

金属材料の塑性加工における残留応力に関する調査研究（第1報）

小寺将也*、山口貴嗣*、岩田英司†、奥田智裕†、林達彦†

プレス等の塑性加工では、製品の残留応力による形状や表面状態などへの悪影響が知られている。本研究では県内企業と連携し、プレス後の洗浄工程後に発生する微小な表面剥離の発生原因を明らかにするため、表面状態の異なる試料を用いて、表面のSEM観察、EDX分析ならびに残留応力の差異について調査した。その結果、表面状態の異なる製品は、表面の酸化状態や残留応力が異なることが示された。

1. 企業ニーズ

当センターでは、県内金属加工業者からの残留応力に関する相談は多く、各種支援を行っている。

本年度は、県内企業が製造する深絞り加工製品について、製品の洗浄後に発生する表面剥離の課題に関する支援を実施した。本調査研究では、表面剥離の原因が製品のR部に対する金型転写条件が起因しているか検討したいというニーズにより、X線残留応力測定機による分析、ならびに表面のSEM観察とEDX分析を行った。

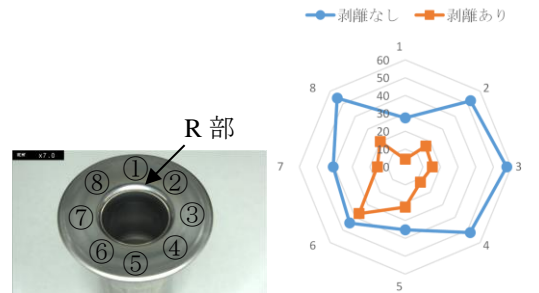


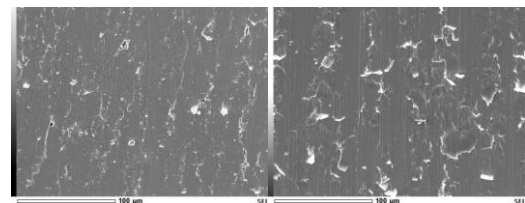
図1 測定部

図2 残留応力[MPa]

2. 連携体制

表面状態の異なる試料は、株式会社加藤製作所にて用意し、当センターでは以下の分析装置により各種の分析を行った。

SEM観察およびEDX分析には、集束イオンビーム高分解能走査電子顕微鏡複合装置（JIB-4600F：日本電子（株））、残留応力測定は可搬型X線応力測定装置（SmartSite RS：（株）リガク）を使用した。



剥離なし（左）、剥離あり（右）

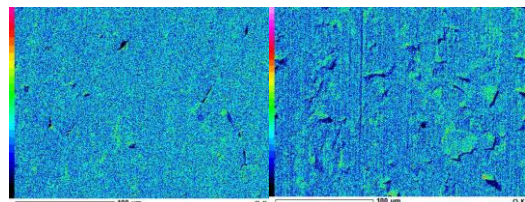
図3 SEM観察

3. 結果と考察

図1に調査した試料の形状写真を示す。同図に示すように、試料R部の円周上8点について、表面の残留応力を測定した。ここでは表面剥離のある試料（n=5）と表面剥離の無い試料（n=3）のそれぞれの平均値を評価した。結果を図2に示す。本結果より、表面剥離の有無に関わらず、両者とも弱い引張残留応力が確認された。また、表面剥離のある試料は、表面剥離の無い試料に比べて引張残留応力が少ない結果が得られた。

図3は、試料表面のSEM観察画像を示す。表面剥離のある試料は、表面剥離の端部が白く表示されている。図4は、同視野のEDX分析による酸素分布を示す。同図より、表面剥離の端部に酸素が集中して検出され、酸化していると考えられる。

以上より、表面剥離のある試料は、試料表面の酸化物が洗浄後に顕在化したと考えられる。また、表面剥離のある試料に引張残留応力が少ない原因は、金型による圧縮応力がより強く作用し、引張残留応力が緩和している



剥離なし（左）、剥離あり（右）

図4 EDX分析による酸素分布

可能性が考えられる。

4. まとめと今後の展望

調査した試料について、表面剥離の有無と残留応力に関係があることを確認し、その関連について考察した。

今後も引き続き県内企業の要望調査や技術支援を行い、生産現場における高品質化・効率化に貢献したい。

【参考文献】

- 1) 小寺ら,岐阜県産業技術総合センター研究報告 No.3, pp29-30,2022

* 技術支援部

† 株式会社加藤製作所