

7. ステンレス鋼

日本冶金工業(株) 川崎製造所 検査課 課長 橋本暢之
品質保証部

◇ 非破壊検査の必要性

厚板ステンレス鋼板（以下ステンレス鋼板という。）は、他の鋼板と同様に、クラッド用素材や圧力容器、建築構造物等に用いられる。これらの製品においては、使用上問題となる欠陥を検出し混入を防止するために、客先要求や品質保証、品質管理において、非破壊試験が適用される。その中で最も一般的に使用されている試験が、超音波探傷試験である。通常、ステンレス鋼板は、素材の超音波探傷としては、主に垂直法が用いられる。

◇ 検出の対象となるきずの種類

超音波探傷試験で検出できるきずは内部きずである。ステンレス鋼板は、溶鋼を精錬した後、鋳造したスラブを圧延し製造する。鋼板内部のきずは、非金属介在物の混入や内部割れなどに起因するものが多く、これらは、圧延により表面とは平行に延伸されるため、表面側から垂直探傷を行うことで検出できる。板厚が薄くなると、不感帯の割合が大きくなるために、一般的に厚さ6mm未満では、垂直探傷は困難である。

◇ ステンレス鋼板の超音波探傷試験について

ステンレス鋼板の超音波探傷試験については、一般的には他の鋼板と同様に探傷することができる。ただし、オーステナイト系ステンレス鋼はフェライト系炭素鋼に比べ結晶粒が大きく、更に溶接部は母材の圧延組織に比べ結晶粒が大きい。このため、結晶粒界での反射、屈折し、散乱による減衰や林状エコーが現れ、きずエコーとの判別が困難になる場合がある。通常、オーステナイト系ステンレス鋼板は、圧延後に熱処理を行い再結晶させることで、結晶粒が小さくなるため、減衰の影響を受けにくく、超音波探傷を行うことが可能である。

◇ 探傷規格

ステンレス鋼板に適用される超音波探傷規格については、日本国内では、JIS G0802「ステンレス鋼板の超音波探傷検査方法」が代表的である。この規格は、JIS G0801「圧力容器用鋼板の超音波探傷検査方法」のステンレス鋼板に適用できる項目はそのまま規定し、減衰特性の違いなどの不都合な箇所については、ステンレス鋼の特殊性にのっ

表 1 ステンレス鋼板に適用される主な超音波探傷規格

規格番号	JIS G 0802	ASTM A435	ASTM A578
規格名称	ステンレス鋼板の超音波探傷検査方法	Standard Specification for Straight-Beam Ultrasonic Examination of Steel Plates	Standard Specification for Straight-Beam Ultrasonic Examination of Rolled Steel Plates for Special Applications
板厚範囲	6mm～200mm (200mm超は受渡当事者間の協定)	1/2in. (12.5mm) 以上	3/8in. (10mm) 以上
探触子	周波数：2～5MHz (1MHzは受渡当事者間の協定) 寸法：直径20～30mm、または長辺30mm以下 (厚さにより、二振動子探触子と一振動子探触子の指定あり。)	周波数：2.25MHz推奨。(1MHz未満は購入者の同意が必要) 寸法：直径1in.～1・1/8in. (25～30mm)、1in. (25mm) 角。	周波数：2.25MHz推奨。板厚3/4in. (20mm) 未満は5MHz。(1MHz未満は購入者の同意が必要) 寸法：直径1in.～1・1/8in. (25～30mm)、1in. (25mm) 角。
感度設定	底面エコー高さを表示器の50%に合わせた後、RBSを用いて補正。	底面エコー高さを表示器の50～70%に合わせる。	底面エコー高さを表示器の50～90%に合わせる。
探傷範囲	規格に規定されている範囲より、選択。	規格に規定されている範囲より、選択。	規格に規定されている範囲より、選択。
判定基準	きずのレベルにより軽中重の分類を行い、個数、指示長さ、密集度により判定を行う。	底面エコーが消失する部分が3in. (75mm) または板厚の1/2のいずれか大きい値の円内であれば合格。	底面エコーが消失する部分の大きさによりレベルABCの基準を選択して判定する。

とり作成された規格である。海外規格では、ASTM A435やASTM A578が要求されることが多い。表1にステンレス鋼に適用される主な規格の内容について示す。

◇ 自動探傷

手動による超音波探傷の問題点としては、探傷に時間を要する、表面積が大きくなった場合に装置の取り回しが大変である、オーバーラップや探傷速度の管理が必要、欠陥の見逃しの可能性がある等があげられ、これらを改善するために自動探傷装置が用いられる。

当社では、垂直探傷により、ステンレス鋼板を全面自動探傷する設備を導入しているので、その内容について紹介する（装置の外観を図1に示す）。

1. 探傷方法

全面探傷ができる装置には、オンラインテーブル上に探触子を幅方向に複数配置して、その下に鋼板を通過させて全面探傷する方法と、テーブル上に板を置いた状態で探触子をXY方向に移動させて探傷する方法がある。当社では、処理能力とコスト、管理面から判断して、後者を採用した。



図 1 自動探傷装置の外観

2. 探触子

探触子は、板厚に応じて一振動子と二振動子が使い分けられるが、適用する板厚と検出感度の観点から、二振動子探触子を採用した。そのため、探傷できる板厚は6～60mmとしている。

探傷方式については、水浸法は、板形状の影響や表面粗さの影響を受けにくく、近距離音場の影響を避けることができるというメリットがあるが、水槽の設置が必要であり、材料に付着する気泡を考慮する必要がある等の問題点がある。直接接触法では、水浸法であげた問題点は無いが、逆に形状や表面粗さの影響を受ける。これらを考慮した上で、試験体表面と探触子の間にわずかな間隔をあけ、そこに水を接触媒質として供給して探傷を行う水ギャップ方式を採用した。

3. 評価方法

底面エコー方式、感度補正試験片による感度補正、平底穴を加工した試験片を用いて作成した距離振幅特性曲線を使用した評価も可能である。

4. データ処理

探傷結果については、探傷条件や欠陥の位置、深さ、大きさ、エコー高さ等の情報を接続されたコンピューター内に電子データとして保存し、必要に応じてアウトプットすることが可能である。

むすび

今回は、ステンレス鋼板に適用される非破壊試験として、超音波探傷試験について述べた。外観では判別できない欠陥の流出を防止するという観点で、超音波探傷試験は有用な検査であり自動化も進められている。ただし、きずの形状や大きさによっては検出が困難なものもあり、検査コスト増など考慮すべき項目も多い。使用用途、目的に応じて、適切な方法、基準で検査するとともに、検出したきず情報より、発生、混入防止のために製造条件の改善を進めていくことが重要である。