2TM 学生実験B5 金属材料の機械的性質 解析編 ~解析ソフトAbaqusを使ってみよう~



<u>ABAQUSの利点(有限要素解析とは)</u> 固体の変形を支配する物理量



計算上,物体の変形は15成分の物理量 だけで表現されている!

この15成分を解くことが変形を解くことと同義

<u>ABAQUSの利点(有限要素解析とは)</u> 15コの関係式(支配方程式)



15コの未知数に対して,

15コの関係式が与えられている 具体的にどうやって解けばよいか?? <u> ABAQUSの利点(有限要素解析とは)</u>

応力,ひずみ:<u>点ごと</u>,もしくは<u>点同士の関係</u>で定義される



点は体積無限小なので、物体は無限個の点の集合に より形作られる

ABAQUSの利点(有限要素解析とは)

棒材を単純に引張る場合 板材は一様に伸びていく ひずみ,応力,変位は板材の どの点でも同じ値! 一組の(ひずみ,応力,変位)

を求めれば良い

板材を単純に曲げる場合



ひずみ,応力,変位は板材中 の位置で異なる!



<mark>全ての点で</mark>(ひずみ, 応力, 変位) を求める必要がある

<u>ABAQUSの利点(有限要素解析とは)</u>

点は体積無限小なので、物体は無限個の点の集合に より形作られる



物体は有限個の要素の集合で形作られると仮定する

全ての要素で(ひずみ,応力,変位)を求める と置き換える

ABAQUSの利点(有限要素解析とは)

6式

6式

ひずみ

変位

応力

3式



- 要素の頂点を「<u>節点</u>(せってん)」と呼ぶ
- 節点の移動によって、物体の変形を表現する (変位の自由度は節点上に集約される)
- 節点の移動で要素が変形することにより、
 要素内部で応力、ひずみが発生する
 (応力、ひずみは要素内で与えられる)

<u>有限個の要素に近似し方程式を解くことで変形</u> <u>を解くことができる</u>

<u>実践演習~実験と同様の引張解析~</u>

<u>1. Partの作成(モデル作成)</u>



軸対称モデルの寸法及び座標は右の通りなのでモデルを作成 しよう

モジュール: パートで左上のボタン



前: Part-1	
モデリング空間	
○ 3 次元 ○ 2 次	2元平面 ◉ 軸対称
タイプ	オプション
● 変形体	
○ 離散化剛体	□わじはを会める
○ 解析的剛体	
O Euler	
ベースフィーチャ	
) باتلا 🔘	
0 717	
○ ポイント	
É似サイズ: 1	

実験の試験片は円柱 なので軸対称で扱う



モデリング空間: 軸対称 タイプ: 変形体 ベースフィーチャ: シェル 近似サイズ: 1にする →続けるボタン

「実践演習~実験と同様の引張解析~

軸対称モデル

(D.174)

625

8

18,124

(6.25,57

(8.0)

16,25,117

右図の座標点を基にモデルの外枠を作成

このボタンで設定した座標点を線でつなげることができる →ボタンを押すとアプリ下部に点を入力する枠がポップアップする

 $\bigcirc \neg$ →反時計回りで座標点を入力していく

eg 🗇 $(0,0) \rightarrow (8,0) \rightarrow (8,50) \rightarrow (6.25,57) \rightarrow (6.25,117) \rightarrow (8,124) \rightarrow (8,174) \rightarrow (0,174)$ →(0,0)の順に打ち込み完了させる ft fr

この形ができるはず!!

* +

H N



<u>実践演習~実験と同様の引張解析~</u>

この作成したモデルにヤング率などの特性を組み込む



モジュールを特性に変更

- 特性パートの左上を押すことで特性を作成可能
- →特性の値はExcel 資料に記載
- ・入れる特性は以下の5つ(密度以外は機械的のタブの中にある)
- 1. 一般→密度を選択し入力
- 2. 機械的→弾性→弾性を選択し値を入力
- 3. 機械的→塑性→金属塑性を選択し値を入力
- 4. 機械的→延性金属での損傷→延性損傷を選択し値を入力
- 5. 機械的→延性金属での損傷→せん断損傷を選択し値を入力

<u>延性損傷及びせん断損傷は損傷発展を導入</u>

	性の編集			×			
名前: AL					スエル	チャーク キャック キャック キャック キャック キャック キャック チャック ちょう	あちたい 下の 指 作 み 屈 7
明:					進	主領家、この町頂家の	「一」「「」」「「」」「「」」「」」「「」」「「」」「」」「」」「」」「」」「」
材料挙動						A 11-1-1-1-1-1-1-1-1-1-1-1-1-1-1-1-1-1-1	
5.性損傷				A			~
損傷発展	Ę					坦/5% 屋	
ん断預保	6					1月1時光成	
周囲がたり	R,				揁 惕 无		
-						2121 - 1921	
一股移	装砌的 熟的	電気/465気 その1	8	1		軟化: 線形 ↓	
5性損傷						+(10) He//2	
一温度依	マテータを使用	する		▼ サブオブション		低下率: 最大 🗸	
— 鳥の変数(D数: 0章				のボタン		
∓ -9						□ 温度依存データを使用する	
	破壊ひずみ	広力 3 軸度	ひずみ速度	<u>^</u>		場の変数の数: 0 ▲	
1	33.238	-3.3333	0.0001				
			0.0001			- 	
2	33.238	-0.33333	0.0001				
2 3	33.238 23.381	-0.33333 -0.26667	0.0001				
2 3 4	33.238 23.381 16.447	-0.33333 -0.26667 -0.2	0.0001 0.0001			破壊	
2 3 4 5	33.238 23.381 16.447 11.57	-0.33333 -0.26667 -0.2 -0.13333	0.0001 0.0001 0.0001			破壊 エネルギ	
2 3 4 5 6	33.238 23.381 16.447 11.57 8.1394	-0.33333 -0.26667 -0.2 -0.13333 -0.066667	0.0001 0.0001 0.0001 0.0001			破壊 エネルギ 1 0.01	
2 3 4 5 6 7	33.238 23.381 16.447 11.57 8.1394 5.7268	-0.33333 -0.26667 -0.2 -0.13333 -0.066667 0	0.0001 0.0001 0.0001 0.0001 0.0001			破壊 エネルギ 1 0.01	
2 3 4 5 6 7 8	33.238 23.381 16.447 11.57 8.1394 5.7268 4.0303 2.8277	-0.33333 -0.26667 -0.2 -0.13333 -0.066667 0 0.0666667 0 13333	0.0001 0.0001 0.0001 0.0001 0.0001 0.0001 0.0001			び 破壊 エネルギ 1 0.01	
2 3 4 5 6 7 8 9	33.238 23.381 16.447 11.57 8.1394 5.7268 4.0303 2.8377 2	-0.33333 -0.26667 -0.2 -0.13333 -0.066667 0 0.066667 0.13333 0.2	0.0001 0.0001 0.0001 0.0001 0.0001 0.0001			破壊 エネルギ 1	
2 3 4 5 6 7 8 9 10	33.238 23.381 16.447 11.57 8.1394 5.7268 4.0303 2.8377 2 1.4124	-0.33333 -0.26667 -0.2 -0.13333 -0.066667 0 0.066667 0.13333 0.2 0.2	0.0001 0.0001 0.0001 0.0001 0.0001 0.0001 0.0001 0.0001			破壊 エネルギ 1 0.01	

<u>実践演習~実験と同様の引張解析~</u>

<u>特性を作成後モデルにこの特性を割り当てる</u>



このボタンを押した後 →作成したモデルを選択し →出てくるダイアログをOK 押せば特性をモデルに導入で きる

<u>アセンブリ(組み立て)</u>



 ✓このモジュールでは解析に使用するモ デルを組み立てることができる
 (複雑な構造を作るときにいろいろなパートを組み合わせたりできる)
 →今回はPartの項目で作成したものをそのまま解析で使用

モジュールをアセンブリに変え左上のボタン →右の画像のように出るのでOKで完了 (適用ボタンを押してしまうと複数モデルが作成されてしまうので OKのみを押す)





1. モジュール:ステップを選択

2. ステップの作成を選択

3. ステップの編集:下図の通りにしてOK

		💠 ステップの編集	×	💠 ステップの編集	×
モジュール:	ステップ ー モデル: 💂 Model-3	名前: Step-1		名前: Step-1	
		タイプ: Static, General		タイプ: Static, General	
		基本 インクリメント その他	_	基本 インクリメント その他	
11010	名前: Step-1	説明: [タイブ: 🖲 自動 🔘 固定	
1- 1	このステップの後に新しいステップを追加	時間幅 100		最大インクリメント数: 1000	
11010	Initial	Nigeon: オン		初期 最小 最大	
'R, 📥		自動安定化: 散逸エネルギ比を指定する		時間増分値: 0.001 1E-025 1	
b , b ,					
(XYZ)		□ 断熱効果を含める			
24					
↔ `_ <u>`</u> +-	プロシージャタイプ: 一般 🗸				
	Dynamic, Temp-disp, Explicit \land				
	Geostatic				
	Heat transfer				
	Soils				
	Static, General				
	Static, Riks 🗸 🗸		- 1		
	< >		- 1		
	続ける キャンセル				
		OK キャンセル		OK キャンセル	

ステップ



- 1. フィールド出力マネージャ:編集
- 2. 状態/場/ユーザ/時間:STATUSにチェックしOK



- 1. その他:一般解法コ ントロール:編集: Step-1
- 2. 一般解法コントロー ルの編集:図の通り にしてOK

荷重



✓ 境界条件の作成:変位/回転:モデル上 端を選択:右図の通りに変位を設定

√モジュール:荷重

✓境界条件の作成:対称/反対称/完
 全固定:モデル下端を選択:
 PINNED

モジュール:	●荷重 ✓ モデル: Model-1 ✓ ステップ: ●	Step-1 🗸
LL 📰		
	名前: BC-3	
<u>ا ا ا ا</u>	タイプ: 変位/回転	
🔛 🧰	ステップ: Step-1 (Static, General)	
B: I →	領域: Set-4 🕞	
	座標系:(全体) 🔉 🙏	
<u> </u>	分布: 均一 √ f(x)	
- 1 2, 📙	U	
b , b ,	✓ U2: 15	
(XYZ)	□ UR3: (ラジアン)	
러 其	時間変化曲線: (Ramp) 🖌 🏳	
	注: 変位値は後続ステップで維持されます.	
	OK キャンセル	
	Z X	



モジュール	メッシュ チデル: Model-1 グ オブジェクト: 〇 アセンブリ ④ パート: Dart-1 グ
1 di	
	方法
L Lt	サイズコントロール
2	要素数: 3 曼
R -	
🌆 🧏	集合の作成
(XYZ)	□ 次の名前の集合を作成: Edge Seeds-1
2-0 1	
	OK 週用 テノオルト キャンセル
3 B	∠→ ×
Ċ,	
• T	ジュール・メッシュ・オブジェクトで

- モジュール:メッシュ:オブジェクトで パートを選択:エッジのシード
- ・ 左図のように選択:完了:局所シードで 左図の通りにしてOK
- 右図も同じ手順

長所シード ×	
基本 拘束	
方法	<u> </u>
○ サイズによって ● なし ○ シングル ○ ダブル	
◉ 数によって	
サイズコントロール	
要素数: 2 🖢	
集合の作成	
□ 次の名前の集合を作成: Edge Seeds-1	
OK 適用 デフォルト キャンセル	
2 → X	4

		_
		4
基本 拘束		
方法 パイアス	<u>,</u> 1	
○サイズによって ◎ なし ○ シングル ○ ダブル		
● 数によって		
サイズコントロール		
要素数: 40 🖢		
[[]		
集合の作成	₩. V.	
└ 次の名前の集合を作成: Edge Seeds-1		
OK 適用 デフォルト キャンセル		
Ì→ x		
	r <mark>ian</mark> n an Anna Anna Anna Anna Anna Anna An	

💠 局所シード X
基本 拘束
「方法 「パイアス 」
○サイズによって ◎ なし ○ シングル ○ ダブル
◎ 数によって
サイズコントロール
要素数: 15 €
集合の作成
□ 次の名前の集合を作成: Edge Seeds-1
OK 適用 デフォルト キャンセル
X X

- ・ 左図のように選択:完了:局所シードで左図の通りにしてOK
- 右図も同じ手順



- メッシュコントロールの割り当て: 左図のように選択し完了: 左図の 状態でOK
- 右図も同じ手順

o 📉 "D (" 🔚 🥅	◆ 要素タイプ ×	FL, C.
モジュール: 🖢 メッシュ 🗸	要素ライブラリー・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	
	● Standard ○ Explicit 音響 へ	
	ジオメトリ次数 粘着	₽₩₽ ₩₽~. 1541 111
	 ●線形 ○ 2次 温度-发位達成 	
	4 辺形 3 角形	
	□ ハイブリッドの定式化 □ 低減積分 □ 非適合モード	
<u> </u>	要素コントロール	Ji Lin
<u> </u>	アワーグラス剛性: ● デフォルトを使用する ○ 指定	
-++	2 次精度: ○ はい ● いいえ	-+
L , L,	ゆがみ制御:	
(XYZ)	長さ比: 0.1 フローグラフ制御・ ● デフォルトを使用する () 強化剤 () 剛性 () 粘性 () 組み合わせ (************************************	
<u> 소카, 및 </u>	CAX4: 4 節点, 線形, 軸対称, 4 辺形	(XYZ) 未,
- - 		▲[1] v
	注: メッシュ作成に使用する要素形状を選択するには、メインメニューから、 "メッシュ->コントロール"を選択してください.	4.16
← 🗙 要素タイプのダイアに	OK デフォルト キャンセル	
ためにジョブ投入されました。	±. ±	
		🚝 🗙 パートをメッシュ分割しますか? はい いいえ

- ・要素タイプの割り当て:モデル全体を選択し完了:左図の状態でOK(低 減積分のチェック外す)
- パートインスタンスのメッシュ:はいを選択

ジョブ



- モジュール:ジョブ:ジョブの作成:続ける:OK
- モデルツリー(左にある):ジョブの左にある+
 マークを押すと作成したジョブが出てくる:作
 成したジョブを左クリック:ジョブの投入
- 作成したジョブの隣に"完了"が出たら右クリック:結果

