

I-183

主桁支持方式の異なる長大斜張橋の最適設計

熊本大学工学部 正 員 小林 一郎

熊本大学工学部 学生員 ○佐々木 高

熊本大学工学部 正 員 三池 亮次

九州大学工学部 正 員 大塚 久哲

1. まえがき 斜張橋の主桁支持方式としては、自定式、完定式、部定式の3方式が考えられているが、長大橋においては、部定式が最も有利な主桁支持方式であることが指摘されている¹⁻²⁾。しかし、これらの知見は2、3の荷重条件に対する静力学特性についてのものである。本報告は、上記3方式の長大斜張橋の上部構造について、影響線解析を考慮した最適設計を試みるものである。今回は自定式と部定式斜張橋の最適設計についての結果を報告する。

2. 解析モデルと最適設計³⁾ 図1は解析モデルの一般図で、主径間長500mの鋼斜張橋を対象とした。計算時間の効率化を図るため応力法によるマトリックス構造解析法を用いた。図2は部定式の静定基本系であり、伸縮継手は両側径間の5本目と6本目の間に挿入した。完成系における張力調整(プレストレスの導入)については、1)主径間側のケーブル定着点鉛直方向変位をゼロとし、2)塔基部の曲げモーメントをゼロとする、という条件から決定した。部材力は影響線解析により求めるものとし、設計荷重は、死荷重強度 $w_d = 110.0 \text{ kg/cm}$ 、活荷重は等分布荷重 $w_l = 29.30 \text{ kg/cm}$ 、線荷重 $p_l = 48750 \text{ kg}$ で、衝撃は考慮する。設計変数は図3に示すように、主桁の板厚と桁高、塔の部材幅と板厚とケーブルの断面積である。制約条件としては各部材の応力度、主桁と塔の安定および合成応力度の照査式、板厚制限、設計変数の上下限值とし、使用鋼材としては主桁はSS41、塔はSM50を想定している。目的関数は主桁、塔、ケーブルの各重量にコスト比 $C_g:C_t:C_c = 1.0:1.2:2.0$ をかけた総重量(W)とし、各段階ではSLP法を用いた多段階(ここでは、2段階)決定法により最適解の探索を行う。なお、本報告で使用した多段階決定法の詳細は文献3)を参照されたい。

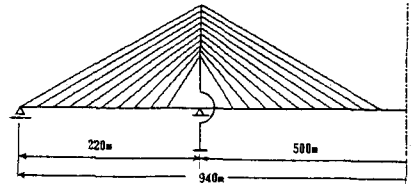


図1 解析モデルの一般図

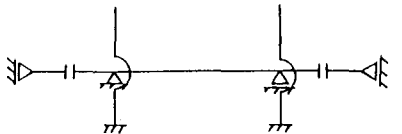


図2 静定基本系(部定式)

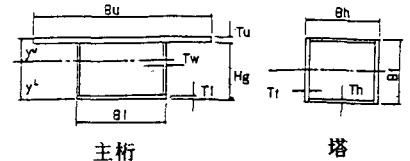


図3 断面形状

3. 数値計算の結果と考察 図4、5は最適解における曲げモーメントおよび軸力の分布を示したもので、図中で活荷重を影響線の正側のみに載荷したときの結果を実線で、負側のみのときを点線で表した。曲げモーメント分布は両方式ともほとんど同じであるが、部定式の軸力分布は自定式のものを図の下方(引張側)へ平行移動したものになっている。実線と点線の差を比較すると図5は僅かの差であるが、図4は符号の変化した範囲も大きく影響線解析の必要なることがわかる。図6は主桁各部材の上下フランジ縁端の応力度を示したものであり、各部材で最大の応力度 σ_T の絶対値をプロットしたのが図7の下方の実線である。図7の点線は $|\sigma_T|$ に占める軸力による応力度の絶対値 $|\sigma_N|$ であり、同図上方には各部材の断面積の最適値を示した。部材の剛性との兼ね合いもあるが、 $|\sigma_T|$ の値のうち 800 kg/cm^2 より大きい部材では大半のものが $\sigma_T = \sigma_{all}$ (許容応力度) となっている。自定式においてはプレストレスの導入によって曲げモーメント

参考文献: 1) Gilzanz, R.E., et al.: Degrees of Anchoring, Proc. of ASCE, ST.1, 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) 小林 他: 斜張橋の最適設計への多段階決定法の適用について, 土木学会第41回年講概要集 第I部, 1986

は減少しているが、軸力の緩和ができないため、 σ_T に占める σ_N が極めて大きいことがわかる。また、図5に示した通り主桁に軸圧縮力の作用する範囲が、部定式においては自定式のはば半分であるので、圧縮応力度を算出する際の有効座屈長が短くなる。従って、図7において部定式の許容応力度が大きくなっている。

表1に最適解の一部を示した。主桁の最適解はほとんど同じであるが、総重量では自定式に比べ、部定式は20.0%減となっている。この結果は、1)主桁は板厚制限が支配的であり、2)コスト比が異なるため主桁の応力度に余裕がある場合、直接主桁断面を変化させるよりケーブル断面積を減少させて主桁の応力度制限をActiveにする傾向があることによると考えられる。斜張橋では、支間長が大きくなるにつれて主桁の応力度は軸力によるものが支配的になるが、軸圧縮力の作用する範囲が面外方向の許容応力度ひいては最適解に大きく影響を及ぼす。従って、上部工のみの比較では部定式は有力な方式であるといえる。主桁の全長にわたって軸引張力の作用する完定式との比較および伸縮継手の挿入位置等の結果の報告は講演時に行う。

表1 最適解の比較

重量($\times 10^3$ kg)	自定式	部定式
主桁	2.544	2.330
塔	1.168	1.577
ケーブル	2.872	0.968
合計	6.584	4.875
桁高(cm)	315.7	308.4

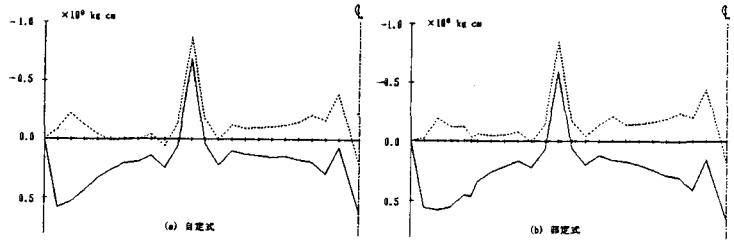


図4 主桁の曲げモーメント分布

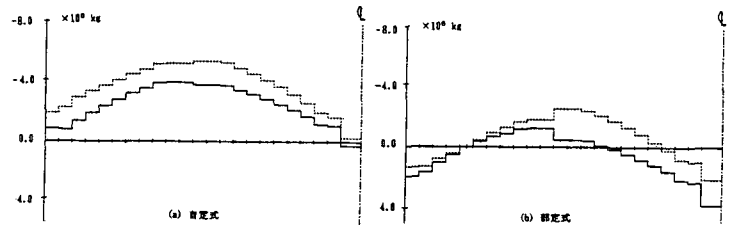


図5 主桁の軸力分布

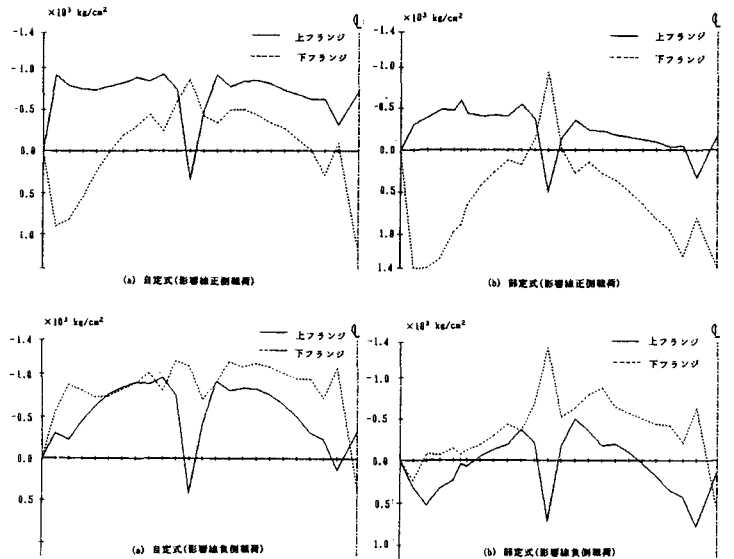


図6 主桁の応力度分布

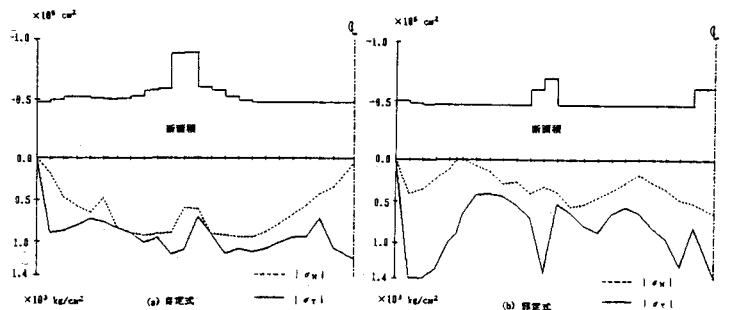


図7 主桁の最大応力度と断面積