

## (14) Timken 16-25-6 合金の再結晶と歪除去に就いて

東都製鋼K.K. 技術部 (工) 淺野 榮 一 郎

前回の報告に於いて、Timken 16-25-6 合金の再結晶について報告を行つたが更にそれを深く實驗したのでこゝに報告する。前回の發表に於ける試料は、Timken 16-25-6 合金の標準成分及びそれに對して N, C, Mo を變化させた 5 種のものに就き熱間鍛造後 1150°C にて 1hr. 固溶體化處理を行わせたる後、夫より低い溫度に連続加熱させて一應析出が完了したと考えられる状態にし、室温にて約 10% の加工を鍛造によつて與えたものであつた。これを 600~1200°C の間で各 1hr. づつ加熱して硬度、顯微鏡組織 X 線等により再結晶現象を調べた。その結果、1hr. の加熱では、Timken 標準成分のものは 900°C から 1000°C の間にて再結晶が起つてることが顯微鏡的に判斷出來たが X 線的に洩えることは出來なかつた。

今回は、各加熱溫度毎に、更に加熱時間を延長して、再結晶、粒の變化等を組織の面より、又、歪の除去、或は粒子成長による軟化等に硬度によつて測定して 200hr. 迄の加熱による材料の加工効果の影響を調べた。

それによると、Timken 16-25-6 の標準成分のものに就いては、加工により約 310 V. H. N. に硬化するが 600°C にて 1hr. 加熱すると、歪が多少除かれて 3hr. で約 275 V. H. N. に迄軟化するが、夫以上の加熱時間では、200hr. 迄は硬度、組織共に變化は認められない。700°C では、初の 1hr. に 280 V. H. N. 迄、3hr. で 270 V. H. N. に迄軟化するが、その後は 75hr. 迄は變化がない。しかし、75hr. を過ぎると、硬化の傾向を示す。この硬化量は、15 V. H. N. 程度であり、130hr. にて安定となる。本試料は、加工前に既に析出處理を行い、析出は一應完了したのものとして取扱つて來たのであるが、700°C では、多少とも硬化が行われる。この際の組織では、硬化前は、初と殆ど同じ組織で、析出處理による凝集した析出物が認められるのに對し、硬化後は粒内一面に微細な析出物が認められ、この硬化は析出によるものであることが明かである。

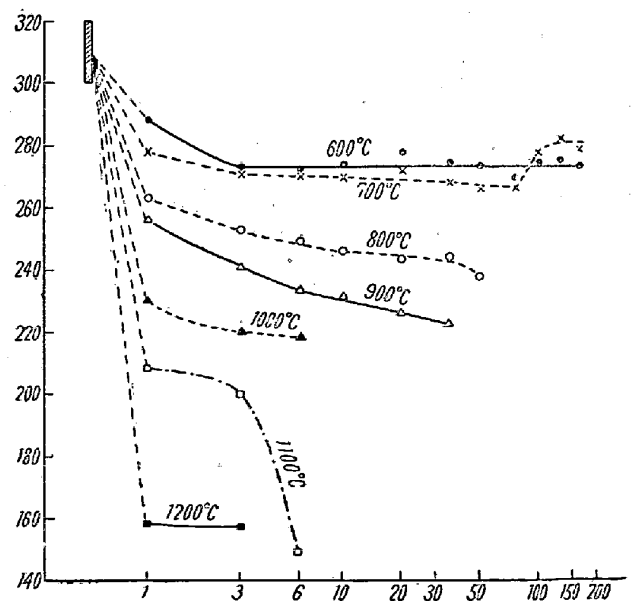
これは、加工前の析出處理より考えて、それが不充分であつたというよりも、一應析出を完了させたものでも、更に加工して歪を加えることによつて更に析出を行う餘地が出來ると考えるべきと思われる。再結晶の點からは、600°C、700°C 共に 200hr. 迄は再結晶は認められない。

800°C の加熱では、軟化は最初の 1hr. に大きく、その後は徐々に行われるが、20hr. 迄では再結晶は認められていない。900°C では、軟化は初の 1hr. に大きく、それより後は次第に少量となる。初の 1hr. 後には未だ再結晶が認められないことは既に前報にて述べたが、3hr. 後には組織より再結晶の開始が認められる。即ち、微細な結晶粒が発生している。さて、1000hr. の加熱では、1hr. にて微細な粒が発生し、再結晶の開始が現われているが、3hr. となると、この微細な粒子が稍成長して、大きさが大體揃つた結晶粒となつてゐる。1100°C 1hr. では組織は 1000°C 3hr. のものに似ており、焼鈍双晶は現われていない。1200°C では、1hr. にして既に結晶粒は成長が著しく、焼鈍双晶も明瞭である。

特に N を加えざる Timken 16-25-6 合金では、全般的に硬度数は低いが、その傾向は標準成分のものと類似している。しかし、700°C に於ける再析出硬化は著しく、30hr. から硬化し始めて、130hr. にて大體安定となる間に、約 65 V. H. N. にも達する硬化が起つてゐる。特に N を加えず、且つ C 量の多い Timken 合金及び、Mo 量を 1/2 とした Mo 3% のものでは、前に掲げた如き再析出硬化は殆ど認められない。これは、著者が第 1 報に於いて考察した析出機構の考へによつて説明出來るものと思われる。

Mo を加えざる材料では、特に 900°C 以上での軟化が激しいことが示されている。

尚、加熱による再結晶とその後の結晶粒の變化による再結晶の判定基準は既に前報に於いて報告したのでこゝでは省略する。第 1 圖は本實驗に於けるデータの一部。



第 1 圖

で、試料は Timken 16-25-6 合金の標準成分のものであり、冷間加工による歪が加熱によつて失われてゆく程度を、硬度によつて示したものである。

### (15) 再び Timken 16-25-6 耐熱合金の析出現象に就いて

東都製鋼 K.K. 技術部 工 淺野 榮 一 郎

Timken 16-25-6 合金に於ける析出硬化現象に及ぼす C, Mo 等の添加元素及び時効温度、時間等の影響については、既に本誌：耐熱鋼の研究（第 1 報）に報告した。その場合に於いては、析出硬化現象を硬度及び顕微鏡組織によつて調査し、析出硬化の硬度の山には二段の山があることを知つた。著者は、此等のデータより、第一段の山は C により多く影響され、第二段の山は Mn により多く影響されるものであると推定した。しかしながら、その原因の詳細については既に報告した以上のことは判つていなかった。

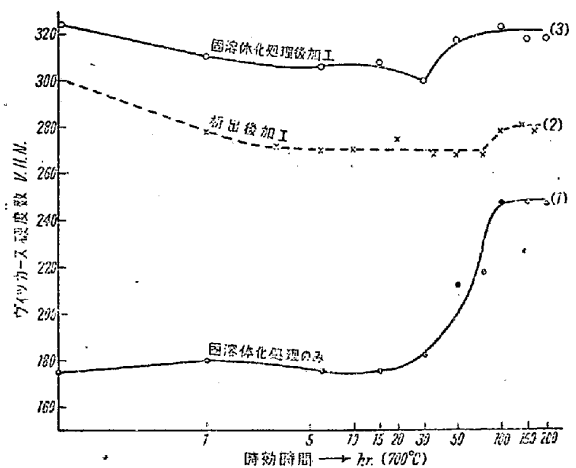
本報では、新に試料を熔製して前回の試料に加えて、実験した。即ち、N を含む標準成分のもの、N を特に添加しないもので低 C と高 C のもの、Mo の半量たる 3% Mo のものと Mo を特に加えなかつたもの、N を Ti により脱窒したもので低 C と高 C のもの等を用いている。試料の処理は第 1 報と殆ど同じで、たゞ X 線撮影の爲に、加熱後の冷却はすべて空冷とした。その第 1 の目的は、先に報告した 2 つの硬度の山の原因を確かめることであり、この爲に X 線による格子常数の測定も行つた。第 1 報に於いて時効時間を 50hr. としたことはその後の実験より不充分であつたことが判つたので、今回は 200~300hr の時効時間とした。これが第 2 の目的である。第 1 報では、成分の影響として C, Mo 等について調べたが、今回はこれに加うるに C, N についても調査し第 3 の目的とした。亦、本合金鋼の熱処理、及び鍛造の組合せとして、ホット・コールド・ワーク、及びコールド・ワーク等が、固溶体化処理と共に行われていることは、既に第 3 報に於いて報告した通りである。しかし、析出硬化の実験では、固溶体化処理したものとのみが対象となつて来たのが今迄の實情であつた。従つて、本報に於ける第 4 の目的として、固溶体化処理した試料の析出現象と比較する爲に、析出前に冷間加工を行つた試料も用い、一方、加工の影響のみを考える爲に、析出完了処理後に冷間加工を施して、再び加熱せるデータ（第 4 報より）も上掲して、3 者の比較対照を行つた。

さて、700°C に於ける時効について、Timken 16-25

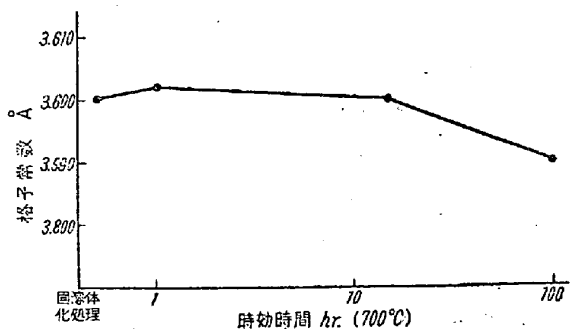
-6 合金の標準成分の試料の析出硬化過程は第 1 圖の如くである。1150°C にて 1hr. 加熱して固溶体化処理を行つた材料を 700°C で時効させても、15hr. 迄は殆ど硬化は認められない。これを 30hr. 迄加熱すると、硬化の開始の前兆が見られ、50hr, 75hr. で硬化が進行し、100hr. にて大體安定した硬度となり、その値は、245 V. H. N. 程度である。これを顕微鏡組織の點よりみると、先づ固溶体化処理したまゝのものでは析出物は殆どなく、粒内には双晶、ノイマンバンド、辻り線等が見えることは既に第 1 報に述べた通りである。700°C 1hr. に時効させても、組織にも大した変化は見られない。15hr. 時効させたものでは、硬度に變化は餘り認められないが粒内一面に微細な析出物が見える。15hr. 以上の加熱では硬化が始り、100hr. に於いて、硬度が 245 V. H. N. 程度に到達した時には、粒内一面に著しい析出が認められる。この場合となると腐蝕液による蝕刻が析出物に於いて激しく、粒界、辻り線等は明瞭さを失つてくる。

第 2 圖は、同じ試料について、700°C 加熱の際の、1hr, 15hr, 100hr 及び固溶体化処理直後の 4 者の格子常数の測定結果である。

さて、第 1 圖の曲線 (3) は、固溶体化処理後に約 10% の冷間加工をなし、これを 700°C にて時効させた



第 1 圖



第 2 圖