

人工知能を用いた機器レイアウト、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

(10) 原子炉建屋内機器の自動配置設計に必要な基本技術の開発

Development of Automatic Design System for Equipment Layout,
Piping, Air Conditioning Ducts and Cable Trays Using AI

(10) Development of Automatic Design Technology for Equipment Layout in Reactor Building

*高橋 志郎¹, 小菅 稔幸², 井上 智靖², 長山 由孝², 奥山 圭太¹

¹日立, ²日立GE

原子力発電所のコスト低減、工程短縮、信頼性向上を目的に、機器、配管、空調ダクト、ケーブルトレイの配置を自動設計するシステムを開発しており、本発表では機器配置に必要な自動設計技術を示す。

キーワード: 自動設計、機器配置、配管、人工知能、デジタル設計

1. 緒言

革新軽水炉等の原子力発電所の建設では、高い安全性の追求に伴い、建設コストの増加が懸念される。プラントメーカーには、安全性と経済性を両立した合理的な設計が求められる。この要求を実現するため、設計ルールを遵守して、機器と配管を高速で配置設計できる自動設計システムを開発している。ここでは、機器配置に必要な自動設計技術を示す。

2. 機器及び配管の自動配置手順

図1に本システムで開発している自動配置手順を示す。CADで作成した機器には寸法、要素及び接点分布の情報が与えられている。これらの情報を入力に、機器種類を出力にして、機器種毎にクリアランスや、空間設計ルールを自動設定する。また、本システムでは、2段階に分けて機器を配置する。配管物量最小を考慮して、遺伝的アルゴリズムで機器を概略配置する。次に、クリアランス等の設計ルールを考慮して、繰り返し収束計算で機器を詳細に配置する。そして、整備、搬入空間等の設計ルールを考慮して、物量最小を目標に配管を自動設計する。

3. クリアランスを考慮した機器自動配置設計

機器の整備や操作のため、機器間や、機器-壁間には、所定のクリアランス C [m]が必要である。図2に収束計算による C を考慮した自動配置結果を示す。 C を考慮した自動配置前の上図では(先に実施する遺伝的アルゴリズムによる概略配置では C を考慮しない)タンク1同士や、タンク1と壁が干渉し、また、タンク1と2が近接している。下図に自動配置後の結果を示す。本システムでは、各機器間や機器と壁の距離 L [m]を計測している。全ての機器の L が C を満足するまで ($L-C \geq 0$)、 $L-C$ を評価関数とした繰り返し収束計算により、機器を移動させた。その結果、図示のように全ての機器の L は所定の C を満足できている。

4. 機器周りの空間設計ルールを考慮した配管自動設計

配管も機器の整備及び搬入性を考慮して自動設計する。本システムでは、機器の認識技術をもとに、機器まわりの空間設計ルールを自動で与え、配管設置可否で空間を二値化した。図3に示すように、本機能により、タンク1の上部や、タンク2の周りに、通行禁止領域(半透明水色領域)が自動設定され、禁止領域を避けて配管は自動設計された。一方、本機能の設定が無いと、タンク1上部に配管が設置された(右下図)。

5. 結論

設計ルールを遵守し、配管物量低減を考慮して、機器と配管の配置を自動設計するシステムを開発できる見込みを得た。

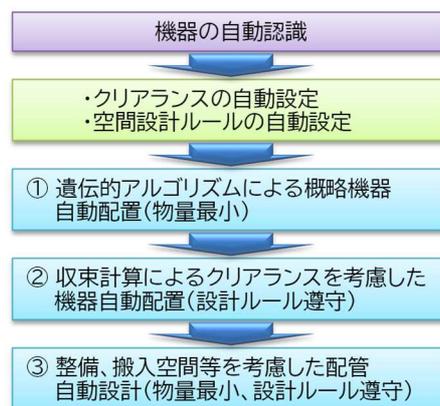


図1 機器の自動配置手順

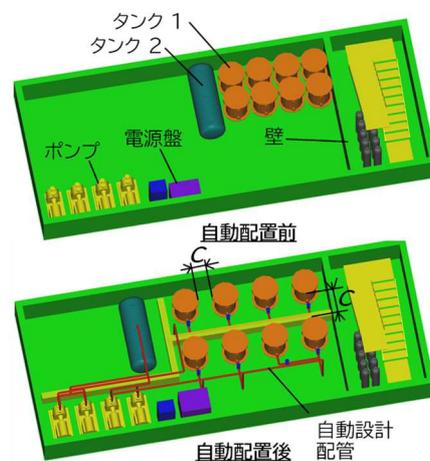


図2 機器のクリアランスを考慮した機器の自動配置設計

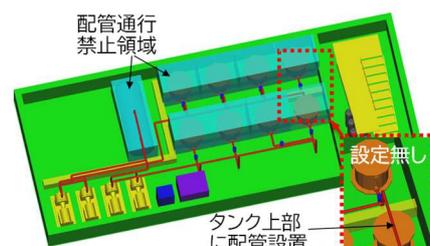


図3 配管通行禁止領域を考慮した配管自動設計

*Shiro Takahashi¹, Toshiyuki Kosuge², Tomoyasu Inoue², Yoshitaka Nagayama² and Keita Okuyama¹

¹Hitachi, ²Hitachi-GE