

武蔵工業大学 正員 増田陳紀
 武蔵工業大学 学生員 皆川 勝
 武蔵工業大学 学生員 長沢素孝

1. はじめに 開孔を有する板は、構造物を構成する部分構造としてしばしば用いられている。しかし、曲げを受ける有孔板についての有用な資料は、解析的にも数値的にもあまり与えられていない。本報告は、等分布荷重を受ける正方形板がその中心に板と同じ向きに正方形開孔を有するときの曲げ応力を有限要素解析により求め、開孔の大きさによって曲げ応力値および曲げ応力分布がどのような影響を受けるかについての資料を提供し、若干の考察を行った結果を発表するものである。

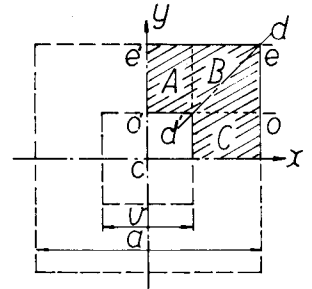


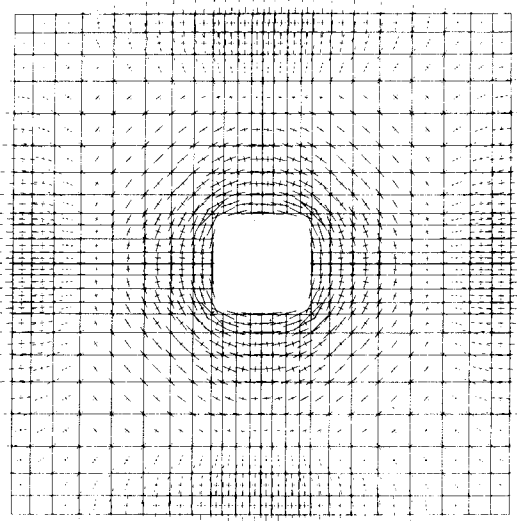
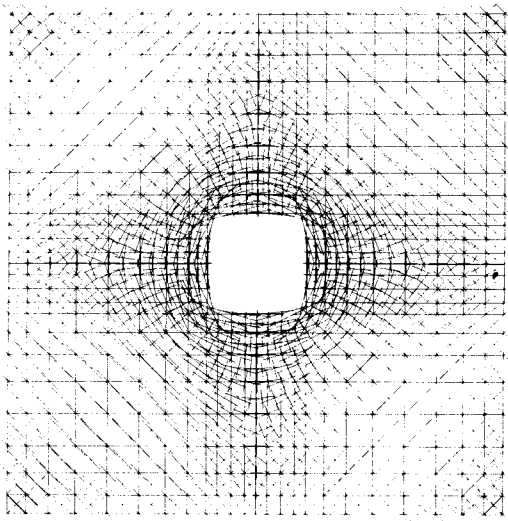
図1. 対象構造と解析対象部分

2. 対象構造のモデル化 数値解析は1/4対称部分について行うが、これは3つの矩形部分から構成される(図1参照)。ここでは、参考文献1)における、等分布荷重ならびに中心集中荷重を受ける周辺単純支持および周辺固定支持の無孔正方形板に対する要素分割数と解析精度に関する検討結果に基づいて、正方形(B)部に対しては開孔の大きさに応じて10×10, 8×8, 6×6ないし4×4の分割を、対応する矩形(A, C)部に対してはそれぞれ10×2, 8×4, 6×6ないし4×8の分割を採用した。また、要素分割型に関しては、種々検討した結果、各矩形部に対し中心から外側に向かい、かつ外側から中心に向かい要素辺長を1.2の割合で増大させたものを用いた(図2参照)。なお、ポアソン比は0.3として計算を行った。

3. 計算結果および考察—開孔部の大きさの影響— 本報告の範囲内では周辺単純支持および周辺固定支持の2つの境界条件のもとの曲げ応力性状を検討した。計算結果より、1例として、開孔の大きさ $v/a=0.2$ に対する主曲げモーメント線図を図2(a)および(b)に示す。曲げモーメントの正負の相異は実線と破線により区別してある。開孔を有する正方形板の曲げ応力分布は、図3の対称軸(x軸)上、開孔辺(0'-0')上、支持辺(e'-e')上および対角線(d'-d')上の応力分布によって代表されるが、これらが無孔の場合($v/a=0$)の応力分布と共に図4に示す。縦軸は、開孔のない場合に作用する全荷重 $8a^2$ に対して無次元化した曲げモーメントである。周辺単純支持(図(a))の場合には、開孔隅角部において最大主曲げモーメントを生じ、その最大値は開孔の大きさが $v/a=0.2$ の付近で与えられ、無孔の場合の最大主曲げモーメントの2倍強である。また、 $v/a < 0.7$ に対して最大主曲げモーメントの大きさは無孔の場合の最大値に比し大である。周辺固定支持の場合(図(b))には、最大主曲げモーメントは固定辺中点で生じ、 $v/a < 0.2$ に対してはその大きさは無孔の場合と比較して2%程度の差であるが、開孔隅角部の主曲げモーメントの大きさは、無孔の場合の対応する値と比較して1.7~1.8倍程度に増大する。これらの開孔による応力集中の影響領域は開孔隅角部より辺長の10%程度である。

4. おわりに 実構造物中においては、荷重、支持条件、開孔部の位置、大きさ、形状などは多様であり、また、各種の補強、補剛が施されるのが通常であるが、ここでは、板と同じ向きに正方形開孔を有する正方形板に等分布荷重が作用する場合に問題を限定し、かつ、支持条件も周辺単純支持および周辺固定支持の場合に限定して、開孔部の大きさによる曲げ応力性状への影響を検討した。得られた結果のこまかな数値については数値計算の精度の面から検討すべき部分が残されているものの、本報告が提示する基本的な資料は、上記の一般的な場合に対しても参考になり得るものと考えらる。

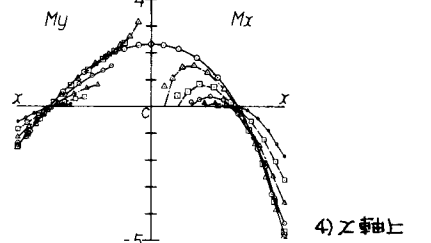
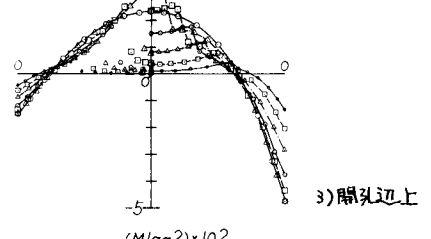
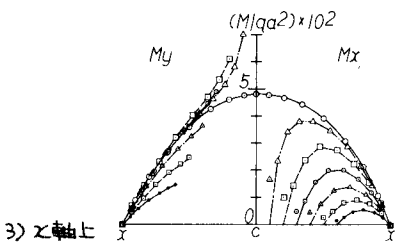
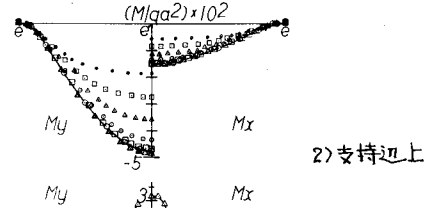
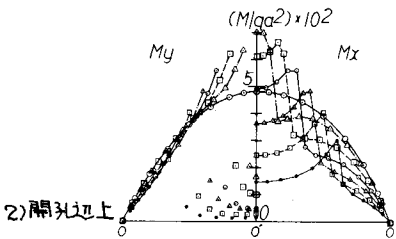
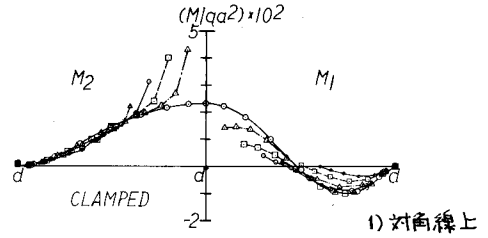
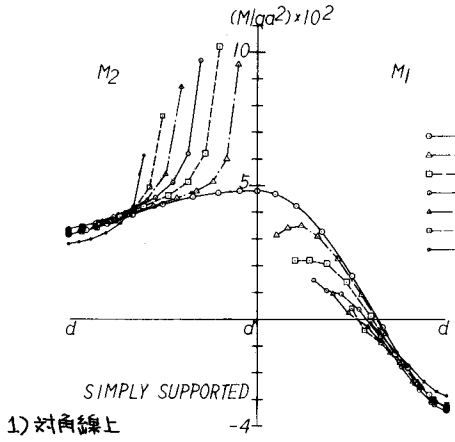
参考文献 1) 吉田・雨宮・増田：立体構造解析のための薄板有限要素，土論集，No. 211, 1973, 3.



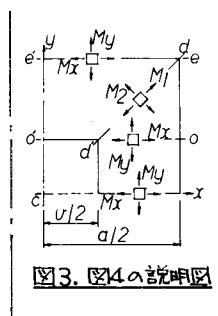
(a) 周辺単純支持

(b) 周辺固定支持

図2. 主曲げモーメント線図 ($\nu/a=0.2$)



開孔の大きさ
 $\nu/a=0.0$
 1
 2
 3
 4
 5
 6



(a) 周辺単純支持

(b) 周辺固定支持

図4. 曲げモーメント分布に与える開孔の大きさの影響