

669.14.018, 669.822

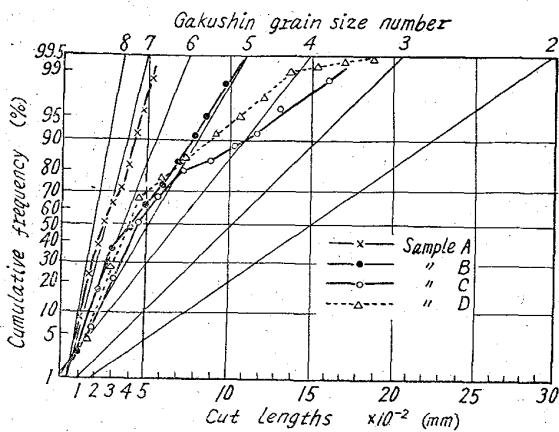


Fig. 1. Discrimination diagram for the grain size and the mixed grain sizes of the finished steels.

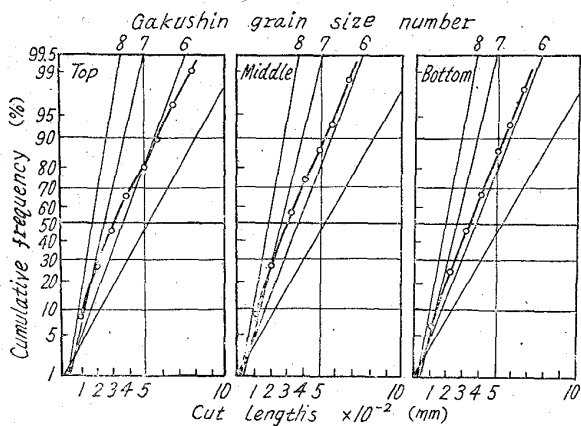


Fig. 2. Discrimination diagram for the grain size and the mixed grain sizes of the killed ingot.

線と縦座標 50% の位置に引いた水平線との交点によって示されている。Photo. 1-c のキルド鋼の bottom の累積度数は上述のとおり Fig. 2 の確率紙上にほとんど直線と見なしうるので、この直線より平均截片長を求め、学振標準図の平均截片長と比較して粒度判定を行つたが確率紙によつて判定しても学振標準図を用いる比較法と全く同一の判定結果を得られることがわかつた。

III. 結 言

前報においては、整粒の分布を統計学上の正規分布としてあらわす方法について報告し、確率紙を用いて正規分布を直線としてあらわし、整粒および混粒の判定を容易に行なうことを理論的に明らかにした。

本報告では、約 150 個の実際の鋼材試料を用いて、その理論の妥当性を調べた。鋼材試料について前報にのべた確率紙を用いる判定法にしたがう粒度判定を行ない、本粒度判定法の実用性を明らかにすることができた。

文 献

- 1) 岡田厚正：鉄と鋼，48 (1962) 4, p. 544~546.

(133) 0.3~0.4% C 炭素鋼に対する U の添加 63/33

(鉄鋼におよぼす U の影響に関する研究—II)

早稲田大学理工学部

536~538 工博 長谷川正義・○斧田一郎

Uranium Addition to 0.3~0.4% Carbon Steels.

(Influence of uranium addition on iron and steel—II)

Dr. Masayoshi HASEGAWA and Ichiro ONODA.

I. 緒 言

鉄鋼におよぼす少量の U の影響についての前回第 I 報では、低炭素鋼に U を 0.7% 迄添加して諸性質を試験し、JIS C 系非金属介在物の増加、 γ 域への U の固溶、高温より焼入した場合の焼入性の増大、塩酸に対する耐食性の向上などを報告したが、今回の第 II 報では炭素量 0.3~0.4% の鋼に対し U 0.7% 以下を添加して諸性質を調べたので、ここに報告する。

II. 実験方法

試料の溶解は小型高周波炉 (マグネシアルツボ) を用い、単独溶解による方法により 4 kg 鋼塊に造塊した。鋼塊は 1100°C~900°C で 16φ の棒に鍛伸し、供試材とした。かくして得られた試料の化学成分の一例を Table 1 に示す。

III. 実験結果

(1) 溶解時におけるウランの歩留

第 1 報と同様溶解原料としては普通鋼屑を用い、金属 Si, および Mn で予備脱酸した後、さらに脱酸剤として Al を 0.05% 添加し、U はフェロウラン (U: 88%) の 5~10mm 径のものを Al 箔で包み、出鋼直前 (約 1 mn 前) に添加した。U の歩留はばらつきが大きく、45~80% を示した。この U の損失分は主として炉壁に附着し、るつぼと反応してほとんど酸化物となると考えられ、放射能計測数も高い値をしめている。

(2) 結晶粒度および清浄度

滲炭法によつてオーステナイト結晶粒度を測定した結果、併用した Al の影響も考えられるが、U 添加鋼ではオーステナイト粒度がわずかに微細化されているが、

Table 1. Chemical composition of steel used (wt%).

Steel No.	C	Si	Mn	U**
1*	0.36	0.03	0.27	—
2	0.33	0.06	0.41	0.26
3	0.38	0.08	0.50	0.47
4	0.34	0.05	—	—
5	0.37	0.14	0.53	(0.06)***
6	0.37	0.07	0.44	0.162
7	0.32	0.01	0.49	(0.30)***

* P: 0.011%, S: 0.010%.

** Total uranium %, analysed by Mitsubishi Metal Mining Co. Ltd.

*** Expected value.

この点についてはさらに検討している。非金属介在物を JIS 法によつて測定した結果、A系はインゴット底部、中間部共に減少し、B系は中間部ではやや増加する傾向があるが、概して変化はなかつた。しかし C系は U含有量とともに増加し、 UO_2 と思われる介在物が多く存在した。これは小鋼塊であるため凝固速度が大きく、Uの酸化物の分離が困難となるためである。なお別に U添加後炉中で凝固させ比較的徐冷した鋼塊を縦割した試料について、Uの偏析を報告する。

(3) 焼準組織

鍛造後、 $850^{\circ}C$ 焼準した試料の組織検査の結果、U添加鋼はナイトルエッチではフェライト、パーライトの形態がくずれて不整となり、粒界が明らかに現れないようになる。これは Uが粒界不純物を安定化するためと考えられる。村上試薬によつて炭化物を検出したところ、U添加量とともに炭化物は塊状で大きくなり、主として粒界に析出することを認めたが、この塊状炭化物とは別に粒界には微細な炭化物が点状となつて連なっている。また粒内にも微細な U炭化物の析出がある。組織の一例を Photo. 1 および 2 に示す。炭化物の形状は不定であるが、立方晶の析出物が所々に検出でき、これは (C,

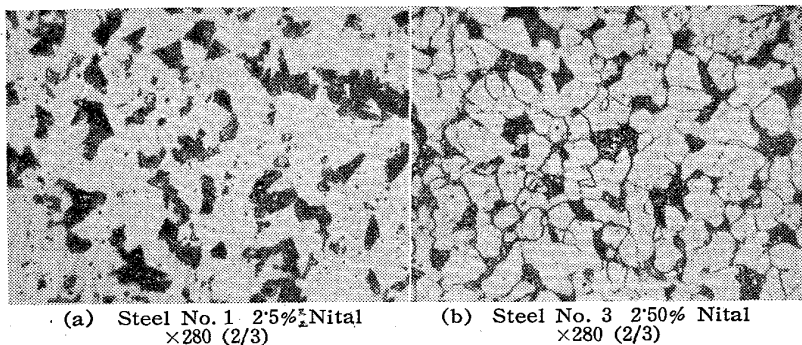


Photo. 1 Standard ferrite, pearlite structure (a) and ferrite, pearlite, uranium carbide structure (b).

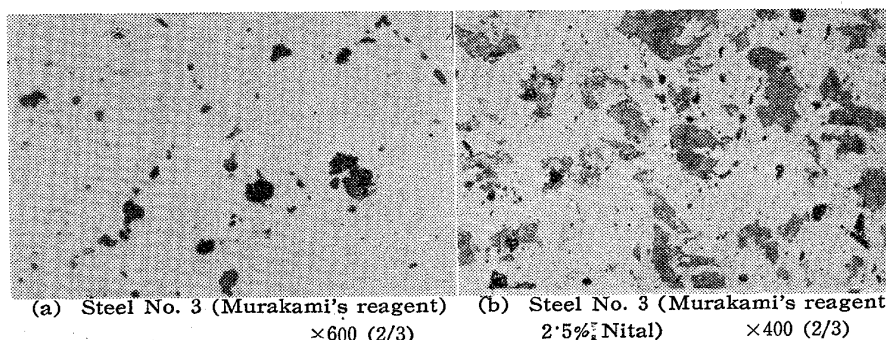


Photo. 2 Uranium carbide at grain boundary

O, N) などと Uの複化合物と考えられる。

(4) 焼入性

低炭素鋼の焼入性についての前報告では、 $950^{\circ}C$ 以上の高温の溶体化によつて焼入効果が得られることを認めたので、今回も焼入温度を $950^{\circ}C$ 以上とし小型のジョミニ試験片で試験した。その結果 $950^{\circ}C$ 以上の高温溶体化によつて焼入性の増加することを認めたが、Mnの効果も合併されているので、さらに検討を加えている。一例を Fig. 1 に示した。なお $910^{\circ}C$ 以下の焼入れではほとんど差はみられなかつた。

(5) 機械的性質

機械的性質に与える Uの影響は今回試験した ($900^{\circ}C$ 焼準材) 鋼種も第 I 報同様、抗張力、降伏点をわずかに増加させるが、それにともない伸び、絞りの減少がないことが解つた。Vノッチシャルピー試験では衝撃値が U含有量とともに減少した。これらの結果を Table 2 に示す。

(6) 耐食性

U添加鋼の塩酸、硝酸、硫酸に対する耐食性 ($50^{\circ}C$)

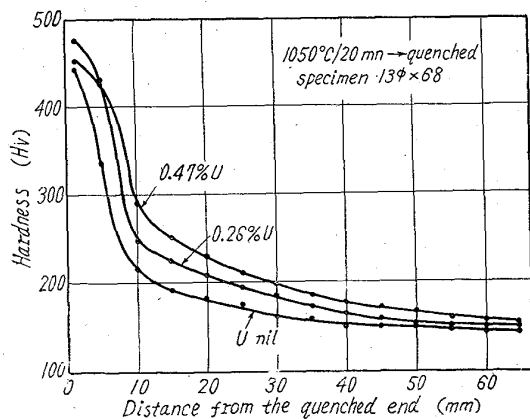


Fig. 1. Test results of end-quench hardenability.

Table 2. Mechanical properties of uranium steels.

Steel No.	Tensile strength (kg/mm ²)	Yield point (kg/mm ²)	Elongation (%)	Reduction of area (%)	Impact value (kg-m)	Brittle area (%)
1	46.7	31.5	35.7	50.4	5.93	69
2	47.8	31.0	35.8	50.4	3.91	69
3	48.3	32.8	34.8	54.1	2.23	71
4	62.2	40.9	29.4	44.1	2.78	90
5	62.0	44.2	31.4	50.0	3.02	83
6	62.9	43.8	31.2	51.2	4.79	75
7	63.8	43.8	31.2	53.5	3.34	95

を13φ×6 mm の試片で調べた結果、5% 塩酸に対しては腐食減量が 1/2~1/3 となったが、3% 硝酸に対しては変化がなく、5% 硫酸に対しては U 添加によつて耐食性が低下した。

(7) その他の試験

以上の試験の他、950°C 以上の高温焼入、焼戻による二次硬化能、恒温変態におよぼす U の影響、塩水に対する耐食性などについて報告する。

669.15'293-194.2'546.882'

261'546.882'171.1

(134) 鋼中におけるニオブ炭化物および窒化物の挙動について 63/34

(ニオブ添加鋼に関する基礎的研究— I)

京都大学工学部 ○山 口 紘
時実正治・藤田清比古・工博 盛 利貞

Behavior of Niobium Carbides and Niobium Nitrides in Steel. 538~540
(Fundamental study on niobium-added steel— I)

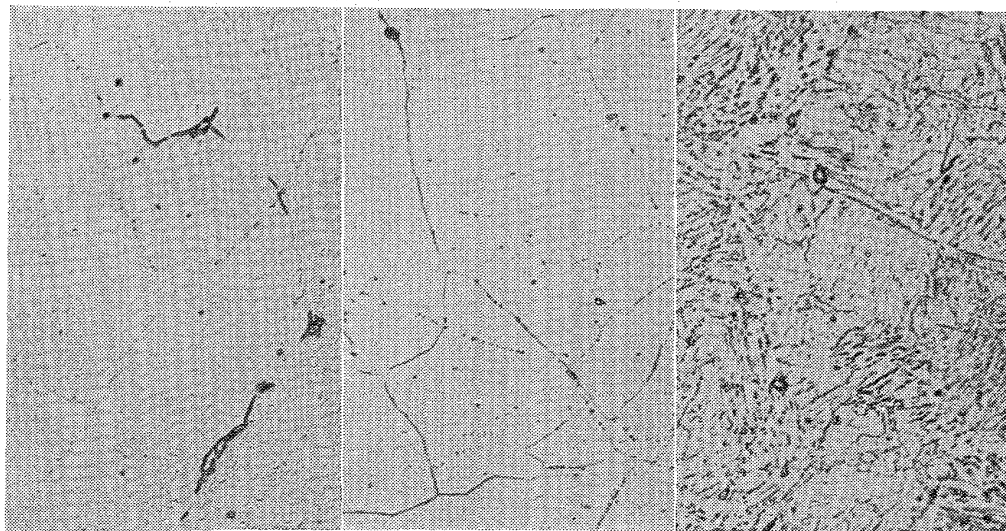
Ko YAMAGUCHI, Masaharu TOKIZANE,
Kiyohiko FUJITA and Dr. Toshisada MORI.

I. 緒 言

Nb は C ならびに N との親和力が大であり、したがつて鋼中においても炭化物、窒化物を生成しやすく、これらの化合物の生成傾向が鋼の諸性質と密接な関係を有するであろう。

本研究においては Nb 添加鋼に関する基礎的研究として、Fe-Nb-C, Fe-Nb-N, Fe-Nb-C-N 系高純度合金を溶製し、これらの合金中における Nb 炭化物、窒化物および炭化物および炭窒化物の形態はならびに挙動について検討した。

II. 試 料



Sample C13, as cast
×600 (2/3)

Sample CN23, as cast
×600 (2/3)

Sample C13, 1200°C×20h W.Q.
×600 (2/3)

(Etched by 5% Picral)

Photo. 1. Microstructures of specimens.

Table 1. Chemical composition (%) of ingots.

Sample No.	Nb	C	N	O	S
C11	0.081	0.108	0.001	0.0005	0.007
C13	0.317	0.108	0.001	0.0019	0.010
CN32	0.185	0.093	0.024	0.0004	0.017
CN34	0.329	0.074	0.036	0.0006	0.013
CN21	0.089	0.014	0.020	0.0025	0.013
CN23	0.262	0.010	0.027	0.0019	0.018
N7	0.150	<0.01	0.022	0.0021	0.012
N8	0.183	<0.01	0.022	0.0020	0.012

純鉄、メタリック Nb またはフェロニオブ並びに高純度黒鉛、窒素ガスを用い、高周波誘導加熱式 5kg 真空溶解鑄造装置により Table 1 に示すとき 3 元および 4 元系合金試料 5kg または 2.5kg 鋼塊を溶製した。フェロニオブはメタリック Nb 粉末並びに純鉄を用いてアーク溶解によりあらかじめ溶製した。

III. 実験方法ならびに実験結果

鑄造のままおよび鑄造材にそれぞれ 800°C×100h, 900°C×50h, 1000°C×30h, 1100°C×25h, 1200°C×20h 水冷の熱処理を行なつた試片について光学顕微鏡ならびに電子顕微鏡により析出物を観察しさらにこれらの析出物の化学的分離方法を検討した。つぎに分離残渣について X 線回折を行ない析出諸相を同定し、さらに化学分析によりそれらの挙動を調査した。

試料 C11, C13, CN32 ならびに CN34 のごとく C/Nb 比の大なるものにおいては Photo. 1 に見られるごとく、鑄造状態においていずれもフェライト粒界にセメントナイトが認められるが、同時に主としてオーステナイト粒界に極めて微細な析出物が認められる。これらの微細な析出物は分離残渣の X 線回折結果から立方晶の Nb 炭化物ないしは炭窒化物 (δ 相) であることが確認された。

試料 CN21 ならびに CN23 にはフェライト粒界に比較的大型の異なつた析出物が見られるものもあるが、オーステナイト粒界ならびに上述の試料の場合とほとんど同様の微細な析出物が認められた。なお試料 CN23 の場合には X 線回折により立方晶の Nb 窒化物ないしは炭窒化物 (δ 相) と六方晶の Nb 窒化物 (δ' 相) との 2 種類の回折線が認められたが 1200°C×20h 水冷の熱処理を行なつた試片においては前者は消失し後者のみが認められた。

試料 N7 ならびに N8 においても前述の δ 相と全く同様の微細な析出物がオーステナイト粒界および粒内に認められるが、分離残渣の X 線回折結果からこれらの試料には六方晶の Nb