

熱処理状態及び腐食環境が機械部品の破断面に与える影響

1. 目的

県下には機械部品を製作している企業が多く、当センターにはそれに係わる相談が多数寄せられている。その中でも、機械部品の破壊に関する事柄は対応が難しい。機械部品に生じる破壊の主な要因としては、疲労、腐食環境、粒界脆化、熱処理不良等があり、具体的な事例としては、めっき時の水素脆化による粒界破壊や、焼き割れといった現象がある。破壊の原因特定は、試料の破断面や微細組織を観察することで行うが、破壊は上記した様々な要因が組み合わさって生じる現象であり、破断面もケースバイケースで異なるため、熟練していないとその原因を特定することが困難である。

そこで、本研究では、機械部品の破壊原因を特定する手法を確立するための第一歩として、金属を特定の条件下においた後、疲労試験機を用い破壊し、外観、破面、微細組織を観察することで、試料に加えた条件が組織に与える影響を評価する実験を行う。

2. 実験方法

共試材にS45Cを用い、熱処理として750℃～800℃焼入れ、及び150℃～650℃焼戻しを施したものを試料とした。各種熱処理条件の異なる試料に対し、疲労試験機を用いて破壊させ、外観、破面、微細組織を観察することで評価を行った。

3. 結果及び考察

現在までに、S45Cの生材に対し、750℃、780℃、800℃で焼入れを行い、その後、疲労試験を行った。

表1 資料に対する熱処理

		焼入温度/℃			
		しない	750	780	800
焼戻温度/℃	しない	○	○	○	○
	150	△	○	○	○
	250	△	実施予定	実施予定	○
	350	△	実施予定	実施予定	○
	450	△	実施予定	実施予定	○
	550	△	実施予定	実施予定	実施予定
	650	△	実施予定	実施予定	○

また、それぞれの温度で焼入れを行った試料については、焼入れ後、焼戻しを行った試料も作製し、疲労試験を行った(表1参照)。疲労試験において破壊させた試料について、SEMによる観察を行った。焼

戻し温度が150℃以下の試料では、破面において粒界破壊が観察され、脆性的に破壊していたが、焼戻し温度が250℃以上になると、ディンプル型破面の割合が多くなり、延性破壊を起こしたことが分かった。また、外観上の破断面は焼戻し温度250℃まではほぼ水平であったが、350℃、450℃では著しい凹凸を生じた。また、650℃ではカップアンドコーン型の破面が観察された。このように、微細組織においては250℃を境に破断面組織が変化するが、外観上明らかな変化が見られるのは350℃以上の焼戻し温度から生じることが分かった。これは、この温度の間で硬いマルテンサイト組織が、全て柔らかいトルースタイト組織に変化するためだと考えられる(表2参照)。また、今後、金属顕微鏡による組織観察を行い、熱処理が破断組織に与える影響を評価する予定である。

表2 熱処理条件による破壊時の状態変化

		焼戻し温度/℃						
		0	150	250	350	450	550	650
状態	SEM	粒界	粒界	粒界/延性	粒界/延性	延性	延性	延性
	外観	水平	水平	水平	凹凸	凹凸	凹凸	凹凸
	組織	M	焼戻LM	焼戻LM	焼戻LM	T	S	S

4. 結言

- 破壊形態は熱処理条件によって変化し、微細組織にマルテンサイトが含まれている場合は粒界破壊が生じ外観上も直線的に破壊するが、350℃程度で焼戻しを行った試料についてのみ、外観上凸凹が生じる。

- 500℃以上で焼戻しを行った試料は、微細組織はソルバイトとなり、ディンプル状の破壊が生じる。

- 機械部品の破壊が生じた際、外観、破面、微細組織を観察することで熱履歴が推定できるため、破壊原因の究明に資することができる。