

フリーサイズ圧延適応拡大による 圧延ライン休止削減の取り組み

Reduction of rolling line stoppage by expanding the application of free size rolling



伊藤 成仁
Akihito Itou

生産事業部
室蘭ロール整備課



西村貴広
Takahiro Nishimura

生産事業部
室蘭ロール整備課



西山 隼
Hayato Nishiyama

生産事業部
室蘭ロール整備課

室蘭製鉄所の棒鋼工場において、RSB 圧延機のロール組替え待ちによる圧延ライン休止が問題となっており、当社では主管工場や工程管理の講じる対策に、ロール管理およびロール整備を請け負っている職場として柔軟に対応を行ってきた。ロール組替えを更に削減する取り組みとして、棒鋼工場圧延ラインの最終仕上げ工程である RSB 圧延機に於いて、圧延ロールの面間調整基準が見直され、フリーサイズ圧延の適用範囲を拡大できることが明らかになった。本稿では、RSB のフリーサイズ圧延適用範囲拡大を受け、直協が一体となり、RSB 圧延機のロール組替え待ちによる圧延ライン休止削減した取り組みを紹介する。

At the steel bar plant of the Muroran Works, rolling line stoppage due to waiting for roll reassembly in the RSB rolling mill had become a problem. As a contractor of roll management and roll maintenance, we responded flexibly to the measures taken by the main mill and process control division. As an effort to further reduce the number of roll reassemblies, it became clear that the application of free-size rolling could be expanded after reviewing the inter-face adjustment standards for the rolls in the RSB rolling mill, which is the finishing process in the steel bar plant rolling line. In this paper, we introduce the efforts of the Muroran Works and our company to reduce the time of rolling line stoppages due to waiting for roll reassembly in RSB rolling mills, in response to the expansion of the application of RSB in free-size rolling.

1. はじめに

室蘭ロール整備課では日本製鉄株式会社殿より、一般的にロール整備と呼ばれる圧延設備の点検整備や圧延ロールの旋削の他に、クレーン点検やロール管理業務も請け負っている。(図1)



図1: 室蘭ロール整備課作業紹介

棒鋼工場圧延ラインの最終仕上げ工程であるRSB^{※1}に於いて、所要減に伴うトン/サイズの低下や、圧延サイズの増加によりロールの組替え待ちが発生していた。多い月では工場休止全体の73%もの割合を占めており、計画圧延量の未達の大きな原因となっていたことから、室蘭製鉄所としても改善要求が高まっていた。(図2)

※1 Reducing and Sizing Block mill

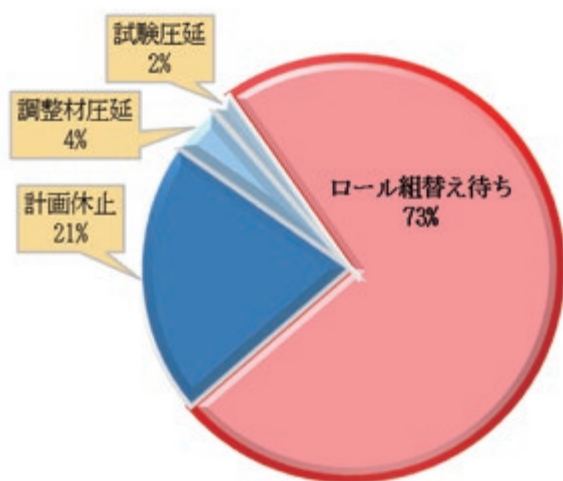


図2: 2019年9月棒鋼工場圧延ライン休止内訳

ロールの組替えを担当する当該職場では、早出残業の増員対応を行ってきたが、ロールの組替え待ちの解消には至らなかった。

ロールの組替え待ちを解消するために、棒鋼工場RSBに於いて、圧延ロールの面間調整基準を見直し、同一ロール孔型を共用するフリーサイズ圧延の適用範囲の拡大が検討されるようになった。

本稿では、RSBのフリーサイズ圧延適用範囲の拡大検討を受け、ロール管理知識を活かしたロール孔型統合の提案により、RSBロール組替え起因の圧延ライン休止を削減した取り組みについて紹介する。

2. RSBロール組替え待ちとその原因

通常の圧延では、圧延サイズ(製品寸法)や寸法公差基準を満たす専用のロール孔型が必要で、圧延スケジュールに応じて適した圧延ロールへの組替え(交換)を行わなければならない。

▶2.1 ロール孔型とは

圧延ロールに設けられた鋼材を圧延するための溝のことで、ロール毎に圧延サイズに対応した孔型の加工がされている。

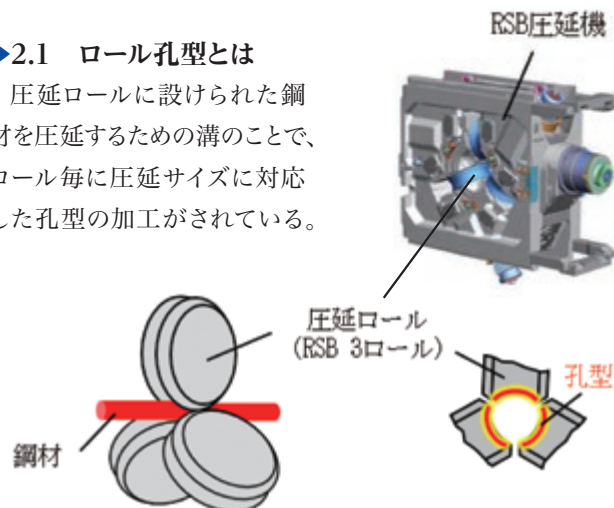


図3: RSB圧延機とロール孔型

RSBはオンラインでロールの面間調整を行うことができ、圧延条件や製品の寸法公差によって、同一のロール孔型で連続的に圧延を行うことができる。(図3)

▶2.2 ロールの組替え待ちとは

次回の圧延サイズで使用する圧延ロールの整備が完了していないことで発生する期間の圧延ライン休止のことである。

▶2.3 急所設備

ロールの組替え待ちが発生する箇所は、棒鋼工場圧延ライン最終仕上げ工程のRSBで、高剛性かつ高精度の特徴を持つ3ロール圧延機である。

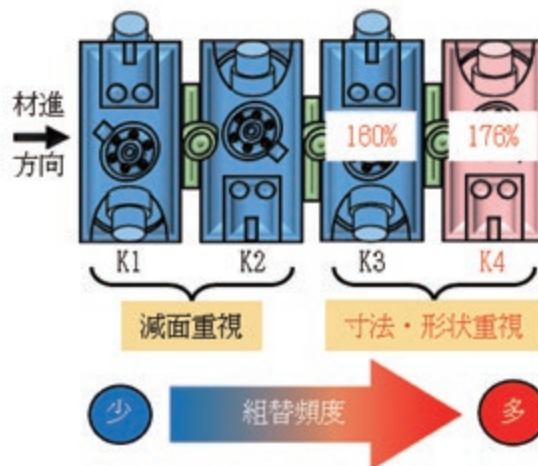


図4: RSBスタンド各役割とロール組替頻度

RSBはK1～K4の4つのスタンドで構成され、K1とK2は減面率、K3とK4は寸法および形状を重視しており、ロールの組替え頻度は、K1やK2に対してK3は160%程度、K4は176%で、前段と比較して後段で組替え待ちが発生しやすい。(図4)

2.4 RSBロール組替え待ち発生原因

RSBを含む全ての圧延工程に於いて、ロールの組替え待ちを発生させないための圧延スケジュール調整や、使用する圧延ロール孔型の計画を当社のロール管理係が行っている。

しかしながら、小ロット圧延や圧延サイズの並び方によっては、短期間に複数台ロールの組替えが必要となることから、圧延スケジュール上回避できないロール組替えがRSB後段で頻発し、組替え待ちの発生に至っている。

RSB 1台のロール準備時間は約100分(主管工場含む関係先周知の標準時間)となっており、次回のロール組替えまでの余裕時間が100分未満の場合、準備完了までその時間差に相当する圧延ライン休止が発生することになる。(表1)

表1: RSBスタンド組替要否とロール組込み待ち

	RSBロール組替要否				サイズ(φ)	圧延		RSBロール準備必要時間 100min/台
	K1	K2	K3	K4		生産(t)	時間(min)	
組替え① までの 圧延時間: 120min	○	○	○	○	X.00	30	80	100min 準備完了 (20min余裕)
	↓	↓	↓	↓	X.20	30	80	
	ロール組替え(K4)						5	
組替え② までの 圧延時間: 60min	↓	↓	↓	①	X.40	15	30	100min 準備完了 (40min不足)
	↓	↓	↓	↓	X.60	15	30	
	ロール組替え待ち						40	
	ロール組替え(K4)						5	
	↓	↓	↓	②	X.80	30	80	

準備時間
不足分の40minが
組替え待ちとなる

①: 初回ロール組替え ②: 次回ロール組替え予定 ↓: 孔型連続使用(組替え不要)

3. ロール管理係

ロール管理係とは、圧延で使用するロール孔型の計画から、ロールの購入計画、ロール整備職場へ旋削、および組替え指示までを幅広く行う、製品の品質と生産能率に直結するとても重要なポジションである。

ロール管理係については日本製鉄株式会社殿直営で専任を配置されていることが多い中、当社では高い信頼により、室蘭製鉄所の各圧延工場に於けるロール管理業務を任されており、棒鋼工場についても同様である。

以下にロール管理に於けるロール組替え待ちを最小減に抑えるための調整業務について紹介する。(図5)

3.1 ロール孔型計画

工程業務部殿より発行される圧延スケジュールを基に、圧延サイズに合わせたロール組替え箇所を洗い出し、使用するロール孔型の計画を行う。

ロールの組替えが必要な要素として、圧延サイズ以外にもロール耐用トン数がある。耐用トン数とは、ロール材質毎に圧延できる数量を定めたもので、基準値以上の圧延を行うと形状不良や疵に繋がる恐れがあるため、基準値到達前にロールの組替えを行わなければならない。

基本的に耐用トン数によるロール組替えは、ロール孔型計画段階で回避可能なため、事前の調整により発生させないよう管理している。

3.2 ロール組替え待ちシミュレーション

ロール孔型計画の作成が完了後、計画圧延トン数から圧延時間を算出し、各ロール組替えタイミングでの整備未完了によるロール組替え待ちの発生有無をシミュレーションで確認する。

3.3 圧延スケジュール調整

シミュレーションの結果、待ち時間が予想される場合、回避するための最も生産能率の高い最適な圧延スケジュールを検討し、工程業務部へ提案を行うことで、ロール組替え待ちの削減を図る。

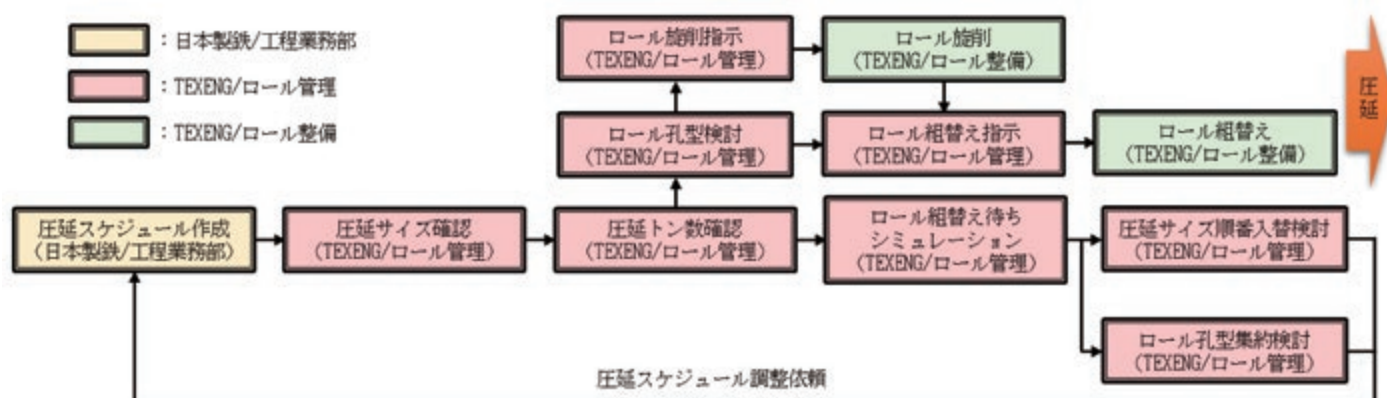


図5: ロール管理業務フロー

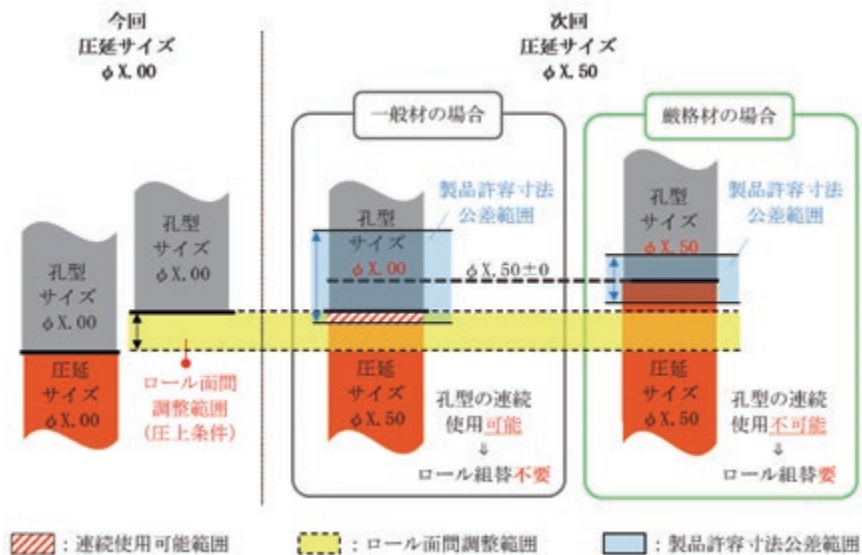


図6: ロール孔型連続使用可否指標

(1) 圧延サイズの順番入替

圧延スケジュールに於ける圧延サイズの順番入れ替えを行い、圧延所要時間を調整する。

(2) 圧延トン数の集約

棒鋼工場では同圧延サイズを複数回に分けて圧延しており、同圧延サイズの圧延機会を集約し、圧延時間を調整する。

(3) ロール孔型の連続使用検討

次回圧延サイズの製品許容寸法公差から、前圧延サイズと同一のロール孔型の連続使用可否を判断し、不要なロール組替を削減する。(図6)

ロール孔型の連続使用条件としては、面間調整基準および製品許容寸法公差を満たすことが大前提であるが、中には公差を満たしていても形状不良になる製品もあり、品質の確性試験を日本製鉄株式会社で実施し、品質に影響なしとされたものだけに、連続使用指示を出している。

4. フリーサイズ圧延適応拡大

棒鋼工場に於いて、ロールの組替えの頻度を減少させる取り組みの一環として、フリーサイズ圧延適応範囲の見直要求があり、フリーサイズ化する圧延サイズについて相談を受けた。

▶4.1 フリーサイズ圧延

フリーサイズとは、製品と同径のロール孔型を持たないが、異なるサイズのロール孔型を面間調整により製品寸法公差を確保し、連続して圧延を行うこと（集約）が標準化されている圧延サイズである。

▶4.2 RSBロール面間調整条件の緩和

ロールの面間調整には2つの方法があり、製品の圧延サイズや

ロールの摩耗を考慮し、日本製鉄圧延Grで調整を行っている。(図7)

(1) 圧上条件

ロール面間距離を離し、ロール孔型径よりも大きいサイズを圧延する条件である。

(2) 圧下条件

ロール面間距離を近づけ、ロール孔型径よりも小さいサイズを圧延する条件である。

圧延サイズによって違いはあるものの、基本的にフリーサイズ圧延は圧上条件で行われているものが殆どとなっている。これは過去に圧下条件下で形状不良が発生した経緯からである。

しかし今回提案を受けたRSB面間調整基準の拡大では、これまで避けられていた圧下条件でのフリーサイズ圧延についても許容する方向となっており、組替え回数の減少（同一ロールでの連続圧延）が期待される。

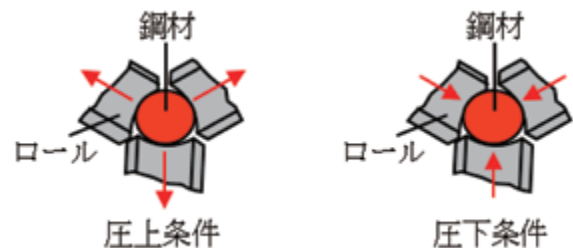


図7: ロール面間調整条件

▶4.3 圧下条件に於けるRSB K4フリーサイズ化の提案

当社のロール管理係では日々の調整業務を通じて、RSB K4に於けるロール組替え待ちの発生しやすい圧延サイズを把握しており、基準の緩和が検討されている圧下条件下で効果の大きい圧延サイズについてフリーサイズ化を棒鋼工場へ提案した。

提案した圧延サイズ数はRSB約80種類のうちの15種類で、これまではロール孔型の連続使用可否を都度調整していた圧延サイズである。

▶4.4 圧下条件に於けるRSB K4フリーサイズ試験および結果

ロール管理提案の15種圧延サイズを含む、RSBフリーサイズ圧延適応拡大の可否の判断のため棒鋼工場が試験圧延を実施した。

結果としてロール管理提案の15種の圧延サイズに異常は認められず、全てプロパー化されることになった。参考例を図8に示す。

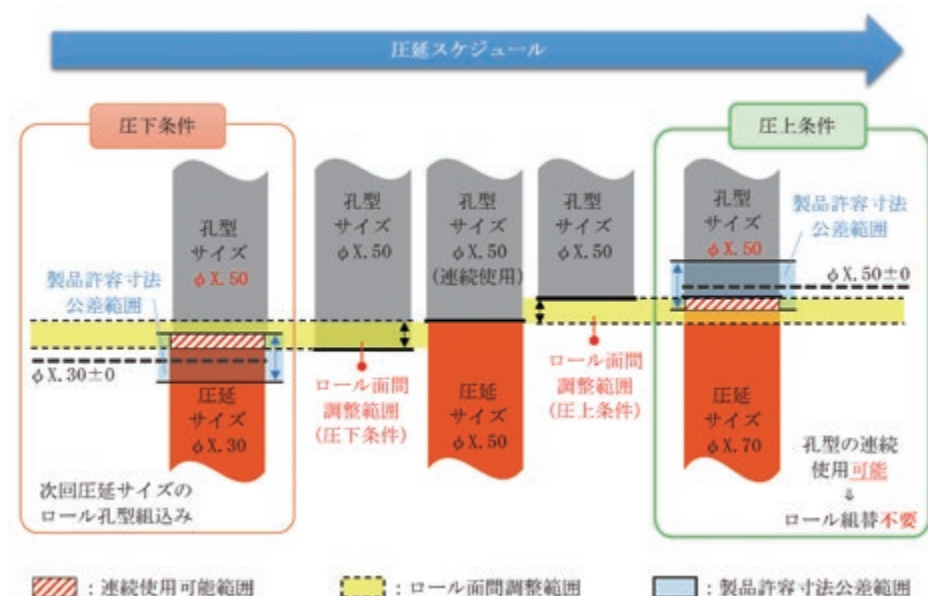


図8: フリーサイズ適応拡大後のロール孔型運用例

孔型サイズφX.50を基準として、圧下条件によりロール孔径よりも径小の鋼材を、圧上条件によりロール孔型よりも径大の鋼材を同一のロール孔型で連続して圧延することができるようになった。

5. 効果

RSBフリーサイズ圧延の適応拡大により得られた各効果を紹介する。効果の算出は、同一の圧延スケジュールに於いて、適応拡大後の実績と、未実施時のシミュレーション値との差とする。

【評価期間: 2020年5月～2021年3月迄】

▶5.1 RSBロール組替え台数

ロールの組替え台数は 平均15% の削減効果があった。

▶5.2 ロール組替え待ち

ロール組替え台数の削減に伴って、ロールの組替え待ちは平均45%の待ち時間削減効果があった。(図9)

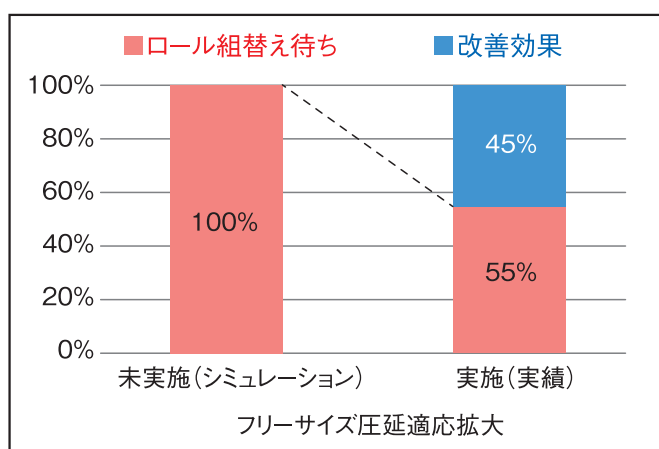


図9: ロール組替え待ち時間の割合変化

▶5.3 工場エネルギー

ロール組替え待ち削減により、当該待ち時間の電気および加熱燃料の工場コストは 平均41% の削減効果があった。

▶5.4 突発弾力性

ロールの組替え台数の減少に伴うロール組替え時間の削減により、圧延スケジュールの裕度が向上し、加熱炉修理前の逼迫した圧延スケジュールや、ロール組替え台数の増加を伴う他製鉄所の応援材の圧延も、ロール組替え待ちをほとんど発生させることなく柔軟に対応することができている。

▶5.5 製品品質

ロール材質は主に普通硬ロールと超硬ロールがある。普通硬ロールは超硬ロールに対して購入金額が30%程度と安価であるが、摩耗が早く、

ロール疵発生の懸念からロール孔型あたりの圧延量は超硬ロールの25%程度と大きく劣る。

これまでの圧上条件下のみにおける圧延では、フリーサイズ適応外のサイズに専用ロール(孔型)が必要であり、単一サイズの圧延で圧延量が少ないことから、安価な普通硬ロール製が採用されることが多い。^{※2}

※2 フリーサイズ圧延では、連続して同一のロール孔型で圧延を行い、次回ロール組替えまでの孔型あたりの圧延量が増加するため、超硬ロール製が採用されることが多い。

今回の圧下条件を含むフリーサイズ圧延適応拡大により、一部の専用の普通硬ロールが超硬ロールの孔型に集約されたことで、専用の普通硬ロールの購入費削減に加え、ロール疵発生リスクが低く、品質の高い圧延を行えるようになった。

6. 今後の取り組み

フリーサイズ圧延の適応範囲拡大するためにRSBロール孔型設計の見直しを行い、更なるロール組替え台数の削減と、それに伴うRSBロール組替え待ちの削減を図る。

7. おわりに

本件は日本製鉄株式会社殿と一体となって取り組みを行い、大きな成果が得られたことから、より強い信頼関係の構築に繋がったので、今後も良きパートナーとして努めていきたい。

圧延に於いて、ロール管理業務は品質、生産能率に直結する大変重要な業務であり、それを任されている意味を良く理解し、より良い製品造りに貢献するよう努めて参ります。

お問い合わせ先

生産事業部 室蘭ロール整備課

TEL 0143-44-7740