

は残留炭化物の Cr 含有量はいちじるしく低く、この温度に保持中に Cr の大半が炭化物に濃縮して、以後 A_{r1} の冷却域ではわずかに Cr が濃縮するにすぎない。(Fig.4)

(4) 恒温変態による層状炭化物

層状炭化物のみを析出させることは実際上不可能であるが、恒温変態によって層状炭化物をできるだけ析出させた場合の抽出炭化物の Cr 量は球状炭化物よりわずかに低い。

III. 結果の検討

Cr を含まない高炭素鋼と、1.5% Cr を含む軸受鋼に析出する炭化物の拡散速度は、前者の方が大きいことは顕微鏡的にも観察されるし、また A_{c1} 直上で両者にほとんど差異がないが高温になるにしたがつて前者の炭化物の方が遙かに大であることが報告されている。

(1) 連続冷却時、速かな冷却速度で大きく成長する網状炭化物は Cr の含有量が少い。これは C との親和力の強い Cr が炭化物を形成して成長するよりも、Cr の含有量少く拡散速度の大きい炭化物がより速く成長するものと考えられる。

(2) 圧延材を $A_1 \sim A_{cm}$ 間に昇温保持すると、高温長時間のものほど、すなわち残留炭化物が大きく成長したものほど Cr 含有量が少い。Cr に富むソルバイトは微細なため溶解し、拡散速度の大きいものがわずかな温度の上下で凝集成長したものと考えられる。しかし連続冷却時のものに比して、昇温過程および保持中に Cr は相当炭化物に濃縮している。

(3) 球状化焼鈍鋼は、Cr に富む共析炭化物がすでに球状化を完了しているために昇温しても親和力が強く難溶で、むしろ Cr の少ない初析炭化物が溶解するため高温長時間ほど残留炭化物中の Cr 含有量が高くなるものと考えられる。

(4) 焼ナマシ過程では、昇温時 matrix の Cr に富む微細なソルバイトはほとんど溶解し、Cr の少い炭化物のみが残存しているが、この温度に保持中に Cr は親和力の差によって大半炭化物に濃縮する。この温度での拡散速度は Cr の含有量如何にほとんど左右されないためと思われる。

(69) 不銹鋼の非金属介在物に関する研究

(18-8-Ti, 18-8-Cb 不銹鋼について)

住友金属工業、鋼管製造所

工〇田上 豊助・井上 俊輔

Non-metallic Inclusions in Stainless Steels.

(18-8-Ti and 18-8-Cb steel)

Toyosuke Tanoue, Syunsuke Inoue.

I. 緒 言

一般の弧光炉や高周波炉で熔製される各種の不銹鋼のうちで 18-8-Cb と 18-8-Ti はとくに非金属介在物や砂疵が多いことが知られている。18-8-Cb や 18-8-Ti は C や N と親和力の強い Cb や Ti を含有するため、炭化物や窒化物の生成が清浄性低下の原因であると考えられているが、一般の製品材の C 含有量と N 含有量の範囲で、C と N のいずれがどの程度清浄性の低下に影響しているかはまだ明らかでない。非金属介在物のより少い製品を製造するためにはこの点を明らかにする必要があると考えられるので、真空熔解炉を使用して C および N 含有量の異なる種々の 18-8-Cb, 18-8-Ti を熔製して、非金属介在物の生成量と C および N 量との関係を調査し、C および N の清浄性低下におよぼす影響度を究明した。

II. 実験方法

(1) 試験材料の熔製

非金属介在物の生成におよぼす C および N 含有量の影響を試験するためには O 含有量が低く C および N 含有量の種々異なる試験材料を必要とするため、熔解雰囲気を変更し得る真空熔解装置を使用して試験材料の熔製を行った。C 含有量の調節は銑鉄の添加により行った。N 含有量の調整は熔解後の真空保持時間の調節、炉中に導入した N_2 ガスの分圧の調節および窒化クロムの添加により行った。

C 含有量の影響の試験のためには N 含有量低く C 含有量の異なる材料を、N 含有量の影響の試験には C 含有量低く N 含有量の異なる多数の材料を熔製した。その成分範囲はつぎの通りである。

18-8-Cb	C%	N%
C 含有量の影響	0.007~0.23	0.0006~0.0012
N "	0.008~0.017	0.0006~0.242
18-8-Ti		
C 含有量の影響	0.008~0.93	0.0005~0.0011
N "	0.006~0.017	0.0007~0.103

(2) 試験方法

鋼塊を鍛造比 10 の丸棒に鍛造し、中心を通る縦断面を顕微鏡で観察した。一部の材料については鑄造のままの試験片について鑄造組織を調査した。非金属介在物の量は学振第 3 法によって測定し検査面に対する介在物の面積率をもつて表示した。介在物の組成確認のため、試

験片を電解して介在物を抽出し抽出残渣を X 線撮影し、マイクロフォトメーターにより記録してその組成を調べた。

III. 試験結果

(1) 18-8-Cb

C 含有量の種々異なる試験片について C 含有量と介在物量との関係を調査した結果を Fig. 1 に示す。介在物

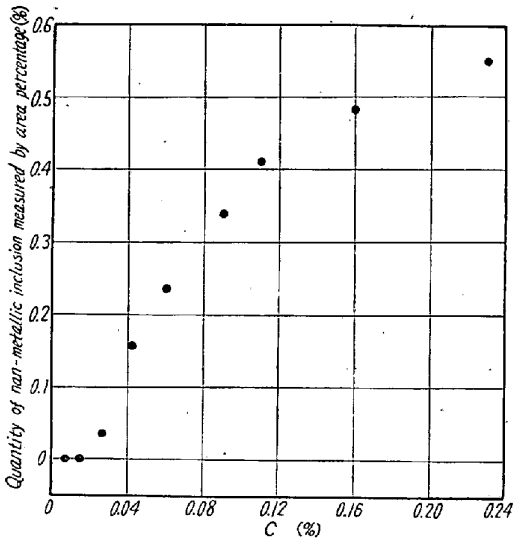


Fig. 1. Relation between non-metallic inclusion cleanliness in 18-8-Cb stainless steel and its carbon contents.

は 18-8-Cb 特有の白色介在物のみについて面積率を測定した。C 0.02% 以下の試験片には白色介在物は全く見られず、存在する介在物は黒色球状の酸化物か不定形の硫化物のみであつた。C 0.02% 以上になると白色介在物が現われてきて C の増加にほぼ比例して増加してくるが、C が高くなると C 含有量の増加に対する介在物の増加の割合は若干少なくなつてゆく傾向が見られた。C 含有量の介在物量との関係より、Cb の炭化物の析出が 18-8-Cb の清浄性の低下にきわめて大きな影響を有していることが判明した。X 線回折の結果生成している介在物は CbC の化合形態の炭化物であることが認められた。鑄造組織を調べた結果、C の高い試験片ではオーステナイトの粒界に炭化物が共晶状に析出しており C 含有量の高い試験片ほど共晶部の面積が大きい傾向が見られた。圧延や鍛造した一般の製品材ではこの共晶炭化物がこわされて分散した状態に分布しているものと考えられる。

N 含有量と介在物量との関係を調査した結果を Fig. 2 に示す。図に見られるように N 含有量の清浄性におよぼす影響は C 含有量の影響に比してきわめて小さく、0.05% 以下では白色介在物は見られなかつた。一般の電気炉

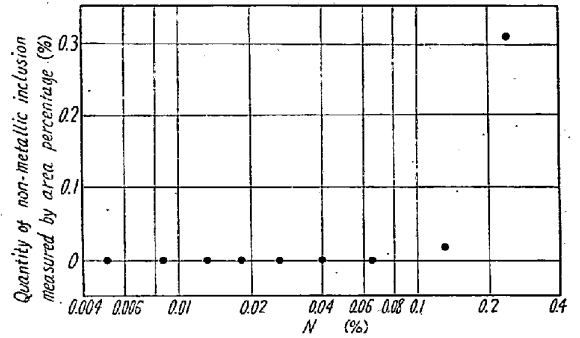


Fig. 2. Relation between non-metallic inclusion cleanliness in 18-8-Cb stainless steel and its nitrogen contents.

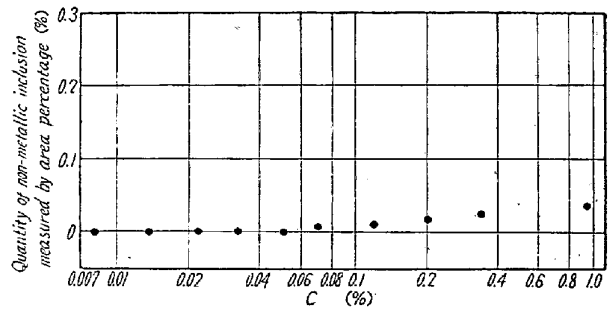


Fig. 3. Relation between non-metallic inclusion cleanliness in 18-8-Ti stainless steel and its carbon contents.

製の 18-8-Cb の N 含有量は 0.015~0.030 % であるので、普通の熔解条件の下では窒化物の生成による顕微鏡清浄度の低下は問題にならないものと考えられる。

(2) 18-8-Ti

C 含有量と介在物量との関係を調査した結果を Fig. 3 に示す。C 0.05% 以下の試験片では介在物ほとんど見られなかつたが、それ以上になると微細な介在物の生成が見受けられた。18-8-Cb に比すれば C の影響は遙かに小さい。N 含有量の影響を調べた結果を Fig. 4 に

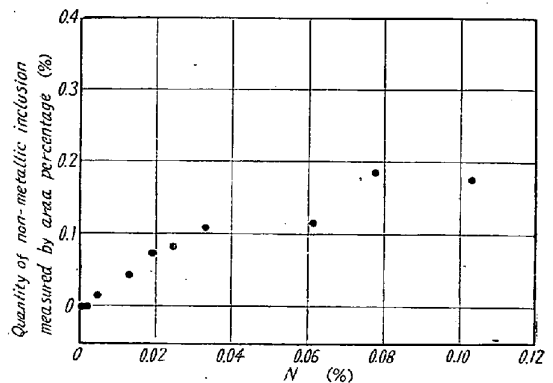


Fig. 4. Relation between non-metallic inclusion cleanliness in 18-8-Ti stainless steel and its nitrogen contents.

示す。N 0.002% 以下の試験片については黄白色介在物の存在は見られなかつたが、それ以上のN含有量になるとN含有量が増加するにしたがつて介在物がいちじるしく増加する傾向が見られた。一般の 18-8-Ti では 0.015~0.025%のNを含有しているので窒化物の生成が清浄性低下の最大因子であると考えられる。X線回折の結果 TiN の化合形態であることを確認した。

IV. 結 言

18-8 系不銹鋼のうち、とくに清浄性の悪い 18-8Cb, 18-8-Ti の非金属介在物の生因について試験を行った。その結果 18-8-Cb については凝固末期における CbC の析出が、18-8-Ti においては熔鋼中における TiN の生成が清浄性低下の原因であることを確認した。18-8-Cb における窒化物の生成、18-8-Ti における炭化物の生成の顕微鏡的清浄性におよぼす影響は小さい。18-8-Cb の清浄性を向上するにはC, Cb の含有量を低くすればよいが、炭化物の存在は鋼種の特長として容認さるべきことと考えられる。分散した良好な分布形態とするために加工比を大にすればよい。18-8-Ti の清浄性の向上のためには製鋼原料より造塊にいたる製鋼過程について、N量の低下と熔鋼の窒化の防止に対する十分な対策が必要である。

(70) Cr-Ni オーステナイト鋼におよぼす Ti の影響

金属材料技術研究所

工 中川 竜一・〇工乙黒 靖男

Effect of Titanium on Cr-Ni Austenitic Steels.

Ryūichi Nakagawa, Yasuo Ootoguro.

I. 緒 言

前報において Cr-Ni オーステナイト鋼の高温特性におよぼす Nb の影響を調べるため、Nb, C を種々の比率で加えた試料のクリープ・ラプチャー強度、高温変形抵抗、時効硬度、顕微鏡組織、X線回折による析出物の解明と上記機械的性質との関係を報告したが、本報では同様に Ti について、高温変形以外の上記の実験と、高温引張試験とを行い、Ti, C の影響を調べたので報告する。

II. 試 料

試料は目標C量 0.03, 0.1, 0.2, 0.3% に対し、おのおの Ti を 0, 0.5, 1.0, 1.5, 2.0% 添加し、さらにCの影響を調べるため、0.4% C, 1.0% Ti, 0.5% C 1.5% Ti の2つの試料を溶解した。予報ではC量の高い試料についてのみ示す。

試料の化学組成を Table 1 に示す。試料は 10kg 高周波溶解炉で 6kg 溶製し、80mmφ×120mm の鋼塊に鑄造、黒皮を旋削後 18mmφ の丸棒に熱間鍛造した。各試料は 1100°C×1h の溶体処理を行った。

III. 実 験 結 果

a) 時効硬度

時効は上記溶体処理後 600, 650, 700, 750°C で 500 h まで行った。C量の低いグループでは、Fig. 1 に時効曲線の一例を示したが、全体的な硬度は Ti を含まない試料が高く、Ti % の増加に伴い減少してくる。硬度上昇の割合は Ti を含まない試料 1 と最大 Ti % の試料 5 とはほぼ等しいが、前者は硬度が漸増するのに比べ後者は 100 h 付近までほとんど変化せず 300 h で硬化する。Ti 量が両者の中間にある試料 3 は硬度上昇の割合が最も少い。したがって硬度上昇は Cr₂₃C₆ と TiC の析出によるものである。C量の高いグループでは低いグループに比べ全体的に硬度は高いが、Cr₂₃C₆が凝集するためか、硬度上昇の割合は少い。600, 650°C の時効温度で硬度上昇は比較的顕著であるが、700, 750°C で

Table 1. Chemical composition of specimens.

No.	C (%)	Ni (%)	Cr (%)	Ti (%)	Mn (%)	Si (%)	N (%) sol.	N (%) insol.
T 1	0.24	11.97	19.04	0	1.99	1.04	0.0310	0.0006
T 2	0.26	11.65	17.85	0.27	2.05	0.97	0.0099	0.0141
T 3	0.26	11.57	17.67	0.84	2.18	1.08	0.0039	0.0076
T 4	0.25	10.77	18.10	1.34	2.06	1.16	0.0018	0.0064
T 5	0.24	11.43	18.69	1.66	1.98	1.08	0.0020	0.0112
T 6	0.40	11.23	17.95	0	2.02	0.97	0.0242	0.0002
T 7	0.34	11.65	18.86	0.41	2.04	0.80	0.0076	0.0079
T 8	0.37	11.05	18.56	0.88	2.26	1.07	0.0044	0.0081
T 9	0.31	10.96	18.00	1.36	1.97	1.13	0.0027	0.0161
T 10	0.35	10.93	19.10	1.87	1.96	1.05	0.0029	0.0178
T 11	0.42	11.49	18.29	0.93	1.99	0.97	0.0014	0.0066
T 12	0.49	11.05	18.42	1.40	2.57	1.17	0.0013	0.0072