



ORIST

蛍光 X 線膜厚計

キーワード：めっき厚さ、膜厚測定、非破壊測定

はじめに

めっきにおいて、その膜厚は耐食性や耐摩耗性などに大きく影響するため、品質管理の基本となる項目です。しかし、めっきの膜厚はたとえ狙い値より大幅に違っていても外観から判別することが困難なため、測定器を用いた評価が必要になります。本テクニカルシートで紹介する蛍光 X 線膜厚計は、多層めっきや合金めっきを含む様々なめっきの膜厚を非破壊かつ簡便に測定できる装置です。

蛍光 X 線膜厚計の測定原理

蛍光 X 線方式による膜厚測定の方法を図 1 に示します。

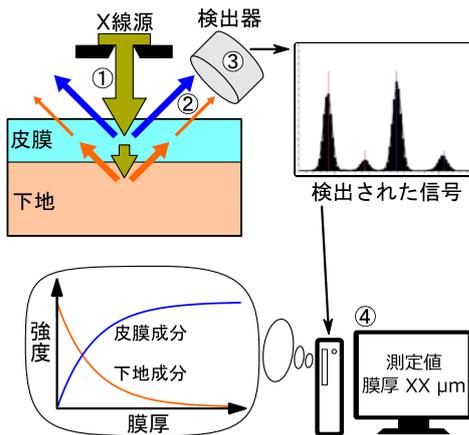


図 1 蛍光 X 線膜厚計の測定原理

- ① 測定対象物の表面に入射 X 線を照射します。
- ② 皮膜と下地の構成元素から、元素毎に異なる X 線（蛍光 X 線）が発生し、表面から放出されます。
- ③ 蛍光 X 線を検出器で検出し、皮膜と下地の成分が異なることを利用して分別します。ここで、検出強度は、膜厚が厚いほど皮膜成分の検出強度が強くなり、下地成分の検出強度が弱くなります。
- ④ 検出された強度に対応する膜厚を測定結果として出力します。

測定はコンピューターにより自動化されており、測定者は画面上で測定条件と測定位置を指定するだけで膜厚の測定値を知ることができます。

蛍光 X 線方式の特徴

めっき膜厚の測定法には複数の方法が存在します（裏面末に参考情報）。他の方法と比べると、蛍光 X 線方式は以下のような特長があります。

- ・ 非破壊測定
- ・ 測定が短時間かつ操作が容易
- ・ 多層めっきや合金めっきなどのめっきに対応
- ・ 微小試料や曲面でも測定可能
- ・ 極薄膜（厚さ 0.1 μm 未満）でも測定可能
- ・ 標準試料がない試料についても測定可能
- ・ 簡易的な表面元素分析が可能

これらの特長から出荷前や受け入れ時の検査、トラブル発生時の調査および開発中の試料の測定など、様々な場面で有用です。一方で注意点として以下の項目があります。

- ・ 原則、試料サイズに上限がある
- ・ 極厚膜（厚さ数十 μm 以上）は測定不能
- ・ 設定が不適切な場合、または特殊な膜や溶融めっきなどで適さない試料の場合、大きく間違った測定値が出力されることがある

上記の注意点があるため、初めてのご利用では事前に装置担当者へご相談いただくことをおすすめします。

当研究所保有装置の仕様

当研究所でご利用いただける蛍光 X 線膜厚計の外観を図 2、仕様を表 1 に示します。可動範囲 W250 × D250 × H140 mm の大型ステージを備えるため、比較的大きな試料でもそのまま測定できます。また、最小 φ0.1 mm のコリメーター（入射 X 線絞り）により、試料の特定箇所のみを測定できます。さらに、高感度な半導体検出器を搭載するため、無電解ニッケル-リン合金めっきのリン(P)成分の検出および極薄膜の高感度測定が可能です。



図 2 蛍光 X 線膜厚計の外観

表 1 当研究所の蛍光 X 線膜厚計の仕様

メーカー	フィッシャー・インストルメンツ
型番	XDV-SDD
試料サイズ上限	通常 250×250×140 mm*
試料と検出器の距離	通常 5 mm* (延長機能あり)
コリメーター	φ0.1~3.0 mm (4 段階)
検出器	シリコンドリフト検出器
検出可能元素	Al (13) ~ U (92)

* 状況により通常範囲を超えた条件で測定可能な場合があります。必要な場合は事前に担当者へご相談ください。

分析事例

事例 1 建築金物

建築金物（亜鉛めっき）を測定した例を紹介します。図 3 に示すように、大きさのあるサンプルでもそのまま測定することができます。測定値は金具の横幅に対しての中心が 6.5 μm、端部近傍で 7.2 μm および 7.5 μm でした。位置によってめっき膜厚が異なることがわかります。

事例 2 金めっき端子

通信用コネクタの金めっき端子（ピン幅各 0.2 mm）を測定した事例を紹介します。φ0.1 mm コリメーターで入射 X 線を絞り、画面上で測定位置を指定することで、図 4 に示すように測定領域を端子ピン 1 本の平面部に限定できます。測定の結果を表 2 に示します。最表層の金めっきと中間層のニッケルめっきそれぞれについて、B 社品は A 社品より膜厚が大幅に薄いことがわかりました。金めっき端子であっても空気中の水分による腐食や挿抜による摩耗が進行するため、B 社品は A 社品よりも短期間で接触不良などの問題が起こるおそれがあると推察できます。

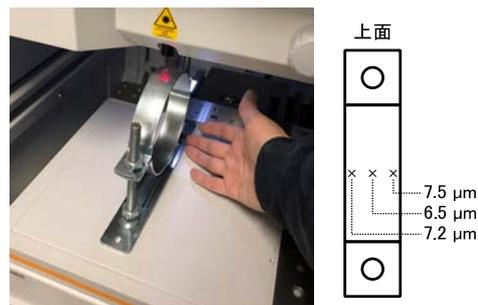


図 3 建築金物の測定と測定結果

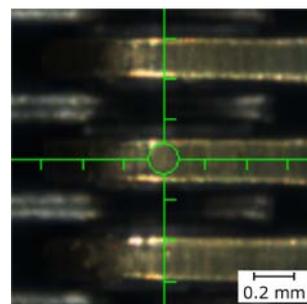


図 4 金めっき端子の測定
(中央の円が測定領域)

表 2 端子のめっき厚さ測定結果 (μm)

層	A 社品	B 社品
金めっき(最表層)	0.14	0.02
ニッケルめっき(中間層)	2.2	0.4

おわりに

当研究所では蛍光 X 線膜厚計を依頼試験および装置使用にてご利用いただけます。また、複数のめっき膜厚測定方法を用意しており、お客様の状況に合わせて適切な方法をご提案させていただきます。ご検討の際は担当者までお気軽にご相談ください。

(参考) 代表的なめっき厚さ測定方法とその特徴

方式	非破壊式か？ 破壊式か？	長所	短所
蛍光 X 線式	非破壊式	<ul style="list-style-type: none"> 短時間、簡便 様々な種類のめっきに対応 微小試料や曲面に対応 極薄膜を測定可能 簡易的な表面元素分析が可能 	<ul style="list-style-type: none"> 原則、試料サイズに上限あり 極厚膜は測定不可
電磁式	非破壊式	<ul style="list-style-type: none"> きわめて短時間、簡便 測定器の持ち運びが容易 	<ul style="list-style-type: none"> 原則、鉄鋼上の非磁性膜のみ対応 表面形状の影響が大きい 薄膜は測定不可
電解式	破壊式	<ul style="list-style-type: none"> 破壊式の中では比較的簡便 	<ul style="list-style-type: none"> 表面形状の制限が大きい
断面式	破壊式	<ul style="list-style-type: none"> 原則、試料形状の制限なし 	<ul style="list-style-type: none"> 熟練を要し、必要な時間が大 薄膜の測定には高価な機器が必要
質量法	破壊式	<ul style="list-style-type: none"> 溶融めっきの測定に適する 	<ul style="list-style-type: none"> めっきの種類、形状、大きさが限られる

発行日 2020年3月26日

作成者 金属表面処理研究部 表面化学研究室 林 彰平

Phone: 0725-51-2640 E-mail: hayashis@tri-osaka.jp