

焼入後常温放置による残留オーステナイトの安定化は N のみの添加によつてはほとんど進まないが, C の添加はややこれを促進する。

(98) 25% Cr-Fe 合金の窒素吸収に およぼす N 量および C 量の影響

(耐熱材料における合金元素としての
窒素の作用について—Ⅶ)

The Effect of N Content and C Content on the Nitrogen Absorption of 25% Cr-Fe Alloys.

(On the function of nitrogen as an alloying
element in heat-resisting materials—Ⅶ)

Omi Miyakawa, et alius.

東京工業大学 工博 岡本正三
東京都立大学 工〇宮川大海

I. 緒 言

第4報および第6報において 20% Cr-Fe 合金の N 吸収におよぼす C 量および N 量の影響について検討した。Cr-Fe 合金における Cr 量の増加は N の溶解度を高め, N の吸収に好都合であると思われ, したがつてまたこの N の吸収によつて合金のオーステナイト化も容易になると思われる。また反面 Cr はフェライト生成元素であるために Cr 量の増加によつて合金は高温におけるオーステナイト量を減ずることもあるであろう。また得られた鋼の変態挙動はどうであろうか。

本報ではこれらの点を明らかにする目的で, 25% Cr-Fe 合金に N および C をそれぞれ単独に, または同時に添加して, 高純度の N 雰囲気中で加熱し, N の吸収によつて合金がオーステナイト化する状況や, 生成オーステナイトの熱処理挙動などをしらべた。

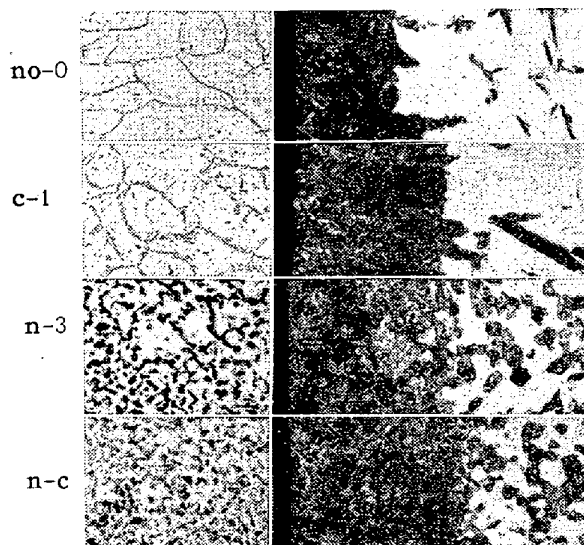
II. 試 料

第6報と全く同様な原料金属を用い, Cr 25% で C および N を加えない合金, C を 0.1% 加えた合金, また本合金に大気中熔製で安全確実に合金化しうる最大 N 量は約 0.3% と考えられるので, N を 0.3% 単独にあるいは 0.1% C と同時に加えた合金計 4 種のものを試料とした。各試料の記号をそれぞれ nc-0, c-1, n-3, n-c とする。試料の調製, N 吸収処理, およびその後の実験法などはすべて前報と同様であるのでここでは省略する。

III. 実 験 結 果

1. N 吸収による顕微鏡組織の変化

Photo. 1 は N 吸収前後の各試料を 10% 蔞酸溶液を



Left: Heated at 1150°C for 1/2h and furnace cooled.
Right: Nitrogen absorbed at 1250°C for 4h and
furnace cooled. ×50 (×1/2)

Photo. 1. Microstructures of 25% Cr-Fe alloys.

用いて電解腐蝕した場合の顕微鏡組織で, 左側にしめした N 吸収前の nc-0, c-1 はほとんどフェライト単相であるが, c-1 では主として粒界に炭化物の集りがみとめられる。n-3, n-c ではともに元オーステナイト相であつた部分がみられるが, その量は n-c では 0.1% C の添加のため n-3 よりやや多いようである。また結晶粒は N を添加した n-3 および n-c ではいちじるしく微細化することがみとめられるが, C 添加の影響は nc-0 と c-1 また n-3 と n-c とを比べてみてもあまり顕著でないといえる。

これらの試料を 1250°C に 4 h きわめて高純度の N 雰囲気中で加熱後炉冷すると, 20% Cr-Fe 合金にけると同様に各試料とも N 吸収の温度で周辺部はもとオーステナイト単相であつたことを示す組織となり, さらに内部はフェライトと元オーステナイトであつた部分との混合組織となつている。20% Cr-Fe 合金の場合は, いずれの試料でも, これら元オーステナイトであつた部分はその分解様式に二種以上あり, 電解によつて黒く腐蝕されやすい部分の外に, 腐蝕されにくい白い部分が多少ともみとめられたが, 25% Cr-Fe 合金では, いずれの試料でも, 元オーステナイトであつた部分の分解様式の多様性はみとめられないようである。

この周辺部の元単一オーステナイトであつた部分の深さは, 同じく炉冷状態で, nc-0 ではこれと同様に N も C もともに加えない 20% Cr-Fe 合金の場合に比べてほとんど変わらず, 他の試料でも同量の N および C を添加した 20% Cr-Fe 合金に比べてそれぞれやや減少する程度であり, また内部のフェライト中に混在する元

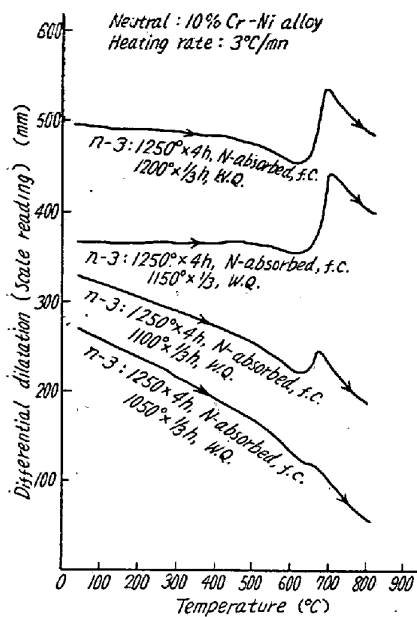


Fig. 1. Differential dilatation curves of 25% Cr-Fe alloys.

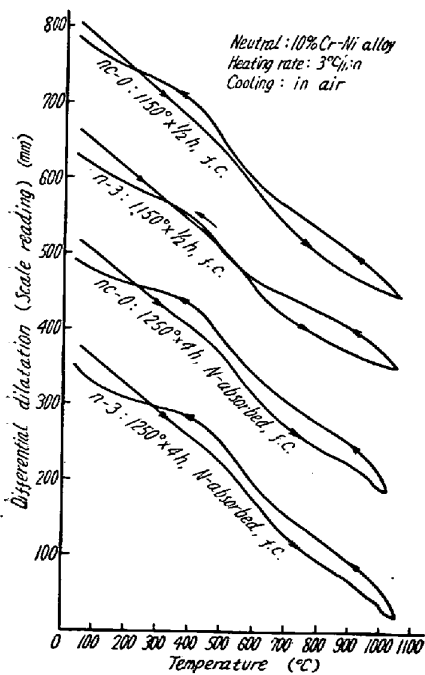


Fig. 2. Differential dilatation curves of N-absorbed n-3 specimen after water quenching from various temperatures.

もとより、n-3 においてもオーステナイトの生成を示す収縮は 1050°C まで全く現われない。さらに N 吸収後においてさえ、両試料とも、その加熱曲線には 1000°C 付近にごくわずかの収縮がみとめられるのみである。このことから 25% Cr-Fe 合金では Cr 量の増加のために、加熱時のフェライトからオーステナイトへの変態の開始温度が 20% Cr-Fe 合金の場合にくらべてかなり

オーステナイトであつた部分の N 吸収による量的変化の傾向も 20% Cr-Fe 合金の場合に比べてそれぞれあまり変らない。一方、N 吸収量は Cr 量を 5% だけ増加したことによつて同量の N および C を添加した 20% Cr-Fe 合金の N 吸収量に比べてそれぞれ大巾に増加し、nc-0, c-1, および n-c ではそれぞれ 70% 程度の、また n-3 では 100% にもおよぶ増加率を示し、Cr 量の増加が N 吸収をいちじるしく容易にすることを知つた。

2. N を吸収した不均一材の熱膨脹測定

N 吸収前および N 吸収後の炉冷試料を 1050°C まで加熱冷却して示差膨脹を測定した結果の一例を Fig. 1 に示す。この図の加熱曲線を見ると N 吸収前、nc-0 は

上昇したことが推測される。

そこでこれを確かめるために N 吸収後の n-3 を例にとり、1050°C, 1100°C, 1150°C, および 1200°C の各温度に 1/3 h 保持して水冷した試料について、加熱時の示差膨脹を測定した。Fig. 2 はその結果で、いずれの焼入温度の場合にも、630°C~700°C の温度範囲で水冷による残留オーステナイトの分解を示す異常膨脹が現われるが、この膨脹量は 1150°C 水冷のとき最も大きく、焼入温度が 1100°C に下るとかなり減少し、さらに 1050°C ではほとんど現われない。また焼入温度が下ると、この膨脹量の減少に対応して、600°C 付近までの加熱曲線の傾きは次第に大となり、焼戻によつて分解する前に存在した残留オーステナイト量の減少を示している。

後述のごとく、25% Cr-Fe 合金においてもオーステナイトであつた部分は 1200°C からの水冷によつてほとんど完全にオーステナイトのままに残留し、これが焼戻によつて分解して異常膨脹を示す。したがつてその膨脹量は各焼入温度におけるオーステナイト量に比例するものと考えられる。これらのことから 25% Cr-Fe 合金では加熱時のフェライトからオーステナイトへの加熱変態は 1050°C 付近から始まることがわかる。

焼入温度が 1200°C になると、1150°C のときに比べて、上記膨脹量はごくわずかに減少している。これは 1150°C をこすとわずかながら δ フェライトが増加することを示唆している。

なお、Fig. 1 の N 吸収試料の加熱曲線において 1000°C 付近にあらわれるわずかの収縮は、N 吸収によつて生じた試料表面の最も N 量に富んだ部分が、この温度ですでにわずかずつ変態を始めたことによると考えられる。

3. 単一オーステナイト層の焼入および焼戻に対する挙動

N 吸収試料を 1200°C に 1/3 h 保持して水冷し検鏡すると、各試料とも元単一オーステナイトであつた部分は表面から最深部までほとんど完全にオーステナイトのままに残り、硬度も一様に Hv 300~350 程度をしめす。

次に水冷によつても単一オーステナイトであつた部分に残留したオーステナイトの焼戻挙動をしらべるために、これらの焼入試料を常温より加熱して示差膨脹を測定すると、いずれの試料も 600°C あるいはこれよりやや高い温度から残留オーステナイトの分解を示す異常膨脹があらわれ、700°C をすぎるとこの膨脹は終る。

以上の焼入、焼戻に対する単一オーステナイトの挙動

では n-3, n-c のごとく N を添加した合金の水冷時の硬度が他のものよりやや高いことのほか、添加元素の影響は特にみとめられなかつた。

4. 単一オーステナイト層のサブゼロ処理に対する挙動

N 吸収試料を 1200°C に 1/3 h 保持して水冷後直ちに液体酸素中に 1/2 h 浸漬してサブゼロ処理を行うと、各試料とも、元単一オーステナイトであつた部分の硬度は水冷のままほとんど変わらない。すなわち、25% Cr-Fe 合金では 20% Cr-Fe 合金の場合と異なり、N および C 量の如何を問わず、焼入された元単一オーステナイトであつた部分に残留するオーステナイトのサブゼロ処理に対する感受性はきわめて小さい。したがつて、サブゼロ処理に対する安定化現象もみとめられず、これらの試料を水冷後 2 週間常温に放置してサブゼロ処理を行なつた場合の硬度も水冷後のものとほとんど変わらない。

IV. 結 言

以上の研究結果を要約するとつぎのごとくなる。

(1) 25% Cr-Fe 合金に大気中熔製で安全に合金化しうる最大 N 量は約 0.3% である。

(2) 25% Cr-Fe 合金を N 雰囲気中で 1250°C に 4 h 加熱したとき、試料の表面にできる単一オーステナイト層の深さは、同量の N および C を添加した 20% Cr-Fe 合金の深さにくらべてそれぞれやや減少するが、N 吸収量は 20% Cr-Fe 合金にくらべてそれぞれ大巾に増加する。

(3) 25% Cr-Fe 合金への熔製時における N の添加およびそれらの合金の固態状態における N の吸収によつて、合金に生じたオーステナイトは炉冷によつてフェライトに変るが、このフェライトよりオーステナイトへの加熱時の変態は 20% Cr-Fe 合金の場合よりかなり高く 1050°C 付近から始まる。

(4) N 吸収試料を 1200°C に 1/3 h 保持して水冷すると、元単一オーステナイトであつた部分は、20% Cr-Fe 合金の場合と異なり、ほとんど完全にオーステナイトのままで残る。この焼入によつて元単一オーステナイトであつた部分に残留したオーステナイトは 600°C 以下ではかなり安定であるが、焼戻によつて 630°C 付近から分解し始め 700°C では全く分解する。このような元単一オーステナイトであつた部分の焼入、焼戻に対する挙動は添加 N 量および C 量によつてあまり影響されない。

(5) 焼入された元単一オーステナイトであつた部分に残留するオーステナイトのサブゼロ処理に対する感受

性は 25% Cr-Fe 合金では 20% Cr-Fe 合金と異なり、添加 N 量および C 量の如何にかかわらずきわめて小さい。

(99) オーステナイト鋼におよぼす Nb の影響

(クリープラプチャー強度と時効硬度について)

Effect of Nb on Austenitic Steels.

(On creep-rupture strength and aging hardness)

Yasuo Ootoguro, et alii.

金属材料技術研究所 工 中川竜一

” 工〇乙黒靖男

太平金属工業 工修 土屋 隆

I. 緒 言

オーステナイト不銹鋼において耐蝕性、溶接性の改良のため Ti, Nb などを添加したものについての研究は行われているがこれらの元素の高温特性におよぼす影響はよく知られていないので、まず Nb について 18 Ni-12 Cr オーステナイト鋼に 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、時効硬度、顕微鏡組織、鍛造性試験機による高温変形抵抗について実験を行い Nb, C および Nb/C の影響を調べたので報告する。

II. 試 料

試料は C 量を 0.03, 0.06, 0.12% の 3 段階にし、これに対し Nb を Nb/C で 0, 5, 8, 10, 12, 15 になるように添加した。

試料の化学組成を Table 1 に示す。試料は 200 kg 高周波熔解炉で熔製し 103×103×670 の鋼塊に鑄造し 85×85 角に鍛造し疵取り後 22 mm φ の丸棒に熱間圧延した。各試料は 1100°C × 1 h 熔体化処理を行なつた。

III. 実 験 結 果

a) 時効硬度 時効は上記熔体化処理後 650, 700, 750°C で行なつた。ここでは 500 h までの結果を示す。一般に時効による硬度上昇はきわめて小さい。Fig. 1 に Nb/C と時効硬度の関係を示す。650°C の時効における硬度自体は A, B グループの差はほとんどないが C 量の高い C グループでは A, B より硬度は高い。Nb 添加により Nb を含まない試料より硬度は増加するが Nb 量による変化はほとんどない。時効温度が高くなるとだいたいの傾向は同じであるが A, B と C グループの差は小さくなる。つぎに時効現象について観察すると、C 量の低