

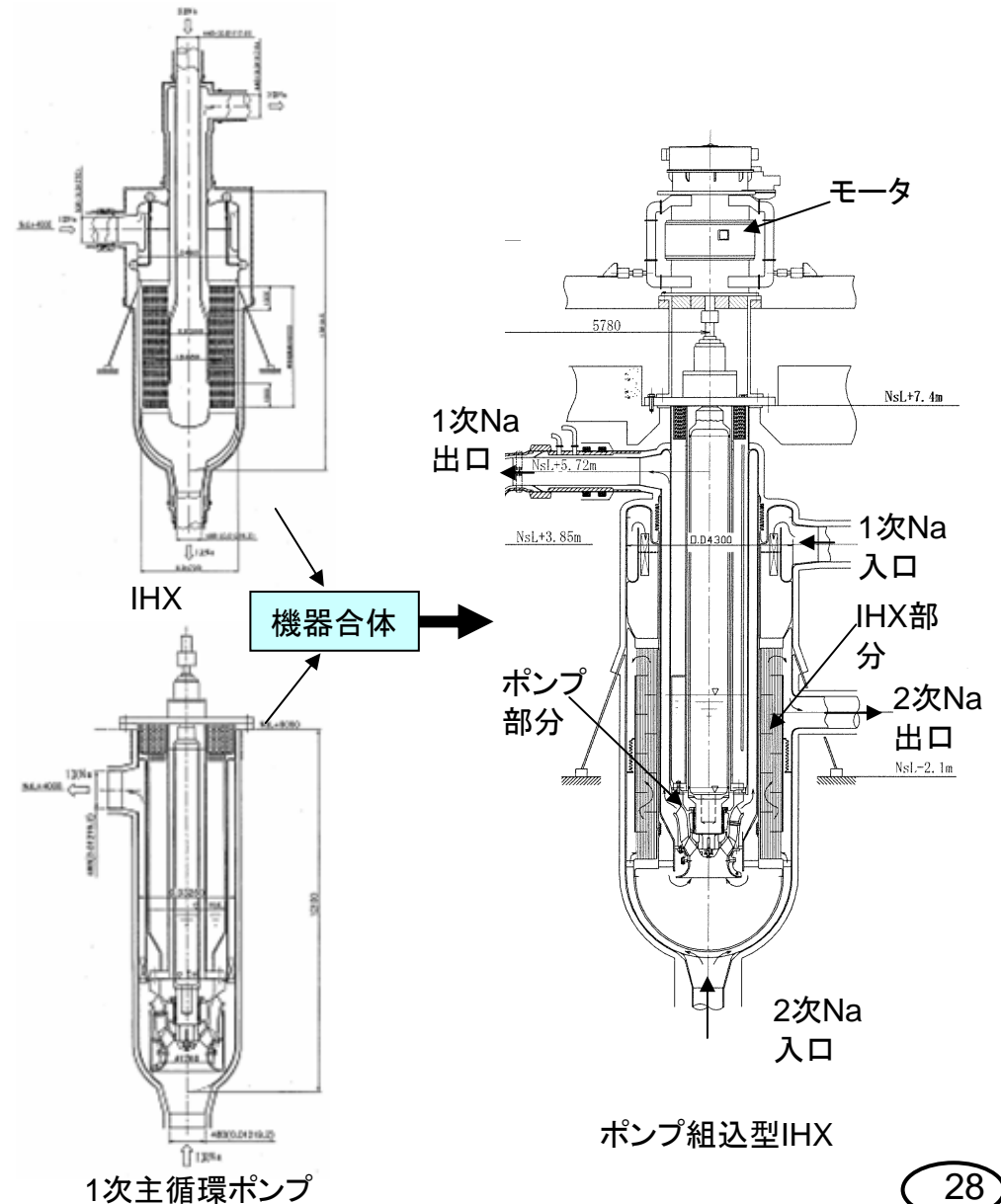


(3) ポンプ組込IHXの開発



ポンプ組込IHX 設計方針

- 経済性向上を目的にIHX中心部に主循環ポンプを挿入・合体する
 - － 1次系物量7%削減
 - － 建屋容積削減
 - － 検査性向上(下部管板へのアクセス可能)



ポンプ組込IHXの振動制御設計

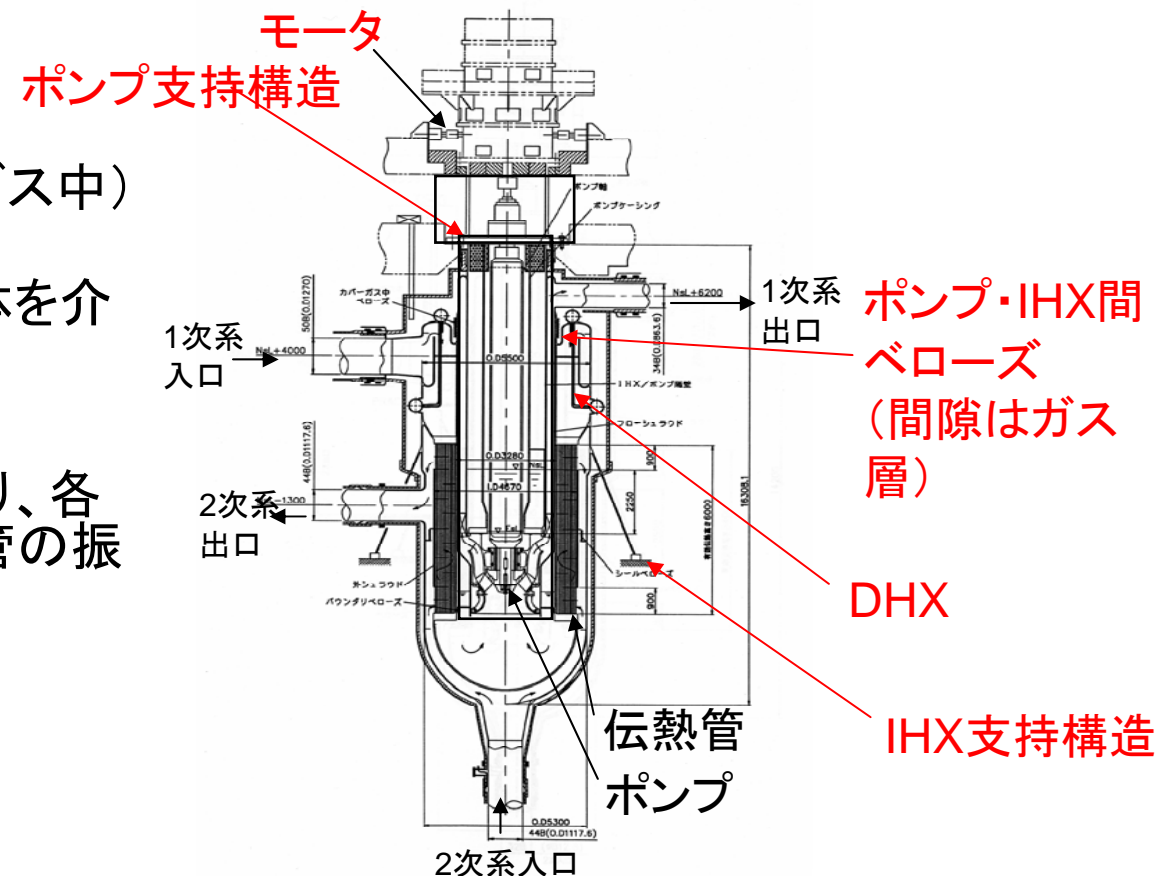
目標: 振動発生・伝達を低減する設計の工夫、伝熱管の振動応答を正確に評価し、摩耗量を炉寿命に亘り限度以下に抑制する。

- 振動伝達防止対策

- ー 支持の分離
- ー 機械的接続点にベローズ(ガス中)設置
- ー 構造間にガス層を設け、流体を介する振動伝達を低減

- 振動制御設計

- ー 「解析による設計」手法により、各部の固有値を制御し、伝熱管の振動を防止する

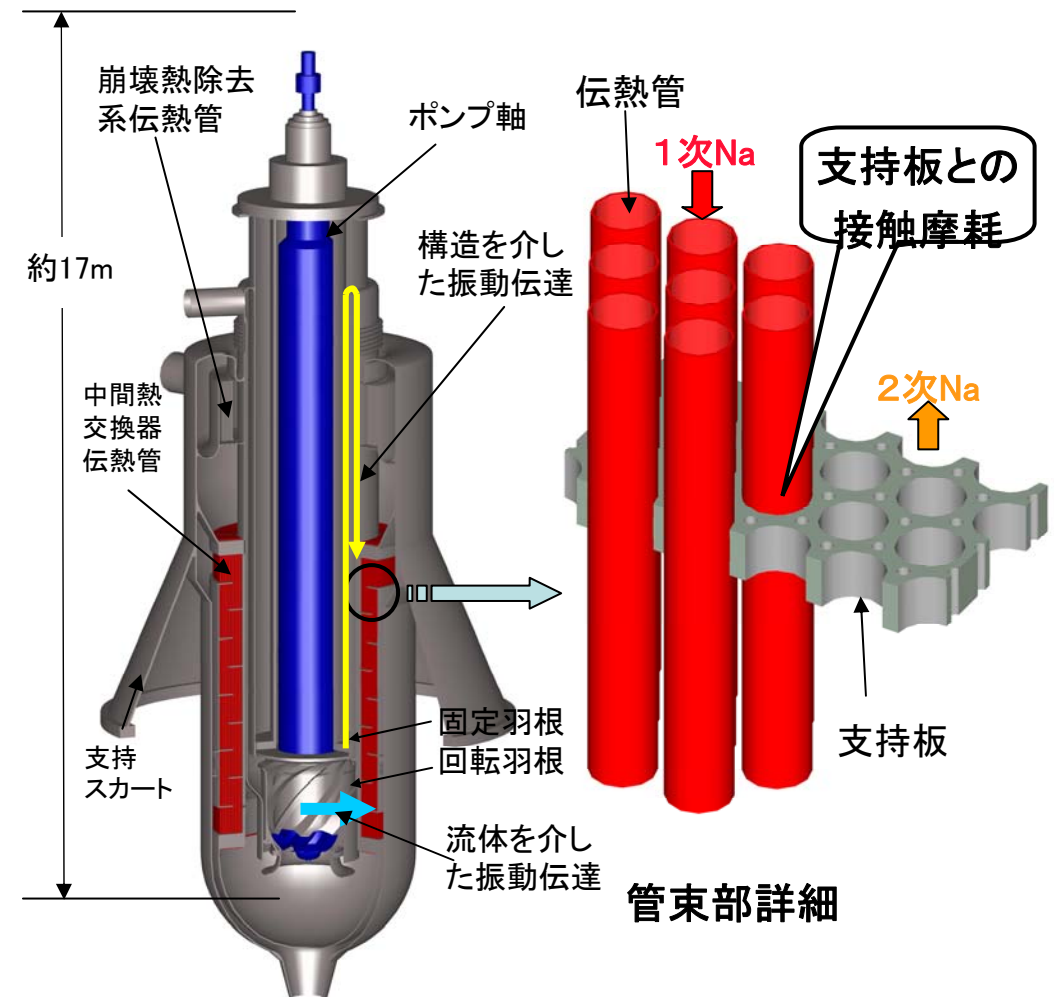




目標：IHX中心部の狭隘スペースに設置可能なポンプを実現する

- ケーシングの断面積が小さい(柔軟構造)
- IHXを軸が貫通するため、軸長が長い(長軸)
- ポンプの固有値が低い(運転振動数以下に固有値を持つ)
- ポンプケーシングの運転中の共振を防止する設計(1次・2次固有値間にポンプ運転範囲を設定し、1次固有値近傍は「クイックパス」で共振防止する)

- ① ポンプ振動によるIHX伝熱管の支持板と接触摩擦を抑制する
- ② 長軸・柔軟構造のポンプを安定運転可能であること
- ③ IHX伝熱管に冷却材が均一に流入するよう、上部プレナム流れを制御する



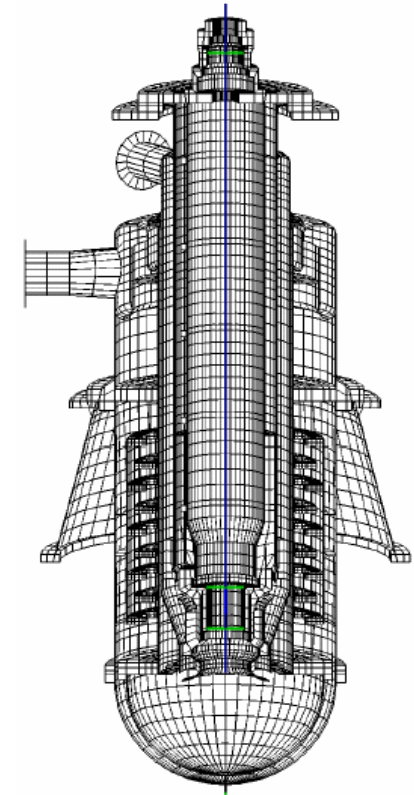
ポンプ組込型中間熱交換器の構造



①伝熱管摩耗防止: 1/4スケール振動伝達試験・解析による 設計手法開発

JAEA

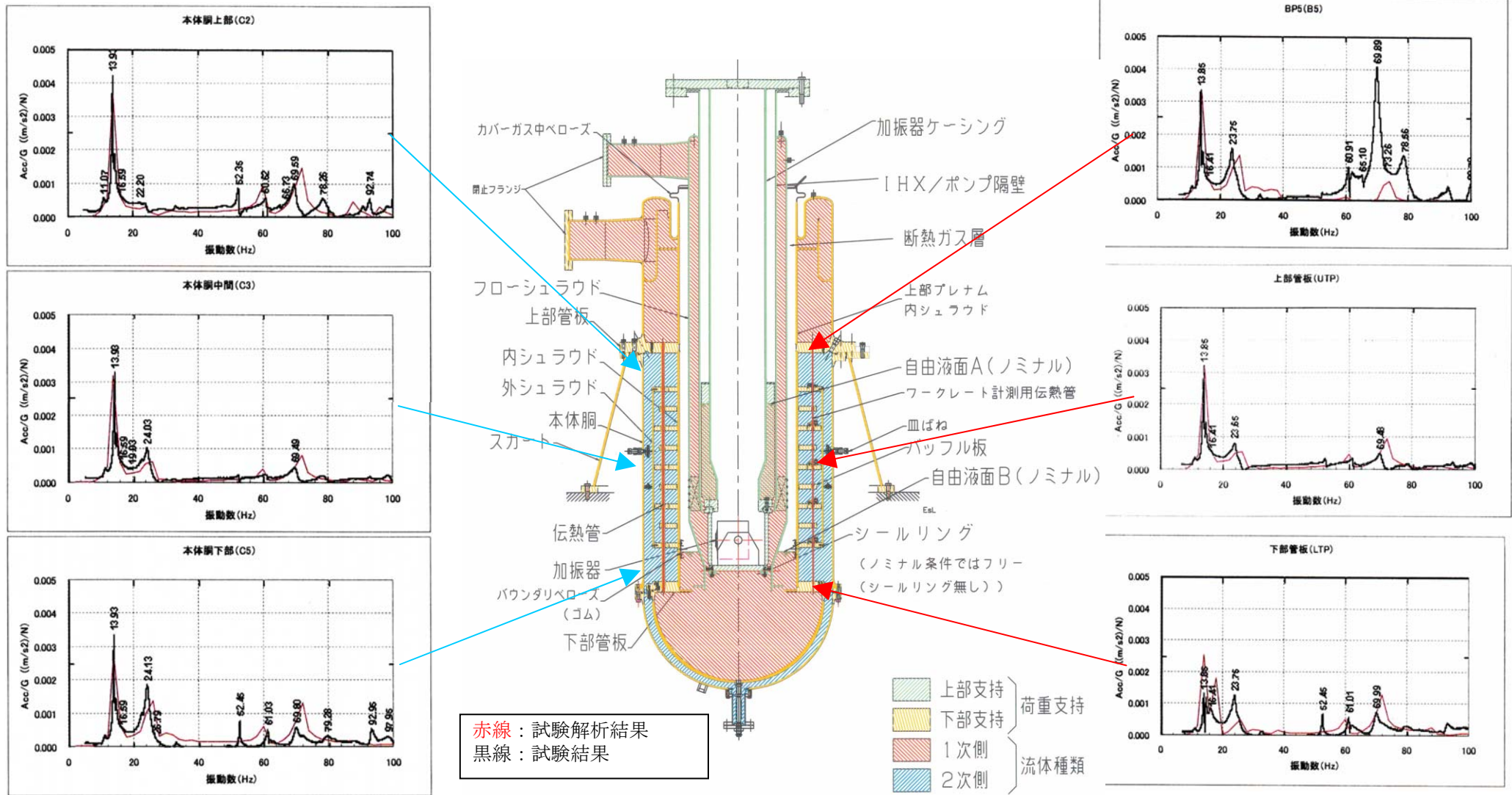
- 振動伝達試験
1/4スケール水試験により機器
内振動伝達データを取得
– 解析モデルの検証データを
得る
- 解析モデル開発
3次元シェルモデルに流体要素
も考慮したモデルを開発



試験体解析モデル



①伝熱管摩耗防止：振動解析モデル検証

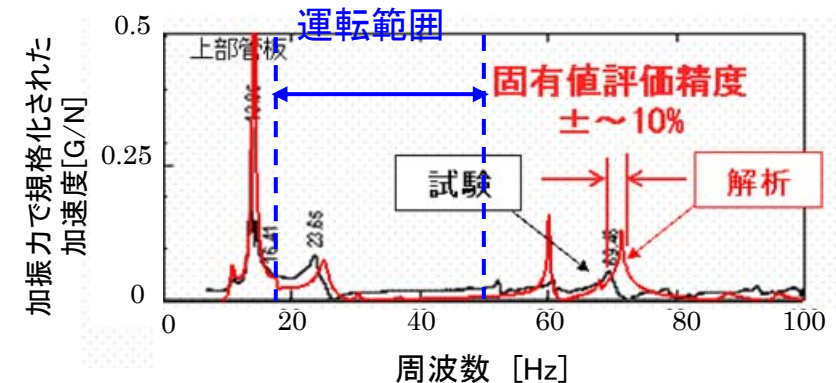


固有値評価で周波数の±10%精度で評価可能 → 設計に適用可能と判断



①伝熱管摩耗防止：振動制御設計手法の開発

- 振動解析モデルの開発
 - － 解析モデルは、右図のとおり機器の持つ振動モードの固有値を±10%以内で評価可能
 - － 試験結果から、設計対応すべき振動応答の大きいモードが抽出された
- 振動制御設計手法の開発
 - － 150万kWe、及び75万kWeクラスの機器について設計を実施した
 1. 解析モデルによる各部の振動評価
 2. 設計対応すべき振動モードに対し、肉厚・剛性を調整し固有値を運転周波数範囲外とする
 3. 応答解析を実施し、伝熱管の振動を評価
 4. 伝熱管摩耗量を予備評価し摩耗量は肉厚余裕以下であった。
 - － 本設計手法が実機設計に適用可能な見通し



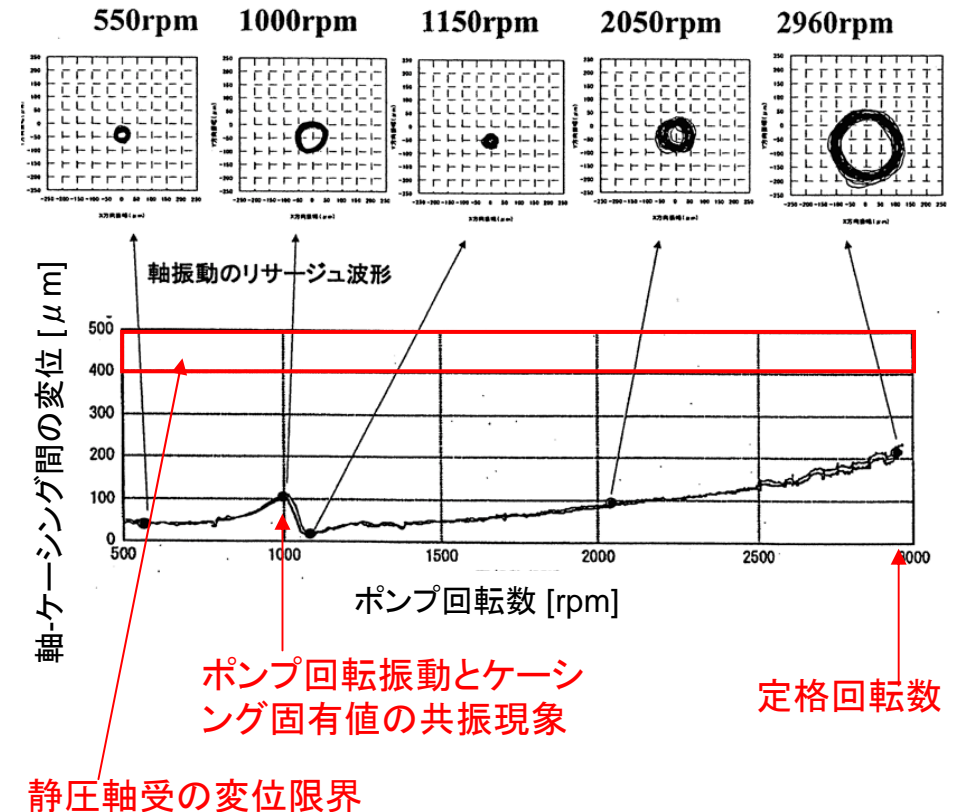
振動応答評価の試験結果と解析結果の比較

高クロム鋼伝熱管の摩耗量については、試験研究が必要
→今後の課題



②長軸・柔軟構造ポンプ開発

- ケーシング固有値との共振が発生しても過大な振動は発生しない
→ケーシングの1次固有値より高い周波数に運転範囲を持つポンプの運転が成立することが示された
- すべての回転数で、軸-ケーシング間の変位は静圧軸受けのギャップ以下
→柔軟・長軸構造のポンプの技術的成立性を示された



ポンプ回転試験結果の例
(回転数と軸の振動変位の関係)



今後の研究開発課題

- 伝熱管摩耗量の定量評価
実寸の高クロム鋼伝熱管の振動試験を実施し、振動モードとその磨耗量を定量評価する(伝熱管振動試験)
- 上部プレナム流動試験による確認
上部プレナムの流動安定性、伝熱管流量の均一化を図る(水流動試験)
- 長軸・柔軟構造ポンプのナトリウム流動試験
高温環境、ナトリウム環境での長軸・柔軟ポンプの技術的成立性と耐久性を示す(実証試験施設で実施予定)