

広島大学工学部 正員 ○佐藤 誠
 広島大学工学部 学生員 岩原 重之

1. はじめに

筆者らは43年度関西支部学会において平面応力波による弾性板内の円孔周辺応力状態について発表した^(*)。そこでは縦波入射波長を λ_L 、円孔径を D とすると $D/\lambda_L = 0.2, 0.3$ のものについてのみ発表した。ここでは $D/\lambda_L = 0.17 \sim \infty$ のものについて発表する。とくに前回十分に考察できなかった入射波長が円孔径と同程度のものについての周辺応力状態を、前回用いたのと同様の実験法を用いて静的応力状態との違いに注目し詳細に検討し、同時に D/λ_L の変化に対する応力集中度について考察した。

2. 実験結果および考察

円孔径 $D = 1, 2, 3, 4, 5, 7, \infty$ cmのものに対して縦波の入射波長 $\lambda_L = 3.9, 5.8$ cmの2種類の実験を行ない、 $\lambda_L = 5.8$ cmの実験から得られた図-1に示す各測点の歪測定の結果の例を図-2-(a), (b), (c)に示す。なお円孔を有しない場合の測点下における入射波の形状は図-2-(a)に点線で示す。

以上の結果をもとに縦波入射の場合について以下の考察を行なう。

① 図-2-(a)に示す測点 H_1 では上記入射波長に対して、 $D = 5$ cmまでのものは入射波到達の初期に、入射側円孔の弧に生ずるアーチ作用により圧縮歪を生ずる。次いで静的一軸圧縮応力状態と同様の機構により引張歪を生ずる。 $D/\lambda_L = 1$ 以上すなわち $D = 7$ cm以上では一軸圧縮応力状態を形成し得ず、またアーチ作用も生じ難くなり圧縮波の到達により入射側孔縁が中心に向かって凸な変形を起し、縦波到達直後から引張歪を生ずると推定される。

② 図-2-(b)に示す測点 H_2, H_4 では D/λ_L の増加とともに最大歪は減少するが、歪状態は静的な場合と同様である。

③ 図-2-(c)に示す測点 H_3 では入射波到達の初期には孔縁に沿って伝播する圧縮応力波の存在により、円孔径の大きさに関係なく常に圧縮歪を生ずる。このとき円孔径の増加とともに円孔全体が一樣な圧縮状態に到るまでの時間も増加するため、圧縮歪を生じている時間も増加する。次いで入射波が円孔全体を覆う状態では静的機構により引張歪を生ずる。

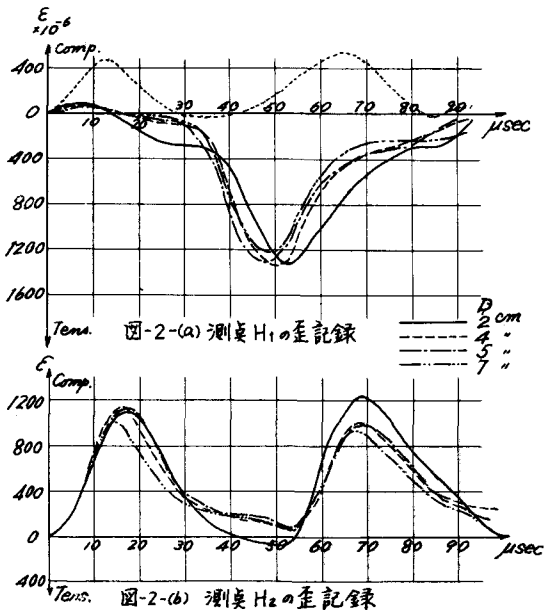
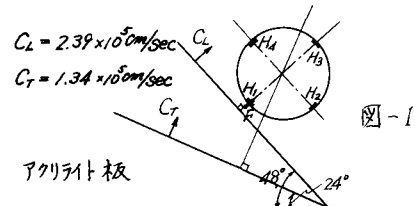


図-3-(a)は縦波入射による各測点の応力集中率を測点下における最大歪を基準として D/λ_L に関して示したものである。図中 h_1 はアーチ作用によって圧縮歪を示した部分に対応するものであり、 h_3 は直接縦波が伝播して圧縮歪を示した部分に対応するものである。すなわち動的応力集中の場合に特有な集中率である。 h_3 以外は D/λ_L の増加とともに減少し、本実験結果に関する限り静的応力集中率 ($D/\lambda_L = 0$ において3, または1), を越えることはない。 h_3 が $D/\lambda_L = 1$ までの間増加しているのは、円孔径の増加とともに孔縁を伝播する圧縮波の散乱による減衰が減少することと、測点 h_3 の考慮で述べたように一様圧縮に到る時間が増加するためであろう。

図-3-(b)には図-2 で示す $50 \mu\text{sec}$ 以後の横波部分について、各測点の応力集中率を測点下における対応する最大歪を基準として示したものである。ただし測点は縦波用のものをそのまま用いたため、静的応力断状態における最大応力集中点より約 21° 傾いている。したがって静的な場合に対応する最大応力集中率は約2.9である。 h_4 以外は円孔径の増加とともに減少し、各測点とも静的応力集中率を大きく下回る。 h_4 に関しては、前回発表において指摘したように、孔縁での応力分布が横波入射方向に依りて対称とならず測点 H_4 ではその傾向が特に著しいためである。

なお、図-3に示す点線は、M.L. Baron^{**)} の式による測点 H_2 , H_4 に対する計算結果である。Baron の式はモード解析の手法を用いたもので、入射波が円孔全体を覆うまでの時間に対しての計算過程に、3次以上の第2種ハンケル関数の極を複素平面上で求める必要があり、その範囲に対する計算を行なうには実際的でないと思われる。したがって H_1 , H_3 点における初期の歪状態を求めることが困難である。

図-3-(b)において $D/\lambda_T = 1$ 以上で応力集中率がほぼ一定となる機構および計算結果との差についての解および、他の計算手法との比較は今後の課題として残されている。

*) 昭和43年度関西支部年次学術講演概要 I-3-7.

**) M.L. Baron, A.T. Matthews "Diffraction of a Pressure Wave by a Cylindrical Cavity in an Elastic Medium." Jour. of Appl. Mech. Vol. 28 pp 347~354

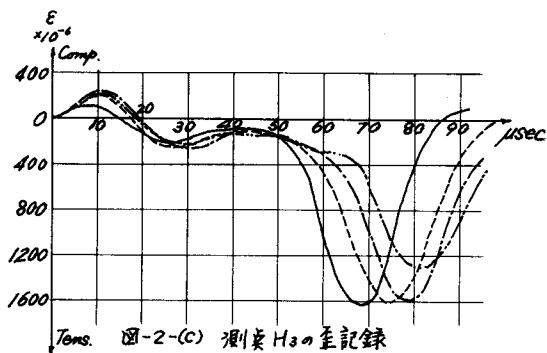


図-2-(c) 測定 H_3 の歪記録

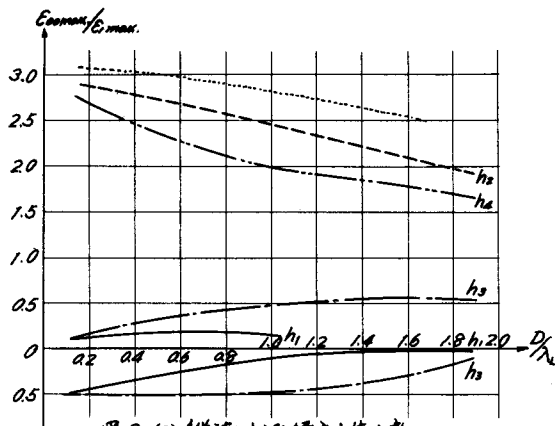


図-3-(a) 縦波による孔縁応力集中率

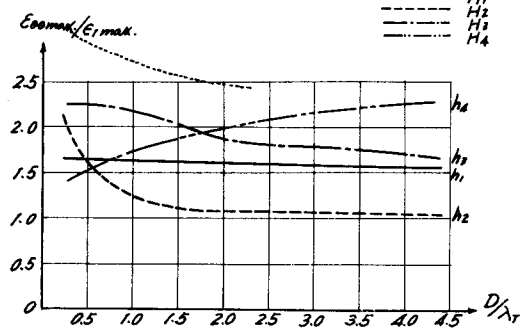


図-3-(b) 横波による孔縁応力集中率