

FrontISTR Ver.4.2の紹介

2013年3月25日

第1回FrontISTR研究会

FrontISTR Ver.4.2の構成

- ▶ FrontISTR Ver.3.4
 - HEC-MW Ver.2.5を用いて構築されたバージョン
 - FrontISTRのすべての機能が利用可能

- ▶ FrontISTR Ver.4.2
 - HEC-MW Ver.4.2を用いて構築されたバージョン
 - FrontISTRの以下の機能が利用可能
 - ・弾性静解析
 - ・非線形静解析(接触解析を除く)

FrontISTRの機能一覧

注: 赤字は平成24年度拡充機能

線形静解析	等方性／ 異方性 (熱応力解析を含む)
非線形静解析	材料非線形: 超弾性／弾塑性／熱弾塑性／ 粘弾性 ／クリープ 等方／移動／複合硬化 幾何学的非線形: Total Lagrange法／Updated Lagrange法 境界非線形(接触): Lagrange乗数法、有限すべり、摩擦
線形動解析	時刻歴応答(陽解法／陰解法)、 周波数応答
非線形動解析	陽解法／陰解法、接触解析機能
固有値解析	ランチヨス法、変形後解析機能
熱伝導解析	定常／非定常(陰解法)
要素タイプ	四面体／六面体／五面体／ シェル ／トラス／ 梁 1次／2次、非適合モード、選択的次數低減積分
解析支援	境界条件ステップ制御、リスタート、ユーザーサブルーティン

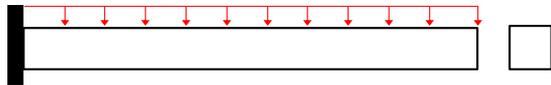
線形静解析

▶ 解析機能概要

- 弾性係数および線膨張係数の異方性にも対応
- 六面体一次要素は非適合モード

▶ ABAQUSとの比較

解析モデル



解析条件

ヤング率: 210,000MPa

ポアソン比: 0.3

荷重: 0.1N/mm² (全体で100N)

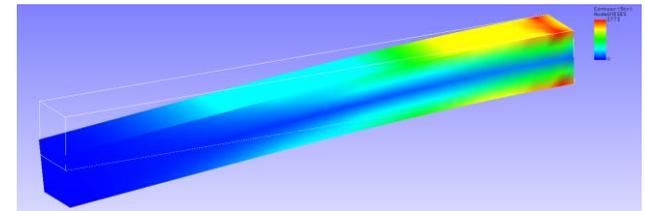
解析結果

要素種別	コード	最大変位(mm)		最大Mises (MPa)	
341	FISTR	0.0511		12.0	
C3D4	ABAQUS	0.0511	100%	19.8	165%
342	FISTR	0.0712		27.1	
C3D10	ABAQUS	0.0720	101%	30.5	113%
361	FISTR	0.0713		29.9	
C3D8I	ABAQUS	0.0713	100%	30.0	100%
C3D8R	ABAQUS	0.0763	107%	22.8	76%

幾何学的非線形機能

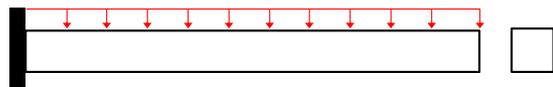
▶ 解析機能概要

- 超弾性はTotal Lagrange法、それ以外はUpdated Lagrange法
- 六面体一次要素はB-bar要素



▶ ABAQUSとの比較

解析モデル



解析条件

ヤング率: 210,000MPa

ポアソン比: 0.3

荷重: 10.0N/mm²

解析結果

要素種別	コード	最大変位(mm)	最大Mises (MPa)		
341	FISTR	5.15	1208		
C3D4	ABAQUS	5.12	99%	1988	165%
342	FISTR	7.19	2722		
C3D10	ABAQUS	7.21	100%	3069	113%
361	FISTR	7.15	2773		
C3D8I	ABAQUS	7.13	100%	3003	100%
C3D8R	ABAQUS	7.64	107%	2285	76%

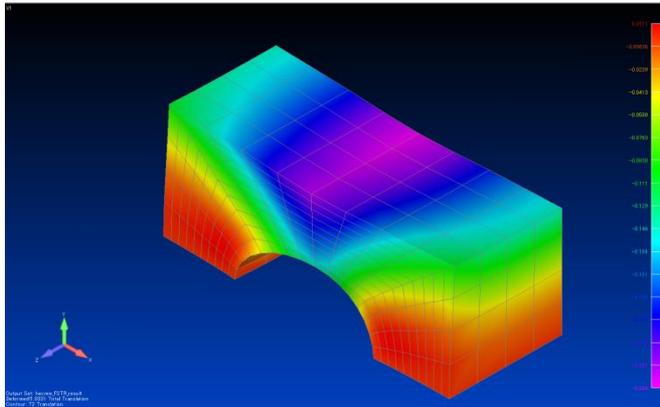
材料非線形機能(超弾性)

▶ 解析機能概要

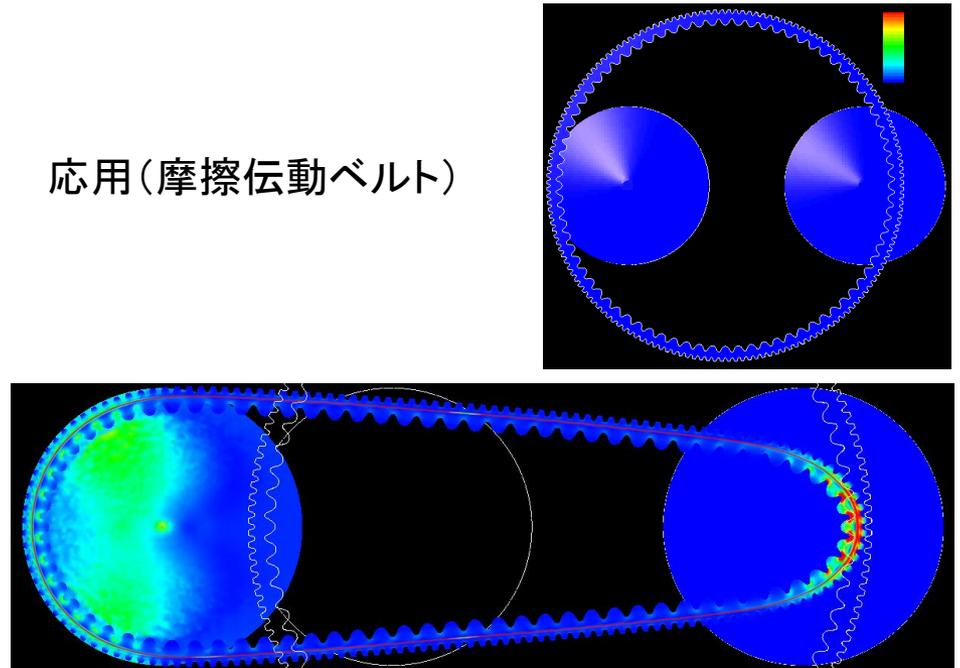
- 構成式: neo-Hooke, Mooney-Rivlin, Arruda-Boyce

▶ 解析例

基本検証(穴あきブロックモデル)



応用(摩擦伝動ベルト)



材料非線形機能(弾塑性)

▶ 解析機能概要

- 降伏関数: Mises, Mohr-Coulomb, Drucker-Prager
- 硬化則: 等方硬化則(二直線近似、多直線近似、Swiftの式、Ramberg-Osgoodの式)

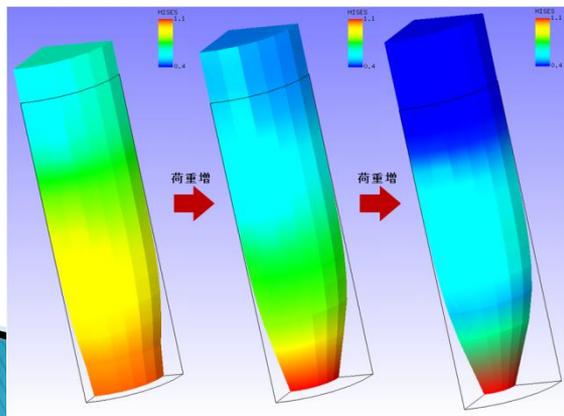
移動硬化則(線形)

複合硬化則(二直線近似等方硬化則+線形移動硬化則)

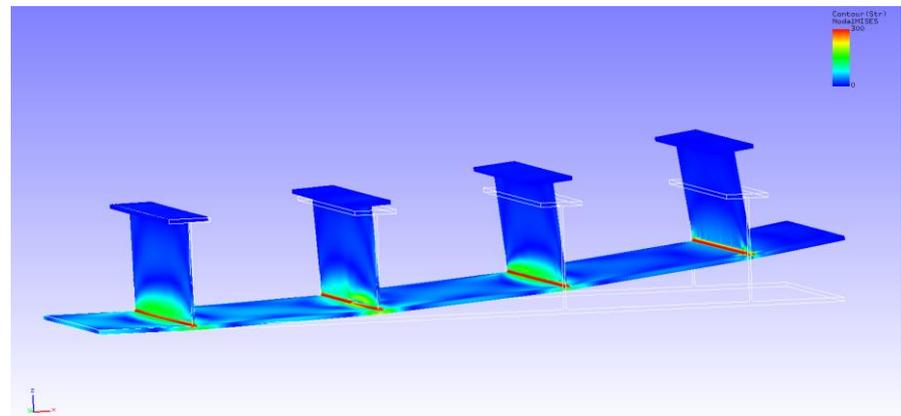
- 材料パラメータの温度依存性に対応

▶ 解析例

基本検証(Necking Cylinder)



応用(溶接残留応力解析)



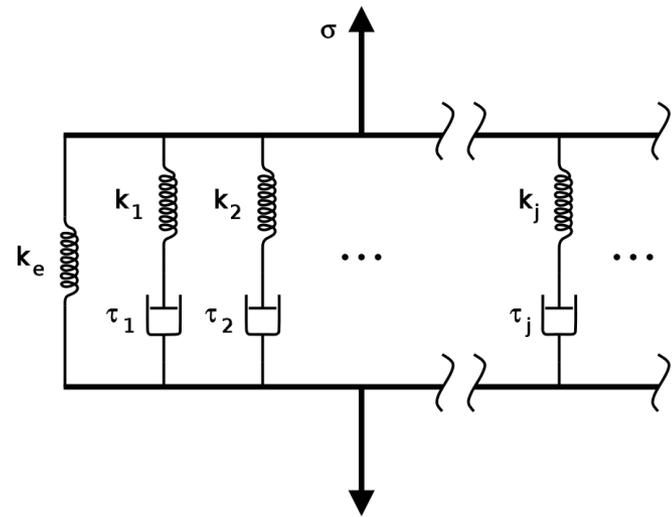
材料非線形機能(粘弾性)

▶ 解析機能概要

- 一般化Maxwellモデルを導入
- 温度依存性に対応

WLF式

アレニウス式



材料非線形機能(クリープ)

- ▶ 解析機能概要
 - Norton則を導入
 - 材料パラメータの温度依存性に対応

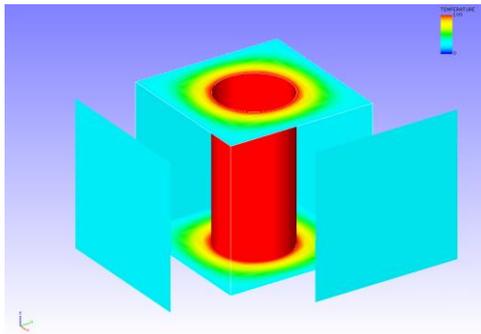
熱伝導解析

▶ 解析機能概要

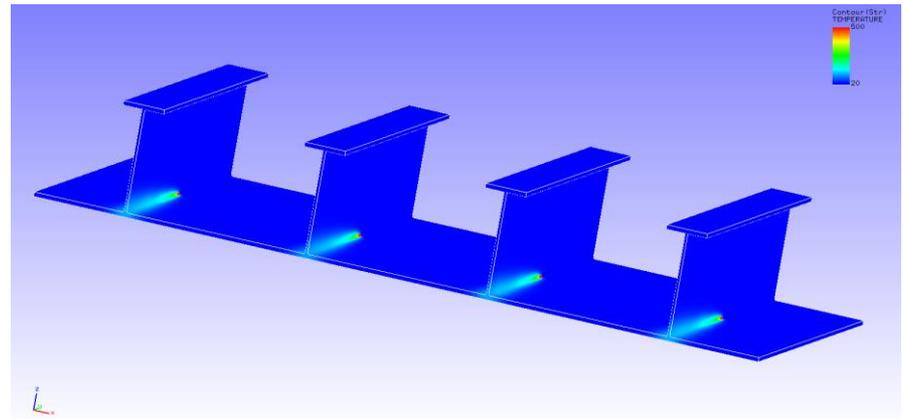
- 定常解析および非定常解析に対応
- 解析された温度分布を非線形静解析へ受け渡し可能
- 溶接線の簡易入力指定が可能

▶ 解析例

定常解析(チュートリアルガイド)



非定常解析(溶接残留応力解析)



接触解析

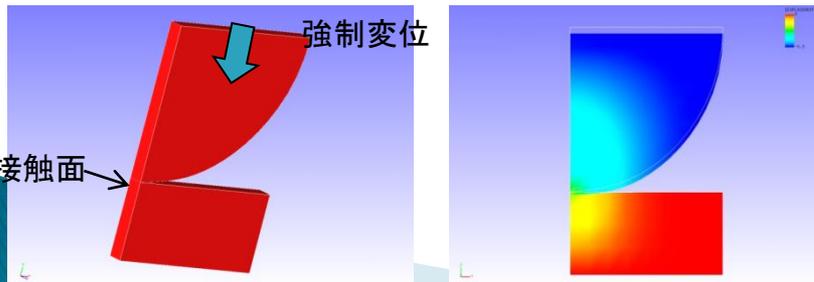
■ 解析機能概要

- ・ラグランジュ乗数法 / 拡張ラグランジュ法に基づく接触アルゴリズムを実装
- ・Coulomb摩擦モデル (Radial return法) に基づく摩擦を導入
- ・静 / 動解析の両解析への適用が可能
- ・領域分割並列解析にも対応

■ 基礎検証例題 (チュートリアルデータ)

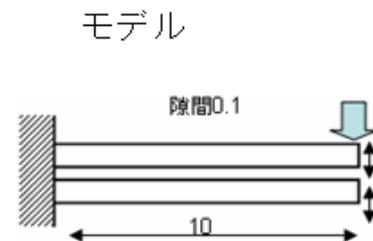
ヘルツの接触問題

梁の接触問題

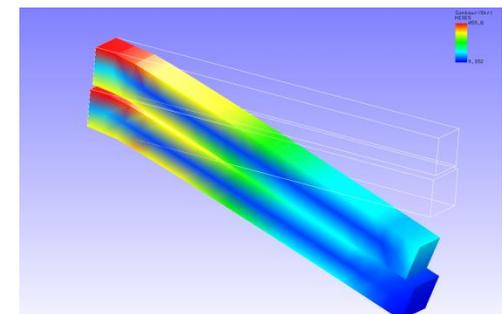


モデル

変形形状および幅方向変位



モデル



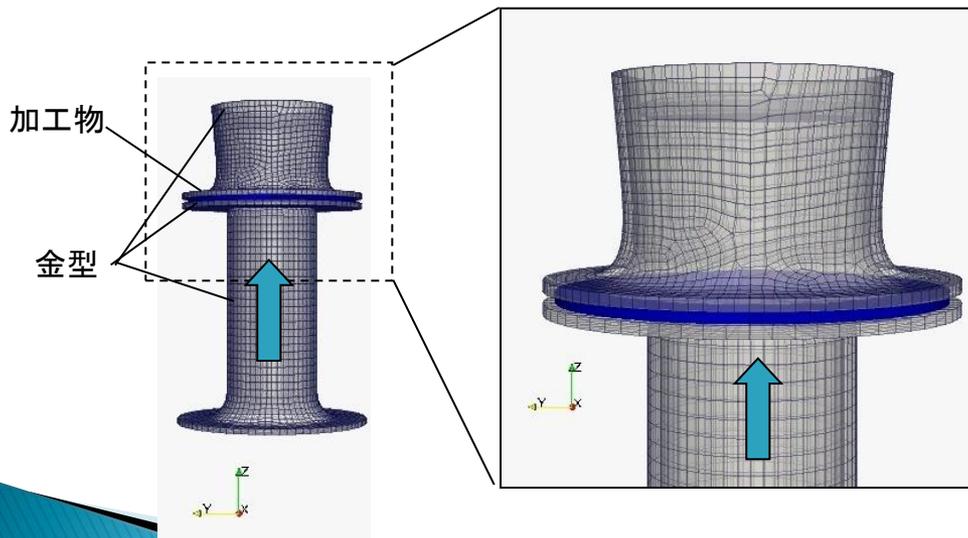
変形形状およびミーゼス応力

接触解析

■ 応用事例(プレス解析)

- ・有限すべり摩擦+接触機能(Lagrange乗数法)
- ・非線形材料(弾塑性材料)

解析条件

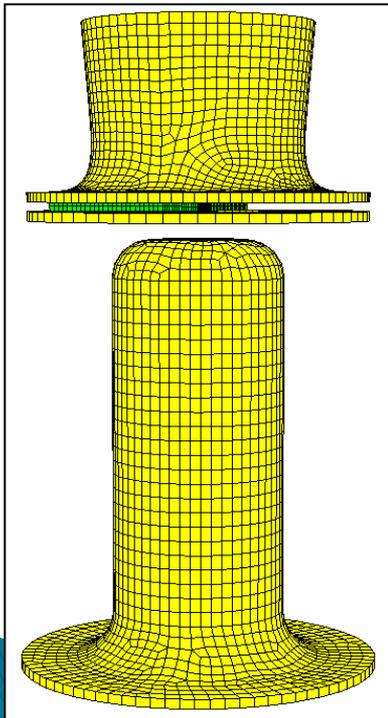
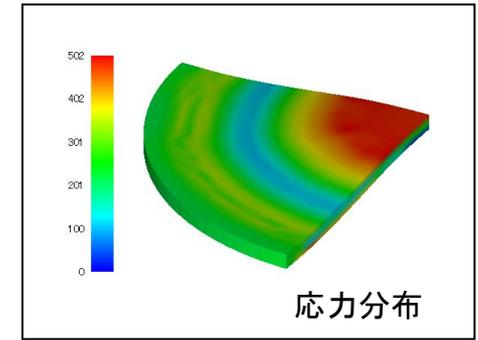


- ①接触状態を保ちながら、金型(パンチ)を加工物に押し込む解析
- ②金型と加工物の接触面には摩擦を加え、非線形静的接触解析を実施
- ③加工物は弾塑性体材料

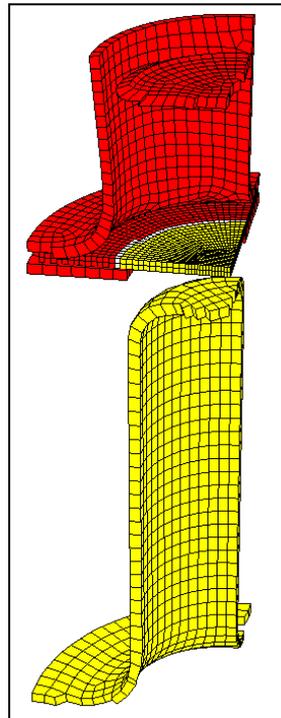
接触解析

▶ 応用事例(プレス解析)

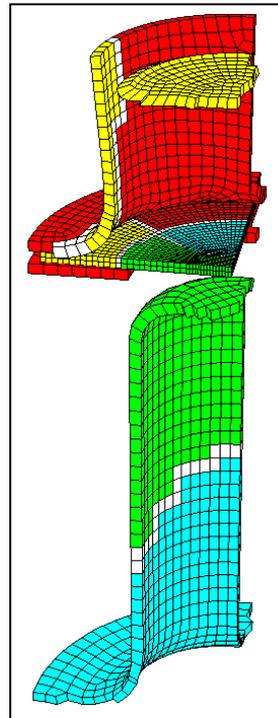
領域分割並列解析にも対応



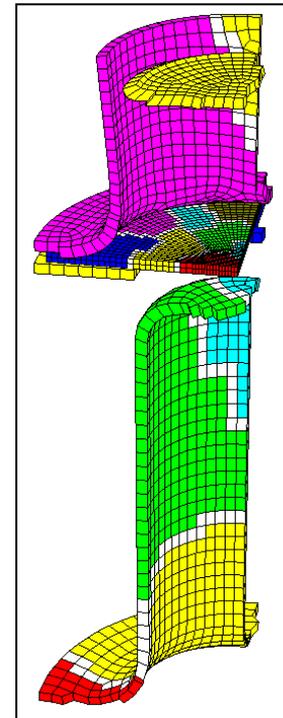
1領域



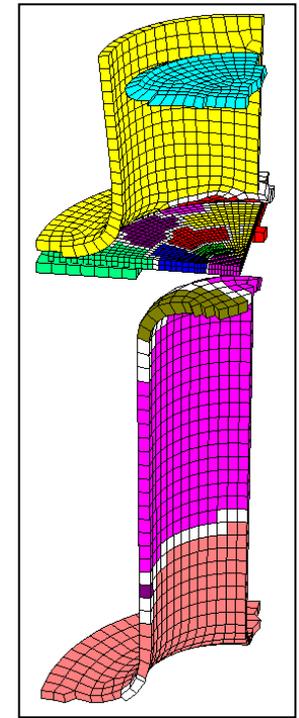
2領域



4領域



8領域



12領域

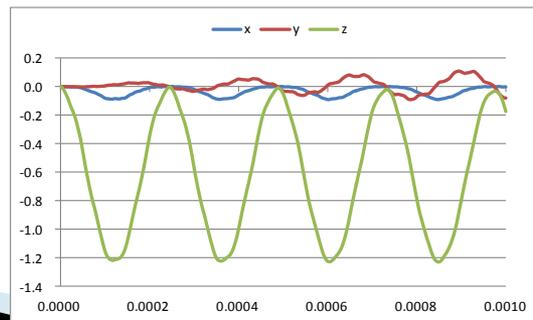
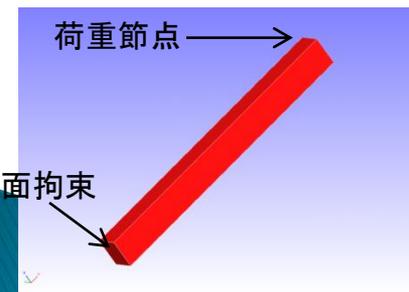
動解析(時刻歴応答解析)

■ 解析機能概要

- ・線形/非線形の両解析に対応
- ・材料・幾何学的非線形、境界非線形機能と統合
- ・数値積分法はNewmark- β 法、中央差分法を実装
- ・速度、加速度境界条件にも対応

■ 基礎検証例題(チュートリアルデータ)

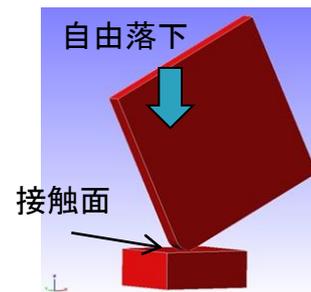
片持ち梁の時刻歴振動



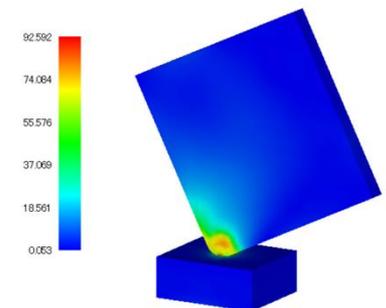
モデル

モニタリング節点の変位時刻歴

角柱の自由落下問題



モデル



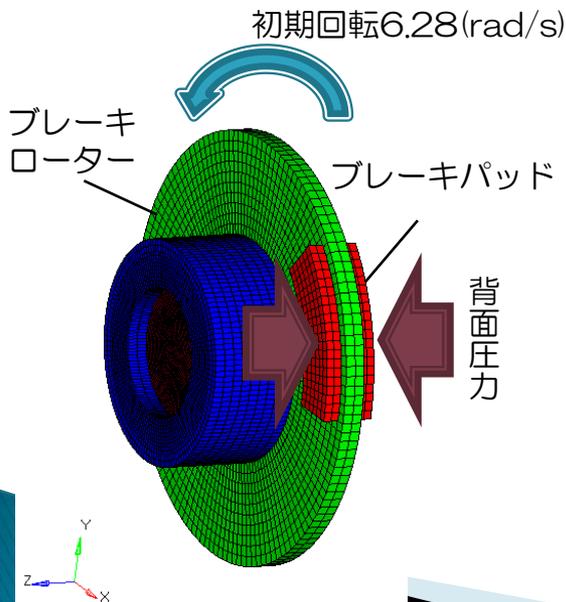
落下時のミーゼス応力

動解析(時刻歴応答解析)

■ 応用事例(ブレーキパッド)

- ・有限すべり摩擦+接触機能(Lagrange乗数法)
- ・非線形材料(弾塑性材料)

解析条件



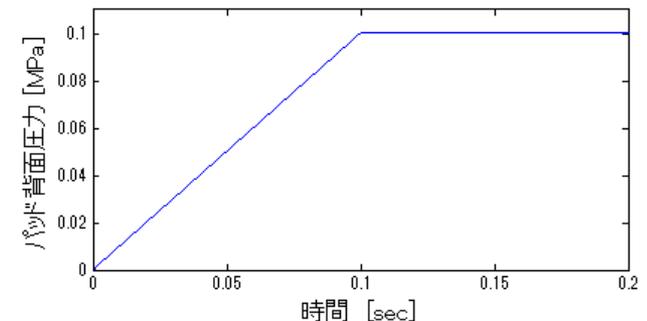
- ①ブレーキローターとブレーキパッドに摩擦と接触を定義。
- ②ブレーキローターに初期回転を与え、動解析を実施。
- ③ブレーキパッドに背面圧力を与え、ブレーキローターに制動力を加える。

節点数20,553
要素数13,812(6面体1次要素)

解析設定

初期角速度[rad/s]	6.2832
摩擦係数	0.1
時間刻み[sec]	1e-4

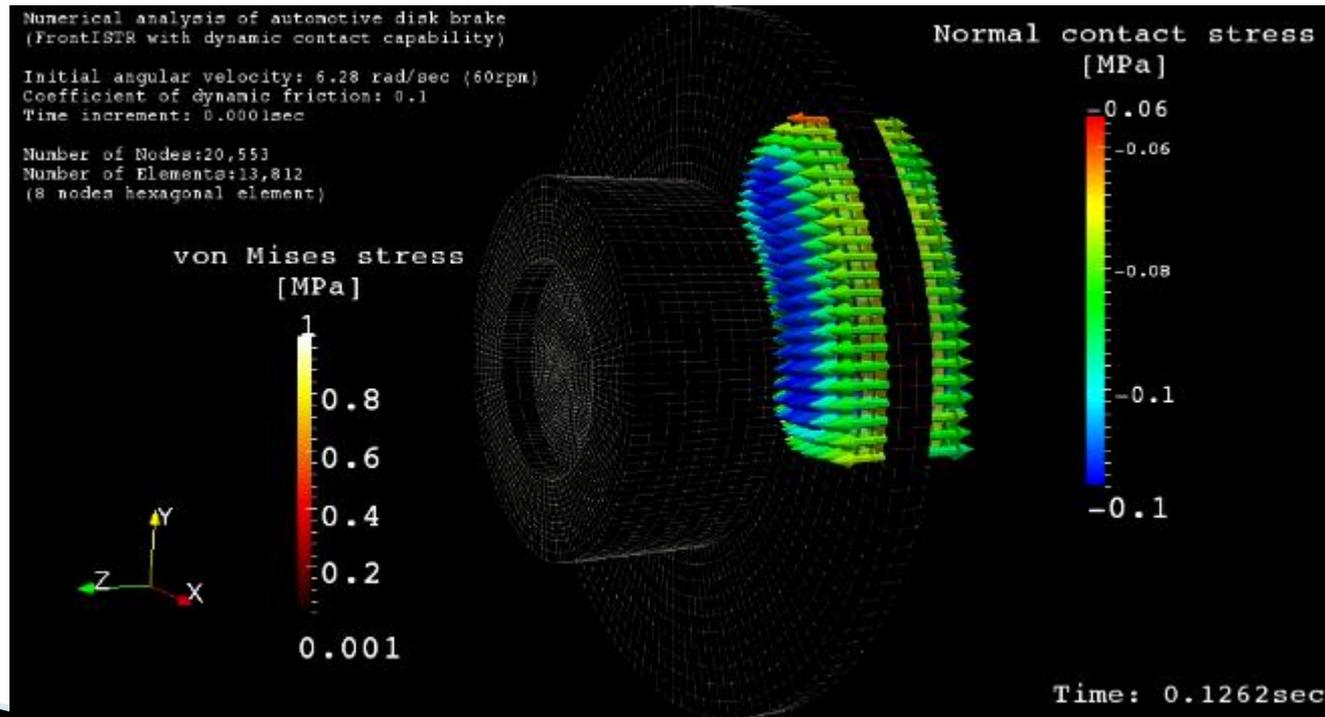
背面圧力条件



動解析(時刻歴応答解析)

▶ 応用事例(ブレーキパッド)

背面圧力が一定に成った時の接触応力



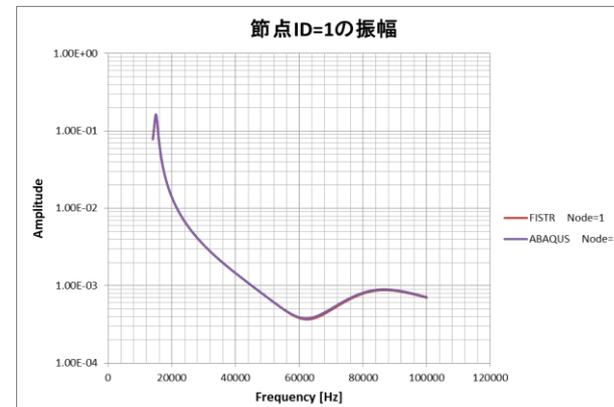
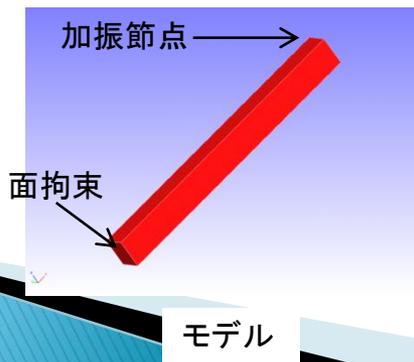
動解析（周波数応答解析）

■ 解析機能概要

- ・モード合成法に基づく応答解析
- ・FrontISTRの固有値解析から得られた固有値、固有ベクトルを利用
- ・正弦波で与えられた外力による動的応答を計算
- ・複数の加振点の扱いや位相のずれも考慮可能
- ・周波数に対する変位、速度、加速度を出力

■ 基礎検証（チュートリアルデータ）

片持ち梁

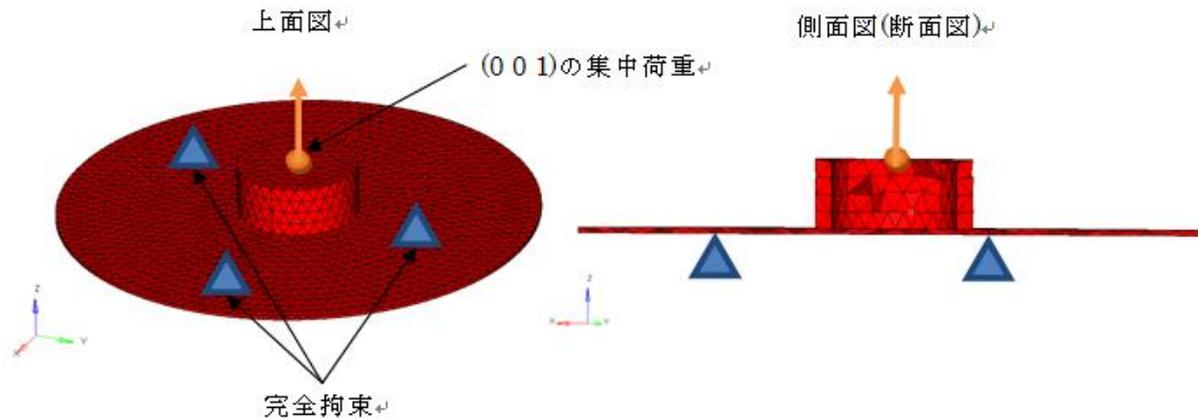


モニタリング節点の変位強度の周波数依存性

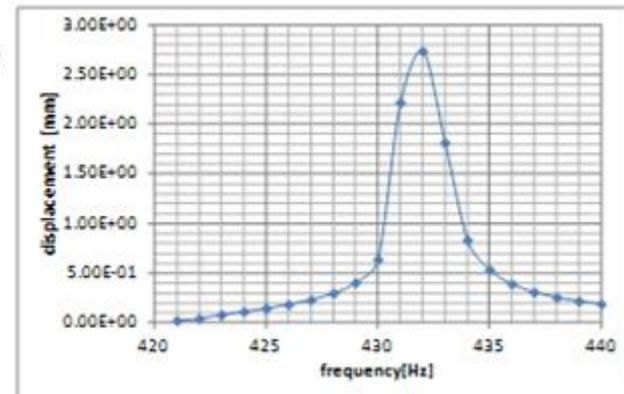
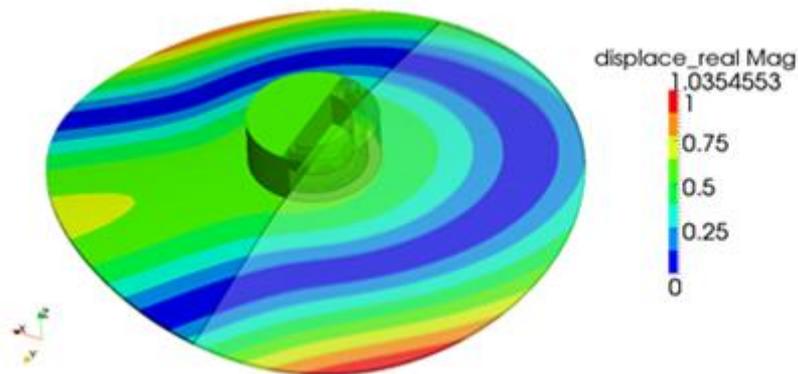
動解析(周波数応答解析)

▶ 応用事例(圧電素子)

モデル



解析結果

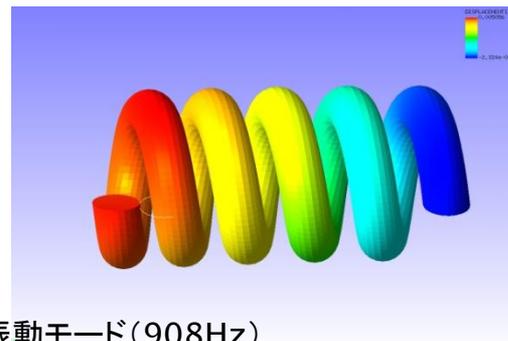
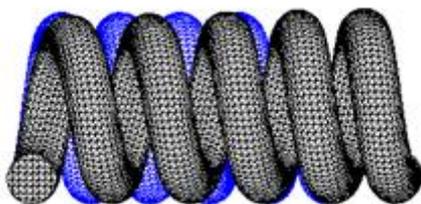
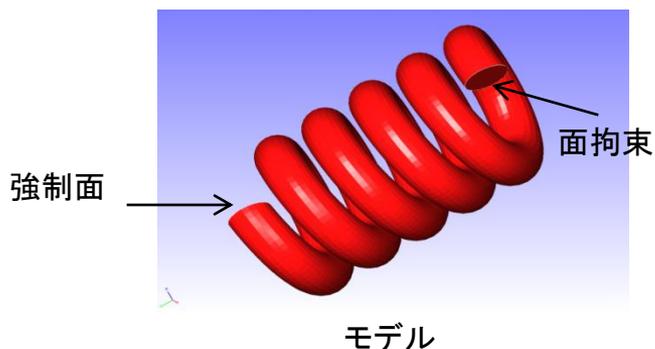


443Hzの正弦波外力を与えた時の変位応答

変位強度の周波数依存性

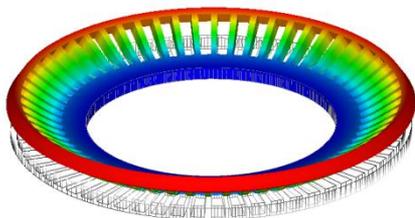
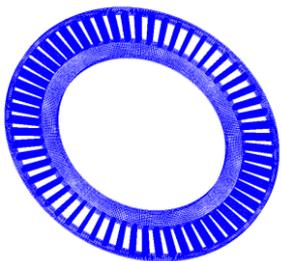
固有値解析

▶ 基礎検証例題 (チュートリアルデータ)

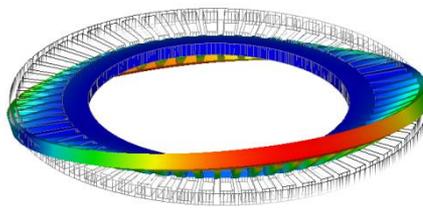


▶ 応用事例 (タービンロータ)

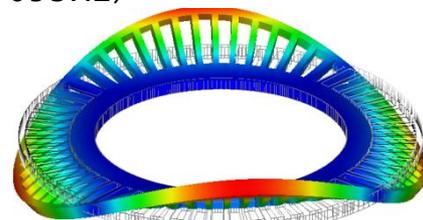
モード1 (1067Hz)



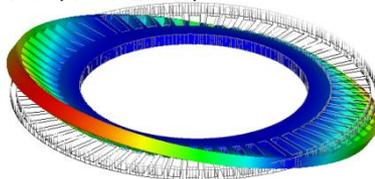
モード2 (1072Hz)



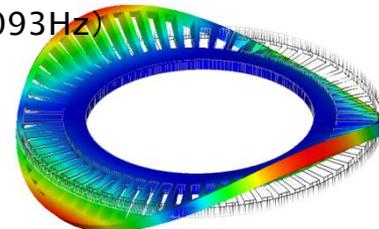
モード4 (1093Hz)



モード3 (1072Hz)



モード5 (1093Hz)



メッシュ 節点数127,440
要素数382,320 (6面体1次要素)