

(604) 超音波による鋼の結晶粒度測定

新日本製鐵(株)第一技術研究所 関口昭一 高藤英生 井内徹
第二技術研究所 松田昭一

1. 緒言

多結晶体を伝播する超音波の散乱減衰については最初Massonらが注目し、波長が結晶粒径より大きい場合、減衰定数は結晶粒径の3乗、周波数の4乗に比例することを理論的に求めた。その後、鋼を対称とした研究も多いが、フェライトとオーステナイト結晶粒を等価と考え、組織の影響が大きいとする研究が多く、かつ減衰挙動を理論的、実験的に調べる段階に留まっている。著者らは実用的な結晶粒度測定法の確立を企図し、前報¹⁾でフェライト結晶粒度測定の可能性を示唆した。今回は有効結晶粒に注目し、鋼の超音波減衰定数におよぼす結晶粒度、組織の影響を検討した。

2. 実験方法

減衰定数は縦波超音波パルス多重反射法を用い、6~65MHzの周波数領域で測定を行った。振動子はXカット水晶、接触媒体はスピンドル油を用いた。測定試料は厚さ12mmで表面は研削仕上げを行い、板厚方向に超音波を伝播させた。結晶粒度は有効結晶粒度で統一し、脆性破面の破面単位より求めた。但し、フェライト組織の場合は光学顕微鏡でみたフェライト結晶粒度を有効結晶粒度とした。

3. 実験結果

結晶粒度の明確なフェライト、フェライト・パーライト鋼について、反射・拡散損失補正後の減衰定数 α (dB/cm) と周波数 f (MHz) の関係を両対数プロットすると、図1に示すように、 α は必ずしも f の4乗には比例せず、2, 3乗に比例するものがある。この周波数依存性を波長 λ (mm) / 結晶粒径 D (mm) 比を基準に整理すると、図2に示すように2乗から3, 4, 3乗へ連続的に変化している。さらに周波数依存性が等しいものについて、 α と D の関係を調べた結果、次式が得られた。

$\lambda / D \leq 5.5$ のとき $\alpha = 0.52 D^2 f^2$ (dB/cm) (1)

$5.5 \leq \lambda / D \leq 7.0$ $\alpha = 0.49 D^2 f^3$ (2)

$7.0 \leq \lambda / D \leq 9.5$ $\alpha = 0.58 D^3 f^4$ (3)

$\lambda / D \geq 9.5$ $\alpha = 0.36 D^2 f^3$ (4)

図3の実線は上記実験式を示したものであるが、測定値とよく一致している。またマルテンサイト等の場合の有効結晶粒度と α の関係も上式で矛盾なく説明され、組織の影響はほとんど無視しうることが明らかとなった。

参考文献

(1) 関口, 井内, 松田, 高藤: 鉄と鋼, 64 (1978) S375

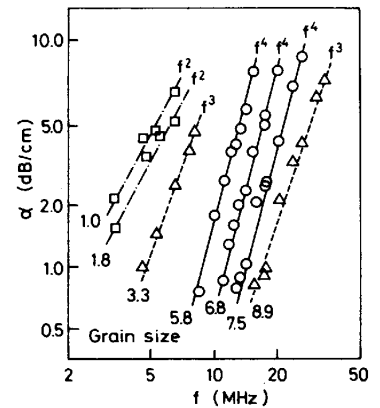


Fig.1 Ultrasonic attenuation vs frequency for steels having different grain size numbers

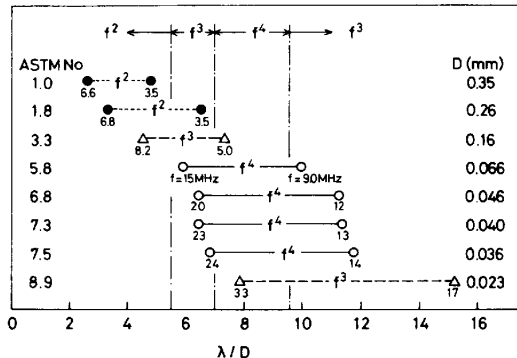


Fig.2 Dependency of n on λ/D in the relation between α and f^n

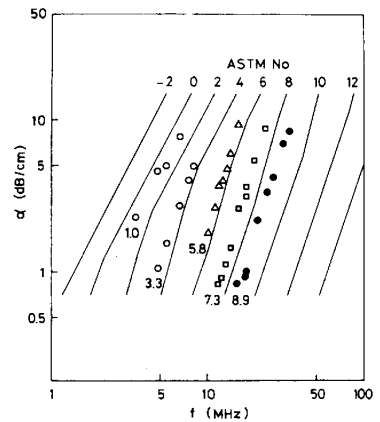


Fig.3 Map showing the relation among attenuation, frequency and grain size