

超音波による鋼中のアルミナ 非金属介在物と空孔の弁別検出

村井 純一* 井田 隆志* 白岩 俊男*

超音波探傷試験, 非金属介在物, 反射率, 位相変化, 集束探触子, 位相測定

Detection of Alumina Non-metallic Inclusion and Void in Steel by Ultrasonic Testing Method

Junichi MURAI, Takashi IDA and Toshio SHIRAIWA

Abstract

Detection of alumina non-metallic inclusions and voids in steel have been studied theoretically and experimentally by the ultrasonic testing method using a focussing transducer with high frequency and short pulse characteristics.

The reflectivity and phase change of ultrasonic wave at the boundary of steel and alumina were investigated by calculating for inclined incidence corresponding to the focussing beam. The results showed that the phase of reflected pulse from alumina is -180 degrees for normal incidence, but this changes to 0 degree with increase of incident angle then it again decreases over the critical angle of total reflection of longitudinal wave. In contrast, the phase of echo pulse from a void is always -180 degrees regardless of the incident angle. From this result, it is concluded that the echo pulses from alumina inclusions and voids are distinguished by their phases, when the proper incident angle is used. The methods of measuring phase and experimental results of as cast steel slabs are also reported.

Key Words Ultrasonic testing, Non-metallic inclusion, Reflectivity, Phase change, Focussing transducer, Phase measurement

1. 緒論

最近の超音波探傷法の進歩は著しく、特に高周波でかつ集束型の探触子による高感度探傷技術を使用すれば鋼中の微小な非金属介在物の検出も可能である。この方法では材料内部の検査が可能であり、この点では光学顕微鏡検査よりも優れていると言える。また、反射パルスの位相（波形）を解析すれば、反射体の音響インピーダンスからある程度反射体の材質の推定が可能である。松崎ら¹⁾は鋼の超音波検査において、気泡とアルミナの反射パルスの位相が 180 度異なること、即ち両者の形状が逆転していることから、気泡とアルミナの弁別が可能なることを実験により報告している。しかし、従来使用されてきた平面探触子を使用した垂直探傷法の理論ではこの現象は説明できない。著者らは松崎ら¹⁾の測定で集束型探触子が使用された点に着目し、斜

め入射の場合の鋼とアルミナの境界面における音波の反射率と位相変化を計算により求め、松崎らの報告の可能性を理論的に立証した。また超音波パルスの位相の測定法と実際の測定結果も併せて報告する。

2. 垂直入射時の固体境界面における超音波の反射

一般の超音波検査の教科書では、固体境界面における反射波の反射率と位相変化については垂直入射の場合のみを説明している。

第一固体媒質の音響インピーダンスを Z_1 、第二固体媒質の音響インピーダンスを Z_2 とすると、その境界における反射率 R は

$$R = \frac{Z_2 - Z_1}{Z_2 + Z_1} \dots\dots\dots (1)$$

原稿受付：平成9年8月8日

* 日本クラウトクレマー(株) (東大阪市角田1-9-29)

Krautkramer Japan Co., Ltd.