

残留応力の重要性について

1. 残留応力とは

金属材料に外力を加えるとそれに反発する内力が発生しますが、外力を取り除いた後も内力が多少残る場合があります、これを残留応力と呼んでいます。

たとえば、薄い金属板を曲げていた手を離れた際、元の形状まで戻れば残留応力は生じませんが、戻らず変形が残る場合は残留応力が発生します。また、その残留応力の方向は外力（曲げ）と逆向きになります。

2. 残留応力の発生事例

金属部品の製造現場では、表面焼入れやショットピーニングなどの表面処理を行う場合があります。その表面処理中は、マルテンサイト変態に伴う体積膨張やショット材の高速衝突による変形が表面随所で起こり、ワーク表面には水平方向に拡がる力が作用します。そして、表面処理後はこれに反発する圧縮応力が残留します（図1）。

引張応力の発生事例としては、溶接があります。溶融部が冷え固まる際に収縮しますので、溶接境界部ではこれに反発する引張応力が残留します（図2）。この引張残留応力は除去する必要があります。その理由を次に説明します。

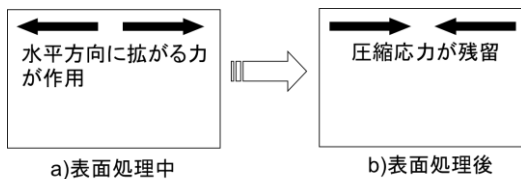


図1 圧縮残留応力の発生事例

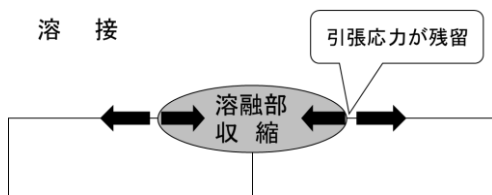


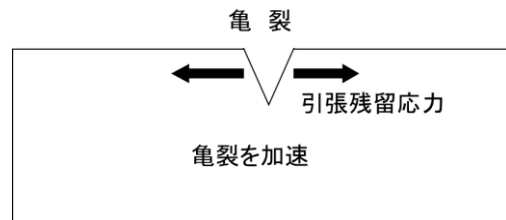
図2 引張残留応力の発生事例

3. 残留応力の影響

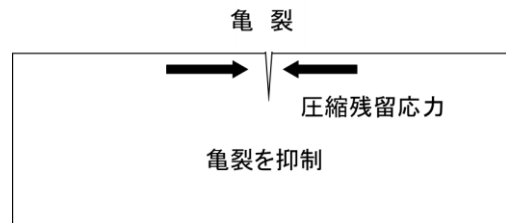
図3は、金属表面の亀裂に及ぼす残留応力の影響を示しています。

たとえ、高炭素鋼などの高強度材料を用いても、(a)のように引張応力が残留していると亀裂発生・進展を促し、早期破壊し易くなります。これを防ぐため、再結晶温度以上に加熱して残留応力を除去することが行われます。

他方、(b)のように圧縮残留応力の場合は、亀裂抑制効果により寿命延伸を期待できます。



(a) 引張残留応力の場合



(b) 圧縮残留応力の場合

図3 亀裂に及ぼす残留応力の影響

このように、残留応力は金属材料の寿命と密接な関係があり、特に繰返し負荷によって亀裂が徐々に進展する金属疲労においては、その影響が顕著に現れます。そこで、ショットピーニングやバレル等の表面処理を駆使して、圧縮応力を積極的に残留させることも多くあります。

4. おわりに

当センターでは、残留応力測定を依頼試験で受けています。鉄鋼、アルミニウム合金が主な測定対象物になります。まずは、お気軽にご相談ください。



産業技術センター 金属材料室 片岡 泰弘 (0566-24-1841)

研究テーマ：ショットピーニング、ショットコーティングによる表面改質

担当分野：金属表面処理 残留応力測定