

# GAにおけるパラメータの効果に関する研究

STUDY ON THE EFFECT OF PARAMETERS IN GENETIC ALGORITHMS

鹿沬麗\*・杉本博之\*\*

LU Bianli and Hiroyuki SUGIMOTO

\*工修 室蘭工業大学大学院博士課程 情報工学科 (〒050 室蘭市水元町27-1)

\*\*工博 北海学園大学教授 土木工学科 (〒064 札幌市中央区南26条西11丁目)

There are many parameters in Genetic Algorithms. They are population size, coding method, crossover probability etc. Generally their values are determined empirically. There is necessary to examine the effect of these parameters in detail for further application of GA. On the other hand, Simple GA(SGA) has been improved by Growth operator proposed by authors. In this paper, the effect of GA's parameters is shown by large number of numerical results, and at the same time, GGA(GA with Growth operator) is also compared with SGA by their results. Two kind of framed-structures are used as numerical examples here.

Key Words: Genetic Algorithm, GA's parameters, Growth operator

## 1. まえがき

遺伝的アルゴリズム (GA) <sup>1)</sup> は、現在種々の工学分野で注目され、応用が広がっている。70年代の初めに開発されて以来、GAの数理的側面についての研究は、大きく進歩していないのが現状であるが、一方、感度解析の必要がなく、変数の不連続性を気にする必要がまったくないのは、大きな長所であり、更に、非常に簡単な論理で、多様な問題に対応できるという実用的な側面も持ち合わせている。したがって、最適設計の分野でも、離散的最適設計の一つの有力の手法として、大きく期待され、活発に応用されている <sup>2) 3)</sup>。

筆者らも、応用的な側面を中心にしてGAの研究を進めてきたが、その過程で生長オペレータなるものの導入を提案した <sup>4)</sup>。これは、繁殖・淘汰、交叉、及び突然変異の三つの遺伝的オペレータから構成される単純GAでは、その設計のランダム性があまり高すぎるために、安定的に良好な解を生成しないという傾向を得たためであり、設計問題固有に備わる知見を積極的にGAの過程で利用することにより、GAの信頼性を向上しようということを目的としているものである <sup>5) 6) 7) 8)</sup>。ただ、この生長オペレータの導入には異論もあり、GAは本来単純GAにのみでアプローチすべきで、他の手続きは入れるべきでない等の意見がある。

一方、GAには、多くのパラメータ (GA的パラメータ) を有しており、GAを利用する際に、これらのパラメータの設定は経験により行われることが多い。更に、これらのパラメータは、結果に影響を与えると一般的に思われている。したがって、これらのパラメータの効き

具合を知ることが、今後のGAの応用の可能性を研究する上でも必要であると考えられる。

そこで、本研究では、単純GAと生長オペレータの理論的な記述は必要最小限にとどめ、生長オペレータの効果を含む、GAで用いられる各種パラメータの効果を、数値計算により詳細に検討したので、その結果を報告するものである。

## 2. GAとGA的パラメータ

単純GA (SGA) は、自然界における生物の遺伝・進化の過程を繁殖・淘汰、交叉、および突然変異の三つのプロセスでシミュレーションし、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。

本研究では、種々のGA的パラメータが検討されているが、生長オペレータも同様に扱われている。筆者らにより提案された生長オペレータの導入は、繁殖・淘汰の前に行われる (図-1)。つまり、個々の設計問題において容易に利用できるなんらかのローカルルールを用いて、設計を確率的に改良し、改良後に繁殖・淘汰することになる。生長を考慮したGAをGGAと表す。

GAにおいては、生長以外にも多くのパラメータを含んでいる。それらの内本研究では、7種類のパラメータについて検討した。これらのパラメータと遺伝的オペレータの関係が、図-1に示されている。

図-1に示すように、線列集団 (初期世代) の生成に関するパラメータとして、②線列のコーディング、③人口サイズ、④乱数の計算に用いるランダムシード、⑤設計変数毎に設定する上下限値の幅、の4種類検討した。

生長オペレータに関するパラメータとしては、⑤生長における各手続きの割合がある。また、制約条件のある最適化問題は、罰金関数により無制約の最適化問題に変換されるが、その時の、⑥罰金係数パラメータの選択がある。交叉と突然変異に関するパラメータとしては、⑦交叉確率、⑧突然変異確率の設定がある。

これらのパラメータをまとめて表-1に示した。表中の生長の欄のSGAは、生長の特例として含まれる。また、生長オペレータの手続きの差による効果を検討するために、以下に説明するように、GGAにおいてGGA-AとGGA-Bが設定されている。

表中、各パラメータにおいてその種類数、SGA、GGAに対する集計数も示してある。ここで、集計数というのは、検討される1種のパラメータに対して、他のすべてのパラメータで計算した結果の数のことである。本研究では、GGAの結果は、GGA-AとGGA-Bの結果が含まれるので、GGAに関する各パラメータの集計数はSGAの集計数の倍になる。

以下、表に示した順で、生長オペレータ、各種GAのパラメータについて、具体的に説明する。

2.1 生長オペレータについて

生長オペレータは、それぞれの設計問題において発見できる簡単なローカルルールで、個々の設計が明らかに良くなるという方向を与えて改良し、線列 (string) の多様性の質を向上させようとするものである。

改良の具体的な手続きは、設計問題に依存するものと考えられるが、本研究のトラス、平面骨組構造物の離散的最適設計における生長オペレータは、以下の三つの手続きから構成される。

- 【上げる】 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。
- 【下げる】 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。
- 【なし】 何もしない。

これらの手続きは、確率的に行われるが、その割合は、表-2に示すように、3種類検討した。SGAでは上げる、下げるの手續きがなく、すべてなしになる。GGA-Aはすべての手續きを同じ確率ですが、GGA-Bでは、下げる手續きがなく、上げる手續きの確率が2/3に設定されている。

2.2 コーディング法について

本研究では、コーディング法について、バイナリコードとグレイコードの2種類を検討した。グレイコードも2進数の1種であり、10進数、バイナリコードとの間に表-3のような関係がある。表に示すように、グレイコードでは、隣合う同士の間にお互いに1ビットのみ異なっていることが、特徴である<sup>9)</sup>。したがって、グレイコードでは、10進数で近い関係にある値同士で交叉が行われても、大きく変化しないことになる。

例えば、表-3に示す4ビットの場合、6と10を1

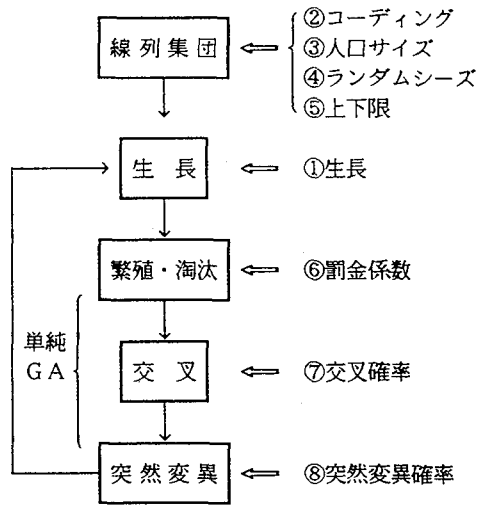


図-1 GGAの流れ図と検討パラメータの関係

表-1 検討パラメータとその種類

|   | パラメータ   | 種 類   |       |       |         | 種類数  | 集計数  |      |      |
|---|---------|-------|-------|-------|---------|------|------|------|------|
|   |         |       |       |       |         |      | SGA  | GGA  |      |
| ① | 生長      | SGA   | GGA-A | GGA-B | 3       | 2160 |      |      |      |
| ② | コーディング  | バイナリ  |       | グレイ   |         | 2    | 1080 | 2160 |      |
| ③ | 人口サイズ   | 40    | 60    | 80    | 100     | 120  | 5    | 432  | 864  |
| ④ | ランダムシイズ | 13    |       |       | 9 9 9 1 |      | 2    | 1080 | 2160 |
| ⑤ | 上下限     | 5 ビット |       | 4 ビット | 3 ビット   |      | 3    | 720  | 1440 |
| ⑥ | 罰金係数    | a     | b     | c     | d       |      | 4    | 540  | 1080 |
| ⑦ | 交叉確率    | 0.6   |       | 0.7   |         | 0.8  | 3    | 720  | 1440 |
| ⑧ | 突然変異確率  | 0.001 |       | 0.01  |         | 0.1  | 3    | 720  | 1440 |

表-2 SGA、GGAにおける手続きの割合

| 生長の種類 | 生長の手續きの確率 |     |     |
|-------|-----------|-----|-----|
|       | 上げる       | 下げる | なし  |
| SGA   | 0         | 0   | 1   |
| GGA-A | 1/3       | 1/3 | 1/3 |
| GGA-B | 2/3       | 0   | 1/3 |

表-3 バイナリコードとグレイコード

| 10進数 | 0    | 1    | 2    | 3    | 4    | 5    | 6    | 7    | ... |
|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-----|
| バイナリ | 0000 | 0001 | 0010 | 0011 | 0100 | 0101 | 0110 | 0111 | ... |
| グレイ  | 0000 | 0001 | 0011 | 0010 | 0110 | 0111 | 0101 | 0100 | ... |

ビット目と2ビット目の間で交叉させる場合を考える。

バイナリコードでは、6と10は、

6 : 0 1 1 0 , 1 0 : 1 0 1 0

であり、交叉の結果は、2と14ができることになる。

一方、グレイコードでは、

6 : 0 1 0 1 , 1 0 : 1 1 1 1

であるので、交叉の結果は、5と9ができる。このように、グレイコードは近傍の探索に優れているコーディングと考えられる。

### 2.3 人口サイズについて

人口サイズは設計変数の数に関係する。一般的に、設計変数の数が多い場合は、大きい人口サイズを用いる。GAにおいては、(設定した人口サイズ) × (終了までに要した世代数) の構造解析数が原則的に (実際には、前世代と同じ線列の組合せの構造解析は行わないので、3、4割少なくなる) 必要となるので、人口サイズはGAの効率にも直接につながっている。本研究では、表-1に示す40から、120までの5種類の人口サイズを用いて効果を検討した。

### 2.4 ランダムシードについて

GAは、確率的に探索、学習、最適化の一手法であるが、一様乱数が多く用いられる。その計算には、初期値として素数(ランダムシード)が用いられる。その値によって結果が異なることは、理論的には考えられないことであるが、表-1に示す13と9991の2種類の値を与え、効果を検討した。

### 2.5 上下限値の設定について

設計変数の上下限値は、ビットの数に関係する。本研究においては、取り得る断面すべて(29ランク)を考慮する、すなわち設計空間の全域から初期世代を作成する場合は、5ビットを使用する。それ以外に、各変数毎に、適当な値  $I_i^0$  を中心にして、その前後に上下限値を自動的に設定し、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。設計変数毎に上下限値の設定は、次式により行われる。

$$\min\{33 \cdot 2^b, \max\{I_i^0 - (2^{b-1} - 1), 1\}\} \leq I_i \leq \max\{2^b, \min\{I_i^0 + 2^{b-1}, 32\}\} \quad (i=1 \sim n) \quad (1)$$

ここで、bは設計変数のためのビットの数であり、nは設計変数の数である。 $I_i$ は設計変数iの値、 $I_i^0$ は中心値で、その値はすべての部材をランク15に設定して構造解析を1回行い、その結果得られる断面力に対して全応力設計法の概念で求まる断面ランクの値としている。したがって、4ビットの場合は、中心値  $I_i^0$  の前後16ランクから、3ビットの場合は前後8ランクから選択することになる。

### 2.6 罰金係数について

本研究では、式(2)に定義される外点罰金関数を用いられる。

$$\phi = 0 + (\gamma + \Delta\gamma) \sum_{j=1}^m [\max(g_j, 0)]^2 \quad (2)$$

表-4 罰金係数の種類

| 罰金係数<br>種類 | $\gamma$ | $\Delta\gamma$ |
|------------|----------|----------------|
| a          | 500000   | 0              |
| b          | 200000   | 0              |
| c          | 100000   | 40000          |
| d          | 200000   | 30000          |

ここで、0は、目的関数の値である。 $\gamma$ は罰金係数の初期値、 $\Delta\gamma$ は、5世代毎に $\gamma$ の値を増加させる増分量である。 $g_j$  ( $j=1 \sim m$ )は制約条件で、mは制約条件の数である。

罰金係数は4種類検討し、その値を表-4に示した。表中、 $\Delta\gamma$ が0であるのは、罰金係数 $\gamma$ が変化しないで初期値を最後まで用いることを意味する。

### 2.7 交叉の確率について

交叉オペレータは、GAの中で最も重要な遺伝的オペータである。したがって、交叉を行う確率も重要なパラメータと考えられる。本研究では、GAの応用に適当と思われる、0.6、0.7、及び0.8の<sup>10)</sup>3種類の交叉確率を設定し検討を行った。

### 2.8 突然変異の確率について

GAにおいて、突然変異は一般的に低い確率で使われる。繁殖・淘汰、および交叉と比較すると、直接的な効果は少なく、予防処置的に用いられるものである。突然変異の確率を高くすると、交叉によってできた形質が多数破壊されるため、ランダムサーチになってしまう恐れがある。本研究では、表-1に示すように、0.001、0.01、及び0.1の3種類の確率を選択し、突然変異確率の影響について、検討を加えた。

## 3. 数値計算結果と考察

### 3.1 構造系の説明

設計の対象としたのは、図-2、3に示す2種類の平面骨組構造物である。用いるH型钢は、JIS G 3192に決められている断面の内、29種類を選択し、その断面積の小さい順にランク付ける。鋼種はSS400(SS41)である。

荷重の与え方は両者に共通で、図に示す水平集中荷重Pと垂直分布荷重qを同時に載荷している。Pは10tf、qは20tf/mとした。構造はすべて対称構造であるので、左右の対称位置にある部材は同一断面となる。結局、設計変数の数は凹型ラーメンで15、5層ラーメンで20となる。

設計の目的は構造の総容積を最小化することである。部材の応力の制約条件のみを考慮している。許容応力度は道路橋示方書<sup>11)</sup>に従っている。

本研究における計算の終了条件は、以下のように設定した。

- i) 世代数が100 に達する。
- ii) 目的関数の値が最も小さい線列の数が、人口サイズの10%以上になる。
- iii) 目的関数の最小値が、連続的に25回の世代で更新されない。

以下、表-1 に示した生長オペレータ、G A 的パラメータの順番に従って、凹型ラーメンと5層ラーメンそれぞれにおける集計結果を説明し、各パラメータの効果について検討する。

結果は、すべて目的関数値の頻度分布によって示し、比較・検討を行う。

最初は、まず S G A と G G A の比較を行い、続いて、G G A の結果のみについて、各パラメータの効果を検討する。G G A の結果のみを扱うのは、後記のように結果の差が大き過ぎ、同レベルで扱えないからである。

S G A の結果は、5層ラーメンの結果のみを示し、それらにおける各パラメータの結果を簡単に比較する。

S G A の結果において、最も良い結果でも、制約条件を満足しないか、あるいは満足してもかなり広い範囲に分布することがある。以下の検討において、目的関数の値が集計される範囲を越え、あるいは非許容解が得られなかったケースの数を、頻度分布図の横軸の右端にまとめて表すことにしている。

### 3.2 S G A と G G A の比較について

G G A と S G A との比較、および、G G A における生長の手続き (G G A - A と G G A - B) による効果を検討するために、それらの結果を図-4、5 に示した。

図-4 は凹型ラーメンの結果であり、図-5 は5層ラーメンの結果である。これらの図において、点線で表す S G A の目的関数が、広く低く分布しているのが目につく。また、目的関数の値が横軸の最大値を越えるか、あるいは許容解が得られなかったケースの数が極めて多いことがわかる。

それに対して、G G A の頻度分布はかなり横軸の左側に集中し、分布の幅も狭い。これらより、生長オペレータの効果はかなりあると考えられ、G G A の結果は S G A よりもかなり良いことがわかったので、以下のパラメータの検討は、G G A の結果についてのみ行い、最後に補足的に S G A の結果を示すことにする。

また、破線で表す G G A - A と実線で表す G G A - B を比較すると、大きな差はないが、凹型ラーメンの方で若干の差が見られる。生長の手続きも、問題によっては慎重に選択すべきと考えられる。

### 3.3 各パラメータの効果の検討 (G G A における)

#### (1) コーディング法の影響について

コーディング法については、表-1 に示すバイナリコードとグレイコードの2種類、各2160ケースの結果を集計し、目的関数の頻度分布を図-6、7 に示した。図-6 は凹型ラーメンの結果で、図-7 は5層ラーメンの結果である。二つの構造において、両者はほぼ同様の分布

形状を示し、バイナリコードとグレイコードでは、ほとんど差がないことがわかる。

#### (2) 人口サイズの影響について

人口サイズは、結果にかなりの影響を与えていると思われる。そこで、本研究では、表-1 に示した40、60、80、100、および120 の5種類の人口サイズに対して、各864 ケースの結果を集計し、目的関数の頻度分布を図-8、9 に示した。図-8 は凹型ラーメンの結果で、図-9 は5層ラーメンの結果である。

これらの図に示したように、人口サイズの少ない範囲では、増加に伴って結果がよくなるという傾向が現れたが、80以上ではほとんど差がなく、ある程度以上上げて効果がないことがわかる。

#### (3) ランダムシーズの影響について

図-10、11は、2種類のランダムシーズの値13と9991 に対する結果の比較を示した。各2160ケースの結果を集計したものである。図-10は凹型ラーメン、図-11は5層ラーメンの結果である。これらの図に示したように、二つの構造において、ほとんど同じ分布形状を示し、ランダムシーズによる差がほとんどないことがわかる。

#### (4) 上下限值設定の影響について

設計変数の上下限值の設定について、表-1 に示した3ビット、4ビット、および5ビットの3種類、各1440 ケースの結果を集計した。凹型ラーメンと5層ラーメンの目的関数の頻度分布は、それぞれ図-12、13に示されている。

これらの図に示したように、ビット数の減少により設計結果は良くなるという傾向が見られた。また、設計分布の幅も狭くなった。したがって、G A を利用する際には、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自動的に決定することは、G A の信頼性の向上に効果があることが考えられる。

#### (5) 罰金係数の影響について

図-14と15は、表-3 に説明した4種類の罰金係数、a、b、c、d について、各1080ケースの結果を集計し比較したものである。図-14は凹型ラーメン、図-15は5層ラーメンの結果である。4ケースまったく同じ分布形状を示しており、罰金係数による差がないことがわかる。

#### (6) 交叉確率の影響について

図-16、17は、交叉確率の3種類、0.6、0.7、及び0.8 について、1440ケースの結果を集計し、目的関数の頻度分布を示したものである。図-16は凹型ラーメン、図-17は5層ラーメンの結果である。

これらの図からみると、分布形状はほとんど同じであり、本研究で設定した値の範囲では、交叉の確率は、結果に大きい影響を与えなかったことがわかる。

#### (7) 突然変異の確率の影響について

突然変異確率の効果は、図-18、19に示されている。

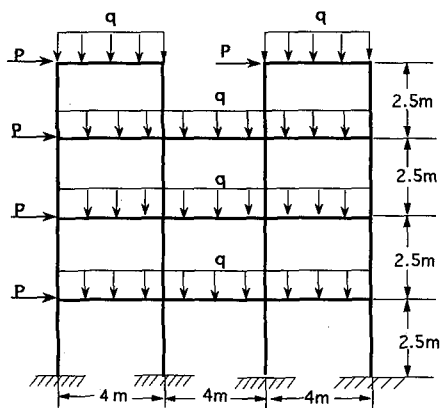


図-2 凹型ラーメン

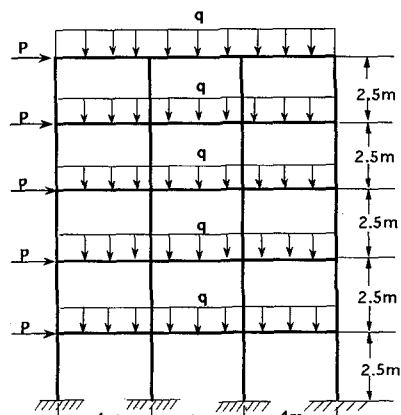


図-3 5層ラーメン

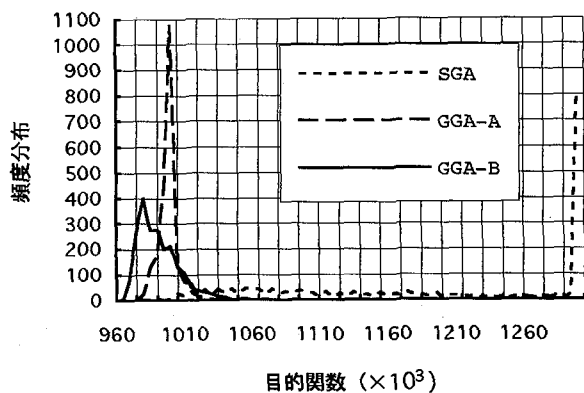


図-4 SGAとGGAの比較 (凹型)

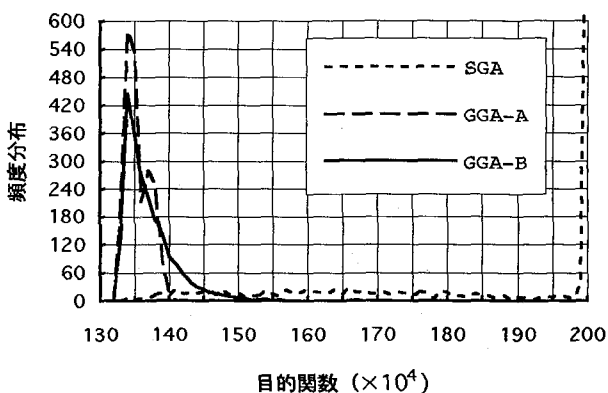


図-5 SGAとGGAの比較 (5層)

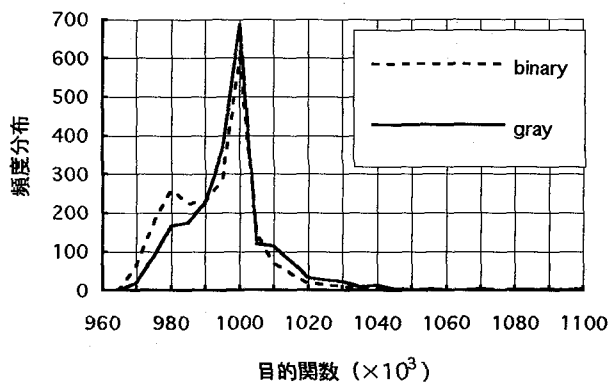


図-6 コーディングの効果 (GGA) (凹型)

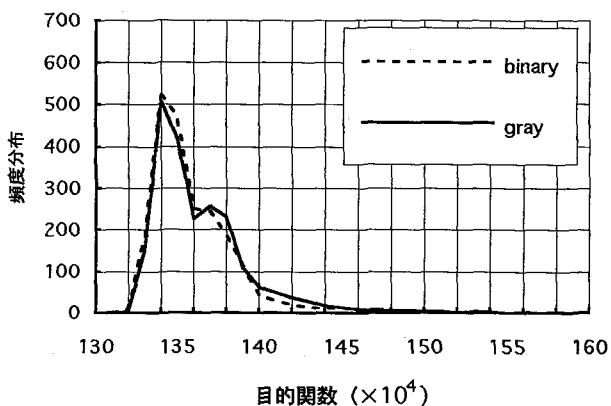


図-7 コーディングの効果 (GGA) (5層)

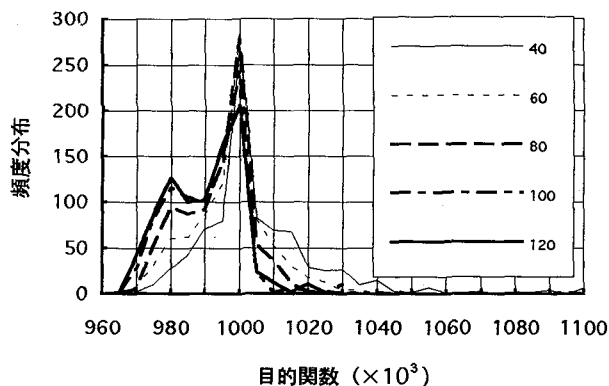


図-8 人口サイズの効果 (GGA) (凹型)

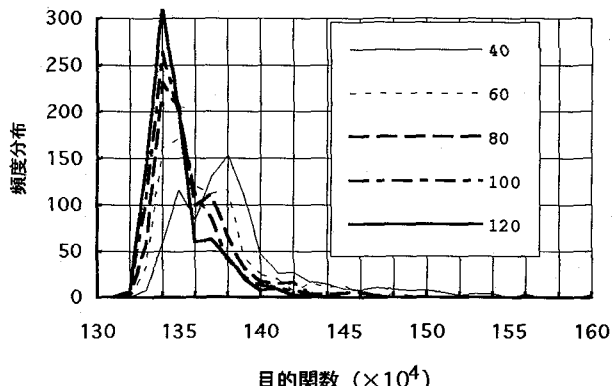


図-9 人口サイズの効果 (GGA) (5層)

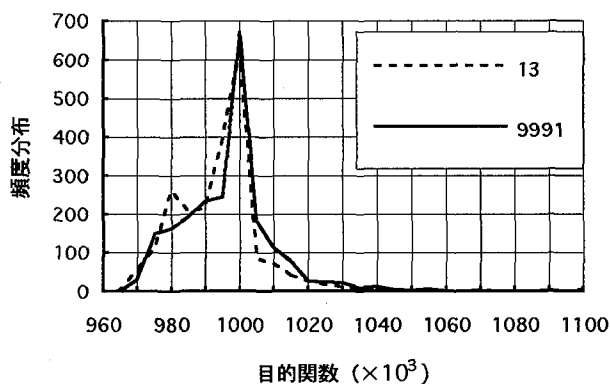


図-10 ランダムシードの効果 (GGA) (凹型)

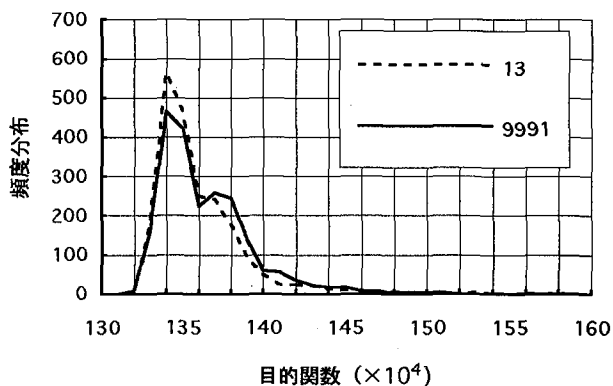


図-11 ランダムシードの効果 (GGA) (5層)

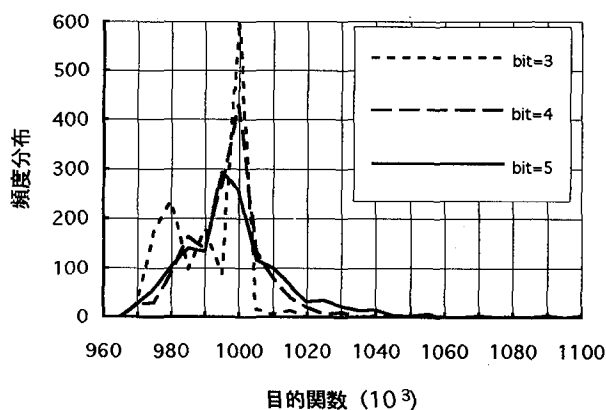


図-12 上下限值設定の効果 (GGA) (凹型)

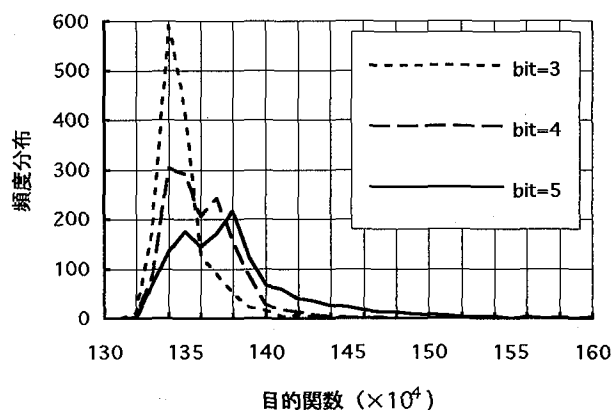


図-13 上下限值設定の効果 (GGA) (5層)

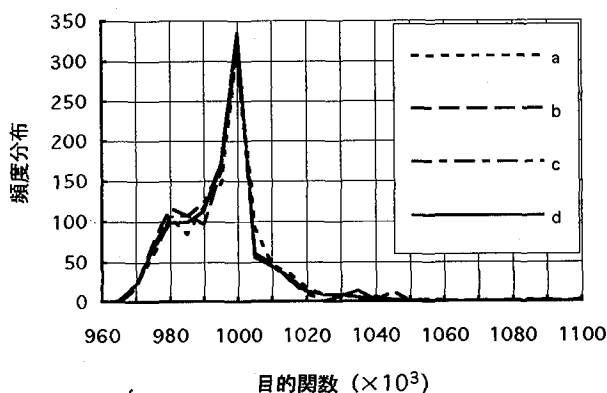


図-14 罰金係数の効果 (GGA) (凹型)

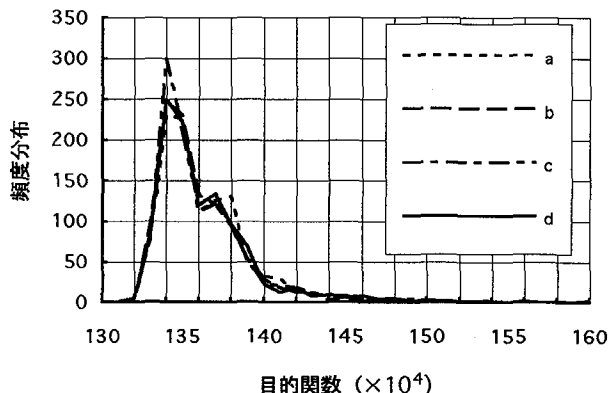


図-15 罰金係数の効果 (GGA) (5層)

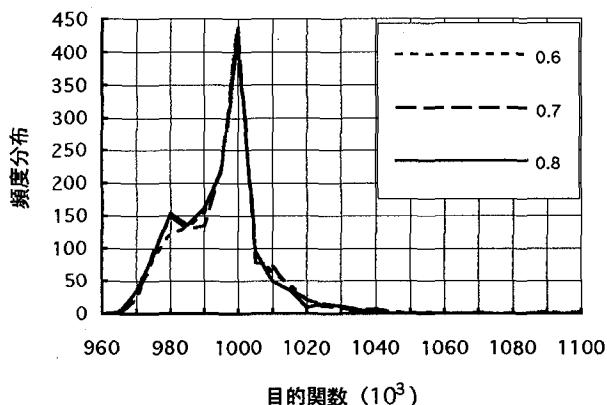


図-16 交叉確率の効果 (GGA) (凹型)

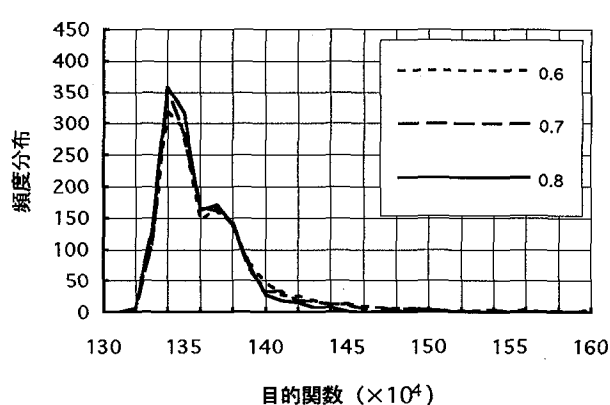
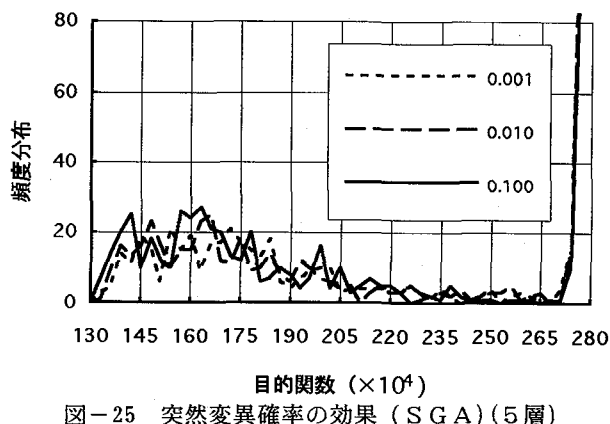
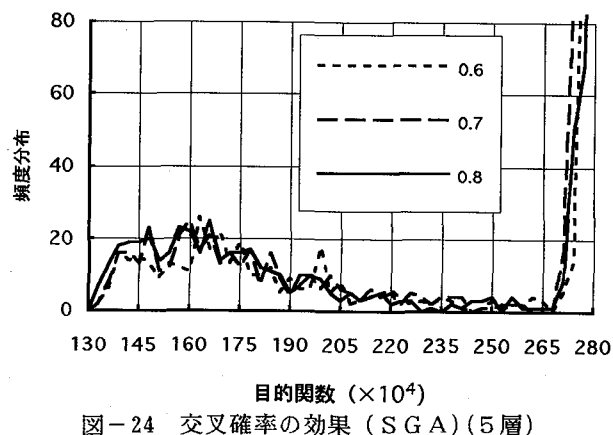
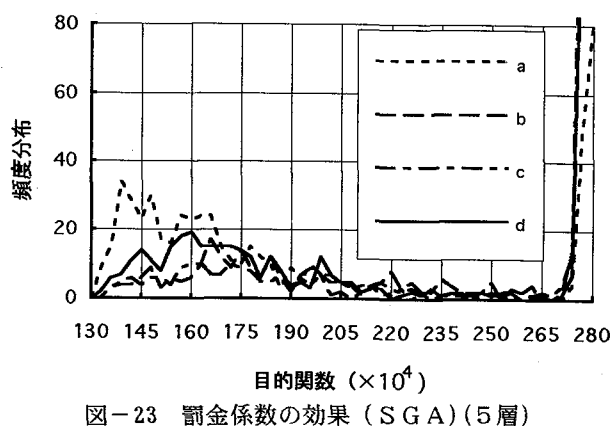
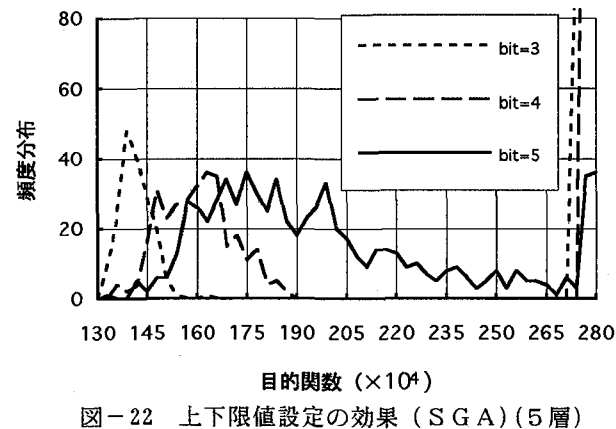
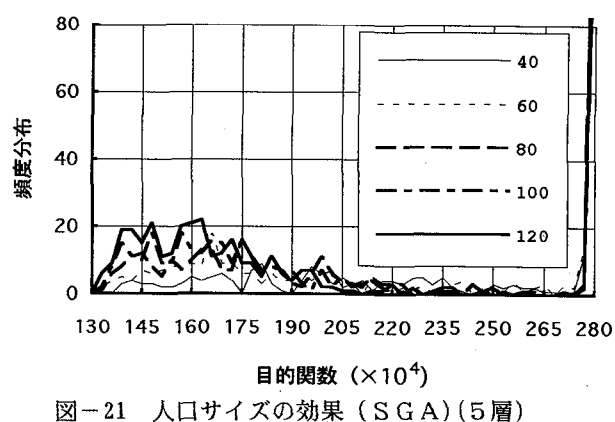
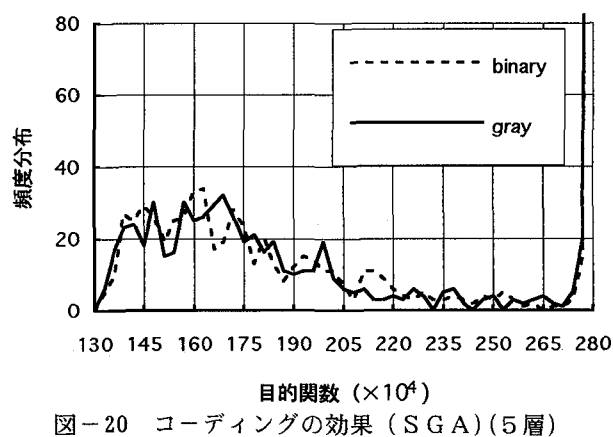
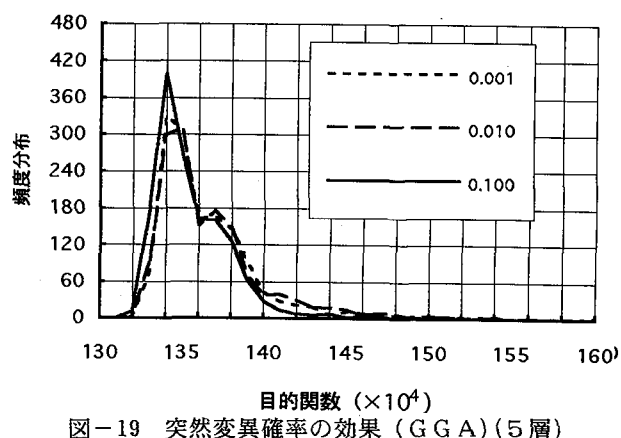
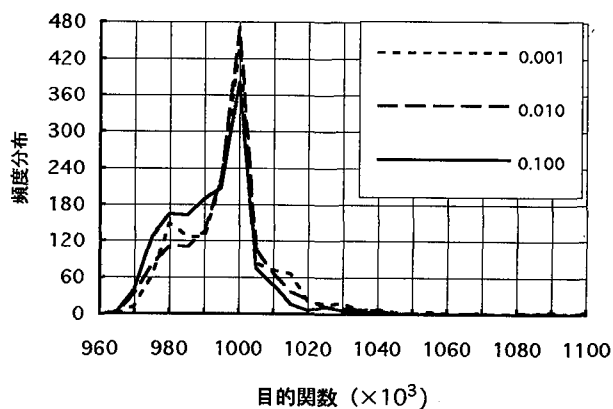


図-17 交叉確率の効果 (GGA) (5層)



凹型ラーメンと5層ラーメンの結果は、それぞれ図-18と図-19である。これらの図においては、3種類のパラメータに対して、各1440ケースの結果を集計し、目的関数の頻度分布を示した。図から、分布形状はほとんど同じであり、突然変異の確率による差が大きく現れていないことがわかる。

#### 3.4 各パラメータの効果の検討 (SGAにおける)

本研究では、SGAに対する各種GA的パラメータについても検討を行った。凹型ラーメンと5層ラーメンの二つの構造においては、得られた設計の分布がかなり広く、許容解が得られなかったケースも多かった。以下、5層ラーメンの結果に限定し、各パラメータの検討結果をまとめて示す。

ここで、表-1に示したGA的パラメータの中、④ランダムシーズの結果を省略し(影響がないことが確認された)、他の6個のパラメータの結果を、表に示した順で、図-20から、図-25に示した。

これらの図において、集計した目的関数の頻度分布の値が小さく、幅が広いことがまず注目される。パラメータの内、コーディング法、交叉確率、突然変異確率はあまり影響がなかった。それ以外に、人口サイズは多ければ多いほど、許容設計の数が増え、結果が良くなる傾向が見られた。上下限値の設定と罰金係数に関しては、影響も若干現れたが、許容設計の数は少なく、影響の程度は少ないと考えられる。

#### 4. あとがき

現在種々の工学分野で注目されているGAに対して、生長オペレータを含む8種類のGA的パラメータの効き具合について、数値計算結果より考察を加えた。本研究においては、平面骨組構造物の2タイプを例にとり検討を加えたが、この問題は組合せ最適化問題としての難易度は高いと考えられ、得られた結果は、一般的な組合せ最適化問題にも当てはまると考えられる。

本研究で得られた事項を箇条書きにすると、以下のようになる。

(1) 生長オペレータの効果は顕著であり、単純GAよりはるかに良い結果を与えた。生長の具体的手続きは設計問題によるが、利用できる何らかのローカルルールは積極的に用いるべきと考えられる。

(2) 生長オペレータの手続きを2種類設定して検討したが、結果に若干の差があった。生長オペレータの手続きの決定は慎重になされるべきことを示唆しているものと考えられる。

(3) 生長オペレータ以外では、上下限の設定の影響が大きかった。本研究では、初期に上下限を全応力設計の

概念を用いて決定し以後それは固定したが、何世代おきかで上下限の設定を変えることにより、より合理的な設計が得られると考えられる。

(4) 人口サイズも結果に影響を与えた。これは、SGAでは人口サイズの増加に伴って、結果は良好となったが、GGAでは、人口サイズの少ない範囲では人口サイズの増加と共に良くなったが、ある程度以上大きいと余り影響はなかった。これは、生長を考慮すると、ある程度以上の人口サイズは必要ないことを示し、効率の点でも生長オペレータは効果があることを示していると考えられる。

#### 参考文献

- 1) Goldberg, D.E.: Genetic Algorithms in Search, Optimization, and Machine Learning, Addison-Wesley Publishing Company, 1989.
- 2) Jenkins, W.M.: An Enhanced Genetic Algorithm for Structural Design Optimization, Proc. of CIVIL COMP 93, pp.109-126, 1993.
- 3) Rajeev, S. & Krishnamoorthy, C.S.: Discrete Optimization of Structures Using Genetic Algorithms, J. of Structural Engineering, Vol.118, No.5, 1992.
- 4) 杉本博之・鹿沬麗・山本洋敬: 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, pp.67-76, 1993.
- 5) 杉本博之: GAの工業設計への応用にむけて、数理科学、NO.353, pp.45-50, 1992.
- 6) 鹿沬麗・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.
- 7) 杉本博之・鹿沬麗: トラス構造物の離散的最適化問題へのGAの応用に関する基礎的研究、計測自動制御学会第10回システム工学部研究会資料、pp.103-110, 1992.
- 8) 杉本博之・鹿沬麗: GAの工業設計への応用に関する一考察、第42回力学連合講演会講演予稿集、pp.65-68, 1993.
- 9) 小林重信: 遺伝アルゴリズムの現状と展望、計測自動制御学会第4回知能工学部会、1992.
- 10) Hajela, P.: Genetic Search-An Approach to the Nonconvex Optimization Problem, AIAA J., VOL.28, No.7, pp.1205-1210, 1990.
- 11) 日本道路協会: 道路橋示方書・同解説、丸善株式会社、1990.

(1994年9月14日受付)