

並列分散遺伝的アルゴリズムを用いた RC 版耐衝撃設計支援システムの構築

山口大学大学院 学生会員 ○江本久雄

山口大学工学部 正 会 員 宮本文穂

山口大学工学部 正 会 員 中村秀明

1. はじめに

近年、コンピュータ性能が著しく進展し、価格も安価になったことから工学の種々の分野でコンピュータが用いられている。一般に、設計の分野では有限要素法などの数値解析技術が著しく発達し、これらの解析手法に基づいた性能照査型設計が望まれている。しかしながら、工学分野における設計は、一般的に多くの設計パラメータが存在し、また多くの制約条件を考慮する必要がある。そのため、設計案の照査に有限要素法などの数値解析技術を用いる場合が多い。設計の当初から数値解析技術を積極的に活用することが望まれるが、設計パラメータが多く存在する工学分野における設計では、組み合わせ数が膨大になるため、計算コストが非常に掛かってしまう。そこで、本研究室では、従来から組み合わせ最適化問題に適している遺伝的アルゴリズム（以下 GA）と積層化非線形有限要素解析法を用いた鉄筋コンクリート版の耐衝撃設計支援システム¹⁾の開発を行ってきた。しかし、本システムで用いていた GA は、確率的に遺伝的操作を行っているためシステムを実行する毎に異なる最適解が求まることがあった。また、GA パラメータの設定は、GA を用いる上で重要であるものの適切な設定値に関しては明らかにされていない。そこで、これらの問題を解決するために並列分散遺伝的アルゴリズムの一種である島モデル型 GA を本設計問題に適用をした。

2. RC 版の耐衝撃設計支援システムの概要

耐衝撃性に優れた RC 版を設計するには、RC 版を構成する鉄筋の本数や種類、太さなどの他にコンクリートの種類、厚さなどを適切に組み合わせる必要がある。図 1 に RC 版の特性の要素を示す。また、耐衝撃性評価を行うために、種々の設計パラメータについて衝撃破壊挙動解析を行う必要があり、GA と積層化非線形有限要素解析を組み合わせ設計支援システムの構築を行ってきた。

3. 島モデル型 GA²⁾を適用した本システムの概要

3. 1 処理手順

島モデル型 GA は、母集団を複数のサブ母集団に分割する。サブ母集団においてそれぞれ従来と同様の遺伝的操作を行う。それから、数世代の反復計算ごとに、あるサブ母集団のいくつかの個体を他のサブ母集団に移動させる。この遺伝的操作を移住と呼ぶ。島モデル型 GA の処理手順を図 2 に示す。島モデル型 GA へ FEM 解析法を適用するには、島モデル型 GA の遺伝的操作手順の際に、図 3 のような適応度計算を FEM 解析法によって行う。なお、適

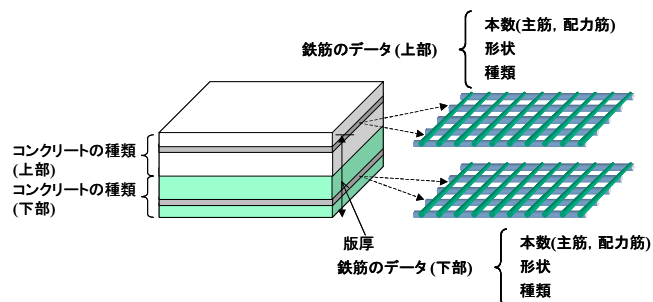


図1 RC版の特性を示す要素

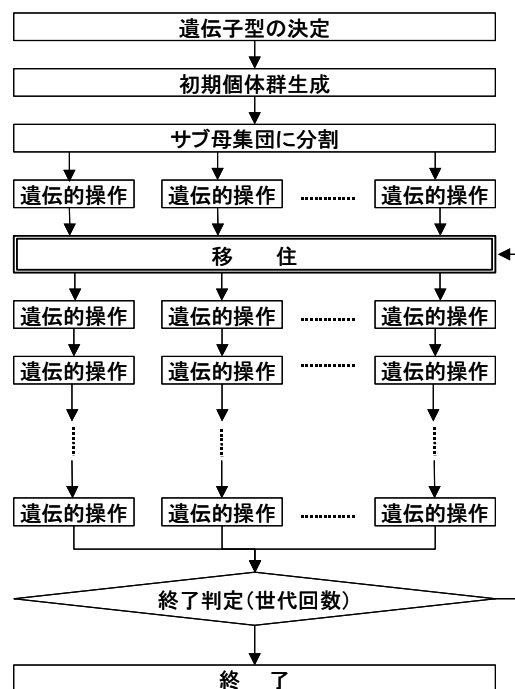


図2 島モデル型 GA の処理手順

キーワード：島モデル型 GA、耐衝撃設計支援システム、RC 版

〒755-8611 山口県宇部市常盤台 2 丁目 16-1 TEL：0836-85-9530 FAX：0836-85-9530

応度としては、破壊時衝撃荷重を局部変形指数で除したものをを用いており、この値が大きいものほど良い個体と云える。詳しくは文献¹⁾に示されている。

3. 2 本設計支援システムの有効性

種々の島-モデル型 GA において設計問題と特性の類似したナップザック問題を用いて検証した結果、同期型移住で動的接続のリング型形状の同質型と異質型が有効であることが分かった。そこで、この2つの島-モデル型 GA を本設計問題に適用し、その有効性を把握するために従来の GA を用いたシステムとの比較を行う。表1に設計シミュレーションの条件を示す。また、表2に最適化手法による最大適応度とその求めた世代を示す。表2に示すように、単純 GA よりも島-モデル型 GA の最大適応度が約2倍近く向上していることが分かる。これは、島-モデル型 GA の移住の操作によって従来の手法では探索不可能な領域を探索したためと思われる。また、求めた世代に関して、終了世代数が100世代であるが、特に異質型では、最大適応度が55世代目に求めり以前より高速に求めることが可能と思われる。また、複数のサブ母集団で GA を実行するので、複数の設計案が得られる。同質型では、全てのサブ母集団で最大適応度の異なる複数の設計案が得られた。特に、同質型では、サブ母集団数分の8種類、異質型では、5種類の設計案が得られた。これら得られた設計案の適応度は、最大適応度とほぼ等しい値であった。図4に異質型により求めた適応度が最大の設計案を示す。この設計案は、版下部の鉄筋量が版上部より多いという特徴を示している。これは、コンクリートは引張りに弱いので引張りの応力がかかる版下部に引張りに強い鉄筋が多く配置されることにより補強されたものと思われ、妥当な設計案の一つと考えられる。

4. まとめ

本研究では以下のような成果が得られた。

島-モデル型 GA は従来の GA に比べて解が安定して求めり、解が求まる世代も早いことから有効であることが分かった。

同質型と異質型の特徴が明らかになった。

GA パラメータの設定が難しい同質型より一般的な範囲の GA パラメータを網羅した異質型の方が設計者に依らない面や適応度の結果から有効であることが分かった。

[参考文献]

- 1) 江本久雄：GA による RC 版耐衝撃設計支援システムの開発に関する研究，構造工学論文集 Vol.45A，1999，3。
- 2) 三木光範，廣安知之，畠中一幸，古田純一：並列分散遺伝的アルゴリズムの有効性，日本計算工学会，No20000038，2000.8.31。

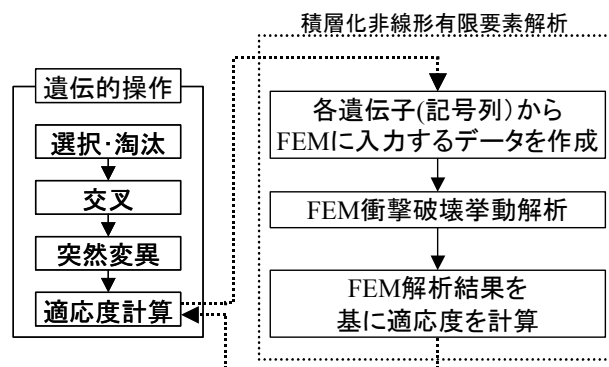


図3 設計支援システムの遺伝的操作の処理手順

表1 設計シミュレーションの条件

目的関数	耐衝撃性評価関数を用いて、耐衝撃性に優れたRC版を設計する。
制約条件	・RC版の最大重量は1000kgfとする。 ・コンクリート版に挿入される最大鉄筋量は10000cm ³ とする。

表2 最適化手法による最大適応度とその求めた世代

最適化手法	適応度	世代
単純 GA	1.065111	92
同質型の島-モデル型 GA	1.953967	70
異質型の島-モデル型 GA	1.95642	55

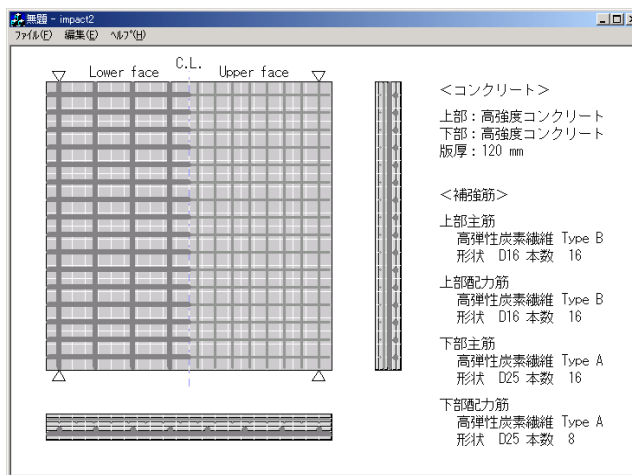


図4 異質型の設計支援システムにより求めた設計案