

Fig. 3. Influence of impact velocity on tensile properties of steel 8 at 1000°C.

低下する傾向にあり、それに対し延性を表わす伸びおよび絞りも至速度の低域における増加のほか、高至速度域においてさらに増加する。このことは著者らがさきに高速変形軟化現象と名付けたものであり、低合金鋼は軟鋼に比し顕著ではないが明らかに同様の傾向を有しさらにその出現温度が高温側にあるようである。

IV. 結 言

低合金鋼の高温における至速度 70~1600/s の高速衝撃試験を行なった結果、特に熱間加工に関し次の結論を得た。

- (1) 静的引張試験においては、 $\alpha \rightarrow \gamma$ の変態により延性の低下が現われるが、かかる熱間延性の低下は至速度にいちじるしく影響をうける。
- (2) 変形抵抗は高速の変形になるほど増加し、その変形速度依存性は温度が高いほど、また炭素含有量の高いほどいちじるしい。
- (3) 軟鋼と同様高速変形軟化現象を認めたが、軟鋼ほど顕著ではなくさらに軟鋼より高温側に存在する。
- (4) 以上の諸結果から材料の加工性を比較するためには、至速度および温度などを実際に予想せられる条件と同一にした実験より論じなければならぬことを明らかにした。

文 献

1) 作井, 中村, 布村: 鉄と鋼, 47 (1961), P. 801.
 2) 同 : 鉄と鋼, 48 (1962), P. 28.
 3) 作井, 中村, 大森, 布村: 鉄と鋼, 投稿中.

669.15 '292-194:621.785.72.01:669.784
 (129) V 鋼の耐焼戻性におよぼす C の影響、ならびに種々の V 鋼の焼戻硬度の推定

(鋼の耐焼戻性におよぼす特殊元素の影響—Ⅲ)

日本製鋼所室蘭製作所 ○石 塚 寛

Effect of Carbon on Resistance to Tempering of Vanadium Steel, and Estimation of as-Tempered Hardness of Several Vanadium Steels.

(Effect of special elements on the resistance to tempering of steels—Ⅲ)

62309 Hiroshi ISHIZUKA.

I. 緒 言

鋼の耐焼戻性におよぼす各種元素のうち、V は最も焼戻しの第一次軟化を遅滞させるとともに、また大なる第二次硬化を与えるなど、耐焼戻性を向上せしめるにきわめて有効な元素であることは第 1 報で述べた通りであるが、そのさい V の影響は他元素の場合以上に C 量との関連性を強く受けることを知った。すなわち、V は特に C との親和力が強く、しかも形成する特殊炭化物中の C 濃度が最も大きいために、V 鋼においては C 含有量との関連性がその焼戻性に対して大きな影響を与えることになる。著者はこの点の様相を明らかにするために、V 鋼の耐焼戻性におよぼす C の影響について試験した。またさらにその試験結果より、任意の C 量と V 量を有する種々の V 鋼の焼戻硬度を推定するノモグラフを作成した。本報ではこれらの試験結果について報告する。

II. 試験結果

(1) C 量異なる V 鋼の焼戻硬度変化、ならびに V 鋼の焼戻抵抗性におよぼす C の影響

C レベルを 0.3%、0.6% および 1% の 3 通りに変えて、V 量をそれぞれ約 3% まで種々に変化せしめた各試料について、その焼戻しによる硬度の変化を求めた。ただし試験方法は前報と同様で、各試料とも炭化物がすべてオーステナイト中に固溶する温度から焼入れし、しかるのち 200°C ~ 700°C 間種々の温度に 1h 宛段階的に繰返し焼戻しを行なった。

Fig. 1 に C 量を 0.3% および 0.6% とした場合の結果を示す。これから明らかなように、V の添加は比較的少量においても第一次焼戻軟化の遅滞ならびに第二次硬化をあらわし、さらに V 量の増加はよりいちじるしい第二次硬化を与える。この場合、0.3% C レベルのものにおいて、V 含有量の異なるものは比較的少量のものに比べて 600°C 以上の軟化が早い。これは生成炭化物の量と vanadium excess の関係によつて説明するべき問題であると考えられる。一方 0.6% C レベルの場合、C 量の増加によつて全体的に硬度が高くなっているために、0.3% C の場合に比べて V 含有量の比較的少ないものの第二次硬化による硬度の上昇率はやや小さい。しかし V 含有量の異なるものにおいては、V の全部が V_4C_3 炭化物を作るに十分な C 量を有するために、第二次硬化度も大となり、かつ 600°C 以上の温度範囲においては 0.3% C の場合にみられるような軟化速度をかえつて早め

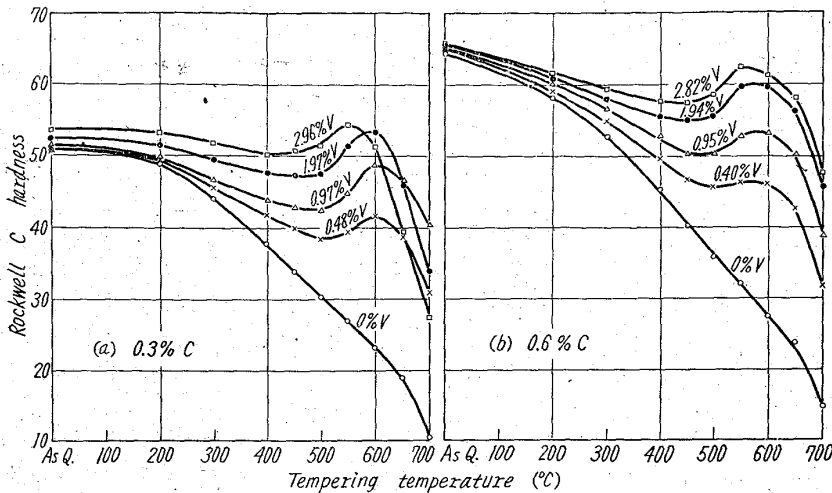


Fig. 1. Effect of vanadium on the change of as-tempered hardness of steels containing 0.3% and 0.6% carbon. (Tempering time: 1h)

というようなことはない。なおC量をさらに増加せしめ約1%とした場合の種々のV鋼の焼戻硬度曲線の図示は省略するが、その硬度変化は Fig. 1 の 0.6% C の場合と総体的にみてあまり変らない。

次に以上の試験結果より、C量によつてV鋼の焼戻しに対する抵抗性が如何に変わるかを、base steel に対する焼戻硬度増加量の立場から検討を加えた。その結果を要約すると次の通りである。まず各CレベルのものについてV含有量と焼戻抵抗性との関係を見ると、焼戻抵抗性は一般に焼戻温度の上昇とV含有量の増加に伴つて増大するが、600°C以上の高温範囲での焼戻しにおける抵抗性は、例えば Fig. 1 から知られるように、C含有量の大小によつてその様相を異にするものである。しかしてC量による焼戻抵抗性の変化は、各焼戻温度の場合を通じ、C量を増すに伴つて増大するが、約0.6% C以上ではV含有量の多少にかかわらずほぼ同等の抵抗性を示す。

(2) 種々のV鋼の焼戻硬度の推定

合金鋼の焼戻硬度の推定については、2, 3の方法が報告されているが^{1,2)}、著者はそれとは別に上記の試験結果を解析しそれを基にして、任意のC量およびV量を含む種々のV合金鋼の焼戻硬度を簡単に推定することのできるノモグラフを作成した。ただしここでいう焼戻硬度とは、炭化物の全部を固溶したマルテンサイトの焼戻しによつて求められる値である。次にこの結果を述べる。

V鋼の耐焼戻性は、その鋼のC含有量によつて大きく左右されることは前述の通りである。すなわちVが形成するV₄C₃炭化物において、1%のVに見合うC量は0.177%であるが、試料のC量がV₄C₃を作るに十分な量だけ存在するか、あるいは不足であるかによつて、その耐焼戻性はいちじるしく変化する。いまここで鋼中のCがその鋼中のVと化合して丁度V₄C₃を作る量を、そのV量に対するC-当量とし、C-当量よりも多くCを含むときはその過剰量をcarbon excess, また当量よりもC%の少ないときにはその不足量をcarbon shortness

としてあらわすこととして、これと焼戻硬度との関係を焼戻温度 400°C および 600°C の場合について図示してみると Fig. 2 のようになる。ここで横軸の0%は、鋼に含まれるVの全量がV₄C₃を作るに丁度見合うC量を有する場合を意味するもので、A, B, C, Dの各点はそれぞれ3%, 2%, 1% および0.5%のVを含む鋼のそのときの硬度を示すことになる。ただしCおよびD点はそれぞれの硬度曲性の延長点であつて、推定硬度値となる。

さてV鋼の焼戻硬度を excess および shortness のC量について描いた Fig. 2 と同様な作図を各焼戻温度の場合について行ない、これを縦に切断することによつて、C-excess (shortness) 量に応じたV量と焼戻硬度との関係を描くことができる。Fig. 3 はかかる方法によつて求めた焼戻硬度曲線を、焼戻温度 300, 500, 600 および 650°C の場合について示したものである。これらの図を用いれば、任意のC量およびV量を含む鋼の各焼戻温度における焼戻硬度を容易に求めることができる。

なお、その焼戻硬度をさらに簡単に求め得る他のノモグラフの作成として、Fig. 3 を横に切断し、ある一定硬度値を示す excess(shortness) のC量およびV量の組合せを種々の硬度値の場合について求めることによつて、試料のC量とV量を両軸にとつたときの焼戻硬度の

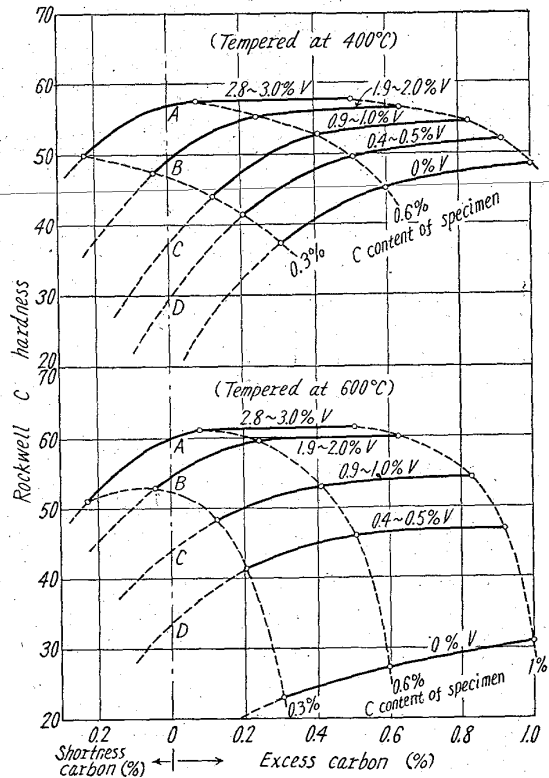


Fig. 2. Relation between as-tempered hardness and [carbon contents with several vanadium steels.

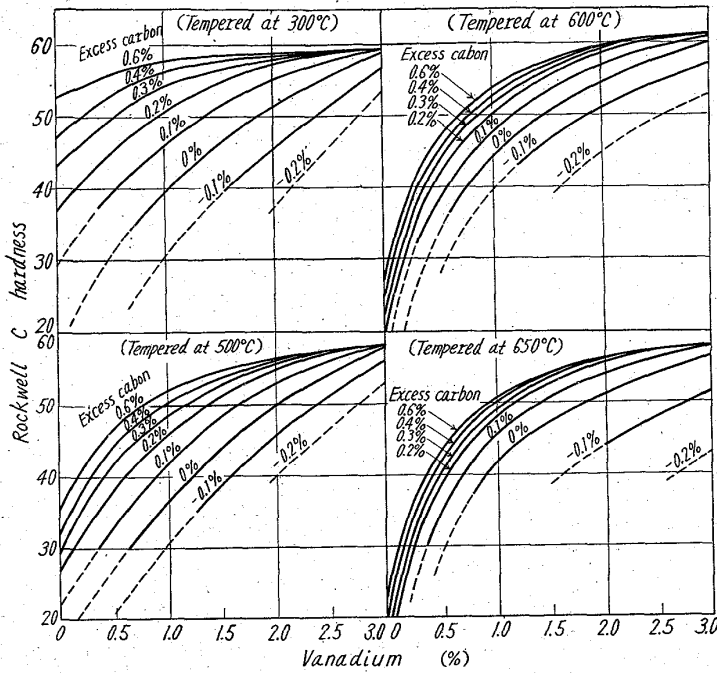


Fig. 3. Correlation curves of as-tempered hardness to vanadium contents and excess-carbon contents.

等高線を描くことができる。

以上は種々のV鋼の焼戻硬度を推定するためのノモグラフの作成についてその概要を述べたが、Fig. 3 (ここでは焼戻温度 400°C および 550°C の場合は省略してある) から求めた推定硬度値は、本試験と全く無関係に求めたV鋼の実際の焼戻硬度ときわめてよい一致を示すことを確めた。またこのノモグラフより、実測では到底およばないほど詳細にVとCとの各種の組合せの場合の焼戻硬度曲線を求めることができ、これらの結果からV鋼の焼戻性におよぼすVおよびCの影響の相互関係を知ることができる。

文 献

- 1) W. CRAFTS & J. L. LAMONT: Trans. Met. Soc., Amer. Inst. Min., Met. & Pet. Eng., 172 (1947), p. 222, 180 (1949), p. 471.
- 2) R. A. GRANGE & R. W. BAUGHMAN: Trans. Amer. Soc. Metals, 48 (1956), p. 165.

621.165-233, 620.172.22
 (130) 大型タービン軸実体の機械的性質について 623/0

神戸製鋼所中央研究所
 中野 平・○後藤督高・工博 山本俊二
 " 高砂工場 鈴木 定雄

On the Mechanical Properties of a Large Turbine Rotor Shaft. 1445~1447

Taira NAKANO, Tadataka GOTŌ,

Dr. Shunji YAMAMOTO and Sadao SUZUKI.

I. 緒 言

近年火力発電設備はタービンの高温、高圧化あるいは

大型化によつて、材料は益々高品質のものが要求されており、特にタービンローター軸については高速回転でしかも高温下で使用される処から、すぐれた切欠靱性と、高温での高いクリープ強度が必要とされている。筆者らは先に、タービンローター軸材、発電機軸材として使用される各種の材質について、焼入性、焼入組織と常高温での機械的性質との関係⁽¹⁾⁽²⁾⁽³⁾などについての研究結果を発表した。大型タービンローター軸のように非常に大きな mass を有するものでは、位置により、また方向によつて機械的性質の変動が予想されるが、これまでこれらについての詳細な調査はほとんどなされていないようであるので、125,000 kW 高中圧ローター軸について実体各部の機械的性質を試験し、今後のローター製造に対する指針を得ることとした。

II. 試験材および試験方法

試験に供したローター軸は酸性 60 t 平炉により溶解し真空鑄造法により造塊した45 t 鋼塊を、鍛錬、熱処理、機械加工などの製造工程を経て製作したもので、胴部最大径 1,114mm, 全長5,257 mm の1%Cr-1¹/₄% Mo-¹/₄% V 鋼で、化学成分は Table 1 に示す通りである。熱処理については 954°C でオーステナイト化後、適切なペー Table 1. Chemical compositions of a rotor shaft (%).

C	Si	Mn	P	S	Cu	Ni	Cr	Mo	V
0.32	0.27	0.68	0.018	0.014	0.06	0.05	0.98	1.15	0.21

ナイト組織をうるために 200°C ~ 300°C / h の冷却速度でミスト冷却し、引張強さ 77.3 kg ~ 91.4 kg / mm² を目標に 670°C で焼もどしたもので、常温機械的性質の一例を Table 2 に示す。オーステナイト結晶粒度は 5.5 ~ 7.0 の範囲である。

Fig. 1 は本ローター軸の最終寸法および、A(軸部) B(中圧部) C(高圧部) D(軸部) 計 4 個所の試験位置を示したもので、位置 A, B, D について衝撃遷移温度試験、位置 B, C についてクリープラプチャー試験を実

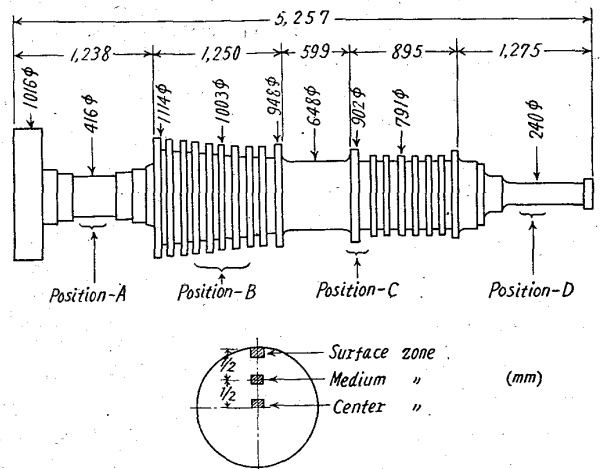


Fig. 1. Size of the rotor shaft and testing positions.