

コンピュータによる棒鋼切断歩留りの向上

稲崎 宏治*・早稻田 孝*・高橋 道明*・岡 敏博*

Improvement in Cold Shear Yield of Bar Mill by Computer Control System

Koji INAZAKI, Takashi WASEDA, Michiaki TAKAHASHI, and Toshihiro OKA

Synopsis:

The rate of crop loss in bar production is greater than those of other products.

The reason is that bars devided in rolling line are sheared again simultaneously to specific lengths. Furthermore, this loss depends on the quality demanded and facilities of shearing as well as billet weight and bar size. Therefore improvement of equipment such as shear mechanism or measuring instrument is as important as sophistication of software to increase the yield.

As a result of computer simulation for Nippon Steel's new bar mill, in 1973, Dynamic Programming was found effective for minimizing crop loss and improving productivity. These results were used for modification of equipment plan under construction. In actual bar mill erected in 1974, the highly functional shearing machine and basic "Shearing schedule" were installed as a part of the total computer control system. After integral improvement of software and instruments in two stages, the yield has reached above 97.6%.

Additional approaches would become necessary in the next step such as systematization including decision of optimum billet length and introduction of Dynamic Programming to online system.

1. 結 言

棒鋼の歩留りは他の鋼材と異なつた面を持つている。

例えば先後端のクランプエンドがロスのもとであるストリップや線材に比べ厚板、H形鋼、棒鋼では注文採りのための切断工程におけるロスが発生する。更に棒鋼では1本の素材をいつたん複数本に分割し、それを並列に並べて再度切断するためロスは大くなる。

こうして得られた製品は需要家で小片に切断されて用いられるのが普通であり、鋼片圧延もしくは連铸工程での材料採りから数えると4段階の採尺切り合わせとなりロスを最小とするには単に棒鋼製造工程のみでの切断歩留りを上げればよいのではなく総合的な歩留り向上を計る必要がある。

本報告では棒鋼製造工程における注文上、設備上の制約下での採尺の特徴について触れるとともに当社が棒鋼工場を建設するに際して行つたダイナミックプログラミング(以下DP)による歩留り及び設備に関する基本検討、そして実際にプロセスコンピュータに組み込んだ採尺ロジックの改善の経緯と歩留りの推移について述べ

る。

2. 棒鋼の歩留り

2.1 圧延歩留りと切断歩留り

当工場の昭和55年5~7月の圧延歩留りは97.66%であり、そのロス分の内訳はスケールロスが21%、圧延屑が1%、そして切断屑が78%である。従つて本稿の標題である切断歩留りはスケールロス、圧延屑が無視できることから以後は一般性のある圧延歩留りで代用する。

2.2 サイズ依存性

圧延歩留りはサイズに大きく依存する。細径の場合には、分割シャードで注文長の倍尺で切断出来る割合が高くなり、歩留りは高くなるが、太径になるとしだいにこの倍尺切断の効果が低くなり、当工場では60mmを超える径では分割シャードでの切断が不可能となつて1本の素材が1本の分割バーとなる。

2.3 オーバーロールとの関連

圧延歩留りを向上させるにはロスの大部分を占める切断屑を減少させればよいが後述するように棒鋼の注文は

昭和56年3月12日受付 (Received Mar. 12, 1981)

* 新日本製鉄(株)室蘭製鉄所 (Muroran Works, Nippon Steel Corp., 12 Nakamachi Muroran 050)

50 cm 刻みが普通であり、特殊なケースでは一種類に限定されることも多い。従つて中途半端な長さの製品をとつた場合、それはオーバーロールとなり在庫を増すことになつてしまう。ゆえに切断歩留りの向上を計るには併せてオーバーロールの発生を抑えて資源の総合的活用を行わねばならないし、評価も歩留りとオーバーロールの組で行うことが肝要である。

3. 棒鋼の注文構造

3.1 注文長

注文長は 5.5 m が、圧倒的に多い。この注文長を主尺と呼んでおり、注文ではこの主尺の他に、例えば 4.5~6.0 m (ただし 0.5 m 刻み) という端尺がある割合で許されていて、この割合を端尺許容率、端尺の範囲を端尺範囲と呼んでいる。こうした“0.5 m 刻み”の注文形式の他に需要家で切断する際の小片の長さがあらかじめ決まつているチェーン材などでは、例えば 463 mm x N (ただし N は 9~16) といういわゆる N 倍尺指定の注文形式もある。

3.2 注文本数

一般に注分量の指定は本数で行われるが、この本数にはある程度の許容幅があり、例えば“-5%, +10%”と与えられる。ところが特殊なケースでは本数が指定されていて1本の過不足も許されない、いわゆる“員数指定”がなされるがこの場合は材料を多めに投入しなければならず、オーバーロールの発生率が高くなる。また“端尺不可”の注文もあり、この場合は主尺を減らして端尺を採り、併せて許容本数に入れる細工ができず、やはりオーバーロールの発生や歩留り低下を招きやすい。

4. 切断歩留りの DP による検討

4.1 DP のためのモデル化

分割シャワーで切られた後の分割バーは、複数本まとめて剪断機で切られ最終製品長さとなる。この複数本の製品を小剪断単位と呼び、剪断前の分割バーを大剪断単位

と呼ぶ。与えられた N 個の大剪断単位から主尺を合計 X 回剪断せねばならない時、屑発生量 (損失) を最小にするためには、それぞれの大剪断単位から何回ずつ主尺を剪断すればよいかを考える。

$g_i(x)$ = 第 i 番目の大剪断単位から主尺を x 回剪断した時の損失 (i=1~N)

$f_k(x)$ = k 個の大剪断単位に対して期待される最小損失 (k=1~N)

と表すと、最適性の原理から次の関数方程式が得られる。

$$f_k(x) = \text{Min}_{0 \leq x \leq M_k} [g_k(x) + f_{k-1}(X-x)] \quad (k=2 \sim N) \dots\dots\dots (1)$$

$$f_1(x) = g_1(x) \dots\dots\dots (2)$$

つまり、k 番目の大剪断単位から x 回剪断して、残り (k-1) 個の大剪断単位から (X-x) 回剪断する問題に分解して考えるのである。f_{k-1}(X-x) は (k-1) 個の大剪断単位から (X-x) 剪断した時の最小損失だから、これと k 番目の大剪断単位における損失 g_k(x) とを合計したものが最小になるように x を決めればそれが f_k(x) に一致するはずである。k 番目の大剪断単位に対して可能な最大の主尺剪断回数を M_k とすれば x の値は 0 から M_k までの整数値をとり得るわけである。

4.2 数値計算例

需要家の注文はある成品寸法に対して規格ごとにまとめられる。採尺計画はこのまとめられた注文を1つの計画単位とする。規格毎の主尺種類は主に1種類であり、2種類以内にほとんど入る。以下の例では成品寸法 36φ のある規格に対して 6.0 m の製品を 626 本、5.5 m の製品を 388 本とする場合を考える。この注文に対して素材として与えられたビレットは 29 本とする。またこれらビレットのうち最初の 8 本と残りの 21 本とは転炉における吹錬チャージが異なるものとする。

上記 29 本のビレットを大剪断単位に分けると Table 1 を得る。例えば No. 1 大剪断単位についてみると、

Table 1. Details of each bar group sheared simultaneously (major shearing unit).

Major shearing unit	No. 1	No. 2	No. 3	No. 4	No. 5	No. 6	No. 7
No. of billets	4	4	5	4	4	4	4
Total length (m)	215.4 208.3 218.1 214.7	193.9 200.7 213.1 212.7	204.9 195.5 207.2 192.3 192.8	202.4 195.0 195.8 215.5	211.2 197.4 195.2 202.2	190.1 197.5 197.8 203.1	211.4 195.4 205.7 214.5
No. of bars	12	12	15	12	12	12	12

Table 2. Series of optimum solutions of Dynamic Programming (main part).

X: No. of shearing of 1st main size	n_1 : No. of 1st main size (6.0m)	n_2 : No. of 2nd main size (5.5m)	No. of under-sized (4.0m)	minimum loss $f_7(x)$
0	0	1056	10	51.33m
1	12	1044	9	49.33
2	24	1029	12	47.83
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
49	612	390	14	26.33
50	620	384	10	27.33
51	629	373	12	25.83
52	644	356	13	25.33
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
70	931	42	10	43.33
71	941	30	11	44.33
72	952	18	10	48.33

condition : $n_1 \geq 626$ (+10%, -5%), $n_2 \geq 388$ (+10%, -5%)

Table 3. Optimum number of shearing in each major shearing unit.

X: No. of shearing of 1st main size	major shearing unit ←						
	No. 7	No. 6	No. 5	No. 4	No. 3	No. 2	No. 1
1	1	0	0	0	0	0	0
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
7	2	3	0	1	1	0	7
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
16	2	3	2	0	7	9	0
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
23	2	3	6	0	7	11	0
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
28	2	3	6	5	7	0	0
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
34	6	3	6	5	11	0	0
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
45	6	11	10	0	0	0	0
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
50	6	11	11	0	0	0	0
51	6	11	0	0	0	0	0
52	6	11	0	0	0	0	0
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
72	11	0	0	0	0	0	0

4本のビレットの圧延後伸び長さは、215.4m, 208.3m, 218.1m, 214.7m となり分割バーは最大 80m 以下でなければならないからどれも3分割されて大剪断単位の分割バー本数は12本となっている。

第1主尺 6.0m, 第2主尺 5.5m として、これら7個の大剪断単位に対して、前述したDPの計算順序を適用すると、Table 2と Table 3 とが同時に得られる。ただし端尺長は 4.0m と指定されているものとした。

Table 2は最小損失 $f_7(x)$ ($X=0\sim 72$) の表である。大剪断単位の本数が12本のときは1回の剪断で最大12本の主尺が得られるため、実現可能な主尺合計本数はTable 2にあるように離散的な値となる。今の場合、第1主尺の注文本数は626本であるが、通常これに対して

+10%, -5%の本数増減は許容されている。またこの規格に対して与えられたビレットの合計重量は、注文からみた必要重量をやや上回っている。第1主尺については引き当て不足や引き当て余りを出すことは極力避けねばならないしまた第2主尺についても汎用性のある長さではあるものであればそうしたいということから、Table 2の実現可能本数のうち上記増減本数内でかつやや多目の629本を選ぶ。この時の第1主尺剪断回数合計は $X=51$ 回、最小損失 $f_7(x)=25.83m$ となる。

次に Table 3 を用いて $X=51$ 回を7個の大剪断単位へ最適配分することを行う。Table 3から $X=51$ の時は No. 7 大剪断単位へは、6回の第1主尺剪断を配分すればよいことがわかる。残り45回のうち No. 6 大剪断単位へは11回の配分をすればよい。このようにして最適配分 (7, 9, 7, 5, 6, 11, 6) を得る。

4.3 シミュレーション結果

代表的な成品寸法について約1ヶ月分の受注実績データを用いて以下に述べる三つの採尺方式の比較を行った。チャージの大きさ、ビレット重量のばらつきは一樣分布発生プログラムによつた。

(1) 歩留り重視方式

これは上述のDPによる最適切り合わせ方式である。

(2) 主尺優先方式

規格によつては端尺をとつても売りさばけないものがある。この場合は主尺をできるだけ多くとるべきである。端尺と屑発生量との和を損失 $g_i(x)$ と考えることによつてこれに対してもDPの適用が可能である。

(3) 作業性優先方式

これは単純に、まず第1主尺を必要量だけ採取し、次いで第2主尺のみを剪断して行く方式である。同一長さの製品がまとまつて下工程に流れるため、作業がしやすく、また定寸機・結束機などのセット替頻度も少なくなるのでより大きな工程能力が期待できる。

規格によつては主尺長が1種類しかない注文もあるが、Table 4は切り合わせ可能な規格(2種類の主尺長の注文が入っている規格)を例にとり、上記三方式を比較したものである。DPによればかなりの歩留り向上が期待できることがわかる。

棒鋼の場合、受注実績では主尺が2種類以上あつて切り合わせ可能な規格は全体の20%程度しかなく、歩留り重視方式を用いても作業性優先方式に比して全体としては0.2~0.5%程度の歩留り向上しか期待できないことがわかつた。そのため実機では作業性優先方式を採用することを決定した。作業性優先方式の場合、記憶容量が膨大なDPを使用する必要はなく、大剪断単位ごとの

Table 4. Comparison of three methods using D. P.

Size	36 ϕ				85 ϕ			
	Yield	No. of or- der length	No. of un- dersized	No. of crop	Yield	No. of or- der length	No. of un- dersized	No. of crop
Yield oriented	99.56%	1 002	12	10	98.11%	63	5	2
Main size oriented	99.34	1 006	3	12	96.46	66	0	4
Productivity oriented	99.09	999	9	19	97.08	64	3	5

最低限の端尺を混入させた簡単な組み合わせ計算方式で可能となる。

5. 採尺管理システム

前章では効果的な採尺方式の基本検討について述べたが、本章ではこの基本検討を参考に構築された採尺管理システムのうち次章で詳述するソフトウェアを除くハードウェアについて重要なもののみを説明する。

5.1 測長装置および分割装置

最終圧延材の下流に9台の狭視野型 Hot Metal Detector (以下 HMD) が設置され最終段圧延機に連動するパルス発信器とともに測長カウンター盤に入力されている。このカウンターはプロセスコンピュータにより読み取られてパルス長さの補正、長さの計算が行われる。通常の測長装置と異なるのは切断された切れ目を高速で追跡する必要があることで、このための微妙なタイミングの信号処理が可能な回路となつている。

次に分割の制御であるが、分割すべき長さより HMD の番号 i とパルス値 l が計算され制御装置にプリセットされる。分割制御装置ではバーの先端または切れ目を追跡し指定された HMD i に達すると同時にカウンターが動作し、カウンターが l になると分割シャワーが起動する。このとき起動から分割完了までには時間遅れが存在するが、これは一切断ごとに学習修正されている。この分割シャワーは単に分割のみでなく、HMD 番号を選ぶことにより先後端クランプカットを行ったり、付加指令によりサンプル切断をも併せて行うことができる。

本装置の精度はプロセスコンピュータを含め総合的なものでは、分割精度は再現性で 10 mm, 絶対精度で約 100 mm であり、これは測長誤差を含んだ値である。これは平均バー長さを 70 m とすると 0.1% 程度であるが既述の倍尺切断時の余裕代を切り下げて行くには若干の改善が必要である。

5.2 剪断機

剪断機廻りを詳述すると、Fig. 1 に示すように剪断機の上流には溝付きテーブルの溝配列に一致して 16 個の

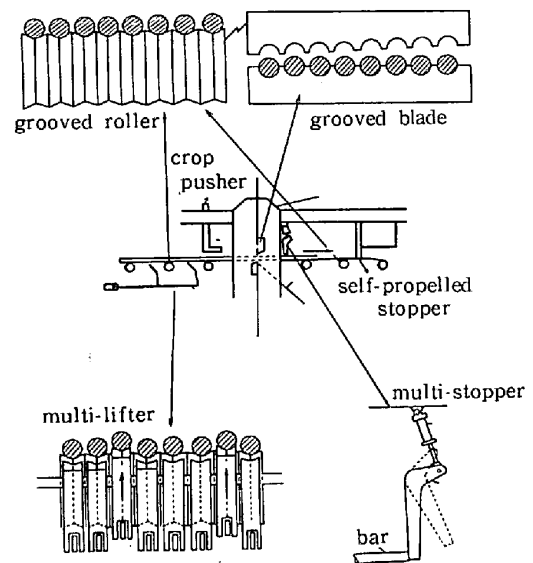


Fig. 1. Apparatus of cold shear.

個別リフターが設けられている。大剪断単位の次剪断計画長さがすべて等しい場合はリフターはすべて下降しており、バーは通常通り搬送され剪断される。ところが次剪断計画長さに剪断長の異なるバーがある場合は、そのバーの溝のリフターが上昇しバーをテーブルから遊離する。従つてテーブルが回つてもそのバーのみが搬送されず、残るバーのみの小剪断単位ができる。こうして順次リフターが上昇し、次に同じ計画長さを持つもの同志が下降して剪断が行われるが、このときは定寸機はその長さに設定替えされている。剪断機の下流側には 16 個の個別ストッパーが設けられており、残長が短尺となるとそのバーをせき止め、他のバーの正常剪断時を利用して屑化を行う。定寸機を含め全ての設備はプロセスコンピュータの指令で全自動化されており、このような採尺計画に基づき自由自在に動作するメカニズムの開発も歩留り向上に大きく寄与している。

5.3 仕分床と結束機

仕分床では搬送されてくる種々の長さの小剪断単位を需要家の注文に適合するよう、長さ別に仕分ける必要が

ある。結束機は通常最少結束本数が存在し、それ未満で結束するとルーズになつたり種々のトラブルが発生するので仕分床ではこの本数以上に留め置く必要がある。

ところが仕分床は計数、切り出しなどの機構を含むのでその設備数は限界があり、採尺はこのような制約も考慮しなければならない。

6. 採尺管理ソフトウェア

6.1 採尺ソフトウェアの処理フロー

Fig. 2 に採尺ソフトウェアの処理フローを示す。

6.1.1 ビジネスコンピュータの処理

受注した注文群の中から品種仕様が同一な注文を圧延サイズごとに集約し、同一圧延チャンスとする。この単位をロール単位と呼び、ロール No を付与する。採尺・引当てはこの単位ごとに行われる。各ロール単位ごとの注文データの集約、及びそれに要する素材の割り当てを行い、注文データ群及び素材のデータであるロットデータ群（チャージ単位）をプロセスコンピュータに伝送する。

6.1.2 端尺長の決定

加熱炉出側の先頭ビレットがロット替わりの場合、ロット先頭より 20 ビレット分の伸び長さを実貫重量及び伸び学習係数より予測計算し、当該ロットにおける歩留

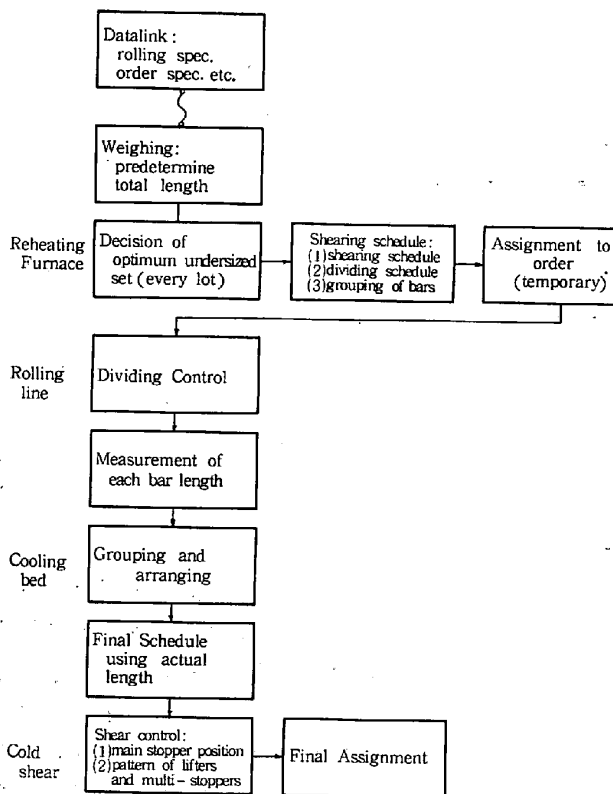


Fig. 2. Software flow diagram of shearing schedule.

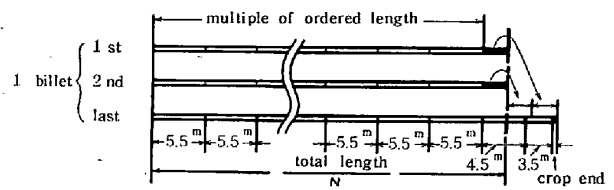


Fig. 3. Basic concept of shearing schedule

Fig. 3. Basic concept of shearing schedule.

り最適な端尺長を最大 3 種類決定する。

6.1.3 採尺計画

ロール単位に投入した素材はすべて圧延し、注文本の上下限内で引き当てることが望ましい。そのため採尺計画では素材の単重のばらつき傾向や、加熱炉装入前でのリジェクトなどに伴い、上下限内で採尺計画本数を適応的に変化させている。次にビレットの実貫重量、伸び学習係数を基に伸び長さを予測し、1 大剪断単位分の採尺計画を立てる。Fig. 3 に 1 ビレット分の採尺計画を示すが、それに基づき採尺方法を段階的に説明する。

ステップ 1：冷却床長さの制約からくる当該ビレットにおける最小分割数を求め、伸び長さを割つて等分割長を求める。

ステップ 2：各等分割長に対して採れなくなるまで第 1 主尺を採尺してゆく。Fig. 3 中では 5.5 m に該当する。途中で第 1 主尺の採尺が完了した場合は、次の小剪断より第 2 主尺の採尺に移る。主尺は第 3 主尺まで有している。

ステップ 3：主尺を採つたあとの残長をすべて最終分割へ加え、最終分割以外は主尺のみの採尺とする。Fig. 3 では黒ぬりの部分が残長であり、最終分割である 3 分割目に加えている。

ステップ 4：最終分割バーについて引き続き採れるだけ主尺を採尺してゆく。Fig. 3 では明瞭ではないが 1 本の主尺が増加している。この時の残長を最終残長と呼ぶ。

ステップ 5：最終残長より端尺が採尺可能であれば、採尺可能な最も長い端尺を採尺する採尺方法があるが、主尺を 1 本解放した（主尺+最終残長）における端尺の採尺のほうに、より歩留りのよい採尺がある可能性が高い。主尺を解放する最大本数を主尺犠牲本数と呼び、圧延サイズと端尺許容率のロール単位の平均値によって定値を定めている。主尺犠牲本数によって生じる 2~3 種類の長さすべてについて、おのおの歩留り最高の端尺の組み合わせ採尺計算を行い、その中で歩留り最高の採尺計画を採用する。Fig. 3 では主尺犠牲本数は 2 であつたが、1 本の犠牲にして 4.5 m と 3.5 m を採尺する組み合わせに歩留り最高の採尺があつたことを示してい

Table 5. Step up history of shearing schedule in Muroran bar mill.

	Original	1st Revision	2nd Revision
No. of undersized	1 : The shortest among orders with same spec.	1 : Optimum length in maior sheacing unit.	3 : Optimum set given by online simulation (every 20 billets)
No. of conversion: main size to undersized	0	1 : Undersized case 0 : Undersized not allowed case	0~2 : Floating according to dimension etc.
No. of main size	Equal to orders	Equal to orders	Nearly equal to orders including undersized.
Excess length of last bar	Distribute same amount to each bar	Distribute same amount to each bar	Retry scheduling after increasing dividing No.
Bindability of under-sized	Not considered	Not considered	Considered

る。

以上説明したステップ1からステップ5までの処理を1大剪断単位相当分を行うが、最終バーの採尺がビレット1本の途中であつても支障ないようになっていた。1大剪断単位の主尺、端尺の採尺の完了と同時に、分割長の計画、大剪断単位のバーのグルーピングも完了している。

6.1.4 採尺修正

ミスロールが発生した場合、採尺計画によつて決定された採尺計画本数に対して修正を行う。また大剪断単位の各バーの測長値を基に採尺修正を行う。その方法は

6.1.3 項のステップ5で示した採尺計画の最終分割バーにおける方法と同じなので、ここでは省略する。

6.1.5 仮引き当て

1小剪断単位の剪断ごとに剪断長を読み込み、当該本数分の仮引当てを行う。次大剪断単位の採尺修正を実行時には、今回大剪断単位までの仮引き当てが完了しているので、採尺修正における切り合わせは仮引き当て未完の注文について行うことになる。

6.2 採尺ロジックの変遷

当初、採尺システムは歩留りよりは生産性を優先して作られた。しかし、その後省エネ、省資源の指向から歩留りを優先する採尺システムへの改造が必要な状態となつた。第1次改造は計算機容量、マンパワーの問題から抜本的改造にまで至らず、その後主メモリー、補助メモリーの増強、ビジネスコンピュータから伝送される注文データの内容充実等の基本改造を実施し、その上で採尺システムの第2次改造を行い現在に至つている。

この採尺ロジックの変遷を Table 5 に示したが、以下にその主要なものについて説明する。

6.2.1 端尺種類及び採尺方法

当初、端尺長は注文データエリアに1個分しか割り合てられていなかつた。第1次改造では端尺の種類を最大

限に増やしたが1大剪断単位内で採尺できる端尺の種類は1種類に限定していた。第2次改造では仕分床を十分に使用することにより、最大3種類に拡大し、大剪断単位内の各バーごとにより歩留りの高い採尺を行うことを可能とした。

6.2.2 主尺犠牲本数

第1次改造ではロール単位に端尺が少しでもあれば、どんなサイズにおいても主尺犠牲本数は1であつた。そのため大きなロール単位や端尺許容率の小さなロール単位の場合、端尺を採り過ぎてオーバーロールになることがあつた。また逆の傾向のロール単位の場合は、もつと主尺犠牲本数を増やしても十分引き当てができ歩留りを上げることが可能な場合もあつた。

第2次改造ではその不具合を改善し、圧延サイズ、端尺許容率により0~2の値を決定するようにした。

6.2.3 分割計画長が冷却床長さより長い場合の処理

採尺計画における既述の6.1.3項ステップ3の処理の結果、最終分割長が冷却床長さより長くなつた場合、第1次改造までは修正ロジックの煩雑さから分割数を増やさずに全分割長とも等分割にしていた。

第2次改造では分割数を1増加させ、採尺計画を立て直すようなロジックを追加した。これにより無駄な屑が発生したり、不要に端尺を採尺するような不具合が解消した。

6.2.4 採尺修正における主尺長替え

Fig. 4の例に示すように、採尺修正により6mの第1主尺長から5.5mの第2主尺長への主尺長替わりの位置が採尺計画の場合と変わつた場合、計画が崩れて最終分割バー以外からも5mの不要な端尺を採尺するようになり、場合によつては無駄なロスを出したりするような不具合が生じる。第2次改造ではこのような不具合を解消するため、注文の上下限許容値を外れない限り、主

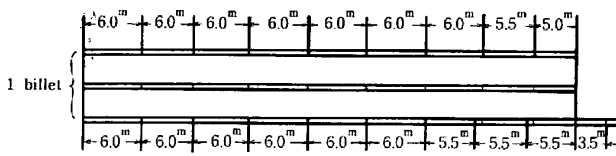


Fig. 4. Schedule including two main lengths: 6.0, 5.5 m.

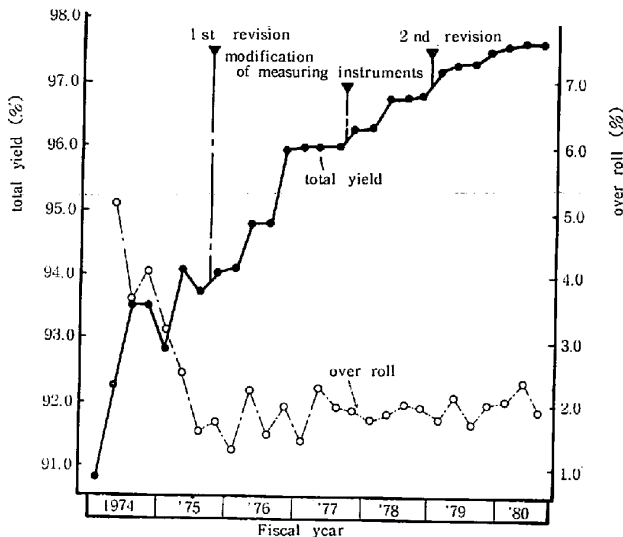


Fig. 5. Rate of total yield and over roll.

尺長替わり位置を尊重するロジックを設けた。

7. 圧延歩留り、オーバーロール発生率の推移

Fig. 5 に圧延歩留り、オーバーロール発生率の推移を示す。第1次改造は昭和50年6月より12月までの間段階的に行われ、第2次改造は昭和54年5月に行われている。また採尺ソフトウェアの改造とは別に測長精度の改善を昭和53年1月に行っており、歩留り向上の効果を上げている。

Fig. 5 に示すように圧延歩留りは第1次改造後は94.8%に、第2次改造後は97.3%に向上し、その他の改善

効果も受け現在なお上昇中であり、当所棒鋼工場の圧延歩留りは国内でも長い間トップレベルを維持している。

Fig. 5 にはオーバーロール発生率の推移も同時に示しているが、長く2%近くを推移しており圧延歩留りの向上との相関は見受けられない。

8. 結 言

(1) 棒鋼の製造工程では分割バーを再度並べて剪断するため、他の鋼材に比べ歩留りは低い。そしてこの歩留りは素材単重、サイズに依存すること、及びオーバーロール、品質、生産性と組み合わせて評価しなければならない。

(2) 採尺の数学モデルは整数計画法が適用されるが解法が困難なので2主尺に簡略化してDPを適用し、モデル化を行つた。これにより1ヶ月間のデータを用いて『歩留り優先』『主尺優先』『作業性優先』の3ケースについてシミュレーションを行い、DPの有効性、設備上の問題点も確認した。

(3) 実際のプロセスでは採尺ロジックの開発のみならず、ロジックを有効に活かす設備機構の開発と、測長器などの精度向上が必要である。

(4) 当所工場のプロセスコンピュータシステムにおける採尺システムを2回にわたり改善し、97.6%の圧延歩留りを得るに至り、我国でも最高レベルとなつている。

(5) 今後は素材採尺と結合した総合的な採尺システム化、太径に対するDPの応用、分割精度の向上等により一層の歩留り向上をはかりたい。

文 献

- 1) N. KAMII, K. KOKAI, K. INAZAKI, F. SATO, and K. OGATA: Iron Steel Eng., 53 Dec. (1976), P. 47
- 2) 新日本製鉄(株): Engineers No. 387 p. 9 [日科技連]
- 3) 鍋島一郎: 動的計画法(1968), p. 28 [森北出版]