

I - 409

遺伝的アルゴリズムを用いた斜張橋ケーブル張力調整法の改良

京都大学大学院 学生員 梶田幸秀 京都大学工学部 正員 渡邊英一
 関西大学総合情報学部 正員 古田均 (株)日立造船 正員 金吉正勝

1. 研究目的

斜張橋では、その架設時および維持管理においてケーブル張力および主桁、塔のキャンバーの残留誤差などを修正するために、ケーブル定着点間距離の調整(シム調整)が行われている。その調整量は、現在までの数値最適化手法では連続量として解を得ている。ところが実際の現場では、シム調整はあらかじめ与えられた厚さのシム板の組合せで行われている。そこで本研究では、離散量を取り扱うことができる遺伝的アルゴリズム(以下GAと略す)を用いて、最適シム調整量を離散量として求めることを目的とする。

2. GAのシム調整法への適用

(1) シム板の組合せのコード化

GAを用いるにあたり、シム板の組合せ $\{I\}$ を遺伝子列と呼ばれる数字(遺伝子)のならびにコード化しなければならない。本研究では、1本のケーブルに対してシム板厚を表-1に示すように、-60mm～80mmまで20mm間隔で8種類を用意したため、遺伝子列は、2進数表示と8進数表示の2種類を考えた。例えば、ケーブル本数が4本、シム板の組合せを(-20mm, 40mm, -40mm, 60mm)とすると、遺伝子列は2進数表示で(010101001110)、8進数表示で(2516)と表わされる。

(2) 評価関数の設定

評価関数としては、ケーブル張力およびキャンバーの誤差量を許容誤差により無次元化し、その値(満足度)を最大にする。ケーブル張力、キャンバーの許容誤差はそれぞれ±20.0tonf、±0.100mとした。図-1にケーブル張力に対する満足度を示す。

$$O(\{I\}) = \min_{i=1}^n S_i \rightarrow MAX \quad (1)$$

式(1)は誤差量照査箇所 i における満足度 S_i の最小値を表わす。この満足度 S_i の最大化問題としてシム調整を定義することにする。

(3) 満足度を用いた交叉法の提案

GAでは、幾つかの汎用的な交叉法が提案されている。しかしながら効率的に解を求めるには、GAを適用する問題の特徴をいかした交叉法を見出すことが必要である。そこで本研究では、先に紹介した満足度を用いた効率的な交叉法を提案する。図-2にフローチャートを示す。この交叉法は、ケーブルごとに誤差がより小さくなると考えられるシム板を集めた遺伝子列とそうでない遺伝子列を作り出す。この方法では局所解に陥る可能性は高いと思われるが、一点交叉法などに比べ収束性は改善されると考えられる。

表-1 シム板の番号付け

シム厚(mm)	-60	-40	...	80
番号(10進数)	0	1	...	7
2進数表示	000	001	...	111
8進数表示	0	1	...	7

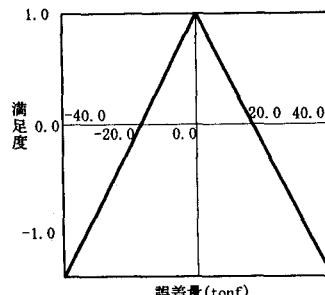


図-1 ケーブル張力に対する満足度

各ケーブルに単位量のシム調整を与え
ケーブル・キャンバーの調整量を計算

各ケーブル・キャンバーごとに
誤差の無次元量と調整量の乗算

その和をとり評価値とする

各ケーブルごとに評価値の比較

交叉

よい評価値を集めた
遺伝子列

悪い評価値を集めた
遺伝子列

図-2 満足度を用いた交叉法
のフローチャート

3. 計算結果

斜張橋モデルは、図-3に示す3径間11段ケーブル斜張橋を用いた。全ケーブル本数は44本である。この時考えられるシム板の組合せは $8^{11} = 約 5 \times 10^{39}$ 通りである。本研究では、淘汰、交叉、突然変異の確率は0.01, 0.6, 0.02とし、最大繰り返し数は500とした。コード化の方法、交叉法を変えて、それぞれに初期集団を4種類用意し、集団サイズは500、収束判定条件として、集団内の一一番適応度の高い個体が集団の40%以上を占めるときとした。計算にはワークステーションのSUN SPARCstation 10 Model 30を用いた。以下に示す計算結果は4つの解の平均値をとったものである。表-2に計算結果(満足度の値および演算時間)を示す。許容誤差を満たす実用的な解を得ることができなかった。つぎに収束が進むにつれて突然変異の確率を上げることにより、解探索の空間を広げ局所解に陥りにくくし、解の精度の向上を試みた。突然変異の確率は、一番適応度の高い個体が集団内を占める割合が0~20%のとき0.02, 20~30%のとき0.05, 30~40%のとき0.10とした。その結果を表-3に示す。これにより、遺伝子列表示が8進数で満足度による交叉法の時、実用的な解を得られた。つぎに一点交叉でも実用的な解を得たいと考え、集団サイズを2000とし、このとき前の2回の計算結果より2進数表示は考えないことにした。計算結果を表-4に示す。これにより、演算時間はかかるが一点交叉でも実用的な解を得られることがわかる。

4. 結論

本研究で得られた結論および今後の課題を、以下に箇条書きで示す。

1. 8進数表示の方が2進数表示よりも演算時間が短く、また解の精度がよい。
2. 汎用的な交叉法である一点交叉法では時間をかけない限り実用的な解を得られない。
3. 満足度を用いた交叉法は実用的な解を得る交叉法として有効であると考えられる。

5. 参考文献

- 1)鹿 汗麗、杉本博之、山本洋敬：遺伝的アルゴリズムの応用に関する基礎的研究、第2回システム最適化に関するシンポジウム講演論文集、pp. 181-186 1991. 11.

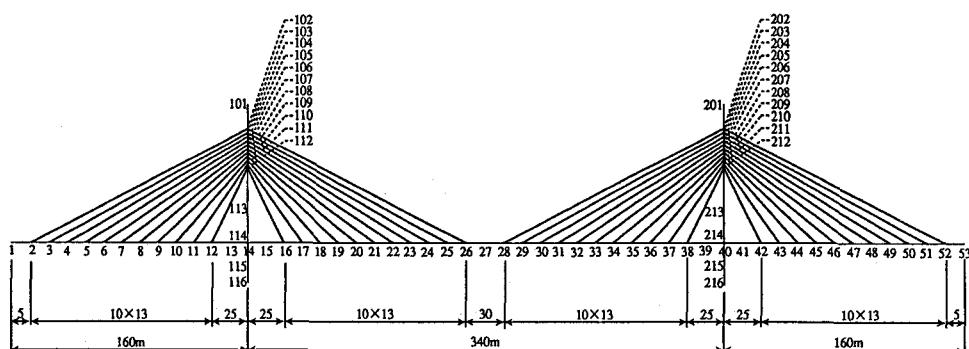


図-3 斜張橋モデルの寸法と各点番号

表-2 計算結果

	一点交叉	満足度
2進数表示	-1.783	-0.511
	20分42秒	28分45秒
8進数表示	-1.226	-0.403
	8分03秒	10分34秒

表-3 計算結果

	一点交叉	満足度
2進数表示	-1.174	-0.436
	29分20秒	34分52秒
8進数表示	-0.955	0.040
	11分32秒	19分44秒

表-4 計算結果

	一点交叉	満足度
8進数表示	0.013	0.254

5時間23分

3時間12分