

オープンソースCAEを用いた 高力ボルト摩擦接合の 接触解析に関する基礎的研究

岐阜高専 平光里佳
柴田良一

本題の前に

「オープンソースの成功」からオープンソース活動の要点8項目

- 1 : 面白くして必ず課題を実現させること
- 2 : 具体的にかゆいところに手が届くこと
- 3 : 1からやり直すのを最小限にすること
- 4 : 並行作業の中で問題解決を進めること
- 5 : 大数の法則を利用し広く活動すること
- 6 : 活動を文書化し知識を共有化すること
- 7 : 早期に公開し頻繁に公開を目指すこと
- 8 : 広く多く人と情報交換を心掛けること

本題の前に

「オープンソースの成功」からの要約の引用

その1：オープンソースが有効に機能する条件

- 1：貢献が独占されずに、無差別に誰も制限なくアクセス可能となっている。
- 2：成果が多数の利用者にとって、重要で価値あるものとして認められる。
- 3：創造的な課題として成果物が利用者からの助言を受けて改善される。
- 4：活動の成果は、正の強いネットワークのフィードバックを受ける。
- 5：真に有用な成果を生み出せるような重要なコア技術を開発する。
- 6：反復型の相互作用を持つコミュニティの中で成果が生まれる。

その2：オープンソースに参加する人々への条件

- 1：潜在的な貢献者らが進化する成果物の有効性を簡単に判断出来る。
- 2：努力が浪費されず共同の財産として蓄積される見通しを明確にする。
- 3：単なる経済的な利得を超え未来への可能性を確信出来る報酬を与える。
- 4：開発の実行過程により学び個人的にも価値ある知識を得ることができる。
- 5：開発過程では、肯定的な規範的意識を持ち行動には倫理的な価値を求める。

オープンCAEの状況

計算機能力の著しい発展⇒精密数値解析：数値実験
新しい数値解析システムの可能性⇒**オープンCAE**

	自作プログラム	商用CAE	オープンCAE
導入のコスト	○基本的に無償	×相当に高価	○基本的に無償
習得のコスト	△継承に依存	◎教材が完備	※基本的に自力
解析の機能	△目的を限定	○標準的に網羅	○標準的に網羅
機能の追加	◎研究の展開	×原則的に不可	○ソースが公開
プリポスト機能	×対象を限定	◎幅広く対応可能	○標準的に対応
ソースコード	○限定的自由	×原則的に不可	◎完全に公開
並列処理	×技術が必要	△可能だが高価	◎自由に利用可能
活用の展開	×門外不出	×ライセンス制限	◎共通基盤利用
総合評価	7点	9点	17(-10※)=7点

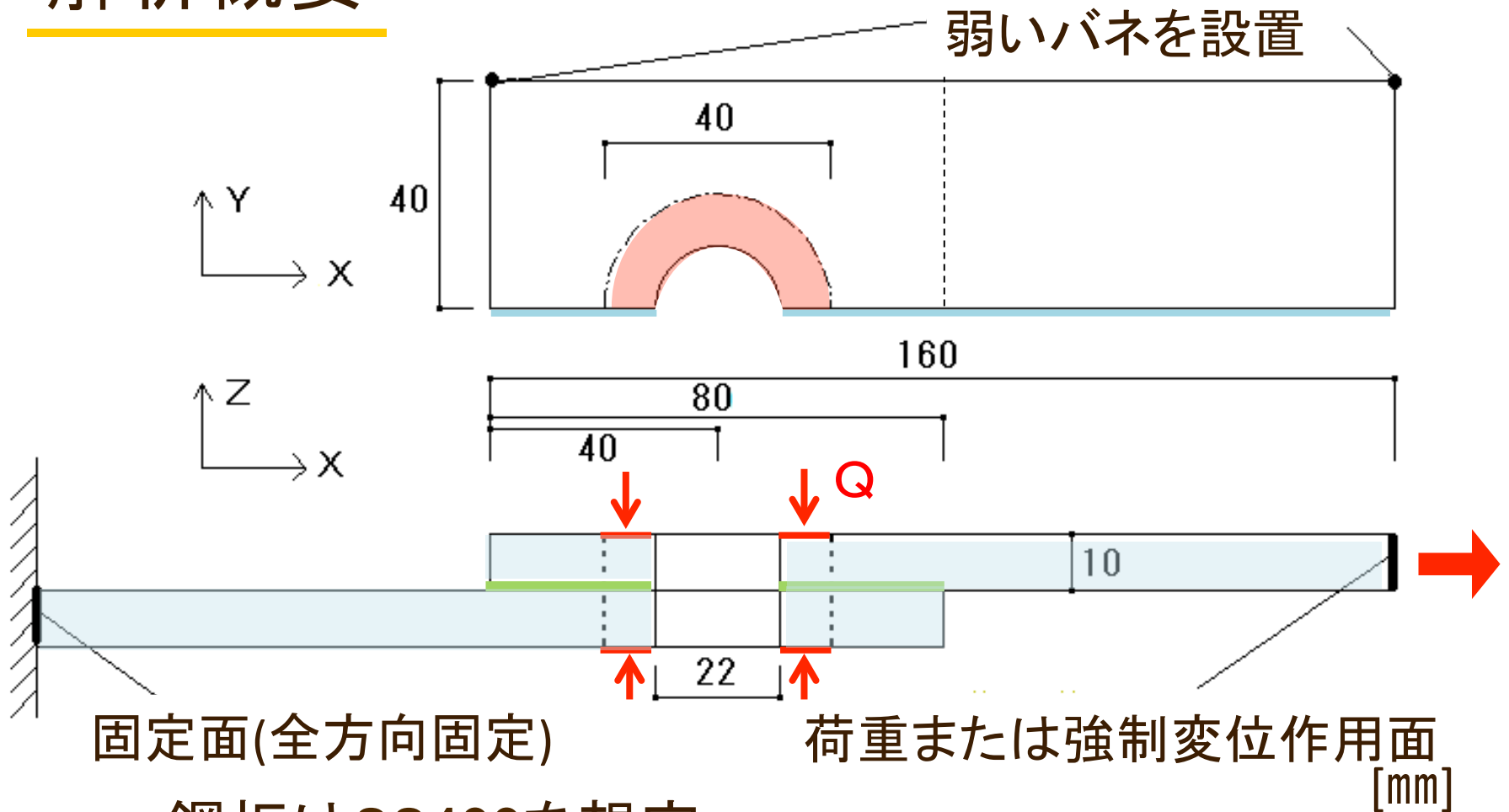
背景・目的

従来の鉄骨構造の構造解析

→ 接合部については挙動が複雑であり精密な分析が必要とされる

オープンソースCAEを用いて
摩擦を含む接触解析を行い
その有用性を確認する

解析概要



- ・ 鋼板はSS400を想定
- ・ ヤング率 $2.05e5$ [N/mm²] ポアソン比 0.3
- ・ Z方向に各 $188.676e6$ [N/m²]の分布荷重Q

解析概要

(1) 変位制御解析

X方向に1mmの強制変位を与える

摩擦係数 0.45、0.225

(2) 荷重制御解析

X方向に 139.5351×10^3 [N/mm²]

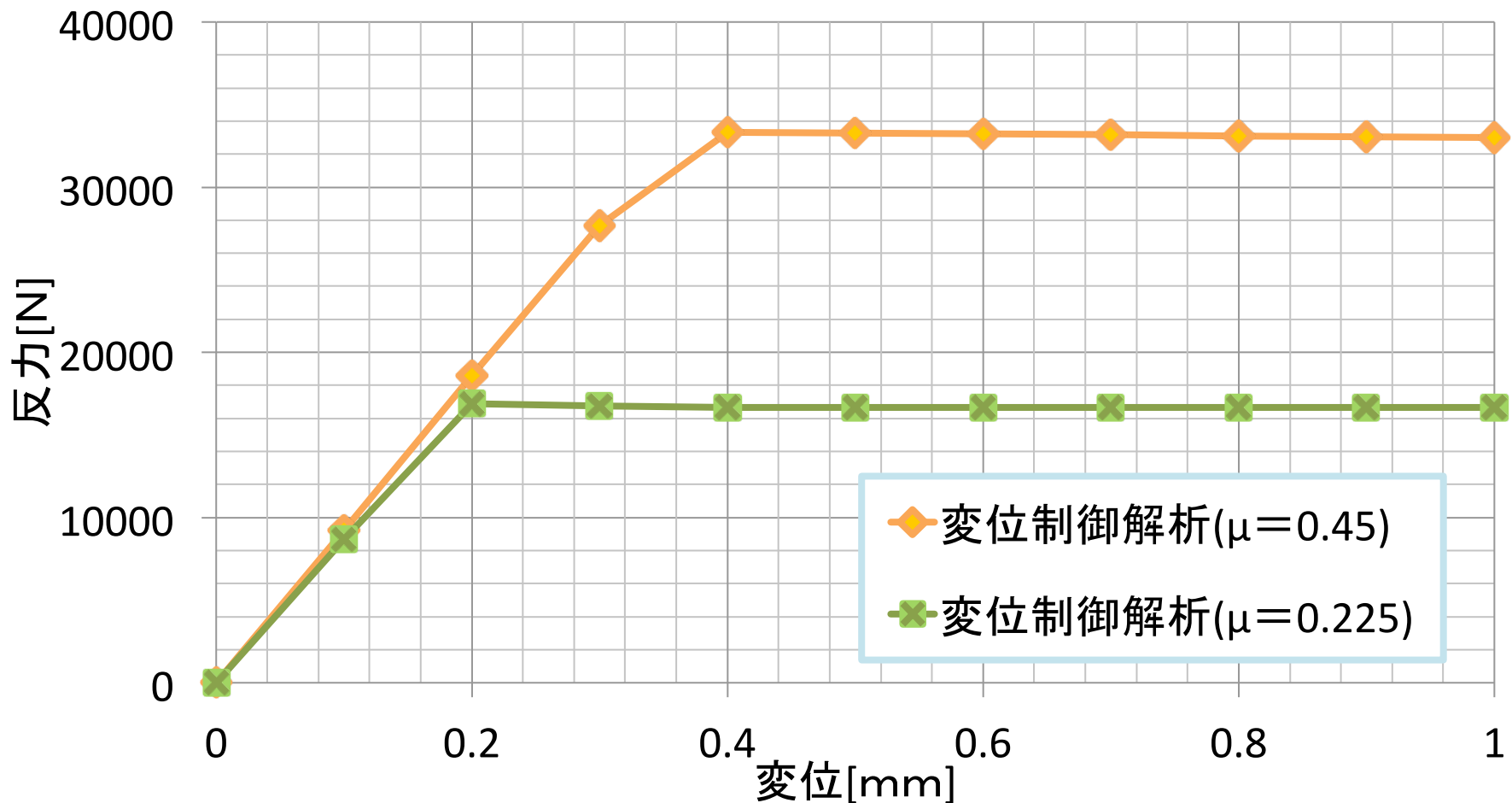
摩擦係数 0.45

摩擦解析の手法: ペナルティ法

垂直方向 2.05×10^5 [N/mm²]

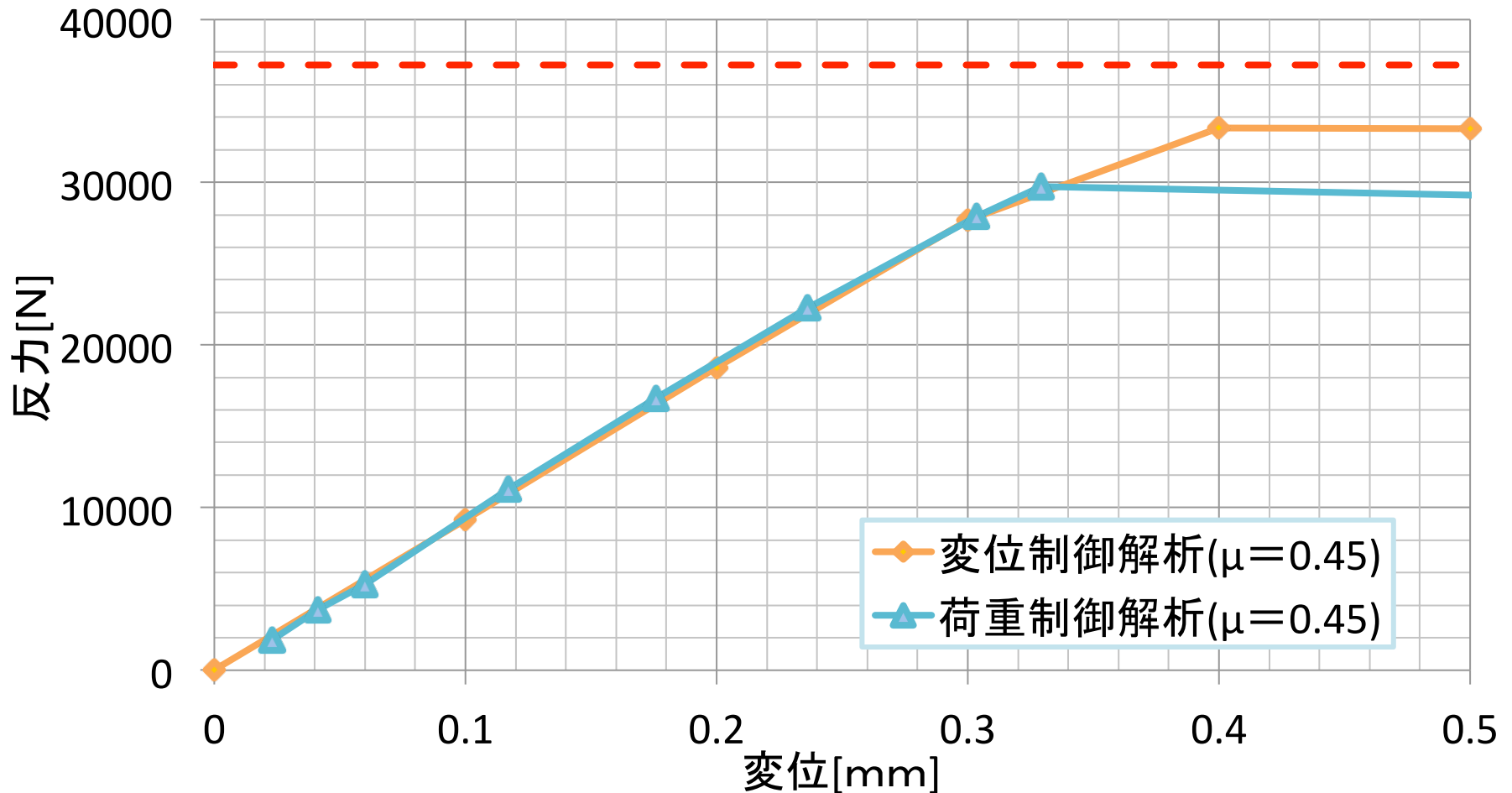
摩擦方向 2.05×10^4 [N/mm²]

解析結果(変位制御解析)



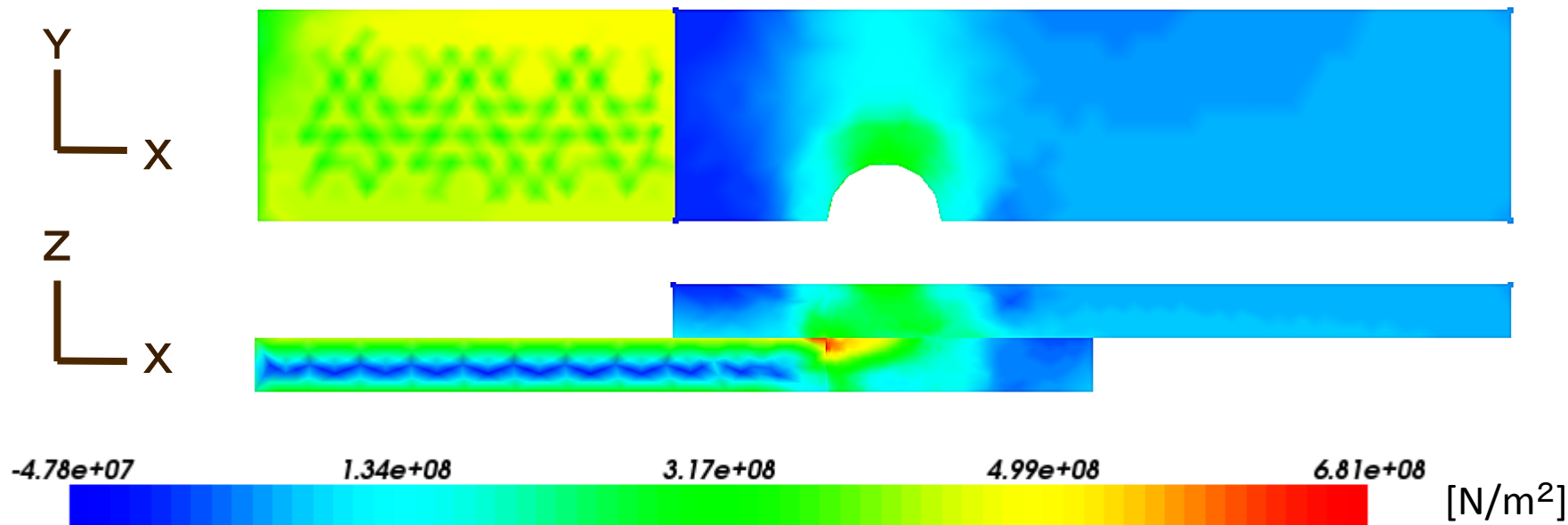
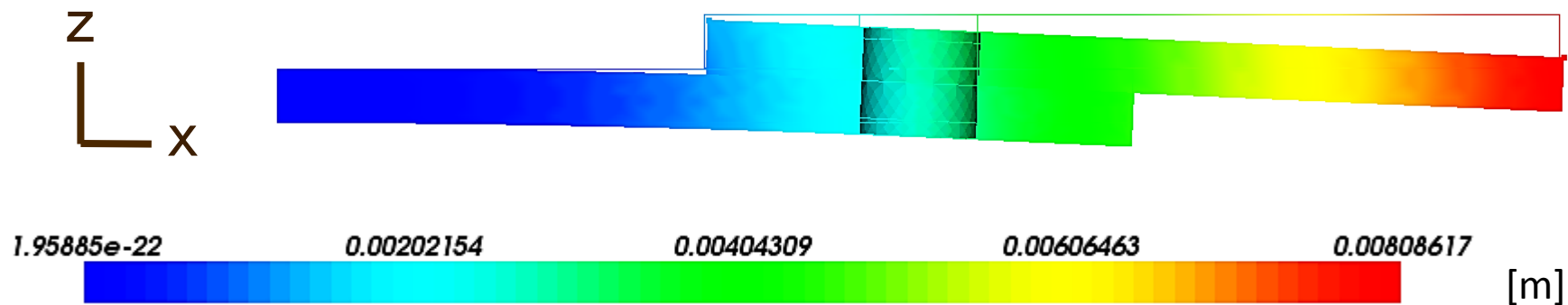
- ・ほぼ同じ傾きとなった
- ・摩擦係数が結果に正しく反映されている

解析結果(変位、荷重制御解析)

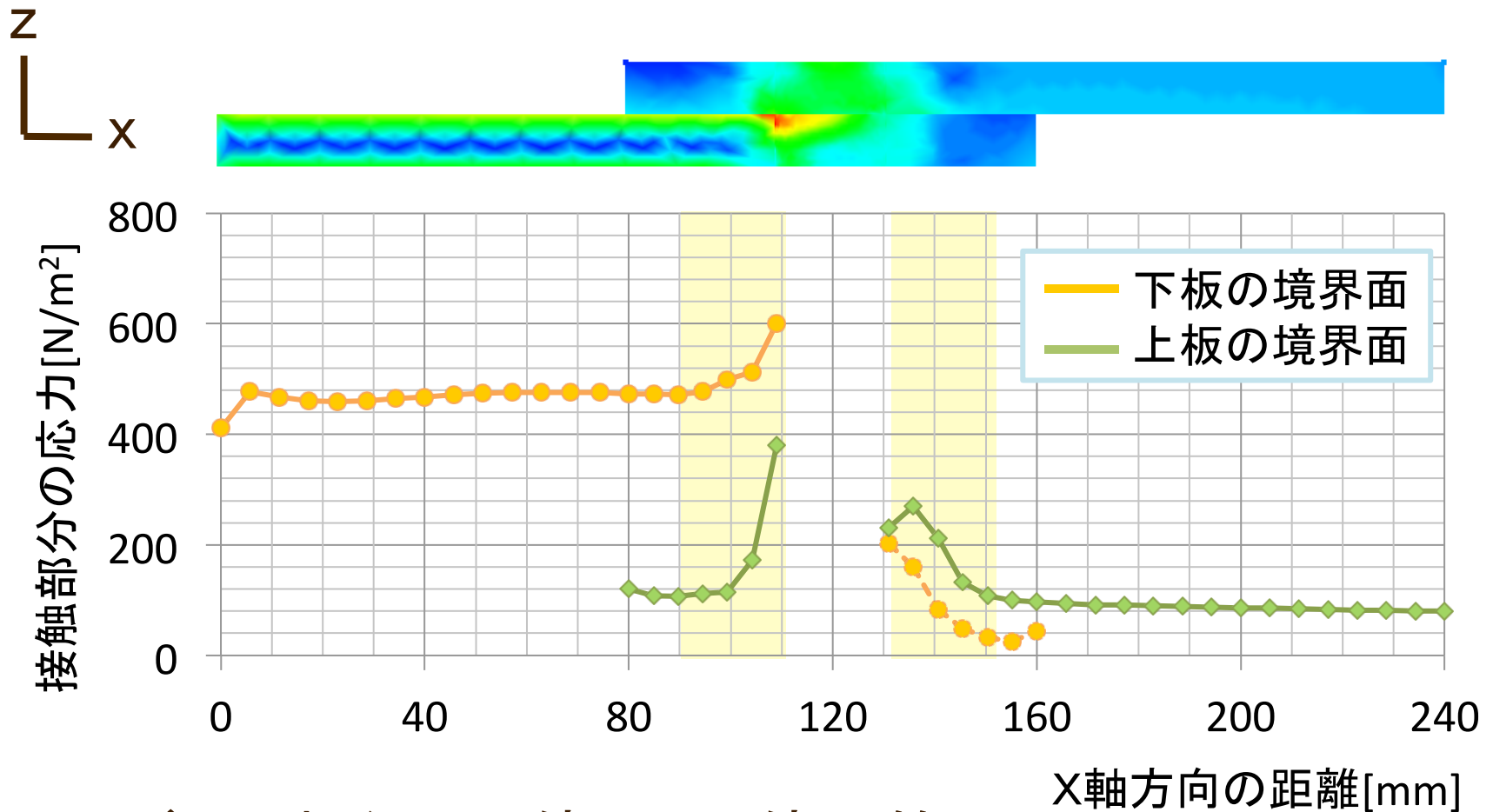


- ・予想された荷重より、変位制御解析では11.3%、荷重制御解析では19.4%の誤差率がみられた

解析結果



解析結果



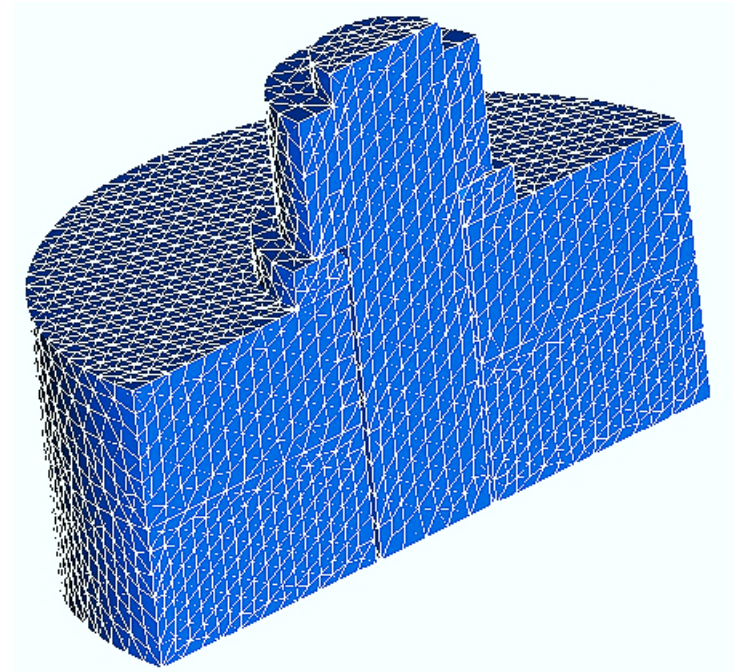
- ・ボルト軸径の2倍から3倍の範囲に
応力が発生している

まとめ

- 異なる摩擦係数で変位制御解析を行い、摩擦の設定方法の確認ができた
- 荷重制御解析を行い、同様に摩擦を含む接触現象が再現できていることが確認できた

今後の課題

- ◆ 解析の精度の向上
 - メッシュ粗さの調整
 - 接触のパラメータの調整
- ◆ 既往の論文等との比較
 - 接触圧分布の比較
 - 最大接触圧の比較



本当のまとめ

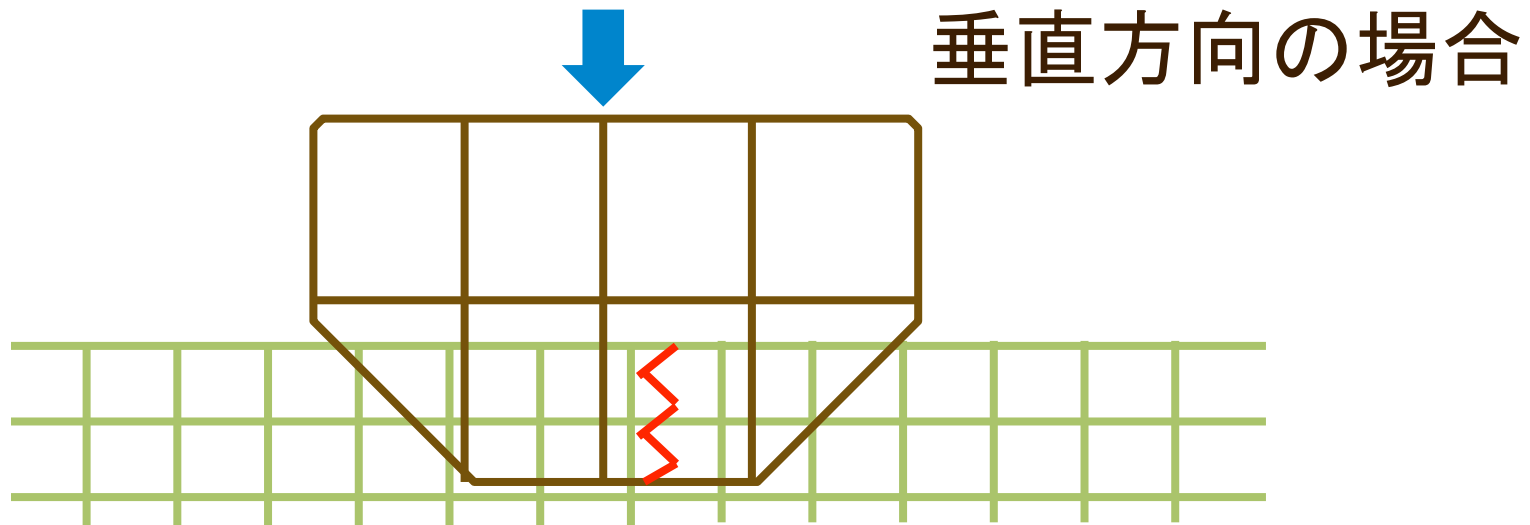
オープンソースの活動を通して分かった事（独り言）

通常のエconomicや原理では、
情報は知る人が少ないほど価値を持つ
オープンCAEの活動では、
多くの人を知る事で価値が増大する…

確かにオープンCAEでは、
経費削減とかビジネスの期待はあるが
本当は技術者個人に対して、
挑戦の可能性を与えることだと思う…

ペナルティ法について

接触している物体間に微小の食い込みを許し、境界面に仮想的なバネを挿入することによって接触の整合性を満足させる



すべり耐力の算出

$$\begin{aligned} N_o &= 0.75 F_{by} \cdot A_{be} \\ &= 0.75 \times 900 [\text{N/mm}^2] \times 245 [\text{mm}^2] \\ &= 165375 [\text{N}] \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Q_{by} &= m \times \mu \times N_o \\ &= 1 \times 0.45 \times 165375 \\ &= 74418.75 [\text{N}] \end{aligned}$$

74418.75[N]以上の力が加わると
上板が滑ると予想できる