
今後のHPCI計画推進のあり方に関する検討 ワーキンググループ資料(第19回)

大地震時における軟弱地盤上の高層 建物の被害予測シミュレーション

(株)竹中工務店 技術研究所

重野 喜政

2013年7月22日

-
- 1.HPCI採択課題の概要
 - 2.「京」利用の課題～手続き上の課題
 - 3.「京」利用の課題～技術的課題

1.HPCI採択課題の概要

2.「京」利用の課題～手続き上の課題

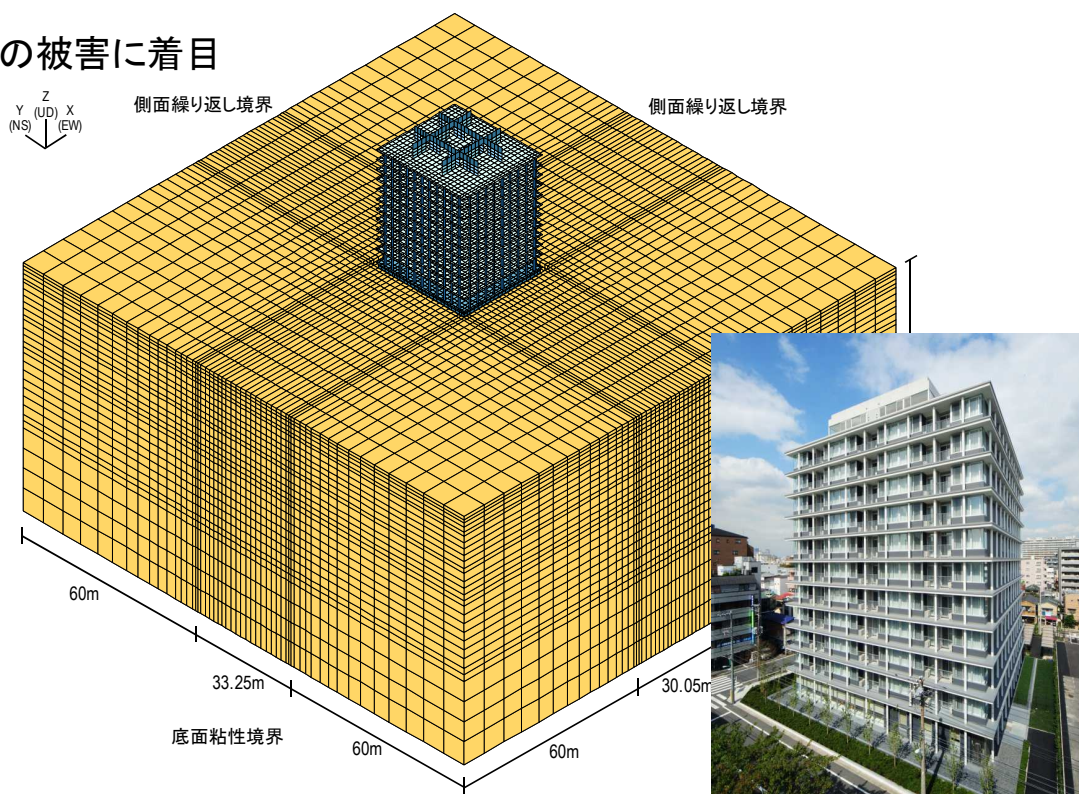
3.「京」利用の課題～技術的課題

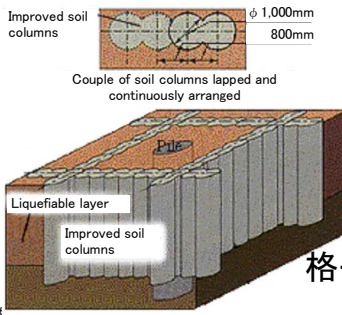
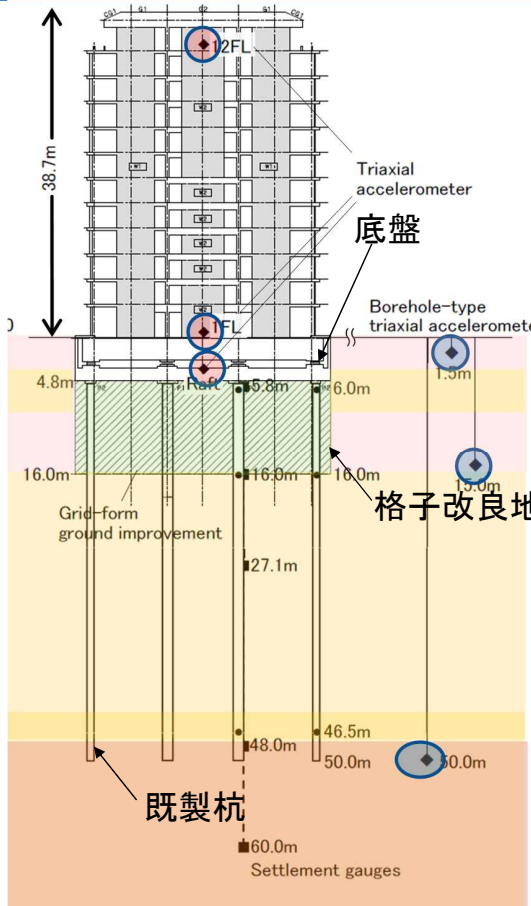
課題の概要1

大地震時における軟弱地盤上の高層建物の
被害予測シミュレーション

特に基礎構造の被害に着目

12F, RC, 免震
30m × 30m





近年の建物は基礎構造が複雑
既製杭、底盤、格子状改良地盤の複合基礎



3.11の観測記録でモデルを検証



基礎構造が大規模地震時にどの程度安全か検討

- 基礎構造を詳細に調べるため、モデルは数百万要素
- この種の解析としては大規模
- 自社開発プログラムを適用

1.HPCI採択課題の概要

2.「京」利用の課題～手続き上の課題

3.「京」利用の課題～技術的課題

社内手続きの影響で利用開始が2ヶ月程度遅れた

その原因は.....

① 誓約書が問題になりました

14. 賠償責任

(1)利用者は、「京」の利用にあたって、**利用者の責による事由により**施設、備品、アプリケーションソフトウェアやデータなどの滅失、損傷その他、登録機関等に損害を与えた場合は、その損害を賠償すること。

具体的にどのような場合を想定しているのか、故意による被害の場合か、賠償に上限はあるかなど、ほとんど理解が得られませんでした。今でも理解されていません。

② 社外システムへの接続が問題になりました

接続に対する安全措置について、素人にわかりやすい資料があれば、助かります。

1.HPCI採択課題の概要

2.「京」利用の課題～手続き上の課題

3.「京」利用の課題～技術的課題

FEMによる非線形地震動解析

ステップ数が多い

dt=10⁻³~10⁻² sec, 150秒~300秒, 15,000~300,000ステップ

格ステップの繰返し計算が必要: 1ステップ当たり、平均で3~5回

微小ひずみ範囲内で十分

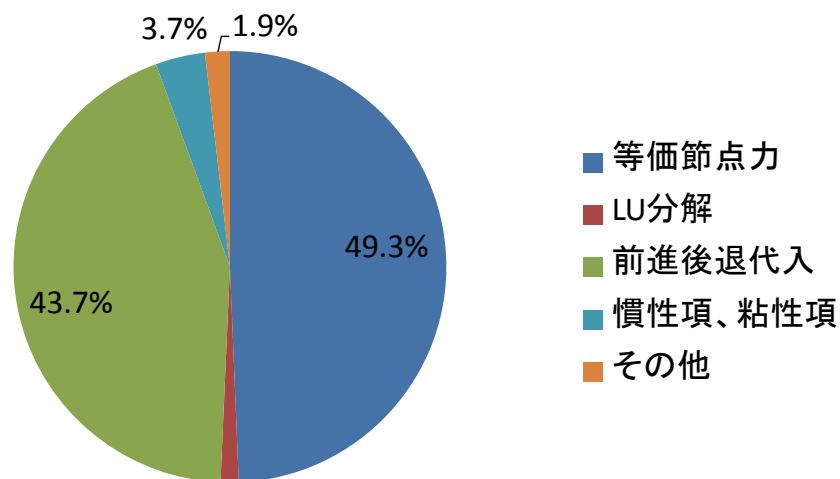


求解の回数が多い

非線形のアルゴリズムとしては、初回のA⁻¹を用いたNewton Rapsonで十分



- 線形方程式ソルバーは、直接法が最適
- 前進・後退代入と不釣合い力の計算が大半を占める



FEM
213,622 elements
D.O.F. 656K
15,000 steps
equivalent linear

total 6.50 hours

96 nodes, 96 process, no thread

線形方程式ソルバー

公開ライブラリーを利用する

現実的な選択肢: SuperLU (LBL, USA), MUMUS (France)

課題

標準ライブラリー以外は各自用意

はたして、コンパイルできるか？

OSの問題、コンパイラーの問題、MPIのライブラリーの問題



Makeのひな形をHelp Deskで作って頂き
大変助かりました。

有用なライブラリーは用意して頂けると大変助かります

線形方程式ソルバーにおける課題2

公開ライブラリーが正しく動作するか

SuperLUであるオプションが正しく動作しなかった。

問題箇所を同定するのに1ヶ月

RISTの方に手伝って頂き試行錯誤するのに1ヶ月



RIST側では正しく動作するが、当社側では正しく動作しなかった。
通信の問題だと思うのですが.....

結局、原因不明。ほかのオプションを用いることにし、先に進めることに。

公開ライブラリーは、動作に問題がある場合、特定が難しい

特に次の点で難しい

複数のライブラリーが関与することが多い

「京」のアーキテクチャは独自なので、情報が少ない

公開ライブラリーがボトルネックの場合、さらなる高速化が難しい

- 公開ライブラリーの改造は非現実的
- ハイブリッドに対応するものはほとんどない
- ハイブリッドに対応した公開の線形方程式ソルバーは、PaStiX (France)位か？



自動並列化でハイブリッド化、ただしあまり性能はでない

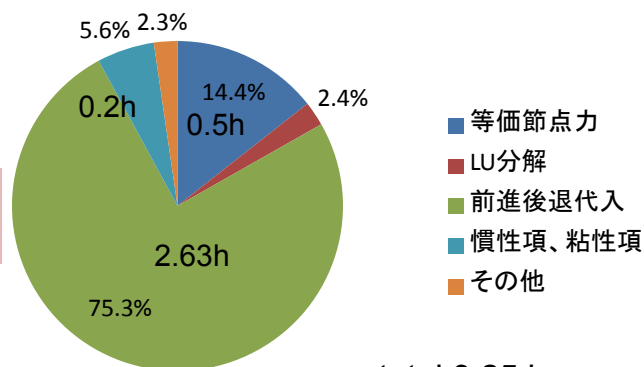
直接法は、大規模向けとは言えないのですが、
民間の大半の構造解析者は、直接法を用いているのではないかと？

「京」にハイブリッドの直接法があれば成果をあげやすい
直接法にも問題意識を持って頂くと裾野が広がると思います

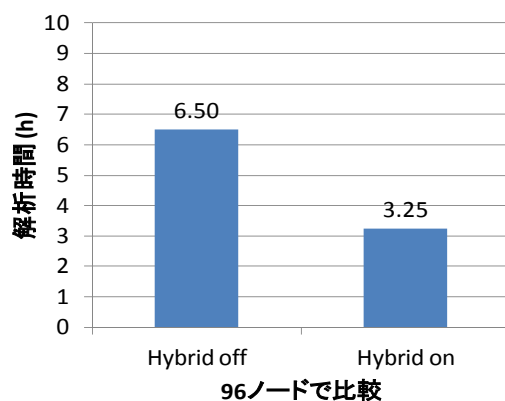
さらなる高速化は難しいか

96ノードでの内訳

96 nodes, 96 process,
8 threads/node



total 3.25 hours



現時点の利用率は低いのですが.....

20万要素モデルの非線形解析

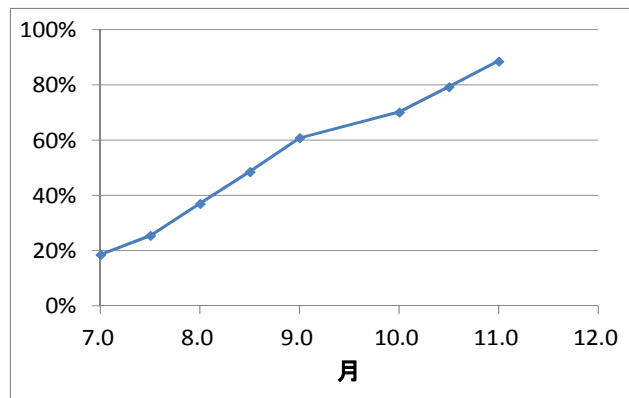
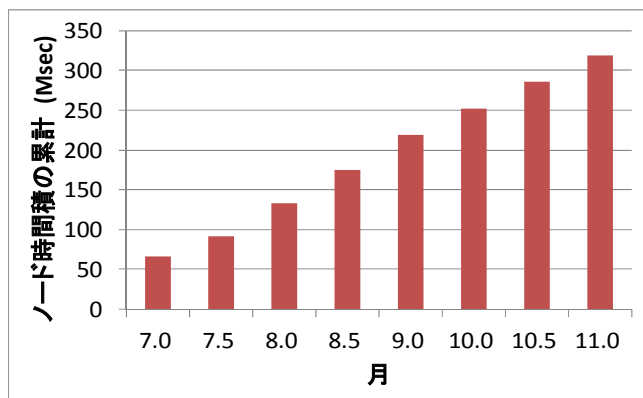
3.11地震動、288ノードで4ケース

東京湾北部地震 (基盤面で、3.11の4倍)、288ノードで10ケース

100万要素モデルの非線形解析

3.11地震動、384ノードで3ケース

東京湾北部地震 (基盤面で、3.11の4倍)、384ノードで4ケース



手続きやプログラム移植において次の点が改善されると参入しやすくなると考えます

- 誓約書の賠償責任の項における、責任が生じる場合の具体的な提示
- SSHによる接続の安全性を説明する資料
- 有意な公開プログラムの積極的な導入
- ハイブリッド並列に対応した直接法ソルバーの導入