

斜めスラブアーチの応力解析(その2)

○ 岐阜大学 学生員 近藤 昇
佐藤工業 正員 松本延芳
岐阜大学 正員 井上肇 前島正彦

1 まえがき

橋梁形式としてのスラブ式アーチは、従来の架設例のほとんどが直橋である。しかし近年の交通状況を反映して道路の線形性が複雑になり、橋梁も曲線橋や斜橋の架設が多くなっている。このような現状において、スラブアーチ橋の斜橋としての特性を解明しておくことは意義があるものと考ええる。

2 斜めスラブアーチの形状

アーチには円形アーチ、放物線アーチ、楕円アーチなどがあるが、本論においては図-1に示す様な円筒を円筒中心線方向に斜角 α を持つ垂直面で切り取った曲面アーチを解析対象とした。したがって切口断面は楕円曲線である。一般に固定アーチのスラブ厚さは、経済的な等強断面にするためクラウン部分において最も薄く、固定端で最も厚くなっている。しかし今回の解析においては等厚スラブを扱い、一般的な特性を解明することにした。支持条件は両端固定とし、以上のような両端固定斜めスラブアーチの実験と解析を試みた。

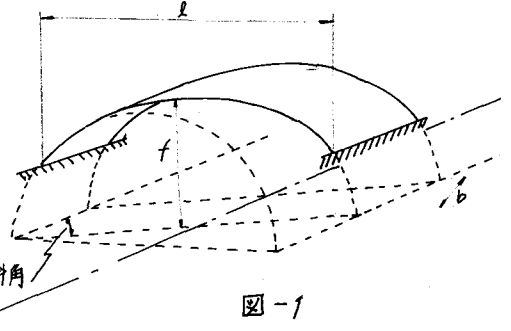


図-1

3 実験結果

実験模型としてスパン(l)=1200mm, スパン-巾比(l/b)=3, 4 スパン-ライズ比(l/h)=6 厚さ(t)=1.6mm 斜角(α)=90°, 60°の4個を作成した。載荷は円筒半径方向(=楕円法線方向)に載荷し、その方向のたわみをダイヤルゲージで測定、ひずみはワイヤーストレングージで測定した。荷重は0kg→1kg→2kg→1kg→0kg→1kg→2kg→0kg→1kg→2kg→0kgの経路で載荷を繰り返した。図-2はスパン-巾比 $l/b=4$, 斜角 $\alpha=60^\circ$ の模型に1kgをスラブ中央に載荷した時の中央断面における半径方向たわみ図。図-3は同模型の中央への載荷の場合である。

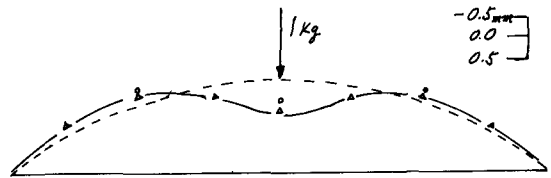


図-2 ○ - 実験値
△ - 計算値

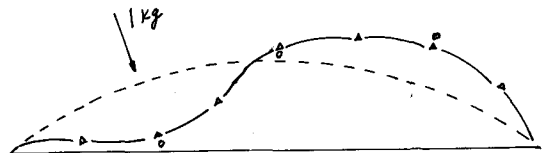


図-3

写真は載荷実験の様態を示したものである。

4 解析方法

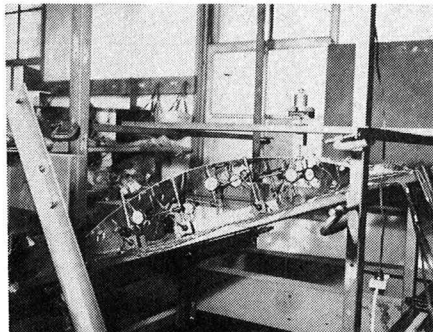
前報*で示した様に、折れ板シェルモデルを用いた有限要素法を用いて変形を数値解析的に求めた。図-2図-3に示した半径方向のたわみ値は、中円方向に4等分割、楕円曲線方向には8分割して求めた解である。載荷点付近では実験値との誤差が大きい、全体的にたわみの特性をよく示している。分割をこれ以上増しても数値解析値の変化は微小である。コンピュータによる計算フローチャートを図-4に簡単に示した。折れ板モデルを用いたシェルの構造解析では、断面力の算定には要素板の断面力を平均して求めるのが一般的である。しかし厳密にはモデルと実際の構造物との幾何形状が異なるためモデルと実際の構造物との断面力方向は異なっている。そこで本論では斜めスラブラーチの微小変形理論により誘導した変位とその導関数で表示された断面力関数(1)~(8)を用いて算定した。

- (1) $N_x = A \left\{ \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + a \frac{\partial^2 v}{\partial x \partial y} - b \left(\frac{\partial^2 u}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 v}{\partial x^2} \right) - \alpha \frac{\partial^2 w}{\partial x^2} \right\} \cdot t$
 - (2) $N_y = A \left\{ \frac{\partial^2 v}{\partial y^2} + a \frac{\partial^2 u}{\partial x \partial y} - b \left(\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 v}{\partial y^2} \right) - \alpha \frac{\partial^2 w}{\partial y^2} \right\} \cdot t + \left(\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + a \frac{\partial^2 v}{\partial x \partial y} - 2b \frac{\partial^2 w}{\partial x \partial y} \right) \frac{t^3}{12R}$
 - (3) $N_{xy} = A \left\{ \frac{1}{2} \left(\frac{\partial^2 u}{\partial x \partial y} + \frac{\partial^2 v}{\partial x \partial y} \right) - a \left(\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 v}{\partial y^2} \right) + \alpha \frac{\partial^2 w}{\partial x \partial y} \right\} \cdot t$
 - (4) $N_{xz} = A \left\{ \frac{1}{2} \left(\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 v}{\partial y^2} \right) - a \left(\frac{\partial^2 u}{\partial x \partial y} + \frac{\partial^2 v}{\partial x \partial y} \right) + \alpha \frac{\partial^2 w}{\partial x^2} \right\} \cdot t + \left\{ C \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} - a \left(\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 v}{\partial y^2} \right) \right\} \frac{t^3}{12R}$
 - (5) $M_x = -A \left(\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + a \frac{\partial^2 v}{\partial x \partial y} - 2b \frac{\partial^2 w}{\partial x \partial y} \right) \cdot \frac{t^3}{12}$
 - (6) $M_y = -A \left(\frac{\partial^2 v}{\partial y^2} + a \frac{\partial^2 u}{\partial x \partial y} - 2b \frac{\partial^2 w}{\partial x \partial y} \right) \cdot \frac{t^3}{12} - A \left(\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + a \frac{\partial^2 v}{\partial x \partial y} - b \left(\frac{\partial^2 u}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 v}{\partial x^2} \right) - \alpha \frac{\partial^2 w}{\partial x^2} \right) \frac{t^3}{12R}$
 - (7) $M_{xy} = -A \left\{ C \frac{\partial^2 u}{\partial x \partial y} - a \left(\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 v}{\partial y^2} \right) \right\} \cdot \frac{t^3}{12}$
 - (8) $M_{xz} = -A \left\{ C \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} - a \left(\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 v}{\partial y^2} \right) \right\} \cdot \frac{t^3}{12} - A \left\{ \frac{1}{2} \left(\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 v}{\partial y^2} \right) - a \left(\frac{\partial^2 u}{\partial x \partial y} + \frac{\partial^2 v}{\partial x \partial y} \right) + \alpha \frac{\partial^2 w}{\partial x^2} \right\} \frac{t^3}{12R}$
- $A = \frac{E A t^3}{12(1-\nu^2)}$ $a = \sin \phi \cdot b = \sin \phi$ $C = 1 + \sin \phi - \nu \cos \phi$ $E = \text{ヤング係数}$
 $\nu = \text{ポアソン比}$

ここにおいて導関数は変位を階差表示により求めた。

図-5は断面力の記号を示した。変形と断面力は、 b 、 f 、 α 、 t により影響される。

この傾向を追求した。



*土木学会中部支部
研究発表会報告集
(昭和46年)

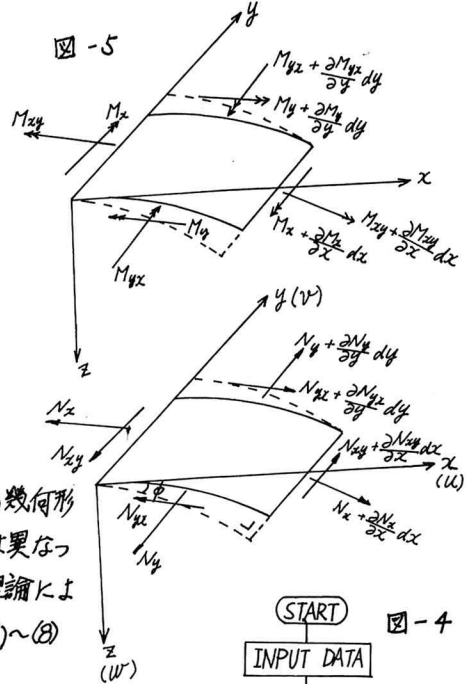


図-5

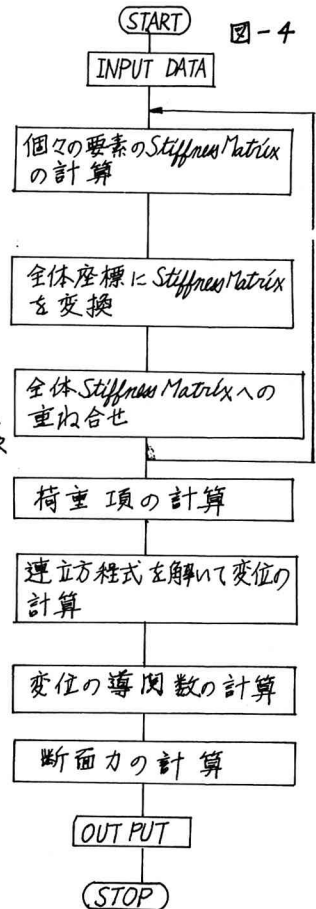


図-4