

X線を使った非破壊透視検査

X線を使った非破壊検査は、さまざまな分野の製品検査や保守に用いられています。ここでは、X線非破壊検査の概要と試験にあたってのポイントを紹介します。

X線非破壊検査とは？

X線非破壊検査とは、医療で用いられているレントゲン撮影と同じ原理で検査物内部の様子を破壊せずに検査する技術です。検査物の組み立てが正しく行われているか、鋳物の巣や割れなどの欠陥が生じていないかどうかを検査することができます。

X線非破壊検査の種類

X線非破壊検査には大別して、モニターに投影しながらリアルタイムに検査を行う方法とX線フィルム等に撮影する方法との2種類があります。

前者は、さまざまな方向や角度からの検査が可能なため、一方向からでは判別しづらい断線や接触不良の評価などに向いています。撮像体の性質上、使用できるX線エネルギーはそれほど高くないため厚物の検査には向きません。

後者は現像に時間がかかってしまう代わりに高エネルギーのX線による撮像に耐えうるため、薄物から厚物まで金属製の検査物を検査することができます。

これらの試験方法の決定には、検査物を透過するためにどれだけのX線エネルギーが必要かということが重要な指標となります。

検査条件の選定

X線非破壊検査を行うにあたって、最適なエネルギーのX線を使用するためにX線管の管電圧を指定する必要がありますが、そこで検査物質の原子番号・厚さ・密度が検査の設計上で重要なパラメータとなります。

これはX線非破壊検査における透過像のコントラストは、X線が検査物内で弱められる度合

いの差によって生じているためです。

検査物に照射されたX線の一部は検査物内を通過する過程で、電子に衝突するなどして吸収・散乱されて弱められます。

物質の量が多いほど、物質の密度が高いほど、物質内の電子密度が高いほどこの吸収・散乱は大きくなり、これらの差によって生じるX線透過率の差が透過像のコントラストになります。

検査に必要な管電圧によって可能なX線非破壊検査の種類が異なります。

管電圧決定には、検査物の厚さ・密度・構成物質の原子番号がポイントとなります。

検査物の条件から適切な管電圧を決定するためには図1のような露出線図を用います。露出線図はX線フィルムに撮像した時に、指定のフィルム濃度にするための管電圧・露出量といった撮影条件の関係を示したもので、代表的な物質に対するX線の透過量は露出線図によって推定することができます。

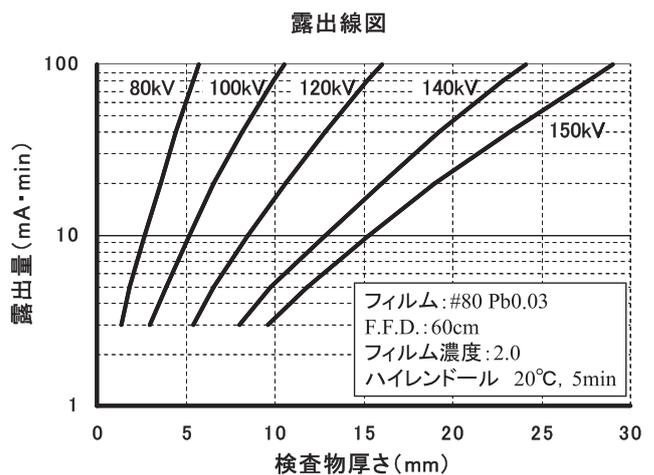


図1 鋼板の露出線図例

X線非破壊検査に適した検査物

検査物に対するX線の透過率に関係する厚さ、密度、原子番号といったパラメータが検査物内において差が大きいほど透過像のコントラストは明瞭になり、X線非破壊検査に適しています。

金属線断線や接触不良、き裂・鋳物の引け巣のような欠陥は、検査物内に厚みの差が生じることによるX線透過率の差によって検出される欠陥であり、検査物の厚さに対する欠陥の大きさの割合が、欠陥の検出しやすさのポイントとなります。

特にき裂や接触不良の場合、図2左のようにX線の方向と欠陥の方向の関係によって識別のしやすさは大きく異なります。き裂開面がX線の方向と平行に近いほど検出が容易になります。

異物の混入検査では、物質の原子番号の差によるX線透過率の差を検出するため、検査物と異物の物質が大きく異なっているような検査物が、X線非破壊検査に適しています。

例えば、樹脂材料中に金属片が混入した場合などでは検出は容易です。混入した金属がアルミニウムのような軽金属よりも、鋼、銅・タンガステンのように原子番号が大きくなるほど明瞭に検出され、逆に樹脂対樹脂、セラミック対樹脂のように原子番号の近い場合には検出は困難となります。

また、必要以上に強いX線は透過像のコントラストを低下させます。

露出線図(図1)から、一定の厚み差のある検査物を撮影したときに、管電圧が大きくなると、露出量の変化量、つまり透過像のコントラストは小さくなるのがわかります。

そのため、例えば図2右のように金属ケースの中に樹脂材が入った検査物において、樹脂部欠陥のような検査はX線非破壊検査では困難となります。外側の金属を透過するためには、樹脂の透過に適するX線エネルギーよりも強いX線が必要となり、樹脂部の検査物厚み差によるコントラストが生じ難くなるためです。

検査物内の厚さ、密度、原子番号の差が大きいほど透過像のコントラストは明瞭になります。

き裂や剥離の方向は、欠陥の検出しやすさに大きく関係します。

透過し難い物質中にある透過しやすい物質の検査は困難となります。

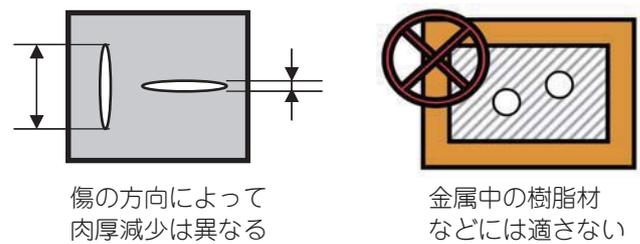


図2 X線非破壊検査に適する検査物

X線透過像の評価

X線非破壊検査の透過像において識別可能な寸法は、透過度計によって保証されます。

透過度計とは、既知の径の針金や孔を有したゲージで、検査物の物質と同じ材料のものを使用して識別可能な肉厚差寸法を保証します。

また、X線非破壊検査の透過像は、検査物と撮像体との距離が大きいほど光学的に拡大されるため、寸法の評価が必要な場合には既知の寸法の物体を同時に撮影して基準とする必要があります。

ご利用について

紹介させていただきましたX線透過撮影について、お客様のご要望に応じた依頼試験をご利用いただけます。

詳細はどうぞお気軽にご相談ください。リアルタイムに拡大検査が可能なマイクロフォーカスを用いたX線透過試験は城南支所、駒沢支所でもご利用いただけます。

また、当センターのX線試験設備は、立ち入り区域では日常生活で自然放射線によって年間被爆する量の1万分の1以下になるよう遮蔽設計されており、また定期的に検査を行っておりますので安心して試験に立ち会っていただくことができます。

事業化支援部 技術経営支援室 <西が丘本部>

河原大吾 TEL 03-3909-2151 内線 533

E-mail : kawahara.daigo@iri-tokyo.jp