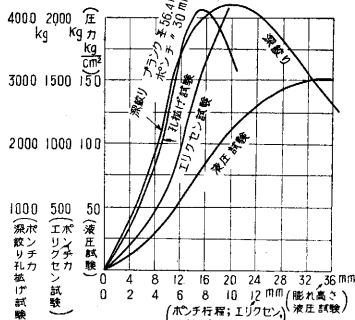


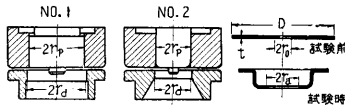
## 孔拡げ試験工具と試験片の相対寸法

山 田 嘉 昭

著者は前に、簡易深絞り性試験機と液圧バルジ試験機を試作し、ポンチ力（または液圧）とポンチ行程（または膨れの高さ）の関係を観察した<sup>(1)</sup>。その結果の1例を第1図に示す。第1図の孔拡げ試験結果は、第2図に附した寸法を持つ工具と試験片によって得たものである（これらの寸法は Siebel と Pomp<sup>(2)</sup>が初めて用いたもので、Erichsen 社のカタログ<sup>(3)</sup>も同じ寸法を採用して



第1図 各試験法におけるポンチ力および油圧の変化（称呼 1mm 鋼板に関する実験結果）



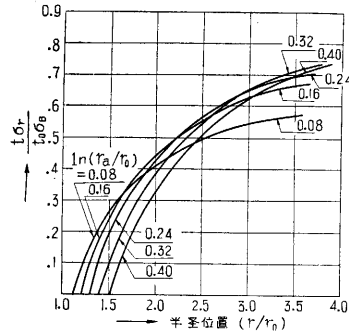
第2図 孔拡げ試験工具と試験片

	記号	No. 1	No. 2
板厚	$t$	1.2 mm	0.8 mm
孔の直径	$2r_0$	12 mm	7.5 mm
ダイス孔直径	$2r_d$	44 mm	27 mm
ポンチ直径	$2r_p$	40 mm	25 mm
プランク直径(最小)	$D$	70 mm	45 mm

寸法を基準にとってあらわされるのが慣例であるから、上述のような状態の下で破断を生ずることは好ましくない；他方、深絞りにおいては、一般に、加工の限界が絞り率または絞り比であらわされるから、荷重減少の下で破断を生じて、試験値を得るための本質的な妨げとはならない。

以上の考察に基づき、孔拡げ試験工具と試験片の相対寸法を検討するために、著者は、この試験におけるポンチ力の変化の様子を解析した。解析にあたっては塑性変形理論 (deformation theory) を用い、また数値計算にはすでに発表した著者の方法によった<sup>(4)</sup>。第3図に半径方向引張力分布に関する計算結果を示す；ただし、ポンチと板間の摩擦および接触圧力を無視し、材料の加工硬化特性は  $n$  乗法則  $\bar{\sigma} = k \bar{\epsilon}^n$  ( $\bar{\sigma}$  = 真応力,  $\bar{\epsilon}$  = 対数歪,  $k$  = 材料に固有の常数, また第3図では  $n=0.30$ ) であらわされるものとした。第3図内の数字は孔拡げ試験の各段

階  $[\ln(r_a/r_0)]$  に対応し ( $r_0$  と  $r_a$  = それぞれ変形前後の孔の半径), 縦軸は半径方向の引張力を無次元表示した量である。ポンチ角での曲げと曲げ戻し, および摩擦を無視すると、縦座標値はポンチ力に比例するから、第3図によってポンチ力の変化の様子を知ることができる。たとえば、第2図の寸法



第3図 孔拡げ試験における半径引張力分布 (理論値), 材料の加工硬化特性は  $\bar{\sigma} = k \bar{\epsilon}^{0.30}$

に対応して各曲線上の縦座標値を比較すると、ポンチ力は最初増加し、遂に最大値に達し、最後に一般に荷重減少の状態の下で破断が起ることがわかり、上述の実験的観察と一致する。また第3図の曲線の一般的傾向からみて、破断前の荷重減少を避けるためには、 $r_p/r_0$  を大きく (すなわち孔の相対寸法を小さく) とればよいことが結論される。しかし、 $r_p/r_0$  を必要なだけ大きくすると、試験片は絞りこまれるか (プランク径の小さい場合), または破断が孔の周縁でなくポンチ角付近で生ずる恐れがあり (プランク径の大きい場合), このような事実は益田, 室田両氏の研究<sup>(5)</sup>によって確かめられている。著者は、現在のところ、加工硬化特性の違い材料について計算を行っていないが、加工硬化率の小さい材料 ( $n$  乗法則であらわし得る硬化特性を持つ材料では一般に  $n$  の小さい材料) ほど、荷重の減少し始める時期が早いことは当然予想されることである。

以上の解析の結果、次のような結論が得られた：- 孔拡げ試験片の孔の相対寸法を小にとれば、破断前の荷重減少を避け得る (少なくとも小範囲に止め得る) 可能性がある。しかし、実際にそのような条件が実現できるか否かは、材料の加工硬化特性と破断特性、板厚、破断前の局部伸び等によってきまるものであるから、実験によって確める必要がある；加工硬化率の大きい材料ほど上述の可能性が大である。著者は具体的に検討していないが、第2図に示した工具と試験片寸法は、孔拡げ試験用として適当な妥協点にあるのかも知れない。(1954. 12. 16)

### 文 献

- (1) 山田嘉昭, 自動車技術, 7 (1953), 88.
- (2) E. Siebel & A. Pomp, Mitt. Kais.-Wilh.-Inst. Eisenforsch., 12 (1930), 115.
- (3) Erichsen, Katalog 30G.
- (4) Y. Yamada, Proc. 2nd Jap. Nat. Congr. Appl. Mech., (1952), 51, および 山田嘉昭, 機械学会 524 回講演会前刷 (1951), 20.
- (5) 益田泰治, 室田忠雄, 機械学会 591 回講演会前刷 (1954), 21.