

原子力発電所の配管肉厚管理に対する測定技術開発 および減肉進展予測技術の高度化への期待

Expectations of Wall Thinning Management For Development of Measurement
Technology and Improvement of Prediction Technology for Progress of Wall Thinning

中部電力株式会社	今井 富康	Tomiyasu IMAI	Member
中部電力株式会社	小高 敏浩	Toshihiro KODAKA	Member
中部電力株式会社	水野 道太	Michita MIZUNO	Member

Abstract

The wall thinning management program at Hamaoka Nuclear Power Station stipulate object points and test frequencies depending on wall thinning environment (flow condition, material). Currently, object points and test frequency are determined conservatively, which contribute to an increase of radiation exposure of filed workers. Development of measurement technology and improvement of prediction technology for a progress of wall thinning may enable utilities to conduct a more effective wall thinning management.

Keywords: Thinning Management

1. 浜岡原子力発電所の配管減肉管理

原子力発電所の配管減肉管理は、「原子力発電工作物の保安のための点検、検査等に関する電気事業法施行規則の規定の解釈(内規)の制定について」(平成20・12・22原院第4号)により(社)日本機械学会「発電用原子力設備規格 沸騰水型原子力発電所配管減肉に関する技術規格(2006年版)」(以下、「減肉技術規格」という。)に基づき実施している。

この規制要求に従い、浜岡原子力発電所の配管減肉管理は、減肉に係る工学的知見、運転経験等に基づき減肉環境条件や材料により「減肉が顕著に発生すると予想される範囲」と「顕著ではないが減肉の発生する可能性がある範囲」に分類して、厚さ測定を行い、減肉傾向を把握し、余寿命評価を行っている。「減肉が顕著に発生すると予想される範囲」は、使用材料及び減肉環境条件(蒸気系配管の湿り度1.5%以上、水系配管の溶存酸素濃度15ppb以下)により流れ加速型腐食(Flow Accelerated Corrosion, 以下、「FAC」という。)の発生の可能性が高い範囲と自他プラントで発生した減肉事例で反映が必要とした範囲としており、液滴衝撃エロージョン(Liquid Droplet Impingement (LDI))による減肉事例もこの区分となる。また、「顕著ではないが減肉の発生する可能性がある範囲」は、使用材料及び減肉環境条件によりFACの発生の可能性が低い範囲としている。

点検対象箇所は、「減肉が顕著に発生すると予想される範囲」に含まれる全ての偏流部から、また、「顕

著ではないが減肉の発生可能性がある範囲」においては、サンプリングにより選定した偏流部から選定している。また、初回測定実施時期は「減肉が顕著に発生すると予想される範囲」は供用開始後5年以内、「顕著ではないが減肉の発生可能性がある範囲」は供用開始後10年以内としている。

これらの点検対象箇所に対し、厚さ測定を実施して健全性を確認する。通常、厚さ測定には超音波厚さ測定器を用い表1、図1の通りの測定ピッチにより肉厚測定を実施している。また、減肉傾向が認められた場合には更に詳細な測定ピッチ(通常10mmピッチ)により減肉の兆候を詳細に把握することとしている。

表1 測定ピッチおよび下流側直管部測定長さ

配管口径 D	測定ピッチ L1 (mm)	測定長さ L (mm)
~50A	20	300
65A~125A	30	300
150A~500A	50	500
500A以上	50	1D

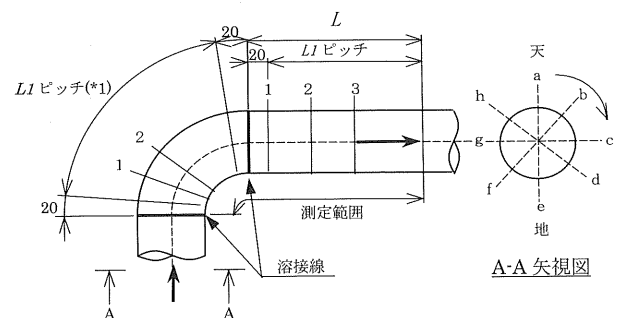


図1 エルボにおける測定点 (単位: mm)

連絡先: 今井 富康, 〒437-1695 静岡県御前崎市
佐倉 5561, 中部電力株式会社 浜岡原子力発電所,
電話: 0537-85-2481,

E-mail: Imai.Tomiyasu@chuden.co.jp

この測定結果に基づき測定ポイント毎に減肉率 W_n (mm/ahr) を算出し、最も厳しい減肉率を測定最小値へ用いることで、必要最小厚さまでの余寿命 L_n (年) を評価する。

$$L_n = \frac{t_{\min} - t_{sr}}{W_n} \times \frac{1}{8.76}$$

t_{\min} : 測定最小厚さ (mm)

t_{sr} : 必要最小厚さ (mm)

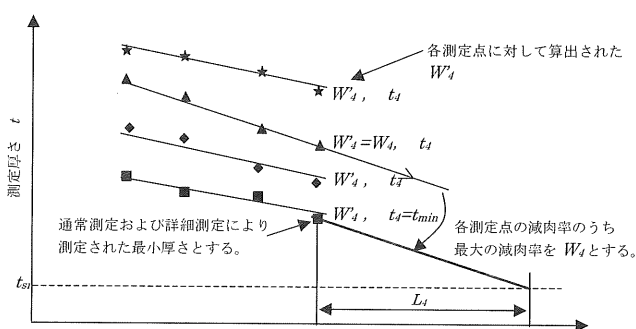


図2 余寿命算出

この余寿命評価結果から点検計画の見直しや配管取替え計画の立案、必要に応じて設備対策を実施している。

2. 技術開発への期待

(1) 測定技術への期待

浜岡原子力発電所においては定期検査当たり約300箇所(平成21年度実績)の偏流部を点検している。一般的に減肉率の算出、余寿命の評価を実施する必要性から、配管厚さの絶対値を得るために超音波厚さ測定器を用いた測定を実施しており、このポイント数は定期検査あたり約140百点(平成21年度実績)である。また、超音波厚さ測定が困難な小口径配管に対しては、放射線透過試験による厚さ測定を適用している。

これらの点検を定期点検時に行うためには相応の期間、測定に習熟した技術員を要し、さらに、ALARAの精神に則り放射線被ばくを合理的に達成可能な限り低く管理する必要から、期間の短縮・要員の削減が求められる。特に、超音波厚さ測定による厚さ測定の場合、マーキングを実施することで位置の再現性を担保しているが、このマーキングを実施する際にも多大な労力を要している。

また、現場配管レイアウトから狭隘部での点検が多く見受けられ、このような場所でのデータ採取作業には困難が伴う。さらに、保温材の撤去復旧や高所配管に対する足場掛け払いといった点検に付随する作業の低減も望まれるところである。

以上の事から、次のような測定技術の開発が期待される。

- ・ 小型でポータブルな機材で実施できる測定
- ・ 位置の再現性が確保できる測定
- ・ 保温材の撤去を要しない測定
- ・ 接近困難な部位に対する測定
- ・ 測定精度の向上

(2) 減肉進展予測技術への期待

(社)日本機械学会「配管減肉管理に関する規格(2005年版)(増訂版)」によると、評価コードとしてはEPRIで開発されたCHECWORKS, FRAMATOME ANPで開発されたWATHEC, EDFで開発されたBRT-CICERO等がある。また、同規格によるとこれらの評価コードについては、保守性や実機データの包絡性に関して今後検討が必要としている。このような状況の中、国内では、実験及びプラントデータに基づく評価コードは用いておらず、「減肉技術規格」に従い、1項で示した簡易な手法により評価している。

国内で用いられている1項に示した手法は、余寿命の算出において、最も大きな減肉率を測定最小値に用いるため保守性をもっており、この余寿命を基に作成される点検計画は必然的に保守的なものとなっている。

また、現在、FACに対する環境因子としては、材質、蒸気系配管の湿度、水系配管の溶存酸素濃度のパラメータを用いており、今後、温度条件や炭素鋼の微量クロム濃度といった他のパラメータによる減肉ポテンシャルに評価が望まれる。

このように原子力発電所における配管減肉管理においては、定期検査毎に多量の測定を実施することを余儀なくされている。これらの収集されたデータを基に今後、以下のような減肉進展予測技術の高度化が期待される場所である。

- ・ 減肉進展傾向の予測
- ・ 減肉形状(形態)の予測
- ・ 減肉ポテンシャルが高い部位の予測

3. まとめ

今後、学協会における研究成果、技術開発成果により、浜岡原子力発電所では減肉管理の最適化をはかり、適切な投資で適切な保全効果を得られる事を目指している。

参考文献

- [1] (社)日本機械学会, 「発電用原子力設備規格 設計・建設規格<第1編 軽水炉規格>(2005年版)」
- [2] (社)日本機械学会, 「配管減肉管理に関する規格(2005年版)(増訂版)」