

669.1524'26-194-157.96:620.172.22A  
:620.186.8

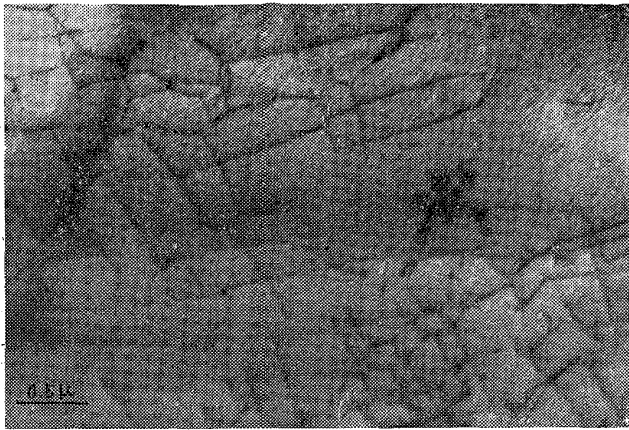


Photo. 4. Electronmicrograph of a low carbon mild steel after  $5 \times 10^5$  cycles at  $0 \sim 7.71 \text{ kg/mm}^2$ .

られている。この折れ曲りは2次元的なものでなく、3次元的なものである。

Photo. 3は応力が  $7.71 \text{ kg/mm}^2$ 、繰返し回数が  $10^5$  回の場合である。写真全体に彎曲した転位や折れ曲がつた転位が観察される。矢印Aに示されるように転位が一個所にかたまっている。繰返し荷重を加えた場合には形は異なるが一個所に集まった転位が観察される。

Photo. 4は応力が  $7.71 \text{ kg/mm}^2$ 、繰返し回数が  $5 \times 10^5$  回の場合の写真である。六角形の network を形成している部分と、交叉する転位群とが全体的に分布している。繰返し荷重を加えた場合、このような形で分布するのが一番多いようである。

以上特徴を有する写真をあげたが、他の写真も合せて検討してみると、転位密度は繰返し回数が増すにつれてわずかに増加する傾向がある。前に示した写真でもわかるように転位が全体的に分布するのではなく部分的に存在するので、転位密度を数量的に取扱うのは非常に困難である。静的引張荷重を与えた場合と異なる点は、単独な転位ループは少なく、ほとんどが network を組むか非常にからみ合うかしている。単独な転位ループは繰返し荷重を受けている間に排除されてしまい、network を組むか、その他なんらかの方法で固定化された転位が残っている。もう一つの特徴は1個所に線状に転位が集積されていることである。network を組んでいても、ある個所で一直線状により集った転位も認められた。繰返し回数が増せば全体的にわずかに転位密度は増すが分布する形態にはあまり差異は認められない。もつと応力の大きい場合の実験を行なつて応力による影響、および高い応力での繰返しの影響については次回に発表したい。

#### 4. 結 言

以上各写真より次のことが認められた。

1. 転位の分布する形態は静的引張荷重を与えた場合と大差はない。
2. 繰返し回数が増すにしたがつて、わずかに転位密度は増大する傾向にある。分布の形態には差が認められなかつた。
3. 単独な転位ループは少なく、network を組むか、他になんらかの形で pinning されている。

4. ある特定個所で直線状で転位が集積される。などである。

#### 文 献

- 1) 中西, 武政, 土師; 40年度鉄鋼協会春期講演大会予稿
- 2) M. A. VILKOV; Proc. ASTM, 60 (1960), p. 540
- 3) J. C. GROSSKREUTZ; Acta. Met., 11 (1963), p. 717
- 4) W. BOLLMANN; Phys. Rev., 103 (1956), p. 1588

### (142) 焼戻脆性鋼の低温における引張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—Ⅸ)

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 Size and Deformation Rate on the Tensile Properties of a Temper-Embrittled Steel at Low Temperatures.

(Measurements of tensile properties of steels with a high speed impact tension testing machine—Ⅸ)

Seita SAKUI, Tadahisa NAKAMURA and Akinori MATSUDA.

#### 1. 結 言

前報において、焼戻脆性を有する鋼の低温引張試験を行なうと、脆化試料は靱性試料に較らべ引張強さは小であるが、降伏比は高くかつ降伏点が鋭く、それらは変形速度が増加すれば顕著となること、および静的試験においては、cup-and-cone 破断、Star 破断、たて割れ破断などを経て脆性破断にいたるいろいろの破断様相を呈するが、衝撃試験においては cup-and-cone 破断と脆性破断だけしか現われないことなどを報告した。

このような焼戻脆性鋼の引張諸性質の変化は、一般的にソルバイト鋼の特長と考えられるので、今回は同様の諸性質が結晶粒度によつていかに変化するかについて調べた結果について報告する。

#### 2. 実験方法

試料は市販 SNC 2 鋼で、 $0.35\%C$ ,  $0.30\%Si$ ,  $0.53\%Mn$ ,  $2.63\%Ni$ ,  $0.80\%Cr$  の分析値のものを用いた。試料の焼入温度は  $900^\circ C$  一定とし、最高加熱温度を  $900^\circ$  ないし  $1300^\circ C$  に変えて、結晶粒度の異なる焼入試料を得た。焼入試料は  $650^\circ C$  に 2 hr 焼戻しし、半数は水冷して靱性試料とし、残りの半数は  $40^\circ C/hr$  の冷却速度で常温まで徐冷し脆化試料とした。このような熱処理によつて結晶粒度のみが、平均結晶粒直径として、

0.01mm ないし 0.40mm に変化したソルバイト組織の試料を得た。

実験は、約 200°C より液体窒素の温度範囲にわたって、静的引張試験、5 m/sec および 40m/sec の衝撃引張試験ならびに V 切欠き標準試験片のシャルピー衝撃試験を行なった。

フェライト地の鋼の降伏強度および遷移温度はそれぞれ次の(1)および(2)式

$$\sigma_y = \sigma_i + k_y d^{-1/2} \dots \dots \dots (1)$$

$$\beta T_c = \ln B - \ln(4q\mu\gamma'/k^* - k^*) - \ln d^{-1/2} \dots (2)$$

を満足することが認められている。ここで(1)式の  $\sigma_y$  は降伏強度、 $d$  は平均結晶粒直径、 $\sigma_i$  および  $k_y$  は温度および変形速度が与えられれば常数と考えられる。また、(2)式の  $T_c$  は遷移温度、 $\beta$ 、 $B$ 、 $k^*$ 、 $q$  は常数で、 $\mu$  は剛性率、 $\gamma'$  ではクラックの表面エネルギーである。この実験式が鋼の組織によつていかに変化するかを求めることもこの実験の目的で、実験結果をこれらの式にしたがつて整理検討した。

3. 実験結果

Fig. 1 には結晶粒の平均直径が 0.01 mm (試料 H および G) および 0.4 mm (試料 O および N) の靱性および脆化試料の低温における静的引張試験の結果を示した。また Fig. 2 は同じ試料の 5m/sec の衝撃引張試験の結果を示した。いずれの結果も細粒試料では靱脆両試料がほとんど同一の傾向を示し、相異を認め難いが、脆化試料の断面収縮率が低温でやや低下している。結晶粒が粗大となれば、靱脆両試料の相異はかなり明らかとなり、脆化試料は液体窒素温度では完全な脆性破断となる。

Fig. 3 はシャルピー衝撃試験の結果を示した。切欠き試験片による実験は靱脆両試料の相異を明瞭にし、しかも結晶粒の粗大化により脆性破断は

著しくなることが知られる。図にまた細粒と粗粒の試料を例にとり、同時に求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。脆化試料は靱性試料に較らべ明らかに低い応力で破壊している。

Fig. 4 は靱性・脆化両試料の静的試験における降伏強度と引張強さの結晶粒度依存性を示した。いずれの温度においても式(1)が満足されていることが明らかであるが、脆化試料のとくに引張強さは結晶粒度依存性が全く認められず、破壊の様子が異なることが想像される。

Fig. 5 は以上のいろいろの試験方法および変形速度の

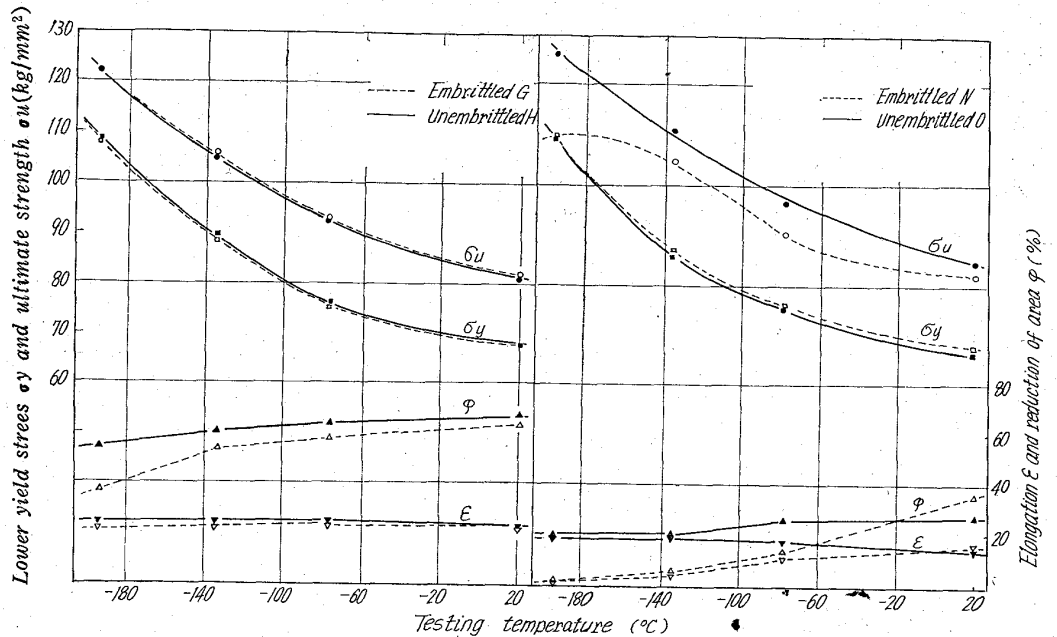


Fig. 1. Effect of temperature on the static tensile properties of embrittled and unembrittled specimens (G, H; fine grain, N, O; coarse grain).

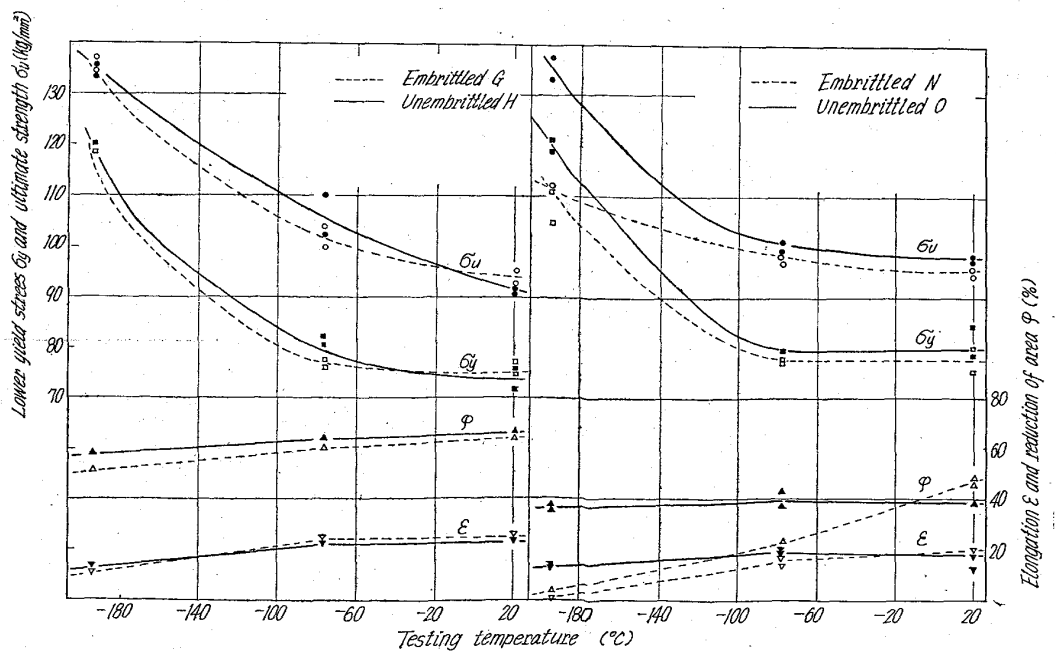


Fig. 2. Effect of temperature on the impact tensile properties of embrittled and unembrittled specimens (Impact speed=5m/sec) (G, H; fine grain, N, O; coarse grain).

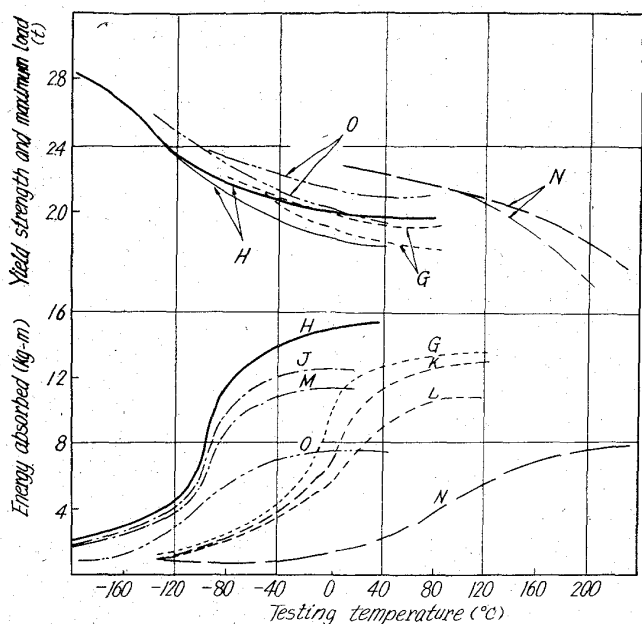


Fig. 3. Results of Charpy V notch tests on embrittled specimens G, K, L, N and unembrittled specimen H, J, M, O.

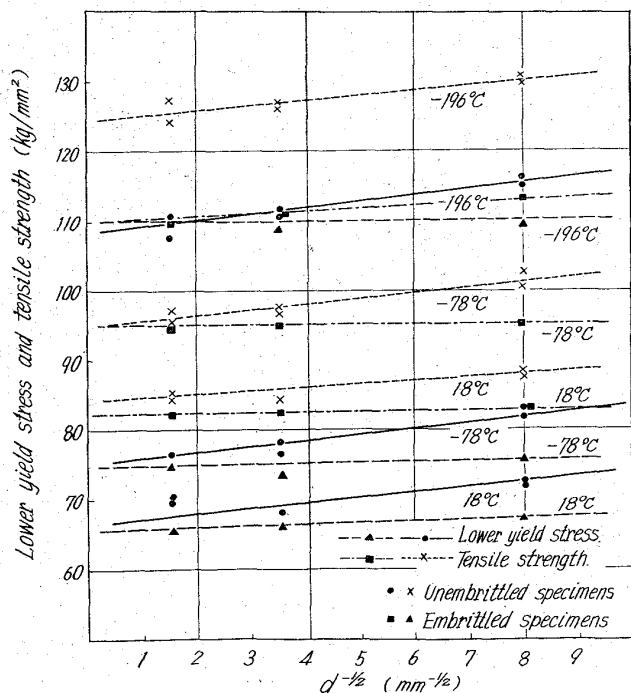
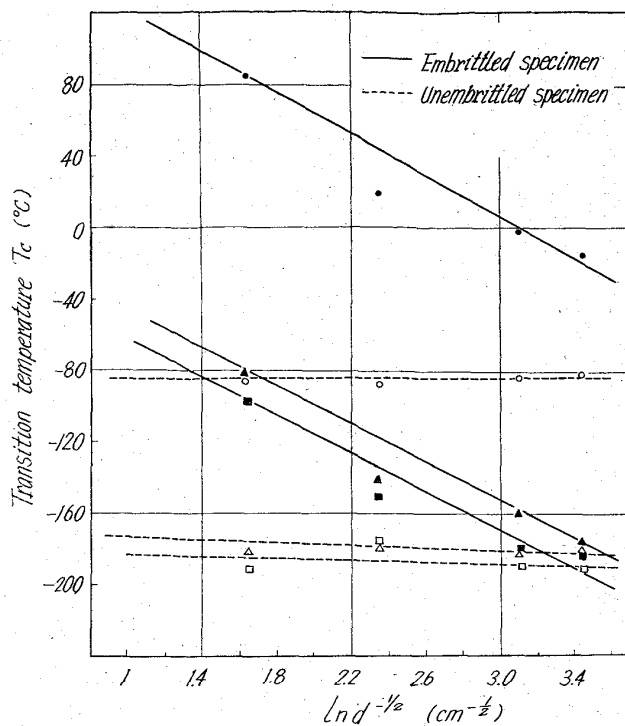


Fig. 4. Relation between lower yield stress, tensile strength and grain diameter in static tension.

実験から求めた遷移温度の結晶粒度依存性を示した。引張試験では延性が完全延性破壊のときの80%に低下する温度を、シャルピー試験では平均のエネルギーに低下する温度を遷移温度とした。いずれの場合も(2)式を満足するが、とくに靱性試料は結晶粒度依存性が小さく、正常のソルバイト鋼の特長を示しているものと思われる。

4. 結 言

Ni-Cr 鋼の結晶粒度のみが異なる焼戻靱性試料、脆化



● and ○ : Charpy, ▲ and △ : impacted at 5 m/sec, ■ and □ : Static test.

Fig. 5. The influence of grain size on the transition temperature.

試料を用いて、耐衝撃性質を調べて大要次の結果を得た。

(1) 結晶粒度は焼戻し脆性に敏感であり、脆性試料は靱性試料に較らべて脆性破壊強度が低い。

(2) 降伏強度および引張強さの結晶粒度依存性は結晶粒の平均直径の平方根の逆数に比例して変化するが、脆性試料の依存性は著しく低く、とくに破壊強さは結晶粒度にほとんど依存しない。

(3) この実験のすべての試験方法によつて求めた靱脆破壊遷移温度は結晶粒平均直径の平方根の対数に比例するが、靱性試料の粒度依存性は著しく小である。

文 献

- 1) 作井, 中村, 大森: 鉄と鋼, 49 (1963), p. 544.
- 2) N. J. PETCH: Phil. Mag., 1 (1956), p. 866.  
J. HESLOP & N. J. PETCH: Phil. Mag., 3 (1958), p. 1128.

(143) 高炭素鋼線材の冷間伸線性加工組織について

神戸製鋼所, 中央研究所

平野 坦・○高橋 栄治・山崎 龍雄

Study on the Structure of Cold-drawn High Carbon Steel.

Hiroshi HIRANO, Eiji TAKAHASHI and Tatsuo YAMAZAKI.

1. 緒 言

高炭素鋼線の伸線作業は、現在パテンティングおよび