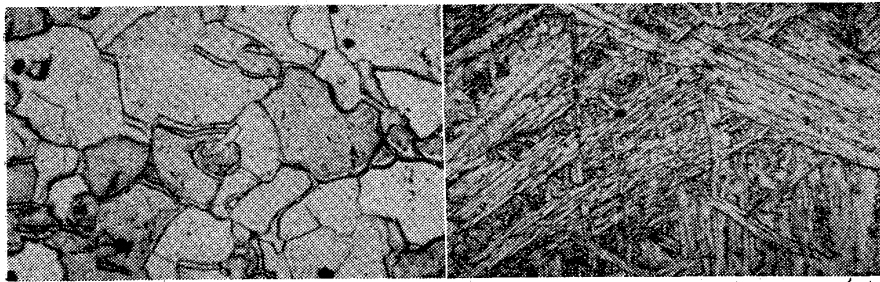


Table 2. Mechanical properties of uranium-steels.

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

った。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

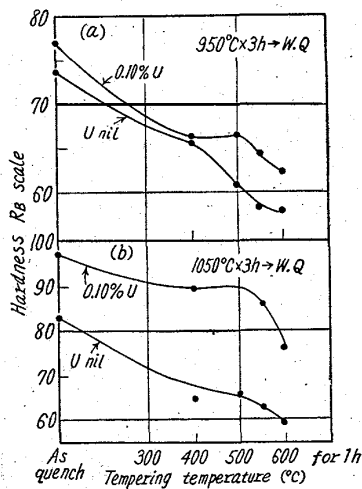


Fig. 1. Tempering hardness after  $\gamma$ -solid-solution-treatment.

(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.

Seiji TOBISAWA, Jinkichi TANI,  
Dr. Hideo ŌSAWA 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4 kg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った。

### 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。

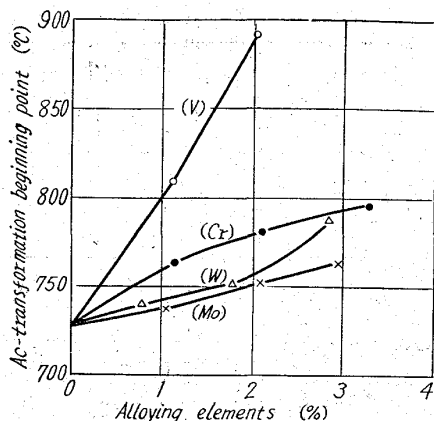


Fig. 1. Effect of alloying element on the Ac transformation point of 0.3% C-steel.

2. 焼入温度と硬さの関係

750°C ~ 950°C × 20 mm 水焼入れした結果、Vを除き何れも 850°C ~ 900°C で最高硬さを得た。この時の組織は一部未溶解炭化物を有する一様な焼入組織を示した。Vは何れも硬さのばらつきがいちじるしく実験を中止した。

3. 焼戻温度と硬さの関係

Fig. 2 は 850°C 焼入 (ただし M3 は 900°C) 試料の焼戻硬さ曲線である。Cr は 400°C 以上の温度において焼戻軟化の遅滞を生じるが、二次硬化は認められない。Mo は 1% 添加では 400°C 以上において軟化抵抗を示すのみであるが、2% 以上添加の場合約 600°C において二次硬化を示す。また W は 400°C 以上で Cr と同様焼戻軟化に遅滞を生じるが、Cr よりもやや高温側まで持続されるようである。Fig. 3 は 500, 600, 700°C における各元素含有量とベースに対する焼戻硬さ増加量

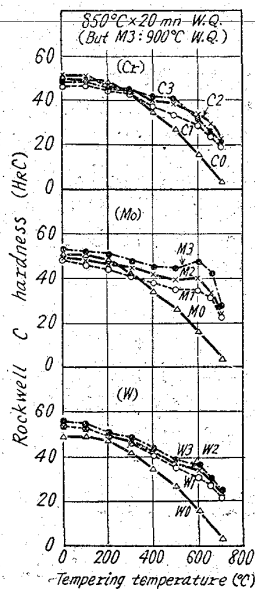


Fig. 2. Effect of alloying element on the change of as-tempered hardness of 0.3% C-steel.

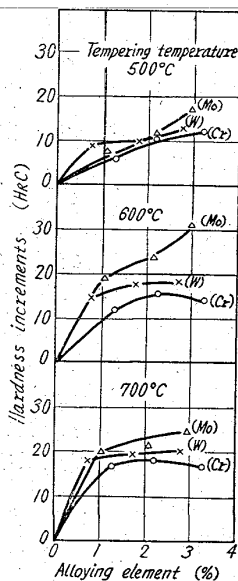


Fig. 3. Effect of alloying element on hardness increments in tempered martensitic alloy steel.

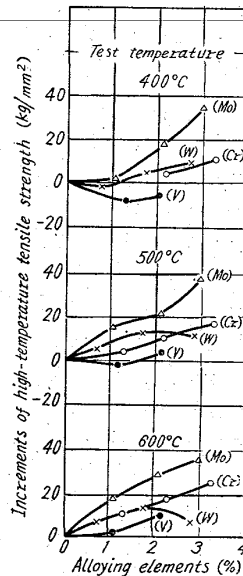


Fig. 4. Effect of alloying element on the ferrite strength at high temperature.

Table 1. Ferrite strength at high temperature (kg/mm<sup>2</sup>).

Materials	Test temperature (°C)		
	400	500	600
Base	54	36	20
Cr-Steel	58~64	38~50	27~38
Mo-Steel	56~88	52~72	38~56
W-Steel	52~63	40~46	27~34
V-Steel	46~49	33~37	22~30

Table 2. Martensite strength at high temperature (kg/mm<sup>2</sup>).

Materials	Test temperature (°C)		
	400	500	600
Base	86	55	26
Cr-Steel	113~125	75~100	40~63
Mo-Steel	101~121	95~109	72~92
W-Steel	104~113	78~90	52~59

を示したものである。600°C における Mo の影響が特に顕著に現われている。

4. 高温引張強さにおよぼす影響

高温強さにおよぼす影響については、フェライト並びにマルテンサイトの両者について調査する目的で、試料を焼鈍のままと焼入したものを使用して 400~650°C で高温引張り試験を行なった。

(1) フェライト強化度について

フェライト強化度におよぼす各元素の影響を調査する目的で、焼鈍試料を用いて熱間引張り試験を行なった結

果は Table 1 であつて Fig. 4 に各試験温度別に含有量とフェライト強化度の関係を示したが、どの場合も Mo が特に優れしかも含有量の多い程フェライト強化度が大である。

(2) マルテンサイト強化度について

焼入れ試料を高温引張り試験した結果は Table 2 であつて、Fig. 5 に各試験温度別に含有元素量とマルテンサイト強化度の関係を示した。

各元素共含有量の多い程熱間強度は高いが、W は Cr, Mo に比較して強度増加量は比較的少ない。500°C 以上の高温において Mo はきわめて高強度を有しており、これは焼戻軟化抵抗が Cr, W に比較して優れている事とよく対応する。

5. 熱間衝撃試験

焼入れ試料を 400°C ~ 650°C に保持して高温衝撃試験を行なつた結果によれば、500°C 迄は何れの鋼種も大差ないが、550°C 以上では Cr, Mo はやや靱性の回復がみられる。W は 600°C 迄はほとんど回復せずこれを越えると急激に回復し Cr, Mo より寧ろ高値を示した。含有量の影響は Cr の場合ほとんどないが、Mo, W では含有量が増加すると靱性の回復がおくれるようであつて、この事は焼戻温度の高温側で Mo, W が Cr よりも軟化抵抗が大である事とよく対応する。

IV. 結 言

以上の実験結果を総括すれば次の通りである。

- (1) 各元素共 3% 以下において含有量の増加に伴つて加熱変態点が上昇する。
- (2) 各元素共 850°C ~ 900°C で最高焼入硬度を示した。
- (3) 焼戻硬さにおよぼす影響は Cr, Mo, W 何れも焼戻軟化抵抗を有し、特に Mo の影響は顕著で 2% 以上含有すると 600°C において二次硬化を示す。
- (4) 熱間引張り強さはフェライト強度並びにマルテンサイト強度の何れに対しても Mo はきわめて有効な強化元素である。
- (5) 熱間衝撃値は合金元素添加により何れもベースよりも低値になる。しかし 600°C を越えると靱性が幾分回復して来る。Cr に比較して Mo, W は含有量が増加すると 600°C 以上の靱性回復が遅れ、焼戻軟化抵抗の傾向とよく対応する。

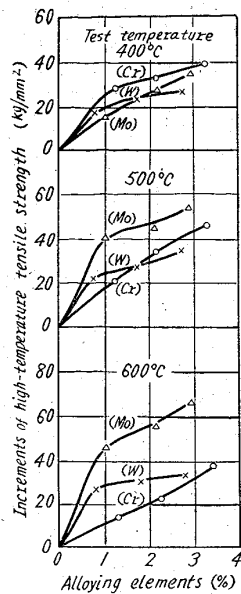


Fig. 5. Effect of alloying elements on the martensite strength at high temperature.

669.15-194.2=620.172.251.22  
 (128) 低合金鋼の高温における引張諸性質の変形速度依存性

(高速衝撃引張試験機による鉄鋼材料の引張特性の研究—VII)

東京工業大学 62308  
 1441~1443  
 工博 作井誠太・工博○中村正久・大森正信

Influence of Deformation Rate on the Tensile Impact Properties of Low-Alloy Steels at Elevated Temperature. (Measurement of tensile properties of steels with a high-speed impact testing machine—VII)

Dr. Seita SAKUI, Dr. Tadahisa NAKAMURA and Masanobu OHMORI.

I. 緒 言

著者らは回転円板式高速衝撃引張試験機を用い、変形速度: 70~1600/s ならびに試験温度: 液体窒素温度~1200°C における主として焼鈍軟鋼の引張諸性質の変化について 2, 3 の報告を行なつてきた<sup>1)~3)</sup>。特に高温側における問題に注目した場合、強度および延性の変化は、種々の熱間加工現象の解明に基礎資料を提供するものであり、変形速度が大となつた場合においては、遅い変形速度の場合と全く異なつた強度および延性の挙動が存在した例などを示した。すなわち、熱間加工を対照とした実験においては、変形抵抗あるいは変形能は、歪速度を考察に入れて論じなければならないことが想像される。

この報告は、引続き、2, 3 の低合金特殊鋼の高温側における衝撃引張諸性質の変形速度依存性について行なつた測定結果を述べる。

II. 実験方法

実験に用いた試料の化学組成は Table 1 に示す。steel 6 はさきの一部の実験結果を報告した、比較のために用いた軟鋼であり、steel 4 および 5 はそれぞれ 1Cr·0.3Mo および 2.25Cr·1Mo 鋼、steel 8 および 9 はいずれも 3Ni·0.8Cr 鋼であり、後者炭素含有量の異なる 2 種を用いた。また steel 10 は 13%Cr ステンレス鋼で、低合金鋼との比較と、さらに熱間加工において疵が出易いとされている材料であるため選んだものである。試料はいずれも焼鈍状態のものを用いた。

衝撃速度は前報<sup>2)</sup>と同じく、静的、2.5 m/s, 10 m/s, 20 m/s, 40 m/s および 80 m/s を選んだ。また試験温度としては、特に熱間加工を対象したため、600°C ~ 1200°C 間原則として 200°C 間隔とした。

その他、加熱方法ならびに計測の方法については前報と全く同様である。

III. 実験結果

Fig. 1 に steel 10 (13%Cr ステンレス鋼) の 600°C ~ 1200°C における静的および衝撃速度 2.5 m/s (歪速度: 70/s) の引張諸性質の変化を示す。この鋼は約 820°C で α → γ 変態が生じ約 880°C において完全に γ 相となり、その中間の温度においては両相が共存している。衝撃振り試験その他の熱間加工性試験において、γ 相は α 相より変形抵抗は高く変形能は劣り、さらに α 相