

非線形CAE協会 / 09年度 第1回 材料モデリング分科会

日時: 09年6月17日(水) 10:00~17:00
 場所: 東京農工大(東小金井)
 11号館 5階 多目的会議室

特定非営利活動法人・非線形CAE協会

本日のアジェンダ

- | | |
|-------------|--|
| 10:00~10:40 | 「今期の計画」(井戸、瀧澤) |
| 10:40~12:00 | 「分子鎖塑性モデルに基づく非晶性ポリマの 変形誘起異方性シミュレーション」志澤先生(慶應大学) |
| 12:00~13:00 | お昼休み |
| 13:00~13:30 | 「ゴム材料データベースの公開」(井戸) |
| 13:30~14:00 | 「樹脂の高速引っ張り試験シミュレーション」 佐藤雅美 様(メカニカルデザイン) |
| 14:00~14:10 | 休憩 |
| 14:10~15:10 | 「ゴム・樹脂の力学的試験方法」 伊東寛文 様(化学物質評価研究機構) |
| 15:10~15:20 | 休憩 |
| 15:20~16:50 | 「金属の塑性:降伏関数の基礎」桑原先生(東京農工大) |
| 16:50~17:00 | 「次回の案内・連絡事項」(井戸、小林) |

分科会設立の背景と位置づけ



特定非営利活動法人 非線形CAE協会

実務的な応用に根ざした非線形力学・動力学などの基礎理論およびCAEソフトで非線形性を扱う際の基礎技術を体系的に学び、身につける機会を提供することを目的に、2001年～「非線形CAE勉強会」を企画&開催している。(現在までに14回を実施)

- ・ 年2回(東京・名古屋)で開催
- ・ 土日を使った4日間で構成(基礎2日、応用2日)

より具体的な課題に取り組むため、05年に「ゴム分科会」を発足。設計や開発において、ゴム材料を扱うシミュレーションに必要となる

- ・ CAEのための材料試験
- ・ 数理モデルへの適合(材料定数の同定)
- ・ シミュレーションの雛形データの構築
- ・ 背景理論に対する深い理解

を調査&習得するための活動を始めた。

08年より「材料モデリング分科会」に改称。



非線形CAE協会 / 09年度 材料モデリング分科会

「今期の計画について」



材料モデリング分科会の目的と概要

目的 & 概要:

有限要素法シミュレーションを用いて非線形材料の変形挙動を精度良く予測するために、以下についての調査 & 検証を行う。

- 1) 材料モデルの背景理論の理解
 - ・ 構成則の理解と汎用ソフトへの組み込み
User Subroutine のコーディング
- 2) 材料モデルの特徴 & 問題点の把握
- 3) 実践的な課題に対する取り組み
 - ・ 材料試験の具体的な方法とデータ処理
 - ・ カーブフィッティングとその考察
 - ・ 簡易的なモデルでの検証計算
 - ・ 汎用ソルバーでの入力データ(カードデッキ)の揃え方
(ABAQUS, ADINA, ANSYS, LS-DYNA, MSC/MARC)
 - ・ CAE 向けの材料データベース

09年度 分科会の計画について

- 1) 金属材料
材料構成則の理解: 降伏関数の異なる弾塑性モデル
(汎用FEMコードへの組み込み: user subroutine)
- 2) 樹脂材料
歪速度依存の解析 (ABAQUS, LS-DYNA, MSC.MARC, ...)
(08年度での引っ張り試験データの1部を用いて)
- 3) ゴム材料
山梨大学 吉田モデル(粘性
+ 超弾性 + ダメージ)の
User Subroutine を
コーディングするための準備
('10年度での完成へ向けて)



'05 ~ '06 の Review (テーマと成果物)

2005年度

テーマ: ゴムの超弾性 / 粘弾性

- 成果物: 1) 引っ張り試験(2軸、1軸固定、単軸) 応力-歪曲線 DB
 2) 粘弾性試験 マスターカーブ DB
 3) Mooney - Rivlin, Ogden, Prony 級数モデルの材料定数DB
 4) Abaqus, ADINA, ANSYS, LS-DYNA, MSC.Marc での雛形解析DB

2006年度

テーマ: ゴムの大歪動的試験と 温度依存性

- 成果物: 1) 動的せん断試験(速度、温度、振幅の依存性) 応力-歪曲線 DB化
 2) Abaqus, ADINA, ANSYS, LS-DYNA, MSC.Marc での同定 & 検証

非線形CAE用: ゴム材料データベース:

- 1) ゴム材料の引っ張り試験、粘弾性試験、動的せん断試験
- 2) Mooney - Rivlin, Ogden, Prony 級数モデルにおける係数の同定
(for Abaqus, ADINA, MSC.MARC, and LS-DYNA)
- 3) 超弾性 / 粘弾性モデルを用いた解析の雛形データ
(for Abaqus, ADINA, MSC.MARC, and LS-DYNA)

'07 ~ '08 の Review (テーマと成果物)

2007年度

テーマ: ゴムの構成則と FEMコードでのコーディング

- 成果物: 1) Abaqus user subroutine (UMAT) を使った Mooney, Ogden モデル
 異方性超弾性モデル、圧縮性 Neo-Hookean モデル
 2) ゴムの体積弾性率の測定(硬度、ヤング率との相関式を作成)

2008年度

テーマ: 樹脂の拘束引っ張り試験、金属 & ゴムの構成則、

- 成果物: 1) ANSYS, MSC.MARC, LS-DYNA, ADINA
 における超弾性モデルのユーザーサブルーチン作成
 2) PP, ABSの高速引っ張り試験データの収集
 3) 金属材料に関する構成則の勉強

ゴム材料:

超弾性モデルのユーザーサブルーチン
(for Abaqus, ADINA, MSC.MARC, and LS-DYNA)

材料データベース:

- 1) 天然ゴムの体積弾性率(硬度、ヤング率との相関式を作成)
- 2) 樹脂(PP, ABS)の高速引っ張り試験データ

2008年度 材料モデリング分科会の報告



特定非営利活動法人・非線形CAE協会

08年度 分科会での取り組み

「ゴム分科会」を「材料モデリング分科会」と改称し、より広範囲の非線形材料について、CAEの実践的な適用課題に取り組む。

- 1) ゴム材料
ゴム構成則 汎用FEMコードでの材料モデルの自作
(ADINA, LS-DYNA の user subroutine を使って)
- 2) 樹脂材料
高速引っ張り試験による材料特性のデータ収集とDB作成
09年度でのフィッティングと検証を予定
- 3) 金属材料
09年度からの本格的な活動を目指して、
 - ・ 塑性シミュレーションにおける課題と取り組みの紹介
 - ・ 分科会活動としての課題の抽出とテーマ設定

2008年度 ゴム分科会

- ・ [第1回分科会 \(08年06月09日\)](#)
- ・ [第2回分科会 \(08年08月25日\)](#)
- ・ [第3回分科会 \(08年10月31日\)](#)
- ・ [第4回分科会 \(09年03月09日\)](#)

特別企画 (08年7月25～26日)
Summer seminar 「固体力学の基礎講座」

講義・話題提供

第1回 (06/09) at 新宿ファーウェスト ABC会議室

- 「FEMコードにおけるゴムの構成則について」 (慶應大 田中真人 先生)
- 「ゴムの材料試験と材料定数の同定について」
(メカニカルデザイン 藤川正毅 先生)
- 「金属の弾塑性構成式が解析精度に及ぼす影響について」
(東京農工大 桑原利彦 先生)
- 「車の衝突性能開発における樹脂部品解析の紹介」 (富士重工(株) 菅沼浩 主査)
- 「高速引っ張り試験方法の現状」 (諏訪東京理科大 板橋正章 先生)

第2回 (08/25) at 東京農工大 東小金井キャンパス

- 「LS-DYNA におけるゴム材料の記述について」
(日本総研ソリューションズ 伊田徹士 様)
- 「塑性構成式の基礎概念」 (三菱マテリアル 瀧澤英男 様)
- 「塑性構成式の測定方法」 (東京農工大 桑原利彦 先生)
- 「ABAQUS/UMATへの塑性構成式の組み込み」 (慶應大 神谷佳明 様)
- 「分子シミュレーションによる高分子材料物性予測」
(日本総研ソリューションズ 小沢拓 様)
- 「東京農工大 桑原研究室の見学」 (東京農工大 桑原研究室)

講義・話題提供

第3回 (10/31) at 島津製作所 本社(京都)

- 「樹脂材料の非弾性解析」 (佐賀大学 只野裕一 先生)
- 「ポリプロピレンについて」 (住友化学 筒淵雅明 様)
- 「ハイドロショットによる高速引っ張り試験」 (島津製作所 上野 裕司様)
- 「X線による内部検査技術の最新情報」 (島津製作所 様)
- 「試験機による物性評価の最新情報」 (島津製作所 様)

第4回 (10/31) at 東京国際フォーラム G510 G棟5階

- 「電子実装用材料の強度と非弾性モデリング」 (芝浦工大 荻谷義治 先生)
- 「プレス成形部品の変形特性の予測において、素材の製造履歴が無視できない事例について」 - 電子部品用極薄ステンレス鋼板のスプリングバック特性とラインパイプ用鋼管の座屈挙動の研究 - (東京農工大 桑原利彦 先生)

08年度のKPIとスケジュール

： 成果物

| 2008年 | | 2009年 | |
|--|--|--|---|
| 6月 | 9月 | 12月 | 3月 |
| 6月9日(月) 第1回分科会 | 8月25日(月) 第2回分科会 | 10月31日(金) 第3回分科会 | 3月9日(月) 第4回分科会 |
| 「活動概要の説明会」 過去のReviewと参加募集 ・ Topics | 「金属の弾塑性」東京農工大 ・ 塑性構成式のご概念 ・ 塑性構成式の役割と 実験検証の方法 「衝突性能開発と樹脂」 ・ 桑原研究室の見学 「高速引っ張り試験の現状」 | 「高速引張実験」島津製作所 ・ 樹脂の高速引っ張り試験 ・ 実験/試験装置の見学 | 「まとめ」 ・ ゴム user subroutine for LS-DYNA, ADINA ・ 樹脂材料 DB 提供 ・ メタル系勉強会の予定 |
| 7月25~26日 非線形CAE協会 特別講座「固体力学の基礎講座」(京谷、吉田) | | | |

- ゴム構成式の勉強** 慶應大学:田中、日本総研ソリューションズ、明治ゴム、他.. 参加者募集
・ 08年度は LS-DYNA, ADINA のユーザーサブルーチンを使って Mooney-Rivlin モデルを作る。 (~ 09/3)
- 樹脂材の高速引っ張り試験** 島津製作所
・ 樹脂の板材 (素材は第1回で公募) 高速引っ張り試験 ~12/E → データベース化 ~3/E
PP, ABS サンプル作成
- 金属の弾塑性モデル** 東京農工大:桑原先生、三菱マテリアル:瀧澤先生
第2回分科会で課題とテーマを抽出し、09年度での活度を組み立てる。

08年度のKPIとスケジュール

: 成果物

| 2008年 | | 2009年 | |
|--|---|--|--|
| 6月 | 9月 | 12月 | 3月 |
| 6月9日(月) 第1回分科会 | 8月25日(月) 第2回分科会 | 10月31日(金) 第3回分科会 | 3月9日(月) 第4回分科会 |
| 「活動概要の説明会」 過去のReviewと参加募集 ・Topics 「金属の弾塑性構成則」 「衝突性能開発と樹脂」 「高速引っ張り試験の現状」 | 「金属の弾塑性」東京農工大 ・塑性構成式概念 ・塑性構成式の役割と 実験検証の方法 ・桑原研究室の見学 | 「高速引張実験」島津製作所 ・樹脂の高速引っ張り試験 ・実験/試験装置の見学 | 「まとめ」 ゴム user subroutine for LS-DYNA, ADINA 樹脂材料 DB 提供 ・メタル系勉強会の予定 |
| 7月25~26日 非線形CAE協会 特別講座「固体力学の基礎講座」(京谷、吉田) | | | |

ゴム構成則の勉強 慶應大学: 田中、日本総研ソリューションズ、明治ゴム、他.. 参加者募集

・08年度はLS-DYNA, ADINAのユーザーサブルーチンを使ってMooney-Rivlinモデルを作る。
(~09/3)

樹脂材の高速引っ張り試験 島津製作所

・樹脂の板材
(素材は第1回で公募) 高速引っ張り試験 ~12/E → データベース化 ~3/E
PP, ABS サンプル作成

金属の弾塑性モデル 東京農工大: 桑原先生、三菱マテリアル: 瀧澤先生

第2回分科会で課題とテーマを抽出し、09年度での活度を組み立てる。

2009年度、分科会活動のスケジュール

開催日と開催場所:

- ・第1回 06月17日(水) 東京農工大 (東小金井)
- ・第2回 08月19日(水) 東京農工大 (東小金井)
- ・第3回 10月30日(金) 未定
- ・第4回 03月10日(水) 東京農工大 (東小金井)

時間: 午前10時~午後17時

別途、User Subroutineの作業部会を有志で開催予定
(4~5回を予定)

09年度の KPI とスケジュール

: 成果物

| 2008年 | | 2009年 | |
|---|--|--|---|
| 6月 | 9月 | 12月 | 3月 |
| 6月9日(月) 第1回分科会 「概要説明と参加募集」 ・ 講義 「(金属)降伏関数の基礎」 ・ Topics 講演 「ゴム・樹脂の力学的試験方法」 「樹脂の高速引張試験」 ABAQUS での同定 | 8月19日(水) 第2回分科会 「金属の塑性構成式」について ・ 講義 「弾塑性における応力積分と整合接線剛性」 ABAQUS によるゴムの解析 「超弾性モデルの実習」 | 10月30日(金) 第3回分科会 「未定」 ・ Topics (未定) ABAQUS によるゴムの解析 「粘弾性モデルの実習」 05 ゴム材料DBを利用して | 3月10日(水) 第4回分科会 「まとめ」 user subroutine Mises, Hill1948 公開 「樹脂の高速引張試験」 LS-DYNA での検証 「樹脂の高速引張試験」 MSC.MARC での検証 |

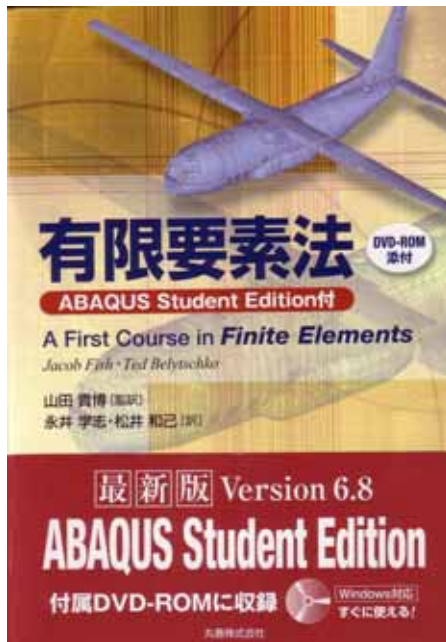
塑性構成式組み込み作業部会(仮称) User Subroutine 作成: 作業部会の参加者募集

09年度は共通ドライバーの構築 & 作成を行なう。降伏関数は Von-Mises と Hill1948のみとし、等方硬化を対象とする。汎用 FEM ソルバーへの対応としては ABAQUS で検証を行なう予定。(他の ソルバーへの対応は参加者次第) (~ 09/3)

PP, ABS の「高速引っ張り試験」結果に対する汎用ソフトでの検証

08年度で得た高速引っ張り試験の結果の一部を、汎用 FEM ソフトで再現してみる。ABAQUS, LS-DYNA, MSC.MARC での検証を試み、課題を明確にする。

演習ツール: ABAQUS Student Edition



「有限要素法」J.Fish, T.Belytschko 著
山田貴博(監訳)、永井学志、松井和己(訳)
丸善株式会社 定価 9,500円
(2008年12月25日 発行)
(ISBN 978-4-621-07996-6)



第2～3回の分科会では、ABAQUS による演習を予定しています。この本に添付されている ABAQUS をご利用ください。