

(100) ステンレス鋼々塊の高温加工性について

八幡製鉄所技術研究所

加藤 健・○金井俊睦・阿部春夫

On the Hot Workability of Stainless Steel Ingots.

Takeshi Katō, Toshimitsu Kanai
and Haruo Abe.

I. 緒 言

ステンレス鋼の高温加工性は一般の鋼材に較べて劣っており、とくにオーステナイト系のものは加工性が悪い。それは材料固有の変形抵抗が大きいことと変形能が悪いためである。ステンレス鋼の変形能が悪いのは高温で二相組織を有するためであると考えられている。ところでオーステナイト系のステンレス鋼塊は粗大な柱状晶組織をフェライト系では粗大な柱状晶と自由晶の組織を呈しており、そのため組織の拡散均質化が進んだ熱間加工材に較べて粒界には不純物がより多く集積しており、またミクロ偏析のために二相組織の割合が多くなっている。そのために鋼塊の高温加工性は熱間加工材より劣ることは充分考えられる。ステンレス鋼の高温加工性を改善するためには二相組織の割合を軽減させるような成分調整を行なうこと、加工前の加熱を充分行なつて組織を均質化させることがある程度有効である。そのほか稀土類元素を加えたり、適当な脱酸剤を使用したりする方法もあるが、さらに鋼塊のマクロ組織を微細化すると良くなるという考え方もある。しかしこれらの効果を具体的に示した報告は少なく、とくに鋼塊について報告された例はきわめて乏しい。

最初の加工工程である分塊圧延は鋼塊の加工から始まることを考えれば鋼塊の加工性を明らかにしさらに上記改善法の効果を確認する必要があると考え当研究に着手した。当報告は高温加工性の試験法として広く用いられている高温捻回試験によつて2, 3の代表鋼種の鋼塊と熱間加工材の加工性の差を明らかにし、さらに稀土類元素添加の効果を確かめたものである。

II. 実 験 方 法

試料は 250 kg 試験電気炉にて熔解を行ない、250 kg または 100 kg の角型鑄型に注入し、鋼塊を中央より縦断、マクロエッチを行なつた後各組織の部分から鋼塊の縦方向に素材を切り出した。また比較材として鋼塊を丸棒に鍛造した。捻回試験の試料は 15 mmφ の丸棒の中央部を平行部 38 mm、径 9.5 mm に旋削し試験機の炉中

に装入し各試験温度に 30 分間保持した後 100 r.p.m. の捻回速度で試験を行なつた。この捻回速度は 1.31×10^{-3} の歪速度に相当する。

III. 実 験 結 果

(1) 17Cr 鋼

250 kg のフェライト系 17Cr 鋼鋼塊およびオーステナイト系 19Cr-9Ni 鋼鋼塊のマクロ組織を Photo. 1 に示す。この柱状晶域、自由晶域および柱状晶が衝突してできた面を含む隅角部から試料を採つて試験した。その結果を Fig. 1 に示す。これによると材料の変形抵抗を表

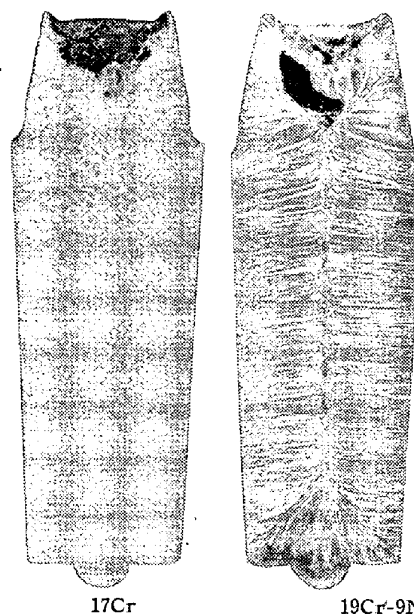
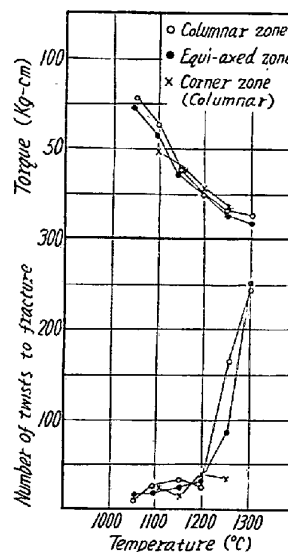


Photo. 1. Macro-structure of 250 kg stainless steel ingots.



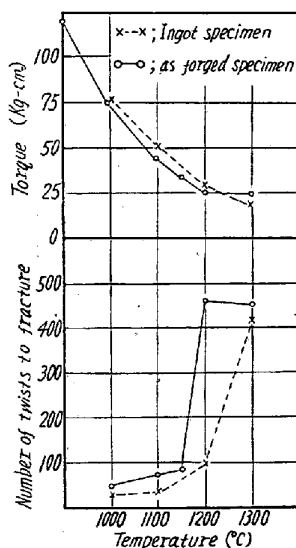
Chemical composition of ingot

C	Si	Mn	P	S	Cr
0.08	0.70	0.78	0.058	0.008	18.52

Fig. 1. Results of hot twist test for 17%Cr stainless steel ingots.

わすトルクは温度の上昇とともに低くなるが、鋼塊位置による差は認められない。一方材料の変形能を表わす捻回数には 1250°C 付近から急激に増加しており、しかも 1250°C においては鋼塊位置の差が大きく表われているように見られる。しかし 17Cr 鋼は一般にこの付近においてバラツキが多く必ずしも鋼塊位置の差ではなく顕微鏡組織の加熱による変化によるものと考えられる。

一方成分が近似している 2 個の 100 kg 鋼塊を 1 個は鍛造し他は鋼塊のままで試験した結果を Fig. 2 に示す。



Chemical composition of specimens

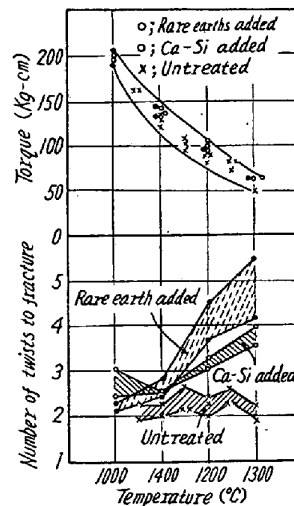
	C	Si	Mn	P	S	Cr
ingot	0.04	0.25	1.14	0.041	0.008	18.69
as forged	0.04	0.26	0.97	0.042	0.014	18.23

Fig. 2. Comparison of hot-twist test results for 17%Cr stainless steel ingots and the same as forged material.

これによるとトルクの点ではほとんど差がなく捻回数においては鍛造材の方がいくぶん高い値を示すが、とくに 1250°C においては差が大きい。17Cr 鋼の高温加工性は普通鋼に比しとくに劣つてはいない。

(2) 19Cr-9Ni 鋼

オーステナイト系のものは高温加工性が劣っており、とくに高 Ni-Cr 系のものには稀土類金属を加える方法が知られているがその効果および理由は明らかでない。当実験においては 19Cr-9Ni 鋼につき鋼塊と鍛造材についてその効果を調べた。鋼塊についての試験結果を Fig. 3 に示す。当試験の試料は鋼塊の柱状晶の中間部から 2 ~ 3 本を切り出した。この図で稀土類金属を加えていない試料の試験結果から 19Cr-9Ni 鋼塊の高温加工性を推定すると、17Cr 鋼に比しトルクは約 2 倍高く、捻回数では 1/10 以下の低い値であり、しかも温度の上昇によってもほぼ一定の値をとっている。

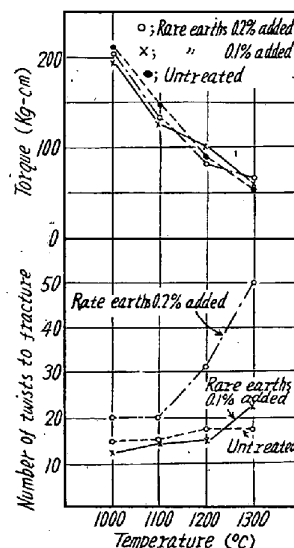


Chemical composition of specimens

	C	Si	Mn	P	S
Rare earths add.	0.06	0.50	1.58	0.027	0.008
Ca-Si add.	0.06	0.24	1.38	0.034	0.012
Untreated	0.07	0.14	1.26	0.024	0.007

	Cr	Ni	Ce	La
Rare earths add.	18.70	9.11	0.065	0.025
Ca-Si add.	18.33	8.82	—	—
Untreated	18.52	8.96	—	—

Fig. 3. Effect of the addition of rare earths or Ca-Si on the hot-workability of the 19Cr-9Ni stainless steel ingot.



Chemical composition of specimens

	C	Si	Mn	P
R. E. 0.2% add.	0.07	0.70	0.91	0.042
R. E. 0.1% add.	0.07	0.78	0.89	0.044
Untreated	0.07	0.70	0.92	0.045

	S	Ni	Cr	Ce
R. E. 0.2% add.	0.015	8.41	17.90	0.044
R. E. 0.1% add.	0.020	8.35	17.98	0.025
Untreated	0.019	8.38	17.90	—

Fig. 4. Effect of the rare earths addition on the hot workability of the forged 18Cr-8Ni stainless steel.

ところでこれに稀土類金属を 0.3% 加えたとくに 1200°C 以上の高温で捻回数が約 2 倍に向上した Ca-Si を脱酸剤として加えた場合もそれに近い効果が見出されている。

一方熱間加工材についても稀土類金属の効果を確めるため 250 kg 電気炉溶解の鋼を小取鍋に分注しそれぞれに稀土類金属を 0.1%, 0.2% 加えたものおよび何も加えない 30 kg 鋼塊とし、これを鍛造して試料を作った。この試験結果を Fig. 4 に示す。これによると 0.1% 加えたものは捻回数にほとんど変化は見られないが、0.2% 加えると捻回数が約 2 倍に増えており、鋼塊の場合と同じく変形能の向上に効果があつたと考えられる。

さらに Fig. 3 と Fig. 4 を比較すると 19Cr-9Ni 鋼の鋼塊と熱間加工材の高温加工性の差異を知ることができる。これによると両者の間ではトルクはほとんど変わらないが、捻回数においては鍛造材は鋼塊よりも数倍も高い値を示している。すなわち鋼塊の変化能は熱間加工材に比しきわめて悪いことがわかる。

その他 Ni の一部を N_2 で置き換えた AISI 200 系の鋼についても同様の試験を行なつたが、19Cr-9Ni よりもトルクがいくぶん高く捻回数も少ない。すなわち 200 系のものは 19Cr-9Ni よりやや高温加工性が劣る。

(101) キルド鋼板の圧延比と材質の関係について

尼崎製鉄 大黒 竹司・涌島 滋
深谷 更生・○佐藤 益弘

On the Relation between Reduction Ratio and Properties of Killed Steel Plates.

Takeshi Ōkuro, Shigeru Wakushima,
Nobuo Fukaya and Masuhiro Satō.

I. 緒 言

圧延比、あるいは鍛錬比と材質の関係については、従

来多くの報告があり^{1)~5)}、それらを総括すると、大体つぎの結論となる。

1. 長さ方向の材質は、鍛錬比 4~6 までは鍛錬比とともに向上するが、のち飽和する。
2. 横方向の材質は、鍛錬比 2~3 にて極大を有し、以後の鍛錬によつては、かえつて低下する。
3. したがつて成品の用途によつては、最適鍛錬比を考慮する必要がある。

しかし、これらの研究の多くは、小鋼塊と鍛造によつたもので、熱延ビレットおよび丸鋼については、先頃、八幡製鉄から調査結果が発表せられた⁶⁾が、鋼板の場合は圧延による断面形状変化が、相似形的でないで、これらの結果をそのまま当てはめるわけにも行かない。

そこでキルド 10 t 鋼塊から圧延した 6 種の板厚の鋼板について、その材質と圧延比との関係を調査した。

II. 試 験 方 法

Table 1 に示すキルド鋼塊 (1 チャージ: 6 本) を Table 2 に示す要領で、圧延比 (鋼塊厚/板厚)=4, 6, 7, 8, 12, 20 の各鋼板に圧延し、そのトップおよびボトムから試験片を採取したのち、サルファ・プリント、検鏡、引張、V ノッチ・シャルピーの各調査を行なつた。

Table 1. Ladle Analysis (%).

Heat No.	C	Mn	Si	P
H 637	0.23	0.60	0.20	0.009
Heat No.	S	Cu	Sol. Al	
H 637	0.019	0.18	0.005	

引張試験は JIS⁷⁾ 特 1 号 (全厚) と特 3 号 (部分) の両方、V ノッチ・シャルピー試験は JIS 4 号⁸⁾により、いずれも板厚表面と中心、圧延方向、直角方向、板厚方向の各場合について試験を行なつた。

III. 試験結果とその考察

1. サルファ・プリント

トップ直角方向面のサルファ・プリントにて認められた鋼塊樹枝状晶の長さの分布と圧延比の関係を Fig. 1 に

Table 2. Rolling course of the plates

Ingots			Slabs			Plates			
Thickness	width	length	Thickness	width	length	Thickness	width	length	reduction ratio
600 × 1530 × 1600 mm	No.1 No.3 No.4 No.5 No.6 No.2	300 × 1530 × 2200 mm				150 × 1700 × 3780 mm	4		
						100 × 1700 × 5300	6		
						86 × 1700 × 6200	7		
						75 × 1700 × 7540	8		
						50 × 1700 × 11000	12		
						30 × 1700 × 11000 × 2	20		