

場合には TiC の生成開始温度は 1144°C となる。

V. 結 論

以上の実験および熱力学的考察の結果次の結論をえた。

i) 一定の Ti を含有する Ti 鋼を熔製する場合、還元期鋼滓上に TiO₂ を撒布し Al で還元した後炉中で Fe-Ti を投入する方法が最も確実な方法であり、過剰に Fe-Ti を投入する必要がないので砂疵の少ない良質な鋼材を熔製しうる。なお Fe-Ti は Al, Si を含まない純 Fe-Ti を使用した方が砂疵防止に有効である。

ii) 出鋼による Ti の酸化損失は比較的大であり、熱力学的に考察しても危険度の高いことが判る。

iii) C=0.05%, Ti=0.10%, N=0.0096%, O=0.008%鋼における TiO₂, TiN, TiC などの析出に関し熱力学的考察を加えた。

なおその他 Ti 鋼に関する 2, 3 の現象について言及する。

(103) 2% C-12% Cr ダイス鋼 (SKD 1) におよぼす V の影響

Effect of V on 2% C-12% Cr Die Steel (SDK 1)

Y. Matsunaga, et alius.

大同製鋼研究所

工藤原達雄・松永幸雄

I. 緒 言

2% C-12% Cr 鋼は耐摩不変形用鋼として幾多の優れた性能を具備しているため各種冷間加工作業に古くから汎用されている代表的な型鋼であるが、一面韌性に乏しくかつ機械加工性が悪いことが欠点としてあげられている。

鋼に少量の V を添加すると、V の脱酸脱窒作用による材質の向上、結晶粒粗大化温度の上昇、韌性の改善などで効果あるとされているが、しかし 2% C-12% Cr 鋼の諸性質におよぼす V の影響特に実用性に対する V の

効果についてはほとんど知られていない現状にある。

我々は実用鋼として V 添加の有効限界量を確認するため、2% C-12% Cr 鋼 (SKD 1) に V を 0.5 および 1% 添加した Table 1 に示すとき化学成分を有する鋼について、基礎的諸性質を調べ、さらに 0.5% V 鋼と SKD 1 について抜型としての実用性能比較テストを行った。

II. 実験結果

1. 変態点

本多式熱膨脹計により加熱および炉冷 (200°C/h) の変態開始および終了温度を、また佐藤式自己記録焼入試験機により各オーステナイト化温度に 10 mm 均熱後空冷した場合の Ms 点を測定した。結果は Table 1 に示す通り Ac, Ar の開始および終了温度、ならびに Ms 点は V の増量と共に上昇を示している。

2. 焼入硬度

本鋼は焼鈍状態で微細な θ 炭化物および巨大な η 炭化物が多量に存在するため、焼入加熱時のオーステナイト中への炭化物の溶解量が焼入硬度と密接な関係を有する。したがって加熱時間の影響もかなり大きく、最高硬度は加熱時間短き場合は高温側に、また長い場合は低温側に移行するが、この傾向は含 V 鋼においてさらに大となっている。

各加熱温度による焼入硬度におよぼす V 量の影響は、高硬度がえられる 900~1000°C では V 量による硬度差は余り認められないが、低温および高温では V 添加の影響が明瞭に現われる。すなわち V 添加により Cr 炭化物の他に V 炭化物が形成されることにより、低温加熱では未固溶炭化物量が多く、オーステナイトの C 濃度低きため焼入硬度は低い、高温では残留オーステナイトによる硬度低下は小さい。したがって含 V 鋼は焼入温度が高温側に移行しても硬度の安定範囲が大きい。

3. 焼戻硬度

900~1100°C の各温度で 20 mm 加熱油焼入後、100~800°C の各温度で 1 h 焼戻した場合の硬度は Fig. 1 に示すごとく、900~950°C 焼入では各鋼共焼戻温度の

Table 1. Chemical composition and transformation point of specimens.

Steel	Elements (Wt%)									Ac °C		Ar °C		Ms (air cool) °C		
	C	Si	Mn	P	S	Cu	Ni	Cr	V	begin	end	begin	end	900*	950*	1000*
A (SKD 1)	2.33	0.34	0.33	0.013	0.026	0.04	0.10	12.42	—	793	827	750	700	250	145	110
B	2.16	0.59	0.32	0.013	0.024	0.04	0.11	13.42	0.54	798	847	760	710	280	180	130
C	2.19	0.28	0.30	0.012	0.023	0.03	0.10	13.16	1.05	817	856	770	720	290	220	140

* austenitizing tempd.

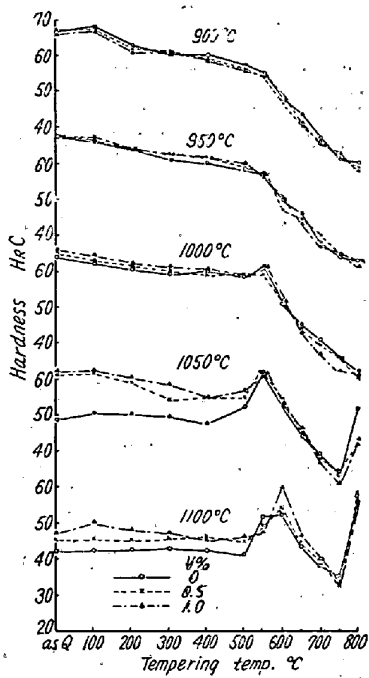


Fig. 1. Relation between hardness and tempering temperature for various quenching temperature.

500°C で焼戻した場合の残留オーステナイト量を飽和磁化の強さを比較する方法により求めた。

焼入状態では各鋼共焼入温度の上昇と共に残留オーステナイトは増加し特に 1050°C ではその程度がいちじるしい。また 950°C 以上では V の増量と共に各温度での残留オーステナイト量は減少する。250°C 焼戻では焼入温度 950°C 以下の場合にはオーステナイトの分解がやゝいちじるしいが、1000°C 以上から焼戻したものは僅かしか変化がない。500°C 焼戻になるとオーステナイトの分解はいちじるしく進行するが高温焼戻のものはまだ相当量残留している。したがって本鋼のごとき低温焼戻で実用に供する場合は焼戻時の残留オーステナイト量の少ないことが耐摩耗性の点より要望されるので V の添加は効果がある。

5. 変形率

SKD 1 鋼は一名不収縮鋼とも云われるごとく熱処理による寸法変化が少ないが、V 添加の変形率におよぼす影響を調べるために 8mmφ×80mm l 試験片を用い、その中央 60mm の位置に角度 60°、深さ 0.3mm の切込を入れ熱処理によるその間の長さの変化をコンパレーター (精度 1/1000mm) により測定した。

Fig. 2 に示されるごとく各鋼共長さ方向の寸法変化は小さいが、冷間ダイス鋼の慣用焼戻温度範囲では 0.5

上昇と共に漸次緩やかな硬度低下を示し、600°C 以上になると軟化度は大となる。1000°C 以上から焼戻した場合は 550°C 焼戻付近で過飽和炭化物の析出、および残留オーステナイトの分解に伴う二次マルテンサイトの生成による焼戻二次硬化を示すが、この現象は焼戻温度が高い程また V 量が多い程顕著に現われ、しかも高温側に移行する。

4. 残留オーステナイト

900~1050°C の各焼入温度より油冷した場合および焼戻後 250°C

%V 鋼の寸法変化に対する定定性が一番良好である。

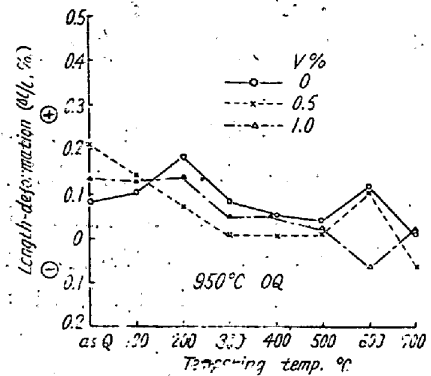


Fig. 2. Effect of tempering temperature on length-deformation ratio of steels.

6. 靱性試験

工具鋼の靱性を比較する方法として衝撃試験は信頼性に欠けるので、10 t アムスラー引張試験機に取付けた静的曲げ試験装置により、各鋼の 950°C 油焼入、100~600°C 焼戻処理した 8mmφ×130mm l 棒状試験片について静的曲げ試験を行い、その際の破壊迄に要する最大荷重および撓み量を測定し、V の靱性におよぼす効果を比較した。

結果は Fig. 3 に示されるごとく SKD 1 は 300°C までは焼入状態のままほとんど変化なく、400°C で上昇するが 500°C ではやゝ顕著な低下を示している。これに対して含 V 鋼は焼入状態ですでに SKD 1 に比べて高い靱性を示し焼戻温度と共に漸増し、500°C における靱性低下も極めて少ないが 0.5%V と

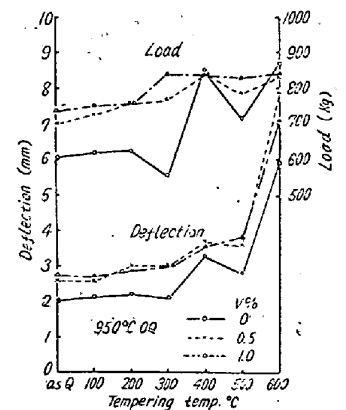


Fig. 3. Effect of tempering temperature on toughness by static bending test method

1%V 鋼ではほとんど差が認められない。したがってこのタイプの鋼の靱性改善に V は有効であり、0.5%V で十分その効果がえられる。

7. 焼入性

V 添加による焼入性におよぼす影響を比較する方法として S 曲線のノーズ附近の変態開始時間を測定した。8mmφ×3mm 円板状試験片をオーステナイト化温度 980°C で 30 mn 均熱後 600~750°C で恒温保持し、顕微鏡組織により変態開始時間を判定した。結果は各鋼共 700°C に上部 (パーライト) 変態のノーズを示し、

V の影響としては 0.5% V 鋼は変態開始速度を遅くするが、1% V 鋼になると反つて変態開始を促進している。これより焼入性は 0.5% V 鋼が最良で、1% V になると SKD 1 よりも焼入性は低下するがしかしいずれも大差は認められない。

8. 実用試験

以上の基礎実験結果より 2% C-12% Cr ダイス鋼の諸性能の改善向上には V は効果がありしかも 0.5% V で充分目的を達し得ることを確認したので、0.5% V 鋼と SKD 1 鋼についてスターターコー用薄鋼板の連続抜型で実用性を比較テストした。0.5% V 鋼の機械加工性は現在使用して SKD 1 鋼よりも容易であることが現場の経験より認められた。性能テストは 0.5% V 鋼より製作した型と従来使用している各社の SKD 1 より製作した型を同一条件で熱処理し、SPK 1 (高級仕上鋼板第 1 種) を打抜いた場合の 1 研磨での打抜枚数を以て比較した。その結果 0.5% V 鋼の打抜枚数は SKD 1 鋼に比べて平均枚数で約 2.1 倍、両者の最高枚数でも約 2 倍の性能を示した。これより抜型のごとき耐摩耗性を主とし、またかなりの靱性を要する用途では V 添加の効果は明瞭に現示された。

III. 結 言

2% C-12% Cr 鋼 (SKD 1) とこれに 0.5, 1% V を添加した鋼について基礎的諸性質におよぼす V の影響を調べた結果冷間ダイス鋼として要求される耐摩耗性、靱性、変形率、焼入性の点で含 V 鋼は SKD 1 鋼に優れた性能を示し、V 添加量としては、0.5% で充分効果がえられることが確認された。さらに 0.5% V 鋼の優れた諸性質は連続抜型の実用テストで、SKD 1 鋼の 2 倍以上の寿命を示したことにより十分裏付された。

(104) 高速度工具に関する研究 (XX)

(高速度鋼第 2 種および第 9 種の水鈍および空気鈍による迅速軟化について)

Study on High Speed Tools (XX)

(Water and air annealing of high speed steel (SKH 2 & SKH 9))

H. Hotta.

熊本大学 工学博士 堀 田 秀 次

I. 緒 言

高速度工具に関する研究として、著者はすでに各種の研究発表を行い、これが第 19 報として、昨年秋の本大会では完全焼鈍法では冷却までに相当長時間を必要とする

ので、焼鈍の途中から引出して急冷する所謂緩急 2 段の冷却によつて行う二段焼鈍法 (stepped annealing) が完全焼鈍法のものと同程度等しい硬度を示し迅速軟化法として適切なことを述べたが今回は焼入した高速度鋼第 2 種および第 9 種につき、水鈍および空気鈍により、完全焼鈍法に比較すれば軟化程度は悪いが機械加工の可能な硬さにするための迅速簡易軟化法につき試験した経過ならびに成績の概要について述べることにする。

II. 供 試 材 料

(1) 主要化学成分

供試材料は Table 1 に示す主要化学成分を有する高速度鋼第 2 種 (SKH 2) および第 9 種 (SKH 9) である。

Table 1. Chemical compositions of high speed steels.

High speed steel	C	Cr	W	V	Mo
SKH 2	0.77	4.45	18.00	0.87	—
SKH 9	0.86	4.50	6.31	1.99	4.76

(2) 熱 処 理

一般に広く行はれてをる完全焼鈍法 (full annealing) を迅速軟化焼鈍法との比較の基準としたが、適当な完全焼鈍温度をきめるために、焼入試片につき加熱温度をそれぞれ 750°, 800°, 850°, 880°, 900° ないし 950°C とし、各温度にいずれも 30 分間保熱後炉中徐冷を行つたが、最小の硬度を示す焼鈍温度は 880° ないし 900°C であつた。次に両高速度鋼の水鈍法および空気鈍法の熱処理曲線は Fig. 1 に示す通りである。

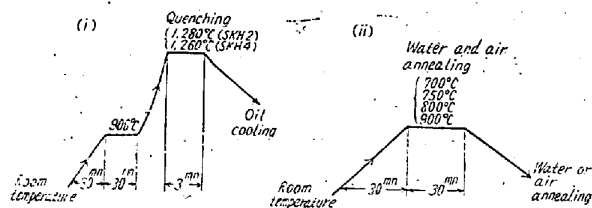


Fig. 1. Quenching, water and air annealing curve of SKH 2 & SKH 9.

III. 試 験 の 成 績

(1) 変態点の測定

高速度鋼第 2 種および第 7 種の変態点を本多式全熱膨脹計を使用し測定した結果、これが加熱変態開始温度はそれぞれ 835°C および 832°C でこれが加熱変態終了温度はそれぞれ 900°C および 865°C である。

(2) ロックウエル C スケールおよびピツカーズ硬度試験。