

ステンレス形鋼圧延生産能力増強と IoT 基盤構築

佐川 剛史* 太田 竜輔* 前田 貴雄* 及川 源太*

1. はじめに

当社創業の地である刈谷工場で国内初の熱間圧延ステンレスアングルを生産して以来、多種多様な鋼種・形状・寸法レパートリーの充実化により、当社のステンレス形鋼の国内シェアは70%以上を占めている。

一方、高度経済成長期に集中的に整備された道路・橋梁・ダム・水門・水道・公共施設などは続々と維持更新のタイミングを迎え、いわゆるインフラクライシスが目前に迫っている。

この問題を解決する素材として耐久性に優れるステンレス鋼のニーズは一層高まっており、良品廉価な鋼材を供給し続け、安全・安心なサステナブル社会の実現に貢献していく事は当社のミッションである。そこで今回、知多1棒鋼王延工場の増強工事を実施した。

本報では、その内容について紹介する。

2. 取組みの背景

当社は2030年ビジョンに基づく成長戦略として、インフラ更新等によるステンレス鋼材の需要増に備え、製鋼、圧延、精整の順で生産能力増強をステップ展開(図1)し進めている。本取組みはステップ2となる圧延工程の能力増である。

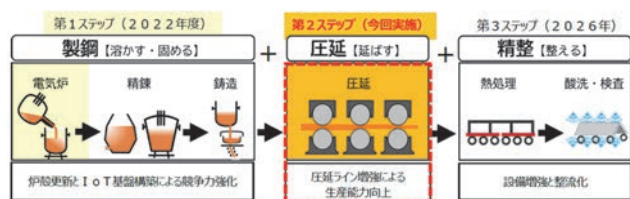


図1 ステンレス鋼の製造プロセス改革ステップ展開

当社のステンレス形鋼は、知多1棒鋼王延工場(以下、知多1棒鋼工場)と刈谷第1形鋼王延工場(以下、刈谷1形工場)にて圧延しており、圧延サイズにより棲み分けして、知多1棒鋼工場では小形サイズ、刈谷1形工場では中形サイズとなっている。これら2つの形鋼王延工場にて2030年ビジョンの計画生産量に対応するには、刈谷1形工場が生産能力不足となることが課題であった。そこで知多1棒鋼工場に刈谷1形工場で生産していた等辺アングル、フラット

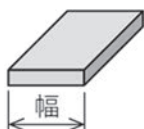
バーの一部サイズ(表1)を生産移管し、生産負荷の最適配分により生産能力向上を実現した。

一方、知多1棒鋼工場はオペレーターの経験値に依存する作業が多数存在していた。今後、熟練者の定年退職による技術継承問題の解決、多様化する人材活用のためには、経験値に依存する作業からの脱却が必要であった。そこで、生産可能寸法拡大工事をトリガーとして、IoTを活用したつくりの可視化・最適化を実現するモノづくり改革にも取り組むこととした。

上記背景より、以下2点について報告する。

- 1) 知多1棒鋼工場生産可能寸法拡大
- 2) IoT基盤構築によるモノづくり改革

表1 知多1棒鋼工場ステンレス形鋼生産可能寸法

形状	取組み前	取組み後
等辺アングル 	最大辺長さ 50mm	最大辺長さ 65mm
フラットバー 	最大幅長さ 80mm	最大幅長さ 100mm

3. 仕様・コンセプト

3. 1 知多1棒鋼工場生産可能寸法拡大

今回の増強工事によりフラットバーは最大幅が80mm→100mm、等辺アングルは最大辺長さが50mm→65mmに寸法拡大することができた。

事前検討においては、有限要素法解析を用いて各圧延機の加工形状や圧延機への負荷を検討し、狙いとする寸法拡大に必要な設備増強範囲を絞り込んだ。従来よりも寸法の大きな製品を圧延するためには母材の大型化、加工荷重の増加、加工回数の増加などが必要となる。生産可能寸法拡大のために今回導入、改造した設備について以下に示す。

3. 1. 1 母材大型化

図2にレイアウトを示す知多1棒鋼工場では、従来材と比較し大断面の製品を圧延するために仕上列に供給する母材も大きくする必要がある。従来はR3圧延機まで用いた往復圧延で64角母材を作っていたが、R3圧延機を省略することで82角母材を仕上列へと供給することができる。

そこでR3圧延機を省略する制御改造及び従来よりも大きい母材をS列へと送るための搬送改造を実施し、仕上列母材の大型化を実施した。

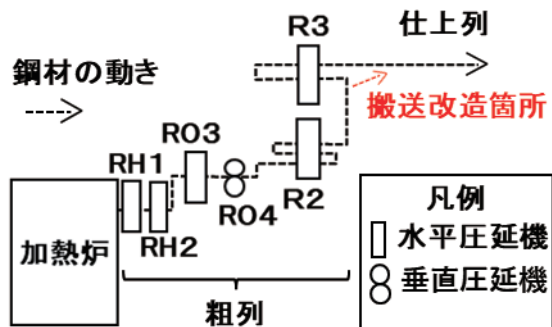


図2 知多1棒鋼工場レイアウト(加熱炉～粗列)

3. 1. 2 設備更新、増設による加工能力向上

仕上列で従来材と比較し大断面の製品を圧延するにあたり、加工能力が課題となる。

まず82角母材へサイズアップすることにより先端非定常部を切断しているHシャワーの切断能力が不足するため、増更新を行った(図3)。更新に際し、既設ライン改造のためスペース制約により動力を電気から油圧へと変更した。



図3 Hシャワー

(左：更新前 右：更新後)

一方、仕上列の加工荷重、加工回数の改造範囲見極めについては、82角母材を用いた辺65mmのアンクル圧延をモデルとして、仕上列の圧延条件を検討した。仕上圧延上流では幅を大きく広げるために加工回数を増やす必要があり、MOH圧延機(図4)の増設を実施した。また、既設F2H圧延機のミルモーター能力不足も課題となり、ミルモーター、減速機的能力アップ更新も実施した。



図4 今回増設したMOH圧延機

その他、冷却床の制御変更含め寸法拡大に必要な改造を実施した。

今回導入、改造した設備のレイアウトを図5に示す。

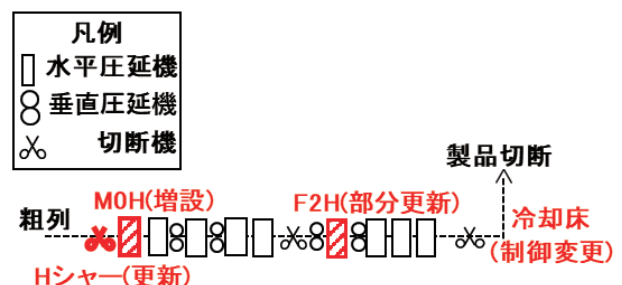


図5 工事後S列レイアウト

3. 2 IoT基盤構築によるモノづくり改革

3. 2. 1 知多1棒鋼工場におけるIoT基盤構築

知多1棒鋼工場が稼働して以降、適宜改造・技術導入を実施しているものの、オペレーターの経験値(暗黙知)に依存する作業が多い事が課題であった。暗黙知作業から脱却し、DXを推進するにあたり、特に加工点に近い設備では制御・計測機器は重要な役割を担う。本取組みにおいては、圧延条件の見える化、工程内検査強化を行うことで暗黙知作業からの脱却を図った。

3. 2. 2 圧延条件見える化 ～中間形状測定機～

知多 1 棒鋼工場は連続圧延ラインとなっている。複数の圧延機が直線状に並べられ、前段の圧延機を鋼材後端が抜けない内に次段の圧延機へと鋼材先端が噛み込んでいくことで高効率な生産が行われる。一方、圧延機間で鋼材が停止しない、鋼材が高温といった制約により、鋼材が各圧延機において狙った寸法へと加工できているか直接測寸することができていなかった。

間接的な測定方法として木片チェックがある。木片を圧延機間の鋼材に押し付けることで鋼材の熱により木片が焼き減り、その焼き減った形状、寸法を確認する方法である。しかしこの木片チェックは、測定精度が低く、オペレーターのスキル、同時に確認できる中間形状に制約があるため、製造サイズ替わりの調整に時間がかかってしまっていた。また圧延ラインの直近に立って作業を行うため、熱材近傍や回転物への接近が生じており、安全上の観点からも頻度を減らしたい作業であった。

今回、圧延機間に 2 次元レーザー変位計を設けることにより鋼材の中間形状を測定、データ処理し、寸法として表示する装置を導入した(図6)。

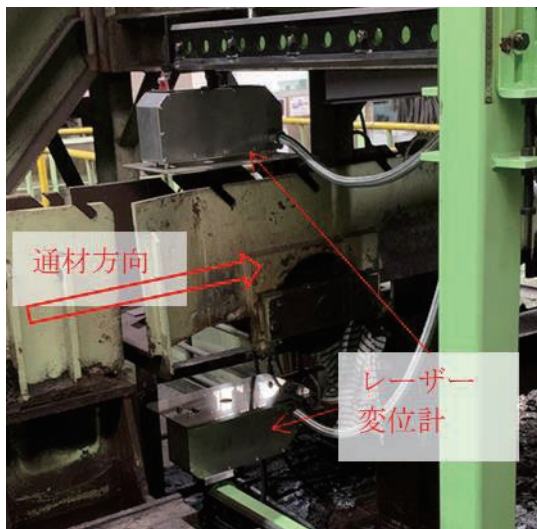


図6 形状測定機外観

これによって圧延ライン内 5 箇所の寸法が自動で測定されるため、熱材近傍作業の低減、製造サイズ替わりの調整時間短縮に貢献している(図7)。

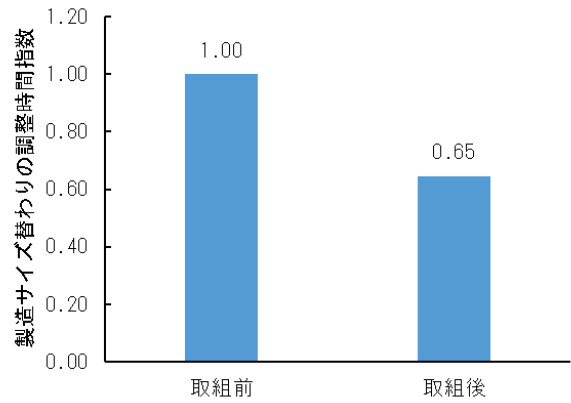


図7 形状測定機導入効果

3. 2. 3 工程内検査強化 ～熱間きず検出装置～

知多 1 棒鋼工場で圧延された鋼材は当社刈谷工場へと運搬された後、精整工程である熱処理、矯正、酸洗工程を流動後、出荷前検査を経て出荷される。圧延から出荷前検査までのリードタイムとして約 1 カ月かかってしまうため、圧延の工程内検査で見つからなかった品質不良が検査で発見されフィードバックされるのも 1 カ月後となり、発生要因の調査をしたくとも情報が限られ、対策がオペレーターの経験や記憶に傾倒した内容になりがちとなる。そこで本取組みにおいて IoT 基盤構築として測定器、センサを導入し、鋼材温度や冷却水流量といった操業条件のデータ収集及びトレーサビリティの強化を図り、更に品質不良発生時にタイムリーな発生要因調査が行えるよう工程内検査の強化にも取り組んだ。

ステンレス形鋼における圧延起因の品質不良で最も発生率の高い不具合は、表面きずである。表面きずの工程内検査は、従来から圧延材の一部を採取したショートピースサンプルで行われているため、表面きずが大量発生している場合であっても工程内検査をすり抜けて出荷前検査で見つかり、品質歩留まり低下、手直し費用増につながるが多かった。

今回ステンレス形鋼の熱間きず検出装置を開発、導入することで、全数の圧延材における全長検査、大量きず発生時の早期フィードバックを目指した。光学カメラで撮影した画像を画像処理して表面きず有無を判定、表面きず有の判定頻度が一定値を超えるとオペレーターへ知らせるシステムを導入し、表面きず有の画像データを記録として残すことでトレーサビリティ強化を図った。

図8に今回導入した熱間きず検出装置の検出例を示す。

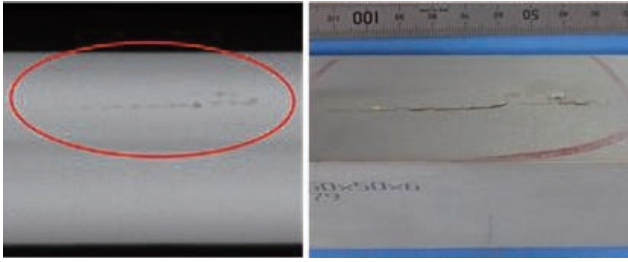


図8 検出した表面きず

(左：熱間きず検出画像データ 右：酸洗後きず外観)

4. まとめ

知多1 棒鋼工場生産可能寸法拡大工事では、従来材と比較し大断面の製品を圧延するために粗列搬送改造、MOH 圧延機増設、H シヤー油圧化更新などを行った。

また、併せて実施した IoT 基盤構築により、製造条件のトレーサビリティ改善、工程内検査の強化が行われた。

5. おわりに

今回の取組みで得られた技術や知見を、今後計画されている設備の更新・補修案件に活用し、良品廉価なステンレス鋼の安定供給に貢献していく。

また今回構築した IoT 基盤を活用して、更なるモノづくり改革を実行していく。