

表面を観察したもので Photo. 1 (a) の常温における迂りでは、迂り線は細くかつ密集している。ただ純鉄の特長として波状を呈している。(b) は 720°C における変形を示したものであるが、迂り線は太くて少い、さらに温度が高く(c) の 890°C となると結晶粒境界がいちじるしく軟化してその部分に割目を生じ、かつ結晶粒の相互移動が認められる。所が同じ高温でも A_3 点以上の γ 領域に入ると双晶が各所に見られる。 A_3 点以上の(d)では迂り線は常温加工のそれに近く、細くかつ密に分布し結晶粒境界も堅固である。すなわちこのような高温も γ 晶にとつてはまだ

低温に属する観がある。これに対応して各温度における引張試験の荷重—伸び曲線は Fig. 2 に示すごとく変化し、その抗張力と試験温度との関係は Fig. 3 に示すごとくである。本実験のごとき急熱後の加工では γ 晶の変形の際に以前の α 晶の粒界が顕著にあらわれその部分に不規則な変形が見られるのは興味深い。 α 晶の境界の不純物が

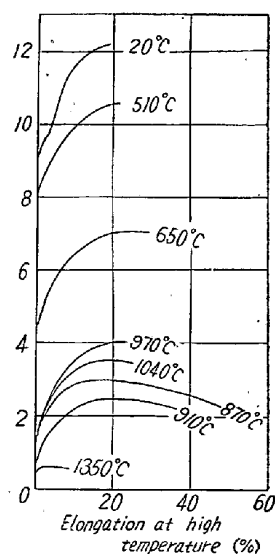


Fig. 2. Load-elongation curve of pure iron at various high temperatures.

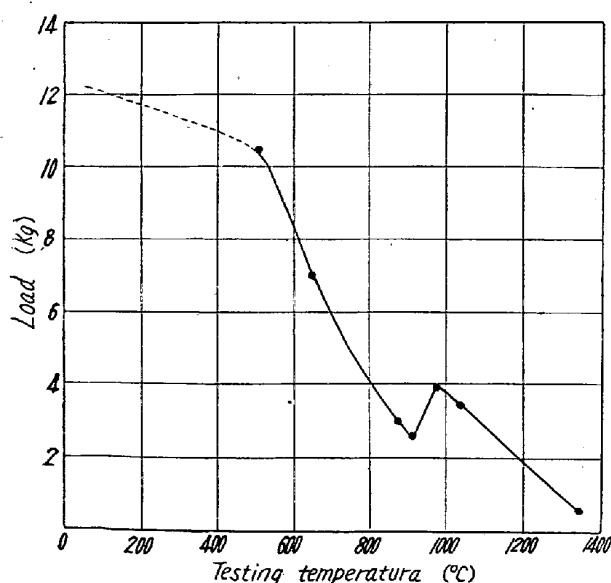


Fig. 3. Tensile load at various temperatures of pure iron.

拡散せずに残り、強度的な欠陥を形成するのであろう。 γ 領域でさらに高温になると Photo. 1 (e) に示すごとく結晶粒境界に割目を生ずるが α 領域におけるように顕著でない。

(61) 鉄鋼の高温捩りによる加工性試験について

日本鋼管，技術部技術研究所

両 角 不 二 雄

On the Test of Workability of Steel by Hot Torsion Method.

Fujio Morozumi.

I. 結 言

鉄鋼の高温加工性を知るには試片をある方法で変形し、変形中の応力と歪の関係を求めることが必要で、一般には引張り圧縮および捩りの3方法が用いられている。この中捩り試験は高速度でも比較的簡単にでき、これによつて鋼の高温中の変形能ないし変形抵抗を求め得る長所がある。しかしこの方法によつてえた結果をどのようにして塑性加工の場合に適用させるかという点に問題が残されている。これらに関し筆者は高温捩り試験では試片に剪断応力とともに比較的大きな二次応力の生ずることに着目し、特殊な測定子を有する試験装置により高温加工性と二次応力の関係について検討した。

II. 試 験 装 置

回転力および破断回転数の外、試験中発生する二次応力を測定できる試験装置を試作し用いた。Fig. 1 に装置の主要部分である二次応力測定子の概要を示した。

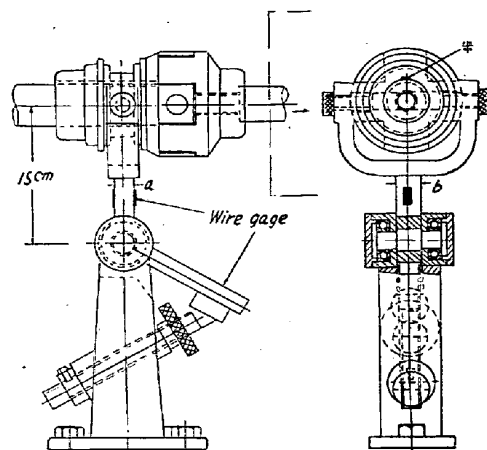


Fig. 1. Load cell for measuring secondary stress.

III. 検 討 方 法

振り試験によれば高温では比較的大きな二次引張応力の生ずることが認められたので（日本機械学会講演会昭33年4月発表），さらに試験温度の範囲を拡げ，その大きさおよび方向について検討し，引張り応力から圧縮応力になる変移点が存在することを確かめた．また振り試験により高温加工性を判断するのに従来から取扱われている回転力，破断回転数だけによつては普遍性に乏しいという考えから二次応力を用い，高温加工係数(R)なる一つの値{剪断応力(τ)と二次引張応力(σ_t)との比}を導びき出して見た．

この値によれば，加工のし易さの程度が従来の方法によるよりも一段と明らかになるものと考えられたので，更に前記の変移点と温度の関係の2つの面から鉄鋼の高温加工性が検討出来るのではないかと予想し，数種の鋼について実験をおこなつた．

IV. 試 験 結 果

二，三の実験結果をつぎに示す．Fig. 2 は低炭素鋼(0.15 C, 0.14 Si, 0.47 Mn, 0.015 P, 0.019 S)を用い 800°C から次第に温度を下げ常温までの二次応力について検討したもので，800°C から温度が下るにつれて二次引張応力は減少し，650°C 付近で0となり，これ以下になると逆に圧縮応力が生ずる（この0点の位置を変移点と称す）ことが確かめられた．

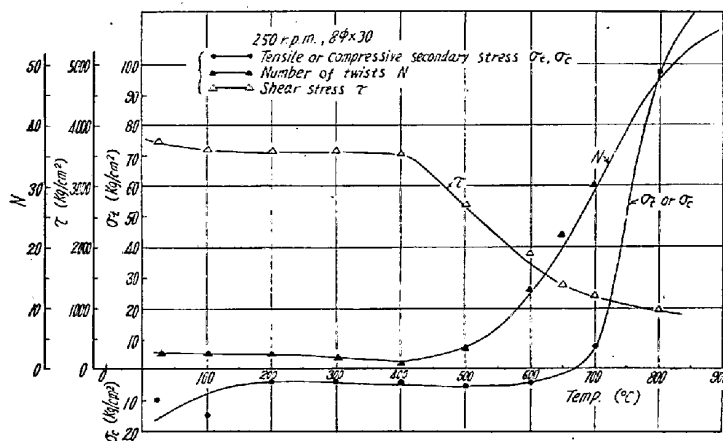


Fig. 2. Relation between secondary stress and testing temperature.

さらに同じ試料を用い 800°C ~ 1300°C の温度で，剪断応力 (τ)，破断回転数 (N)，二次引張応力 (σ_t) および高温加工係数 (R) をそれぞれ示した Fig. 3 によると剪断応力 (τ) は試験温度が 800°C から 900°C になると一時増大するが，900°C ~ 1200°C の温度範囲では急激に減少し，1200°C を過ぎ 1300°C の間では比較的緩やかに減少する．これに反し破断回転数 (N) は温度が高くなるに従い増し 1200°C で最高値を示し，これ以上

の温度では再び減少の傾向を示す．また二次引張応力 (σ_t) は破断回転数 (N) と同様に温度の上昇とともに増加し，最高値を示して後減少するが，この最高値を示す温度は破断回転数 (N) が示す温度よりも 50°C 以上低温側にあつた．一方高温加工係数も最高値を示す点があるが，この位置は破断回転数の最高値とほぼ同一位置であることが認められた．なお 18-8 ステンレス鋼 (0.04 C, 0.42 Si, 1.20 Mn, 0.025 P, 0.005 S, 18.33 Cr, 10.36 Ni, 0.32 Mo) および 18-8 Cb ステンレス鋼 (0.04 C, 0.28 Si, 1.53 Mn, 0.011 P, 0.012 S, 17.72 Cr, 11.94 Ni, 0.09 Mo, 0.43 Cb) についても同様な試験を行つたが，これらの試験では破断回転数の最高の位置と高温加工係数の最高の位置とは一致せず，後者の方が多少高温側にあつた．つぎにこの山の形状について比較すると破断回転数の方が一般に緩やかであり，高温加工係数の方が鋭く，加工可能範囲を明瞭に示していると考えられた．

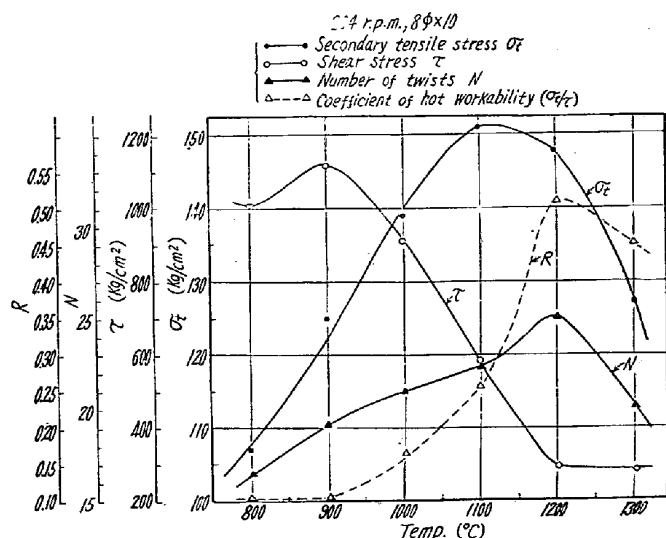


Fig. 3. The relation of testing temperature to shear stress, number of twists, secondary tensile stress and coefficient of hot workability.

Fig. 4 は鋼塊 (4.9 t 鋼塊, 0.11 C, tr, Si, 0.37 Mn, 0.026 P, 0.015 S) の位置別に試料を採取し，試験した結果であつて，これによると高温加工係数 (R) は位置により異なり，鋼塊頭部①(中心部)から採取せるものはもつとも低い値を示し，鋼塊中部②(中間部)から採取したものはもつとも高い値を示した．これらの値と破断回転数とを比較すると，ほぼ同一傾向が示された．

なお，試片の形状を変え，破断回転数と高温加工係数の比較を行つたが，破断回転数は形状による影響が大きい，高温加工係数はあまり大きな変化は認められなかつた．

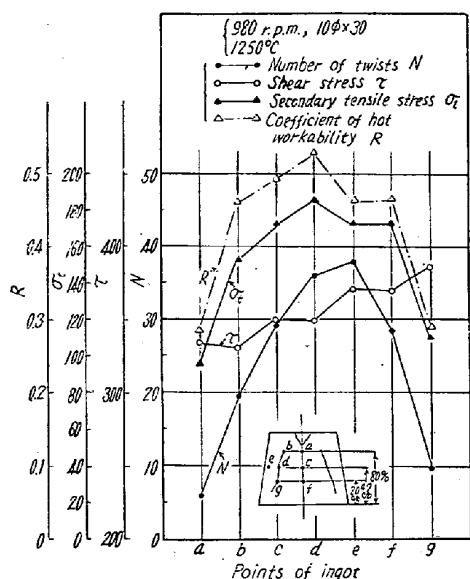


Fig. 4. The properties of test pieces taken from various points of an ingot.

V. 結 言

高温振り試験により鉄鋼の熱間加工性の難易を定める因子として剪断応力、破断回転数の外、新たに高温加工係数なる値を考え、これが加工性の判定に役立ち得る可否かについて検討し、つぎの事柄を確めた。

(1) 熱間中で材料が振り加工を受けると、高温側では二次引張応力、低温側では二次圧縮応力が生じる。この方向の変る点、すなわち変移点は低炭素鋼の場合は 650°C 付近である。

(2) したがって変移点以上の温度で振り作用を受ける材料は剪断応力および二次引張応力の2つの値によつてその加工性の良否が定められるものと思う。

(3) この程度を示すために二次引張応力の比を取りこれを高温加工係数とすれば、この方法によつて得た低炭素鋼の最高値は約 0.65 である。

(4) 高温加工係数によれば試験条件による影響が少ないので、加工性の程度を普遍的に示すことができるとともに、鉄鋼の熱間加工限度の推定に利用できる可能性がある。

(62) 高温高速振り試験について

日本特殊鋼管

○中川 孚・江藤 幹男

On the High-Speed Torsion Test at High Temperatures.

Makoto Nakagawa and Mikio Etō

I. 緒 言

鋼材のマンネスマン穿孔機による加工の難易度を推定するため、高温高速振り試験機を試作し、各種鋼材の振り試験を行つたので、ここに試験機の概要をのべ二、三の実験結果を示す。

II. 試験機の概要

Fig. 1 に試験機の概略図を示す。

本体：試験片掴部⑦、ベアリングボックス⑥、試験片に衝撃振りを伝達するための摩擦クラッチ③、などからなる。

モーター①：3P, 2880 r.p.m.

減速機②：5段チェン・ギアによる5段変速

試験片加熱炉⑨：シリコニット電気炉

最高加熱温度： 1500°C

各種測定装置：トルク・ピックアップは線歪計貼布のトーションバー、テンション・ピックアップは線歪計貼布のテンションバー、また回転数は電池回路を点滅して三点を同時に電磁オシログラフに記録させる。

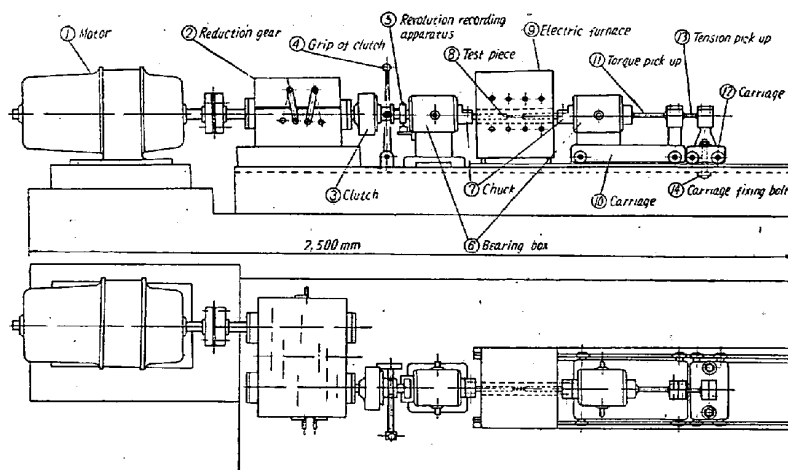


Fig. 1. Skelton diagram of the hot-torsion testing machine.

温度の測定法は $V \cdot 1$ に示す。

III. 試験片の形状および寸法

Fig. 2 の通りである。仕上は旋盤仕上で、軸方向表面粗さは 1.5S である。

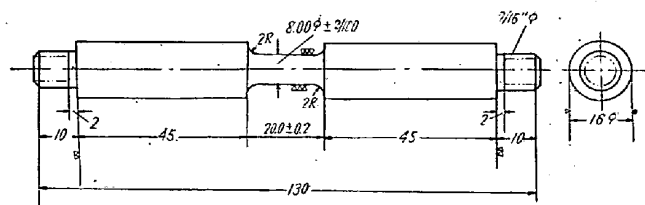


Fig. 2. Shape and size of the test piece.

IV. 歪 速 度

当社の穿孔機の変形速度はおおよそ $5 \sim 80/\text{s}$ である