

都立大学 正員 ○ 山本 稔

新日本製鉄 正員 小林 磨 史

都立大学 正員 山崎 良 一

筆者らは先に吊橋のパイプ形式のアンカーブロックにおける応力状態を解明する手法<sup>\*</sup>を探究する目的から、パイプ孔の存在を無視したアンカーブロックの応力を一次応力とし、この一次応力がパイプ孔の存在によって攪乱して生ずる応力が求められるアンカーブロックの応力であるという線形仮定を設定した。そしてパイプ孔による一次応力の攪乱は、一様な三次元応力場における円孔群の応力問題に帰せられるとし、平松、岡、荻野氏による一様な三次元応力場にある単一坑道周辺の応力に関する理論的ならびに実験的研究<sup>\*\*</sup>に基づいて応力係数を定め、これを一次応力に乗ずることによってパイプ孔周辺の応力状態を定める方法を提案した。なお、この解析法では一次応力がパイプ孔を含む領域において応力変化が緩慢であり、かつ境界付近のパイプ孔は除外するという前提に立っている。

この解析法の妥当性は円孔を有する角柱材のねじり実験によって検証することができる。すなわち、角柱のサンプリングのねじりに関する理論解を一次応力として使用し、それに応力係数を乗じた計算値と実験結果を対比させればよい。実験に用いた供試体は2

個で図-1に示す通りである。実験C-Iは、円孔の相互干渉がない場合を想定したもので円孔間隔 $d$ が直径 $D$ に対し $d > 3D$ となる場合に当る。この場合には応力係数も一次応力とともに理論的に定まるから計算値の持つ誤差は一次応力の不整に基づくものだけである。実験C-IIは、パイプ孔の配列に実用性を考慮して $d = 2.5D$ の場合を取り上げたものである。この実験にお

ける計算値は、応力係数による誤差と一次応力の不整による誤差とを共有している。

実験はフレームを供試体の上端と下端に取り付け、下端は荷重装置に固定し、上端フレームの水平面で偶力を加えてねじり応力を凍結した。また、上端のフレームにはその自重と供試体の自重の半分の和につり合う力を上向きに加え、供試体の中央に位置する円孔付近の応力から自重の応力を除去し、この部にねじりモーメントの効果だけが現われるようにした。

\* 山本、小林、山崎、吊橋ケーブルのパイプアンカーに関する研究、土木学会第26回年次学術講演会 I-19

\*\* 上記講演概要集(I) P.58の参考文献欄参照

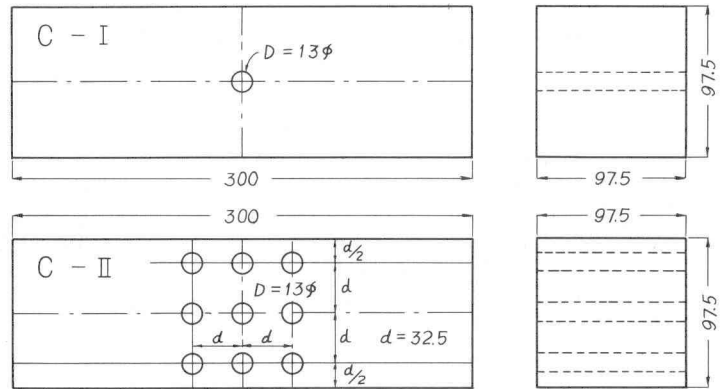


図-1 供試体

単位 mm

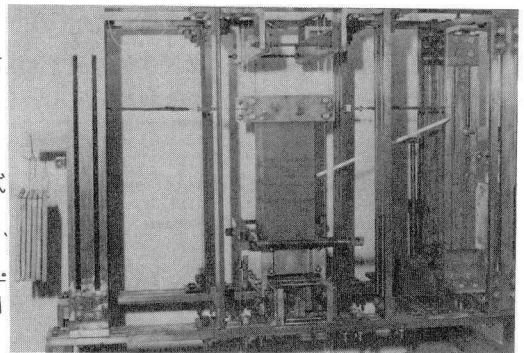


写真-1

応力凍結の完了した供試体は、図-2に示すように円孔の孔軸に直交して5枚のスライスを切り出し、円孔まわりの縞写真を撮影した。図-2からも推察されるように、スライスAおよびE、スライスBおよびDの縞模様は、それぞれx軸上にある円孔の中心を通りz方向を向いた鉛直線とy方向を向いた水平線に対して逆対称分布である。この逆対称性を利用すれば、相対する縞写真AとE、BとDを重ねて縞次数の平均値をとれば、元応力は相殺され荷重だけによる縞次数分布がえられる。また、この手法によれば同時に実験誤差も処理できる可能性がある。図-3はこの処理法に従って定めたスライスAの中央にある円孔の縁応力 $\sigma_{\xi}$ に関する実験値である。

次に一辺が $2a$ の正方形断面円柱材のサンプルナのねじりに関する理論解は絞数解で与えられ $\sigma_z$ ,  $\tau_{yz}$ のみ存在し、他の応力成分 $\sigma_x, \sigma_y, \sigma_z, \tau_{xy} = 0$ である。いまパイプ孔周辺の応力分布を定めるに当たり、パイプ孔近傍の応力状態を円孔軸上で表わすとすれば $\sigma_z = 0$ になる。このとき、パイプ孔の壁面に沿った応力は、座標軸として $\xi$ 軸をパイプ孔の内面に接しかつ $yz$ 面に平行に、 $\eta$ 軸をx軸に平行に、 $\zeta$ 軸をパイプ孔の法線方向に選ばば次式で与えられる。

$$\sigma_{\xi} = (2A_a - A_y - A_z) \tau_{yz}$$

$$\sigma_{\eta} = \frac{1}{m} (2A_a - A_y - A_z) \tau_{yz}$$

$$\tau_{\xi\eta} = 0$$

ここに  $A_a, A_y, A_z$  は応力係数、 $m$  はポアソン数である。図-3に応力係数による $\sigma_{\xi}$ の計算値を示した。実験C-Iにおいて利用する応力係数は、理論的に定めたものであるから $\sigma_{\xi}$ の算出過程に誤差の介入する余地はない。しかし、応力レベルの高いところで実験値に対し20~25%大きい値を示している。この偏倚の原因は、三次元光弾性実験に固有な実験誤差および一次応力の応力状態に関する仮定の不整に基づく誤差のいずれか、または両方に求められよう。実験C-IIにおいても実験値に対し計算値が20~25%大きくなっていった。このことは実験から定めた応力係数のもつ誤差が実験C-Iにおいて認められた諸種の誤差の陰にかくれ、その影響が陽に現れられないことを示している。以上の結果から20~25%程度の誤差を認めるならば筆者らの提案する方法で円孔周辺の応力を推定しても良いことが明らかになった。

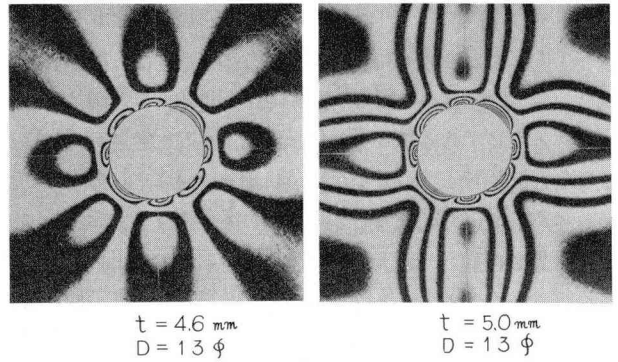
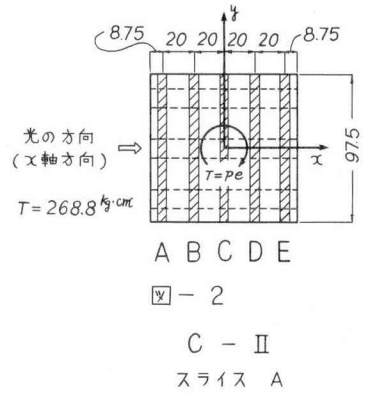


写真-2

