

配管振動抑制自動提案システムの実用化

Practical application of an Automatic Piping Vibration Control Proposal System

配管振動を抑えられる固定サポート位置の自動提案

火力発電所等の小口径配管振動に対して、問題のある振動かどうか短時間に判別し、問題があれば振動を抑えられる固定サポート位置を早期かつ安価に自動提案できる手法（システム）を開発した。実機の配管振動不具合に対し適用を進め、実機検証データを蓄積するとともにシステム内の振動評価パラメータを調整し最適化を図り、本システムを実用化することができた。

執筆者
電力技術研究所
材料化学グループ
佐藤 克良



1 背景および目的

近年、出力変化の大きい再生可能エネルギーが急激に増加し、需給バランスを調整するため、火力発電設備の起動停止回数が増加している。起動停止過程では、配管の内部流体の変動が大きいいため、振動が増加する。従来の運用方法でユニット寿命まで耐えられた振動も起動停止回数が増えることにより配管に不具合が発生し、電力安定供給の支障となることが懸念される。

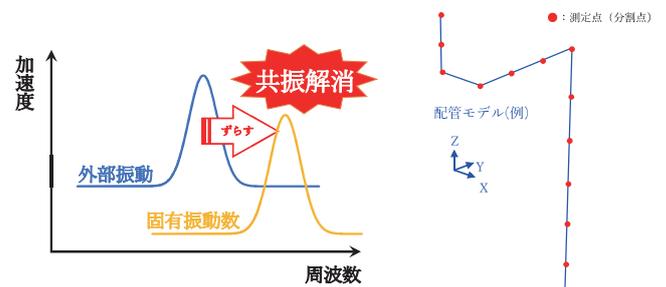
従来、配管振動がユニット運用上問題ある振動レベルにあるかどうかの判断が容易ではなかった。また、配管振動を抑制するためには、適切な位置へ固定サポートを追設する必要があるが、その位置の特定には、専門技術者による振動測定および高度な解析を行う必要があり、大幅な時間と費用を要していた。

そこで、配管振動トラブルを撲滅するため、問題のある振動かどうかを短時間に判別し、振動問題発生時に、振動を抑えられる固定サポートの位置を早期かつ安価に自動提案できるシステム（第1図）を開発した。（技術開発ニュースNo.164 2021/2 参照）



第1図 配管振動抑制自動提案システム

サポートを追設し、固有振動数をずらすことで解消（第2図）される。

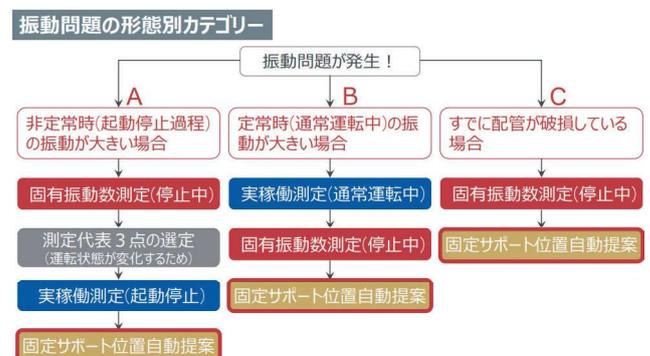


第2図 共振解消方法の考え方

第3図 測定箇所選定

操作者が入力した配管情報（長さ、形状）をもとに、システムが振動測定箇所（測定点）を提案（第3図）し、測定結果をSwRI[®]配管振動評価基準およびISO20816 - 8小口径接続管振動基準の評価線図に照らし、振動レベルを判別する設計とした。（※Southwest Research Institute：米国の研究機関）

適切な固定サポート位置の提案は、振幅の大きさだけでなく、損傷リスクを考慮かつ、固定後の共振有無をシミュレートし決定される。第4図に振動問題形態ごとに最適化した解決手順を示す。



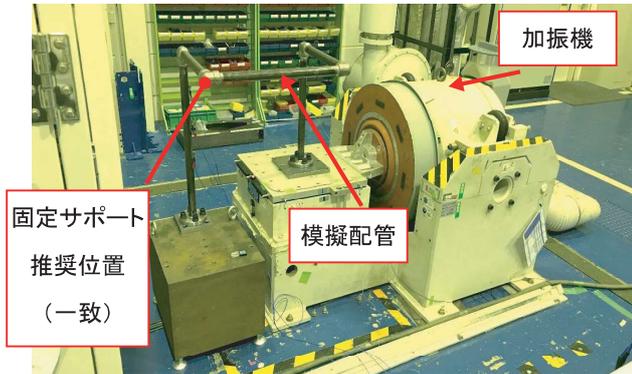
第4図 振動問題形態の実施手順

2 固定サポート位置自動提案システムの概要

過去の配管不具合実績を調査し、対象範囲を小口径配管の共振振動に絞り込んだ。共振振動は、配管側に固定

3 検証

模擬配管で共振振動を再現したモックアップ試験（第5図）を行い、専門技術者とシステムが導き出した固定サポート位置が一致し、振動を抑制できることを確認した。



第5図 モックアップ試験

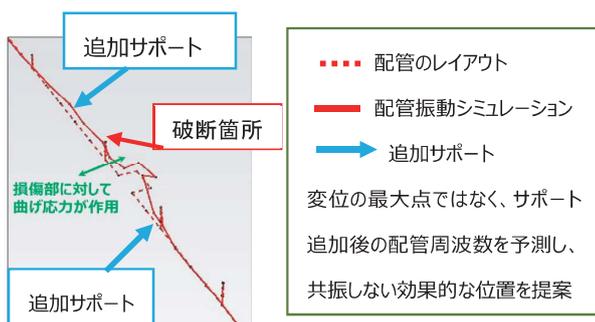
次に実機適用例の紹介として、これまで実施した火力発電所の現場課題解決8件のうちの一例を示す。

第6図に示す配管が振動で破断した実例に対し、本システムで解析（第7図）し、追加サポートの提案を実施した。対策後（第8図）、振動レベルは約4分の1に低減（第9図）し、破断部の応力を低下させられ、かつ、共振を回避できる位置を提案できた。対策後、2年以上配管破断は再発していない。

以上のモックアップ試験および実機測定データを用いて、システムの振動評価パラメータ（サポート剛性による周波数変化係数）をチューニングした。これにより、事前のシミュレーションによってどの程度の剛性のサポートを追加する必要があるのか予測できるとともに、サポート追加対策後の振動状態を精度よく予測し、効果的に振動低減できるサポート位置を提案できるようになった。



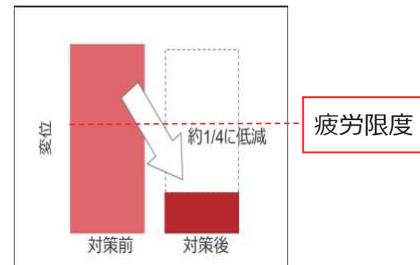
第6図 実機での検証例（対策前）



第7図 配管振動シミュレーション



第8図 実機での検証例（対策後）



第9図 対策前後の変位

4 研究成果

実機の課題解決事例を積み重ね、固定サポート追加時の振動変化を精度良く予測できるようになった。

これにより、配管振動に対して、問題のある振動かどうか短時間に判別し、問題があれば振動を抑えられる固定サポート位置を早期かつ安価に自動提案できる手法（システム）を確立できた。

5 今後の展開

高温環境下など適用範囲拡大を目指し、現場と協働し「かいぜん活動」を実施（第10図）している。今後も社内外の工場、プラントの配管振動の課題解決に取り組み、社会実装できる範囲をより一層広めていきたい。



破断配管を作業場で仮固定し、再現試験実施



現場に振動センサーを取付け、測定実施

第10図 (株) JERAとのかいぜん活動の様子