

なものを選んで Table 2 に示した。これらの結果によると Table 1 から予期されるように Ti を添加したものの結晶粒粗大化が最も少なかった。

Al<sup>3)</sup>, V<sup>4)</sup>, Cb<sup>5)</sup>, Zr<sup>4)</sup>, Ti 処理鋼の結晶粒粗大化温度を比較してみると Table 3 のようになり、高温浸炭を対象にして考えた場合、Cb, Ti, Zr 処理鋼が結晶粒粗大化を免れるうえに最もよいと考えられる。

#### IV. 総括

高温浸炭の際のオーステナイト結晶粒粗大化阻止におよぼす諸元素の影響を調査するため、Ti による結晶粒度調整の実験を行ない、Ti 化合物の結晶粒成長阻止作用を詳細に検討し、先に行なつた Zr による結果および今までに発表されている Al, V, Cb 処理鋼の結晶粒粗大化温度を比較した。市販の浸炭鋼と共に Ti, Zr 処理鋼を 925, 980, 1050°C でガス浸炭した場合の結晶粒成長性を調査した。

#### 文献

- 1) 足立, 水川: 鉄と鋼, 48 (1962), p. 683
- 2) 日本鋼管株式会社技術研究所: 学振報告 19 委 5119 (1958), 5933 (1960)
- 3) 高尾他: 神戸製鋼 5(1955), p.103, 6 (1956), p.3
- 4) 成田: 神戸製鋼 7 (1957), p. 56
- 5) 高尾, 成田: 学振報告 19 委 6595 (1962)

669.14.018 = 669.822

### (126) 低炭素鋼に対するウランの添加 (鉄鋼におよぼすウランの影響に関する研究—1)

早稲田大学理工学部

工博 長谷川正義・○斧田 一郎

#### Uranium Additions to Low-Carbon Steels.

(Influence of uranium additions on iron and steel—1)

Dr. Masayoshi HASEGAWA and Ichiro ONODA.

#### I. 緒言

濃縮ウラン原子炉燃料生産の副産物として蓄積されつつある劣化(または減損)ウラン利用の研究の一環として、U の鉄鋼におよぼす効果に関する研究が近年諸外国で急速に行なわれている。わが国でも学術振興会にウラン鋼特別研究会が設けられ、各界共同で研究しているが、まだ研究結果の公表されたものは少ない。著者らもそのグループの一員として、U の鉄鋼に対する合金元素としての基礎的機能を研究しているが、この第 1 報では低炭素鋼を基として、少量の U の鋼におよぼす影響を調べた結果を報告する。

#### II. 実験方法

試料の溶解は小型高周波炉(マグネシヤライニング)を用い、標準および U 添加鋼とも同一チャージより分注する方法、または単独溶解による方法を用いて、1.5~4 kg 鋼塊に造塊した。鋼塊は 14φ 棒または 20mm の角材に鍛造して供試材とした。かくして得られた試料は約 20 チャージであるが、化学成分の代表例のみを示すと Table 1 のごとくである。

Table 1. Chemical composition of typical steels.

Steel No.	C%	Si%	Mn%	U%
1	0.05	0.12	0.30	—
2	0.06	0.11	0.30	0.10
7	0.17	0.22	0.78	—
8	0.16	0.21	0.62	0.096
9	0.19	0.26	0.32	0.336
16	0.37	0.14	0.53	0.06
17	0.37	0.07	0.44	0.162
18	0.32	0.01	0.49	0.30

#### III. 実験結果

##### (1) 溶解時におけるウランの歩留

使用した金属 U は 99.95% 以上、フェロウランは U 88% のものであつた。金属 Si, 電解 Mn で予備脱酸した後さらに脱酸剤として Al 0.05%~0.1% を用い、金属 U はアルミ箔で包み、粒状フェロウランはそのまま出鋼直前に添加した。U の歩留は Al 脱酸量の少ない場合は 40% 以下、金属 U の場合は炭素量と共に増加し、0.2% C で 65% 程度を示した。

##### (2) 結晶粒度および清浄度

JIS 浸炭法にしたがつてオーステナイト結晶粒度を測定した結果、U はオーステナイト結晶粒度をわずかに微細化する傾向を示した。非金属介在物測定の結果は、U 含有量と共に A 系は減少し、B 系は変化なく、C 系は増加する傾向を認めた。これは U の酸化物その他の化合物の比重がどれも大きいため、溶鋼中に残留することによると思われるが、偏析、とくに重力偏析などは小鋼塊のため明らかにできなかつた。

##### (3) 熱処理と組織

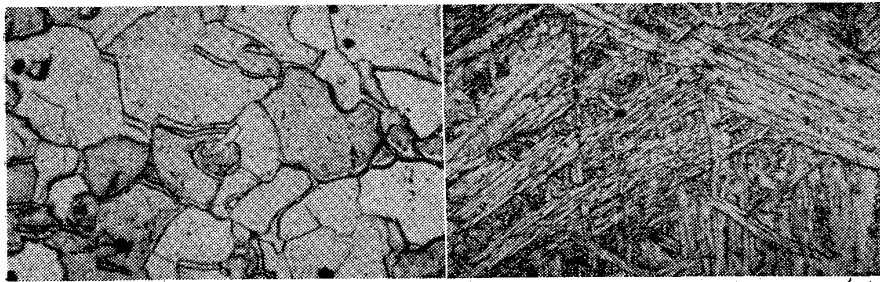
鑄造組織においては、U 添加による変化は見られなかつたが、比較的 U 量の高い試料では U-C と思われる炭化物の析出があつた。鑄造後焼鈍した組織においては、U 添加鋼はフェライトの形をくずし、粒界に炭化物の析出を認めた。焼準した組織において、村上氏液で炭化物を検出した所 U 添加量とともにその量を増し、0.30% C, 0.63% U では粒界析出は一層顕著で、大きな塊状となっているのを認めた。ナイトルエッチでは変化がなかつた。

##### (4) オーステナイト化温度の影響

U のオーステナイトに対する固溶を調べるため、低炭素鋼の試料につき、950°C 以上のオーステナイト域で 3h 溶体化処理を行なつた後、水冷して組織および硬さを調べた結果、低炭素鋼種 No. 1 および No. 2 は非常に異り、Photo. 1 に示すごとく擬マルテンサイト組織を得た。これは高温のオーステナイト域においては、オーステナイト中にわずかの U を固溶し、この結果変態時に U がフェライトの正常な成長を阻止し、形をくずすことが認められ、硬さも鋼種 No. 2 は No. 1 に比して H<sub>B</sub> 8~15 高かつた。この試料を 600°C 迄の焼戻しを行なつた所、鋼種 No. 2 ではオーステナイト中に固溶した U の析出と思われる二次硬化を示した。焼戻曲線を Fig. 1(a), (b) に示す。

Table 2. Mechanical properties of uranium-steels.

Steel No.	Tensile strength kg/mm <sup>2</sup>	Yield point kg/mm <sup>2</sup>	Elongation %	Reduction of area %	Impact value kg-m	Brittle area %
7	55.9	37.5	36.9	60.3	6.26	55
8	57.7	39.6	35.9	64.0	7.37	40
9	54.6	37.5	35.9	60.5	4.53	90
16	62.0	44.2	31.4	50.0	3.02	83
17	62.9	43.8	31.2	51.2	4.79	75
18	63.8	43.8	31.2	53.5	3.34	95



(a) Steel No. 1 (U=0%) (b) Steel No. 2. (U=0.10%)  
Photo. 1. Microstructures of specimens as quenched.  
(1050°C × 3h W. O.), × 400(2/3)

以上の試験の外、変態点測定、電子顕微鏡による炭化物の観察、ウラン鋼の耐食試験などについて報告する予定である。

(5) フェライト域の溶解度  
フェライト域における溶解度を調べるために700°~800°Cのαまたはα+γ域で加熱後水冷し、常温、150°C、300°Cの低温時効を行なったが、硬さ、組織には何ら変化なく、析出は認められなかった。

(6) 焼入性  
焼入性におよぼすUの影響を調べるため、小型の一端焼入試験を行な

つた。この結果Uは焼入性を増加させる効果がほとんどなく、同一あるいはわずかに増加させる程度であつたが、焼入温度は870°Cであつたので、さらに高温での焼入試験を現在継続中である。

(7) 機械的性質  
900°Cで焼準した試料の引張試験および衝撃試験をそれぞれJIS4号試験片およびVノッチシャルピー試験片によつて行なつた結果、機械的性質に与える少量のUの効果はほとんどないことが解つた。Table 1以外の鋼種についても同様な結果であつた。その結果をTable 2に示す。

(8) その他の試験

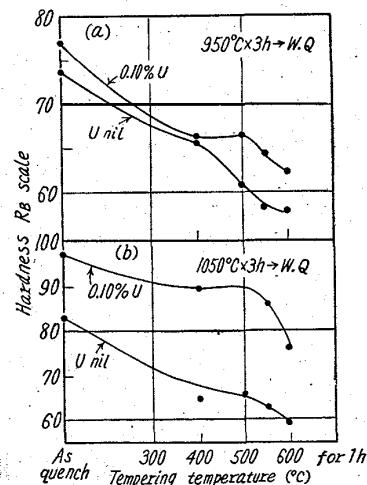


Fig. 1. Tempering hardness after  $\gamma$ -solid-solution-treatment.

669, 14, 018 = 620, 172, 251, 224  
= 620, 178, 152, 42 = 669, 26/28  
= 669, 292

(127) 0.3% C 鋼の高温強度におよぼす添加元素の影響

関東製鋼澁川工場  
飛沢 誠二・谷 壬吉  
工博 大沢 秀雄・伊藤 一夫

Effect of Alloying Elements on the High-Temperature Strength of 0.3% C-Steel.

1439~1441  
Seiji TOBISAWA, Jinkichi TANI,  
Dr. Hideo OSAWA and Kazuo ITO.

I. 緒言

一般に高温工具鋼はその使用温度において十分な強度を有し、熱伝導率が高く靱性の良好なる事およびヒートチェックに対する抵抗性などが要求される。著者などは高温工具鋼の基礎的研究の一環として、0.3%炭素鋼にCr, Mo, W, Vを単独に1~3%添加して高温強度並びに靱性におよぼす各種元素の影響を調査したので報告する。

II. 試料

実験に用いた試料は35 kVA高周波炉で4kg鋼塊を溶製し、高温抗張試験片は15mmφに、熱処理硬度試片、熱間衝撃試験片は15mmφに鍛伸した後焼鈍して機械加工を行なつた。

III. 実験結果

1. 変態点

自記式熱膨張試験機により変態点を測定した。加熱変態開始点におよぼす各元素の影響はFig. 1の通りである。合金元素を添加する事によつて加熱変態点が上昇し、特にVの影響がきわめて顕著である。なおV3%は1000°C加熱で変態点を有しなかつた。