

原子力プラント自動配管システム

1G-5

成川 昇* 山本 節雄* 吾妻 重典** 佐々木 則夫** 山本 孝志*** 才所 敏明***
 (株) 東芝 総合研究所* 原子力事業部** 総合情報システム部***

1. はじめに

原子力発電プラントの配管配置設計は、その規模、複雑さおよび設計に対する厳しい要求から熟練した多数の設計者と多大なる設計時間を必要としていた。本システムは知識工学的手法を用いて、自動的に初期の配管配置を行なうものであり、図1に示したように3つのステップから構成されている。

前報[1]では、Aスターアルゴリズムを用いた通過部屋列の決定手法、格子展開法によるルーティング手法(ステップ1、2)について説明した。本報では、仮説型推論によるルーティング手法および配管配置調整法(ステップ2、3)について述べる。

2. ルーティングの基本方針

ルーティングの手法として、配管の属性(口径、内部流体など)を考慮し、設定した優先順位に基づきルートを決し、これを順次障害物としていく方法がある。しかしこの手法には、以下の問題点がある。

- 1) 一対の配管の場合には、優先順位の設定は可能であるが、他の干渉する配管の配置状況(本数等)によっては、この関係が成立するとは限らない。
- 2) 先に確定した配管ルートが後からルーティングする配管に多大な影響を与える。

本システムではまず配管同志の干渉を許し個々の配管の最適ルーティングを行ない、次に制約条件・ベクトル等を考慮して最終的な配管ルートを決している。

3. ステップ2

ステップ2では、格子展開法によるルーティング手法も開発したが、この手法ではバルブ・スペシャリティなどの設置性を考慮する必要のある機器まわりのルーティングを行なうことが難しい。これは、格子展開法が基本的には後退探索により配管ルートを決するためであるが、これらの設置性はノズルから順次配管ルートを生成する過程においてチェックするほうが自然である。以下この考え方に基づいた仮説型推論によるルーティング手法について説明する。

3.1 ルーティング手法

(1) 機器まわりのルーティング

機器のノズルと接続している配管は、まずノズルベクトル方向にルーティングし、つぎにサポートを取るために躯体に向かう。3次元を対象としているので一般にはベクトルの逆方向を除き5種類のルートを仮説として生成する。そして躯体まで到達したら次は設定したサブゴールに向かう。この様なルートを生成する過程においてチェックする項目の一例を以下に示す。

- 1) 設置物に必要な配管の直管長、高さ、向き
- 2) 配管の曲げ寸法の確保
- 3) アクセス・メンテナンススペースとの干渉

(2) 通過配管のルーティング

設計者は、対象としている領域にある配管の出入り口の方向、バルブ・スペシャリティの有無などを認識して、過去の経験から配置パターンを選び出す。

本システムでは、領域の並びから求まる配管のベクトルや経験的な知識からサブゴールを設定し、仮説として複数のルートを生成している。現在は、システムに柔軟性を持たせるために上記配置パターンのみを採用することなく、あくまでも一つの仮説ルートとして位置づけている。

3.2 障害物の回避

配管と躯体あるいは障害物が干渉した場合、必ずしも障害物に沿った形で回避するとは限らない。本システムでは、配管の口径・ベクトル、などを考慮して各状況にあった障害物の回避を行なっている。

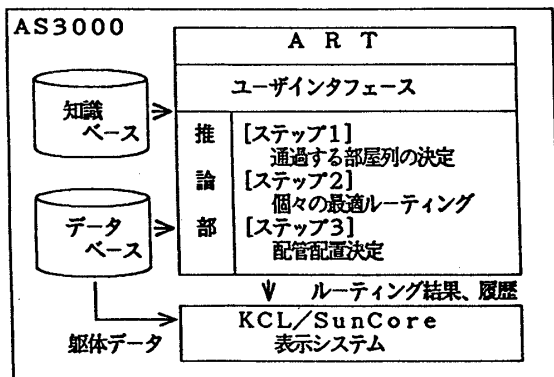


図1 システム構成

Automated Routing System for Nuclear Power Piping

Noboru NARIKAWA, Setsuo YAMAMOTO, Shigenori AZUMA, Norio SASAKI, Takashi YAMAMOTO, Toshiaki SAISYO

TOSHIBA CORPORATION

3.3 コスト評価

Viewpointを用いた手法では、一般に複数のルートが求まるためコストによりルートを限定していく必要がある。評価項目としては、1) 配管長 2) 曲り数 3) 領域内の通過コスト、などでありこれらを総合的に評価しルーティングコストとしている。

また、ステップ2の結果として図2にfrom領域の配管配置例(3本の仮説ルート)を示した。

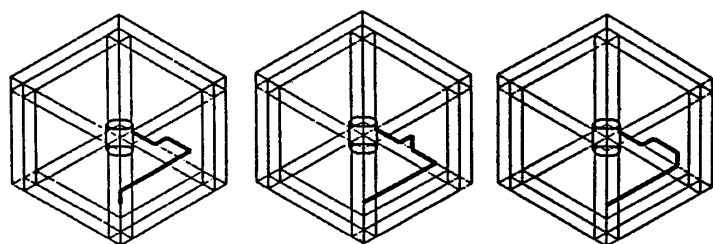


図2 配管配置例

4. ステップ3

ステップ3で考慮する項目の一例を以下に示したがこれらを適宜柔軟に組み合わせることにより配置調整および最終的な座標値の決定を行なう。

4.1 考慮項目

1) 配管ベクトル

ワーキングポイント間での配管の干渉パターンの一例として、 $x-y$ 平面に投影した場合

- ① 平行部の一部が干渉する場合
- ② 一方が他方を完全に含む場合
- ③ 一端のみ一致する場合
- ④ 両端とも一致する場合
- ⑤ 交差する場合

などが考えられる。例えば図3のケースでは断面で考えた場合、配管2は配管1の下側および右側に設置可能である。

2) 配管口径

配管を壁際に縦列に設置する場合、大口径配管を下側、また並列の場合は大口径配管を内側に設置する。

3) 離れ寸法

躯体(壁・床・天井など)・機器・配管からの離れ寸法を基準値のテーブルから参照する。

4) 耐震クラス

耐震クラスの高い配管は、耐震クラスの低い配管の上部に設置する。

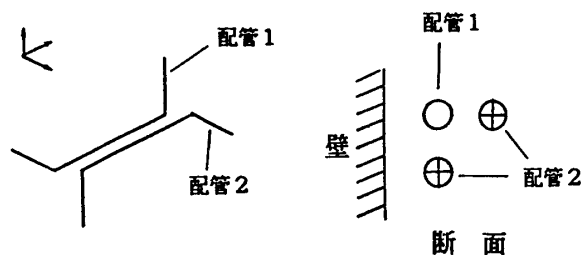


図3 配管の干渉および配置例

4.2 処理のフロー

- 1) 配管配置の対象領域を設定する。
- 2) 躯体際にルーティングゾーンを設定する。
- 3) ゾーン内の2本ずつの配管の組に対し、制約条件を考慮し配置関係リストを作成する。
- 4) 配置関係リストからゾーン内の全ての配管の相対位置関係を求め、離れ寸法を考慮して順次座標値を決定していく。
- 5) 領域内の全てのゾーン内での配置調整終了後、1)へ戻る。

この一連の操作をすべての領域に対して実行するが配管の座標値が変わる度に、躯体・機器・アクセス・メンテナンススペース等との干渉チェックを行なう。

なお、ステップ3の実行例を図4に示した。

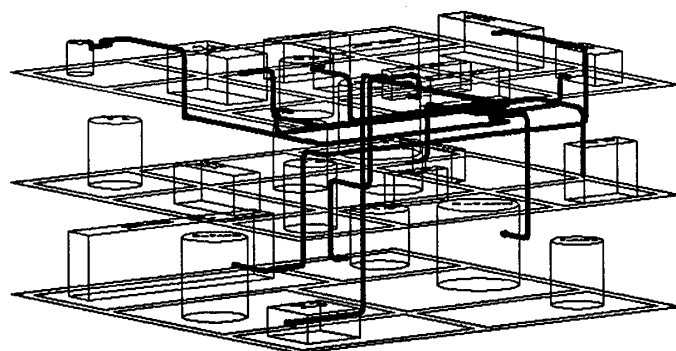


図4 ステップ3実行例

5. まとめ

知識工学的手法を用いて原子力プラント自動配管システムのプロトタイプを開発した。今後実用化に向けてさらに開発を進めていく予定である。

<参考文献>

- [1] 成川 他：「原子力プラント自動配管システム - 機能と推論方式」
情処学会第36回全国大会 3Q-1
- [2] 山本 他：「原子力プラント自動配管システム - ユーザインタフェース」
情処学会第36回全国大会 3Q-2