

(株) 神戸製鋼所

○阿部 良一  
東 松三郎

1. まえがき

中炭素鋼において焼入焼戻シ後の引張試験片の破断面中央に大きく亀裂のはいった破面が現われ、鋼材欠陥と誤解されることがある。この様な誤解をなくす目的で調査条件による引張破断面の特徴について実験し、各種破断面の成因について考察した。

2. 結果の概要

供試材として構造用マンガン鋼1036 2.2 $\phi$ を用い、水焼入、油焼入後350 $^{\circ}$ Cから650 $^{\circ}$ Cまで50 $^{\circ}$ C単位に焼戻シを行い引張試験を行った。焼戻シ温度の上昇に伴って降伏点、引張強さは低下し、絞り、伸び、衝撃値は増加するが、破断面は写真1に示す様に焼戻シ温度の上昇に伴ってカップ状破面(Shear lip and fibrous fracture)から菊花状破面(Radial fracture)へと変化し更に菊花状の方向性がくずれ起つた大きい破面になってくる。水焼入の場合600 $^{\circ}$ Cの焼戻シにより中央に亀裂のはいった破面を呈する。更に焼戻シ温度が高くなるとカップ状破面となる。なお、水焼入と油焼入とでは各焼戻シ温度における破面にズレが認められる。

3. 考察

焼戻シ温度に伴う破断面変化の原因を次の様に考察した。

1. 約400 $^{\circ}$ C以下の低温処理では鋼の力は高いが脆いためほとんど絞れることなく高荷重のかかった状態で瞬時的に横方向のクラックまたはスリップが全破断する。その結果として破断面はスポ切れまたはカップ状を呈し、破断部の加工硬化度も非常に小さい。

2. 約400 $^{\circ}$ C~530 $^{\circ}$ Cの処理では靱性も幾分出て来て横方向の亀裂、スリップ以外にも縦方向の応力集中部を全破断の亀裂を全する様になる。この結果として破断面はカップ状+菊花状を呈するものと思われる。

3. 約530 $^{\circ}$ C~630 $^{\circ}$ Cの処理では靱性はより高く、伸び、絞りが大きくなるため内部の縦方向の応力集中部の数は少くなる。しかしながら一たん極く一部に亀裂が全するとノッチ効果で応力はその部分に集中し少数の亀裂が他の靱性が高いため引裂き状に成長しその結果として大亀裂破面を全するものと思われる。

4. 約630 $^{\circ}$ C~720 $^{\circ}$ Cの処理では靱性が極めて良く、伸び、絞りに荷重が消費され、内部の応力集中部はなくなり伸び、絞りの限界点で加工硬化が極度に大きくなりその結果靱性が低下し横方向のクラックまたはスリップが起って再びカップ状破面を全するものと思われる。なお水焼入と油焼入との破面のズレは焼入の完全、不完全が原因したものである。

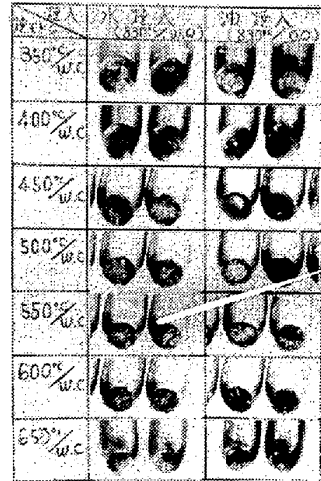


写真1. 調査条件と破断面