

## ボイラ配管溶接部の実機模擬破壊試験装置の開発について

当社は、このたび日本で初めて、火力発電所のボイラ高温蒸気配管<sup>※</sup>を模擬した、実際のボイラ配管(以下、実機という)と同程度のサイズの試験体で、実機より高い温度、内圧、曲げ力を同時にかけ、クリープ破壊試験<sup>※</sup>を行うことが出来る装置を開発し、実機で発生する劣化から破壊に至る状況を再現することに成功しました。

今後は、同装置を活用して設備の実態を再現することにより、余寿命診断の精度を向上させ、あわせて設備信頼性の向上を図っていきたいと考えています。

### 1. 開発目的

火力発電用ボイラの設備信頼性を向上させ、補修コストを低減するには、的確に配管の余寿命診断を行い、適切なタイミングで部品の交換や補修をしていく必要があります。特に、内圧と曲げ力が同時にかかる配管の周溶接部細粒域の損傷(タイプⅣ損傷)<sup>※</sup>については、損傷のメカニズムが解明されておらず、より精度の高い余寿命診断方法が求められています。このため、内圧と曲げ力がかかる配管について高精度な余寿命診断手法を開発するために、実機の損傷状況を再現できる実機模擬破壊試験装置を開発しました。

### 2. 装置の概要

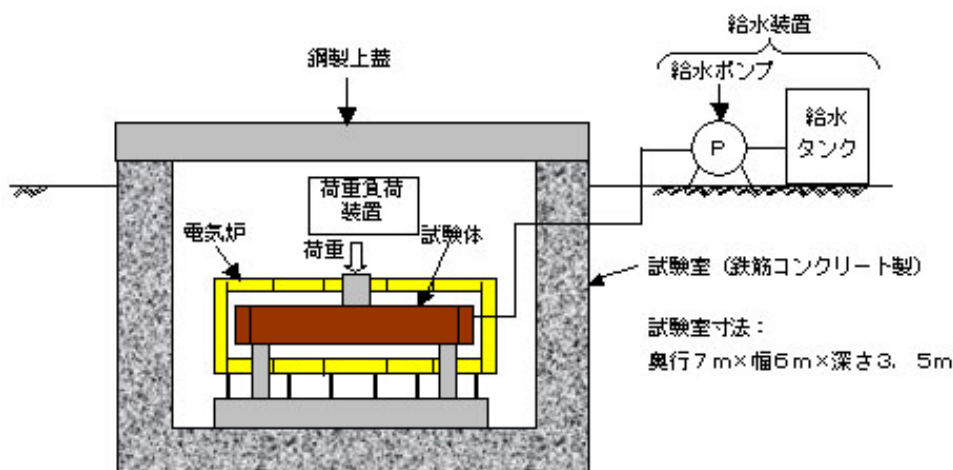
#### (1) 装置の構成

試験体を加熱する電気炉、試験体内に水を注入する給水装置、曲げ力を負荷する荷重負荷装置、制御装置および各種計測器から成り立っています。

#### (2) 装置の特徴

実際の火力発電所のボイラ配管では、運転時には熱による膨張により配管がある一定の範囲で伸びたり、曲がるといった変形が生じます。こうした実機での運転条件を再現するため、高温の試験体に曲げ力を長時間負荷しても、試験体の曲げ変形量を一定に保つことができる荷重負荷方式(変位一定制御方式)を考案しました。これにより、内圧と曲げ力がかかる実機配管の周溶接部細粒域に発生する損傷(タイプⅣ損傷)<sup>※</sup>を再現することが可能となりました。(特許第3855199号、中国電力株式会社、中電プラント株式会社の共同取得)

## 実機ボイラ配管模擬内圧曲げクリープ破壊試験装置の概要



### 3. 内圧曲げクリープ破壊試験の概要

試験体を所定の温度に加熱し、試験体内に水を注入して水蒸気を発生させ、試験体の内側に水蒸気による圧力を加えます。さらに試験体中央部に荷重を加えることで試験体に曲げ力を加えます。実機の運転、停止時の状況を再現するため、一週間に一度の間隔で、荷重を除去し、再び荷重を加える操作を行い、この操作を破壊するまで繰り返します。なお、本試験装置では、破壊に至る状況を実際よりも短時間で再現するため、実機よりも厳しい条件で加速試験を行います。

このたびの破壊試験では、試験体に対し、平成16年3月から3年間で2万時間にわたり内圧と曲げ力を負荷した結果、平成19年4月に配管の周溶接部細粒域の**クリープポイド**※部分および溶接金属部から配管にき裂が発生し破壊に至る状況を再現することに成功しました。なお、破壊試験の期間中、6回にわたり試験を中断して組織等の観察を行い、実機で発生する劣化状況が再現されていることが確認できました。

(試験体寸法: 直径508mm(外径), 長さ4000mm, 厚さ38mm)

### 4. 今後の予定

今後、試験中断時および破壊後に実施した試験体の組織観察等と、コンピューターによるクリープ損傷解析とを比較・分析し、内圧と曲げ力が同時にかかることによる損傷のメカニズムを解明し、高精度な余寿命診断手法を開発する予定です。

以上

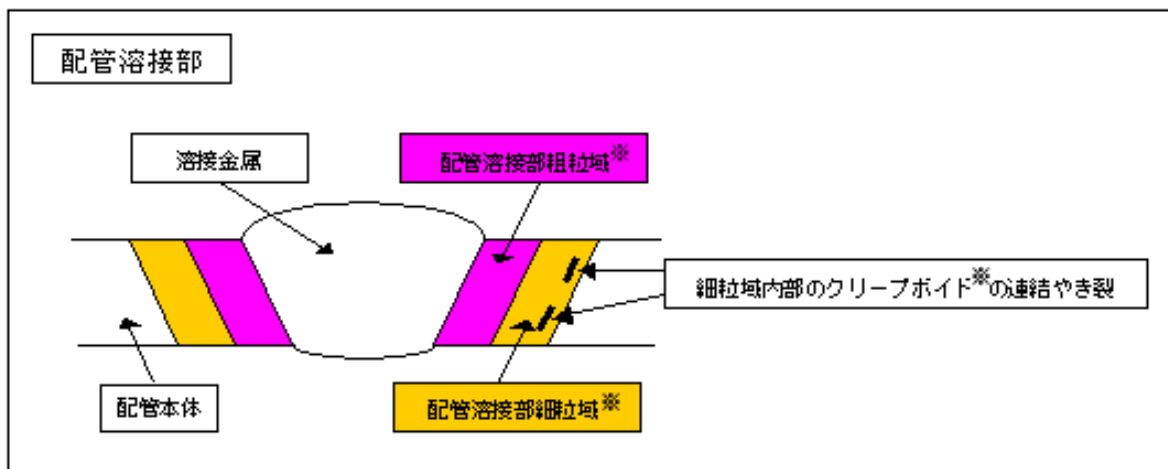
[添付資料]

 (別紙1) [用語解説\(※印を付与している用語の解説\)](#)

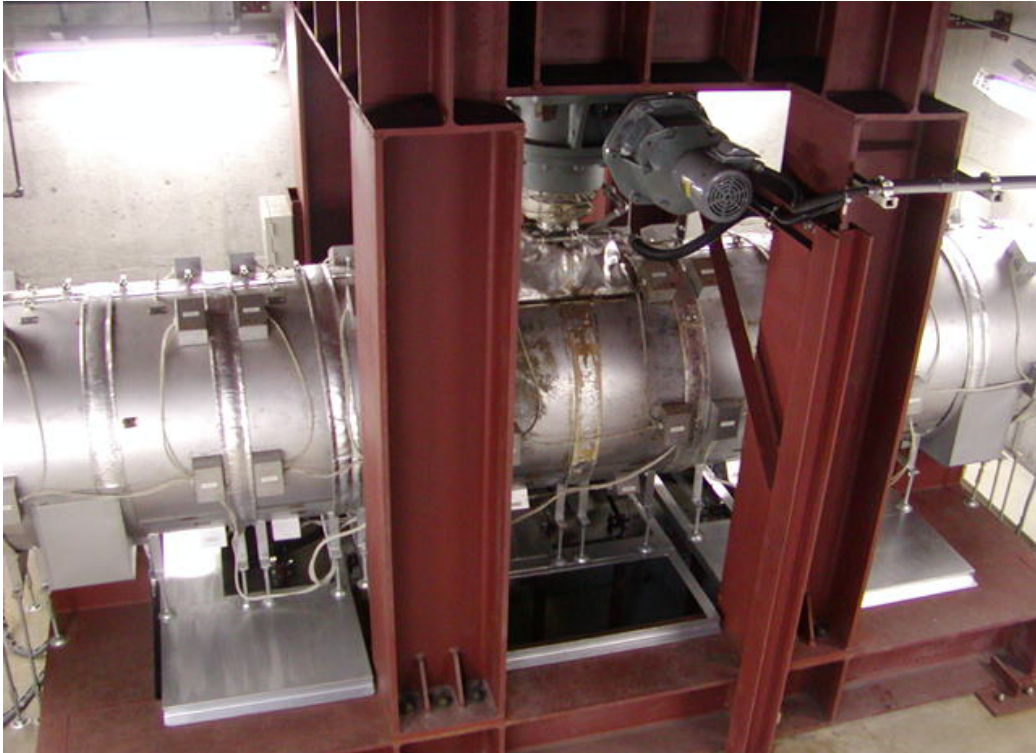
 (別紙2) [試験装置の概要\[PDF:309KB\]](#)

## ○用語解説(※印を付与している用語の解説)

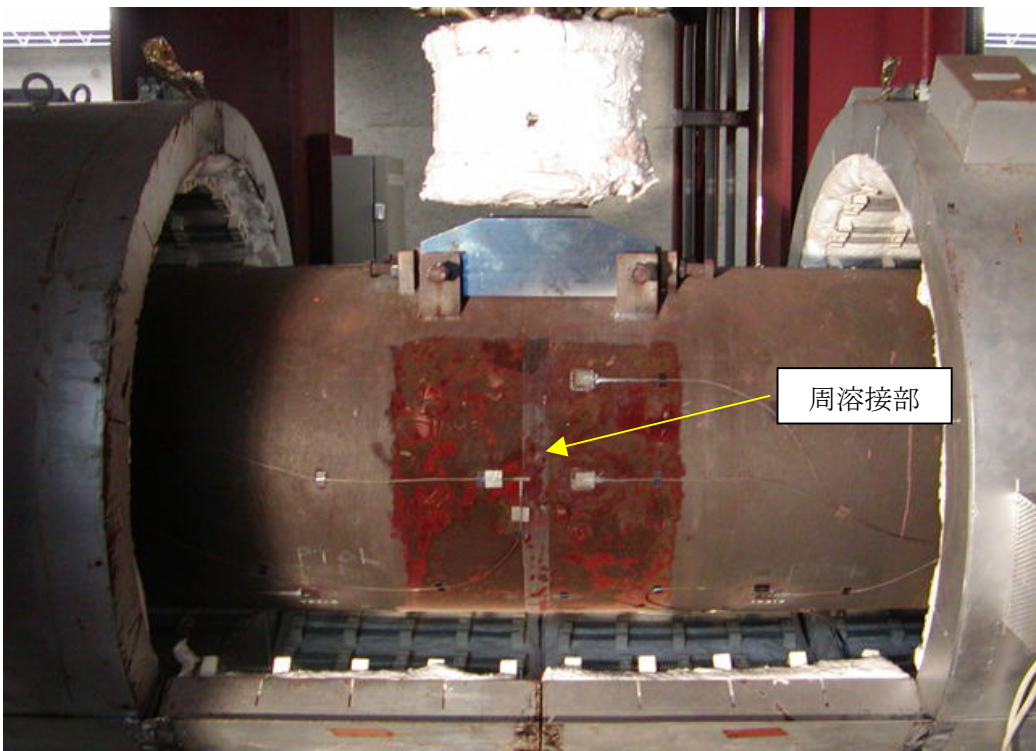
- ボイラ高温蒸気配管 …… ボイラで加圧・加熱された蒸気を蒸気タービンに送るための配管
- クリープ …… 材料が一定の温度で一定の力を受けると、時間の経過とともに変形が生じる現象
- クリープ破壊試験 …… クリープによる材料の変形や組織の劣化を観察するため材料が破壊するまで高温の状態での力を加える試験
- 配管溶接部細粒域 …… 溶接熱影響部のうち配管本体に近い組織の細かい部分
- 配管溶接部粗粒域 …… 溶接熱影響部のうち溶接金属に近い組織の大きな部分
- クリープボイド …… もともと金属結晶内部に存在する微小欠陥が、拡散現象によって結晶粒界に集まり、より大きな空孔を形成したもの
- タイプⅣ損傷 …… 溶接部細粒域内部にクリープボイドの連結やき裂が発生すること



試験装置の概要



試験体溶接部



試験体破断箇所

