700°C		3700°C		3700°C		3700°C
		3800°C		3800°C		3800°C		3800°C
		3900°C		3900°C		3900°C		3900°C
		4000°C		4000°C		4000°C		4000°C
		4100°C		4100°C		4100°C		4100°C
		4200°C		4200°C		4200°C		4200°C
		4300°C		4300°C		4300°C		4300°C
		4400°C		4400°C		4400°C		4400°C
		4500°C		4500°C		4500°C		4500°C
		4600°C		4600°C		4600°C		4600°C
		4700°C		4700°C		4700°C		4700°C
		4800°C		4800°C		4800°C		4800°C
		4900°C		4900°C		4900°C		4900°C
		5000°C		5000°C		5000°C		5000°C
		5100°C		5100°C		5100°C		5100°C
		5200°C		5200°C		5200°C		5200°C
		5300°C		5300°C		5300°C		5300°C
		5400°C		5400°C		5400°C		5400°C
		5500°C		5500°C		5500°C		5500°C
		5600°C		5600°C		5600°C		5600°C
		5700°C		5700°C		5700°C		5700°C
		5800°C		5800°C		5800°C		5800°C
		5900°C		5900°C		5900°C		5900°C
		6000°C		6000°C		6000°C		6000°C
		6100°C		6100°C		6100°C		6100°C
		6200°C		6200°C		6200°C		6200°C
		6300°C		6300°C		6300°C		6300°C
		6400°C		6400°C		6400°C		6400°C
		6500°C		6500°C		6500°C		6500°C
		6600°C		6600°C		6600°C		6600°C
		6700°C		6700°C		6700°C		6700°C
		6800°C		6800°C		6800°C		6800°C
		6900°C		6900°C		6900°C		6900°C
		7000°C		7000°C		7000°C		7000°C

Fig. 3. Tensile properties of hot-impact-extruded low-carbon steel S 20 C. The test in longitudinal and transversal directions were performed with the specimens of extrusion ratio 4.

変化するための影響はこの場合はつきりしていない。先端の中心部は現実に殆んど加工を受けていないため硬度は低く、根本部はダイスに密着しているため急冷される効果と、ピレットの押残り部分からの熱伝導の効果との組合せにより、かかる硬度分布を示す。

(3) 引張試験

荷重—歪線図は写真乾板に撮影されるので、それを印画紙に焼付けて測定した。試験片に標点を刻んでないので、荷重のかかり始める点から破断点までの伸びを写真から測定し、それを試験片の長さで割って求めた。S 20 C材の場合の試験結果の一部を Fig. 3 に示す。すなわち、押し出しのままの状態では、縦方向の引張り強さおよび降伏応力は押し出し温度の低いほど大きくなり、しかもそれと共に伸びの値も大となる。これに反して横方向では押し出し温度による性質の差は殆んど認められないが、それらの値は常に縦方向よりおとつている。押し出材を焼準すると、押し出し温度および縦横の方向による性質の差は小となる。しかしこの場合、試験結果の値は常に極めてよ

く一致し、殆んどバラツキがなくなると同時に得られる値は素材よりもすぐれたものとなっている。

IV. 結 言

数種の鋼に対して、ダイナパクを用いて熱間衝撃押出加工を行い、加熱温度、押し出し比の変化に伴う押し出材の顕微鏡組織、硬度分布の測定を行った。また、微小試験片による引張試験によつて、加工による性質の上昇度、方向性に関する実験を行なつた。

621,771,064
(112) 遊星圧延に関する研究

大同製鋼研究所 ○広瀬輝夫

Studies on a Planetary Mill.

Teruo HIROSE.

63/12

I. 緒 言 496-498

上下に2つの遊星ロール群を有するゼンジミア・プラネタリーミルはわが国に紹介されてから約10年たつているから多くの人々によく知られている。他方遊星ロール群が一つしかない遊星圧延機は大同製鋼で研究されて、通産省の指定研究課題として遊星圧延工業化試験研究を良好な成績で終了し熱間、温間、冷間用圧延機として本格的開発に着手されたところである。大同式遊星圧延機(以下シングルプラネタリーと呼ぶ)の圧延原理と機構を概略紹介し主として温間圧延工業化試験結果について述べる。

II. シングルプラネタリーの圧延原理

1つの遊星ロール群と固定盤またはゆつくりと回転する径の大きいロールとの間に厚い板が装入されて一撃に薄く圧延される。その状況は Fig. 1 に示すとおりである。遊星ワークロールは摩擦によつて高速自転すると同時に公転している。個々のワークロールは各々ごく少しの圧下量を与えながら接触弧上を転つて板を伸ばしてゆ

く。1本のワークロールが接触弧を離れて次のワークロールが未だ接触弧に到達していない瞬間がある。この瞬間に素材をわずか前進させる。板の前進は送り込みロールによるかまたは出口側で引き出すかいずれでもよく比

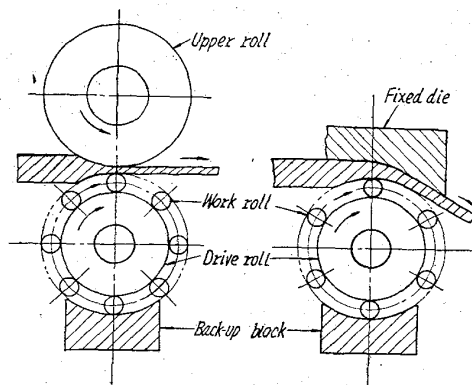


Fig. 1. Sections of planetary roll assemblies.

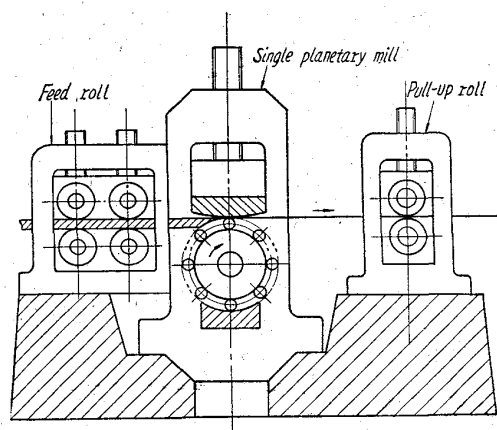


Fig. 2. Side view of planetary mill.

較的軽い力で充分である。ワークロールが接触弧を通過する回数は 1 s 間に約 80 回であつて、素材板の任意の一点が接触弧に入り、それを離れるまでに約 50 本以上のワークロールがこの点の上を通過する。従つてごく軽い高速圧延の累積によつて厚板が薄板に一挙に圧延されるわけである。これがシングルプラネタリーの圧延原理である。

III. シングルプラネタリーの機構

素材板の入口側より連続式急速加熱炉、送り込みロール機、プラネタリー、引出しロール機、巻取機の順で 1 列にならんでいる。シングルプラネタリーの構造上の特徴は片方が固定盤（または径の大きいロール）であつて 1 個しかない遊星ロール群の直下にバックアップブロックがあることである。このブロックは左右 1 体の強固な鋳鋼ロールスタンド底面の上に固定さなっており、強大な圧延圧力はその力の作用する直線上で完全なころがり摩擦によつて固定のバックアップブロックでサポートさなっている。Fig. 2 はプラネタリー本体の側面図である。したがつてシングルプラネタリーはロールの曲り、剪断、弾性変形が殆んどなく極めて剛性の高い圧延機である。バックアップブロックのもう一つの役目は遊星ロール群に空転時、圧延時共にベアリングのアウトレースのように遊星ワークロールケージに公転力を与えて常時ケージをベアリングのリテーナーのように一定速度で公転させることである。引出しロール機は板に軽い張力を与えてプラネタリーから真直で平坦な帯板を引き出す役目をしている。巻取機は帯板を単にコイルに巻きとるだけの役目をしている。圧延速度は高圧下比圧延の場合は送り込みロールの周速によつて決められる。しかし低圧下比圧延の場合に圧延速度は引出しロールの周速によつて決めらる事もある。この場合は送り込みロール機は軽いバックのテンションを入口側で板にかける役目をする。

IV. 公転径 200 mm のシングルプラネタリーの温間圧延

ワークロールは直径 20mm、体長 200mm の 12 本組の遊星ロール群で中央のドライブロールの回転は約 980 rpm でケージの公転は約 435 rpm である。このプラネタリーで各種の特殊鋼、合金を冷間、温間、熱間で高圧下比圧延実験をしたが、遊星圧延によつて最もいちじるしく機械的性質の改善さなしたのは温間圧延であつた。そ

の 1 例を述べる。

高Cr-Al鋼 (Cr 26% Al 8% 含有の鋼) の温間圧延素材は厚 7 mm、巾 19mm のオーバル断面のコイルであつて、約 600~700°C でこれを厚 1.8mm、巾 20mm に遊星圧延し直に急冷して長尺コイルに 3m/mm の速度で巻きとつた。この高 Cr-Al 鋼は室温では一般に非常に脆い鋼であつて長い薄いコイルに圧延することは困難であつた。

しかしシングルプラネタリーではワンパスで、長時間連続で薄く圧延できて、しかも圧延さなしたコイルは非常に粘り強いコイルであつた。この鋼種はグレーングロースに敏感であり、また変態点がないから熱処理で組織を調整することもできない。その上高温加工後の析出脆性も多少あると思はる面倒な鋼である。要するに加熱回数を少くして比較的低温で強加工率圧延を極めて短時間に行うという熱間加工の組織改善の原則を徹底的に守らなければならぬ鋼である。シングルプラネタリーはこの原則を守るに極めて都合よくできている。短時間高圧下比圧延ができることは勿論であるがシングルプラネタリーは堅牢であるから低温圧延しても、びくともしない。この鋼は超耐熱鋼の部類であつて、600°C 付近では変形抵抗が非常に高いから一般の熱間ロールではロールにきずがつき易い。したがつて一般のロールでは高温圧延になる傾向があるがシングルプラネタリーではマイクロブイカース 450 の硬い板でも容易に冷間圧延できるそのワークロールで温間圧延するのであるから、超耐熱鋼を 500°C で楽に圧延できる。この場合約 500°C のオーバル素材はプラネタリーの強加工による変形熱で赤熱さなて 600~650°C に昇温してプラネタリーから引き出さなている。このように瞬時に高圧下比圧延された高Cr-Al鋼は室温で 180°C 曲げて密着させても折れないほどに粘り厚 1.8mm を厚 1.2mm に冷延しても割れない強靱なりボン材となつた。プラネタリーは圧延の出口速度が比較的遅いから高圧下比圧延直後に必要な温度まで急冷することも容易であつてマイクロ組織の安定化や析出脆性の防止や表面酸化膜の改良などに好都合である。

このようにシングルプラネタリーによつて所定の温度で瞬時に高圧下比圧延ができるから各種合金の機械的性質改善の新分野が豊富に残されており、今後の研究に期待されるものが大きい。ダブルプラネタリー（ゼンミアプラネタリー）は上下の同期機構などが弱から温間圧延の研究は充分できないだろうと推定される。

V. 共転径 400 mm シングルプラネタリーの工業化試験

ワークロールの直径は 35mm、体長 330mm、8 本または 12 本組の遊星ロール群で中央のドライブロールの回転 860 rpm、ケージの公転は 390 rpm で主モーターは 150 kW である。昭和 37 年春から圧延試験を開始し高炭素鋼、ばねステンレス、その他高級特殊鋼を試験圧延している。SK5 の圧延試験の 1 例を述べる。

素材は厚 25mm、巾 125mm、長さ 7m を連続的に急速加熱し約 850°C でプラネタリー入り厚 2 mm、巾 129mm に遊星圧延されて、約 20m/mm の速度で引き出しロール機を通つて巻取ドラムに巻きとられる。加熱炉に入る際は素材の後端に次々と新しい素材を炭酸ガス

溶接して連続的に長いコイルに圧延している。このコイルは強加工によつてマイクロ組織が非常に均一に微細化されて、圧延後の球状化焼鈍の時間が短縮できて、安定して微細球状化組織が得られる。またこのコイルのスケールは酸洗容易なスケールであつて酸洗時間も従来の約1/2で充分均一にスケールがとれる。その理由は瞬時に薄く強圧延されて、直にクーラントで自然に急冷されて約500°Cまで早く冷却されるからスケール中のFe₃O₄の含有が少くそのため酸洗が容易であると思われる。工業化試験の目標圧下比8:1を突破し10:1以上の圧下比で圧延できて、圧延されたコイルの品質も良好であつた。

VI. 結 言

公転径200, 400mmのシングルプラネタリーで冷間、温間、熱間圧延試験研究を実施し公転径200mmプラネタリーは主として各種合金の強加工による機械的性質などの改善研究に用いている。公転径400mmプラネタリーは主として各種の高級特殊鋼の圧延可能寸法の限界、最適圧延温度範囲などを研究中であつて将来さらに大型シングルプラネタリーの設計資料を十分に集めているところである。

今後各種金属、合金を最適の温度で瞬時に高圧下比圧延して機械的性質などを改善する研究の新分野が大いに開けるであろう。

669, 14, 018, 27, 621, 771
2, 016, 2, 012 - 531

(113) ばね用平鋼圧延における板厚制御方式について

住友金属工業製鋼所 631/3
高橋 敬一・山森格之助・野田 忠吉
中央技術研究所 美坂 佳助

On the Thickness-Control Method in Hot Rolling of Flat Spring Steel.

Keiichi TAKAHASHI, Kakunosuke YAMAMORI, Tadayoshi NODA and Keisuke MISAKA.

I. 緒 言

平鋼や帯鋼などの圧延鋼材の板厚変動については、これに影響する因子が多く、板厚寸法を一定に保つことは、現場作業上困難な問題である。したがつて、板厚制御を行なう必要があり、連続式圧延機では仕上板厚や圧延荷重を検出して、これをフィードバックし、ロール間隙を調整する方式が開発されている。

しかし、かかる方式を非連続式圧延機で一本一本の圧延材温度が変動する比較的短尺の平鋼を圧延する作業に適用することはできない。そして、板厚変動をなくするためには、仕上圧延機前において板厚変動に大きい影響をおよぼす圧延材温度を検出し、圧延材が仕上圧延機に到達する前に、あらかじめ、ロール間隙を調整しておくプリセット制御方式に頼らざるを得ない。

このため、まず、板厚におよぼす圧延材温度の影響を調査した。そして、圧延機の剛性および圧延材の熱間塑性特性を実験によつて求め、両者を用いてプリセット値を計算し、これを実験作業に応用し成功した。これはそ

の報告である。

II. 圧延材温度が板厚におよぼす影響

まず、仕上圧延機前の温度変動を調査した結果、80mm×11mmのZ種板ばねでは、一定ピッチで圧延されているときでも50°C以内の温度変動があり、作業が不安定なときには100°C以上も変動することがわかつた。

つぎに、圧延材温度が板厚に大きな影響をおよぼすことは言うまでもないが、温度が板厚におよぼす影響の程度は、圧延機の剛性や、圧延材の変形抵抗の大きさによつて異なる。このため、故意に温度変動させた圧延材を、ロール間隙一定の仕上圧延機で圧延し、板厚と温度との関係を調査した。その結果はFig. 1に示す通りである。すなわち、720°Cから870°Cの範囲では100°Cの温度変動があれば、80mm×11mmで0.32mm、80mm×9mmで0.45mmの板厚変動があることがわかる。

以上の温度変動の大きさおよび温度変動が板厚変動におよぼす影響の程度から考えて、プリセット制御を行なう意義があり、これを行なえば板厚変動を少なくすることができるのは明らかである。

III. 圧延機の剛性と圧延材の塑性特性の測定

プリセット制御を行なうために把握せねばならない仕上圧延機の剛性とばね鋼第6種の熱間塑性特性とを求めするために、数種の圧延条件で板ばねを圧延し、圧延荷重、圧延材温度、圧下量およびミルスプリングを測定した。

1. 平均圧延圧力

実験結果を用いて平均圧力を計算した結果をFig. 2に示す。圧下率が10%から30%の範囲では、平均圧延圧力は圧下率に比例して大きくなるが、圧下率以上に温度の影響が大きいことがわかる。

したがつて、圧延材の温度変動による圧延材の塑性特

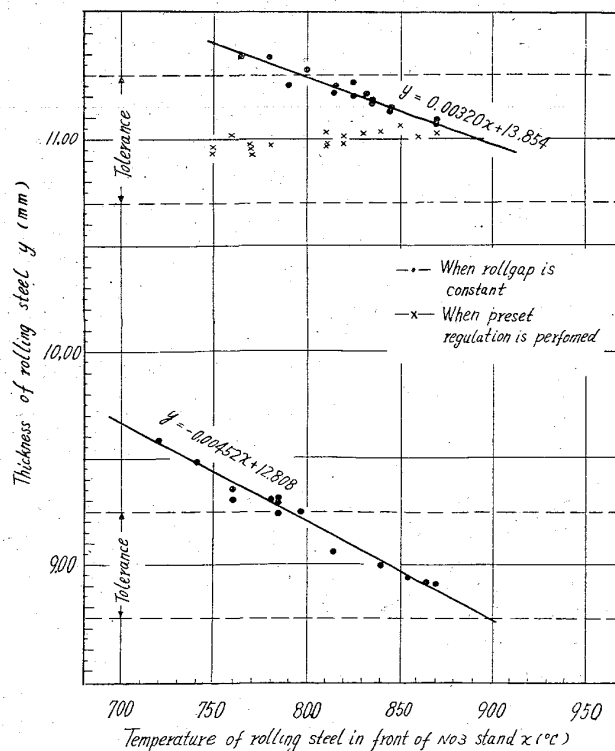


Fig. 1. Relation between thickness and temperature of rolling steel.