

配管設計CADに於ける
ルートの最適設計の試み

3S-9

山田康吉

三菱重工業(株)エレクトロニクス事業部

寺岡義伸

大阪府立大学情報数理学科

1. はじめに

本研究では機器や配管等のプラント要素のみならずその要素を取り巻く空間要素をも含め、統合モデルを実現した。前回の講演でその空間モデルについて報告した。この空間モデル実現により空間情報を定量的にかつ正確に把握出来干渉チェックや保守作業性チェックの機械化が可能となった。今回、更に歩を進め配管ルートの自動設定の機械化を試み実現し得たので報告する。即ち、プラント空間全体が配管ラインにより細分され領域直方体が形成された。その個々の領域直方体間の隣接関係をグラフにて表現し、そのグラフに巾乗法を適用する事により配管ルートの最短路を求める。

2. プラント配管統合モデル

空間情報をも含んだCADの統合モデルを以下に示す。

$$W = (P, E, V, V_A, V_B, V_C, V_D, V_A, V_b, V_c, V_d, V_e, V_f, V_g, V_h) \quad (1)$$

ここに、P : 配管部品点の集合,

E : 配管ライン辺の集合,

V : 領域直方体の集合,

$V_A \sim V_D$: ライン辺と直方体との関係関数

$V_a \sim V_h$: 部品点と直方体との関係関数。

領域直方体の設定要領を以下に示す。

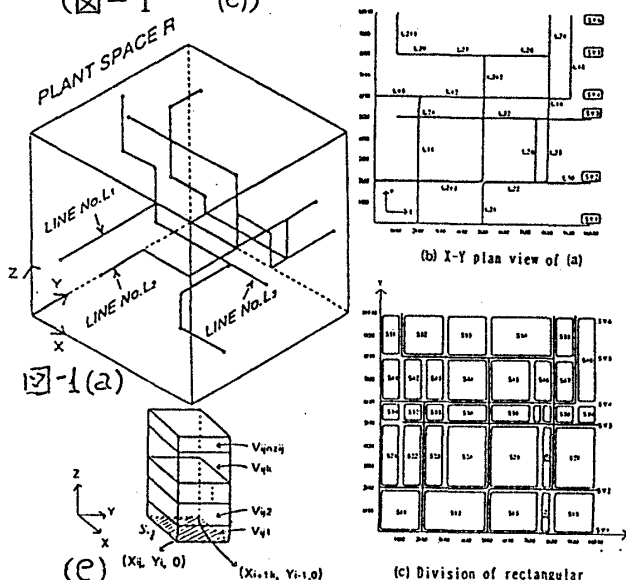
Plant Space Modelling for Power Plant
Piping CAD.

Yasuyoshi Yamada* and Yoshinobu Teraoka **

* Mitsubishi Heavy Industry, Ltd.

**University of Osaka Prefecture

- ①図-1(a)の配管ラインの平面図(b)を作成する
- ②平面図(b)上に現れる全ての部品点を用い、その部品点が長方形の頂点となるよう長方形を設定する。(図-1(c))
- ③各長方形単位にZ-X断面を設定しZ方向の部品点座標を境として領域直方体を設定する(図-1(e))



3. 空間の隣接関係グラフ

空間の状態を具体的に形に表したのが領域直方体である。この個々の領域直方体間の隣接関係を次のようなグラフにて数式表現を行う。

$$G_v = (P_v, E_v) \quad (2)$$

ここに

P_v : 個々の領域直方体を示す節点の集合

E_v : 領域直方体間の隣接関係を示す弧の集合。

更に、 E_v は次の様な部分集合の直和にて表す

$$E_v = E_{x+} \cup E_{x-} \cup E_{y+} \cup E_{y-} \cup E_{z+} \cup E_{z-} \quad (3)$$

ここに

E_{x+} : X軸の正方向に隣接する隣接関係弧

の集合 (E_{y+} , E_{z+} も同様),

E_{x-} : X軸の負方向に隣接する隣接関係弧の集合 (E_{y-} , E_{z-} も同様)。

4. 最短路問題

隣接関係グラフに巾乗法を適用し, 最短路問題を解くに当たって次のような取決めを行う。

(1)領域直方体の位置

隣接関係グラフで個々の領域直方体を節点にて表現した。その節点の位置を次の様に領域直方体の重心点とし, 配管ラインは必ずこの点を通るものとする。

$$(X^v, Y^v, Z^v) = (X_{ci}, Y_{ci}, Z_{ci})$$

(2)領域直方体間の距離

2直方体間の距離を次のように決める。

$$d_{ij} = X_i - X_j + Y_i - Y_j + Z_i - Z_j$$

(3)隣接関係弧の取舍選択

領域直方体間の隣接面を新たな配管ラインが通過する時, 既設配管との関係で面積的に狭く物理的に通過でき場合, その関係弧は削除される。そのための判定関数を次に示す。

$$F_d = \text{Min} \{ t_d - r_{dmax} - r_p, t_1 - r_{1max} - r_p, t_2 - r_{2max} - r_p \} \quad (4)$$

ここに

t_d : 隣接面の対角線の長さ

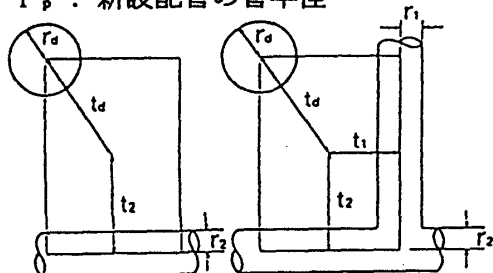
t_1, t_2 : 隣接面の長辺, 短辺の長さ

r_{dmax} : 隣接面の隅に存在する配管ライン部品点の中の最大管の半径

r_{1max} : 隣接面長辺上に存在する配管ライン辺の中の最大管の半径

r_{2max} : 隣接面短辺上に存在する配管ライン辺の中の最大管の半径

r_p : 新設配管の管半径



(4)最短路問題の解法

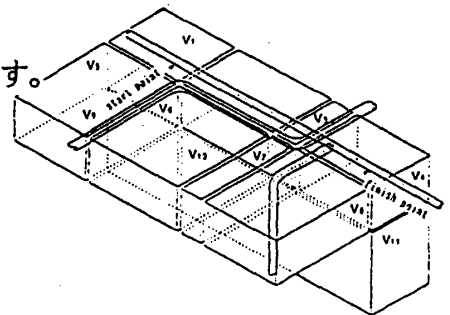
隣接関係グラフが出来ている状態で最短路を求める方法を以下に示す。

Step1:既設配管及び新設配管の寸法を用いて判定関数によりグラフの弧の取舍選択を行い, 最短路問題用グラフを作成する。

Step2:最短路用グラフを用いて, 距離行列を作成する。

Step3:距離行列に巾乗法を適用し, 最短路を求める。

具体例を示す。



No. of Calculation	D_{11}	D_{12}	D_{13}	D_{14}	D_{15}	D_{16}	D_{17}	D_{18}	D_{19}	D_{110}	D_{111}
1st	0	225 1 2	∞	∞	200 1 5	∞	∞	∞	150 1 9	∞	∞
2nd	0	225	∞	∞	200	425 2 6 5 6	∞	∞	150	375 2 10 9 10	∞
3rd	0	225	∞	∞	200	425	575 6 7	∞	150	375	525 10 11
4th	0	225	∞	800 11 4	200	425	575	700 7 8	150	375	525
5th	0	225	775 7 3	800 900 8 4	200	425	575	700	150	375	525
6th	0	225	775	800	200	425	575	700	150	375	525

5. 最適設計

本システムは単に最短路を求めるだけではない。最短路以外に次の様な最短路に関する情報を設計者に提供する。

①同じ長さを有する最短路が複数本存在する場合, その全てを求める。

②最短路に準ずる2番目に短いルートを求めるこの様な情報を基に, 設計者は曲がりか少なくかつ建設, 組み立てに難が無いルートを最短路として選ぶ事になる。

文献

(1)第50回全国大会論文集