

先端追跡

[R-151] PIXE法による状態分析

数MeVの高エネルギーイオンを試料に照射し、発生する特性X線を利用して微量分析を行うPIXE (Particle Induced X-ray Emission) 法は、超高感度元素分析が可能という大きな特徴をもっている (10^{-12} ~ 10^{-15} g迄の分析可能)。そのX線計測に半導体検出器を代表とされるEDX (Energy Dispersive X-ray spectrometer) を用いる測定法は、1970年にJohanssonによって始められEDX-PIXEとも呼ばれる。多元素を短時間で同時に測定でき、PIXE法が普及する基となった。これに対し、結晶分光器によるWDX (Wavelength Dispersive X-ray spectrometer) を用いたX線計測も蛍光X線分析、EPMA等では以前から行われており、PIXE法に適用されWDX-PIXEと呼ばれている。WDX-PIXEは、エネルギー分解能が高く (EDXに比べて5~50倍)、軽元素の分析が可能という特長がある。EDX-PIXEとWDX-PIXEは相補的な関係にあり、測定の目的に応じて使い分けられているのが現状である。

WDX-PIXEでは高エネルギー分解能であることを利用して化学状態分析へ応用することができる。例えば、他の電子線、蛍光X線では見られないPIXE特有の多量励起によって得られる特性X線のサテライト線 ($K'L'$) やスーパーサテライト線 ($K'L''$) を利用することが可能となる。そういったX線は特有のピーク形や波長シフトをするので、試料の化学状態を反映し化合物状態を同定したり、電子状態の違いを識別することに適用できる。その例として、極微量不純物元素が酸化物なのか窒化物か炭化物の状態に含まれているかを明らかにすることができ、不純物の起源等に関する知見を得ることが可能となる。また、最近ではプロトン以外の重イオンを用いると複雑な超多量励起状態が発生し、より精緻な状態分析ができるようになってきており、WDX-PIXEによる化合物の状態分析に関するデータの蓄積も進んできた^{1,2)}。

文 献

- 1) M. Terasawa, I. Torok and V.P. Petukhov: Nucl. Instrum. Meth. Phys. Res. B **75**, 105 (1993).
- 2) V.P. Petukhov, I. Torok, and M. Terasawa: Nucl. Instrum. Meth. Phys. Res. B **109/110**, 105 (1996).

(島津製作所 林 茂樹)

[R-152] 合金化溶解亜鉛めっき鋼板の表面改質

鋼板に数 μm 程度の厚さのFe-Zn系合金めっきを施した合金化溶解亜鉛めっき鋼板は、高い耐食性を有するため、自動車の車体用防錆鋼板として用いられている。自動車車体用としては、耐食性だけではなく、潤滑性、溶接性、接着性など様々な性能も要求される。

合金化溶解亜鉛めっき鋼板に対し、大きな変形を伴うプレス成形を行うと、鋼板の破断が生じる場合がある。これは、融点の低い亜鉛めっき皮膜と金型とが凝着し、摺動抵抗が増大するためと考えられている。従来は、潤滑性を高めるため、0.5 μm 程度のFeリッチなFe-Zn電気合金めっきが施されていた。これより薄い皮膜により、潤滑性を向上させるため、Mn-P系やシリカ系皮膜などを用いた合金化溶解亜鉛めっき鋼板の表面改質が試みられてきた^{1,2)}。

10 nm程度の薄いNi系無機皮膜を被覆することにより、合金化溶解亜鉛めっき鋼板の耐食性、溶接性、化成処理性などを損なうことなく、潤滑性が向上することが明らかとなった³⁾。とくに、極圧添加剤などが添加された潤滑油を用いた平板摺動試験の結果、摩擦係数が大きく低下するとともに、その変動幅も小さくなることがわかった。この変動幅の減少は、ビードとめっきとの局所的な凝着が抑制されたためと思われる。また、EPMAによる分析の結果、平板摺動試験後、Ni系無機皮膜の被覆により、めっき新生面の出現も抑制されることも確認された。

このように、 μm オーダーのめっき皮膜を有する表面処理鋼板においても、nmオーダーの表面改質によって特性を変化させることができ、今後、このような表面処理鋼板の最表面の制御は重要であるものと考えられる。

文 献

- 1) 鈴木眞一, 金丸辰也, 新井勝利: 材料とプロセス **6**, 1545 (1993).
- 2) 中野博昭, 岩谷二郎, 岩井正敏: 材料とプロセス **9**, 519 (1996).
- 3) M. Sakurai, A. Hiraya, S. Inoue, Y. Yamasaki, Y. Matsuda, S. Hashimoto, T. Urakawa and J. Inagaki: Proc. of SAE International Congress and Exposition, No. 970718 (1997). (NKK 橋本 哲)