

# 制御棒クラスタ案内管の保全に関するガイドラインの適用

## Application of Guideline for the maintenance of Guide Tubes

三菱重工業株式会社 松原 亨 Toru MATSUBARA

Control Rod Cluster Guide Tubes (GTs) in PWR nuclear plant have the possibility to be worn due to fluid induced vibration of Control Rod Clusters. The maintenance rules for GTs had been established after the discussion with experts, and GTs in Japanese PWR plants have been already maintained in accordance with these maintenance rules. In these rules, the inspection period is decided based on the wear data and the wear progressing prediction with the assumption of constant wear speed. This paper describes the validity of the concepts about maintenance period based on the wear progressing prediction, by using the consecutive inspection data of actual plants.

**Keywords:** Guide Tube, wear, maintenance, wear prediction

### 1. 緒言

PWR 型原子力プラントの制御棒クラスタ案内管（以下 GT と称する）は、制御棒を炉心に案内する筒状の部品であり、その案内板はプラント運転中における制御棒の流動振動により Fig.1 の様に摩耗することが分かっている。本劣化事象に対して H13～14 年に火力原子力発電技術協会（現：日本原子力技術協会）で、大学、電力会社、メーカー間で GT 案内板摩耗に対する保全方針を協議し、その成果は H14 年 3 月に炉内構造物点検評価ガイドラインとして、出版された[1]。その後、国内 PWR プラントの GT は、本ガイドラインに従って点検を実施してきており、H16 年 1 月には各プラントタイプの点検実施時期を示したガイドラインの第 2 版が出版され、この内容は日本機械学会の維持規格にも反映されている[2]。

上記ガイドラインでは、GT 案内板の点検周期について、初回の点検結果、及び単位時間あたりの摩耗体積を一定と仮定した摩耗進行予測に基づいて策定している。今回 H16 年以降に得られた同一プラントの連続した点検結果を考察する事により、摩耗進行予測に基づいた保全方針の妥当性を確認した。

連絡先: 松原亨、〒652-8585 兵庫県神戸市兵庫区和田崎町一丁目 1 番 1 号、三菱重工業(株) 神戸造船所 原子力機器設計部 炉内構造物設計課、電話: 078-672-3106、e-mail: toru\_matsubara@mhi.co.jp

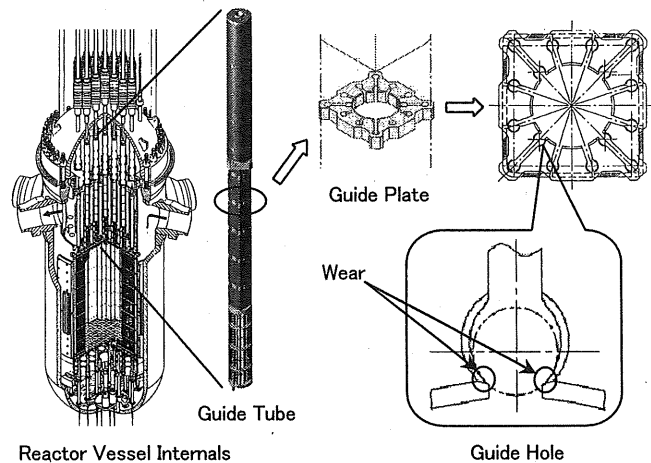


Fig. 1 Wear of Guide Tubes

### 2. ガイドラインの概要

#### 2.1 摩耗進行予測

GT 案内板の摩耗程度は、Fig.2 に示す様にリガメント部の摩耗長さ（以下摩耗長さと呼ぶ）を定義して評価しており、単位時間当たりの摩耗体積は常に一定と仮定することにより、プラント運転時間と摩耗長さの関係を推定している。ここで、1 枚の案内板の摩耗が進展すると、制御棒は他の案内板に接触し、摩耗する案内板も分散されるため、案内板 1 枚あたりの摩耗進行速度は遅くなると考えることができる。ガイドラインでは、Fig.3 に示す様に安全側に 1 枚の案内板に摩耗が最も集中すると考えられるモードを想定して摩耗進展を評価し、プラント運転時間（相対比）と摩耗長さの関係を導出している。

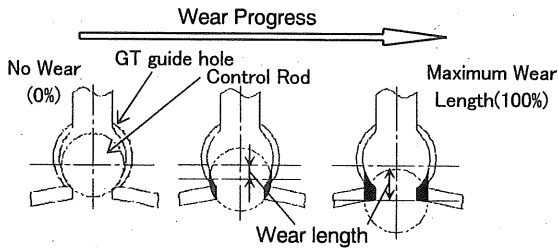


Fig. 2 Definition of Wear length

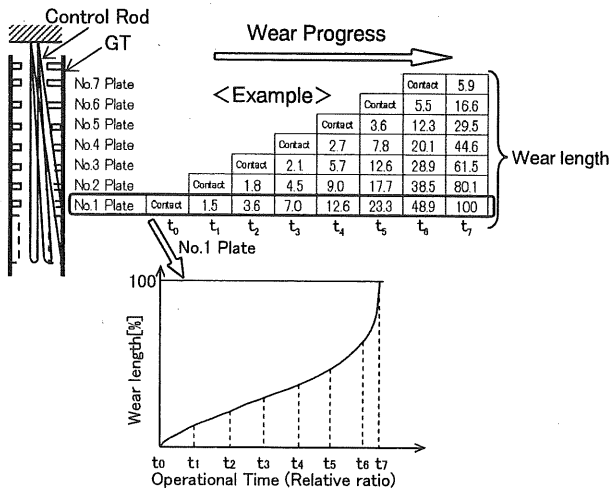


Fig. 3 Wear prediction curve of Guide Tubes

## 2.2 点検実施時期

各プラントタイプで代表プラントを選出して、初回点検を実施し、初回点検により得られた摩耗長さ、及び初回点検時のプラント運転時間を通して、摩耗進行予測曲線を重ね合わせる事により、当該プラントにおける今後のプラント運転時間と摩耗長さの関係を推定することが可能となる。ガイドラインでは、摩耗進行予測を基に管理摩耗長さ（別途算出している摩耗長さのクライテリア）に達するまでの時間を算出し、その 1/2 のプラント運転時間を目途に、次回点検等の保全を実施することとしている。

## 3. 同一GTの連続した点検結果

ガイドライン第2版発行後において、同一プラントにおける3回分の点検結果を用い、各点検の摩耗長さ、及び2回目の点検結果を通して設定した摩耗進行予測曲線の関係を Fig.4 に示す。本図から連続した同一GTの点検結果は概ね摩耗進行予測曲線付近にあることが確認できる。

GTの点検は、2.2節に従った手法で管理摩耗長さ

に達するまでの時間の 1/2 の時期を目途に実施しており、このように余裕を持って保全する上において、摩耗進行予測は十分妥当であり、本保全方法でプラントの安全を維持できることが確認できる。

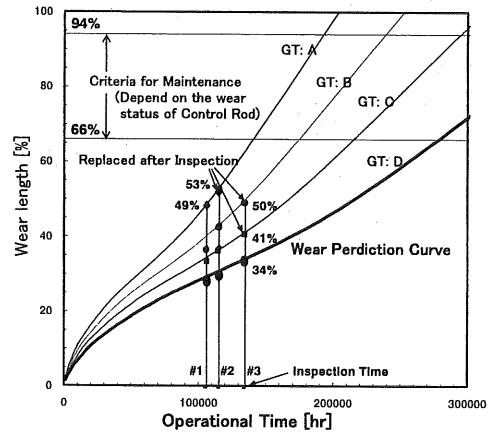


Fig. 4 Inspection data and wear prediction curve

## 4. 結言

- 1) 現在 GT は、ガイドラインでの保全方針に基づいて、点検を実施しており、その点検周期は、初回の点検結果、及び摩耗ワークレイトを一定とした摩耗進行予測結果に基づいて策定している。
- 2) 同一 GT の連続した点検結果を整理した結果、初回点検以降の摩耗量は、初回点検結果に基づく摩耗進行予測曲線に概ね一致することが分かった。
- 3) 管理摩耗長さに達するまでの時間に余裕を持って点検を実施し、予防保全する上では、摩耗進行予測曲線を用いた GT の保全は十分妥当であり、ガイドラインに従った点検によりプラントの安全を維持できる事を確認した。

## 謝辞

GTの保全方針について協議、アドバイス頂いたガイドライン検討会の皆様、また実機プラントの点検結果を提供頂いた電力会社の皆様に感謝致します。

## 参考文献

- [1] 社団法人 火力原子力発電技術協会 PWR 炉内構造物点検評価ガイドライン 制御棒クラスタ案内管
- [2] 日本機械学会 発電用原子力設備規格維持規格