

World of Analysis: 解析の世界

(株)KRI

エネルギーサービスセンター

竹中 誠

解析の目的

- ◆ Design by Analysis: 解析による設計
- ◆ Manufacturing by Analysis: 解析による製造
- ◆ Troubleshooting by Analysis: 解析によるトラブル解決

解析の種類

- ◆ 構造解析: 弾性、弾塑性、大変形、座屈、破壊パラメータ、クリープ、接触、金属/セラミック/ゴム
- ◆ 振動解析: 固有値、モーダル解析、時刻歴応答解析
- ◆ 音場解析: 定常、非定常(音波伝播)
- ◆ 温度解析: 熱伝導、熱伝達、輻射
- ◆ 電磁場解析: 電場、磁場、電磁場
- ◆ 流体解析: 層流、乱流
- ◆ 連成解析: 圧電セラミック(電場と構造)、構造流体連成

解析方法

- ◆ 解析解
- ◆ 数值解析
 - ❖ 有限要素法(FEM: Finite Element Method)
 - ❖ 境界要素法(BEM: Boundary Element Method)
 - ❖ 差分法(FDM: Finite Difference Method)
 - ◆ 時間領域差分法(FDTD: Finite-Difference Time-Domain method)

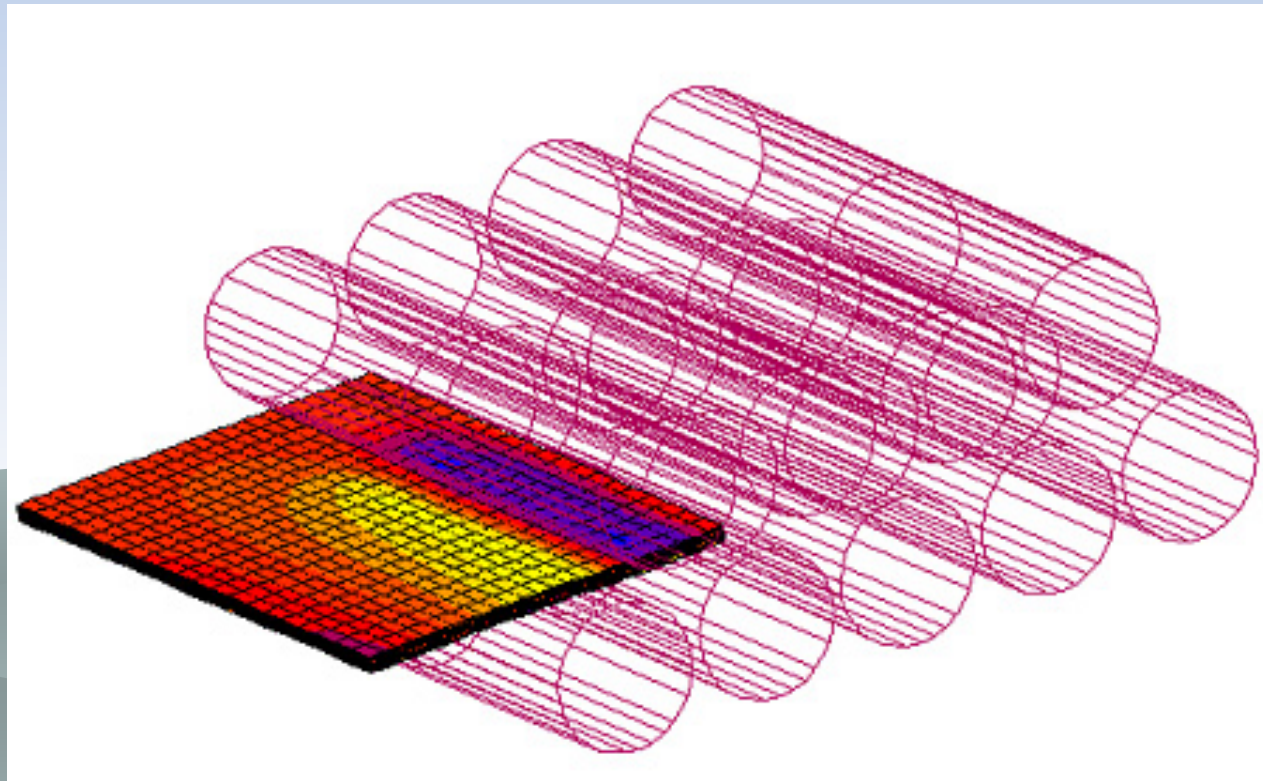
解析プログラム

- ◆ 構造・振動・温度解析プログラム
 - ❖ MARC: 非線形構造解析(MSC社)
 - ❖ ABAQUS:非線形構造解析(Dassault Systemes社)
 - ❖ ANSYS: 圧電素子解析等Multiphysicsが得意(ANSYS社)
 - ❖ NASTRAN: 振動解析が得意(MSC社)
- ◆ 磁場解析プログラム
 - ❖ JMAG: モーターや発電機の解析が得意(日本総研)
- ◆ 流体解析プログラム
 - ❖ FLUENT: 汎用流体解析(ANSYS社)
 - ❖ STAR-CD:汎用熱流体解析プログラム (CD-adapco社)
- ◆ 自作プログラム
 - ❖ 構造解析プログラム(2次元弾塑性FEM)
 - ❖ 電場解析プログラム(3次元電場解析FEM)
 - ❖ 音波伝播解析プログラム(2次元FDTD, 3次元FDTD)

解析事例

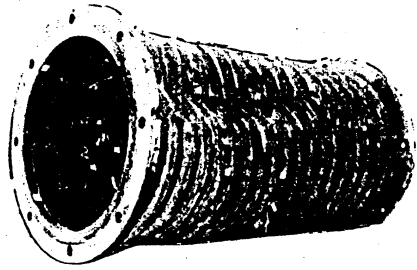
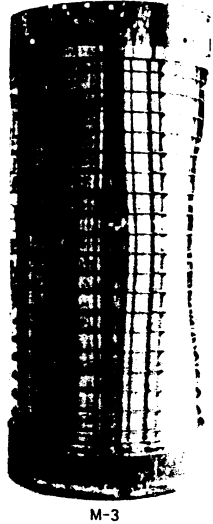
- ◆ 構造(FEM)
 - ❖ 鋼板の圧延解析(弾塑性、大変形、接触)
 - ❖ 補強円筒殻の外圧座屈(弾塑性、大変形、座屈)
- ◆ 弾性体内の音波伝播(FEM)
 - ❖ 超音波の解析(弾性、時刻暦応答)
- ◆ 磁場(FEM)
 - ❖ 磁場分布(静磁場)
- ◆ 空気中の音波伝播(FDTD)
 - ❖ 矩形流路の音波伝播解析
- ◆ 連成解析(FEM)
 - ❖ 圧電セラミックの解析

鋼板の圧延解析



鋼板の圧延過程のような、弾塑性、大変形、接触問題を、FEM解析によりシミュレートすることができます。この例は、圧延途中の鋼板の長手方向応力分布を示したものです。

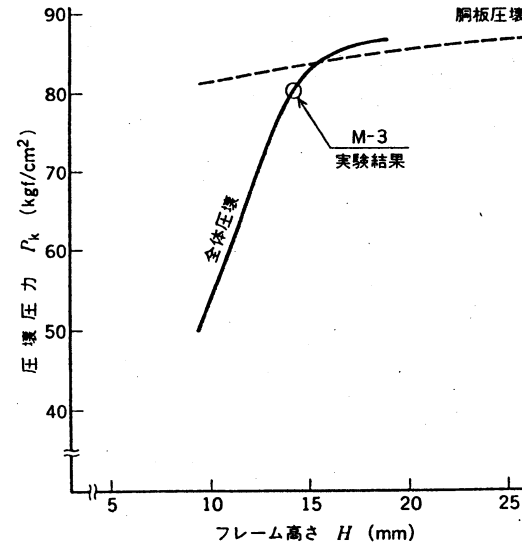
補強円筒殻の外圧座屈解析



圧壊試験後の模型 M-3は機械加工模型、W-3は溶接模型である。
Collapsed models

圧壊試験結果
Collapse test results

項目		模型番号	M-3	W-3
模型寸法	外直径 (mm)		500	1000
	胴板板厚 (mm)		2.5	5
	全長 (mm)		960.5	1920
	フレームスペース (mm)		50	100
	フレーム寸法 (mm)		14.5×2.5	40×5
製造方法			機械加工	溶接組立
圧壊圧力 (kgf/cm ²)			80.0	63.5
周方向の波数			4	4
圧壊状況			周方向位置40°においてはほぼ全長にわたる凹入が認められた。	周方向位置190°付近に全長のほぼ3/4にわたる凹入が認められた。
圧壊様式			全体圧壊	全体圧壊

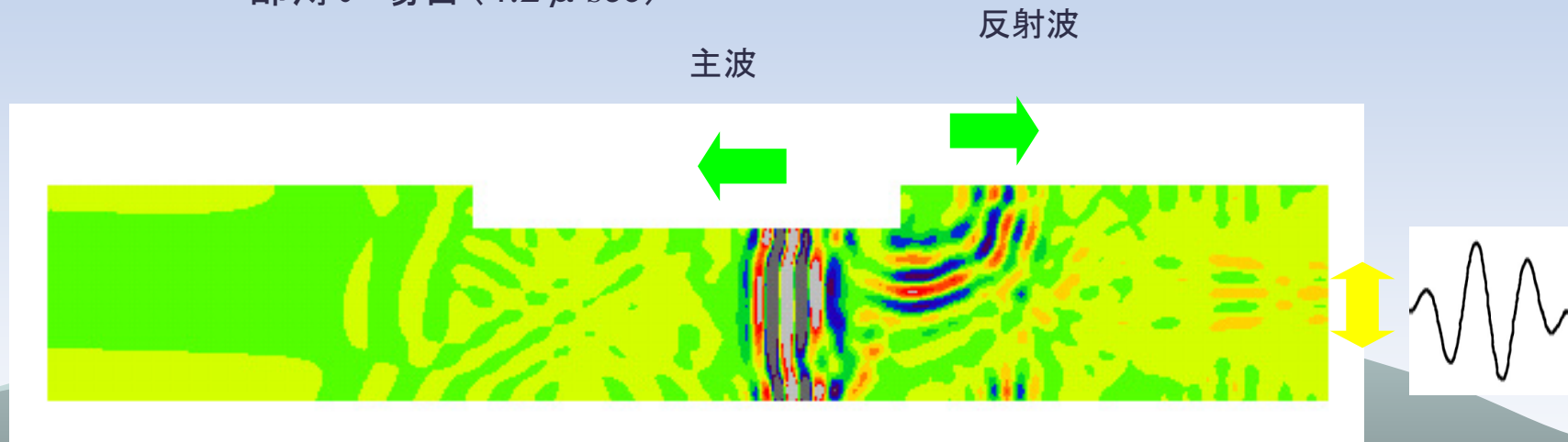


解析と圧壊試験結果との比較 (機械加工模型 M-3) 既報¹⁾の方法による軸対称殻要素による解析。模型 M-3 は初期不整が小さいため、既報の方法で実験結果とよく一致する。
Comparison of analysis and collapse test results (Machined model M-3)

鋼製の補強円筒殻の外圧座屈圧力を、準軸対称殻要素による弾塑性大変形FEM解析プログラムにより解析した。機械加工模型の解析結果は、実験結果と良い一致を示した。

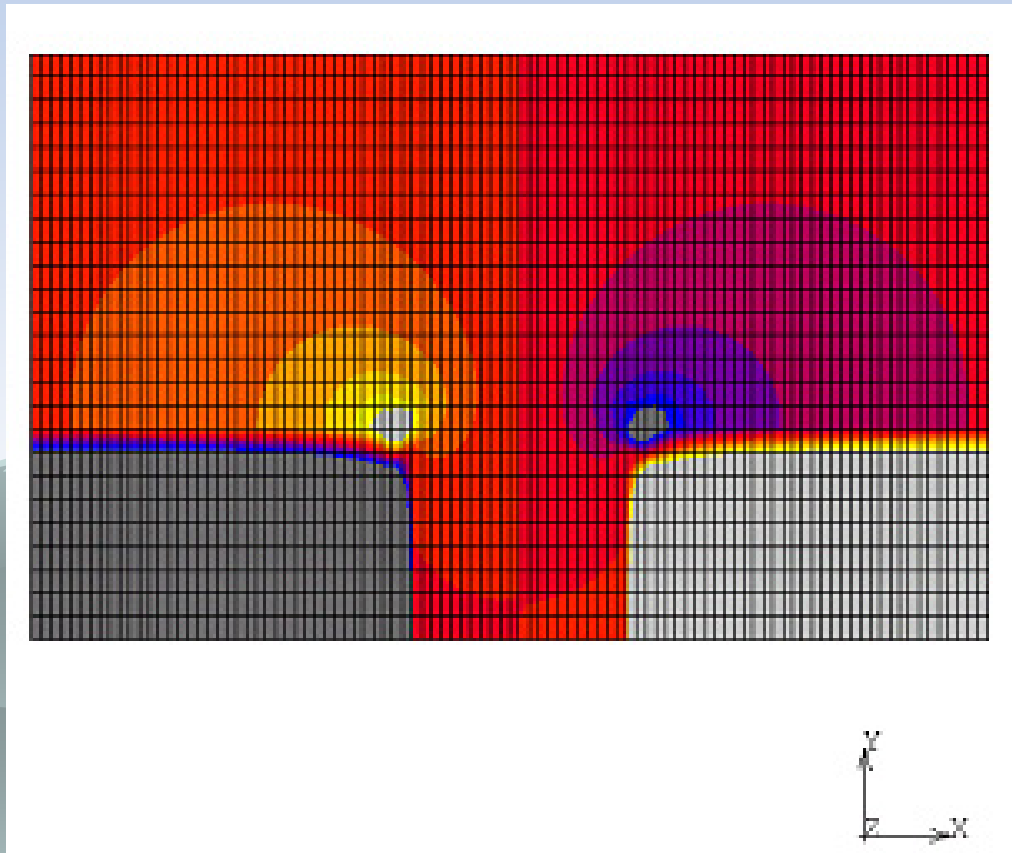
鋼板内の超音波の伝播解析

一部薄い場合 ($4.2 \mu \text{ sec}$)



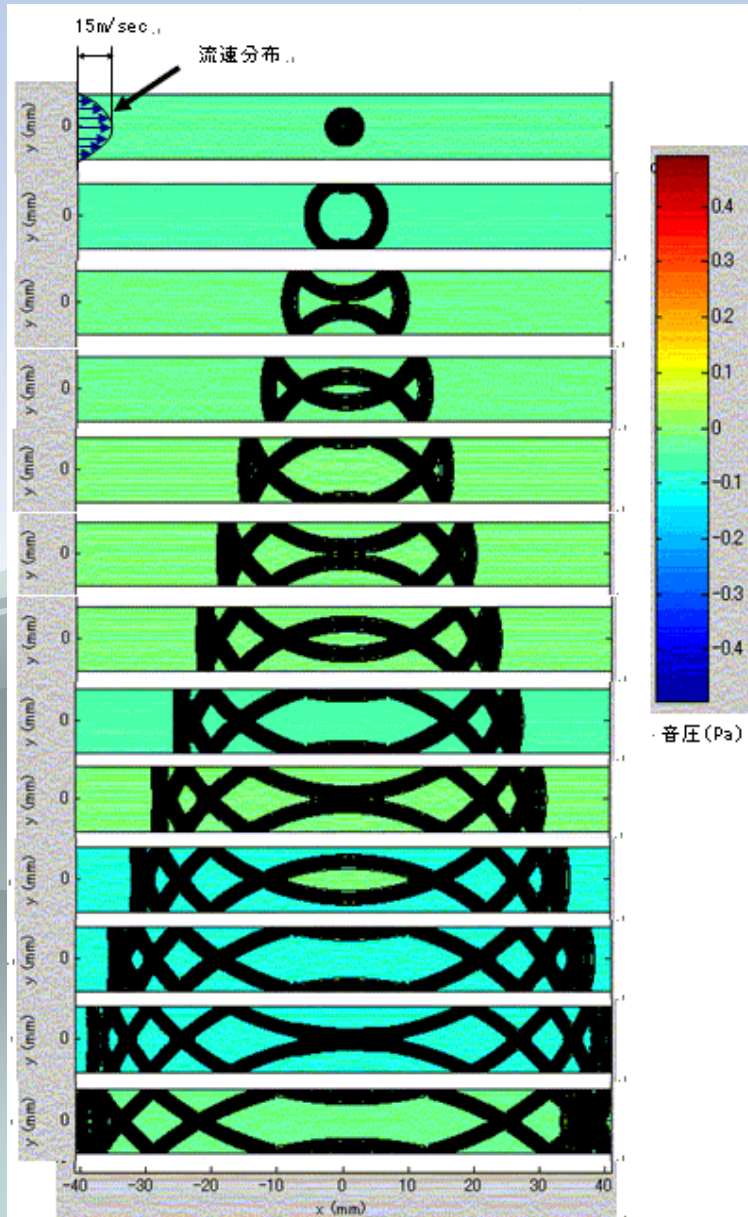
厚さ5mm、長さ30mmの鋼板端面に5MHzの超音波3波をせん断波として与えた場合の動的FEM解析を行い、 $4.2 \mu \text{ sec}$ 後のせん断応力分布を示します。一部が1mm薄い場合には、薄くなった部分で反射波が発生しています。

磁場分布の解析



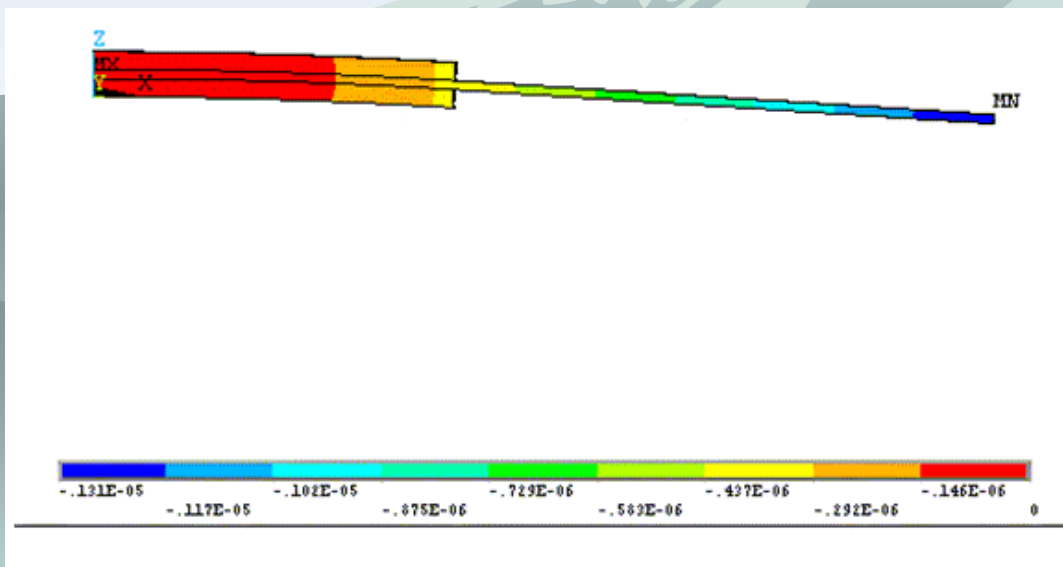
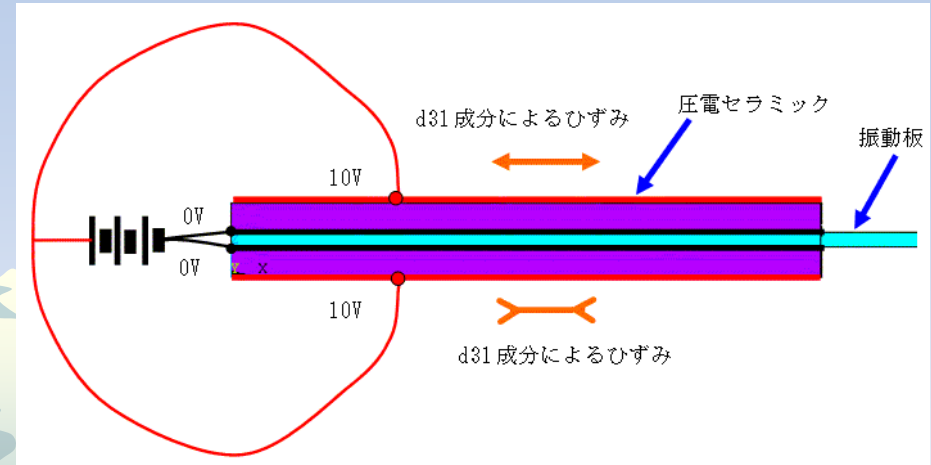
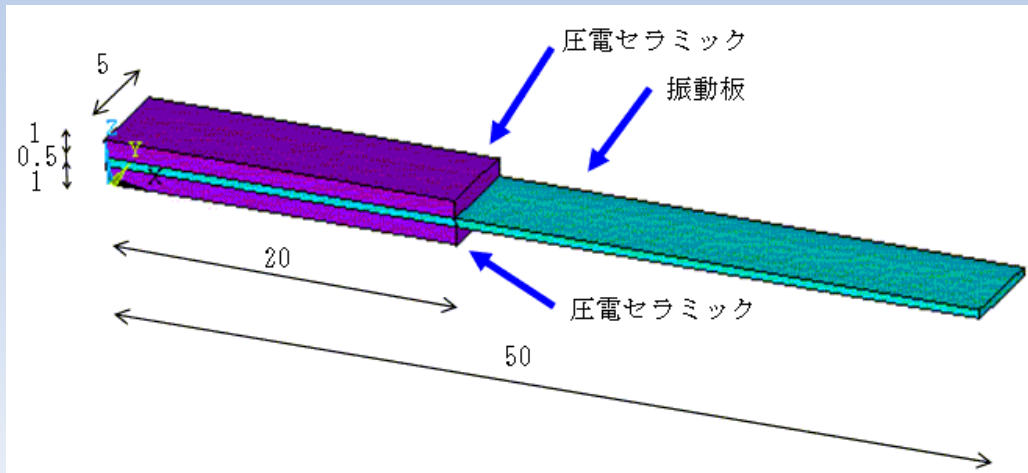
磁場や電場の解析も、FEMにより行うことができます。左の例は、0.2mm幅の切欠き上面のy方向磁束密度の分布の解析例です。

流れのある空気中の音波伝播解析

時間 (μsec)10
20
30
40
50
60
70
80
90
100
110
120
140

最大流速15m/sの放物線状流速分布がある、幅10mm、長さ82mmの矩形流路の中央に、点音源があり、ここに500kHzの5波のバースト波を与えた場合の音波伝播を、FDTD法により解析した結果です。下流側の方が、音が早く端部に到着しています。

圧電セラミックの解析



変形とz方向変位(単位:m)

圧電セラミックに、静的に10Vの電圧を加えた場合の変形をFEMの特殊要素を用いて解析した結果です。インピーダンス解析や、動的解析も可能です。

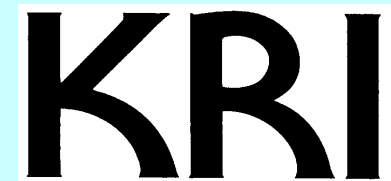
World of Analysis: まとめ

- ◆ Design by Analysis: 解析による設計
 - ❖ 設計基準に適合するように設計するため解析を実施する
- ◆ Manufacturing by Analysis: 解析による製造
 - ❖ 製造プロセスを解析し、目的のものができるとどうかを確認する。解析により、試作個数を減らす等の効果が期待できる。
- ◆ Troubleshooting by Analysis: 解析によるトラブル解決
 - ❖ 実際に発生した現象を解明するため解析する

〈お問い合わせ先〉 (株)KRI 分析評価センター 主任研究員 竹中 誠

TEL: 06-6464-9235 FAX: 06-6464-9236 E-mail: takenaka@kri-inc.jp

応力解析、温度解析、および、磁場解析します(京阪神、奈良、和歌山地区)。

The logo for KRI, consisting of the letters 'KRI' in a bold, black, sans-serif font, enclosed within a white rounded rectangular border.