

(269)

軟鋼板の変形と破壊

九大工

豊島清三

・田中明弘

I. 緒言

薄板の種々の変形様式に於て、くびれから破断に到るまでの変形経路は近似的に平面歪とみなされる。従ってくびれ以後の変形を対象にすることにより平面歪変形は取り扱われるが、この場合にはくびれ以前の変形様式の影響が無視出来ない。又くびれ現象は局所的な変形であり変形の進行に伴ないこの局所化はますます狭い領域に集中しその部分が最終的破断に到るものである。従って純粋な意味での平面歪というには多少困難をともなう。ここでは特殊な形状の試験片を採用することにより、単純引張り試験で平面歪変形が得られたので変形と破断に対する一知見を得る為に検討した。なお合わせて各種変形様式に於ける硬化特性を知る目的で行なった硬度測定及び破断歪の測定結果などを報告する。

II. 実験方法

試験片形状は図1に示す。この歪測定は約15mmのケガキ線を入れておき5μm精度の工具顕微鏡により行なった。すべり線、cavityなどの変形挙動を破断に到るまで及び破面を従来と同様エッチビット法により方位を確認しながら観察した。又引張り試験と硬度測定をした。硬度はマイクロビッカース硬度計で読み取り精度5μmでありダイヤモンド圧子の一方の対角線が常に引張り方向に一致するようにした。測定条件は全て試験荷重25g、荷重保持時間20secとした。なお比較の為通常の引張り試験及び近似的に平面歪である圧延についても同様の実験を行なった。破断歪の測定はモアレ法に用いるグッドシートでgauge-length 0.4mmとし格子向中央に割れが発生した場合のみ測定した。破断硬度は破断点から35μm以内の部分の硬度を断面方向から測定して代表させた。変形様式は歪比1~1の向7種類である。

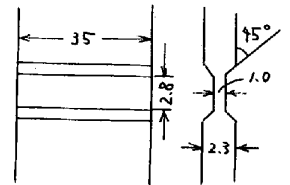


図1: 特殊試験片

III. 実験結果

平均的にみた場合、主たるすべり系は{100}<111>、{112}<111>が活動する。{100}粒には粗なすべり線が発生し、{112}粒には微細で密なすべり線が発生する。隣接粒向の変形能の相違で不均一な変形をくり返して変形が進行する。不均一変形は単一粒内に於ても見られ結果として同一粒内に方位差が現われる。この方位差は{100}粒にはほとんど見られず、{112}粒内に{100}面方位、ないしこれに近づく面方位を示す領域が出てくることが多い。この場合この境界がクラックになることはあつたにない。CavityはX-M-Aにより少なくともS、Mを含む非金属介在物に起因している。このCavityの存在は歪集中の場になるようである。Cavityは歪増加につれ成長し、くびれて以後は横方向への成長及び剪断クラックが発生する。最終破断はこれらCavityないしクラックを連結するようにすべり線に沿って生じるというpatternは変形様式のいかんを問わず板表面から見る限り同一である。破面の観察から破面に存在する平坦な部分はすべり面である場合が多い。硬度測定から{100}粒は相当歪で約2から3は硬度増加が極めて少ないか、飽和してしまう。一方{112}粒、{110}粒は増加しつづける。このことは発生するすべり線の粗密及び活動すべり系の数に因係する。この傾向は圧延及び深絞りフランジ部の変形を除いて他の変形様式の場合も同様である。破断後の歪分布の測定から巨視的にはくびれであってもくびれ領域内を微視的に見た場合、くびれ前の歪比で変形を続行している微小領域が存在することが予想される。破断に到るまでの平面歪量は歪比の小さい変形様式ほど大きく極限破断相当歪に占める割合は単純引張りの場合で58%、円バブルで33%であった。くびれ限界に於ける硬度は歪比が小さい程低い値を示したが、破断硬度は初期歪比0~4のところに最大値がくる。この硬度測定結果から推算した破断時最大剪断応力は高々15kg/mm²の差で良い一致を示した。