

日本船舶振興会昭和48年度補助事業
“船舶の構造・性能に関する基礎的研究”

研究資料 NO. 209

第148研究部会

タービン船機関部自動設計法に関する研究

報告書

昭和49年3月

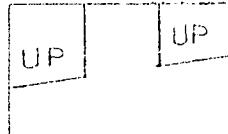
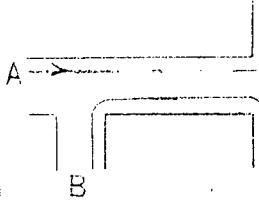
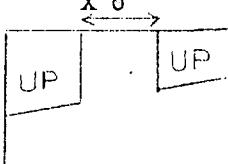
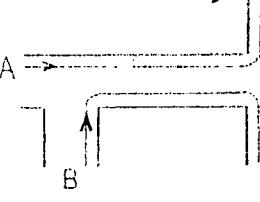
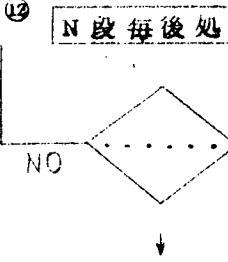
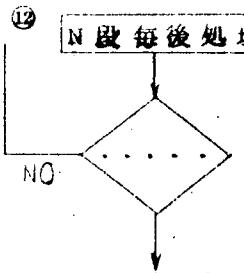
社団法人

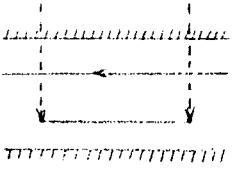
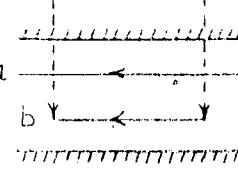
日本造船研究協会

SR-148 研究報告書正誤表

| ページ | 行 | 誤 | 正 |
|-----|---------|--------------------|--------------------|
| 1 | 4 | 決定することも | 決定することは |
| | 8 | 65,00- | 65,000 |
| | 12 | 好めるや | 始めるや |
| | 表 1.1-1 | 8. SEA WATER PUMPS | 8. SEA WATER PUMPS |
| 2 | 表 1.1-1 | 13. . . . FAN ETC. | 13. . . . FAN ETC. |
| | 16 | 徹底的に練り | 徹底的に練り |
| 3 | 2 | ---- 道路決定 | ---- 管路決定 |
| 5 | 表 1.4-1 | 第6回委員会 | 第6回委員会 |
| 7 | 16 | --- 従管路を水平管路 | --- 縦管路と水平管路 |
| | 23 | 縦面図 | 断面図 |
| 9 | 表 2.3-1 | (SUB) | (SUB-7) |
| 10 | 19 | --- 見ることなく | --- 見ることなく |
| | 25 | 道路が少なすぎる | 管路が少なすぎる |
| | 25 | 道路が僅かの障害物 | 管路が僅かの障害物 |

| ページ | 行 | 誤 | 正 |
|-----|-----------|----------------|-------------------------|
| 13 | 4 | 実用化へえ幅広い | 実用化への幅広い |
| | 38 | Machjne | Machine |
| 15 | 表 2.4-3 | 道路の中心が | 管路の中心が |
| | 表 2.4-4 | (枝管の分枝に…) | (枝管の分岐に…) |
| | 表 2.4-4 | ・分枝ノードN○を | ・分岐ノードN○を |
| 16 | 表 2.4-5 | 一般分アウトプット | 一般分アウトプット |
| 17 | 4～5 | …時期に相手手の | …時期に相手の |
| | 14 | 船艦を考へること | 船隻を考へること |
| 19 | | 図の番号と題が不明 | 図 4.1.2-1 アンカポイントの決定 |
| 20 | 1～2 | オ1優先小なる方の | オ1優先小なる方を オ2優先 小なる方の |
| | 15 | n : 定数(……) | n : 曲りの数 |
| 21 | 9 | 段段に配置する | 段に配置する |
| 22 | 10 | (b) …管配データーテープ | (b) …管配列データーテープ |
| 39 | 表 4.1.4-3 | n : 定数(……) | n : 曲りの個数 |

| ページ | 行 | 誤 | 正 |
|-----|-------------|---|---|
| 4 0 | 表 4.1.4 - 5 | X ₀  A →  | X ₀  A →  |
| 4 1 | 表 4.1.4 - 7 | 「管口道の変化す化す」 | 「管口径の変化す」 |
| 4 7 | 図 4.2.3 - 1 | ⑫ N段毎後処理  | ⑫ N段毎後処理  |
| 5 0 | 8 | …行われるが、H | …行われるが、N |
| | 10 | 図 4.2.5 … 1 | 図 4.2.5 … 2 |
| | 11 | 向にして管B「接」 | 向にして管Bは「接」 |
| 5 4 | 13 | テーブルの作成 | テーブルの作成 |
| | 29 | インデラツクス | インデツクス |

| ページ | 行 | 誤 | 正 |
|-----|-------------------|--|---|
| 5 5 | 図 4.2.8 - 2 |  |  |
| 5 8 | | 図 4.2.8 - 4がない。 | 添付図参照のこと |
| 5 9 | 2 4 ~ 5 10 | 同一 <u>致</u> に含まれる UP-DOWN管と U Pが 接続管部部では | 同一段に含まれる と U P管が 接続管路部では |
| 6 1 | 3 8 1 ~ 2 6 | 表 4.3.1 シミユレーション 不鮮明 アストランの結果 | 表 4.3.1 - 1 シミユレーション テストランの結果 |
| 6 2 | 表 4.3.1 - 2 | RD DECK UNDER | 3RD DECK UNDER |
| 6 3 | 表 4.3.1 - 3 |  管路深さ内 |  管路深さ内 ← |
| 6 5 | 9 10 | 前提 <u>条件</u> 相当は因難 | 前提条件 相当な因難が |

| ページ | 行 | 誤 | 正 |
|-----|---------------|---------------------|----------------------|
| 6 6 | 1 0 | …できるようすす 再検訂の価値で | …できるようする。 再検訂の価値が |
| | 1 3 | 慰案事項 | 慰案事項 |
| 6 8 | 7 | 割り点を指定 | 割り点を指定 |
| | 9 | 困難と思われ | 困難と思われる。 |
| | 1 0 | ルテツブ4の利用法 | ステップ4の利用法 |
| | 1 9 | 前ステップの未定に | 前ステップの未完に |
| 7 6 | 1 6 | 管路 <u>我</u> へ出る | 管路外へ出る |
| 7 9 | 1 7 | 7 D K語 | 7 O K語 |
| 8 5 | 表 5.4.2 - 7 | 表 5.4.2 - 7 | 表 5.4.2 - 6 |
| 8 6 | | 表番号がない | 表 5.4.2 - 7 |
| 8 7 | 図 5.4.2 - 1 | | |
| 8 8 | 2 | 6,200 語 | 4,200 語 |
| 9 2 | 表 5.4.2 - 1 6 | 管径統番号 | 管系統番号 |

| ページ | 行 | 誤 | 正 |
|-------|-----|-------------------------|-----------|
| 9 3 | 1 2 | 管のパ <u>ー</u> ンは | 管のバターンは |
| 9 4 | 1 6 | 5 <u>—</u> 4 <u>—</u> 1 | 5 . 4 . 1 |
| 1 0 3 | 9 | ノードを <u>屋</u> 過する | ノードを通過する |
| 1 1 3 | 1 | <u>O</u> VERLAY | OVERLAY |
| 1 2 3 | 9 | キール・ナイン | キール・ライン |

はしがき

本報告書は、日本船舶振興会の昭和48年度補助事業「船舶の構造、性能に関する基礎的研究」の一部として日本造船研究協会第148研究部会においてとりまとめたものである。

本研究部会の委員は、次のとおりである。

第148研究部会委員名簿（敬称略、順不同）

| | | |
|-----|----------------|---------------|
| 部会長 | 戸川 哲（三菱重工業） | 荒川 宏（C R C） |
| 主査 | 若月文也（石川島播磨重工業） | 岡田 弘昭（佐野安船渠） |
| 委員 | 青木 雄二郎（日本钢管） | 小泉 嘉幸（日本海事協会） |
| | 伊藤剛平（日本造船工業会） | 清水 明（三菱重工業） |
| | 菊池嘉嗣（住友重機械工業） | 田中兵衛（昭和海運） |
| | 佐藤義一（函館ドック） | 中野貞夫（大阪造船所） |
| | 清水 実（川崎重工業） | 古市 勉（三井造船） |
| | 陣駒美登（佐世保重工業） | 六車 正彦（佐世保工業） |
| | 中村貞明（三井造船） | |
| | 村井正宏（日立造船） | |
| | 吉田 浩（三菱重工業） | |

第148研究部会小委員会委員名簿（敬称略、順不同）

| | | |
|-----|----------------|---------------|
| 部会長 | 戸川 哲（三菱重工業） | 荒川 宏（C R C） |
| 主査 | 若月文也（石川島播磨重工業） | 石原 晃（住友重機械工業） |
| 委員 | 荒川二郎（日本钢管） | 伊藤政美（三井造船） |
| | 石井 保（函館ドック） | 加藤 徹（住友重機械工業） |
| | 和泉厚一（三井造船） | 喜田匡彦（佐野安船渠） |
| | 植原英樹（石川島播磨重工業） | 清水 明（三菱重工業） |
| | 河村量介（川崎重工業） | 中村貞明（三井造船） |
| | 工代輝幸（川崎重工業） | 宮本和千代（日本钢管） |
| | 中上義春（日立造船） | 六車 正彦（佐世保重工業） |
| | 藤岡義修（大阪造船所） | 吉田 浩（三菱重工業） |
| | 三好 正（大阪造船所） | |
| | 向笠 浩介（日立造船） | |

目 次

| | |
|--|-------|
| 1. まえがき | 1 |
| 1. 1 研究の目的 | 1 |
| 1. 2 今までの研究の経過 | 2 |
| 1. 3 S R 1 4 8 部会作業計画 | 2 |
| 1. 4 作業経過 | 5 |
| 2. 研究の成果と今后の問題点(付、今后の研究の進め方に関するアンケート) | 7 |
| 3. むすび | 1 6 |
| 4. 研究の詳細 | 1 8 |
| 4. 1 基本構成(ステップ1～4) | 1 8 |
| 4. 2 ステップ3のロジック | 4 2 |
| 4. 3 ステップ3の改善すべき点とステップ2へのフィードバック事項 人手によるシミュレーション作業の成果(とテストラン結果) | 6 1 |
| 4. 4 ステップ4のロジック | 6 6 |
| 4. 5 ステップ4の改善すべき点とステップ1～3へのフィードバック事項 | 7 7 |
| 5. ステップ3のプログラムの詳細 | 7 9 |
| 5. 1 使用機器 | 7 9 |
| 5. 2 プログラム言語 | 7 9 |
| 5. 3 制限事項 | 8 0 |
| 5. 4 プログラム構造 | 8 0 |
| 5. 5 計算機の実例 | 1 2 8 |

1. まえがき

1.1 研究の目的

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も勿論、電線、通風装置、梯子、格子等のあらゆる設備の位置を決定し、これにより必要な舾装金物の製作を行なうと共に、機関室全体の側定法の決定を行なう等、多目的を持った最も重要な図面である。

25万重量トン前後のタービンタンカーの例をあげると、配管の口径は $10\phi \sim 1,300\phi$ の20種類以上に及び、長さは $10,000 \sim 15,000$ m、電線の長さは $6,500 \sim 8,100$ m、補機器類の数約150等、膨大な数に上る。(表1.1-1参照)この様な多種の品物を扱う設計者は、非常に巾広い多量の正確な知識を持つ必要があり、如何に教育制度を強化しても最低10年の歳月は必要であり、今日迄いわゆるベテラン設計者に頼る以外に方法がなかったのが実情であった。

然るに急速な時代の進歩により、膨大な情報の処理のスピードアップと記憶の機械化が可能になり好めるや、配管装置図の内容の徹底的な分析により、情勢は一変して來た。性能、取扱い、保守等を機器毎に検討し、一つのパッケージ化した補機ユニットモジュールと見なすことにより、一船毎に新しく設計する領域を大幅に狭めることができられた。この様な補機モジュールを拡大していくにつれて、配管設計作業は、大容量の記憶と、かなり小さな領域での単純思考作業との組合せと見なされる様になり、電算機の活用の可能性が生まれて來た。

昭和45年に開始された「造船所のアンドマン化の研究」の中で、設計作業の効率化、電算化による省力化がとりあげられたが、これをきっかけにして、造船各社の機関舾装関係者が協力して本問題の研究を行なうこととなった。

表1.1-1 PRINCIPAL PARTICULARS OF MACHINERY PART
(26,000 DWT CLASS OIL TANKER)

| | NAME OF MACHINERY | PARTICULARS | NO. OFF | IGHT OR LENGTH | REMARKS |
|----|--------------------------|---|------------|----------------------|-------------------|
| 1 | MAIN ENGINE | 34,000PS X 90 RPM | 1 | 331TON | |
| 2 | MAIN BOILER | 61.5KG/CM ² X 515°C 53,500/72,000KG/H | 2 | 358 | |
| 3 | ELECTRIC GENERATOR | 1,600KW X 1,800 RPM | 1 | T 14 G 11 | TURBINE DRIVEN |
| 4 | " | 800KW X 720 RPM | 2 | D 60 G 11 | DIESEL DRIVEN |
| 5 | DISTILLING PLANT | 60TON/DAY | 2 | 12 | |
| 6 | CARGO OIL PUMP | 4,000M ³ /H X 125 MTH | 4 | 13 | TURBINE DRIVEN |
| 7 | MAIN CIRCULATING PUMP | 6,500M ³ /H X 3MTH | 1 | 4 | MOTOR DRIVEN |
| 8 | SEA WATER PUMPS | 2,200M ³ /H X 8MTH, 300M ³ /H X 30MTH, 350M ³ /H X 100MTH | 8 | 16 | |
| 9 | F.O. & L.O. PUMPS | 12M ³ /H X 40K, ETC. | 6 | 2 | |
| 10 | FEED WATER PUMP | 190M ³ /H X 84K | 2 | 4 | TURBINE DRIVEN |
| 11 | OTHER PUMPS | | 9 | 8 | MOTOR DRIVEN |
| 12 | HEAT EXCHANGERS | CONDENSER, HEATER, COOLER | 10 | 52 | |

| | NAME OF MACHINERY | PARTICULARS | NO. OFF | IGHT OR LENGTH | REMARKS |
|----|----------------------------|--|-------------|----------------------|---------------------|
| 13 | AIR COMPRESSOR, FAN ETC | 200M ³ /H X 8.5K | 15 | 34 | |
| 14 | SHAFTING | PROPELLER AND SHAFT 8,700φ 825φ, 650φ | set 1 | 218 | |
| 15 | TANKS | L.O. 19TON, F.W. 6TON, F.O. 0.2TON, ETC | abt 20 | 25 | EXCEPT HULL TANK |
| 16 | MISCELLANEOUS | MACHINERY VALVES | 60 1,000 | 210 | |
| | TOTAL | | | 1,383 | |
| 17 | PIPING | | | 15,000M 391TON | |
| 18 | ELECTRIC CABLE | | | 81 KM 60TON | |
| | GLAND TOTAL | | | 1,834TON | |

1.2 今日迄の研究の経過

配管装置図の電算機に依る製図手法の研究は、昭和43年頃から各社毎に、基礎的な検討が開始されているが、その内容の複雑さから遅々として進まなかった。

昭和46年にはこの打開策として、前述の「造船所のアシマンド化の研究」の一環として、直接機関機器設計を担当しているメンバーが集まり新しいアイディアを基に共同研究を行なった。

この研究を通じて、今迄殆ど不可能と考えられていた配管装置図の設計作業の機械化の可能性がクローズアップし、47年度には、大手8社が自主研究を行ない更にその詳細の検討を進めた。他方デジタイザーをベースにしたCAD方式が、メーカーと造船所の共同研究により脚光をあびる等、ハード・ソフトの進歩も目ざましいものがあった。

この中でSR148研究部会は、これらの研究を総合的に検討し、昭和48年度に配管装置の自動設計法の研究の推進を行なうことになった。研究の基本的な流れは、SR110部会、大手8社の自主研究の方針を採用し、できるだけその成果を活用することとした。

1.3 SR148部会作業計画

研究の開始に先立ち、過去にSR110、自主研究に参加したメンバーを極力委員に推薦願いほゞ目標に近い優秀なスタッフが揃った。

研究項目の詳細及び手順について、ステップ1、2の作業経験から計画を徹底的に練り直した結果「甘さを残したまゝで実用化を第一優先に考える」方針を「各ステップ毎の問題点を徹底的にクリアにし、将来の実用化の為に必らず通らねばならぬ基礎研究を行ない、目前の実用化は後廻しにする。」ことに重点をおいて作業を進めることにした。従って4つのステップに分けた作業区分の中、第3のステップが最も難しいものであり、これに最重点を置き、研究の全精力を注入することにした。第4のステップは期間、費用両面からみて可能な限り作業を進めるとした。

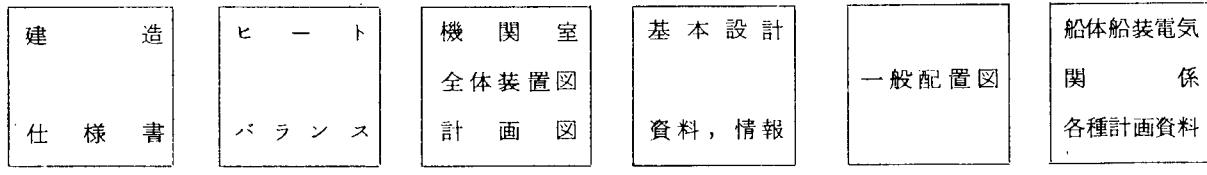
第1、第2のステップは既にプログラムは昨年度迄に出来上っているが、これに関する修正には手をつけず、問題点を明示しておくことにした。

研究に当たって注意をした点は次のとおりである。

配管装置用の自動設計法に関する研究は図1.3-1に示す通り次の4ステップに大区分した。

- ステップ1 道路決定
- ステップ2 管の導設
- ステップ3 管の配列
- ステップ4 管割り

- (1) ステップ1, 2, 3, 4の間に問題点が存在しても基礎研究という観点に立脚し、問題点を摘出するに止めておく。各ステップは夫々ある前提条件のもとで作成したシステムであることを良く認識して研究を実施する。
- (2) システムデザインとプログラム開発を明確に区別する。
- (3) システムデザインが終了するまで電算機の使用はしない。
- (4) プログラム開発に入っても内部仕様書、見積書の確認が済むまでコーディングは行なわぬ。
- (5) プログラム開発を行なう前即ちシステムデザイン中に充分シミュレーションを実施し、システムデザインの良否を確認しておき後日の変更をなくする様努力する。
- (6) プログラムの開発に入ったらシステムデザインの根本的な変更は一切行なわない。
- (7) ステップ3はその内容を要素別に12項目に分類してプログラム開発を行なう。
- (8) ステップ3を開発中にステップ1及び2に波及する問題が発生してもステップ1及び2のプログラムの修正は一切行なわない。問題点を明記するに留める。
- (9) システムデザインは研究期間内で全て完了するが、プログラム開発は時間と費用が不足した場合は一部の項目の開発に留める可能性もある。
- (10) ステップ3の現状は、ニーズの提出がなされ、ニーズの分析方法の検討を行ないニーズを満足することが可能な仕様書が提出された状態とする。
- (11) プログラム開発後内部仕様書及びプログラム説明書の提出をプログラムメーカーに義務づける。
- (12) プログラムのコーディング、デバッグ、テストラン作業は一切ソフトウェア会社に依頼する。但しテストランデータの作業及びシミュレーション作業はすべて小委員会(ワーキンググループ)で実施する。



基本設計より各造船所設計に業務移管

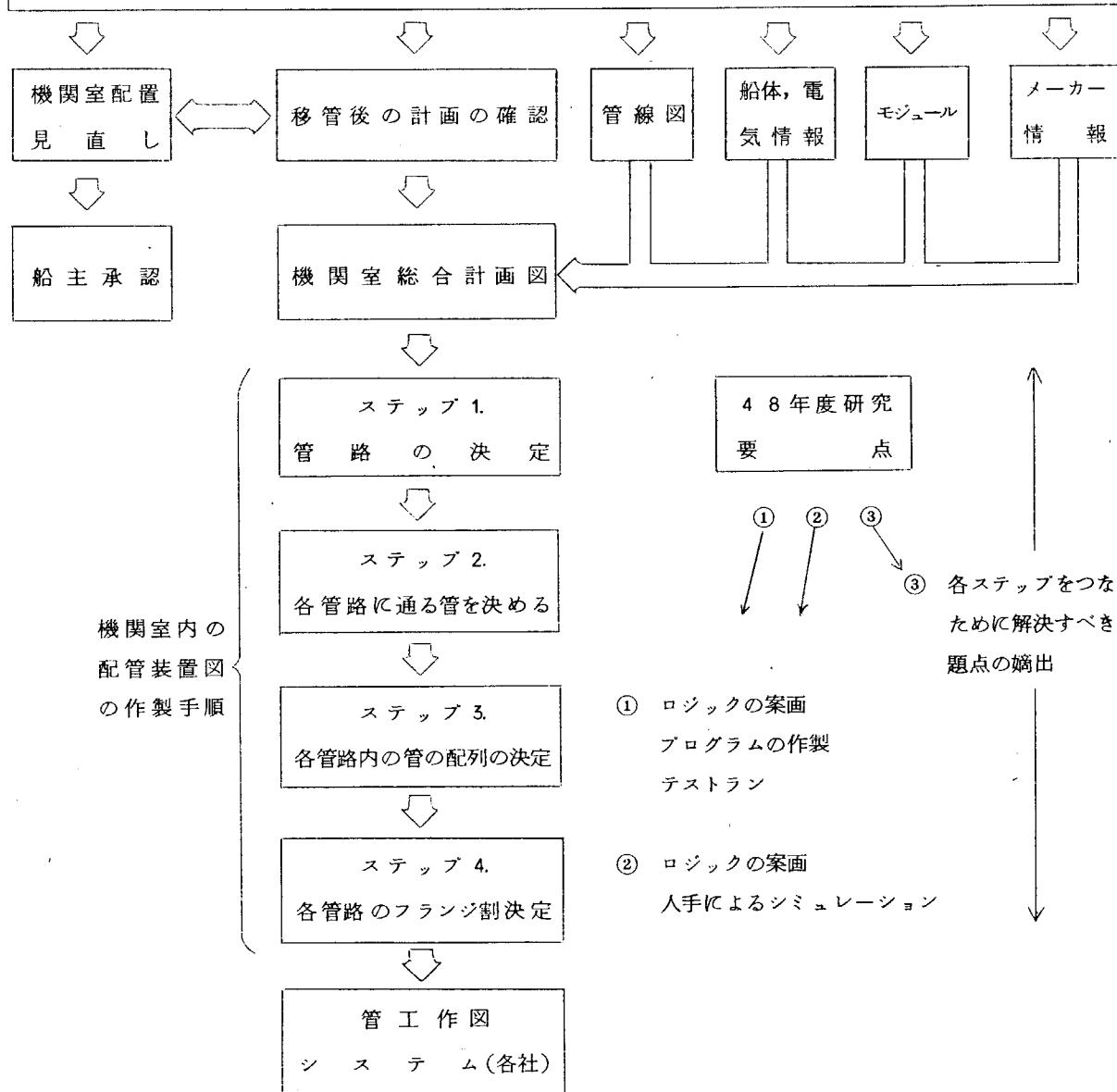


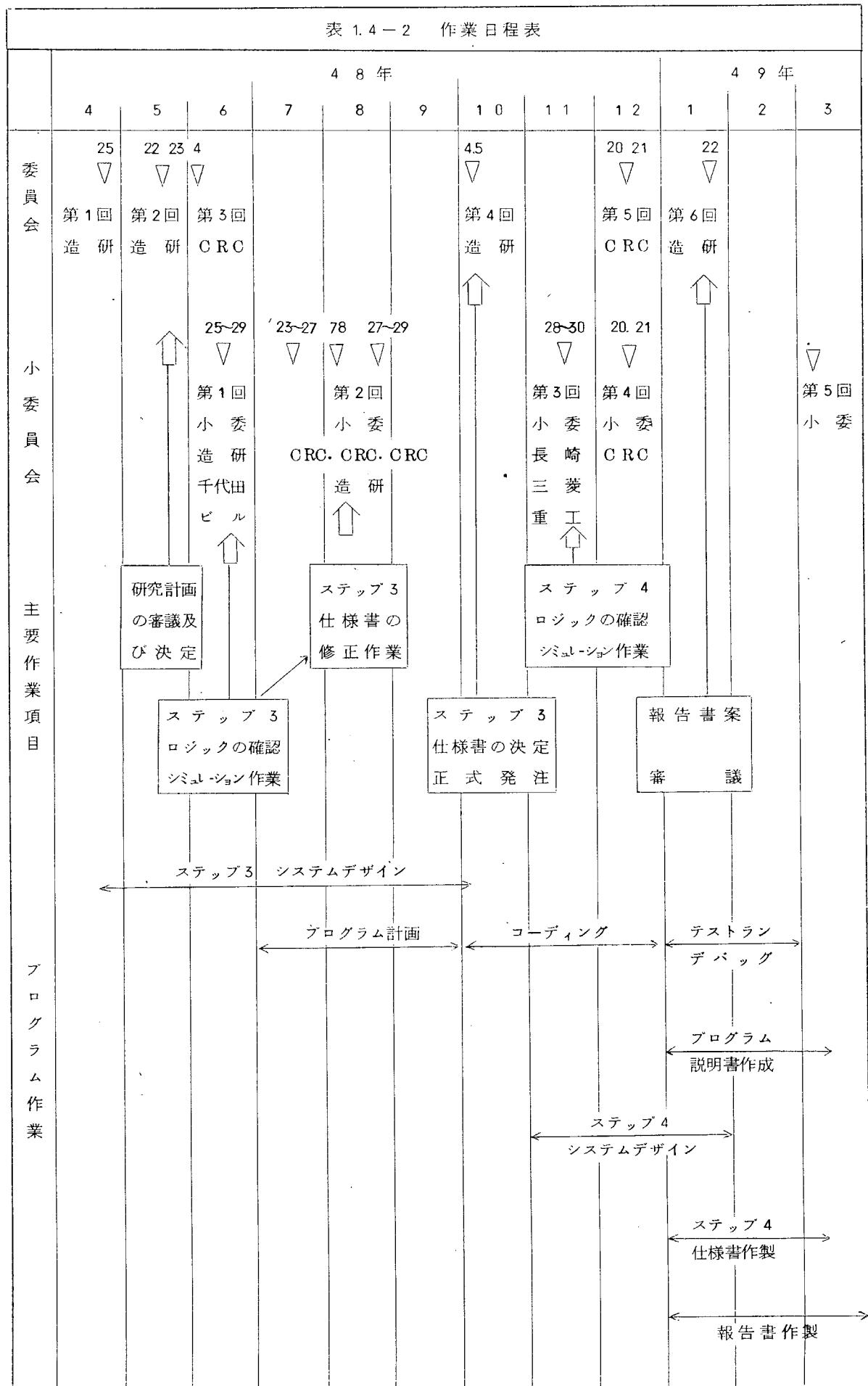
図 1.3-1 プログラムの主要流れ図

1.4 作業経過 表1.4～2を参照のこと

表 1.4 - 1

| | 日 時 | 場 所 | 議 領 |
|--------------------------|------------------------------|--------------|--|
| 第 1 回 委 員 会 | S 48. 4. 25 | 造 研 | 1. 委員名簿の確認 2. 部会長の選任 3. これまでの研究経過と今後の計画説明 |
| 第 2 回 委 員 会 | S 48. 5. 22 S 48. 5. 23 | 造 研 | 1. 昭和48年度研究計画(詳細)審議 2. 各社の作業分担について |
| 第 3 回 委 員 会 | S 48. 6. 4 | C R C | 1. ステップ1, 2, 3説明 |
| 第 1 回 小委 員 会 | S 48. 6. 25 S 48. 6. 29 | 造研, 千代田ビル | 1. ステップ3シミュレーション作業(1) |
| 第 2 回 小委 員 会 | S 48. 7. 23 S 48. 7. 27 | C R C | 1. ステップ3シミュレーション作業(2)(接続スパンでひねった場合) 2. ステップ3ロジック修正案の検討 3. ステップ3仕様書変更作業(1) |
| | S 48. 8. 7 S 48. 8. 8 | C R C | ステップ3仕様書変更作業(2) |
| | S 48. 8. 27 S 48. 8. 29 | 造 研 C R C | ステップ3仕様書変更作業(3) |
| | S 48. 10. 4 S 48. 10. 5 | 造 研 | 1. ステップ3発注仕様書の確認 2. プログラム計画の説明 3. ステップ4の取り扱い方の審議 |
| 第 3 回 小委 員 会 | S 48. 11. 28 S 48. 11. 30 | 三菱重工 長 船 | 1. ステップ3進捗状況の報告と制限事項の確認 2. ステップ4ロジック見直し 3. ステップ3テストランデータ作成 4. ステップ4シミュレーション作業 |
| 第 5 回 委 員 会 (第4回小委員会) | S 48. 12. 20 S 48. 12. 21 | C R C | 1. ステップ3進捗状況と問題点確認 2. ステップ4の評価 3. 報告書原案の検討 4. 今後の研究方針検討議 |
| 第 6 回 委 員 会 | S 49. 1. 22 | 造 研 | 1. 48年度研究報告書の審議 2. 今後の運営方針について |
| 第 5 回 小委 員 会 | S 49. 3. B | | 1. ステップ3テストラン結果の検討 |

表 1.4-2 作業日程表



2. 研究の成果と今后の問題点

今回の研究により次の成果が得られた。

2.1 配管に関する設計作業のロジックが徹底的に究明された

複雑な装置図が、どの様を一貫したロジックにより設計されているのか最大の関心事であったが、意外にも予め定めた十数項目の規則を、その場の状況に合せて `try & error method` で巧妙に都合よく使い分け乍ら設計していることが判明した。結局配管設計作業には空間の自由度がありすぎて、すべてを機械に頼るのはロスが多すぎることが明確になった。又人間が最も得意としているパターン認識を利用して理想を追い求めていた領域は機械では追い切れず、その逆にロジックを定めてそれを忠実に守って根気よく無数の `try & error method` で、ベストのものを追求する領域では機械力、コンピューターの能力をフルに活用すべきであることも十分確認された。

従ってどの部分を機械に頼り、どの部分を人が分担するかについての定量がはっきりして来たことが、今回の研究の最大の収穫であろう。

この様な認識の下にプログラムを作製して着手できたのはまさに幸いであった。

2.2 ステップ3のプログラムを作製し、テストランを終了した

ステップ3は管路内の管の配置決定プログラムであり、最も難かしいロジックであった。46年度に作製されたステップ1、47年に大手8社グループの自主研究作業により修正されたステップ2に比べるとその内容は遙かに高度である。残念なことにはステップ3で未処理のまゝとなっている従管路を水平管路の接続部での詳細形状を決定する時間的余裕が無かった為、この部分はステップ4でもそのまま残されている。今后の取扱いはステップ2、3を同時に考えた処理方法、新ロジックの案画が必要である。従ってステップ3、4を連続して計算することができないので、ステップ4の計算開始前に人手による修正インプット作業が必要である。

プログラムの概要は次の通り。

| | |
|--------|----------------------------|
| ステップ数 | 約9,000枚 |
| インプット数 | 約5,000枚 |
| アウトプット | 各デッキ別、段別の配管図、縦面図、平面図 |
| 計算機容量 | 60～70 KWD (≈ 360～420K バイト) |

アウトプット例については「5.プログラム詳細」に示す。

2.3 ステップ4のプログラム仕様書を完成した

ステップ4は管割りのプログラムであるが、ステップ1～3迄の懸案事項の解決の仕方により、管割り方法も変わることが予想されるため、ロジックの人手によるシミュレーションによる検討を徹底的に行ない、ステップ1～3の解決案に即応できる基礎作業を完了した。

プログラムの作製は、ステップ1～3のレベルの不揃いの修正が終了した後に着手するのが得策と考える。

この作業を通じて、現在既に各社で実用化されている管一品図システムとステップ4との組合せシステムへの取組み方が討議された。現在は管割りは人手によって行なわれているが、管割りの考え方方が作業者によりバランスであり、作業手順によって管の本数と形状が20%程度変動することが判った。従って管割りの作業手順をステップ4のロジックと作業者の視覚による判断の組合せにより行ない、〔ステップ4+管一品図システム〕のまとめを行なった方がより実際的ではないかとのアイディアも産まれて来た。

このようなことから考え、慌てゝステップ4のプログラムを作ることなく、今后更にその構成を考え直す期間を置くべきである。

仕様書より基本的考え方と主幹流れを取り出すと次のとおりである。

詳細の説明は「4.研究の詳細」にゆずる。

2.3.1 基本的考え方

管割りを決める要素は大別すれば次の二項目になる。

- ① 管内作上からの制約
- ② 築装上からの制約

この中で①は各社共「標準」等に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立てるのは比較的容易である。

一方、②は基本的事項は各社共通なものもあるが、細部の具体的な事項となると各社の築装法や施設に關係があり、各々特徴があるようであり、更にこれらの制約は必ずしも絶対的なものでなく、相互の関係で適宜組合されて適用されるといった性格があり、ロジックとしてまとめにくい面がある。

以上のような点よりステップ4の第一段階としては、築装上よりの制約については基本的事項のみ取り入れ、①についてはある程度細部まで組入れたロジックとしてまとめ上げることとした。

そして基本ロジックが出来た後で第2段階で、築装上の各種の要求を組込み、各社の選択に応じて適用出来るようなロジックに発展させようとしている。

2.3.2 ステップ4 主幹流れ

図2.3-1ステップ4主幹流れを参照願いたい。

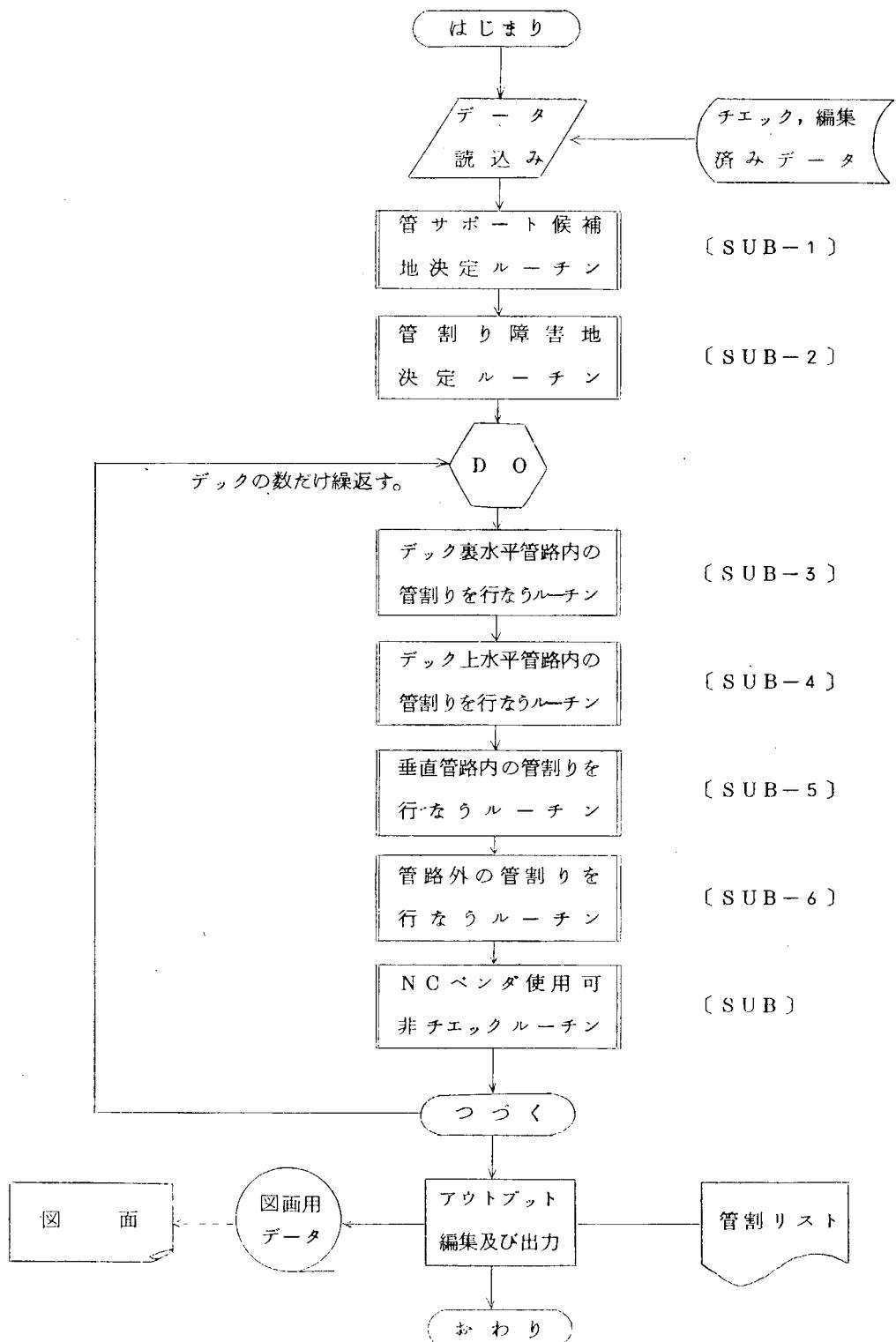


図 2.3-1 ステップ4主幹流れ

2.4. 今后の問題点

2.4.1. プログラムの基本構想に対する再評価

プログラム全体を通して気付くことは、現在入手で行なっているパイプアレンジメントの作図をそのまま4つのステップに分けてそっくり機械化しようとする考え方で貫して来たことである。

プログラムの作製が進むにしたがいこの作画の過程で多くの矛盾が設計作業そのものに含まれていることが判明してきた。例えば「二点間を結ぶ最短の管を決める」と第一目標として設計を開始し乍ら、「途中で長くなっても曲りを少なくするために経路を変える」とか「製作しやすい様に管の束を作るので経路を変え配列順序も変える」等の妥協と制限条件の緩和が随所で行なわれていること等である。配列のロジックに至っては「お互にぶつからない位置決め」を指向し乍ら、現在の設計作業では「機械作業のしやすさから直管を束にすること」が何時の間にか部分的に優先し、その結果「ぶつかることになった管はお互いに3次元のヒネリでこれを解決する」と云う手順にすりかえられている。

この様なパターン認識、自己判断能力を必要とする作業手順をそのまま既存の電算機にやらせようとは到底無理なことである。従って「最も短かい経路を通る管」を基本に置いた出発点を今一度変えて、もっと現実に近い他の基本構想、すなわち機械のしやすいこと、開放しやすいこと、配管の増し締めが可能であること等の配置、配列に関する条件の設定を第1にとり上げた考えを基礎にして再出発することも検討すべきであろう。

しかし、従来人間のやり方はTry and Errorであったが、そこにこのような総合判断のできるロジックを作り出したことはこの研究会の大きな成果であろう。

2.4.2 プログラムのアウトプットをどこで設計者がチェックするのが最も効果的か

自動設計法が実用化された場合、設計者が完成像を全く目で見るこく無く、いきなり管の製作を始めることは先づ考えられない。

但し機械に一気に消化させる部分と、人が介在する部分とを明確に仕分け、どこで介入するかを決めねばならない。従って次のケースが考えられる。

a) ステップ1の後

ここでは管路の過不足、形状の良否を目で見て修正することが可能である。補機が多くあるのにその近傍に道路が少なすぎるケースや道路が僅かの障害物のために大巾に削減されている場合の修正を行なう。これにより管路面積不足のために配管できない管を減らすことができるし、将来管路単位で数本の管を一度に管割りをする場合管路の形が管割りに影響することも考え、是非この時点でチェックを行なうべきであると考え方である。

b) ステップ1—2を終了した後

管の系統線図を立体的に視ることができる。従って、系統毎に例えば図2.4-1の様に1本宛とり出してその形全体を眺め、設計者の視覚により管のコース及び管の分岐点等の修正をする。

どこに管が密集しているか、それをどこに移せばよいか、

rejectされた配管不能の管を手で追加する。管路を追加して密度乃至は管の経路の変化を再検討する等が可能である。

管の過不足、適否を判定するのは管を系統毎にリードした方がよく判り、例え管路の形が不十分であっても同時に修正できるのでこの方が良いとする考え方である。

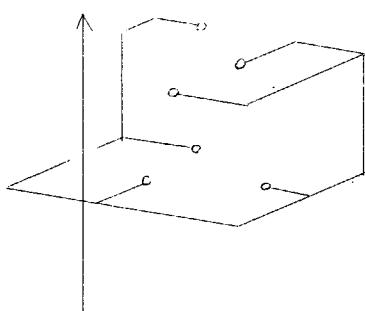


図2.4-1

c) ステップ 2→3 を終了した後

これには、ステップ 1 の後設計者が目で見て修正した後に一挙にステップ 2, 3 を連続して走らせる考え方である。

ステップ 2, 3 を一挙に走らせることになれば当然それに応じたロジックの改正が必要となる。すなわち現在は管導設の際には管の配列を考慮しないが、新しいロジックではそれも含めてより有効な管の経路の選定が可能となろう。

ステップ 2→3 を連続して走らせた後に修正を要する管については次の 2 つのケース、即ち管路形状が複雑で管経路が見つけ出せなかっただために落とされた場合と、管路の断面積が不足したために落とされた場合を考えられる。いずれにしても落とされた管については一本一本眼で判断しながら経路を（必ずしも管路内にとは限らないが）決定する必要がある。この際、プロッターあるいはグラフィック・ディスプレイの有効利用法がかぎになろう。

2.4.3 最も実用化に近い道は？

若干ロジックに甘さが残っているため、配管不能で **reject** される管が多くなりすぎている。

最短コースを通り、曲りも最小でどの管共干渉することもなく規定のコース内に枝管共にすべての配列をし、且製作にも何等支障ない管装置が一体有り得るのかと疑問もあるが次の様な方法が考えられる。

- a) 各ステップ毎に単独に活用する。即ち、パターン認識はにがてだがロジックの整理は大という電算機の性質をうまく利用し、設計者に對し管装置計画用の参考データを供給する C A D 方式とする。
- b) 各ステップのプログラム自体は、それぞれ 10～15 の小ブロックプログラムから構成されている。これをバラバラにして適当に組合わせ、設計者の様々な質問に対して直接回答できるマシーマシン対話型式のプログラムに編集して使う。
- c) 制限条件を大巾に緩和して、先づ大まかなデータを出す。

之をデジタイザー（座標読取装置）やディスプレー装置を使って設計者が眼で見乍ら修正する。

初めから修正することを前提にして全体を眺め、之をリファインする方式。

現在の研究のコースのすぐ近傍にある様に感じられる。

- d) 各デッキ毎の計算を単独にする。計算に先立って数デッキを貫通する管は優先的に固定する。管の接続部を起点又は経点として各デッキの結果をまとめ、総合的に人の視覚を利用して仕上げる方式。

最も見栄えのする仕事を機械がして、人間はその機械が旨く動く為に唯細かい面倒を見るために付いていると云う、N/C マシンにあり勝ちな作業のしくみは設計に持ちこまない様にしたい。少なくとも、設計者の眼で見て判断できる所は存分に設計者に決定して貰い、これらの決定をまとめ整理し直し、設計上のミスが無いか否かを予め定めた規則によりチェックする等の面倒な仕事を機械にさせる様な方式は設計者にも喜んで受け入れられることとなろう。

- e) ステップ 1 は当分使わない。管路は人が自由に設定する。ステップ 2+3、ステップ 4+一品図システム、ステップ 2 の単独ラン、ステップ 3+4、等の組合せを考え、人の介入する最適点を探し直す。
デジタイザー、ミニコン、C R T 等のハードの組合せを考える。
 - f) ステップ 3 を 2 乃至 3 つのサブグループに仕分け、その間に細かく人が介入する。
- 以上の中にこゝ 1～2 年間で実用化できるケースが含まれて居り、この面でのまとめを急ぎ進めることとなろう。

2.4.4 自動設計法は本当に可能か

長期的にはより高度のロジックを考え出せば可能と思われる。短期的には先づ部分利用をし乍ら、設計者の参考になるガイド図、資料を供給すること、及び対話型式で設計者の質問に即応した回答を出すこと。即ちCAD方式をとるべきである。

又、今回の研究により作製されたプログラム及びロジックはできるだけ早い時期に持ち帰り各社毎に実用化の努力をすることが大切であり、これを通して実用化の促進をはかるべきである。

2.4.5 今后の研究の進め方に関するアンケート

当研究会はS R - 110 部会 D 3 モジュール化小委員会の席上発足以来約2年間研究を継続し、その間「ステップ1」～「ステップ4」の各ステップを通じロジック作成、ロジック見直し、プログラム作成、テストラン、テストラン結果の検討などを行って来た。しかしテストランの結果、プログラム作成時には気付かなかつたいろいろな問題点も発見され、ステップ1、ステップ2、ステップ3ともまだ実用化には至っていない。

そこで、このS R - 148 部会がS 49. 3. E で終了したのちどのような形で研究を継続したらよいかを参加会社を対象に調査を行った。

主な調査項目は

- 1) 来年度の研究態勢
- 2) 昭和50年に造研に研究補助の申請をするか
- 3) 研究会の進むべき方向
- 4) 実用化を阻害している問題点の確認

等である。

アンケートの結果は現在のプログラムは実用化迄今一步の所でとどまっているものの、機械と人間との対話の方法を確立すれば実用化も可能となること、そのため「ステップ2管の導設」のプログラムを中心に「ステップ3管の配列」の前半をとり込んだ形で各社協力して共同研究を推進することが確認された。

アンケートの詳細は次のとおりである。

- (1) 49年4月以降も研究を続けるべきか

表 2.4-1

| | 親委員(11社) | ワーキングメンバー |
|-------|----------|-----------|
| Y E S | 11 | 18 |
| N O | 0 | 0 |

- (2) 存続した場合の進むべき方向

表 2.4-2

| | 親委員 | W. G. |
|--|-----|-------|
| イ) speed を落とし全体構想の検討会をする | 4名 | 9名 |
| ロ) 実用化のため部分利用を考える | 7名 | 9名 |
| ハ) 現在のプログラムの Refinement を重点とする | 0名 | 3名 |
| ニ) 若手の情報交換会とし「パイプアレンヂ作画法の改善」 をとり上げる | 3名 | 5名 |

ホ) その他補足意見

(a) 親委員

- ① イ), ロ), ハ), ニ) を総括して立案し、進捗をはかる(ロ)
- ② 部分的利用を第一目標、かつ実用化へ幅広い探求(イ, ロ)
- ③ イ), ロ)の順序で多少年月がかかってもよい。

(b) ワーキングメンバー

- ① 現在のProgramは不明点が多いので、全StepのLevelの調整が必要(イ)
- ② 電路、風路も含める。(イ)
- ③ 短期的には部分的な実用化をめざし、長期的には一貫性を追求する。(ロ)
- ④ 完全な自動設計は不可能、従って結果の一部を利用し、あとはManual修正する。(イ, ロ)
- ⑤ Step3にくらべStep1&2が不備があるので、Step1&2をRefineする方が良い。(ハ)
- ⑥ 時間をかけて進むべき方向を検討する。(ニ)
- ⑦ (イ), (ハ)は50年以降でよい、(ニ)は各社でやれるので実用化をめざす。(ロ)
- ⑧ 基礎研究としては面白いが実用化は困難である。現在のProgramは問題点が多く、Refineしてもうまくいかないので、問題を洗直し構想を練り直す。(イ, ロ)

(3) 存続する場合の費用(親委員のみ)

(a) 人件費は各社負担 Yes 11社 NO 0社

(b) 電算機の利用

- イ) 100万/1社 ... 2社、300万/1社 ... 3社、500万/1社 ... 2社
- ロ) 電算機は使用しない 4社

(c) 会議場

- イ) 造研 ... 2社、造工 ... なし、舶用機関学社 ... 2社、不明 ... 3社
- ロ) 各造船所持ちまわり ... 1社
- ハ) どちらでもよい 3社

(4) 50年度の研究開始について(親委員のみ)

(a) 参加する 10社 しない 1社

(b) 部会長 Yes なし No 11社

(c) ワーキングメンバーは 1名参加 6社
2名参加 4社

(5) 自動設計そのものについて

(a) Pipe Arrangement の電算化について 親委員 ワーキングメンバー

- イ) 自動設計が望ましい 2名 7名
- ロ) 部分的利用によるCAD 9名 9名
- ハ) 併用する 1名

(b) それを現在研究中の機関室自動設計に応用した場合

(i) 親委員

- ① 本来イ)であるべきであるが、現時点では不可能であるから標準化をすゝめて、ロ)の形となる。
- ② 現在のStep2-3を会話形式でMachineと応答する形となる。

- ③ Step 2 で Logic 的に未定になる時、Step 3 の「ひねり点」等は人間による指定。
- ④ Step 1, 2 は比較的適用しやすく Merit もあるので実用化その実績評価が出来てから Step 3 の導入を考慮する。

(ii) ワーキングメンバー

- ① Step 1 と Step 2 の前半は Manual による指示指定（主管路、重要管経路）を多くし、Step 3 は数 Section に分割しつなぎに Communication Routine を設ける。 (口)
- ② Step 2 だけで Guidance Plan を作成したり、Step 2 にラフな配列要素（ひねり等）を入れて Step 3 をやり易くするなど当面は各 Step を単独に使用して現実に役立たせる。長期的には各 Step を接続して Auto Designe を指向する。 (イ)
- ③ そのまま実船適用は無理であるので、計画図として利用する Step 4 まではつながらない。 (イ)
- ④ Step 2 まで自動設計、Step 3 以降はベースは自動設計で部分的手直しを Man-Machine System で行う。 (口)
- ⑤ Input の作成、Output の修正を会話形式で行う。 (口)
- ⑥ Step 1, 2 と Step 3 の 3 段目までを自動設計残りを Manual。 (イ)
- ⑦ CAD だと Man→Machine 間の情報量が多くなるので中途半端な CAD を目指すよりも自動設計が良い。 (イ)
- ⑧ CAD にするにしても現在の Hard-Logic では困難。 (口)
- ⑨ Module は CAD、つなぎ配管は自動設計。 (イ)
- ⑩ 現在省略している事も Manual の場合でも画一化されていないので時間をかけければ自動化は可能である。 (イ)
- ⑪ Step 2 と 3 の一部に Computer を使いそのつなぎは人間が介在する事を考えその為の System と Logic を考え直す。 (口)

(6) ワーキング・メンバーの意見（回答数 17）

(a) 実用化は？

| | 1年後 | 3年後 | 5年後 | 10年後 | それ以上 |
|--------|-----|-----|-----|------|----------------|
| STEP 1 | 0 | 7 | 1 | 4 | 3 (適用しない) 2 |
| STEP 2 | 1 | 10 | 1 | 5 | 0 |
| STEP 3 | 0 | 4 | 1 | 10 | 2 |
| STEP 4 | 0 | 10 | 1 | 5 | 1 |

(b) 各 STEP 毎の問題点と解決についての見解は？

(i) STEP 1

表 2.4-3 ステップ 1 の問題点と解決法

| 問 領 点 | 解 決 法 |
|----------------------|--|
| 1. 充分な面積をもつ管路が得られない。 | <ul style="list-style-type: none"> ○ 障害地をもたないメッシュを単に数えると云う方法はやめる。 ○ 遠くの障害物の影響を除くようにする。 ○ 道路巾・深さが一定でなければならないと云う制限は除く。 ○ 道路の中心がずれても良いようにする。 |
| 2. 現実の管路と違い過ぎる。 | <ul style="list-style-type: none"> ○ 斜め管路を設ける。(水平、縦管路ともに) ○ 管座と関連づけて管路をつける。 ○ 各船、スペース毎の予想管量により管路を計画するようにする。 ○ 主管路指定を加え、この主管路に継げる事を目標に管路を敷設するようにする。 |
| 3. 入力に比べて出力が少ない。 | <ul style="list-style-type: none"> ○ STEP 1はマニュアル処理とする。 (人間が管路を作る。) |
| 4. マニュアル修正が多すぎる。 | |

(ii) STEP 2

表 2.4-4 ステップ 2 の問題点と解決法

| 問 領 点 | 解 決 法 |
|--|--|
| 1. 経路決定のベクトル法に問題がある。 | <ul style="list-style-type: none"> ○ グラフ理論等の理学分野の応用を含め、ロジックの再検討が必要。 |
| 2. アンカ・ポイントの決定法が不適当である。 (道路巾が考慮されていない。) | <ul style="list-style-type: none"> ○ 縦管路にもアンカーポイントをもてるようにする。 ○ 管の行先を考慮してアンカーポイントを決定する |
| 3. 縦管路を決定する重心法に問題がある。 (中心よりの縦管路に集中する傾向がある。) | <ul style="list-style-type: none"> ○ アンカーポイントから確実に縦管路につながるかどうかのチェックをする。 ○ ある縦管路が一杯になったら近くの縦管路へ迂回させる。 |
| 4. 線図データの作成が難しい。 (枝管の分枝に問題がある。) | <ul style="list-style-type: none"> ○ 線図のあり方を再検討する。 |
| 5. 最適配管から遠い。 | <ul style="list-style-type: none"> ○ くり返し計算を行う。 ○ 楕端を迂回をなくし、はみ出しても最短ルートを選ぶ。 ○ 重要な管は経路指定を行ってから迂回を考えながら管路導設をする。 |
| 6. 面積チェックに問題がある。 | <ul style="list-style-type: none"> ○ 配管出来なかった管はチェックからはずす。 |
| 7. 作画結果がチェックし難い。 | <ul style="list-style-type: none"> ○ 画に口径を入れる。 ○ 分岐ノードNo をリストに入れる。 |
| 8. 計算時間がかかり過ぎる。 | <ul style="list-style-type: none"> ○ 不要な計算や出力は削除する。 |

(iii) STEP 3

表 2.4-5 ステップ 3 の問題点と解決法

| 問 領 点 | 解 決 法 |
|--|--|
| 1. 段数が多く、管路が深くなり過ぎる。 | <ul style="list-style-type: none"> ○ 水平管路部でもひねりを入れる。 ○ 大口径管の段数指定をして、小口径管のみをひねるようする。 ○ ロジックを時間を掛けて再検討する。 |
| 2. 接続管路部でのひねりが必ずしもうまく行かないし、それだけでは充分でない。 | <ul style="list-style-type: none"> ○ 水平管を各部でもひねりを入れる。 ○ ひねりのマニュアル指定 |
| 3. ノード・スパン部でのひねりがロジック的に不可能。 | <ul style="list-style-type: none"> ○ CADのやり方を再検討する。 |
| 4. 問題が非常に多い。 | <ul style="list-style-type: none"> ○ 少少不具合であっても、一般分アウトプット出来るようにするのが先決である。 |
| 5. ひねりを避けるのを最優先としている。 | <ul style="list-style-type: none"> ○ 発想の転換をする必要がある。 |
| 6. 全ての管の収容は不可能。 任意点でのひねり不可能。 中間弁がつけられない。 | <ul style="list-style-type: none"> ○ 各区画毎に分けてグラフィックを使用して修正する。 ○ 上下左右へのひねりを可能とする。 ○ 斜管路を設ける。 |

(iv) STEP 4

表 2.4-6 ステップ 4 の問題点と解決法

| 問 領 点 | 解 決 法 |
|-----------------------------|--|
| 1. 接続管路内での管割りが考慮されて居ない。 | <ul style="list-style-type: none"> ○ STEP3 でのひねりを解決する。 |
| 2. 定尺長さを最優先にしているのは機械上問題がある。 | <ul style="list-style-type: none"> ○ インプット時に諸々の制限条件をつける。 ○ 管割り障害地区までアウトプットし後はグラフィックを用いる。 |

3. む す び

46年、造船所のアシマンド化の研究、SR110の小委員会からスタートした機関部配管の自動設計法の研究は、大手8社を中心とした自主研究期間を含め丸3ヶ年を経て、基礎研究段階に一応終止符を打つことになった。

お互いに競争相手である造船各社が、合理化の面でも競合すべき配管装置図の分野で、共通の目的のために協同作業をした事例は、機関機械部門では初めてのことであり、特に画期的なことゝ云えよう。又この種の委員会で電算プログラムを実際に作製したこと稀なことである。

困難であると知り乍ら敢えて最も複雑な機関室配管装置図の機械化への挑戦を始めたのは、一社の力ではとても簡単に攻略できる対象ではなく、又設計者が何とか省力スピードアップできないかと永年願い続けた夢を、力を合わせて克ちとりたい強い要求の発露であった。1社に分割してみると驚く程安い費用と、3~4倍のスピードで之だけの大きな穫りを得たことは高く評価されてよい。25~30才の若手約20名を揃えることは一社では到底不可能なことであり、このヤングパワーの威力をさまざまと見せつけられた委員会であった。この陰にはプログラムの作製を担当して頂いた荒川グループの「9000ステップのプログラムを僅か2ヶ月(普通の2倍のスピード)で消化する」

という献身的な努力に負う所極めて大であり、ソフトウェア会社の陰の努力も高く評価したい。

この研究を通じて改めて設計作業の中にある人と人との折衝、技倅差のある人同士の折衝の難かしさが浮き彫りにされた。

この様な設計者同士の話し合いはウマが合えば相乗的な良い結果が得られるが、大部分は「自分が欲しい時期に相手の設計を終えていない」とか、「自分が決めたいことに反して妥協せざるを得ない」とかの煩わしさは避けられないものである。

多少ラフであっても、先ず機械により自動設計のアウトプットを設計者に提供し、機械の作った設計図を自由に批判し全体を眺めて構想を揃え、直接関連する部分の相互調整を先づ行なうことができれば、設計のレベルアップ、スピードアップにもはかり知れないメリットがあると考えられる。

又同じ種類の設計作業は、一度熟練の域に達した后には、優越感を通り越して嫌悪の情に変わることが多い。

類似の作業を機械に移し、常に新しいものへの意欲を沸かす様な環境に設計者を置くことが、Motivationにつながるものと考える。この点からも配管装置図の機械化に執念を燃やし今后共力を併せてチャレンジして行きたいと思う。

又自動設計にマッチした船壊を考えることが先決との発想で、機関部の希望する機関室形状を明確にまとめておいたことも今后の自動設計を容易にする一つの道でもあった。

今後、この会合を継続したい希望がワーキンググループの若手に強い。

アンケートの結果に示す通り各社一致して何らかの形での協業と若手の話し合いの場を持ち続けて行こうとの意志表示があった。

何となく片隅に押しやられていた感じの機関儀装部門にも、製図の機械化の火が燃えさかり、将来の設計作業の近代化への大きな原動力にこの研究の成果が活用されることを願って止まない。

終りに当つて関係各位の強力な物心両面にわたるバックアップに対し深甚なる謝意を表すると共に、今后も変わぬ御援助を賜わる様お願いする次第である。

以上

4. 研究の詳細

4-1 基本構成(ステップ1～4)

4-1-1 各ステップの役割

この自動設計の内容は次の4ステップに分けられている。

- (1) ステップ1 管路を自動的に決定するステップ
- (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ステップ
- (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ステップ
- (4) ステップ4 各管路の管割り点を決定するステップ

以下各ステップの要点を順を追って説明する。

4-1-2 各ステップの要点

(1) ステップ1

船殻、主補機器、風路、梯子、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。このロジックは次の通りである。

出来上がった管路は、水平管路（水平に横たわる網目状管路でありデッキの上あるいは下に位置する）と縦管路（上下に隣りあった水平管路を結ぶため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。

(a) モジュール障害物の設定

まず計算の原点をK E E L T O P L I N E上で機関室舷側B U L K H E A Dとの交点に定め、船首方向にX軸、左舷方向にY軸、高さ方向にZ軸をとる。

障害物はすべてそれを包み込む直方体を考えその直方体の大きさと中心座標をインプットする。

(b) 縦管路の設定

X軸、Y軸方向に通常200mm単位のます目を考え、壁にそって各デッキを鉛直に結びうるスペースを連結し、縦管路とする。

(c) 水平管路の設定

あるデッキを取り出し、その上あるいは下に、ある管路深さをもつた水平面を考える。（デッキ下の場合：デッキ下1500mm～3000mm）

前述した個々のます目に障害物の一部がかかった場合はそのます目全体を通過不可能と判断し、通過可能スペースを求める。この通過可能スペースよりX、Y軸方向に網目状にのびる水平管路を計算する。

計算方法は任意のます目よりX線方向及びY軸方向に直進し最初に障害物にぶつかるまでのます目の数を求め、その値が周囲よりも高い所をノード（管路の分歧点）とする。ノードとノードを結ぶ巾と高さを持った空間をスパンとしノードとスパンで水平管路を形成する。

(d) 管路の完成

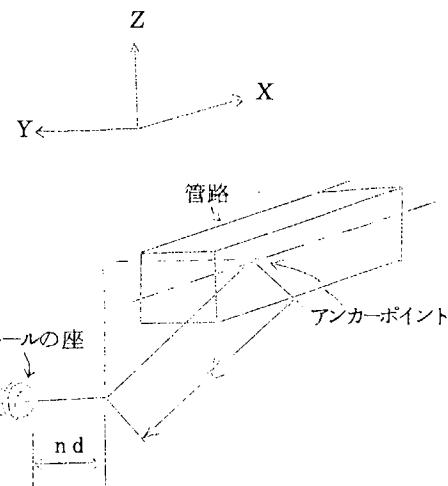
最後に(b)で作成した縦管路と、(c)で作成した水平管路を接続し（接続管路と呼ぶ）上下、左右、舷側方向に伸びる管路を形成する。

(2) ステップ2

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で作られた管路網内に出来るだけ曲りを少なく、短かく管をリードするプログラムである。

(a) 機器管座より管路に入るまで

機器の座を出て $n \times d$ だけ直進した点より水平管路のある面へ垂線をおろし、最短の垂線を有する水平管路面をえらぶ。その面にある水平管路のうち図 4.1.2-1 に示すものが最短へ管をリードする。管が管路に入った点をアンカーポイントと呼ぶこととする。



(b) 縦管路の選定(あるパイプをどの縦管路を通すかの決定)

一本の管に接続する機器の座が数デッキにわたって分散している場合は、それ等のデッキを接続する縦管路の選定はそのパイプのアンカーポイント群の重心に最も近いものを選ぶ。その概要を図 4.1.2-2 に示す。

重心の計算は X 方向、Y 方向に計算する。

$$X_G = \sum d_i^2 x_i / \sum d_i^2$$

$$Y_G = \sum d_i^2 y_i / \sum d_i^2$$

(X_G, Y_G) : 重心の座標

(x_i, y_i) : アンカーポイントの座標

重心に最も近い縦管路とは

$$(X - X_G)^2 + (Y - Y_G)^2 = \text{minimum}$$

(X, Y) : 縦管路の座標

なものとする。

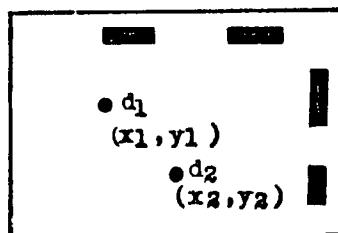
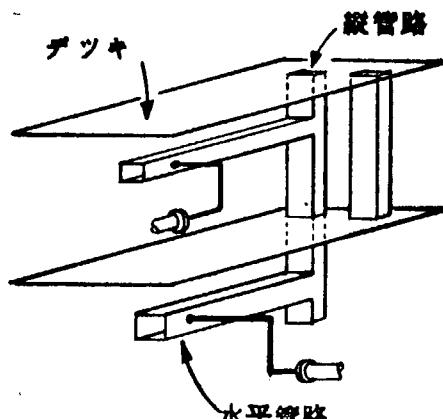


図 4.1.2-2 重心法

(c) 水平管路内の配管

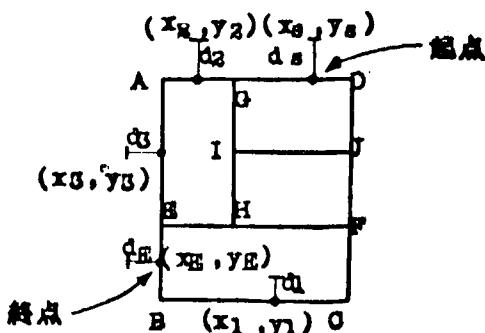
管の起点、終点のアンカーポイントの位置によってパイプをリードする際の優先順位を計算する。

(ベクトル計算)

$$X_W = \sum d_i^m \cdot x_i$$

$$Y_W = \sum d_i^m \cdot y_i$$

} を計算した結果



X_W , Y_W の絶対値の大なる方向を第1優先小なる方の逆方向を第3優先、大なる方の逆方向を第4優先方向とする。

優先順位決定の例を図4.1.2-4に示す。

.....アンカーポイント

A~J.....ノードポイント

d i : 管 径

(x_i, y_i) : 起点又は終点を原点としたアンカーポイントの座標

m : 入力により指定、指定なければz

図4.1.2-3

EXAMPLES FOR PRIORITY DETERMINATION IN PIPING DIRECTION

E x . 1

E x . 2

E x . 3

| $X_W = 3$ | $X_W = -4$ | $X_W = 2$ |
|-----------------|-----------------|-----------------|
| $Y_W = -1$ | $Y_W = 2$ | $Y_W = -3$ |
| 1 - st+ X | 1 - st- X | 1 - st- X |
| 2 - nd- Y | 2 - nd+ Y | 2 - nd+ X |
| 3 - rd+ Y | 3 - rd- Y | 3 - rd- X |
| 4 - th- X | 4 - th+ X | 4 - th+ Y |
| | | |

(The arrow "→" means the first priority.)

図4.1.2-4 優先方向決定例

水平配管ではこの優先順位に従い各ノード点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。

配管が迂回をしないように原則としては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の進行方向の優先性によりながら直進してたどる。

起点からのリードと終点からのリードの経路が異なる場合には等値長さを計算し、その長さの短い経路を採用する。

等値長さは $L = l + n \cdot l_b$ で計算する。

L : 等値長さ

l : 管の長さ

n : 定数(入力にて指定、指定ない場合には $n = 2$)

ℓb : 曲り部を長さに換算した長さ(入力にて指定)

図 4.1.2-3 の例では起点と終点のアンカポイントを結んだ管経路は G-A-B の地点を通る。

親管から分岐する子管の配管もこれに順じて行ない、子管の起点のアンカポイントより親管の通過するノードまで配管計算を行なう。

(3) ステップ 3

管路内の管同志が当らない様に左右、上下配列を行なうプログラムである。そのロジックは次の通りである。

- (a) 管路内の管群のあらゆる 2 本の管の組合せに対して同じ段段に配置すると交差して互に干渉しあうか否かを示す干渉表を作成する。その例を図 4.1.2-5 に示す。

- (b) 互に干渉の少ない、呼径の大きい、展開長さの長い管より配列優先順位を決める、

$$\text{優先度} = (\text{非干渉度}) \times \alpha + (\text{呼径}) \times \beta + (\text{展開長さ}) \times \gamma$$

α, β, γ はインプットにより指定する。

- (c) 優先順位に従い管路の上部より配列を行なうが、干渉表を参照し、優先順位のより高い管に干渉する管はその選択を保留する。

- (d) 左右の位置決めは、管相互のフランジが当らない様に、さらに曲り部で管同志が当らない様にして行なう。管路の幅一杯になったら次の段に配列を行なう。

- (e) 上下の位置は「上段の最大管のフランジ径 + δ 」の位置に基準面をとり決定する。管は全て上面を基準にして位置を決める。

(4) ステップ 4

管サポート候補点の決定及び、管割り点を決定するプログラムである。

- (a) 入力で指定した深さ以上の骨と管路とが直交する所を管のサポート候補点とする。

- (b) 管サポート点、枝部及び曲り部を管割り障害地とする

- (c) 管データを①デック別に②水平管と垂直管とに③ブロックシーム線の両側に区分する。

- (d) 区分された管をさらに、管割り障害地を避けながら、出来るだけ定尺(5.5 m)で切る様にしながら中間管割りを行なう。

4.1-3 各ステップのアウトプット

(1) ステップ 1 のアウトプット

ステップ 1 のアウトプットとして次の様なものを出す。

- (a) 管路リスト
- (b) ステップ 2 用管路データテーブ
- (c) 管路図
- (d) 機関部配置図

管路図の例を図 4.1.3-1 に、機関部配置図の例を図 4.1.3-2 に示すので参考願いたい。

(2) ステップ 2 のアウトプット

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

4.1.2-5 干渉表

ステップ2のアウトプットとして次の様なものを出す。

- (a) 管導設リスト
- (b) ステップ3用管導設データテーブ
- (c) 管導設図
- (d) 管導設鳥瞰図

管導設図の例を図4.1.3-3に、管導設鳥瞰図の例を図4.1.3-4に示すので参照願いたい。

(3) ステップ3のアウトプット

ステップ3のアウトプットとして次の様なものを出すことにしている。

- (a) 管系座標リスト
- (b) ステップ4用管配データテーブ
- (c) 管路内段別平面図
- (d) 背路及びその内を辿る管の断面図

管路内段別平面図の予想図を図4.1.3-5に、断面図の予想図を図4.1.3-6に示すので参照願いたい。

(4) ステップ4のアウトプット

ステップ4のアウトプットとして次の様なものを出すことにしている。

- (a) 管割り点リスト
- (b) 一品図システム用データテーブ
- (c) 管路内段別平面管割り図

管路内段別平面管割り図の予想図を図4.1.3-7に示す。

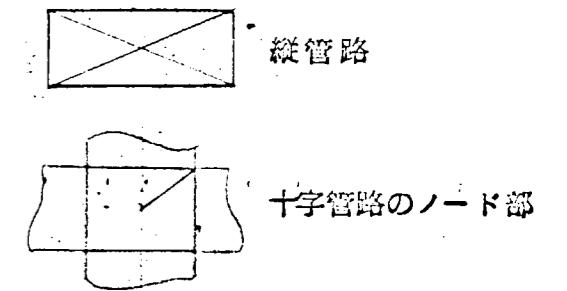
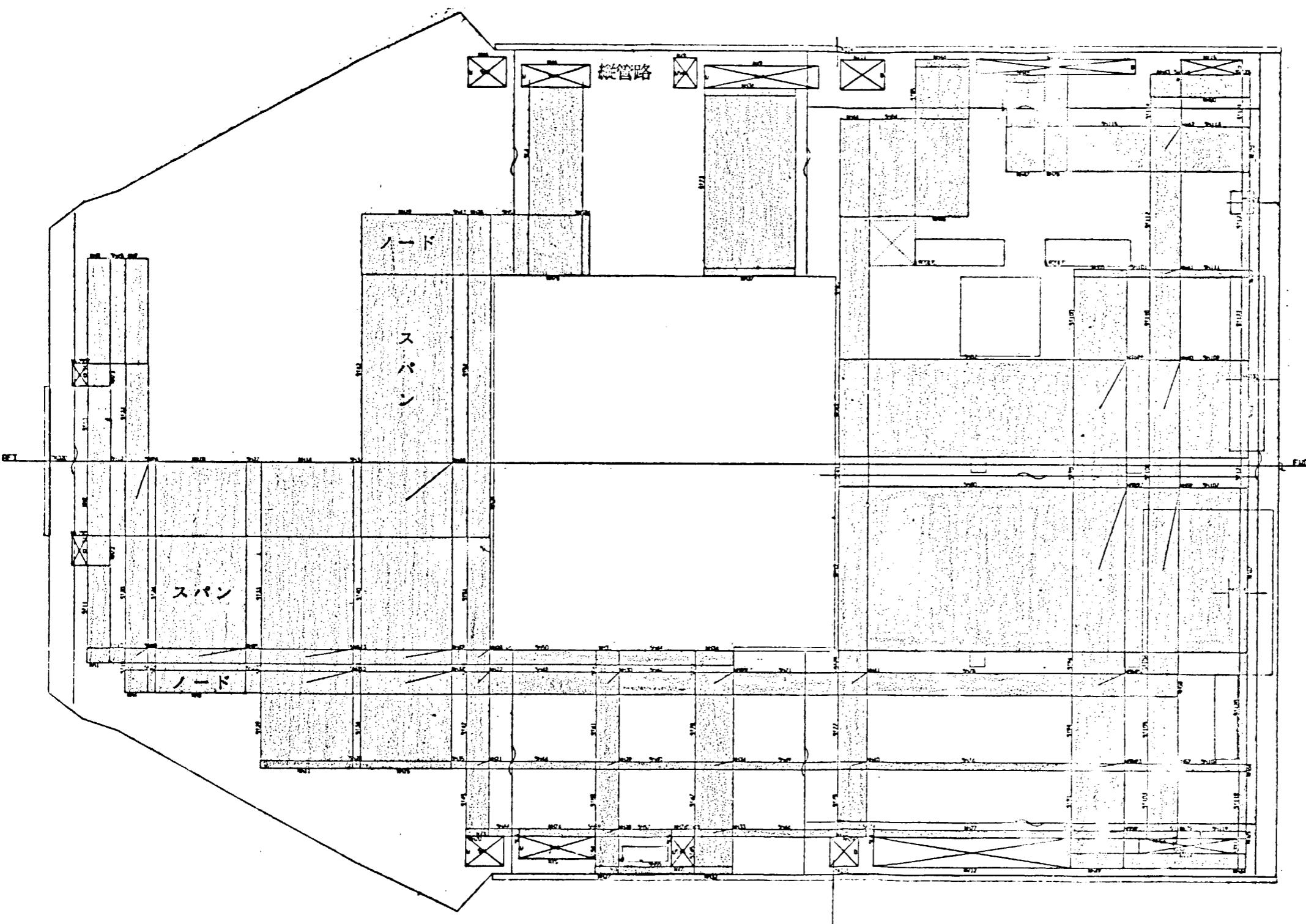


図 4.1.3-1 管路図 3rd DECK下

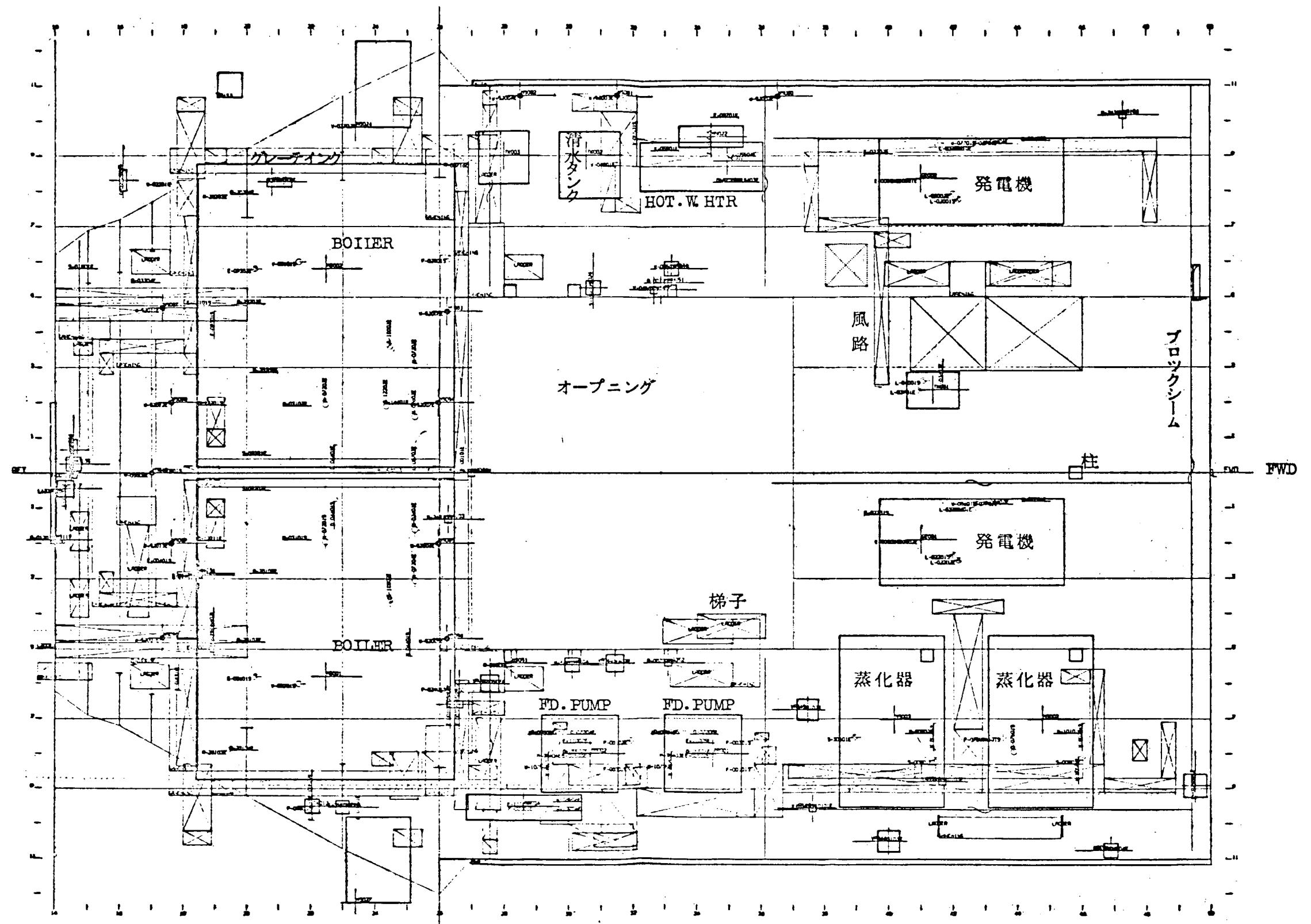


図 4.1.3-2 機関室配置図 3 r d D E C K 上

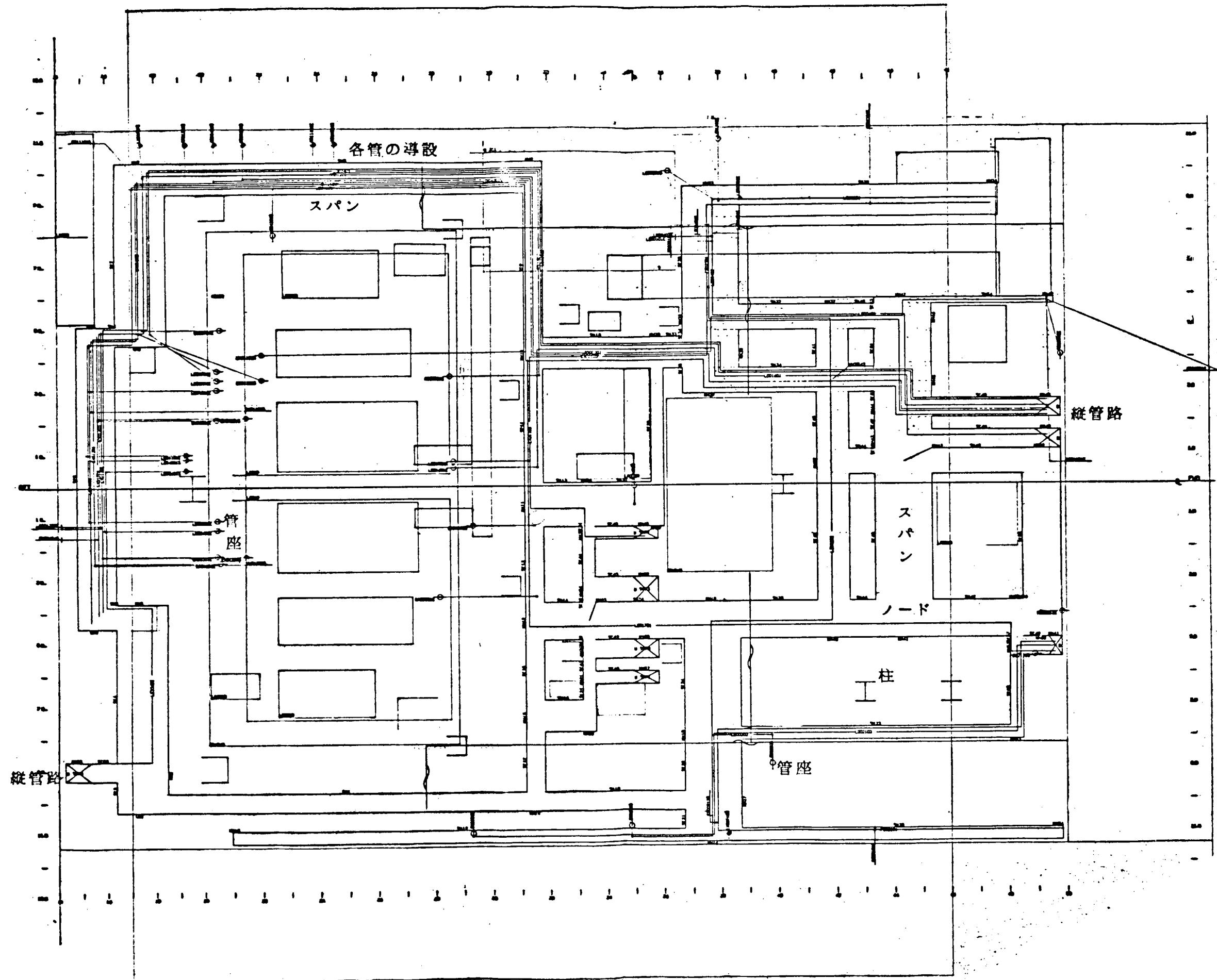
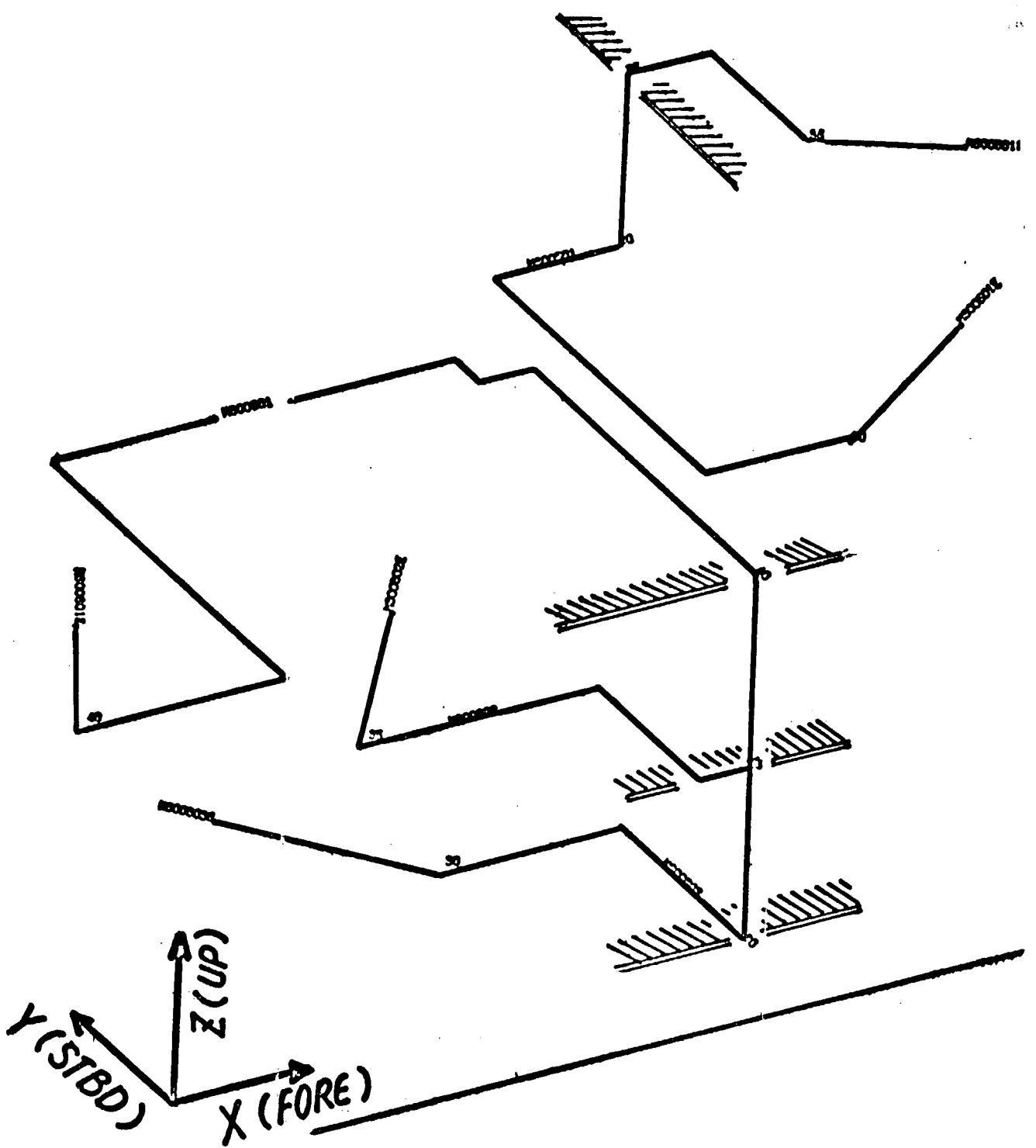
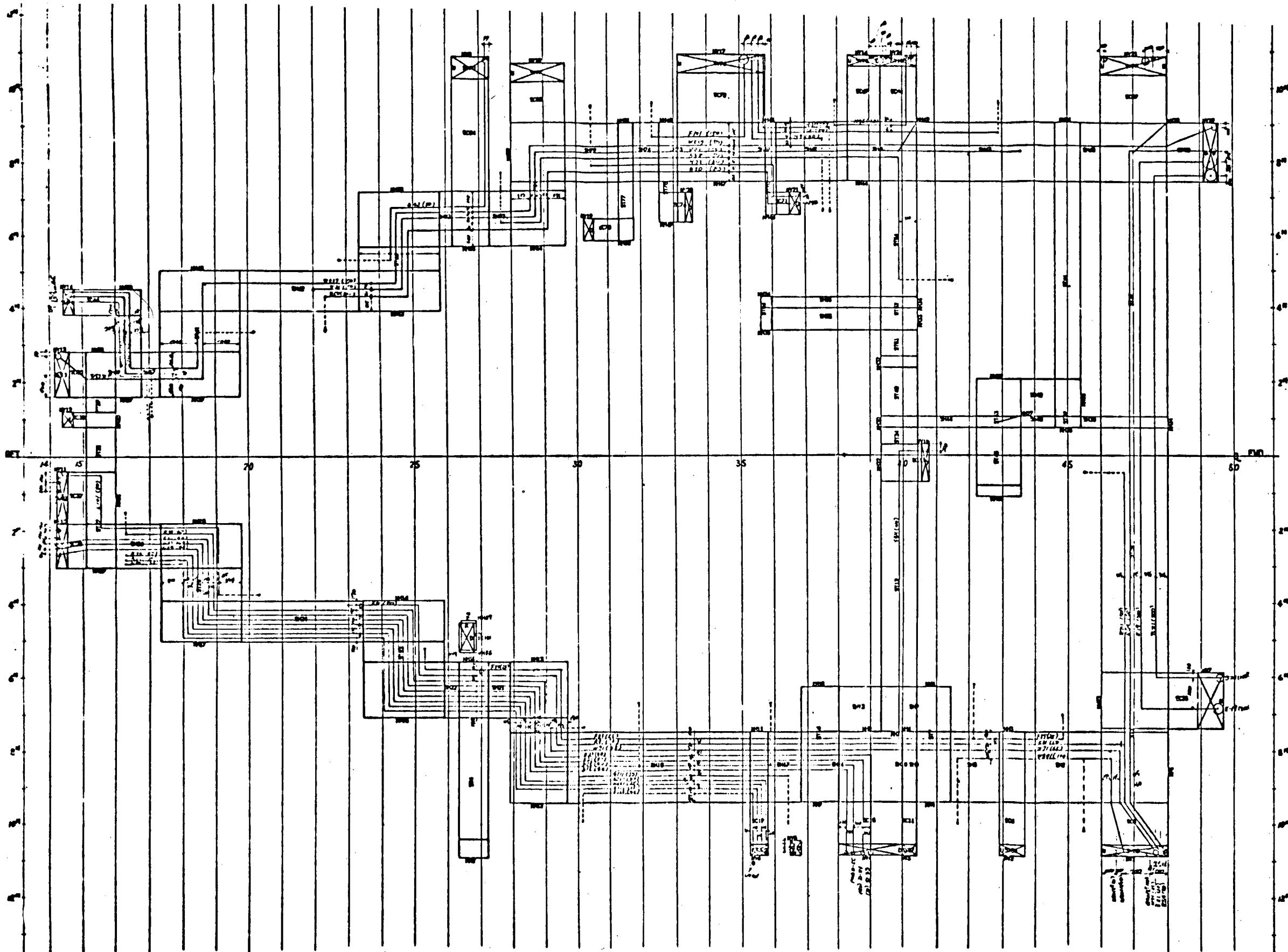


図 4.1.3-3 管導設図(UPP DECK下)



ISOMETRIC DRAWING OF PIPE LEADING
(Bird's eye view)

図 4. 1. 3. -- 4 配管経路鳥観図



THIS DRAWING SHOWS THE
RESULT OF PIPE ARRANG-
-ING SIMULATION.

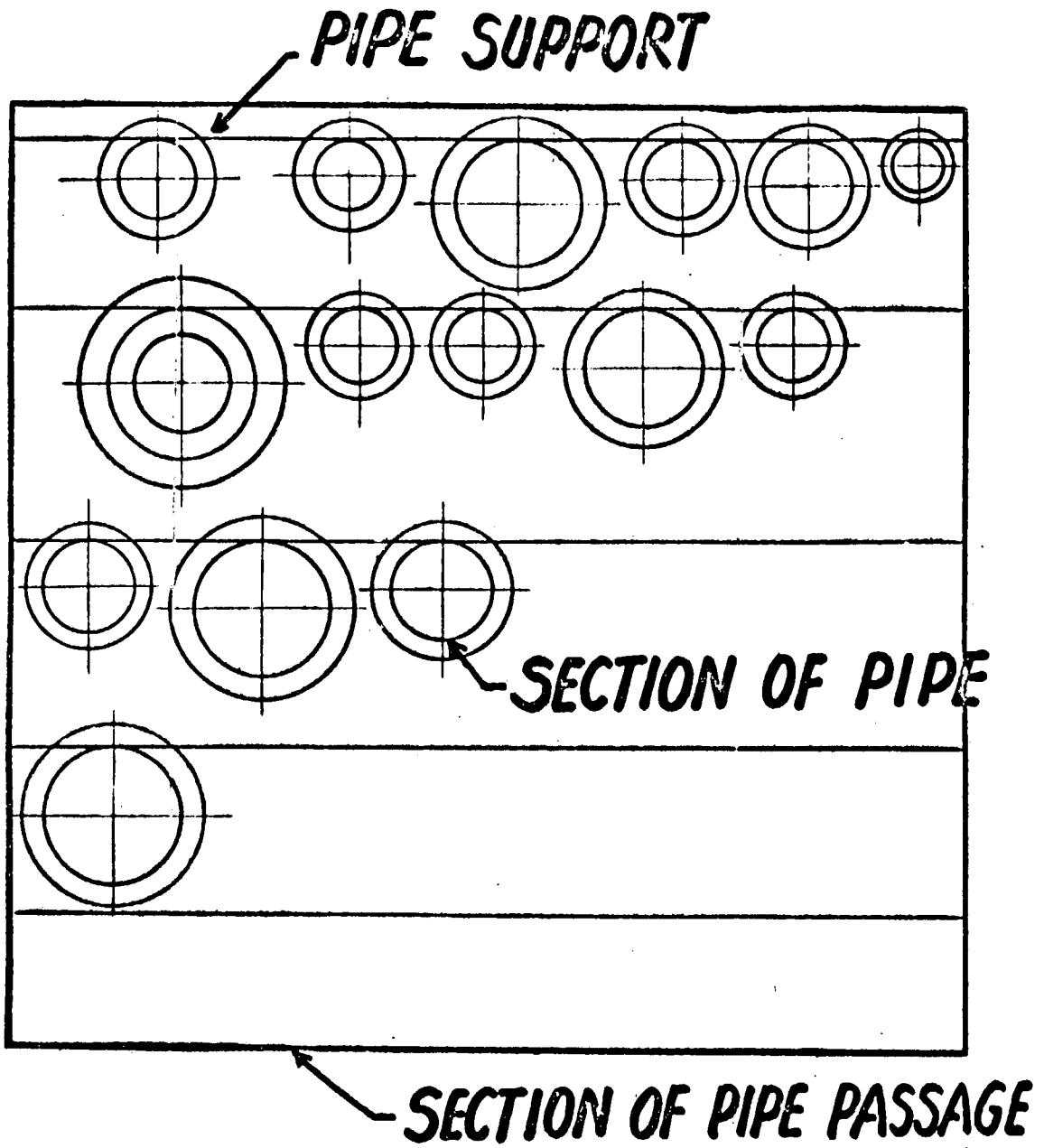
PIPE PASSAGE
....DRAWN BY PLOTTER
PIPE....DRAWN BY HUMAN

OUTPUT OF STEP 3
(PIPE ARRANGEMENT)

3RD DECKUNDER DECK PLAN

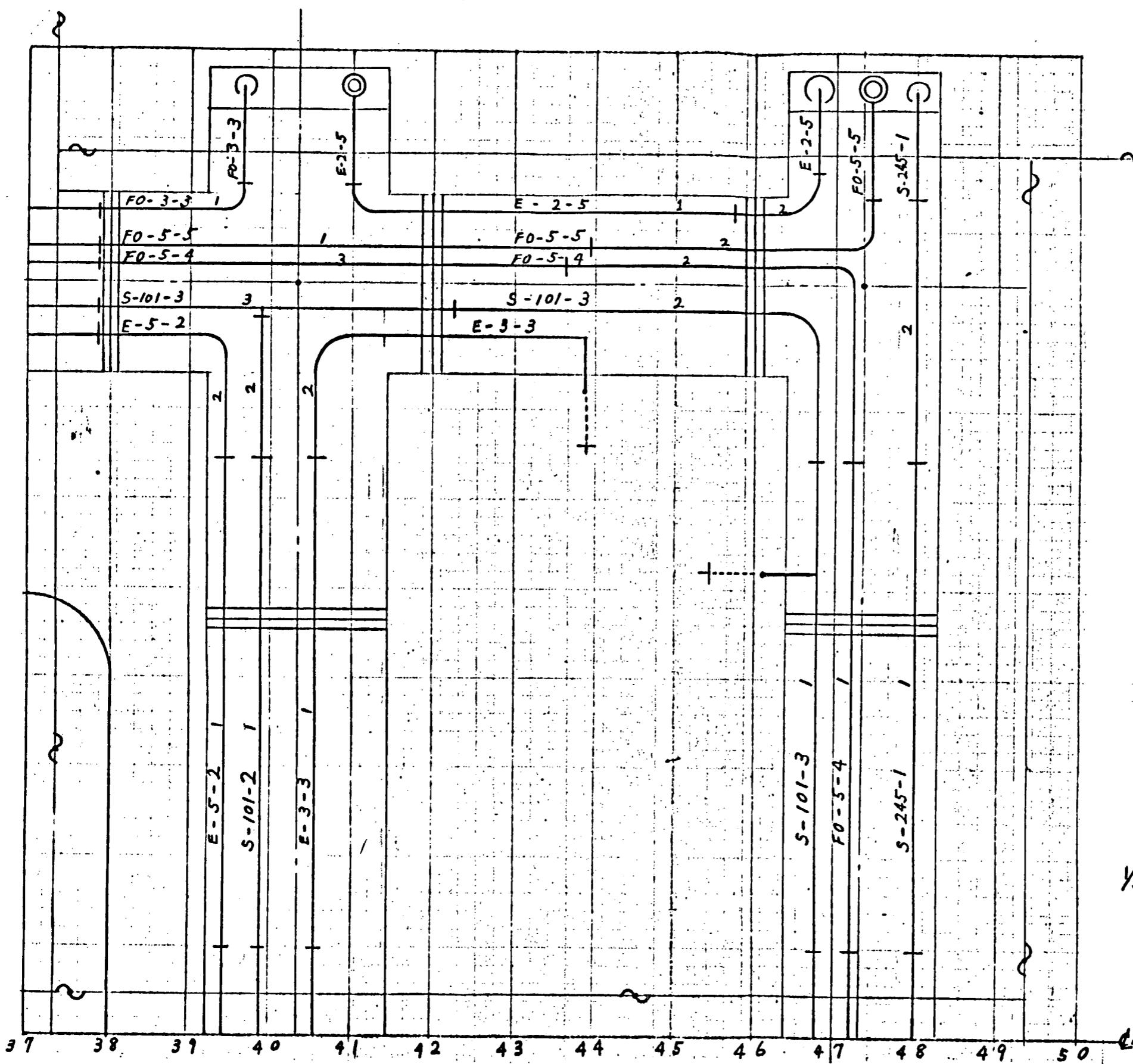
PIPE ARRANGING

図 4.1.3-5 ステップスアウトプット予想図



SECTION OF PIPE PASSAGE AND PIPES
(OUTPUT OF STEP 3)

図 4. 1. 3 — 6 スパン別断面図



THIS DRAWING SHOW
THE RESULT OF PIPE
LENGTH DETERMINATING
SIMULATION.

OUTPUT OF STEP 4

y_{50} (LOCATION OF PIPE JOINTS)

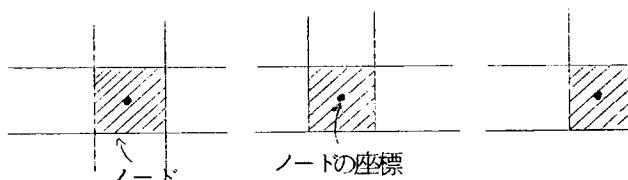
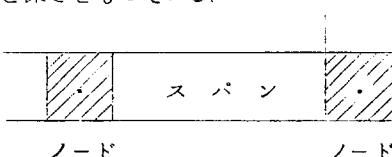
PIPE LENGTH DEFINITION

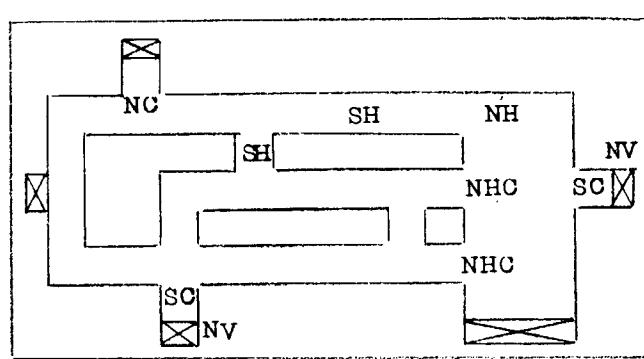
図 4.1.3-7 ステップ4アウトプット予想図

4-1-4 特殊用語説明

(1) ステップ1………表4.1.4-1および表4.1.4-2を参照のこと。

表 4.1.4-1

| No. | 名 称 | 意 味 |
|-----|-----------------|--|
| 1. | モ ジ ュ ー ル | 単独補機、タンク、主機、ボイラー、機器品ユニット等を言い大きさと管座を持っている。 |
| 2. | 管 路 | P I P E が何本かまとまって通るスペースのことをいう。ノードとスパンの組合せから成る。 |
| 3. | メ ッ シ ュ | 管路の計算に使用する。機関室平面図を 200mm × 200mm (標準) に区切ったます目のこと。 |
| 4. | 障 害 物 | モジュール+煙路、通風路、電路、マンホール、E/Rコントロールルーム、マンホール、物揚スペース、グレーチング、梯子等管路作成時の障害物 |
| 5. | ノ ー ド | 管路は船の航向方向、左右方向、垂直管路よりなりたっているがそのうち、①管路と管路の交点、②管路の分岐点、③直角曲り点をノードと呼ぶ。 ノードは直方体である（面横と深さをもつ）がノードの座標という場合はノードの中心位置の座標を示す。 |
| | |  |
| 6. | ス パ ン | ノードとノードを結ぶ管路をスパンと定義する。 巾と深さをもっている。 |
| | |  |
| 7. | 縦 管 路 (垂直管路) | ステップ1で出来上がった管路網の各一部分を表わす名称である。 |

| No. | 名 称 | 意 味 |
|-----|----------------|---|
| | 水 平 管 路 | 壁 |
| | 接 続 管 路 | |
| | 縦 ノード (NV) | |
| | 縦 スパン (SV) | |
| | 水平 ノード (NH) | |
| | 水平 スパン (SH) | |
| | 連 続 ス パ ン | |
| | 接続 フード (NC) | |
| | 接続 スパン (SC) | |
| | 重複 ノード (NHC) | |
| | | ある デッキ の 平面図 |
| | |  |
| | | 立 面 図 |
| | | <p>水平ノード；水平スパンの分岐点(含接続ノード) 水平管路 { 水平スパン；水平方向スパン(除接続スパン)</p> <p>縦 管 路 縦スパン；壁に沿う鉛直方向スパン (垂直管路) 縦ノード；接続スパンに通じる縦管路のノード</p> <p>接続管路 { 接続スパン；接続ノードと縦ノードを結ぶスパン 接続ノード；接続スパンに接続した水平ノード 連続スパン；直線状に連続した水平スパン 重複ノード；接続スパンの直進方向に水平スパンをもつ接続ノード</p> |

(2) ステップ2 表4.1.4-3および表4.1.4-4を参照のこと。

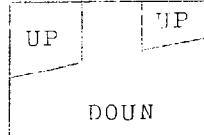
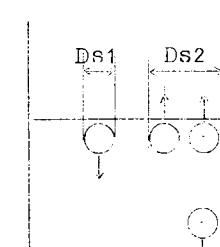
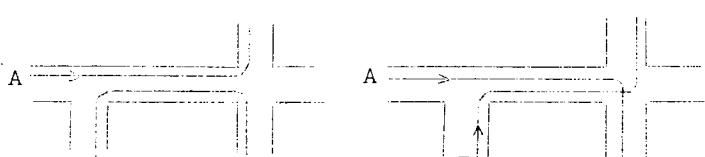
表 4.1.4 - 3

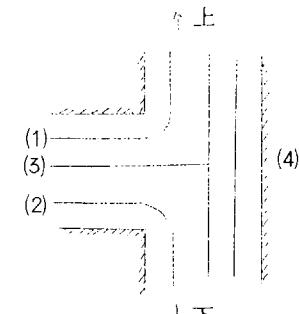
| No. | 名 称 | 意 味 |
|-----|-----------|--|
| 1. | サーチライト方 式 | 管の起点、終点の管座の座標とその向きから管が管路内に入る点の座標(アンカーポイント)を探すロジックであり、指定された方向と角度内にある最も近い管路に垂線を下す。 |
| 2. | 平 面 配 管 | 縦管路の計算が終った後各管を水平面内(デッキ平面)のどの管路を通すかを決定すること。 |
| 3. | ベクトル方 式 | 平面配管でどの管路を通りか検討する場合に起終点のアンカーポイン |

| No. | 名 称 | 意 味 |
|-----|------------------------------|---|
| | | <p>トと子管のアンカーポイント、口径などを参考としてベクトルを作成し、そのベクトルの方向を参考にして、どの管路に管を逆すかを判断する。</p> $X_W = \sum d_i^m \cdot x_i \quad d_i : \text{呼び径}$ $Y_W = \sum d_i^m \cdot y_i \quad m : \text{定数（普通は } 2 \text{）}$ $(x_i, y_i) : \text{アンカーポイント座標}$ <ul style="list-style-type: none"> ◦ X_W, Y_W を参考に絶対値の大なる軸方向にノードをたどる。 ◦ 起終点のアンカーポイントで作った4辺形からはみ出さぬように配管する。 ◦ 起終点から2通りの経路ができたときなど選択の規準は等価長さによる。 |
| 4. | 等 値 長 さ equivalent length | <p>配管の経路が2通りある場合の判断の規準とし、等価長さのなるべく短い経路に管を逆す</p> $L = \ell + n \cdot \ell_b \quad \text{起終点を逆にした時の比較}$ $L : \text{等価長さ}$ $\ell : \text{管の長さ}$ $n : \text{定数（指定のない時は } 2 \text{）}$ $\ell_b : \text{曲り部等価長さ}$ |
| 5. | 重 心 法 | <p>立体配管を行い、縦管路を決定する時に使う。</p> <p>一つの管系のアンカーポイントが数平面に分散している時にそのアンカーポイントの座標と口径をもとにして重心の座標を出し、その重心に最も近い縦管路を選ぶロジックである。</p> $X_G = \sum d_i^2 x_i / \sum d_i^2, Y_G = \sum d_i^2 y_i / \sum d_i^2$ $X_G, Y_G : \text{重心の座標}$ $d_i : \text{呼び径}$ $(x_i, y_i) : \text{アンカーポイント座標}$ |
| 6. | 管 占 有 率 | <p>管路面積のうち管の（最大フランジ外径）²の面積をもつ正方形が何%まで占有可能かをあらわす。</p> <p>1つの管路に多くのパイプを逆しすぎないためのロジックである。 (初めにインプット指定する。)</p> |
| 7. | 管 経 路 | 各管が起点に到達するまでにノード、スパンをどのような順序にしているかということ。 |
| 8. | 管 の 流 れ 方 向 | 管内流体の流れ方向とは無関係で線図データのインプットにより定まる。（通常は管内流体と同じ向きに合わせる） |

(3) ステップ3 表4.1.4-5および表4.1.4-6を参照のこと。

表 4.1.4-5

| No. | 名 称 | 意 味 |
|-----|------------|---|
| 1. | 余 裕 値 | <p>接続スパンにおいてDOWN管が、UP管の領域にどの程度割り込まれる余裕があるかをmm単位であらわしたものである。</p> <p style="text-align: center;">$x \bullet$ 余裕値</p>  $X_0 = W - \left(\sum_{i=1}^n D_i + (15 + \delta)(n-1) \right) - 300 \text{mm}$ <p>を考え方の基本とし巾により多少計算法が異なる。</p> <p>W: 管路巾 Di: UP管のフランジ径 $15 + \delta$: フランジ間隔</p> |
| 2. | DEAD SPACE | <p>接続スパンにおいて、すでに上段で管の位置決めをしてしまったSPACEをDEAD SPACE(DS)とし</p>  <p>それより下段の管の配置の際に利用する。</p> |
| 3. | 干渉表(MAIN) | <p>2つの管を水平管路において同じ段に配列してもさしつかえないかの判定をする規準となる表である。</p>  <p>・同じ水平面のあらゆる2つの管の組合せで行なう。 ・枝管が干渉しても本管は干渉するとみなす。</p> |
| 4. | 優 先 度 | <p>配列に関し、先に選ばれる可能性をもつという意味</p> <p>優先度 = (非干渉回数) $\times \alpha + (\text{呼び径}) \times \beta + (\text{展開長さ}) \times \gamma$</p> <p>すなわち干渉の少ない管、呼び径の大きい管、展開長さの長い管を先に上段に配列することになる。</p> |
| 5. | 非 干 渉 回 数 | 干渉表作成時に干渉しない回数 |

| No. | 名 称 | 意 味 |
|-----|-------------------------------------|---|
| 6. | UP管 DOWN管 UP & DOWN管 通 過 管 | (1) UP 管：上のデッキに接続する管 (2) DOWN管：下の フ フ (3) UP & DOWN管：そのデッキに分岐しあり上、下デッキに接続する管 (4) 通 過 管：そのデッキと関係なくただ通過する管 |
| | |  |
| 7. | 接 続 ス パ ン | 縦管路のノードと接続ノードを接続しているスパン |
| 8. | 連 続 ス パ ン | 直線的に連続している水平管路のスパン |
| 9. | 小 干渉 表 | AINの干渉表よりN段目に選ばれた管のみをとりだして作った干渉表 |
| 10. | 並びテー ブル | 各スパンの各段ごとにその段に配列された管の並び順を示すテーブル |

(4) ステップ4 表4.1.4-7を参照のこと。

表4.1.4-7

| No. | 名 称 | 意 味 |
|-----|---------------------|--|
| 1. | 管割り起 点 | 管割りはブロックシームで区切られた処理単位（一応これをブロックと呼ぶ）ごとに行うがその際管割りを始める点をこのように呼ぶ。ブロックシーム、枝管、縦管路とのつながり、アンカーポイントなどの関係で決定する。 |
| 2. | サポー ト候補 点 | 管割りを行う際に問題となるサポートの位置は管路が大骨（骨深さ300以上でロンジガーダ及びウエブ又はパーシャルバルクヘッドのあるフレームの骨）と直交する部分をサポート候補点としてその地点では管割りを行わない。サポート候補点はインプットによっても追加修正ができる。 |
| 3. | 管割り障害 地区 | 管割りをしてはまずい「枝管の部分」、「曲り部分」、「管口範の変化する部分」、「サポート候補地」、及び「インプット指定した部分」を管割り障害地区として、管割りの際にはその障害地区をさけながら中間管割りを行う。 |
| 4. | 中間管割りルーチン | 管割り起点と管割り終点の間の管割りを行うルーチンができるだけ定尺(5500mm)を優先させながら管割り障害地区をさけて管割りを行う。 |
| 5. | 管割り起 点候補 管割り候補 点 | 両方とも船体との関係や、1つ前の管割りなどの関係から機械的に割りだしている。その点のチェックがすめばそれぞれ管割り起点、管割り点となる。 |

4-2 ステップ3のロジック

ステップ3についてはすでに48年4月の段階で一応オリジナルの仕様書ができ上っていたが、この研究会ではプログラム作成にあたりますロジックの見直しとシミュレーションを行なった。

シミュレーション結果については別に述べることとするが、ロジック見直しとシミュレーションの結果次の3点に関するロジックが作成可能かどうかの検討を行なった。

- (1) 垂直管路内を2段配管する。
- (2) 水平管路ノード部での枝に縦ひねりを加える。
- (3) 接続管路部での縦ひねりを行う。

審議の結果(1)と(2)については今回は見送りとしロジックのつめは行なうが発注仕様書には含めないで、(3)の接続管路部での縦ひねりを行なうロジックを発注仕様書に含めることとした。

(1)と(2)を見送りにした理由はだいたいロジックの大筋はまとめられるが時間的に言って詳細のつめまで行なえる可能性がきわめて少なかったためである。

上記の討議を経て接続管路部において縦ひねりを採用することとなったのでそれにもとづいてステップ3の仕様書の変更作業を行なった。改正点、およびロジック改善の要點は下記の通りである。

- (1) 干渉表作成法は接続ノード、水平ノード、アンカポイントそれぞれで管のパターンを参考にし適合判定をする方法とした。またそれにともない、干渉表のサインを従来の5種から14種に増しより精密な干渉判定ができる様にした。
- (2) 水平スパンでの配列順を明確にした。
- (3) 接続スパンでの配列順は水平スパンでの配列を参考にして行なう方法を採用した。
- (4) 干渉表作成の際にパターン法を採用したのは下記理由である。
 - (a) 分枝部が多ければ干渉判定を数箇所で行なう必要がある。
 - (b) ひねれば左右逆に配列できるという性質を生かす。
- (5) 小干渉表を作った理由は下記の通りである。

オリジナル仕様書では一つのデッキ平面につき干渉表は1つ作成すればこと足りていた。しかし今回、縦ひねりのロジックの採用により相互の配列の決定した2管に関しては干渉表のインデックスを計算の途中で変更する必要を生じたのでメインの干渉表からN段目に選ばれた管のみを選びだし小干渉表を作成した。

こうすればスパンよりスパンへのフィードバックの際にオリジナルの干渉表を変えてしまえば両方の管が下段に落ちた際にサインが変わってしまうという不都合がなくなる。

- (6) 同スパンでサインが"4"のパイプは極力同列に並べることにした。

以下、改正されたロジックの詳細について述べることとする。

4-2-1 STEP 3の概要

STEP3ではSTEP1、STEP2より与えられる管路データ、管経路データ及びパイプマスターデータにもとづき管路内の管の配列（位置め）を行う。

(1) STEP1より与えられるデータ

- ノードデータ：ノードにはすべて番号が付けられその座標値を持っている。また平面管路部のノードと垂直管路部のノードはデッキ毎に識別できるものである。
- スパンデータ：スパンはノードとノードの間で与えられその巾と高さを持つ。スパンはその方向（x, y, zの3方向）に識別できるものである。

(2) STEP 2 より与えられるデータ

- 管の通過ノード：各管（母管、子管、孫管）の通る順序にノード、スパンが求めてある。
スパンデータ
- アンカーポイント：管の始端、終端にはアンカーポイントとしてダミーのノードが設けられその座標値を持つ。
- ノード、スパン：各ノード、スパンには通過する管が求めてある。

内の管データ

- 管線図データ：系統ごとに母管、子管の関係、呼び経等が与えている。

STEP 3 ではこれらのデータを STEP 3 用に編集し、各平面ごとに平面管路垂直管路内の配列・位置決めが行われる。

また STEP 3 のみで単独処理を行う場合はこれらのデータに代るインプットデータを使用することにする。

(3) 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で決まった経路どおりに、他の管とぶつからないよう上下、左右配列するロジックである。その際ロジックの作成上水平管路ではその管路内を水平方向に何段かに分けて上段から管の配列と位置決めを行うこととし、垂直管路内では壁に沿って一段配列することとした。

(a) 水平管路内の配列と位置決め

水平管路内の位置決めは下のデッキ平面よりデッキ毎におこない、各デッキ平面ではそれをいくつかの段に分割し上段から位置決めを行なう。

ステップ2より各管の経路が決っているがその管のスパン内での配列（上から何段目、右から何番目）は決定していない。

干渉表とは任意の2つの管を取り出し、その2つ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現ロジックでは同じ高さにおける2つの管の経路がクロスする場合についてはその管を別の段に配列することとした。

ただしまったくひねりを行なわないことにすると段数が非常に多くなるのでアンカーポイント部、接続管路部で一部鉛直方向のひねりをとり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、アンカーポイント等での合流分離の状態を参考にして行なうこととした。

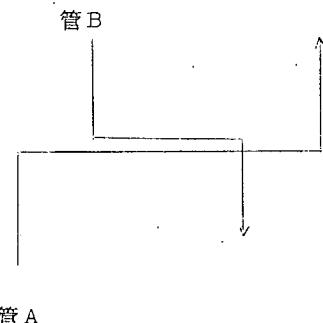


図 4.2.1-1 管経路（干渉する場合）

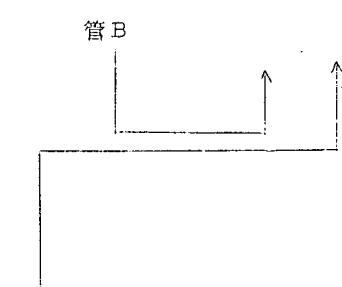


図 4.2.1-2 管経路（干渉しない場合）

例えば図4.2.1-1の場合管Aと管Bは同段に並べると干渉するので別の段に配列され、図4.2.1-2の場合は管Aと管Bは同段に並べることができる。

(b) 接続管路内の配列と位置決め

接続管路内の配列はそのデッキ平面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。すなわち4th DECKのデッキ平面内の管の位置決めの際に4th DECKと3rd DECKを結ぶ縦管路内の配列は決定され、次に3rd DECK平面の処理の際に4th DECKと3rd DECKを結ぶ縦管路内の配列を参考にしながら3rd DECKと2nd DECKを結ぶ縦管路内の配列を決定する。

(図4.2.1-3を参照のこと)

○垂直管路内の管は次のように処理される

- イ) 上に通過する管：干渉表には関係（通過管）しない。UP管の位置決めの際あたらぬようとする。

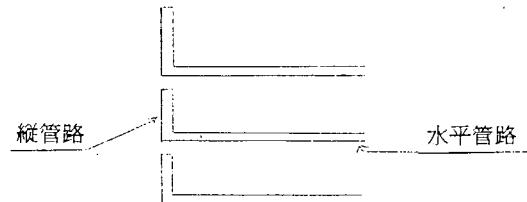


図4.2.1-3

ロ) そのデッキにつく管：干渉表作成時に考慮される。

(DOWN管)

ハ) そのデッキから入る管：そのデッキの配列と同時に位置決めされる。

(UP管)

ニ) そのデッキに分岐するもの：イ) + ロ) の機能をもつ

(UP & DOWN管)

以上のべたように垂直管路内の管にはUP管、通過管、UP & DOWN管、DOWN管があり、通過管、UP & DOWN管は下部平面の接続管路内の配列により、壁に平行な方向の座標はすでに決定されているので接続管路の処理をする場合にDOWN管、UP & DOWN管に関する現在の処理平面のどの段に含めるかのみが未定である。

これに対しUP管はその左右関係も所属段も決定されていないので位置決

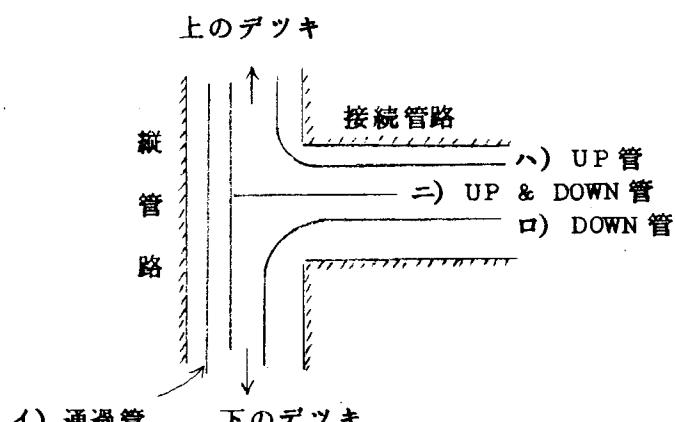


図4.2.1-4

めの際は現在そのデッキ平面において上からN段目の位置決めをしようとしているときより上の段(1段～N-1段)の管の位置を参考にしながら位置決めを行なう。同じ段に配列された管相互の接続管路内での左右の位置決めは干渉表を参考しながら縦ひねりを行えるものについては入れ替えを行ないながら最終的な位置決めをする。

4-2-2 STEP 3の前提条件

管の配列は次の前提条件で行われる。

- (1) 管の配列はデッキ(平面)毎に行い平面内で管相互が干渉しないこと。従って干渉については船全体ではなく各平面内で処理する。
- (2) 管路内では管はすべて直管配管としノード部以外は管の曲げは行わない。ノード部では90°直角曲げのみ採用する。
- (3) 管路はその平面内では一定の高さを持つ段に仕切られ段内は横1列に管を配列する。
- (4) 垂直管路は段の仕切りは行わず1段のみとする。
- (5) 管の配列は管路内に含まれる管のみとし管路外の管については行わない。
- (6) 管の配列は管路巾をはみだすこととはしない、但し管路深さをはみ出すことは許せるものとする。
- (7) 補機の座とアンカーポイントの繋ぎはその方向のみ考慮し(ただし指定された口径以上)管工作面は考慮しない。
- (8) 管工作については配列処理では考慮しない。従って管工作不可能な管はそのままアウトプットする。
- (9) 配列は各段毎に1段目より順次行うがこの段に組合された管群は処理中にその段から除外することはあるが、除外された管に替る管を組込んで新しい管群に再編成することはしない。
- (10) 管の枝部はすべて水平90°とする。従って平面内の管系(母管、子管、係管)はすべて同じ段内に配列するものとする。ただし、接続スパンでは縦ひねり、水平ひねりの例はあるものとする。

4-2-3 STEP 3のLOGIC概要と手順

- (1) STEP 1, STEP 2のデータをSTEP 3用に編集する。(各平面)ノードデータ、スパンデータ、管の通過ノードスパンデータ等
- (2) 垂直管路部の処理(各平面)
垂直部ノード及びスパンは一般平面管路と処理が異なる為その準備として一般管路の各段毎の処理に入る前に一部処理を済ませておく。
 - (a) 余裕値の初期値X₀を求めておく。
余裕値はUP管(上のデッキと接続する管)、DOWN管(下のデッキと接続する管)等が混合している垂直部ノードに接続する平面管路(接続スパン)に適用され、配列しようとする管がこれらの管路で配列可能か否かチェックする目的のものであり初期値は最初の段に配列される管に適用される値である。
 - (b) 下の平面と接続する管(DOWN管)の座標値を求める。
STEP 3の処理は各平面毎に行う為下の平面にて決められた垂直管路内の座標値を下の平面終了後この値を次の平面用に求めておく。
 - (c) 通過管の位置決めを行う。
下の平面から上の平面に通過する管はこの平面内では無関係な管である為平面管路の処理以前にその位置の決定を行う。

- (d) DEADスペーステーブルを設ける。(初期値)

これはUP管が通過する垂直部ノードと接続する接続スパンに適用される。垂直部ノード(=縦ノード=縦管路ノード)にて上、下方向の干渉が起らない様に上の段のどの位置に管が配置されているかチェックする必要がある。そのためすでに上段に管が配置された位置をデッドスペースとして下段に管配置を行わない。従って最初はゼロの値を持つか通過管が有ればその位置を予めDEADスペースとし

ておく。

(3) アンカーポイントの接続方向を決定する。(各平面)

各平面毎にアンカーポイントを持つ管についてその接続方向を決める。これはある一定の呼び径以上に適用される。(インプット指示)

(4) 干渉表を作成する。(各平面)

配列は平面的に干渉するか否かの判定が下のデッキから来た管の位置、節管のノードでの分離状態、アンカーポイントの方向を参考にして行われる。同じ段内にはすべて平面的に見て干渉しない管の組合せが選択される必報がある。

平面内の総ての管について2組づつその並び方の干渉判定を同時に求める。

(5) 優先度の計算を行いデータを優先度に従って並び変える。(各平面)

優先度とは管系の呼び径、展開長さ、干渉度によって決まる値であり値の大きい順序に従って管が選ばれる。

(6) N段目に入る管のリストを作成する。(各段)

優先度の大なる順に干渉表次にDEADスペーステーブル、余裕値を見てN段目に入る管のリストを作成する。

これはN段目に入る可能性を持つ管のリストであって後述の各スパン内のチェックで除かれる管が出てくる場合もある。

(7) 平面管路内の配列と位置決めを行なう。(各段)

フランジがあたらないこと、連続スパンで管が直進することなどを考慮して管同士の間隔を決める。

(8) 接続スパン内の配列を行う。(各段)(各スパン)

水平管路部の配列を参考にして行なう。

垂直部のノードに繋る接続スパン内の配列は一般平面管路と異りすべての管がその位置が決められているか制限されている管であるため、その段(N段)に入れないと管が含まれている可能性がある。この不具合管をチェックしてスパン内の配列を行う。

(9) 段内のZ座標を求める。次の段の段間隔を決める。(各段)

段内で各管系の持つ最大管外径を求めてそのZ座標を決定する。

(10) 各垂直管路内の位置を決定する。(各平面)

上への平面に接続する垂直管路内を通る管の位置(x, y)を求める。

(11) 各管系の曲り部、枝部の交点座標を求める。(各平面)

(12) 各管系の曲り部の形状、枝部の形状を決定する。(各平面)

上記ロジックの流れを図4.2.3-1に示す。

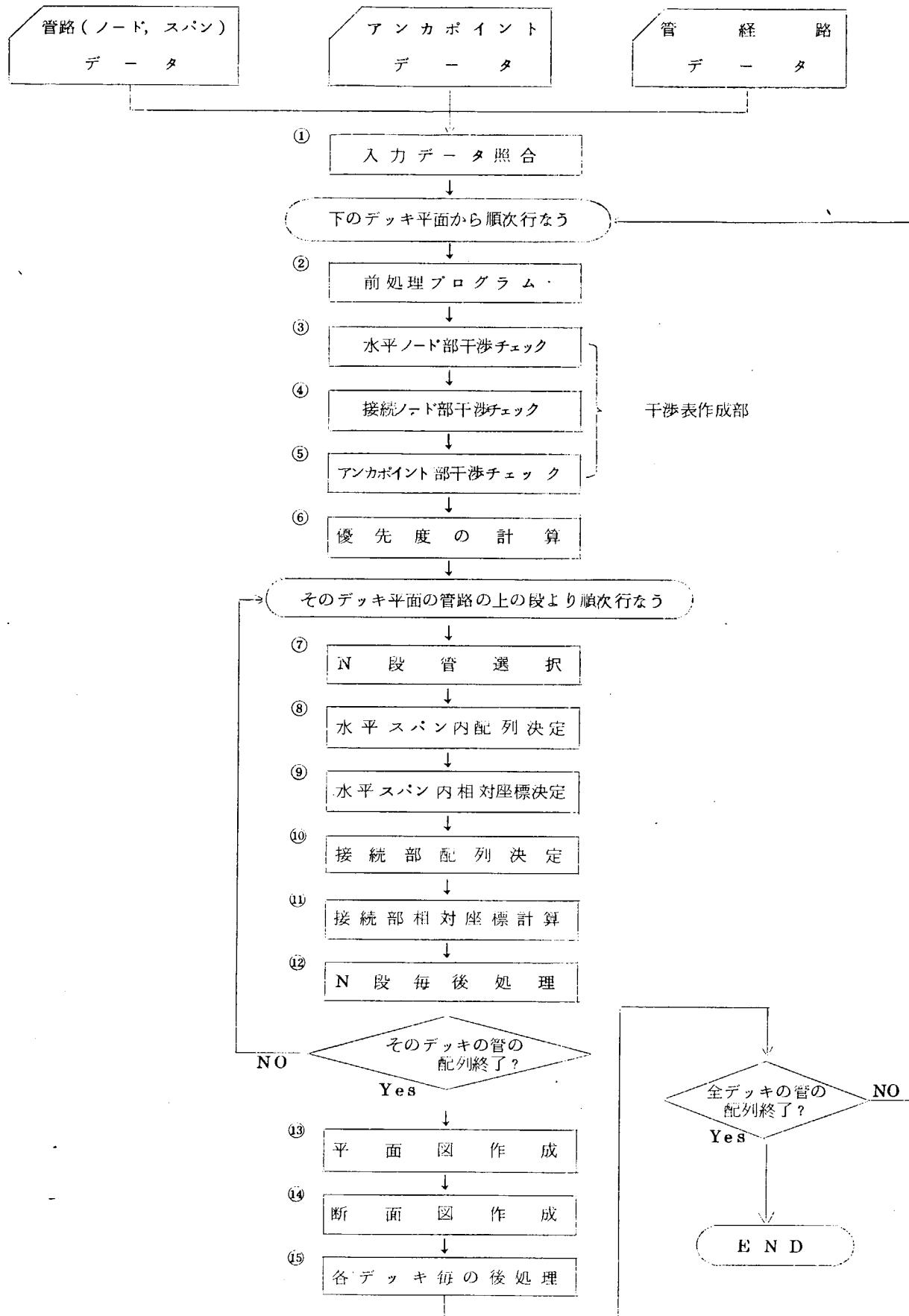


図 4.2.3-1 ステップ3ロジック流れ

4.- 2 - 4 プログラムの構成

プログラムの構成を図4.2.4-1に示している。

今回のテストランではステップ3の単独テストランに関する部分をまず作成することにし、入力データ照合プログラムもできるだけコンパクトになるように設計をしている。もしステップ2と継続して走らせる場合にはステップ2と3のアンマッチをなくすための応急処置プログラムが必要となるが、今回は作成をみあわせた。

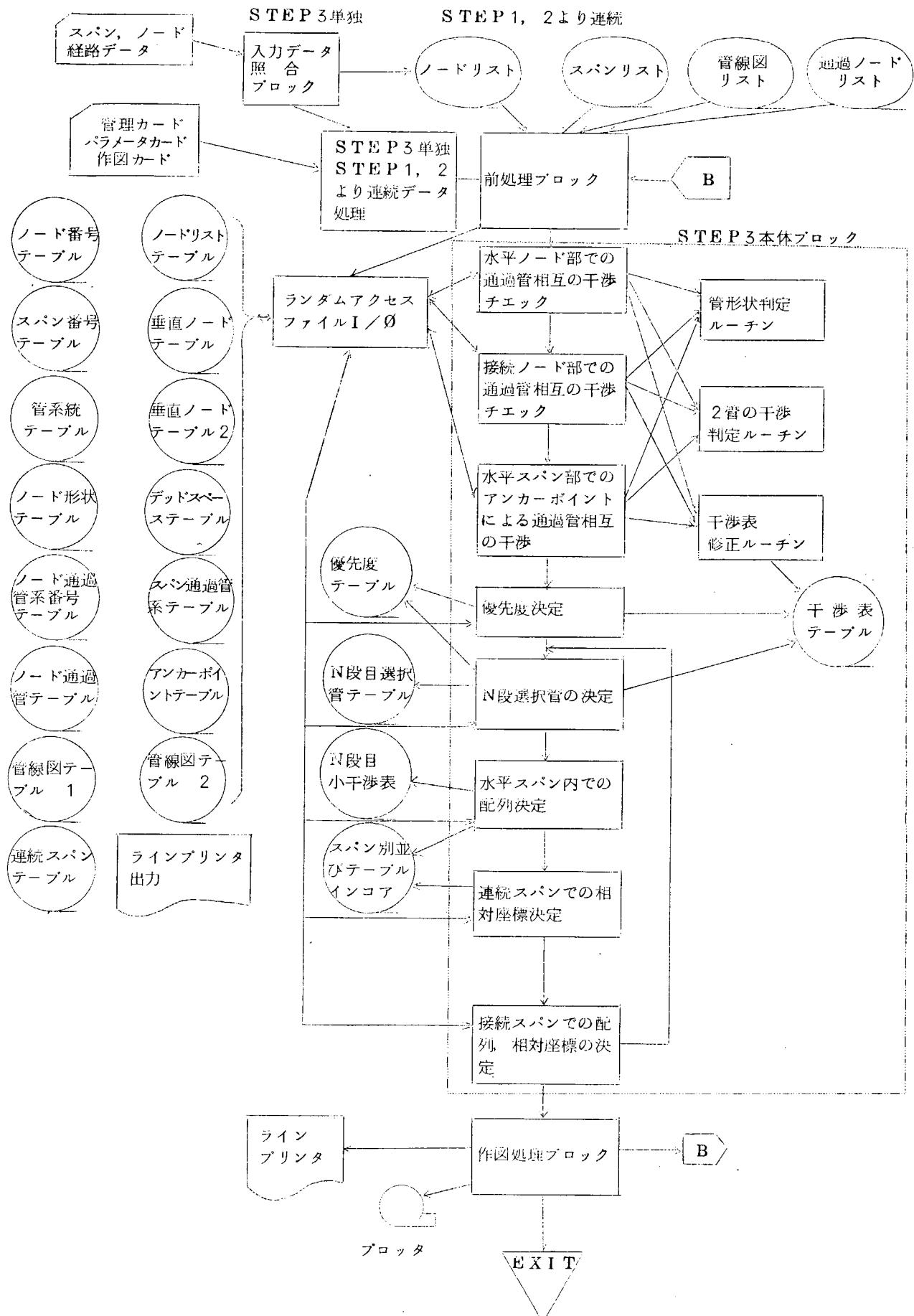


図4.2.4-1 ステップ3プログラム構成

4-2-5 干渉表の作成

干渉表とは同じデッキ平面に2つの管が配置されている時に、その2つの管を同じ段に並べたらあたるかあたらぬか、管同士の左右関係を決める場合の根拠となるものである。

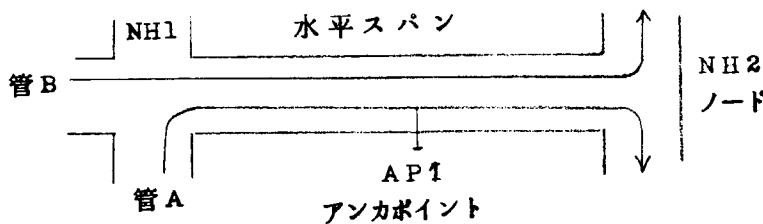


図 4.2.5-1

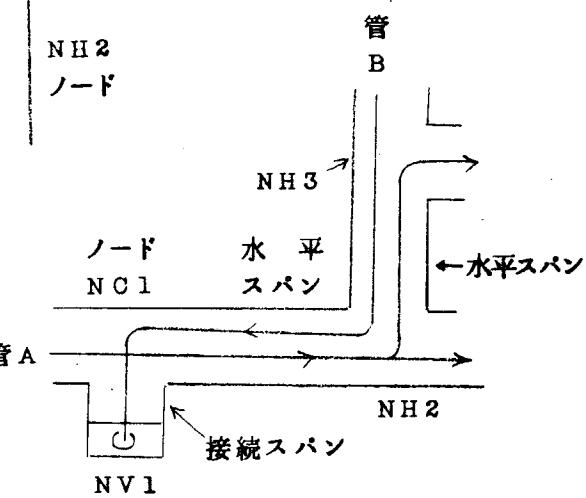


図 4.2.5-2

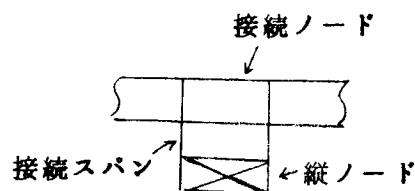


図 4.2.5-3

例えば図 4.2.5-1 の場合管Aと管Bの左右の判定は水平ノード部NH1, NH2, アンカーポイント部AP1で行なわれ、いずれも予盾なく満足できるようなインデックスがとられる。この場合管Aを基準管とした場合その流れ方向に対し管Bは「左に並べれば干渉しない」のでインデックス「2」がとられる。

次に図 4.2.5-2 の場合干渉判定は水平ノード部NC1, NH2, NH3で行われるが、NC1は縦管路と接続している接続ノードであるために、管Bの口径が小さい場合は、接続部で縦ひねりを行ない左右逆にしてもよいので、図 4.2.5-1 の場合管Aを基準管とするとその流れ方向に対し管B「接続管路部でひねれば左に並べて干渉しない」インデックス「7」がとられる。もし管Bの口径が大きくて接続ノードで縦ひねりが行なえない場合は「左右どちらに並べても干渉する」「3」というインデックスがとられる。

接続スパンとは縦管路ノード迄接続している水平方向のスパンであり、その水平ノードを接続ノードと呼ぶ。(図 4.2.5-3 を参照のこと)

一般的には次のようにして干渉判定をする。

2管の合流点・分離点全てについて、水平ノード部・アンカーポイント部・接続ノード部に分類し、バターンチェックを採用し、左右判定を行う。最後に総合判定を行い、最終的な左右判定を干渉表に記入する。

干渉表作成の手順

- (1) 水平ノード部で合流又は分離しているか。
合流・分離が無ければ INDEX=0 とする。
- (2) 水平ノード部で矛盾があるか。

合流点・分離点でのバターンチェックに矛盾があれば INDEX=3 とする。

- (3) アンカーポイント部で合流又は分離しているか。

アンカーポイント部での合流又は分離が無ければ INDEX=0

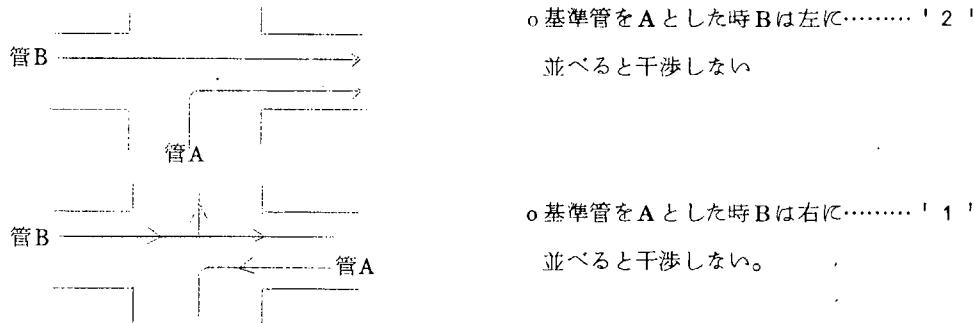
- (4) アンカーポイント部でのバターンチェックに矛盾があるか。

- (5) 接続ノード部で合流又は分離しているか。
- (6) 接続ノード部でのパターンチェックに矛盾があるか。
- (7) 水平ノード部とアンカーポイント部でのINDEXを比較し、両方を満たすINDEXを採用する。
- (8) 上記7)での結果と接続ノード部でのINDEXを比較し、両方を満たすINDEXを採用し、総合判定とする。

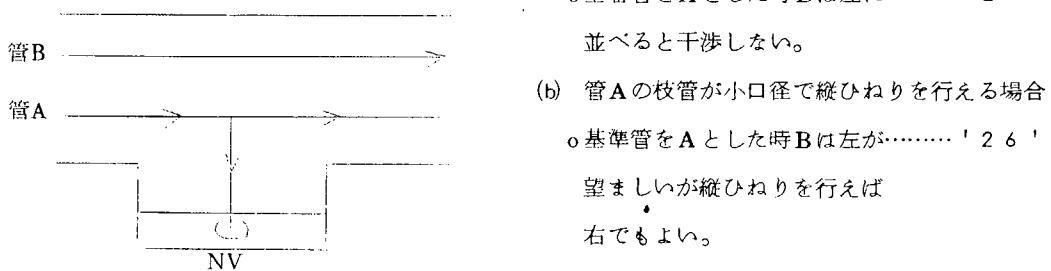
各分離・合流点での干渉パターンを図4-2-5-4に示す。

干渉表インデックスの説明を表4-2-5-1に示す。

(1) 水平ノードでの干渉パターン判定例



(2) 接続ノードでの干渉パターン判定例



(3) アンカポイントでの干渉パターン判定例

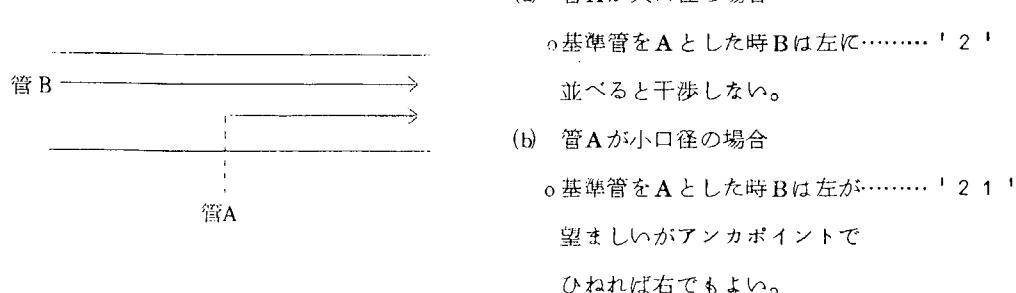


図4.2.5-4 干渉パターン判定例

表 4 . 2 . 5 - 1 干渉表インデックスの説明

| INDEX | 内 容 |
|-------|---|
| 1 | 右に並べると干渉しない。 |
| 2 | 左に並べると干渉しない。 |
| 3 | 干渉する。 |
| 4 | 干渉しない(無関係)。 |
| 5 | どちらに並べても干渉しない。 |
| 6 | 接続管路部でひねれば右に並べて干渉しない。 |
| 7 | " " 左 " |
| 8 | 接続管路部でひねれば左右どちらに並べても干渉しない。 |
| 12 | '1'が望ましいがアンカーポイント部でひねれば'2'でも良い。 |
| 21 | 上記'12'の逆の場合。 |
| 17 | 接続管路部で'1'が望ましいがひねれば'7'でも良い。 |
| 26 | 上記'17'の逆の場合。 |
| 67 | 接続管路部と他の接続管路部又は水平管路部の組合せ判定で'8'と'12'又は'8'と'17'の場合。 |
| 76 | 上記67の逆の場合['8'と'21'又は'8'と'26'] |

4 . 2 . 6 優先度の計算

優先度(PRIORITY)とは単に配列に順次先に上段に選ばれる可能性をもつという意味である。

優先度の判定基準は次の3種類の項目である。

(1) 管の呼び径による優先順位(その系統の最大径)

これは上段より呼び径の大なる管を配列したい場合に用いる。同段に呼び径が同じ又はそれに近い径の管の配置が可能になる。但し段数が増える可能性はあるが、段間隔は有効に使える。

(2) 管の展開長さによる優先順位(親管+子管+孫管)

長い管をできるだけ上段に配置することができ、管路下段には長さの短い管が配列される。これは管路深さOVERした場合、人間による手直し作業が比較的容易になる有位性がある。

(3) 管の干渉度による優先順位(系統ごとに見る)

干渉表作成時に干渉しない回数を基準に順位を設ける。

段数減少には有効的であるが、(2)の展開長さを基準にした場合と同様に段の間隔を減少できる保証がない。

以上3種類の優先項目を総合した式を用いてその値の大なる順位をもつて優先順位とする。

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

ここで α ・ β ・ γ はSTEP3にてインプットする数値とする。

α . β . γ は 0 又は正数とする。($\alpha = \beta = \gamma = 0$ の時は口径優先とし、 UP 管優先も行えることとする。)

4.2.7 N 段に入る管の選択計算

管の選択は次の 3 種類の判別式をもつて行う。

- 1 優先度
- 2 干渉表
- 3 垂直管路部の余裕値

手順は次の通りである。

- (1) N 段目に処理されていない管リストの中で最も優先度の大なる管系を選び出す。これは、この段の基準管となる為、干渉表は関係ない。
- (2) 最初に選ばれた基準管 P_1 に対し、垂直管路部を通過しているかチェックする。通過していればその形状 (Down か up か) を見て余裕値に収まるか判定する。判定結果が YES であれば初めてこの管が基準管として資格が得られたことになる。
判定結果が NO であれば次に最も高い優先度の高い管を選び同様に判定する。最悪の場合は最も優先度の低い管が選ばれることもある。基準管となるべき管が無い場合はエラーとする。
- (3) 次に基準管 P_1 に対して干渉していない管を求める。これは優先度の高い管より優先度を参照して決める。この管を P_2 とする。
- (4) P_2 が垂直部ノードを通過しているか判定し余裕値内に収まっているか判定すれば P_2 が P_1 に対して選ばれる。
- (5) P_1 に対し干渉しない管 P_3 を求める。 P_3 と P_2 を干渉表により干渉しているかどうか判定する。
- (6) P_3 に対し垂直部のチェックを P_2 と同様に行い、 YES であれば P_3 は P_1 . P_2 に対して選ばれる。
- (7) 同様に優先度・干渉表・余裕値を参照して P_1 ~ P_n まで選び出す。この選び出された P_1 ~ P_n までは N 段に入る可能性があるだけで決定されたわけではない。(管路市オーバで下段に落ちる可能性がある。)

表 4.2.7-1 干渉表と優先度(一緒に組んだ場合)

③は干渉を示す。

| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | | |
|---------------------------------|-------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|----------|------|---|
| | | P_1 | P_2 | P_3 | P_4 | P_5 | P_6 | P_7 | P_8 | P_9 | P_{10} | 非干渉数 | |
| 大 優 先 度 ↑ ↓ 小 | 1 P_1 | | | 1 | ③ | 5 | 2 | 1 | ③ | 4 | 2 | 1 | 7 |
| | 2 P_2 | | | | 2 | 4 | 1 | ③ | 5 | 1 | 2 | 2 | 8 |
| | 3 P_3 | | | | | 4 | ③ | 1 | 2 | 2 | ③ | 5 | 6 |
| | 4 P_4 | | | | | | ③ | 2 | 2 | 1 | 4 | ③ | 7 |
| | 5 P_5 | | | | | | | 4 | 2 | 1 | 2 | 2 | 7 |
| | 6 P_6 | | | | | | | | 2 | ③ | 1 | 1 | 7 |
| | 7 P_7 | | | | | | | | | 1 | 2 | 1 | 8 |
| | 8 P_8 | | | | | | | | | | 4 | 2 | 8 |
| | 9 P_9 | | | | | | | | | | | 1 | 8 |
| | 10 P_{10} | | | | | | | | | | | | |

例えば表4・2・7-1に従って干渉表と優先度の2種類の判別法にて最初の段の組合せを選ぶと次の組合せになる。

o P1 . P2 . P4 . P8 & P9 (垂直管路部の余裕値の判定を行わない場合)

仮に2番目に選ばれたP2が垂直部のCHECKでNOの判定が有れば、上図の組合せは次の組合せになる。

o P1 . P4 . P6 . P9

基準管となるべきP1が選ばれなかった場合はP2が基準管となり、次の組合せが選ばれる。

o P2 . P3 . P4 . P7 . P8

4 2 8 水平スパン内の配列と位置決め

あるデッキの上からN段目に入る候補管が選出されたのちに、水平スパン内N段目の配列が決定され、つづいて各管の相対座標の位置決めが行なわれる。位置決めはスパン番号順で、連続スパンについても同時に行なわれる。

(1) スパン毎の並びアーブルの作成

まずMAIN干渉表(一つのデッキ平面全ての管を対象とする)よりそのデッキ平面で上からN段目に選ばれた管を対象に小干渉表を作成する。

配列はスパン番号順に行なうが、小干渉表によりその対象となっているスパンに関係ある管だけ選び出し並びテーブルを作成する。その際の手順を図4・2・8-1に示す。

またスパン内の管の流れ方向はまちまちであるが、スパン内左右配列を決める際に都合がよいよう、各スパン毎に固有に持っているスパンの流れ方向に合わせてインデックスを変更する。

インデックスの変更手順は次のとおりである。

[例] 図4・2・8-2のようにスパンの向きと管の流れ方向が異なり管a・管b共に小口径だとすると

すると

(i) 小干渉表のインデックス

a → b (基準管をaとし bをみると); '1 2 '

b → a " b " a "); '2 1 '

(ii) スパンの流れに合わせた並びテーブル

a → b; '2 1 '

b → a; '1 2 '

例に示したようにスパンの流れ方向に合せて並びテーブルのインデックスの変更を行なうが、その組み合せは表4・2・8-1による。

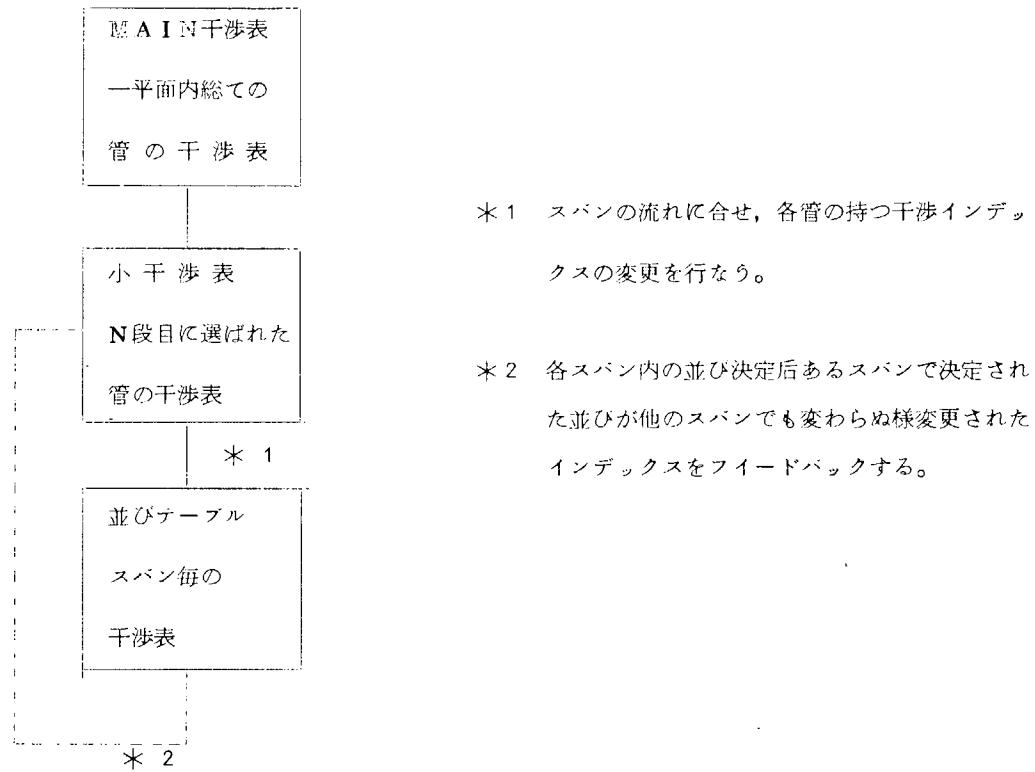


図 4 . 2 . 8 - 1 並びにテーブル（スパン毎の干渉表）作成手順

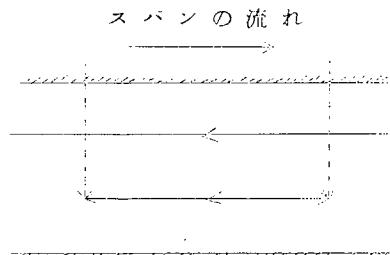


図 4 . 2 . 8 - 2

表4・2・8-1 小干涉表→並びテーブルサインの変更

| スパンの流れ | | スパンの流れ | |
|---------------------------|------------------------------|---------------------------|------------------------------|
| → B | ← B | ← B | → B |
| → A | ← A | ← A | → A |
| 干涉表 \overrightarrow{AB} | 並びテーブル \overrightarrow{AB} | 干涉表 \overrightarrow{AB} | 並びテーブル \overrightarrow{AB} |
| 1 | 1 | 1 | 2 |
| 2 | 2 | 2 | 1 |
| 4 | 4 | 4 | 4 |
| 5 | 5 | 5 | 5 |
| 6 | 1 | 6 | 2 |
| 7 | 2 | 7 | 1 |
| 8 | 5 | 8 | 5 |
| 1 2 | 1 2 | 1 2 | 2 1 |
| 2 1 | 2 1 | 2 1 | 1 2 |
| 1 7 | 1 2 | 1 7 | 2 1 |
| 2 6 | 2 1 | 2 6 | 1 2 |
| 6 7 | 1 2 | 6 7 | 2 1 |
| 7 6 | 2 1 | 7 6 | 1 2 |

(注) \overrightarrow{AB} ; Aを基準管としてBを見る。

(2) スパン内での左右の配列順の決定

各管について、それぞれ2本づつの左右関係をもとに、スパンの流れ方向に向って最も右側から(あるいは左側から)配列を決定する。

最も右側に並ぶ候補管が複数本ある場合は互いのインデックスを参考しながら最終的に右に並ぶ管を決定する。もし「4」のインデックスのある管同士であれば同列に並べてもよい。

最終的なスパン内の並び順が決まったのち、その結果を小干涉表にフィードバックする。

例として任意のスパンSH-nの配列決定手順を示す。

SH-nの通過管(配列順は未定とする)を図4・2・8-3に、又それらの干涉表を表4・2・8-2に示せた。

表4・2・8-2 SH-n並びにテーブル

| | A | B | C | D | E | F | G | H | I |
|---|----|----|----|----|----|---|----|----|----|
| A | 1 | 2 | 2 | 12 | 1 | 5 | 12 | 12 | |
| B | 2 | | 2 | 2 | 12 | 1 | 5 | 12 | 12 |
| C | 1 | 1 | | 4 | 4 | 1 | 4 | 12 | 4 |
| D | 1 | 1 | 4 | | 1 | 1 | 1 | 4 | 1 |
| E | 21 | 21 | 4 | 2 | | 4 | 5 | 4 | 12 |
| F | 2 | 2 | 2 | 2 | 4 | | 4 | 4 | 4 |
| G | 5 | 5 | 4 | 2 | 5 | 4 | | 4 | 5 |
| H | 21 | 21 | 21 | 4 | 4 | 4 | 4 | | 4 |
| I | 21 | 21 | 4 | 2 | 21 | 4 | 5 | 4 | |

(a) スパン内配列順の決定手順

- (i) 小干涉表を参照して、並びテーブルを作成する。その際スパンの流れ方向に対して左右のインデックスを統一する。
- (ii) 干渉 INDEX '4' , '5' , '21' , '12' を '2' と見做し '2' だけ持つ管を選び出す。
(= '1' のない管を選ぶ)
〔上記テーブルでは管 E, F, G, H, I が選ばれ、これらの管はスパンの流れに対し最も右側に並ぶ候補の管である。〕
- (iii) 選ばれた管が複数本ある時、優先度順に INDEX '12' を持つ管を探し、有つたならテーブルの対応する位置(対角要素)の INDEXを見る。'21' であれば '21' の方を残し、INDEX '12' の管は除外する。
- (iv) 選ばれた管の中で相互の関係が '5' の物があれば左右関係を決める。テーブルの横列の中で INDEX '2' と '21' の個数を加え、その数の多い方を残し、少い方は除外する。
前頁の例では管 G と I が INDEX 5 を持っている。
管 G は '2' が 1 ケ
I は '2' が 1 ケ '21' が 3 ケ
従って管 I が残り G は除外される。
- (v) 前述の手順に依り、スパンの流れに対し最右端に並ぶ管が決定した。決定した管を並びテーブルより抹消し次に進む。
例では、管 F, H, I が選ばれる。
- (vi) (ii)～(v)を繰返し順次並び順を決定する。その際複数本あれば横列の中で '2' 及び '21' の数の多い方を残す。
- (vii) 上記の手順に依り選んだ時
例のテーブルの並びは図 4・2・8-4 のようになる。

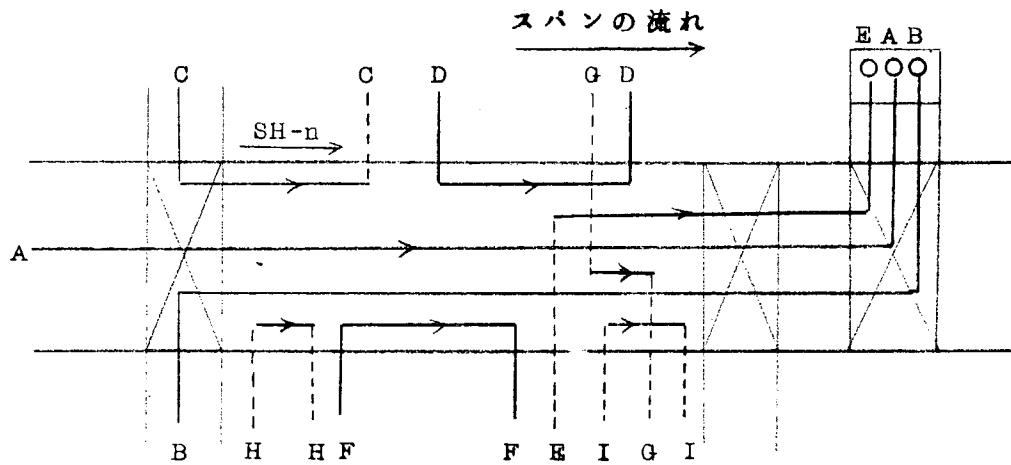


図 4.2.8-3 SH-n 通過管

最終的なスパン内の並び順が決まったのち、その結果を小干涉表にフィードバックする。そのデッキの第 n 段目水平スパン全体の配列決定後、スパン番号順に巾チェックを行なう。その際連続スパンについては同時にチェックをする。水平の管間隔については水平ペンド部であたらない距離、縦ひねりを行なつた場合でもあたらない距離なども検討し並行する2管のフランジ間隔を 15 mm (インプット指定も可) とることにした。

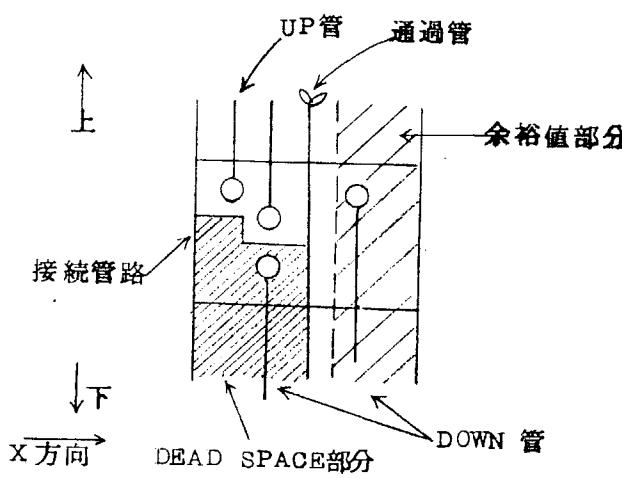
N段目の水平管路部の位置決め終了後、接続スパン部の配列と位置決めを行なう。

4.2.9 接続スパン内配列と位置決め

垂直管路内の管にはUP管、通過管、UP-DOWN管、DOWN管があり、通過管、UP-DOWN管は下部平面の接続管路内での配列により、X or Y方向の位置にすでに決定されており、DOWN管、UP-DOWN管に関しては現在の処理平面のどの段に含めるかのみが未定である。

(1) DOWN管の所属段はどのように決定されるか。

垂直管路内の配列は一段配列である。そのためDOWN管の配列は、UP管の配列に選ばれて位置決めされてSPACEの下(DEAD SPACE)，又は、管路巾に対してUP管の占有巾が少なく、DOWN管、通過管、UP-DOWN管をUP管よりも上段に選定することのできるSPACE(余裕巾)がある場合に選定することができる。



故にN段に選ぶ管を選定する時、平面管路の干渉表を参照し、さらにDOWN管に関しては、その垂直管路が余裕巾を有するか、又はDEAD SPACE部に入る場合にのみその段に選定される。この為、その垂直管路に余裕巾のない時はその垂直管路を通るUP管の全てが上段に配列終了となるが、又は、そのDOWN管がDEAD-Spaceに入るまで、N段には選定されない。

図 4.2.9-1

(2) UP管はどのように決定されるか

UP管の所属する段は、平面管路の干渉表の条件によつて左右条件が決定される。

(3) UP管のX方向の配列はどのように決定されるか(X軸が壁に平行の場合)

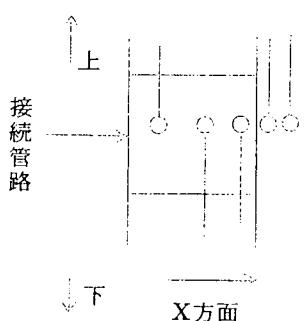


図 4.2.9-2

平面管路内の配列により、同一段に含まれる管の接続部での配列が求められる。

しかし、DOWN管、UP-DOWN管とUP-UP管とUPが共合する段では、DOWN管、UP-UP管のX方向位置が下部平面により決定されているため、図に見るようにUP管が垂直管路内に入らない場合がおこる。

(図4.2.9-2を参照のこと)

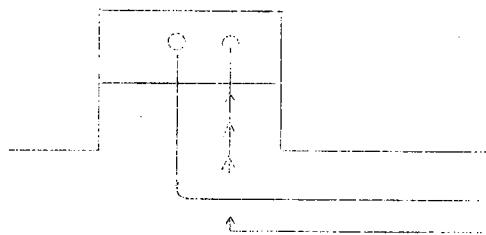


図 4.2.9-3

一方、接続管部では、図に示すようなひねりを与えることにより、平面管路内の配列と垂直管路内の配列を逆転することが可能なものがある。

(図4.2.9-3を参照のこと)

これら逆転可能な各種の配列の内、UP管が垂直管路の内に配列できる配列順を求め、+X、又は+Y側づめに位置決めをおこなう。

但し、いかなる組合せにしてもUP管が垂直管路内に入らない時は、DOWN管をその段より落とし、再計算する。

オリジナル仕様書では接続スパンでの縦ひねりを行なっていなかったので左右の配列を入れ換える必要はなかったが新しい仕様書では左右の配列が入れ換わる可能性もあるので、左右入れ換え得る本数がインプット指定した本数以下の場合は並べかえを行なって段内になるべく多数の管が配列されるように考えている。ならび換えについてのフローチャートを図4.2.9-4に示す。

そのデッキ平面につき第1段から最終段までの位置決めを終了したのち縦管路の位置決めを行ない、その次に上の平面の計算に移る。

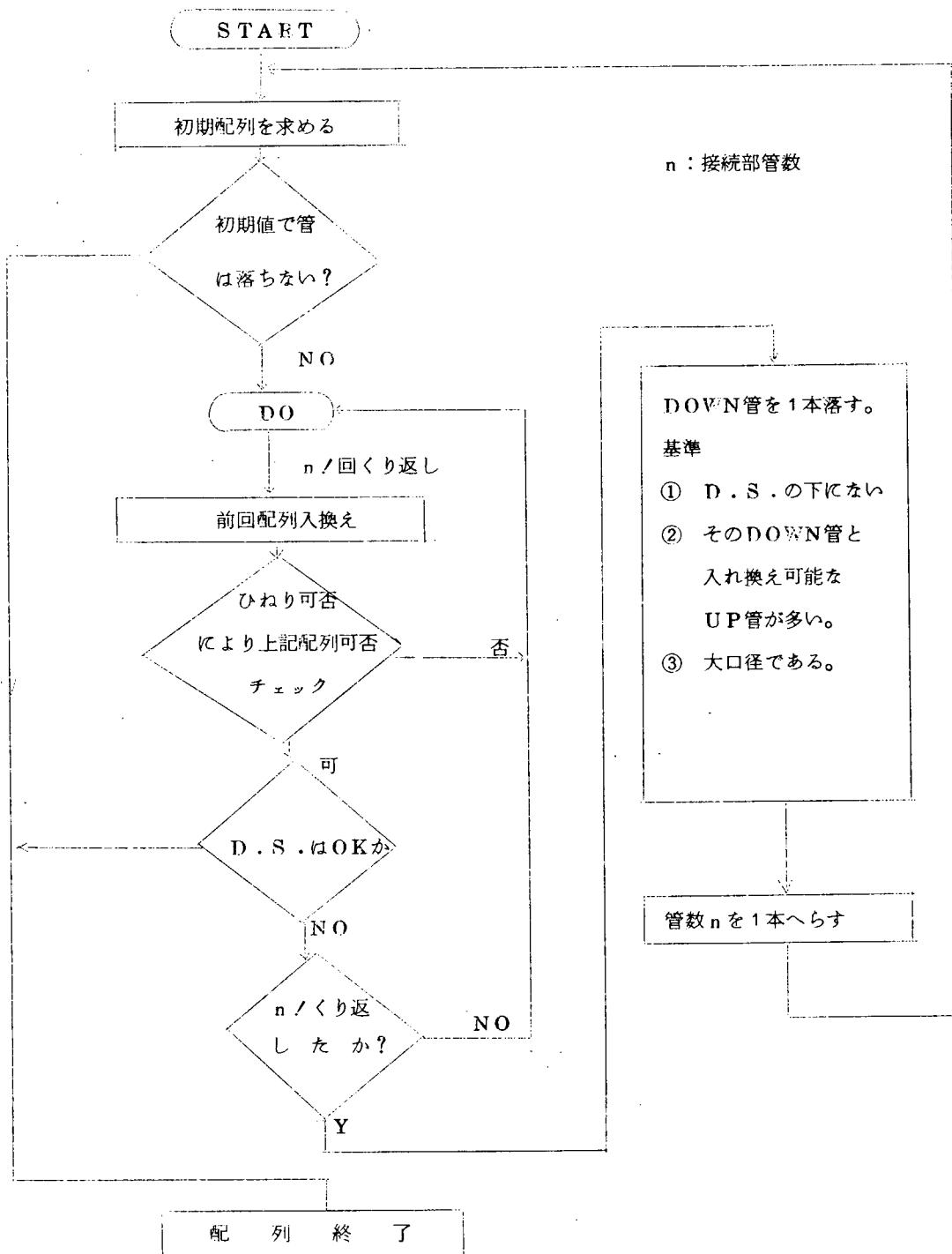


図4.2.9.4 接続スパン部のならべかえFLOW CHART

4.3 ステップ3の改善すべき点とステップ2へのフィードバック事項、人手によるシミュレーション作業の成果（とテストラン結果）

ステップ3のロジックの確認のためにプログラム作成に先だってシミュレーションを行ないプログラムの性質を明らかにした。またその結果仕様書のVersion UPを行なつたがそのさい盛り込めなかった点は将来の課題として明確にしておくことにした。

アストランの結果については「5プログラム詳細」にアウトプット例を示しているが、アウトプット検討結果は別の機会に述べるものとする。

4.3.1 人手によるシミュレーション作業の成果

8社共同研究の際まとめたステップ3のロジックで配列、位置決めがどの程度可能であるかを定量的に確かめるため、実船データを用い人手によるシミュレーション作業を行ない、ロジックの問題点の摘出と作業結果の評価を行なった。

シミュレーション作業の結果、今迄判らなかったプログラムの特性が非常に明確になり、修正部分とその対策を更に決定することができた。

プログラムの性格は次の通り。

- (a) 細い管が優先的に第1段に選ばれ、第2段目以下の各段のパイプ本数が急激に少なくなる傾向がある。

これは細い管からは分岐管が無く、かなり目的的直線にリードすることが現実に多いためである。

現実には大口径の管を優先的に配置するのが常識とされていたのに対し、「干渉しないこと」「長さの長いこと」を第一優先にしたロジックでは、全く予想外の結果が得られることがたしかめられた。

之に対しては、口径の大きいものに優先権を与える様条件の変更を行ない再度テストすることとしたが、結果はやはり（各段に選ばれるパイプはちがって来るがやはり）干渉度の高い管は下の段におとされ、第1段目に干渉度の低い細い管が配置される傾向にあった。

- (b) 配管段数が多くなり管路深さをオーバーする傾向がある。

これは枝の多い管はどの管に対しても干渉するために、どんどん下の段にあとまわしにされることに起因している。

この対策として配管段数を減らすため、接続管路部で各管の縦ひねりを許して第2回目のシミュレーション作業を行ない、またロジックの変更作業を行なった。

シミュレーションを行う際に用いたロジックは次の通りである。

(1) 第1回シミュレーション作業

(a) シミュレーション方法

(i) アンカポイントでの管の方向は100mm未満の管については無視する。

(ii) 水平管路部での管間隔はフランジ外径で15mmとする。

(iii) 接続スパンでの縦ヒネリは行なわない。

(b) シミュレーション結果

ひねりのないロジックで（ただし一部接続管路で水平ひねりを採用）3rd DECK裏の管路には全系統62本が計9段に配管された。表4.3.1および表4.3.1-2を参照のこと。

表4.3.1-1 第1回シミュレーション結果各段の本数

| 段 項目 | 1段 | 2段 | 3段 | 4段 | 5段 | 6段 | 7段 | 8段 | 9段 |
|---------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 管本数 | 30本 | 9本 | 5本 | 5本 | 3本 | 5本 | 2本 | 2本 | 1本 |
| 管路深さ mm | 590 | 440 | 290 | 290 | 345 | 375 | 345 | 495 | 345 |

管路深さ内

全段トータル深さ = 3515mm

(1500mm)

表4.3. 1-2 RD DECK UNDER シュミレーション結果

計62本

| 段 | 本数 | 管名 | 口径 | 段 | 本数 | 管名 | 口径 |
|-------------|-----|-------|-----|-----|----|-------|-----|
| 1 段 目 | 30本 | E 19 | 300 | | | S 305 | 200 |
| | | S 21 | 200 | | | N 15 | 150 |
| | | D 21 | 40 | 2 | | S 207 | 80 |
| | | K 701 | 40 | | | S 82 | 50 |
| | | D 55 | 40 | 段 | 9本 | G 12 | 80 |
| | | K 601 | 25 | | | N 17 | 150 |
| | | K 501 | 25 | 目 | | G 131 | 50 |
| | | D 33 | 40 | | | G 19 | 100 |
| | | F 85 | 25 | | | W 266 | 40 |
| | | F 110 | 150 | 3 | | W 508 | 80 |
| | | R 81 | 50 | | | W 509 | 80 |
| | | V 21 | 50 | 段 | 5本 | L 33 | 40 |
| | | W 537 | 50 | | | G 68 | 50 |
| | | W 801 | 150 | 目 | | L 36 | 40 |
| | | R 54 | 50 | | | W 73 | 65 |
| 2 段 目 | 30本 | L 101 | 80 | 4 | | D 132 | 80 |
| | | W 71 | 65 | 段 | 5本 | F 151 | 50 |
| | | G 43 | 50 | 目 | | F 158 | 50 |
| | | N 9 | 80 | | | E 31 | 80 |
| | | D 50 | 80 | 5 | | S 2 | 50 |
| | | G 32 | 50 | 段 | 3本 | N 1 | 100 |
| | | F 168 | 40 | 目 | | W 86 | 125 |
| | | S 85 | 50 | | | N 16 | 150 |
| | | W 165 | 50 | 6 | | L 11 | 80 |
| | | G 98 | 50 | 段 | 5本 | L 16 | 80 |
| 3 段 目 | 30本 | N 31 | 25 | 目 | | L 29 | 40 |
| | | N 95 | 40 | | | L 30 | 40 |
| | | W 166 | 25 | 7段目 | 2本 | W 75 | 125 |
| | | D 69 | 40 | | | W 32 | 50 |
| | | N 72 | 80 | 8段目 | 2本 | W 716 | 250 |
| | | | | | | W 182 | 80 |
| | | | | 9段目 | 1本 | W 546 | 125 |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |

(2) 第2回シミュレーション作業

シミュレーション作業(1)の結果をもとに、管路深さを小さくする目的で、接続スパンでのひねりを考えた新ロジックでシミュレーションを行なった。また管を選ぶ優先度もいろいろ変化させてその影響を調べた。

(a) シミュレーション方法

- (i) 接続スパンで縦ひねり、水平ひねりを行なった。
- (ii) すべての管のアンカポイントの方向を無視した。
- (iii) 3つのグループに分けてシミュレーションを行なった。

(i) A₁ グループ

1段目～最終段まで接続部でのヒネリを考慮して段別平面図を描く。

(ii) A₂ グループ

1段目は接続管路でひねらず2段目以降は接続部でのひねりを考慮して段別平面図を描く。

(iii) B グループ

管路巾チェックは行なわず干渉表のみより算出した。

口径、長さ、非干渉度、UP管などに優先度を持たせその影響を調べた。

(b) シミュレーション結果

- (i) A₁ グループ結果……表4.3.1-3, 表4.3.1-4 参照のこと

表4.3.1-3 第2回シミュレーションA₁, グループ各段本数

| 項目 \ 段 | 1段 | 2段 | 3段 | 4段 | 5段 |
|------------|-----|-----|-----|-----|-----|
| 管 本 数 | 36本 | 15本 | 6本 | 3本 | 2本 |
| 管 路 深 さ mm | 860 | 640 | 432 | 280 | 135 |

管路深さ内

全段トータル深さ = 2447 mm

(1500 mm)

表4.3.1-4 第2回シミュレーション結果(A₁ グループ)

3RD DECK UNDER

計62本

| 段 | 本数 | 管名 | 口径 | 段 | 本数 | 管名 | 口径 |
|-----|-----|-------|-----|-----|-----|-------|-----|
| 1 | 36本 | E 19 | 300 | 2段目 | 15本 | F 168 | 40 |
| | | S 305 | 250 | | | K 601 | 25 |
| | | S 21 | 200 | | | K 501 | 25 |
| | | N 17 | 150 | | | W 166 | 25 |
| | | F 110 | 150 | | | W 716 | 250 |
| | | W 801 | 150 | | | N 15 | 150 |
| | | N 1 | 100 | | | W 86 | 125 |
| | | G 19 | 100 | | | W 508 | 80 |
| | | S 207 | 80 | | | D 132 | 80 |
| | | L 101 | 80 | | | E 31 | 80 |
| | | L 11 | 80 | | | V 21 | 50 |
| | | L 16 | 80 | | | S 82 | 50 |
| | | N 9 | 80 | | | L 33 | 40 |
| | | G 12 | 80 | | | W 266 | 40 |
| | | W 71 | 65 | | | L 29 | 40 |
| 目 | 6本 | W 73 | 65 | 3段目 | 6本 | L 30 | 40 |
| | | W 537 | 50 | | | N 95 | 40 |
| | | W 32 | 50 | | | F 85 | 25 |
| | | R 54 | 50 | | | N 31 | 25 |
| | | G 98 | 50 | | | N 16 | 150 |
| | | S 85 | 50 | | | W 546 | 125 |
| 目 | 4段目 | S 2 | 50 | 4段目 | 3本 | W 75 | 125 |
| | | G 43 | 50 | | | D 50 | 80 |
| | | G 68 | 50 | | | F 158 | 50 |
| | | G 32 | 50 | | | F 151 | 50 |
| | | W 165 | 50 | | | W 509 | 80 |
| | | G 131 | 50 | | | R 81 | 50 |
| 5段目 | 2本 | D 21 | 40 | | | L 36 | 40 |
| | | D 55 | 40 | | | W 182 | 80 |
| | | D 33 | 40 | | | N 72 | 80 |
| | | K 701 | 40 | | | | |
| | | D 69 | 40 | | | | |

(ii) A₂ グループ……………表4.3.1-5を参照のこと

表4.3.1-5 第2回シミュレーション A₂ グループ各段の管本数

| 項目 | 1 段 | 2 段 | 3 段 | 4 段 | 5 段 |
|---------|-----|-----|-----|-----|-----|
| 管 本 数 | 31本 | 15本 | 11本 | 3本 | 2本 |
| 管路深さ mm | 559 | 534 | 585 | 190 | 115 |

管路深さ内 ← 全段トータル深さ = 2983mm
(1500mm)

(iii) B グループ

優先順位の段数に対する影響は少なく、干渉度の高い長い管があるときはどうしても段数の増す傾向があることがわかった。

4.3.2 ステップ3の改善すべき点と他ステップへのフィードバック事項

現在ステップ3で一番難点となっている事は1つの管系統は同じ段内に配置される（縦ひねりを行なわない）ために、水平管路での配管段数が多くなって管が管路深さをオーバーする場合も起これ得るということである。これは一つの管系統は同じ段内に配置され接続スパンやアンカーポイント以外では縦ひねりを行なわないというこのロジックの前提条件そのものに関するものであるだけに解決には相当な困難が予想される。

現在ステップ3の持っている改善すべき点は次の通りである。

(1) 改善しようとする場合比較的容易にロジックの修正ができる項目

- (a) 曲り部の種類を判定し(ベンダかエルボーか)曲げ方を考慮する。
- (b) 最も密度の高いスパンから巾チェックを開始する。
- (c) 水平部の管間隔を種々の条件を考慮して変化できるようにする。
- (d) 分岐の形状をいくつか選べるようにする。
- (e) アンカポイント部、接続管路部での縦ひねりの形状をはっきりさせる。
- (f) 管路内管長の短い管は除外する。
- (g) Y字型干渉も処理できるようにする。(詳細略)

(2) 改善しようとする場合ステップ3ロジックの前提条件を変える必要のある項目(ただしアイデアのみで必ずしも現ロジックより改善されると限らない項目も含む)

- (a) 縦管路内2段配管をする。
- (b) 水平管路内での縦ひねりを行なう。
 - (i) 分岐管が干渉する時は分岐管だけを一段下げる。
 - (ii) 干渉しない管をまず並べ巾に余裕があれば干渉する管でもひねりながら同段に配列する。
 - (iii) 優先度順に管を並べ干渉する管を順次ひねる。
- (iv) 水平ひねりを許せる管路と許せない管路の種類別による処理を行なう。
- (v) すべてのノードで段をかえる。
- (vi) 各スパンを一段配管とし優先順序の異なるスパンに管が連続する場合は必ず縦ひねりを行なう。(主管路方式)…… o f . S R 1 4 8 - 小委 - 1 - 4
- (c) 水平スパン内でも縦配列を行なう。

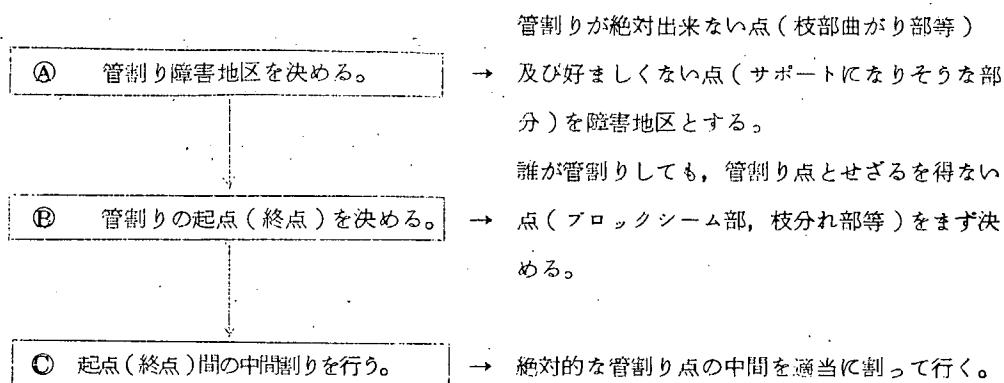
- (3) マニュアルインプットを増す修正をする場合の項目
- ひねりの箇所を指定する。
 - たて管路の巾を可能な範囲で広げる。
 - 管路内に全部の管が収容できない場合には、管路をはみ出して配管できる様にし、その部分について計算後チェックを行なう。
 - 各平面ごとの計算を行ない、つなぎの部分は人間が行なう。
- (4) 現在のステップ3の枠を乗り越えて発想の転換を必要とする項目
- グラフィックディスプレイを使用し、一本一本の経路を決める。あるいはひねりの形状を決める。
 - ステップ2と合体し、枝管の付き方及び干渉について経路の選定の段階で考慮できるようにす
- (5) 他ステップへのフィードバック事項
- 以上(1)～(4)でステップ3の改善点を述べたが、ステップ3から考慮してみてステップ1.2により良い成果を挙げるには各ステップのロジックの下記項目は再検討の価値であろう。
- ステップ1
 - 船殻を基にして、管路が決定されるという受身の姿勢でなく管路に合わせて船殻を作ると発想の転換も必要か？
 - 管路作成法ロジックのリファインメント
 - 管路の形状に多様性を持たせる。
 - 連続スパンの巾を変化させることを許す。
 - スパンの途中に障害物を許す。
 - ノードとスパンの中心をずらす。
 - 斜め管路を許す。
 - 管路深さを変化させる。
 - ステップ2
 - 線図データの自動変更を行なう。
 - サーチライト法（アンカポイント設定）の見直しをする。
 - 管の行先を考慮したアンカポイント設定をする。
 - 管路内配管長の短い管は、管路内に配置しない。
 - 重心法（縦管路の選定）の見直しをする。
 - その管のアンカポイントからつながっていない縦管路は選定しない。
 - ベクトル法（水平管路内の経路選定）の見直しをする。
 - 干涉も考慮した経路の選定をする。
 - 二重配管をなくす。

4.4 ステップ4ロジック

ステップ4については、ステップ1～3迄の懸案事項の解決の仕方により、管割り方法も変わることが予想されるため、ロジックの人手によるシミュレーションを行なうことによりプログラムの持っている性質を明確にした。ステップ4のロジックに対する改善点も数多く検討がなされたが、それらは必ずしも絶対的な制約ではなく、組み合わせて適応されるべきであり、またお互いに矛盾した面を持った要件であるため、現在のロジックを作成した時点での思想を明示しておくことにとどめた。

4.4.1 基本的な考え方

- Step4のロジックの基本的な考え方は下記のようになる。



上記の 3 Step は従来人間が行う場合の Step にほぼ等しいと思われ、この流れは一応止むを得ぬものと思われる。

この中で、Ⓐ、Ⓑ の Step においても各社の考方によりある程度の差異はあるが基本的には、そう異ならず、誰がやってもほぼ同じような形になると思われる。

ところが、Ⓒの Step は、行う人により相当の差異のある部分で、この部分のロジック化が一番問題のある所と思われる。

(2) 現在のロジックの前提

前項で述べたように、一番問題のあるⒸの STEP について現在のロジックがどのような考え方でまとめられているかを述べる。

(中間割りの要件)

中間割りには、絶対に守らねばならぬ要件と相対的に適宜選択して採用してよい要件とがある。

(a) 絶体的要件

- (i) 管割り障害地区を避ける。
- (ii) 管製作可能なように管割りする。

この二点がどのようなロジックにするにしろ守らねばならぬものであるから、特に問題はなく、現在のロジックにも取り入れられている。

(b) 相対的要件

- (i) 管長優先 (なるべく定尺に近い管を造る。)
- (ii) 直管優先 (直管のとれる所はなるべく直管とする。)
- (iii) 標準管優先 (標準管のとれる所はまずとる。)
- (iv) 篠装条件優先 (篠装上の諸要求を満足させる事をまず考える。)

④

- Ⓐ 取付基準管をつくる。
- Ⓑ フランジ点をそろえる。
- Ⓒ 篠型が容易に出来るようにする。

取付順序

取付スペース

- Ⓓ 管割りが好ましくない部分を避ける。
- Ⓔ メインテナンスを考える。

他にも何等かの要件があるかもしれないが、これらは必ずしも絶対的な要件ではないし、又お

互いに矛盾した面をもった要件である。更に各社の思想によって異なって来るものである。

以上のような点より、Step 4 の現在のロジックは絶体的要件については、一応充分取入れたが、相対的要件については、(i)の管長優先のみを坂上げ・起点・終点間を一方から、定尺単位に管割りしていくという形でまとめている。

従って実用面から見た場合、当然(ii)～(iv)の項目を取り入れるべきとの要求が出るが、現在のStep 4 では、これについては、人が判定してStep 4 のランの前にあらかじめインプットで、管割り点を指定することにより解決してもらう事にしている。

ただし将来、(ii)～(iv)の項目については、要求に応じスパン単位の管割りをロジックとして組込む事により、自動化は容易に出来ると思われるが、(iv)項を充分に組込む事は極めて困難と思われる。

(3) マッチアップ 4 の利用法

Step 1 からStep 4 迄を通してランさせ、そのまま一品図システムに結びつくのが完璧の目的であるが、当面それは不可能でどこかに入人が入るわけであるが、その場合Step 3 迄行いそこで人が入り、Step 4 と一品図システムとを結びつけて取扱う考え方と、Step 4 迄を続けて行い、その後で人が入って一品図システムを取扱う場合とが考えられる。これは現在決められないがただ、Step 4 に於ける管製作上の諸チェックルートが一品図システムのチェックルートと全く同じものとなるのであるから何等かの形で一品図システムと結びつけるのが望ましいと思われる。

(4) Pending 事項

前Step の未定により、現在Step 4 で Pending になっているのに下記のような部分がある。

(a) ひねり部の形状未定の為、その部分の管割り点未定

アンカポイント部

接続ノード部

(b) 枝分れ部の形状………図 4.4.1-1, 図 4.4.1-2 を参照のこと

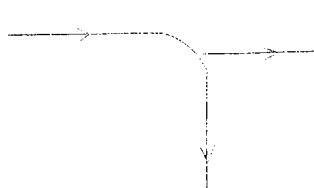


図 4.4.1-1

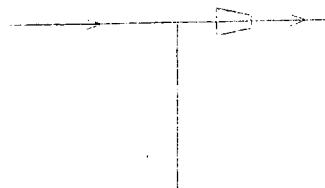


図 4.4.1-2

(c) 曲がり部の形状………図 4.4.1-3, 図 4.4.1-4 を参照のこと。

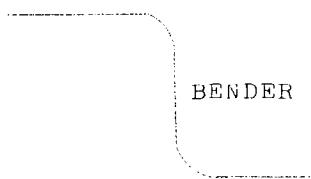


図 4.4.1-3



図 4.4.1-4

4.4.2 インプットアウトプットデータ

ステップ4ではステップ1で作られた管路データ、ステップ2で作られた管経路データ、ステップ3で作られた管配列データ及びバイブマスターデータをもとに、管サポート候補点の決定並びに管割り点の決定を行ないその情報をリストと図面により出力する。

(1) ステップ1より与えられるデータ

- ノードデータ：ノードには全てデッキ別に番号が付けられており、その座標値を有する。
- スパンデータ：スパンは全てデッキ別に番号が付けられており、ノードとノードの間で定義され、その幅と高さと長さの寸法を有する。スパンはその方向(x, y, zの3方向)に識別出来る。

(2) ステップ2より与えられるデータ

- 管の通過ノード：各管(母管、子管、孫管)の通る順序にノード、スパン番号が与えられている。
スパンデータ
- アンカーポイント：管の始端、終端にはアンカーポイントとしてダミーのノードが設けられその座標値を持つ。
- ノード、スパン内：各ノード、スパンには通過する管番号が求められている。
の管データ
- 管線図データ：系統ごとに母管、子管の関係、流体、呼び径、管材質、管の処理等が与えられている。

(3) ステップ3より与えられるデータ

- 管配列データ：管が通過する全てのノード、スパンでの管の座標値が与えられる。
- 管曲りデータ：管の曲り半径及び管の曲り始点、終点の座標曲り部の展開長さが与えられる。
- 直管長さデータ：直管部の長さが与えられる。
- 枝管データ：枝管の座標が与えられる。

以上の様なデータがステップ1～3から与えられることを原則とするが、前ステップのランが行なわれなくとも、ステップ4単独ランが出来る様に計画してある。ステップ4の単独運転を行なう場合はステップ1～3で与えられるべきデータは全てイントップとなる。

また、ステップ4のアウトプットは各社の一品図システムのインプットとなるデータは全て網羅されているものとする。

4.4.3 前提条件

- (1) 管割りは定尺優先で行なうので、フランジ面がかならずしも揃わない。但しイントップ指定によりフランジ面を揃えることは一部可能である。
- (2) 管サポートに関してはその候補点を決定するのみにとどめ、自動的にサポート位置を決定することはしない。
- (3) 管一品に対して、取付区画名を記入することはしない。
- (4) 管の内作条件はある一社のものを流用する。
- (5) 管接手の種類の決定は行なわない。
- (6) 本研究では各社の一品図システムとの直接の結びつけは行なわない。
但し各社の一品図システムのイントップデータに相当するデータは少なくともアウトプット出来るものとする。

4 . 4 . 4 ステップ4のロジック

前ステップで用意された線図データ、管配列データをデッキ別に、ブロック別に分割し、さらにデッキ裏水平管路、デッキ上水平管路及び垂直管路に分ける。そうして出来た端点を管割りの起点として、出来るだけ定尺で中間管割りを行なう。

- (1) 主幹流れ………図4 . 4 . 1 --1を参照のこと
 - (a) あらかじめデータチェック及び編集を終った諸データを読込む。
 - (b) 管サポート候補地を決定する。但し垂直管のサポートは除外する。
 - (c) 管割りを行なうに当って障害となる場所を定義する。
 - (d) 管割りはデッキ別に行なう。デッキ別のデータを更にデッキ裏、デッキ上、垂直部及び管路外の4つの区分に分けて処理する。
 - (e) アウトプットの為のデータの編集を行ない、管一品リスト並びに管割り点、サポート候補点を示す図面を出力する。

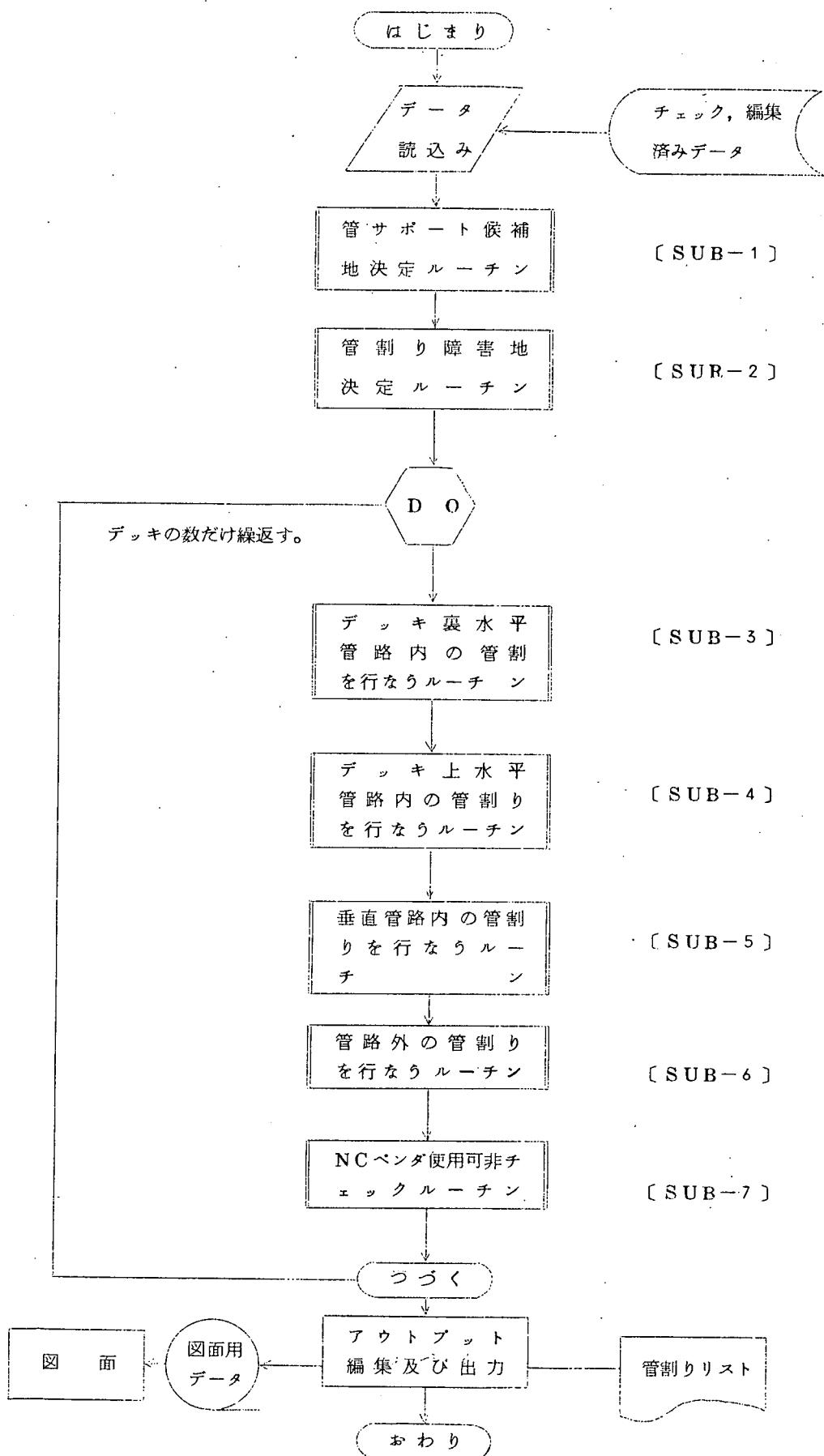


図 4.4.4-1 ステップ4主幹流れ

(2) サポート候補地決定……図 4 . 4 . 4 - 2 を参照のこと

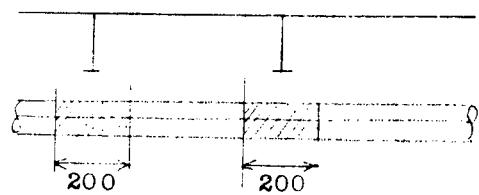
- (a) 指定の深さ以上の骨を選び出す。入力により深さの指定がなき場合は自動的に 300 mm 以上
の深さの骨を対象とする。
- (b) サポート不可指定がある骨及びブロックシームより 100 mm 以内の骨を対象から除外する。
- (c) 対象となった骨と管路が直交する所をサポート候補点とし、その点から両側 100 mm の部分
をサポート候補地とする。
- (d) 管の枝の位置から両側に枝の呼径及び曲り部をサポート障害地区とする。
- (e) サポート候補地がサポート障害地区に重なるかをチェックする。重なる場合にはその旨警報を
発する。
- (f) あるサポート候補地と重なることがない場合には、サポート点として適るので、その旨出力
する。

サポート地の定義

[SUB-1]

いりぐち

指定の深さ以上の骨を選び出す。



サポート不可指定のある骨及びブロックシームより 100mm以内の骨を対象から除外する。

対象となった骨と水平管路と直交する所をサポート候補点とし、その点から両側に100mmの部分を候補地とする。

D_o

管の数だけ繰返す

管の枝の位置から両側に本管の呼び径の範囲及び曲り部をサポート障害地区とする。

つづく

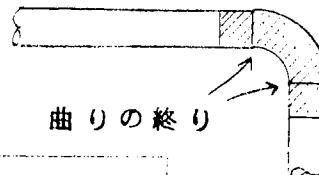
候補地の数だけ繰返す。

障害地区の定義

D₁ <2D₁>

D₂ D₁+D₂

つかみ代



曲りの終り

D_o

サポート候補点の数だけ繰返す。

一つのサポート候補地を取り出す。

D O

一本の管を取り出す

候補地と障害地圧とが重なる部分があるか

どのサポート候補がどの管の枝又は曲り部にかかるかを警報する。

つづく

どの管のサポート障害地区にも干渉されないサポート候補地を選び出す。

サポートの良好なる候補地を出力

でぐち

図4.4.4-2 サポート候補地決定ルーチン

(3) 管割り障害地決定………図4.4.4-3を参照のこと。

管割りの障害になる次のものを障害地として定義する。

- (a) サポート候補地
- (b) 管の枝の点の両側に本管の呼径の範囲
- (c) 管の曲り部+つかみ代の範囲

但し「つかみ代」の範囲を障害地に含めるか否かは入力により指定出来る。入力により指定な
き場合は「つかみ代」の範囲は障害地区に含める。

曲り部がエルボーの場合は「曲り部+両側に管径」を障害地とする。

- (d) 管割り不可指定がある範囲を障害地とする。

[S U E - 2]

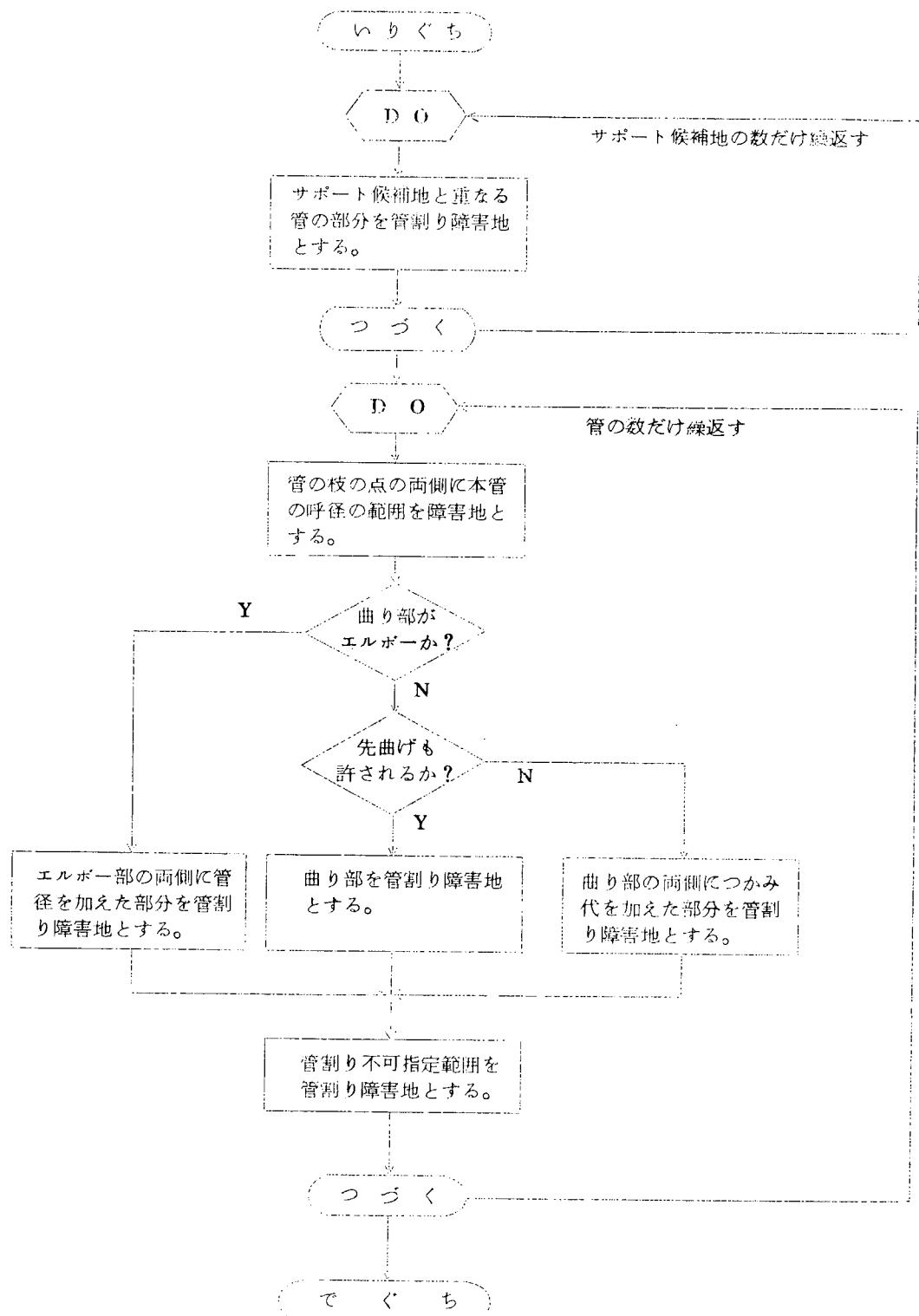


図 4 . 4 . 3 管割り障害地決定ルーチン

(4) 中間管割り

管割り起点を両端にもつ管を、いずれか一方の起点より管割り障害地を避けて出来るだけ定尺で中間割りを行ない図面とリストをアウトプットする。いずれか一方の起点から管割りが始まると同時に、その他の起点は終点とみなされる。

(a) 管種類により区別

中間管割りは次の3種類の管に分類して実行させる。

- (i) 一般的管（ゴムライニング管及び色物管を除いた管）
- (ii) ゴムライニング管
- (iii) 色物管

(b) 中間管割りの条件

- (i) 定尺優先で管割りする。
- (ii) 管割りの最終管が出来るだけ短かくならぬ様にする。
- (iii) 曲り管は一般管、亜鉛メッキ管、酸洗い管（塗装管も含む）の3種類に分類して夫々の制限値のチェックを行なう。
- (iv) 曲り回数は最大2曲りとする。但しゴムライニング管は1曲りを制限とする。
- (v) 立体曲りは本管が管路外へ出る場合に出てくる可能性がある。
- (vi) ゴムライニング管の場合一本の管に2ヶの枝がつかない様にする。
- (vii) 色物管の場合、枝又は曲り部にピースを使用するか否かを入力で指定出来る様にしている。

(c) デッキ裏中間管割りの方法

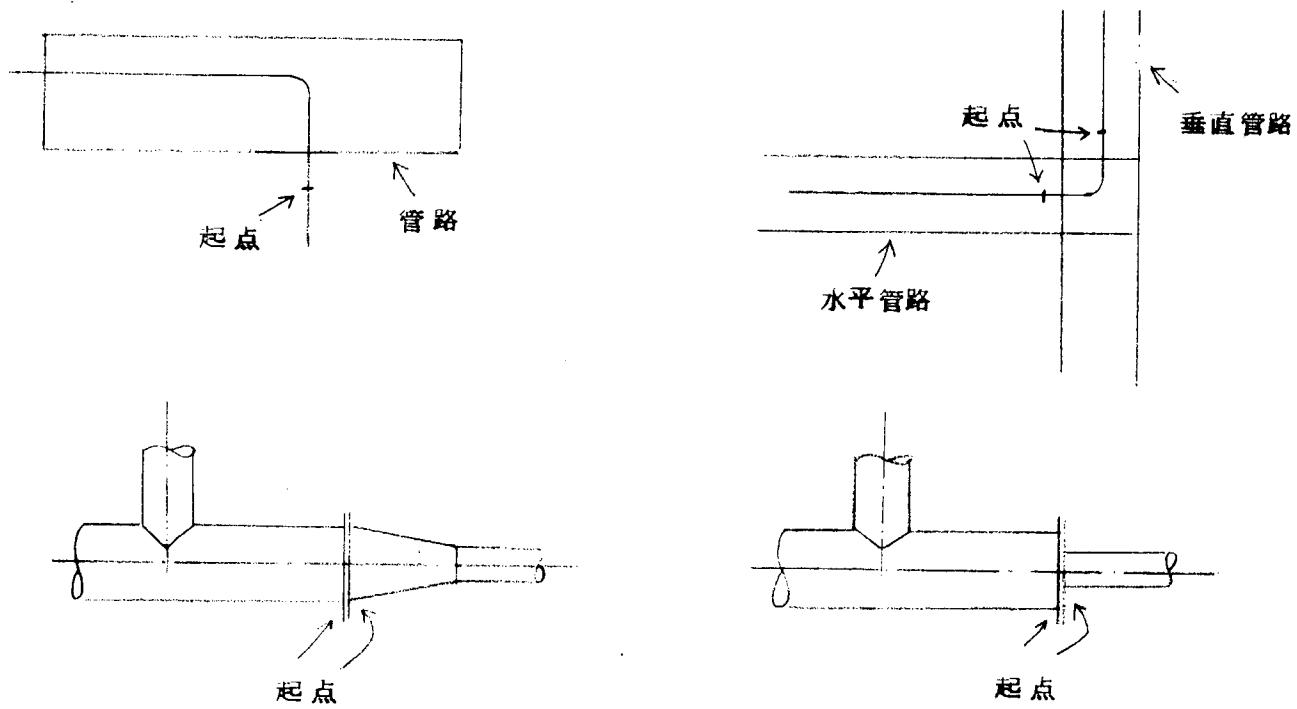
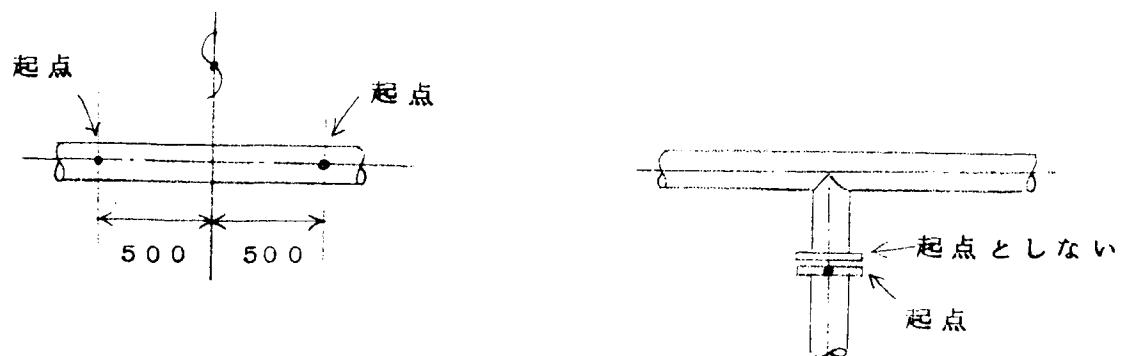
中間管割りの方法はデッキ上、下、縦管路で若干異なるがデッキ裏管の場合は次のように行なう。

- (i) 管線図データをロックシームと直交する所で分割する。
- (ii) 管口径が変化する部分（異形フランジ又はリデューサー）の位置を決定する。
- (iii) 枝管の切断を行なう。
- (iv) デッキ裏管と垂直管の切断を行なう。
- (v) 管路外へ出る管の切断を行なう。
- (vi) デッキ裏管と垂直管を切断する点、ロックシームで切られるデッキ裏管+500mmの点及び本管が管路外へ出る点（曲り終り+つかみ代）又はその近くに管割り起点を決定する。
- (vii) ある起点を通り出しに管割り障害地区をさけながら出来るだけ定尺で中間管割りを行なう。
中間管割りに際しては諸々の制限寸法を考慮する。

（註）1 管割り障害地区となるうちで、曲り部による障害範囲は通常「曲り部+つかみ代」とするか、入力指定により「曲り部」のみを障害範囲とすることが出来る。

（註）2 管割り起点候補となるのは以下の如きものである。

……………図4.4.1-4参照のこと。



(註)3 デッキ裏水平管路管割りルーチンはデッキ上水平管路管割りにも利用する。

4.5 ステップ4の改善すべき点とステップ1~3へのフィードバック事項

ステップ4のロジックの有効性の確認と問題点の抽出のためにシミュレーション作業を行なった。

シミュレーション作業の結果改善すべき点が幾つか挙げられたが、それらも絶対的な要件でなくまた互いに矛盾する項目もあるため、ステップ4の仕様書には現在のロジックを作成した思想をはっきり示しておくこととし、特に修正は加えないこととした。

4.5.1 入手によるシミュレーション作業の成果

シミュレーションの結果次のようなことが明らかになった。

- (1) フランジ割を始める位置によってトータルのパイプ本数がそれほど変化はしない。ただし一つの

形状(直管, 一曲り管 e.t.c)のパイプの本数については20%程度の変動がある。

- (2) ユニット継接を考えた場合はパイプ本数がふえる傾向がある。
- (3) 直管の数は全体の約半数を占め, 定尺の直管は全体の約1割である。
- (4) パイプ長さの平均は3.57mである。

また問題点として次のことが明らかになった。

- (1) 「直管は長く, 曲管は短かく」という原則の生かされない部分があり, 5.5mの直管のとれる場所が切断法によっては短管となる。
- (2) 「取付基準管」(2本のバンドでサポートされる管)が出来ない場合がある。
- (3) 各管ごとに管を割る場合はフランジがそろわない事が多い。
- (4) アンカポイント部, 接続ノード部の切断点を明確に出来ない。(ステップ4のロジックがステップ3の接続ノード部, アンカポイント部のロジック変更に適合していない。)

4.5.2 ステップ4の改善すべき点とステップ1~3へのフィードバック事項

シミュレーションの結果をもとにして次のような改善点をまとめた。

ただしこれらは互いに矛盾するものもありそのロジックの作成はみあわせた。

- (1) フランジ割り候補地ゾーンを決める。
- (2) スパン単位の管割りを考える。
- (3) 併行して走っている他管の管割り点を参考に管割りをする。
- (4) 織装条件の導入を考える。

他ステップへのフィードバックとしては次の項目が挙げられる。

- (1) ステップ3でひねりと分岐の形状をはっきり決定する。
- (2) ステップ3でパイプ間隔を狭くした場合はステップ4でもフランジを千鳥にするなどの対策が必要である。

またステップ4の実行化のためには、ステップ3と結びつけるあるいは各社一品図システムと結びつけるかのどちらが効率的であるかの検討が必要であることも確認された。

以上

5 ステップ3プログラム詳細

当プログラムはSR148部会で、研究、検討、作成された「ステップ3船内自動配管研究書」をベースに作成したものである。

ステップ3プログラム作成にあたっては、次の様な性能をその基本的かつ主要要素として、プログラムデザインしております。

即ち

- 実用性
- 計算時間の短縮
- 他計算機種との互換性（使用記憶容量の小量化、汎用言語の使用）
- 将来への拡張性
- 使い易さ（入出力方法の簡略化）
- プログラム保守の容易性（プログラムのモジュール化）

特に、当研究目的は、いまだそのスタートラインに立ったばかりで、その実用性のためには、将来幾多の研究試行が残されていますので、「将来への拡張性」を極めて多考慮して設計しております。

5.1 使用機器

◦ 使用計算機

CDC6600(OS SCOPE 3.3 必要記憶容量7DK語(60ビット／詰))

◦ 外部記憶装置 磁気テープ 2本

*入力テープ 1本 ステップ1, 2出力テープ

出力テープ 1本 作画用テープ

*ステップ3単独ランの場合はカード入力

磁気ディスク(一時記憶用)

◦ 入力装置 カードリーダ 80欄カード

◦ 出力装置 ラインプリンタ 136文字／行

◦ 作画装置 XYNETICS 1100(オフライン使用)

5.2 プログラム言語

プログラム作成のための使用言語はCDC6600FORTRAN-EXTEND(JIS FORTRAN 7000レベル)を使用しております。

又6600FORTRAN特有の命令(BUFFER IN/OUT, ENCODE/DECODE)は極力使用しないものとし、又CDC6600システム登録ルーチン(ビットハンドリングルーチン、ランダムアクセスファイルI/φルーチン)の使用もなるべく避けております。

上記の留意は他計算機との互換性を考慮したことですが、すべてサブルーチン形式となっておりますので、そのサブルーチンを取り替えることによって、メインプログラムの修正を加えることなく、他機種への変換が容易に可能となります。

5.3 制限事項

ステップ3プログラムで処理可能なデータの制限事項は次のとおりです。

| | |
|-------------|-------|
| ・全船ノード数 | 1,200 |
| ・全船スパン数 | 1,500 |
| ・一デッキノード数 | 150 |
| ・一デッキスパン数 | 150 |
| ・一デッキ垂直ノード数 | 30 |
| ・全船管系統数 | 500 |
| ・全船管総数 | 1,500 |
| ・一管系での管数 | 35 |
| ・一デッキでの管系数 | 200 |
| ・一スパン配列段数 | 9 |

5.4 プログラム構造

ステップ3プログラムは入力データとして、船殻データ、ノードデータ、スパンデータ、管系統データ、管線図データ、管経路データを読み込み、「ステップ3仕様書」に沿って、計算を行い各管の配置及び曲り点座標値、ひねりの有無をラインプリンタ出力し、同時に各デッキ毎に管配置平面図、断面図をプロッター作画するプログラムです。入力データはステップ1、2と連続計算する場合は磁気テープ（ステップ1、2の出力）から読み込み、ステップ3単独計算の場合は、指定されたフォームにて従ってカードパンチされたデータを使用します。

プログラムの機能上からのブロックは、図5.4-1の様に4つに区分されます。

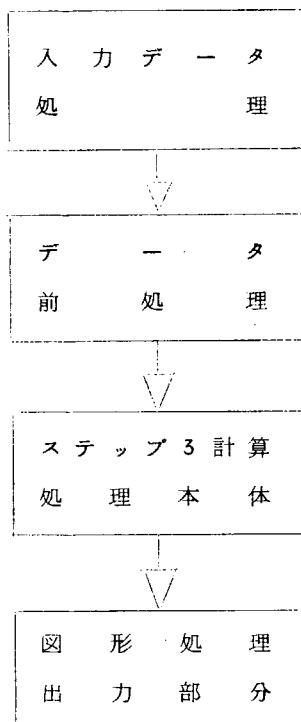


図5.4-1 プログラム構造概略

5.4.1 ステップ3プログラムブロックダイヤグラム

ステップ3プログラムは先に述べたように機能は4つのブロックに分けられますが、実際のプログラムは仕様書の各見だしに沿ったモジュール構造を採用することにより、保守の容易性、プログラムの簡潔性、プログラム修正、拡張、変更労力の縮少性を保持させております。

又、図5.4.1-1の様に、各モジュール毎にOVERLAY形式を使用しておりますので、記憶容量の比較的小さな計算機へのプログラムインストールも可能となっております。

尚、各プログラムモジュール間のデータのやり取りは全て、COMMON領域、磁気ディスクによるランダムアクセスファイルにて行います。

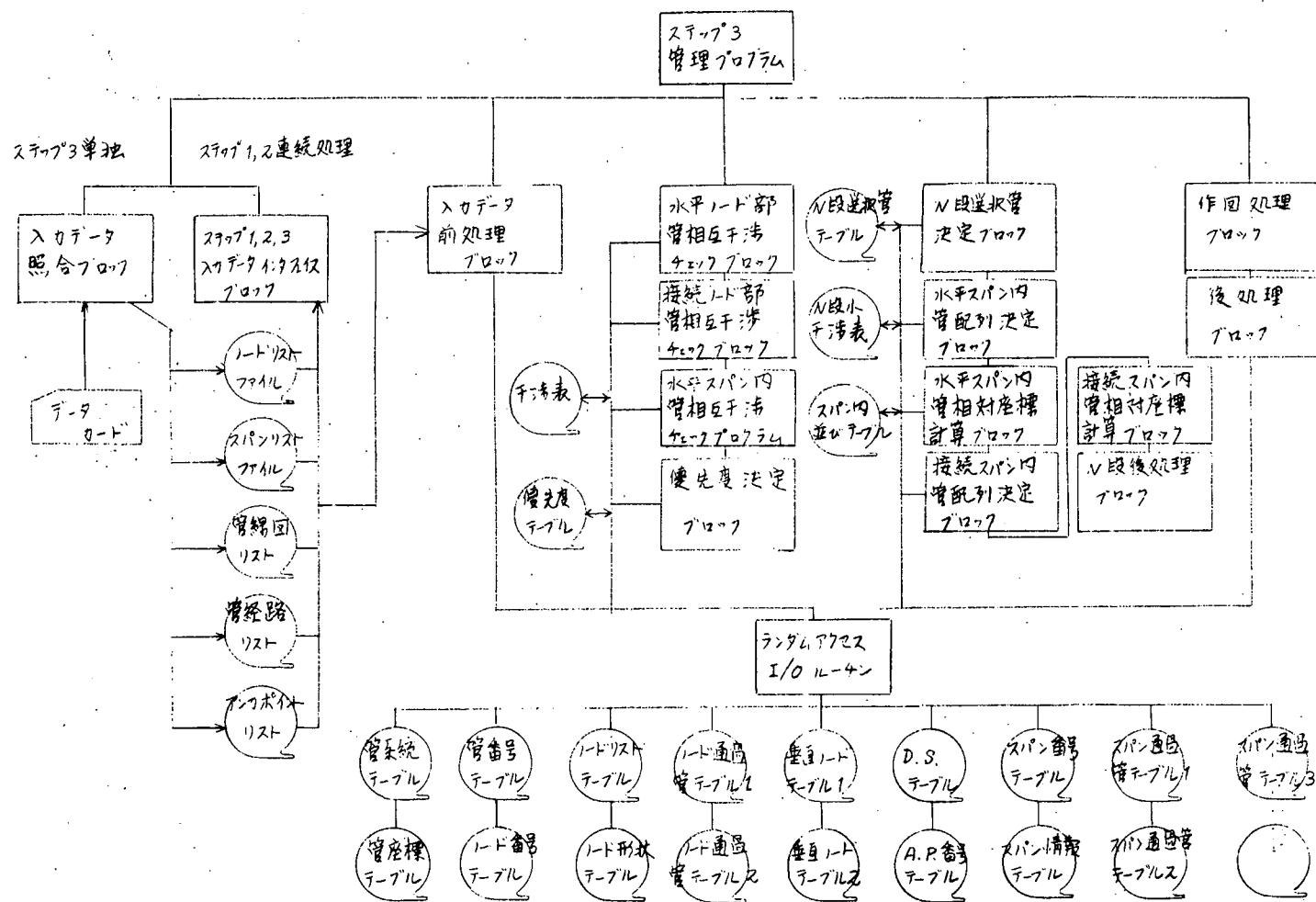


図 5.4.1-1 ステップ3プログラムブロックダイヤグラム

5.4.2 ステップ3データファイル

「配管設計」と云う目的から見ても、ステップ3のプログラムは代数学的に複雑な計算を要する性質のものではなく、どちらかと云えば各種膨大なデータの収集、検査、論理的判定を多含するプログラムであると云えます。

したがって、計算時間の短縮、プログラムの簡略、記憶容量の節約その他先に述べた様な性能を持った優秀なプログラムとするためには、一にも、二にも各種データファイル、テーブルの構成、インデックス参照し易いようにデザインすることが、その生命となります。

計算機で扱うファイルには二通りのものがあります。

ファイルに記憶されているデータを順次取り出し(アクセス)ていくシークエンシャルアクセスファイルと、記憶されているデータを無法則的に取り出すランダムアクセスファイルです。

どちらのファイルアクセス方法を採用するかは、取り扱うデータの性質、その処理方法によります。ステップ3で扱うデータとプログラムの性質から、ステップ3では、当然ランダムアクセスファイルを使用した方がプログラム性能の向上には有利となります。

通常、ランダムアクセスファイルの管理を有効に行う為には、データの数値、名前等の参照には、それそのものを使うことはせず、それと一対一対応するインデックス番号、又はリファレンス番号(1からシークエンシャルにつづく整数)を使用します。これは各種変数名、値そのものによる処理に比べて無駄な計算を省き、整数値で表現することにより記憶容量の節約にもなるわけです。

ステップ3プログラムでは、各プログラムブロック間のデータのやり取りは全て COMMON領域、ランダムアクセスファイルを通して行います。これらデータファイル、テーブル類は各デッキ毎に、入力されたノード、スパン、管系統、管経路データを基に、「前処理ブロック」で編集しなおして作成されます。

以下各種テーブルファイルの構造について概略の説明を致します。

(1) 管系統番号テーブル

記憶容量 $7 \times 200 = 1,400$ 語 JPTB(7,200)

装置構成 IN-CORE

表 5.4.2 - 1

| タイプ *** | | | |
|---------|-----|-----|-----------------|
| | | BCD | 管系統番号 |
| 管 | 1 | I | 選択段番号 |
| 系 | 2* | I | 最大口径 |
| 統 | 3 | I | 展開長さ |
| | 4 | I | 非干渉数(優先順位) |
| | 5** | I | |
| 1 | 6 | I | 管番号テーブルスタートアドレス |
| | 7 | I | 管系所属管数 |
| | 1 | | |
| | 2 | | |
| 管 | 4 | | |
| 系 | 5 | | |
| 統 | 6 | | |
| | 200 | | |
| | 7 | | |

注意事項

* N段配列決定までは、優先順位決定の為に

通過管 = 1, DOWN管 = 0, UP管 = 1 のインジケータがセットされております。

** 干渉チェック後非干渉数がセットされており、優先度計算後優先順位がセットされます。

*** BCDはキャラクタータイプで、Iは整数タイプで値がセットされております。

(2) 管番号テーブル

記憶容量 $8 \times 200 = 1,600$ 語 NPPTB(8,200)

装 置 IN-CORE

構 成

表 5.4.2-2

| | | | |
|---|-----|-----|-------------------|
| | 1 | BCD | 管系統番号追番 |
| | 2 | I | レベル |
| 管 | 3 | " | 外 径 |
| 番 | 4 | " | フランジ外径 |
| 号 | 5* | " | 保温材外径 |
| 1 | 6 | " | 曲げ半径 |
| | 7 | " | 管座標テーブルスタートアドレス |
| | 8 | " | スタート点十曲部数+A. P. 数 |
| | | | |
| | | | |
| | 200 | | |

注意事項

* 保温材で包まない管は0がセットされます。

○ 以後、管系番号インデックスと云うのはこのテーブルに登録されている順番号を示します。

(3) 管座標テーブル

記憶容量 $5 \times 1,000 = 5,000$ 語

装 置 磁気ディスク 標準ファイル番号1

構 成

表 5.4.2-3

| | | | |
|------|-----|---|---------------------------------------|
| | 1* | I | 形状*10 ⁸ +ノード, A. P. インデックス |
| | 2 | " | X絶対座標 |
| 管 | 3 | " | Y " |
| 座 | 4 | " | Z " |
| 標 | 5** | " | 曲げ半径 |
| | | | |
| 管 | | | |
| 座 | | | |
| 標 | | | |
| 1000 | | | |

注意事項

* 形 状

アンカーポイント = 1

曲 り 点 = 2

分 岐 点 = 3

** 管直進の場合は0がセットされます。

(4) ノード番号テーブル

記憶容量 $2 \times 150 = 300$ 語 N T A B L (2,150)

装 置 i N - C O R E

構 成

表 5. 4. 2 - 4

| | | | |
|-----|----|---|--------------|
| ノード | 1 | I | ノード番号 |
| 1 | 2* | I | ノード種類インジケーター |
| ノード | 1 | I | ノード番号 |
| 2 | 2 | I | ノード種類インジケーター |
| ノード | 1 | | |
| 150 | 2 | | |

注意事項

* 水平ノード = 0

接続ノード = -1

垂直ノード = 垂直ノードテーブル 1 のインデックス (1 ~ 30)

(後述)

** ノード番号インデックスとはこのテーブルに登録されている順番号を示します。

(5) ノードリストテーブル

記憶容量 $6 \times 150 = 900$ 語

装 置 磁気ディスク 論理ファイル番号 6

構 成

表 5. 4. 2 - 5

| | | | |
|-----|----|---|----------|
| ノード | 1 | I | ノード中心X座標 |
| 1 | 2 | I | " Y " |
| ノード | 3 | I | " Z " |
| 1 | 4 | I | ノード X 巾 |
| ノード | 5 | I | " Y " |
| 150 | 6* | I | スパン接続方向 |

注意事項

* 60ビットワードの下6ビットに接続するスパンが有れば1なければ0がセットされます。

| ビット5 | ビット4 | ビット3 | ビット2 | ビット1 | ビット0 |
|------|------|------|------|------|------|
| +X方向 | +Y方向 | +Z方向 | -X方向 | -Y方向 | -Z方向 |

(6) ノード形状テーブル

記憶容量 $5 \times 150 = 750$ 語 NFILE(5,150)

装置 IN-CORE

構成

表 5.4.2-7

| | | | |
|-----|------|---|---------------------|
| ノード | 1* | I | ノード各面接続スパン情報 |
| | 2** | I | ノード通過管テーブル1スタートアドレス |
| ド | 3 | I | ノード通過管系数 |
| 1 | 4*** | I | ノード通過管テーブル2スタートアドレス |
| | 5 | I | " 語数 |
| ノード | | | |
| 150 | | | |

注意事項

* ノード各面接続スパン情報は下の様に60ビット語を各10ビットづつ割り当て、各面に接続するスパンのインデックス番号をセットします。

接続スパンが無い方向は「0」がセットされます。

| 59 | 49 | 39 | 29 | 19 | 9 | 0 |
|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---|
| +X方向接続 スパンインデックス | -X方向接続 スパンインデックス | +Y方向接続 スパンインデックス | -Y方向接続 スパンインデックス | +Z方向接続 スパンインデックス | -Z方向接続 スパンインデックス | |

** ノード通過管テーブル1（後述）

*** ノード通過管テーブル2（後述）

(7) ノード通過管テーブル1

記憶容量 3,000語

装置 磁気ディスク 論理ファイル番号2

構 成

| | | |
|------|---|-------------|
| 1 | I | 管系統番号インデックス |
| 2 | I | " |
| 3 | I | " |
| 4 | I | " |
| 5 | I | " |
| 6 | I | " |
| 3000 | I | " |

注意事項

このテーブルはプログラム内では一次元の配列となっており、今、*i*番目のノードを通過する管系統番号のインデックスは、前ページのノード形状テーブルにセットされているN F i L E (2, *i*) から始まるN F i L E (3, *i*) 語の中にセットされていることになります。

(8) ノード通過管テーブル 2

記憶容量 9,000語

装 置 磁気ディスク 論理ファイル番号 5

構 成

表 5. 4. 2 - 8

| | | |
|----|---|--------------------|
| 1 | I | ノード+X面入管数 (n 1) |
| 2 | | ノード+X面出管数 (n 2) |
| 3 | | 入管系統番号インデックス |
| 4 | | " n 1 個 |
| 5 | | " |
| 6 | | 出管系統番号インデックス |
| 7 | | " n 2 個 |
| 8 | | " |
| 9 | | " |
| 10 | | ノード-X面入管数 (n 3) |
| 11 | | ノード-X面出管数 (n 4) |
| 12 | | 入管系統番号インデックス |
| 13 | | " n 3 個 |
| 14 | | 出管系統番号インデックス |
| 15 | | " n 4 個 |
| 16 | | ノード+Y面入管数 (n 5) |
| 17 | | ノード+Y面出管数 (n 6) |
| 18 | | 入管系統番号インデックス |
| 19 | | " n 5 個 |
| 20 | | 出管系統番号インデックス n 6 個 |
| | | ノード-Z面入管数 (n 11) |
| | | ノード-Z面出管数 (n 12) |
| | | 入管系統番号インデックス |
| | | " n 11 個 |
| | | 出管系統番号インデックス |
| | | " n 12 個 |
| | | " |

注意事項

或るノードにつながるスパンは±X, ±Y, ±Zの6方向のどこかに存在するわけで(ノードのどの面にスパンが接続しているかの情報はノード形状テーブルの各1語目にセットされております),このノードを通過する管系統は、スパンの接続する面にだけ出入(管経路データ入力が順番による)するわけです。

このテーブルは、各ノード毎に、そのノードの各方面に入出する階級番号のインデックスを全て持った一次元配列のテーブルです。

今、ノード番号テーブル i 番目のノードに関する、この情報はノード形状テーブルの $N F i L E$ ($4, i$) 語から始まる $N F i L E$ ($5, i$) 語の領域にセットされています。

各ノードについて6方向全てについて上記の情報を持ちますが、入出管が無い場合は、入出管数 = 0 がセットされ、管系統インデックスの領域は取られません。

(9) 垂直ノードテーブル 1

記憶容量 $7 \times 30 = 210$ 語 NVNT1(7, 30)
裝置 IN-CORE
構成

表 5.4.2-9

| | | | |
|--------|-----|---|--|
| 垂直ノード1 | 1* | I | 接続スパンのつく向き × 10 + ノード深さ ⁴ * |
| | 2 | I | 垂直ノード通過管系統数 |
| | 3 | I | 垂直ノード巾 |
| | 4 | I | 余裕値 1 |
| | 5 | I | 余裕値 2 |
| | 6 | I | 垂直スパン上部ノード番号 |
| | 7** | I | 下デッキでのバンド面距離 |
| | | | |

注意事項

垂直ノード番号のインデックスは、ノード番号テーブルN T A B Lの各2語目にセットされております。

* 接続スパンのつく向き

$+X = 1$ ノード深さは接続スパンの深さです。

$$-X = 2$$

$$+ Y = 3$$

$$-Y = 4$$

** 図 5.4.2-1 参照のこと

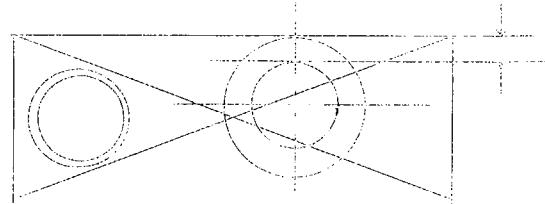


図 5.4.2-1

(10) 垂直ノードテーブル 2

記憶容量 $7 \times 20 \times 30 = 6,200$ 語

装 置 磁気ディスク 論理ファイル番号 7
構 成

表 5. 4. 2 - 10

| | | | | |
|---------|--------|------|---|-------------------------------|
| 垂直ノード 1 | 通過管 *5 | 1 | I | 管系統番号インデックス |
| | | 2* | I | 管系パターンフラッグ |
| | | 3 | I | フランジ外径 |
| | | 4** | I | ノード中心から管中心までの距離 |
| | | 5*** | I | N段番号 * 10 ³ + 配列順番 |
| | 通過管 2 | 6*** | I | 接続スパン内管外径 |
| | | 7 | I | X or Y相対座標 |
| ノード 30 | 通過管 2 | 1 | | |
| | | 2 | | |
| | | 3 | | |

注意事項

* 管系パターンフラッグ ひねり有(1), 無(0) * 10³ + パターンフラッグ

u P 管 = 1

DOW N 管 = 2

u/D 管 = 3

通過管 = 4

** ノード中心から +X, +Y 方向が + の距離で表され, DOW N 管, u/D 管, 通過管は下のデッキの処理で計算されております。

*** 配列順番は X 方向に接続スパンがついているノードは, +Y 方向からの配管の順番が, Y 方向についているノードは, +X 方向からの配列順番がセットされます。

**** この口径によって, この接続スパン内で, この管系のひねりの可否が決定されます。

*5 ここでいう通過管は対象となっているノードを通過している管全体の総称です。

(11) デッドスペーステーブル

記憶容量 $13 \times 30 = 390$ 語

装 置 IN-CORE

構成

表 5. 4. 2 - 1 1

| | | | |
|---|----|---|-----------------------|
| | 1 | I | デッドスペース件数(1~6) |
| | 2 | | デッドスペース1のノード十方向からの距離 |
| | 3 | | デッドスペース1の巾 |
| | 4 | | デッドスペース2のノード十方向端からの距離 |
| 垂 | 5 | | デッドスペース2の巾 |
| 直 | 6 | | デッドスペース3のノード十端からの距離 |
| ノ | 7 | | デッドスペース3の巾 |
| リ | 8 | | デッドスペース4のノード端からの距離 |
| ド | 9 | | デッドスペース4の巾 |
| 1 | 10 | | デッドスペース5のノード端からの距離 |
| | 11 | | デッドスペース5の巾 |
| | 12 | | デッドスペースのノード端からの距離 |
| | 13 | | デッドスペース6の巾 |

注意事項

- * このテーブルは垂直ノードの順番に各垂直ノードのデッドスペースを表わすテーブルで、デッドスペースは1~6個分まで獲得することができます。
- デッドスペースが無い場合、即ち上段に管が存在しない場合はデッドスペース件数は1がセットされ、ノード端からの距離にはノード巾そのものがセットされ、デッドスペース1の巾は0となります。

(12) アンカーポイント番号テーブル

記憶容量 $7 \times 200 = 1,400$ 語 i A T A B (7,200)
 装置 i N-C O R E
 構成

表 5. 4. 2 - 1 2

| | | | |
|----|-----|-------|---------------|
| | 1 | B C D | アンカーポイント番号 |
| アン | 2 | I | アンカーポイント外径 |
| カ | 3* | I | 基準ノード番号インデックス |
| ー | 4* | I | 所属スパン番号インデックス |
| ボ | 5* | I | 基準ノードからの距離 |
| イ | 6** | I | 曲り方向 |
| ン | 7 | I | 所属管系インデックス |

| | | | |
|-----|--|--|--|
| 200 | | | |
|-----|--|--|--|

注意事項

* アンカーポイントは水平スパン内だけに存在するわけですから、ここで云う所属スパンとはそれを意味します。

基準ノードとはそのスパンのどの位置にアンカーポイントがあるかを示すための基準となるノードで、スパンの流れ方向の下部のノードを基準にしていますので、必ずしもカード入力されたノードと一致するとは限りません。

** 曲り方向

+X = 1

-X = 2

+Y = 3

-Y = 4

(13) スパン番号テーブル

記憶容量 $2 \times 150 = 300$ 語 ISTB(2,150)

装 置 IN-CORE

構 成

表 5. 4. 2 - 1 3

| スパン 1 | 1 | I | スパン番号 |
|------------|----|---|-------------|
| | 2* | I | スパン種類インジケータ |
| スパン 2 | 1 | I | |
| | 2 | I | |
| スパン 3 | 1 | I | |
| | 2 | I | |
| スパン 150 | 1 | | |
| | 2 | | |

注意事項

* X方向水平スパン=1

Y方向水平スパン=2

接続スパン=3

垂直スパン=4

(14) スパン情報テーブル

記憶容量 $8 \times 150 = 1,200$ 語 ISFL(8,150)

装 置 IN-CORE

構 成

表 5. 4. 2 - 1 4

| | | | |
|--------------------|------|---|--------------------|
| | 1* | I | 接続ノード1 ノード番号インデックス |
| | 2* | I | 接続ノード2 ノード番号インデックス |
| ス | 3 | I | ス パ ン 巾 |
| バ | 4** | I | スパン中心絶対座標 |
| ン | 5*** | I | スパン種類*10+スパン流方向 |
| 1 | 6*** | I | スパン通過管テーブルスタートアドレス |
| | 7 | I | スパン通過管系数 |
| | 8 | I | 予 備 |
| ス バ ン 150 | | | |

注意事項

* 接続ノード1は流れ方向の下部のノードを示します。

垂直スパンについては接続ノード2に上デッキの垂直ノード番号インデックスがセットされます。

接続ノード：ここではスパンの両端に接続しているノードをこう呼んでいます。

** X方向スパンならYの絶対座標が、Y方向スパンならXの絶対座標がセットされます。

*** スパン種類

X方向水平スパン=1

Y方向水平スパン=2

接続スパン=3

垂直スパン=4

スパン流れ方向

+X=1

-X=2

+Y=3

-Y=4

+Z=5

**** スパン通過管テーブル2（後述）

(15) スパン通過管テーブル1

記憶容量 $30 \times 150 = 4,500$ 語

装 置 磁気ディスク 論理ファイル番号4

構 成

表 5.4.2-1.5

| | | | |
|----------------|----|---|---------------|
| ス パン 1 | 1 | I | 管番号テーブルインデックス |
| | 2 | I | " |
| | 3 | I | " |
| | ⋮ | I | |
| | ⋮ | I | |
| | 30 | I | |
| | | I | |
| ス パン 150 | | I | |

注意事項

このテーブルは各スパン毎に、そこを通過する管の管番号インデックスがセットされており、
通過管数（最大30本）はスパン情報テーブルの7番目にセットされております。

(16) スパン通過管テーブル 2

記憶容量 $7 \times 3,000 = 21,000$ 語

装 彵 磁気ディスク 論理ファイル番号 3

構 成

表 5.4.2-1.6

| | | | |
|-----------------------------|------|---|------------------------------|
| ス パン 通 過 管 1 | 1 | I | 管径統番号インデックス |
| | 2* | I | スパン通過管テーブル 3 スタートアドレス |
| | 3 | I | 同 件 数 |
| | 4** | I | 管流れ方向 * 10 + 管フランジ径 |
| | 5*** | I | N段目 * 10 + 配列順位 ³ |
| | 6*** | I | X or Y相対座標 |
| | 7 | I | 予 備 |
| | | I | |
| ス パン 2 | 通過管 | I | |
| ス パン 150 | | I | |

注意事項

* スパン通過管テーブル 3 (後述)

** 管流れ方向

+X = 1

-X = 2

+Y = 3

-Y = 4

$+Z = 5$

$-Z = 6$

*** 配列順位は X 方向のスパンならば、 $+Y$ 方向からの、 Y 方向のスパンならば、 $+X$ 方向からの配列順番を示します。

**** 相対座標はスパン軸からの相対座標で、 $+X$ 、 $+Y$ 方向が十の値で表現されます。

(17) スパン通過管テーブル 3

記憶容量 $3 \times 2,000 = 6,000$ 語

装置 磁気ディスク 論理ファイル番号 8
構成

表 5.4.2 - 17

| | | | |
|------|-----|---|-------------------------------------|
| | 1* | I | A. P. 曲方向 * 10 + 入出 * 10 + A. P. 形状 |
| | 2** | I | アンカーポイント外径 |
| 1 | 3 | I | 基準ノードからの距離 |
| | 1 | | |
| | 2 | | |
| 2 | 3 | | |
| | 1 | | |
| | 2 | | |
| 3 | 3 | | |
| | | | |
| 2000 | | | |

注意事項

このテーブルはスパン内を通過する管系のパターンの情報が入っております。

スパン内通過の管のパターンは、管系の流れ方向により

1. アンカーポイントの無い場合

ノード → ノード (2)

2. アンカーポイントの有る場合

ノード → アンカーポイント (2)

アンカーポイント → ノード (2)

ノード → 丁字形アンカーポイント → アンカーポイント (3)

ノード → 丁字形アンカーポイント → 丁字形アンカーポイント → ノード (4)

その他

等が考えられます。

今、或るスパンを通過する或る管系の上記通過パターンに対する情報はスパン通過管テーブル 2 の 2 語目にスタートアドレス、3 語目にその件数(上記()内の数)がセットされています。

このテーブルでは 1 件で 3 語の情報が与えられることになります。

*: アンカーポイント曲り方向(ノードの場合 0)

$+X = 1$

- X = 2

+ Y = 3

- Y = 4

アンカーポイントの入出(管流れ方向による)(ノードの場合は0)

入 = 1

出 = 0

アンカーポイント形状

スパン流れ方向

ノード = 1

..... | = 2

..... | = 3

..... | = 4

** ノードの場合には、管系の入(1), 出(0)がセットされます。

このテーブルにセットされる管系の通過形状はスパン流れ方向の順です。

5.4.3 プログラムブロック戦略

ステップ3のプログラムは5-4-1で示した構造で、「ステップ3仕様書」に沿った計算処理を行いますが、計算時間のスピードアップの為に、その処理順序は若干異なっております。

以下、ステップ3の主要プログラムブロック毎にその機能、前後プログラムとの関連について概略説明を致します。

(1) ステップ3管理プログラム「STEP3M」OVERLAY(0, 0)

機能

このプログラムは文字通りステップ3プログラム全体の制御を行います。

即ち、各種定数変数のセット、ランダムアクセスファイルのイニシャライズ、全データカードの磁気ディスクへの転送、後述する各プログラムブロック(OVERLAY)の順次制御の受渡し等です。

CALLEDサブプログラム

OVERLAY(1, 0) 入力データ照合プログラム

OVERLAY(2, 0) 入力データ前処理プログラム

OVERLAY(3, 0) 管相互干渉表作成プログラム

OVERLAY(4, 0) 優先度決定プログラム

OVERLAY(5, 0) N段目処理プログラム

OVERLAY(6, 0) 作図処理プログラム

OVERLAY(7, 0) 後処理プログラム

INISET 各種定数セットプログラム

RWRAF ランダムアクセスI/O ルーチン

使用ファイル

全て

プログラムステップ

FORTRAN 80ステップ

ブロックチャート……図5.4.3-1参照のこと

ステップ3 管理プログラムブロックチャート

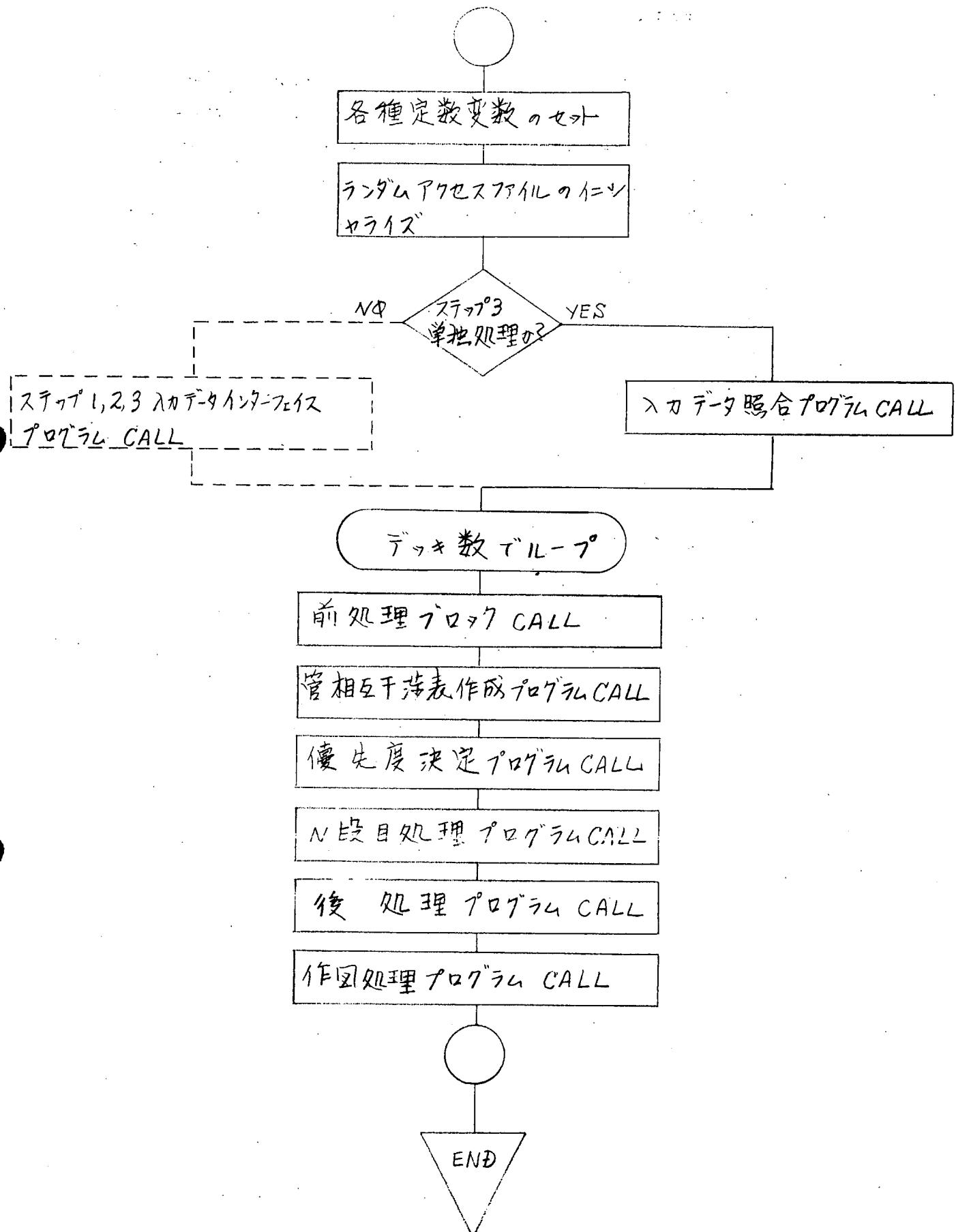


図 5.4.3-1 ステップ3管理プログラムブロックチャート

(2) 入力データ照合プログラム INPCK OVERLAY(1, 0)

機能

ステップ3単独処理の場合、カード入力されるデータ、各種制御用データ（優先度パラメータ、デッキ番号、水平、垂直方向管間隔、ひねり可能外径その他）のチェック及びノードデータ、アンカーポイントデータ、管経路データのエラーチェックと入力データイメージをラインプリンタに出力します。

又、前処理プログラムの計算時間のスピードアップの為にランダムアクセスファイル（アンカーポイントリスト、管系統リスト1、管系統リスト2、管系統リスト3）の作成を行います。

C A L L E D サブプログラム

S P A N M A K ノードデータチェック、スパンデータ作成ルーチン

R W R A F

使用ファイル

ノードデータリスト (T A P E 2 5)

スパンデータリスト (T A P E 2 6)

アンカーポイントリスト

管系統リスト1

管系統リスト2

管系統リスト3

プログラムステップ

F O R T R A N 3 8 0 ステップ

ロックチャート……図5.4.3-2参照のこと

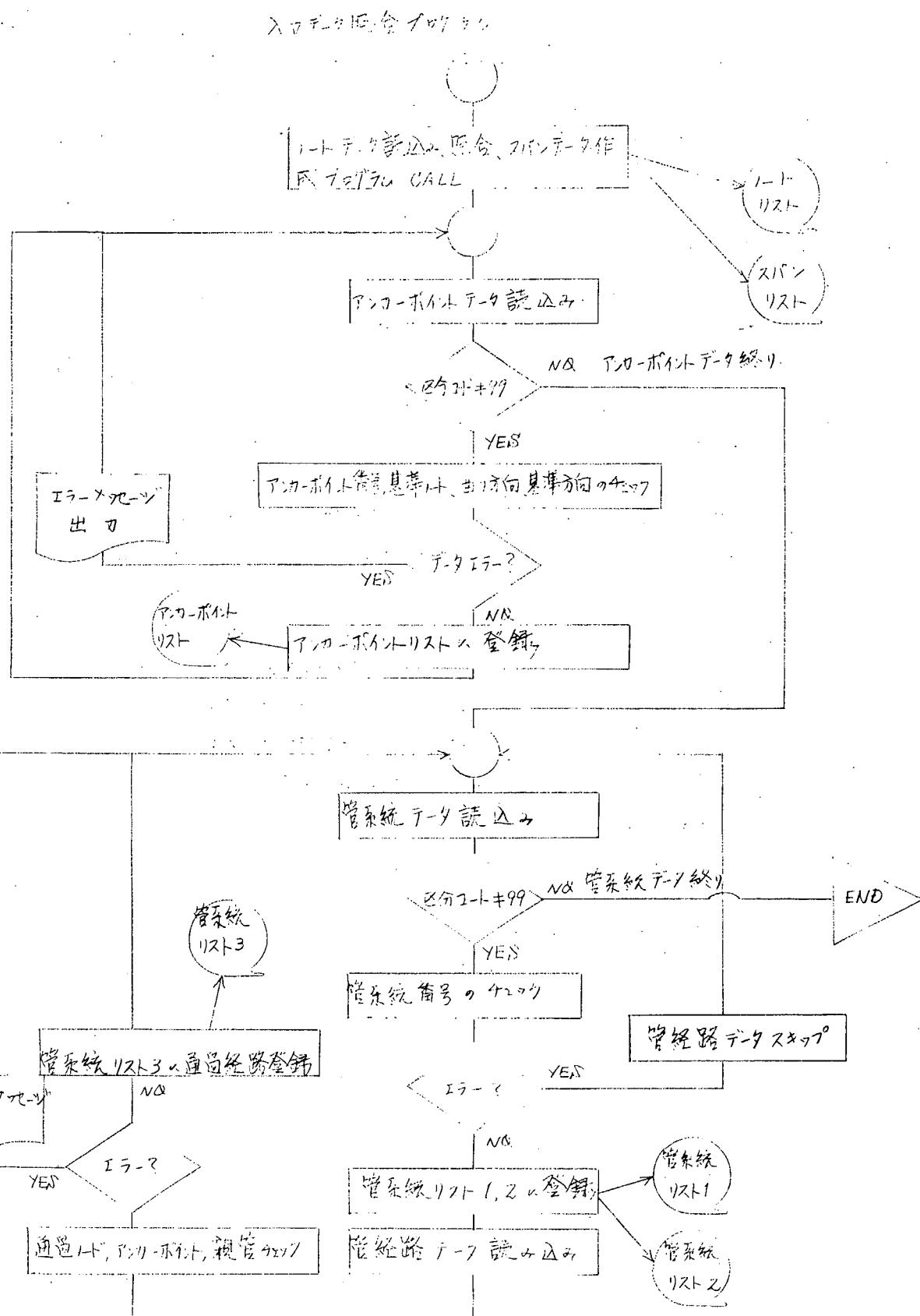


図 5.4.3-2 入力データ照合プログラムブロックチャート

(3) 入力データ前処理プログラム PREPRO OVERLAY(2, 0)

機能

ノードリスト, スパンリスト, アンカーポイントリスト, 管系統リスト1, 2, 3から, 決められたデッキのデータだけピックアップして, 先に5-4-2で述べた各種テーブルファイルを作成し, 以後の処理に必要なCOMMON変数をセットします。

このプログラムはステップ3の中でも比較的大きなプログラムでプログラムの流れも複雑です。

CALLEDサブプログラム

| | |
|--------|---------------------|
| BEND | 管口径より曲げ半径を求めるルーチン |
| RWRAF | ランダムアクセスファイルI/Oルーチン |
| MOVEB | ビット操作ルーチン |
| SEQSPN | 連続スパンテーブル作成ルーチン |

使用ファイル

| | |
|-----------------|----------------|
| ノードリストファイル | ノード通過管テーブル2 |
| スパンリストファイル | 垂直ノードテーブル1 |
| アンカーポイントリストファイル | 垂直ノードテーブル2 |
| 管系統リスト1ファイル | デッドスペーステーブル |
| 管系統リスト2ファイル | アンカーポイント番号テーブル |
| 管系統リスト3ファイル | スパン番号テーブル |
| 管系統テーブル | スパン情報テーブル |
| 管座標テーブル | スパン通過管テーブル1 |
| 管番号テーブル | スパン通過管テーブル2 |
| ノード番号テーブル | スパン通過管テーブル3 |
| ノードリストテーブル | 連続スパンテーブル |
| ノード形状テーブル | |
| ノード通過管テーブル1 | |

プログラムステップ

FORTRAN 1160ステップ

ロックチャート……図5.4.3-3参照のこと

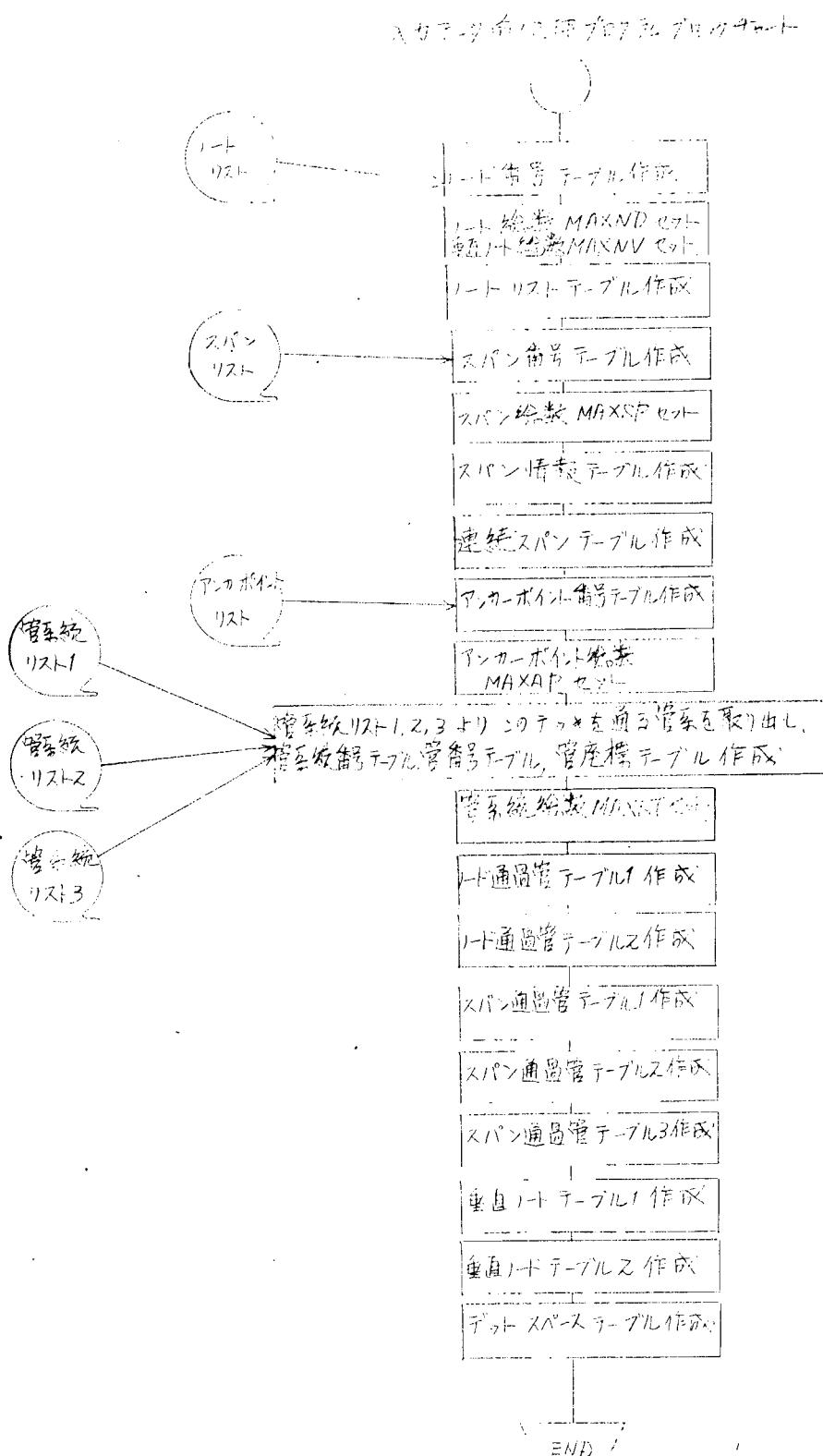


図 5.4.3-3 入力データ前処理プログラムブロックチャート

(4) 管相互干渉表作成プログラム SENJI OVERLAY (3, 0)

機能

当デツキに含まれる全ての管系統について、水平ノード内、接続ノード内、水平スパン内での相互の左右関係を求めて干渉表KTBを作成する。

CALLED サブプログラム

OVERLAY (3, 1) 水平ノード内、管相互干渉チェックプログラム

OVERLAY (3, 2) 接続ノード内、管相互干渉チェックプログラム

OVERLAY (3, 3) 水平スパン内、管相互干渉チェックプログラム

使用ファイル

干渉表テーブル

プログラムステップ

FORTTRAN 40ステップ

プロックチャート……図5.4.3-4参照のこと

管相互干渉表作成プログラムフロツクチャート

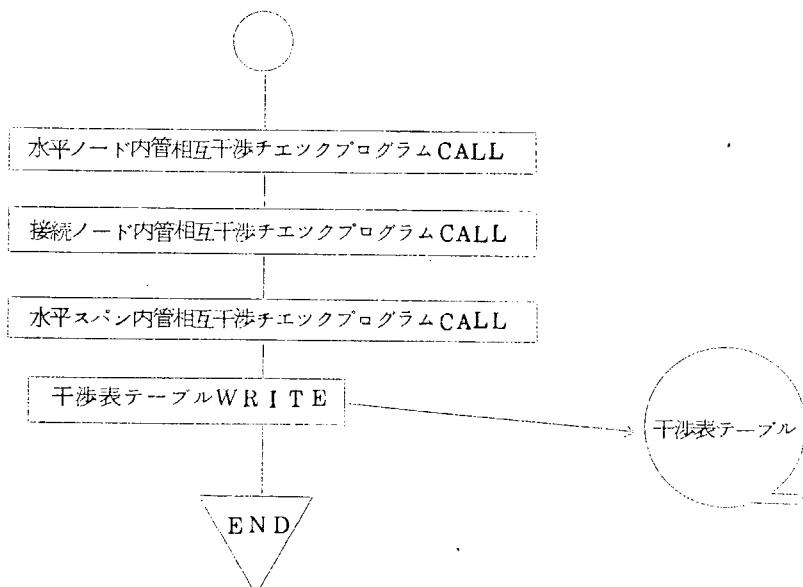


図5.4.3-4 管相互干渉表作成プログラムフロツクチャート

(4)-a 水平ノード内管相互干渉チェックプログラム HNDCK OVERLAY (3, 1)

機能

ノード番号テーブルより水平ノードだけピックアップし、そのノードのノード通過管テーブル2にセットされている通過ノード形状により、そのノードを通過共有する管系相互の右左関係、他のノードにおける関係と比較して矛盾(干渉)するか否かをチェックして干渉表を更新していくプログラムです。

CALLED サブプログラム

RWRAF ランダムアクセスI/Oルーチン

PATTERN 管系ノード通過形状決定ルーチン

KINIDX 2管の右左関係判定ルーチン

JUDGE 他のノードでの同管相互の右左条件と比較ルーチン(干渉表テーブル書き込みルーチン)

使用ファイル

ノード番号テーブル

干渉表テーブル

ノード通過管テーブル1

ノード通過管テーブル2

プログラムステップ

F O R T R A N 8 0 ステップ

ブロックチャート……図 5.4.3-5 参照のこと

水平ノード内管相互干渉チェックプログラムブロックチャート

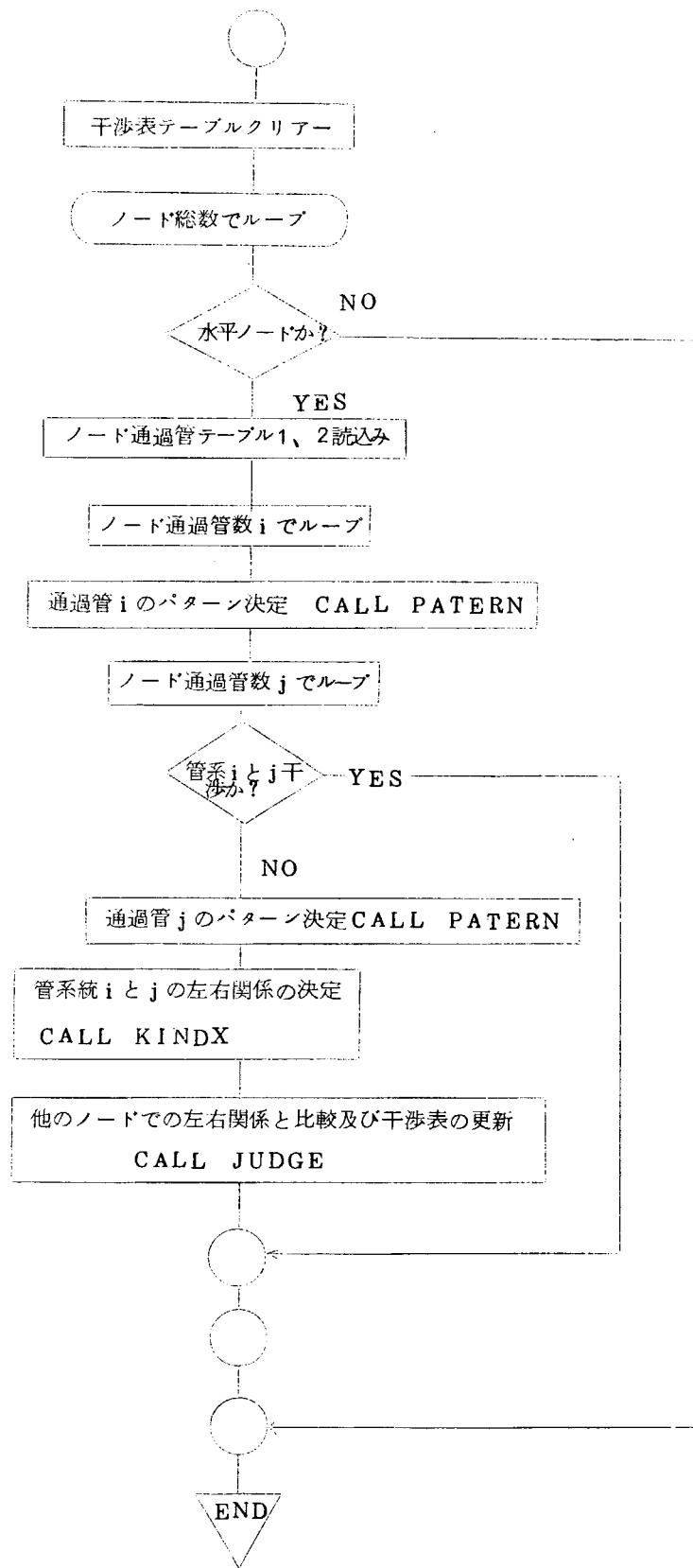


図 5.4.3-5 水平ノード内管相互干渉チェックプログラムブロックチャート

機能

ノード番号テーブルから接続ノードだけを取り出し、そのノードのノード通過管テーブル1、ノード通過管テーブル2にセットされているノード通過形状及び、それに接続する垂直ノード内のダウン管相互関係から管系相互の左右関係、他のノードでの左右関係との矛盾(干渉)を比較して干渉表の更新を行なうプログラムです。

CALLED サブプログラム

| | |
|-------------|--|
| R W A R A F | ランダムアクセスファイル I/O ルーチン |
| D W N C K | 管系が垂直ノードを屋過するかどうか、又、up、DOWN、形状、ひねり可能判定ルーチン |
| D O W N | ダウン管相互の下デッキでの座標による左右関係決定ルーチン |
| M O V E B | ピット操作ルーチン |
| P A T E R N | ノード通過形状決定ルーチン |
| K I N D X | 2管の左右関係判定ルーチン |
| J U D G E | 他のノードでの同管相互の左右条件比較ルーチン |

使用ファイル

ノード番号テーブル
 ノード通過管テーブル1
 ノード通過管テーブル2
 垂直ノードテーブル1
 垂直ノードテーブル2
 干渉表テーブル
 プログラムステップ
 F O R T R A N 450ステップ
 プロツクチャート……図5.4.3-6参照のこと

接続ノード内管相互干渉チェックプログラムブロックチャート

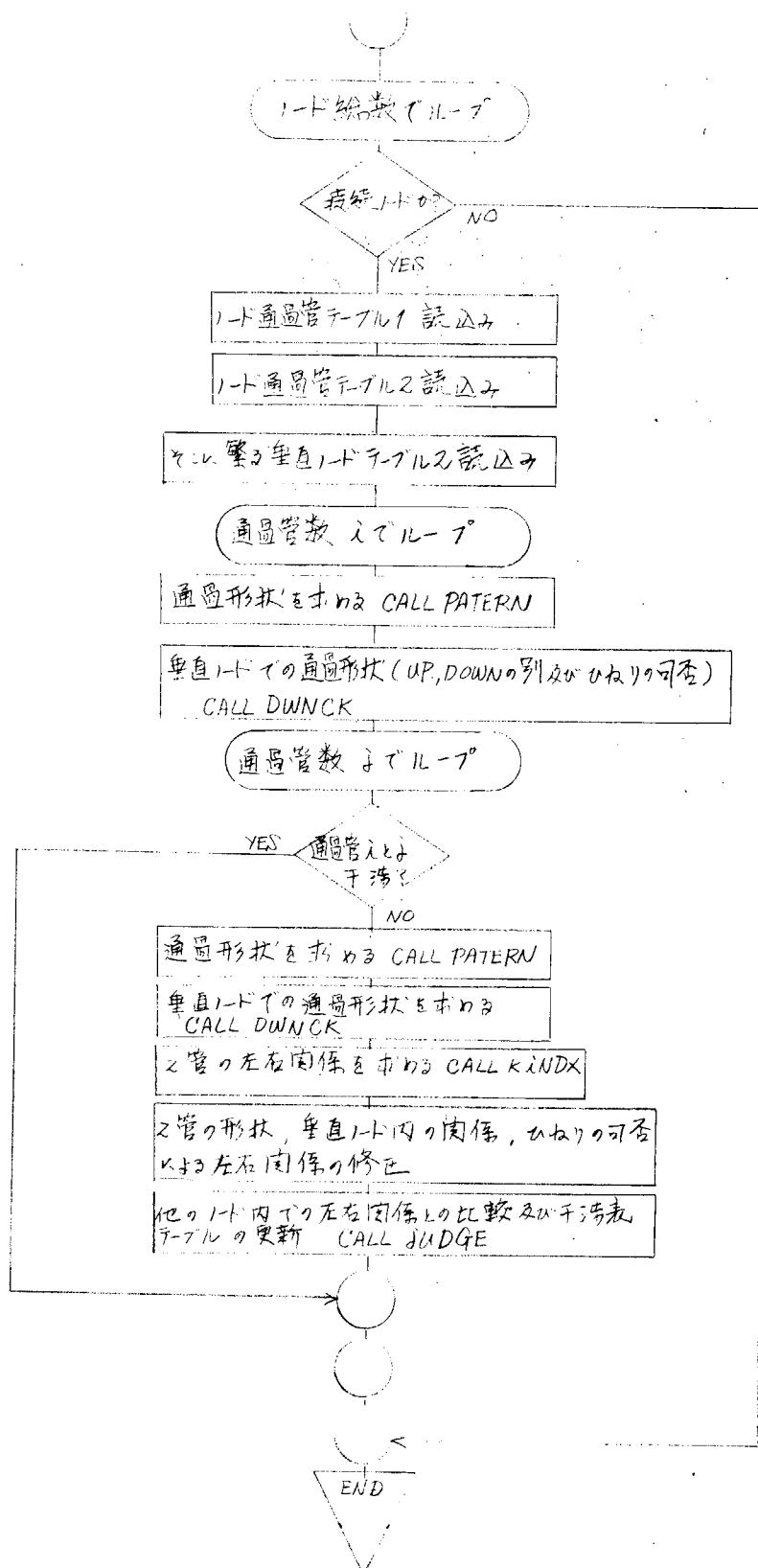


図5.4.3-6 接続ノード内管相互干渉チェックプログラムブロックチャート

機能

水平スパン内にアンカーポイントを持つ管系はその曲り方向によって、同一スパン内を通過する管との間に左右関係が生じる。

当プログラムでは水平スパン内にアンカーポイントを持つ管系とそのスパン共有管全てとの左右関係を決定し、すでに決つて2管の左右関係との矛盾(干渉)を判定して干渉表テーブルの更新を行ないます。

C A L L E D サブルーチン

R W R A F ランダムアクセス I/O ルーチン

P A T E R N 通過形状決定ルーチン

K I N D X 2 管の左右関係決定ルーチン

J U D G E 他のノードの左右関係と比較及び干渉表テーブル更新ルーチン

使用ファイル

スパン番号テーブル

スパン通過管テーブル 1

スパン通過管テーブル 2

干渉表テーブル

プログラムステップ

F O R T R A N 2 6 0 ステップ

ブロックチャート……図 5.4.3-7 参照のこと

水平スパン内管相互干渉チェックプログラムプロツクチャート

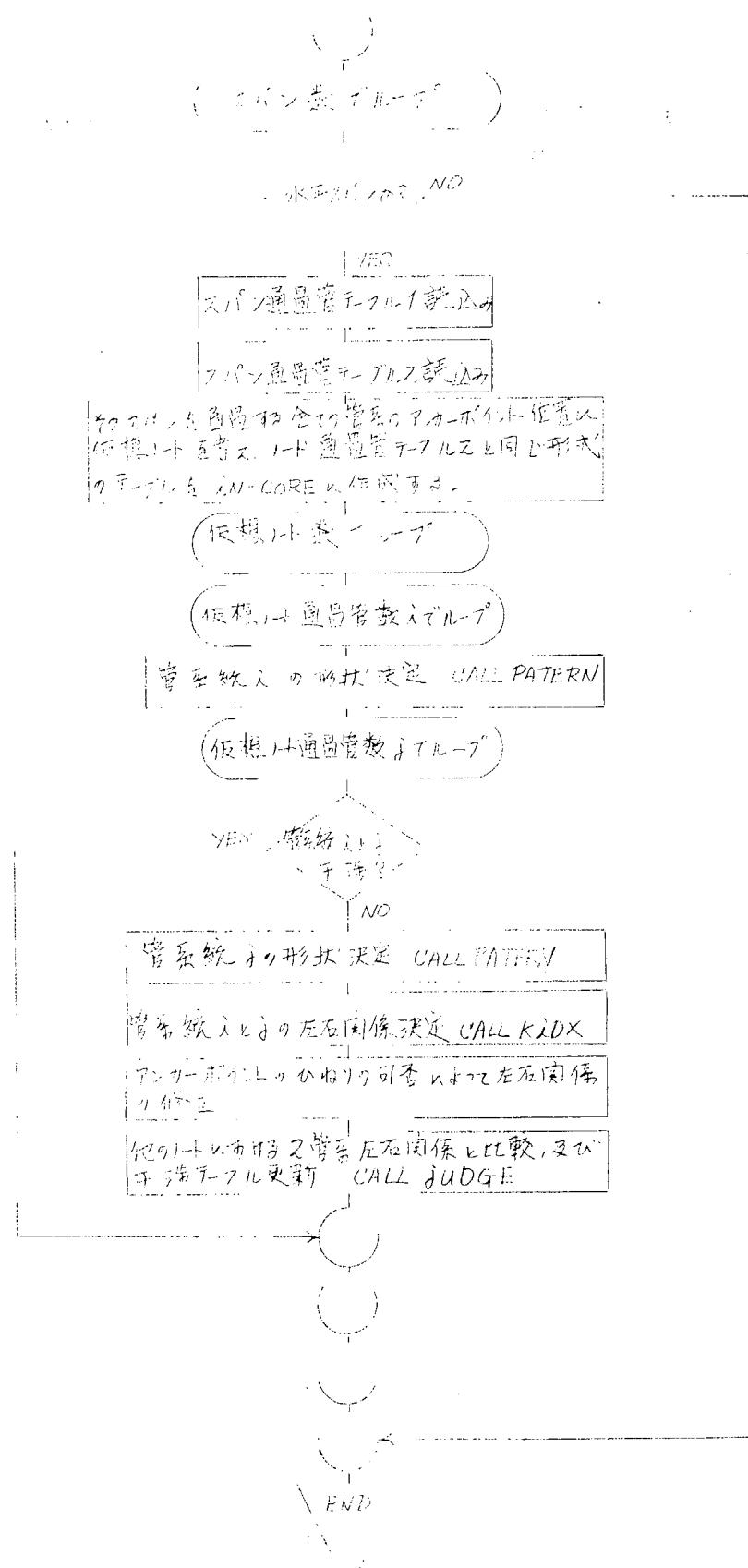


図 5.4.3-7 水平スパン内管相互干渉チェックプログラムプロツクチャート

(5) 優先度計算プログラム YUSEN OVERLAY(4, 0)

機能

デッキを通過する全ての管系統の最大口径、展開長さ、非干渉度から優先度の計算を行ない、優先度テーブルを作成する。

CALLED サブルーチン

無し

使用ファイル

管系統番号テーブル

干渉表テーブル

優先度テーブル

プログラムステップ

FORTRAN 40ステップ

プロツクチャート……図5.4.3-8参照のこと

優先度計算プログラムプロツクチャート

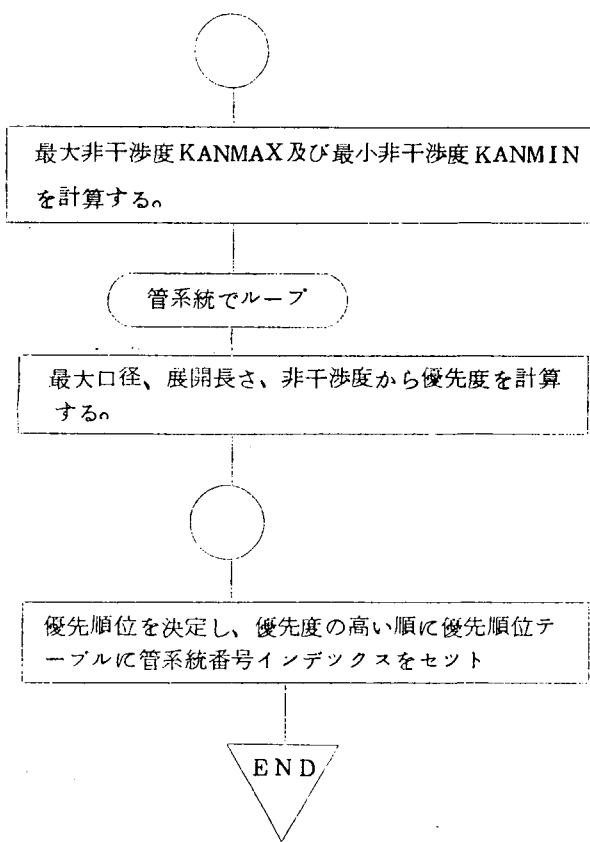


図5.4.3-8 優先度計算プログラムプロツクチャート

(6) N段処理プログラム NMAIN OVERLAY(5, 0)

機能

N段目に入る管系統を優先順位に沿って選択し、選ばれた管について、水平スパン内及び垂直スパン内

での配列を決定、相対座標を計算する。

CALLED サブプログラム

OVERLAY(5, 1) N段選択管決定プログラム

OVERLAY(5, 2) 水平スパン内管配列決定プログラム

OVERLAY(5, 3) 水平スパン内管相対座標計算プログラム

OVERLAY(5, 4) 接続スパン内管配列決定プログラム

OVERLAY(5, 5) 接続スパン内管相対座標計算プログラム

OVERLAY(5, 6) N段後処理プログラム

使用ファイル

無し

プログラムステップ

FORTRAN 50ステップ

プロツクチャート……図 5.4.3-9 参照のこと

N段処理プログラムプロツクチャート

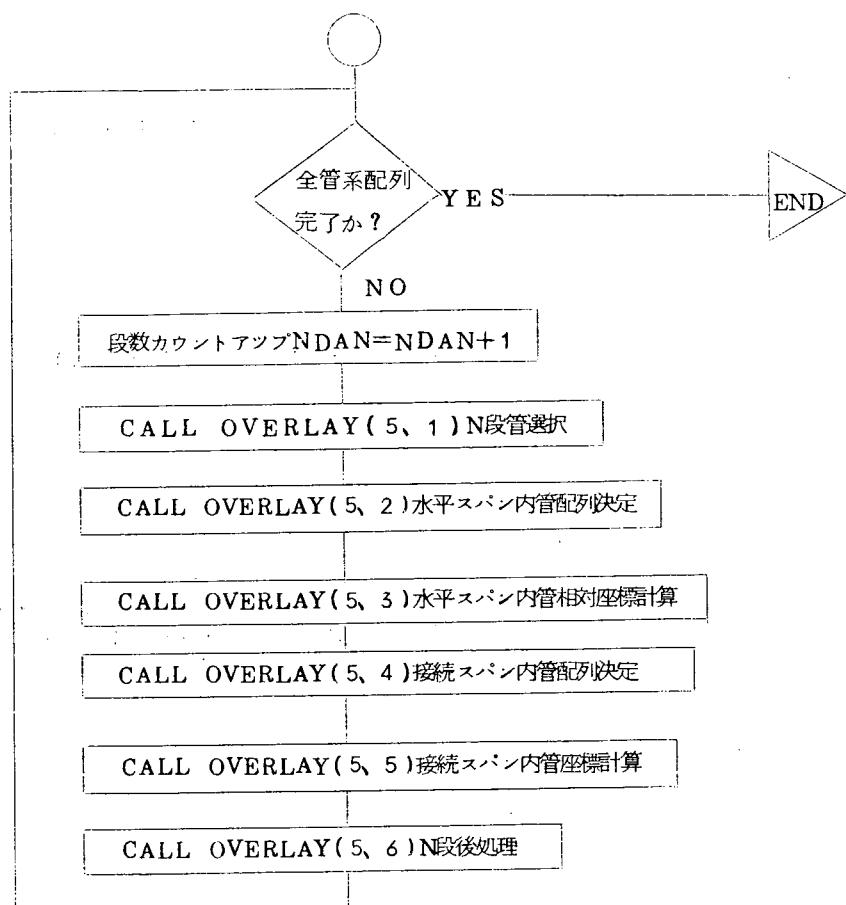


図 5.4.3-9 N段処理プログラムプロツクチャート

(6)-a N段選択管決定プログラム P I C K U P O V E R L A Y (5 , 1)

機能

優先順位にしたがつて、まだ配列されていない管系統のうちすでにその段に選ばれたより優先順位の高い全ての管系統と干渉せず、かつDOWN管を含む場合は余裕値に納まる管系統を選び出しN段選択管とする。

C A L L E D サブプログラム

R W R A F ランダムアクセスI/Oルーチン

使用ファイル

干渉表テーブル

優先度テーブル

垂直ノードテーブル1

垂直ノードテーブル2

N段選択管テーブル

N段小干渉表テーブル

プログラムステップ

F O R T R A N 110ステップ

プロックチャート……図5.4.3-10参照のこと

N段選択管決定プログラムフロー図

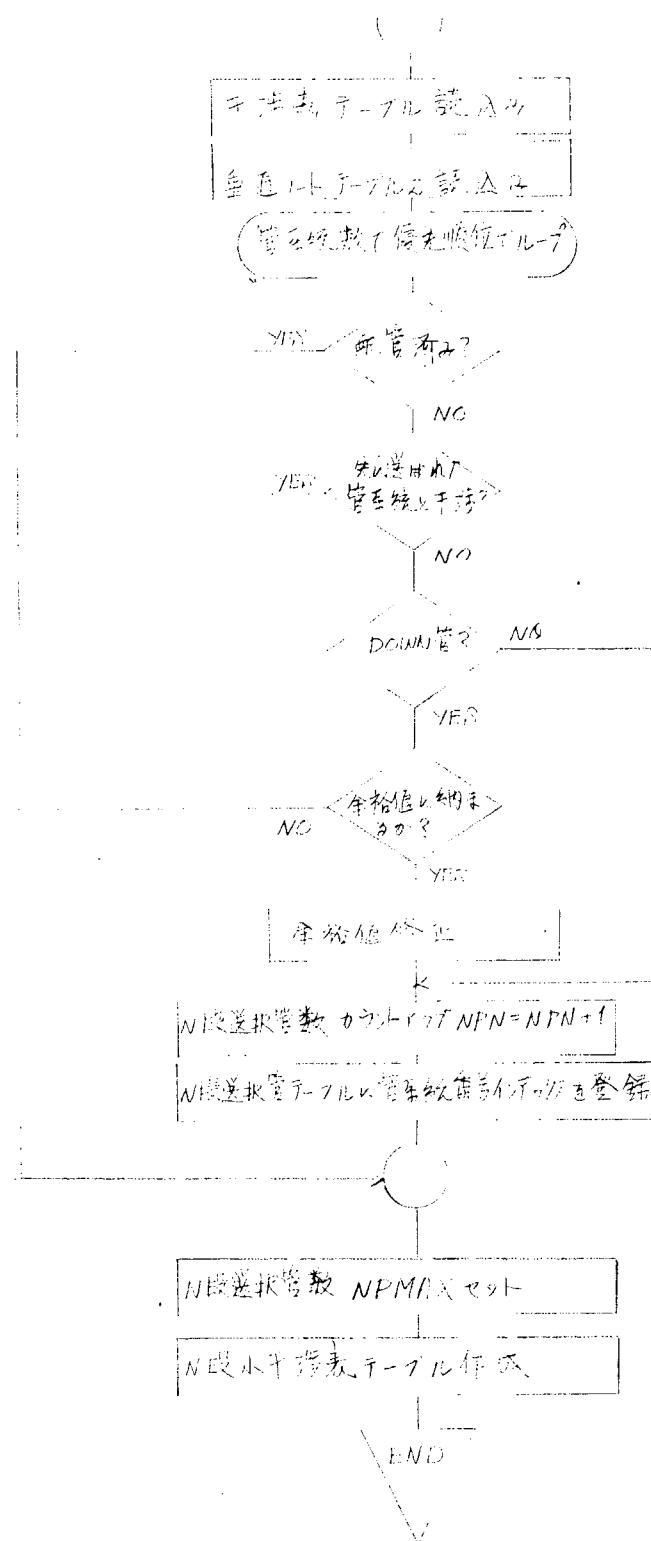


図 5.4.3-10 N段選択管決定プログラムブロックチャート

(6)-b 水平スパン内管配列決定プログラム H S A R R Y O V E R L A Y (5 , 2)

機 能

各水平スパン内を通過するN段選択管の全てについて、N段小干渉表を基に、スパン毎に並びテーブルを作成しスパン端(X方向スパンでは+Y側、Y方向スパンでは+X側から)からの配列順位を決定し、N段小干渉表の修正を行う。

C A L L E D サブルーチン

R W R A F ランダムアクセス I/O ルーチン

使用ファイル

N段選択管テーブル

N段小干渉表テーブル

スパン番号テーブル

スパン情報テーブル

スパン通過管テーブル 2

管系統番号テーブル

プログラムステップ

F O R T R A N 180ステップ

プロックチャート……図 5.4.3-11 参照のこと

水平スパン内管配列決定プログラムブロックチャート

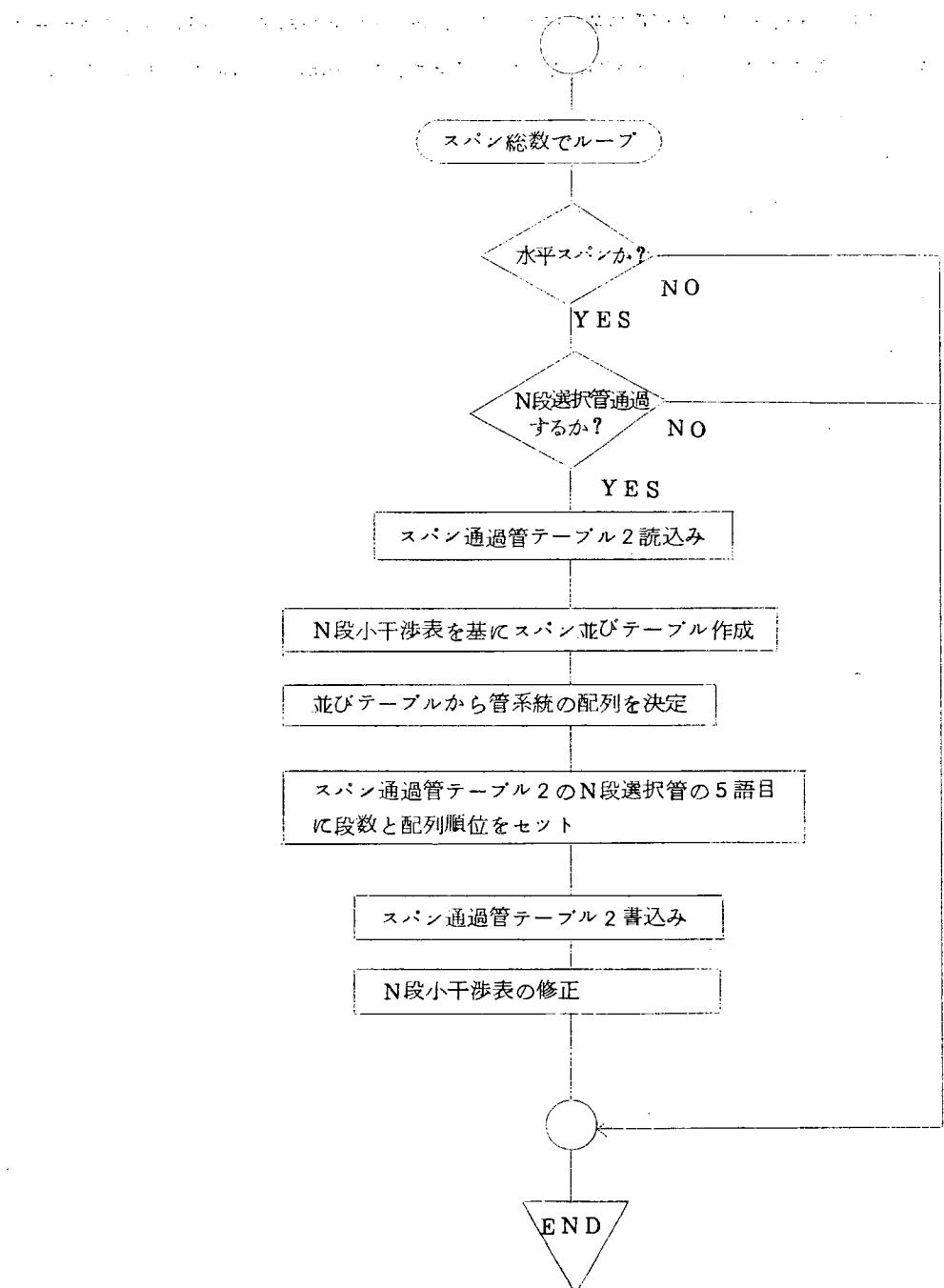


図 5.4.3-11 水平スパン内管配列決定プログラムブロックチャート

機 能

N段選択管全てについて、連続スパン単位でN段干渉表テーブルを基として、連続スパン並びテーブルを作成し(互にその左右関係が無関係の管系は他の管を介して左右関係が決定される)、管路巾を考慮して、巾オーバーの管系をN段選択管テーブルより削除し、各管の中心軸のスパン中心からの相対座標を計算する。

C A L L E D サブプログラム

R W R A F ランダムアクセスファイル I/O

C H E C K N N段選択管照合及び管番号削除ルーチン

使用ファイル

連続スパンテーブル

スパン情報テーブル

スパン通過管テーブル 2

N段選択管テーブル

管系統番号テーブル

プログラムステップ

F O R T R A N 4 0 0 ステップ

プロツクチャート……図 5.4.3-1 2参照のこと

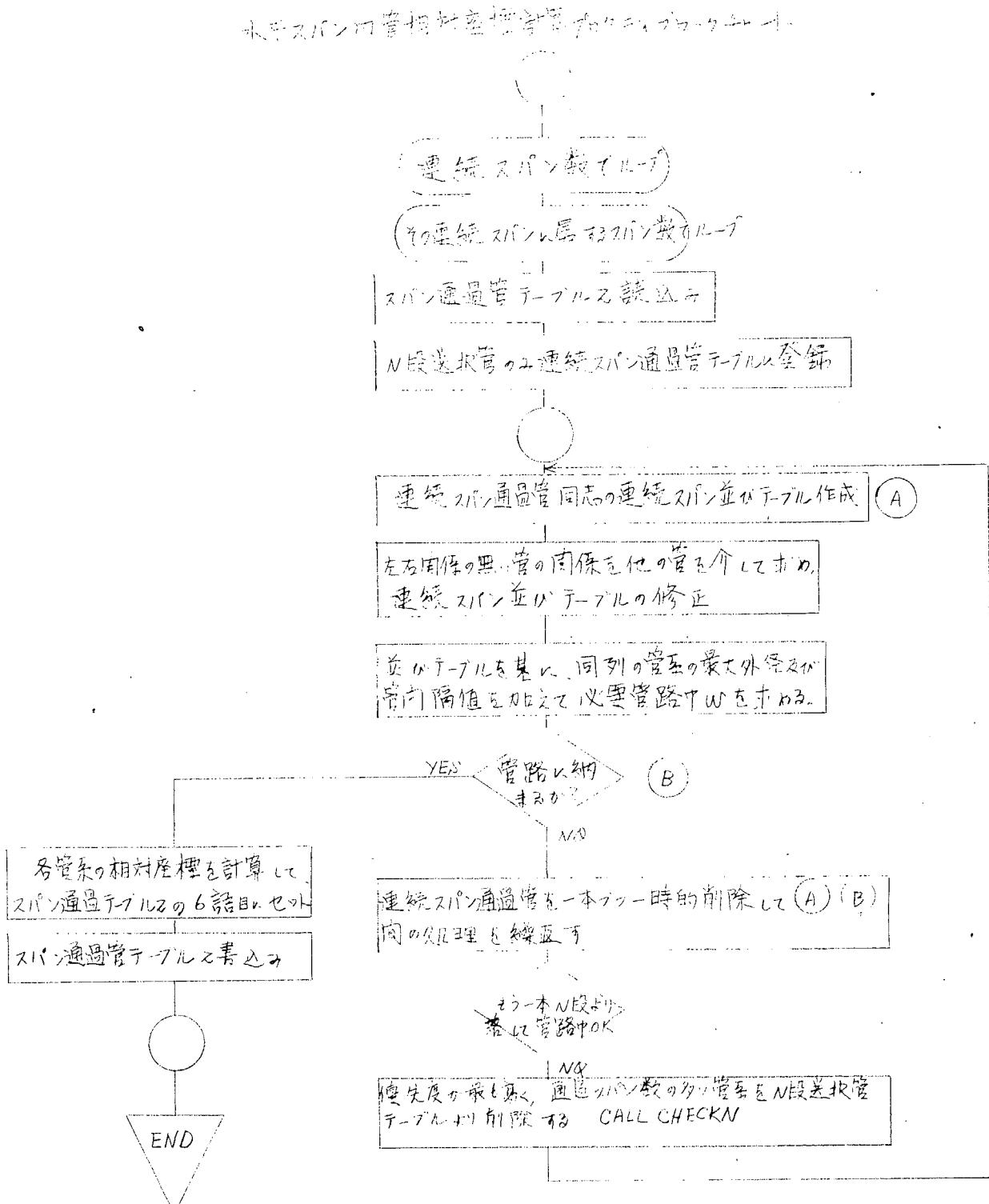


図 5.4.3-1.2 水平スパン内管相対座標計算プログラムプロックチャート

機能

各接続スパン毎にそこを通過するN段選択管の配列を決定します。配列方法はすでに決定されている接続ノードにつながる水平スパン内の配置を基準として行なわれます。

垂直ノード内でのDOWN管同志の配置の状態、又は上段配列管の位置、管路巾等によって配列不可能な管が出てくる場合は、ステップ3プログラムの主条件である段数の削減を行なうため、ひねり可能管の配置を変えることによって、N段管から削除する管数を極力減らし、かつひねり管数最少の配列を決定する。

C A L L E D サブプログラム

C H E C K N N段選択管照合、N段管削除ルーチン

H A I R 配列組合せルーチン

M O V E B ピット操作ルーチン

R W R A F ランダムアクセスI/Oルーチン

使用ファイル

ノード番号テーブル

ノード形状テーブル

ノード通過管テーブル2

垂直ノードテーブル1

垂直ノードテーブル2

デッドスペーステーブル

N段選択管テーブル

スパン情報テーブル

スパン通過管テーブル2

プログラムステップ

F O R T R A N 900ステップ

プロックチャート……図5.4.3-13参照のこと

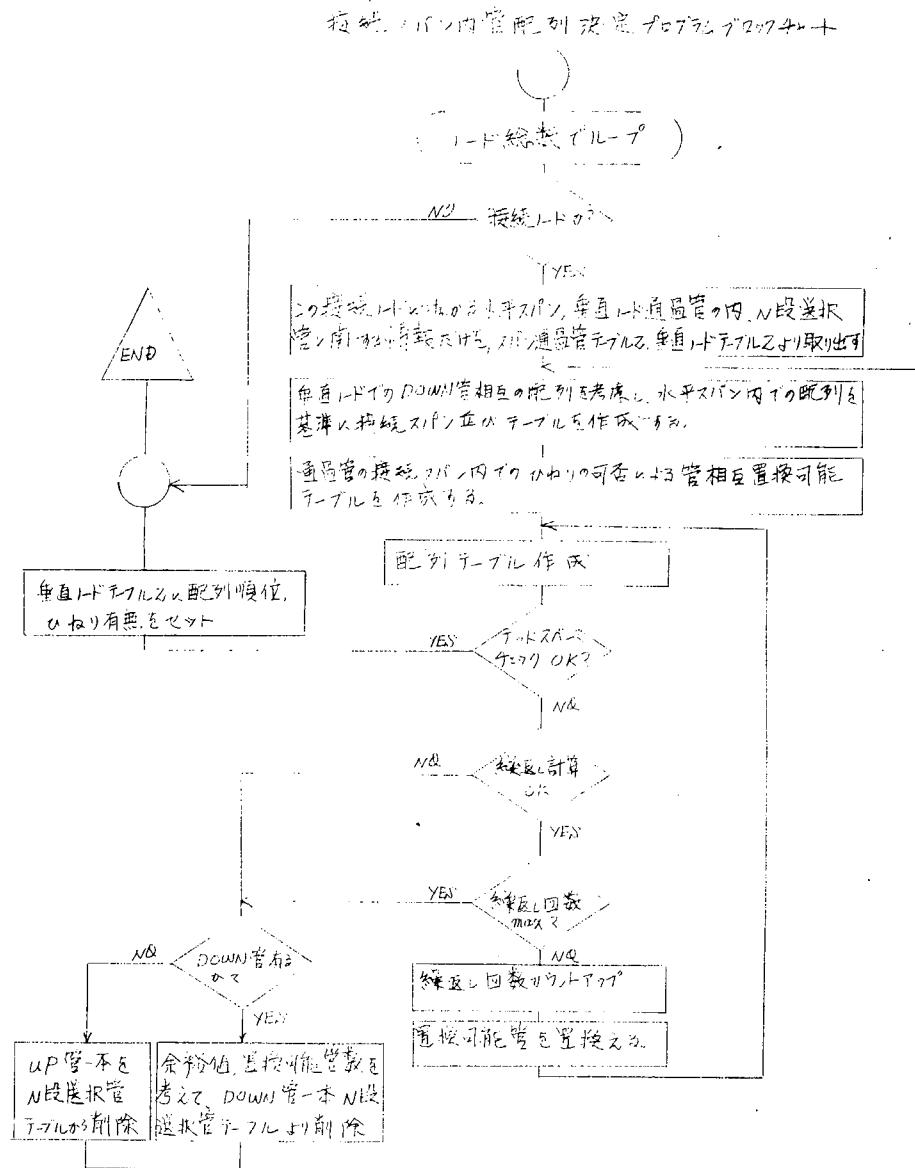


図 5.4.3-13 接続スパン内管配列決定プログラムブロックチャート

(6)← e 接続スパン内管相対座標計算プログラム C N A R Y 2 O V E R L A Y (5 , 5)

機能

各垂直ノードを通過するN段選択管の中心相対座標(垂直ノード中心からの距離)を上段に配置された領域をかけて計算する。

C A L L E D サブプログラム

R W R A F ランダムアクセス I/O ルーチン

C H E C K N N段選択管照合ルーチン

使用ファイル

垂直ノードテーブル 1

垂直ノードテーブル 2

デッドスペーステーブル

プログラムステップ

F O R T R A N 2 0 0 ステップ

プロツクチャート……図 5.4.3—14 参照のこと

接続スパン内管相対座標計算プログラムプロツクチャート

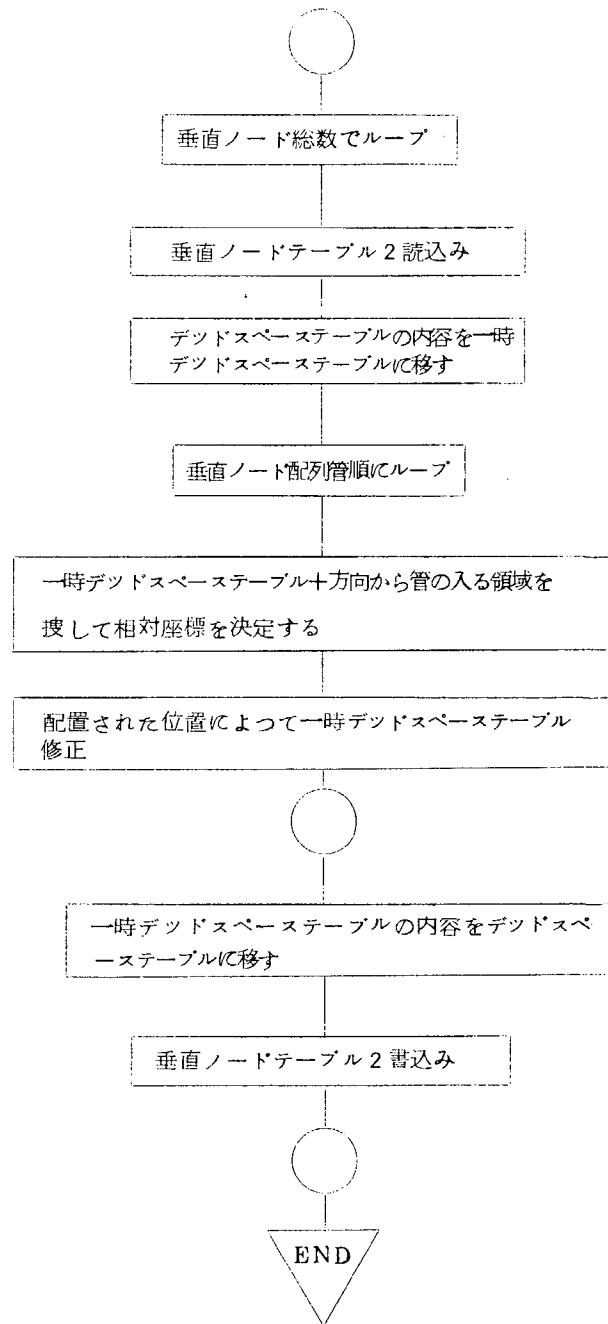


図 5.4.3-14 接続スパン内管相対座標計算プログラムプロツクチャート

(6)-5 N段後処理プログラム N P O S T O V E R L A Y (5, 6)

機能

N段配列の決つて管系統の管系統番号テーブル内にN段番号をセットする。

又、垂直管路巾オーバで落されたu p管は、下段で配列不可能であるから、廢管とする。

デツドスペースステーブルの修正

C A L L E D サブプログラム

R W R A F ランダムアクセスファイル I/O ルーチン

C H E C K N N 段選択管照合、N 段選択管削除ルーチン

使用ファイル

管系統番号テーブル

垂直ノードテーブル 2

デツドスペースステーブル

垂直ノードテーブル 1

プログラム ステップ

F O R T R A N 100 ステップ

プロツクチャート……図 5.4.3-15 参照のこと

N段後処理プログラムプロツクチャート

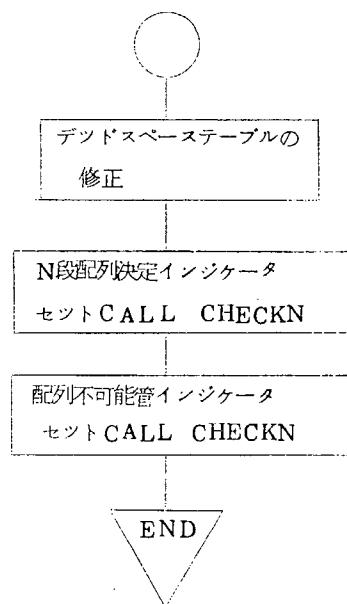


図 5.4.3-15 N段後処理プログラムプロツクチャート

(7) 後処理プログラム P O S T P R O O V E R L A Y (6 , 0)

機能

各段の段間隔、バンド面座標、配列済み管のZ座標及び各通過ノード、アンカーポイントの絶対座標を計算するプログラムです。

又、各管の通過座標をラインプリンタに出力します。

C A L L E D サブプログラム

R W R A F ランダムアクセスファイル I/O ルーチン

O U T P R O ステップ 3 出力ルーチン

使用ファイル

管系統番号テーブル

番号テーブル

管座標テーブル

垂直ノードテーブル1

垂直ノードテーブル2

アンカーポイント番号テーブル

スパン番号テーブル

スパン通過管テーブル2

ノード形状テーブル

ノードリストテーブル

プログラム ステップ

FORTRAN 1200ステップ

プロックチャート……図5.4.3-16参照のこと

後処理プログラムプロックチャート

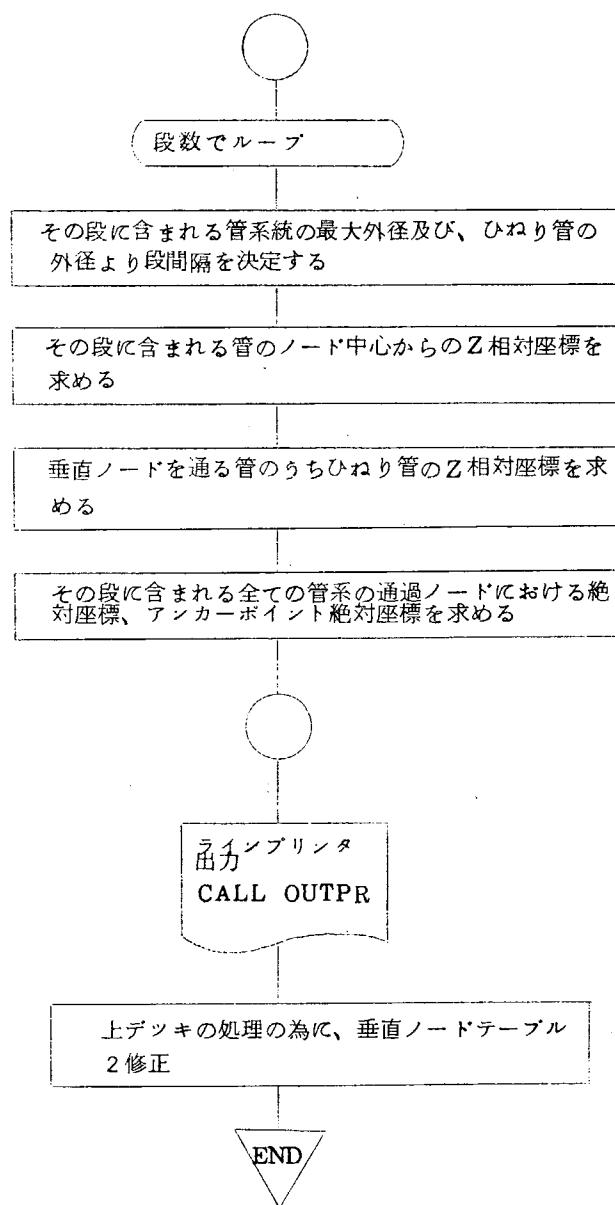


図5.4.3-16 後処理プログラムプロックチャート

(8)- a 平面図作画プログラム

(a) 概要

デツキ毎に船体外形、モジュール等、及び段毎に配列された管の平面経路図と、全段透視平面経路図の作画

(b) 使用言語 FORTTRAN

(c) ステップ数 2000ステップ

(d) 使用ライブラリー、ルーチン名(CALL BBB(,)で呼ばれる)

o ILSH(MM, N) 整数タイプMMをNビットだけ左へずらす

IRSH(MM, N) ☐ 右 ☐

o MOD(MM, N) ☐ をNで割った余り

o ENCODE(N, M, III) A, B

A, Bを文字タイプで合成してIIIに転送する。

o CIRC1(X, Y, R) 中心(X, Y)で半径Rの円を書く。

(e) STEP3データファイル内の参照ファイル

o 管系統番号テーブル JPTB (7, 200)

o 管番号テーブル NPTB (8, 200)

o 管座標テーブル KZAH (5, 1000)

o ノード番号テーブル NTABL (2, 150)

o ノードリストテーブル NODL (6, 150)

o ノード形状テーブル NFIE (5, 150)

o 垂直ノードテーブル1 NVNT1 (7, 30)

o 垂直ノードテーブル2 NVNT2 (7, 20, 30)

o スパン番号テーブル ISTB (2, 150)

o スパン情報テーブル ISFL (8, 150)

o スパン通過管テーブル NSPTS (30, 150)

o スパン通過管系テーブル ISPPIP (7, 50)

o アンカーポイント番号テーブル IATAB (7, 200)

(f) モジュール、ファイル

(i) ファイルテーブル番号 TAPES0

(ii) このファイルは、STEP1で作成されたものである。

(iii) 形式(バイナリー)

表 5. 4. 3 - 1

| モジュール | | | 座 | | モジュール障害物 | |
|-------|----------------------------|-----|----------------|----|------------|--|
| 1 | 30 | I | 31 | I | 32 | |
| 2 | モジュール番号 | 5H | モジュール番号 | 5H | モジュール番号 | |
| 3 | モジュール名称 | 10H | 系統十管端番号十入出 | 8H | | |
| 4 | 〃 | 10H | | | | |
| 5 | 〃 | 5H | 座の形状 | 1H | | |
| 6 | X1 | R | 座金圧力 | R | X1 | |
| 7 | Y1 モジュール最小値 | R | 座金口径 | R | Y1 障害地区最小点 | |
| 8 | Z1 | R | 流入出の区別 | 1H | Z1 | |
| 9 | X2 | R | A・Pを探す方向 | I | X2 | |
| 10 | Y2 モジュール最大値 | R | A・Pを置くDK・No. | I | Y2 障害地区最大点 | |
| 11 | Z2 | R | A・Pを置くSpan No. | I | Z2 | |
| 12 | Xc | R | Xc | R | | |
| 13 | Yc モジュール中心点 | R | Yc 座の位置 | R | | |
| 14 | Zc | R | Zc | R | | |
| 15 | モジュール方向 | I | 座の方向 | I | | |
| 16 | | | 最大カーチ距離 | R | | |
| 17 | デツキ、コード | | 指定ペンド | I | | |
| 18 | カードカラム カードNo. (73~75) | A3 | カードNo. | A3 | | |
| 19 | カード、シーケンス | I5 | カード、シーケンス | I5 | | |

(注) 詳細は STEP 1 の使用書参照する事。

(g) STEP 1 コマン・データー・ファイル

- (i) ファイル・テープ番号 T A P E 3 1
- (ii) このファイルは STEP 1 で作成されたものである。
- (iii) 形式(バイナリー)

次の順序でファイルされている。

| | |
|-------------|----------------------|
| ENG XMX | 機関室の基準フレームからの最大長さ |
| ENG YMX | 機関室のセンターラインを0とする最大巾 |
| ENG ZMX | 機関室のキール・ナインからの最大高さ |
| X M E S H | 管路計算の為のX方向メッシュ巾 |
| Y M E S H | 〃 Y 〃 |
| I T B X M X | テーブル割最大数(X方向) |
| I T B Y M X | 〃 (Y方向) |
| S 1 | 外板歯の負X方向の船尾巾 |
| S 2 | 〃 正 〃 船首巾 |
| W 1 | 船体壁より垂直管路予定位置内側までの距離 |

W2 船体壁より垂直管路予定位置外側までの距離
 NFRAM(100) フレーム番号
 FRAM(100) NFRAM(1)を0としたフレームの距離
 IFRAM フレーム番号の数(最大数100)
 SLONG(30) センター、ラインからの距離(正方向)
 ISLONG SLONGの正方向の数
 PLONG(30) センター、ラインからの距離(負方向)
 IPLONG PLONGの負方向の数
 KFRHNE(100,10) フレーム骨データ投入コード0(NOT)1(YES)
 FRHNE(100,10) フレーム骨と外板との交点
 KSLHNE(30,10) SLONG骨データ投入コード
 SLHNE(30,10) SLONG骨と外板との交点
 KPLHNE(30,10) PLONG骨データ投入コード
 PLHNE(30,10) PLONG骨と外板との交点

④ デイメンジョン(30,10)の場合

30はフレーム又はLONG番号による区分の最大数
10はデッキ番号による区分の最大数

NDECK(10) 投入されたデッキ名(A8)
 HDECK(10) キール・ラインを0とした時のデッキ高さ
 KDECK(10) デッキ・コード
 DECKAR(4,10) デッキの有効面積
 KROUTE(20) 管路コード
 ROUTED(2,20) 管路高さ
 ROUTED(1,N) 管路上の高さ
 ROUTED(2,N) ツ下ツ
 IDECK 投入されたデッキ数(最大10)
 IROUTE 作成される管路数(最大20)
 KHONE(10) デッキの骨向き 0:上面付
 1:下面付

⑤ 長さに関しては、すべて単位はmm

(h) マシン・データ・ファイル

- (i) ファイル・テープ番号 T A P E 3 2
- (ii) このファイルはSTEP1で作成されたものである。
- (iii) 形式(バイナリー)

表 5.4.3 - 2

| | 骨 | バーシャル ベルクヘッド | 壁 | 柱 |
|----------------------------|--------|-----------------|----------|--------|
| 1) 4、5、6、20 21、22、23、24 | 7 | 8 | 11 | 12 |
| 2) デツキコード | デツキコード | デツキコード | デツキコード | デツキコード |
| 3) X1 | X1 | X1 | X1 | |
| 4) Y1 | Y1 | Y1 | Y1 | |
| 5) X2 | X2 | X2 | X2 | |
| 6) Y2 | Y2 | Y2 | Y2 | |
| 7) | 骨種類 | Xc | ENT、センター | Xc |
| 8) | デツキ上／下 | Yc | ENT、センター | Yc |
| 9) | ブラケット長 | 管路巾 | ENT、巾 | 柱巾 |
| 10) | 骨TYPE | | ENT、巾 | |
| 11) | 骨方向 | バーシャル方向 | 壁方向 | 柱パターン |
| 12) | 骨巾 | | | |
| 13) ZMIN | ZMIN | ZMIN | ZMIN | ZMIN |
| 14) ZMAX | ZMAX | ZMAX | ZMAX | ZMAX |

② 番号1)の列にある番号の区別は以下の通りである。

- | | |
|------------|--------------|
| 4 : ブラケット | 21 : グレーチング |
| 5 : プロック線 | 22 : 梯子 |
| 6 : オープニング | 23 : マンホール |
| | 24 : 物揚げスペース |

詳細は STEP1 の使用書参照のこと

(i) 平面図作画プログラムプロツクチャート……図 5.4.3-17 参照のこと

平面図作画プログラム・プロツク・チャート

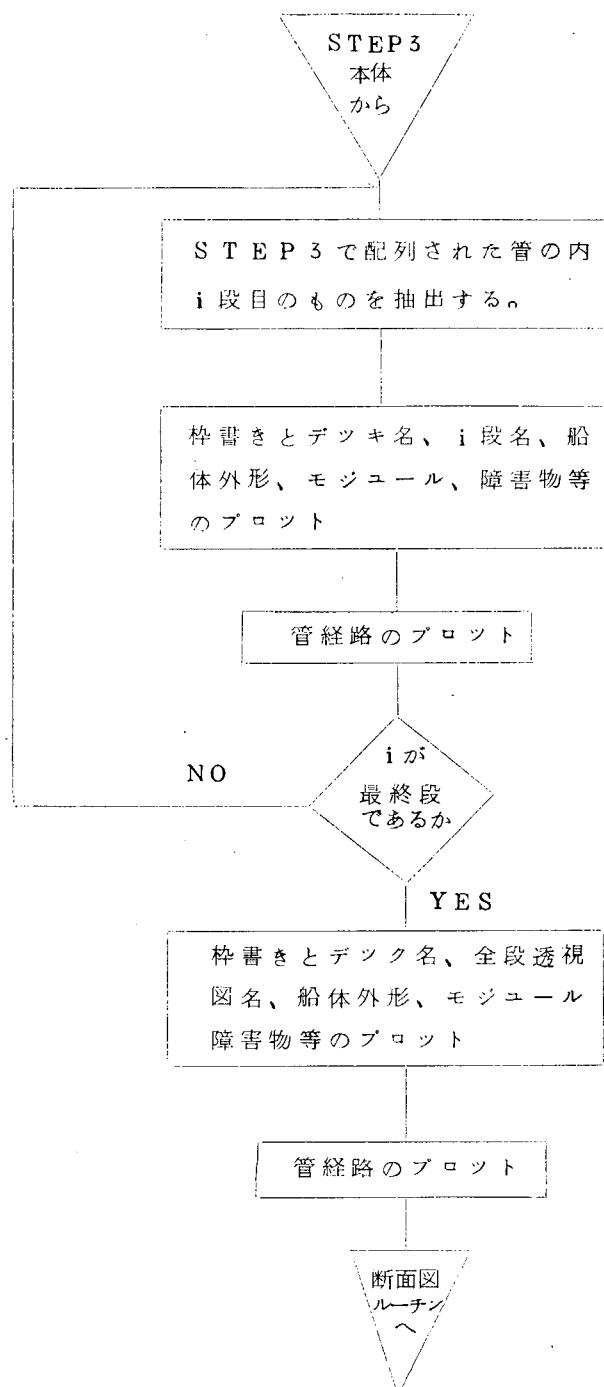


図 5.4.3-17 平面図作画プログラムプロツクチャート

(8)-b スパン断面作画プログラム

(a) 概要

管が通過しているスパンだけ、船尾から船首方向、或いは右舷から左舷方向の投影断面図の作画、但し、垂直スパンは上よりの投影図の作画。

(b) 使用言語 FORTTRAN

(c) ステップ数 400ステップ

(d) 使用ライブライバー・ルーチン名

o M O D (N, M) NをMで割った余り

o C I R C 1 (X, Y, R) 中心(X, Y)、半径Rの円を書く

o A R O W H D (X, Y, X', Y', Y L, W, S)

始点(X, Y)、終点(X', Y')、矢印の巾(Y L, W)、種類Sの矢印の作画

(e) STEP3データーファイル内の参照ファイル

o ノードリストテーブル N O D L (6, 150)

o 垂直ノードテーブル1 N V N T 1 (7, 30)

o 垂直ノードテーブル2 N V N T 2 (7, 20, 30)

o スパン番号テーブル I S T B (2, 150)

o スパン情報テーブル I S F L (8, 150)

o スパン通過管テーブル N S P T S (30, 150)

o スパン通過管系テーブル I S P I P (7, 50)

o アンカーポイントテーブル I A T A B (7, 200)

o 管番号テーブル N P P T B (8, 200)

o 管系統番号テーブル J P T B (7, 200)

(f) スパン断面作画プログラムプログラムプロックチャート……図 5.4.3-18 参照のこと

スパン断面作画プログラム・プロツク・チャート

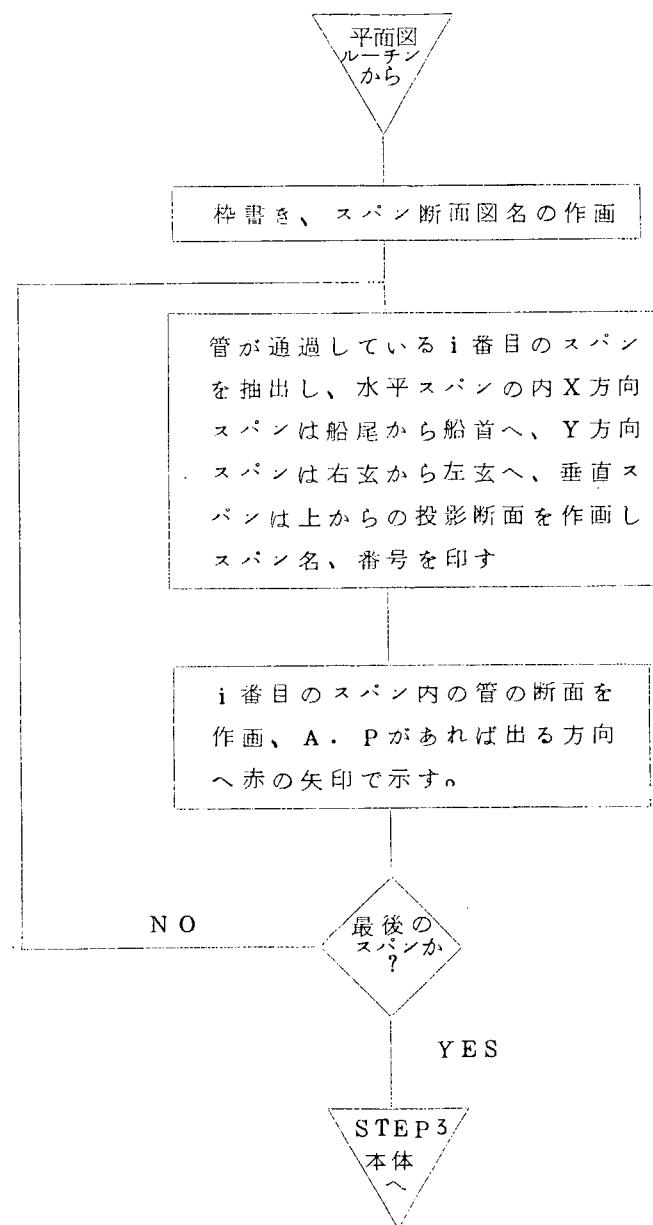


図 5.4.3-18 スパン断面作画プログラムプロツクチャート

表5.5.1 入力データ実例

STEP-3 INPUT LIST

*** NODE DATA LIST ***

*** SPAN DATA LIST ***

*** ANKER POINT DATA LIST ***

NO.3 KANKEIRO LIST

| | | | | | | | | | |
|----|---------|-----------|-------------|---------|-----------|-----------|-----------|----------|----------|
| 82 | M-06401 | 1 | 1 | 267.4 | 365.0 | 425.0 | | | 20000100 |
| 83 | | 1 | M-06401S2 | 4010232 | 4010242 | 4010092 | 4030082 | 403007 | 20000200 |
| 83 | 2 | | 4010062 | 4030052 | 4030042 | 4010032 | 4030021 | M-06401E | 20000300 |
| 83 | 3 | | * | * | * | * | * | * | 20000400 |
| 82 | M-07701 | 0 | 1 | 89.1 | 230.0 | 6.0 | | | 20000500 |
| 83 | | 1 | M-07701S2 | 4010112 | 4010102 | 4010091 | M-07701E9 | | 20000600 |
| 82 | M-07801 | 0 | 1 | 89.1 | 230.0 | 270.0 | | | 20000700 |
| 83 | | 1 | M-078.1S2 | 4010112 | 4010102 | 4010091 | M-07801E9 | | 20000800 |
| 82 | S-00201 | 0 | 1 | 60.3 | 155.0 | 195.0 | | | 20000900 |
| 83 | | 1 | S-00201S2 | 2030202 | 2040122 | 3040152 | 3030221 | S-00203N | 20001000 |
| 83 | 2 | | 3010072 | 3010052 | 3010042 | 3030062 | 3040032 | 404003 | 20001100 |
| 83 | 2 | | 5040032 | 5030042 | 5010051 | S-00201E9 | | * | 20001200 |
| 82 | S-00202 | 1 | 1 | 34.0 | 125.0 | 165.0 | | | 20001300 |
| 83 | | 3 | S-00201 2 | 4040032 | 4030042 | 4010031 | S-00202E9 | | 20001400 |
| 82 | S-00901 | 0 | 1 | 42.7 | 125.0 | 165.0 | | | 20001500 |
| 83 | | 1 | S-00901S2 | 4010032 | 4030021 | S-00901E9 | | * | 20001600 |
| 82 | S-02101 | 0 | 1 | 216.0 | 330.0 | 370.0 | | | 20001700 |
| 83 | | 1 | S-02101S2 | 2030132 | 2040042 | 3040072 | 3030232 | ,301024 | 20001800 |
| 83 | * | | 1 S-02101E9 | | * | * | * | * | 20001900 |
| 82 | S-06101 | 0 | 1 | 60.5 | 155.0 | 195.0 | | | 20002000 |
| 83 | | 1 | S-06101S2 | 4010371 | S-06101E9 | | * | * | 20002100 |
| 82 | S-08201 | 0 | 1 | 60.5 | 155.0 | 195.0 | | | 20002200 |
| 83 | | 1 | S-08201S2 | 2030012 | 2040012 | 3040012 | 3030012 | 303003 | 20002300 |
| 83 | 1 | S-08203N2 | 3010042 | 3030062 | 3040032 | 4040032 | 403004 | 20002400 | |
| 83 | 2 | | 4030052 | 4010052 | 4030072 | 4030081 | S-08204N2 | 401009 | 20002500 |

表 5.5.2 出力データ実例

***** STEP3 FILE DUMP *****

| *** PIPE *** | 65 | | | | | | | | | | | | | |
|--------------|----|----------|-------------|--------|-------|-------|---|-----|---|----|---|---|---|----|
| INDEX NO. | 1 | S-302 | | 1 | 195 | 11050 | 0 | 180 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 9 |
| KAN NO. | 1 | 91 | 0 | 60 | 155 | 195 | 0 | | | | | | | |
| KEIRO NO. | 1 | 304015 | 24250 | -200 | 13250 | 0 | | | | | | | | |
| KEIRO NO. | 2 | 303022 | 23300 | -200 | 13250 | 0 | | | | | | | | |
| KEIRO NO. | 3 | S-30203N | 23300 | -4950 | 13250 | 0 | | | | | | | | |
| KEIRO NO. | 4 | 301007 | 23300 | -6850 | 13250 | 0 | | | | | | | | |
| KEIRO NO. | 5 | 301005 | 24250 | -6850 | 13250 | 0 | | | | | | | | |
| KEIRO NO. | 6 | 301004 | 24250 | -8400 | 13250 | 0 | | | | | | | | |
| KEIRO NO. | 7 | 303006 | 23600 | -8400 | 13250 | 0 | | | | | | | | |
| KEIRO NO. | 8 | 304003 | 23600 | -10650 | 13250 | 0 | | | | | | | | |
| KEIRO NO. | 9 | 404003 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | | | | | | |
| INDEX NO. | 2 | S-3021 | 0 | 370 | 15150 | 0 | 0 | 650 | 2 | 10 | 1 | 1 | 1 | 4 |
| KAN NO. | 2 | 91 | 0 | 216 | 330 | 370 | 0 | | | | | | | |
| KEIRO NO. | 10 | 304007 | 31750 | -6600 | 13250 | 0 | | | | | | | | |
| KEIRO NO. | 11 | 303023 | 29700 | -6600 | 13250 | 0 | | | | | | | | |
| KEIRO NO. | 12 | 301024 | 29700 | 900 | 13250 | 0 | | | | | | | | |
| KEIRO NO. | 13 | S-30214C | 29700 | 6500 | 13250 | 0 | | | | | | | | |
| INDEX NO. | 3 | S-302 | 1 | 195 | 10600 | 0 | 0 | 180 | 3 | 14 | 1 | 1 | 1 | 8 |
| KAN NO. | 14 | 304001 | 29700 | -13650 | 13250 | 0 | | | | | | | | |
| KEIRO NO. | 15 | 303001 | 29700 | -8400 | 13250 | 0 | | | | | | | | |
| KEIRO NO. | 16 | 303003 | 26350 | -8400 | 13250 | 0 | | | | | | | | |
| KEIRO NO. | 17 | S-30203N | 25050 | -8400 | 13250 | 0 | | | | | | | | |
| KEIRO NO. | 18 | 301004 | 24250 | -2400 | 13250 | 0 | | | | | | | | |
| KEIRO NO. | 19 | 303006 | 23600 | -8400 | 13250 | 0 | | | | | | | | |
| KEIRO NO. | 20 | 304003 | 23600 | -10650 | 13250 | 0 | | | | | | | | |
| KEIRO NO. | 21 | 404003 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | | | | | | |
| INDEX NO. | 4 | S-108 | 0 | 135 | 0 | 0 | 0 | 100 | 4 | 22 | 1 | 1 | 1 | 3 |
| KAN NO. | 22 | 91 | 0 | 34 | 95 | 135 | 0 | | | | | | | |
| KEIRO NO. | 23 | 404017 | x | x | x | x | 0 | | | | | | | |
| KEIRO NO. | 24 | 404014 | x*434373942 | x | x | x | 0 | | | | | | | |
| INDEX NO. | 5 | S-307 | 1 | 220 | 7450 | 0 | 0 | 270 | 5 | 25 | 1 | 1 | 1 | 7 |
| KAN NO. | 25 | 91 | 0 | 89 | 180 | 0 | 0 | 270 | 5 | 25 | 1 | 1 | 1 | 7 |
| KEIRO NO. | 26 | S-20701S | 23300 | 6550 | 13250 | 0 | | | | | | | | |
| KEIRO NO. | 27 | 301034 | 23300 | 4100 | 13250 | 0 | | | | | | | | |
| KEIRO NO. | 28 | 301033 | 23300 | 3650 | 13250 | 0 | | | | | | | | |
| KEIRO NO. | 29 | 301032 | 23300 | 2500 | 13250 | 0 | | | | | | | | |
| KEIRO NO. | 30 | 301030 | 23300 | 900 | 13250 | 0 | | | | | | | | |
| KEIRO NO. | 31 | 303022 | 23300 | -200 | 13250 | 0 | | | | | | | | |
| KEIRO NO. | 32 | 304015 | 24000 | -200 | 13250 | 0 | | | | | | | | |
| INDEX NO. | 6 | S-309 | 0 | 320 | 24150 | 0 | 0 | 650 | 6 | 32 | 1 | 1 | 1 | 15 |
| KAN NO. | 33 | 91 | 0 | 216 | 320 | 0 | 0 | 650 | 6 | 32 | 1 | 1 | 1 | 15 |
| KEIRO NO. | 34 | S-30501S | 19600 | 8200 | 13250 | 0 | | | | | | | | |
| KEIRO NO. | 35 | 301045 | 19750 | 8200 | 13250 | 0 | | | | | | | | |
| KEIRO NO. | 36 | 303044 | 22350 | 8200 | 13250 | 0 | | | | | | | | |
| KEIRO NO. | 37 | 303042 | 23300 | 8200 | 13250 | 0 | | | | | | | | |
| KEIRO NO. | 38 | 301034 | 23300 | 4100 | 13250 | 0 | | | | | | | | |
| KEIRO NO. | 39 | 301033 | 23300 | 3650 | 13250 | 0 | | | | | | | | |
| KEIRO NO. | 40 | 301032 | 23300 | 2500 | 13250 | 0 | | | | | | | | |
| KEIRO NO. | 41 | 301030 | 23300 | -200 | 13250 | 0 | | | | | | | | |
| KEIRO NO. | 42 | 301005 | 24250 | -6850 | 13250 | 0 | | | | | | | | |
| KEIRO NO. | 43 | 301004 | 24250 | -6850 | 13250 | 0 | | | | | | | | |
| KEIRO NO. | 44 | 303006 | 23600 | -8400 | 13250 | 0 | | | | | | | | |

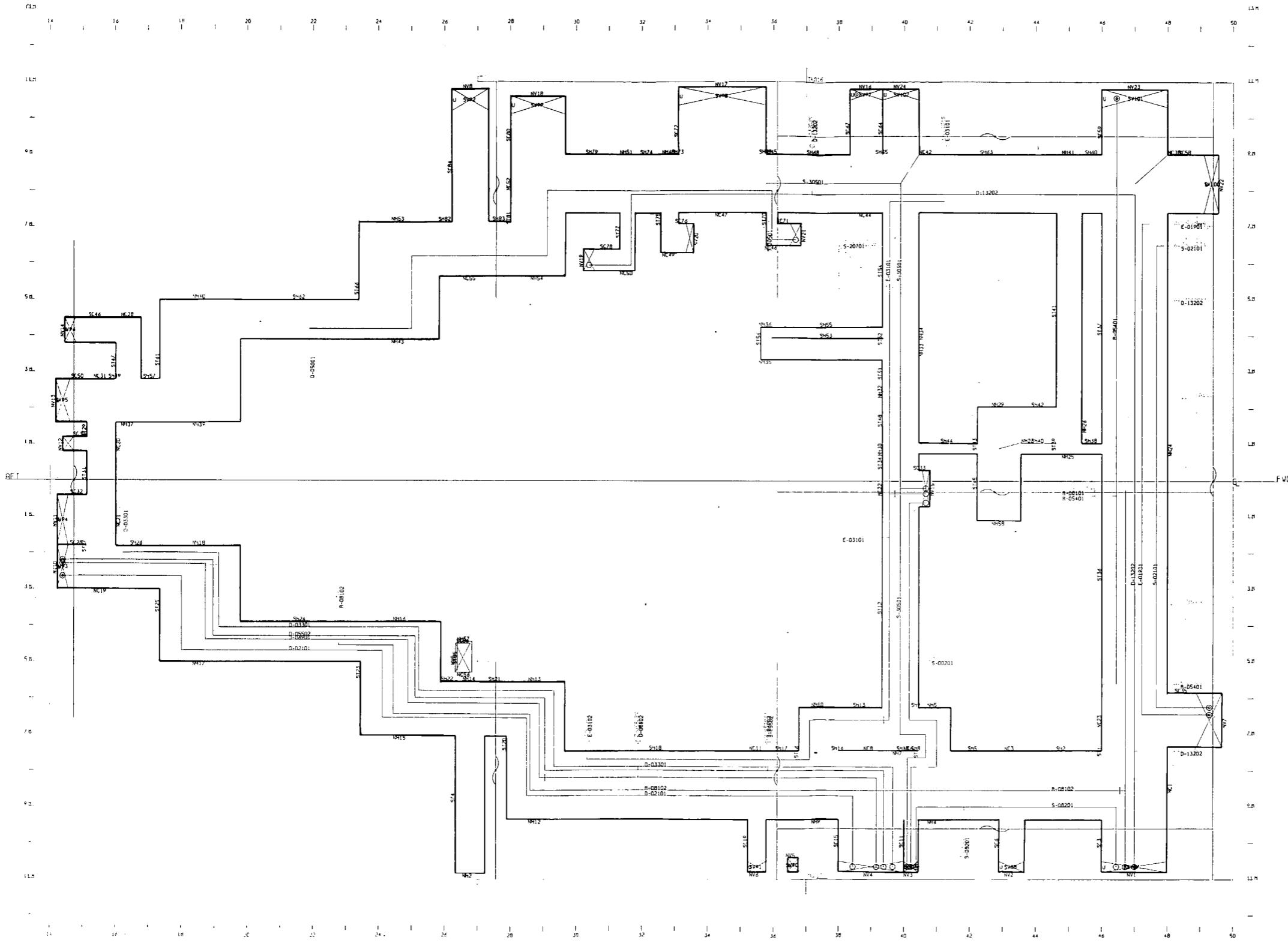


FIG. 5.5.1 3RD DECK UNDER DECK PLAN IDAN HEIMEN ZU

| NO. | MODULE NAME | NO. | WEIGHT | REMARK |
|-----|------------------------|-------|--------|--------|
| 6 | BROCK PRESSURE CONV. V | V0033 | | |
| 5 | OIL SEPARATOR | T0021 | | |
| 4 | PEAK TANK | T0020 | | |
| 3 | F.O. SIDE TANK 1200 | T0016 | | |
| 2 | F.O. SIDE TANK 1510 | T0015 | | |
| 1 | BUS. CONDENSER | H004 | | |
| NO. | MODULE NAME | NO. | WEIGHT | REMARK |

| | |
|-----------------|----------------------|
| ZOUSSEN 8.5M | SR 148 STEP 3 |
| APPROVED _____ | class V-O |
| CHECKED _____ | DRAWN _____ |
| ORDER 012974 VO | DRAWING NO. SR-148-1 |
| SR 148 | PRINT 1/29/74 ISSUED |

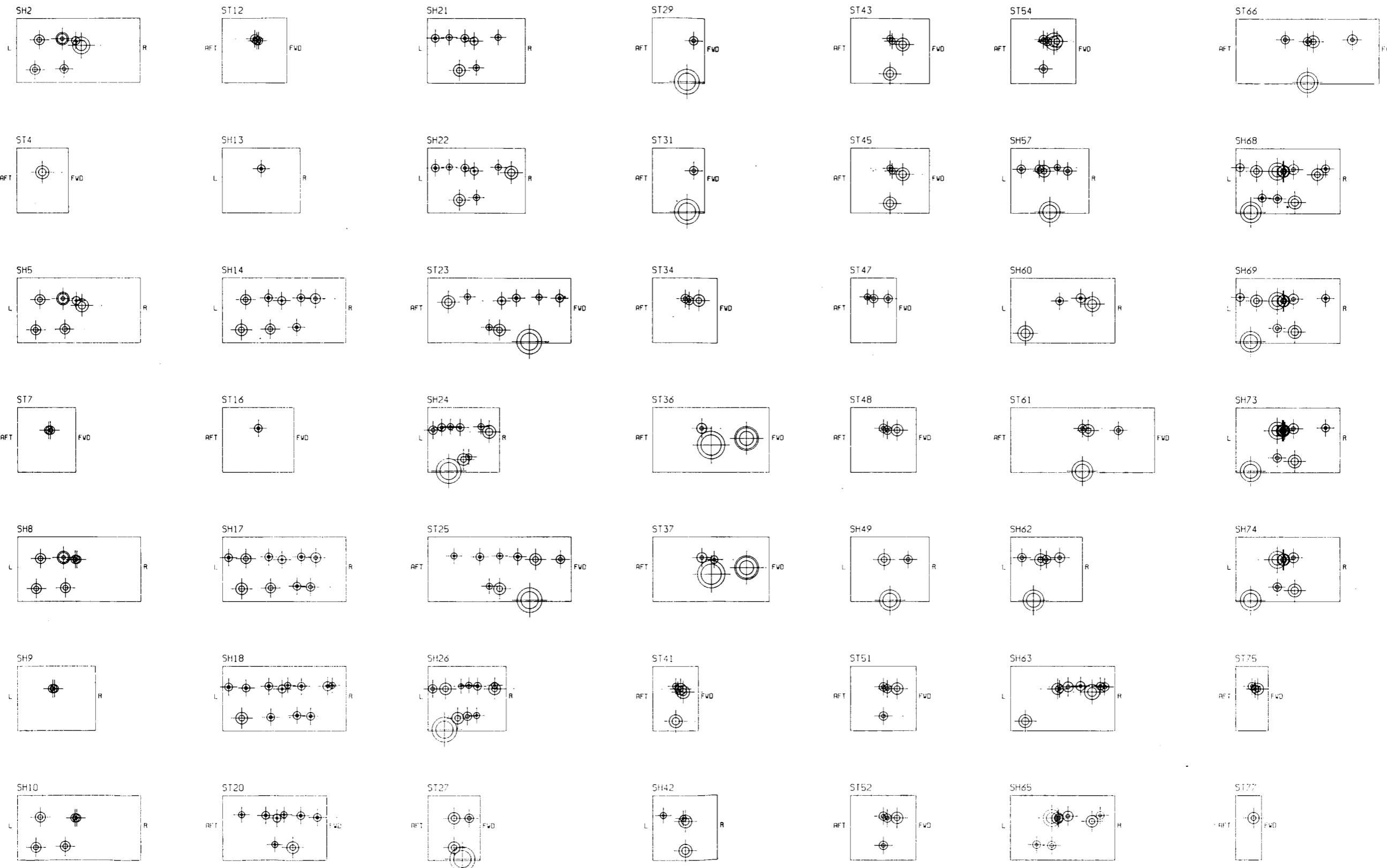


図 5.5.2 3RD DECKUNDER DECK PLAN SPAN DANMEN ZU NO. 1

| | |
|----------------|------------------|
| ZUSSEN 8-54 | SR 148 STEP 3 |
| APPROVED | LAST V-0 |
| CHECKED | DRAWN |
| ORDER | ITEM DRAWING NO. |
| 012974 | SR 148-1 |
| SR 148 | 0 |