

焼戻温度の上昇とともに同様な傾向を示すが、SKD61 では 400°C 焼戻しの最大振り応力が最も大であり、かつ両鋼種の内で最大値を示す。これを SKD5 の Austemper したものの SUP9、および SUP7 の焼戻したものと比較すると、両鋼種共最大振り応力は各試験温度共大である。試験温度 500°C および 600°C において SKD6、SKD61 および SKD5 の 3 鋼種共最大振り応力の低下率は比較的少ない。高温振り試験結果を Fig. 1 に示す。

3.7 Jominy 式焼入性試験

SKD6 および SKD61 の両鋼種をそれぞれ焼鈍後 JIS 規格の一端焼入性試験方法による規格寸法に切削加工後 SKD6 では、1100°C × 30min、SKD61 では 1050°C × 30min に保熱後一端を水冷にて焼入し、研磨後ピッカース硬度を焼入端から 1.5 mm の点より 5 mm 間隔に測定した。その結果、SKD6 については焼入端は最も硬度高く、焼入端より 20 mm の所まで硬度は低下し、20 mm 以後は、距離のいかにかわらず硬度の差は、あまり認められない。

SKD61 は SKD6 についての場合と同様な傾向を示すが一般に高い硬度を示す。これを SKD5、SUP9 および SUP7 のそれと比較すると、焼入端においては、SKD5、SUP9 および SUP7 の硬度がかなり高く焼入端から 10 mm 以後は全般に SKD6 および SKD61 が高い傾向を示し、焼入性は良好である。

4. 結 言

上記の諸試験の結果を総括すると、おおむね次のごとく述べることができる。

(1) 5%Cr-Mo-V 鋼系の SKD61 は、SKD6 よりも焼入のままおよび各焼戻温度共一般に硬度高く、500°C 焼戻しで硬度がやや上昇するがこれは焼戻 2 次硬化によるものと思われる。

(2) SKD61 の引張強さは焼戻温度 400°C および 500°C において SKD6 よりもやや大で、SKD5 はかなり低下する。高温の引張強さは、焼戻温度および試験温度の上昇とともに一般に低下する傾向を示し、SKD61 の 400°C 焼戻しのものが最大値を示す。伸び、絞り、SKD61 において試験温度 600°C でおおむね急激に上昇の傾向を示す。

(3) 常温の振り強さは、SKD6 および SKD61 共に焼戻温度 500°C の場合が最大で、焼戻温度 400°C、500°C の順に低下し、SKD5 および SUP7 はこれより劣る。

高温の振り強さは、焼戻温度および試験温度の上昇とともに一般に低下する傾向を示し、SKD61 の 400°C 焼戻の場合が最大値を示す。

(4) SKD61 の焼入性は、SKD6 よりもやや大で SKD5 および SUP7 はこれらより焼入性が小である。

文 献

- 1) P. E. RUFF: Metal Progress, 75 (1959) 3, p. 103
- 2) J. M. THORIVTON: Materials in Design Engineering, (1960) Aug., p. 111
- 3) 堀田: 鉄と鋼, 40 (1954), p. 613
- 4) 堀田: 鉄と鋼, 42 (1956), p. 333

- 5) 堀田: 鉄と鋼, 44 (1958), p. 38
- 6) 堀田: 鉄と鋼, 47 (1961), p. 449
- 7) 堀田: 鉄と鋼, 48 (1962), p. 573
- 8) 堀田: 鉄と鋼, 50 (1964), p. 652
- 9) 堀田: 鉄と鋼, 51 (1965), p. 1029
- 10) 堀田: 鉄と鋼, 51 (1965), p. 2062

(185) 調質軟鋼の低温における引張り諸性質におよぼす結晶粒度ならびに変形速度の影響

(高速衝撃引張試験機による鉄鋼材料の引張特性の測定—X)

東京工業大学

工博 作井誠太・工博 中村正久・○松田明教
Effects of Grain Sizes and Strain Rate on Tensile Properties of Quenched and Tempered Mild Steels at Low Temperatures.

(Measurement of tensile properties of steels with a high speed impact tension testing machine—X)

Dr. Seita SAKUI, Dr. Tadahisa NAKAMURA
Akinori MATSUDA

1. 緒 言

著者らは前報¹⁾において平滑試験片を用いて焼鈍軟鋼の引張諸性質におよぼす変形速度ならびに結晶粒度の影響を調べ、降伏強さの Cottrell-Petch の関係による解析を行なつて、摩擦応力および固着力のひずみ速度および温度依存性を求め、さらに靱脆遷移温度の結晶粒度依存性を論じた²⁾。

本実験では、前報と同じ軟鋼を用いオーステナイト結晶粒度のみが異なるソルバイト組織の試料に対し、上記の諸性質におよぼす組織の影響について調べた結果を報告する。

2. 実験方法

試料は 0.15%C, 0.21%Si, 0.44%Mn, 0.013%P, 0.009%S の分析値を有する軟鋼を用いた。試料の焼入温度は 950°C 一定とし、最高加熱温度を 950°C~1300°C に変えて結晶粒度の異なる焼入試料を得た。これらの試料はすべて 650°C × 10hr の焼戻しを行なつて結晶粒度のみが異なつたソルバイト組織を有する 4 種類の試料を得た。それぞれの平均結晶粒直径は 0.60 mm, 0.091 mm, 0.070 mm, 0.048 mm である。

実験は常温より液体窒素温度範囲にわたつて、静的引張試験 (ひずみ速度 5.7×10^{-3} /sec) にはアムスラー型油圧万能試験機を、5m/sec (ひずみ速度 140/sec) および 40m/sec (ひずみ速度 1120/sec) の衝撃引張試験には回転円板型衝撃引張試験機を、38 mm/sec (ひずみ速度 2/sec) の衝撃引張試験には新しく試作したネジ駆動による引張試験機をそれぞれ用いた。また衝撃曲げ試験には容量 30kg-m のシャルピー試験機を使用した。

3. 実験結果

Fig. 1 には結晶粒の平均直径が 0.048 mm の低温に

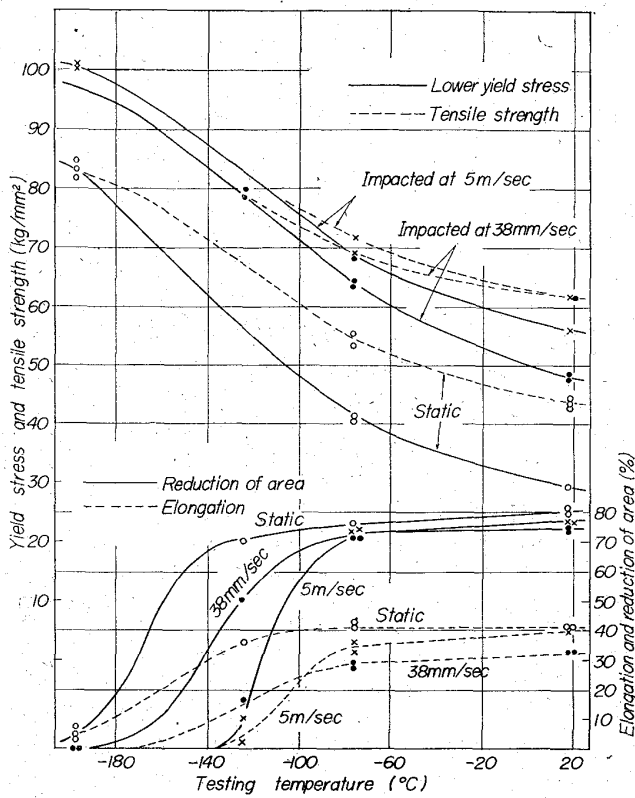


Fig. 1. Effect of temperature on the impact and static tensile properties.

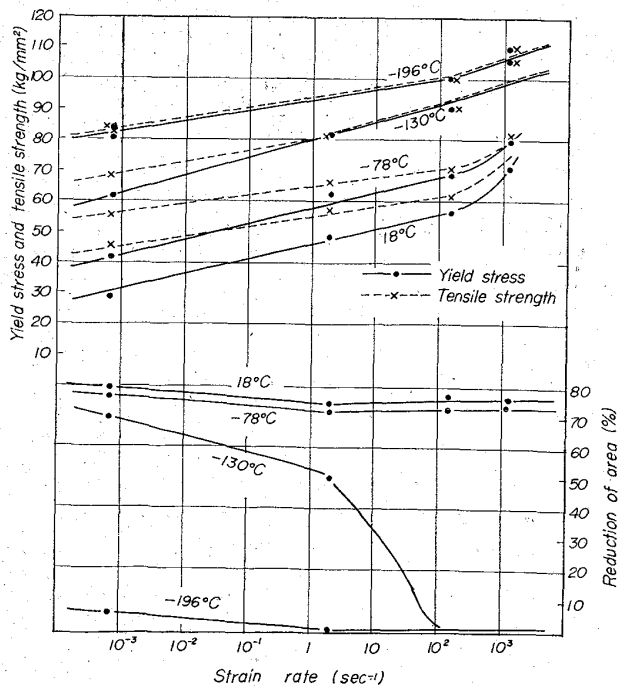


Fig. 2. The lower yield stress, tensile strength and red. of area as functions of strain rate at various temperatures.

おける静的ならびに衝撃、両引張試験の結果を示した。試験温度が低下するにしたがって、下降応力および引張強さはいずれの速形速度においてもほとんど同じ傾向で上昇する。また絞りおよび伸びの温度に対する変化も示

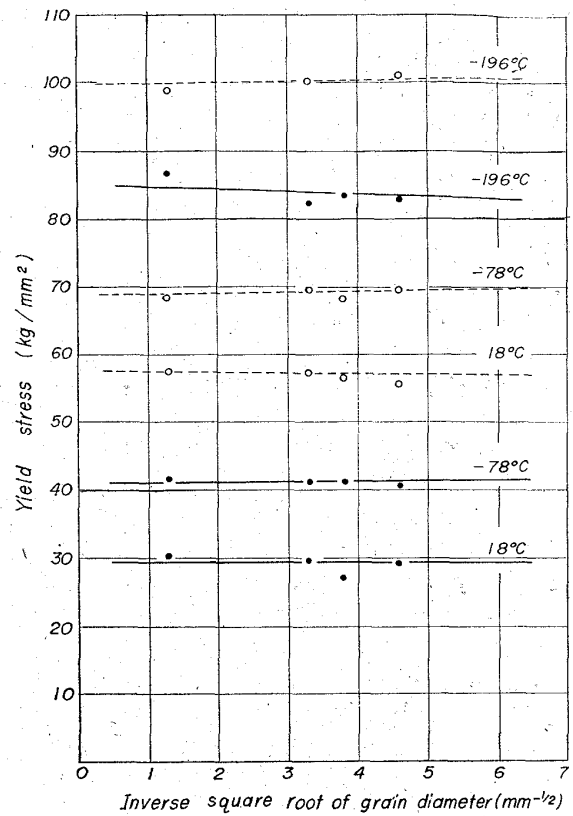


Fig. 3. Relation between lower yield stress and grain diameter at various temperatures.

した。いずれの変形速度においても、切欠衝撃曲げ試験で観察されると同様の靱脆遷移現象が現われており、変形速度の増加とともに遷移温度は高温側に移る傾向があり、焼鈍試料と同様の結果を示している。

Fig. 2は上と同じ試料の降伏点、引張強さおよび絞りにおよぼすひずみ速度の影響を各試験温度について示したものである。降伏点および引張強さはひずみ速度 10^2 sec^{-1} 位までは直線的に増加し、それ以後は急激に増加する傾向にある。絞りの変化より、ひずみ速度の増大にともなう靱性-脆性遷移現象が現われている。

Fig. 3は静的および衝撃 (5m/sec) 引張試験における降伏強度の結晶粒度依存性を示した。焼鈍軟鋼においては Petch の式

$$\sigma_u = \sigma_i + kd^{-1/2} \dots \dots \dots (1)$$

をよく満足し、 k の値はおよそ $2 \text{ kg/mm}^{3/2}$ である。ここで σ_i は摩擦応力、 k は転位の固着力に比例する常数である。調質試料においては、結晶粒度依存性が全く認められない。(1)式の結晶粒平均直径 d の値を本実験のような調質試料に対していかに定めるかは問題がある。研究した試料に変形を加えたり線の方向がおよそ一様な範囲を結晶粒と考慮して測定した d の値と、オーステナイト結晶粒として認められた d の値はだいたい一致したので、ここでは後者を採用した。調質試料は焼鈍試料と異なり結晶粒内に微細な炭化物を含んでおり、一般に転位の運動に対する摩擦力は非常に大きいと考えられる。したがって結晶粒界での転位の推積により生ずる応力集中がなくても転位は固着点から外れることができる

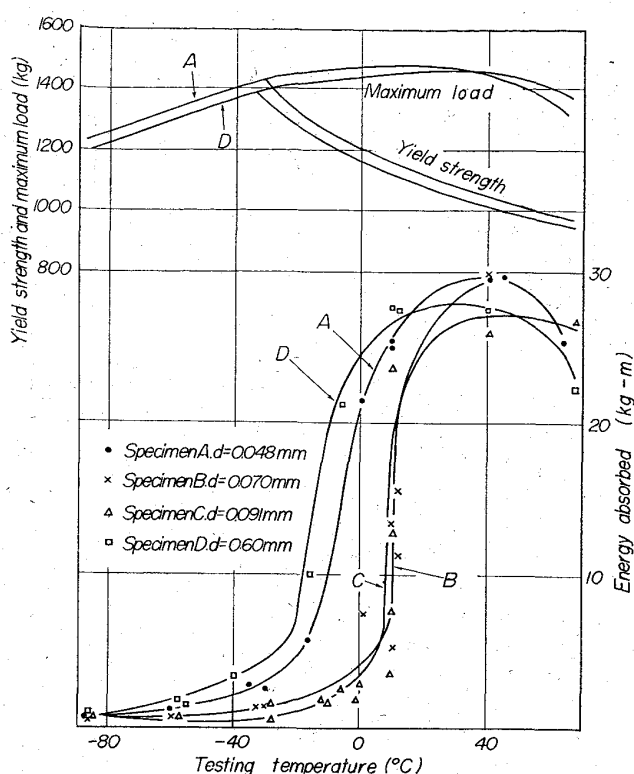


Fig. 4. Results of Charpy V notch test.

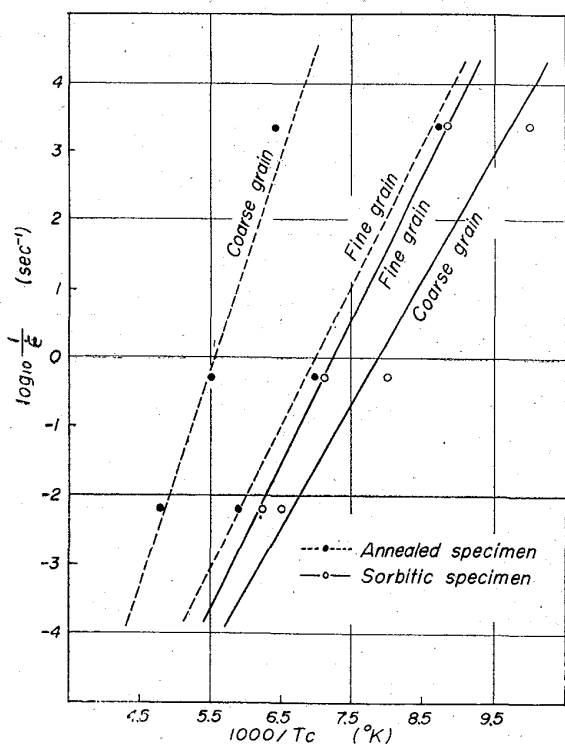


Fig. 5. The influence of strain rate on the transition temperature.

ので、降伏応力は結晶粒度に依存しないで、むしろ摩擦力のみにより決定される。

Fig. 4 はシャルピー衝撃試験の結果を示した。焼鈍試料では結晶粒が粗大になるにしたがつて遷移温度は高温側に移るが、調質試料ではほとんどそのような傾向は見

られない。また細粒と粗粒の試料を例にとり、同時にともめた降伏強さと破壊のための最大荷重の変化をも示した。これらもまた結晶粒度によりほとんど変化しない。

Fig. 5 は引張試験で観察される遷移温度とひずみ速度の影響を示した。遷移温度は絞り率が 1/2 に減少する温度を取った。これによれば焼鈍試料および調質試料いずれも、ひずみ速度が増加すると遷移温度は高温側に移る傾向にある。また焼鈍試料では結晶粒度が粗大化すると遷移温度は高くなるが、調質試料では結晶粒度による変化はほとんど見られない。

4. 結 言

オーステナイト結晶粒度のみが異なるソルバイト組織の 0.15% C 軟鋼で、常温から液体窒素までの温度範囲における静的、衝撃引張試験ならびにシャルピー試験を行ないつぎのごとき結果を得た。

- (1) 静的、衝撃いずれの引張試験においても、降伏強さは結晶粒度にほとんど無関係である。
- (2) 焼鈍試料および調質試料とも、ひずみ速度が増加すると靱脆遷移温度は高温側に移る。しかし調質試料では焼鈍試料と異なり、結晶粒度による遷移温度の変化はほとんどない。
- (3) 平滑試験片を用いての、静的、衝撃両引張試験で、焼鈍試料と同様に、靱脆遷移温度がみいだされた。また焼鈍試料は遷移温度は高いが、遷移温度のひずみ速度に対する変化は焼鈍および調質試料でおよそ同様な傾向をとった。

文 献

- 1) 作井, 中村, 大森: 鉄と鋼, 49 (1963), p. 996
- 2) 作井, 中村, 大森: 鉄と鋼, 49 (1963), p. 1587
- 3) 鈴木(秀): 鉄と鋼, 50 (1964), p.2351

(186) 低炭素鋼に複合添加した快削性介在物の挙動ならびにその被削性におよぼす効果

(鋼の被削性と微量元素に関する研究—Ⅲ)

東京大学, 工学部 工博○荒木 透
金属材料技術研究所 谷地 重男

Study on the Inclusion Behaviors of Simultaneously Used Freecutting Additives to Low Carbon Steel and Their Effectiveness on Machinability.

(Study on machinability and minor alloy elements steel—Ⅲ)

Dr. Tōru ARAKI and Shigeo YACHI.

1. 結 言

鋼の被削性を向上させるいわゆる快削性添加元素 (free cutting additives) としては古くより S, Se, Pb が用いられ、また最近では Te, Bi 等についてその有用性が認められてきた。特にこれら快削性元素の複合添加が効果的であることが認められ、その鋼中での組成、形状等が研究されて被削性への寄与について解明の努力がなされつつある。