

薄板材に穿いた近接2円孔の変形挙動 および亀裂発生について

瀧本昭夫*・原田尚明**・塚穴紀生***

Deformation Behavior and Crack Formation in Two Neighboring Holes Perforated in Engineering Sheet Materials under Tension

Akio TAKIMOTO, Hisaaki HARADA and Norio TSUKAANA

Abstract

To obtain basic information on the mechanical mechanism of ductile fracture, deformation behavior and crack formation in two neighboring holes perforated in sheet materials have been investigated. Experiments have been performed with variations in mechanical factors such as a relative inter-hole distance (ξ/d), an arranged angle of two holes (ϕ) and the applied plastic strain, and in material ones of an mean grain size and a strain hardening exponent in copper and SS-41.

Holes introduced in a close distance to each other are deformed quite oddly under tension, depending mainly on the arranged angle. The deformed configuration of them is able to be expressed by an approximated ellipse with supplements of intrusion and/or protrusion. The linear distance connecting centers of two holes varies with plastic strain and is given in two different definitions of a geometrical center and a shifted original cross one.

Cracking at and around two holes has happened in both ways of protrude and intrude cracking which may result in the linking mechanism of two neighboring holes depending on the variables studied.

1. 緒 言

延性材料の破断現象について、材料中に含まれるボイドの成長合体による割れが試片断面全域に広がるという現象的な研究は多く成され、SEM や破面学の急速な進歩は非常に興味ある事実を示している。ボイドは圧延などの塑性加工により相当数材料中に導入されることや、それ以後の引張変形でのボイド自体の成長、ボイド数の増加、分散第2相よりのボイド発生など種々の場合が考えられるが、いずれの場合も近接ボイド間の連結現象が破断を支配していると考えられている¹⁾。又、これらの現象を力学的モデルを用いて解いたものは少なく、Berg²⁾の粘性体の理論解より発展された McClintock³⁾のものや Nagpal ら⁴⁾の近接6角孔の変形問題などであるが、適切に表現し得ているとは言えない。

この研究では近接ボイド間の連結の力学的機構に関する諸々の疑問に情報を得るため、近接2円孔モデルによる変形問題において、相対円孔間隔 (ξ/d) および2円孔配列角度 (ϕ) が、変形挙動や破断開始に大きく影響する様子を調べた⁵⁾。円孔変形形状は ξ/d および ϕ により突出 (Protrude) および突入 (Intrude) を伴い奇形に成長する様子を近似だ円からの偏りを用いて定量表現した。その他2円孔中心間距離、円孔包囲面積などについても報告した。近接2円孔の亀裂発生および連結も、 ξ/d および ϕ によって大きく変わり、特に ξ/d が小さければそれらの現象は現われ易く、上記設計因子の影響は材料因子とも相まって複雑に変化する。中でも ϕ による影響が最も顕著で、特定角度以下では連結しない。

尚、1円孔付試片の円孔変形形状は、設計比 (W/d) がわかれば、塑性ひずみと材料の加工硬化指数により $\pm 2\%$ の誤差で表現できるというマイクロコンピュータによる検討など⁶⁾⁻⁸⁾を参考にして、全ての結果を近似だ円に基づき解明した。

* 生産機械工学科

** 大学院 工学研究科 生産機械工学専攻

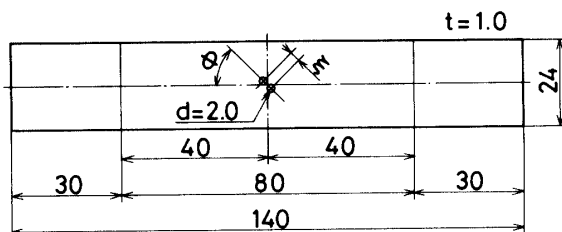
*** 現 東洋工業株式会社

2. 実験方法

試験材料には市販の銅および軟鋼（一般構造用圧延鋼材，SS-41）の厚さ 1 mm の薄板を用いた。試片の引張方向が圧延方向と一致するように切り出し，荒成形した後，表面傷や酸化物など除去のため耐水研磨紙を用いて粗研磨した。このようにして作成した長さ140 mm，幅 24mm の短冊状試片（Fig.1）に所望の近接 2 円孔（円孔径 2mm φ）を注意深く穿いた後，残留応力除去のためアルゴンガス雰囲気中にて適切な条件（銅で 400°C，軟鋼で 550°C，それぞれ 1 時間保持）のもとで焼鈍を行なった。近接 2 円孔の配列条件は，2 円孔中心間距離（ξ）と円孔径（d）の比（ξ/d，以後相対間隔と呼ぶ）について 3 種類，2 円孔の中心を結んだ直線と引張軸のなす角度（φ，配列角度と呼ぶ）について 5 種類の計15種類を 1 組として同時に熱処理した。諸現象の再現性確認のため，両材料にそれぞれ 3 組ずつ用意し試験に供した。

引張試験は，島津オートグラフ引張試験機（5ton 容量）を用い，チャック保持にてクロスヘッド速度を1.0（mm/min）として，左右非対称なる偏心変形を最小限に抑えるよう注意深く行なった。円孔変形挙動の観察は円孔縁から最小断面部に沿って亀裂が発生するまで3~7回除荷し，変形形状を写真撮影した。又，平均塑性ひずみ（ $e_{p,ave}$ ）は，近接 2 円孔を含み 80mm 隔てて設けた標点間を精度 ±0.01 mm の測長器を用いて測定し求めた。

データの解析にあたっては，円孔変形形状の撮影フィルムを約 120倍に拡大して近似だ円を決定し，その長軸方向から10度おきの動径の増分や 2 円孔中心間距離および包囲面積などを測定した。尚，フィルム拡大による誤差はほとんど無視できる程度であることを確認している。



	Copper	SS-41
配列角度, φ	0°, 30°, 45°, 60°, 90° (deg.)	
相対間隔, ξ/d	1.25, 1.50, 1.75	
平均結晶粒径, d _m	22~28 (μm)	15~18 (μm)
加工硬化指数, n	0.28	0.12 ~ 0.15

Fig.1 Specimen geometry employed

3. 結果および考察

著者らは先に，近接 2 円孔の変形挙動を解明するために必要とする基礎的な研究として，延性薄板材に穿いた 1 円孔の引張応力下における問題について定量的な解を得ている^{6)~8)}。これは 1 円孔が負荷塑性ひずみの増加に伴い，だ円で近似できる形状に変形し，この近似だ円の長軸および長短軸比の変化が塑性ひずみに対して直線的であることに注目してその変化の割合が材料の加工硬化指数によって決定できることを報告している。この定量化によれば，1 円孔変形形状は亀裂発生ひずみにおいても最大 5%の誤差を許せばだ円で近似できる^{6)~7)}。さらに変形形状とだ円とのわずかなずれも補正項として数式定量化することにより，非常に正確に（± 2%の誤差内で）1 円孔変形形状を定量化することに成功し，マイクロコンピュータ処理による種々の値と実験結果を比較検討している⁸⁾。本報告ではこの 1 円孔変形挙動の解を基本として近接 2 円孔の変形挙動を述べようとしたもので，近接 2 円孔特有な支配因子による相互干渉について考察した。

実験に用いた銅および軟鋼の試片形状は Fig.1 に示す通りであり，設計因子および材料因子は図中の下に示した。ここに示した加工硬化指数の値は通常知られているものより少し小さいようであるが，これは結晶粒成長を抑えた熱処理により平均結晶粒径がかなり小さくなっていることと，銅の場合では割合不完全焼鈍の要素が残っているためであると考えられる。両材料の加工硬化指数の違いは，塑性ひずみ分布に差異を生ぜしめ変形挙動にも明らかに影響している。

両材料の変形挙動の差異は，その塑性域の拡がり方によって最も顕著にあらわれる。銅では試片表面上，Diffuse 型と呼ばれる二次元的な拡がりの塑性域を示すのに対し，軟鋼の場合 Dugdale 型と呼ばれる一次元的（主として試片幅方向）な塑性域の生長を示す⁹⁾。これらのことは結果として Fig.2 に示した流動曲線に相違を生ぜしめている。銅において塑性域は二次元的に拡がるため，流動曲線も平滑試片および 1 円孔付試片と同様な傾向，すなわち $\sigma = K\epsilon^n$ の曲線を示し円孔変形も連続的である。これに対し軟鋼の場合，応力又はひずみ集中に影響された鋭い上降伏点と慣性効果および降伏伸びを示す比較的長い水平部（降伏伸びの始めと終りは平滑試片ほど明らかではない）の後，加工硬化を伴って上昇する。平滑試片の場合この降伏伸びは約 5%程度続き，近接 2 円孔試片ではこれに相当する期間中顕著な円孔変形は起こらない。従って銅の連続的変形に対し，この場合は不連続な変形が現われる

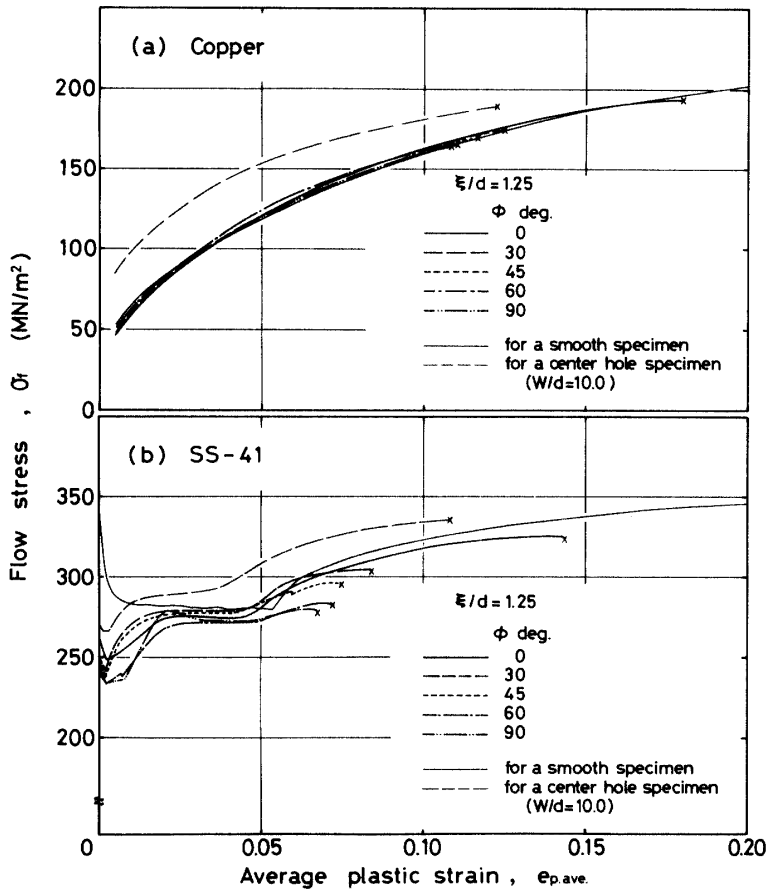


Fig.2 Engineering flow stress of specimens having different geometry is plotted to the engineering average plastic strain for copper (Fig.2a) and SS-41(Fig.2b). The relative inter-hole distance (ξ/d) is fixed to be 1.25.

ことになる。

次に近接2円孔の配列角度 (ϕ) の影響を調べてみよう。この設計値は 0° から 90° まで5段階に変化しているが、その変化による流動応力の差異は銅では円孔縁の最大ひずみ部での亀裂発生に顕著に表われ、 ϕ が大きくなる程低いひずみ値で破断している。一方軟鋼ではリューダース帯の拡張および局部発生が配列角度 (ϕ) の影響を微妙に受け平滑試片とはかなり異なっているので、破断ひずみのみならず流動応力曲線の立ち上がり方にも ϕ の大きさによる影響が明確に現われていることがわかる。尚、ここに示した銅の流動応力曲線が ϕ に無関係に一つの曲線で表示され得るとすると、ここでは応力の大きさは荷重を総断面積 (Gross Section Area) で除した値であるので、正味断面積 (Net Section Area) で単に換算をした場合、配列角度 (ϕ) が大きいものほど高い応力値を示すことになる。この場合、正味断面積を $A_n = (W - \eta d) t$, ($1 \leq \eta \leq 2$) と表わすと (総断面積は $A_g = Wt$ と表わされる), η 値が大きい (つまり ϕ 値が大きい) 2円孔配列のものほど切欠き形状による塑性応力集中が高くなることが考えられ、2円孔間の亀裂発生および連結による全割れ長さを考え合わせると、延性材

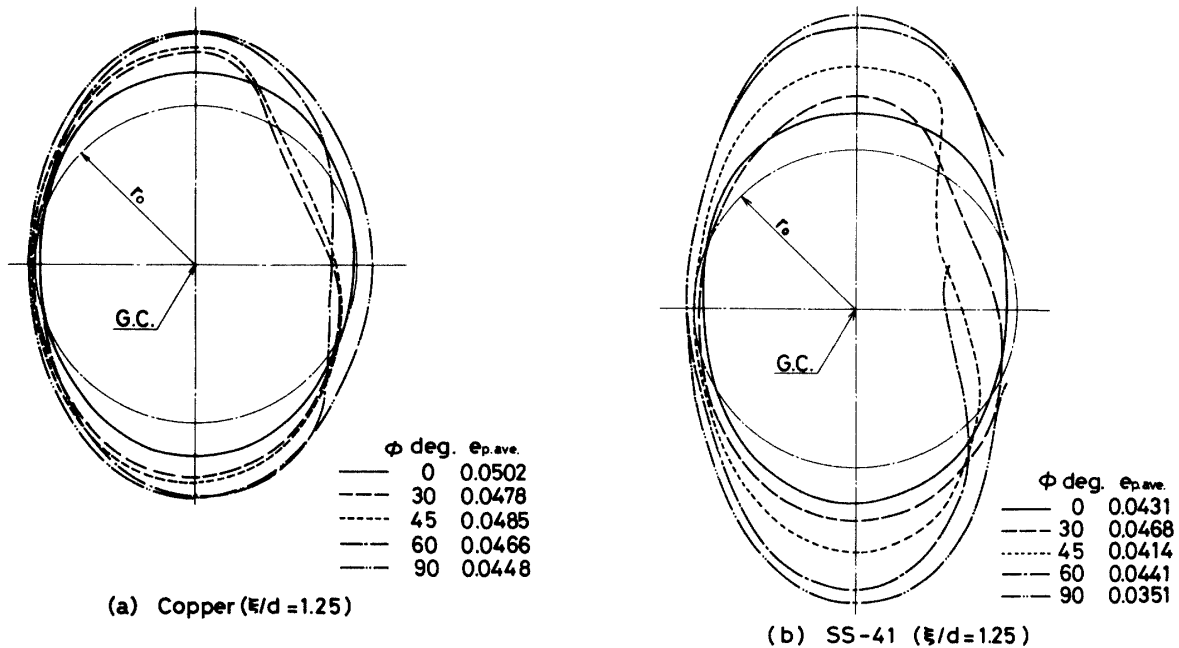


Fig.3 Deformed configurations of one of two neighboring holes arranged in various angles (ϕ) where $\epsilon_{p,ave}$ value is kept to be nearly constant. The examples for copper are given in Fig. 3a and those for SS-41 in Fig.3b.

料の切欠き強化現象と同様な傾向が現われていることになる。

さて近接2円孔は双方共、合同な変形挙動を示すので、その様子を一方の円孔形状について示したものが Fig.3 である。各輪郭線はほぼ同一の平均塑性ひずみ (0.04~0.05) における実際の変形形状が、配列角度別に異なっている状態を示したものである。(a) は銅 (b) は軟鋼の例を示し、両者とも相対間隔 (ξ/d) が 1.25 のものである。試片を引張試験機に取付けた時、試片中心に対照な位置にある2円孔のうち左 ($\phi=90^\circ$ 設計)、左下 ($\phi=60^\circ\sim 30^\circ$ 設計) あるいは下 ($\phi=0^\circ$ 設計) に位置する円孔の変形形状であり、もう一方の円孔は 180° 回転させた形状で合同変形をしている。変形形状の中心は、後述する近似だ円の中心と一致しており、縦横軸は各々その長短軸に相当する。1円孔の場合はだ円に近い形状となることは先に述べたが、近接2円孔の場合は相対間隔 (ξ/d) および配列角度 (ϕ) による相互干渉が加味され、特徴的な変形形状を生じる。その奇形の度合は、 ξ/d が小さくなるほどおよび ϕ が中間角度 ($\phi=45^\circ\sim 60^\circ$) に近づくほど強くなる。又、両材料の違いは変形形状だけでなく変形の進展度合にも強く現われ、加工硬化が少ない材料 (ここでは軟鋼) の方が、応力集中部への塑性ひずみ集中が大きくなり、同一平均塑性ひずみにおける変形集中は顕著になる。尚、軟鋼 (SS-41) において $\phi=60^\circ, 90^\circ$ のものは形状輪郭線が途中で切れているが、これはすでに近接2円孔間に亀裂が生じ、連結 (Linking) したことを表わしている。

そこで Fig.3(a), (b) に示した種々なる変形形状を定量的に解析するため、ここでは1円孔の場合と同様、まず最も良く適合するだ円 (以後近似だ円と呼ぶ) を求めた。その一例として Fig.4 には初期円孔形状、円孔変形形状およびその近似だ円をそれぞれ一点鎖線、実線および破線で示した。近似だ円の選定については、まず変形形状の対称性に留意して長軸を定め、その中点を近似だ円の中心とした。その後長軸から反時計まわりに測定した変形形状の動径によって補正を行ない、最終的に決定した。変形形状の動径は $r_{exp.}$ 、近似だ円の動径は $r_{ellip.}$ と表現し、両者の偏差 ($r_{exp.} - r_{ellip.}$) の値を $r_{ellip.}$ を基準にして無次元化したものを半径方向相対変位量と称した。又、長軸と引張軸方向のなす角度を α とした。

近接2円孔の変形形状に対して求めた近似だ円は、必ずしも全部分で変形形状と一致あるいは近似的に適合しているわけではない。そこで両者間の差異を Fig.4 で示した定義に基づく半径方向相対変位量を用いて

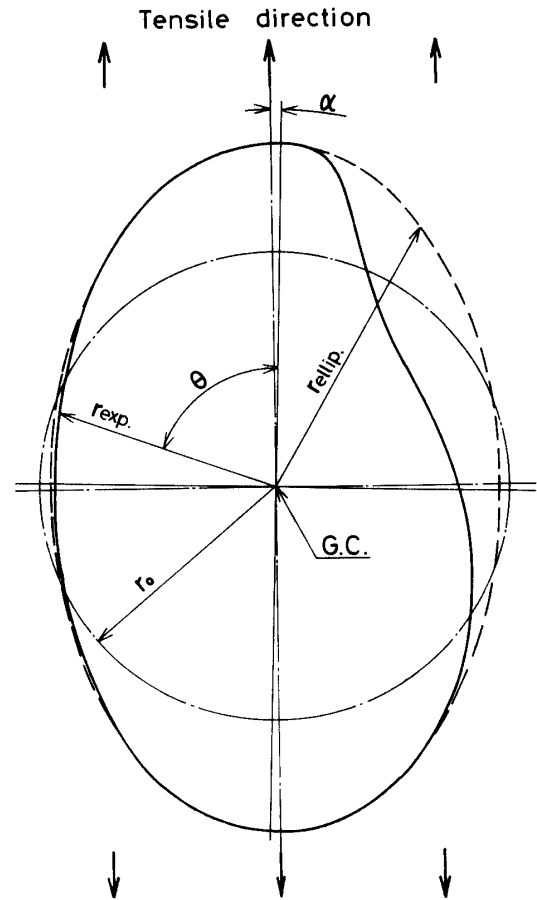


Fig.4 Schematic presentations of an original circular hole, an oddly deformed hole under tension and an ellipse mostly fitted to the deformed hole.

表現したものが Fig.5 である。縦軸に半径方向相対変位量、横軸には近似だ円の長軸からの角度 θ をとり、 $e_{p.ave.}$ をほとんど一定にし、配列角度 (ϕ) をパラメータとして示した。図は Fig.3 に示した変形形状について解析した結果を表わしたものである。近似だ円は $(r_{exp.} - r_{ellip.})/r_{ellip.} = 0$ の水平線で表わされることになる。1円孔付試片の引張変形形状の場合、実験したすべての材料において $\theta=30^\circ, 150^\circ, 210^\circ$ および 330° で最大誤差 (約 5%以内) を表わす結果が得られているが^{6)~8)} 近接2円孔の場合も $0^\circ \leq \theta \leq 210^\circ$ の範囲においてはほとんどの設計条件や平均塑性ひずみにて数%以内の誤差で近似だ円が変形形状に追従している。ところが $210^\circ \leq \theta \leq 360^\circ$ の範囲、すなわち隣接円孔側においては予想通り相互干渉が顕著であり、近似だ円より大きく入り込んだ形状 (Intruding) や、逆に大きく突出した形状 (Protruding)、あるいはこれらを伴って両円孔が連結してしまう現象 (Linking) などが表われている (図中にはそれぞれ I., P., あるいは L.

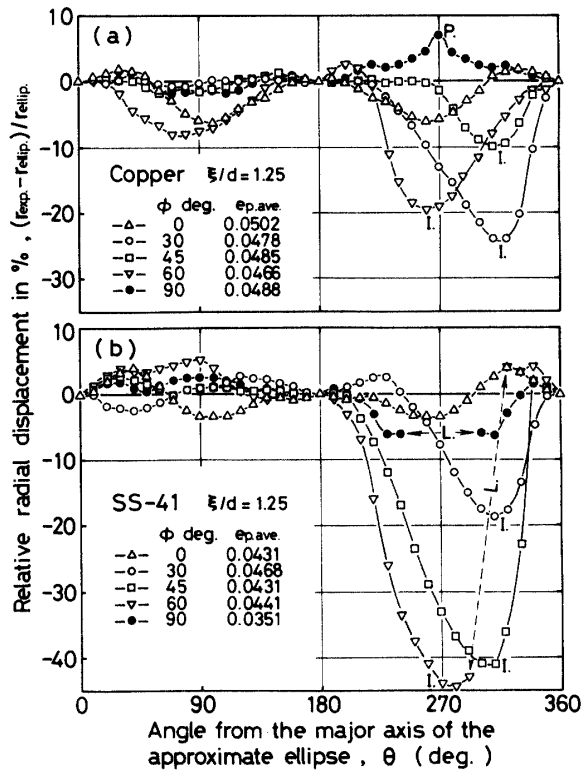


Fig.5 Relative radial displacement versus the angle measured from the major axis of the mostly fitted ellipse for the design having $\xi/d=1.25$. The arranged angle (ϕ) is varied and the average plastic strain is kept to be nearly constant. The results for copper and SS-41 are in Fig.5a and Fig.5b, respectively.

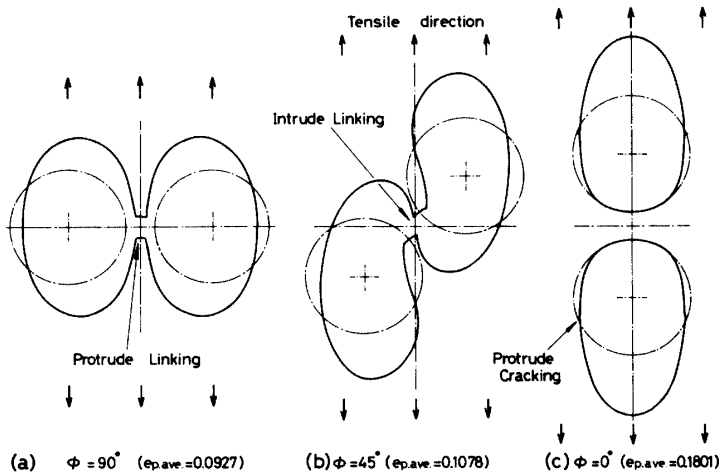


Fig.6 Experimental configurations of heavily deformed two neighboring holes in copper where the arranged angle (ϕ) is varied; Fig.6a for $\phi=90^\circ$, Fig.6b for $\phi=45^\circ$ and Fig.6c for $\phi=0^\circ$.

で示した). この大きなずれは亀裂発生に至るまでの特異な変形現象として注目されるが, その位置および

大きさは2円孔相対間隔 (ξ/d) や配列角度 (ϕ) だけでなく加工硬化指数などの材料因子にも強く影響されている. つまり加工硬化指数が小さく結果として塑性ひずみ集中の大きい¹⁰⁾軟鋼の方が銅に比べてより奇形になり, 大きな突入および突出を伴った連結も生じやすい (Fig.5b)

次に近接2円孔の変形における相互干渉が配列角度 (ϕ) の変化によってどのように異なり, これが変形形状にいかに関与しているかについて, 実際の変形形状のいくつかを例示し検討する. Fig.6では銅の相対間隔 $\xi/d=1.25$ のものを, 3種類の配列角度について特定の塑性ひずみにおける変形形状を対比させており, (a), (b) および (c) はそれぞれ $\phi=90^\circ$, 45° および 0° 設計のものである. 尚, ここに示していないが他の配列角度 $\phi=30^\circ$ および 60° 設計のものは 45° 設計のものに似た挙動を示す. 図中 $\phi=90^\circ$ および 45° のものではすでに近接2円孔が連結 (Linking) しており, あたかも単一の内部不連続部のような挙動を示すことになる. 連結の発生には2つの様式が考えられ, 1つは突出変形部で生ずるもの (Protrude Linking, 以後 P. L. と称す) ともう1つは突入変形部で生ずるもの (Intrude Linking, I.L. と称す) である. P.L.は $\phi=90^\circ$ 設計の変形形状で, I.L.は $\phi=30^\circ$, 45° および 60° 設計の変形形状で観察される. $\phi=0^\circ$ 設計試片 (すなわち引張軸に平行に配列したもの) の変形挙動は他のものと異なり, 近接2円孔の最近接領域には非塑性域が存在する. よって亀裂の発生は, 各々の円孔より突出部を伴って外部へ向うもの (Protrude Cracking, 以後 P.C. と称す) に限られるが, その P. C. 部分は1円孔付試片の場合と異なり試片中心側に偏位している. この P.C. の発生は I. L. および P. L. の発生とは異なり, 試片の両端部に向って進むためいずれの配列角度を有する設計試片においても, 最終的な破断開始を意味することになる. よってこの時の材料の変形状態すなわち変形形状やひずみ分布などは重要な意義を持つことになる.

さて, 近接2円孔の相互干渉がその変形形状に及ぼす影響はこれまで述べたが, 変形2円孔の相対位置関係に及ぼす影響についても調べる必要がある. 近接2円孔の相対的な位置関係も初期状態より複雑に変化し, これを解明するため次の方法を試みた. Fig.7はここで用いた2通りの中心間距離の定義と相対位置関係の変化をモデル的に示した図である. (a)には幾何学的中心 (Geometrical Center, G.C.) を示し, これは前述の

山口大学工学部研究報告

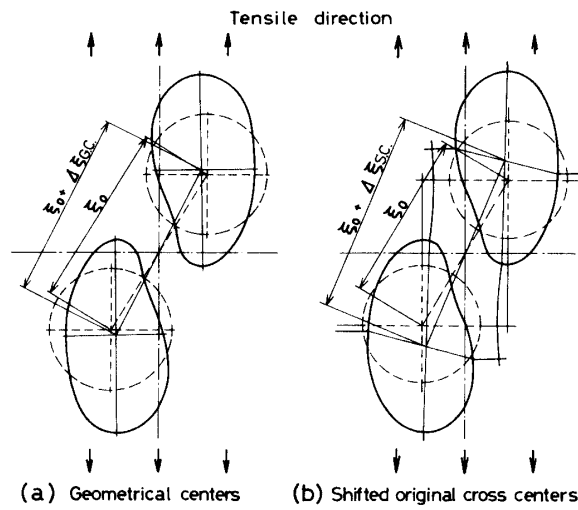


Fig. 7 Proposed models presenting a change in the distance of the geometrical or the shifted original cross centers of two neighboring holes. The geometrical centers in Fig. 7a and the others in Fig. 7b.

近似だ円の中心と一致していることになる。(b)に示したものは、初期円孔縁の引張軸から $0^\circ, 90^\circ, 180^\circ$ および 270° の4点をどのような変形後も直線で十字に結んだ時の交点で、変形後十字中心 (Shifted Original Cross Center, S.C.) と定義したものである。一般的に、平均塑性ひずみに対するこれら両中心の相対変位は配列角度 (ϕ) によって著しく異なっており、負荷塑性ひずみと共に増加する場合もあり減少する場合もある。又、 $\phi=0^\circ$ および 90° の場合を除いては2円孔が相対的に回転を伴うことになり、変形後の2円孔中心を結んだ線と引張軸のなす角がこれまで述べた実験因子によって変わることになる。

幾何学的中心 (G.C.) と変形後十字中心 (S.C.) の挙動の相違は当然 Fig. 7 からも明らかであるが、ここでは紙面の都合上銅における変形後十字中心間距離の変化例を Fig. 8 に示した。先にも述べたが銅においては塑性域が二次元的 (Diffuse Type) に広がるため、中心の移動も単調かつ連続的に変化する。従って平均塑性ひずみ $e_{p,ave}$ が大きくなると中心間距離も全体的にはやや曲線的な上昇を見せているが、この傾向は結合現象発生以後近接2円孔が単一の不連続部として挙動し始めると一層顕著になる。また図示はしていないが相対間隔 (ξ/d) の影響は変化量の絶対値に表われることになり、相互干渉の少ない (つまり ξ/d の大きい) 配列のものほどその値が小さくなる。尚、結合

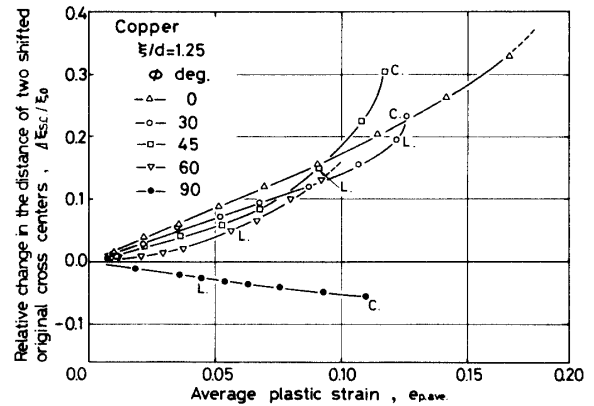


Fig. 8 The change in the distance of the shifted original cross centers of two neighboring holes in copper is plotted to the applied plastic strain. The arranged angle (ϕ) is varied and the relative inter-hole distance (ξ/d) is fixed to be 1.25.

(L.) および亀裂 (C.) の現われるひずみ位置を記号で図中曲線上に示した。軟鋼の場合は、流動曲線において降伏伸びを示す水平部のひずみ範囲では中心の位置も変化せず、ステップ上の挙動を示すことになる。又、両材料共、幾何学的中心間距離の変化については $\phi=90^\circ$ および 60° のものでは減少傾向、 $\phi=0^\circ$ および 30° のものでは増加傾向、そして $\phi=45^\circ$ のものではほとんど変化しないという傾向が表われている。

Fig. 9 には円孔包囲面積増分の平均塑性ひずみに対する変化を示した。(a)の銅、(b)の軟鋼は両者とも相対間隔 $\xi/d=1.25$ の結果を示している。1円孔付試片の変形形状から定量化された包囲面積変化は、材料の加工硬化指数によって異なるゆるい曲線的 (ほとんど直線的に近い) 上昇を示すが⁹⁾、近接2円孔の場合でも銅においては同様な上昇が見られる。しかし、2円孔結合現象後 (図中 L. で示した) の面積増分の変化は急激な増加傾向を示している。これに対し軟鋼の場合、変形初期の急激な立ち上り後は $e_{p,ave}=0.05$ 付近までリュウダース帯が広がることにより、円孔がほとんど変化していないことが明確にわかる。その後急上昇を示して亀裂発生へと至るが、この時の変化率は銅に比べて非常に大きい。すなわち加工硬化の小さい軟鋼の方が切欠き部への塑性ひずみ集中が大きく、変形も顕著になることがわかる。従って配列角度 ϕ の影響が銅よりも軟鋼に強く表われている現象も説明できる。またここでは図示していないが相対間隔 (ξ/d) による差異は、銅においては ξ/d が大きいほどひずみ初期の直線の変化部が長く継続する傾向がある。また同様に軟鋼においては $\phi=90^\circ$ 設計の結果に強く表われ、

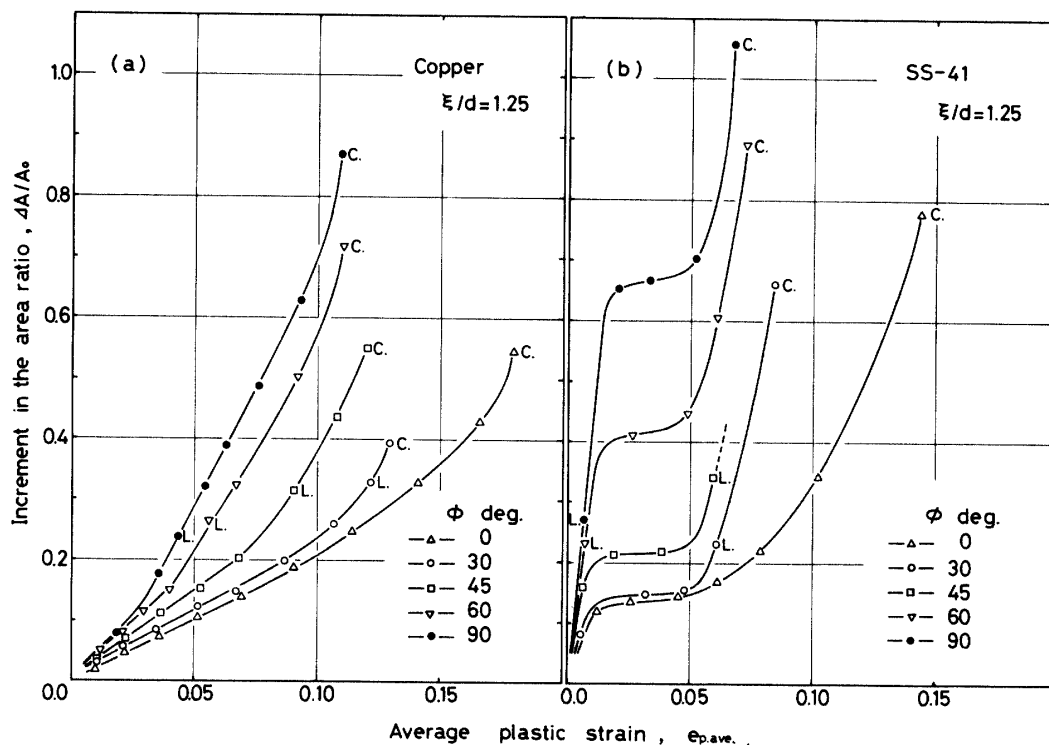


Fig.9 Relative increase in the area are shown to be functions of the applied plastic strain where the arranged angle (ϕ) is varied. Fig.9a gives the results in copper and Fig.9b in SS-41.

塑性域が試片全体に拡がる前に突出亀裂が生ずることになる。

4. 結 言

市販の工業材料、銅および軟鋼 (SS-41) の薄板に穿いた近接2円孔の引張応力下における変形挙動を調べた結果、次の結言を得た。

(1) 近接2円孔を有する試片の σ_u および e_u は配列角度 (ϕ) の増大と共に減少し、その様子は相対間隔 (ξ/d) や材料定数により異なる。

(2) 円孔の変形形状は、配列角度 (ϕ) に特に影響され、またその進展度合は相対間隔 (ξ/d) および材料定数により変わる。

(3) 近接2円孔は点対称的に変形し、一方の円孔に注目すると、近似だ円弧状に変形する部分と、相互干渉により奇形になる部分に分かれるが、突出および突入の表現法を加えることによって、近似だ円を基として変形形状を表現し得る。

(4) 亀裂発生様式は、突入形状を伴って2円孔が連結する Intrude Linking, 突出形状を伴って連結する Protrude Linking および突出形状を伴い最小断面部に沿って亀裂が発生する Protrude Cracking の3種

があり、配列角度 (ϕ) や相対間隔 (ξ/d) および材料定数によってこれらの競合が現われる。

(5) 近接2円孔は必ずしも連結を伴って破断するとは限らず、配列角度、相対間隔および材料定数により各々の円孔で破断に至る場合もある。

(6) 2円孔相対位置変化は、幾何学的中心および変形後十字中心で適切に表現し得る。それらの塑性ひずみによる変化すなわち間隔の変化および試片中心に関する回転移動は、配列角度 (ϕ) の影響を強く受けると共に相対間隔 (ξ/d) によっても異なる。

(7) 変形に伴う円孔包囲面積の増加は、銅においてはゆるい曲線的であるのに対して、軟鋼においては3段階状を示し銅よりも急激な変化をする。

参 考 文 献

- 1) たとえば H.C. Rogers: Trans. ASME, 218, 498(1960)
- 2) C.A. Berg: Proc. Fourth U.S. National Congress of Appl. Mech., ASME, 2, 885 (1962)
- 3) F.A. McClintock: J. Appl. Mech., 35, 363 (1968a)
- 4) V. Nagpal, et al.: Papers Int. Sympo. Found on Plasticity in Warsaw, 365-385 (1973)

- 5) 瀧本昭夫, 内正美, 原田尚明, 塚穴紀生: 日本機械学会
講演論文集, No.805-2, 27 (1980-11)
- 6) 瀧本昭夫, 内正美: 日本機械学会講演論文集, No.805-1,
22 (1980-3)
- 7) 瀧本昭夫, 内正美, 稲富俊隆: 山口大学工学部研究報告,
30, 305 (1980-3)
- 8) 瀧本昭夫, 原田尚明, 飯田栄治: 日本機械学会講演論文
集, No.817-1, 28, (1981-10)
- 9) R.I. Mair and E.E. Banks: *Experimental Mechanics*,
30, 77 (1973-2)
- 10) D.K. Brown: *Int. J. for Numerical Methods in
Engin.*, 10, 361 (1976)

(昭和56年10月15日 受理)