

光弾性皮膜法による有孔モルタル板の応力解析

守谷商会研究室 ○正員 齊藤 嘉徳
 信州大学工学部 正員 三井 康司
 信州大学工学部 正員 吉田 俊彦

1. まえがき

開口部を有するモルタル板の開口部周辺の応力解析を光弾性皮膜実験法を用いて行なっているのをその概要を報告する。

2. 実験概要

実験に使用したモルタル平板は大きさ $30\text{ cm} \times 30\text{ cm}$ であり、厚さは 4 cm である。開口部は $\phi = 5\text{ cm}$ と 7 cm の円孔、 $7\text{ cm} \times 7\text{ cm}$ の矩形孔を任意の位置に設置し、中心圧縮、偏心圧縮を行なった。モルタル製作は JIS R 5201 により行ない、重量配合比で 水：早強ポルトランドセメント：豊清標準砂 = $0.65 : 1 : 2$ である。モルタル平板に接着する皮膜はアラルタイトラバー（アラルタイト CY 230、ハードナー 956 を重量で $100 : 22$ に配合したもの）を使用した。皮膜の平均厚さは 0.5 mm である。この皮膜の弾性係数は $3.2 \times 10^4\text{ kg/cm}^2$ 、ポアソン比 0.37 、光弾性感度は 0.0556 cm/kg である。図 1 は皮膜の感度曲線であり、図中の縦軸 N は通常の縞次数、 N' は更に細分した縞次数であり、実験解析に用いた。

等色線は低次の縞次数を読みとる必要上カラー撮影とし、色相判別を行なう。実験概要を写真 1 に示す。撮影条件を一定とするため、 200 mm アムスラー周囲を暗幕で囲み実験を行なった。写真 1 中の光弾性皮膜装置は理研製 A-15 である。また等傾線撮影の困難なことから、内部応力を分離するために主応力を分離する開口部周辺に二方向ゲージを貼布してひずみを測定した。

図 2 は $\phi = 7\text{ cm}$ の有孔モルタル板に偏心 $e = 7.5\text{ cm}$ 与えて圧縮荷重を載荷した場合の縦方向のひずみ測定値である。このモデルには皮膜と反対側の面に二方向ホリエステルゲージが 24 個所貼布してある。写真 2 は $\phi = 7\text{ cm}$ 、偏心 $e = 7.5\text{ cm}$ の場合の等色線写真であり、左が

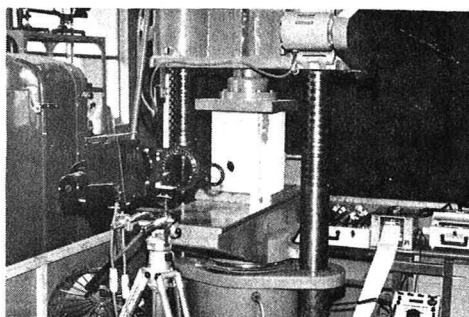


写真 1 実験概要

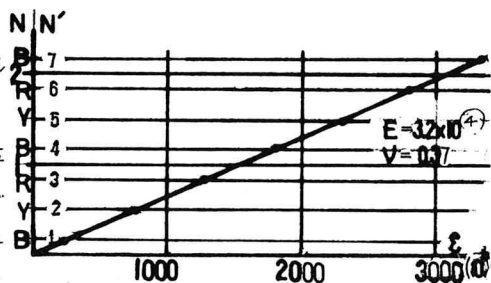
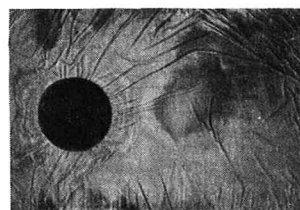
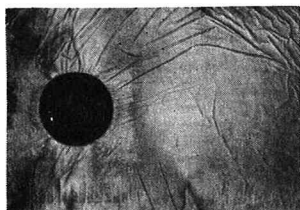
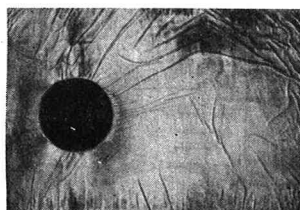


図 1 皮膜感度曲線

写真 2
等色線



ら 8.0, 13.0, 20.0 ton の荷重によるものである。このモデルは 23.65 ton で破壊に到った。

3. 実験解析値と理論解析値

図3に一例として $\phi = 5\text{cm}$, $e_1 = 7.5$, $e_2 = 7.5\text{cm}$ の場合の F.E.M. 計算の分割を示す。このモデルは要素数 244, 節点数 149, 計算時間(信大→東大大型計算センター)は約 130 秒である。

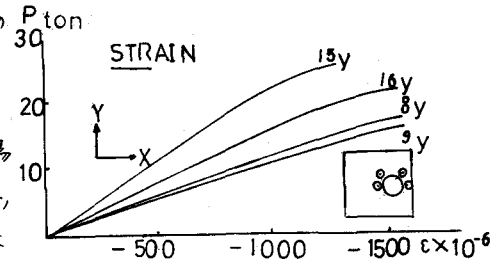


図2 ひずみ測定値

図4に理論解析値と実験解析値とを比較を示す。図のモデルは $\phi = 7\text{cm}$, $e_1 = e_2 = 0$ であり, $P = 20\text{ton}$ の場合の円孔周辺上の法線方向の応力を示す。実線は F.E.M. の計算結果と, 弾性学でよく知られている丸孔を有する無限長帯板の解析結果である。○印は光弾性皮膜実験より分離した応力値を示す。このモデルに図しては実験解析値と理論解析値とは良好な一致が見られる。

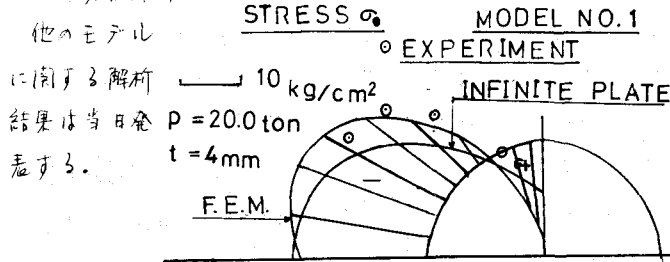


図4 実験解析値と理論解析値

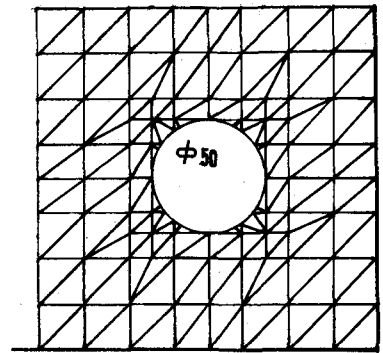


図3 F.E.M.分割図(1/4下方)

4. あとがき

本研究において光弾性皮膜実験解析値と二次元弾性理論による F.E.M. 解析値との間に差が見られるものもあるが, これは理論解析においてモデルの応力-ひずみ関係を全載荷行程, モデル板全域に亘り一定としていることに原因があると思われる。このような脆性体構造物の挙動を正確に知るためには材料特性の非線形性, フラックの発生等を考慮した解析が必要となる。本実験解析法は上記理論解析法に代り, このような不確定要因の多いモデル板の開口部周辺の応力状態を実物モデルによる実験により, 連続的かつ領域的につぶさに把握できる点に長所があり, 適用性が高いものと思われる。

今後理論解析において荷重増分の間の挙動は線形であるとする piecewise linear 的な考え方で計算するつもりであるが F.E.M. のように大記憶容量を必要とする計算では経済性も問題となる。結局材料不均一性が高く, かつ応力集中を生ずるような, 比較的計算のやりにくい構造物に対しては本研究のような実験による解析法も有用な一解析手法と思われる。

参考文献:

- 1) 吉田, 三井: 光弾性皮膜法によるモデル柱偏心圧縮実験, 応力と歪, 第3巻, 第2号, 1976, pp. 273
- 2) 吉田, 三井: 光弾性皮膜法による有孔モデル柱の偏心圧縮実験, 第31回土木学会年次学術講演会概要集, 1976, p. 294,
- 3) Paul. W. Abels: Cracking and Bond Resistance in High Reinforced Concrete Beams, Illustrated by Photoelastic Coating, A.C.I., Vol. 63, pp. 1165 ~ 1174, 1966.