527 塑性変形した部材の局所水浸法を用いた表面波計測

Surface Wave Measurement of Plastically Deformed Materials
by Using Local Immersion Method

○ 学 斎藤 博子 (埼玉大学) 正 加藤 寛 (埼玉大学) 正 蔭山健介 (埼玉大学)

Hiroko SAITO, Saitama University, Shimo-Okubo 255 Sakura-Ku Saitama-city
Hiroshi KATO, Saitama University and Kensuke KAGEYAMA, Saitama University

Specimens were subjected to testing to elongate to required plastic strains, and then subjected to the ultrasonic measurement with immersion and local immersion method. The ultrasonic measurement was carried out by using a probe of 20MHz, in the tensile and transverse directions. Surface wave velocities were obtained by immersion method and local immersion method were almost the same. Velocities in the tensile direction were larger than that in the transverse direction. Velocities changed largely with residual strain. Surface waves were also measured using two probes by immersion method and local immersion method.

Key words: Local Immersion Method. Surface wave

1. 緒言

材料表面を伝わる表面弾性波を測定することにより、材料表面の傷の検出や塑性変形の評価が行われている。表面波を連続して測定する場合、材料表面状態の影響をできるだけ受けたくないことが望ましい。

超音波測定法として水浸法がある。この水浸法は、超音波の集束位置を材料内の任意な点に設定できるため、波形が良好で安定性良く得ることができるが、測定物が制限される。そこで、水をいれたゴム袋に探触子をつつみ込み、そのゴム袋を測定材料に押し付けることにより、局所的に水浸法の状態を作り表面波を測定する方法が考えられる。

本研究は、引張試験中の部材における表面波の塑性ひずみ依存性の計測を開発することを目的とした。引張変形させた Al 合金 (A2024-T3) の表面伝播波を、水袋を用いた局所水浸法により測定し、試験片のひずみによって表面波の音速がどのように変化するか調べた。

2. 局所水浸法による表面波の発生

2.1 実験方法

引張試験を行った Al 合金 (A2024-T3) 試験片の表面伝播波を局所水浸法により測定した。試験片は所定の引張変形を加えた後、矩形に切断した。Fig. 1 に示すよう試験片の端からの反射波を得た。探触子は 1mm ずつ端部に近づけていき、引張方向と直角方向のそれぞれ方向について測定を行った。用いた超音波探触子は 20MHz の集束型縦波発生用で、集束位置を材料表面とした。超音波の入射角を 30 度になるよう設定した。端部からの反射波より、表面伝播波の速度を求めた。また比較のため、通常の水浸法測定も行った。

Fig.1 Local immersion method for generating surface wave

2.2 実験結果

Fig.2 は (a) 水浸法と (b) 水袋法で得られた超音波波形を比較して示す。最初の波形が試験片表面反射波 (図 2 中の S)、次の波が端部からの反射波 (E) である。端部からの反射波は 1 つではなく、2~3 個観察された。強度は局所水浸法のほうが多少低かったが、ほぼ同一の波形が得られた。

Fig. 3 (a) は測定波形から求めた伝播距離と時間の関係を示している。●は最大反射波、□と△はそれぞれ最大反射波の前後に観察された波を表す。速度は、すべての最大反射波 (●) の傾きから決定したもの (Fig. 3 (b) A) と最大反射波の一部の傾きから決定したもの (Fig. 3 (c) B) について求めた。それを Fig. 4 の左右の図にそれぞれ示した。

Fig. 4 は表面波速度に対する塑性ひずみの影響を表す。Fig. 4 左図では、測定方向によらず、水浸法と局所水浸法で塑性ひずみ 4.75% の結果を除けば、近い値となった。右図では、引張方向で水浸法と局所水浸法の結果がよく一致しており、塑性ひずみが大きくなるに従って、表面波の速度は低くなっている。直角方向ではばらつきを生じたが、傾向は同じであった。

また、引張方向と直角方向の速度を比較すると、測定方法によらず

引張方向のほうが大きな値を得た。

(a) Immersion method (b) Local immersion method

Fig.2 Measurement wave

Fig.3 Decision surface wave's velocity

(a) Tensile direction ■ Immersion method □ local immersion method

Fig.4 Sound velocity of surface wave

3. 二探触子を用いた表面波測定

3. 1 実験方法

引張試験中に表面波の連続測定を行うため、2 つ探触子を用いる方法を採用し、試験片表面の伝播距離を変えながら測定を行った。20 MHz の探触子で、集束位置は試験片表面とした。Fig. 5に示すようにそれぞれの探触子に水袋を付け、表面波の測定を行った。比較のため、水浸法による2 探触子測定も行った。

Fig. 5 Local immersion method using two probes

3. 2 実験結果

Fig. 6に受信探触子の受けた反射波形を示す。前節の実験結果と同様に、強度は局所水浸法のほうが多少低くなったが、ほぼ同一の波形が得られた。また反射波形は、前節の結果と同じように重なっているものもあったが、少し離れて小さく見える反射波は得られなかった。この小さな反射波は、端部での反射による影響と考えられる。次いで、表面伝播距離を近づけていき、水袋がくっついた状態でも測定を行ったが、水浸法と同じように測定が行えた。このことから、表面伝播波が測定されたものと結論された。

Fig.6 Measurement waves

4. 結言

一探触子法により、試験片の端部からの反射波を用いて、表面波の伝播速度を求めた。反射波は1つではなく、複数の波が観察された。波形は水浸法と局所水浸法でほぼ同一であった。

表面波速度は、直角方向より引張方向のほうが大きな値となった。水浸法と局所水浸法での測定結果は引張方向でよく一致し、塑性ひずみが大きくなるに従って、速度は低下した。

二探触子での表面波測定でも、水浸法と局所水浸法で同一の波形が得られた。また、二探触子での測定では、反射波形に複数の波が見られなかった。このことから、一探触子法で複数の波が生じたのは、端部からの反射の影響と考えられる。