

Fig. 4. Relation of hot-workability and the number of twists to fracture with 17-7 PH stainless.

り  $\delta$  フェライト量の多いものは  $n$  が低く、また 1200°C を越えると  $\delta$  フェライトは急激に増加し、 $n$  は低下する。この場合真空アーク溶解と大気溶解の差異は明瞭でなかつた。

試みに  $n$  と粗角鍛造時の発生きずのきず取り評価点数 (これを熱間加工性とみなす) との関係プロットしたところ。Fig. 4 に示すとおり明らかな正相関を示しており、熱間振り試験による加工性の評価の妥当性が認められた。

IV. 結 言

ステンレス鋼の各種について熱間振り試験を行なつた結果次のことが解つた。

- (1) ステンレス鋼の 2, 3 の鋼種についてみると  $\delta$  フェライトが熱間加工性を害する一因になつてゐる。
- (2) マルテンサイト系ステンレス鋼 AISI431 においてはある  $\delta$  フェライト量までは破断回転数が低下しさらに  $\delta$  フェライト量が増加すると破断回転数は上昇する。
- (3) AISI 310 については C ならびに Si 量が破断回転数に著しく影響する。
- (4) 17-7 PH についてきず取り量と破断回転数とに著しい正相関があり熱間振り試験が加工性の評価に役立つことを示唆する。
- (5) 熱間振り試験の理論的な面には難かしい問題があると言われているが、実用的な面では生産管理上極めて有用であると認められるので今後振り試験による研究を更に進めたい。

文 献

- 1) F. K. BLOAM, W. C. CLARK, Jr. and P. A. TENINGS: Metal Progress, (1951) Feb., p. 250.
- 2) 森島: 鉄と鋼, 44 (1958) No. 6, p. 660.
- 3) 井上: 鉄と鋼, 48 (1962) No. 5, p. 704.
- 4) 田島, 久貝: 鉄と鋼, 42 (1956) No. 10, p. 980.
- 5) 塚本, 鈴木: 鉄と鋼, 47 (1961) No. 14, p. 1892.

て真空アーク溶解 (300 kg 型) したものとで後者の  $n$  が大きい。

(5) 17-7 PH ステンレスについて。

17-7 PH は Fig. 1 に示したとおり  $n$  が著しく低い。これは Al を含むことと  $\delta$  フェライトを多量に含むためと考えられる。

Fig. 3 に示すとおり

669.14.018.8 = 669.15'26 - 194 = 669.15'  
 (152) 18Cr および Cr-Mn ステンレス鋼への R-Ca-Si 合金の添加  $\geq 6'74$   
 (ステンレス鋼に対する希土類元素処理-I)  $\sim 194.56$   
 早稲田大学理工学部  
 工博 長谷川正義・○佐野 正之  
 東化工研究所 工博 田 辺 伊佐雄  
 〃 技術部 三 沢 正 敏

Addition of Rare Earth-Ca-Si Alloys to 18%Cr and Cr-Mn Stainless Steels. (Modification of stainless steels by means of rare earths addition-I)

Dr. Masayoshi HASEGAWA, Masayuki SANO, Dr. Isao TANABE and Masatoshi MIZAWA.

I. 緒 言

著者らは、鋼に対する希土類元素 (以下 RE と記す) 処理の効果に関する研究の一部として、市販の RE-Ca-Si 合金を用いた場合の効果を試験しているが、前報 (第 63 回大会) では 18-8 系ステンレス鋼 (AISI 304) および 29-20 系ステンレス合金 (Carpenter 20) について、とくに熱間性能の改良に効果があることを明らかにした。

引続き本報では、熱間性能に問題があると考えられる 18Cr 系ステンレス鋼 (AISI 430), および Cr-Mn 系ステンレス鋼 (AISI 201 および 202) を前回と同様少量の RE-Ca-Si 母合金で処理した場合の効果について実験した結果を報告する。

II. 実験方法

試料は前回は工業的に 30~50 kg のインゴットを造塊したが、今回は実験室の小型高周波溶解炉により 4 kg の鋼塊を溶製した。各鋼種とも溶解原料としてスクラップを 30~40% 装入した。

使用した RE-Ca-Si 合金の主要組成は T. RE : 31.7, Ca : 8.6, Si : 46.4% で、出鋼の直前に添加した。前回は RE 合金の添加量を現場的に 0.3% 一定としたが、今回は 18Cr 系では 0.15, 0.3, 0.5% とし、Cr-Mn 系では 0.2, 0.4% とした。なお前報においては、RE-Ca-Si 合金成分中の Ca-Si の影響が明らかにされていなかったため、今回は各鋼種に Ca-Si 合金 0.2~0.5% を添加したものを比較試料として用いた。また別に高 C-高 Cr 系も比較材として溶製した。かくして得られた試料は 18Cr 系が 6 種、Cr-Mn 系が 10 種、ほかに 0.15C-22Cr 系が 6 種、0.20C-22Cr-Mn 系が 10 種の合計 32 種である。これらの鋼塊は 14mm  $\phi$  に鍛伸して供試料とした。

III. 実験結果

(1) 化学分析および熱間加工

ここには分析成績の代表例のみを Table 1 に示した。試料中の (La+Ce) 含有量は、Cr-Mn 系では添加量に関係なくほぼ一定量を示した。RE 合金 0.2% 添加したときの歩留りは 65% 前後で、前回の現場溶解 (歩留り 10~25%) に比較して歩留りは良好であつた。

鍛造は 800~900°C に予熱した後、1100~1230°C に昇温し 90~120 mn 保持後、18Cr は上限 1050~1150

Table 1. Chemical composition of specimens. (%)

Specimens	C	Si	Mn	Cr	Ni	N	
						Soluble	Insoluble
18 Cr (AISI 430)	0.045	0.45	0.66	17.43	0.21	0.049	0.006
Cr-Mn (AISI 201)	0.096	0.64	7.30	18.23	4.95	0.233	0.003
Cr-Mn (AISI 202)	0.098	0.57	9.70	19.00	4.95	0.193	0.003

Table 2. Grain size and macrostreak flow.

Specimens	JIS grain size No.	Macrostreak flow
18 Cr (AISI 430)	None	4.2-63.0-(15)
	Ca-Si: 0.2	0-0-(0)
	RE-Ca-Si: 0.3	8.4-8.4-(1)
Cr-Mn (AISI 201)	None	12.6-96.6-(12)
	Ca-Si: 0.25	0-0-(0)
	RE-Ca-Si: 0.2	0-0-(0)
Cr-Mn (AISI 202)	None	8.4-25.4-(4)
	Ca-Si: 0.5	4.2-84.0-(20)
	RE-Ca-Si: 0.4	8.4-12.6-(2)

Note: RE=Rare earth.

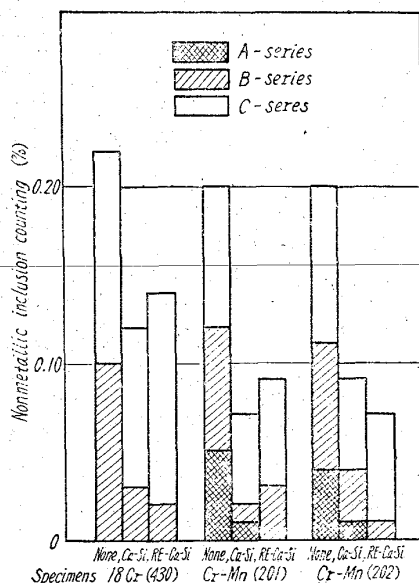


Fig. 1. Results of counting of JIS nonmetallic inclusions. (Note: RE=rare earth)

°C, 下限 950~1000°C, また Cr-Mn 系は上限 1150~1200°C, 下限 950~1000°C の温度範囲で加工した。

鍛造後、滲透探傷法により熱間亀裂を観察したが、各鋼種とも(インゴットの)底部に若干のマイクロ・クラックを認めたが欠陥と考えられる亀裂は見出されず、RE 処理の効果は比較できなかつた。

JIS 法による地キズ試験の結果の一例を Table 2 に表示したが、Ca-Si 処理材と RE-Ca-Si 処理材とでは大差がない。

## (2) 顕微鏡検査

JIS 法による非金属介在物、およびフェライト粒度(18Cr 系)、オーステナイト粒度(Cr-Mn 系)の試験結果の代表例を Fig. 1 と Table 2 に示した。清浄度は各鋼種とも Ca-Si, または RE-Ca-Si 合金で処理したものは介在物量を減少し、とくに A, B 系について顕著であり、RE 処理のものは A 系がほとんど認められない。しかしこの清浄作用は RE 単独の効果ではなく、むしろ Ca-Si による効果が大きいと考えられる。結晶粒度に関しては、Ca-Si および RE-Ca-Si 処理材とも影響はない。

顕微鏡組織は、18Cr 系については焼鈍(800°C×60mn 空冷)、Cr-Mn 系は溶体化(1080~1100°C×40mn 水冷)処理について検鏡した結果では、RE 処理がとくに金属組織に影響を与える点は認められなかつた。

## (3) 常温の機械的性質

硬さ、引張試験、衝撃試験を鍛造のまま、および焼鈍(18Cr 系)、溶体化(Cr-Mn 系)の状態について測定した結果を Table 3 に例示した。RE 処理により硬さ、引張強さ、伸び、絞りの値をやや増大する傾向があるに過ぎないが、衝撃試験の結果では、18Cr 系は RE 処理材が Ca-Si 処理材に比較して靱性が高く、Cr-Mn 系では前回の 18-8 系の結果に比しその差は微弱であるが同様の傾向は認められた。これは実験室溶解に基く材料の純度によるものと考えられる。

## (4) 高温の機械的性質

前述のごとく、鍛造作業の際には熱間加工性の比較ができなかつたので、前報同様とくに熱間加工性および熱間靱性を再現する熱間衝撃曲げ試験方法を考案して比較試験した。その結果は Photo. 1 に示した通り、RE 処

Table 3. Room-temperature mechanical properties.

Specimens		As forged					As heat-treated				
		Hardness (H <sub>B</sub> )	$\sigma_B$ (kg/mm <sup>2</sup> )	$\delta$ (%)	$\phi$ (%)	Kb (kg-m)	Hardness (H <sub>B</sub> )	$\sigma_B$ (kg/mm <sup>2</sup> )	$\delta$ (%)	$\phi$ (%)	Kb (kg-m)
18 Cr (430)	Ca-Si	98.2	91.0	6	4	0.25	81.2	55.3	32	68	0.7
	RE-Ca-Si	98.8	91.8	6	8	0.43	83.6	57.1	36	70	2.6
Cr-Mn (202)	None	93.1	85.9	36	66	19.6	85.3	70.4	59	69	28.6
	Ca-Si	98.2	90.2	25	67	20.5	88.6	69.2	62	71	29.2
	RE-Ca-Si	(100.5)	92.2	38	69	21.1	88.7	73.0	69	72	29.2

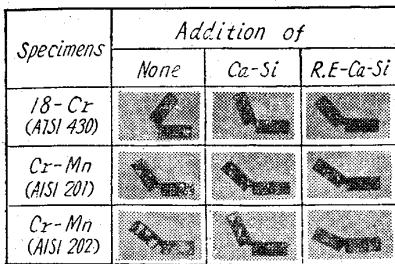


Photo. 1. Results of impact-bending test at 1,200°C.

以上のほか各鋼種について JIS 法による耐硫酸試験、粒界腐食試験、応力腐食割れ試験の結果と、Cr-Mn 系の冷間加工率と磁性の関係などについて報告する予定である。

理により熱間靱性の改良が認められ、とくに 18Cr 系においては顕著であった。そのほか熱間引張、熱間振り、熱間曲げ、クリープ試験などを行つて、同様比較した。

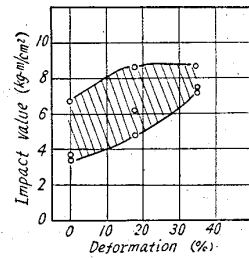
(5) その他の性質

リーブ試験片をつくり、シャルピー試験は、-70°C より 100°C の範囲において行ない、クリープ破断試験は 450°C および 500°C において行なつた。

III. 実験結果

(1) 衝撃値に

Fig. 1. Effect of deformation under the metastable austenite conditions on impact value of 13% Cr steel.



およぼす影響 (1) 衝撃値に およぼす影響 Fig. 1 は加工度と衝撃値の関係を示したものである。図にみるように衝撃値は加工度とともに増加し、35%の加工により約 3kg-m 向上する。つぎに試験温度を変えて衝撃値を求め遷移点を検討してみると Fig. 2 に示すように、普通焼入れの試料は約 -40°C に遷移温度が存在し室温で約 5kg-m の値を示したものが -50°C では約 2kg-m に低下する。しかし 35% オースフォーミングした場合には遷移点は約 -60°C に移り 20°C ほど低温側にずれる。そして -50°C においても 4kg-m 以上の衝撃値を示した。

延性-脆性の遷移点を更に詳しくみるために -50°C における衝撃試験後の破断面を電子顕微鏡により観察すると Photo. 1 (a) および Photo. 1 (b) にみるように、普通焼入れの試料の破断面 (Photo. 1 (a)) は脆性破面であることを示している。これに反しオースフォーミングした試料の破断面 (Photo. 1 (b)) は粒状模様を現わし延性的に破断したことを明瞭に示している。

焼入れ後焼戻すと一般に衝撃値は増すが、本実験の場合も同様に焼戻し温度の上昇とともに衝撃値は増加する。しかし 550°C まで焼戻すと衝撃値は急激に低下す

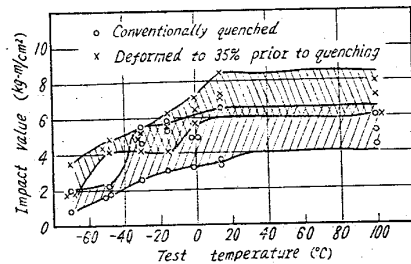


Fig. 2. Effect of test temperature on impact value of 13% Cr steel.

621,785,797,669,15'26-194,539,539  
(153) 13 Cr 鋼の衝撃値およびクリープ破断強さにおよぼすオースフォーミングの影響

金属材料技術研究所 細井祐三  
Effect of Ausforming on Impact Value and Creep Rupture Strength of 13% Cr Stainless Steel.

Yuzo Hosoi

I. 緒言

準安定オーステナイト域において塑性加工後焼入れるというオースフォーミング処理を 13Cr 鋼に施すことにより耐食性を害することなく常温の機械的性質を向上させ得ることをすでに報告してきた。衝撃値およびクリープ破断強さは鋼の低温および高温の強度を示す代表的な値であり、一般に塑性加工により種々の影響をうけるので、本研究においてはさらに 13Cr 鋼のこれらの性質におよぼすオースフォーミングの影響を検討した。

II. 実験試料および方法

供試材は AISI 410 型ステンレス鋼に相する 13Cr 鋼で主な化学成分は、13.6% Cr, 0.15% C であつた。実験方法はすでに述べた方法<sup>2)</sup>に準じたもので、950°C においてオーステナイト化後、450°C に急冷して同温度で圧延加工後焼入れ、ついで液体窒素に浸漬したのち、試験片を機械切削して、シャルピー試験片およびク