

室蘭工業大学 学生員 鹿 汴麗、北海学園大学 正員 杉本博之

1. まえがき 筆者らは、何らかの離散的な要因を含む構造最適設計にGAを応用することを試み、繁殖・淘汰、交叉、および突然変異のみからなる単純GAは、必ずしも十分ではなく、生長オペレータの導入を提案した¹⁾。多くの数値計算の結果より、生長オペレータの効果は明かであると思われるが、GAそのものにも多くのパラメータ（GA的パラメータ）を有しており、それらの効き具合も知る事は、今後のGAの応用の可能性を研究する上で必要ではないかと考えられる。

そこで、本研究では、生長オペレータの手続きの差による効果を含めた、各種GA的パラメータの効果を数値計算より検討したので、報告する次第である。

2. GAとGA的パラメータについて 単純GAは、繁殖・淘汰、交叉、突然変異の三つの主な遺伝的オペレータから基本的に構成され、これらの繰返しによって、準最適解を求める近似最適化手法である。単純GAには、いくつかのパラメータを含んでいるが、それらの内本研究では、表-1に示す5種類のパラメータについて検討した。表に示すように、コーディング法は、バイナリィとグレイコードの2種類、人口サイズは、80、100、120の3種類、また乱数の計算に用いるランダムシーズは13と9991の2種類である。

外点ペナルティ関数の形は2種類検討し、表に示した。上段は γ が一定値の場合であり、400000と500000の2種類の値を与えた。下段は、5世代毎にペナルティパラメータの値を増加させる場合で、初期値と増分の組合せは、(100000, 40000)と(200000, 30000)である。

ビット数は、設計変数の上下限值に関係する。5ビットは、取り得る断面すべて（29ランク）を考慮する場合であるが、それ以外に、各変数毎に適当な値の前後に上下限値を設定し、設計変数の取り得る範囲を狭くすることも試み効果を検討した。4ビットの場合は、前後16ランクから、3ビットの場合は前後8ビットから選択することになる。中心の値は、1回の構造解析の断面力に対する許容設計を用いた。

GA的オペレータに加えて、生長の手続きの差による効果も検討した。生長の手続きは、表2に示すようにA～Dの4種類検討した。表中に示す分数は、各手続きの割合であり、「上げる」は、応力の制約条件を満足しない部材のみ満足するまでランクを上げることを意味し、「下げる」は、応力の制約条件に対して余裕のある部材のみ、満足する限界まで下げることを意味する。

3. 人口サイズ、コーディング、ビット数、生長の効果に関する数値計算結果

いくつかの構造系において、同様の検討を行ったが、こ

表-1 GA的パラメータ

パラメータ	種 類		合計
コーディング	binary	gray	2
人口サイズ	80	100 120	3
ランダムシーズ	13	9991	2
ペナルティパラメータ	$\Phi = 0 + \gamma \sum_{j=1}^m \max(g_j, 0)$ $\Phi = 0 + (\gamma + k) \sum_{j=1}^m \{\max(g_j, 0)\}^2$		4
ビット数	5bit	4bit 3bit	3

表-2 生長の種類

種 類	生長の手続きの割合		
	上げる	下げる	な し
A	1/3	1/3	1/3
B	2/3	0/3	1/3
C	1/2	1/4	1/4
D	3/4	0/4	1/4

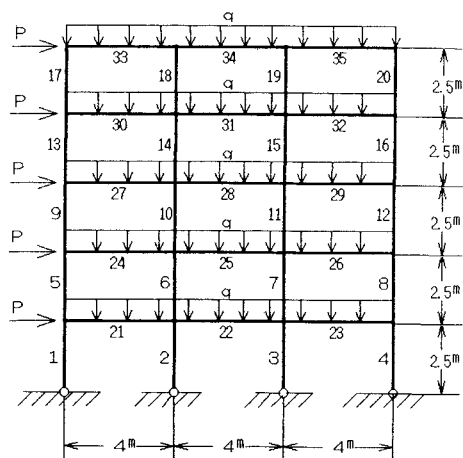


図-1 5層平面骨組構造物

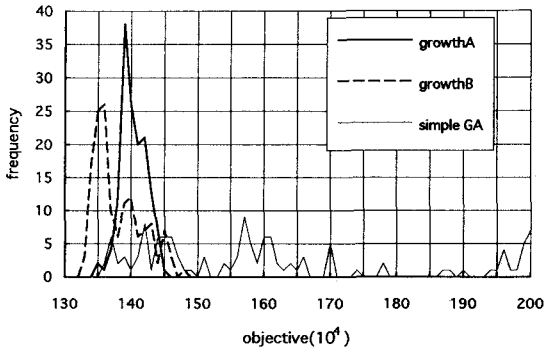


図-2 生長オペレータの効果

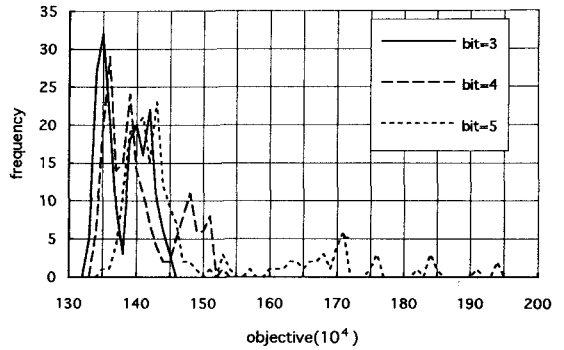


図-3 ビット数の効果

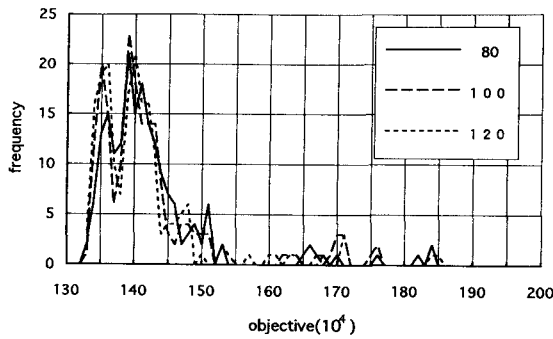


図-4 人口サイズの効果

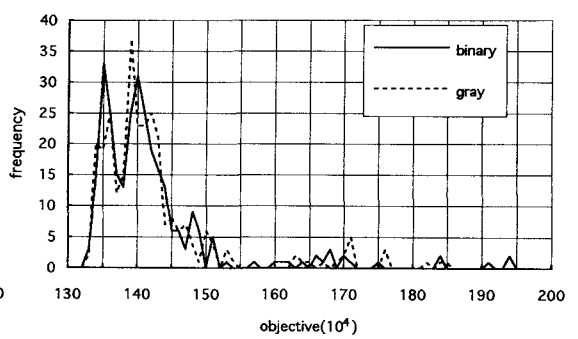


図-5 コーディングの効果

ここでは、図-1の5層ラーメンの結果を示す。荷重は、 $P=10\text{tf}$ 、 $q=5\text{tf/m}$ の場合である。計算は、表-1のすべての組合せ 144ケースを、表-2の各生長と生長のない単純GAにおいて行い、各パラメータごとに目的関数（鋼材総容積）に対する頻度分布として整理し図に表した。

生長オペレータの効果は図-2に示されている。ここでは、生長AとC、BとDがそれぞれ相似であるので、生長A、Bと単純GAの、各 144ケースの結果を比較することにした。図に示したように、生長の手続きの割合を変えると、目的関数の頻度分布は若干変わるが、単純GAと比較して、生長の効果は明らかであった。以下は、生長オペレータを導入した上で、他のGA的パラメータの効果を検討した。

図-3にビット数の効果を示した。各 192ケースの結果を集計したものである。ビット数の減少により設計結果は良くなる傾向が見られ、設計分布の幅も狭くなった。したがって、GAを利用する際に、何らかの情報がある場合は、適応度の高いと思われる部分を中心にして設計変数の上下限値を設定することは、信頼性の向上に効果があることがわかった。

図-4と図-5には、人口サイズの効果と、コーディングの効果を示したが、本研究で設定した範囲の人口サイズでは大きな差はなかった。人口サイズについては、より少ない値で検討すると影響が出ることは予想される。また、コーディングによる差、また本文には示していないがランダムシード、ペナルティパラメータによる差はほとんど見られなかった。

4. あとがき GA的オペレータと生長パラメータの効果について、数値計算結果より考察を加えた。生長オペレータの効果に比較して、GA的オペレータの影響の度合いは少なかったが、何らかの情報により設計変数の上下限値を狭くすることにより、かなり効果があることが得られた。

参考文献：1) 杉本・鹿・山本：離散的構造最適設計のためのGAの信頼性向上に関する研究、土木学会論文集、No.471/I-24、1993。