

下の傾向を示すが V 1.5% では再び大となる。又 W, Mo が多くなると低下の傾向を示す。

### III. 結 言

以上 0.35% C, 5% Cr, 1% Si, 1.4% Mo を有するものに V, W を種々に添加し又 Mo, Si をも変化せしめて、これら合金元素の影響を調査したが、V の多くなるにつれて焼戻軟化抵抗を大にし高温強度を著しく高め、Mo 添加により硬化能を向上し高温強度を増す。又 Si も焼戻硬度及び高温強度を大にすることが判明した。

#### (84) 高速度鋼の水鈍

##### Water Annealing of High-Speed Steels

Hideo Akasu, Lecturer, et alius.

鉄道技術研究所 工博 大和久重雄

○赤須英夫

### I. 緒 言

高速度鋼の焼鈍に当つては、その熱伝導が悪く、かつ自硬性が大きいいため焼鈍温度、焼鈍時間、冷却速度等に注意しなければならない、特に焼鈍時間は長時間を要し又冷却はゆつくり行う必要がある。その結果実際現場作業においては、多くの時間と電力が労費されることになり、高速度鋼の焼鈍は量産の大きな隘路となる。したがつて、この焼鈍軟化を迅速に行い得たならば、現場作業上利するところがあると思われる。この問題に関して筆者等は、さきに二段焼鈍法 (Stepped Annealing) 或いは恒温変態焼鈍法 (Isothermal Annealing) の有効なことを確認した。

しかるに熱処理ずみの高速度鋼を迅速簡易に軟化せしめるには水鈍処理が適切である。水鈍処理とは、すなわち、変態点以下のある適当な温度に加熱した後、水中急冷を行つて軟化焼鈍せしめる方法である。この方法は単に高速度鋼のみならず、他の工具鋼の迅速軟化にも適用せられる。

水鈍法については、さきに種々なる実験を行つて報告してきたが、今回更に補足実験を行つたので、それ等を総括して水鈍法について報告する。

### II. 実験方法並に実験結果

#### 1. 水鈍温度および冷却方法の影響

高速度鋼 (2, 3, 4種) の素材並びに焼入材の 10×10×25 mm なる試験片について 600~950°C に 30 分間保

持後水中急冷 (水鈍) および空冷 (空気鈍) を行つて軟化程度を検査した。その結果素材に対しては、焼鈍温度 800°C 迄は水冷しても空冷しても硬度は素材と変わりなく何ら硬化しない。しかしながら焼鈍温度が 800°C 以上になれば変態点を越すために水冷もしくは空冷によつて焼きが入るようになり、急に硬度は上昇する。

焼入材に対しては焼鈍温度 800°C からの水鈍または空気鈍が最も軟かく、これより温度が高くなっても、低くても軟化が不充分であり、又水冷、空冷による軟化度の差異はほとんど認められない。

要するに焼入高速度鋼を迅速簡易に軟化せしめるには 800°C から水鈍もしくは空気鈍によるのがよい。勿論変態点直下の加熱であるから、完全焼鈍のものほど軟化はしないけれども、機械加工の可能な硬度位にはなる。尙供試高速度鋼の加熱変態点は夫々 2 種……840°C, 3 種……840°C, 4 種……850°C である。

#### I 2. 加熱時間の影響 (水鈍温度 800°C)

水鈍温度を 800°C とし、保熱時間を色々変えた場合の硬度の変化を調べたところ、120 分間以後の軟化の程度は保熱時間に余り影響されず、ほぼ一定である。すなわち、水鈍用加熱時間としては 120 分間位が有効と思われる。

#### I 3. 試験片の大きさを種々変えた場合の水鈍効果

以上の実験に供した試験片の大きさは 10×10×25 mm と一定にした場合であるが、今回は大きさを種々変えて実験を行つた。すなわち、大型 (30×30×30 mm, 25×25×25 mm) および小型 10 mm 角以下について 2 および 4 種の焼入材並びに、焼入焼戻材について 800°C から水鈍を行つた。その結果は Table 1 に示すとく、120 分間保持の方が 10 分間保持のものよりも軟化が進んでいる。又試験片の大きさ、鋼種および熱処理の差異による影響は認められず、ほぼ同程度の硬度を示している。

#### I 4. 短時間加熱の繰返し水鈍の影響

I. 3 の実験に供した試験片を使用して、加熱時間を短縮して水鈍を行い、この操作を繰返してみた。すなわち、水鈍温度 800°C に保持してある電気炉中に試験片を挿入後、試験片の火色が、丁度 800°C になつた時、取出して水中急冷を行う。

この方法を繰返して行い、その都度硬度測定を行つた。実験結果の一例を 4 種 (30×30×30 mm) について Fig. 1 に示してある。尙試験片を加熱のため電気炉中に挿入後水中急冷する迄の経過時間は大型試片 (30×30×30 mm) で約 10 分間、小型で約 5 分間である。

Table 1. Water-annealing hardness when steel type & size of specimen, heat-treatment & heat-keeping time were changed (annealing temp.—800°C)

Sample	Hadness Hrc	Size mm	Hardness after quench. Hrc	Hardness after temper. Hrc	Keeping time of w.a. (mn)	Hardness after w.a. Hrc
SKH-2	19	25×25×25	63	65	10	49
		25×25×25	63		10	54
		25×25×25	64		120	42
		10×10×25	65		10	52
		10×10×25	62		10	54
		10×10×25	63		120	44
SKH-4	29	30×30×30	63	65	10	50
		30×30×30	62		10	50
		30×30×30	62		120	43
		6×8×30	62		10	50
		6×8×30	61		10	50
		6×8×30	61		120	42

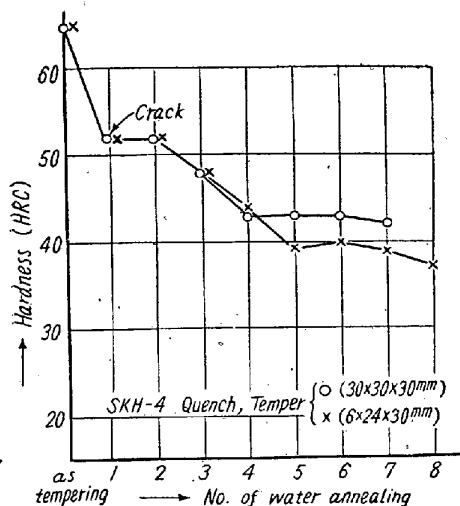


Fig. 1. Effect of repeated water annealing.

以上の実験より次の事が判明した。

(i) 何れの場合でも水鈍回数を増すことにより、微粒複炭化物がより多く析出して軟化する。これは恰も800°Cで恒温保持時間を増して水鈍を行つた場合と同様な経路をたどるためと思われる。

(ii) 大型 (30×30×30 mm) の4種の材料において短時間水鈍により割れが発生した。この理由として考えられることは800°C保熱時間が余りに短いため、残留オーステナイトが分解して完全にトランスタイトに変態せず、その状態で急冷されるので、冷却途中残留オーステナイトがマルテンサイト変態 (二次 Ar<sup>II</sup>) を起して焼割れと同じような割れを起したものであると思われる。それを裏づけするものとして800°Cの保熱時間を10分間以上にした水鈍では割れは認められない。

以上の結果、大型材料は急速加熱して、水鈍温度に短時間保熱後水冷することは好ましくない。やはり10分間以上恒温保持することが必要である。

### III. 総括

焼入高速度鋼の迅速軟化法として有効な水鈍について種々実験を行つた。その結果次のことが判明した。

(i) 焼入高速度鋼を迅速簡易に軟化せしめるには、800°Cから水鈍もしくは空気鈍によるのがよい。完全焼鈍のものに比較して軟化は少ないが、機械加工の可能な硬度位にはなる。

(ii) 水鈍加熱時間としては800°Cにおいて120分間位が有効であり、これにより充分軟化の目的を達することが出来る。

(iii) 急速加熱して、しかも短時間保持で水中急冷を行えば、あまり軟化せず、又大型材料には割れを発生する恐れがあるので、所定の温度に恒温保持することが必要である。しかし小型材料には割れは発生しない。又繰返水鈍の場合には繰返し数約5回以上で軟化の目的が達せられる。

(iv) 変態点以上の温度に加熱すると水中急冷により焼割れを発生するので、水鈍温度800°Cを厳守する必要がある。800°Cというのは、変態点直下の温度である。

### 文 献

- 1) 大和久重雄: 鉄道技術研究所彙報, 第3巻第7号