

FINASシリーズによる 流体－構造連成解析のご紹介

2004年6月15日

(株) CRCソリューションズ

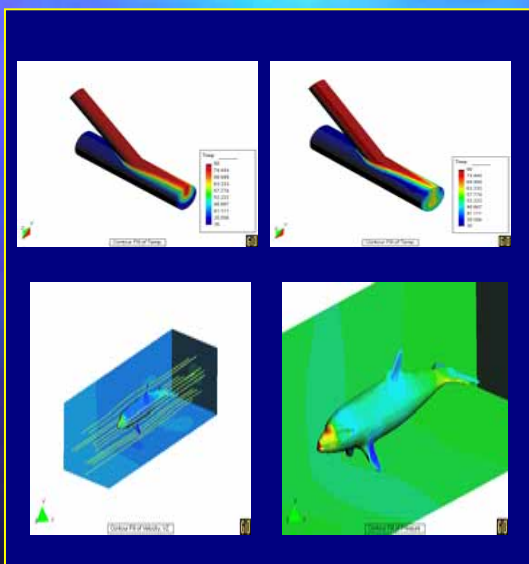
Contents

1. FINASシリーズのご紹介
2. 流体－構造連成機能のご紹介
3. 解析事例

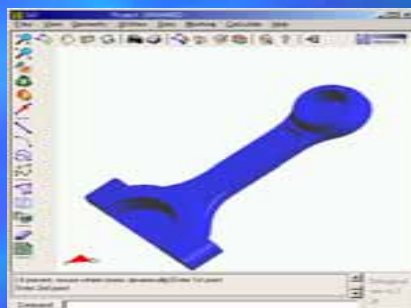
1. FINASシリーズのご紹介

1) FINASシリーズ概要

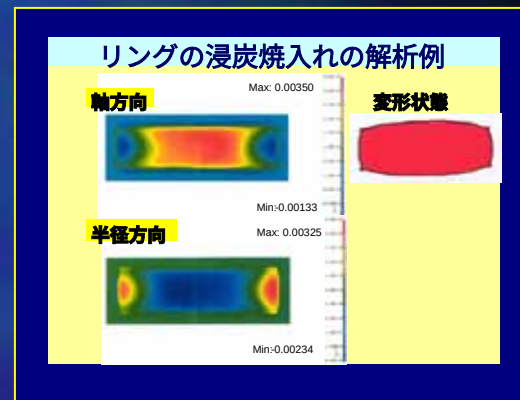
熱流体解析ソフトウェア
FINAS/CFD



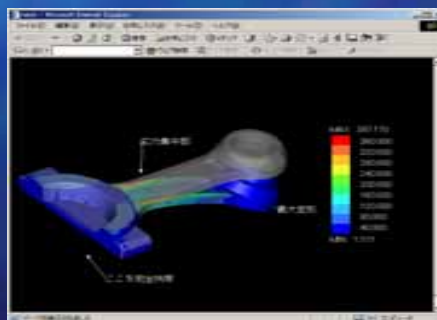
XVLベース
プリポストシステム
GiD/XVL



熱プロセスシミュレータ
FINAS/TPS



非線形構造解析システム
FINAS



1. FINASシリーズのご紹介

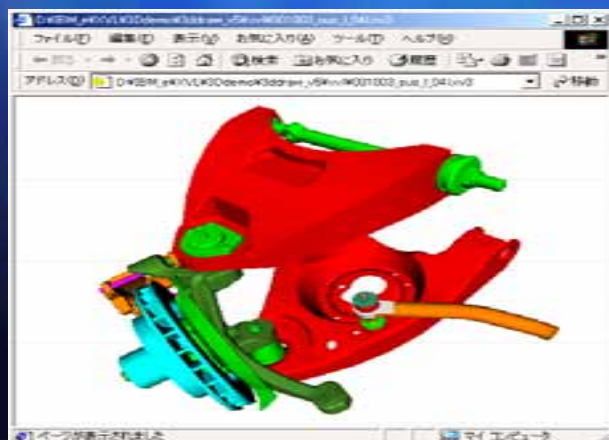
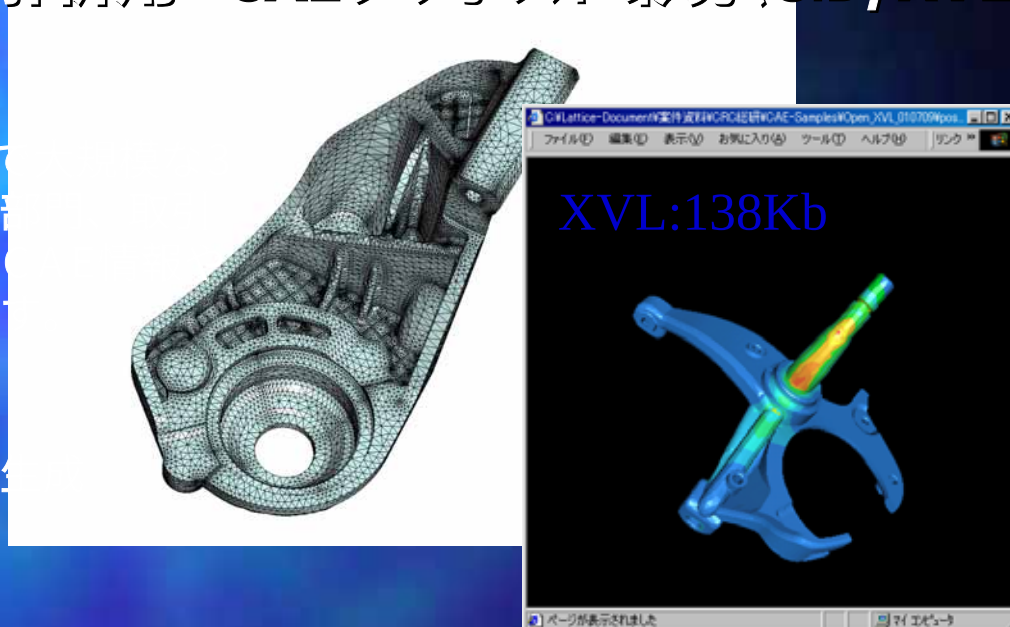
2) 大規模3Dモデル作成／解析用 CAEプリポスト環境 (GiD/XVL)

● GiD/XVLとは

GiD/XVLは、XVLの特性を生かし、複雑な3次元モデル/解析データ情報を、設計/製造工程などで共有可能なプリポスト環境です。解析ナレッジの共有を目指すことができます。

◆ 基本機能

- 容易な操作で解析データとメッシュ
- 大規模高速自動メッシャー機能
- 柔軟なカスタマイズ機能



● ネットワークに強いXVLがベース

XVLはWebページ記述言語XMLに準拠した拡張フォーマットであるので、HTML などWebで使われる他の言語と高い親和性があります。そのため、無料で配布されているプラグイン「XVL Player」をインストールすれば、GiD/XVLの入出力するXVLデータをブラウザにて表示できます。

1. FINASシリーズのご紹介

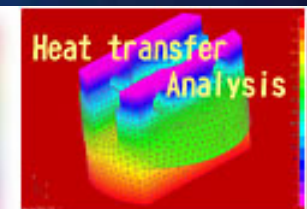
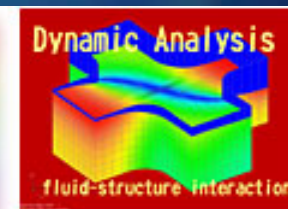
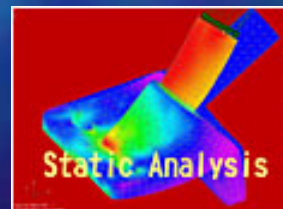
3) 汎用FEM非線形構造解析システム (FINAS)

●国産最強のFEMコード

FINASは、CRCがJNC(核燃料サイクル開発機構)より委託され1976年より開発整備を続け、常に最先端の解析手法を採り入れている国産最強のFEM汎用構造解析コードです。

●開発の目的

- ・非弾性解析ツールの必要性
- ・先端的技術を取り入れる基盤
- ・FBR等における各種構造解析の需要
- ・海外の汎用プログラムからの脱皮
- ・国内共通利用



1. FINASシリーズのご紹介

3) 汎用FEM非線形構造解析システム (FINAS)

●FINASの検証

・500以上の公開検証例題

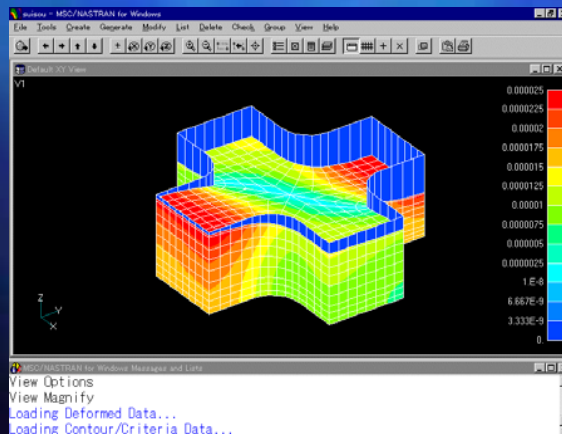
VP (Verification Problem) : 基本機能のための検証例題

DP (Demonstration Problem) : 機能の総合的な検証例題

EP (Element Problem) : 有限要素のための検証例題

・ベンチマーク問題への対応 (ASME、JSME、IAEA等)

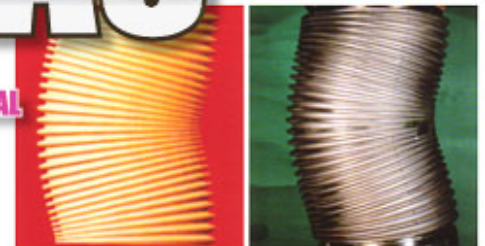
・JNCの多くの実験によるコード検証



汎用FEM非線形構造解析システム

FINAS

FINITE ELEMENT
NONLINEAR STRUCTURAL
ANALYSIS SYSTEM



1. FINASシリーズのご紹介

3) 汎用FEM非線形構造解析システム (FINAS)

静的解析

- ・弾性解析、熱弾性解析、非軸対称荷重解析、多荷重並列処理解析
- ・弾塑性解析、熱弾塑性解析
- ・弾性クリープ解析、弾塑性クリープ解析、熱弾塑性クリープ解析
- ・スウェリング解析
- ・大変形解析、大変形非弾性解析
- ・線形座屈荷重解析、非線形座屈荷重解析、非軸対称座屈解析
- ・破壊力学解析
- ・点接触問題解析、面接触問題解析

動的解析

- ・モーダル応答解析、スペクトル応答解析、周波数応答解析
- ・線形直接積分解析、非線形直接積分解析
- ・流体－構造連成解析
- ・接触－衝突解析

熱伝導解析

- ・定常熱伝導解析
- ・非定常熱伝導解析



1. FINASシリーズのご紹介

4) 汎用熱流体解析コード (FINAS/CFD)

FINAS/CFD開発基本コンセプト

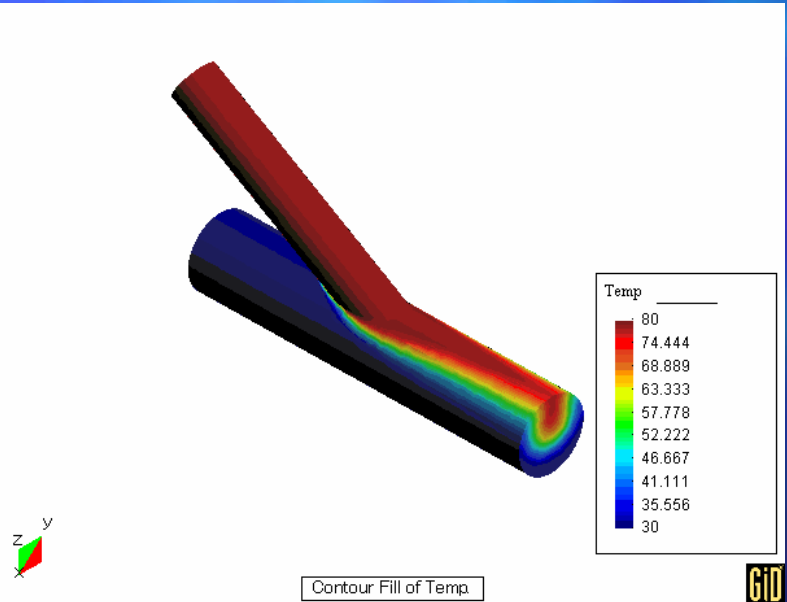
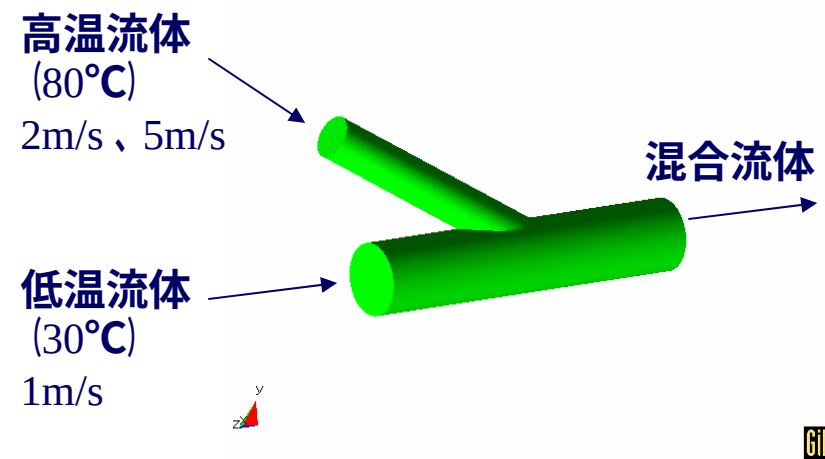
- ◆ 複合分野解析システムの構築
 - 構造,電磁場との連成解析を念頭においた設計
- ◆ 簡便な流体解析
 - FEM技術者オリエンテッドなデータ構造
 - 簡便なデータ作成
- ◆ 非構造格子による形状の近似精度の向上
 - 流体計算精度の向上
 - 構造解析との格子matching

1. FINASシリーズのご紹介

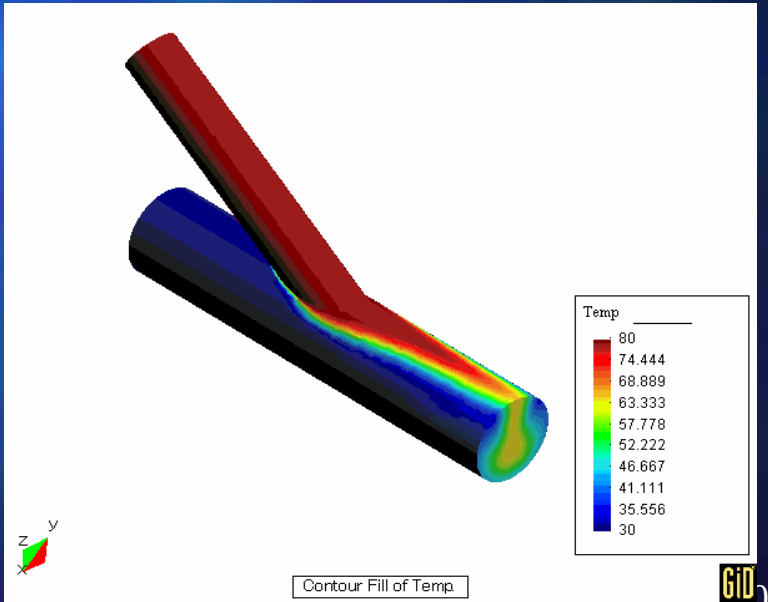
4) 汎用熱流体解析コード (FINAS/CFD)

- ◆ 離散化手法
 - セル中心有限体積法
(コロケードグリッド)
- ◆ 支配方程式
 - 運動量保存則, 質量保存則, エネルギー保存則
その他 (スカラー量保存)
- ◆ アルゴリズム
 - SIMPLEアルゴリズム
- ◆ 乱流モデル
 - 標準k- ϵ mode, LES
- ◆ 開発言語
 - C++
- ◆ 移流項離散化スキーム
 - 2次精度中心差分
 - 1次精度風上差分
 - 1,2次精度混合
- ◆ ALE
 - (開発中)
- ◆ 構造解析との双方向連成
 - (開発中)
- ◆ 定常/非定常解析
- ◆ 輻射
 - (次期)
- ◆ 反応
 - (次期)

計算例1 型配管内の低温流体と高温流体の混合

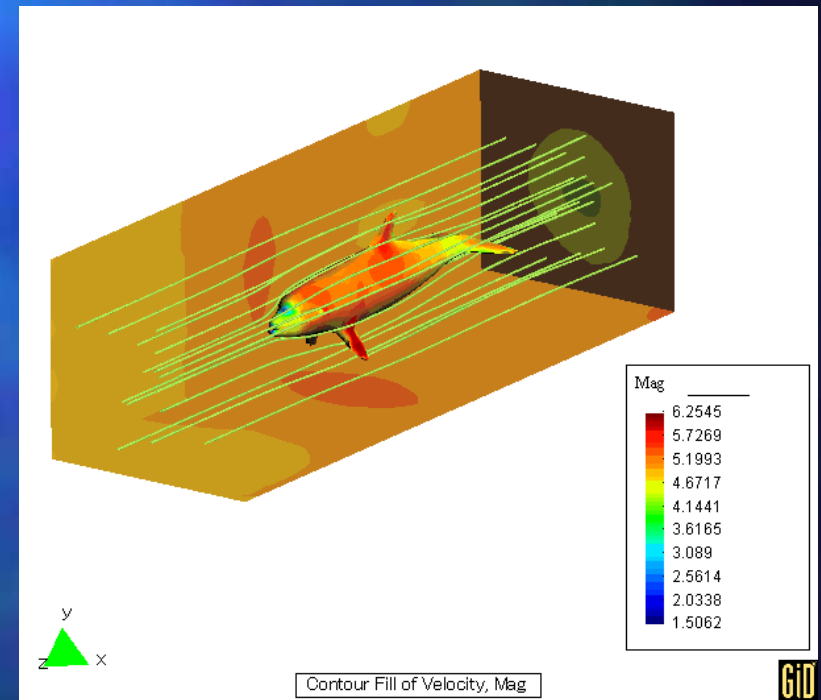
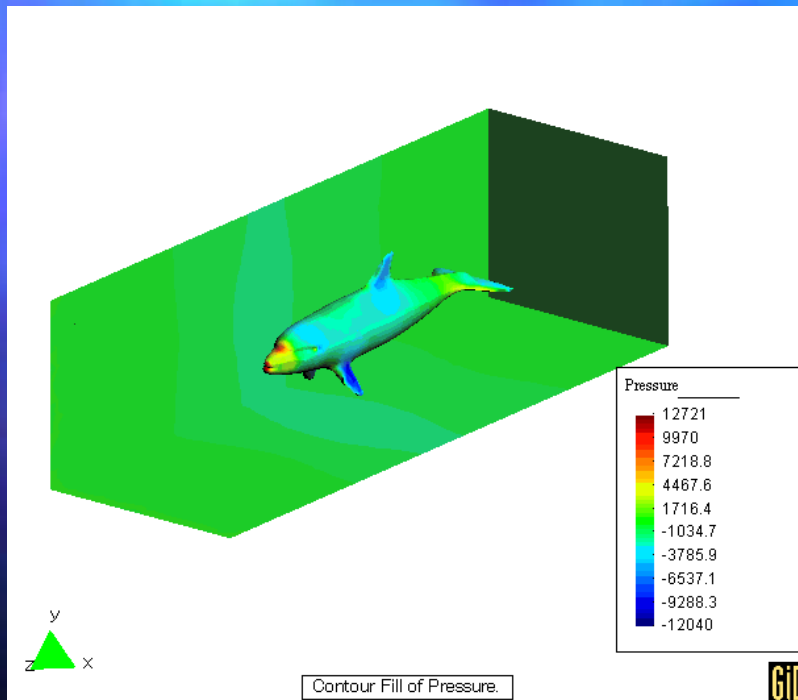


合流速度が遅い場合の温度分布



合流速度が早い場合の温度分布

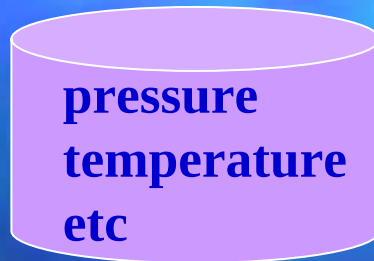
計算例2 CADデータ利用



2. 流体－構造連成解析のご紹介

◆流体構造連成機能 (一方向連成)

Fluid flow analysis



Structure analysis

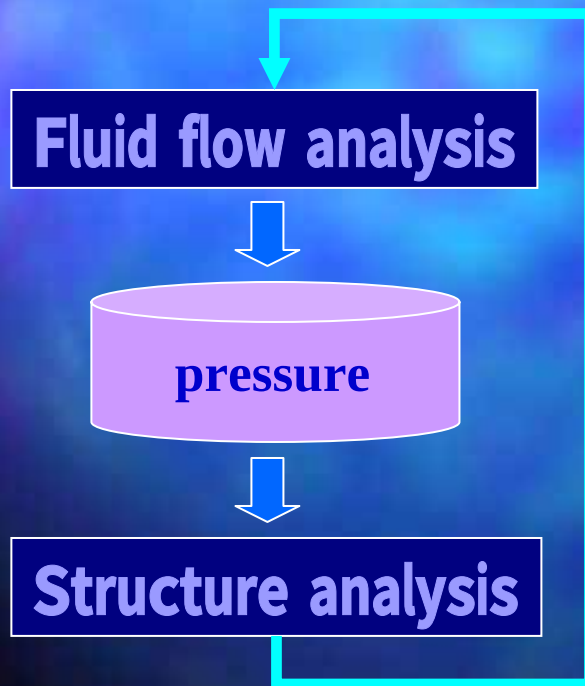
- ◆流体 (構造) の影響が一方向的
- ◆準定常的な現象 (定常, 周期的現象)
(熱成層, サーマルストライピング等)

ポイント

- 流体解析モジュールと構造解析モジュールを独立させることにより、各々単独での解析が可能
- 流体解析の結果を構造解析に用いる一方向連成
- 静的な流体 / 構造連成解析 (熱連成)

2. 流体—構造連成解析のご紹介

◆流体構造連成機能 (双方向連成)



- ◆流体 / 構造が相互に影響し合う現象
- ◆流体 / 構造ともに非定常な現象
構造 ... 動解析

ポイント

- 流体解析モジュールと構造解析モジュールを密に 連携させ、相互の影響を交互に作用させる必要がある。
- 流体 / 構造それぞれの時定数による連携タイミングの自動化が必要

2. 流体－構造連成解析のご紹介

1) FINASによる流体要素を用いたスロッシング解析

- ・タンクに入った液体が地震動により揺れ動く
- ・FINASによる流体－構造連成解析

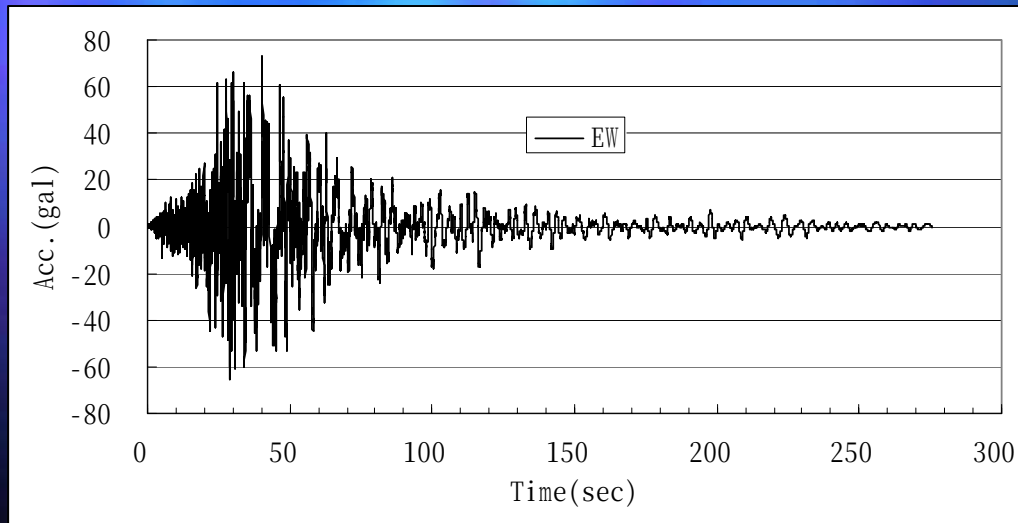


Fig. 十勝沖地震の地震動波形

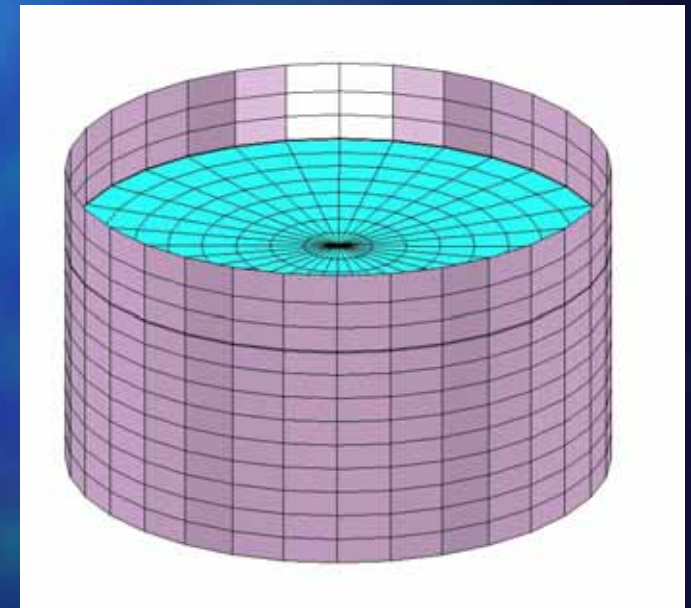
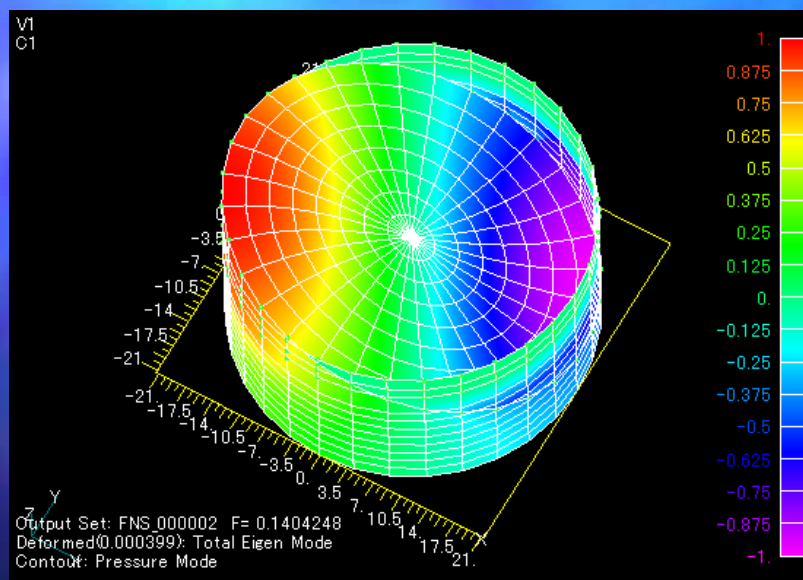


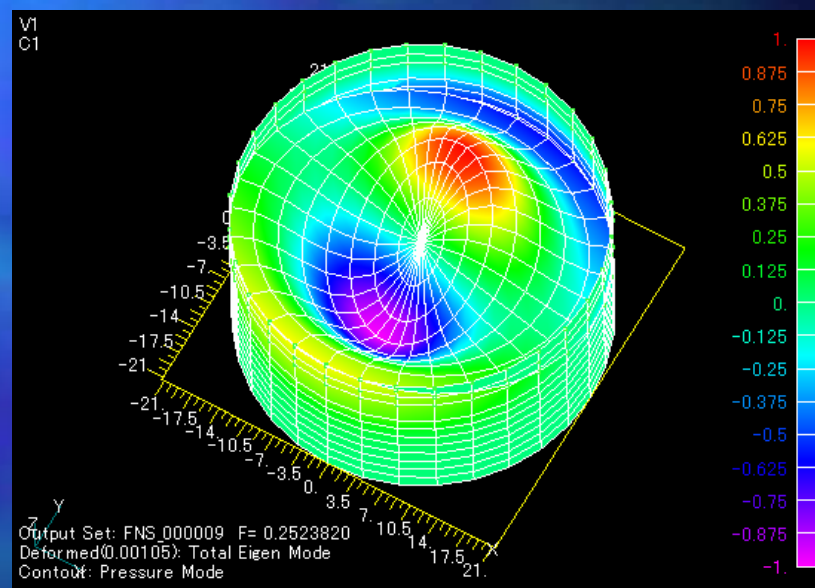
Fig. モデル図（タンクと液体）

2. 流体－構造連成解析のご紹介

・ スロッシングモード



1次モード／固有周期7.12秒

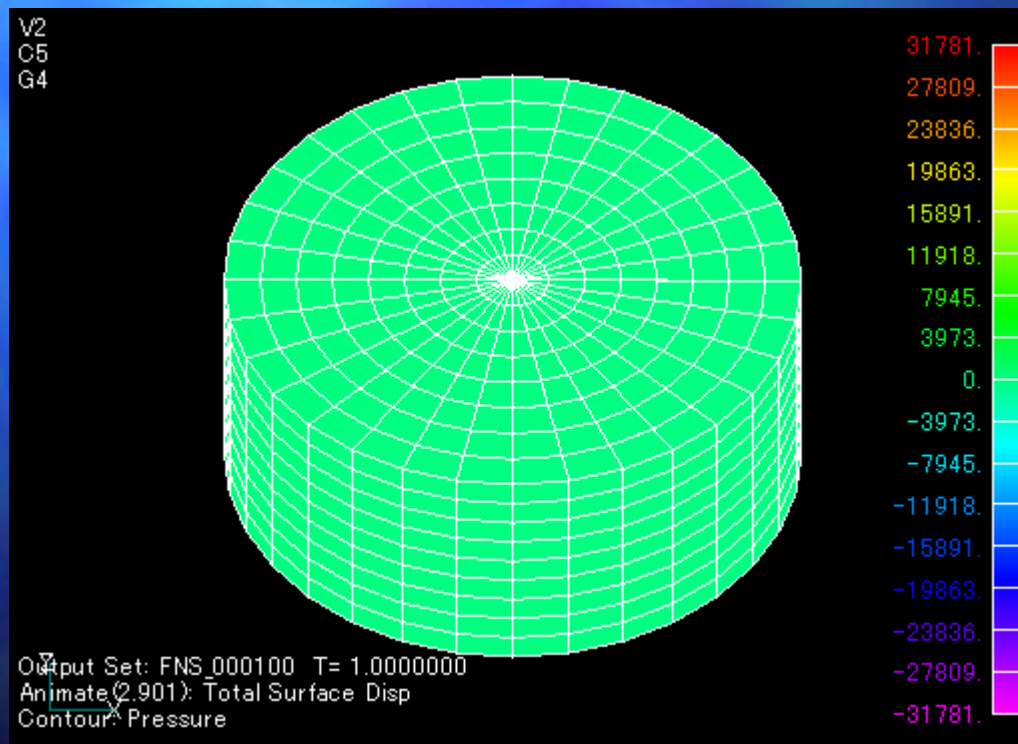


2次モード／固有周期3.96秒

2. 流体－構造連成解析のご紹介

過渡応答解析結果

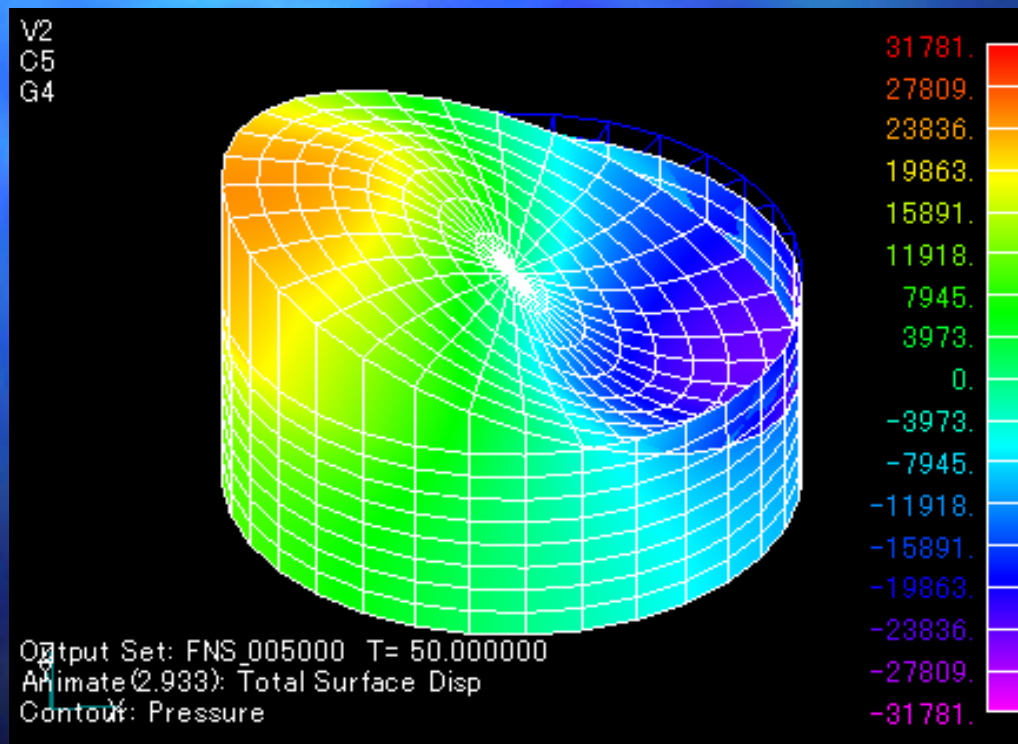
- 波高、圧力コンター
- 1秒～275秒 (1秒間隔)



2. 流体－構造連成解析のご紹介

過渡応答解析結果

- 波高、圧力コンター
- 50秒～80秒(0.1秒間隔)



2. 流体－構造連成解析のご紹介

2) FINAS/CFDによる熱流体連成

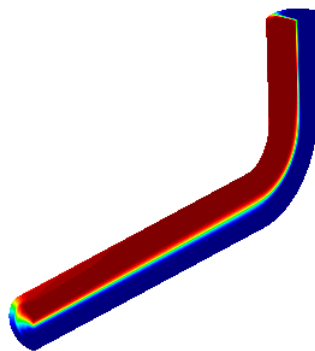
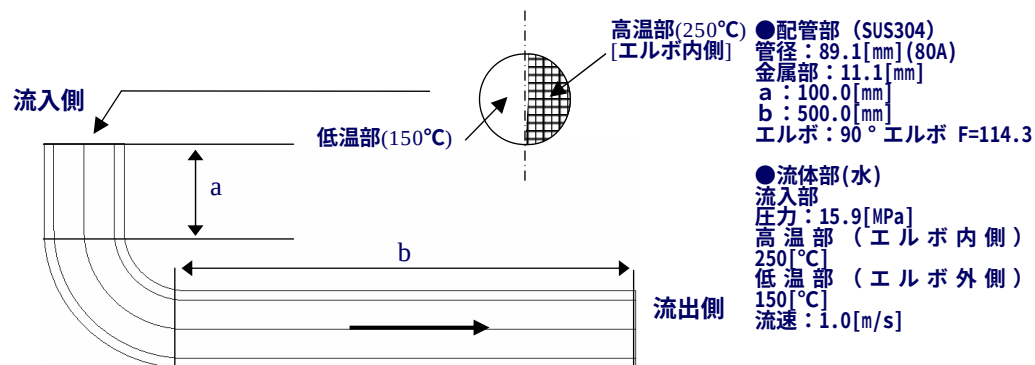


Fig. 温度分布

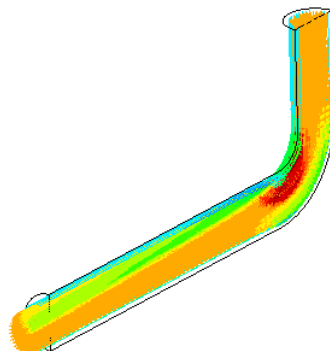


Fig. 速度ベクトル

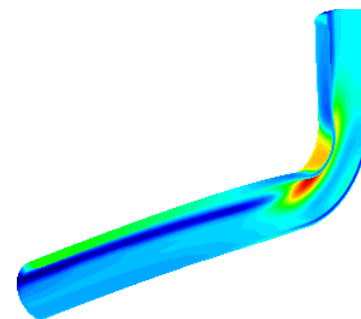


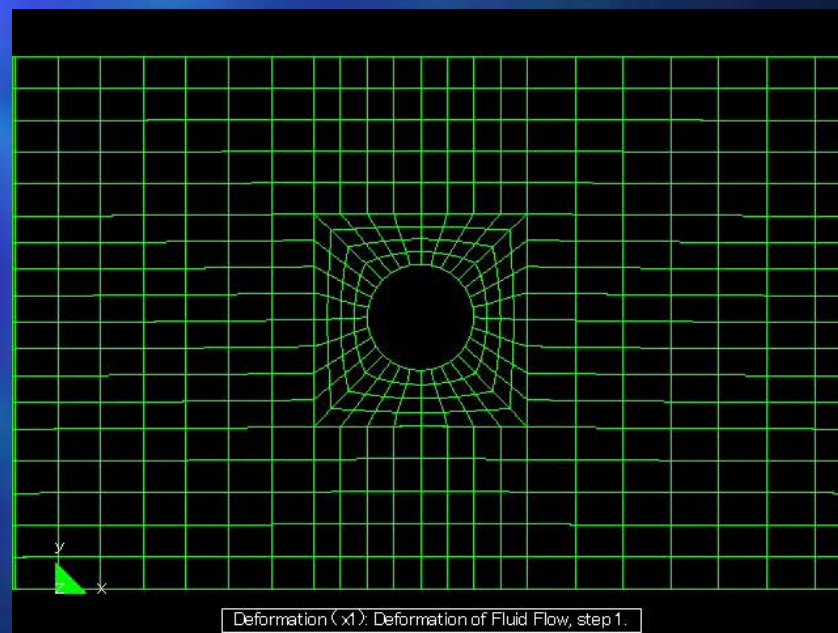
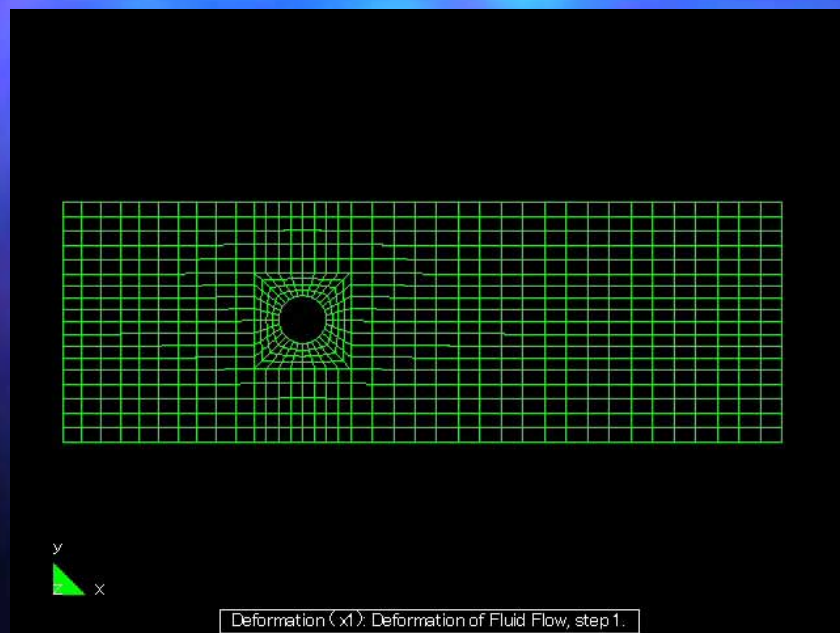
Fig. 相当応力

2. 流体－構造連成解析のご紹介

3) FINAS/CFDによる移動境界解析

ALE (Arbitrary Lagrangian Eulerial) 法による移動境界近似

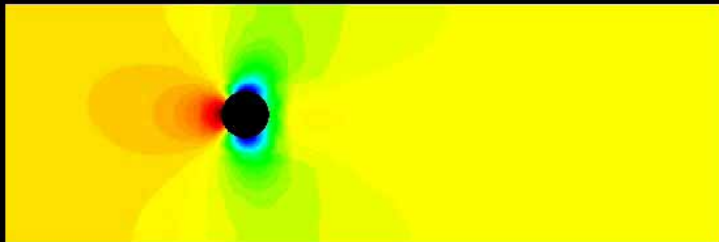
- Non-homogeneous Neumann境界条件 $\Rightarrow$ 自由表面
- homogeneous Dirichlet境界条件 $\Rightarrow$ 移動境界



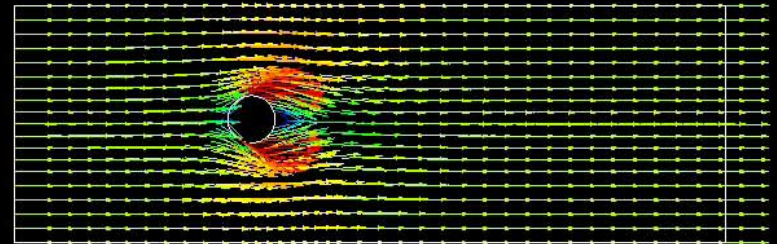
Laplace (Poisson) 方程式を用いたメッシュ再構成

2. 流体－構造連成解析のご紹介

3) FINAS/CFDによる移動境界解析



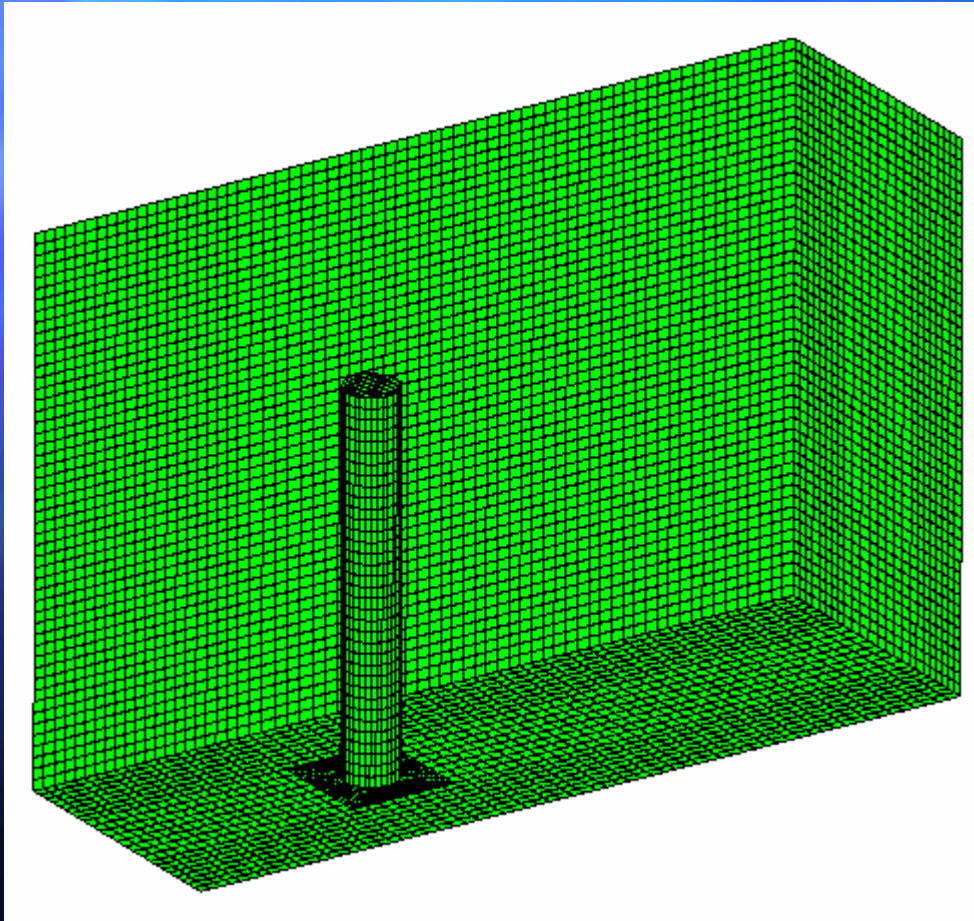
step 4
Contour Fill of Pressure.
Deformation (x1): Deformation of Fluid Flow, step 4.



step 2
Display Vectors of Velocity, Mag factor 0.00923795.
Deformation (x1): Deformation of Fluid Flow, step 2.

3. 解析事例

【問題】



解析領域:

流れ方向=30cm

幅=10cm

高さ=20cm

円柱直径=2cm

入り口流速=6.2m/s

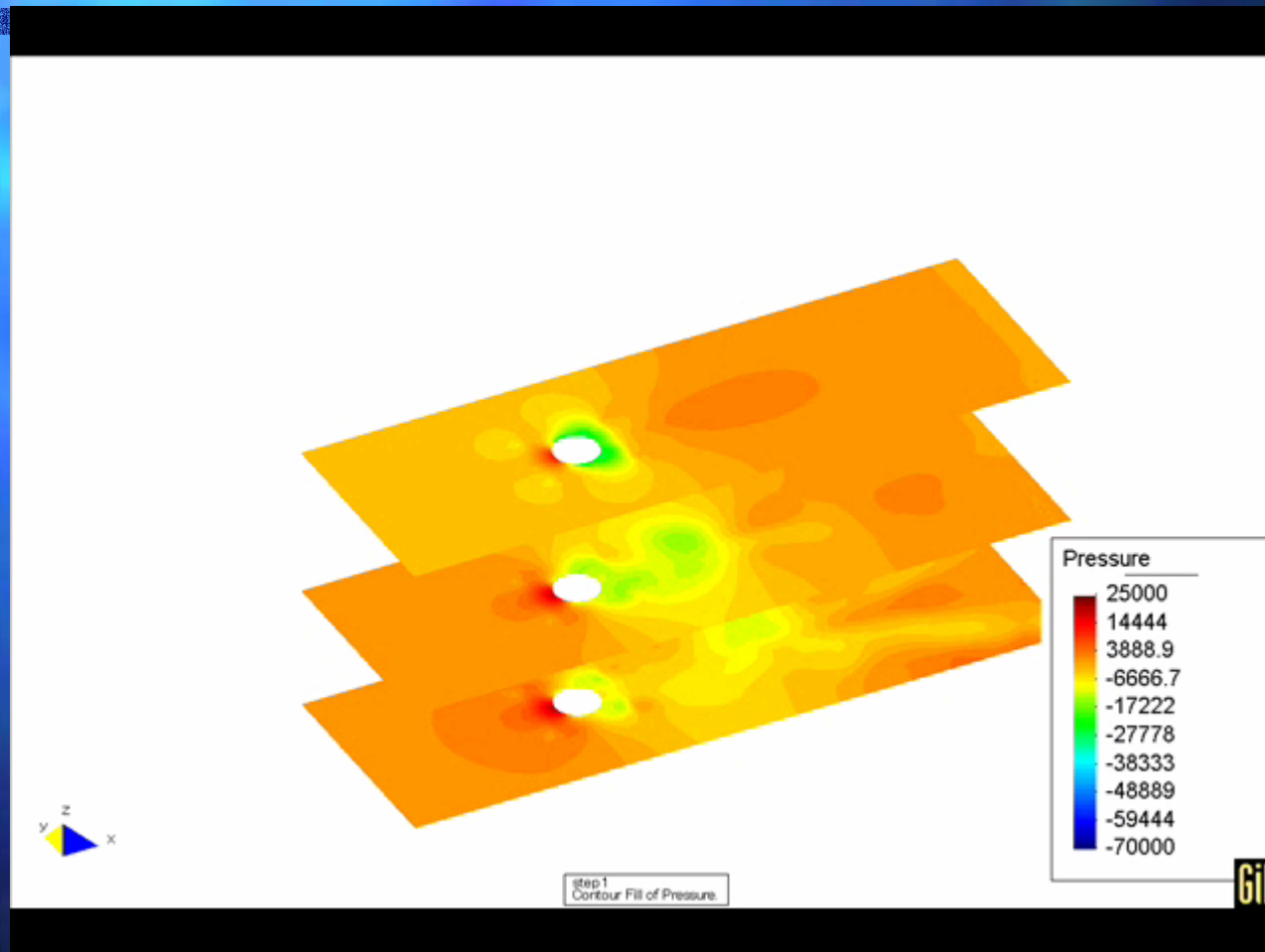
Re数= 1.2×10^5

St数=0.21

メッシュ数=約10万メッシュ

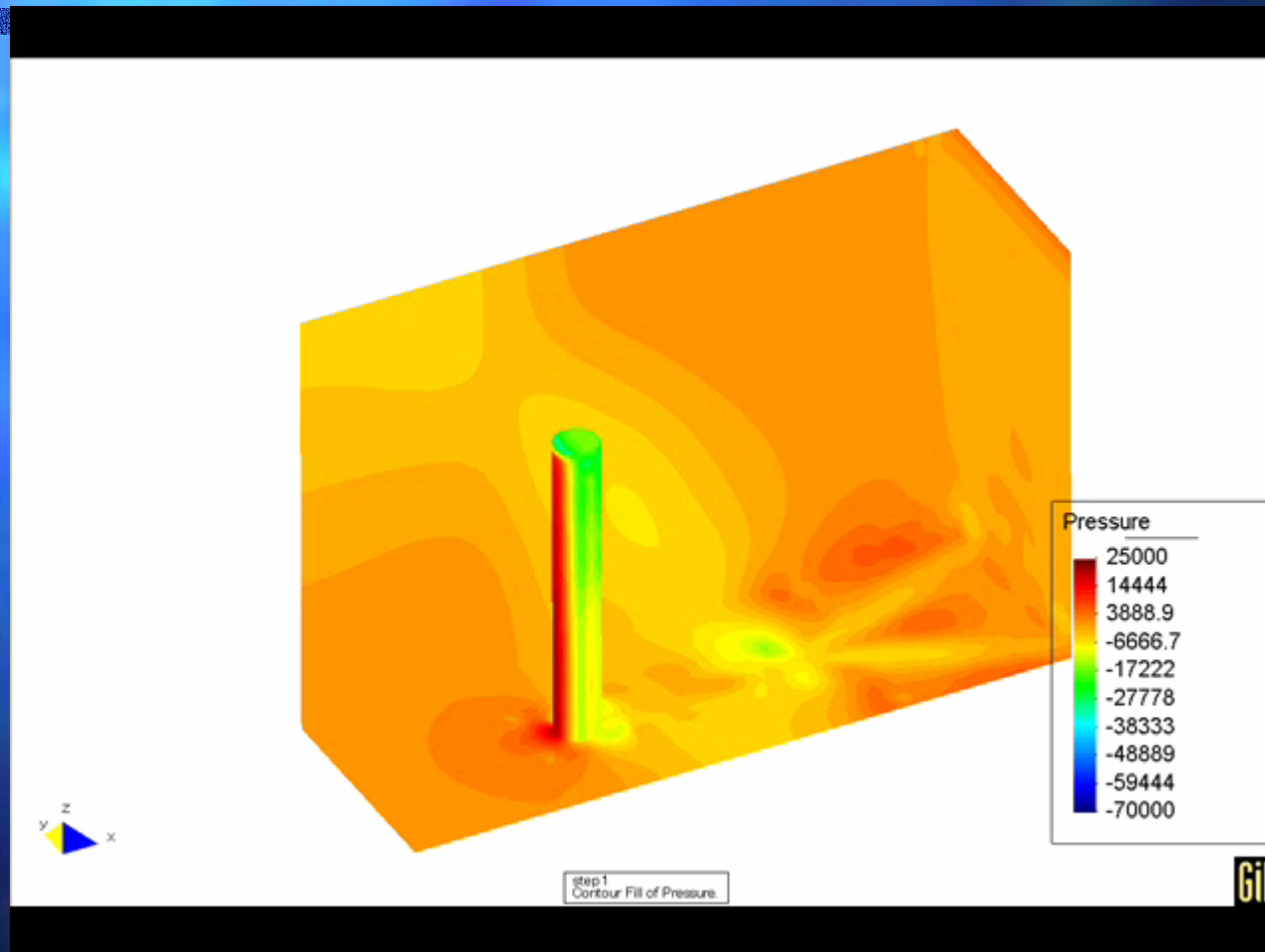
3. 解析事例

1) FINAS/CFD計算例 (圧力コンター)



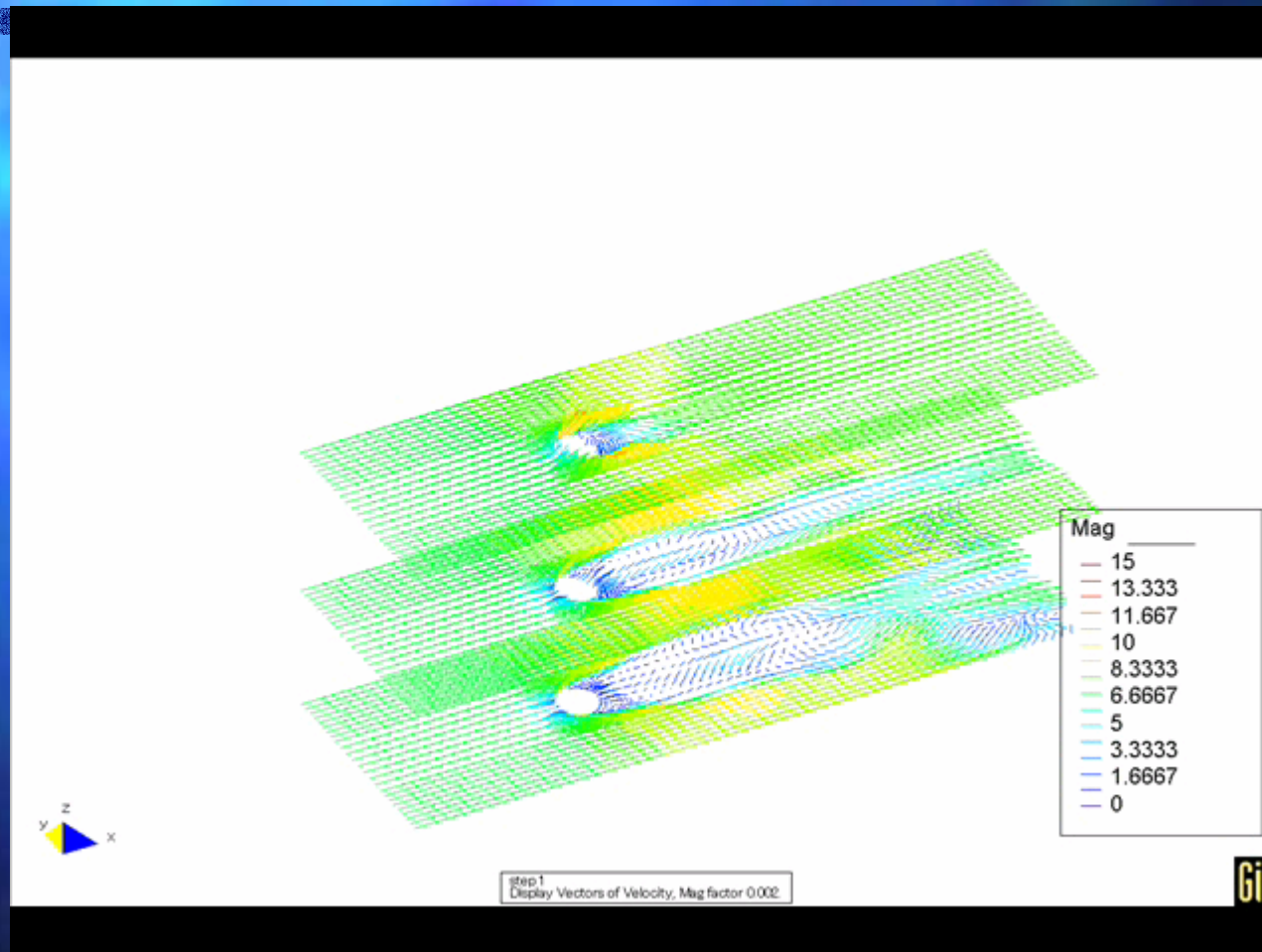
3. 解析事例

2) FINAS/CFD計算例 (圧力コンター)



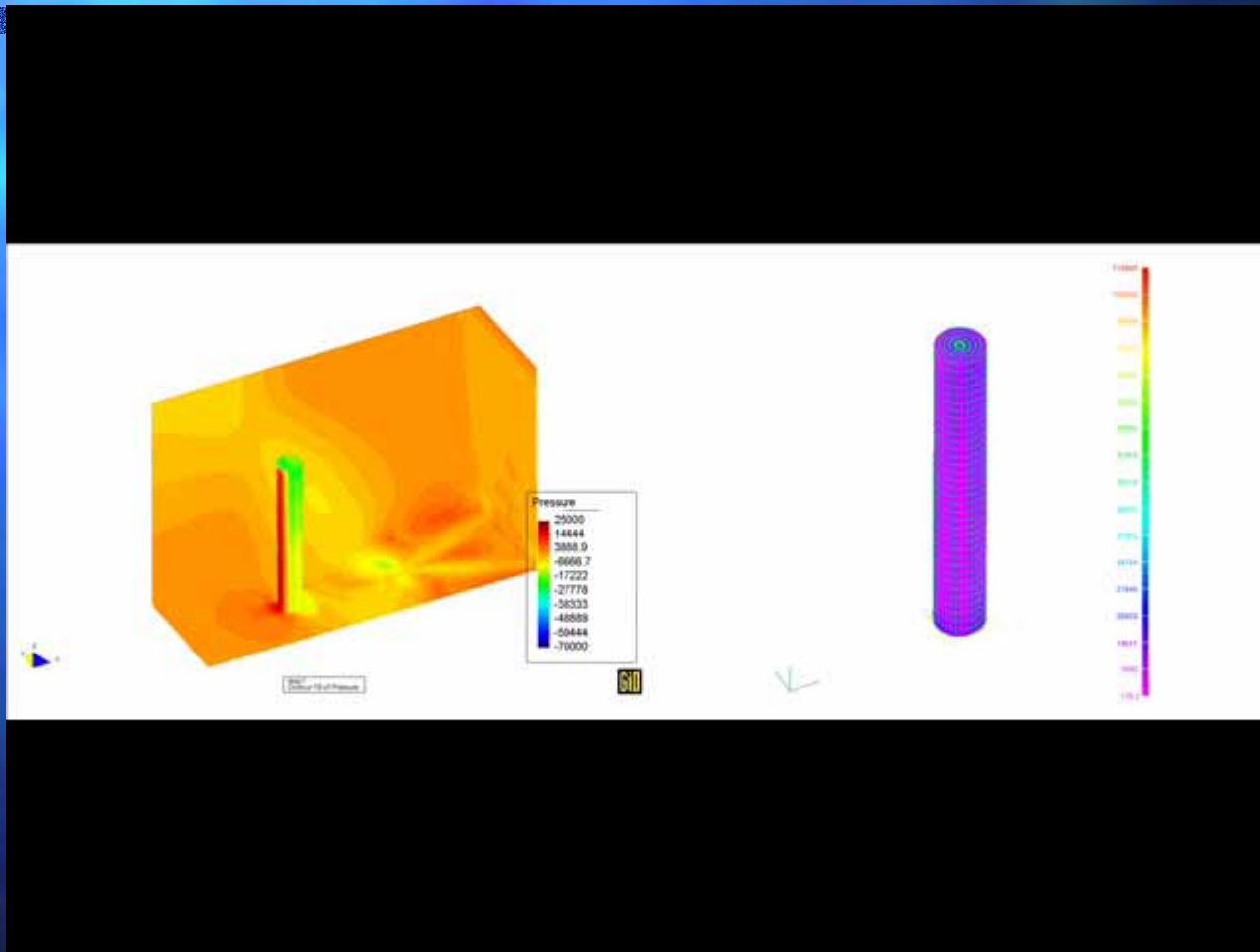
3. 解析事例

3) FINAS/CFD計算例 (流速ベクトル)



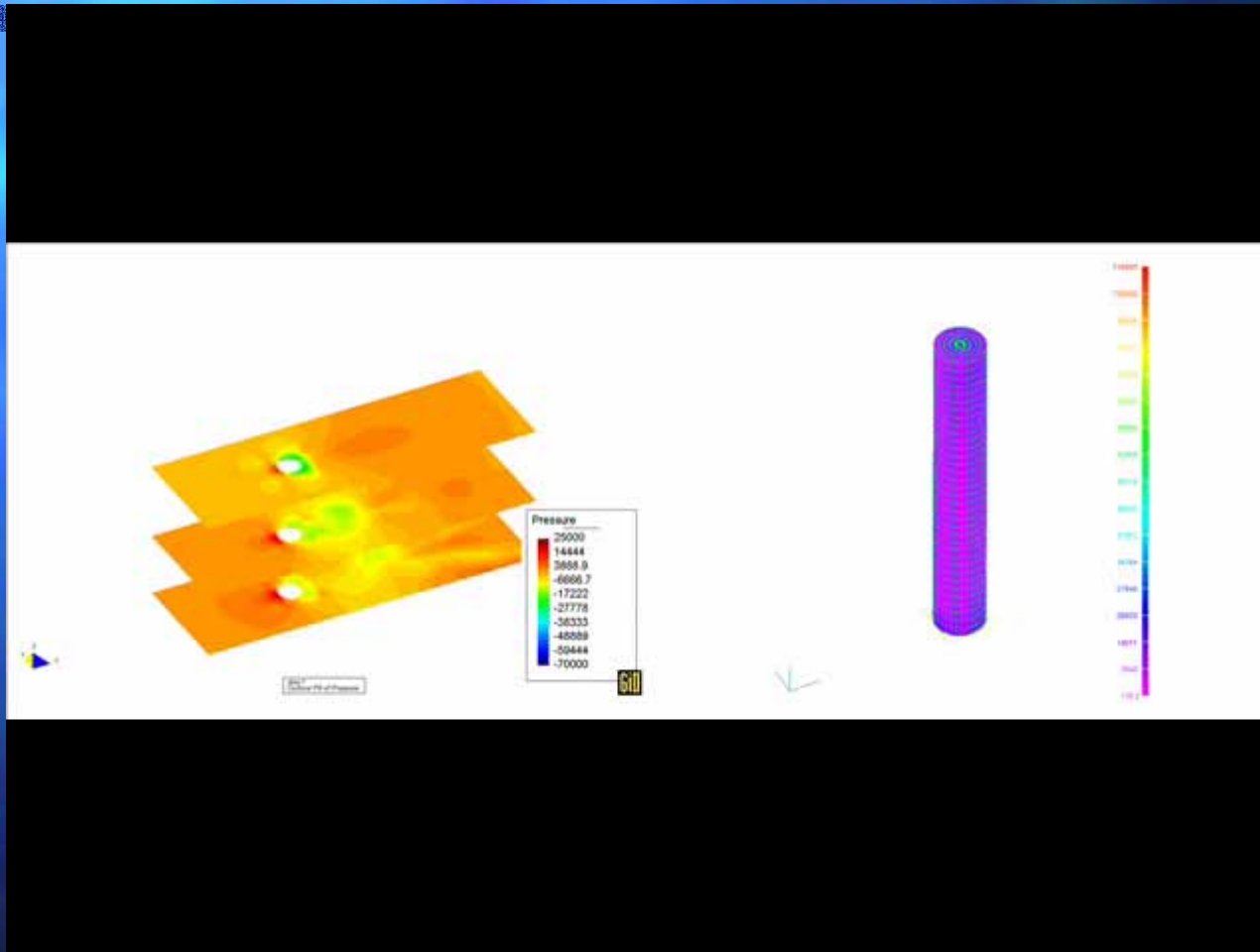
3. 解析事例

4) FINAS/CFDによる流体－構造連成



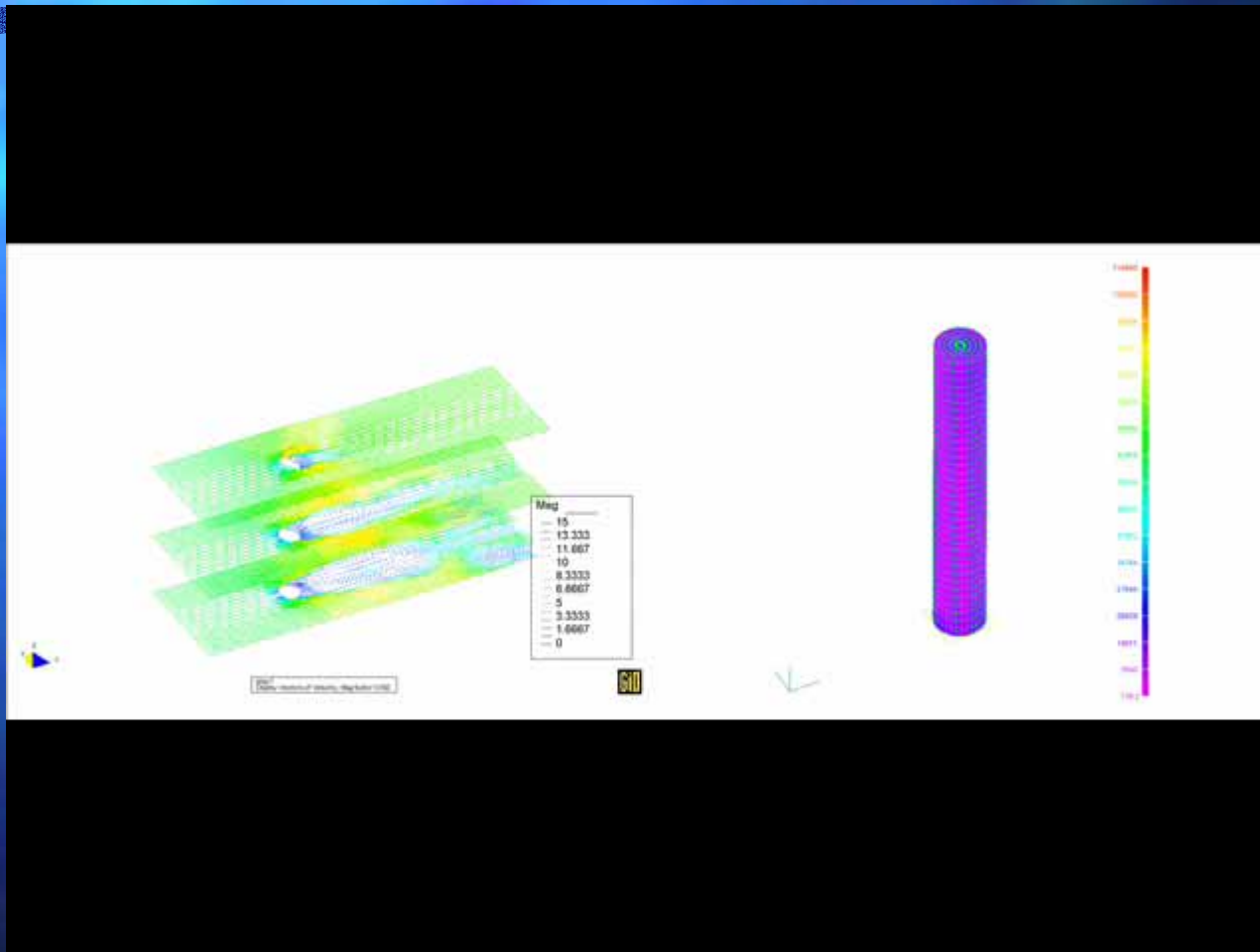
3. 解析事例

5) FINAS/CFDによる流体－構造連成



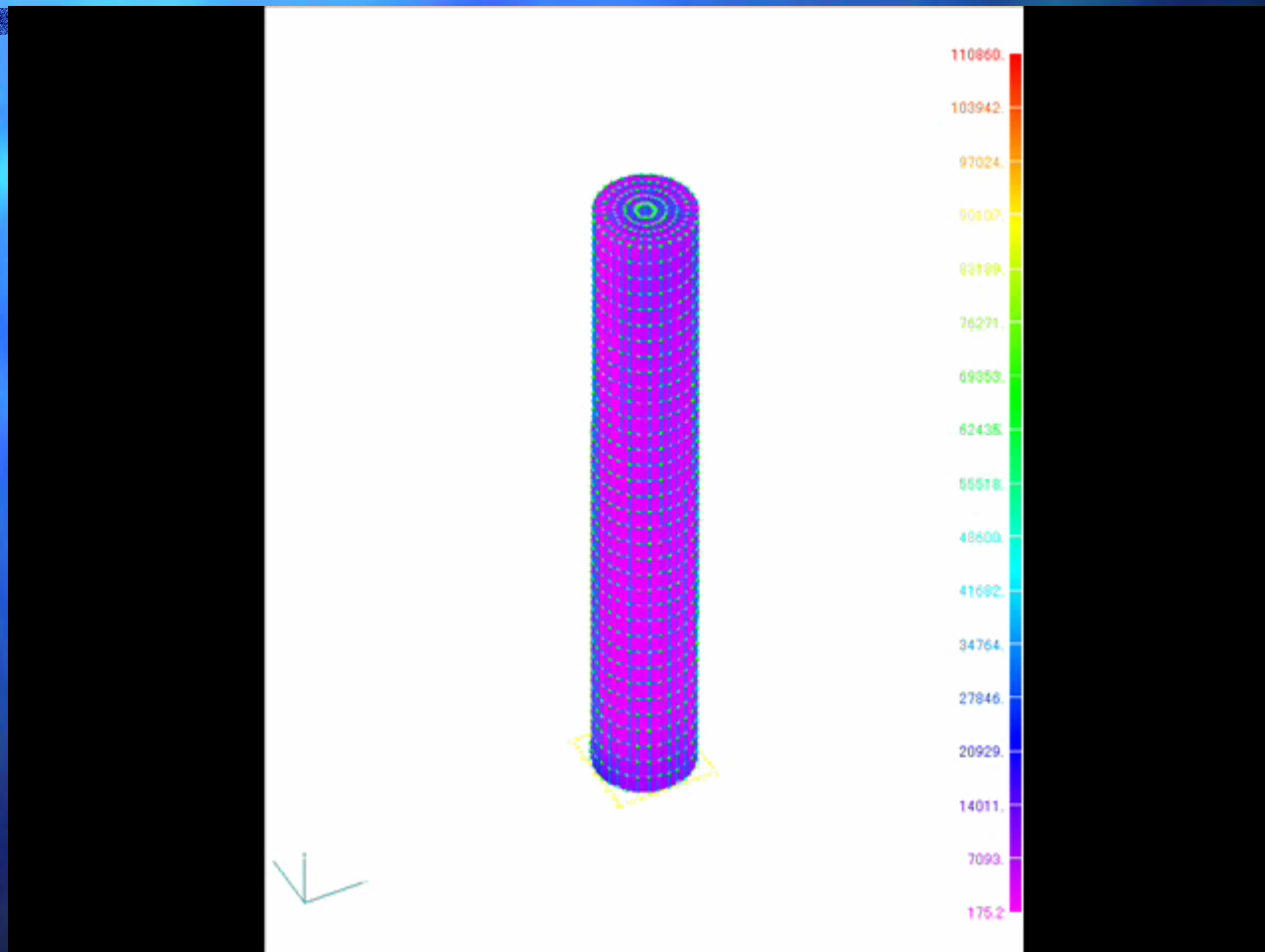
3. 解析事例

6) FINAS/CFDによる流体－構造連成



3. 解析事例

7) FINAS/CFDによる流体－構造連成



◆お問い合わせ

株式会社CRCソリューションズ

科学システム事業部

エネルギー産業技術部

〒136-8581 東京都江東区南砂 2-7-5

Tel 03-5634-5833

Fax 03-5634-7337

E-mail finas.cfd@crc.co.jp

<http://www.engineering-eye.com/>