

418 フェライト系ステンレス鋼 SUS430 における弾性係数の ヒート間変動と超音波伝ば特性の特異性

中央大学[院] ○加藤昌嗣 中央大学 金澤健二 金材技研 阿部孝行

1. 緒言

機械構造用鉄鋼材料の弾性係数について、これまでに超音波パルス法による系統的な研究がなされ、鋼種間やヒート間の相違、成分元素の含有量や機械的性質との関連などが検討されてきた¹⁾。その中で、フェライト系ステンレス鋼 SUS430 は、明らかに他の鋼種と異なる特性を示すことが指摘されている。すなわち、超音波の伝ば速度を鋼種ごとにみると、炭素鋼や低合金鋼においては、縦波の伝ば速度 V_L の大きさと横波の伝ば速度 V_S の大きさは正の相関があるのに対して、SUS430 鋼においては、 V_L は他の鋼種に比べ小さい部類に入るが、 V_S は最も大きな値を示している。また、同じ SUS430 鋼でも、ヒートによって弾性係数の値に著しいばらつきが認められている。その原因として、何らかの材料の異方性や超音波パルス法による計測法の問題などの可能性が指摘されているが²⁾、なぜこのような特異性が認められるのか明らかにされていない。

そこで本研究では、これらの原因を明らかにするために、すでに得られているデータ¹⁾の再現性を確認するとともに、同一ヒートで試料採取位置を変えること、および同一試料に対して測定回数を増やすことによる測定結果の変動を調べ、また静的試験法により弾性係数を測定し、それらの結果を比較検討した。

2. 供試材および測定方法

供試材はステンレス鋼 SUS430 で、815°C/30min. 保持後空冷の熱処理が施されている。

超音波パルス法 (Ultrasonic Pulse Method : UPM) による測定は JIS Z 2280³⁾ によった。試料は、金材技研で 3 材料メーカーからそれぞれ 3 ヒートずつ採取されすでに測定されている 9 ヒート 9 個の試料と、新たに採取した 1 ヒートの棒材から 1m 間隔で 12 個切り出した試料である。試料の形状は、直径 15mm、高さ 12mm の円柱である。すでに測定されている 9 個の試料のうち 1 個については、通常の測定を 5 回行った。

静的試験法 (Static Testing Method : STM) による測定は、金材技研で採取された 9 ヒートについて、クリーブ試験機を用いて行った。試料は直径 10mm、長さ 50mm の平行部を有する丸棒試料で、ひずみの計測は、試料の軸方向と円周方向に貼付したひずみゲージによった。

3. 結果および考察

3.1 SUS430 鋼における超音波伝ば特性

すでに公表されている結果と今回の測定結果の差は、

いずれのヒートにおいて、1 個の試料において 5 回測定した際のばらつきの程度であり、測定結果に再現性のあることが確認された。なお、1 個の試料において 5 回測定した結果の変動係数は、縦波伝ば速度に対しては 0.10%、横波伝ば速度に対しては 0.14% であった。

同一ヒートから 12 個採取した試料に対する測定結果の変動係数は、縦波 0.20%、横波 0.37% となった。この結果は、調質された炭素鋼と低合金鋼、計 48 ヒート、144 個の試料に対する測定結果の変動係数、縦波 0.20%、横波 0.31% と同程度のものであった。すなわち、SUS430 鋼においては、同一ヒートであっても、試料の採取位置によって超音波の伝わり方が異なるものであることが明らかになった。

10 ヒートに対する縦波、横波の測定結果の変動係数を今回の測定結果について求めると、縦波 1.02%、横波 2.40% となった。炭素鋼、低合金鋼のヒート間変動に比べ極めて大きなものであり、特に横波の伝ば速度はヒートにより大きく異なることがわかった。

今回の測定による SUS430 鋼の縦波と横波の伝ば速度の関係を、すでに得られている炭素鋼、低合金鋼に対する結果と合わせて図 1 に示す。

データのばらつきの程度については上述したことが読み取れるが、データは無秩序にばらついているのではないことがわかる。また、炭素鋼、低合金鋼のグループと SUS430 鋼では異なった傾向が示されている。すなわち、炭素鋼、低合金鋼では縦波と横波の伝ば速度の間には正の相関があり、縦波の伝ば速度が大きな試料では横波の伝ば速度も大きくなるのに対し、SUS430 鋼では逆の負の相関が認められる。緒言でも述べたように、鋼種ごとの比較において SUS430 鋼の伝ば速度の特異性は認識されていたが、SUS430 鋼のヒート間においても明瞭な負の相関という特異性のあることが明らかになった。

3.2 超音波パルス法と静的試験法による弾性係数

図 2 に両測定法による縦弾性係数と横弾性係数の関係を示す。図中の長方形は、図 1 で取り上げた炭素鋼と低合金鋼のデータの範囲を示す。静的試験法による弾性係数にも著しいヒート間変動が見られ、また試験法の相違により弾性係数の値そのものが大きく異なることがわかった。

図 3 に両測定法による縦弾性係数の関係を示す。両者に負の相関があり、同様な傾向は横弾性係数についても認められた。これらの原因を精査するため、静的

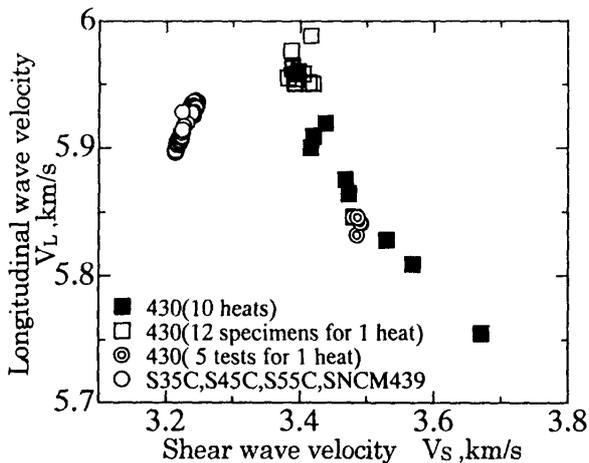


Fig.1 Relationship between longitudinal and shear wave velocities.

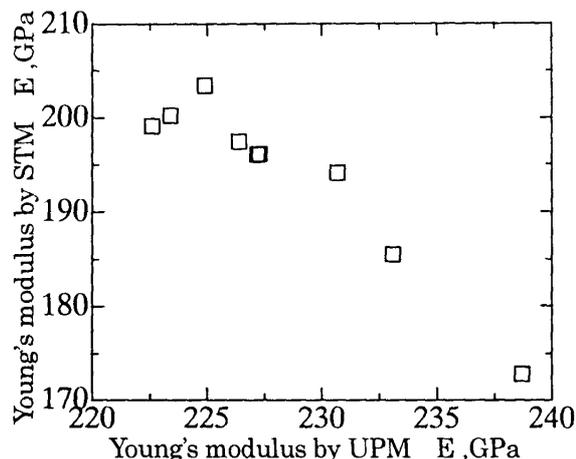


Fig.3 Relationship between Young's moduli measured by UPM and STM.

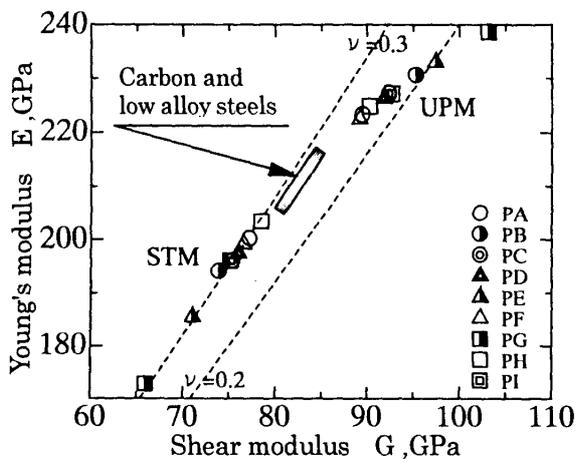


Fig.2 Relationship between Young's and shear moduli.

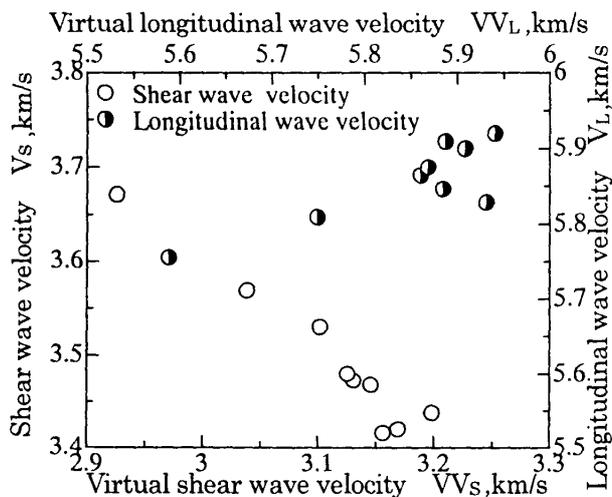


Fig.4 Relationship between virtual and practical wave velocities

試験法により得られた弾性係数の値を、超音波パルス法によって得るには縦波、横波の伝ば速度はどのような値になるのかを算出した。このようにして得た伝ば速度を、仮想縦波伝ば速度 V_{VL} 、仮想横波伝ば速度 V_{VS} とした。両者の間には正の相関があり、図 1 に示すような負の相関は認められなかった。

図 4 に縦波と横波それぞれについて、仮想伝ば速度と超音波による伝ば速度の関係を示す。縦波の比較では、若干のばらつきは認められるものの、正の相関があり、それぞれのヒートにおける値自身にも大きな差は認められない。一方、横波の比較においては、仮想伝ば速度と超音波による伝ば速度には負の相関があり、また値にも著しい相違のあることが明らかになった。

以上の結果より、図 2、図 3 に見られる、両測定法による弾性係数の値の大きな相違や、負の相関の認められる原因は、SUS430 鋼においては超音波の横波の伝ば特性に特異な影響を与える何らかの要因のあることが考えられる。その要因としては、横波の伝ば速度が同一ヒートにおいても採取する位置により異なることや、材料メーカーの違いも含め、ヒートによって大き

く異なることから、結晶粒界の分布や粒界の構造などの相違が考えられる。しかし、本研究の範囲では明らかでなく、今後の検討が必要である。

4. まとめ

SUS430 鋼について、超音波パルス法と静的試験法による弾性係数の測定により以下の結果を得た。

- 1) 超音波パルス法による縦波、横波の伝ば速度には、同一ヒートであっても無視できないヒート内変動が認められた。
- 2) 超音波の縦波と横波の伝ば速度には、著しいヒート間の変動があり、また両者には負の相関という特異性が認められた。
- 3) 超音波パルス法と静的試験法による弾性係数には、著しい値の差と負の相関が認められた。
- 4) 超音波パルス法による SUS430 鋼の弾性係数のヒート間変動や、伝ば特性の特異性は、超音波の横波の伝ば特性に影響を与える何らかの要因によるものと考えられた。

参考文献 省略