

名古屋工業大学 正買 松浦 聖
 名古屋工業大学 正買 長谷川 彰夫
 名古屋工業大学 学生員 O東谷 直

1. はじめに 現在のところ最適設計はコストを目的関数にとり、その極小化を追求することが行なわれている。しかし構造物のコストは本来構造特性を表わすファクター以外の要因の影響を受ける場合が多い。それに対してフルストレス状態を最適とする全応力設計は構造物の特性を素直に反映する方法であるといえる。梁としては斜張橋の補剛桁を取りあげる。斜張橋全体の最適化は山田、大宮寺^いによって行なわれているが、本考察では補剛桁内部の応力状態のみを考える。全応力設計の一ステップとして 補剛桁内部の応力状態を均等化した計算例を報告する。

2. 応力状態の最適化について 構造内部の応力状態は安全性の面からあらゆる位置において許容応力以下であることが必要であるが、最適性^いの見地からすれば応力はなるべく均等に分布していることが望ましい。つまり多くの場所でフルストレス状態となることが全応力設計の目標となり、応力を均等化する操作が必要となる。

3. 応力均等化の手順 本考察では斜張橋(図-1)の補剛桁に注目し一つの梁と考える。この場合 斜張橋の重要なパラメーターである 塔の高さ 剛性、ケーブルの本数 剛性 定着点位置、各ケーブルのプレストレス量等は梁内部の応力状態を決定する変数として扱われる。斜張橋の補剛桁の特徴として

- i 一般的に断面は逆台形をしており下フランジ応力が上フランジに先立って危険となる。
- ii 曲げと同時にケーブル張力の水平成分に対応する圧縮力を混成して受ける。

上記二つの理由により、応力の状態を表わすもの——つまり目的関数——として以下のような下フランジに対する核モーメントを取る。

$$M_K = M + \frac{W}{A} \cdot N \quad (1)$$

$$\text{よって } \sigma = M_K / W \quad (2)$$

M : 断面の曲げモーメント A : 断面積
 M_K : 核モーメント W : 断面係数(下側)
 N : 軸力(引張り正)

ケーブル	張り渡し形状	左右対称 Radial Type
	本数	6本
	断面積	100 cm ² (6本一定)
	ヤング率	1.6×10 ⁷ ton/m ²
塔柱	塔高	35 m
	断面積	0.5 m ²
補剛桁	断面積	0.15 m ²
	断面二次モーメント	0.2 m ⁴
	中立軸下フランジ間距離	150 cm

表-1 斜張橋の諸元

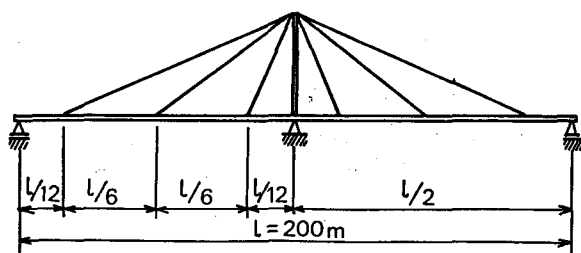


図-1 斜張橋モデル

変数としては各ケーブルのプレストレス量のみを取り、他のケーブルの剛性、塔高等(表-1)は一定とした。本例では塔及びケーブルに十分な剛性を与えることにより制約のない以下の極小化問題とした。

プレストレス量を変数として、核モーメントの絶対値の最大量を極小化する。

$$\text{Max}\{\text{核モーメント}\} \rightarrow \text{Min}_{\text{プレストレス}} \quad (3)$$

なお たわみ、応力集中、ねじりについては考慮していない。

4. 構造解析及び極小化の方法 補剛桁に等分布荷重(3ton/m)を満載した状態について解析した。極小化の手法は微係数の計算を必要としないシンプレックス法(非線形²⁾)を使用した。この方法は微係数を求め難い本計算例には適しているものの、一般的に収束の信頼性に乏しい。しかしシンプレックスの更新時における探索点の数を増して良好な収束を得ることができた。

5. 結果と発展 プレストレスを加えない場合の応力状態(図-2)とプレストレスを加えて均等化した応力状態(図-3)を比較する。均等化した応力状態では核モーメントの絶対値はワケ所において等しい最大値を取っており、プレストレスを加えない場合の核モーメントの最大量と比較すると52%減少している。ケーブルの断面積、定着点位置等を変数とすればより一層の応力状態の均等化が期待される。

このようにして均等な断面力分布を得たならば、次のステップとして断面剛性を变化させてフルストレス化を図ることができる。この二つの操作を繰り返し行なうことにより応力が均等に分布した全応力設計が可能となる。その場合のフローチャートを図-4に示す。

参考文献

- 1) 山田善一, 大宮寺尚 "斜張橋の最適基準設計に関する研究" 土木学会論文報告集, No 253, 1976, PP1~12
- 2) ディフソン "非線形最適化計算法" 培風館, 1974, PP 89~93

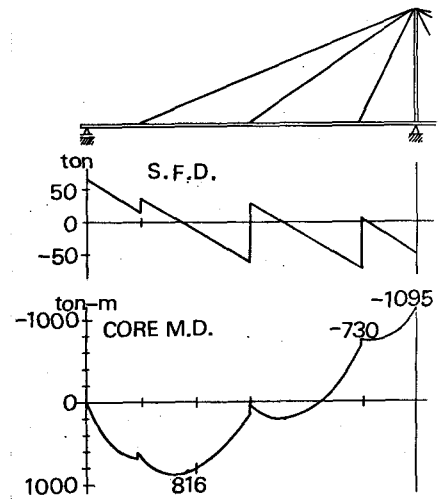


図-2 プレストレスを加えない場合

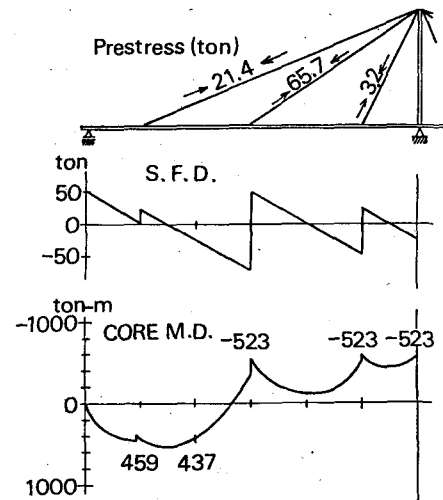


図-3 最適なプレストレスを加えた場合

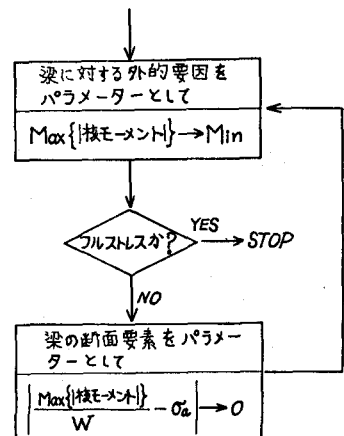


図-4 全応力設計のフローチャート