

EPMA (Electron Probe Micro Analyzer)

鏡面研磨された試料に電子線を照射することで発生する二次電子、反射電子、特性X線を検出器で検出することにより、表面観察および、各種元素の面分析を行うことができます。

原理

入射電子が原子核の周りにある電子を追い出し、生じた空の場所に、外殻の電子が落ち込みます。そのとき、エネルギー差に相当する波長の特性X線が放出されます。

特性X線のエネルギー及び波長は、元素固有であるので放出されたX線の波長、またはエネルギーを調べることで、その物質がどのような元素から構成されているかが分かります。

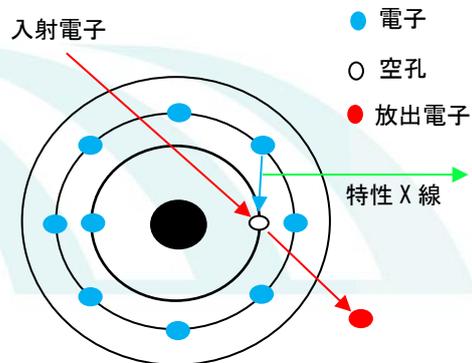


図1. 特性X線の発生メカニズム模式図

二次電子像、反射電子像

二次電子像は試料の表面形状を反映しているので形態観察が可能であり、反射電子像(組成像)は試料組成(原子番号)の違いがコントラストの違いで表れるため、明るい箇所は暗い箇所より原子番号が大きい元素から構成されます。

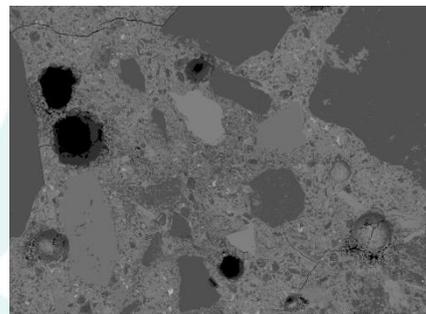


写真1. コンクリートの反射電子像(組成像)

面分析

面分析は分析面をピクセルと呼ばれる要素に分割し、それぞれのピクセルにおいて分析を行い、元素の分布を濃度で色分けし、表示することができます。当社で所有しているEPMAでは最大80mm×80mmの範囲で測定が可能です。

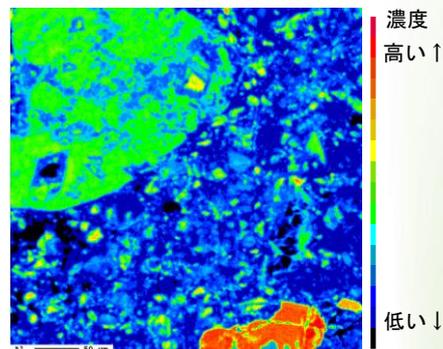
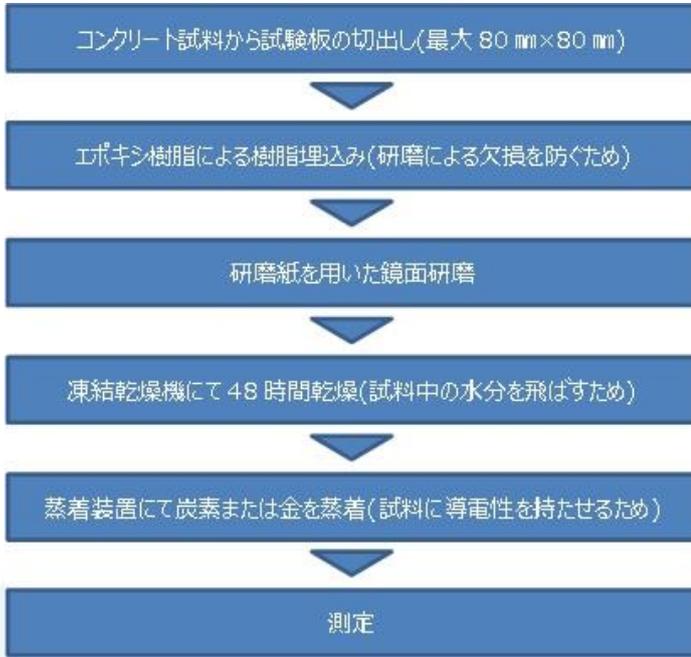


図2. コンクリートのAlの面分析例

分析評価

作業手順



（土木学会規準 JSCE-G 574 「EPMA 法によるコンクリート中の元素の面分析方法（案）」に準拠



写真 2. 蒸着装置



写真 3. EPMA 装置

塩化物を対象とした面分析例

鏡面研磨したコンクリート試料板にて面分析を実施することにより、表層から深さ方向の塩化物浸透深さの確認ができます。図 3. では表層側(図上側)で最も塩化物の濃度が高く、内部方向へ徐々に濃度が低くなっていることが分かります。図 4. では表層付近(破線赤枠で示した箇所)で中性化が生じたことにより、塩化物が未中性化部へと移動し、中性化部と未中性化部との境界で塩化物の濃縮が確認できます。

元素の面分析データから濃度への変換には、比例法や検量線法が使われます。

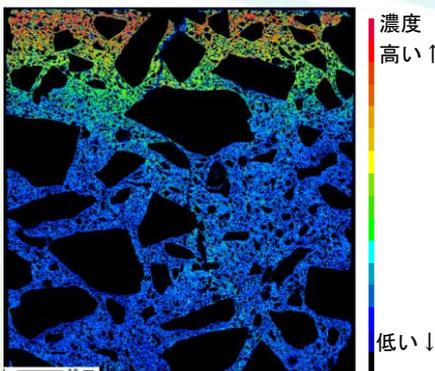


図 3. Cl の面分析例

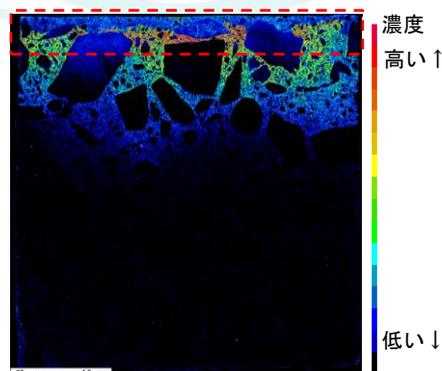


図 4. Cl の面分析例