

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
 京都大学工学部 正員 古田 均 京都大学工学部 正員 杉浦邦征
 京都大学工学部 正員 宇都宮智昭 日立造船(株) 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. 遺伝的アルゴリズムのシム調整法への適用

(1) シム板の組合せのコード化

遺伝的アルゴリズム(以下GAと略す)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、表-2のように遺伝子列は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おいて無次元化し、その値(満足度)を最大とする。ケーブル張力、キャンバーの許容誤差はそれぞれ $\pm 20.0 \text{ tonf}$ 、 $\pm 0.100 \text{ m}$ とした。図-1にケーブル張力に対する満足度を示す。

$$O(\{I\}) = \min_{i=1}^n S_i - \alpha \cdot H(g(\{I\})) \rightarrow \text{MAX} \quad (1)$$

式(1)の第1項は誤差量照査箇所*i*における満足度 S_i の最小値を表わす。第2項はHeaviside関数であり、制約条件を満たさないときは、制約条件式 $g(\{I\})$ が正になることにより評価関数値が小さくなり、この組合せは淘汰により削除される。また α は定数である。

(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

シム板厚 (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

表-2 遺伝子列へのコード化

シム板厚 (mm)	-20	40	-40	60
番号 (10進数)	2	5	1	6
2進数表示	010	101	001	110
8進数表示	2	5	1	6

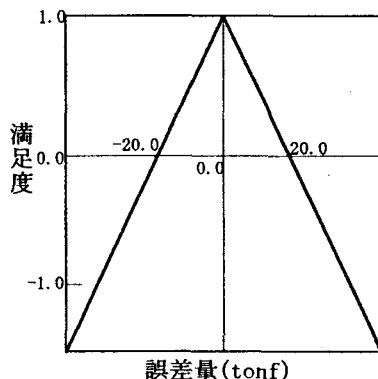


図-1 ケーブル張力に対する満足度

Yukihide KAJITA, Eiichi WATANABE, Hitoshi FURUTA, Kunitomo SUGIURA, Tomoaki UTSUNOMIYA, Masakatsu KANEYOSHI

3. 計算結果

斜張橋モデルは、図-3に示す3径間6段ケーブル斜張橋を用いた。全ケーブル本数は24本であるが、左右対称にシム調整を行ったと仮定し、実質12本のケーブルに対してシム調整を行った。この時考えられるシム板の組合せは 8^{12} ＝約700億通りである。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、最大繰返し数は200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10種類用意した。また集団サイズは、試算結果より400で十分であることがわかった。計算にはワークステーションのSUN SPARCstation 10 Model 30を用いた。

(1) コード化、交叉法の比較について

表-3に演算時間、表-4に適応度の最大値を示す。コード化の違いにより演算時間には大きな差がある。しかし、その他の面ではコード化、交叉法による差は見られない。

(2) 調整本数に制限を考慮することの意味について

表-5に示すように、調整本数の最小値は、調整本数に制限を考慮しない場合、許容誤差を満たす解を得るには最低5本のケーブルに対して調整が必要である。5本以上調整を行わないという制約条件を付加すると、表-6に示すように、2本のケーブルを調整するだけで許容誤差を満たす解が得られた。

4. 結論および今後の課題

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. 今回のように組合せ数が比較的少ない問題に対しては、汎用的な交叉法である一点交叉法でも十分である。
2. 調整本数に制限を設けることにより、許容誤差を満たし、かつ作業性を向上させる解を得ることが可能である。
3. 今後の課題としては、実際に供用されている規模の斜張橋モデルに適用し、満足度による交叉法の実用性などを検討する必要がある。

5. 参考文献

- 1) 鹿 汴麗, 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.

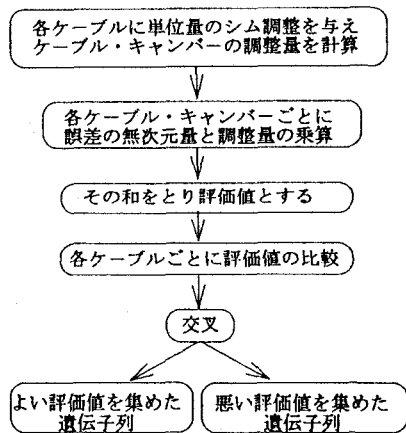


図-2 満足度を用いた交叉法のフローチャート

表-3 演算時間

	一点交叉	満足度
2進数表示	47.5秒	45.7秒
8進数表示	29.5秒	27.4秒

表-4 適応度の最大値

	一点交叉	満足度
2進数表示	0.544	0.438
8進数表示	0.529	0.486

表-5 調整本数の最小値(制限無)

	一点交叉	満足度
2進数表示	6	5
8進数表示	6	5

表-6 調整本数の最小値(制限付)

	一点交叉	満足度
2進数表示	3	3
8進数表示	3	2

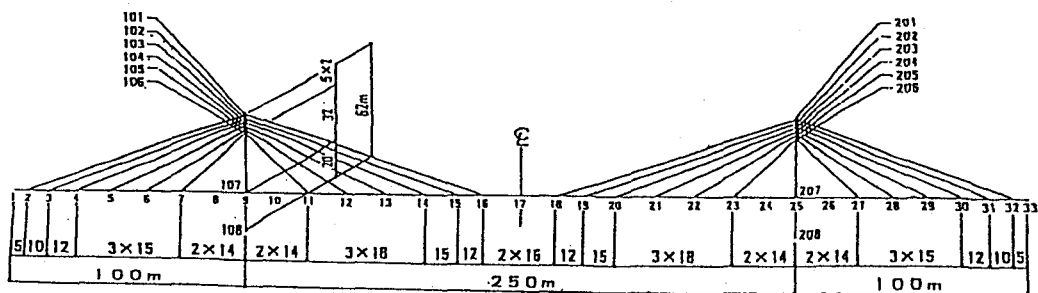


図-3 斜張橋モデルの寸法および節点番号