

日本機械学会での 配管減肉に関する規格の動向



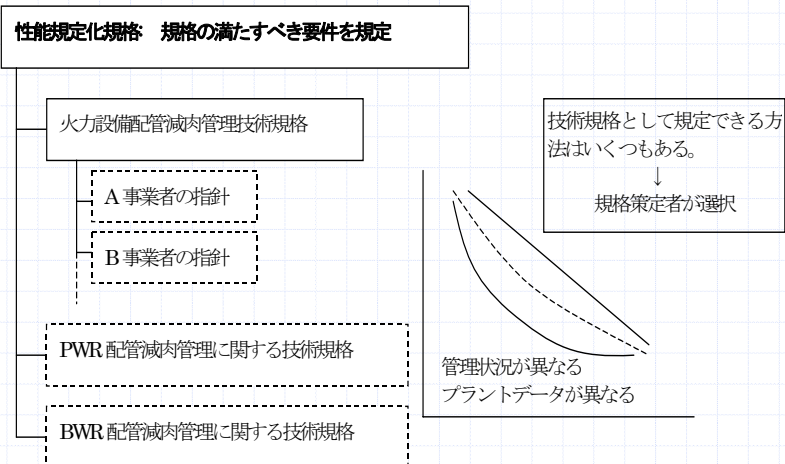
平成20年10月20日
(財)電力中央研究所
稲田 文夫

日本機械学会規格策定の経緯

- 昭和61年: 米国サリー事故
- 平成2年5月: 「原子力設備2次系配管肉厚の管理指針 (PWR)」
- 平成16年8月の関西電力美浜発電所3号機事象
- 国内の原子力及び火力発電所において、配管肉厚検査対象となる部位に対する検査実施の有無及び検査方法の調査と、検査未実施となっている部位に対する検査が実施された
- 日本機械学会では原子力安全保安院からの要請を受け、発電用設備規格委員会傘下に配管減肉特別タスクを設置
- 配管減肉管理規格を策定



性能規定化規格とプラント別技術規格



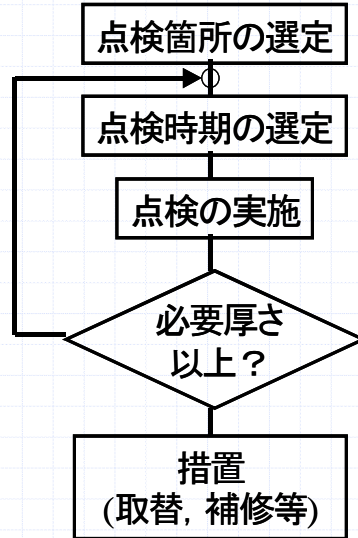
機能性規格

- 機能性規格とは何か
 - 技術規格に必要な項目と、要求される性能を規定した規格
- なぜ機能性規格を策定したのか
 - 背景として、水処理の違いによりプラント形式により減肉感受性が全く異なる (概ね BWR ≦ 火力 < PWR)
 - プラント形式に合わせた技術規格を制定できる
 - 既に適用されている各社の指針・基準の適切な運用を可能とする
 - 今後策定される減肉管理に関する技術指針・規格類に対する Frame Workを与える

→ 機能性規格は学会が制定する技術規格をも包含した上位規格であり、技術規格制定後も継続的に運用される



技術規格：肉厚測定に基づく管理



配管減肉の計測手法

- 測定機器—PWR,BWRの場合
 - 超音波厚さ測定(UT)
 - マーキングして位置ずれしないように測定実施
 - UT以外による場合は、その測定法による配管減肉管理のプロセスの技術的妥当性を確認した上で適用
 - 備考：火力の場合
 - 超音波厚さ測定(UT)---これが基本
- 以下は付属書に要求が書かれている
- 放射線透過画像検査による試験方法
 - パルス渦流法によるスクリーニング試験方法
 - 電位差法による試験方法
 - 3次元超音波検査法による試験方法

減肉の発生・進展を考慮すべき偏流発生部位の例

- エルボ、曲げ管
- T
- レデューサ
- オリフィス下流
- 弁、逆止弁下流

規格の実際：PWR技術規格

- 重要な内容
 - 取り扱う現象は、FACと液滴衝撃エロージョン
 - 代表点での管理は行わず、全数検査を実施
 - FACについては、SUS,低合金鋼は対象外

Cf. BWR規格

- 管理ランクに依存して、代表点での検査を認めている
- 肉厚測定に基づく減肉管理の流れは、PWR技術規格と基本的には同じ
- FACについては酸素注入により発生しにくい
 - 管理ランクを分けている
 - FACの管理ランクは、酸素注入点前後で分ける
 - 液滴衝撃エロージョンの管理ランクは、正圧か、あるいは負圧になる復水器接続配管かで分ける

FACの肉厚測定計画

- 流体条件が以下の色づけ部の系統で、炭素鋼配管の偏流発生部位について肉厚測定を実施

| | Flow velocity | Temperature | | | | deg C | |
|---|---------------|-------------|---------|---------|---------|-------|--|
| | | 50-100 | 100-150 | 150-200 | 200-250 | | |
| Two-phase flow with the wetness < 5% | < 30 m/sec | | | | | ≥250 | No change from the 1990 guideline Inspect all the components |
| | 30-50m/sec | | | | | | |
| | ≥50m/sec | | | | | | |
| Two-phase flow with the wetness < 5-15% | < 30 m/sec | | | | | | Change from the 1990 guideline Inspect all the components |
| | 30-50m/sec | | | | | | |
| | ≥50m/sec | | | | | | |
| Two-phase flow with the wetness > 15% | < 30 m/sec | | | | | | Inspect all the components in the specific piping systems |
| | 30-50m/sec | | | | | | |
| | ≥50m/sec | | | | | | |
| Single-phase water flow | < 30 m/sec | | | | | | Added piping system(Example) Single phase: ・ Condenser System piping #1HTR-#2HTR Two phase: ・ #2,3HTR Drain piping ・ HTR Vent line |
| | 30-50m/sec | | | | | | |
| | ≥50m/sec | | | | | | |

9

2回目以降の肉厚測定

- 肉厚測定結果に基づいて計画をたてる
- 余寿命が5年となる前に肉厚測定を実施
- 減肉率の算出法
 - 初回測定実施後
公称肉厚と初回測定結果を使用
 - 2回目測定実施後
初回と2回目の測定結果を使用
 - 3回目以降
測定結果より最小二乗法で予想

10

液滴衝撃エロージョンの管理対象系統

- 系統
 - 第1給水加熱器空気抜き系
 - 第2給水加熱器空気抜き系
 - 第3給水加熱器空気抜き系
 - 第4給水加熱器空気抜き系(復水器接続配管)
 - 第5給水加熱器空気抜き系(復水器接続配管)
 - 蒸気発生器ブローダウン系統
 - 高圧排気管ドレン系統
 - 湿分分離器ドレンタンクドレンウオーミング系統
- 測定部位
 - オリフィス等で急激に減圧されフラッシングが発生する部位の下流管およびそれ以降の負圧機器に至るまでの配管のエルボ、曲管、T管

11

措置・取替・補修

- 余寿命が次回定検までの期間を下回る場合に実施
- 予防保全(余裕を見込んだ適切な時期に取替・補修)が重要
- 肉盛り補修溶接は、発電用原子力規格溶接規格(JSME S NB-2001)に従って実施
- 補修方法は、日本機械学会発電用設備規格 維持規格(JSME S NA1-2004)を参照

12

BWR規格の管理ランク(FAC)

- FAC-1: 酸素注入点以降+湿り度の低い主蒸気系の蒸気单相領域
- FAC-2: 酸素注入点以前
 - 温度が低いため、意外と減肉率は低い
- FAC-S: FAC-1の範囲で、偏流効果が著しく、実機計測データ上から減肉発生の可能性を否定出来ない箇所(0.2mm/year以上)
 - 給水ポンプ吐出部下流エルボ等、実機計測データを基に設定された特定箇所

BWR規格の管理ランク(液滴衝撃エロージョン)

- LDI-1: 配管内圧が正圧でLDIが発生する系統
 - 主蒸気ドレン系統, 抽気系, 給水加熱器ドレン系, 給水加熱器ベント系等の二相領域で, 下記LDI-2の範囲に分類される復水器接続配管を除く範囲
- LDI-2: 復水器に接続する水系および蒸気系の配管

LDI-1の管理対象範囲

- 抽気系
- 給水加熱器ドレン系
- 蒸気系/ドレン系

- 復水器に解放されておらず、正圧
- 流速はそれほど高くはなく、液滴衝撃エロージョンのリスクはそれほど高くはないが、弁下流などで局所的に流速が増大する箇所で、低合金鋼に交換しても減肉が進んでいる系統がある
- 代表部位の考え方は適用しない

LDI-2の管理対象範囲

- 復水器接続配管
 - 最終段絞り要素(オリフィス、制御弁)直後
 - 最終段絞り要素に最も近接した偏流発生部位
 - 上記のほぼ中間に相当するTあるいはエルボ

技術規格における課題

課題-1: 管理全体

- 管理箇所のスクリーニング法や減肉予測評価手法の策定、測定方法、補修方法等、技術規格をより使いよいものにする周辺技術について、今後整備し、技術規格に反映していく必要。
- 火力/PWR/BWRの技術規格の統一化の議論（従来は管理の経緯から異なる内容）

課題-2: 配管・現象の重要度分類

- 配管減肉が顕著で安全上のリスクの高い箇所から優先的に肉厚測定を行う合理的な試験プログラム策定方法が望まれるが、その確立には到っていない
 - LDI(液滴衝撃エロージョン)により生じる狭い範囲の減肉は比較的安全上のリスクが低いと推定される
 - FAC(流れ加速型腐食)は配管破損を引き起こし得る安全上の重要課題である

これらのことは管理で考慮されていない

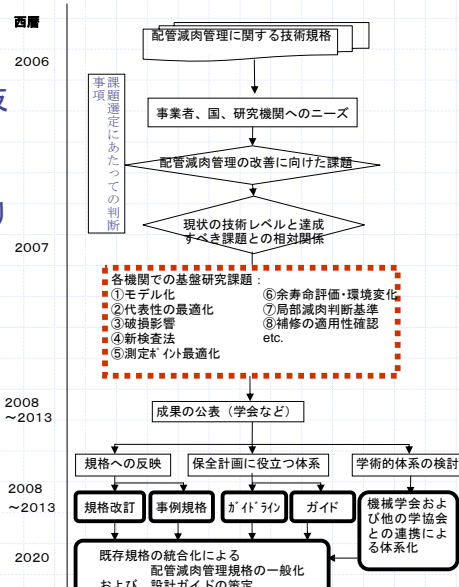
技術戦略マップ作成の目的

- 開発ニーズを明確にした上で技術開発課題を抽出する。
- 日本機械学会で策定した技術規格の改定、周辺規格・ガイドラインの制定整備に向けた効率的な技術開発の方向性を示し、各機関がR&Dを実施する際に参考とする。

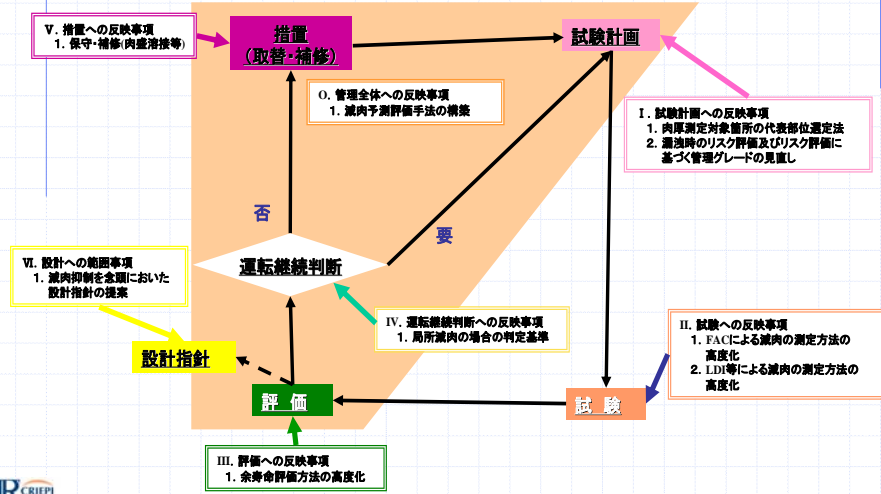
技術戦略シナリオ作成の手順

- ニーズ調査に基づく技術開発課題候補の抽出
(ニーズ調査票へのとりまとめ)
- 技術開発課題の選定

規格改定・周辺規格/ガイドライン策定の流れ



配管減肉管理技術基準改定に関する開発・研究ニーズの相関



全体ロードマップ

| | 優先度 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | |
|---------------------|------------------------------|--------------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|--|
| 機能性規格改訂スケジュール | | | ▽ | | (▽) | | ▽ | | | | |
| PWR/BWR技術規格改定スケジュール | | | ▽ | | ▽ | | ▽ | | | | |
| 火力規格改定スケジュール | | ▼(2008年以降の火力技術規格改定スケジュールは火力専門委員会で検討) | | | | | | | | | |
| 管理活動中での反映事項 | 課題 | | | | | | | | | | |
| 管理全体 | 減肉予測手法の要件 | 優先 | → | → | → | → | → | → | → | → | |
| 試験計画 | 肉厚測定対象箇所の代表部位の選定法 | 優先 | → | → | → | → | → | → | → | → | |
| | 漏洩時のリスク評価及びリスク評価に基づく管理グレードの見 | | → | → | → | → | → | → | → | → | |
| 試験 | FACIによる測定方法の高度化 | 優先 | → | → | → | → | → | → | → | → | |
| | LDIによる測定方法の高度化 | 優先 | → | → | → | → | → | → | → | → | |
| 評価 | 余寿命評価法の高度化 | | → | → | → | → | → | → | → | → | |
| 運転継続判断 | 局所減肉の場合の判断基準 | 最優先 | → | → | → | → | → | → | → | → | |
| 措置 | 保守・補修(肉盛溶接等) | 優先 | → | → | → | → | → | → | → | → | |
| 設計 | 減肉抑制を念頭にいた設計指針の提案 | | → | → | → | → | → | → | → | → | |

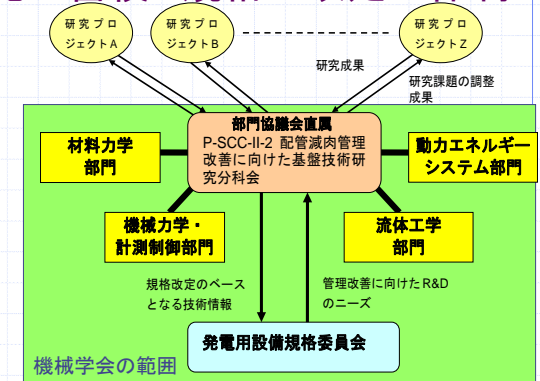
日本機械学会における 新たな技術的知見の蓄積と規格の改定の体制

新たな技術的知見の蓄積

●部門横断型「配管減肉管理の改善に向けた基盤技術研究分科会」(2008/4～2010/3)

主査: 西口磯春先生(神奈川県川工科大学)

- 動力エネルギーシステム部門
- 材料力学部門
- 流体工学部門
- 機械力学計測制御部門



R&D相互調整、情報交換のための会議体

規格の改定/充実化

●標準規格センター 発電用設備規格委員会 原子力専門委員会の傘下に配管減肉分科会を設置 間もなく活動を開始

謝辞

- 本説明に際しては、日本機械学会 発電用設備規格委員会より発行されている
 - 発電用設備規格 配管減肉管理に関する規格(2005年版 増訂版) JSME S CA1-2005
 - 発電用火力設備規格 火力設備配管減肉管理技術規格(2006年版) JIS S TB1-2006
 - 発電用原子力設備規格 加圧水型原子力発電所配管減肉管理に関する技術規格 (2006年版) JIS S NG1-2006
 - 発電用原子力設備規格 沸騰水型原子力発電所配管減肉管理に関する技術規格 (2006年版) JIS S NH1-2006
- および
 - 日本機械学会 発電用設備規格委員会 第43回委員会資料(2007/12)
 - 稲田、門井、宮口 「日本機械学会配管減肉管理規格の改定に向けた技術戦略マップの概要」 第13回 動力エネルギー技術シンポジウム講演文集 PP.35-36.

を一部使用・転載しております。ここに謝意を表します。