

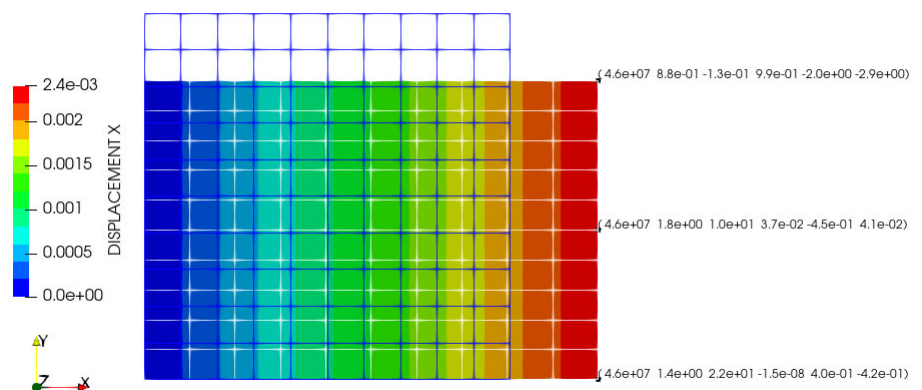
# Webセミナー 構造解析ソフトウェア Advance/FrontSTR Ver.6.1 ご紹介セミナー

2020年7月2日(木)開催

## プログラム

1.	構造解析ソフトウェア「Advance/FrontSTR」の概要 .....	1
2.	構造解析ソフトウェア「Advance/FrontSTR Ver6.1」の Ver.UP 機能のご紹介 .....	5
3.	構造解析ソフトウェア「Advance/FrontSTR Ver6.1」による適用事例のご紹介 .....	9
4.	汎用プリポストプロセッサ「Advance/REVOCAP」のご紹介 .....	21
5.	価格および関連サービスご紹介、質疑応答 .....	25

※資料は一部非公開です





## Advance/FrontSTRとは

大規模並列解析に対応した、有限要素法汎用構造解析ソフトウェアです。

文部科学省次世代IT基盤構築のための研究開発

2005-2007「革新的シミュレーションソフトウェアの研究開発」

2009-2012「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」

で開発されたソフトウェアFrontISTRをアドバンスソフト社が商品化したものです。



## 今後の開発

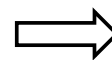
FrontISTR は現在も FrontISTR Commons の下で公開、開発が進められています。

Advance/FrontSTR は FrontISTR に独自開発した機能を追加したものです。

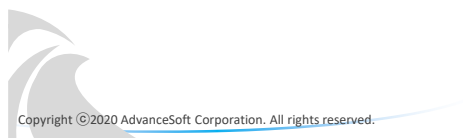
FrontISTR で追加された機能も取り込んでいきます。



公開版FrontISTR



Advance/FrontSTR



## Advance/FrontSTR の長所・短所

### 長所

- ① 「京」などのスパコンでの超並列解析が可能です。
- ② 静的解析、時刻歴応答解析、固有値解析、熱伝導解析、周波数応答解析に対応しています。
- ③ 材料非線形、幾何学的非線形、接触非線形に対応しています。
- ④ 日本製のソフトで、ソースコードを保有しているため、要望に応じて対応できます。
- ⑤ 当社のソフトウェア (Advance/FrontFlow/red、Advance/FrontFlow/FOCUS、Advance/FrontNoise) との連成解析が可能です。

### 短所

- ① 静的なデータ構造、通信管理を行っているので、データ構造や計算コストが動的に変化する解析 (亀裂、AdaptiveMesh など) には向いていません。

Copyright ©2020 AdvanceSoft Corporation. All rights reserved.

## Advance/FrontSTR の特徴

Advance/FrontSTRで独自に開発した機能、取り組みをご紹介します。

- ① FrontISTRに比べて、入出力機能を改良、拡張しています。
- ② マニュアル、事例をオンラインで公開しています。<http://case.advancesoft.jp/FrontSTR/index.html>
- ③ 複数の組み合わせた解析を実行することができます。

静的変形解析⇒動的変形解析

熱伝導解析⇒熱応力解析

動的変形解析⇔流体解析 (Advance/FrontFlow/red、Advance/FrontFlow/FOCUS)

Copyright ©2020 AdvanceSoft Corporation. All rights reserved.

## Advance/FrontSTR の経緯と予定

- 2007年1月にAdvance版をリリース
- 2013年12月に Ver.5.0 をリリース
- 2019年6月に Ver.6.0 をリリース
- 2020年9月に Ver.6.1 をリリース予定

事例サイトに解析事例を公開しています。

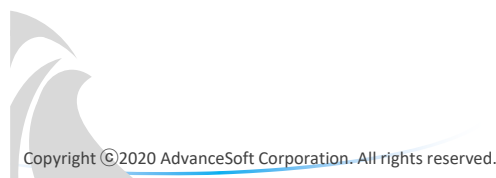
<http://case.advancesoft.jp/FrontSTR/index.html>





# Advance/FrontSTR6.1新規機能

- 異方性塑性降伏関数の導入
- 熱解析中相変態材料の対応
- Euler梁の非線形変化解析への拡張
- 静的解析、動的解析がon memory連続的实施
- 初期ひずみ
- バグ修正
- オンラインマニュアルの整備、テストケースの追加など



## Hill降伏関数の実装

R.Hill ( Proc. Roy. Soc. London, 193:281–297, 1948)降伏関数が最も使われている直交異方性持つ降伏関数である

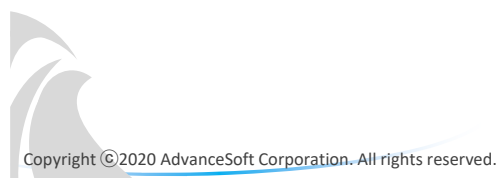
$$\Phi = \sqrt{F(\sigma_{yy} - \sigma_{zz})^2 + G(\sigma_{zz} - \sigma_{xx})^2 + H(\sigma_{xx} - \sigma_{yy})^2 + 2L\sigma_{yz}^2 + 2M\sigma_{zx}^2 + 2N\sigma_{xy}^2} = \sigma_0$$

六つのパラメーターF,G,H,L,M,Nは六つ方向の降伏応力の測定データから求められる。

### 現時点Advance/FrontSTR異方性材料一覧

- 弾塑性等方硬化、移動硬化、複合硬化機能対応
- 材質の温度依存性対応

等方弾性+等方塑性	○
等方弾性+異方塑性	○
異方弾性+等方塑性	×
異方弾性+異方塑性	○
異方性粘塑性	×
異方性粘弾性	×
異方弾性	○



# Hill降伏関数の使い方

使い方:

## ① 弾性材料の定義

!ELASTIC, TYPE=ISOTROPIC/ORTHOTROPIC

## ② 塑性材料の定義

!PLASTIC, YIELD=HILL, HARDEN=MULTILINEAR/KINEMATIC/COMBINED

## ③ 降伏関数の定義

!POTENTIAL, TYPE=HILL

Rx,Ry,Rz,Rxy,Ryz,Rzx, T1

Rx,Ry,Rz,Rxy,Ryz,Rzx, T2

.....

\* T1, T2, .....温度値

\* Rx,Ry,...各軸方向の材料実験から得られる降伏応力の比

$$R_x = \frac{\sigma_x^0}{\sigma_0}; R_y = \frac{\sigma_y^0}{\sigma_0}; R_z = \frac{\sigma_z^0}{\sigma_0}; R_{xy} = \frac{\sigma_{xy}^0}{\tau_0}; R_{yz} = \frac{\sigma_{yz}^0}{\tau_0}; R_{zx} = \frac{\sigma_{zx}^0}{\tau_0}$$

\* 局所座標系の定義は!ORIENTATIONで行う

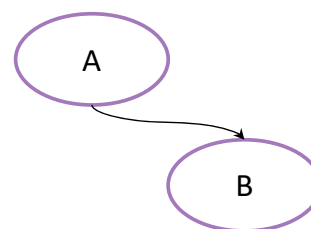


# 熱解析：相変態の対応

相変態：主に温度変化に伴い、合金中に存在する相が異なる相に変化すること

## 相変態が起きる時解析の問題点

- ・ 相変態条件(ここで温度値と限定する)
- ・ 相変態後材料の指定



## 使用方法

!SOLID\_SECTION, EGRP=<egrp>, MATERIAL=<material>, PHASECHANGE=<temperature>

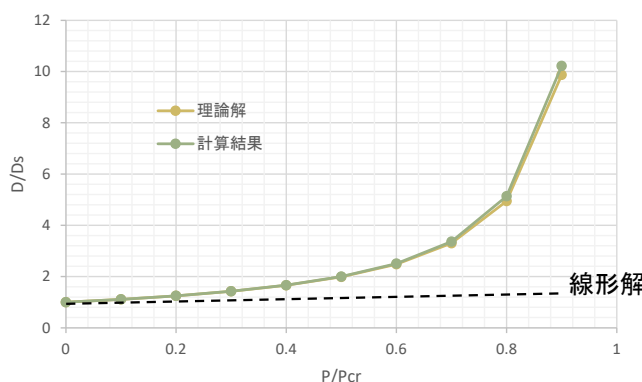
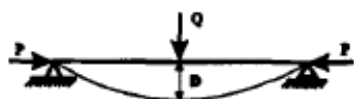
- ・ PHASECHANGEで相変態温度を指定する
- ・ 相変態後の材料は<material>\_PCを指定し、ユーザは!<material>\_PCを用い、その材料を設定する



# 非線形Euler梁の導入

## Advance/FrontSTR内実装した梁要素の現状と目的

梁要素種類	設定方法	材料非線形	幾何学非線形
縮退梁: 特殊なsolid要素	!BEAM SECTION	○	○
梁: 一般的に使われた梁	!BEAM GENERAL SECTION	×	× → ○



# 静的→動的解析実行機能

静止状態(例:自重受ける建物)から動的変形する(例:地震波受ける)時の解析方法

今まで

- ① 静的変形解析を行い、restartファイルを書き出す
- ② restartファイルを読み込み、動的解析を行う

修正後: 入力ファイルから設定し、連続実行

```
!STEP
!STATIC
.....
!STEP
!DYNAMIC
.....
```



# 構造解析ソフトウェア 「Advance/FrontSTR Ver6.1」による 適用事例のご紹介

第1事業部

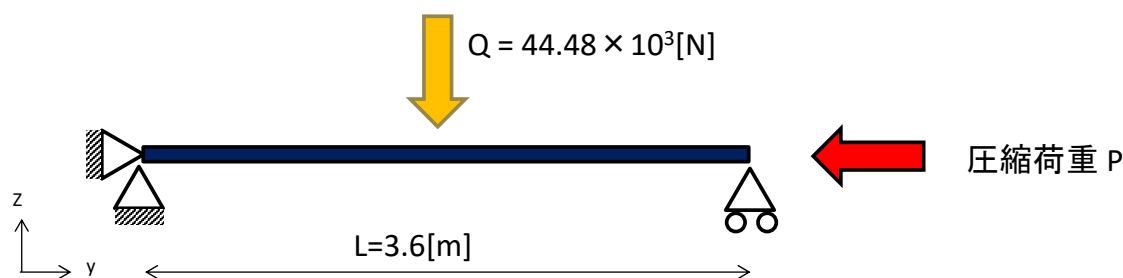
構造解析ソフトウェアAdvance/FrontSTR セミナー  
2020年 7月 2日 (木)  
アドバンスソフト株式会社



# オイラー梁の幾何学的非線形解析 検証事例



# 解析モデル



オイラー座屈の公式から座屈荷重は、

$$P_{cr} = \frac{\pi^2 EI}{L^2} = 7.60 \times 10^6 [Pa] \quad \dots\dots\dots(1)$$

このとき、  $0.0 \leq P/P_{cr} \leq 0.9$  の範囲で荷重を負荷し、理論値との比較を行う

参考文献:

Marieza A.M. et al: Second-order elastic plane-frame analysis using finite element method, J. Struct. Engng, Sept. 1997, 1225-1235

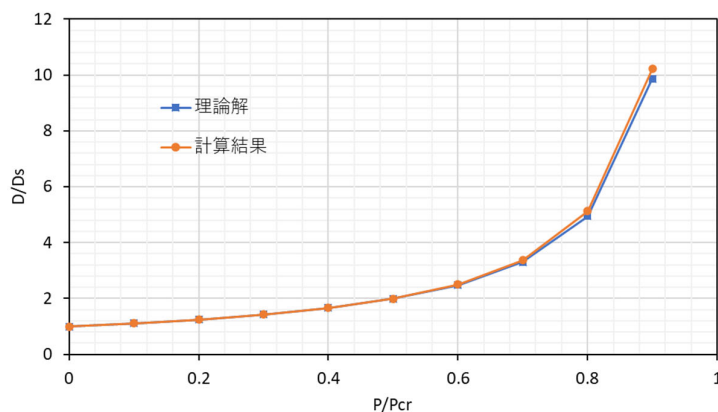
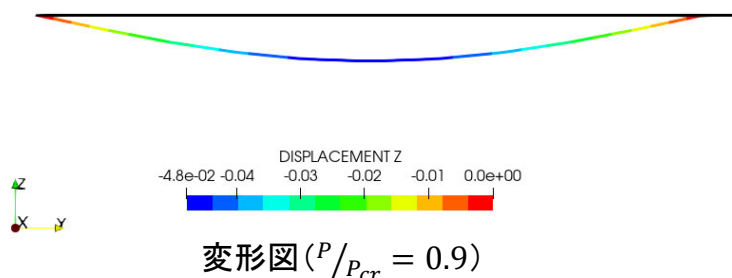
# 材料特性とAdvance/FrontSTR入力

項目	記号	値
ヤング率	E	206843 MPa
ポアソン比	v	0.3
断面積	A	$3.22 \times 10^{-3} \text{ m}^2$
慣性モーメント	I11	$49.9 \times 10^{-3} \text{ m}^4$
	I22	$49.9 \times 10^{-3} \text{ m}^4$
捩り剛性	J	1.0 m <sup>4</sup>
方向余弦	d1, d2, d3	1.0, 0.0, 0.0

```

!BEAM GENERAL SECTION, EGRP=ALL, MATERIAL=M1, TYPE=EULER
3.226e-3, 49.9e-6, 49.9e-6, 1.0, , ,3
1.0, 0.0, 0.
!MATERIAL, NAME=M1
!ELASTIC
206843.e6, 0.3
!STEP, NLGEOM=ON, CONVERG=1.e-6
BOUNDARY, 1
LOAD, 1
    
```

# 解析結果



理論値

$$P=0\text{のたわみ量は、} D_s = \frac{QL^3}{48EI}$$

$0.0 \leq P/P_{cr} \leq 0.9$  のたわみ量  $D$  は

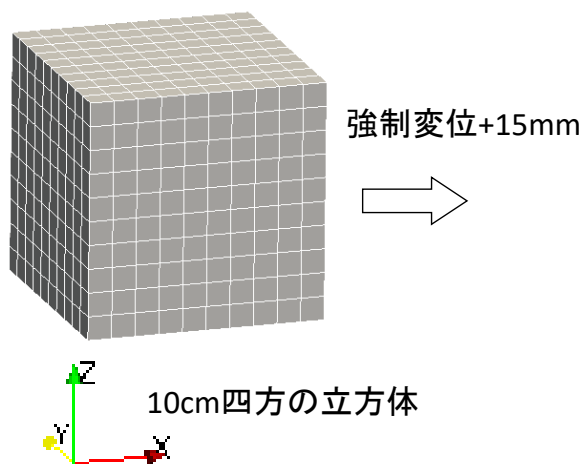
$$D/D_s = \frac{3(\tan u - u)}{u^3}$$

$$u = \frac{L\sqrt{P/EI}}{2} = \frac{\pi\sqrt{P/P_{cr}}}{2}$$

たわみ量の理論値との比較

# 異方性材料へHill降伏関数を適用した検証事例

## 解析モデルおよび材料物性



項目	記号	値
縦弾性係数	Ex	$4.8 \times 10^9 \text{ N/mm}^2$
	Ey	$4.8 \times 10^9 \text{ N/mm}^2$
	Ez	$1.11 \times 10^{11} \text{ N/mm}^2$
せん断弾性係数	Gxy	$2.6 \times 10^9 \text{ N/mm}^2$
	Gxz	$2.3 \times 10^9 \text{ N/mm}^2$
	Gyz	$2.3 \times 10^9 \text{ N/mm}^2$
ポアソン比	vxy	0.465
	vxz	0.016
	vyz	0.016

## Hillの降伏関数の定義方法

Advance/FrontSTRで定義する値は、材料試験から得ることができます

$$R_x = \frac{\sigma_x^0}{\sigma_0}; R_y = \frac{\sigma_y^0}{\sigma_0}; R_z = \frac{\sigma_z^0}{\sigma_0}; R_{xy} = \frac{\sigma_{xy}^0}{\tau_0}; R_{yz} = \frac{\sigma_{yz}^0}{\tau_0}; R_{zx} = \frac{\sigma_{zx}^0}{\tau_0} \dots\dots\dots(2)$$

ここで、 $\sigma_{ij}^0$ は $\sigma_{ij}$ のみ加えられた時に、降伏関数が参照降伏応力値 $\sigma_0$ となる応力値  
また、 $\tau_0 = \sigma_0/\sqrt{3}$

## 降伏関数のカード書式

!POTENTIAL, TYPE=HILL(デフォルト, 省略可), DEPENDENCIES=0(温度依存なし)  
R11, R22, R33, R12, R23, R31, temperature

## Advance/FrontSTRの設定ファイルの材料物性入力例

```

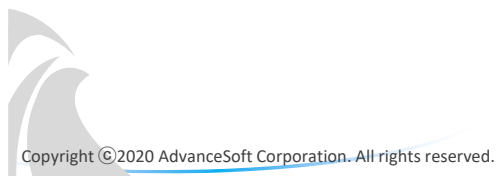
!MATERIAL, NAME=CFRP

!ELASTIC, TYPE=ORTHOTROPIC, DEPENDENCIES=0
4.8e+9, 4.8e+9, 111.e+9, 0.465, 0.016, 0.016, 2.6e9, 2.3e+9, 2.3e+9, 0

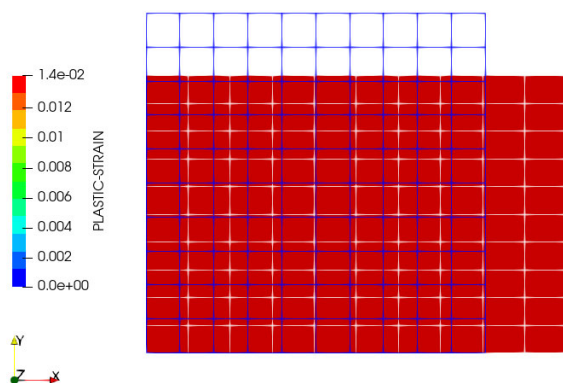
!PLASTIC, YIELD=Hill, HARDEN=MULTILINEAR
10e+6,0.0
20e+6,0.0005
29.9e+6,0.002
39.8e+6,0.005
49.7e+6,0.02

!POTENTIAL, TYPE=HILL
1.0, 1.0, 63.0, 1.25, 0.98, 0.98
    
```

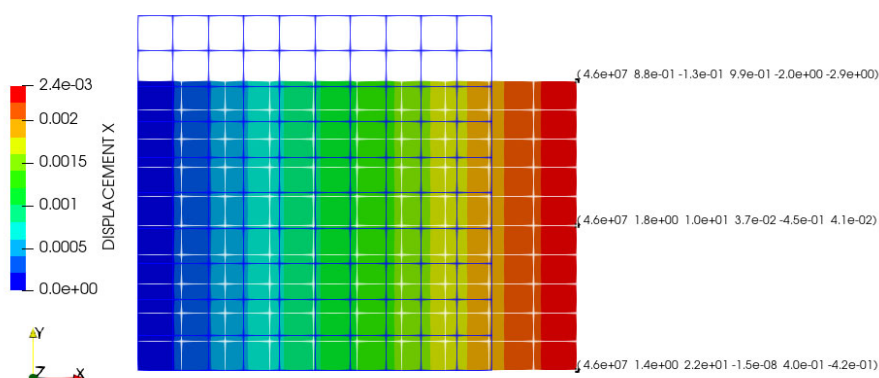
材料特性は、!ELASTIC, !PLASTIC, !POTENTIALはこの順番で定義しなければならない。



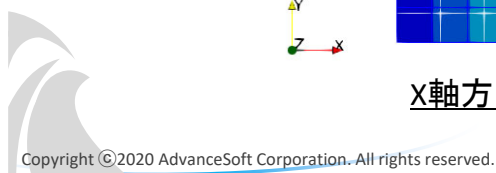
## 解析結果



塑性ひずみ分布

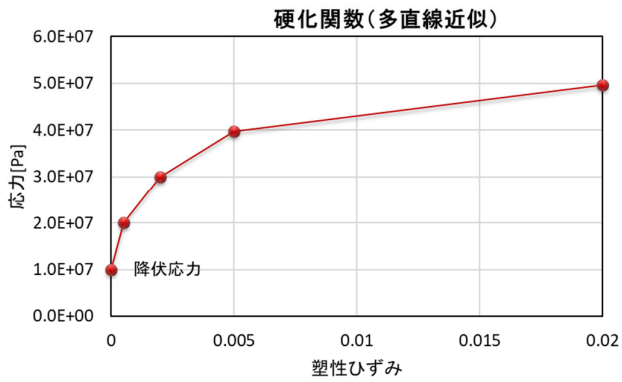


X軸方向変形分布と端部の応力値

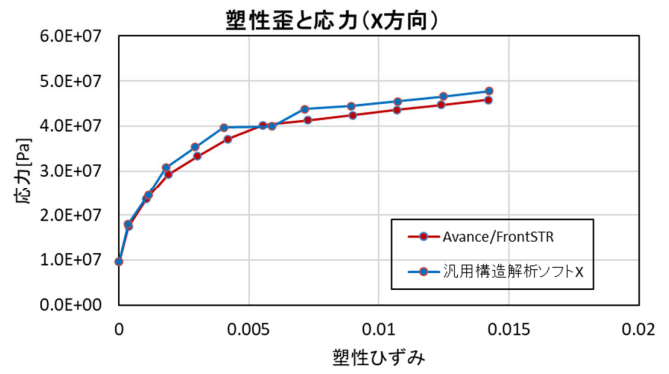


# 解析結果

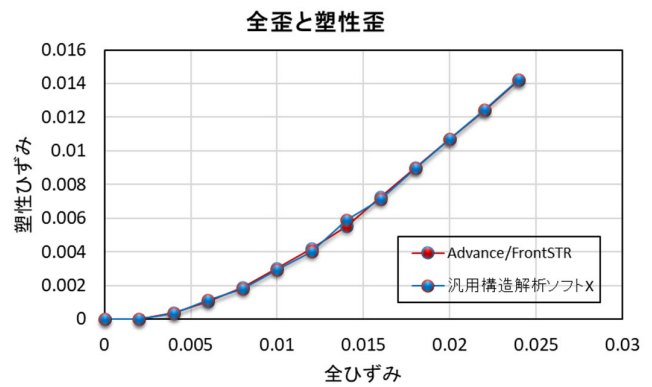
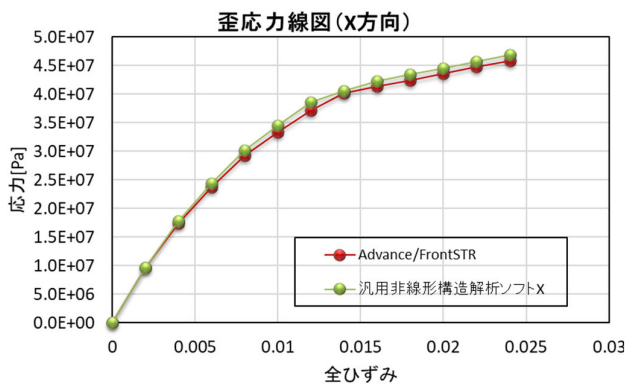
## 入力



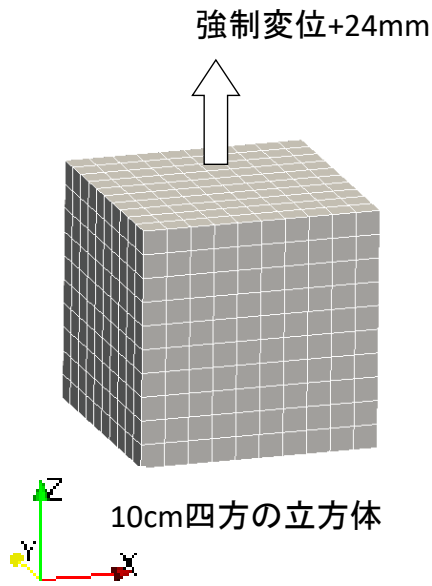
## 出力



# 解析結果

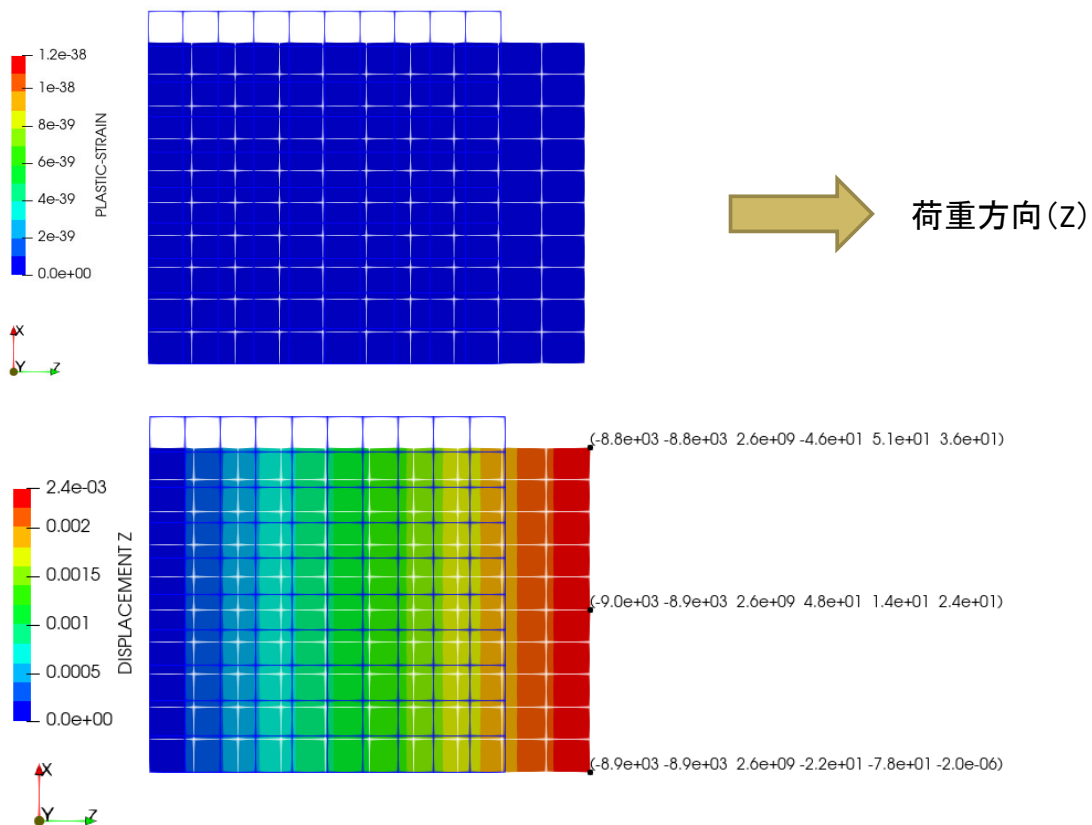


# 解析モデルおよび材料物性

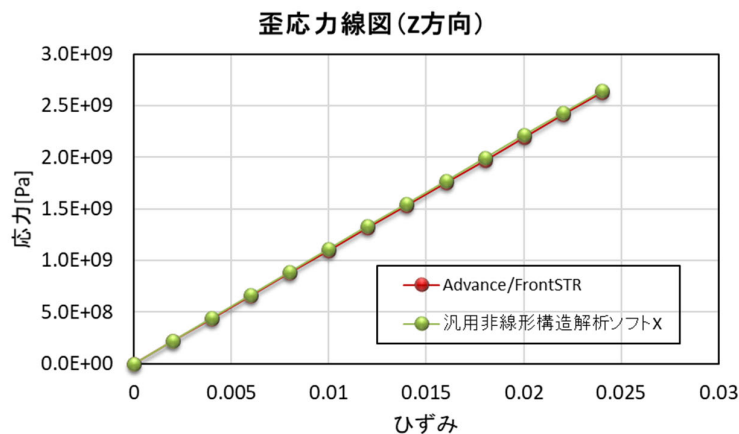


項目	記号	値
縦弾性係数	Ex	$4.8 \times 10^9 \text{ N/mm}^2$
	Ey	$4.8 \times 10^9 \text{ N/mm}^2$
	Ez	$1.11 \times 10^{11} \text{ N/mm}^2$
せん断弾性係数	Gxy	$2.6 \times 10^9 \text{ N/mm}^2$
	Gxz	$2.3 \times 10^9 \text{ N/mm}^2$
	Gyz	$2.3 \times 10^9 \text{ N/mm}^2$
ポアソン比	vxy	0.465
	vxz	0.016
	vyz	0.016

# 解析結果



## 解析結果



Hillの降伏関数から剛性の高いz軸方向に高い応力が発生していても、本解析の荷重適用範囲内では、概ね弾性域となる。

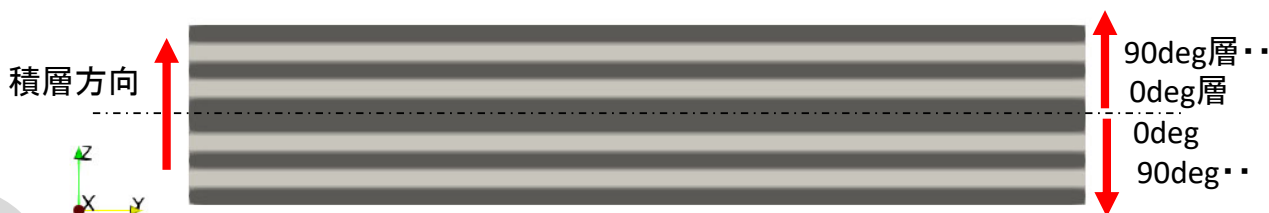
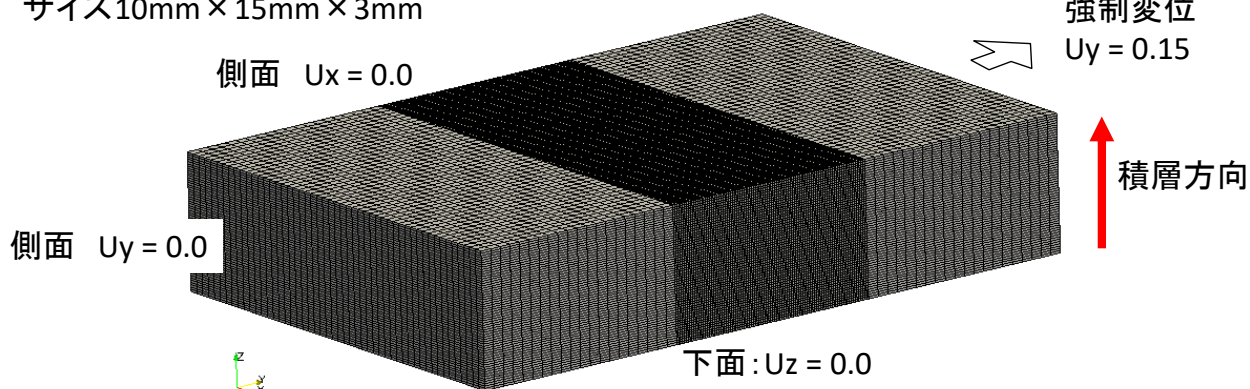


## 積層複合材のHill降伏関数を使用した引張解析事例



# 解析モデル

サイズ10mm × 15mm × 3mm



中央断面を対称面として、上下方向に0deg層と90deg層を交互に積層(10層)

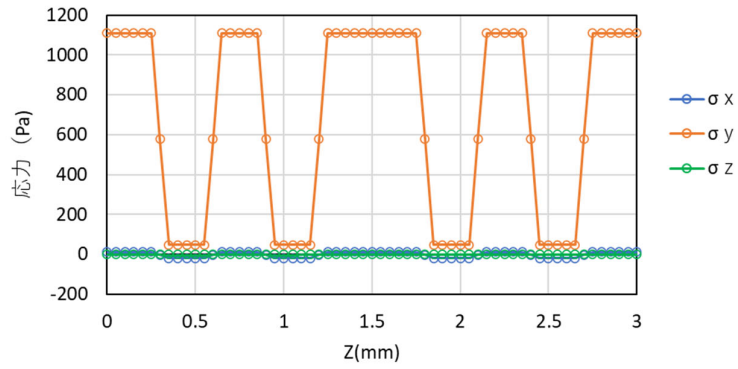
# 材料物性と積層の条件

項目	記号	値	備考
縦弾性係数	E11	$4.8 \times 10^9 \text{ N/mm}^2$	
	E22	$4.8 \times 10^9 \text{ N/mm}^2$	
	E33	$1.11 \times 10^{11} \text{ N/mm}^2$	繊維強化方向
せん断弾性係数	G12	$2.6 \times 10^9 \text{ N/mm}^2$	
	G13	$2.3 \times 10^9 \text{ N/mm}^2$	
	G23	$2.3 \times 10^9 \text{ N/mm}^2$	
ポアソン比	v12	0.465	
	v13	0.016	
	v23	0.016	

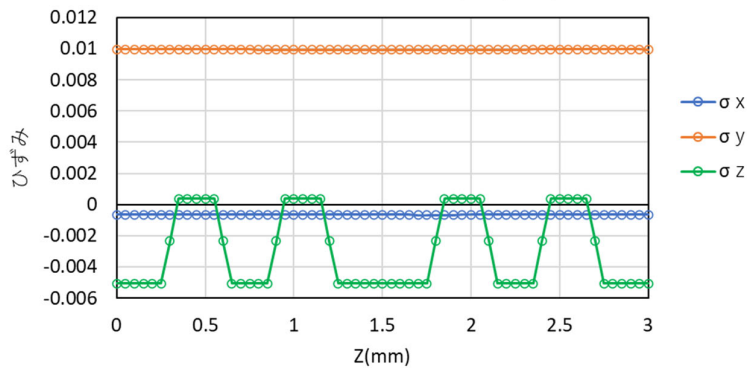
材質	繊維強化方向	層厚
0deg層	全体Y軸方向	0.3mm(メッシュ2層)
90deg層	全体X軸方向	0.3mm(メッシュ2層)

# 解析結果

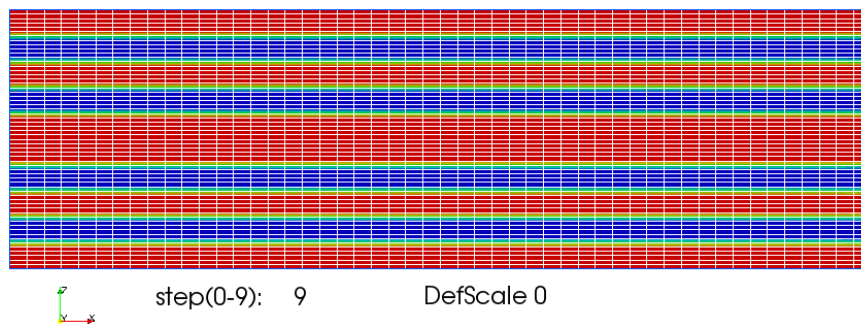
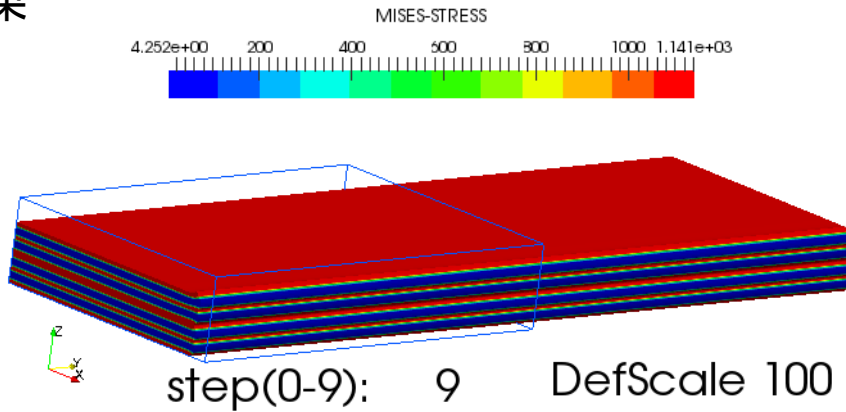
厚さ方向と軸方向応力成分 (X=0, Y=0)



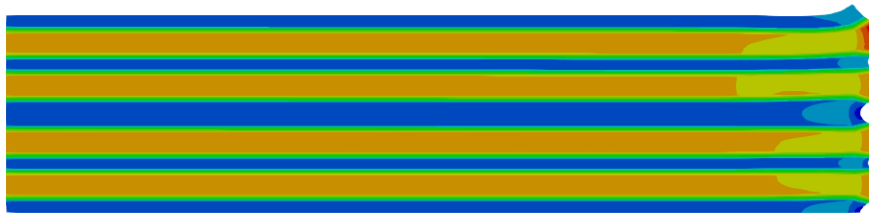
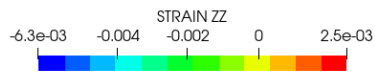
厚さ方向とひずみ成分 (X=0, Y=0)



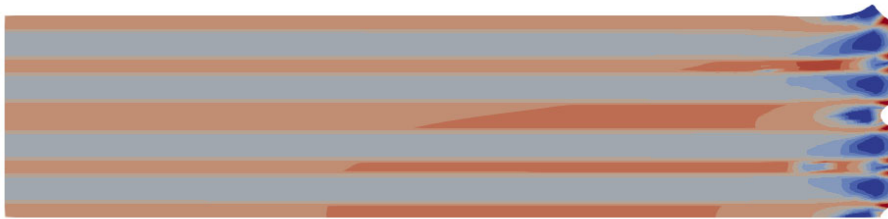
# 解析結果



引張方向中央断面の等価応力分布



引張方向中央断面の厚さ方向ひずみ分布



引張方向中央断面の塑性ひずみ分布





# Advance/REVOCAPとは

有限要素法、有限体積法に対応した汎用プリポストプロセッサです。

文部科学省次世代IT基盤構築のための研究開発

2005-2007「革新的シミュレーションソフトウェアの研究開発」

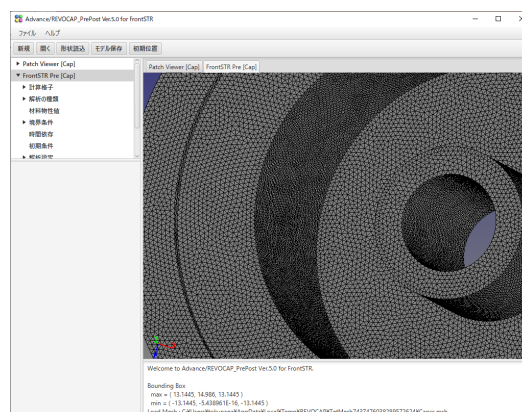
2009-2012「イノベーション基盤シミュレーションソフトウェアの研究開発」

で開発されたソフトウェアREVOCAP\_PrePostをアドバンスソフト社が商品化したものです。

## 解析の手順①

### ① 形状データからメッシュ生成、またはメッシュデータの取り込み

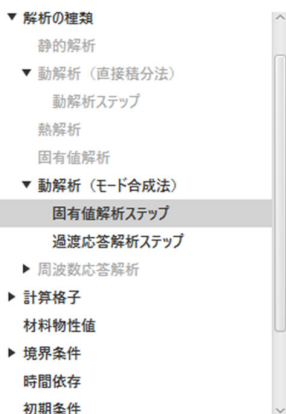
- ✓ Advance/REVOCAPには形状データ作成機能はついていませんので、CADソフトなどを使って作成してください。
- ✓ 四面体の自動メッシュ生成機能が備わっています。
- ✓ 六面体、三角柱を含むメッシュデータを取り込むことができます。



# 解析の手順②～③

## ② 解析の種類を選択

- ✓ 解析の種類を選択し、該当する解析ステップを追加します



## ③ 材料物性値の設定

- ✓ 材料名と材料モデルを選択します。
- ✓ 設定が必要な物性値を編集します。

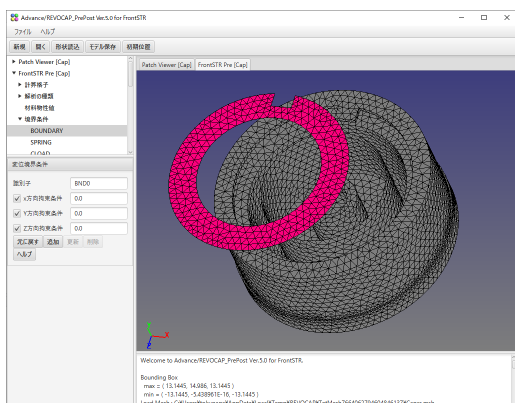


※代表的な材料はすでにデータベースに登録されています。

# 解析の手順④

## ④ 境界条件の設定

- ✓ 設定対象となる面をマウスで選択します。
- ✓ 解析の種類に応じて境界条件を追加します。



- ▼ 境界条件
  - BOUNDARY
  - SPRING
  - CLOAD
  - DLOAD
  - VLOAD
  - CMASS
  - VELOCITY
  - ACCELERATION
  - TEMPERATURE
  - CONTACT
  - FIXTEMP
  - CFLUX
  - DFLUX
  - FILM
  - RADIATE
  - HEATINGLINE

## 解析の手順⑤～⑥

### ⑤ 解析条件の設定

- ✓ 線形ソルバや出力に関する設定を行います。



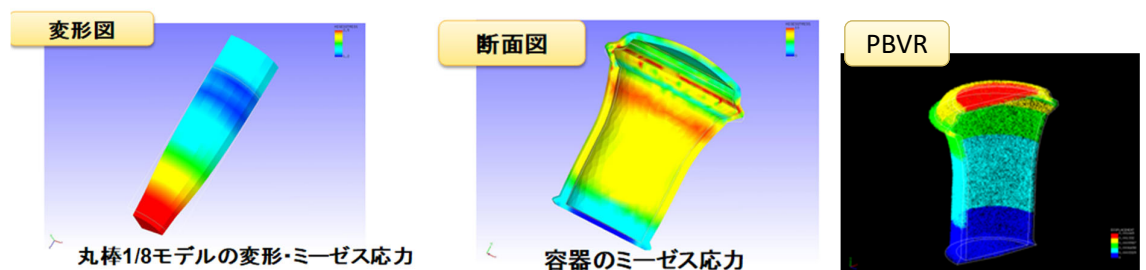
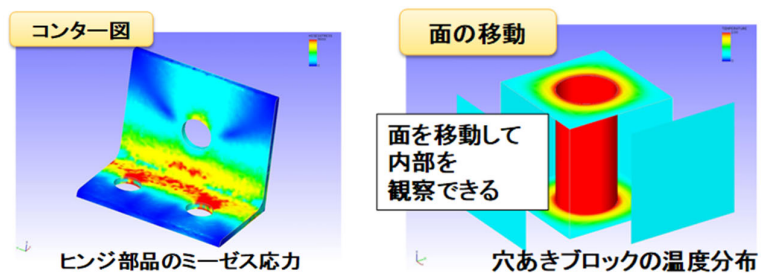
### ⑥ 解析の実行

- ✓ 解析モデルを保存します。
- ✓ 解析を実行する計算機に転送します。
- ✓ Advance/FrontSTR を実行します。

```
$ mpirun -np 64 fstr
```

## 解析の手順⑦

### ⑦ 計算結果の可視化



# 今年度の特別キャンペーン

- Advance/FrontSTRの新規ユーザーの方に、Advance/REVOCAPの限定版※の1か月の無料ライセンスを発行します。
- Advance/FrontSTR の解析モデルの作成に是非ご活用ください。

※Advance/REVOCAP Ver.5.0 Limited Edition (Without MeshSim)

# 価格および関連サービスご紹介

構造解析ソフトウェアAdvance/FrontSTRご紹介セミナー  
2020年7月2日（木）  
アドバンスソフト株式会社



## 動作環境

- ✓ Advance/FrontSTR  
対応OS
  - ・ RedHat Enterprise Linux6 (64bit)以上計算機: デスクトップPC、PCクラスタ
- ✓ Advance/REVOCAP for FrontSTR  
対応OS
  - ・ Windows 7、Windows 10(32 bit、64 bit 環境対応)
- ✓ Cube-it FEA、Pro  
対応OS
  - ・ Windows7、Windows 10(32bit、64bit)
  - ・ RedHat Enterprise Linux 64bit
- ✓ ParaView  
対応OS
  - ・ Windows7、Windows 10(32bit、64bit環境対応)※上記以外の環境で御検討の場合はご相談ください



# 動作環境

## 外部スパコンでご利用される場合

- ・FOCUSスパコン
  - \* 計算科学振興財団様所有及び利用申請先
- ・地球シミュレータ(大規模共有メモリシステム UV2000)
  - \* 海洋研究開発機構様所有及び利用申請先
- ・スーパーコンピュータ「京」
  - \* 理化学研究所様所有、高度情報科学技術研究機構様利用申請先)



# アドバンスソフトの開発・解析サービス

お客さまのご要望に応じて科学技術計算ソフトウェアの新規開発、機能追加、受託解析等のサービスを行ないます。

## 例えば解析業務の場合



1. 流体・構造・ナノ関連など幅広い分野のソフトウェアを開発し、解析経験豊富な技術者がお客様のご要望をお伺い致します。

2. 最適な解析方法をご提案し、見積仕様書を作成致します。

3. 解析内容、納期、料金等、お客様のご了承が得られましたら、作業を実施致します。

4. 解析結果の可視化をはじめ、評価や考察を行ない、報告書を作成致します。



## 終わりに

ご清聴ありがとうございました。

アドバンスソフトは、高度な技術力、開発力、人材を武器に、最先端理論を応用した解析シミュレーションソフトウェアを開発・販売しています。受託解析、受託開発、パッケージソフトウェア、コンサルティング等多様なソリューションを通じて、お客様の問題解決に即戦力として貢献します。

お問い合わせ先:ご担当営業まで  
TEL:03-6826-3971 FAX:03-5283-6580  
E-mail:office@advancesoft.jp



\* Advance/FrontSTR 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が実施した文部科学省 IT プログラム「戦略的基盤ソフトウェアの開発」プロジェクト、および、文部科学省次世代 IT 基盤構築のための研究開発「革新的シミュレーションソフトウェアの研究開発」プロジェクトの成果（ソフトウェア）をアドバンスソフト株式会社が商品化したものです。アドバンスソフトはこれらのプロジェクトに参加し、ソフトウェアの開発を担当しましたが、その成果を独自に改良して商用パッケージソフトウェアとし、販売保守を行っております。

#### 警告

このレポート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てる用途に限定して無料配布しています。このレポートを、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。このレポート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。