



# 原子力発電機器における応力改善工法の 長期安全性評価のための基盤技術開発

## 1. 課題目標

原子力発電プラント構造溶接部の応力腐食割れ(SCC)発生防止のため付与されている圧縮残留応力の長期安全性評価のための基盤技術として、溶接からピーニング施工そして稼働状態までの一連の工程における残留応力シミュレーションが可能な理想化陽解法有限要素解析手法(Idealized Explicit Finite Element Method: IEFEM)を開発する。

## 2. 研究実施体制



発電設備技術検査協会

実機模擬溶接試験体製作  
および適用性評価



日本原子力研究開発機構

X線・中性子回折による  
試験体の残留応力評価



大阪府立大学

理想化陽解法有限要素解析手法(IEFEM)の高度化

## 3. 研究内容

### ① 実機模擬溶接試験体製作

- 軽水炉のセーフエンドを想定し、異材溶接配管を製作
- 溶接部にショットピーニング施工し、圧縮残留応力付与

### ② 試験体の残留応力評価

- 試験体の残留応力をX線および中性子回折法で測定
- 熱サイクル・圧縮荷重下の残留応力測定

### ③ IEFEMの高度化

ショット粒衝突時の時間的・空間的荷重分布履歴をモデル化。PC上で一定エリアに大量のショットをランダムに衝突させ、ピーニング時の応力をシミュレーション

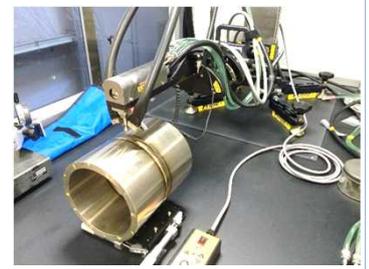
**ピーニング時の応力挙動解析を実現!**

### ④ 適用性評価

圧縮残留応力の長期安全性評価技術の実機への適用性を評価

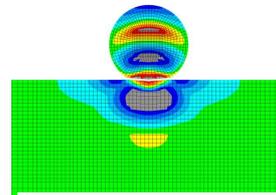


溶接後試験体

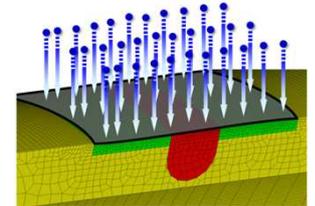


試験体のX線残留応力測定

### ピーニングの力学モデル構築

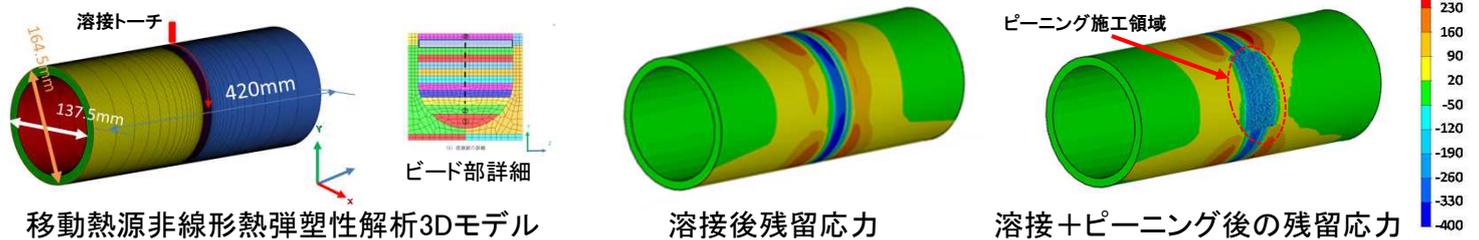


ショット粒衝突時の  
応力分布



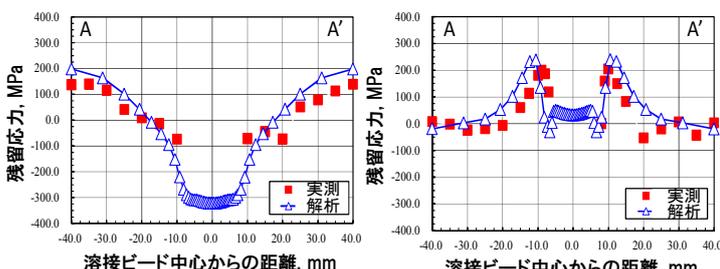
PC上で大量のショット粒を  
溶接部にランダムに衝突

### 高度化したIEFEMによる残留応力解析結果例(異材溶接試験体の管軸方向残留応力)



### 解析と実測の比較例

溶接開始点から180°の外表面における管軸上(A-A')の残留応力分布



同材溶接試験体における残留応力分布

## 4. 実施計画

研究項目と担当	小項目	H26	H27	H28
① 試験体製作 適用性評価 (発電技検)	実機模擬溶接試験体製作	←→		
	適用性評価		←→	
② 試験体の 残留応力評価 (原子力機構)	環境装置開発		←→	
	残留応力測定	←→		←→
③ IEFEMの 高度化 (大阪府大)	ピーニングの力学モデル構築	←→		
	残留応力解析・解析手法の高度化		←→	←→
④ 研究推進 (全機関)		←→		