

Fig. 2. Influence of heating temperature on the hot workability. (heating time: 10 mn)

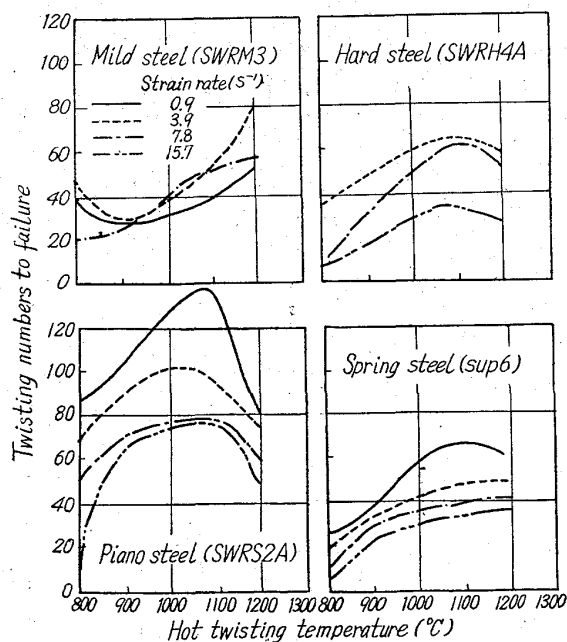


Fig. 3. Influence of hot working temperature after heating at 1200°C for 10 mn.

IV. 結 言

数種の実用鋼材の酸化加熱時のスケール性状を調査した結果、粒界侵入を伴う subscale の形成は各鋼種とも 1150°C から生じ、特に Sup 6, Sup 10 の如きばね鋼, Sus 24, Sus 27 ステンレス鋼では粒界侵入が深くかつスケールは silicate あるいは chromite 質のもので熱間加工性を著しく阻害することが判り、これらの粒界侵入の起らない温度減での鋼材の変形能、変形抵抗について実験しそれぞれの鋼種について加工温度を求めた。

文 献

1) 例えば GRIFFITHS: J. Iron & Steel Inst. (U.

K.), 130 (1934) p. 377, 132 (1935) p. 67, (1937) p. 165, PREECE: J. Iron & Steel Inst. (U. K.), (1944) p. 253

2) 大竹, 他: 日本金属学会誌, 21 (1957) p. 536, 640, 22 (1958), 23 (1959) p. 15

3) 太宰: 鉄と鋼, (1962) p. 1392

669.14.018.8:669.15'24'26-194.56
=621.9.016.2:620.191.31

(195) オーステナイト系ステンレス鋼の熱間加工性の改良について

住友金属工業鋼管製造所 63385
谷口 千之・江藤 重任
○井上 愧・梅田 洋一

Improvements of Hot Workability on Austenitic Stainless Steels. 1629~1631

Chiyuki TANIGUCHI, Shigetō ETŌ, Akira INOUE and Yōichi UMEDA.

I. 緒 言

オーステナイト系不銹鋼の熱間加工性の研究については、森島りを初め種々の研究が行なわれており、特に当所のごときマンネスマン製管法においては、ニッケルのバランス、含有酸素量など組成上の特性、すなわち、僅かの組成の相異が熱間加工性、とくに内面疵の発に生著しい影響を与えることがよく知られている。

とくに最近の如く高級材質の開発、すなわち 18%Cr-11%Ni-0.5%Ti or 0.8%Nb 鋼, 25%Cr-20%Ni 鋼, 18%Cr-11%Ni-2.5%Mo-0.5%Ti 鋼, 19%Cr-13%Ni-3.5%Mo 鋼, 20%Cr-32%Ni 鋼などの増加とともに製管性のみならず、Ti あるいは Nb 添加材以外の材質は分塊時の加工性、とくにコーナー・クラックの発生防止などの問題も注目されてきた。

本報ではこの種の加工性改良のために行なつた現場試験の中、稀土類元素処理の影響および丸鋼圧延比と高温振り試験の関係について行なつた調査結果を報告する。

II. 稀土類元素処理の効果について

上記のごとく分塊圧延時のコーナークラックおよびマンネスマン製管における内面カブレ疵の発生防止については、当所において最も留意した所である。不銹鋼の熱間加工性の改良効果については多くの研究が行われているが、当所においても稀土類元素の有効利用については昭和 32 年より検討を行ない、現在では 2, 3 の問題点を残すものの分塊圧延あるいは製管性の向上に極めて効果的である。

稀土類元素としては市販の Ce 45%, La 30% ものを使用したが、稀土類元素の脱酸力が強いためとくに当所の製鋼作業面では次の諸点に留意している。すなわち、1) 鍋中での cage 添加法の採用。2) 取鍋煉瓦への Al₂O₃-TiO₂ 系煉瓦の使用。3) 上注法の使用。4) 廻転鑄造の実施²⁾。などにより介在物とくに脱酸生成物の生成防止および浮揚の促進に努めている。

1. 分塊圧延時発生する疵防止について

前述のごとく 25%Cr-20%Ni 鋼, 20%Cr-32%Ni 鋼あるいは 19%Cr-13%Ni-3.5%Mo 鋼については、分

鋼圧延時コーナークラックの発生が甚しいため 450φ ~ 550φ の鋼塊を 200φ に分塊圧延後疵部の除去手入れを行ない、その後再び圧延を行ない製管用丸鋼の製作を行なっていた。併し稀土類元素の添加によりこの問題は全く解消し、現在では 1 heat 圧延を実施している。1例として 19%Cr-13%Ni-3.5%Mo 鋼稀土類添加前後の発生状況を Table 1 に示す。添加前はコーナークラックのかなり甚しいものが発生していたが、添加後の発生は全然認められていない。

2. 高温振り試験成績の向上について

高温振り試験は森島りの方法で行なっているが、特定材質の投入前後の高温振り試験成績の比較を Table 2 に示す通り成績の向上は著しく、これに伴ないこの種の材質で問題の多かつたマンネスマンにおける製管成績は著しく向上した。

3. 含有酸素量の低下および鋼質の改善について

1例を Table 2 に併記して示すが、酸素含有量の低下は著しくとくに命有量の高い 25%Cr-20%Ni 系の鋼でその傾向は著しい。またマイクロ清浄度においても A 型介在物(主として硫化物系)の低下が認められているが、B+C型介在物は稀土類元素の酸化物あるいは硫化物などの生成のため、若干増加の傾向にあるが鋼質的には改善されているものと考えられる。(なお Nb 入りの C 型の高いのは CbC+CbN 生成のためである。)

4. 稀土類元素処理の問題点について

以上熱間加工性改良を主体に述べたが、地疵成績あるいは各種腐食試験に対しても全然問題はない。しかし残された問題としては、1) 加工性改良の理論的究明。2) 各種材質別の適正添加量および稀土類元素含有量。3) Ring host の発生防止。4) 特定材質(たとえば Ti 入

り不銹鋼)に対する添加効果の確認。などの問題があり今後検討を続けていきたい。

III. 丸鋼圧延比の影響について

当所においては管材用ステンレスに対しては、450~550 mm φ の鋼塊を使用しているが、マンネスマン製管時には当然のことながら鋼塊組織の破壊度および鋼塊中心部の健全性、加工性、すなわち圧延比が問題になつてくる。

これを解明する意味で圧延した丸鋼について中心部と外周部より試験片をきりだし、1200°C、1300°C の温度について高温振り試験の比較を行なつた。振り回数値については材質特性、チャージ特性が考えられるので、振り回数比(中心部振り回数/周辺部振り回数)を一つの統計量として調査した。また 1200°C と 1300°C の温度間の振り回数においては、99.99% 有意で相関関係が認められたので 1200°C と 1300°C の振り回数比の相加平均値と丸鋼圧延比の関係を調査した。調査結果の一例を Table 3 に示す。

試験片の採取位置などよりしてかなりのバラツキがあるが、19%Cr-9%Ni 鋼あるいは 19%Cr-11%Ni-2.3%Mo 鋼などにおいて、丸鋼圧延比が 6 程度で振り回数比は 1 となる。また稀土類処理を行なつた 25%Cr-20%Ni 鋼、18%Cr-11%Ni-0.8%Nb 鋼についても、圧延比が 10 および 6 で振り回数比は 1~0.8 程度に達するが、18%Cr-11%Ni-0.5%Ti 鋼においては圧延比を 10 程度にしても 0.6 程度で圧延比を増加せしめても振り回数比の向上はみられない。これは Ti 鋼特有のものと考えられ、圧下スケジュールその他より検討を続けている。なお当所においては本結果よりして、製管用丸鋼、とくにマンネスマン製管用丸鋼については圧延比を 10 以上確保することに留意して鋼塊形状の選択を行なつて

Table 1 Effect of rare earth metal addition on blooming cracks.

Rare earth metal Add. (kg/t)	n	Very good	Good	Small crack	Middle crack	Large Crack	Corner Crack No.
—	94	21.3% 20	17.0% 16	18.1% 17	13.8% 13	26.6% 25	2.8
3	76	57.9% 44	31.6% 24	10.5% 8	0% 0	0% 0	4.5

Table 2 Effect of rare earth metal addition on high temperature torsion test results, oxygen content and micro inclusion.

Steel	Rare earth metal add. kg/t	High temp. torsion			O ₂ content 10 ⁻⁴ %	Micro inclusion test (JIS) 10 ⁻⁴ %		
		n	1200°C	1300°C		A	A+C	Total
19%Cr-13%Ni 3.5%Mo	0	8	15.9	13.0	83	308	236	536
	3	3	21.3	16.3	56	180	433	613
18%Cr-11%Ni 0.8%Nb	0	12	24.0	16.1	65	22	295	317
	3	10	38.2	29.2	44	14	476	490
25%Cr -20%Ni	0	7	25.2	21.8	131	297	562	859
	1~3	6	36.2	33.4	56	167	475	641

Note : La+Ce=0.03~0.10%

Table 3 Effect of ratio on torsion test results.

Steel type	Rolling ratio				Note
	3~5	5~7	7~9	9~11	
49%Cr -9%Ni (19%Cr -11%Ni -2.3%Mo)	0.712	0.908	0.915	1.008	
25%Cr -29%Ni	—	—	—	0.962	La-Ce add.
18%Cr -11%Ni -0.8%Nb	—	0.850	—	0.829	La-Ce add.
18%Cr -11%Ni -0.5%Ti	0.755	0.612	—	0.595	

いる。

IV. 結 言

以上熱間加工性に対する加工性，特に稀土類元素添加の影響および圧延加工比の影響について現場的な解析を主に記述した。現在までの研究においては生産技術面ではかなり改善効果が認められたものの，基礎的な問題についてはなお未解決の問題が残されており，次回には引続いて行なっている現場的な検討結果を含めて報告したい。

文 献

- 1) 森島：鉄と鋼，44 (1958) 5, 6
 - 2) 田上，小谷：鉄と鋼，48 (1962) 4
- 621, 771, 261 = 669, 14-
423, 2 = 621, 771, 011

(196) 山形鋼圧延におけるメタルフロー

東都製鋼技術部 63386
工博 浅野栄一郎・石田 徹

Metal Flow in Rolling of Angular Section Bar.

1631~1633
Dr. Eiichirō ASANO and Tōru ISHIDA.

I. 緒 言

熱間における形鋼圧延時のメタル・フローを理解することは，ロール孔型設計上，あるいは圧延作業上にも重要なことである。しかし，孔型圧延の場合の素材の変形は，板圧延の場合と異なり，歪と応力の3次元分布の特性を明らかにしなければ理論的な取扱いができない。したがって形鋼圧延における材料の変形についての報告はほとんどなく，圧延技術の改善と進歩は主として経験に頼っているのが現状である。この報告は，山形鋼圧延過程における素材の圧延方向と直角の断面の変形の状況を調査したもので，孔型設計上の有効な情報を得ることができた。

II. 実験方法

供試素材は，420 kg 型の鋼塊とし，造塊時に Fig. 1 に示す軟鋼板のネットワークを挿入した。

この素材を粗圧延したのち，所定の山形鋼，すなわち $\angle 90 \times 90 \times 7$ および $\angle 125 \times 75 \times 10$ の孔型圧延を行ない，各孔型でサンプルを採取した。

ネットワークの仕上がり寸法が粗材によつて若干ことなるために生ずるデータ解析上の誤りを軽減するた

め，1本の素材から相隣る孔型のサンプルをそれぞれ1個，計2個のサンプルを採取した。

なお成形は7パス（孔型）である。

さて，採取したサンプルの圧延方向と直角の断面のネットワークの変形状況をあらわすために，Fig. 2 に示すような方法で，各小部分について厚さおよび巾を求め，さらに厚減率および拡がり率（Table 1 参照）を求めた。

III. 実験結果および考察

(1) 各孔型における厚減率 (Reduction in thickness) について

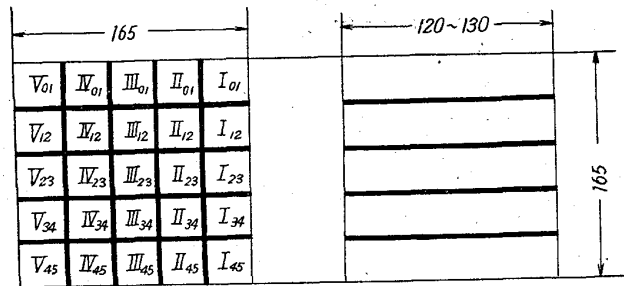
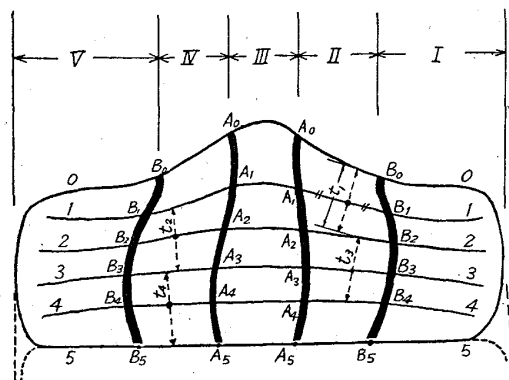


Fig. 1. Net work made of mild steel plate.



- t_1 : thickness of part IV-1 $\overline{A_0B_0}$: width of part IV-0 = bW_0
 t_2 : " IV-2 $\overline{A_1B_1}$: " IV-1 = bW_1
 t_3 : " IV-3 $\overline{A_2B_2}$: " IV-2 = bW_2
 t_4 : " IV-4 $\overline{A_3B_3}$: " IV-3 = bW_3
 $\overline{A_4B_4}$: " IV-4 = bW_4
 $\overline{A_5B_5}$: " IV-5 = bW_5

Fig. 2. Definition of thickness and width in the No. 2 shaping sample.