

Table 2 に常温及び 650°C に於ける高温引張試験及びクリーブ破断試験結果を示す。クリーブ破断試験は試験温度は 650°C、試験応力は H.C.W. 後の試験片には 31.5 kg/mm<sup>2</sup>、時効処理の試験片には 25 kg/mm<sup>2</sup> とした。

固溶化処理時間が長くなると H.C.W. 及び時効何れの場合も粒内析出は多くなり、降伏点は高く、クリーブ抵抗は大となる。固溶化処理時間が短い時は粒界析出が多くなり、その為高温抗張力は少々下り降伏点は明らかに低下する。

高温引張試験及び衝撃試験では固溶化処理時間が短い時は粒界析出の為靱性が低いが、クリーブ破断試験では固溶化処理時間が長いときは粒内析出が著しくなる為に、短時間試験とは逆に固溶化処理時間が長くなると靱性は低下する。

以上の固溶化処理時間の機械的性質に及ぼす影響は時効処理の場合より H.C.W. のときの方が顕著にあらわれる。

#### IV. H.C.W. の加工温度及加工度の影響

本合金にて翼車を製造する場合通常固溶化処理を行わず H.C.W. を行っているため、この工程に従って 700°C にて 10, 20, 30% の加工度を目標とし H.C.W. を行つたとき、1150°C×1h 水冷の固溶化処理後 700, 800, 900°C の加工温度にて夫々 10, 20, 30% の加工度を目標として H.C.W. を施した試験片を製作した。試験法としては前節同様 650°C 31.5kg/mm<sup>2</sup> の条件にてクリーブ破断試験を行つた。Table 3 に試験成績を示す。

固溶化処理を行わず H.C.W. を行つたときは同一加工温度にて固溶化処理後 H.C.W. した時と比較して硬度差はないが、クリーブ破断試験では破断時間は少くなり、靱性は向上する。固溶化処理後 700~900°C にて H.C.W. を行くと、加工温度が高くなると破断時間は著しく短くなり靱性は大きくなる。加工温度 900°C のときは特に破断時間が短くなるが、800°C 以下では破断時間 100h 以上で靱性もかなり有する加工条件がある。加工度の影響は本実験では未だ不明瞭であるが概して加工度と共に破断時間、伸共に減少する。

#### (67) 耐熱鋼の研究 (X)

(含 Ti, B 16-25-6 の析出並びに溶体化現象)

Study on the Heat-resisting Steel (X)

Eiichiro Asano.

東都製鋼 技術部 浅野 栄一郎

## I. 緒言

Timken 16-25-6 耐熱鋼の諸性質に関しては既に (IX 報) にわたつて報告し、今後も更に実験を続ける予定ではあるが、今回は含 Ti, B 16-25-6 合金の析出現象について実験を行つた。16-25-6 合金に対する Ti の影響及び特に B の影響については今迄に殆んど報告が見当たらないので、今回は Ti, B の影響の第一歩としてその析出現象を調べた。

16-25-6 合金の標準成分のものには、0.16%N が含まれており、この N が耐熱鋼の性質を向上せしめているものであることは既に報告したが、実際の溶製の場合には N は Fe-Cr-N の形で添加することとなり、一旦 Fe-Cr を窒化する操作が必要であるので煩雑たるをまぬかれない。一方、最近の海外の耐熱合金では Ti の及ぼす特性を利用しているものも少なくなく、又著者も (V) 報以後の実験で脱 N の為に Ti を加えた試料を使用した。Ti の効果は此等の実験結果からも充分想像されるので 16-25-6 合金に N の代りに Ti を加える場合を想定して実験を行つた。又、B に関しては、B は主として焼入性を改善する為に用いられるのが現状ではあるが、耐熱合金の耐熱性を改善するという報告 (但し 16-25-6 合金の例ではないが) も一、二見られるので 16-25-6 合金に及ぼす B 添加の影響をも調べることにした。

## II. 試料及び実験方法

試料は Table 1 の如き化学成分のものを高周波電気炉にて 3kg づつ溶製し、熱間鍛造を加えて実験試片とした。実験方法に関しては、析出に関する実験は (V) 報の方法と同じく、又溶体化に関しては (VI) 報の方法と同様な条件にて試験したので詳細は略する。

Table 1

Marks	C%	Si%	Mn%	Ni%	Cr%
#D 1	0.04	0.729	1.33	23.42	17.14
#D 2	0.06	0.812	1.31	24.20	17.00
#D 3	0.06	0.477	1.29	23.40	17.14
#D 4	0.09	0.467	1.17	26.72	16.49

  

Marks	Mo%	Ti%	B%	Fe%
#D 1	7.29	0.68	—	Balance
#D 2	7.15	1.86	—	//
#D 3	7.23	—	0.085	//
#D 4	6.86	0.19	0.032	//

## III. 実験結果及び考察

### (1) 熱間鍛造後の固溶体化処理

熱間鍛造後の固溶体化処理については、標準16-25-6合金では1150°C×1hとして来た。本報の試料はTi、或いはBが加わつたものであるが、成分より想像すれば標準成分のものと変える必要は殆んどないと思われたが、本成分のものでは全くデータがなかつたので一応試験した。

実験は熱間鍛造試片を1150°C及び1200°Cの2種の温度で15mn~3hにわたつて加熱し各時間、各温度に於ける硬度を測定し、組織を検鏡した。その結果#D1, #D3, #D4については1150°C×1hにてほぼ充分なるも#D2については加熱による軟化途上となつて、今後の実験に於いて1150°C×1hでは必ずしも安定した一定硬度が得られない憂があると思われたので、#D2についてのみは1200°C×1hを固溶体化処理として適当なものと定めた。

以後の実験では、総べて固溶体化処理温度を#D1, #D3, #D4では1150°C×1h, #D2では1200°C×1hとしている。

## (2) 時効現象

上記の如き固溶体化処理を与えた試料を700°C, 750°C, 800°C, 850°Cの4種の温度にて時効せしめ、30mn~500hにわたつて硬度及び顕微鏡組織の変化を観察した。

試料#D1: 700°C時効では200h迄は徐々に硬化するだけであるが、200h~300hの間に急激に上昇し、300h~500hでは硬度の変化は認められない。30h迄の硬化量は750°C, 800°C, 850°Cの順に大きくなるが、50h以後では750°Cの方が硬度が高く800°Cがこれに次ぐ。850°Cの時効では75h以後は軟化が認められる。

試料#D2: 時効硬化の傾向は#D1とほぼ同じである。

試料#D3: 温度による時効硬化量の差は#D1, #D2に比して小さく、硬化量も少ないが、硬化量は温度が上るにつれて次第に大きくなる。一方850°Cの時効に於いても200h迄の加熱では軟化の兆しは未だ現われてこない。

試料#D4: 700°Cの時効が硬化速度最も遅いが150h以後は硬化が著しくなる。750°C, 800°C, 850°Cでの硬化量は大差ないが50h迄は850°Cの加熱で硬度が最も高く、50h以後は750°Cで時効したものが硬度が高くなる。

各試料の比較: 700°Cの時効硬化では#D1, #D2, #D4には大差なく、#D3のみが硬化量少い。750°Cの時効では#D1, #D2が最も硬化が著しく、#D3が最も少く、#D4はその中間にある。800°Cの加熱でも#D1, #D2の硬化が著しく、#D3, #D4はほぼ同じで、硬化量は#D1, #D2に比して可成り少い。850°Cの加熱ではやはり#D1, #D2の硬化量が大き

はあるが、#D1は75h以後で軟化の兆を示し、#D2は30h以後ではほぼ安定硬度に達し時間の延長による硬化の増大は認められないが、#D3, #D4は200hに至つても徐々に硬化の継続が見られる。

以上の各試料につき顕微鏡組織を検鏡したが、全般的にはほぼ同一条件で処理した標準16-25-6合金に比し、各試料共、結晶粒は微細であり、例えば標準成分のもので×200倍に拡大した時の結晶粒の大きさは#D1~#D4で×400倍に拡大した場合とほぼ同じになる。#D1, #D2は析出に当つてほぼ同じ様な組織を示すが、Bを添加した#D3では可成り相違した析出状態を示し、又#D4は#D1, #D2と#D3との中間的な存在を示しているが、詳細は本文に於いて報告する。

## (3) 溶体化現象

各試料を固溶体化処理後800°C×75hの時効をして、析出硬化を行わしめ、ほぼ安定な高硬度に到達せしめた。これを1000°C, 1100°C, 1200°Cの3種の温度で10mn~5hにわたつて加熱し硬度の軟化及び析出物の溶体化を検鏡した。此等は(VIII)報の実験と同じ方法を採用している。その結果によると#D1, #D2の間では軟化程度の間には殆んど差がない。即ち時効後約HV235の試料が1000°Cの加熱では殆んど軟化を示さず、1h以後でHV220になる程度である。1100°Cの加熱では10mnでHV205, 20mnでHV195位に下り、その後5h迄軟化しない。

1200°Cの加熱では10mnにてHV175位に下り、夫以後は大した硬度の差はない。#D3では800°C×75h時効後の硬度が低い一方、加熱による軟化量も#D1, #D2よりは少ないが、軟化量は加熱温度が高くなると共に大きくなる。#D4では1000°Cの加熱では余り軟化を示さぬが1100°C, 1200°Cでは軟化が著しく且、1100°C, 1200°Cの差は殆んど認められなかつた。

## (68) 鑄鉄に及ぼすカルシウム・ハイドライド添加の影響

The Effect of the Addition of Calcium Hydride to Cast Iron

Takaji Kusakawa, Lecturer, et alius.

早稲田大学鑄物研究所 ○草川隆次  
小林淳浩

### I. 緒言

風鑄鉄に金属カルシウム又はカルシウム・シリサイドを約1~10%程度添加することによる組織その他の性