

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-247219

(P2001-247219A)

(43) 公開日 平成13年9月11日 (2001.9.11)

(51) Int.Cl.⁷

B 6 5 G 67/60

識別記号

F I

B 6 5 G 67/60

テ-マコ-ト*(参考)

A 3 F 0 7 7

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 6 頁)

(21) 出願番号 特願2000-60796 (P2000-60796)

(22) 出願日 平成12年3月6日 (2000.3.6)

(71) 出願人 000004123

日本鋼管株式会社

東京都千代田区丸の内一丁目1番2号

(72) 発明者 高橋 雅伸

東京都千代田区丸の内一丁目1番2号 日

本鋼管株式会社内

(72) 発明者 織田 実

東京都千代田区丸の内一丁目1番2号 日

本鋼管株式会社内

(74) 代理人 100097272

弁理士 高野 茂

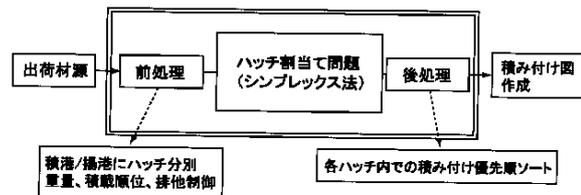
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 船積み計画作成方法

(57) 【要約】

【課題】 輸送製品の船への積み付けは、複雑な運用ルールおよび運用制約を考慮して熟練を積んだ作業者によって決定されるが、熟練作業者の経験をもってしても計画作成に時間を要し、さらに立案された計画に対する定量的な評価が難しく、それゆえ計画精度の向上も困難であった。

【解決手段】 複雑な制約条件を十分に吟味して数理計画法で解決すべき制約条件と、数理計画法の前後に処理を加えて、それ以外で解決可能な制約条件に分離し、数理計画法で処理する制約条件数を減じ、いわゆる「組み合わせ爆発」を原理的に抑制している。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 輸送船舶への製品の船積み計画作成方法において、製品の出荷予定情報および製品の属性が記録された製品出荷データベースと製品を輸送する船舶情報が記録された船舶データベースとから出荷予定製品の情報を抽出する出荷製品情報抽出工程と、抽出した出荷製品情報に基づいて輸送船舶への積み込み船倉および順番を決定する計算工程と、計算した計画結果を出力する工程とからなることを特徴とする船積み計画作成方法。

【請求項2】 前記輸送船舶への積み込み船倉および順番を決定する計算工程では、出荷する製品の陸揚げ順番を考慮して、積み込み船倉および順番を決定することを特徴とする請求項1記載の船積み計画作成方法。

【請求項3】 前記輸送船舶への積み込み船倉および順番を決定する計算工程では、出荷する製品の属性間での積み込み制約に基づいて、積み込み船倉および順番を決定することを特徴とする請求項1または請求項2記載の船積み計画作成方法。

【請求項4】 前記輸送船舶への積み込み船倉および順番を決定する計算工程では、船積み計画作成後の船倉の空き容量を最小にするように、積み込み船倉および順番を決定することを特徴とする請求項1ないし請求項3記載の船積み計画作成方法。

【請求項5】 前記輸送船舶への積み込み船倉および順番を決定する計算工程では、混合整数計画問題として定式化し線形計画法と分枝限定法を組合せた解法により問題を解くことを特徴とする請求項1ないし請求項4記載の船積み計画作成方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、広くは荷物を輸送する際に多種多様な荷物を組合せることにより効率的に積荷空間を利用することを目的とする、荷物積みつけ計画作成方法に関するものである。特に、積荷として鋼管製品を、輸送手段として輸送船を対象にした荷物積み付け計画を自動作成する方法に関する。

【0002】

【従来の技術】鉄鋼製品は、複数の製品ロットをまとめて内航船舶による海上輸送による出荷が多いが、近年、多品種少ロット需要が増す中で、多様な製品構成での出荷に対応しながら、効率的な輸送を計画する必要がある。

【0003】輸送製品の船への積み付け位置は船の積載能力、運行上のバランスや出荷鋼管の品質上の制約、また上げ港上の制約など複雑な運用ルールおよび運用制約を考慮して熟練を積んだ作業員によって決定されるが、熟練作業員の経験をもってしても計画作成に時間を要し、さらに立案された計画に対する定量的な評価が難しく、それゆえ計画精度の向上も困難であった。

【0004】これまで、作業員によらず製品の船による

運搬の積み付け位置に関する計画方法の提案としては、あらかじめコンピュータ内に熟練した専門家の経験と勘を模擬構築したエキスパートシステムによる方法を提案した特開平7-117783号公報、および一般の規格管に対して鋼管長の長い長尺管と呼ばれる特殊な鋼管製品について2つの積荷空間区分（以下、船倉またはハッチと称する）を利用して積載する方法を提案した特開平8-268563号公報がある。

【0005】また、特開平7-129224号公報では、コンテナの積みつけ計画方法について、計画作業を数式化して目的関数を満たすように制約条件を決定するように数理計画パラメータを変更しながら繰り返し数理計画法を適用する方法を提案している。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記提案では下記の問題点がある。まず、特開平7-117783号公報で提案されたエキスパートシステムを用いた方法では、熟練作業員の判断論理をルールとして正確に展開構築する必要があり、かつ作業内容の変更など計画環境の変化に対しては、作業員の判断をもって再度構築し直さなければならないという問題がある。

【0007】次に、特開平8-268563号公報で提案された方法では、鋼管長の長い長尺管と呼ばれる特殊な鋼管製品を積載する方法が提案されており、本発明が対象としている鋼管の材質や管径、管厚、用途などの多様な属性や陸揚げ順番を考慮しての積み込みには適用できない。

【0008】さらに、特開平7-129224号公報では、荷物の積付け面のサイズおよび積付けようとする荷物の寸法および数量が与えられると、積付け効率よく、しかも荷姿よく積付けがなし得る荷物の積付け計画方法を提供するものであり、積み付け順に対する重さ制限や積荷の荷揚げ港が複数ある場合の制約といった属性間の制約条件まで考慮されていない。

【0009】本発明は、従来の方法が有する以上のような問題点を解決し、積荷の品質を損なうことなくかつ輸送コストが少なくなるような鋼管の船積み計画を、短時間に効率よく行う方法を提供することを目的としている。

【0010】

【課題を解決するための手段】本発明は、請求項1のように、輸送船舶への製品の船積み計画作成方法において、製品の出荷予定情報および製品の属性が記録された製品出荷データベースと製品を輸送する船舶情報が記録された船舶データベースとから出荷予定製品の情報を抽出する出荷製品情報抽出工程と、抽出した出荷製品情報に基づいて輸送船舶への積み込み船倉および順番を決定する計算工程と、計算した計画結果を出力する工程とからなることを特徴とする船積み計画作成方法により、上記目的を達成するものである。

【0011】また請求項2は、前記輸送船舶への積み込み船倉および順番を決定する計算工程では、出荷する製品の陸揚げ順番を考慮して、積み込み船倉および順番を決定することを特徴とする請求項1記載の船積み計画作成方法により、上記目的を達成するものである。

【0012】また請求項3は、前記輸送船舶への積み込み船倉および順番を決定する計算工程では、出荷する製品の属性間での積み込み制約に基づいて、積み込み船倉および順番を決定することを特徴とする請求項1または請求項2記載の船積み計画作成方法により、上記目的を達成するものである。

【0013】また請求項4は、前記輸送船舶への積み込み船倉および順番を決定する計算工程では、船積み計画作成後の船倉の空き容量を最小にするように、積み込み船倉および順番を決定することを特徴とする請求項1ないし請求項3記載の船積み計画作成方法より、上記目的を達成するものである。

【0014】さらに請求項5は、前記輸送船舶への積み*

| 優先順位 | 製品属性 | 自重制限 | 上積重量制限 | 属性間での組合せ制約 |
|-----------------|------|-------|--------|----------------------|
| 最上位 ↓ 最下位 | 1 A | 10トン | 0トン | 上には同属性以外の製品は積めない |
| | 2 B | 80トン | 10トン | 上には属性 A 以外の製品は積めない |
| | 3 C | 70トン | 80トン | 上には属性 A、B 以外の製品は積めない |
| | 4 D1 | 30トン | 0トン | 上には同属性以外の製品は積めない |
| | 5 D2 | 50トン | 50トン | |
| | 6 D3 | 100トン | 100トン | |
| | 7 D4 | 200トン | 200トン | |
| | 8 E | 200トン | — | |
| | 9 F | 200トン | — | |
| | 10 G | 200トン | — | 属性 A、B のすぐ下には積めない |

【0017】(5)陸揚げ港(積荷の荷揚げ港が複数ある場合、)の順番を守る

先に陸揚げする製品の上に後から陸揚げする製品を積むことは禁止する

【0018】また、数理計画問題として解を得るための目的関数を、以下とする。

<目的関数>制約条件を満たしながら、ハッチの空き空間を最小にするように積み込む。もちろん、目的関数は、上記の例の空き空間の最小化のほか、積載重量を最大化する関数を用いることも可能である。

【0019】上記制約条件のうち、(4)および(5)は製品の属性に関する制約条件であり、(1)から(3)は船舶の輸送能力やハッチに積みこまれた荷物全体に関する制約条件として分けて検討することができる。

【0020】図1は、処理手法概略を示す図である。 ※

$$X_j = \sum_{i=1}^m x_{ij} = 1 \quad (j = 1, \dots, n) \quad \text{但し、} x_{ij} = \begin{cases} 1 & \text{契約オーダー } j \text{ がハッチ } i \text{ に割付けた時} \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases}$$

…(1)

【0025】次に、制約条件(2)、(3)は、各ハッ

* 積み船倉および順番を決定する計算工程では、混合整数計画問題として定式化し線形計画法と分枝限定法を組合せた解法により問題を解くことを特徴とする請求項1ないし請求項4記載の船積み計画作成方法により、上記目的を達成するものである。

【0015】

【発明の実施の形態】本発明に係る、ハッチへの鋼管製品積み込み計画作成における制約条件を以下に示す。

<制約条件>

(1) 全ての製品を必ず積載する

(2) ハッチに積みこまれた製品の総重量は、船舶の積載可能重量以内とする

(3) ハッチに積みこまれた製品の総容量は、船舶の積載可能容量以内とする

(4) 表1に示す製品同士の上下積み合わせに関する順番を守る

【0016】

【表1】

※(4)および(5)に関する制約条件を取り出して前後処理することにより、数理計画法にて処理する制約条件数を(1)から(3)の制約条件に減らしている。

【0021】数理計画法で決定する計画問題を複数のハッチに区分される船倉への積荷の割り付け計画問題とモデル化し、目的関数および制約条件(1)から(3)を定式化する。

【0022】図2は、モデル化の様子を示したものである。横方向に、ハッチ区分*i*を表わし、縦方向に、契約オーダーである材源*j*を表わしている。

【0023】先ず、与えられた積荷は、必ずいずれかのハッチに割り付けられるという制約条件(1)は、全ての契約オーダー*j*に関して、1オーダーは1ハッチに割り付けるという前提で、以下の(1)式で表現する。

【0024】

【数1】

$$x_{ij} = \begin{cases} 1 & \text{契約オーダー } j \text{ がハッチ } i \text{ に割付けた時} \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases}$$

チでの制約であり、それぞれ(2)、(3)式で表現する。

各ハッチの最大容量を、 V_i ($i=1, \dots, m$)とすると、以下の
ように表わせる。

$$V_i \geq Y_i = \sum_{j=1}^n y_{ij} \quad (i = 1, \dots, m)$$

…(2)

【0027】各ハッチの最大積載重量を、 W_i ($i=1, \dots, m$)
とすると、以下のよう表わせる。

$$W_i \geq Z_i = \sum_{j=1}^n z_{ij} \quad (i = 1, \dots, m)$$

…(3)

【0028】また、ハッチの積載容積の残差を最小にす
るという目的関数は、以下のよう(4)式で表わせる。

$$\sum_{i=1}^m (V_i - v_i) \rightarrow \min \quad v_i: \text{ハッチ}i\text{に積みこまれた積荷の総容積}$$

…(4)

【0030】本発明では、積荷容積を制約条件および目
的関数に積極的に入れているが、その算出方法は例えば
次のように行う。直径Dの鋼管断面積をこれに外接する
正六角形に近似し、N本で長さLの鋼管の束からなる積☆

$$y = A(D) \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} D^2 \cdot N \cdot L$$

…(5)

*【0026】
*【数2】

y_{ij} : ハッチiに積み込まれた積み荷jの容積

※【数3】
※

z_{ij} : ハッチiに積み込まれた積み荷jの重量

★【0029】
★【数4】

☆荷の容積yは、(5)式で表わせる。
【0031】
【数5】

$A(D)$: 径の違いによる積荷間の間隙補正
係数

【0032】このように定式化した課題は、一般的にシ
ンプレックス法による線形計画法が適用でき、特に各計
画要素が(1)式でも示されるように整数で表現できるた
め、分枝限定法と組み合わせた混合整数計画法が適用可
能であることが知られている。もちろん、別の解法を用
いても本質的な相違はない。

【0033】本発明の係る積荷のハッチへの積みこみ計
画問題は、(4)式を満足するように、出荷予定に該当す
る製品を抽出するモデルである。図3に示す陸揚げ港の
順番を守るという制約条件(5)は、それぞれの港別に
積荷の総重量と容積により港別に船倉内を区分し、該当
する荷物が積載可能なハッチ区分のみを事前に決定可能
である。

【0034】また制約条件(4)は、複数に区分された
個々のハッチ内での積みつけ順番の決定問題としてモデ
ル化される。しかし例えば、表1にて、同じハッチに組
合せることが出来ない排他関係にある製品、属性AとD1
は、図4に示すように事前に異なるハッチに積みつけ位
置を決定できる。さらに、属性Aの直下に積めない属性G
については、属性Aの積みつけ位置を決定することによ

り自動的に決定することができる。そして、残された属
性の製品についてのみ混合整数計画法にて決定するよう
にしている。

【0035】このように、複雑な制約条件を十分に吟味
して数理計画法で解決すべき制約条件と、数理計画法の
前後に処理を加えて、それ以外で解決可能な制約条件に
分離し、数理計画法で処理する制約条件数を減じ、いわ
ゆる「組み合わせ爆発」を原理的に抑制している。

【0036】

40 【実施例】本発明に関する船積み計画システムの全体処
理フローを図5に示す。出荷予定材源51は、鋼管製品
の属性(品種、外径、長さ、重量、本数)、向け先港等
の情報、さらに輸送船テーブル52は、輸送船の情報
(船舶名、積載最大重量、船倉容積など)が記録されて
いるデータベースである。

【0037】出荷対象抽出部53は、両データベースか
ら出荷該当製品情報を抽出する。ハッチ区分処理54
は、抽出した出荷情報について陸揚げ港数を確認し、複
数ある場合には積荷重量および積載に要する容積を計算
して、積みつけるハッチの領域を区分する。

【0038】候補位置割り当て部55では、表1に示す排他関係にある製品を異なるハッチに振り分け積みつけ位置を決定する。それとともに、ハッチが決定した製品分の重量と容積量をハッチ積載重量と総容積から減じ、数理計画部56への処理情報から除外する。また、属性Gのような最下位積み込みが決まっている製品についても同様の処理にて積み付けハッチを決定する。

【0039】このように、候補位置割り当て部55で一意に積みつけ位置が決定できない属性の製品を、残されたハッチ領域へ積み込み可能な候補として次に指示する。

【0040】数理計画部56では、制約条件(1)、(2)、(3)に基づいて目的関数を満足するように積荷の積み付け可能なハッチ位置を決定する。

【0041】積みつけ順決定部57では、数理計画部56で得られる出力結果を、表1で指示される制約条件(5)を満足するように、それぞれのハッチ内で並べ替える。

【0042】以上の一連の処理で、抽出した全ての製品について積み付け位置が決定される。そしてハッチ残容量確認58で、ハッチ残容量を確かめる。ハッチ残容量が規定値より大きければ、出荷対象抽出部53に戻り、新たに抽出条件を変えて再計画することで、さらなるハッチ容量の有効利用を図る。最終的に、ハッチ残容量が規定値に達すれば、積み付け計画図59を出力し、処理が終る。

*【0043】計画要素数(積荷数)約800件、荷揚げ港2港の計画事例に本発明を実施した結果、コンピュータ処理時間約5分にて、全ての制約条件に沿った目的関数を満たす適正解を得ることが出来た。

【0044】

【発明の効果】以上のように、本発明によれば、積荷の品質を損なうことなくかつ輸送コストが少なくなるような鋼管の船積み計画を、短時間に効率よく作成することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】処理手法概略を示す図である。

【図2】モデル化の様子を示す図である。

【図3】陸揚げ順番の決定方法を示す図である。

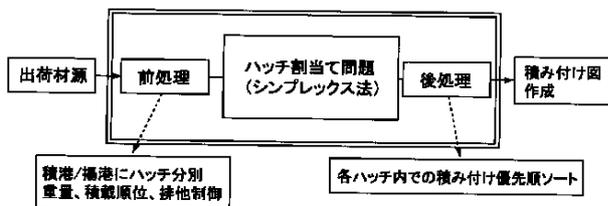
【図4】積み付け候補位置の決定方法を示す図である。

【図5】処理フローチャートを示す図である。

【符号の説明】

- 51 出荷予定材源
- 52 輸送船テーブル
- 53 出荷対象抽出部
- 54 ハッチ区分処理
- 55 候補位置割り当て部
- 56 数理計画部
- 57 積みつけ順決定部
- 58 ハッチ残容量確認
- 59 積み付け計画図

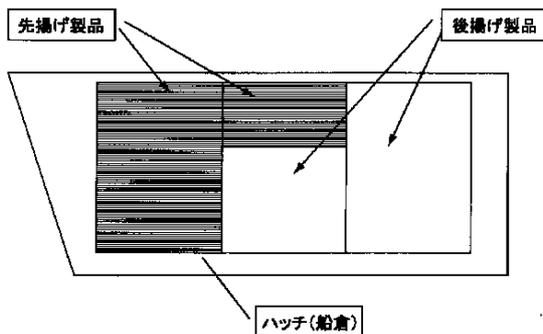
【図1】



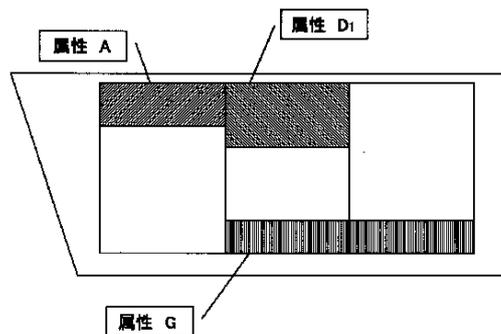
【図2】

| 材運(契約オーダー) 積載条件 変数 | ハッチ i | | | | ハッチ 割当て変数 |
|--------------------------|-------|-------|-------|-------|--------------|
| | 1 | 2 | 3 | m | |
| 1 | | | | | X_1 |
| 2 | | | | | X_2 |
| 3 | | | | | X_3 |
| 4 | | | | | X_4 |
| n | | | | | X_n |
| | Y_1 | Y_2 | Y_3 | Y_m | |
| | Z_1 | Z_2 | Z_3 | Z_m | |

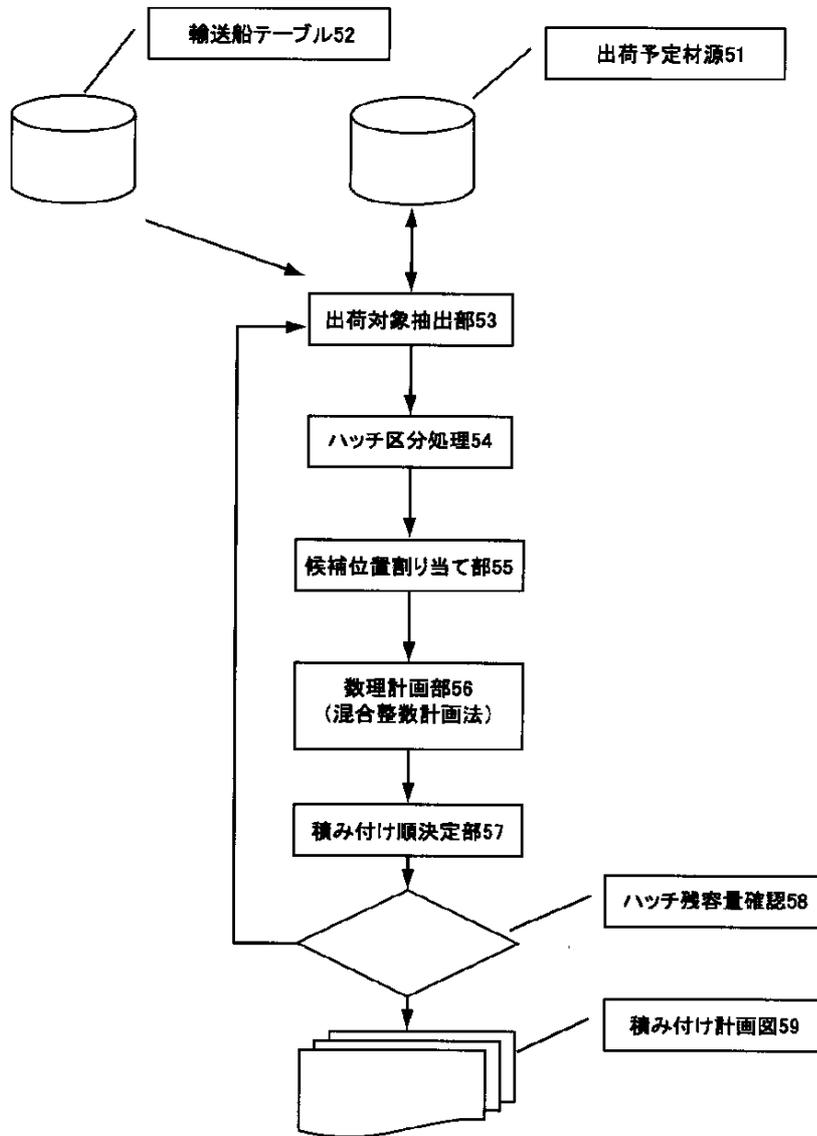
【図3】



【図4】



【図5】



フロントページの続き

(72)発明者 大野 成之
東京都千代田区丸の内一丁目1番2号 日
本鋼管株式会社内

(72)発明者 三田 守
東京都千代田区丸の内一丁目1番2号 日
本鋼管株式会社内

Fターム(参考) 3F077 AA01 EA28