

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2015-72562

(P2015-72562A)

(43) 公開日 平成27年4月16日(2015.4.16)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
G05B 19/418 (2006.01)	G05B 19/418 Z	3C100
G06Q 50/04 (2012.01)	G06Q 50/04 100	5L049

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 16 頁)

(21) 出願番号	特願2013-207399 (P2013-207399)	(71) 出願人	000001199 株式会社神戸製鋼所 兵庫県神戸市中央区脇浜海岸通二丁目2番4号
(22) 出願日	平成25年10月2日 (2013.10.2)	(74) 代理人	100061745 弁理士 安田 敏雄
		(74) 代理人	100120341 弁理士 安田 幹雄
		(72) 発明者	福田 啓一 兵庫県神戸市西区高塚台1丁目5番5号 株式会社神戸製鋼所 神戸総合技術研究所内

最終頁に続く

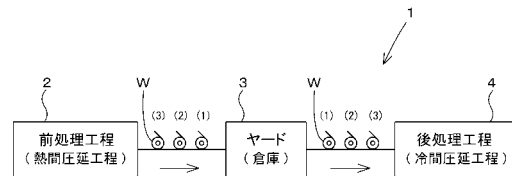
(54) 【発明の名称】 生産計画作成システム

(57) 【要約】

【課題】ヤードの負荷を低く抑えるため、前処理工程での生産単位の処理順と、後処理工程での生産単位の処理順を同じような順番にすることが可能な生産計画作成システムを提供する。

【解決手段】本発明の生産計画作成システム5は、生産単位Wの処理を行う前処理工程2と生産単位Wがストックされるヤード3とヤード3から搬出された生産単位Wの処理を行う後処理工程4とを有する生産ライン1において、生産単位Wの情報を記録する「生産単位情報内容記録ステップ」と、生産単位Wの情報に対し各生産単位Wでの前処理工程2と後処理工程4における処理順を記録する「生産単位処理順記録ステップ」と、生産単位Wの処理順を用いて前処理工程2における処理順と後処理工程4における処理順との相関を示す「順位相関係数」を算出する「順位相関係数導出ステップ」と、順位相関係数を基に生産単位Wの処理計画を作成する「処理計画作成ステップ」とを有する。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

生産単位に対して所定の処理を行う前処理工程と、当該前処理工程を経た生産単位が搬送されてきて且つストックされるヤードと、当該ヤードから搬出された生産単位に対して所定の処理を行う後処理工程と、を有する生産ラインにおける生産単位の処理計画を作成する生産計画作成システムであって、

前記生産単位の情報を記録手段に記録する「生産単位情報内容記録ステップ」と、

前記生産単位情報内容記録ステップで記録された生産単位の情報に対し、それぞれの生産単位での前処理工程と後処理工程とにおける処理の順番を記録手段に記録する「生産単位処理順記録ステップ」と、

前記生産単位処理順記録ステップで記録された生産単位の処理の順番を用いて、前記前処理工程における処理の順番と後処理工程における処理の順番との相関を示す「順位相関係数」を導出する「順位相関係数導出ステップ」と、

前記順位相関係数導出ステップで導出された順位相関係数を基に、前記生産単位の処理計画を作成する「処理計画作成ステップ」と、を有する

ことを特徴とする生産計画作成システム。

【請求項 2】

オペレータが操作可能な入力デバイスを有し、

前記生産単位情報内容記録ステップにおいては、前記入力デバイスをオペレータが操作することによって、前記生産単位の情報が記録手段に入力されることを特徴とする請求項 1 に記載の生産計画作成システム。

【請求項 3】

前記作成された生産単位の処理計画をオペレータに表示する表示器を有し、

当該表示器に前記順位相関係数導出ステップで導出された順位相関係数を表示する「順位相関係数表示ステップ」を有することを特徴とする請求項 1 に記載の生産計画作成システム。

【請求項 4】

前記順位相関係数導出ステップにおける順位相関係数として、スピアマンの順位相関係数又はケンドールの順位相関係数を採用していることを特徴とする請求項 1 に記載の生産計画作成システム。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、様々な製品を製造するに際し、製品となる生産単位の処理の順番に関する計画を作成するシステムに関する。

【背景技術】**【0002】**

従来、製造工場等においては、前処理工程と、この前処理工程を経た元材や製品（生産単位）がストックされるヤードと、このヤードから搬出された生産単位が導入される後処理工程とを有する生産ラインが存在する。このような生産ラインとしては、圧延材を製造する圧延ラインが考えられ、1つの圧延ラインで様々な板厚や寸法のコイル材（生産単位）を製造している。

【0003】

このような圧延ラインにおいては、前処理工程で処理されたコイル材の順番と、後処理工程に導入されるコイル材の順番とは異なる場合があり、ヤードでのコイル材の入れ換え、順番変更が必要となる。このため、圧延ライン（製造ライン）では、効率のよい生産単位の処理計画（前処理工程における生産単位の処理順、及び/又は、後処理工程における生産単位の処理順）を常に意図する必要がある。

【0004】

このような生産単位の処理計画を効率的に作成するための技術としては、特許文献 1、

10

20

30

40

50

特許文献 2 に開示されたものがある。

特許文献 1 は、複数品種の製品を生産ラインで混在させて生産する生産方法の生産計画作成方法であって、日別に生産することが計画されたすべての複数品種の前記製品のそれぞれの顔ぶれ情報を、品種間の生産上の制約条件に基づき、予め製品相互の品種間優先順位パターンに登録し、登録された前記顔ぶれ情報に含まれる生産当日に生産する品種の前記顔ぶれ情報と前記品種間優先順位パターンとに従って前記生産当日に生産する前記品種ごとの生産順位計画を決める生産計画作成方法であり、複数品種の前記製品の生産上の制約条件に基づき製品相互の間の優先度合い情報を入力し登録するステップと、登録された前記優先度合い情報に基づいて製品相互の優先度を演算し、優先度演算を繰返し、複数品種の前記製品のそれぞれの生産順位パターンを作成するステップと、を含む複数品種混在生産における生産計画作成方法を開示する。

10

【0005】

特許文献 2 は、被製造物の加工を行うための複数の装置からなるジョブショップ型製造ラインにおいてライン全体の効率に影響を及ぼす物流ネックとなる装置を特定するためのジョブショップ型製造ラインの物流ネック診断方法であって、前記ジョブショップ型製造ラインを構成する各装置の過去の所定の一定期間における処理数推移と、当該一定期間のライン全体の総処理数推移とが入力されるステップと、入力された前記各装置の処理数推移と前記ライン全体の総処理数推移とから各装置の処理数とライン全体総処理数との相関度合いを算出するステップと、入力された前記各装置の処理数推移と前記ライン全体の総処理数推移とから、前記各装置の処理数の前記ライン全体の総処理数に占める割合を算出するステップと、算出された前記相関度合いと前記割合との関係をグラフ化することにより各装置毎の物流特性を表示するステップと、前記グラフを用いて、予め設定された所定の条件から、物流ネックとなっている装置を特定するステップとを備えたジョブショップ型製造ラインの物流ネック診断方法を開示する。

20

【先行技術文献】

【特許文献】

【0006】

【特許文献 1】特開 2005 - 122405 号公報

【特許文献 2】特開 2004 - 13825 号公報

【発明の概要】

30

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

ところで、コイル材を製造する工程における製造順は、通常、前処理工程や後処理工程自体での「生産性向上」や「歩留り向上」等を優先して決められることが多く、ヤードのストック状況は、ほとんど考慮されないことが多い。また、コイル材の生産性向上や歩留り向上に繋がる評価指標が、前処理工程と後処理工程とで異なることも多い。

このような状況下で、前処理工程及び後処理工程でそれぞれ独自に最適なコイル材の製造順を作成した場合、前処理工程と後処理工程において全く異なるコイル材の製造順になる虞がある。すなわち、前処理工程でのコイル材の製造順と、ヤードから後処理工程へのコイル材の投入順との類似度（順番の相関）が弱くなる可能性がある。

40

【0008】

斯かる順番の相関が弱い場合、前処理工程でのコイル材の製造順と、ヤードから後処理工程へのコイル材の投入順とが一致しないようになり、コイル材をヤードから後処理工程に搬送する順番、つまり後処理工程の製造順を入れ替える回数が多くなる。また、順番の相関が弱いと、ヤードにコイル材が滞留するリードタイムが長くなる傾向があり、ヤード内の作業負荷が大きくなってしまい、コイル材の搬送作業が追いつかなくなってしまう。また、ヤードの容量（コイル材の貯留量）より搬入されるコイル材の量が超過してしまうと、ヤードにコイル材を貯め置くことができなくなり、圧延ラインが停止してしまい甚大な損害が発生する虞がある。

【0009】

50

このような不具合を解消するために、特許文献1及び特許文献2の技術を用いて、効果的なコイル材の製造順番の入れ換え、すなわち、最適な生産計画を作成することを考えてみる。

例えば、特許文献1は、同種の製品を纏めた上で、前後に繋げられない製品の制約を考慮して、製造順を作成する技術である。しかしながら、前処理工程を終えた製品（コイル材）を一時的にストックして後処理工程の搬送するヤード、及び、ヤードの負荷状況（コイル材のストック状況）が考慮されていない。

【0010】

また、特許文献2は、物流ネックとなる工程（装置）を特定するため、過去実績の処理数の推移を用いて、各工程の仕掛処理数と全体の仕掛処理数の相関や、全体の処理数に対する各工程の処理数の割合を算出して、算出された相関と処理数の割合の関係をj用いて物流特性をグラフ化し、診断する技術である。

しかしながら、物流ネック装置の特性を知ることができるだけであり、仕掛の流す順番（製造順）との関係性が考慮されていない。

【0011】

すなわち、特許文献1及び特許文献2は、前処理工程と後処理工程との間にヤードが存在する製造ラインにおける生産単位の処理順を最適に決定できる技術を開示するものとはなっていない。

つまり、現状では、前処理工程と後処理工程との間にヤードが存在する製造ラインにおける生産単位の処理順を決定するための技術は開発されるにいたっておらず、オペレータの経験に頼った人的作業に基づき、生産単位の処理順の作成が行われているのが、実情である。

【0012】

そこで、本発明は上記問題点を鑑み、前処理工程での生産単位の処理順と後処理工程での生産単位の処理順との相関性を強めるようにすることで、前処理工程での生産単位の処理順とほぼ同じ順番で後処理工程に生産単位を搬送することができると共に、前後の処理工程間のリードタイムを短くして、ヤードにストックされる生産単位の量を軽減させることができる生産計画を作成可能とする生産計画作成システムを提供する。

【課題を解決するための手段】

【0013】

上述の目的を達成するため、本発明においては以下の技術的手段を講じた。

本発明に係る生産計画作成システムは、生産単位に対して所定の処理を行う前処理工程と、当該前処理工程を経た生産単位が搬送されてきて且つストックされるヤードと、当該ヤードから搬出された生産単位に対して所定の処理を行う後処理工程と、を有する生産ラインにおける生産単位の処理計画を作成する生産計画作成システムであって、前記生産単位の情報を記録手段に記録する「生産単位情報内容記録ステップ」と、前記生産単位情報内容記録ステップで記録された生産単位の情報に対し、それぞれの生産単位での前処理工程と後処理工程における処理の順番を記録手段に記録する「生産単位処理順記録ステップ」と、前記生産単位処理順記録ステップで記録された生産単位の処理の順番を用いて、前記前処理工程における処理の順番と後処理工程における処理の順番との相関を示す「順位相関係数」を導出する「順位相関係数導出ステップ」と、前記順位相関係数導出ステップで導出された順位相関係数を基に、前記生産単位の処理計画を作成する「処理計画作成ステップ」と、を有することを特徴とする。

【0014】

好ましくは、オペレータが操作可能な入力デバイスを有し、前記生産単位情報内容記録ステップにおいては、前記入力デバイスをオペレータが操作することによって、前記生産単位の情報が記録手段に入力されるとよい。

好ましくは、前記作成された生産単位の処理計画をオペレータに表示する表示器を有し、当該表示器に前記順位相関係数導出ステップで導出された順位相関係数を表示する「順位相関係数表示ステップ」を有するとよい。

10

20

30

40

50

好ましくは、前記順位相関係数導出ステップにおける順位相関係数として、スピアマンの順位相関係数又はケンドールの順位相関係数を採用しているとよい。

【発明の効果】

【0015】

本発明の生産計画作成システムによれば、前処理工程での生産単位の処理順と後処理工程での生産単位の処理順との相関性を強めるようにすることで、前処理工程での生産単位の処理順とほぼ同じ順番で後処理工程に生産単位を搬送することができると共に、前後の処理工程間のリードタイムを短くして、ヤードにストックされる生産単位の量を軽減させることができる。

【図面の簡単な説明】

10

【0016】

【図1】 圧延ラインの概略を示す斜視図である。

【図2】 本発明の生産計画作成システムの構成を概略的に示した図である。

【図3】 本発明の生産計画作成システムを示したフローチャートである。

【発明を実施するための形態】

【0017】

以下、本発明に係る生産計画作成システム5（以下、単に作成システム5と呼ぶこともある。）の実施の形態を、図を基に説明する。

本発明に係る生産計画作成システム5は、製鉄所内において様々な製品を製造するに際し、その生産計画の作成作業を支援するものであり、適用対象は、様々な生産単位（元材や製品）を連続的に生産する工程（生産ライン）が考えられる。

20

【0018】

以下、本実施形態の生産ライン1として、薄板のコイル材Wを製造する圧延ラインを取り上げることとする。

図1に示すように、本実施形態の圧延ライン1は、1つのラインで様々な板厚や寸法のコイル材W（生産単位）を製造するものであり、例えば加熱炉で加熱された鑄片を所定の板厚のコイル材Wに圧延する熱間圧延工程を前処理工程2として備えている。

【0019】

また、圧延ライン1は、熱間圧延工程2で圧延されたコイル材Wを一時的にストックすると共に、後処理工程4の製造順ごとにコイル材Wを入れ替えて後処理工程4に搬送するヤード3（保管場、倉庫）を備えている。ヤード3では、コイル材Wが平積みされた状態で保管される。

30

さらに圧延ライン1は、ヤード3に続く後処理工程4として、ヤード3から搬出されたコイル材Wを所定の板厚のコイル材Wに圧延する冷間圧延工程を有する。

【0020】

このような圧延ライン1では、前処理工程2において、加熱炉で加熱された鑄片は粗圧延機及び仕上圧延機で目標の板厚のコイル材Wになるまで圧延される。

前処理工程2で製造されたコイル材Wは、冷間圧延工程4に搬送される順番（コイル材Wの処理の順番）が来るまで、一時的にヤード3にストックされる。そして、冷間圧延工程4に搬送される順番が来たコイル材Wは、冷間圧延工程4に搬送されて、目標の板厚のコイル材Wになるまで圧延される。冷間圧延工程4では酸洗冷間圧延機（PTCM）が使用される。冷間圧延工程4で製造されたコイル材Wは更なる後処理工程へと導入される。すなわち、冷間圧延工程4後のコイル材Wは、連続焼鈍ライン（CAL）に導入されて焼鈍されたり、コイル材Wの表面に亜鉛の被膜を形成する連続亜鉛メッキライン（CGL）に導入される。

40

【0021】

このように、本実施形態に用いられる圧延ライン1は、ユーザごとに異なるコイル材Wを、熱間圧延工程2（前処理工程） ヤード3 冷間圧延工程4（後処理工程）の順に連続的に搬送しつつ圧延を進めてゆく。

さて、上述した圧延ライン1でコイル材Wを製造するにあたっては、複数のコイル材W

50

(生産単位)が予め設定された順番で処理されるようになっている。このコイル材Wには、型番、鋼種(鋼種名)、処理方法、必要な部品などの内容(情報)が関連付けられて一つの生産単位(処理単位)とされている。このコイル材Wの情報に基づいて、コイル材Wの処理計画(コイル材Wを製造する計画)が作成されている。

【0022】

コイル材Wの処理計画を作成するには、例えば、処理する方法がほぼ同じであったり、納期が同じであったりするコイル材Wを選択して、コイル材Wの処理の順番(製造順)を決定することがある。このように、コイル材Wを製造するに際しては、コイル材Wの情報に含まれる様々な内容を考慮してコイル材Wの処理計画を作成するのがよい。

ところが、前処理工程である熱間圧延工程2でのコイル材Wの処理の順番と、後処理工程である冷間圧延工程4でのコイル材Wの処理の順番とが異なる場合が往々にして存在する。例えば、図1は、熱間圧延工程2(前処理工程)では、コイル材(1)、コイル材(2)、コイル材(3)の順番に製造されるが、冷間圧延工程4(後処理工程)には、コイル材(3)、コイル材(2)、コイル材(1)の順で導入する必要があることを示している。このような場合、熱間圧延工程2と冷間圧延工程4との間に存在するヤード3内でのコイル材Wの入れ換え、順番変更が必須となってくる。

【0023】

つまり、圧延ライン1をコントロールするオペレータは、効率のよいコイル材Wの処理計画(熱間圧延工程2におけるコイル材Wの処理順、及び/又は、冷間圧延工程4におけるコイル材Wの処理順)を常に意図する必要がある。しかしながら、経験の浅いオペレータでは、数多くのコイル材Wを適正な処理の順番に配置するといったコイル材Wの処理計画を作成することは難しいことがある。

【0024】

そこで、以下説明する本実施形態の生産計画作成システム5は、熱間圧延工程2でのコイル材Wの処理順を基にヤード3の負荷を認識し、考慮できる生産計画を作成できるようにしている。

以下、本実施形態に係る圧延ライン1の生産計画作成システム5を、図を基に説明する。

図2に示すように、本実施形態の生産計画作成システム5は、コイル材Wの情報を基にコイル材Wの処理計画を作成する情報処理装置6内において、プログラムの形で実現されている。本実施形態の情報処理装置6としては、プロコンやパソコンなどが挙げられる。

【0025】

生産計画作成システム5を備えた情報処理装置6は、コイル材W(生産単位)の情報(例えば、スラブ番号、板厚、板幅など)を記録する「生産単位情報内容記録手段7」と、生産単位情報内容記録手段7で記録されたコイル材Wの情報に対し、それぞれのコイル材Wでの熱間圧延工程2(前処理工程)と冷間圧延工程4(後処理工程)とにおける処理の順番を記録する「生産単位処理順記録手段8」と、生産単位処理順記録手段8で記録されたコイル材Wの処理の順番を用いて、熱間圧延工程2における処理の順番と冷間圧延工程4における処理の順番との相関を示す「順位相関係数」を算出する「順位相関係数導出手段9」と、順位相関係数導出手段9で導出された順位相関係数を基に、コイル材Wの処理計画を作成する「処理計画作成手段」と、を有している。

【0026】

なお、上述したコイル材W(生産単位)の情報は、あくまで一例であり、生産単位Wに属する情報であれば、いかなるものを用いてもよい。

また、情報処理装置6には「入出力部10」が備えられており、入出力部10はオペレータが操作可能な入力デバイス(例えば、キーボード)と、処理計画作成手段で作成された生産単位Wの処理計画及び順位相関係数導出手段9で導出された順位相関係数をオペレータに表示する表示器(例えば、表示モニタ)と、を有している。

【0027】

生産単位情報内容記録手段7は、「生産単位処理内容格納部7a」と「生産単位処理内

10

20

30

40

50

容記録管理部 7 b」とを有しており、オペレータが入力デバイス进行操作することによって、生産単位処理内容記録管理部 7 b にコイル材 W の情報（板幅、板厚や処理方法など）が入力され、入力されたコイル材 W の情報は生産単位処理内容記録管理部 7 b にて生産単位処理内容格納部 7 a（記録手段）に記録するための処理が行われて、処理されたコイル材 W の情報は生産単位処理内容格納部 7 a に記録されるようになっている。

【0028】

生産単位処理順記録手段 8 は、「生産単位製造順格納部 8 a」と「生産単位製造順記録管理部 8 b」とを有しており、オペレータが入力デバイス进行操作することによって、生産単位製造順記録管理部 8 b にコイル材 W の製造順の情報が入力され、入力されたコイル材 W の製造順の情報は生産単位製造順記録管理部 8 b にて生産単位製造順格納部 8 a（記録手段）に記録するための処理（生産単位情報内容記録手段 7 で記録されたコイル材 W の情報に対し、それぞれのコイル材 W での熱間圧延工程 2 と冷間圧延工程 4 とにおける処理の順番を決定する処理）が行われて、処理されたコイル材 W の製造順の情報は生産単位製造順格納部 8 a に記録されるようになっている。

10

【0029】

つまり、生産単位処理順記録手段 8 は、熱間圧延工程 2 と冷間圧延工程 4 とにおけるコイル材 W の製造順を暫定的に作成するものである。

順位相関係数導出手段 9 は、「順位相関係数導出部 9 a」と「順位相関係数格納部 9 b」と「順位相関係数記録管理部 9 c」とを有しており、生産単位処理順記録手段 8 で記録されたコイル材 W の処理の順番を用いて、熱間圧延工程 2 における処理の順番と冷間圧延工程 4 における処理の順番との相関を示す「順位相関係数」を順位相関係数導出部 9 a にて導出して、その順位相関係数を順位相関係数格納部 9 b に記録する。

20

【0030】

具体的には、本実施形態の場合、順位相関係数導出部 9 a における順位相関係数として、以下に示すスピアマン（Spearman）の順位相関係数（式（1））を採用する。

【0031】

【数 1】

$$\rho = 1 - \frac{6}{n(n^2 - 1)} \sum_{i=1}^n (u_i - v_i)^2 \quad \dots(1)$$

30

ただし、 $-1 \leq \rho \leq 1$

n : 生産単位の処理数

u_i : 前処理工程における生産単位の順位

v_i : 後処理工程における生産単位の順位

【0032】

また、順位相関係数導出手段 9 における順位相関係数として、ケンドール（Kendall）の順位相関係数（式（2））を採用してもよい。

40

【0033】

【数 2】

$$\gamma_k = \left(\sum_{i=1}^n P_i - \sum_{i=1}^n Q_i \right) / \frac{(n-1)}{2} \quad \dots(2)$$

ただし、 $-1 \leq \gamma_k \leq 1$ n : 生産単位の処理数 P_i : (前処理工程における生産単位の順位)
< (前処理工程における生産単位の順位) の個数 Q_i : (前処理工程における生産単位の順位)
> (前処理工程における生産単位の順位) の個数

10

【0034】

このようにして導出された順位相関係数は、「順位相関係数記録管理部 9c」にて「順位相関係数格納部 9b」に記録するための処理が行われて、処理された順位相関係数を順位相関係数格納部 9b に記録する。

以上述べた各手段を経ることで、熱間圧延工程 2 でのコイル材 W の製造順と冷間圧延工程 4 でのコイル材 W の製造順との相関性を示す順位相関係数を導出することができる。

20

【0035】

処理計画作成手段 (図 2 には図示されていない) は、順位相関係数導出手段 9 で導出された順位相関係数を基に、コイル材 W の処理計画を作成する。すなわち、処理計画作成手段は、導出された順位相関係数を、生産単位処理順記録手段 8 にて暫定的に作成した熱間圧延工程 2 と冷間圧延工程 4 とにおけるコイル材 W の製造順にフィードバックして、コイル材 W の製造順を自動的に作成し直すものである。

【0036】

なお、本実施形態の処理計画作成手段については、順位相関係数を基に、コイル材 W の製造順を自動的に作成し直すものとして説明したが、コイル材 W に関する情報を入出力部 10 の表示器に教示し、オペレータが教示された情報を基に、オペレータ自身が効率のよいコイル材 W の製造順を再作成するものとしてもよい。

30

入力部は、作成システム 5 の処理に必要な情報を各記録管理部に入力したり、作成システム 5 の実行結果 (コイル材 W の処理計画) を出力する処理を行うものである。具体的には、入力デバイス (キーボード等) を用いて、生産単位処理内容の情報を生産単位処理内容格納部 7a に記録する機能や、生産単位製造順の情報を生産単位製造順格納部 8a に記録する機能を有している。また、上述した生産単位 W の情報に加えて、順位相関係数格納部 9b に記録されている順位相関係数を表示器 (表示モニタ等) に表示する機能も有している。

【0037】

40

つまり、本発明の生産計画作成システム 5 が備えられた情報処理装置 6 は、オペレータが本発明の作成システム 5 の実行に必要なコイル材 W に関する各情報 (各コイル材 W における処理に関する情報及び処理の順番の情報) を入力し、その入力されたコイル材 W の各情報を用いてコイル材 W の処理順に関する順位相関係数を導出して、その順位相関係数に基づいてコイル材 W の処理計画を作成するものである。

【0038】

次に、本発明の生産計画作成システム 5 を用いてコイル材 W の処理計画 (製造順) を作成する方法について、図を基に説明する。

図 3 は、本発明の生産計画作成システム 5 を示したフローチャートである。

図 3 に示すように、「生産単位情報内容記録ステップ」では、オペレータが入力デバイ

50

ス进行操作することによって、コイル材Wの情報(コイル材Wの処理方法、コイル材Wを製造する際に必要な部品等)が生産単位情報内容記録手段7に入力される。入力されたコイル材Wの情報は、記録されるために所定の処理が行われる。そして、処理されたコイル材Wの情報は、生産単位情報内容記録手段7に記録される。

【0039】

ここで、コイル材W(生産単位)の情報について説明する。

コイル材Wを製造する圧延ライン1では、まず加熱炉から搬送されたスラブ(鑄片)は、熱間圧延工程2(前処理工程)にて所定の板厚及び板幅のコイル材Wに製造されて、一時的にヤード3にストックされる。その後、ヤード3から搬出されたコイル材Wは、冷間圧延工程4(後処理工程)で更に圧延され所定板厚のコイル材Wに製造される(図1参照)。

10

【0040】

上述した圧延ライン1で薄板のコイル材Wを製造するためには、スラブの板厚・板幅等を揃える必要があり、各スラブ(生産単位W)の情報が生産単位情報内容記録手段7に記録されている。なお、各スラブには、一意的に判別できるように番号(スラブ番号)がそれぞれ付加されている。

例えば、表1に示すように、各スラブごと(表示1、2、3、4、5・・・)に、板厚(20.7mm、21.2mm、30.0mm、10.2mm、40.3mm・・・)、板幅(239mm、357mm、426mm、146mm、246mm・・・)、及びスラブ番号(101、103、105、104、102・・・)といった生産単位Wの情報を示してもよい。なお、表1に示した生産単位Wの情報(指標)はあくまでも一例であり、生産単位Wに関するものであれば、どのような指標を用いてもよい。

20

【0041】

【表1】

	熱延 製造順 (前処理工程)	冷延 製造順 (後処理工程)	スラブ 番号	板厚 (mm)	板幅 (mm)	...
表示1	1	3	101	20.7	239	...
表示2	2	2	103	21.2	357	...
表示3	3	1	105	30.0	426	...
表示4	4	5	104	10.2	146	...
表示5	5	4	102	40.3	246	...
...

順位 相関 係数	0.50
----------------	------

30

【0042】

コイル材Wの情報が入力されて、生産単位情報内容記録手段7に記録されると、生産単位処理順記録ステップに移行する。

「生産単位処理順記録ステップ」では、オペレータが入力デバイス进行操作することによって、生産単位情報内容記録ステップで記録されたコイル材Wの情報に対し、それぞれのコイル材Wでの熱間圧延工程2(前処理工程)と冷間圧延工程4(後処理工程)における処理の順番が生産単位処理順記録手段8に入力される。入力されたコイル材Wの処理の順番は、記録されるために所定の処理が行われる。そして、処理されたコイル材Wの製造順は、生産単位製造順記録手段に記録される。

40

【0043】

このとき、熱間圧延におけるコイル材Wの製造順や冷間圧延におけるコイル材Wの製造順を作成するオペレータは、上述のコイル材Wの処理内容の情報を基に、製造のしやすさや生産性や歩留り等を考慮して、暫定的な各コイル材Wの製造順を作成する。

表1をみると、各コイル材Wに表示(表示1、表示2、表示3、表示4、表示5・・・)に対

50

して、熱間圧延におけるコイル材Wの製造順が同じ順番(1、2、3、4、5 ...)となっている。一方で、冷間圧延におけるコイル材Wの製造順は、熱間圧延におけるコイル材Wの製造順と異なった順番(3、2、1、5、4 ...)となっている。なお、表1に示したコイル材Wの製造順(生産単位Wの処理順)はあくまでも一例であり、様々な圧延ライン1におけるコイル材Wの製造順に適用可能である。

【0044】

熱間圧延工程2(前処理工程)と冷間圧延工程4(後処理工程)とにおける処理の順番が暫定的に作成されると、順位相関係数導出ステップに移行する。

「順位相関係数導出ステップ」では、生産単位処理順記録ステップで記録されたコイル材Wの処理の順番を用いて、熱間圧延工程2における処理の順番と冷間圧延工程4における処理の順番との相関を示す「順位相関係数」が導出される。

10

【0045】

表1をみると、熱間圧延工程2における処理の順番と冷間圧延工程4における処理の順番との相関を示す順位相関係数は、0.50となっている。

この順位相関係数を導出するにあたっては、熱間圧延工程2における処理の順番と冷間圧延工程4における処理の順番とを基に、順位相関係数導出式を用いて導出する。

例えば、表1に示すように、コイル材Wの処理数($n=5$)、熱間圧延工程2におけるコイル材Wの処理の順番(u_i)が数字順(1、2、3、4、5)、冷間圧延工程4におけるコイル材Wの処理の順番(v_i)が順不同(3、2、1、5、4)の場合、スピアマン(Spearman)の順位相関係数(式(1))を用いて計算すると、

20

$$=1-\{6/5(5^2-1)\}\{(1-3)^2+(2-2)^2+(3-1)^2+(4-5)^2+(5-4)^2\}=0.50$$

と、導出することができる。

【0046】

この順位相関係数の値が高いほど(式(1))、前後の処理工程の連携が取れており、前後の処理工程間のリードタイムが短くできる。なお、順位相関係数を導出できる式であれば、どのような導出式を用いても構わない。例えば、ケンドール(Kendall)の順位相関係数(式(2))を用いてもよい。

以上のステップを経ることで、熱間圧延工程2でのコイル材Wの製造順と冷間圧延工程4でのコイル材Wの製造順との相関性を示す順位相関係数を導出することができる。

【0047】

30

順位相関係数が導出されると、コイル材Wの製造順を作成する処理計画作成ステップ(図3には図示されていない)に移行する。

「処理計画作成ステップ」では、順位相関係数導出ステップで導出された順位相関係数を、生産単位処理順記録ステップにて暫定的に作成した熱間圧延工程2と冷間圧延工程4とにおけるコイル材Wの製造順にフィードバックして、コイル材Wの製造順(生産単位Wの処理計画)を自動的に作成し直して、決定する。なお、本実施形態の処理計画作成ステップについては、表示器に教示されたコイル材Wに関する情報を基に、オペレータ自身が手動でコイル材Wの製造順を再作成するものとしてもよい。

【0048】

40

コイル材Wの製造順が作成し直されると、順位相関係数表示ステップ(図3には図示されていない)に移行する。

「順位相関係数表示ステップ」では、順位相関係数導出ステップで導出された順位相関係数(0.50)と、処理計画作成ステップで作成し直されたコイル材Wの製造順とを表示器に表示する(表1参照)。

以上述べた生産計画作成システム5、及び作成システム5を備えた情報処理装置6を用いることで、様々な板厚や寸法のコイル材W(生産単位)を1つの圧延ライン1で製造する際に、熱間圧延工程2(前処理工程)でのコイル材Wの製造順(生産単位Wの処理順)と冷間圧延工程4(後処理工程)でのコイル材Wの製造順との相関性を強めるようにすることができる。それにより、熱間圧延工程2でのコイル材Wの製造順とほぼ同じ順番で冷間圧延工程4にコイル材Wを搬送する生産単位Wの生産計画になり、それゆえ、前後の処

50

理工程間のリードタイムを短くすることができると共に、ヤード3にストックされる生産単位Wの量を軽減させることが可能となる。

[変形例]

ところで、上述した生産計画作成システム5の説明における圧延ライン1は、前処理工程2及び後処理工程4が一つずつ配備された1ラインの設備であった。

【0049】

しかしながら、実際のコイル材Wの製造工程では、熱間圧延工程2（前処理工程）、ヤード3それぞれ一つずつに対して、後処理工程4が複数配備された圧延ライン1が存在することがある。この圧延ライン1においては、ヤード3から後処理工程4を見た場合、第1冷間圧延工程や第2冷間圧延工程といった複数の後処理工程4が並列配備されていることとなる。

10

【0050】

このような、複数の処理工程を有する圧延ライン1においても、本発明の生産計画作成システム5は、適用可能である。

以下、本発明の生産計画作成システム5を用いてコイル材Wの処理計画（製造順）を作成する方法の変形例について、述べる。

変形例においては、熱間圧延工程2におけるコイル材Wの製造順と、各冷間圧延工程4におけるコイル材Wの製造順とを暫定的に作成し、熱間圧延工程2におけるコイル材Wの製造順と第1冷間圧延工程におけるコイル材Wの製造順との相関を示す「第1順位相関係数」、及び熱間圧延工程2におけるコイル材Wの製造順と第2冷間圧延工程におけるコイル材Wの製造順との相関を示す「第2順位相関係数」をそれぞれ導出する。そして、導出した各順位相関係数を暫定的に作成した各コイル材Wの製造順にフィードバックして、それぞれのコイル材Wの製造順を作成し直す。

20

【0051】

具体的な方法としては、「生産単位情報内容記録ステップ」で、オペレータがコイル材Wの情報を生産単位情報内容記録手段7に入力し、記録する。

表2に示すように、各スラブごと（表示1、表示2、表示3、表示4、表示5、表示6、表示7、表示8、表示9、表示10...）に、スラブ番号（101、103、105、104、102、110、106、107、109、108...）を付与し、各スラブの板厚（20.7mm、21.1mm、30.0mm、10.2mm、40.3mm、12.7mm、24.5mm、23.7mm、34.6mm、23.6mm・・・）、板幅（239mm、357mm、426mm、146mm、246mm、144mm、255mm、277mm、213mm、167mm・・・）を生産単位Wの情報として表示させる。

30

【0052】

そして、「生産単位処理順記録ステップ」で、オペレータがそれぞれのコイル材Wでの熱間圧延工程2と冷間圧延工程4とにおける処理の順番を生産単位処理順記録手段8に入力し、記録する。

表2に示すように、熱間圧延工程2におけるコイル材Wの製造順が、各スラブごとの表示番号に対応するように、数字順（1～10...）となっている。また、熱間圧延工程2におけるコイル材Wの製造順に対し、冷間圧延工程4に携わるオペレータが作成した冷間圧延工程4におけるコイル材Wの製造順は、異なった順番（2(2)、5(1)、1(2)、3(1)、1(1)、4(2)、3(2)、2(1)、6(1)、4(1)... {製造順(工程番号)}）となっている。

40

【0053】

例えば、冷間圧延工程4におけるコイル材Wの製造順の5(1)は、第1冷間圧延工程において5番目に製造されるコイル材Wのことを示す。また、3(2)は、第2冷間圧延工程において3番目に製造されるコイル材Wのことを示す。

【0054】

【表 2】

	熱延製造順 (前処理工程) (変換前)	熱延製造順 (前処理工程) (変換後)	冷延 製造順 (後処理工程)	スラブ 番号	板厚 (mm)	板幅 (mm)	...
表示1	1	1(2)	2(2)	101	20.7	239	...
表示2	2	1(1)	5(1)	103	21.2	357	...
表示3	3	2(2)	1(2)	105	30.0	426	...
表示4	4	2(1)	3(1)	104	10.2	146	...
表示5	5	3(1)	1(1)	102	40.3	246	...
表示6	6	3(2)	4(2)	110	12.7	144	...
表示7	7	4(2)	3(2)	106	24.5	255	...
表示8	8	4(1)	2(1)	107	23.7	277	...
表示9	9	5(1)	6(1)	109	34.6	213	...
表示10	10	6(1)	4(1)	108	23.6	167	...
...

順位 相関 係数 (冷延1)	0.14
順位 相関 係数 (冷延2)	0.60

10

20

【0055】

このように、冷間圧延工程4(後処理工程)が2つ以上である場合、製造順の番号が一対一対応でないため、順位相関係数を正しく導出することができないことがある。

この場合、熱間圧延工程2におけるコイル材Wの製造順を、次に通過するそれぞれの冷間圧延工程4(第1冷間圧延工程、第2冷間圧延工程)に分割し、各冷間圧延工程4におけるコイル材Wの製造順と一意になるようにコイル材Wの製造順を置き換える。

【0056】

その結果、熱間圧延工程2におけるコイル材Wの製造順は、コイル材Wがヤード3から搬送される順(1(2)、1(1)、2(2)、2(1)、3(1)、3(2)、4(2)、4(1)、5(1)、6(1)...{製造順(工程番号)})に置き換えられる。例えば、熱間圧延工程2におけるコイル材Wの製造順の1(2)は、第2冷間圧延工程に1番目に搬送されるコイル材Wのことを示す。また、1(1)は、第1冷間圧延工程に1番目に搬送されるコイル材Wのことを示す。

30

【0057】

「順位相関係数導出ステップ」で、「生産単位処理順記録ステップ」にて置き換えられた熱間圧延工程2におけるコイル材Wの製造順を用いて、熱間圧延工程2におけるコイル材Wの製造順と第1冷間圧延工程におけるコイル材Wの製造順との相関を示す「第1順位相関係数」、及び熱間圧延工程2におけるコイル材Wの製造順と第2冷間圧延工程におけるコイル材Wの製造順との相関を示す「第2順位相関係数」をそれぞれ導出する。

【0058】

具体的には、まず熱間圧延工程2におけるコイル材Wの製造順と第1冷間圧延工程におけるコイル材Wの製造順との相関を示す「第1順位相関係数」を導出する。

40

例えば、表2に示すように、第1冷間圧延工程でのコイル材Wの処理数(n=6)、熱間圧延工程2におけるコイル材Wの処理の順番を変換した後の順番、言い換えると第1冷間圧延工程に向けてコイル材Wを搬送する順番(u_i)が数字順(1、2、3、4、5、6)、第1冷間圧延工程におけるコイル材Wの処理の順番(v_i)が順不同(5、3、1、2、6、4)の場合、スピアマン(Spearman)の順位相関係数(式(1))を用いて計算すると、

$$r_s = 1 - \frac{6}{6(6^2 - 1)} \{ (1-5)^2 + (2-3)^2 + (3-1)^2 + (4-2)^2 + (5-6)^2 + (6-4)^2 \} = 0.14$$

と、導出することができる。

【0059】

50

次に、熱間圧延工程 2 におけるコイル材 W の製造順と第 2 冷間圧延工程におけるコイル材 W の製造順との相関を示す「第 2 順位相関係数」を導出する。

例えば、表 2 に示すように、第 2 冷間圧延工程でのコイル材 W の処理数 (n=4)、熱間圧延工程 2 におけるコイル材 W の処理の順番を変換した後の順番、言い換えると第 2 冷間圧延工程に向けてコイル材 W を搬送する順番 (u_i) が数字順 (1、2、3、4)、第 2 冷間圧延工程におけるコイル材 W の処理の順番 (v_i) が順不同 (2、1、3、4) の場合、同様にスピーアマン (Spearman) の順位相関係数 (式 (1)) を用いて計算すると、

$$r_2 = 1 - \{6/4(4^2 - 1)\} \{(1-2)^2 + (2-1)^2 + (3-4)^2 + (4-3)^2\} = 0.60$$

と、導出することができる。

【0060】

以上のステップを経ることで、熱間圧延工程 2 (前処理工程)、ヤード 3 それぞれ 1 つずつに対して、第 1 冷間圧延工程や第 2 冷間圧延工程といった複数の後処理工程 4 が並列配備された圧延ライン 1 における熱間圧延工程 2 でのコイル材 W の製造順と第 1 冷間圧延工程でのコイル材 W の製造順との相関性を示す「第 1 順位相関係数」、及び熱間圧延工程 2 でのコイル材 W の製造順と第 2 冷間圧延工程でのコイル材 W の製造順との相関性を示す「第 2 順位相関係数」、を導出することができる。

【0061】

処理計画作成手段は、導出された第 1 順位相関係数を用いて、生産単位処理順記録手段 8 にて暫定的に作成した熱間圧延工程 2 と第 1 冷間圧延工程とにおけるコイル材 W の製造順にフィードバックして、コイル材 W の製造順を自動的に作成する。同様に、処理計画作成手段は、導出された第 2 順位相関係数を用いて、生産単位処理順記録手段 8 にて暫定的に作成した熱間圧延工程 2 と第 2 冷間圧延工程とにおけるコイル材 W の製造順にフィードバックして、コイル材 W の製造順を自動的に作成する。

【0062】

また、導出された順位相関係数と順位相関係数を用いて作成し直された各コイル材 W の製造順を表示器に表示してもよい (表 2 参照)。

なお、表 2 に示す各コイル材 W の製造順は、あくまでも一例を挙げたものであり、圧延工程や圧延設備の状況によって異なる値を採用してよい。

なお、変形例において、2 つの後処理工程 4 (冷間圧延工程) を並列配備した圧延ライン 1 を例に挙げて説明したが、3 つ以上の後処理工程 4 が並列配備された圧延ライン 1 にも、本発明の生産計画作成システム 5 及びその作成システム 5 を用いてコイル材 W の処理計画を作成する方法は、適用可能である。具体的には、3 つ以上の冷間圧延工程 4 毎に熱間圧延工程 2 おけるコイル材 W の製造順を一意になるよう分割して、熱間圧延工程 2 におけるコイル材 W の製造順とそれぞれの冷間圧延工程 4 におけるコイル材 W の製造順との相関を示す「順位相関係数」導出すればよい。

【0063】

また、後処理工程 4 とヤード 3 がそれぞれ一つずつ配備されると共に、複数の前処理工程 2 が並列配備されている圧延ライン 1 の場合においても、本発明の生産計画作成システム 5 及びその作成システム 5 を用いてコイル材 W の処理計画を作成する方法は、適用可能である。

つまり、本発明の生産計画作成システム 5 は、様々な構成を有する圧延ライン 1 (生産ライン) に適用することが可能である。

【0064】

なお、今回開示された実施形態はすべての点で例示であって制限的なものではないと考えられるべきである。特に、今回開示された実施形態において、明示的に開示されていない事項、例えば、運転条件や操業条件、各種パラメータ、構成物の寸法、重量、体積などは、当業者が通常実施する範囲を逸脱するものではなく、通常の当業者であれば、容易に想定することが可能な値を採用している。

【0065】

本発明の生産計画作成システム 5 の説明において、順位相関係数導出ステップにおける

10

20

30

40

50

順位相関係数として、スピアマンの順位相関係数又はケンドールの順位相関係数を採用して説明したが、順位相関係数を導出できる導出式であれば、いかなる導出式を用いてもよい。

例えば、本発明の生産計画作成システム5の説明において、後処理工程4が冷間圧延工程であるとして説明を行ったが、これには限定されない。例えば、後処理工程4が連続焼鈍工程(CAL)や連続亜鉛メッキ工程(CGL)であってもよい。後処理工程4が最終製品をトラック等の輸送手段で倉庫3から所定の場所まで輸送する輸送工程であってもよい。

【0066】

また、本発明の生産計画作成システム5を説明する上で、生産単位Wをコイル材としたが、溶鋼が装入された取鍋としてもよい。

10

【符号の説明】

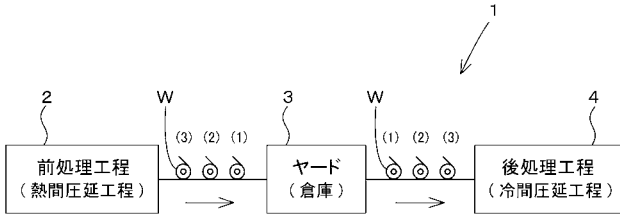
【0067】

- 1 圧延ライン(生産ライン)
- 2 前処理工程(熱間圧延工程)
- 3 ヤード(保管場、倉庫)
- 4 後処理工程(冷間圧延工程)
- 5 生産計画作成システム
- 6 情報処理装置
- 7 生産単位情報内容記録手段
- 7 a 生産単位処理内容格納部
- 7 b 生産単位処理内容記録管理部
- 8 生産単位処理順記録手段
- 8 a 生産単位製造順格納部
- 8 b 生産単位製造順記録管理部
- 9 順位相関係数導出手段
- 9 a 順位相関係数導出部
- 9 b 順位相関係数格納部
- 9 c 順位相関係数記録管理部
- 10 入出力部
- W コイル材(生産単位)

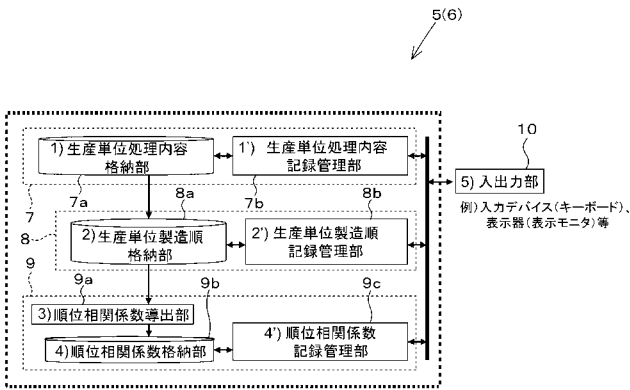
20

30

【 図 1 】

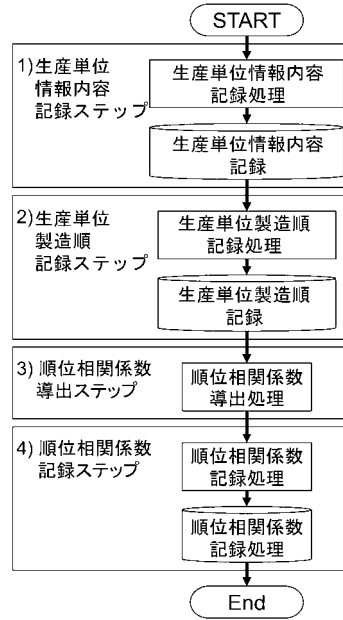


【 図 2 】



情報処理装置

【 図 3 】



フロントページの続き

(72)発明者 榑崎 博司

兵庫県神戸市西区高塚台1丁目5番5号 株式会社神戸製鋼所 神戸総合技術研究所内

(72)発明者 長谷川 弘

兵庫県加古川市金沢町1番地 株式会社神戸製鋼所 加古川製鉄所内

Fターム(参考) 3C100 AA18 AA32 BB05 BB12 BB31 EE10

5L049 CC04