

I - 403

連続ばりの最適支点位置に関する考察

八戸工業大学 正会員○長谷川 明

1. はじめに

連続構造の形状最適化問題を、変分原理に基づいて検討する研究が行われている。通常使われる変分原理は、体積一定の付帯条件をつけたポテンシャルエネルギー汎関数から、形状が決定している物体の挙動に関する変数の変分を考察しているのに対し、形状最適化に適用される変分原理は、形状に関する不変量、例えば体積、を規定して物体の挙動に関する変数の他に、形状を表現する変数を考察するものである。その考察から、体積一定のもとでポテンシャルエネルギーを最小とする連続体形状は、移動可能な境界におけるひずみエネルギー密度が一定でなければならないことが示されている。

本文は、連続ばりの支点位置を変数としたとき、支点位置を最適化した場合、支点の最適位置とはりに発生する力学量にはどのような関係があるか考察したものである。連続ばりは、橋梁の主桁として、あるいは橋梁床版を1方向版と考えたときなどごく頻繁に用いられる構造形式である。この連続ばりの支点位置は、建設位置、施工性あるいは経済性などから決定されるものと考えられるが、力学的な背景からみたとき支点位置とはりに発生する力学量はどのような関わりを持つかについて考察することも必要と考える。

そこで本文では、張り出し部のある連続ばりとこれを持たない連続ばりを取り上げ、支点位置と曲げモーメント、ひずみエネルギーさらに変形がどのような関係にあるのかを考察する。

2. 計算モデル

はりは、等断面の連続ばりとし、図-1に示すような左右対称な4径間までの全長 L の張り出し部のある連続ばりと張り出し部のない連続ばりについて検討した。荷重は簡単に等分布荷重と考えている。

3. 支点位置と曲げモーメント

支点位置を変化させるとはりの曲げモーメント分布が変化する。その時発生する曲げモーメントの中で、絶対値が最大である曲げモーメント M_{max} 。（以下はりの最大曲げモーメント）は、はりの断面を決定する大きな要素となる。そこでこのはりの最大曲げモーメントが最小となる支点位置を求めた。以下では、このときの曲げモーメントを最小曲げモーメント M_{min} .ということとする。

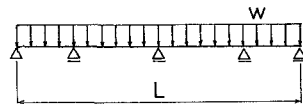


図-1 計算モデル

例えば、図-2は張り出し部のない3径間連続ばりに発生する曲

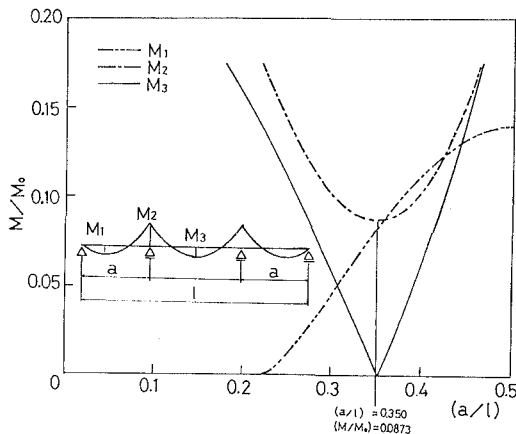


図-2 曲げモーメントの極値と支点位置の関係
 M_0 は単純ばりと見たときの M_{max}

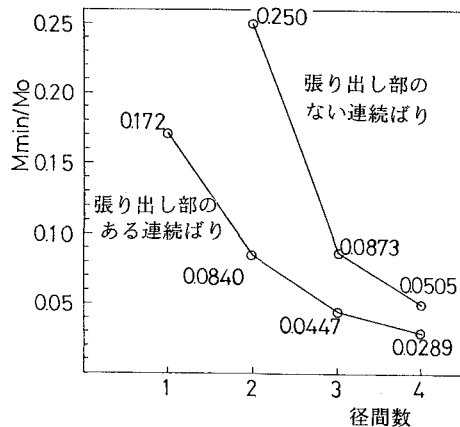


図-3 径間数と最小曲げモーメント

げモーメントの3つの極値の支点位置による変化を調べたものである。この図から支間割りが $0.350+0.300+0.350=1$ の分割のときはりの最大曲げモーメント $M_{\max}$ が最小となることがわかる。このようにして得られた最小曲げモーメント $M_{\min}$ を与える支点位置を調べ、径間数と最小曲げモーメントの関係を示したのが図-3である。図に示す曲げモーメントは同じ支間を単純ばりと見たときの最大曲げモーメント ($M_0 = W L^2 / 8$) との比で表している。張り出し部の径間は径間数に含めていない。この図によれば、径間数に関わらず、張り出し部を設けることによってはりに発生する曲げモーメントを大幅に減少させることができることがわかる。

4. 支点位置とはりの変形

これまで述べたはりの最小の曲げモーメントを与える支点位置を適用したときのはりの変形について検討した。図-4は最小の曲げモーメントを与える位置に支点を置いたときのはりの変形を描いたものである。図中の数値は、はり単純ばりとみなしたときの最大変位との比である。この図を見ると、2, 3, 4 径間では支点上のたわみ角が0に近いことがわかる。

同様な変形を、はりに発生するひずみエネルギー（曲げモーメントのみ）を最小とする支点位置で調べたものが図-5である。図-4と比較すると異なった変形を示しているが、1 径間のときの変形図では支点上のたわみ角が0に近いことがわかる。

5. おわりに

このようなみると、曲げモーメントやひずみエネルギーを最小とする支点配置とはりの変形には関係があると考えられる。本文で述べた計算は、はり断面が等断面の場合で、しかも荷重が等分布荷重という限られたものである。このため、はり断面が変断面であったりあるいは様々な荷重を受けるときについて、今後検討しなければならないと考えている。

【参考文献】

1) 田村武, 小林昭一: 連続体の形状最適化に関する基礎的研究, システム最適化に関するシンポジウム講演論文集, pp. 155-160, 1989

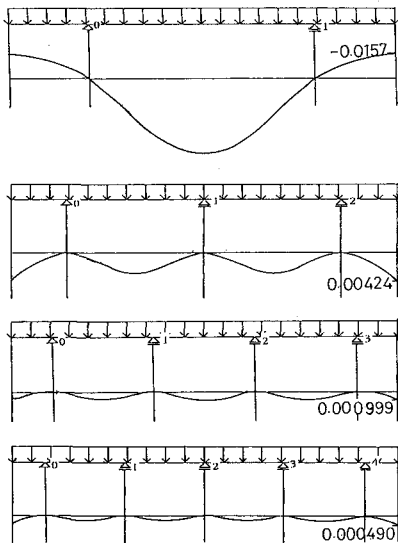


図-4 支点位置と変形

（最小曲げモーメントを与える支点位置の時）

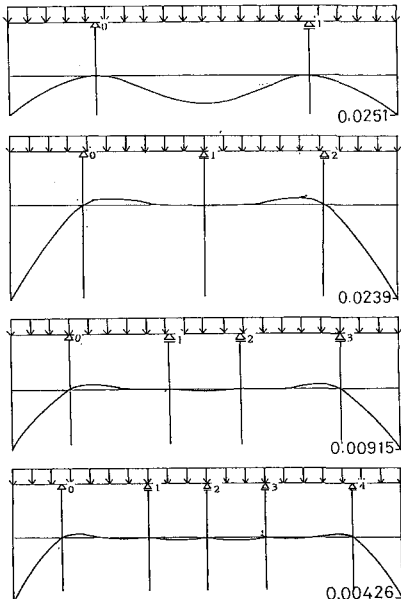


図-5 支点位置と変形

（最小ひずみエネルギーを与える支点位置の時）