

窒化した小試片の曲げ試験を行なつて非窒化の場合<sup>4)</sup>と比較すると、低温焼戻し-低温窒化の場合に最も脆化するが、高温焼戻しを行ない窒化条件を適当に選ぶと脆化はある程度軽減される。

(5) 窒化層の耐熱性: 再加熱後常温硬度を測定すると 100~400°C 間の再加熱によりわずかに軟化するが、この程度は高温焼戻しの程、また高温窒化のほど小さい。全体を通じて初期硬度の大きいほど高硬度を維持する。一方高温硬度は 100~400°C の軟化がほとんど現われない。常温、高温両硬度共 500°C まで大きな軟化は示さず、550°C 以上で急に軟化する。

IV. 結 言

実用ダイス鋼の窒化特性におよぼす前処理の影響を調べた結果次のことが明らかになった。

(1) 窒素の吸収量、窒化表面硬度は鋼の種類、前処理、窒化条件などにより複雑に変化する。窒化深さは窒素の吸収量と同一傾向を示すが、窒化硬度とは無関係である。

(2) 焼鈍状態でも鋼組成、窒化条件により可成り硬化する。窒化硬度は約 550°C までは安定で初期硬度に依存する。

(3) 本実験を通じて Fe<sub>2</sub>N の脆い ε 相は存しなかつた。

文 献

- 1) 吉野, 鈴木: 自動車技術, 15 (1961) 4, p. 161~166

669.14.018.298 = 669.15'26'292-194:629  
 186.5 = 620.172.2 = 669.71 = 669.292/293

(125) Cr-Mo肌焼鋼におよぼす各種元素の影響

金属材料技術研究所 633/15  
 ○神谷 昂司・田中 龍男

Effect of Various Elements on Cr-Mo Case Hardening Steels. 1496-1498  
 Koji KAMIYA and Tatsuo TANAKA.

I. 緒 言

オーステナイト結晶粒度調整法としては一般に処理剤として Al が使用されていて、数多くの研究がなされている。また Al の他には添加元素として Ti, Zr, V, Nb などが研究され報告されている。しかしこれらの研究は単独添加の元素の影響を調査したものであつて溶解、処理、加工条件はそれぞれ異なつてゐるために、これらの元素の効果の比較は必ずしも容易ではない。

著者らは肌焼鋼 SCM21 を同一条件のもとで溶解し、

処理剤として Al, Ti, Zr, V, Nb の 5 元素の単独添加、およびこれら元素の組合せ複合添加を行ない、各元素の細粒化におよぼす効果について比較し、更に鋼材中に含有されてくるこれらの元素が肌焼鋼の浸炭性、機械的性質におよぼす影響について検討した。

II. 実験方法

溶解炉としては 100 kW 高周波炉を用い、鋼材 S10C に銑鉄, 合金鉄, 電解クロムを配合して鋼種として SCM21, 1 系列ごとに約 100 kg を溶解し、処理剤としては各系列ごとに純 Al, Ti 板, スポンジ Zr, フェロニオブおよびフェロバナジウムを用い、同一元素の添加量を変えて取鍋添加し、それぞれ 20 kg の鋼塊に 5 分注した。試料 No.46~50 は複合添加したものである。各系列の鋼塊の取鍋分析値を Table 1 に示す。

鋼塊は 1200°C に加熱して鍛造し更に圧延して 20mm φ の丸棒にした。鍛圧比は 23 である。供試材はすべて 900°C × 1h の焼準したものを用い、結晶粒度現出法には真空酸化法を用いた。加熱温度と保持時間は 925°C × 6h, 1000°C × 6h, 1100°C × 5h, 1200°C × 4h である。粗大化温度には結晶粒度番号で 5 に達した時の温度をもつて表わした。機械試験には焼準したものを 830°C で油焼入し 180°C に焼戻処理したものを加工して用いた。

III. 実験結果および考察

(1) 歩留

結晶粒度の調整が技術的に確実に容易に行なわれるためには添加元素の歩留は重要な因子となる。溶製条件を殆んど同一とし、Al, Nb, V, Zr, Ti はすべて薄軟鋼板に包み取鍋添加した。Ti のみは炉内添加した。歩留

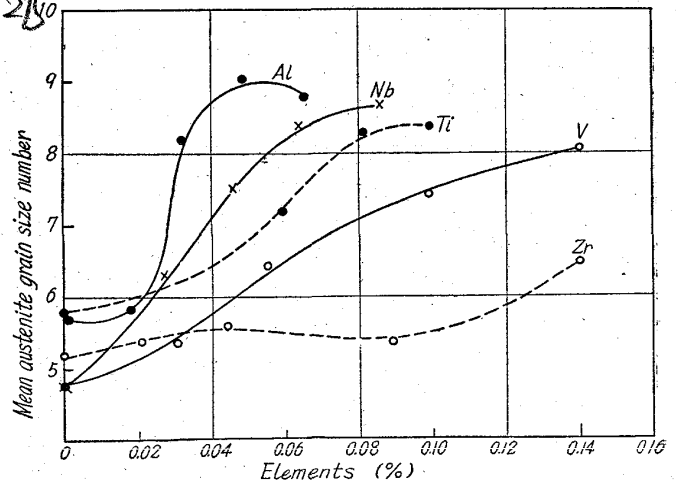


Fig. 1. Relations between various elements and austenite grain size at 925°C.

Table 1. Chemical composition of samples (%)

Sample No.	Al	Sample No.	Nb	Sample No.	Ti	Sample No.	Zr	Sample No.	V	Sample No.	Al	Nb	Ti
21	0.001	16	—	26	—	31	—	36	—	46	0.028	0.028	0.045
22	0.018	17	0.027	27	0.059	32	0.021	37	0.029	47	0.028	—	0.056
23	0.032	18	0.046	28	0.068	33	0.044	38	0.055	48	0.036	0.028	—
24	0.048	19	0.064	29	0.081	34	0.089	39	0.098	49	0.052	—	—
25	0.065	20	0.086	30	0.098	35	0.140	40	0.140	50	0.009	—	—

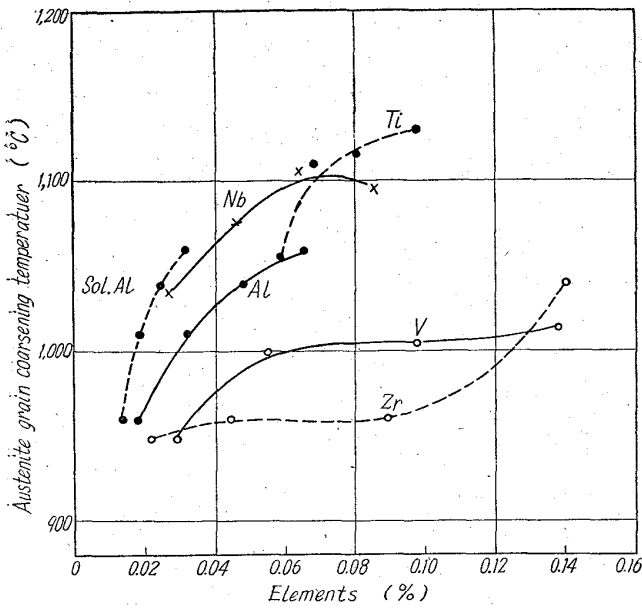


Fig. 2. Effect of various elements on austenite grain coarsening temperature.

はそれぞれ Al 88%, Nb 95%, V 94%, Zr 80%, Ti 44%であつた。ただし Ti は、Al または Nb と取鍋へ複合添加した場合の歩留は 88% であつたから、各添加元素の歩留は脱酸の能力、酸化による損耗の強弱の度合の順序におおむね一致している。すなわちこの関点からは Nb や V は結晶粒度の処理剤として好都合である。

(2) 結晶粒の細粒化

925°C のオーステナイト結晶粒度におよぼす各元素の影響を Fig. 1 に示す、Al は 0.05% 以上の添加では粗大化する傾向がある。またこの温度では結晶粒度の細粒化は Al が最も強く以下 Nb, Ti, V の順であり、Zr は 0.1% 以下では殆んど効果は認められない。1000°C の場合は Al よりも Nb の効果が優れ、1100°C では Al の効果が消失し、Nb と Ti がほぼ同程度にその効果を保持している。1200°C になれば Al は著しく不安定な様相を示すようになる。

オーステナイト結晶粒の粗大化温度におよぼす各元素の影響を Fig. 2 に示す。これによると添加量が増すにつれ粗大化温度は上昇するがある範囲を過ぎると減少しはじめる傾向がある。粗大化温度を上昇させる効果はその元素の含有量が約 0.07% 以下では Nb が最も大きく以下 Ti, Al, V の順であり、0.07% 以上になると Ti が最も優れている。

Fig. 3 は Al, Nb, Ti の複合添加の影響を比較したもので、Al 単独または Al-Nb 添加のものが 1100°C 以上で著しく粗大化するのに反し、Ti が 0.05% 程度入つたものは、粗大化し難いことを示している。

(3) 機械的性質および浸炭性

これら各元素で処理された SCM21 肌

焼鋼は、当然鋼材中に各元素が極少量含有されているのであるから、これらの元素が鋼材の機械的性質に影響するはずである。

925°C での結晶粒度が 7 以上でその含有量が 0.06~0.08% の各試料を選びその機械的性質の比較を Fig. 4 に示す。No. 50 の素材に比べて Nb 処理のものは特に衝撃値が優れている。Ti 処理のものは引張り強さは増すが衝撃値が低下する、これは硬くてもろい Ti の炭化物の析出のためと思われる。しかし Ti の一部を Al で置換えると衝撃値はかなり回復する。

浸炭性については、各試料共浸炭深さと、焼入後の表面から Hv 513 の点までの有効硬化深さは大体一致するが、Ti のみを含むものは浸炭深さよりも有効硬化深

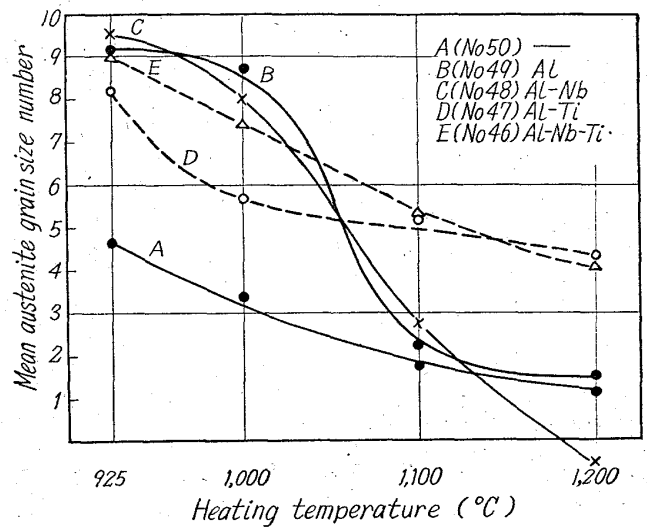


Fig. 3. Relations between temperature and mean austenite grain size number treated with duplex additions.

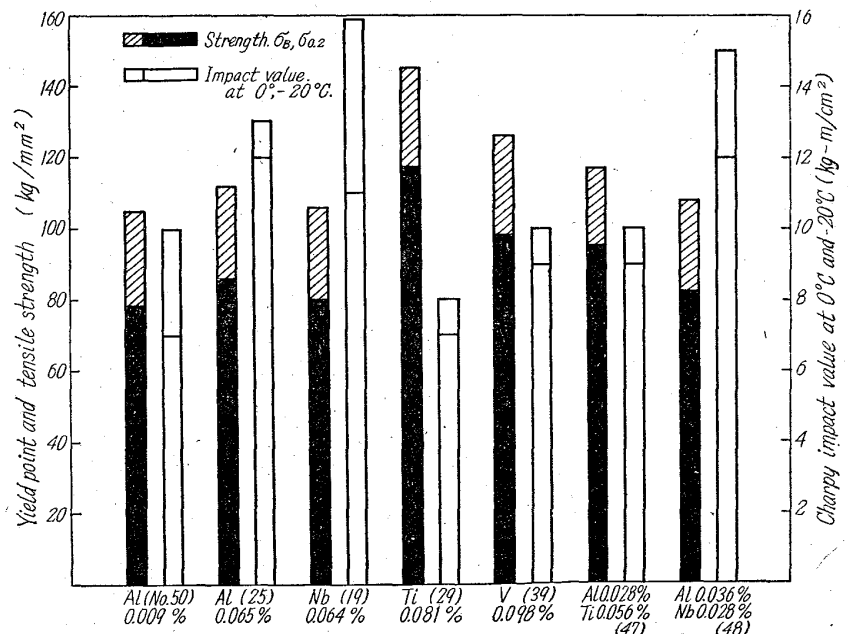


Fig. 4. Mechanical properties of SCM 21 steel treated with various elements.

さが深く、また心部の境界が異状で明瞭に区別される。

IV. 結 言

肌焼鋼 SCM21 の細粒鋼を得る場合の処理剤としての5元素の影響について調べた。

Alにて処理する場合に比べて

(1) Nb は歩留よく細粒化の能力が優れ粗大化温度を上昇させまた鋼材の粘り強さを改善する。

(2) Ti は粗大化温度を上昇させる効果は著しいが鋼材の粘り強さを低下させ、浸炭性に異状をきたす。

(3) V, Zr は特に効果は認められない。

669.14.018, 298 = 669.15'26'292 - 194  
= 621.785.52 = 621.785.4

(126) Cr-Mo肌焼鋼の連続冷却変態図について 63316

金属材料技術研究所 1498~1500  
○中島宏興・工博 荒木 透

Continuous Cooling Transformation Diagrams of Cr-Mo Case Hardening Steels.

Hirooki NAKAJIMA and Dr. Toru ARAKI.

I. 結 言

前報<sup>1)</sup>でCr-Mo肌焼鋼(SCM22)およびその滲炭処理鋼の恒温変態図について報告した。本報では引続いて、同一Cr-Mo肌焼鋼およびこれを0.5, 0.7, 1.05% Cに滲炭したものの連続冷却変態図について報告する。

II. 実験試料および方法

(1) 供試材

試料はCr-Mo肌焼鋼(SCM22)でその化学組成をTable 1に示す。

1tの角型鋼塊を15mmφに鍛圧し、焼ならしを行なった後に供試材とした。滲炭法による結晶粒度は8である。

(2) 滲炭

滲炭は930°Cでガス滲炭炉により行ない、0.5, 0.7, 1.05% Cの3種類の滲炭試料を作成した。滲炭時間は8hとし炭素の拡散を十分に行なわせた。滲炭後、試験片を段削りして炭素の分析を行ない、試験片の内外が均一な炭素濃度を有することを確かめた。

(3) 連続冷却変態図の作成

0.2, 0.5, 0.7, 1.05% C鋼について連続冷却変態図を作成した。作成は主に熱膨張計による測定によつたが、さらに顕微鏡組織観察によつてこれを確認した。熱膨張計用試験片は外径3mmφ, 内径1.6mmφ, 長さ20mmの円筒状で、組織試験片は1mm厚さである。

オーステナイト化条件については、加熱温度を0.2% C鋼の場合は880°C, 滲炭鋼の場合は850°Cとし、2~3mmでその温度に加熱し10mn保持した。さらに

1.05% C鋼については、950°Cに15mn保持し炭化物を完全に固溶させた場合についても調べた。

冷却は油冷, ガス吹付け, 炉冷など自然冷却に近い方法を用いたが, 3°C/mn以下の場合には一定速度で冷却した。図にはその中の代表的な冷却曲線を示す。

変態の開始は1%, 終了は99%を基準として表わし各組織の変態量を%で付記した。図中の記号については: Aはオーステナイト範囲, Cは炭化物, Fはフェライト, Pはパーライト, Bはベーナイトの生成範囲をそれぞれ示している。Ac<sub>1</sub>, Ac<sub>3</sub>は3°C/mnの加熱速度で測定した。

変態終了後の硬さをビッカース硬度計で測定し, 図中冷却曲線の下に円で囲んでその数値を示した。

III. 実験結果および考察

(1) 0.2% C鋼 (Fig. 1)

恒温変態曲線に比べると, フェライトおよびベーナイト変態のnoseはいずれの炭素濃度の場合も低温長時間側に移行している。

0.2% C鋼では冷却速度の早い場合に析出するベーナイトは, 粗い針状フェライトに炭化物の析出を伴つた組織であるが, 冷却速度が遅くなると恒温変態の場合には見られないような微細でしかも炭化物を大量に含む組織になる。これはフェライトの析出によつて未変態のオーステナイトの炭素濃度が高くなるとともに, ベーナイトの生成温度が低下するためと考えられる。オーステナ

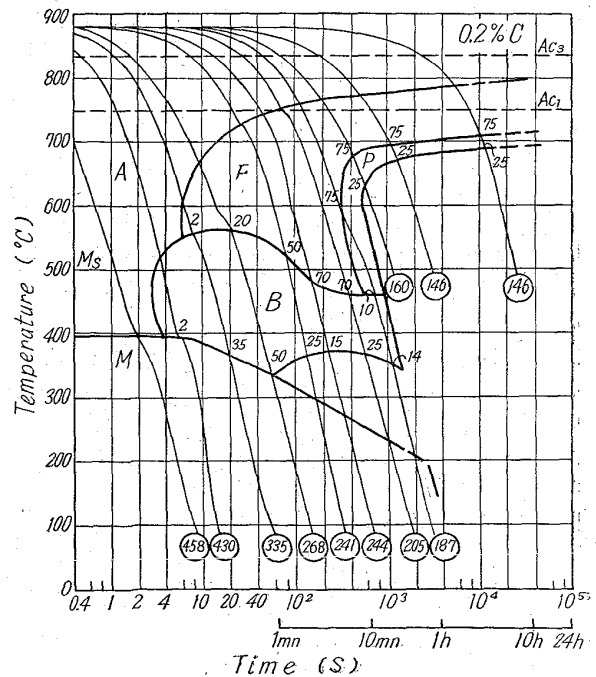


Fig. 1 Fig. 1~5. Continuous cooling transformation diagrams of Cr-Mo case-hardening steel.

Table 1. Chemical compositions of sample. (%)

C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo	Ni	Cu	V
0.20	0.21	0.63	0.013	0.007	1.08	0.22	0.14	0.17	<0.01