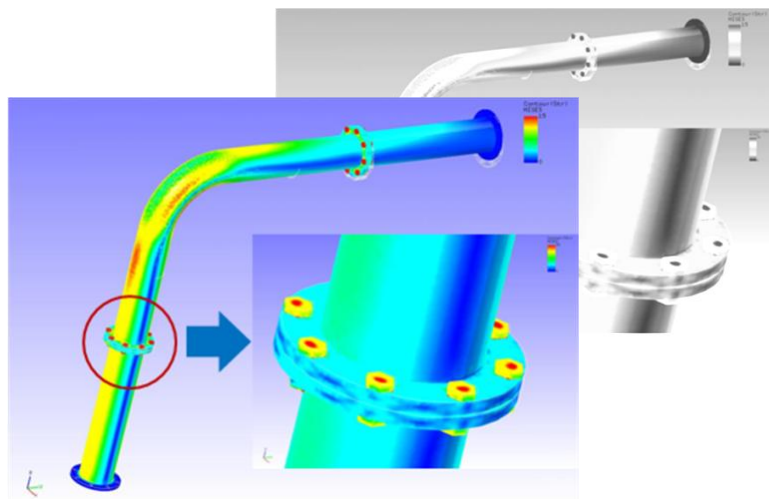


製品紹介セミナー ～構造解析ソフトウェアAdvance/FrontSTR、 汎用プリポストプロセッサAdvance/REVOCAPの 新バージョンのご紹介～

2011年7月28日 開催

プログラム

14:00～14:10(10分)	「主催者あいさつ アドバンスソフト株式会社のご紹介」 第1事業部長 松原 聖
14:10～14:30(20分)	「Advance/FrontSTR Ver.4.0 の概要と特長のご紹介」 技術第5部 末光 啓二
14:30～15:00(30分)	「Advance/FrontSTR Ver.4.0 の新機能のご紹介」 技術第5部 袁 熙
15:00～15:10(10分)	休憩
15:10～15:30(20分)	「解析事例と実行性能について」 技術第5部 大家 史
15:30～16:00(30分)	「プリポストプロセッサ Advance/REVOCAP Ver.2.3 の概要と特長のご紹介 および解析実演」 技術第5部 徳永 健一
16:00～16:15(15分)	「製品体系と価格」 営業部 河口 洋子
16:15～16:30(15分)	質疑応答





構造解析ソフトウェア Advance/FrontSTR、
汎用プリポストプロセッサ Advance/REVOCAPの新バージョンのご紹介

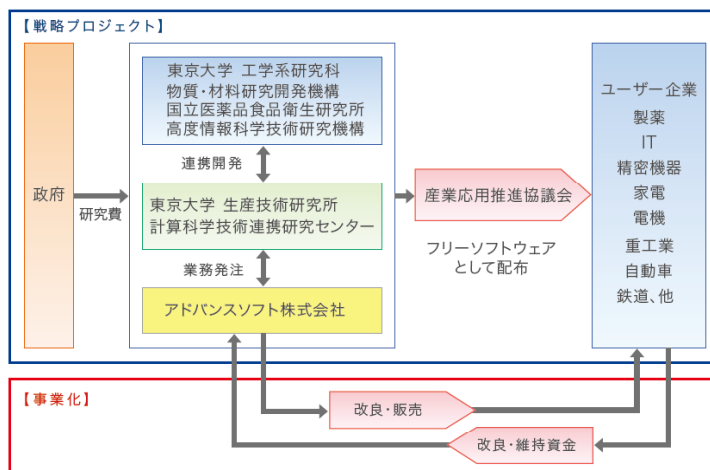
弊社ソフトウェア、サービスのご紹介

アドバンスソフト株式会社
第1事業部 松原 聖

1.

アドバンスソフトとは、

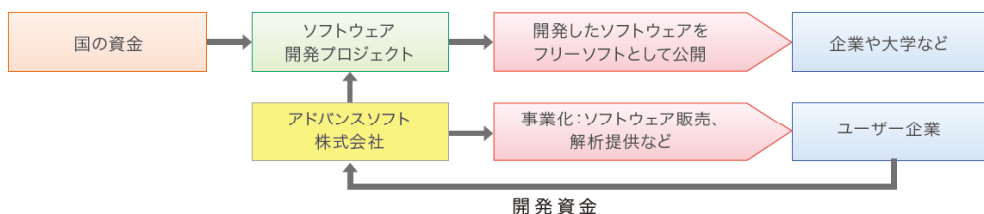
アドバンスソフトの設立と国家プロジェクト



文部科学省はわが国の計算科学技術の振興目的として戦略的基盤ソフトウェア開発プロジェクトを2002年～2004年(3年間)、予算は総額約40億円で実施しました。さらに継続プロジェクトとして革新的シミュレーション・ソフトウェア開発プロジェクトを2005年～2007年の3年間で事業規模は約30億円で実施しました。このプロジェクトは合計6年間、約70億円のプロジェクトであり、わが国のシミュレーション用ソフト開発プロジェクトとしては最大規模です。このプロジェクトは東京大学生産技術研究所 計算科学技術連携研究センターを中核拠点とし、東京大学 生産技術研究所を中核とした「学」と「産」のアドバンスソフトの強力な産学官連携により推進されました。

研究開発成果の事業化

事業化→開発資金の獲得→継続的改良という正のフィードバックを確立します。



会社概要

名称 アドバンスソフト株式会社

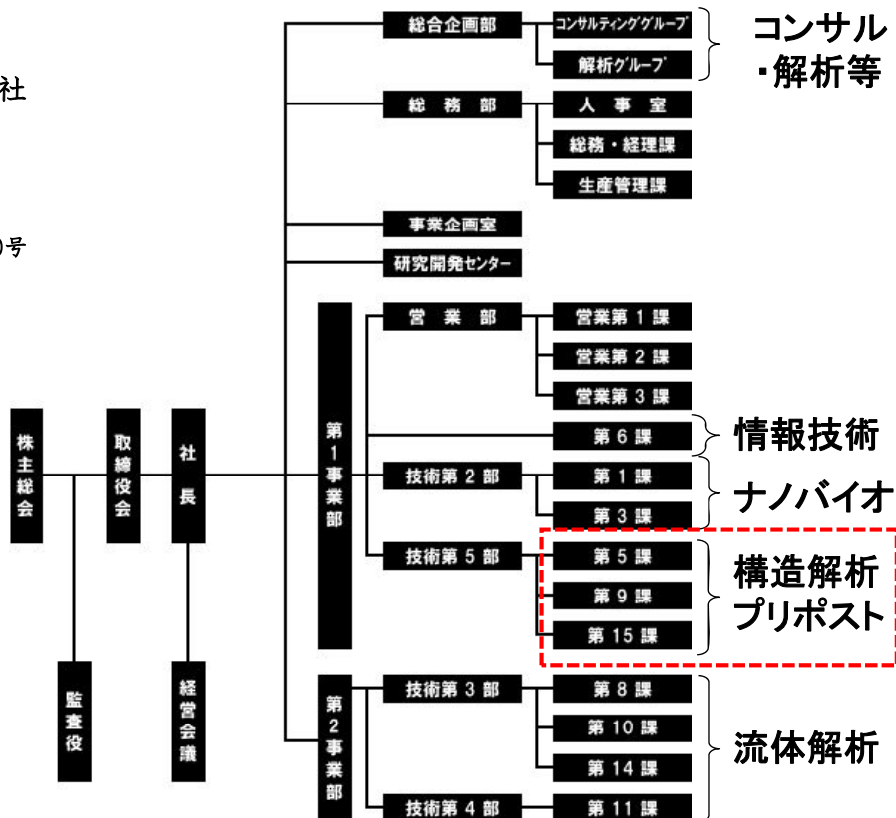
英文名 AdvanceSoft Corporation

本社 〒107-0052
東京都港区赤坂1丁目9番20号
第16興和ビル南館7階
TEL: 03-5570-1680
FAX: 03-5570-1684

設立 2002年(平成14年)4月24日

資本金 3,724万円

従業員数 62名(2010年7月1日現在)

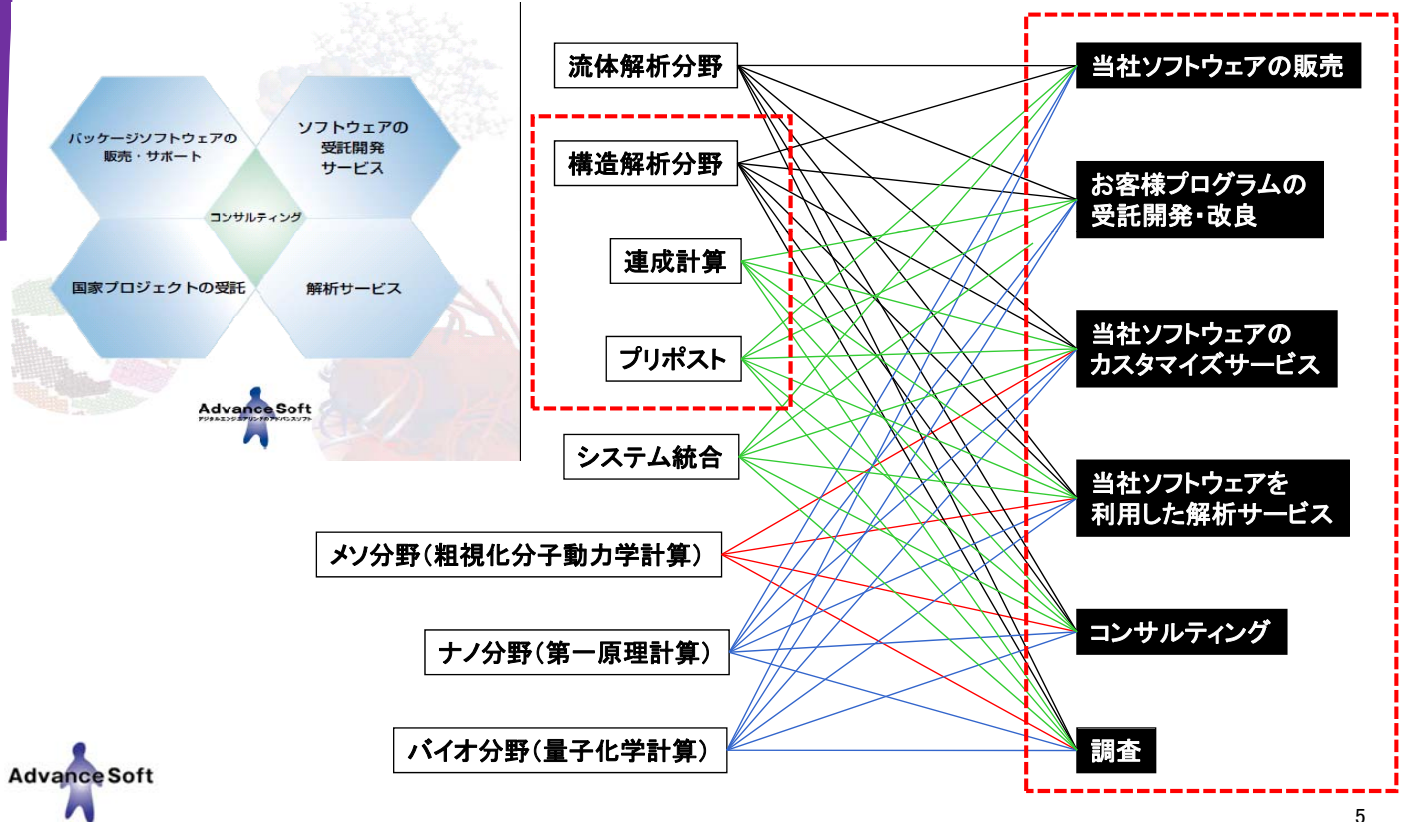


当社のソフトウェア共通の特徴

- ✓ 大規模・並列計算
- ✓ 複数のソフトウェアによる連成計算
- ✓ お客様のご要望によるカスタマイズ



アドバンスソフトの事業分野と事業内容



Advance Soft

「デジタルエンジニアリングのアドバンスソフト」



Advance/FrontSTR Ver.4.0 の機能一覧

注：赤字はVer.4.0の新機能

静解析	材料非線形：超弾性／弾塑性／ 熱弾塑性／粘弾性／粘塑性 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)：Augmented Lagrange法、有限すべり、摩擦
動解析	中央差分法／Newmark-β法／ HHT法、材料非線形／幾何学的非線形／接触
固有値解析	ランチョス法、 時刻歴応答解析／モード解析
熱伝導解析	定常／非定常(陰解法)
要素タイプ	Solid要素(四面体／六面体／プリズム／ピラミッド、1次／2次、 非適合モード、B-bar要素など) シェル要素(三角形／四辺形、1次／2次、MITC要素) 梁要素(1次／2次／3次、MITC要素) トラス要素(1次／2次／3次)、マス要素
解析支援	アセンブリ構造対応、メッシュ細分化、境界条件ステップ制御



3

Advance/FrontSTRにおける拡充機能

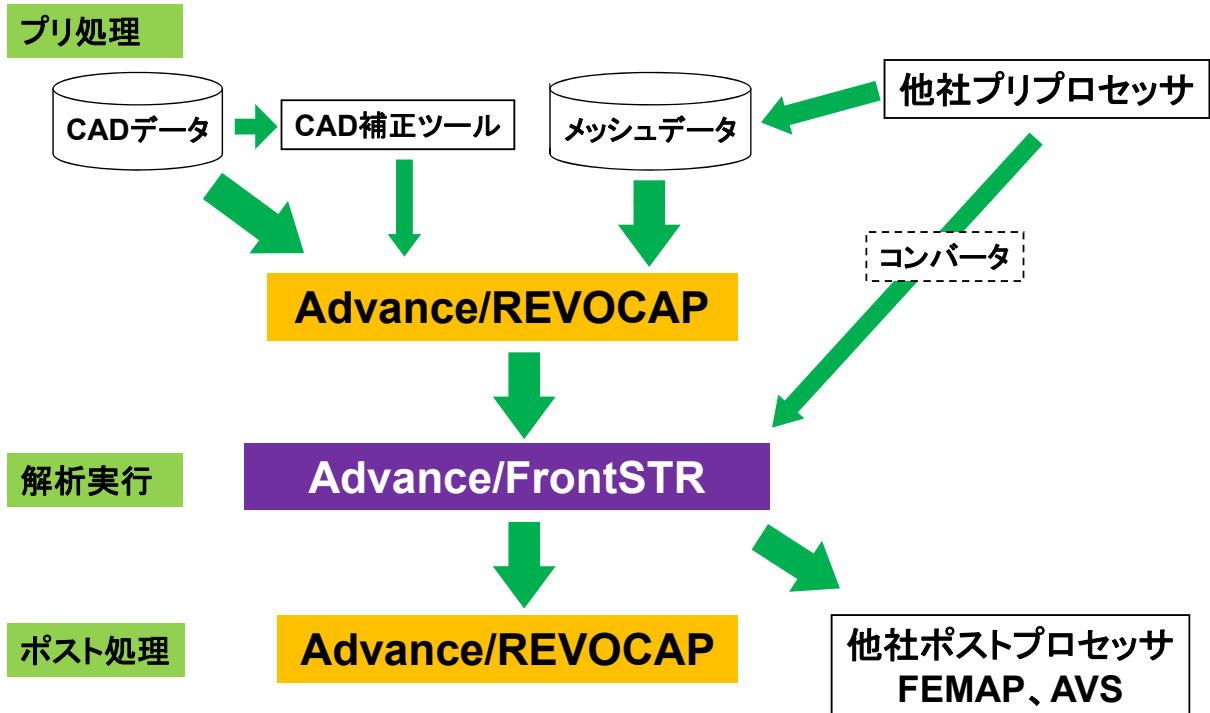
- アセンブリ構造解析におけるMPCのEQUATIONデータの自動生成
- モード解析機能の追加
- 直接法ソルバーの整備
- 要素タイプの拡充(シェル要素、梁要素、トラス要素、マス要素など)

- 反復法による接触解析の並列化(開発中)
- 自由度混在モデルの解析機能(開発中)



4

Advance/FrontSTRの解析環境



5

Advance/FrontSTR Ver.4.0 の特長

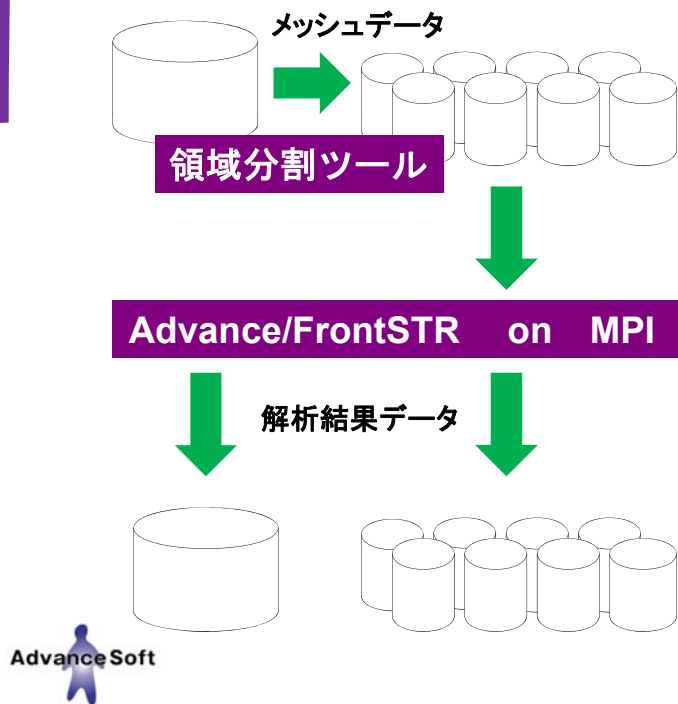
- PC、PCクラスター、スパコンに対応するスケーラビリティ
- 大規模並列計算における優れた並列性能
- 実用的な非線形解析機能
- 連成解析に対応



6

各種計算機に対応するスケーラビリティ

Advance/FrontSTR の並列化方式



Advance/FrontSTR の動作環境

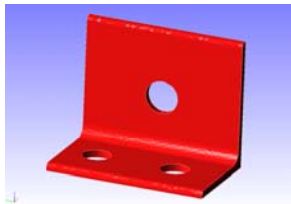
- ・Windows XP, Vista, 7
32ビット/64ビット
- ・Linux 64ビット
- ・スパコン
 東京大学さま HA8000
 九州大学さま PRIMERGY
 FOCUSさま BX922S2

7

並列性能の計測(小規模)

解析対象

静応力解析(四面体二次要素)
 要素数: 49, 871
 節点数: 84, 056

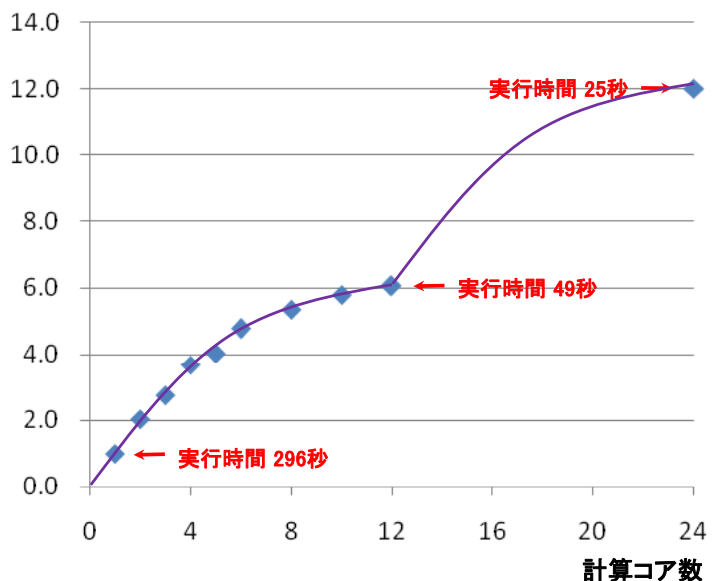


使用計算機

計算科学振興財団さま FOCUSスパコン
 1~12コア: 1ノード内
 24コア: 2ノード

注: Intel Xeon L5640(2.26GHz)
 × 2CPU(計12コア)/ノード

増速率(T_1/T_n)

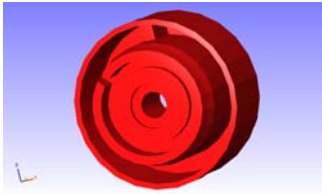


8

並列性能の計測(中規模)

解析対象

静応力解析(四面体二次要素)
 要素数: 684, 807
 節点数: 1, 008, 911

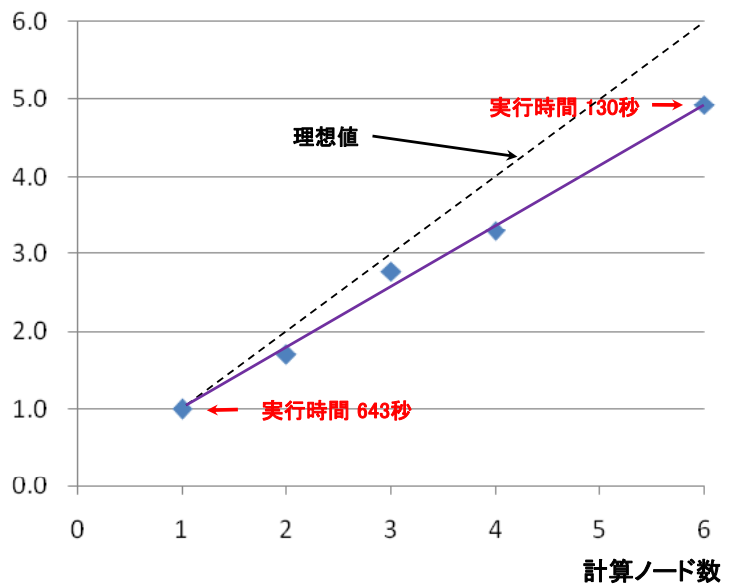


使用計算機

計算科学振興財団さま FOCUSスパコン
 1~6ノード

注: Intel Xeon L5640(2.26GHz)
 × 2CPU(計12コア)/ノード

増速率(T_1/T_n)



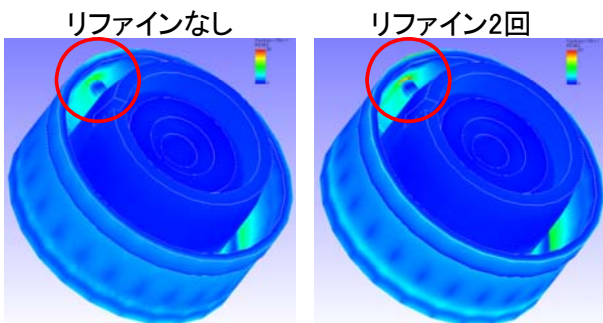
並列性能の計測(大規模)

解析対象

静応力解析(四面体二次要素)

リファイン	要素数	節点数
なし	684,807	1,008,911
1回	5,478,456	7,707,758
2回	43,827,648	60,089,084

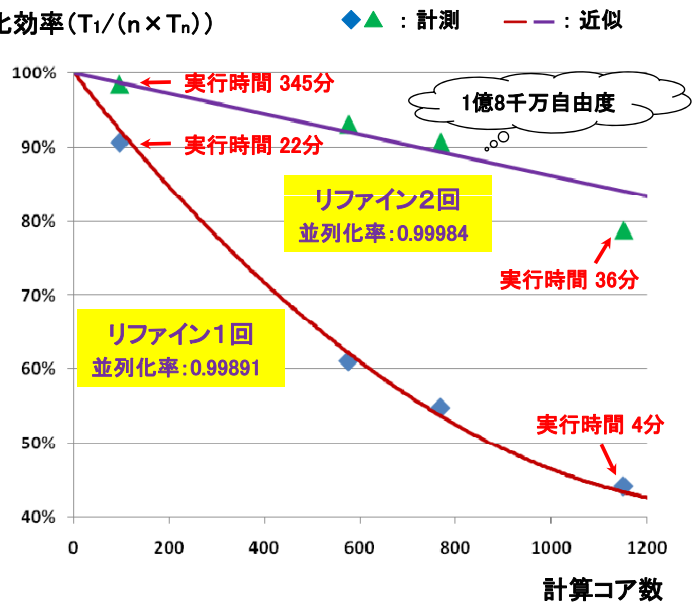
解析結果(ミーゼス応力分布)



使用計算機

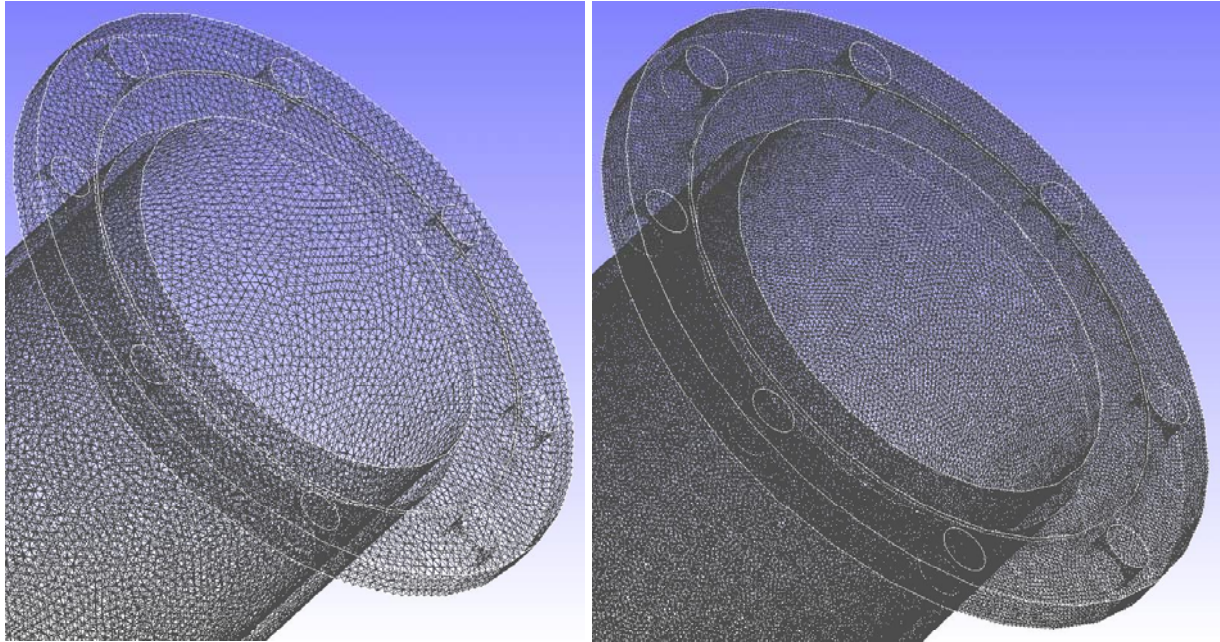
計算科学振興財団さま FOCUSスパコン

並列化効率($T_1/(n \times T_n)$)



REVOCAP_Refinerのメッシュ細分化機能

オリジナル $\xrightarrow{8倍規模}$ リファイン

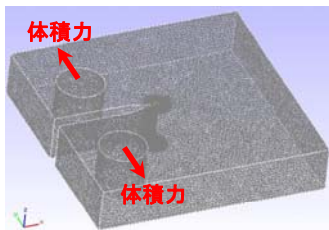


11

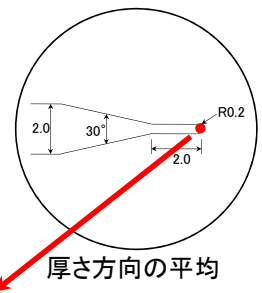
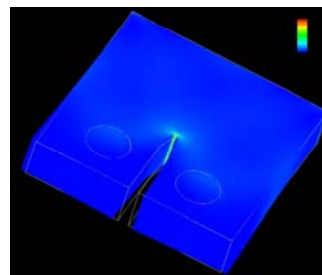
REVOCAP_Refinerによる応力集中解析例

解析対象

CT試験片
静応力解析(四面体二次要素)

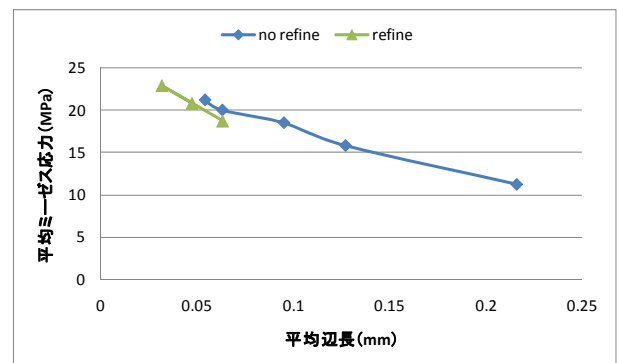


解析結果



解析ケース

密度係数	細分化	要素数	節点数	平均辺長
2	0	273,078	387,347	0.216
4	0	303,544	429,049	0.127
4	1			0.063
4	2			0.032
6	0	507,346	704,253	0.095
6	1			0.048
8	0	1,147,920	1,561,353	0.063
11	0	2,247,912	3,029,807	0.054



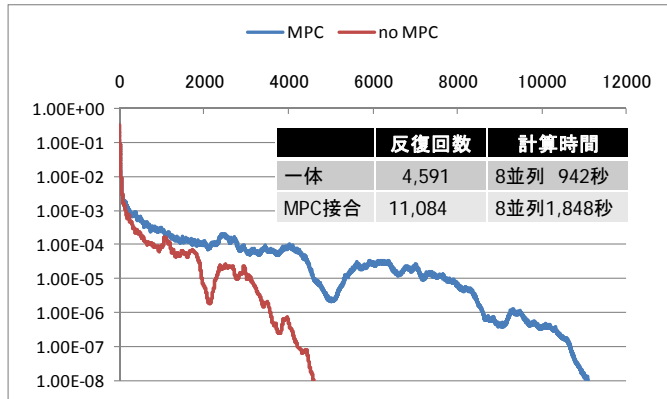
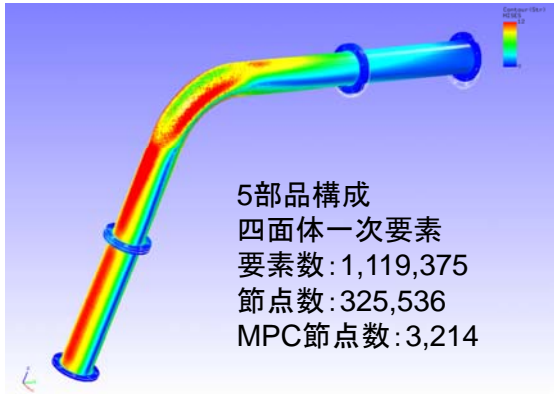
12

アセンブリ構造解析機能

- 独自のMPC自由度消去法ソルバーを導入



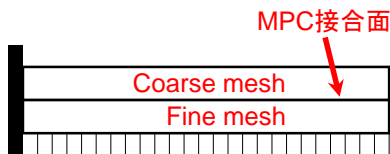
- 反復法による大規模アセンブリ構造解析の収束性が飛躍的に改善



アセンブリ構造解析機能の基本検証

解析対象

片持ち梁
静応力解析

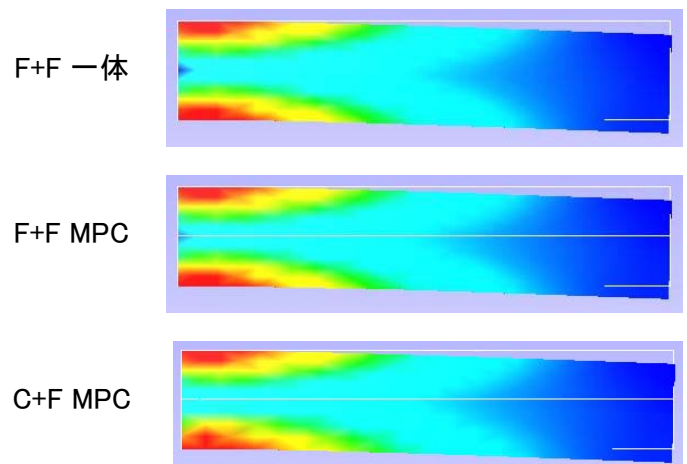


要素 タイプ	Coarse mesh		Fine mesh	
	要素数	節点数	要素数	節点数
四面体一次	1,600	525	3,125	936
四面体二次	1,600	3,001	3,125	5,546
六面体一次	640	1,025	1,250	1,836

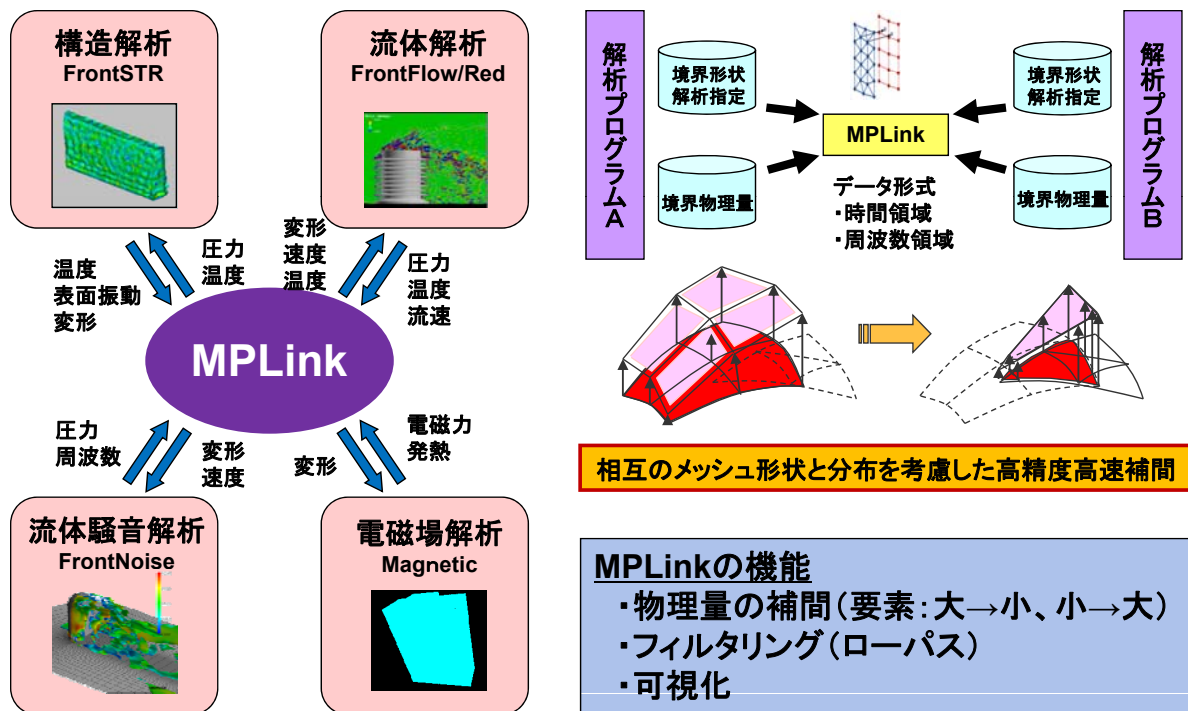
解析結果

要素 タイプ	解析 ケース	MPC 節点数	最大 変位
四面体一次	F+F 一体	—	25.87
	F+F MPC	156	25.87
	C+C MPC	105	25.07
	C+F MPC	156	25.46
四面体二次	F+F 一体	—	27.55
	F+F MPC	561	27.55
	C+C MPC	369	27.51
	C+F MPC	561	27.53
六面体一次	F+F 一体	—	27.56
	F+F MPC	306	27.56
	C+C MPC	205	27.52
	C+F MPC	306	27.54
理論解			27.74

四面体二次要素のミーゼス応力分布



連成解析機能 (Multi Physics Linkage)



15

おわりに

- Advance/FrontSTR Ver.4.0 では、優れた大規模並列性能に加えて、実用的な非線形解析機能を整備しました。お客様の解析現場で是非お役立てください。
- 弊社は特定のベンダーに依存することなく、お客様の業務課題・技術課題の解決に向けて、お客様の視点で貢献して参ります。アドバンスソフトの人材と技術力を是非ご活用ください。



16



構造解析ソフトウェア Advance/FrontSTR、 汎用プリポストプロセッサ Advance/REVOCAPの新バージョンのご紹介

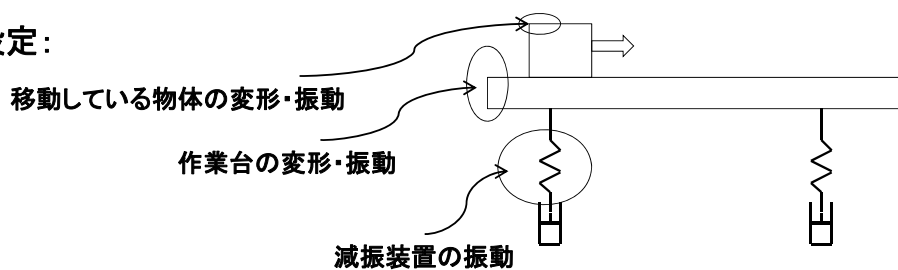
Advance/FrontSTR Ver.4.0の新機能のご紹介

アドバンスソフト株式会社
第1事業部第5部 袁熙

3.

例題1：減振装置の効果

問題設定：

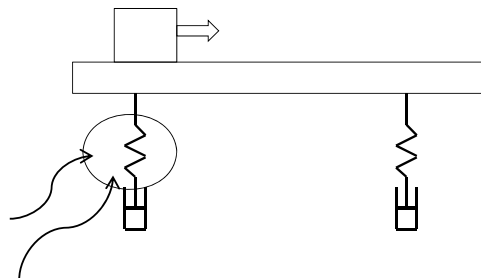


新しく開発した機能：

非線形動的解析
(幾何非線形、材料非線形
接触非線形を含む)

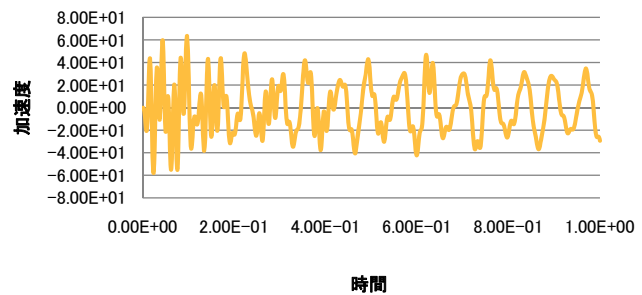
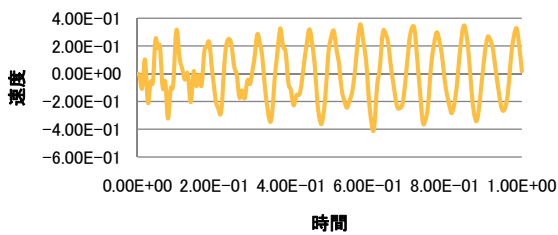
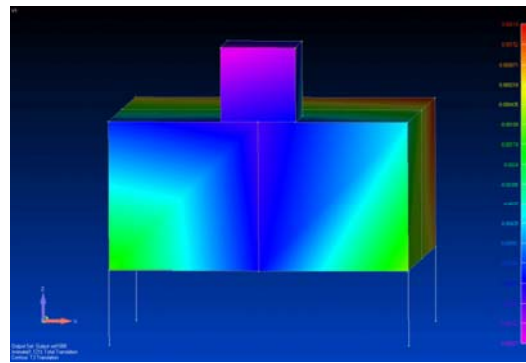
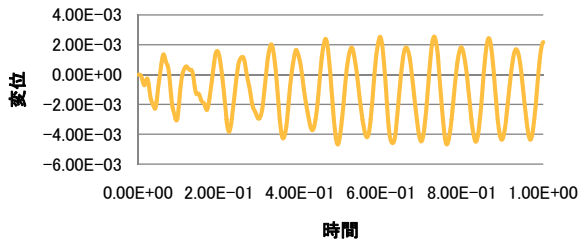
粘弾性変形

トラス要素



例題1: 減振装置の効果

解析結果(例):



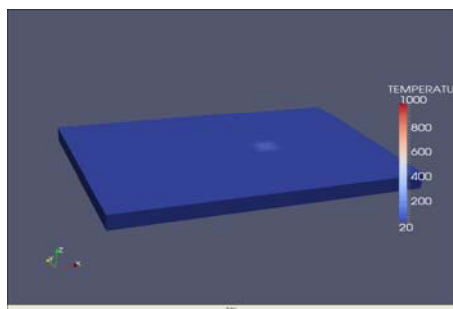
例題2: 撓鉄変形解析

From: Wikipedia

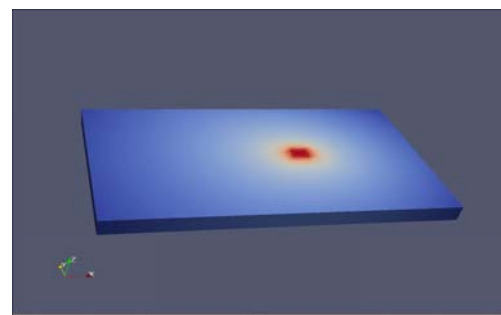
船首部や船尾部のような複雑な球面形状を作る曲げ加工は特に「撓鉄」(ぎょうてつ)と呼ばれる、専門の作業者が行なう熟練の技によって熱間加工される。

新しく開発した機能: **熱-変形連成解析機能**
材質の熱依存性を考慮

解析結果(例):



熱伝導解析



弾塑性変形解析



例題3:地震による建造物の振動解析

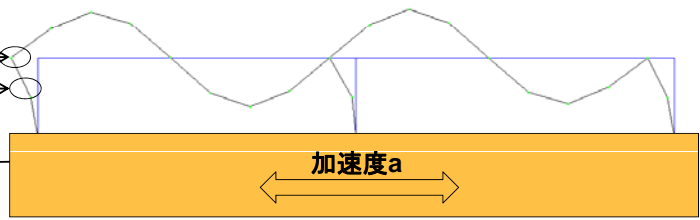
新しく開発した機能:

モーダル応答解析方法

マス要素

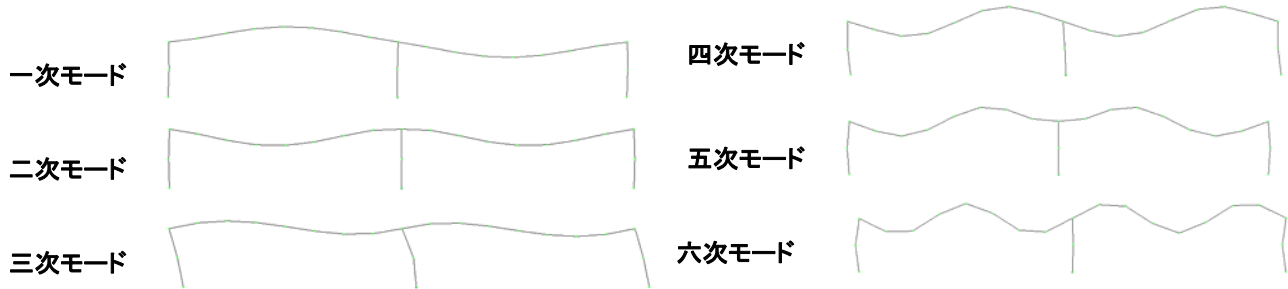
梁要素

境界条件: 地面加速度



解析過程:

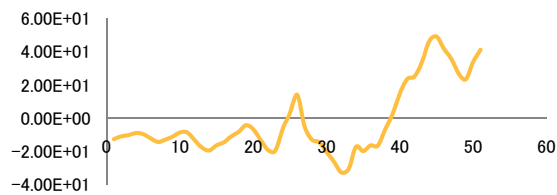
1. 固有変形モードの計算



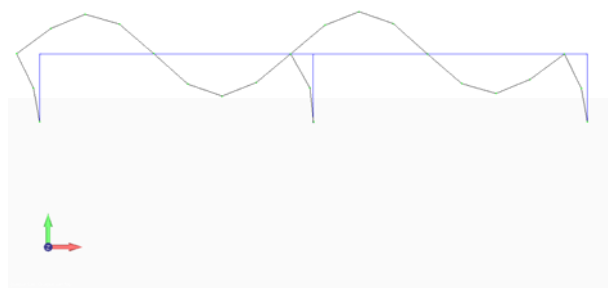
例題3:地震による建造物の振動解析

2. モーダル応答解析

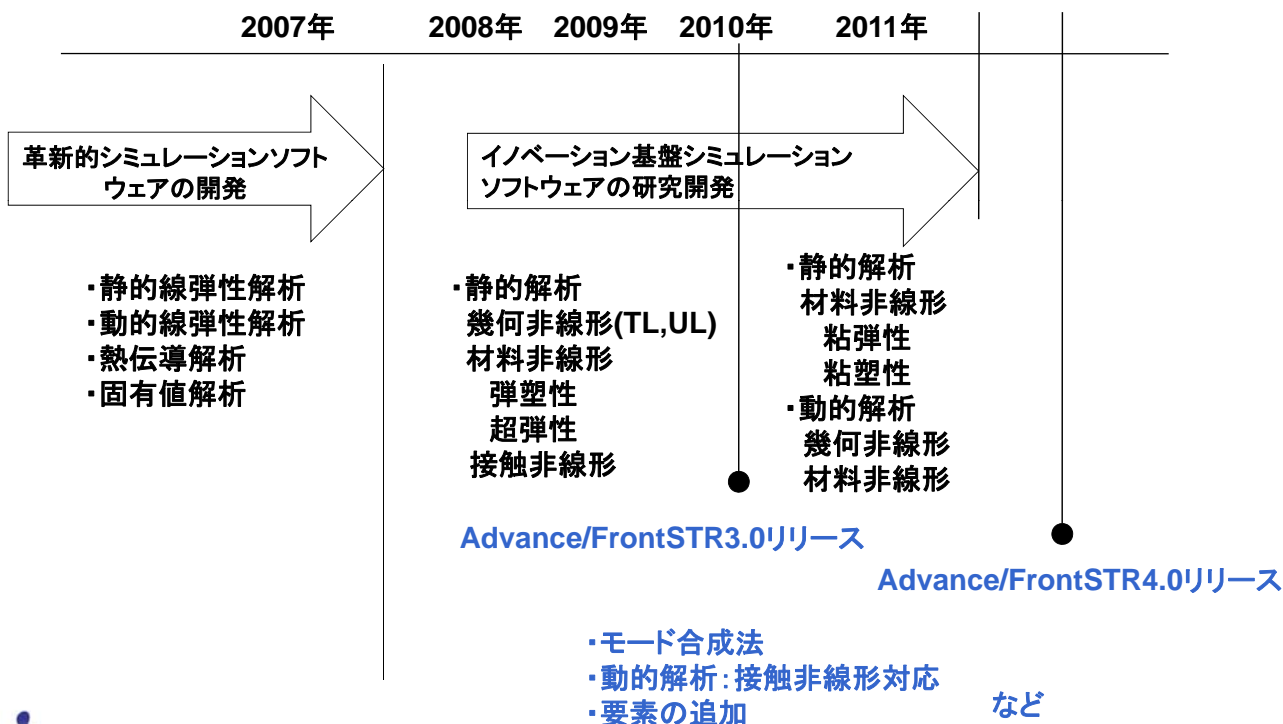
地震波(加速度)



解析結果



Advance/FrontSTRの歩み



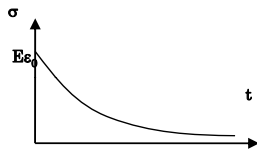
Advance/FrontSTRの新機能

- 材質の追加(準静的材料)
 - 粘弾性・粘塑性
- 要素の追加(構造要素)
 - シェル・梁・トラス・マスなど
- 解析機能の追加
 - 非線形動的解析機能(幾何非線形・材料非線形・接触非線形を含む)
 - 熱一変形(静的解析、動的解析を含む)連成解析
 - モード合成法
 - そのほか(Hilber-Hughes-Taylor時間積分法など)

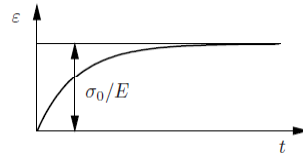


Advance/FrontSTRの新機能: 時間依存性をもつ材質

今年度追加したモデルは時間依存性をもつ材質であり、これに伴った修正により Advance/FrontSTRは準静的解析ができるようになった。

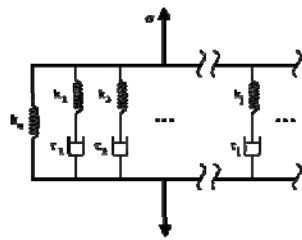


応力緩和現象



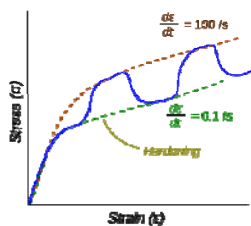
クリープ現象

1. 粘弾性モデル: 一般化したMaxwellモデル



Advance/FrontSTRの新機能: 粘塑性材料

2. 粘塑性材料: ひずみ速度依存性を持つ弾塑性材料である



ひずみ硬化現象

粘塑性構成式(γ:粘性ひずみ)

$$\dot{\gamma} = \dot{\gamma}(\sigma, t, T) = f_{\sigma}(\sigma) f_t(t) f_T(T)$$

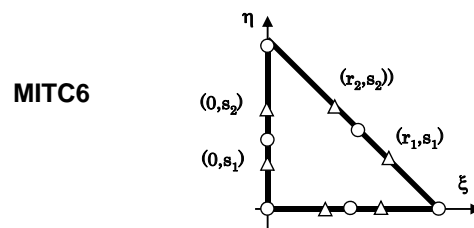
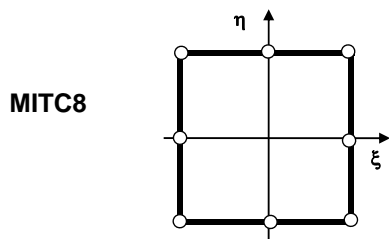
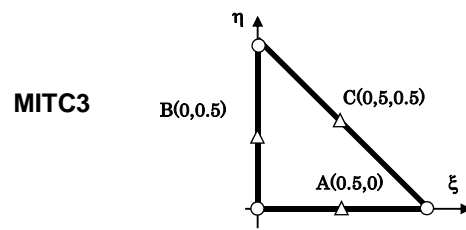
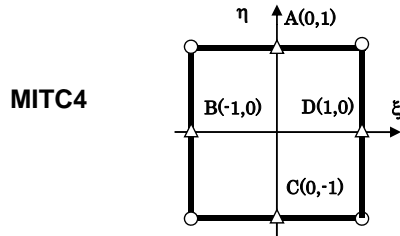
Advance/FrontSTR現時点実装している構成式

Norton則: $\dot{\gamma} = A\sigma^n t^m$



Advance/FrontSTRの新機能:シェル要素

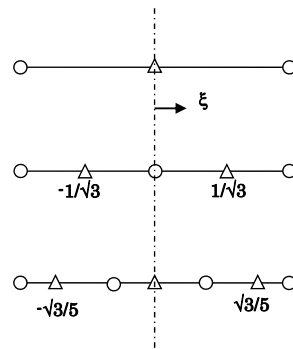
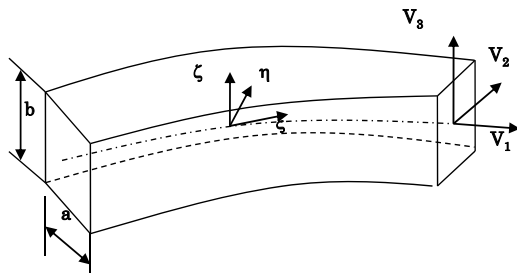
- ・ アイソパラメトリックシェル要素或いはdegenerated シェル要素
- ・ shear lockingを低減するため、すべてMITC要素である
- ・ 幾何非線形・材料非線形を対応済み



11

Advance/FrontSTRの新機能:梁要素

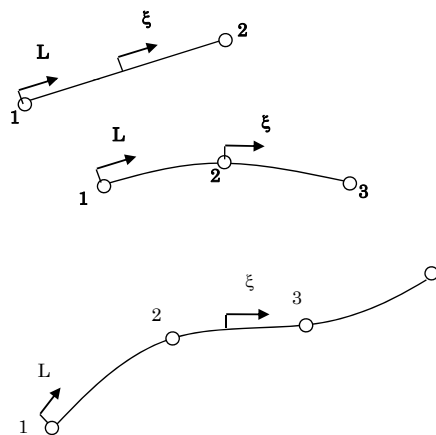
- ・ アイソパラメトリック梁要素である
- ・ shear lockingを低減するため、すべてMITC要素である
- ・ 幾何非線形・材料非線形を対応済み
- ・ 現時点長方形断面のみ



12

Advance/FrontSTRの新機能:トラス要素

- 幾何非線形・材料非線形・接触非線形を対応済み

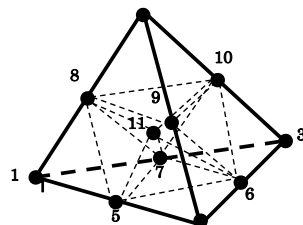


13

Advance/FrontSTRの新機能:その他の要素

マス要素

四面体二次複合要素:接触解析対応のため



ピラミッド五面体要素

低減積分ソリッド要素

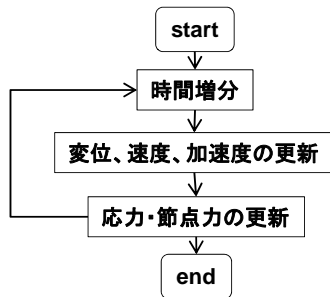


14

Advance/FrontSTRの新機能: 非線形動的解析機能

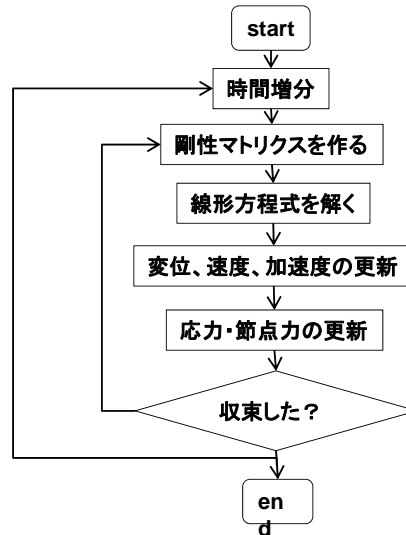
動的陽解法:

時間積分方法: 中央差分法



動的陰解法:

時間積分方法: Newmark- β 法、HHT法



15

Advance/FrontSTRの新機能: 熱-変形連成解析

解析手順:

1. 熱解析を行い、その解析結果を書き出す
2. 熱解析の結果を読み込み、変形解析を行う

- ・ 材質の温度依存性を考慮
- ・ 静的、動的解析とも対応済み

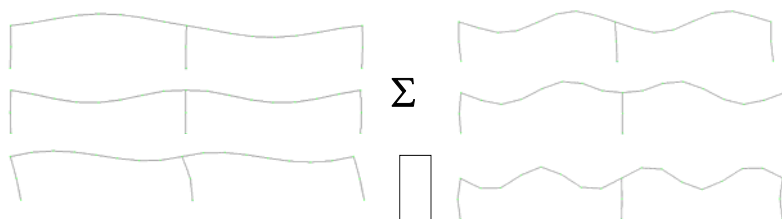


16

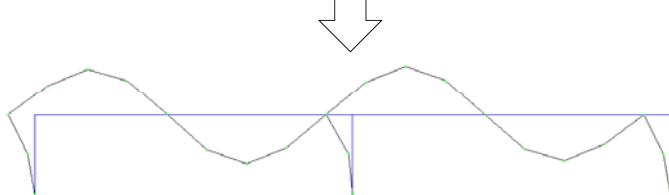
Advance/FrontSTRの新機能: モーダル合成法

解析手順:

1. 固有値解析を行い、固有変形モードを得る



2. 固有変形モードの重ね合わせより、変形の時間履歴を得る

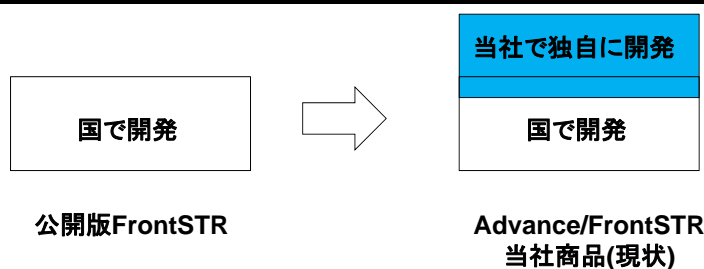


- ・ 線形解析のみであるが、直接時間積分法を採用した動的解析手法と比べ、計算時間は圧倒的に短縮される。



17

公開版FrontSTR vs Advance/FrontSTR

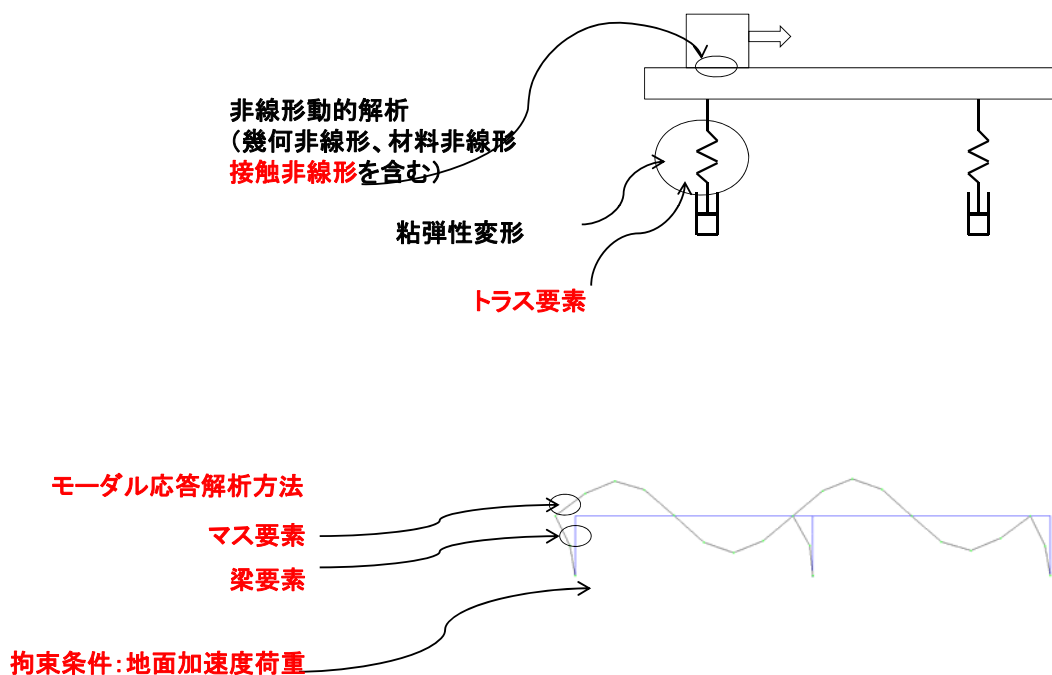


- ・ 機能の違い
要素: シェル、梁、トラス、マス、ピラミッド、低減積分
材質: Ogden超弾性、温度依存性
手法: モーダル応答、HHT法、接触を考慮した動解析
- ・ アルゴリズムの違い
例えば: 応力更新、固有値計算
- ・ ソフトウェア作り方の違い
拡張性の向上、メモリーリークの回避など



など

18



まとめ: Advance/FrontSTRは何ができるか?

- ・ 歴史が浅いため、機能面の豊富さでは外国製ソフトに及ばないが...
- ・ 汎用構造解析ソフトとしての基本的な機能を提供。
- ・ 100%日本国内で開発したソフトで、迅速で細かい対応が可能。
- ・ 高度な連成解析にはカスタマイズで対応。

Advance/FrontSTRは日本製のソフトウェアとして御客様とともに歩んできました。今後ともご鞭撻、ご支援をお願い致します。





構造解析ソフトウェア Advance/FrontSTR、 汎用プリポストプロセッサ Advance/REVOCAPの新バージョンのご紹介

解析事例と実行性能について

アドバンスソフト株式会社
技術第5部 主事研究員
大家 史

4.

内容一覧

■ 基本例題による解析

– 逐次処理の例題

- 弾性静解析
- 非線形準静解析

– 粘弾性解析, クリープ解析

- 非線形動解析

– 並列処理の例題

- 弾性静解析

– 大規模解析支援

- アセンブリ構造、メッシュ細分化(リファイナー)



• 基本的な操作方法の紹介
• 解析制御ファイルの指定方法の説明



• 並列解析の手順紹介



• 基本的な操作方法の紹介

■ 実行性能

– 増速率(CG法、直接法)PCクラスタ上での性能



基本例題一覧

チュートリアルガイドの例題

解析種別	モデル名	要素タイプ	要素数	節点数
弾性静解析	ヒンジ	四面体一次	579,772	121,850
超弾性解析 弾塑性解析 粘弾性解析 クリープ解析	シリンダー	六面体一次	432	629
超弾性解析 固有値解析	スプリング	四面体二次	4,6454	78,771
弾塑性解析	カン	四面体二次	7,236	14,119
接触解析	Hertz	六面体一次	168	408
接触解析	押し込み	六面体一次	2,888	4,000
弾性動解析 非線形動解析	片持ち梁	四面体二次	240	525
熱伝導解析	ブロック	六面体一次	32,160	37,386



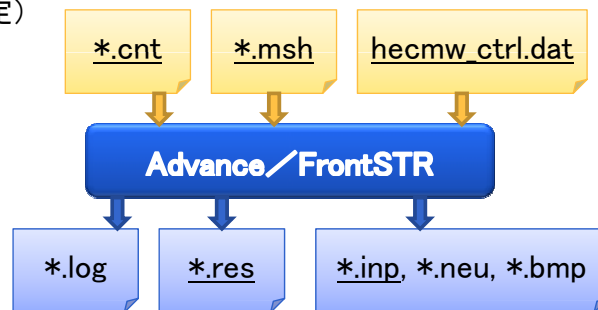
逐次処理による解析

実行の流れ

解析制御データ。解析に関する各種設定(解析タイプ, 境界条件, 材料設定, ソルバ設定)

メッシュデータ

全体制御データ。入出力ファイルを管理する



※下線があるファイルは REVOCAPで操作可能

解析結果のテキスト出力

FrontSTR用可視化ファイル

その他の可視化ファイル

実行コマンド

```
> fstr
```



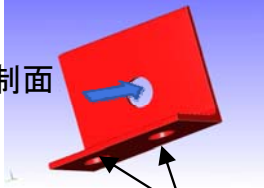
弾性静解析(ヒンジ)1

■ 解析モデル

要素数: 579,772

節点数: 121,850

強制面



拘束面

■ 解析制御ファイル

```
# Control File for FSTR
## Header
!VERSION
4
## Analysis control
ISOLUTION, TYPE=STATIC
### Boundary Condition
!BOUNDARY, GRPID=1
BND0, 1, 3, 0.000000
BND1, 1, 3, 0.000000
!CLOAD, GRPID=1
CLO, 1, 1.00000
### Step
!STEP
BOUNDARY, 1
LOAD, 1
!S-STATIC
```

制御ファイルのバージョン

解析の種類

境界条件などの設定

解析ステップ

各ステップ利用する境界条件および各解析条件のパラメータ設定を行う

解析の種類(TYPE)

- STATIC: 静解析
- HEAT: 熱伝導解析
- EIGEN: 固有値解析
- DYNAMIC: 動解析
- MODAL: モード応答解析

境界条件などの設定

- BOUNDARY: 変位境界条件
- CLOAD, DLOADなど: 荷重関連
- CONTACT: 接触条件
- VELOCITYなど: 動解析関連
- TEMPERATUREなど: 熱解析関連

解析条件

- S-STATIC: 静解析の設定
- S-VISCO: 準静解析の設定
- S-DYNAMIC: 動解析の設定
- S-HEAT: 熱解析の設定
- S-EIGEN: 固有値解析の設定



5

弾性静解析(ヒンジ)2

■ 解析制御ファイル

```
### Section
!SOLID SECTION, EGRP=Solid0,
MATERIAL=ST
### Material
!MATERIAL, NAME=ST
!M-ELASTIC
210000.0, 0.3
!DENSITY
7850.0
### Solver Setting
!SOLVER, METHOD=CG, PRECOND=1, NS
ET=0, ITERLOG=YES, TIMELOG=YES
```

セクション定義

全ての要素はセクション設定を行う必要がある

弾性材料の設定
ヤング係数と密度

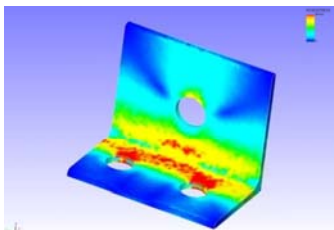
材料の種類

- M-ELASTIC: 弾性材料
- M-PLASTIC: 塑性材料
- M-HYPERELASTIC: 超弾性材料
- M-VISCOELASTIC: 粘弾性材料
- M-VISCOPLASTIC: 粘塑性材料

ソルバ設定

- ソルバ選択(METHOD)
 - CG, CG2: 共役勾配法
 - DIRECT2: 直接法 など
- 前処理手法(PRECOND)
- ソルバ収束履歴出力(ITERLOG)
- ソルバ計算時間出力(TIMELOG)

反復回数 10000, 2
打ち切り誤差 1.0e-06, 1.0, 0.0



解析結果
変形およびミーゼス
応力コンター図



6

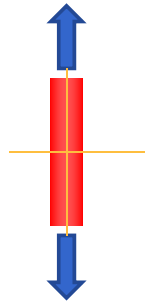
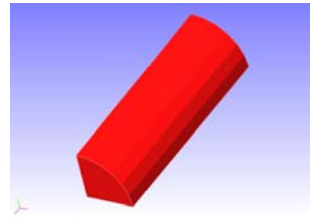
非線形準静解析(シリンダー)

■ 共通(粘弾性解析・クリープ解析)

- モデル

- 丸棒の1/8モデル

要素数: 432
節点数: 629



- STEP

- 解析ステップを指定する

BOUNDARY(境界条件), C(D)LOAD(荷重条件), CONTACTなどはSTEP以下に指定することで解析で利用されるようになる

ステップ数を 5にする 各ステップにおける
収束判定閾値

!STEP, SUBSTEPS=5, CONVERG=1.0e-5

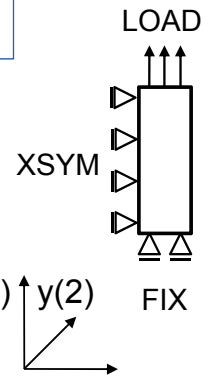
BOUNDARY, 1

IS-VISCO
0.2, 2.0

粘弾性解析を行う設定
時間増分値、経過時間

!BOUNDARY, GRPID=1
LOAD, 3, 3, -5.0
FIX, 3, 3, 0.0
XSYM, 1, 1, 0.0
YSYM, 2, 2, 0.0

ステップを適用する対象
BOUNDARYのGRPID=1に適用
するという意味。



粘性体モデルの設定

■ 粘弾性体モデル

!MATERIAL, NAME=MAT1

!M-ELASTIC 弾性材料の指定を行う
206.9.0.325

!M-VISCOELASTIC 粘弾性材料の指定

0.5, 1.0

γ_i (せん断変形Prony係数), τ_i (relaxation time)

粘弾性構成式

$$\sigma(t) = U^0 \mathbf{I} + \int_{-\infty}^t g(t-s) \frac{d}{ds} \left(\text{dev} \left[\frac{\partial \bar{W}^0}{\partial \mathbf{e}(s)} \right] \right) ds$$

$$g(t) = \gamma_{\infty} + \sum_{i=1}^N \gamma_i \exp \left[-\frac{t}{\tau_i} \right]$$

■ クリープ(粘塑性体)モデル

!MATERIAL, NAME=MAT1

!M-ELASTIC 弾性材料の指定を行う
206.9.0.325

!M-VISCOPLASTIC, TYPE=NORTON 粘塑性材料の指定

1.e-10, 5.0, 0.0

A, m, n(Norton則: いずれも材料係数)

Norton則(時間硬化則)

$$\dot{\bar{\epsilon}}^c = A \sigma^n t^m$$



非線形動解析

■ 片持ち梁例題

- モデル

要素数: 240
節点数: 525



■ 制御ファイルの設定1

- 非線形材料設定

■ 例として超弾性体

超弾性体

材料モデルの指定

```
!MATERIAL, NAME=MAT1
```

```
~  
!M-HYPERELASTIC, TYPE=NEOHOOKE  
1000.0, 0.00005
```

材料定数の設定 ※!ELASTIC, !DENSITYも設定する

- 動解析設定(直接時間積分法)

```
!SOLUTION, TYPE=DYNAMIC  
~  
!STEP  
!S-DYNAMIC, METHOD=EXPLICIT  
1.0000e-6, 1.0000e-4
```

動解析の設定
時間増分値、経過時間

!STEP以下に!S-DYNAMICを設定し、
METHODで時間積分法を指定する。

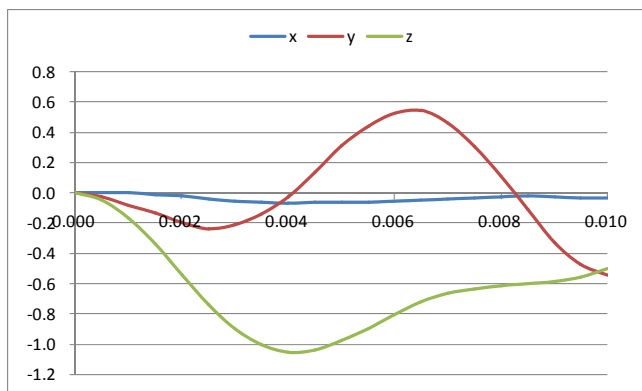
METHOD	説明
NEWMARK	Newmark- β 法: 陰解法
HHT	HHT法
EXPLICIT	陽解法(中央差分法)



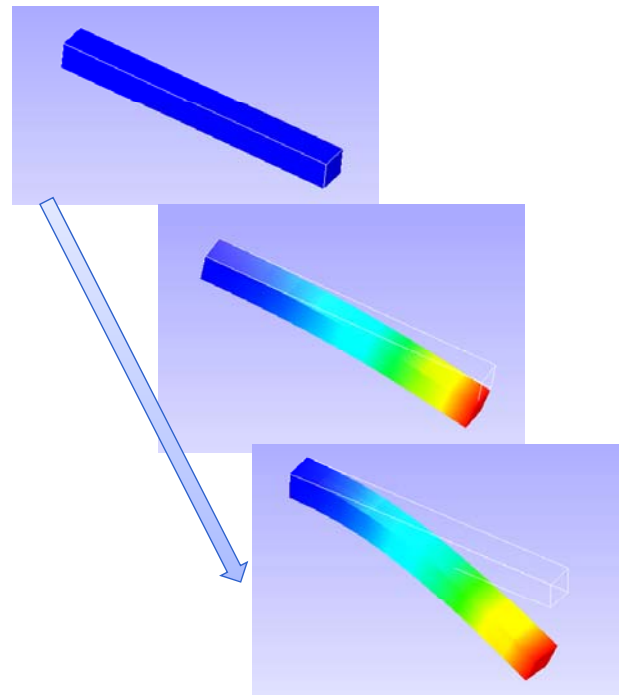
9

非線形動解析の結果

■ 片持ち梁例題



モニタリング節点の変位時系列



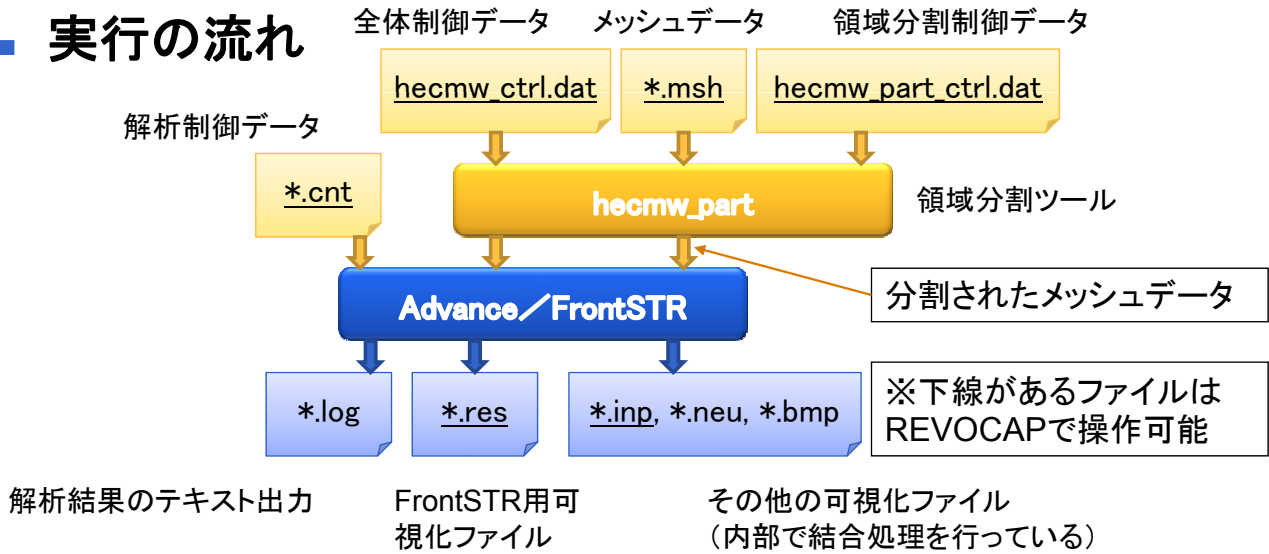
変位コンター



10

並列処理による解析

■ 実行の流れ



■ 実行コマンド



```
> hecmw_part  
> mpirun -np (並列数) fstr
```

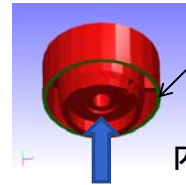
11

並列処理の解析例

■ 弾性静解析(キャップ)

- モデル

要素数: 684807
節点数: 1008911

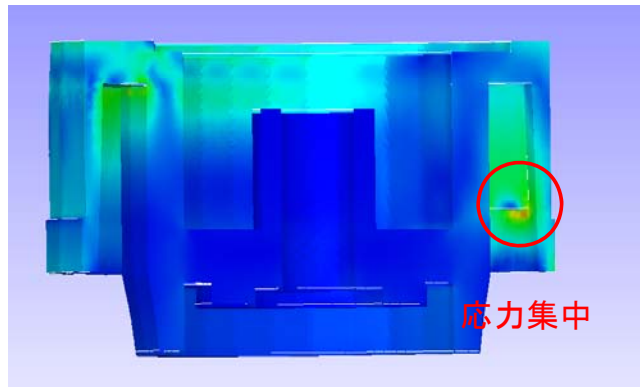
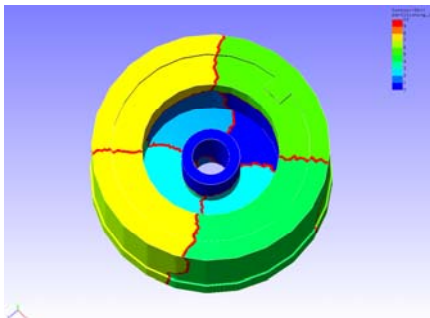


外周を固定

内部を押し込む

■ 要素分割と結果

下図のように8分割し並列処理を行った。



応力集中

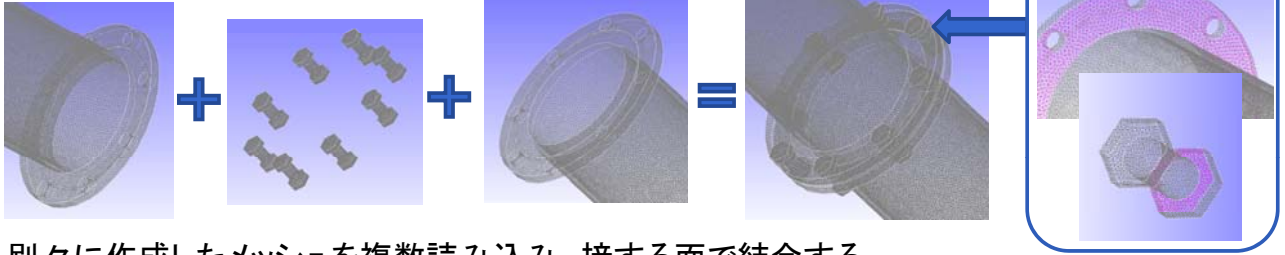
ミーゼス応力コンター図(断面)



12

アセンブリ構造の設定方法

■ データ作成方法



- 別々に作成したメッシュを複数読み込み、接する面で結合する。
- メッシュデータの!EQUATIONを用いてこれを表現する。
- 各自由度において係数 $A_i \times$ 節点変位 U_i の総和が定数 B になる関係式を作成して入力する。

$$\sum_i^n A_i U_i = B$$

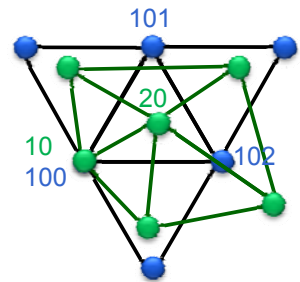
項数n → 2, 0.0 ← 定数B

10, 1, 1.000, 100, 1, -1.000

4, 0.0

20, 1, 1.000, 100, 1, -0.333, 101, 1, -0.333, 102, 1, -0.333

赤: 係数
 緑・青: 節点番号
 黒: 自由度



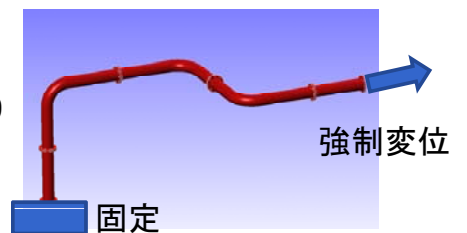
- 定数Bが0の場合は省略可能
- 節点番号の箇所は節点グループも指定できる

Advance/REVOCAP
 で自動化

アセンブリ構造一事例

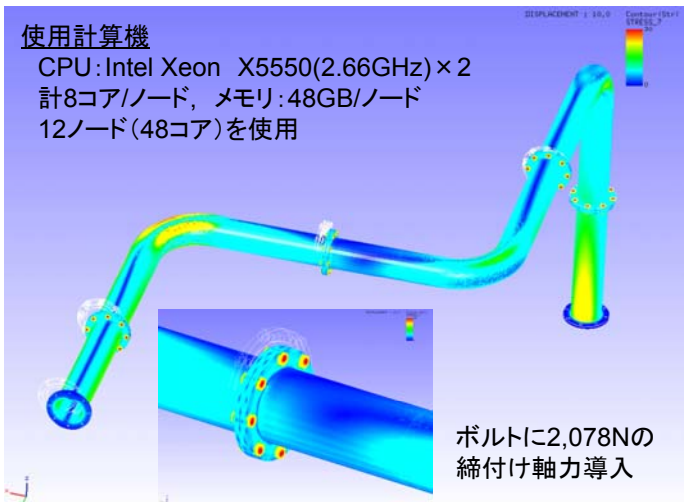
■ 解析結果と収束状況

パイプ5部品+ボルト32部品構成配管モデルの線形静解析
 四面体二次要素 要素数: 3,093,453 節点数: 5,433,029
 MPC条件数: 70,166節点×3自由度

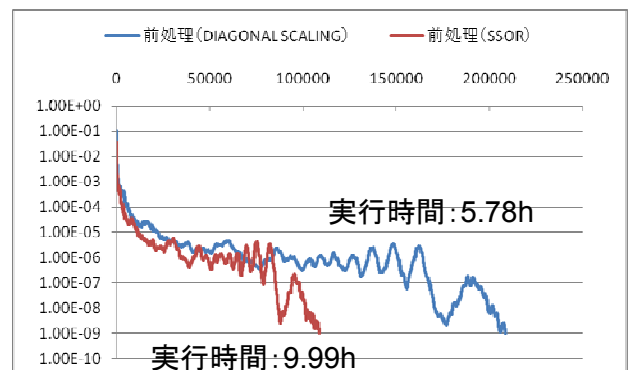


使用計算機

CPU: Intel Xeon X5550(2.66GHz)×2
 計8コア/ノード, メモリ: 48GB/ノード
 12ノード(48コア)を使用



ミーゼス応力分布



CG法の収束状況

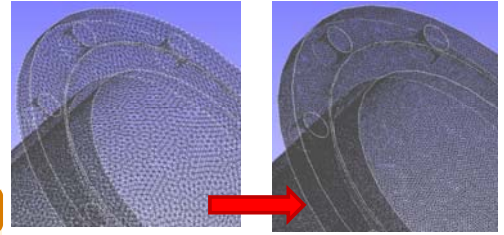


メッシュ細分化(リファイナー)

■ 設定方法

全体制御データhecmw_ctrl.datの!MESH
カードにオプションを設定するのみ

```
!MESH, NAME=fstrMSH, TYPE=HECMW-DIST, REFINE=1  
Mesh.in
```

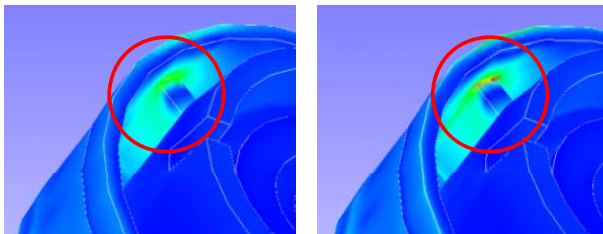


リファイン1回で要素数が8倍になる

■ ポスト処理

出力ファイルは、リファインされた要素情報で出力されるため(自動生成された要素情報が含まれる)、可視化表示するにはツールでコンバートする必要がある。

```
> rmerge
```



rmergeでコンバート後も応力
集中はそのまま、表示される

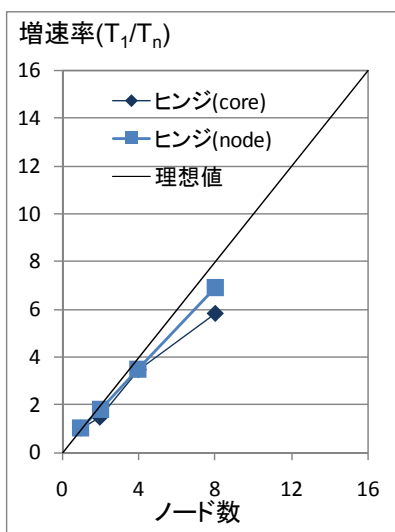


リファインなし

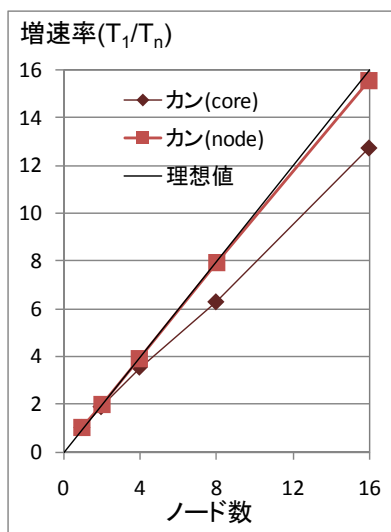
リファインあり

増速率(PCクラスタ・CG法)

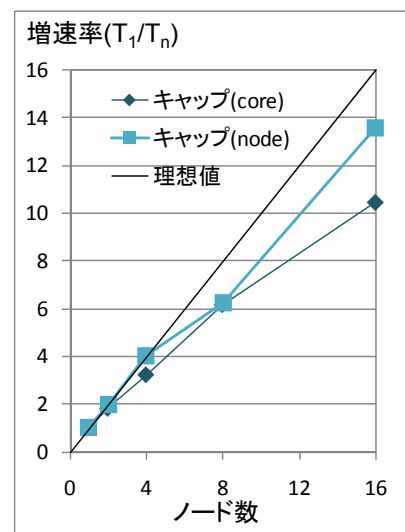
■ Linux(CentOS), AMD Opteron 2.4GBx4コア 16GB 16ノード



節点数
121,850



節点数
14,119



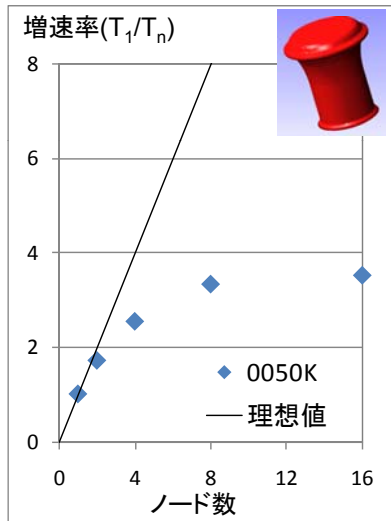
節点数
1008,911



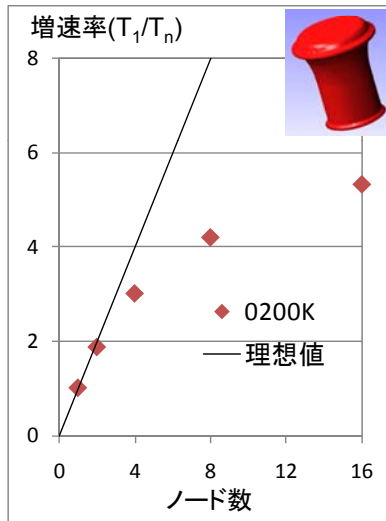
ノード分散した方(node)が、マルチコア(core)で並列化するより高速

増速率(PCクラスタ・直接法)

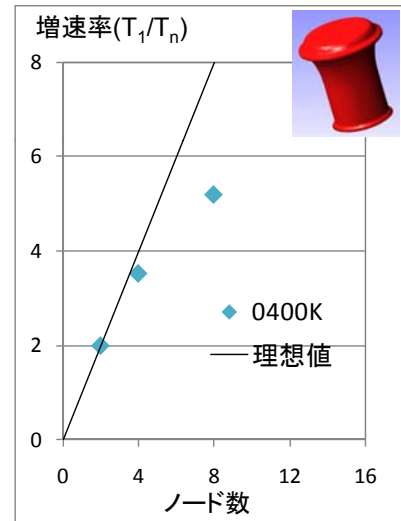
■ Linux(CentOS), AMD Opteron 2.4GBx4コア 16GB 16ノード



節点数54,558



節点数214,436



節点数386,074

同形状で節点数が異なるモデルの解析



上記PCクラスタで795,552節点(約240万自由度)の解析が可能であることを確認

17

まとめ

■ 基本例題による解析

- 解析制御データの設定方法(逐次処理)
 - 全体の構成(弾性静解析)、粘弾性・粘塑性解析、非線形動解析
- 並列処理の方法
- 大規模解析支援 ➡ アセンブリ構造、メッシュ細分化

■ 実行性能

- 並列化効率(PCクラスタ)
 - ノードを分散した方がパフォーマンスがよい
 - 240万自由度を直接法で解析可能

■ 最後に

- REVOCAPとセットで使うと設定作業の手間が大幅に削減される



18

2011
7/28



構造解析ソフトウェア Advance/FrontSTR、
汎用プリポストプロセッサ Advance/REVOCAPの新バージョンのご紹介

プリポストプロセッサ Advance/REVOCAP Ver.2.3 の概要と特徴のご紹介

アドバンスソフト株式会社
技術第5部 徳永 健一

5.

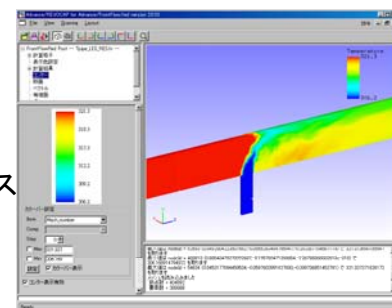
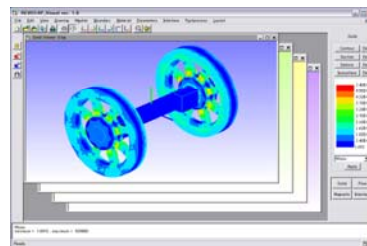
アジェンダ

1. Advance/REVOCAP の開発経緯
2. 主な機能と特徴
3. Advance/FrontSTRで解析を行うための手順
4. 機能の詳細
5. Ver.2.3 で追加された機能
6. 周辺ツール REVOCAP_Refinerによるモデル細分
7. 今後の予定
8. 解析実演(デモ)概略



1. Advance/REVOCAPの開発経緯

- **2005年度～2007年度**
「革新的シミュレーションソフトウェアの研究開発」
革新的汎用連成シミュレーション REVOCAP で
連成解析用のプレポストプロセッサ
REVOCAP_Mesh、REVOCAP_Visual を開発
- **2008年度～**
「イノベーション基盤シミュレーションソフトウェアの研究開発」
大規模アセンブリ構造対応マルチ力学シミュレータ REVOCAP で
大規模アセンブリ構造対応プレポスト REVOCAP_PrePost を開発
- **2009年7月**
アドバンスソフトの独自改良版として、Advance/FrontFlow/red対応
プリポストプロセッサADAP (Advance/REVOCAP) Ver. 2.0 をリリース
- **2010年7月**
Advance/FrontSTR 対応版 Ver. 2.2 をリリース
- **2011年8月**
Advance/FrontSTR対応改良版 Ver.2.3 をリリース



3

2. 主な機能と特徴

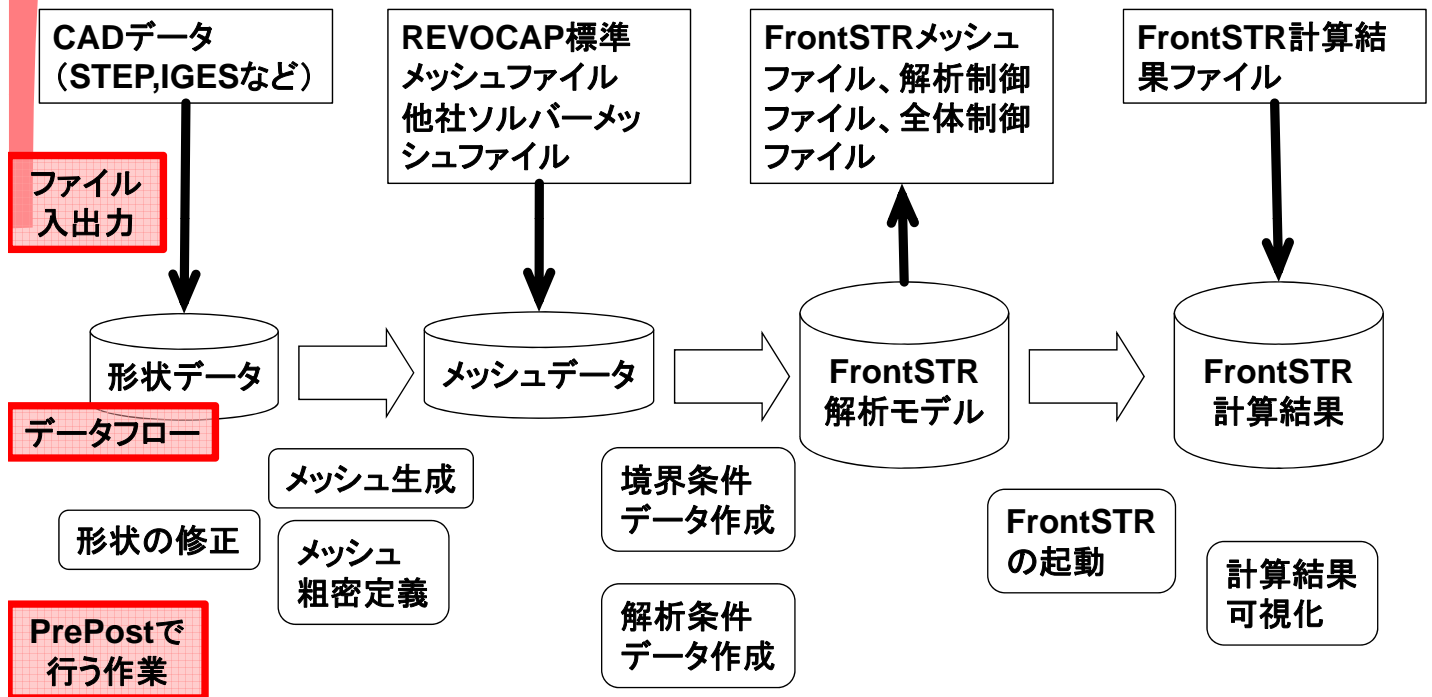
- 1. CAD ファイルからメッシュ生成**
 - STL、STEP、IGES データ(※1)を読み込んで、四面体メッシュの自動生成
 - 形状データの簡易修正機能
- 2. メッシュ読み込み**
 - REVOCAP標準メッシュ形式、FrontSTRの標準形式、他社解析ソフトデータ(※2)の読み込み
- 3. 境界条件、解析条件、材料属性の設定**
 - 使いやすさの追求と、ソルバの設計思想を反映した設定画面
 - マウスで面を選択して移動させることで容易に境界条件が設定可能
- 4. 並列実行連携機能**
 - 計算サーバでそのまま実行できる(バッチシステムも利用可)スクリプト生成
 - 計算サーバと通信して残差履歴をグラフ化
- 5. ポスト処理**
 - 表面コンター、断面、ベクトル、等値面、アニメーションなど



※1、※2:その他のファイル形式についてはオプションまたはカスタマイズにて承ります

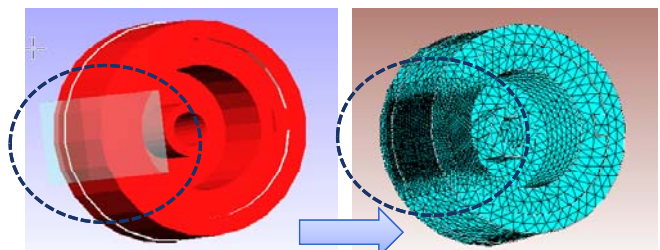
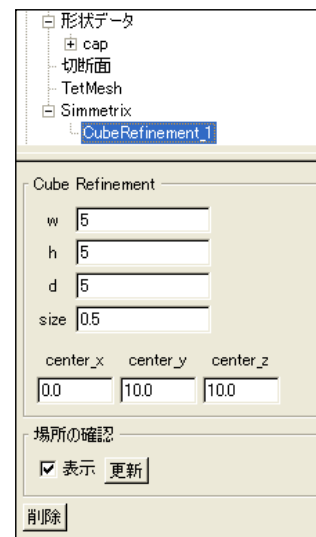
4

3. Advance/FrontSTRで解析を行うための手順



4. 機能の詳細(1) メッシュ生成機能

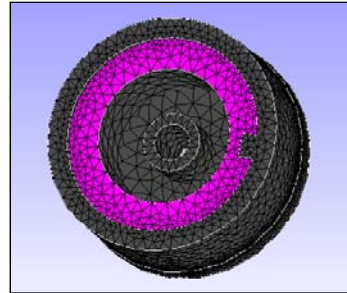
- CADデータから作成した三角形パッチを入力として4面体自動メッシュ生成
 - ADVENTURE_TetMesh
 - Simmetrix
- 自動メッシュ生成前のパッチの修正
 - パッチサイズの修正
 - ギャップ修正
 - 向き修正
- 自動メッシュ生成の粗密定義
 - 点の周り、線分の周りなど
 - 視覚的に粗密定義領域を確認



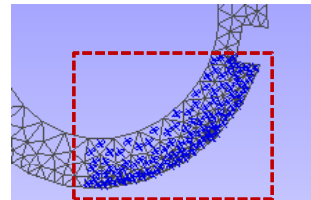
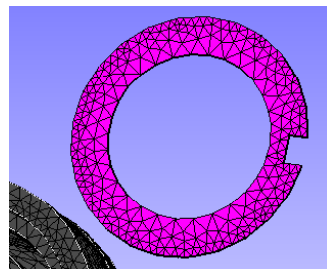
4. 機能の詳細(2) 境界条件設定機能

- 拘束条件、荷重条件を3D画面上で選択して設定

- 選択した面に境界条件を与える



- 3D画面上で選択した面だけを移動させて、一部分をマウスで選択する



7

4. 機能の詳細(3) 材料属性設定機能

- 標準的な材料データベースが付属

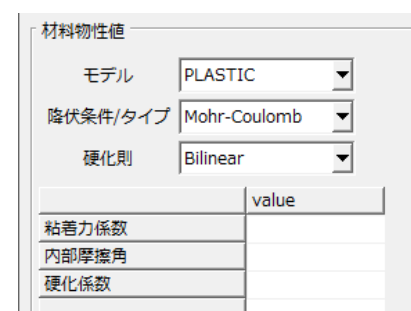
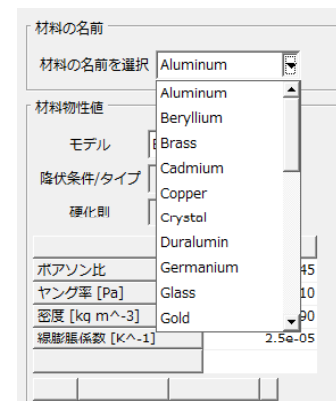
- 弾性静解析ならそのまま利用可能
- 独自のデータの追加可能
- Excel でデータベースの編集可能

- モデルに応じた入力パラメータだけを表示するので確認しやすい

- 塑性材質 PLASTIC の Mohr-Coulomb モデルの時は、粘着力係数、内部摩擦角、硬化係数を表示、など

- データベースに登録された材料属性を領域に割り当てる

- 直感的に3D画面上で確認しながら実施できる



8

4. 機能の詳細(4) 並列実行連携機能

- Advance/FrontSTR を並列計算機環境でMPI実行するためのスクリプトを自動生成する
 - OS、バッチ処理システムなどに応じてカスタマイズ可能
 - PBS、NQSなどバッチ処理システムでの基本的な設定、T2Kでの基本的な設定を標準装備
- 解析モデルと並列実行スクリプトを並列計算機に転送して自動的に実行
 - ファイル転送ソフトを別に立ち上げる必要はありません

リモート設定 | ソルバ名 |

サーバ設定

ホスト名 username

ユーザ名 192.168.1.100

パスワード

秘密鍵

パスフレーズ

ディレクトリ work

転送方法 ssh with key

更新されたファイルのみ転送

モデル転送

バッチ設定

バッチファイル Batch.sh

ジョブ名 fstr_job

キュー P16

バッチ処理/ログファイル qsub

バックグラウンド実行

並列設定

MPIプログラム intel64/bin/mpirun

1.ノードあたりのプロセッサ数 1

ノード数 1

マシンファイル

バッチファイル確認

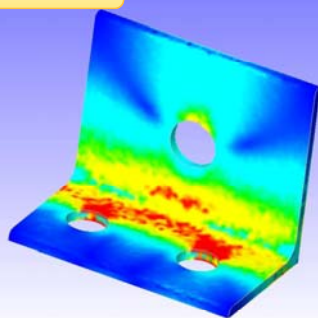
ジョブ投入



9

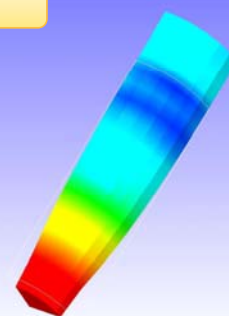
4. 機能の詳細(5) ポスト処理機能

コンター図



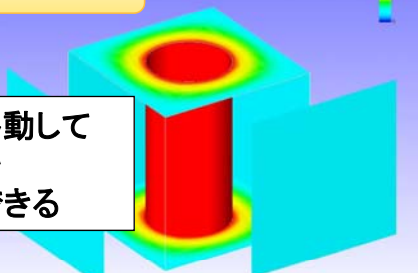
ヒンジ部品のミーゼス応力

変形図



丸棒1/8モデルの変形・ミーゼス応力

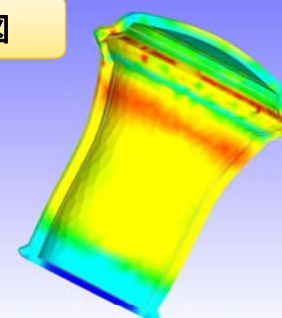
面の移動



面を移動して
内部を
観察できる

穴あきブロックの温度分布

断面図



容器のミーゼス応力



10

5. Ver.2.3で追加された機能

- **アセンブリ構造の対応(MPCデータの自動作成)**
 - 複数メッシュの読み込み機能
 - 直感的な多点拘束設定機能
- **Refiner機能との連携**
- **解析設定機能の見直し**
 - ステップ解析を標準としたインターフェイスに変更
- **境界条件の3D画面内での表示の改善**
 - 選択された境界条件だけを表示する
 - 内部発熱条件等、内部に隠れている点への条件設定



11

5. 新機能の詳細(1) アセンブリ構造対応

- 複数のメッシュを読み込んで1つの解析モデルとして出力する
- **Advance/FrontSTR のMPC条件の設定機能**
 - 3D画面上でマスター面、スレーブ面をインタラクティブに選択
 - EQUATION データを自動生成して解析制御ファイルへ出力



12

5. 新機能の詳細(2) 解析設定機能の改善

- Advance/FrontSTR が STEP ごとに解析を設定できるようになったことを受けて Advance/REVOCAP の設定画面も対応いたしました

静的、準静的をステップごとに切り替える

モード解析では、あらかじめ固有値、モーダルアナリシスのステップ解析が定義されています

Advance Soft

準静的ステップ解析の設定画面

13

5. 新機能の詳細(3) 境界条件表示機能の改善

全ての境界条件を表示

選択された境界条件を表示

境界条件

BOUNDARY

FIX

LOADS

YSYMM

YCYMM

表示設定

境界条件 選択時

常時ON

常時OFF

選択時

境界条件の3D画面の中での表示方法を常時表示、常時非表示、選択時表示に切り替えることが可能になりました



14

6. 周辺ツールREVOCAP_Refinerによるモデル細分機能

- 大規模な構造解析をする場合、大規模なメッシュ生成を行うよりも、小規模なメッシュ生成を行ってからモデル細分を行う方がトータルの時間では有利になる

	要素数	節点数	メッシュ生成時間[s]	リファイン	リファイン後の要素数	リファイン後の節点数	FrontSTRのプレ処理[s]※	FrontSTRの解析時間[s]	トータル所要時間[s]
①	292820	446320	145	1回	2343120	3344152	24	7692	7861
②	2290824	3255492	4527	なし			27	7469	12023

- ① ADVENTURE_TetMeshで細かいメッシュを生成してから、FrontSTRで解析する。
- ② ADVENTURE_TetMeshで粗いメッシュを生成してから、REVOCAP_Refinerが組み込まれたFrontSTRでオンメモリでモデルを細分して解析する。

- ソルバのプレ処理時間、解析時間はモデル細分してもほぼ同等
- メッシュ生成時間を考慮すると、モデル細分機能を使って大規模モデルを作成した方が約35%の時間短縮



15

7. 今後の予定

■ 2011年秋 Ver.3.0 リリース予定

- Full 64bit 化対応
 - デスクトップPC環境での数千万自由度の解析モデルの作成機能
 - メッシュ生成機能
 - メモリ8GBのテスト環境で30分で1800万要素のモデル生成
 - リリースまでにさらにチューニング予定
- Advance/FrontSTR Ver.4 対応
- Advance/FrontFlow/red Ver. 5 対応
- メッシュ生成機能強化(押し出しメッシュなど)

■ 2012年春 Ver.3.1 リリース予定

- 流体・構造連携機能強化
- 一連の解析を管理するプロジェクトの機能強化
 - 多数の解析を連続して実行するパラメトリックスタディに威力を発揮



16

8. 解析実演(デモ)

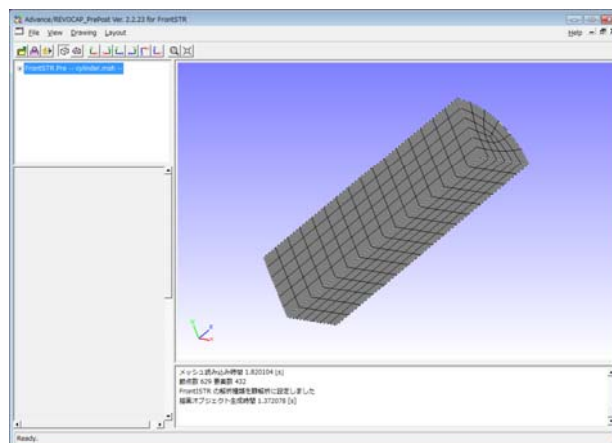
- Advance/FrontSTR の非線形解析機能の例として丸棒材料の引っ張り試験の解析を行います
 1. メッシュファイルの読み込み
 2. 境界条件の設定(対称モデルの場合の条件設定に注意)
 3. 材料物性値の設定(粘弾性材質の設定)
 4. ステップ解析の設定
 5. 解析の実行
 6. ポスト処理



17

8. 解析デモ(1) メッシュの読み込み

- Advance/FrontSTR のチュートリアルから丸棒の1/8モデルを読み込みます
 - HECMW の msh 形式の cylinder.msh を読み込みます
 - 境界条件等はあとから設定するので cylinder.cnt ファイルは読み込みません

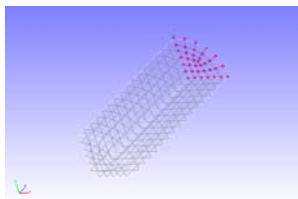


18

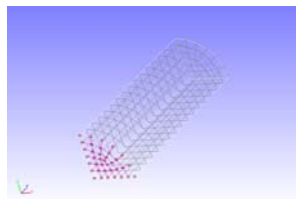
8. 解析デモ(2) 境界条件の設定

■ 境界条件を設定します

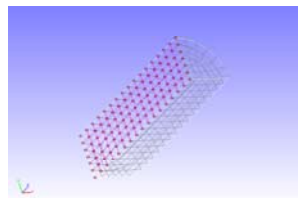
- z方向上面を固定(FIX: z方向拘束)
- z方向下面を強制変位(LOADS: z方向-5)
- x軸方向、y軸方向に垂直な面を対称拘束(XSYMM: x方向拘束, YSYMM: y方向拘束)



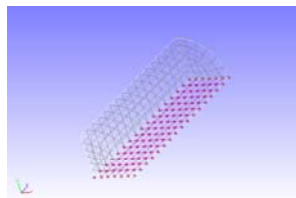
FIX



LOADS



XSYMM



YSYMM



19

8. 解析デモ(3) 材料物性値の設定

■ 材料物性値を設定します

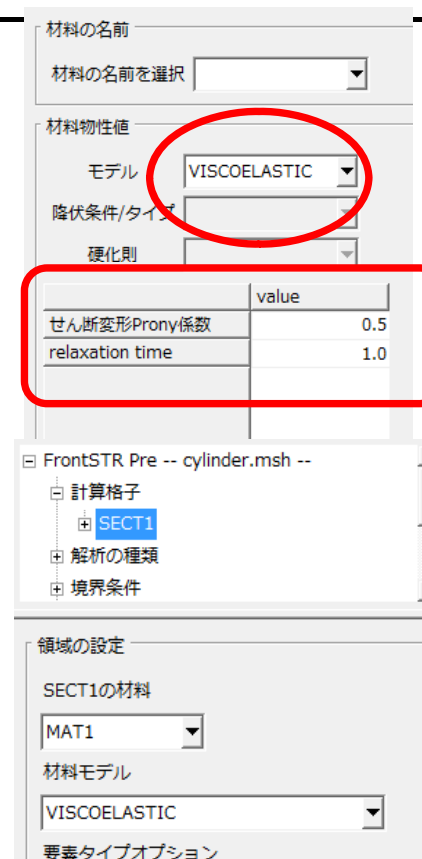
- よくつかわれる材料についてはあらかじめデータベースに登録されていますが、ここでは新たな材料属性値を定義します
- モデルごとに設定すべき値が自動的に表示されるので、値を入力・確認します

■ 粘弾性材質の設定

- ELASTIC
 - ヤング率 : 206.9
 - ポアソン比 : 0.325
- VISCOELASTIC
 - せん断変形 Prony 係数 : 0.5
 - relaxation time : 1.0

■ 領域への割り当て

上記で定義した材料属性を割り当てます



20

8. 解析デモ(4) ステップ解析の設定

- 準静的解析の設定をします
 - ステップ解析追加項目で VISCO を選択して追加します。
 - 時間増分値 : 0.2
 - 経過時間 : 2.0
 - 全ての境界条件が有効

Advance/FrontSTR Ver.4.0 からは必ずステップ解析の定義を行わなければならない!

解析の種類
Static
Eigen

熱応力解析
参照温度

ステップ解析追加
名前 STEP0
種類 VISCO
追加 STATIC
VISCO

ステップ
識別子 STEP0
収束判定閾値 1.0e-5
非線形最大反復回数

準静的解析
時間増分値 0.2
経過時間 2.0
最小荷重増分
最大荷重増分
最大粘性ひずみ増分



21

8. 解析デモ(5) 解析の実行

- Advance/FrontSTR で実行
 - Windows 上で実行する場合は Advance/REVOCAP から直接呼び出すことができます
 - 出力ディレクトリを選択して、モデルを保存し、実行します

Execute

ツール

ソルバー実行
PCに解析モデルを保存して実行します

出力ディレクトリ... FstrSeminar#test1

実行ファイル名 fstr

モデル保存 FrontISTR 実行

```
コマンド プロンプト - fstr.exe
=====
Advance/FrontSTR 3.1
Revision:304  Build:20110725.1922
=====
WARNING: Fail to fetch material property!
fstr_setup: OK

Loading step=      1  0.2000000000000000    2.0000000000000000
substep=          1  0.0000000000000000E+000

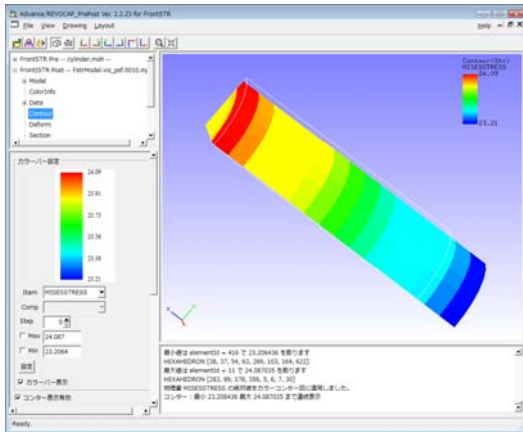
 1  1.893673E-01
 2  1.044972E-01
 3  1.002174E-01
 4  7.330332E-02
 5  3.921458E-02
 6  2.729700E-02
 7  1.248092E-02
 8  5.627551E-03
 9  1.736968E-03
10  8.956481E-04
11  3.078742E-04
12  1.319933E-04
13  4.953154E-05
14  2.474283E-05
15  1.371781E-05
```



22

8. 解析デモ(6) ポスト処理

- Advance/FrontSTR の結果ファイルを読み込みます。



MISES応力と変形



複数の結果ファイルから
動画を作成するための
機能も装備しています



材料非線形、モード応答解析などの
Advance/FrontSTR の新機能に対応した、
プレポストプロセッサ Advance/REVOCAP を使って、
並列環境での大規模構造解析を
皆様の業務にお役立て下さい。



警告

この本資料に収録されている文章および内容については、ご自身のために役立つ用途に限定して無料配布しています。

この本資料を、販売、オークション、その他の目的で利用するには、著作権者の許諾が必要になります。

この本資料に含まれている内容を、その一部でも著作権者の許諾なしに、複製、改変、配布を行うことおよびインターネット上で提供する等により、一般へ送ることは法律によって固く禁止されています。

**構造解析ソフトウェア Advance/FrontSTR、
汎用プリポストプロセッサ Advance/REVOCAPの新バージョンのご紹介**

— お問い合わせ —

アドバンスソフト株式会社 営業第3課 河口
〒107-0052 東京都港区赤坂1-9-20 第16興和ビル南館7F
TEL: 03-5570-1689 FAX: 03-5570-1684 E-mail: office@advancesoft.jp
URL: <http://www.advancesoft.jp/>

2011年7月28日

主催: アドバンスソフト株式会社

© Copyright 2011 AdvanceSoft Corporation. All rights reserved.

