

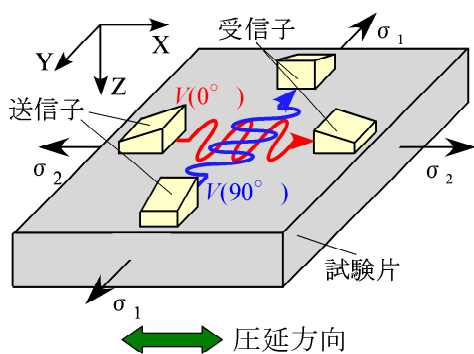
表面SH波音弾性による圧延鋼板部材の主応力測定に関する研究 ～無応力時の伝搬速度の推定について～

60080086 西谷祐一

研究背景・目的

構造物に働く実体応力に残留応力がある。この残留応力は構造物の早期倒壊の原因となる。そのため、これらの安全性を確保するためには現場での残留応力の評価が不可欠であり、非破壊で迅速に評価する手法が求められている。本研究では、残留応力の評価方法として表面SH波音弾性法を用いた研究を行っている。この手法では測定物の表面近傍の主応力差を求めることができる。また、主応力差に加えて主応力和の測定手法も提案されたため、和と差から主応力そのものを測定することができるようになった。しかし、主応力和の測定には無応力時の表面SH波の伝搬速度が必要であり、現場でこれを求めることは難しい。そこで、この伝搬速度を推定することを目的とする。

表面SH波音弾性法



σ_1, σ_2 :主応力
 $V(\theta)$: θ 方向に伝搬する表面SH波の伝搬速度

主応力差

$$\frac{V(0^\circ) - V(90^\circ)}{(V(0^\circ) + V(90^\circ))/2} = C_s (\sigma_1 - \sigma_2)$$

$$C_s = -\frac{1}{2\mu}$$

C_s :音弾性定数
 μ :剛性率

音響異方性が主応力差に比例
↓
表面近傍の主応力差を求めることができる

主応力和

$$\frac{V(0^\circ) + V(90^\circ)}{2} = V_0 + \frac{\alpha + \beta}{2} (\sigma_1 + \sigma_2)$$

α, β : 負荷応力に対する伝搬速度の変化(既知の値)
 V_0 : 無応力時の表面SH波の伝搬速度

無応力時の表面SH波の伝搬速度が分かれば主応力和を求めることができる

無応力時の表面SH波の伝搬速度の推定方法

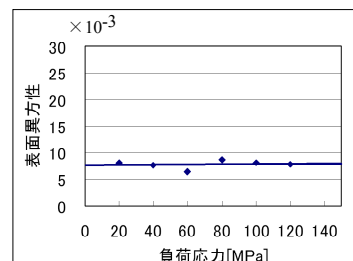
- 表面SH波の伝搬速度は材料の集合組織による影響を大きく受ける
- 表面異方性は集合組織によって生じる表面SH波の伝搬速度の異方性である
- 表面異方性と表面SH波の伝搬速度との相関を見出し、表面異方性から表面SH波の伝搬速度を推定する

表面異方性

- 伝搬方向 0° と 45° の表面SH波の伝搬速度の異方性で下式で定義している

$$\frac{V_A - V(45^\circ)}{(V_A + V(45^\circ))/2} \left[V_A = \frac{V(0^\circ) + V(90^\circ)}{2} \right]$$

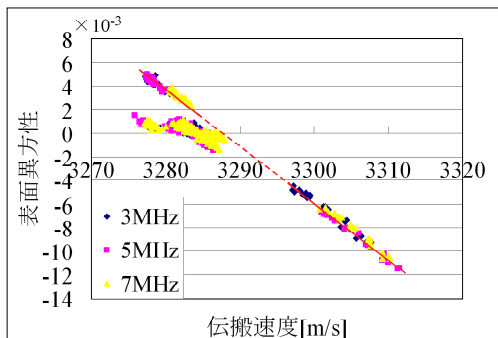
- 表面異方性は負荷応力の影響を受けにくく、応力が負荷された状態の材料でもほぼ一定の値を得ることができる



負荷応力と表面異方性の関係

伝搬速度と表面異方性の関係

測定した無応力時の表面SH波の伝搬速度と表面異方性の関係を以下に示す



伝搬速度と表面異方性の関係

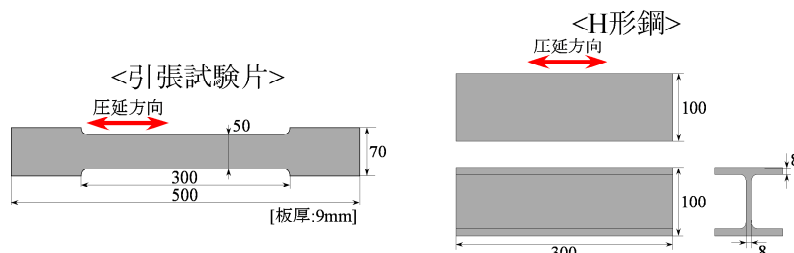
- 板厚の薄い試験片では強い線形な相関を得ることができた

無応力時の表面SH波の伝搬速度の推定結果

- 線形な相関を用いて伝搬速度の推定を行った結果を以下の表に示す
- 約20MPaの誤差範囲で推定を行うことができた

引張試験片とH形鋼の表面SH波の伝搬速度の推定結果

測定対象物	表面異方性 $\times 10^{-3}$	伝搬速度[m/s]		推定誤差 [m/s]
		実測値	推定値	
引張試験片	-0.06	3288.30	3287.99	0.31
H形鋼(フランジ)	-1.61	3290.88	3291.25	-0.37



まとめ

主応力和を求めるために必要なパラメータである無応力時の表面SH波の伝搬速度の推定方法について提案した。また実際に推定を行った結果、応力換算で約20MPaの誤差で推定することができた。この結果より、薄い板厚つまり異方性の強い測定対象物においては主応力和を求めることが可能であることが示された。