

## 強加工した鋼の焼入組織における旧オーステナイト粒粗大化と衝撃強度の 発見メカニズムの解明

旭川工業高等専門学校 機械システム工学科 杉本 剛  
旭川工業高等専門学校 生産システム工学専攻 稲葉大地  
豊橋技術科学大学 機械工学系 足立 望

### 1. 目的

近年、加工コスト・加熱コストの低減と部品精度向上のため、冷間歯形鍛造部品に浸炭熱処理を行う場合が増えてきている。この際、冷間加工ひずみと熱処理時に結晶粒粗大化が生じ、部品強度の低下が起こるとされている。この為、結晶粒粗大化による影響は解決すべき問題となる。冷間歯形鍛造では部品にせん断ひずみが付与される。また、熱処理は高温であるほど処理が高速化する。この冷間加工によるせん断ひずみと熱処理の高速化による結晶粒の粗大化と、それによる衝撃強度の変化について調査をした。

### 2. 研究成果

#### 2. 1. 実験手法

せん断ひずみの付与と熱処理の実験の方法としては、まず材料については駆動系の浸炭焼入部品によく用いられる JIS SCM420H 丸棒を使用した。手順としては SCM420H 丸棒を機械加工で切削、研削を行い、直径 20mm、厚さ 1mm の試験片に加工した。次にフルテック FT101 炉で機械加工時に入ったひずみをとるために 600℃に昇温して 1 時間保持し、炉冷する焼きなましを行った。そして豊橋技術科学大学の足立先生の協力で HPT 装置 200T 型を使用し、せん断ひずみを付与した。加工条件は圧下圧 5GPa、回転速度 0.2rpm となっている。この時に付与するひずみは加工時の小ひずみを想定したひずみ量 2、回転量は 1/32 回転、通常の加工で考えられる最大のひずみを想定したひずみ量 13、回転量は 1/8 回転、HPT 加工機を 1 回転させたときに入るひずみ量 104 の 3 種類を決定した。最後に再び炉で結晶粒を粗大化させるための熱処理を行った。この熱処理は事前に熱した炉に無酸化環境で材料を入れ、1.5 時間加熱し、取り出して水焼入れを行うことで急速に冷やし、材料をマルテンサイト変態させた。熱処理時の温度は 930℃、980℃、1050℃の 3 条件を設定した。まず 930℃、これは一般的な浸炭熱処理時の温度として設定。980℃、これは(2)を参考に、オーステナイト粒径が最大となる手前のピン止元素の限界温度として設定した。そして 1050℃、これは C-Fe 接触面での部品融解を考慮した通常の熱処理温度の限界温度である。それぞれ熱処理を行った後、光学顕微鏡で組織を観察して切断法を用いて平均粒径と最大粒径を調査した。また、靱性の調査のために衝撃試験を行った。実験の方法としてはコイン状の試験片を長さ 18mm、幅 2mm、厚さ 0.5mm の寸法になるよう放電加工機で切り出した。同じく放電加工機によって図のようにノッチを入れた。これを微小衝撃試験機に設置し、SUS630 を素材とした衝撃刃を速度 1m/s で衝突させて試験片を破断し、その時の衝撃吸収値を調査した。現時点では無加工材、熱処理温度 930℃、回転量 1/32、熱処理温度 1020℃、回転量 1/32、熱処理温度 1020℃、回転量 1 の 4 条件で実験し

ている。なお熱処理温度が 1020℃となっているのは熱処理時のミスであるが、現在は他の条件の実験が出来ていないため参考として使用している。

#### 2. 2. 結果および考察

結果として図 3-1 から読み取れるように平均粒径は熱処理温度に大きく影響を受け、せん断ひずみに対しては一定の傾きの相関関係があることが分かった。最大粒径は両方の処理の影響を受け、せん断ひずみによって特に大きく粒径の変化が起こる地点が 2 つあることが分かった。この粒径の大きな変化は粗大化の処理がすぐに発生せず、ある閾値を超えたときに急激に結晶が成長する現象が起こったものと考えられる。しかし、2 度目の急激な結晶粒径の粗大化の原因についてはまだ予想がついていない。衝撃実験の結果からは衝撃吸収値が熱処理温度と回転量が大きいと衝撃吸収値が大きくなるということが分かった。

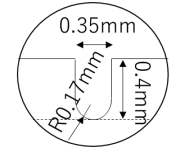


図 1 ノッチ形状

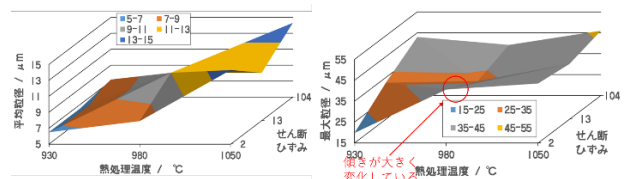


図 2 結晶粒観察結果

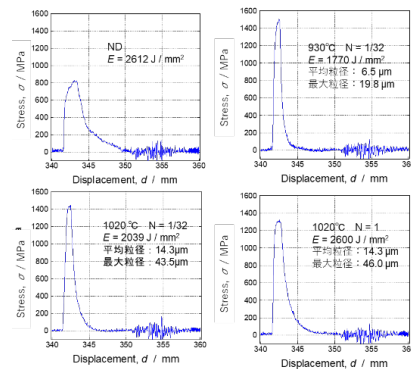


図 3 衝撃試験結果

### 4. 結論と今後の展望

結論としてはせん断ひずみ、熱処理温度はいずれも熱処理完了での結晶粒径と衝撃吸収値に影響を与えるが、影響の様子は異なる。引き続き、どのような場合に破壊進展が影響を受けるのか、詳細な条件検証を進めたい。

#### 参考文献

- (1) 城野政弘, 菅田淳, 山田真治, 走査電子顕微鏡による疲労き裂進展の動的直接観察, 材料, 37(421), 1988, pp.74-78
- (2) 紅林豊, 中村貞行, 結晶粒粗大化防止鋼「ATOM 鋼」, 電気製鋼, 65(1),67-75, 1994