



# H形鋼

## 全長加工作業の負荷軽減と作業の簡易化

### H-Beam

### Full-Length Processing: Reducing Workload and Simplifying Operations

生産事業部君津生産部大形課では、日本製鉄 東日本製鉄所君津大形工場殿の圧延工程におけるスタンド整備からロール旋削作業、また圧延後の製品精整作業を請け負っていた。

本件では、精整工程における作業難易度が最も高い大形工場圧延材・H形鋼の全長加工作業に着目し、自動化や治具を検討することで作業方法の改善を図った。

その結果、作業効率、安全性、品質の向上だけでなく、課題となっていた作業習熟難易度の低減を達成した。

Shape Department, Kimitsu Production Division, Production Division is responsible for tasks ranging from stand maintenance to roll turning and product finishing after rolling in the rolling process at NIPPON STEEL's East Nippon Works Kimitsu Large Section Mill.

In this project, we focused on the full-length processing operation for large mill-rolled products and H-beams, which present the most work difficulty in the finishing process. By examining automation and jigs, we aimed to improve the work method.

As a result, we not only improved work efficiency, safety, and quality but also reduced the difficulty of mastering the tasks, which had been an issue.



**松垣 比呂**  
MATSUGAKI Hiro  
生産事業部  
君津生産部線材課



**吉田 豊**  
YOSHIDA Yutaka  
生産事業部  
君津生産部



**松原 秀樹**  
MATSUBARA Hideki  
室蘭支店  
安全衛生部  
安全グループ

## 1 はじめに

当事業部君津生産部大形課では、日本製鉄株式会社 東日本製鉄所君津大形工場殿の圧延用ロールの旋削やロール旋削設備の整備・管理、圧延後の製品の精整作業を請け負っていたが、2023年3月に休止となっている。それらの工程ではいずれも厳格な品質管理基準が定められており、異材発生0、品質ミス0を目標に日々の操業にあたっていた。



図1: チョック整備



図2: ロール旋盤



図3: 手入作業

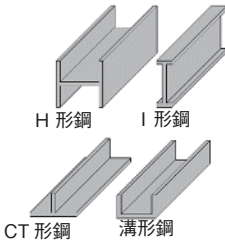


図4: 大形工場の主な圧延製品

その中でも特に製品品質に直結する精整工程では、圧延された仕掛材(1.1項参照)に対して日本製鉄殿の技術標準を厳格に適用し、製品の寸法調整や疵、曲がりを手入れしていた。精整工程では、厳格材(通常の製品と比べて寸法公差が厳しい製品/手入れ必須材)を中心とした処理であったが、精整手入れ量の増加時にはタイトなスケジュールで品質を確保しながらの、納期遵守という厳しい操業状況であった。

そのような環境下で精整手入れ作業の効率化と納期に追われて煩雑になるオペレーターの安全確保が課題であったが、費用を含めなかなか設備改善が進まない状況もあり、効率化の妨げとなっている様々な要因を洗い出し、改善を図る事とした。特に着眼したのが、最も作業負荷が高く、作業難易度も高いH型鋼の全長加工作業(1.1.1参照)であり、作業方法を改善する事により、作業効率を高めると共に安全性の向上、作業方法の平準化を図る事ができた。当時の改善過程を追って説明する。

### 1.1 仕掛材とは

仕掛材とは、圧延時の寸法外れや、搬送中に疵や曲がりが発生した基準から外れた製品の事であり、その種類は100種類程度存在している。検査床にて主管工場オペレーターが疵の判別を実施し、手入れ指示に従い精整職場のオペレーターが矯正機や高周波グラインダーを用いて手入れを行っている。

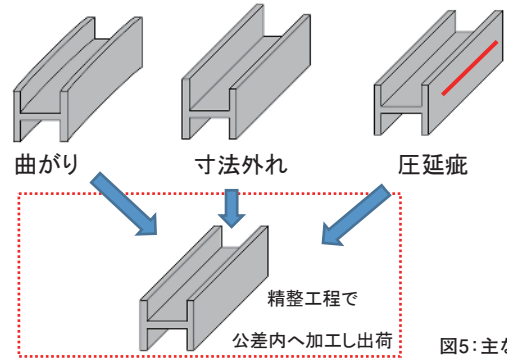


図5: 主な仕掛材

### 1.1.1 全長加工作業

仕掛材の中でも特に時間と労力を要する加工作業は寸法外れを公差内に手入れする全長加工作業であり、仕掛材の3割を占めている。全長加工作業は製品全長の2/3以上の長さを手入れする作業であり、6kgもの重量のある高周波グラインダーを用いての作業は精整職場の中で最も身体的に厳しい作業であり、職場の重要な課題となっている。



図6: 全長加工作業風景

表1: 全長加工作業寸法公差

対象鋼材	H形鋼、I形鋼、CT形鋼
定義	鋼材の全長の2/3以上加工
鋼材長さ	6m~24m
鋼材フランジ厚	5.5mm~16mm
公差 F 幅	基準値 $\pm 2.0$ mm
公差 F 幅波	基準値 $\pm 2.0$ mm
平均削量	1.0mm程度

## 2 当時の状況と課題

### 2.1 全長加工作業習熟者不足

全長加工作業は寸法公差と出来栄の判定が非常に厳しいため、主管工場より技能認定頂いたオペレーターだけが手入れすることを許される。精整職場では総勢13名のオペレーターの内、認定を受けているオペレーターは5名だけであり、突発で発生する全長加工作業の対応による負荷増大が原因で過勤務に大きな偏りが発生している。

表2: 精整職場過勤務平均

2020Fy	作業者												
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
過勤務時間(h)	23	15	39	42	21	19	43	26	45	22	21	45	26
作業認定者			○	○			○		○			○	

### 2.2 作業習熟の長期化

全長加工作業の習熟に掛かる期間はおよそ6ヶ月~12ヶ月であり、OJTを行い主管工場による技術認定を受け、可否の判定を受ける。作業の習熟が難しい理由として、最終工程であるため、加工面の寸法公差と出来栄がシビアなことである。加えて重量が6kgの高周波グラインダーを使用し手入れ作業をするため加工面にムラが出来てしまい、主管工場から

認定をもらえる技能に達するまでかなり時間が掛かってしまう。全長加工作業は毎月発生しており、習熟者が付きっきりになってOJTが行えない事も新規の認定者が増えない要因の一つである。

### 2.3 グライNDERによる切創災害

2020年のグラインダーによる切創災害は社内で不休1件、軽処置5件と多く、早急な作業改善が必須である。

## 3 改善への過程

職場の課題を改善するため、本件に関して過去に取り組んだ事例と結果を以下に示す。

### 3.1 全長加工の効率(半自動)化検討

#### 3.1.1 ベルト研磨機による研削試験

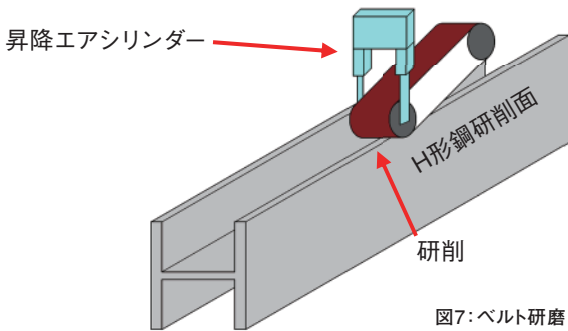


図7: ベルト研磨

汎用ベルト研磨機にて研削試験を実施した結果、研削能力、加工面に問題無く、加工が可能である事が分かった。

しかし初期投資費用が予算額を大きく超える事と、ベルトの摩耗が早くランニングコストが増大することから費用対効果が得られず断念した。

#### 3.1.2 汎用溶接ビード仕上げ用グラインダーによる研削試験

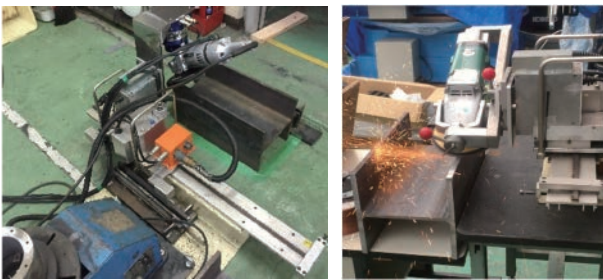


図8: 愛晃エンジニアリング製溶接ビード仕上げ用グラインダー

次に溶接ビード仕上げに使用される既製品グラインダーの装置品にて研削試験を実施したが、加工面の焼き付きが発生した。(焼き付き模様は製品としてNG)

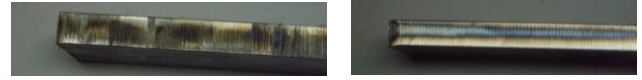


図9: H形鋼フランジ焼き付き

焼き付きを回避するために押付圧力を抑えると研削能力が落ち、作業能率が低下した。そのため研削砥石の材質を冷却効果のあるペーパーディスクに変更し試験を実施した。

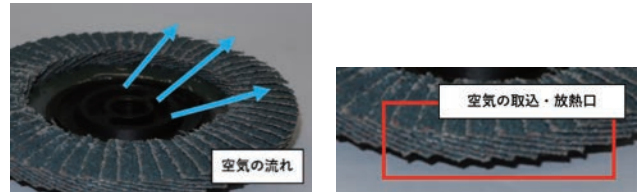


図10: ペーパーディスク

結果として研削能力、加工面共に良好であったが、砥粒の付着したペーパー部の劣化が非常に早く(1m研削で1枚消費)ランニングコストを考慮した結果断念した。

#### 3.1.3 タンデム配列グラインダーによる研削試験

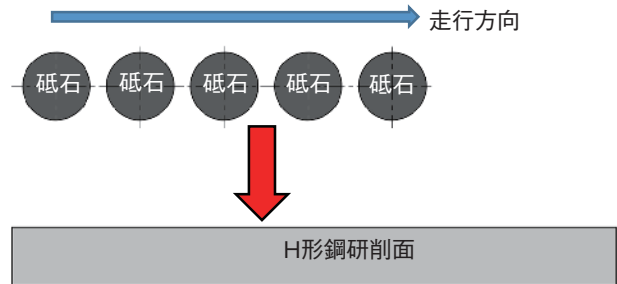


図11: タンデム配列グラインダー

次にタンデム配列グラインダー設備(グラインダー5台配列)を準備し、研削試験を実施した。5台を配列し研削することで1台当たりの研削量を軽減し焼き付き防止を可能としたが、5台に増やしたことで研削時の摩擦熱で鋼材反りが発生し、曲がり箇所当たる砥石への負荷が大きく、砥石が停止してしまった。

※鋼材反りは研削中のみ発生、放熱後は元の形状に戻る

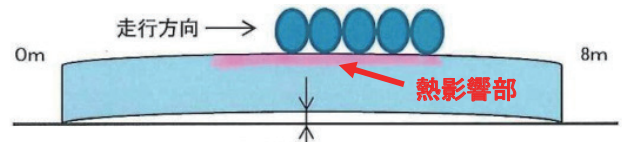


図12: 鋼材反り事例

対策として砥石への加圧を鋼材反りに追従するように変更することで、鋼材の反り上がり時でも砥石への加圧が一定となる設備構成になり、再度試験を実施した結果、研削能力、加工面共に良好であったが、投資費用が大きく、実機化には至らなかった。

## 4 改善取り組み結果

過去の取り組みでは、機械化による人の介入を無くすことが目標であったが、結局改善には至らず課題は残ったままであった。そこで今回は作業負荷の低減に視点を変え、全長加工作業において最も負荷が掛かる要因となっている高周波グラインダーの重量に着目し、改善に取り組んだ。

### 4.1 高周波グラインダー保持機構の検討

高周波グラインダーの重量を保持する機構の検討を行うにあたりオペレーター毎の加工角度を調査した所、どのオペレーターも粗削り・調整・仕上げの3段階で角度を使い分けて加工している事が分かった。この結果より加工角度の調整が可能であることを必須とし、治具を製作し研削試験を実施した。

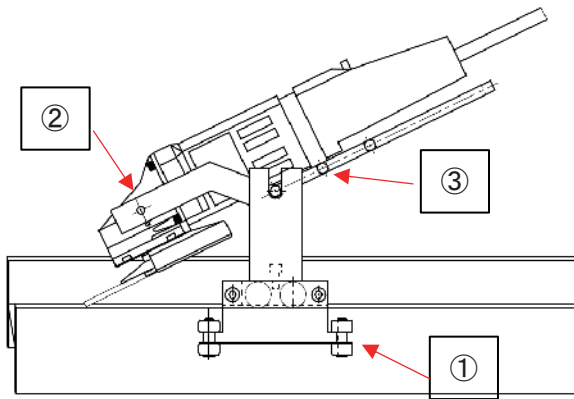


図13:検討図面

#### ① フランジ走行台車

モノレールのようにフランジをローラーで挟み込み走行が出来る台車を製作。君津大形工場で扱っている全てのフランジ厚(5.5mm~16mm)に対応可能。



図14. 正面



図15. 側面

#### ② グラインダー取付用治具

グラインダーの取手部のネジ穴を利用し治具の取付を実施。

#### ③ 角度変更用接続部が3つあり、①のU字溝に差し替える事で、砥石の角度を調整し、粗削り、調整、仕上げの3種類に使い分ける事が可能。

※習熟者の加工時角度を調査し設計

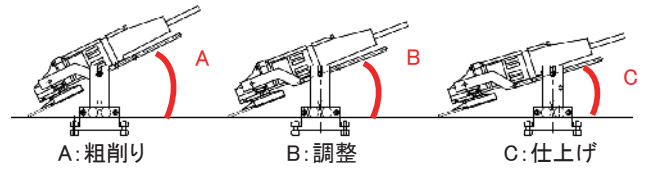


図16. グラインダー角度変更

### 4.2 製作治具のテスト結果



図17. 試験実施風景

製作した治具を用いて屑材を対象に試験を実施した。作業未習熟者が加工した結果、ハンド加工に比べて身体的負荷は感じられず、手入れ難易度は格段に低減した。

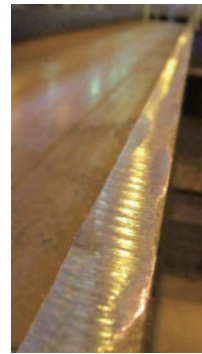


図18. ハンド加工面



図19. 治具使用時加工面

### 4.3 製作治具の改善

試験を実施した中で、実用化に向けた課題を抽出した。

- ① 走行台車のU字溝が浅いことで重心が高く、転倒しやすい構造であったため、U字溝を深くし重心を下げ、ローラー位置を変更することで重心を下げ、転倒防止を図った。

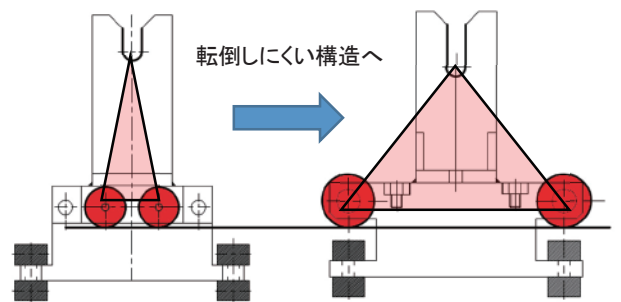


図20. 追加工前

図21. 追加工後

- ② 治具の使用により砥石の接触位置が限定されるため、既存の砥石カバーを延長し砥石露出部を減らす事で、切創災害の可能性を低減した。



図22. 追加前

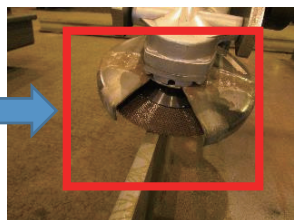


図23. 追加後

#### 4.4 実機化に向けた安全診断の実施

製作した治具をプロパー化するため、主管工場の管理者を交えた安全診断を行った。全長加工作業における作業習熟の認定は治具の使用を前提に見直しをして頂いた。

## 5 効果

### 5.1 重筋作業の時間低減と効率化

今回製作した治具の使用により、効率を落とさず作業を継続する事が出来るようになり、全長加工作業に従事していた多くの時間の重筋作業低減になった。それにより連続して加工作業に従事する事が可能となることで作業率が向上し、効率化に繋がった。

### 5.2 OJT期間の短縮

これまで6ヶ月~12ヶ月掛かっていた全長加工作業のOJT期間を、治具の使用に伴う作業の簡易化により2ヶ月に短縮出来た。

## 6 波及効果

### 6.1 作業習熟者増による過勤務の平準化

作業習熟者は作業難易度の低下により3名の増員ができ、職場内認定者が8名となった。これにより従来と比較し、過勤務時間の平準化を図った。

表3. 治具使用后精整職場過勤務平均

2021Fy	作業者												
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
過勤務時間(h)	24	32	32	31	26	35	32	24	36	20	32	38	25
作業認定者		○	○	○		○	○		○		○	○	

### 6.2 品質の向上

砥石の加工面が常に一定であるため、オペレーターごとの加工ムラやハンド加工による加工面の波模様が改善され品質向上に繋がった。

## 7 おわりに

本活動では、長年職場の課題であった全長加工作業の作業難易度と身体的負荷の軽減を実現し改善が出来た。日本製鉄中期経営計画にて当該大形工場は休止となり、製作した治具の当職場での使用は無くなってしまったが、鹿島や堺といった同様の形鋼精整作業を担っている職場に対し横展開を実施している。今回得た知見を活かし、グラインダーによる切創災害件数の低減に繋げていく。

お問い合わせ先

生産事業部 君津生産部

TEL. 0439-52-3051

[メールの場合]:

more\_information-seisan@tex.nipponsteel.com