

2 熱処理に関する試験研究

—— SKD11材の抗折試験について ——

清藤 純一・浜石 和人

1. 研究目的

使用条件の厳しい型工具については、高合金鋼が採用されるが、これの耐摩耗性と靱性は相反する性質であり、同時に改善することは困難である。したがって、その妥協点は問題となる実用工具の要求性能によって決定される。われわれはSKD11、SKH系についてプレス用パンチ工具として熱処理特性と耐久性の関係について基礎試験を進めているが、SKD11材の通常の焼もどし（180～200℃）に較べて、高温焼もどし（500℃）を施したものは、耐摩耗性は多少劣るものの、刃先のカケが著しく減少しかなりの耐久性を示すので、今回は工具靱性を抗折試験によって検討を試みた。

2. 研究内容

現在進めているSS41材形鋼のボルト用パンチ寿命試験において、通常の熱処理を施したものに較べて、500℃焼もどし材が切刃部のカケが少なくなり寿命も高い水準を示すことがわかった。一般に180℃焼もどし材に較べて、500℃焼もどし材は硬さが低下するので耐摩耗性が劣っていると考えられるので、焼入れ、焼もどし条件が破壊靱性に及ぼす影響を抗折試験により調べた。

抗折試験片は20mmφ圧延棒鋼より削出したもので、結果を図1～図4に示す。焼入れは、950℃、1000℃、1050℃各20分後油冷し、焼もどしは100℃油中、200℃～600℃はソルトバス中で各温度3回もどしとした。

なお脱炭層の除去のために抗折試験片の中央

部は研削した。

3. 研究結果

図1に抗折試験片より測定した焼入れ、焼もどし硬さを示す。本試験は焼もどしを3回づつ施したため、1回焼もどしに比べて約2硬度低下している。

図より明らかなように適正焼入れ温度の1050℃、1000℃焼入れ材はHRC63以上が得られるのに対し、950℃焼入れ材はHRC60以下となっている。また適正焼入れ材は、500℃焼もどしにおける2次硬化が顕著に認められる。

焼入れ、焼もどし硬さは1050℃焼入れ材が最も高い。

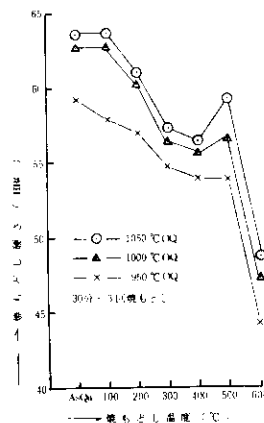


図1 焼入れ、焼もどし硬さ

図2に焼入れ、焼もどし材の抗折力の変化を示す。本鋼の適正焼入れ温度1050℃、1000℃焼入れ材はいずれも500℃まで抗折力が増加し焼もどし効果が著しい。図1の焼入れ、焼もどし硬さと抗折力は逆の関係にあり、1000℃焼入れ材の方が抗折力が高い。

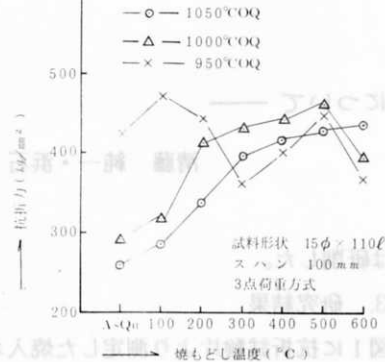


図2 焼入れ、焼もどし材の抗折力の変化

一方 950℃焼入れ材は焼入れのままでも抗折力は大きく、焼もどしにより更に改善されるが、300℃附近では抗折力が減少し脆化するの分かる。抗折力はいずれの場合も500℃附近で最大値を示し、それ以上では急速に焼もどし軟化が進む。

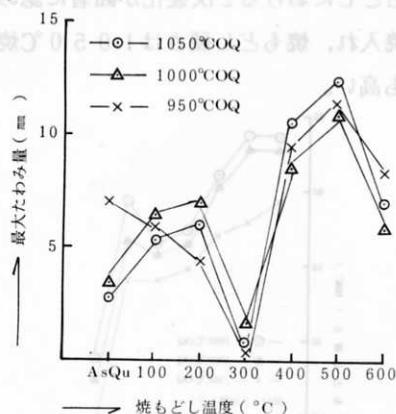


図3 焼入れ、焼もどし材のたわみ量の変化

図3は焼もどし温度によるたわみ量の変化で各焼入れ材ともほぼ同様の傾向を示し、300℃におけるたわみ量の落ち込みは顕著である。

これは300℃附近の脆化を意味しており、焼もどしでさけなければならない温度域と考えられる。また低温焼もどしでは1000℃焼入れ材が、高温焼もどしでは1050℃焼入れ材の方が高いたわみ量を示している。

図4に熱処理材の硬さと抗折力の関係を示すが、熱処理硬さが高くなるにつれて抗折力は低下し、同一硬さでは1000℃焼入れ材が1050℃焼入れ材に較べて高い抗折力を示している。いずれの場合もHRC58以上では急激に抗折力の低下が見られる。

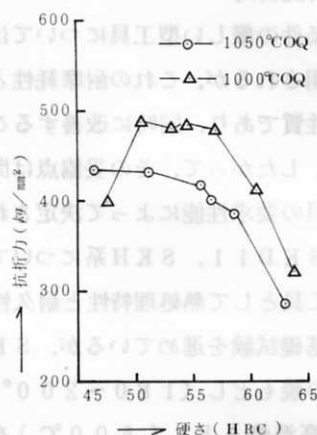


図4 硬さと抗折力の関係

写真1に抗折試験結果の一例を示すが、400℃以上焼もどし材では永久変形が観察される。

写真2、写真3に各焼入れ材の200℃、500℃焼もどしの組織写真を示す。

写真より明らかなように200℃焼もどしでは未溶解炭化物が認められるが、焼入れ温度の高いほど炭化物の溶解が進んでいる。

また500℃焼もどし材では微細な炭化物の析出が認められる。

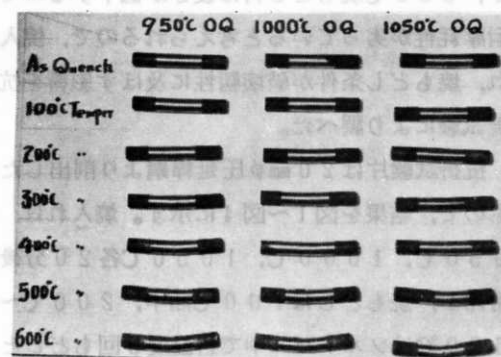


写真1 抗折試験結果例

950°C OQ

1000°C OQ

1050°C OQ

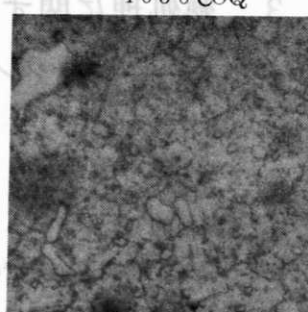
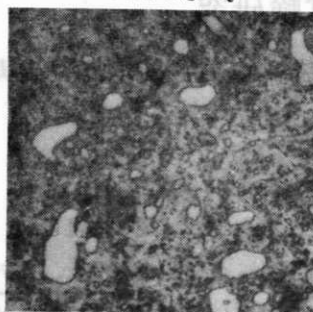
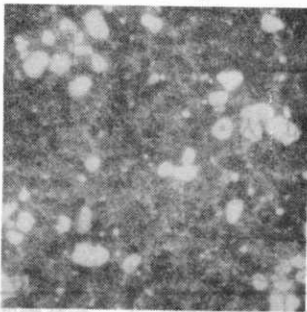


写真2 焼入れ後200°C焼もどし(×400)

1000°C OQ

1050°C OQ

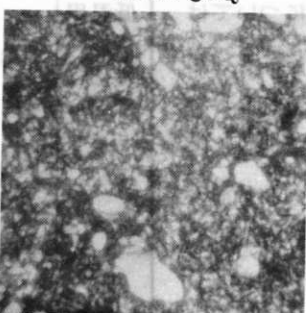
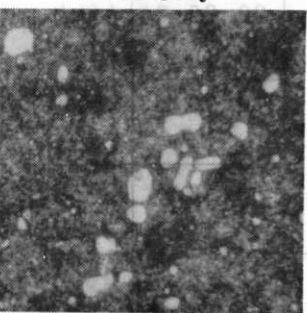


写真3 焼入れ後500°C焼もどし(×400)

4 まとめ

SKD11は、通常の焼入れ後180~200°C焼もどしを施して使用されるが、500°C高温焼もどしで硬さを多少犠牲にして靱性の向上をはかったパンチ材での打抜試験において、これの耐チップング性等のすぐれていることが明らかとなり、この原因解析のため抗折試験による検討を行なった。以下本実験の結果をまとめると

- 1) SKD11熱処理材の抗折力は500°C焼もどしで最も高く、かつ最大たわみ量も最高値を示す。
- 2) 300~400°C焼もどしで、たわみ量の落ち込みが著しく、この温度域で脆性化すると考えられる。
- 3) 焼入れ温度としては1050°Cより1000°C焼入れ材の方が靱性大きい。
- 4) 硬さが抗折力に及ぼす影響では、熱処理硬さがHRC58以上では急激に抗折力が

減少する。

- 5) 最大たわみ量が500°C焼もどし材でピークを示すが、このことは二次硬化と関係していると考えられるが、この意味はよく分らない。

以上のことより、SKD11の500°C焼もどし材の耐久性が高い原因は硬さ低下による靱性の向上によるものと思われる。500°C焼もどし材の実用工具例は見当たらないので引き続き打抜試験のデーターを求め、適正焼入れ焼もどし条件との比較を試みたい。