

研究ノート

微粒子ショットピーニングによる改質表面の評価

山下勝也*1、片岡泰弘*1、小林弘明*1、林直宏*2

Evaluation of the Modified Surface by Particulate Shot Peening

Yoshiya YAMASHITA*1, Yasuhiro KATAOKA*1,
Hiroaki KOBAYASHI*1 and Naohiro HAYASHI*2

Industrial Research Center*1*2

金属材料に対して微粒子ショットピーニングを行い、表面に微細化層を形成させることを試みた。電子顕微鏡観察により、材料がクロム銅合金の場合は表面に微細化層が形成されていることを確認した。また、同処理による金属材料の硬さ及び耐食性への影響について検討した。その結果、回折 X 線の半価幅と硬さには相関があり、半価幅を測ると非破壊で硬さを知ることができることが分かった。耐食性に関してはステンレス鋼の腐食促進試験を行い、同処理が耐食性の低下をもたらすことはほぼ無いことを確認した。

1. はじめに

表面改質手法の中でも、簡便かつ幅広い効果が得られる手法として微粒子ショットピーニングがあげられる。この処理を施すことにより材料表面に残留圧縮応力が形成され、表面が硬化し疲労強度が向上することが知られている¹⁾。本研究では、微粒子ショットピーニングを用いて金属材料の改質を行い、表面の結晶状態を観察するとともに、硬さ、耐食性について調べた。

2. 実験方法

2.1 微粒子ショットピーニング条件

表面微細化層の形成を目的に、鉄鋼材料（SCM420、SUS304、SUS316L）に微粒子ショットピーニングを行った。微粒子ショットピーニング条件を表 1 に示す。

表 1 微粒子ショットピーニング条件

噴射材質	硬質ガラスビーズ
噴射剤粒径	#400
噴射圧力	0.4MPa
噴射距離	50mm
噴射時間	60 秒

2.2 微細化層の確認方法

微粒子ショットピーニングした試料は、断面観察・電子顕微鏡観察により結晶状態を確認した。微細化層が形成された場合は、硬さが大きく上昇するため硬さの確認も併用して実施した。この際、半値幅と硬さの相関を

利用して、X 線回折法から得られる半価幅を求めることで硬度の変化を確認した。

ステンレス鋼 SUS304、SUS316L に微粒子ピーニングを施し、キャス試験（JIS H8502 準拠）、複合サイクル試験により耐食性を評価した。複合サイクルの試験条件を表 2 に示す。

表 2 複合サイクルの試験条件

項目		条件
1 塩水噴霧	時間	2h
	温度	35±1℃
	噴霧液の濃度	NaCl 50±5g/L
	噴霧液の pH	6.5～7.2
2 乾燥	時間	4 h
	温度	60±1℃
	湿度	20～30%RH
3 湿潤	時間	2h
	温度	50±1℃
	湿度	95%RH 以上

3. 実験結果および考察

3.1 微細化層の確認

微粒子ショットピーニングを施した鉄鋼材料の断面観察・電子顕微鏡観察結果を図 1 に示すが、再結晶の微細化層は観察できなかった。また SUS304 も同様な結果であった（データ省略）。

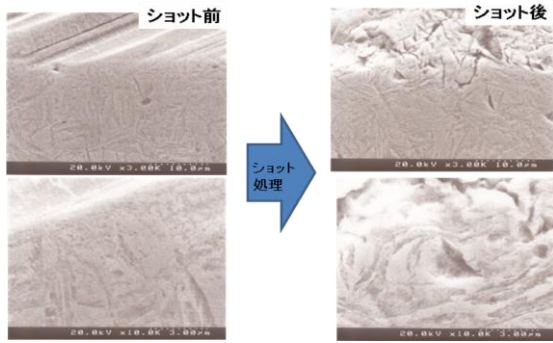


図1 微粒子ショットピーニング処理前後の断面観察比較 (材質：SCM420)

一方、クロム銅合金では図2の丸印で囲んだエリアが示すように結晶の微細化層が観察された。クロム銅合金は、SCM420より再結晶温度が低いため再結晶が進んだと考えられる。

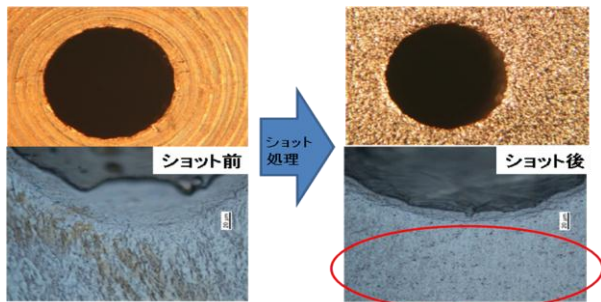


図2 微粒子ショットピーニング処理前後の断面観察比較 (材質：クロム銅合金)

3.2 硬さと半価幅の相関性

半価幅を用いて硬さを推定するためには検量線を求める必要がある²⁾。そこでSCM420の硬さ基準片を用いて半価幅との相関を求めた。その結果を図3に示す。

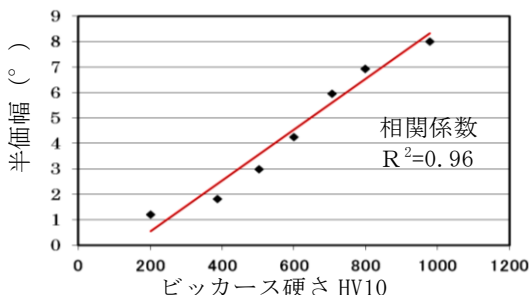


図3 硬さと半価幅の関係

図3の硬さと半価幅の関係から、微粒子ショットピーニング処理前は550HV、処理後は750HVとなり硬さが増加した。一般に結晶の微細化がナノメートルまで進むと硬さは1000HVを超えることが知られている³⁾。しかし硬さは750HVであったためナノ結晶化は進んでいないと考えられ、断面観察・電子顕微鏡観察の結果と

一致した。

3.3 微粒子ショットピーニング処理したSUS材の耐食性の影響

応力腐食割れの要因の一つである残留応力の応力除去の観点で、微粒子ショットピーニングを施したSUS材の耐食性への影響を評価した結果を図4に示す。

	キャス試験 (720時間)		複合サイクル試験 (720時間)	
	未処理	ショット有	未処理	ショット有
SUS304				
SUS316L				

図4 キャス試験、複合サイクル試験の結果

キャス試験、複合サイクル試験を各720時間実施した結果、エッジ部周辺にわずかに錆が見られる程度であり、腐食はほとんど進行していなかった。このことから微粒子ショットピーニング処理をしても、最表面にはクロムの不動態皮膜がすぐに形成されて、腐食に対して未処理品と同様に影響を与えないことが分かった。

4. 結び

微粒子ショットピーニングが金属材料の表層へ与える影響について調べた結果以下のことが分かった。

- (1)本条件では、SCM420には微細化層は見られなかった。一方、クロム銅合金では微細化層が観察された。
- (2)回折X線の半価幅と硬さには相関性があり、半価幅から硬さの推定が可能であることが明らかとなった。
- (3)本条件では、微粒子ショットピーニング処理したSUS材の耐食性に影響は見られなかった。

文献

- 1) 間野日出男, 近藤 寛, 井村 徹, 松室昭仁: 日本金属学会誌, 69(2), 213(2005)
- 2) 片岡泰弘: あいち産業科学技術総合センターニュース, 3, (2014)
- 3) 梅本実: ナノメタルと最新技術と応用開発, P219(2003), シーエムシー出版