

部分定着式鋼斜張橋の最適設計

熊本大学工学部 学生員 ○小田原聡志
 " 正 員 小林 一郎
 " 正 員 三池 亮次
 " 学生員 佐々木 高

1. はじめに 部分定着式斜張橋の静力学特性については既にいくつかの研究によって、その特徴が明らかになりつつある^{1,2)}。また、筆者らは自己定着式、部分定着式、完全定着式斜張橋の3形式についての最適解のコストについて比較を行ない、部分定着式斜張橋が最も経済的な主桁定着方式であることを指摘した³⁾。本報告では対象を部分定着式鋼斜張橋に限定し、伸縮継手挿入位置 η 、伸縮継手部の曲げモーメント伝達率 k 、塔高 H 等をパラメーターとして最適設計を行う。

2. 解析モデルについて 図1は解析モデルの一般図である。制約条件式、目的関数等の設計条件は文献3)の通りであるが、中央径間長 $L_c=500\text{m}$ (ケース1)と 1000m (ケース2)の2ケースについて最適設計を行なった。伸縮継手挿入位置 η は図1において、 $\eta=X/L_s$ で表すものとする。また、伸縮継手部では軸力は全く伝達されないが、モーメントは単位回転角あたり $4EI_k/L$ だけ伝えられる半剛性節点としてモデル化した。従って、 $K=\infty$ のときは曲げモーメントを完全に伝達する剛結合節点として機能する。この伸縮継手部の曲げモーメント伝達率 k の値が最適解にどの程度影響するかについて調べる。また、塔高 H と中央径間長 L_c の比についてコストの比較を行ない H/L_c の最適値を求める。

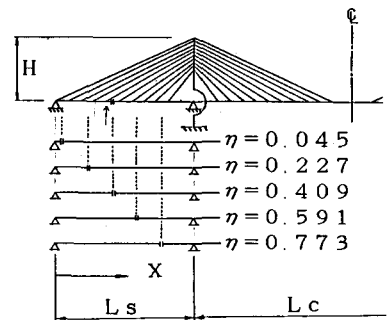


図1 解析モデル

3. 数値計算例と考察

(1) 伸縮継手挿入位置 η について

η は図1のように5通りについて、ケース2 ($k=1.0$, $H=200\text{m}$)で計算した。図2の軸力図からわかる通り継手位置が端支点に近い ($\eta=0.045, 0.227$) 場合、桁のはば全域に亘って圧縮力が作用するため、有効座屈長が長くなり許容応力度が小さくなる。逆に中間支付近 ($\eta=0.773$) では桁のはば全域に亘って引張力が作用する。マルチケーブル長大斜張橋においては、主桁の応力度に占める軸力による応力度の割合が大きいため、これらの場合は最大軸力が大きく、不利な構造となる。これに対して、側径間中間部 ($\eta=0.407$) に伸縮継手がある場合は、圧縮力、引張力、共に小さくなるので部分定着式斜張橋の特徴である伸縮継手が有効に働いている。許容引張応力度は許容圧縮応力度の1.1から1.7倍程度であるので、図2の軸力図において引張力の最大値と圧縮力の最大値の比が約1.4:1.0 付近のとき、 η の最適値が得られるものと思われる。本解析における η の最適値である $\eta=0.407$ のときの引張力の最大値と圧縮力の最大値の比は約1.7:1.0であった。なお、ケース1についても同様の計算を行なった。その結果、応力制約よりも板厚制限により断面形状が決定され、 η によるコストの差は小さくなってはいるものの同様の傾向が見られた。

(2) 伸縮継手部の曲げモーメント伝達率 k について

図3はケース1 ($\eta=0.227$ $H=100\text{m}$) について計算を行なったものである。影響線解析の結果、活荷重に対する主桁の最大変位 $d_{\max}$ は図1の↑印 ($X=80\text{m}$) の点であるが、曲げモーメントをほとんど伝達しない場合 ($k=0.01, 0.1$) は、 $d_{\max}=151\text{cm}$ と、曲げモーメントをほとんど伝達する場合 ($k=1000$) の 102cm に比べて1.5倍となっている。このため $k \leq 1.0$ のときは、かなりたわみやすい構造となり、中間支付近で大きな負の曲げモーメントが生じるためケーブル断面が大きくなるのでコスト的には不利となる。 k が0から

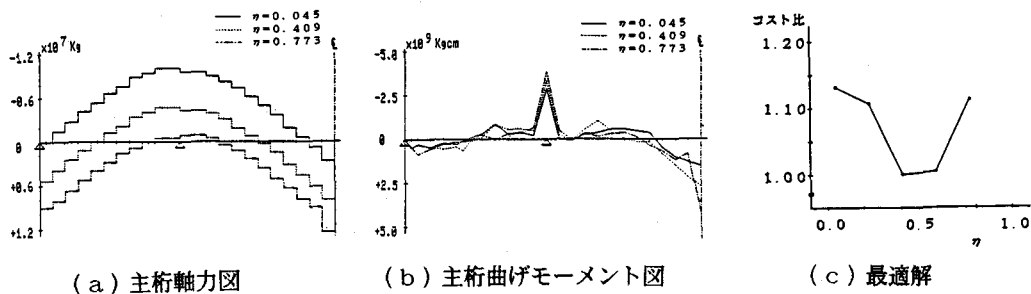


図2 伸縮継手挿入位置 η をパラメータとした場合の解析結果

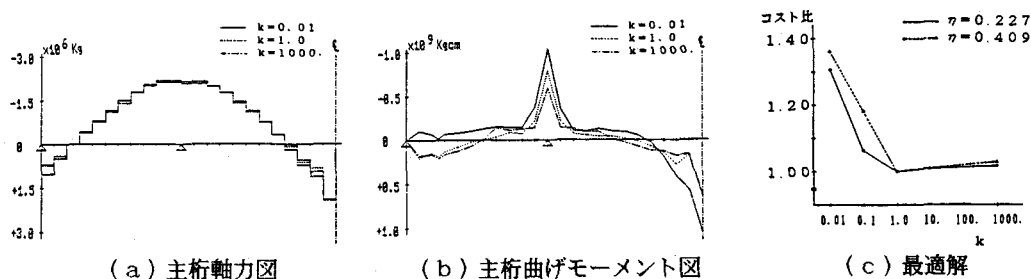


図3 伸縮継手部のモーメント伝達率 k をパラメータとした場合の解析結果

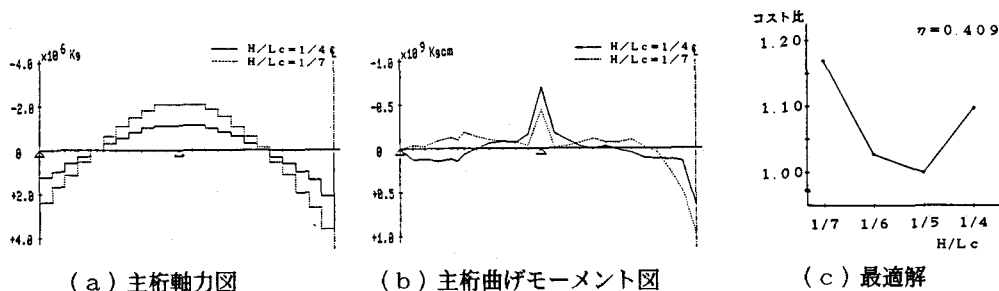


図4 塔高 H をパラメータとした場合の解析結果

1.0に近づくにつれて最適解は大幅に改善されているが、 $1.0 \leq k$ の範囲では解の変動は極めて小さい。

(3) 塔高 H について

ケース1の $\eta=0.407$ について、図4のように H/Lc とコストの関係を調べた。実橋の場合の H/Lc には1/5から1/7のものが採用されており、中央径間長 $Lc=250m$ に対しては $H/Lc=1/6$ 付近の施工例が最も多いようである。図4の結果は部分定着式の $Lc=500m$ の場合であり、 H/Lc の最適解は1/5となり実橋と比較してやや大きくなっている。

以上の結果より、部分定着式マルチケーブル鋼斜張橋で中央径間長 $Lc=500m$ の場合は、伸縮継手挿入位置 $\eta=0.400$ 付近、曲げモーメント伝達率は $1.0 \leq k$ の範囲、塔高 $H=100m$ 付近の値を用いると経済的な設計ができるものと思われる。なお、主桁の断面形状を逆台形にしたものについては講演時に報告する。

参考文献

- 1) Gilzanz, R.E. et al.: Degrees of Anchoring, Proc. of ASCE, ST1, Vol.109, 1983.
- 2) 大塚 他: 主桁支持方式の異なる長大斜張橋の力学特性比較、構造工学論文集、Vol.31A、1985.3.
- 3) 森 他: 主桁支持方式の異なる長大斜張橋の経済性比較、土木学会西部支部講演集 I-10, 1987.3.