

材料が同じでも硬さは同じとは限らない

1. はじめに

機械部品には、熱処理によって硬さや強度が大きく変化する材料が多く使われています。このような部品でも、図面には材料記号だけが記載され、熱処理や硬さが指示されていない場合があります。部品の破損などのトラブルが発生して硬さを測定すると、想定より低い値を示すことがあります。しかし、図面に硬さの指示がなければ、その値だけから図面の要求を満たしていないと判断することは困難です。

そこで今回は、熱処理によって材料の硬さがどの程度変化するのかを実際に測定し、機械部品図面における熱処理と硬さの指示について考えてみます。

2. 熱処理による硬さの変化

今回は、熱処理によって硬さが変化する例として、直径 20mm、長さ 20mm の機械構造用炭素鋼 S45C を試料としました。

表 1 に試料の熱処理条件を示します。受入れ状態の試料、850℃から焼入れした試料、焼入れ後 600℃で焼戻した試料の三個について、端面のロックウェル硬さを比較しました。結果を表 1 に示します。表 1 から、同じ S45C であっても、熱処理によって硬さが大きく変わることが分かります。なお、試料 A は比較的軟らかいため B スケール (HRB)、試料 B、C は C スケール (HRC) で試験しました。HRB と HRC は異なるスケールであり、数値を直接比較することはできないことに注意してください。

表 1 試料の熱処理条件

試料	熱処理条件	ロックウェル硬さ
A	受入れ状態	94 HRB
B	850℃から焼入れ	55 HRC
C	850℃から焼入れ後、600℃で焼戻し	28 HRC

3. 金属組織の観察

次に、各試料の端面の金属組織を観察しました。図 1～3 に結果を示します。腐食液には硝酸

アルコール溶液を使用しました。

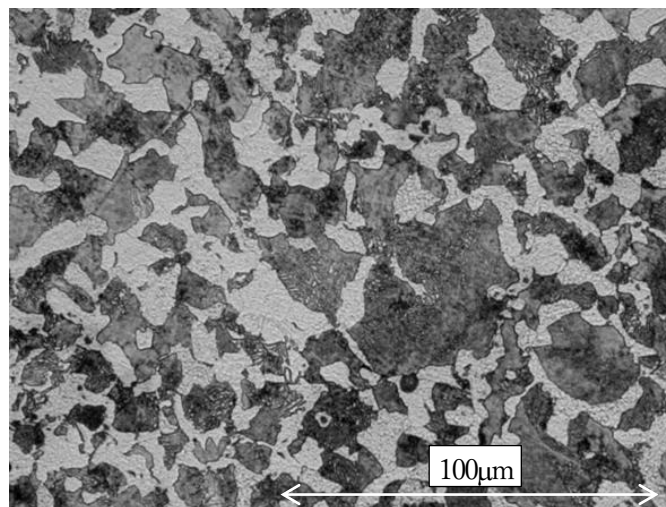


図1 試料Aの金属組織

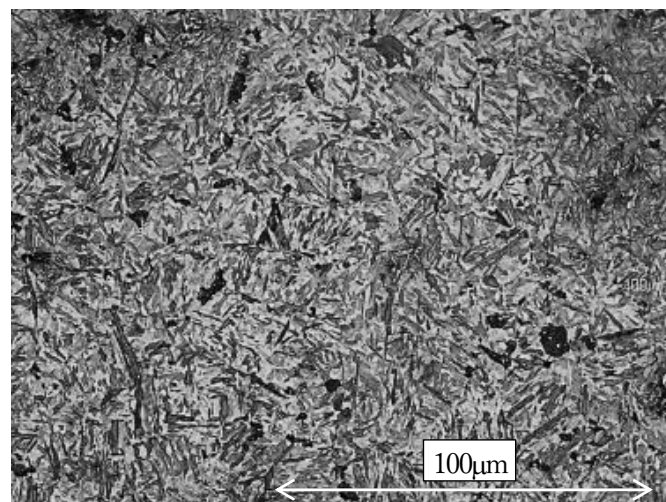


図2 試料Bの金属組織

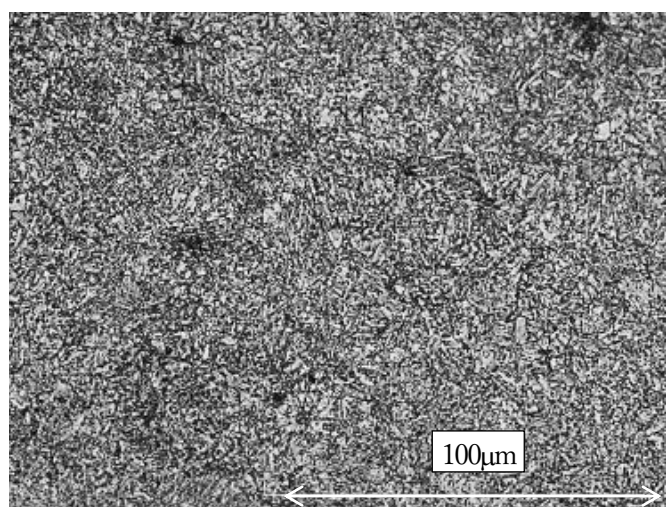


図3 試料Cの金属組織

これらの図において、試料Aではフェライトとパーライト組織であるのに対して、試料Bではマルテンサイト組織、試料Cでは焼戻マルテンサイト組織となっており、試料Bおよび試料Cでは、試料Aとは異なる組織が観察されました。このように、同じS45Cであっても、熱処理によって硬さや金属組織が変化することが分かります。

4. 材料記号だけでは硬さは決まらない

ここで、機械部品の図面について考えてみます。

例えば、図面に材料として「S45C」とだけ記載されていたとします。設計者は、焼入れ焼戻しを行った状態を想定しているのかもしれませんが、しかし、図面に熱処理や硬さの指示がなければ、その意図が製作者に伝わらない可能性があります。

仮に部品が破損し、硬さ試験をしたところ、設計者が想定していた値より低かったとします。この場合、硬さが低いことが破損に関係している可能性はあります。一方、図面に硬さの指示がなければ、「硬さが低かった」ことと、「図面の要求を満たしていなかった」ことは分けて考える必要があります。部品に必要な硬さがある場合には、その値を図面や仕様書などに示しておくことが重要と考えられます。例えば、設計上25～30HRCの硬さが必要な部品であれば

材料：S45C

熱処理：焼入れ焼戻し

硬さ：25～30HRC

※一例であり、要求値は用途によって異なります
などの指示が考えられます。

なお、必要な指示は部品の用途によって異なります。表面硬化を行う部品では、表面硬さだけでなく硬化層深さなどが必要になる場合もあります。

5. 鉄鋼以外の材料でも注意

ここまで、S45Cを例として紹介しましたが、熱処理によって硬さが変化するのは鉄鋼材料だけではありません。アルミニウム合金では時効処理、チタン合金では熱処理条件によって硬さや強度が変化する場合があります。

このため、鉄鋼材料以外についても、材料の種類だけでなく、必要に応じて熱処理状態や硬さなどを確認することが重要です。

6. トラブル調査では図面も確認

部品の破損原因等の調査においては、硬さ試験や金属組織観察は有効な方法です。しかし、硬さが低く、焼入れ焼戻しされていないと考えられる金属組織であったとしても、それだけで熱処

理不良と判断することはできません。図面や仕様書に、熱処理や硬さが要求されているかを確認する必要があります。

「図面では何が要求されていたのか」を確認することも、不具合調査では重要です。

7. 終わりに

今回は、S45C を用いて熱処理による硬さと金属組織の変化を調べ、機械部品図面における熱処理・硬さの指示について紹介しました。

同じ材料でも、熱処理によって硬さや金属組織は大きく変化します。このため、部品に必要な硬さがある場合には、必要に応じて熱処理や硬さなどを図面や仕様書に示すことが重要と考えられます。

問い合わせ：新潟県工業技術総合研究所
技術統括センター 斎藤 雄治
TEL：025-247-1320