

|| SMTの「レプリカ法検査技術」 ||

はじめに

火力発電所や石油製油所などの高温下で使用される部位は、時間の経過(経時変化)により劣化していきます。また、各種の要因により損傷する場合があります。これらの劣化、損傷を非破壊的に観察する手法の一つがレプリカ法(SUMP法)です。

SUMP法は、Suzuki's Universal Microstructure Printing Methodの頭文字を取ったもので、開発者の鈴木純一氏は1932年に朝日賞をもらっています。現在では、レプリカ法と呼ばれることも多くなっています。

レプリカ法は、金属表面の組織等をフィルムに転写して実験室で観察できるため、わざわざ鋼材を切り出す必要がなく、大変有用な非破壊的観察法です。

レプリカ法の手順と特徴

レプリカ法はレプリカ膜に転写した金属表面の組織やポイド等の凹凸や析出物を観察する手法です。試料を直接観察する手法と凹凸が逆になります。手順の一例を図1に示します。試料のエッチングの強さにより、析出物までレプリカ膜に転写するか、しないかに分かれます(①②)。光顕観察では、析出物を転写して組織等の観察を行います(①)。ポイド観察では、比較的弱いエッチングを行い、析出物が転写されない状態でSEM観察する場合があります。チャージアップ防止のため、表面にCやAuを蒸着して観察します(②)。

表1 各種レプリカ観察法とその特徴

各種レプリカ観察法	特徴	備考
組織観察 (光学顕微鏡観察)	加熱、浸炭、鋭敏化等による組織変化の観察 応力腐食割れ等の損傷原因の推定	割れ等の深さ方向の情報は得られない
ポイド観察 (SEM観察)	粒界のポイドが観察可能 クリープポイドの場合マスターカーブがあれば 寿命消費率の推定	-----
析出物観察 (TEM観察等)	析出物を直接TEM観察やEDX分析が可能で、 粒内・粒界析出物の同定が可能。同定可能な 析出物は炭化物、窒化物、 σ 相など	エッチング液の選定に経験が必要
3次元レプリカ (SEM観察)	割れ部破面、孔食の穴、凸凹等3次元的な形状 の観察	100 μ m以下(例えば疲労のストライエーション)の凸凹は写し取る事は出来ない

析出物を分析するためには、析出物を転写したレプリカ膜をC蒸着膜に転写し、TEM等でX線回折やEDX分析を行います(③)。各種レプリカ観察法とその特徴を表1に示します。調査の目的・材質に応じて、レプリカ観察法の選定を行います。組織観察では、加熱、浸炭、鋭敏化による組織変化、破損原因の情報が得られます。クリープポイドの場合はマスターカーブがあれば寿命消費率の推定が可能になります。また、TEM観察等により析出物の同定が可能です。3次元レプリカでは、割れ部破面等の3次元的な観察ができます。

弊社は、ポータブル硬さ計による現地硬さ測定や、ポータブル成分分析機器等の使用による現地浸炭調査も可能です。レプリカ法とこれらの調査の併用により詳細な調査が可能になります。

おわりに

レプリカ法は、道工具だけを見れば簡単に揃えて出来そうに思いますが、実際には熟練した技能が必要になります。また、転写した金属組織から劣化の程度等を判断するためには幅広い金属学的知識と経験が必要となります。検査についてご質問ならびにご相談がありましたら、お気軽にお問い合わせ下さい。

関西事業部 高温材料機能評価部
小林 十思美
TEL:06-6411-7663 FAX:06-6413-2401
E-mail: smt-kansai@smt-co.com

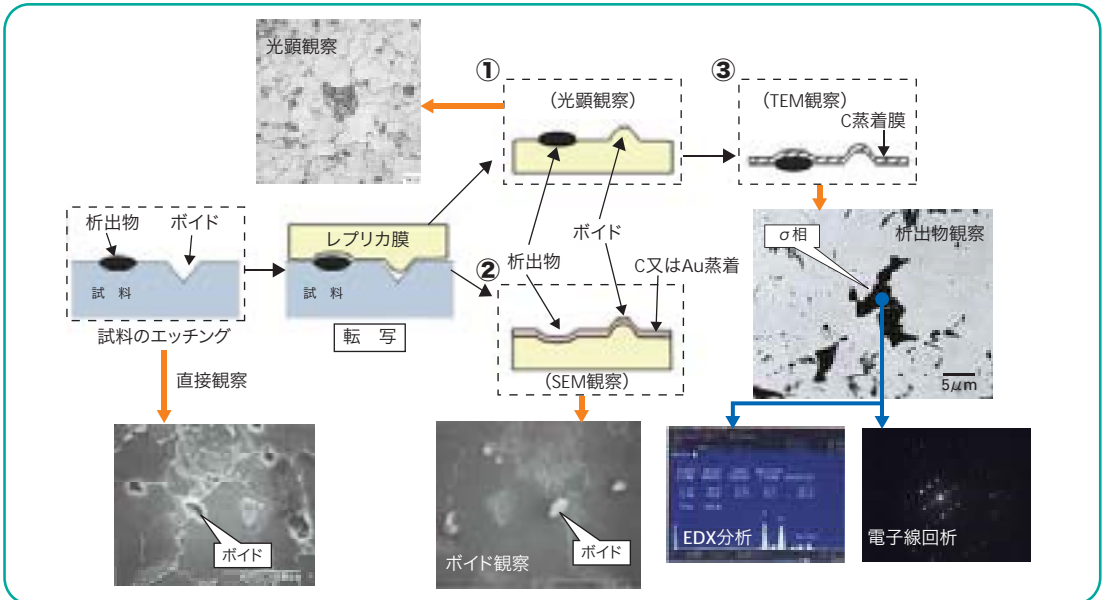


図1 レプリカ法