

I - 315

並列計算機を用いた有限要素解析プログラムの開発

関西大学工学部	正会員	三上市藏
日本電子計算	正会員	○ 丹羽量久
関西大学大学院	学生員	田中 剛

1. まえがき

近年、解析理論や計算機の発展にともなって、大規模な解析が実施されてきた。ところが、解析の複雑、大規模化に対処する場合には、解析時間の短縮と大容量メモリの確保が要求される。しかし、単一プロセッサ型の計算機では実現に限界があり、その問題を解決するために、多くのプロセッサをもつ並列計算機を用いて、数値解析を行う研究が報告されている。^{1)~4)}

ここでは、並列計算機を用いた有限要素解析プログラムを開発したので報告する。有限要素法に並列化を施すためには、領域分割法や部分構造法などを利用することができるが、文献1),2)では、領域分割法を適用している。しかし、領域分割法は反復計算を用いる必要があるために、常に安定した解が得られるとは限らない。本研究では、反復計算を必要としない部分構造法を用いた。なお、本研究は、大規模な非線形解析を実現するための基礎的研究である。

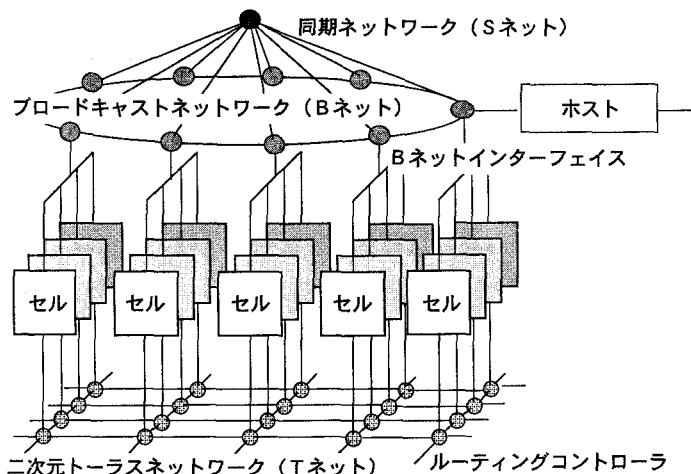


図-1 AP 1000のアーキテクチャ

2. 並列計算機

本研究では、富士通社製のMIMD (Multiple Instruction stream Multiple Data stream) 型高並列計算機AP-1000を用いた。AP-1000は図-1に示すように、1つのホスト・プロセッサ (以後、ホストとよぶ) と、多数のセル・プロセッサ (以後、セルとよぶ) で構成されており、3系統のネットワーク (Sネット, Bネット, Tネット) によって結合されている。ホストとセルにはそれぞれ、16MBのメモリが搭載され、ホストにはハードディスクが接続されている。ホストは各セルに実行の命令を送るが、セル同士の通信も可能である。

3. 並列化有限要素プログラム

本研究では、解法に部分構造法を適用した、有限要素法による弾性微小変形解析プログラムを開発した。要素としては3節点三角形要素を用いる。部分構造法は、計算機の記憶容量が小さい時代に、大規模な構造解析を実現するために考えられた方法である。各部分構造に対して行われる計算は完全に独立しており、お互いは境界においてのみ関係づけられていることから、並列処理に適した解法であると考えられる。

本解法では、図-2のフローチャートに示すように、部分構造の縮合過程と部分構造内部の変位・応力度の算出過程の二つの過程に並列化を施した。すなわち、一つの部分構造は一つのセルに割り当てられる。境界点に対する計算には将来の拡張性を考えて、ホストではなく、別の一つのセルを割り当てる。ホストとセル間の通信は、Bネットを介したプログラムの実行命令以外はデータの入力と結果の出力に限られ、剛性マトリックスや境界節点の変位の受け渡しはセル間で、Tネットを介して行われる。

4. 解析モデル

解析に用いたモデルを図-3に示す。このモデルは、箱断面を有する薄板構造物で、全節点数 3075、全要素数 5881、全自由度数 18450 である。このモデルでは太線を各部分構造の境界としており、板パネルと補剛材がそれぞれ一つの部分構造となる。すなわち、16の部分構造に分けられる。

5. あとがき

本研究では、部分構造法を用いた有限要素解析プログラムを開発したが、数値計算結果など詳細は講演会当日に述べる。

参考文献

- 1) 矢川・塩谷・吉村：超並列コンピュータ n C U B E を用いた大規模有限要素解析，構造工学における数値解析シンポジウム論文集，Vol.16，1993.7.
- 2) 庄司・小畑・後藤・松浦：大変形構造解析の並列処理化についての基礎的研究，土木学会年次学術講演会，1993.9.
- 3) 有尾・池田・鳥居：ブロック対角化法による平面構造物の有限要素並列解析，構造工学論文集，Vol.38A，1992.3.
- 4) Fukumori and Muraoka：Parallel FEM Solution Based on Substructure Method，Proceedings of the Second Parallel Computing Workshop，Fujitsu PCW'93，1993.11.

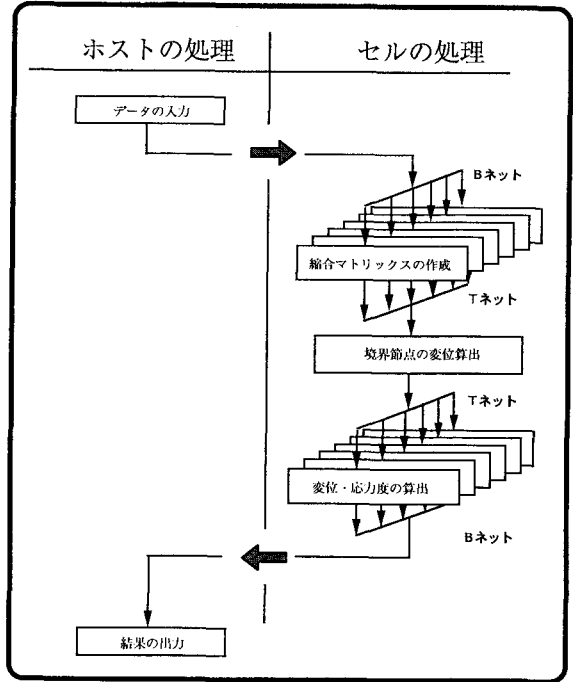


図-2 並列化のフローチャート

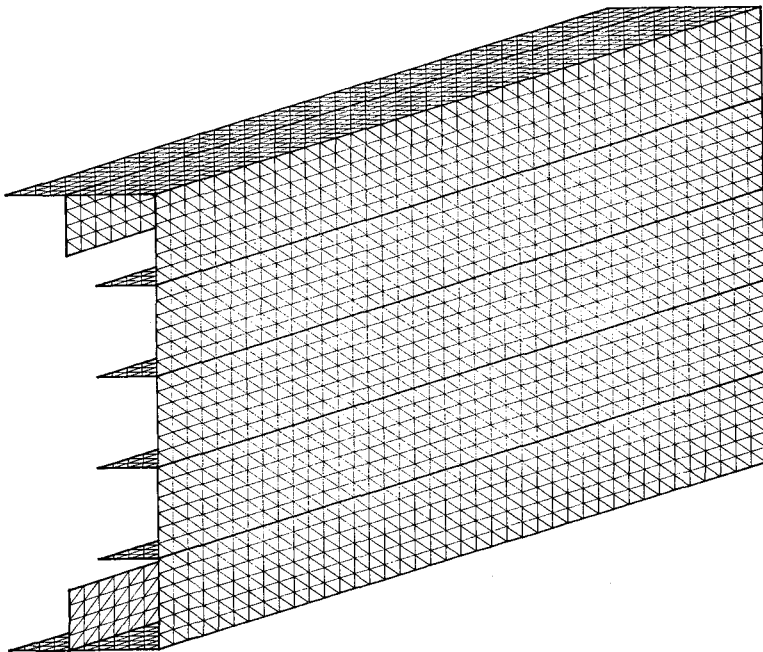


図-3 解析モデル図