

## 蛍光X線分析

蛍光X線（XRF）分析は、試料にX線を照射した際の2次的に発生する蛍光X線（※）の波長を測定することにより、試料に含有される元素の種類を判別し、その波長の強度を測定することで、元素の含有量を定量する分析方法です。

XRFの特徴として、簡便、迅速に組成分析を行えることが挙げられます。

（※）原子の種類ごとに固有の波長を持ったX線の総称。特性X線とも呼ばれる。

### EDSとWDS

一般的にXRFと呼ばれる蛍光X線の分析装置は、X線の検出方式により、エネルギー分散型（EDS）と波長分散型（WDS）に大別されます。

EDSとWDSの比較

	エネルギー分散型(EDS)	波長分散型(WDS)
検出方式	半導体検出器により、蛍光X線の波長を電気エネルギーに変換して検出する。	分光結晶による光学的に蛍光X線を波長分散し、比例計数管により検出する。
装置サイズ	小型(携帯型～卓上型)	大型(据え置き)
特徴	<ul style="list-style-type: none"> <li>検出器が高感度なため、照射するX線は低出力でよい。</li> <li>X線の波長分解能が低く、元素の種類や濃度によって、近接するピークの分離が困難。</li> <li>測定バックグラウンドが高い。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>X線の波長分解能が高く、高精度の定量分析が可能。</li> </ul>
測定時間	短い	長い



エネルギー分散型（EDS）



波長分散型（WDS）

### XRFに用いる試料

XRFでは固体（例えば岩石）やコンクリートを粉砕した粉体、液体などの物質の組成を簡便に測定することができます。

試料としては粉体が多く用いられますが、分析の目的、試料量などから試料形態を選択します。

試料形態

粉末	ペレット	ガラスビード
<ul style="list-style-type: none"> <li>試料を微粉砕し、試料カップにセットした透明フィルム上に充てんする。</li> <li>試料の厚さ・密度が不均一になりやすい。</li> <li>試料のおよその含有元素を把握するのに適している。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>試料を微粉砕し、加圧成形する。</li> <li>試料作製が比較的容易だが、バインダーが必要となる場合がある。</li> <li>共存元素の影響が大きくマトリクス補正が必要。</li> <li>揮発成分の分析が可能。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>試料と融剤を混合・溶融し調製する。</li> <li>均質なガラスなので、粒径効果・鉱物効果が除去され、また希釈効果もあり、共存元素の影響も低減された試料作製が可能。</li> <li>高温で溶融するため、揮発性元素が散逸しやすい。</li> <li>高精度な主成分分析が可能。</li> </ul>



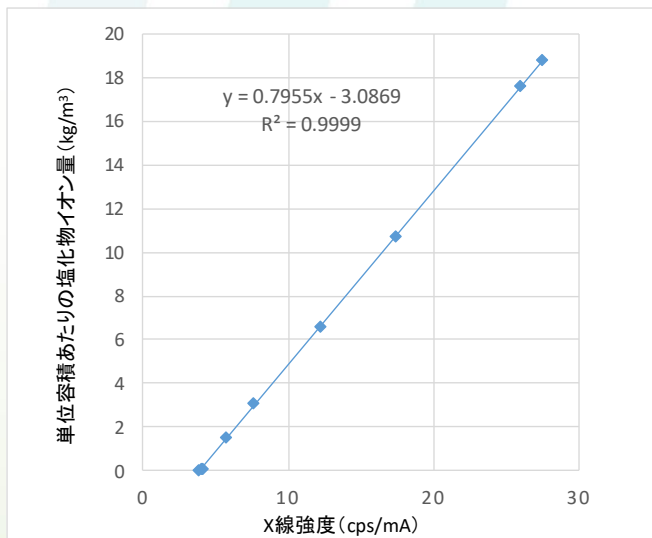
## XRF の分析例

XRF でよく行う分析方法として、FP 法（ファンダメンタル・パラメーター法）を用いた半定量分析があります。

この方法により、測定元素が試料中にどの程度含まれているかを測定することができます。

また、他の分析方法による定量分析結果と、XRF による X 線の強度から検量線を作成することにより、精度の高い定量分析を行うことも可能です。

ここでは、コンクリート粉体中に含まれる塩化物イオン濃度を、JIS A1154:2012「硬化コンクリート中に含まれる塩化物イオンの分析方法」の定量分析結果を使用して検量線を作成し、XRF により定量分析を行った例を示します。



試料調製

分析結果

	X線強度(cps/mA)	単位容積あたりの塩化物イオン量(kg/m <sup>3</sup> )
試料 A	14.69	8.60
試料 B	10.26	5.07
試料 C	6.20	1.85