

# (I-21) 平板部材実験におけるたわみに関する一考察

日本大学 学生会員 平川 佳明  
日本大学 正会員 澤野 利章  
日本大学 正会員 阿部 忠  
日本大学 正会員 木田 哲量

**1. はじめに** 平板は厳密に言えば3次元構造物であるが、板厚が小さいと仮定すれば2次元構造物、さらに幅が小さいと仮定すれば1次元構造物として単純化することができる。このような構造部材を解析する手法として2次元構造物には板理論、1次元構造物には梁理論を用いる。解析結果の信頼性、およびその適用範囲や条件を評価するには、定式化の基礎となっている梁理論、板理論を十分に把握して実験検証する必要がある。本研究では、荷重として中央点に等分布荷重を作用させた梁理論、板理論による数値解析および実験より求められた幅方向のたわみを比較することにより、その影響を定量的に判断した考察を行う。

## 2. 解析手法

**2-1. 解析モデル** 解析の対象とした相対2辺単純支持、他辺自由な境界条件を持つ供試体の概要を図-1に、供試体の条件を表-1に示す。なお、数値計算に用いた諸係数は以下の値とする。また、解析条件として用いた供試体のヤング係数、ポアソン比は実験により計測されたたわみおよびひずみより算出したものである。

解析モデル支間長； $a=100\text{cm}$

モデルの厚さ； $h=1\text{cm}$

荷重載荷幅； $u=v=1\text{cm}$

ヤング係数； $E=28,544\text{kgf/cm}^2$

ポアソン比； $\nu=0.39$

表-1 解析条件

| 供試体名 | 幅 $b$<br>(cm) | 辺長比 $b/a$ | 荷重載荷位置(mm) |        |
|------|---------------|-----------|------------|--------|
|      |               |           | $\xi$      | $\eta$ |
| No1  | 25            | 0.25      | 500        | 125    |
| No2  | 50            | 0.50      | 500        | 250    |
| No3  | 60            | 0.60      | 500        | 300    |
| No4  | 100           | 1.00      | 500        | 500    |

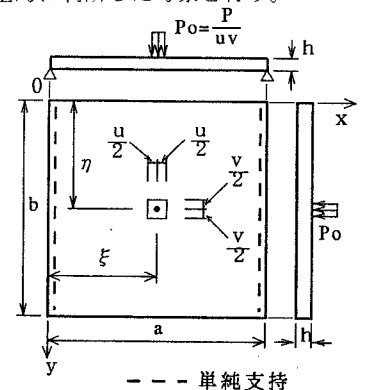


図-1 供試体概要図

**2-2. 梁理論の解析手法** 梁幅方向の影響を考慮せずに供試体を単なる矩形断面梁として扱い、ベルヌーイ・オイラーの仮定に基づく初等曲げ理論により解析値を算出した。

**2-3. 板理論の解析手法** 供試体を等方性板として扱い、キルヒホッフによって提案された近似理論によって数値計算を行った。なお、相対2辺単純支持、他辺自由な境界条件をもつ板の解析値は、ナヴィエの2重フーリエ級数解とレヴィーの1重フーリエ級数解の和によって算出した。

**3. 実験概要** 解析結果の妥当性を考察する際の比較資料として、設定した供試体に対する静的載荷実験を行って実測値を求めた。供試体には等方性であるアクリル板を使用し、形状は供試体長 $L=110\text{cm}$ 、実験スパン $a=100\text{cm}$ 、厚さ $h=1\text{cm}$ 、幅 $b=25, 50, 60, 100\text{cm}$ (供試体名No. 1, No. 2, No. 3, No. 4)である。供試体の境界条件を相対2辺単純支持、他辺自由の状態に設置し、板の中央に部分等分布荷重(荷重載荷幅 $1 \times 1\text{cm}$ )をNo. 1の供試体においては $4000\text{gf}$ を載荷させ、No. 2~No. 4の供試体においては $8000\text{gf}$ を載荷させて各測定座標上のたわみの計測を行う。たわみの測定は、可視光レーザ式変位センサを用い、レーザ光をあらかじめ供試体の下面に張り付けた各測定座標のターゲットに当てることにより行う。

**4. 結果および考察** 図-2は供試体No. 1に $4000\text{gf}$ 載荷した時のセンターライン( $y=b/2$ )上における $x$ 方向のたわみ変化の実測値および梁理論、板理論による解析値を(a)に、センターラインより $10\text{cm}$ 離れたたわみ変化を(b)に示したものである。図-3, 4, 5は供試体No. 2, No. 3, No. 4に $8000\text{gf}$ 載荷時におけるそれぞれの点の実測値および梁理論、板理論によるたわみ変化を示した。図-2の(a), (b)ともに実測値は梁理論、板理論ともに良好に近似していることが確認でき、梁理論、板理論の差異もほぼ見られない。図-3

キーワード：薄板理論、梁理論、辺長比

連絡先 (住所：〒275-8575 千葉県習志野市泉町1-2-1 電話：0474-74-2460)

では、次第に中央点において

梁理論と板理論の差が見え始めるが(a), (b), (c)において、実測値と両理論は近似しており

梁理論、板理論ともに適用できると考えられる。図一4からも、実測値と各理論を比較すると、(a), (b), (c)から

実測値は板理論と良好に近似していることが確認できるが、梁理論では実測値より(a), (b), (c)全てにおいて過大評価となる。

図一5からも実測値と板理論は良好に近似していることが見られる。また、梁理論ではセンターラインから離れたた

たわみはセンターラインから離れるにしたがって差が大きくなることが確認できる。

このことから、0.6より小さい辺長比を有する部材のセンターライン、センターラインから離れたた

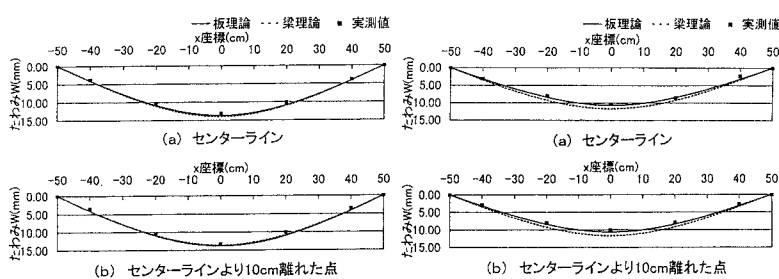
たわみには梁理論、板理論ともに適用でき、辺長比が0.6以上を有する部材のセンターライン、センターラインから離れたたわみを求めるには板理論を用いた方が妥当であると考えられる。

表一2は、No.1では4000gf、No.2～No.4では8000gf載荷時における $x=a/2$ 軸上のセンターライン、センターラインから離れたたわみの実測値と板理論の比、実測値と梁理論の比を示す。表一3より、前述したようにNo.1、No.2の供試体は、梁理論、板理論ともにセンターラインの比とセンターラインから離れたたわみの比はいずれも近似しており、どちらの理論を用いてもよいといえる。

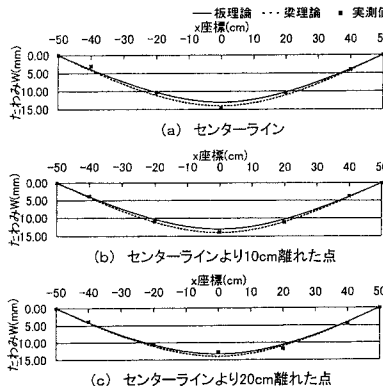
また、辺長比0.6以上を有するNo.3、No.4の供試体では梁理論の比より板理論の比の方が近似しており板理論を適用するのがよいといえる。さらに、梁理論においてはセンターラインの比に比べセンターラインから離れたたわみの比は大きくなることから、たわみはセンターラインを離れるにしたがって梁理論の信頼性は低くなることが確認できた。

まとめ

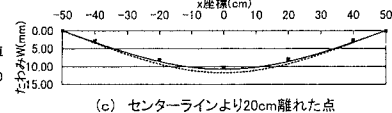
本実験の解析条件においては0.6より小さい辺長比を有する部材のセンターライン、センターラインから離れたたわみは梁理論、板理論ともに適用できると考えられる。辺長比が0.6以上を有する部材のセンターライン、センターラインから離れたたわみでは梁理論を用いるよりも、板理論を用いた方が実測値に近い解析値が求められると考えられる。また、センターラインから離れると板理論に比較して梁理論の信頼性は低くなることが確認できた。



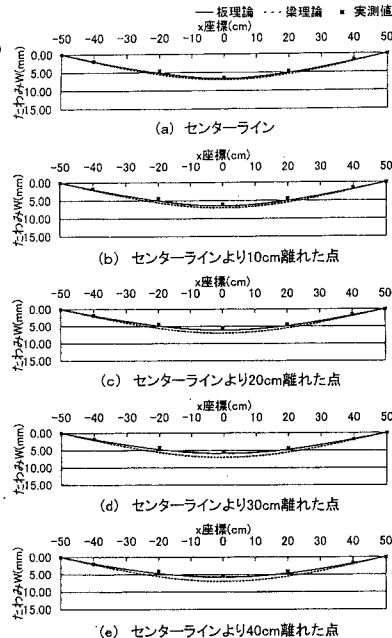
図一2 供試体No.1のたわみ分布曲線



図一3 供試体No.2のたわみ分布曲線



図一4 供試体No.3のたわみ分布曲線



図一5 供試体No.4のたわみ分布曲線

表一2 梁理論、板理論と実測値の比較

| 供試体名         | No.1 |      | No.2 |      | No.3 |      | No.4 |      |
|--------------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 辺長比          | 0.25 |      | 0.50 |      | 0.60 |      | 1.00 |      |
| センターラインからの距離 | 板/実  | 梁/実  | 板/実  | 梁/実  | 板/実  | 梁/実  | 板/実  | 梁/実  |
| 0cm          | 1.04 | 1.07 | 0.89 | 0.96 | 1.03 | 1.13 | 1.04 | 1.10 |
| 10cm         | 1.04 | 1.05 | 0.94 | 1.01 | 1.05 | 1.16 | 1.07 | 1.16 |
| 20cm         | —    | —    | 1.04 | 1.09 | 1.09 | 1.17 | 1.09 | 1.25 |
| 30cm         | —    | —    | —    | —    | —    | —    | 1.10 | 1.32 |
| 40cm         | —    | —    | —    | —    | —    | —    | 1.08 | 1.32 |