

## 材料の耐久性や劣化度合いの精密な可視化と診断 薄膜や塗装および材料表面の事例紹介

### Precise Visualization and Diagnose of Material Durability and Degradation Rate Introduction of Thin Film Paint and Material Surface Case Example

松原 亨

キーワード：エロージョン、MSE 試験、機械的特性、劣化、微粒子

Keywords : Erosion, MSE Test, Mechanical Property, Degradation, Fine Particle

#### 1. はじめに

最近のモノづくりは薄膜技術や表面改質技術が多用され、塗装であればおよそ 100  $\mu\text{m}$  以下、薄膜やコーティングであればおよそ 10  $\mu\text{m}$  以下、表面処理では 100 nm 以下などがあり、その構成は多層構造であったり傾斜構造であったりフィラー入りなどの複合構造などが駆使され多岐にわたっている。このような精密で複雑な膜または表面改質部の強さを正確に把握し数値化することは難しく今もって大きな課題とされている。

さらに強いニーズの背景には強さを測ることだけでなく数値化してデジタル応用が期待され、材料配合の最適化や製造プロセスの最適化への直接効果のみならず、実測から強度シミュレーションへの展開、強度データベースからデジタル設計、デジタル開発などにつなげてゆくことが期待されている。加えて、材料の強度がデジタル化されると製造された部品の耐久性や劣化による強度低下の傾向から劣化予測も可能になりえる。薄膜や表面改質におけるこれらの基礎データになる精密で網羅的な強度の計測法

の開発が期待されている。

上記の課題にこたえるために、筆者らは製造された薄膜や表面処理の強度を現物の表面から内部まで連続した強さの分布が取得可能な MSE 試験法<sup>1~3)</sup>を開発した。本技術はこれまでの押し込み試験や引っかき試験で使われている「力」の単位に替えて「微粒子の運動エネルギー」を単位にすることにより自動的に精密でかつ深さ方向に連続した強さ分布の計測を可能にした。本稿ではその原理と代表的な事例として塗装や薄膜を対象にした試験データから耐久性や劣化度合いの可視化・数値化などを紹介する。

#### 2. MSE 試験のメカニズムと構成

##### 2.1 MSE 試験の基本メカニズム

機械的特性を測ることはどんなに高精度であっても材料の破壊試験によってのみ成り立っている。MSE 試験の破壊メカニズムは押し込み試験などの破壊メカニズムと異なる。原理の違いを模式化したものを図 1 に示す。先ず押し込み試験 a) は力でゆっくりと圧子を押し込み、弾性変形を経て永久変形に至る過程を測り押し込み荷重と変形量の関係を取得する。ヤング率は弾性領域の変形度合いを、硬さは永久変形のしにくさを数値化して示される。試験において注意することはその力の影響深さが押し込