

RSB設備改善による安定操業に向けた取り組み

Improvement of RSB Facilities to Achieve Stable Operations



市川 貴仁
Takahito Ichikawa
生産事業部
室蘭ロール整備課



寺嶋 静
Shizuka Terashima
生産事業部
室蘭ロール整備課



平塚 昭儀
Akinori Hiratsuka
生産事業部
室蘭ロール整備課

当社と関係の深い日本製鉄株式会社殿の生産性向上対策が進み、更なるライン稼働率向上と生産性向上が重要視されるなかで、当社ではロール、チョック（軸受け）、ガイド、スタンドの整備を請け負う職場として主管工場と共に問題解決に取り組んできた。

本件では、長期間の運用を継続する室蘭製鉄所棒鋼圧延ラインの最終圧延工程で使用される RSB 設備を対象にソフト対策及びハード対策を実施し、設備の健全化を図った。

その結果、摩耗管理による品質向上に加えて新規発想による部品作り替えの効果によりトラブル防止を達成した。

Nippon Steel Corporation, with whom we have a close relationship, has been taking measures to improve productivity, and while further improvement of line utilization rate and productivity becomes more and more important, we, as a workplace that undertakes maintenance on rolls, chocks (bearings), guides, and stands, have been working together with our customers who own and maintain the equipment to solve the problem.

In this case, soft and hard measures were taken to improve the overall health of the RSB equipment used in the final rolling process of the bar rolling line at the Muroran Works, which has been in operation for a long time and has a proven track record.

As a result, in addition to quality improvement through wear control, we achieved trouble prevention by remaking parts based on new ideas.

1. はじめに

当事業部室蘭ロール整備課では、日本製鉄株式会社殿の圧延ラインで使用される圧延設備の点検整備や圧延ローラーの旋削、クレーン運転等の業務を請け負っている。

製品に直接触れる設備を扱うため、検査見逃しや整備不良は大量品質欠陥や設備トラブルを引き起こし、大規模減産に直結する為、ロール整備の業務は重要な役割を担っている。



図1：現場作業風景

その中で棒鋼工場の仕上圧延工程で使用されるRSB設備は、1999年に立ち上がって以来、圧延トン数を基準に整備間隔を決定する分解整備で対応していた。しかしながら直近では、設備の長期運用の影響による摩耗や、厳格材（と呼称される通常の製品と比べて寸法公差が厳しい製品）の圧延量が増えはじめています。そのためこれまでの管理および整備では、高品質な製品の安定生産を目指すお客様の要求を満たすことが困難に成りつつあった。そこで品質と操業に影響を与えるポイントに注目し、ソフト・ハード両面から設備の健全化に取り組み成果を上げた内容を報告する。

▶1.1 RSB設備について

RSBとは3ロール圧延装置であり、面間調整機能によって1つのロールでの複数サイズ圧延ができることが特徴である。これにより従来の2ロール仕上に比べて、組替の時間を省略して複数種サイズの圧延が可能となった。

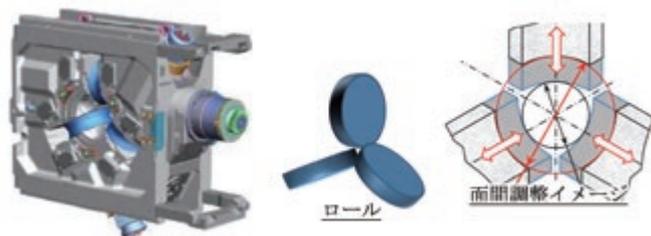


図2：RSBスタンド外観

1.1.1 RSBスタンドとは

RSBスタンドは1セット4台で運用され、製品サイズに合わせてロールと入側・出側ガイドの組替作業を当社にて請け負っている。

圧延ラインに設置される際は、レールに乗った状態に対して圧延ライン設備から伸びてきた爪で引っ張られる。これはエンドストッパーに接触するまで続き、その後上下6カ所のスタンドクランプによって固定され、圧延ライン上に設置完了となる。

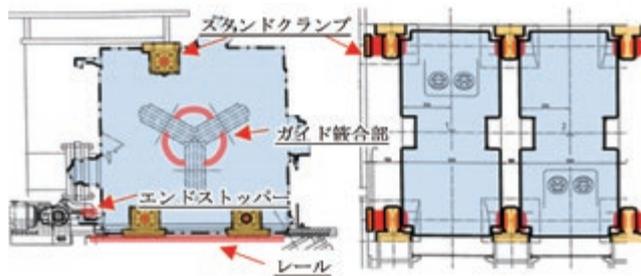


図3：スタンド接触要素

スタンド毎に圧延機能の役割が決まっており、K1、2が減面優先（組替頻度低）、K3、4が形状優先（組替頻度高）で設定されている。

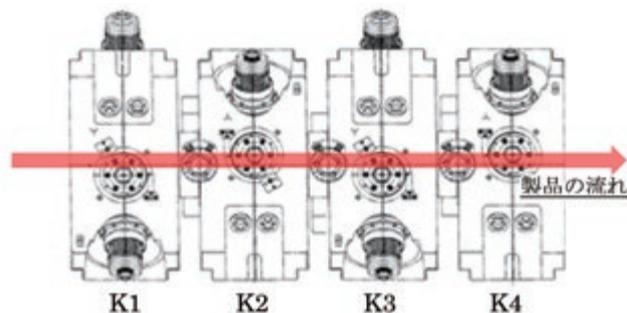


図4：スタンド毎の役割

1.1.2 RSBガイドとは

RSB入側と出側に取り付けられるガイドは、製品圧延時に通材を安定させる目的で使用されている。入側ガイドは、エントリーとガイドローラーで製品をロールに案内し、出側ガイドはフンドで次のスタンドへ製品を案内する（図5）。製品が細くなるほど通材速度が上昇する為、ガイドによる補助が不可欠である。

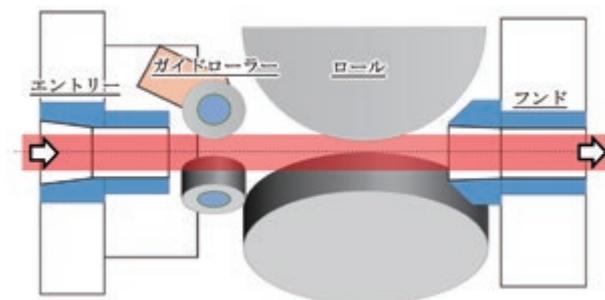


図5：ガイドセット時の位置関係（側面図）



図6：RSB 入側ガイド

図7：RSB 出側ガイド



2. 現状と問題点

▶2.1 エントリー&フンドの摩耗管理

エントリーとフンドは円筒内を製品が通過する為、円筒内の摩耗量が品質を左右する。偏摩耗により製品がスムーズに通過しないと製品が蛇行し形状不良や疵が入る恐れがあった。これまでは使用基準が無く目視点検で偏摩耗やヒビなどの異常を発見し、合否判定を行っていた。しかしながら、この方法では作業員毎の感覚による差で異常を見逃す恐れがあるため見直しが必要と判断した。

▶2.2 RSBスタンドの摩耗管理

RSBスタンドは、圧延ラインに設置時に接触する箇所とガイド部との摩耗量が品質を左右する。接触部の摩耗で本来あるべき位置からスタンド位置がずれた場合や接触部の摩耗でガイドが傾くと製品の通過ルートがずれ、製品が蛇行し、ロールに強接触しロール割損といった操業トラブルに繋がる(図8、9)。2.1と同様に基準が無く目視および触診で肉盛り補修タイミングを判断していた。

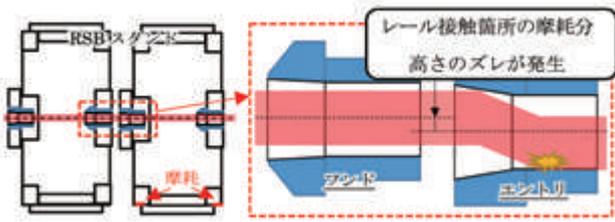


図8: レール接触部摩耗による製品の蛇行イメージ

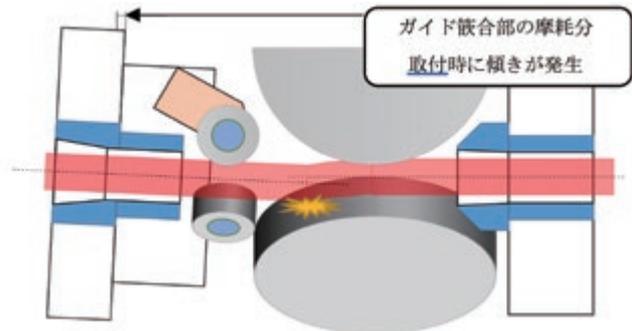


図9: ガイド部摩耗による製品の蛇行イメージ

▶2.3 RSBスタンド摩耗修理対応

スタンドは高価な設備なため、修理して再利用しており、摩耗修理は当社の課内作業員にて実施している。修理期間はスタンド台数が減るため、全台数使用で計画されている圧延スケジュールでは、スタンドの準備が間に合わず組替待ちを発生させる恐れがある。そのため修理に入るには計画休止が多いタイミングか、特別に工場の工程計画に依頼しての圧延スケジュール調整が必要となる。

▶2.4 RSBK2ガイドローラーの不具合事象

ガイドローラーのベアリング(以降、Brg)は、組替都度に交換が行われているが、圧延中に発生する保持器の変形といった不具合事象が問題となっている。



図10: ガイドローラー



図11: 使用Brg

この症状は、RSB立ち上げ時から不定期に確認されており、給脂圧力の変更やBrg再利用禁止とするなどの対策をお客様と協力して取り組んでいる。

この症状が発生した場合、ガイドローラーに異常が無いか点検する頻度が増え、ライン休止時間増につながっている事から、改めて取り上げ見直し実施とした。

3. 目標(あるべき姿)

▶3.1 ガイドエントリー&フンド

- 点検基準を定め、適切なタイミングで設備の補修が行える管理体制を構築する。

▶3.2 RSBスタンド

- 点検基準を定め、適切なタイミングで設備補修を実施可能にする。
- 短期間で摩耗修理できる方法を導入する。

▶3.3 ガイドローラー

- Brg不具合発生原因特定及び発生抑制を図る。

4. 取り組み内容

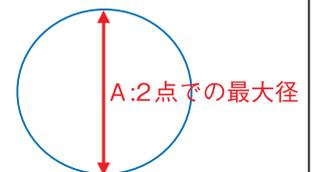
個別に問題に取り組んだ結果を報告する。

▶4.1 エントリー&フンドに対する取り組み内容

各エントリー及びフンドを全数測定し、新しく用意した摩耗調査表測定結果を一覧にまとめた。お客様との協議の結果、管理基準を設定して半年に1回測定することを取り決めた。摩耗調査表には図面寸法と摩耗基準を設けることで、測定の時点で新品からどれだけ摩耗したかが定量的に示されるようになった。

表1: エントリー摩耗調査表(抜粋)

RSB エントリー 摩耗調査					
摩耗測定周期: 1回/HY					
摩耗基準: X.00mm					
摩耗測定箇所: 右図					
			2021年4月		
名番	使用STD	新品径mm	No.1	No.2	No.3
Z-4	(K2~K4)	XX.0	XX.00	XX.50	XX.25
			0.00	-0.50	-0.25
Z-5	(K3~K4)	YY.0	YY.40	YY.00	YY.05
			-0.40	0.00	-0.05



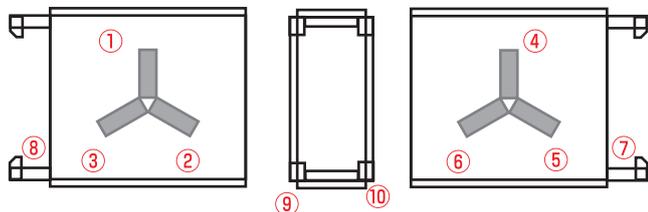
▶4.2 スタンドに対する取り組み内容

4.2.1 RSBスタンド摩耗管理

エントリー&フンドと同様に摩耗調査表を作成し、スタンド全数の測定を行い、部位ごとに摩耗基準を設けた。

表を元に摩耗量が大きいスタンドの修理優先度を高く設定することで、トラブル発生前に予防保全が可能となった。

表2: スタンド摩耗調査表 (抜粋)



STD No.	使用 STD 位置	スタンドクランプ 接触部		エンドストッパー 接触部		レール接触部	
		①～⑥		⑦	⑧	⑨	⑩
1	K2	X.6	X.2	X.2	X.0	D XX.1 W XX.7	D XX.1 W XX.1
2	K4	X.0	X.3	X.0	X.0	D XX.5 W XX.5	D XX.5 W XX.6

スタンドクランプ接触部: X.5mm 以下
 エンドストッパー接触部: X.5mm 以下
 レール接触部: X.0mm 以下(両端2箇所を測定)

4.2.2 摩耗修理方法

現場で主流の肉盛り補修では、溶接肉盛⇒グラインダー手入を繰り返して摩耗した面を再生しているが、要求される技能レベルの高さから補修には限界があり、かつ火気使用に伴う残火確認など手間が掛かっている。

そこで摩耗箇所の部材を取り外し可能なライナーに置き換える方法をお客様に提案した。

実施箇所は、最も修理面積が広く手入れが困難なレール接触部を選択した。スケッチ作成後、ライナー取付箇所の加工とライナーの作成を実施した。結果、摩耗箇所のライナー化が実現し、修理作業はライナー交換と高さ調整だけに簡素化された。

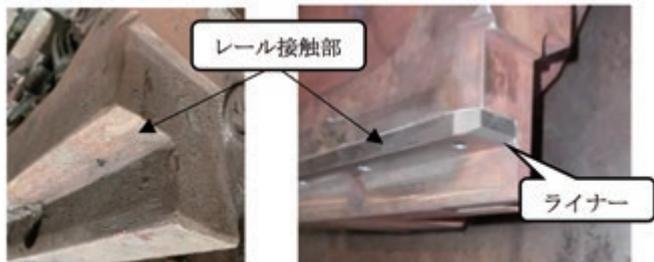


図12: 加工前後比較 (RSBスタンドレール接触部)

次にレール接触部と同様に手入れが困難なガイド嵌合部の加工とライナー作成を実施し、ライナー化によって修理作業が簡素化された。



図13: 加工前後比較 (RSBスタンドガイド嵌合部)

▶4.3 ガイドローラーに対する取り組み内容

4.3.1 不具合発生原因調査

不具合発生時と発生箇所を調査した所、発生時は特定サイズを圧延しているタイミングが多いことが分かった。また発生箇所はK2で使用されたガイドローラー内のBrgで発見される頻度が高い事が分かった。

原因を検討した所、K1、K2は減面優先の為、品質重視のK3、K4スタンドに比べ、圧延サイズに合わせた組替が少なく、K1に比べ、K2～4はロール径とBrgのサイズが小さい事が挙げられた。

使用トン数とガイドローラー回転速度の関係は、図14の通りとなった。K2は他と比べて使用トン数が多く、かつ回転速度が速い為、現在の仕様ではBrgが環境に耐えられず、不具合が発生していると予想された。

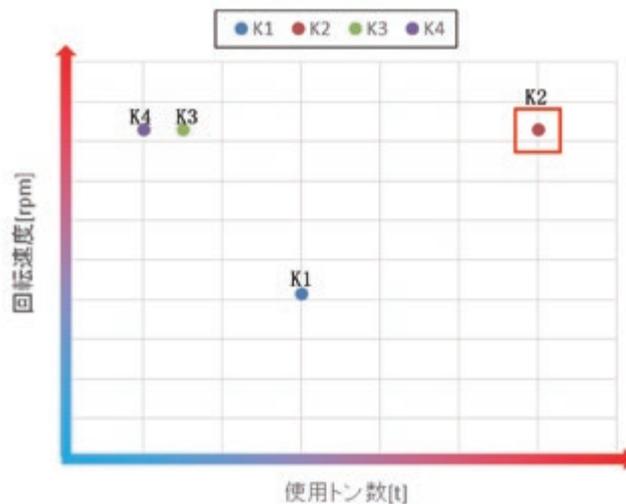


図14: 使用トン数と回転速度の関係

次に実際に圧延後のBrg隙から耐久性を調査した。

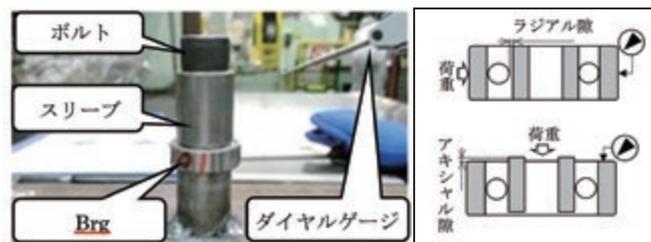


図15: Brg測定環境

図16: Brg計測箇所

隙測定結果から基準圧延トン数未滿で既にアキシャル方向に新品隙に比べ122%の増加が見られ、想定通り耐久不足でコロ接触面減少が低寿命化を招いている見解を得た。

表3：隙測定結果

サンプル1

ベアリング	使用サイズ	使用t数	Brg箇所		すきま増加率	
					ラジアル	アキシャル
	φXX.0 s	XX0t	DS	①	33%	6%
				②	33%	22%
			WS	③	67%	78%
				④	67%	89%
			水平	⑤	67%	67%
				⑥	67%	122%

最後に高速回転下では、適切な油膜が貼れることが重要であるため給脂について調査を行った。

その中でガイドローラーを固定するローラーピンの懸念点が挙げられた。潤滑油がローラー内のBrgに給脂されるまでには、ホルダーからローラーピンまで内部油道を通す必要がある。しかしローラーピンはどの向きにも取付可能で、組み方次第ではBrgへの給脂ルートが妨げられることになる。

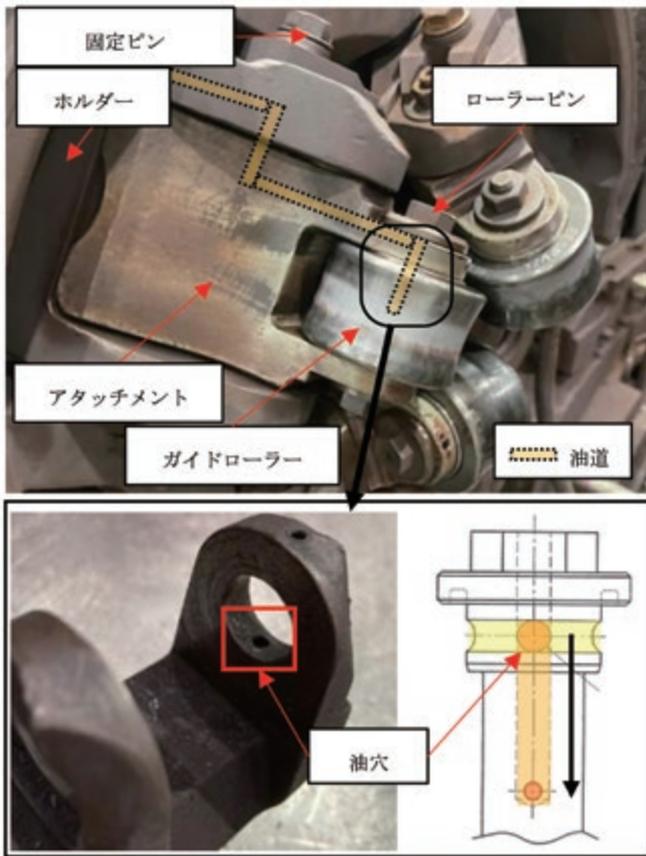


図17：Brgへの給脂ルート

4.3.2 ガイドローラーピン新規製作

油穴のセット位置のバラつきで、給脂のスムーズさが変わると考え、常にピンの油穴がアタッチメントの油穴と向き合わせの位置になるようにピン頭に切り込みを設けた。加えてアタッチメント側も土手を設ける事で切り込み側しか刺さらない仕様となった。これにより、常に油穴が向き合い、組み方によるバラつきが無くなり給油量が安定するようになった。



図18：新規ローラーピン及びアタッチメント

4.3.3 Brg再選定

隙測定結果を受け、以下の条件でBrg再選定を行った。

- 1 アキシャル方向の負荷に強い
- 2 複数使用する為、市販品で既存Brgに近いサイズ
- 3 圧延時の回転速度を許容

円錐コロタイプが候補に挙がったが既存のBrgよりもサイズが大きくなり、そのままでは使用できないため、セット出来るように改造をメーカーへ依頼した。

	Brgタイプ	サイズ	基本動定格荷重[kN]	基本静定格荷重[kN]	許容回転速度油潤滑[rpm]
既	玉コロ	外径φX2 軸径φY2 幅Z0.00	X.1	X.75	XX000
新	円錐コロ	外径φX5 軸径φY5 幅Z1.75	XX.8	XX.5	XX000



図19：既存・新規Brg比較

検討の結果、円錐コロタイプをローラーに組み込むことは可能と分かったが、そのままではローラーの有効径（ローラー外径を削って再使用出来る厚み）が既存品よりも少なくなり、購入頻度が増えることでコスト増が見込まれる。そこでローラーのサイズアップをメーカーへ依頼した。

4.3.4 ローラー径大化

検討の結果、アタッチメントの肉厚を薄く変更し、ローラー径大化に対応した。

これにより選定した円錐コロタイプの取付が可能となった。

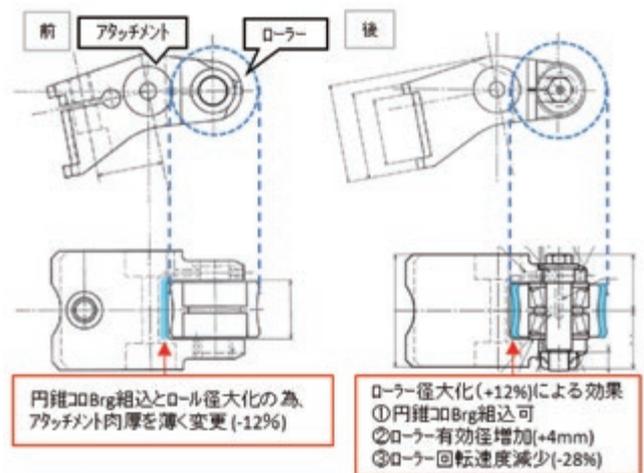


図20：アタッチメント、ローラー比較

また付帯効果としてローラー単価は高くなったが有効径が増えた事で有効径1mm当たりの費用削減となった(図21)。

表4：有効径の変化

ローラー	有効径 [mm]
既存ローラー	X
新規ローラー	X+4

有効径:+4mm

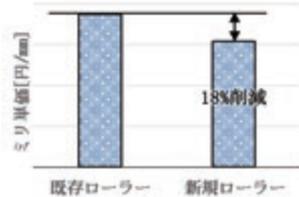


図21：費用削減効果

さらに径大化が実現したことでローラーの回転速度が28%減少し、K2の負荷軽減を実現した。

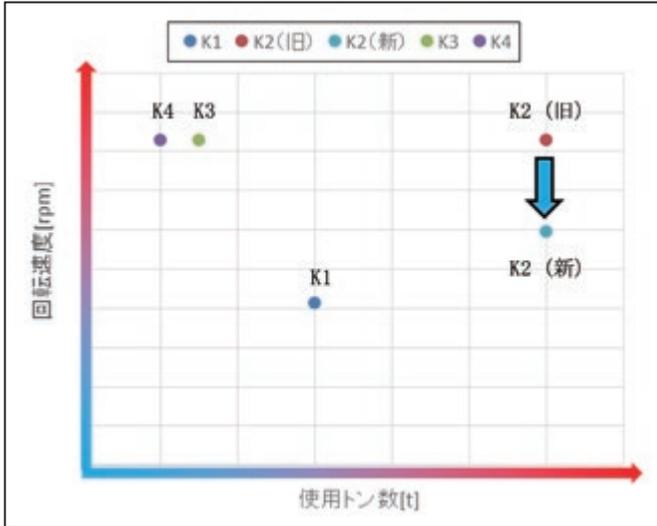


図22：径大化後の回転速度

5. 効果確認

- ① エントリー&ファンド及びスタンドに対する取り組み効果として摩耗調査表から、次回整備対象の予測が立ち、計画的な整備が可能となった。
- ② ライナー化による効果として修理作業がライナー交換と高さ調整に簡略化され、修理期間が短縮されたことで操業に影響を及ぼすリスク低減に繋がった。
品質面では、圧延ラインの様々な要因が製品に影響を与える為、一般的な評価として「以前に比べて製品が仕上がりやすくなった」という声がお客様の現場から挙がっており、品質向上に貢献することが出来た。
- ③ ガイドローラーに対する取り組み効果としてBrg、ガイドローラー、ピン、アタッチメント一新後、半年間継続してK2ガイドローラーでの不具合発生0件を達成した。

それにより、点検頻度（点検基準・圧延トン数）が見直されたことでライン点検時間は、2020年度平均に比べ87.8%削減された。

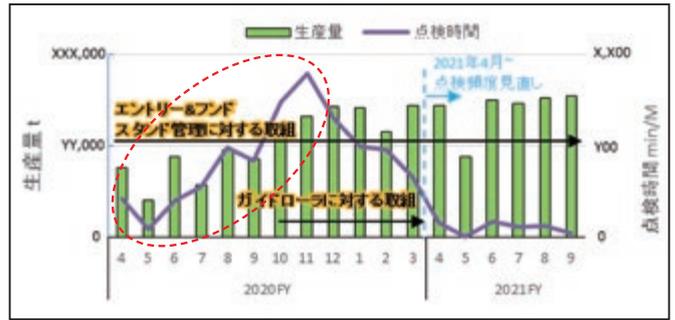


図23：点検時間の推移
(赤枠：2020年5月から生産量増加に比例し、点検時間増加)

6. おわりに

本活動では、日本製鉄株式会社殿と一体となって取り組み、目標であった

- ① フンド&エントリー及びRSBスタンド点検基準を定め、適切なタイミングで設備の補修が行える管理体制を構築
⇒ 摩耗管理表を作成し、管理基準を設けて定量的な管理体制を構築
- ② RSBスタンド摩耗箇所の短期間での修理方法 ⇒ ライナー化で修理作業の簡素化
- ③ ガイドローラーBrg不具合発生原因特定及び発生抑制
⇒ 半年間継続して不具合発生0件

以上3点を達成し、ソフト・ハード両面から設備の健全化を進め、従来以上に整備が行き届いたRSB設備を日本製鉄株式会社殿へ供給することが可能となった。今後は、RSBスタンドのエンドSTOPパーのライナー化およびK3、K4ガイドローラーの円錐コロ化を進め、更なる品質向上と安定操業への貢献に努めていきたいと考える。

最後に、本件においてご指導頂いた生産事業部の関係者の方々に深く感謝申し上げます。

お問い合わせ先

生産事業部 室蘭ロール整備課

TEL 0143-44-7740