

R C 版の耐衝撃設計支援システムにおけるネットワーク技術の有効性

山口大学大学院 学生員○江本久雄 （株）富士通システムリユージョン 山崎一廣
山口大学工学部 正会員 中村秀明 山口大学工学部 正会員 宮本文穂

1. はじめに

衝撃荷重を受ける構造形態の一つに RC 版がある。近年、動的解析に基づく RC 版の耐衝撃設計が望まれるようになり、コンピュータを効率的に活用した設計支援の必要性が高まっている。また、現在設計されている図面などはほとんど紙ベースによるものであり、保管庫などで管理されているだけで有効活用できていないという現状がある。そこで、近年爆発的な普及をしているネットワーク網を利用し、離散していたスタンドアロンの解析結果や設計に関する情報をサーバを介して一元的に管理するなど、設計情報の共有が試みられている。そこで、本研究では動的解析に基づく RC 版の耐衝撃設計にネットワーク技術を適用した分散型（ネットワーク型）耐衝撃設計支援システムを提案しその有効性を検証する。

2. ネットワーク技術を適用するための GA の改良

耐衝撃設計支援システムは、非線形動的 F E M 解析により、衝撃荷重を受ける R C 版の設計を行うもので、膨大な数の設計パラメータの組み合わせの中から条件に最も適合したものを遺伝的アルゴリズム(GA)で求めている。既往のシステムでは、GA¹⁾において発生する個体の 1 つ 1 つを積層化非線形有限要素解析法²⁾により解析し、評価値を得ているが、GA 特有の個体の収束により、中にはまったく同じ個体も多数発生していると思われる。そこで本研究で提案する改良 GA のデータベース導入により解析時間の短縮を試みる。

2.1 改良 GA の提案

本研究により提案する改良 GA の SGA（シンプル GA）との相違点を以下に示す。

- ① 選択方式にルーレット選択方式とエリート選択方式を組み合わせている。
- ② 交叉方法は、1 点交叉ではなく 2 点交叉である。
- ③ 多様度が閾値以下になると一時的に突然変異率を高める。

2.2 データベースを導入した GA の処理時間

まず始めに、データベースに格納している個体数の割合による処理時間の比較検証を行った。全データを格納することは膨大な計算量を必要とし時間的に不可能であることから、制約条件を用いて組み合わせの数を減らすことで、全データをデータベースに格納する。この時の組み合わせ数は 110592 通りである。この結果を表 1 に示す。また、グラフ化したものを処理時間、格納した個体数についてそれぞれ図 1、図 2 に示す。

表 1 より、データ数を増加させればさせるほど処理時間が減少することが分かる。図 1、図 2 より、組み合わせ最適化に確率論的手法である GA を適用しているため多少ばらつきがあるものの処理時間、格納した個体数ともにデータベースに格納されているデータ数とほぼ反比例の関係にあるといえる。Case8 で全データをデータベースに格納することで処理時間を 2min と短縮することができ、データベースを導入していないものと比較し、1/98 の時間の短縮となり、データベースの導入が有効であるといえる。

表 1 全データ数に対する格納している個体数の割合
の変化による処理時間の一覧

	格納している個体数(個)	全データ数に対する割合(%)	処理時間(分)	格納した個体数(個)
Case0	データベースなし		198	
Case1	0	0.00	72	956
Case2	5000	4.52	66	748
Case3	10000	9.04	49	579
Case4	20000	18.84	53	593
Case5	40000	36.17	52	409
Case6	60000	54.25	34	239
Case7	90000	81.38	17	133
Case8	110592	100.00	2	

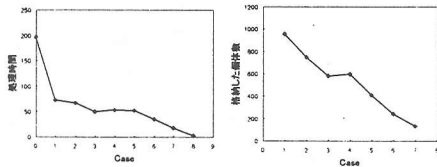


図 1 処理時間の比 図 2 格納した個体数の比

表 2 全通りの解析結果

単位	断面 (cm)	コンクリートの種類	断上部の補強筋			断下部の補強筋		
			形状	本数(本)	種類	形状	本数(本)	種類
1	12.00	高強度コンクリート	D12	12	高強度補強筋 TypeB	D16	12	高強度補強筋
2	12.00	高強度コンクリート	D12	20	高強度補強筋 TypeB	D12	16	高強度補強筋 TypeB
3	12.00	高強度コンクリート	D16	8	普通鉄筋	D16	12	高強度補強筋 TypeB
4	12.00	高強度コンクリート	D16	8	高強度鉄筋 TypeA	D16	12	高強度補強筋 TypeB
5	12.00	高強度コンクリート	D16	8	高強度鉄筋 TypeA	D16	12	高強度補強筋 TypeB

3. 本設計支援システムの精度の検証

本設計支援システムの精度の検証を 2.2 節と同様に制約条件を用いて行った。全通りの解析結果を表 2 に示す。本設計支援システムにより得られた設計案は表 2 に示す

ように全 RC 版中で 5 位であった。5 位というのは全 RC 版 110592 通りから考えるとかなり上位に位置し、本設計支援システムの精度は良いといえる。また、GA は確率論的手法であるため良い解が得られない場合がある。そこで複数回計算させた時の解の安定性を検証するため、SGA、改良 GA についてそれぞれ 10 回ずつシミュレーションを行い得られた設計案の順位の比較を行った。全通りの RC 版中の順位を表 3 に示す。表 3 より、SGA では求められた設計案の順位にかなりのばらつきがみられるのに対し、改良 GA では安定して上位の設計案を求めることが可能であることが分かった。本研究における改良 GA は有効であるといえる。

表 3 得られた設計案における全通りの RC 版

	1回目	2回目	3回目	4回目	5回目	6回目	7回目	8回目	9回目	10回目	平均
SGA	172	7	1065	24	142	2158	1061	328	1195	370	652.2
改良GA	3	1	7	4	3	1	1	2	11	1	3.4

4. スタンドアロン型システムとネットワーク型システム³⁾について

スタンドアロン型システムはすべての処理、操作等をクライアント PC 上で稼動するシステムである。ネットワーク型に比べると解析パラメータの細かな箇所まで設定することが可能であるため、クライアントに合わせてシステムをカスタマイズできる。しかし、多数のファイルやプログラムをユーザにより管理する必要があることや、実行中は CPU 使用率がほぼ 100% となり他の作業が全くできないなど、といった利用上の制限事項が多い。ネットワーク型システムでは、ユーザーインターフェイスに Web ブラウザを用いることにより、HP の閲覧と同等の操作でデータの入力から解析の計算、結果の可視化までをトータルに、かつ解析の場を意識せずにクライアント PC 上で実行できる。

5. ネットワーク型システムの有効性について

- ① Internet Explorer などの Web ブラウザソフトがインストールされてさえいれば、場所を問わず、ネットワークを通じて本システムを利用できる。
- ② 実際に処理を行うのは Web サーバであり、クライアントマシンの能力には全く依存しないため、低スペックなマシンでも利用することができる。
- ③ スタンドアロン型では、システムの実行中は他の作業ができないのに対して、ネットワーク型ではクライアントが処理要求を出した時点でネットワークからいったん切断され、メールにより通知することで結果を得るので、サーバが処理中でもクライアント上では別の作業をすることが可能であり、非常に効率的である。
- ④ プログラムやファイルまた、データベース等は、サーバにより一元管理するため、クライアントはそれらの存在を全く意識する必要はない。これにより維持、管理が容易になるだけでなく、バージョンアップにも迅速に対応できる。
- ⑤ スタンドアロン型では、Windows 系で開発されているため OS は Windows 系でしか稼動しないが、ネットワーク型では Web ブラウザソフトがインストールされていること、またそれに JavaVM が搭載されてさえいれば、ハードやソフトの種類に依存することなく、すべての計算機上で稼動する。
- ⑥ システムは、クライアントがサーバに処理を要求するのでソフトを配布する必要はない。

以上より、スタンドアロン型システムと比べて、ネットワーク型システムは有効であるといえ、またその有効性が十分に検証できたと思われる。

参考文献

- 1) 坂和正敏：遺伝的アルゴリズム, 朝倉書店, 1995, 9.
- 2) 土木学会構造工学委員会：構造物の衝撃挙動と設計法, 構造工学シリーズ 6, 土木学会, 1994
- 3) 藤田一郎：最新 Java がわかる, 株式会社技術評論社, 1999, 12.