機関室配管装置図の自動設計*

戸川 哲**・清水 明**

概 要

船舶機関部の配管装置の設計、製図作業は今日まで、最も難解なものとして長年の経験を持つ設計者を必要としてきた。しかるに、最近の設計作業の近代化に伴い、配管装置設計製図作業のスピードアップと内容の精度向上及び設計者の省力をはかるため、これを機械化する必要性が迫って来ている。そのため、日本の造船所の機関ぎ装設計のデザイナー及びドラフトマンが集まって、機関室の配管装置図作成作業の電算化を過去3か年にわたって研究を続けて来たが、この論文では研究会で開発したロジックを中心に、アウトプット図等を加えて紹介を行った。

Study on Automatic Design of Engine Room Piping Layout

By Satoshi Togawa
Akira Shimizu

Abstract

Design and drafting job for piping layout in the ship's engine room has been very difficult in the designing office so far. And it has needed many expert designers. But, under the recent progress in modernization of design job, piping layout must be computerized in order to speed-up the design process and drafting work and also to improve their accuracy as well as to save man-hours on the part of designers.

Now, I wish to introduce you several results of a research intended to computerize the piping layout for ship's engine room. The research group consists of the engine room outfit designers and draftsmen from several shipbuilding companies in Japan.

1. ま え が き

機関室の配管装置図は、管の配置を決定するのみでなく、主機械をはじめとし補機器類の運転操作、保守に対する配慮をした上でその位置を決定することはもちろん、電線、通風装置、はしご、格子等のあらゆる設備の位置を決定し、これにより必要なぎ装金物の製作を行なうと共に、機関室内の各管の長さの決定を行なう等、多目的をもった最も重要な図面である。25万重量トン前後のタービタンカーの例をあげると、配管の口径は10φ~1,300φの20種類以上に及び、長さは10,000m~15,000m、電線の長さは65,000m~81,000m、補機器類の数150等膨大な数に上る。このような多種の品物を扱う設計者は非常に幅広い多量の正確な知識を持つ必要があり、今日まで、いわゆるベテラン設計者に頼る以外に方法がなかった。しかるに、急速な時代の進歩により電算機サイ

ドでは膨大な情報の処理時間がスピードアップされ、また、大容量の記憶装置も開発された。一方、ぎ装設計サイドでは性能、取扱、保守等を考慮して一つのパッケージ化、標準化された補機ユニットモジュールを作成することにより、一船ごとに新しく設計する領域を大幅に狭めることが可能となり、配管装置図設計作業に電算機を活用する可能性が生まれてきた。これらを背景として、昭和46年度より造船各社の機関ぎ装関係者が協力して本問題の研究を開始し、造船研究協会の強力なバックアップを背景に、過去3年間研究を継続してきた。ここでは、その研究会で開発したロジックの紹介、現状分析、将来への指針等を述べることにする。

2. 一般概況

配管装置図の電算機による製図手法の研究は、昭和43年ころから各社ごとに基礎的な研究が開始されていたが、その内容の複雑さから遅々として進まなかった。この間造船各社、あるいは陸上の配管設計の部門でいろいろのプログラムが開発されているが、それらはいずれも人間

* 原稿受付 昭和50年2月1日

昭和49年秋季学術講演(昭和49年11月13日)

** 正会員 三菱重工業(株)長崎造船所(長崎市飽の浦町1-1)

により管のルートを決めたのちに、そのデータを電算機にインプットすることにより、配管形状を鳥かん図に画いたり、あるいは一品図(管工作図)に展開するという、いわば、自動製図を中心とした開発であった。自動設計関係では三井造船玉野が管の概略ルートを電算機により決定するというパイプガイダンスプランを発表しているが、その他には国内、国外を通じて公表された文献も非常に少ない実状であった。他方、電算機を使用せずに実際の機関室を縮小して作ったモデルによって配置、配管の計画をする「モデル手法」の開発も行なわれ、初期計画の大切さが再認識された。また、デジタイザ、高速ドラフタをベースとしたCAD方式がメーカと造船所の共同研究により脚光をあびる等、電算機のハードウェアの進歩は目ざましいものがあり、その方面からも配管設計に関するソフトウェアの拡充が望まれていた。

3. 配管の考え方

機関室の配管設計を行なう際、まず最初に考えるべきことは機関室という30m立方の限られたスペース内に船の原動力となるボイラ、タービン、発電機、その他の機器をいかに有効に配置し、そしてそれをパイプによってどのように接続するかということである。その場合の着眼点は次のとおりである。

- (1) 補機器の位置を決める……マシナリアレンジ
 - ・オペレーション……取扱い、監視、重要度
 - ・メンテナンス……解放、搬入、搬出
 - ・機能……上下の高さ、ベッド要否
 - ・構造設計……振動、防音、物量
- (2) 補機器単独の管とその出入口を決める。
 - ……ユニット、モジュール図
 - ・オペレーション……単体の運転操作、監視法
人間との関係位置
 - ・メンテナンス……単体の分解法
 - ・機能……流体の性質、行く先
 - ・構造……熱膨張対策
- (3) 補機器間の管のつなぎ方……パイプダイアグラム
パイプアレンジ
 - ・機能……管の抵抗をできるだけ少なく
ドレンがたまらぬように振動、
熱膨張を考慮する
 - ・メンテナンス……腐食する管はとりかえやすく
 - ・構造……少なく、短く、作りやすく
 - ・配置……管の支持、固定法を考慮する
他の物体、管と交差せぬように、
電気品に水がかかぬように

以上、配管設計を行なう場合の諸注意点について述べてきたが、今回の電算化の対象は「(3)主補機器間の管のつなぎ方」であり、(1)項と(2)項は対象から除外したが、その場合でも管長、曲がり部の数、ヘッド、工作

法、支持法、メンテナンス、他管との関係位置等多くの制約条件がいくつも組み合わせられて適用され、パターン認識、自己判断能力を大いに必要とする作業となっている。この手順をそのまま電算機に適用することは、制約条件の数値化、優先順位のつけ方等非常に困難になるので、現在のプログラムは「管長を短くすることを第一優先する」ことを基本とし、他の条件を従として作成した。したがって、他の基本思想、すなわち、「ぎ装しやすいこと」、「解放しやすいこと」、「配管の増し締めが可能なこと」等配置、配列を第一にという考え方は多少犠牲になっている点はいなめない。しかし、あえてコンピュータの使用に踏み切ったのは、配管設計業務上での制約条件を数値化し、最適条件を見つけだすための試行と、各管ごとに行なわれるくり返し作業をコンピュータにまかせるための試行をするためである。

4. 配管自動設計法手順

この自動設計法では、建造仕様書、ヒートバランス、機関室配置をもとに機関室の配置概略が決定され、機関室総合計画図が作成された後、配管装置図(パイプアレンジメント)、管割り図の作成を電算化の対象に設定し次の4ステップに分けてプログラム化した。

図1 配管自動設計法手順

- (1) ステップ1 管路を自動的に決定する。
 - (2) ステップ2 各管が管路網をどういう経路で通過するかを決定する。
 - (3) ステップ3 管路内での管の上下, 左右の位置を決定する。
 - (4) ステップ4 各管の管割り点を決定する。
- この手順を図1に示す。

5. 各ステップ詳細

5.1 ステップ1

5.1.1 基本的考え方 ステップ1は機関室内の通過可能スペースより電算機の内部で自動的に管路を作成するプログラムである。機関室内の障害物を避けて始点から終点まで管の経路を決定するには従来二つの考え方があった。すなわち、純数学的に管を製作上の問題は考慮せずに障害物を避けて最短に結ぶという考え方があり、また、まず、管を束にして通せる空間として管路(PIPE PASSAGE)を決定し、その中に管を導設する考え方があるが、本研究会ではパイプの支持方法も確立でき、船内の配管の実状により近い形態である後者の考え方を採用し、まず管路を作成しその中に管を導設するという考え方をとることとした。

5.1.2 ステップ1手順 船殻、主補機器、風路、はしご、電路等を障害物データとしてインプットし、管路「管群を通す空間」を探し出すプログラムである。出来上がった管路は、水平管路(デッキの上または下に水平に横たわる深さ一定の網目状管路)と、縦管路(上下に隣り合った水平管路同士を結ぶために船体壁に沿った鉛直方向の直線状管路)とで構成されるものとする。

(1) モジュールおよび障害物の設定 まず、計算の原点を KEEL TOP LINE と機関室船尾側 BULK-HEAD の交点に定め船首方向に X 軸, 左げん方向に Y 軸, 高さ方向に Z 軸をとる。インプットデータはデッキの高さや骨の位置を指示する船殻関係のデータと、主補機器、はしご等の障害物データとに分かれる。障害物はすべてそれを包み込む直方体を考え、その中心座標と大きさをインプットし、特に機器モジュールについてはモジュール中心に対する管座の位置も合わせてインプットしステップ2の準備を行なう。

(2) 縦管路の決定 X 軸, Y 軸方向に通常は 200 mm 単位で切ったます目を考え、そのうち、壁から 5 メッシュの範囲内で隣接した上下のデッキ間を障害物にぶつからずに鉛直方向に結びうるスペースを探し、その部分を縦管路とする。縦管路は垂直管路と呼ぶ場合もある。

(3) 水平管路の設定 あるデッキを取り出し、オンデッキ配管あるいはデッキ裏配管かを考慮して、デッキの上方または下方に、ある管路深さ(デッキ裏配管の場合: デッキ下 1,500mm~3,000mm)を持った水平面(デッキ平面と呼ぶ)を考える。縦管路の時と同様に、XY

平面を 200 mm 単位のます目に分割し、それぞれのデッキにつきその管路深さ内に障害物があるかどうかを探す。個々のます目に障害物の一部がかかった際は、そのます目全体を通過不可能と判断する。図2にそのありさまを示しているが障害物のあるメッシュには0、通過可能スペースには1という判定フラグを立てている。次に判定フラグが1となった個々のます目より、X軸方向、およびY軸方向に直進し最初に障害物のあるメッシュにぶつかるまでのメッシュ数の合計を個々のます目について求め、その値が周囲よりも高い所をノード(管路の分岐点)とする。ノードとノードを結ぶ幅と高さを持った空間をスパンとし、ノードとスパンで図3のように管路を形成する。

図2 障害物

図3 管路

(4) 管路の完成 最後に(2)で作成した縦管路と、(3)で作成した水平管路を接続し(接続スパンと呼ぶ)X, Y, Z 軸方向に伸びる管路を作成する。

5.2 ステップ2

5.2.1 基本的考え方 管を導設するためのデータとして、管座の座標とそれらのつながり方を示す線図データをインプットし、ステップ1で作成した管路網内に出来るだけ最短距離で曲がりやを少なく管をリードするプログラムである。この場合、管座より出発し管路にはいる点(アンカポイント)を決定し、次に管路網内での経路を決定することとした。管路内ではどの縦管路を通るかを最初に決定し、その後、アンカポイントからそのデッキの縦管路ノードまで水平配管を行なう。この考え方は計算時間短縮を優先させたためであるが、その後、立

体的な電線長を比較的短時間で計算するロジックを立体配管に応用した新ロジックにより、現在プログラムを作成中であり、合わせて紹介する。

線図データを実際に空間に展開した場合に、分岐の仕方を変更した方が管長が短くなる場合もあるが、旧ロジックでは線図変更は性能面での問題発生の可能性があるので自動変更は行わず、一方、新ロジックでは指定により自動変更可、不可の選択ができることとし、自動変更した分についてはあとで人間がチェックすることとした。管が一つの管路に集中することを予防するための処置としては、新旧ロジックとも管路の断面積チェック(スパン断面積とその中に既に通過した管の占有面積とのチェック)を採用した。

5.2.2 ステップ2手順(旧ロジック)

(1) 機器管座より管路にはいるまで 機器モジュールの座より d (管の呼び径) $\times n$ (通常は 3.5) だけ直進した点(探す原点)より最短距離にあるデッキ平面に含まれる全水平スパンに垂線を下しその距離が最短となる点をアンカポイントと呼び、各管が管路にはいる点とする。このありさまを図4に示す。

図4 アンカポイント

(2) 縦管路の選定 各管座に対応したアンカポイントの決定後、各管の起点から終点まで管路の中をどのような経路を通して結ぶかを決定する。一つづきの管に接続するアンカポイントが数デッキにわたって分散している場合は、それらのデッキを接続する縦管路の選定はその管のアンカポイント群のX座標、Y座標の重心に最も近いものを選ぶこととし、図5のようにX座標、Y座標にそれぞれ口径の二乗の重みをつけて平均することとした。

(3) 水平管路内の配管 管の起点のアンカポイントから、終点(アンカポイントあるいは縦管路ノード)および子管のアンカポイントの重心方向に向かってベクトルを作成する。ベクトル計算は次のとおりである。

$$X_W = \sum_{i=1}^n d_i^m X_i / \sum_{i=1}^n d_i^m$$

$$Y_W = \sum_{i=1}^n d_i^m Y_i / \sum_{i=1}^n d_i^m$$

図5 縦管路の選定

d_i : 各アンカポイントの管径

n : その平面のその管のアンカポイント数

(X_i, Y_i) : 起点を原点としたアンカポイント座標

m : 通常は2

X_W, Y_W のうち絶対値の大なる方向を第1優先、小なる方向を第2優先、小なる方向の逆方向を第3優先、大なる方向の逆方向を第4優先とする。水平配管ではこの優先順序に従い各ノードで進行の可能性を判定しながら、可能な方向に管の導設を行なう。但し、直進可能であれば直進を第1優先として進む。配管がう回をしないように、原則として起点から最初に到達したノードの座標値と終点より最初に到達したノードの座標値とで得られる四辺形をはみださないように、四辺形内のノードをベクトル優先性によりたどる。最初決定した四辺形内に経路が見つからない場合は、四辺形を拡大して経路を探索する。親管から分岐する子管の配管もこれに順じて行ない、子管のアンカポイントから親管の通過する全ノードまで

・ ; アンカポイント

A ~ R ; ノードポイント

d_i ; 管口径

図6 水平管路

配管計算を行ない，そのうち，最短の経路を採用する。

参考として図6に水平管路網とアンカポイントの関係を示した。

5.2.3 ステップ2手順（新ロジック） 旧ロジックでは管路形状が複雑な場合，配管不能となる管が存在し，また，予想外に計算時間が長かったが，立体最短法を使った新ロジックでプログラムを作成中であるので，ここでそのロジックを合わせて紹介する。新ロジックではベンド部の数を少なくすること，占有面積チェックをすること，計算時間を短くすることを目的として付加スパン長さ考慮というロジックを折り込み済みであるが，それらの詳細説明は省く。

(1) 機器管座より管路にはいるまで 旧ロジックと同様スパンに垂線をたて，長さが最短となる垂線の足をアンカポイントとした。ただし，新ロジックでは垂線なくても最短路が見つかれば斜めにアンカポイントを探す場合も許した。また，アンカポイントが一つのスパンに集中しすぎないように予防措置をとることとした。

(2) 管経路決定 ステップ1で作成された管路，あるいはステップ2でマニュアルインプットした管路をノードテーブルとスパンテーブルにまとめる。次に始点ノード（あるいは始点アンカポイント）の判定フラグを“2”とし始点ノードからの距離を0とする。今“2”のフラグのたったノードから接続しているすべてのスパンにつき他端のノードを探し，そのノードに判定フラグ“1”（最短路候補点）をたて，始点ノードからの距離を計算する。

次に判定フラグ“1”のノードのうち始点からの距離が一番短いノードに，最短路確定のフラグ“2”をたて，そのノードに接続するスパンの他端ノード（既に判定フラグ“2”のノードは含まない）に“1”をたて始点からの距離を計算する。他端ノードに既に“1”がたっていた場合は新旧経路のうち距離の短い方を採用する。

この作業をくり返し目的のノード（あるいはアンカ

図7 管路形状

イント)の判定フラグが“2”になった時点で最短路が確定し，終点ノードから一つ前のノード番号を順にたてれば最短路がわかる。その例を図7と図8に示した。

5.3 ステップ3

5.3.1 基本的考え方 ステップ3はステップ1で決定した管路内に，ステップ2で決まった経路通りに，他管とぶつからないようにスパン断面での上下，左右の配列と位置決めをするロジックである。その際の順序は下のデッキ平面から順次配列と位置決めをすることとし，一つのデッキ平面ではそれを水平面でなん段かに分割し，上段から配列と位置決めをすることとした。左右の決定は各管の経路より求まる干渉表を利用し，一つの管（一つづきの管）であれば親子とも同段に配列することにした。縦管路内の配列は壁に沿って一段配列とし，下のデッキ平面の接続管路の配列を参考にして決定する。

5.3.2 ステップ3手順

(1) 干渉表の作成 干渉表とは任意の二つの管を取り出し，その2本を同段に並べた場合に管と管とがクロスする（干渉する）かどうかを示す表であり，同じデッキ平面にあるすべての管に適用される。現ロジックでは同じ高さにおけば二つの管の経路がクロスする場合につ

図8 管経路探索法

いては別の段に配列することにした。ただしまったくひねりを行わないことにすると段数が非常に多くなるので、アンカポイント部、接続管路部で、小口径の管に対しては一部鉛直方向のひねりを入れることにより干渉条件を緩和している。

干渉表を作成する場合には、下のデッキから接続している管の縦管路内での配列と、水平ノード、アンカポイント等での合流分離の状態を参考に行なうことにした。たとえば、図9の場合、管Aと管Bの左右の判定は水平ノード部NH1、NH2、NH3、アンカポイントAP1で行なわれ、いずれも、矛盾なく満足できるようなインデックスがとられる。図の場合、管Aを基準管とした場合は、その流れ方向に対し管Bは「左に並べれば干渉しない」というインデックス“2”がとられる。インデックスの種類は全部で14種類あり、「左に並べても右に並べても干渉する場合はインデックス“3”がとられその二つの管は同段には配列されない。図10に干渉表と基本的な五つのインデックスを示す。

図9 管A、Bの左右判定

干 渉 表

	A	B	C	D	E	F
A		1	1	2	4	1
B	1		3	2	1	4
C	2	3		3	1	1
D	2	1	3		3	4
E	4	2	1	3		1
F	1	4	1	4	2	

基
準
管

- 基準管の流れに対して右ならOK : 1
- 基準管の流れに対して左ならOK : 2
- 必ず干渉する : 3
- 干渉しない(無関係) : 4
- どちらに並べてもOK : 5

図10 干渉表

(2) 優先度の計算 優先度とは単に配列に際し先に上段に選ばれる可能性を持つという意味であり、各管につき、非干渉回数(干渉表でその管を基準管とした時“3”以外のインデックス回数)、口径、展開長さを使って計算する。

$$\text{優先度} = (\text{非干渉回数}) \times \alpha + (\text{呼び径}) \times \beta + (\text{展開長さ}) \times \gamma$$

α, β, γ : インプット指定

(3) N段にはいる管の選択 管の選択は①優先度、②干渉表、③接続管路部での余裕値、の3種の条件を考慮して決める。N段とはそのデッキ平面において上段からの配列位置決めがN-1段まで終了し、まさに、管の選択、配列、位置決めを行なおうとしている段を意味する。まず、N-1段までに配列終了していない管リストの中で、優先度の最も高い管を選び出す。その管が接続管路を通過している場合は余裕値もチェックしOKであればその管をN段の基準管 P_1 とする。基準管 P_1 に対し次に優先度の高い管から順次調べてゆき、 P_1 に干渉せず、接続管路部も余裕があるかを調べ(余裕値のチェックはUP管のみ)、OKであれば P_2 とする。次に同様に P_1, P_2 に干渉しない管を選び、最終的にはお互いに干渉しない管 $P_1 \sim P_n$ が選ばれる。たとえば、図10の場合は管A、B、D、Fが選ばれることとなる。

(4) 水平スパン内での配列の決定 第N段にはいる管が選択されたのち、各管の左右関係決定と位置決めを行なう。この際、干渉表左右関係を各スパンごとの並びテーブルにインデックス変更を行ない、各スパンで並び順の決定をする。次に各管の口径を考慮して管間隔をとり、位置決めを行なう。スパン幅をオーバーした管は下段に落される。

(5) 接続スパン内配列と位置決め 第N段の接続スパン(接続管路)内の管配列はそのデッキ平面第N段の水平管路の位置決め後に行なわれる。縦管路内の配列は下のデッキ平面の接続管路の処理と同時に決定され壁沿いに一列に並べられている。

図11のように縦管路内の管をUP管、DOWN管、UP & DOWN管、通過管(素通り管)と区別しているが、そのうちUP管以外は下部デッキ平面の接続スパン内配

図11 接続管路部形状

図12 余裕値, DEAD SPACE

列により，壁に平行な方向の座標はすでに決定されている．DOWN管，UP & DOWN管は現在処理中のデッキ平面の上からなん段目に含めるかのみが未定である．縦管路内の配列は一段であるので，DOWN管とUP管が交差しないよう，DOWN管は図12のように上段にUP管の位置決めされたスペースの下（DEAD SPACE），または管路幅に対してUP管の占有幅が少なくUP管よりも上段にわり込めるスペース（余裕値または余裕幅）がある場合に選定される．UP & DOWN管 に関しては DEAD SPACE，余裕値のチェックはなしに干渉表によって選ばれた段に配置される．通過管はそのデッキを通過して上のデッキへ素通りしていく管であるため，段

図13 ステップ3 データ流れ

決定には無関係である。UP 管については、下のデッキ平面からの制約はなく自由に座標を決定してよい。

第 N 段に選ばれた UP 管が複数本あった場合、それらの管同士あるいは DOWN 管との左右関係については、平面内の配列と干渉表インデックスにより決定され、位置決めについてはなるべく $+X$ (あるいは $+Y$) 側づめとして行なう。

以上で第 N 段の水平管路部、接続管路部の配列と位置決めがなされ、第 $N+1$ 段の配列計算に移る。そのデッキ平面につき第 1 段から最終段の位置決めが終了したのち、上のデッキにつながる縦管路内での位置決めを行ない、次の (1 つ上の) デッキ平面の計算に移る。

5.3.3 ステップ 3 データ流れ データの流れ図を図 13 に示す。

5.3.4 ステップ 3 アウトプット ステップ 3 プログラムのアウトプット結果として、3RD DECK 第 1 段平面図とスパン断面図とを図 14、図 15 に示す。管路名称についての解説も合わせて御覧願いたい。本報ではステップ 1, 2 のアウトプットを省略したが図 15 と類似しており、ステップ 1 では管路のみ、ステップ 2 では同じデッキ平面の管経路を左右条件を考慮せずにアウトプットした形をとっている。

5.4 ステップ 4

5.4.1 基本的考え方

管割りを決める要素には、①管内作上からの制約、②ぎ装束からの制約、の 2 項目があるが、このうち①については各社共「標準」等をあらわして明確に定めているし、考え方も各社共通で数値に差異があるのみであり、又、制約もその性格上絶対的なものが多いので、ロジックとして組み立てるのは比較的容易である。一方、これに対して②は各社のぎ装束や施設に関係があり各々特徴があり、更にこれらの制約は必ずしも絶対的なものではなく相互の関係で適宜組み合わせられて適用されるといった性格があり、ロジックとしてはまとめにくい面がある。以上のような点からステップ 4 の第 1 段階としては、②については基本事項のみとり入れ、①についてはある程度細部まで組み入れたロジックとした。

5.4.2 ステップ 4 手順

(1) 入力で指定した深さ以上の骨を管の支持のできる点と考え、管路と直交する所をサポート候補点とする。

(2) 管サポート点、枝、曲がり部を管割り障害地とする。

(3) 管データをデッキ別に、水平管と垂直管とに、ブロックシームの両側に区分する。

(4) 区分された管を更に、管割り障害地を避けながら、出来るだけ定尺 (5.5m) で切るようにしながら中間管割りを行なう。

6. む す び

以上、機関室内の配管装置図作成の電算化につき、その研究の一端を紹介した。現在、ステップ 1～ステップ 3 のプログラムを作成しテストランを終了したが、現状では若干ロジックに甘さが残っているため、配管不能で REJECT される管が存在し、ステップ 2 のロジック修正を行ない実用化を目指している段階である。

成果の利用については、まず、第 1 段階としては電算機のアウトプットを計画図として使用し、人間が配管装置図を作成する際の参考図とすることが考えられる。その場合の効果としては、①それぞれの区画担当者の調整がうまくいく、②初心者でもより高度な設計が行なえる、③問題点の早期発見とそれの機関室配置図、管線図へのフィードバックがスムーズになる、等がある。次にアウトプットをより完全なものとするために随所に設計者が介入し、設計者の様々な質問に対して直接回答できるマン・マシオン対話形式のプログラムに編集することも考えられる。その場合の対話の手段としては、CHARACTER DISPLAY, GRAPHIC DISPLAY, DIGITIZER 等を使用することが不可欠の条件だと考え、現在ハード関係の調査も進めている段階である。

残念ながら、まだ現状では完全な自動設計とはいえないが、従来あいまいな形でいろいろな制約条件として存在していたことがらを一つのロジックという形にまとめあげたことはこの研究会の成果であろう。これによって機関ぎ装電算化の基本的ロジック、考え方の基盤が確立されたので、これから先はこれを足場として、各方面でこの種ロジックの発展を期待したい。

文 献

- 1) SR148 部会, タービン船機関部自動設計法に関する研究, 造船研究協会, 研究資料 No. 209
- 2) SR110 部会, 造船所における省力化に関する研究, 造船研究協会, 研究資料 No. 145-2
- 3) 柿原ほか, 船舶機関部管装置設計業務の電算化の一例, 日本船舶機関学会誌, Vol. 6, No. 12 (昭 46-12)
- 4) J. B. Woodward, Arrangement of Shipboard by Digital Computer, ISME TOKYO '73
- 5) 西野, 配管設計・製図の自動化における諸問題, 日本経営幹部協会, 最適配管設計セミナー資料
- 6) 高橋ほか, ネットワークプログラム, 早大生産研究所

図 15 スパン断面図

〔質 疑 応 答〕

質問者 石川島播磨重工業 石川哲司

〔質問〕 管路をいろいろな pipe を通す場合、pipe の優先順等はいかにして機械が判断するか。

〔回答〕 ステップ 2 で管経路の決定する場合は、管の口径（一つづきの管に対してはその最大径を代表させる）

順に行ない、口径が同じ場合は流体の種類によって順序が決定されます。先に導設した管により管路が一杯になった時は次に選ばれた管は迂回を行ないます。

またステップ 3 ではすでに前ステップでどの管路にどの管を通すかに決定していますので、優先順序とは単に位置決めの際に上段に選ばれる可能性が高いかどうかをあらわします。その場合は口径大、展開長さ大、干渉度小、の 3 者を考慮して順序を決定します。