

人工 intelligence を用いた配管、空調ダクト、ケーブルトレイの自動設計システムの開発

(5) 配管熱膨張を考慮した自動設計

Development of Automatic Design System for Piping, Air Conditioning Duct and Cable Tray Using AI

(5) Automatic Design Considering Piping Heat Expansion

*高橋 志郎¹, 奥山 圭太¹, 山田 諄太², 井上 智靖², 若林 英祐², 黒崎 通明², 行田 将之佑³

¹日立, ²日立 GE, ³日立産業制御ソリューションズ

原子力発電所建設のコスト低減、工程短縮、信頼性向上を目的に、配管、空調ダクト、ケーブルトレイを自動設計するシステムを開発しており、本発表では、熱膨張を考慮して配管を自動設計する手法を示す。

キーワード: 自動設計, 配管, 人工 intelligence, デジタル設計

1. 緒言

日立では、AI (深層学習) を利用した自動設計システムを開発している。一方、原子力発電所の設計では、高温で使用する配管の熱膨張の影響を、詳細な熱解析で健全性を評価している。最終的な評価は、熱解析で実施するが、自動設計した配管の手修正を低減するため、AI を用いて、熱膨張を考慮した自動設計手法を開発した。

2. 配管熱膨張の影響を考慮した自動設計の手順

図1の手順で熱膨張を考慮して自動設計する。はじめに、最短ルート(最小物量)で自動設計し、熱膨張の影響を評価する。影響を無視できる場合は終了し、無視できない場合は、熱膨張を考慮して、迂回させた配管をAIで自動設計する。ASME B31.1⁽¹⁾の熱膨張の影響評価式や3次元梁モデルの有限要素法(FEM)で熱膨張の影響を評価できる。

3. 熱膨張の影響を考慮した自動設計と評価結果例

3-1. 熱膨張の影響を考慮した自動設計結果

ASME B31.1の熱膨張評価を用いて、温度を変化させてAIで配管を生成した例を図2に示す。熱膨張の影響を無視できる温度25°Cでは、最短ルートで自動設計した。温度50°Cでは、熱膨張の影響を緩和するため、配管①と②で、迂回したルートが設計された。温度75°Cでは、配管①から④まで、迂回したルートで自動設計された。なお、配管⑤は最初から迂回したルートなので、熱膨張の影響が小さい。以上のように、AIで熱膨張の影響を緩和した配管の自動設計が可能である。

3-2. 熱膨張の影響の評価結果

AIで熱膨張を考慮して自動設計した結果と熱膨張を考慮しない場合の結果を表1に比較して示す。温度75°Cの条件である。表中の数値はFEMで計算した応力であり、括弧内はASME B31.1の許容値に対する評価である。AIで熱膨張を考慮して自動設計すると、FEMで評価した応力は疲労限度以下となり、ASME評価も満足する結果となった。

4. 結論

原子力発電所の配管を自動設計できるシステムを開発しており、熱膨張を考慮して配管を自動設計できる見込みを得た。

参考文献

(1) ASME, Process Piping, ASME Code for Pressure Piping American National Standard, B31.1

*Shiro Takahashi¹, Keita Okuyama¹, Michiaki Kurosaki², Eisuke Wakabayashi², Tomoyasu Inoue², Junta Yamada² and Shonosuke Yukita³

¹Hitachi, ²Hitachi-GE, ³Hi-ICS

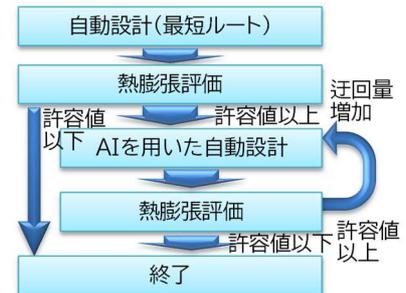


図1 自動設計の手順

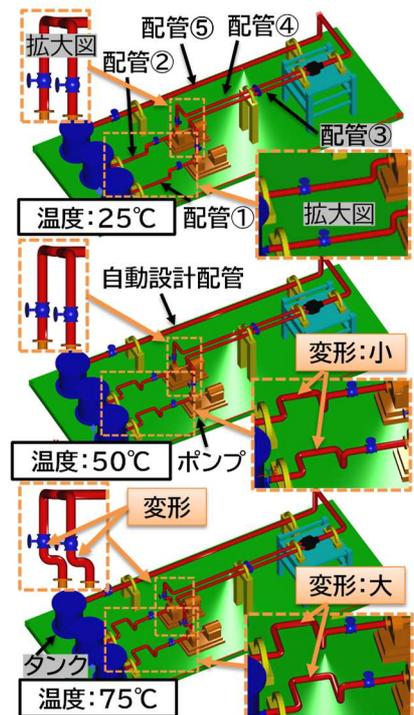


図2 自動設計結果例

表1 評価結果例

配管名	最大応力 (AI適用無) [MPa]	最大応力 (AI適用有) [MPa]
配管①	111 (NG)	64 (OK)
配管②	111 (NG)	64 (OK)
配管③	103 (NG)	76 (OK)
配管④	103 (NG)	76 (OK)
配管⑤	46 (OK)	46 (OK)