

超音波光探傷装置による溶射皮膜の解析事例

井口 智

ユーザーベネフィット

- ◆ 溶射皮膜の剥離部分を非破壊で観察できます。
- ◆ 広範囲を一度で観察することができるので、検査効率を上げることができます。
- ◆ 動画やカラー表示で観察できるため作業者による検出精度のばらつきを少なくできます。

はじめに

溶射は、様々な素材の粉を溶かした状態で製品表面に吹き付けて成膜するもので、目的に応じて耐腐食性、耐摩耗性、導電性など母材にはない特性を付与することができます。溶射皮膜が均一であれば性能にムラがなくなりますが、粉末の状態や母材形状による加工ムラや、使用環境ストレスにより母材と皮膜の間に剥離があると、機能が十分に発揮されません。そのため、欠陥検査を行うことが重要です。しかし、従来の欠陥検査には破壊を伴うものが多く、検査した箇所や製品は出荷できず、製造効率が低下することになります。そのため、非破壊で検査することで製造歩留まりが上がり、また、検査数を増やすことで品質向上にもつながります。今回は超音波光探傷装置 MIV-X (図1) を使用した溶射皮膜の解析実例を紹介します。



図1 超音波光探傷装置 MIV-X

超音波光探傷

超音波光探傷は、対象物を超音波で加振し、表面付近の振動伝播による変位を光（レーザー）で計測する技術です（図2）。母材の表面付近に亀裂や空洞があると、振動伝播が不連続になり（図3）、この不連続な状態をレーザーで検知し、可視化します。カメラの視野範囲内であれば一度に観察でき、撮影は10秒～20秒程度で完了します。撮影が完了すると、画像処理が行われ、動画で観察することができます。深い位置の変化は振動変位が表面に現れるまでに減弱するため、材質により差はありますが、表面から2～3 mm程度までの範囲を検査することができます。

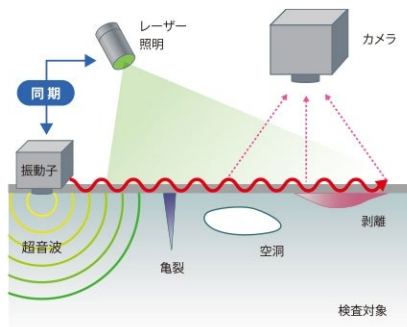


図2 超音波光探傷測定の実理

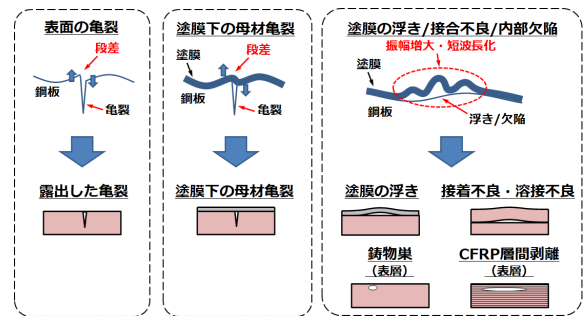


図3 超音波光探傷による欠陥の検出例

超音波光探傷装置による解析

今回の被検体を図4に示します。被検体はアルミ板にアルミとポリエステルを主成分とした粉末をプラズマ溶射して成膜したもので、左側の1 mm厚の板には平均溶射皮膜厚0.257 mm、右側の5 mmの板が平均溶射皮膜厚0.622 mmです。アルミ板と溶射皮膜の境界面に空洞ができるようにマスキング材を塗布しました。超音波光探傷装置 MIV-Xにサンプルをセットした状態が図5です。システム全体は図5左側の通りで、カメラユニット、振動子、制御器、操作PCで構成されています。図5右側は板厚1 mmのサンプルをセットした状態です。振動を効率よくサンプルに伝えるために、ジェル（ウェットカプラント）やゲル（ドライカプラント）を使用しますが、今回は、1 mm厚のサンプルに反りがあるため、ドライカプラントを使用し、溶射部全体を観察するため、振動子の上にサンプルをセットしました。

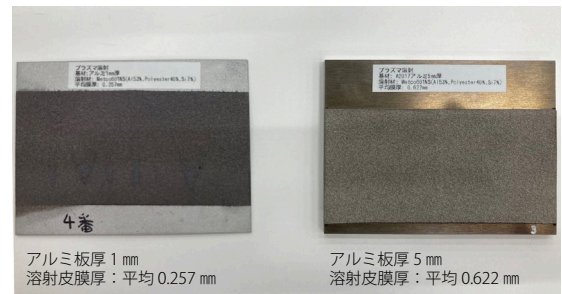


図4 サンプル外観

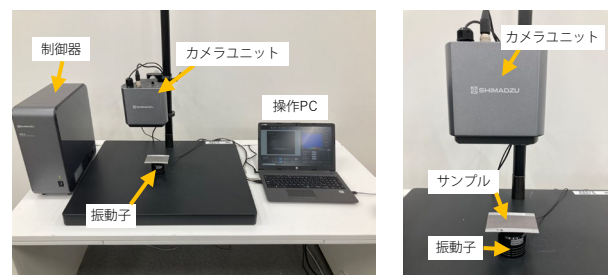


図5 試験風景

図6はMIV-Xの操作画面です。画面左にリアルタイムの赤外カメラ画像、右上に試験前の条件プレビューが表示され、右下で試験条件設定を行います。試験条件は、超音波の振動周波数と振幅強度、カメラ部分のゲインと明るさの4つの設定を行うだけで試験が実施できます。振動周波数は20~400 kHzで1 kHzごとの設定が可能で、サンプルに適した振動周波数を計測できる機能（推奨周波数検知機能：図7）も搭載しています。周波数が低いほど力が強く、広い範囲や深い位置、振動しにくい材質に適していますが、振動周波数の幅が広いと分解能が悪くなります。一方、振動周波数が高くなると波の幅が小さくなるため分解能は上がりますが、振幅強度を上げることができなくなるため、材質によっては振動伝播範囲が狭くなります。



図6 MIV-X 操作画面



図7 推奨周波数検知機能

今回は、板厚1 mmのサンプルは235 kHz、板厚5 mmは334 kHzで試験を行いました。結果で得られる画像は音場像と言われ、振動伝播が不連続な箇所は音場変状と言います。検査時には8枚の音場像を撮影し、連続で表示することで、動画で観察ができます。図8が板厚1 mmのサンプルの音場像で、MIVの文字状に音場変状が確認できることから、溶射皮膜が文字上に浮いていると推測できます。一方、板厚5 mmのサンプルの結果は、文字の一部にしか音場変状が見られません（図9）。これは皮膜厚みが増したことにより、表面の変位が減少、もしくは皮膜の浮きが少ないことが推測されます。

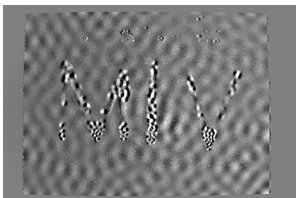


図8 板厚1 mmの音場像

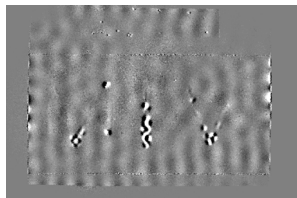


図9 板厚5 mmの音場像

MIV-Xでは、音場変状が強い部分を色調で表示するオーバーレイ機能を搭載しています（図10、図11）。この機能を使用することで、音場像に慣れていない作業員でも、色調によって異常の有無を判定することができます。

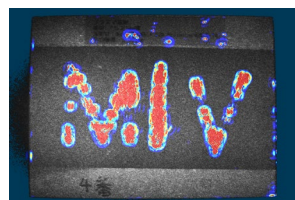


図10 板厚1 mmのオーバーレイ像

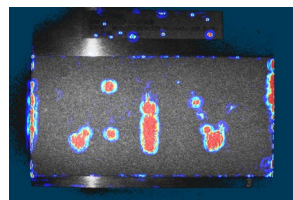


図11 板厚5 mmのオーバーレイ像

■ X線CT装置による検証

超音波光観察装置MIV-Xの観察結果をマイクロフォーカスX線CT装置 inspeXio SMX-225CT FPD HR Plus（図12）で検証しました。1 mm厚のサンプルは、溶射皮膜が薄く、外観からも剥離した部分の文字がわずかに目視できますが、CT画像では境界面の空洞部がはっきりと確認できました（図13 矢印）。5 mm厚のサンプルも1 mm厚より薄いものの、アルミ板との境界部分で溶射皮膜が浮いていることが確認できました。



図12 マイクロフォーカスX線CTシステム inspeXio™ SMX™-225CT FPD HR Plus

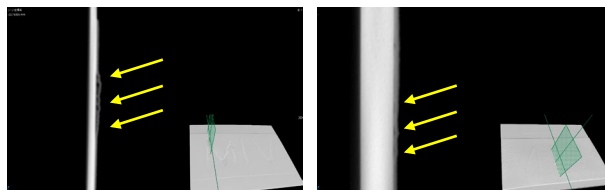


図13 母材と溶射皮膜の境界断面画像

■ まとめ

このように、超音波光探傷装置 MIV-Xは、目視では確認できない溶射皮膜と母材の境界面の欠陥を短時間で非破壊検査することができます。撮影範囲を一度に観察することで作業効率向上します。また、オーバーレイ機能を使用することで、作業員による検出精度のばらつきを小さくすることができます。さらに、X線CT装置とのクロスチェックを行うことで、検査精度を上げることができます。

inspeXioおよびSMXは、株式会社島津製作所またはその関係会社の日本およびその他の国における商標です。

▶ アンケート

関連製品 一部の製品は新しいモデルにアップデートされている場合があります。



▶ MIV-X
超音波光探傷装置 MAIVIS



▶ inspeXio
SMX-225CT FPD HR
Plus
マイクロフォーカスX線CTシステム

関連分野

▶ 工業材料・マテリアル

▶ ガラス・セラミックス

▶ 価格お問い合わせ

▶ 製品お問い合わせ

▶ 技術お問い合わせ

▶ その他お問い合わせ