

Fig. 2. Effect of Si and Cr content on Charpy impact value of various heat-treated steels.

が衝撃値は高い。したがって後者はマトリックスの形状、粒度およびその可塑性において前者を上まわる靱性を持つと考えられる。また -20°C の試験値は、常温とほぼ平行に変化し一般に粒界型にくらべてパーライトとして析出するものの方が低温衝撃値のレベルは低い。

一般に熱処理による衝撃値のレベルは、焼準、 500°C 処理、 600°C 処理、焼入の順に低下する。

衝撃値におよぼす添加元素量の影響は、焼準材では Cr をのぞいて大きな影響はなくとくに Mn, Mo, Ni 系ではその低温靱性の低下が少ない。焼入材では Mn 1.0% までがとくに高い衝撃値を示し、Mo, Ni 系とともに低温靱性の低下が少ない。恒温変態材では Si は全般に悪影響を与えないが、とくに Cr, Mo, V 系の 500°C 処理ではその元素量が増すと衝撃値を低下する。V 系ではその傾向がとくにいちじるしい。

文 献

- 1) R. F. MEHL: J. Iron & Steel Inst. (U. K.), 159 (1948), p. 113.
- 2) E. EICHEN and J. W. SPRETNAK: Amer. Soc. Metals, 51 (1959), p. 454.

速度のもとにおける金属の破壊挙動、またそのような変形速度のもとで試験温度を変えた場合の破壊挙動が引張試験によつて研究されている。すでに前報¹⁾では、切欠を有する軟鋼試験片について、低温衝撃引張試験の結果を報告したが、本報告では平滑軟鋼試験片の引張諸性質におよぼす温度(常温より液体窒素温度まで)、変形速度ならびに結晶粒度の影響についてのべる。

II. 実験方法

試料は Table 1 に示す組成の炭素鋼で焼鈍条件を変えて数種の結晶粒度 (ASTM No. 2~8) を得た。

Table 1. Chemical composition of specimen (wt.%).

| C | Si | Mn | P | S |
|------|------|------|-------|-------|
| 0.15 | 0.21 | 0.44 | 0.013 | 0.019 |

試験片の冷却は、静的試験の場合には木桶で試験片を包み、その中に冷却剤を充たすことにより、また衝撃試験の場合にはステンレス・パイプ製の容器で試験片を包んでそれに冷却剤を充たすことによつて行なつた²⁾。試験片の形状は前報に示したように²⁾ 直径 10mm, 標点間距離 35mm のものである。試験温度は、常温、 -30°C (エチルアルコールに液体窒素を滴下)、 -78°C (エチルアルコール+ドライアイス)、 -130°C (石油エーテルに液体窒素を滴下)、 -196°C (液体窒素) の 5 温度をえらび、各変形速度とも同一温度で 2~3 個の試験片を試験した。冷却時間は所定の温度に 10 数mn保持である。

静的試験には容量 35 t のアムスラー型油圧万能試験機を、衝撃試験には最大荷重 10 t, 最高衝撃速度 140 m/s の能力を有する回転円板型衝撃引張試験機を用いた。変形速度は、静的 (歪速度 $\dot{\epsilon}=1.5 \times 10^{-3} \text{ s}^{-1}$)、衝低速 5 m/s ($\dot{\epsilon}=1.4 \times 10^2 \text{ s}^{-1}$) および 20 m/s ($\dot{\epsilon}=5.7 \times 10^2 \text{ s}^{-1}$) の 3 種である。衝撃試験の際に試験片に加わる荷重は、針金歪計を貼りつけたロード・セルにより検出し、荷重-時間曲線を記録して測定した。

III. 実験結果

ここでは結晶粒度 ASTM No. 6.7 の試験片についての結果をのべる。

(1) 温度の影響

Fig. 1 は静的、衝撃速度 5 m/s , 20 m/s の変形速度の下に試験せるときの降伏点 (下部降伏点) と抗張力の温度に対する変化を示した。温度低下にともなう降伏点と抗張力の増加は、各変形速度とも類似したもので、かつ降伏点の方が抗張力よりその増加がいちじるしい。 -130°C まで各変形速度の降伏点はほぼ平行に増加する関係にあり、抗張力についてもこの関係は同様である。 -196°C では、Fig. 2 が示すごとく、破断伸び ϵ と断面収縮率 ρ はともにほとんど零で脆性破壊が現われた。変形をとまらう -130°C における破壊からほとんど変形をしない -196°C における破壊に移るとき、降伏点と抗張力が全然増加しないことから、衝撃引張試験では降伏点と抗張力の極大値が -130°C と -196°C の間に存在することが知られ、Fig. 2 を参照すると破断伸びと断面収縮率が零になる温度でそれらの極大値が存在

669.14 = 620, 178, 72, 254.1

(139) 軟鋼の低温衝撃引張特性

(高速衝撃引張試験機による鉄鋼材料の引張特性の測定—VI)

東京工業大学

工博 作井誠太・工博 中村正久・O大森正信

Impact Tensile Properties of a Mild Steel at Low Temperature. 1462~1463

(Measurement of tensile properties of steels with a high-speed impact testing machine—VI)

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

I. 緒 言

従来、鋼の衝撃試験は、シャルピー試験機などを用いて多く行なわれており、鋼の低温脆性などは主にかかる試験法によつて究明されてきた。近年、破壊理論に関する理論的考察を便ならしめるために、いろいろなる変形

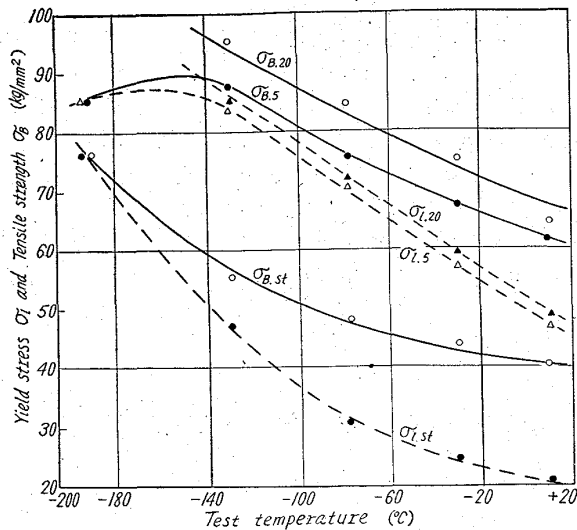


Fig. 1. Effect of temperature on the yield strength and tensile strength. Suffix shows the impact velocity.

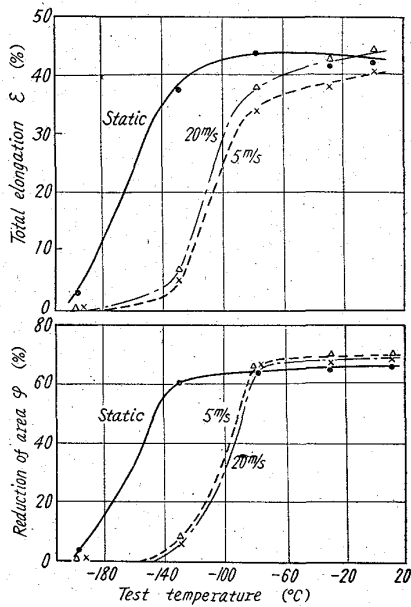


Fig. 2. Ductility-temperature curves.

すると考えられる。切欠軟鋼試験片¹⁾の場合に、破断伸びの零になるような条件が三つの変数、すなわち温度、変形速度、切欠の鋭さを適当にえらぶことによつて得られたが、伸びが零になる温度または脆性破面率が 100% になるときの温度で引張強さが極大値を示したこととよく類似している。Fig. 2 は破断伸びと断面収縮率の温度による変化を 3 種の変形速度について示したもので静的試験では 196°C と -130°C の間に、衝撃曲げ試験の場合に相当する靱脆遷移域が存在することを示している。変形速度の増加によつてこの遷移温度は高温側にずれる。本実験で行なつた静的試験と衝撃試験における歪速度の比は約 1:100,000 でありこれに対して遷移温度はほぼ 60°C だけ移動する。

(2) 歪速度の影響

一般によく知られているように、鋼の引張試験で測定される諸量におよぼす響影の点からみて、温度を下げる

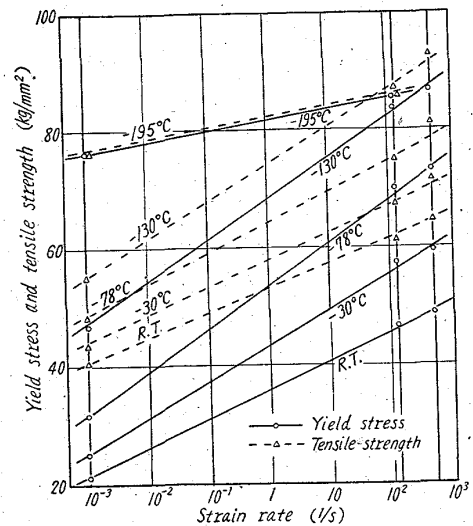


Fig. 3. Effect of strain rate on the yield point and tensile strength.

ことと、変形速度を増すことは同様の効果を有しており、転位論からも説明が試みられている。Fig. 3 は降伏点と抗張力に対する変形速度の影響を各試験温度について示したものである。すでにみたように、温度の影響は抗張力に対するより降伏点に対する方がはるかに大きかつたと同じように、変形速度の影響も降伏点に対して一層大きいことが認められる。破壊までかなりの変形量を示す常温から -130°C までは、温度の低下とともに降伏点と抗張力に対する変形速度の影響は次第に大きくなる。すなわち Fig. 3 の直線の勾配が温度の低下につれて大きくなることが認められる。それに反して脆性破壊を示す -196°C では、降伏点（抗張力は降伏点に一致するようになる）の変形速度依存性は激減する。

(3) 結晶粒度の影響についても報告する。

IV. 結 言

0.15% C を含む炭素鋼の結晶粒度を変えて常温から -196°C の温度範囲で、静的、衝撃速度 5, 20 m/s の引張試験を行ない、つぎのような結果を得た。

(1) 温度低下による降伏点、抗張力の増加はいちじるしくとくに降伏点の増加がいちじるしい。静的、衝撃試験のいずれの場合にも、延性破壊を示す温度範囲で降伏点はほぼ平行に上昇し、抗張力も同様であつた。延性破壊から脆性破壊に移る温度で降伏点および抗張力の極大値が存在する。

(2) 降伏点、抗張力のいずれも歪速度の対数に対して直線的に上昇するが、降伏点の上昇の方がいちじるしい。延性破壊を示す試験温度範囲において、降伏点、抗張力のどちらも温度が低くなるにつれて変形速度の影響を大きく受ける。脆性破壊を示す -196°C では変形速度の影響が激減する。

(3) 本実験に用いた平滑軟鋼試験片は静的試験において靱脆遷移温度の存在を示したが、衝撃試験 (5 m/s, 20 m/s の衝撃速度) によつてそれは約 60°C 高温側に移動した。

文 献

- 1) 作井, 中村, 大森, 布村, 森: 鉄と鋼, 47(1961), P.1556.
- 2) 作井, 中村, 大森: 鉄と鋼, 48(1962), P.582.