

遺伝的アルゴリズムを用いた厚板充当システム

(株) 神戸製鋼所	*吉田	耕作	YOSHIDA	Kohsaku
"	松田	浩一	MATSUDA	Kouichi
01404384	野村	真佐子	NOMURA	Masako
"	佐々木	主計	SASAKI	Shukei
"	米倉	秀人	YONEKURA	Hidetoto
"	富田	喜雄	TOMITA	Yoshio
"	村上	道明	MURAKAMI	Michiaki

1. はじめに

製鉄所厚板工場では、スラブを圧延し延べ板を作成し、それらを注文の大きさに切断して多種寸法の厚板を作成する。(図1参照) 通常、注文の鋼種に応じて分類し、スラブ設計を行うが、スラブは一定量で製造するため、予備のスラブが発生することになる。そのため、注文の少ない鋼種ではスラブ設計を行わず、予備スラブを用いて注文の充当を行う。充当では、スラブと注文の組み合わせ、延べ板での注文の配置を計画する。従来、この予備材充当は担当者によって計画されていた。しかし、スラブ量、注文量が大きく充当に時間がかかっていた。また、鋼種、配置制約条件が多く複雑で、かなりの熟練を必要としていた。この予備材充当問題を遺伝的アルゴリズム(GA)を用いることにより、最適な充当を高速に求めることのできる予備材充当システムを開発したので以下の報告をする。

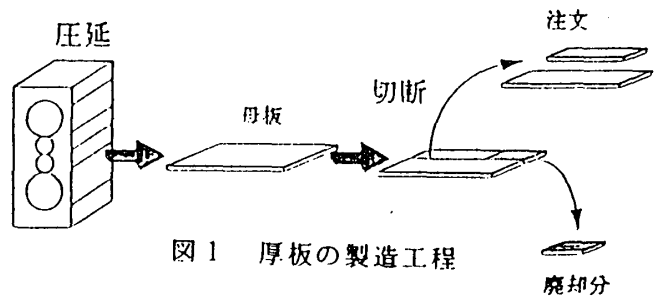


図1 厚板の製造工程

2. 問題設定

充当では、納期の迫っている注文を充当すること、及び、延べ板の切り板歩留をよくすることが目的である。計画の際には、まず、鋼種によってある程度、スラブと注文をグループ化する。注文は5種の鋼種指定があり、いずれかの鋼種にて充当を行う。延べ板は圧延の際に注文のサイズに応じて寸法を変える事ができるのだが、延べ板寸法決定の際には、厚さ、幅、長さでの設備制約がある。延べ板への注文の配置の際には、注文件数、作業性を考慮した配置制約がある。

3. GAの設定

3. 1. コーディング

解の遺伝子コード化は図2のように行った。遺伝子はスラブ順番パートと注文順番パートの2つの部分に分かれている。注文、スラブには1枚ごとにインデックスをつけ、それぞれのパートでは注文、スラブの使用するインデックスの順番を示している。図2の例では、まずスラブ2を延べ板としたとき、注文1を使用する。もし充当可能であれば、スラブ1に再び次の注文3を追加充当可能かを計算する。次の注文が充当不可能であれば次のスラブを用いて充当を行う。このようにすべての注文が充当される、もしくは、すべてのスラブを使い終わったら充当を終了する。

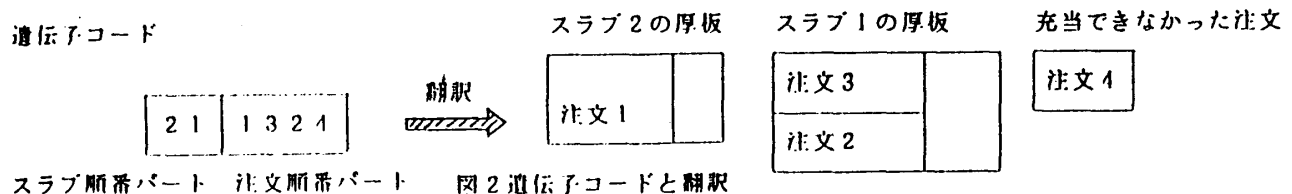


図2 遺伝子コードと翻訳

3. 2. 解の評価関数

解は注文の納期と切り板歩留にて評価を行っている。納期のパラメータを α 、歩留のパラメータを β とすると、

$$COST = \omega_{\alpha} \times \alpha + \omega_{\beta} \times \beta \quad (3. 2. 1)$$

とした。納期、歩留のパラメータ、 α 、 β は

$$\alpha = \Sigma (1 / Torder) \quad (3. 2. 2)$$

$$\beta = \frac{\text{充当された注文の総重量}}{\text{充当に使用したスラブの総重量}} \quad (3. 2. 3)$$

である。ここで、(3. 2. 1)式の ω_{α} と ω_{β} はそれぞれのパラメータに対する重みである。

(3. 2. 2)式のTorderは現在の日付から納期の迫っている充当された注文の納期までの日数である。また、和は解を求めているグループ内のもの全ての総和である。(3. 2. 3)式の総重量も同様に解を求めているグループ内の全ての総和である。

4. GAのパラメータ

4. 1. GAパラメータの設定

遺伝的アルゴリズムの交叉方法にはPMX法、突然変異法には反転法を用いた。交叉、突然変異の確率は、100%、8%とした。解候補集団とは別に最適値を記憶しているため、交叉確率は100%に設定し、解空間の探索を広くしている。交叉、突然変異は、遺伝子コードのスラブパート、または、注文パートのどちらかを遺伝子の長さに応じて決定し、どちらか一方に対してのみ行った。

4. 2. GAパラメータの最適化

GAパラメータを決定する際のケーススタディの結果を表1に示す。解空間が滑らかでないため、交叉確率は100%に近い方が有効であった(ケース1, 3)。突然変異確率が高く設定すると解の収束が大変遅くなるため8%に設定した(ケース1, 2)。また、遺伝子コード長が長くなると解空間が広がるため、計算にかなり時間が必要となる。そのため個体数、最大世代数を70、50と少なめに設定し、計算時間と解の質のバランスを取った(ケース1, 4と5)。また、充当結果例を図3に示す

表1 GAパラメータの最適化

ケース	1	2	3	4	5
交叉 確率(%)	100	100	80	100	100
突然変異確率(%)	8	20	8	8	8
個 体 数	70	70	70	100	70
最 大 世 代 数	50	50	50	50	100
歩 留(%)	86.42	86.78	86.05	87.65	86.37
注文組込数*	163(70)	148(68)	158(70)	155(69)	151(68)
計 算 時 間	1:10	1:15	1:10	1:40	2:45

注文組込数の括弧内は納期の迫っている注文の充当数

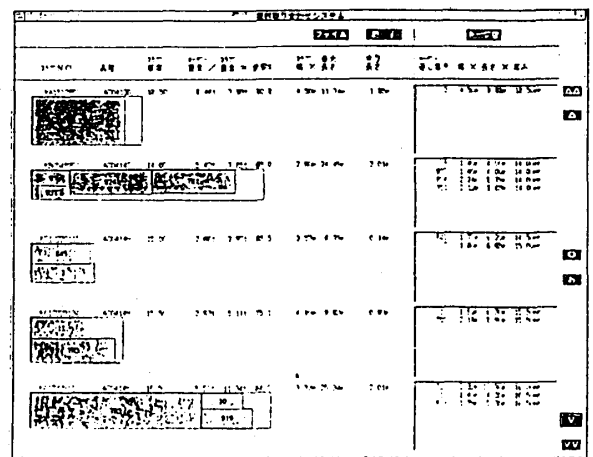


図3 充当結果例

5. おわりに

厚板予備材充当問題において、納期、歩留の良い充当を行う遺伝的アルゴリズムを用いた厚板予備材充当システムを開発した。今後は当社加古川製鉄所厚板工場において、実機適用を図る予定である。