

I-13 応力集中部周辺の弾塑性域の拡がりについて

中部工業大学 正員 堀見弘幸

(1) はしがき

応力集中部周辺の弾塑性域の拡がりを知るため、1個の偏心円孔を有する帯板が引張力を受ける場合について光弾性皮膜法を適用し、全面降伏荷重と材料の降伏応力との関係を求めた。ついで、2円孔の中心線が引張力を受ける方向に対して斜めの場合についても、同様の実験を行ない全面降伏荷重を求め断面面積について考察を加えた。

(2) 1個の偏心円孔を有する帯板が引張力を受ける場合

図-1において、帯板の幅を b 、円孔の直径を D とし、円孔の中心 O は帯板の中心線(y 軸)から e だけ偏心しているものとする。孔の直径 D 、偏心距離 e を変数とし、円孔については b を5, 7.5, 10 mmの3種類とし、偏心距離は各直径別において、偏心率 $\%e = 0 \sim 0.8$ までの内適当な値5つを選ぶ。下地材料は軟鋼(降伏応力 25 kg/mm^2 , 引張強度 45 kg/mm^2)を用いた。

皮膜としては、弾塑性域の境界のみを求める場合には下地材料の降伏応力の等色線次数の軌跡を観測すれば良いので①エビユート、テオールおよびエテレントリミソンの重合比が、100:50:10のものを使用した。図-2は単軸引張での光弾性皮膜の等色線次数と下地軟鋼の σ との関係を示したものである。本実験の場合、弾塑性境界の等色線次数はほぼ1次を示す。

すべての箇所が弾性域内にある場合の応力集中率に関しては、2次元光弾性実験が行われ詳細な結果が記されている。②それによると、直線へりに片寄っている方の最狭部が最も大きな応力集中率を示し、その値は、偏心距離 e の増加に伴って増大する。したがって、局部的降伏はこの部分から始まり、荷重が増加すると弾塑性境界はさらに成長しついには孔を含む断面の全面が塑性域となる。(写真-1)。さらに荷重の増加が続くと孔の影響が及ばない領域までが降伏し(写真-2)破断に至る。弾塑性応力集中率は、河田氏の実験にもみられるように局部的降伏が始まると急激に小さくなり、全面降伏の状態ではほぼ1.0に収束する。いま下地軟鋼の無孔の場合の降伏応力荷重 P_{F0} 、断面積を A_0 、また全面降伏荷重を P_F 、最小断面積を A_n とすると、偏心率の値にかかわらず $P_F/P_{F0} = A_0/A_n$ なる関係が求められる。このことは2円孔を有する帯板が2円孔の中心線に直角に引張力を受ける場合にもあてはまる。

(3) 2円孔を有する帯板が引張力を受ける場合

図-4の左上に示すように2円孔の位置関係を定め、水平距離 g および円孔の直径 D を一定とし、

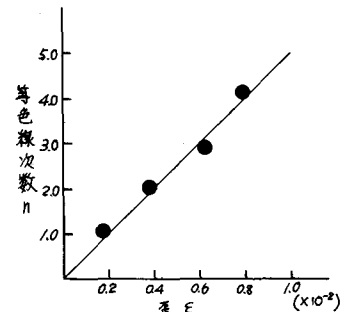
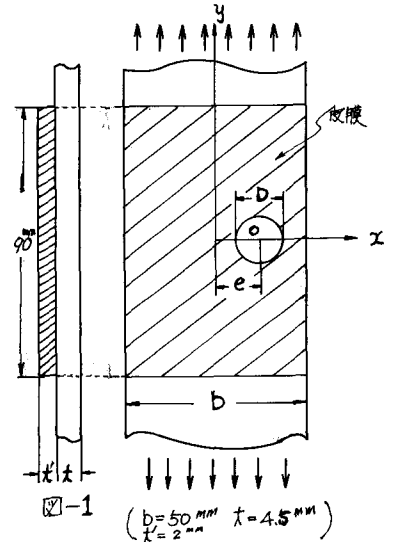


図-2 単軸引張りによる等色線 n と σ との関係

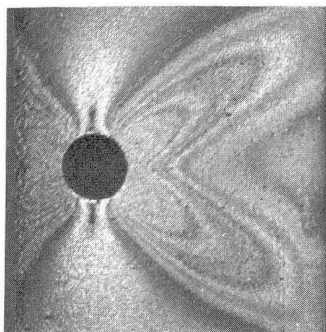


写真-1 ($D=13^{\text{mm}}$, $t=8^{\text{mm}}$, $b=70^{\text{mm}}$)

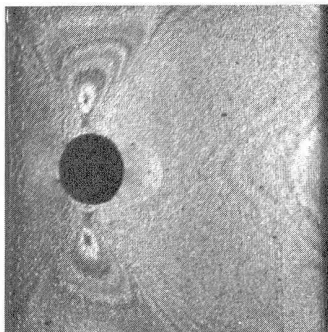


写真-2 ($D=13^{\text{mm}}$, $t=8^{\text{mm}}$, $b=70^{\text{mm}}$)

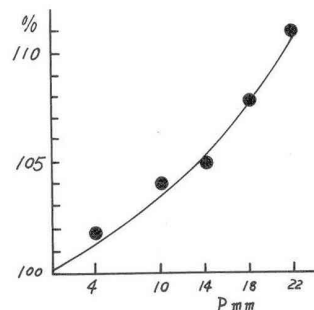


図-3 $p=0$ に対する全面降伏荷重の比と p の関係

2円孔の鉛直距離 p をパラメータとする。実験の一例として、孔径 $D=6^{\text{mm}}$, $g=18^{\text{mm}}$ とし、 p を 0, 4, 10, 14, 18, 22^{mm} とそれぞれ変化させ全面降伏荷重について $p=0$ に対するそれぞれの比を示すと図-3 のようになった。このことから p の値が大きくなると孔を含む断面が塑性に入るために必要な荷重は大きくなることが明らかである。

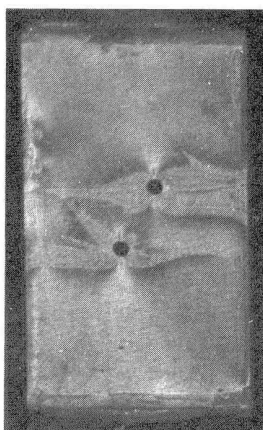


写真-3 ($D=3^{\text{mm}}$, $t=4.5^{\text{mm}}$, $b=50^{\text{mm}}$)

この場合、純断面積のとりかたとして前出の式を用い実験から P_Y および P_{Y0} をそれぞれ求め、 A_n を算出すると図-4 のようになった。図中、実験で示されているのは鋼道路橋設計示方書に規定されている引張材の最小純断面積の値を計算し、一応参考のため記入したもの2である。

写真-3 は、 $D=3^{\text{mm}}$, $G=11.5^{\text{mm}}$, $p=19.9^{\text{mm}}$, 下地軟鋼の厚さ $t=4.5^{\text{mm}}$ の場合2であるが、このように下地軟鋼の板厚が薄い場合には、写真-1, 2 の場合に比較して弾塑性の境界線が鋭くなる傾向のようである。なお引張は30t 万能試験機を用いた。

参考文献

1. 宇佐美, 川本, 橋本 光弾性薄膜法による鋼部材の弾塑性域の拡がりに関する研究 土木学会論文集 152号, 1968 pp 16~25
2. 西田 応力集中 朝北出版 昭和42年 pp 273
3. 河田, 西田, 辻 光弾性実験法 日刊工業新聞社 昭和40年 pp 395

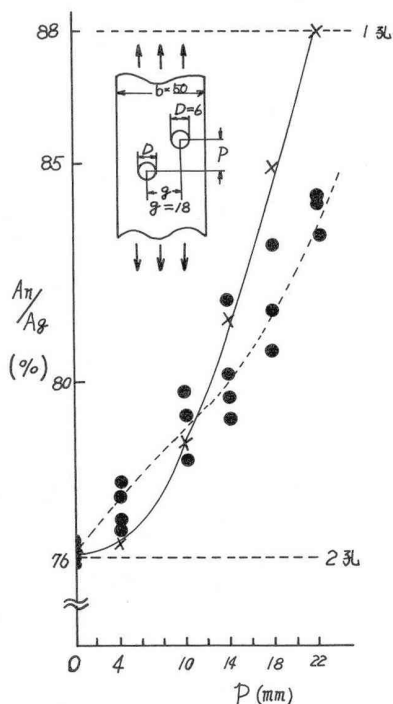


図-4 断面積の比と p の関係 (単位 mm)