

金属加工部品の不具合事例について

金属材料科 菅野尚子 疋田訓大 綿野哲寛

Case Studies of Flawed Metal Works

Naoko Kanno, Tokihiro Hikida and Tetsuhiro Watano

1. 緒言

金属材料科では依頼試験や設備使用等を通じて県内企業からの技術相談を受けることが多く、これら課題を解決に導くことも重要な業務の1つである。本報告では、平成22年度に相談を受け解決に至った事例の中で2件を紹介する。

2. 相談内容

2. 1 事例1 ノズル内壁に点在する微小異物

外径5mmのノズル内壁に目視でやっ確認できる程度のキラリと光る異物が点在している。この異物の正体とその発生由来について究明したい。該ノズルは自動車関連の燃料を通すためのものであり、異物の許容範囲は10ミクロン以下となっている。ノズルはステンレス製で縁部分のみクロムめっきを施している。

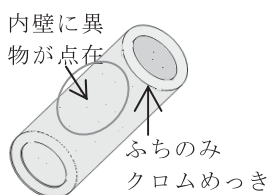


図1 ノズルの状況

2. 2 事例2 燃料ガス圧縮機のピストン表面に付着した黒色粉状異物

装置の運転中シリンダ内に油が混入し、油分によってガスの機密性を保つピストンリングが割れるトラブルがあった。約半年後、シリンダ内



図2 ピストンとシャフト

部を確認すると、内壁とピストン本体に油混じりの黒色粉状異物が付着していた。シリンダには、ピストン本体にエポキシ樹脂のピストンリングが、シャフトにエポキシ樹脂とテフロン製の2種類の軸封が使用されている。この異物は何か確認したい。

3. 試験経過と考察

3. 1 事例1 ノズル内壁に点在する微小異物

綿棒でノズル内壁の異物を擦り取りAuコーティング後、SEM（株式会社日立ハイテクノロジーズ製S-3700N）及びEDX（株式会社堀場製作所製EX-250）により観察・分析を行った。擦り取った異物は図3に示すように、大きいもので30μm程度であり品質管理の許容範囲（10μm以下）を超えていた。また表1に示すように、元素組成はノズル内壁表面の分析値（表2）に近いと思われた。さらに、ノズル内壁表面を傾斜させてSEM観察を行ったところ、綿棒付着異物と同

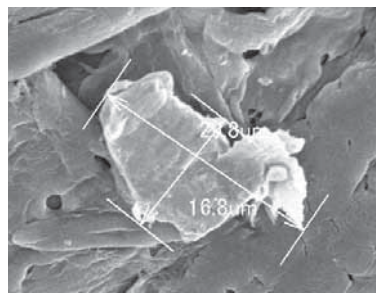


図3 綿棒に付着した異物（SEM）

表1 異物の組成

元素	質量濃度[%]*
Si	1
Cl	1
Cr	14
Fe	84

※目安値

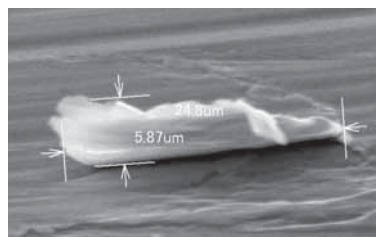


図4 ノズル内壁表面のバリ（60°傾斜にてSEM観察）

表2 ノズル内壁表面の組成

元素	質量濃度[%]*
Si	1
Cr	14
Fe	80

※目安値

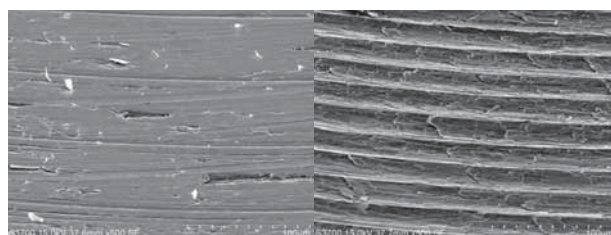


図5 不具合品（左）及び他社品（右）の内壁面（60°傾斜にてSEM観察）

等の大きさのバリが多数見つかり、このバリが「キラリと光る微小異物」と認識されたと考えられた。

ところで、このような金属のバリが何故多数見つかったのか原因を探るため、不良と見なされなかった他社品との比較を行った。図5に、不具合品及び他社品ノズルの内壁面のSEM写真を示した。それによると、他社品のノズル内壁表面は規則正しい凹凸があるが、不具合品はこの凹凸をなくし平らにした跡が見られた。他社品では、素材表面の荒れが凹凸によりはがれにくくなっていると思われるが、不具合品では研磨することによりかえって表面荒れの剥離を促進し、バリの除去も不十分だったために、キラキラ光る異物と認識されることがわかった。対策としては、バリの除去を徹底するか、性能上問題がなければ研磨工程を省略することが考えられた。

3. 2 事例2 燃料ガス圧縮機のピストン表面に付着した黒色粉状異物

2年前にも同様の異物について試験依頼があり、粉状異物、エポキシ樹脂及びテフロンパッキン計3試料の電子線マイクロアナライザ（EPMA）分析を行った。今回も異物の外観は同じであったため、まずはEPMA分析を行い比較し結果を表3に示した。本件異物は、元素組成としては炭素が大部分を

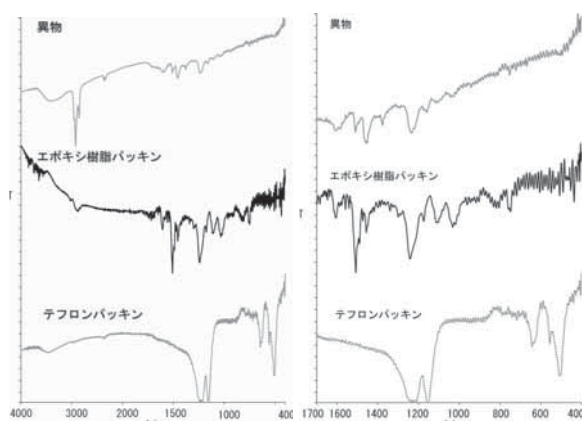


図6 異物等の赤外吸収スペクトル

占め主成分は有機物と考えられ、エポキシ樹脂パッキンの組成に近いが、シリンジの金属成分（Fe、Cr、Ni）も含まれており前回異物との類似点も見られた。

そこで、本件異物及びエポキシ樹脂及びテフロンパッキンについて赤外分光分析（透過KBr法）により有機成分の比較を行った。図6に示すように、異物の3000cm⁻¹付近の強い吸収は油由来と考えられるが、試料が黒色のためそれ以外のスペクトルの吸収は小さかった。1700～400cm⁻¹の範囲を拡大し比較すると、本件異物はエポキシ樹脂パッキンとスペクトルの形状が似ており、1500cm⁻¹と1600cm⁻¹付近に芳香族環の環振動が、825cm⁻¹付近にベンゼン環の面外変角振動が、1230cm⁻¹付近と1075～1000cm⁻¹にエーテルの逆対称伸縮振動及び対称伸縮振動が認められた。このことからエポキシ樹脂が主成分の1つとして含まれている可能性が考えられた。

以上から、粉状異物はエポキシ樹脂を主成分として含むと思われる。本結果はピストン本体のエポキシ樹脂製リングが8,000時間運転で1mm程度の減りが見られたという事実と一致しており、リングの減りが油に混じりピストン表面に付着したものと考えられた。このことから、本件の異物はこのシリンジ内で限定的に生じたものであると思われ、同装置の他系統に悪影響を与える可能性は低いと判断された。

4. まとめ

ここで挙げた2件以外にも、弊所所有の機器を利用し、問題解決に導くことができた事例が数多くある。相談を受ける場合、測定結果だけでなく技術的背景を含め依頼者からの聞き取り調査が重要であり、時間を要するケースも少なくないが、今後もこのような相談事例に積極的に取り組む予定である。

表3 異物及び比較試料のEPMA分析結果

組成 (wt%)	C	Fe	O	F	Ni	Cr	Si	Cl	S	他の検出元素
本件異物	89.4	4.9	3.0	0.7	0.6	0.3	0.3	0.2	0.1	
前回の異物	20.6	17.4	16.1	—	3.5	1.4	19.2	0.4	0.6	Ca, Cu, Al, Mg
エポキシ樹脂パッキン	93.4	1.2	3.8	—	—	—	0.8	0.2	0.1	
テフロンパッキン	44.3	—	—	51.4	—	—	1.0	—	0.2	