
鋼矢板鋸断面の自動手入装置

Automatic Deburring Machine for Sheet Pile

平田 和博(Kazuhiro Hirata) 中路 茂(Shigeru Nakaji) 志賀 勝利(Katsutoshi Shiga)
森本 浩次(Koji Morimoto) 永広 昇吾(Shogo Ehiro)

要旨：

従来の人出作業に替わり、複雑な形状の鋼矢板の瓜部鋸断面のバリの除去および各部の R 付け加工を自動的に行う装置を開発した。本装置は、8 箇の研削用ブラシを備えたディスクタイプの遊星機構と端面ならい機構などを有し、従来のと石法より美しい仕上がり面が得られる。1 端面を 12～18 秒で処理できるコンパクトな高能率装置であり、形鋼工場の精製ライン内に組込んで、自動搬送機構との組合せによる全自動運転を実現した。

Synopsis：

Kawasaki Steel Corporation has recently developed an automatic machine for deburring the end surface of sheet piles and it is in successful operation at Mizushima Works. Removal of burrs from the sawed section of sheet pile is necessary for making smooth interlocking of joints and for worker's safety. This automatic deburring machine has eighth disk-type planetary-moving wire brushes and the head is designed to trace the inclination of the end surface of the sheet pile fixed on-line, while pressing its wire brushes to the sheet pile's end surface in such a way as to give a round profile of 1mm radius or more to the end corners. This machine is contributing greatly to labor saving and higher commercial values of finished products with the sectional surface of any complexity.

(c)JFE Steel Corporation, 2003

本文は次のページから閲覧できます。

鋼矢板鋸断面の自動手入装置

Automatic Deburring Machine for Sheet Pile

平 田 和 博*

Kazuhiro Hirata

中 路 茂**

Shigeru Nakaji

志 賀 勝 利***

Katutoshi Shiga

森 本 浩 次****

Koji Morimoto

永 広 昇 吾*****

Shogo Ehira

Synopsis:

Kawasaki Steel Corporation has recently developed an automatic machine for deburring the end surface of sheet piles and it is in successful operation at Mizushima Works.

Removal of burrs from the sawed section of sheet pile is necessary for making smooth interlocking of joints and for worker's safety. This automatic deburring machine has eight disk-type planetary-moving wire brushes and the head is designed to trace the inclination of the end surface of the sheet pile fixed on-line, while pressing its wire brushes to the sheet pile's end surface in such a way as to give a round profile of 1mm radius or more to the end corners.

This machine is contributing greatly to labor saving and higher commercial values of finished products with the sectional surface of any complexity.

1. 緒 言

装置産業であるわが国の製鉄所は、高い労働生産性で示されるように、合理化が進んでいるが、一方では、人手作業に頼っている労働集約形の分野もまだ少なくない。その一つに成品の手入れ作業があげられ、作業環境の改善や労働生産性のいっそうの向上などのため、各社ともこれらの作業の機械化に取り組んでいる。

最近、製鉄技術の進歩により、品質が向上し、成品の表面手入れ比率は減少してきたが、鋼矢板の端面手入れのような作業は、今後とも残される

ものと思われる。鋼矢板の端面を手入れすること、すなわち、鋼矢板の爪部のバリを除去したうえで角部にR付け加工することは、鋼矢板の打ち込み作業時に、継手部である爪部の噛み合わせをよくし、ハンドリング作業上の安全性を向上させるために行われる。

従来、この作業は、精整ライン内で、作業員がハンドグラインダーを用いて、鋼矢板の両端を1本1本手入れしていたため、安全上、作業環境上の問題があった。水島製鉄所では、昭和52年からこの課題に取り組み、独自の着想に基づく装置の開発に成功した。この装置は現在大形工場で順調に稼動している。

* 本社技術本部技術管理部技術管理室主査（部長補）

*** 水島製鉄所条鋼圧延部大形課課長

***** 水島製鉄所企画部工務室

〔昭和57年5月31日原稿受付〕

** 水島製鉄所システム制御技術室主査（掛長）

**** 水島製鉄所条鋼圧延部大形課掛長

2. 開発の経緯

鋼矢板は、熱間で所定の長さに鋸断されるため、鋸刃の状態によっては、強固なバリが発生することもある。このようなバリを除去し、さらに瓜部をR付け加工する方法として、種々な方法が報じられている¹⁾が、まずと石で断面を平滑化したのち、ワイヤーブラシでR付け加工する方針で検討を進めた。しかし、実験の過程で、ブラシのみで十分な研削効果が得られることがわかった。

開発実験は三つのステップに分けて進めた。第1ステップは基礎的な実験で、ブラシ素線による研削挙動の調査、第2ステップは複雑な形状の瓜部を均一に加工する方法の究明、第3ステップは工程実験で、技術的・経済的な実用化の可能性の調査である。

2.1 ブラシ素線による研削挙動の調査

素線に数ミリの切り込み量を与えて鋼材の角部に高速であて、その挙動を高速写真で撮影した。この実験により以下の知見が得られた。

- (1) 素線は鞭のようになって鋼材に衝突し、角部を研削する。
- (2) 素線を鋼材角部に直角にあてると最も効果があり、 45° 以下だと研削できない。
- (3) 素線の材質、直径と長さなどが研削量に大きく影響すること。
- (4) 複数本による連続的な研削は、素線同士が複雑に干渉し、研削効果を高める。

2.2 均一加工方法の究明実験

鋼矢板の瓜部は複雑な形状をしており、それらを均一にR付け加工するため、種々の形状のブラシを試作して研削実験を行ったが、満足した結果が得られなかった。

しかし、その後の種々の実験によりブラシ素線があらゆる方向に運動する必要があることから、数個のブラシを遊星運動させると効果的であることがわかった。このような運動をするブラシを試作し、実験を行った結果、ブラシの研削効果が大きく、と石研削が不要であることが判明した。

2.3 工程実験

鋼矢板の端面手入れは、精整ライン内で行うことがレイアウト上最も経済的である。そのための条件としては、連続2000本を研削できること、研削時間は1本当り18秒であること、また、数種の形状の鋼矢板を処理できること、などが要求された。

ブラシ素線の材質、寸法、取り付け方、およびブラシの配置、遊星運動の速度などと、研削効果との関係を調査するため、大形工場の精整ライン内に実験装置を設置し工程実験を行い、種々の改良を経て、上記要求を満足する装置の開発に成功した。

3. 開発技術

本装置の開発過程で得られた特徴ある技術について以下に説明する。

3.1 研削ブラシ

研削ブラシは、Fig. 1に示すように、120~180本の素線の束を図示のように同心円状に50~70束配置したものである。素線はピアノ線または硬鋼線を使用し、直径は0.7~1.0mm、長さは70~90mmである。

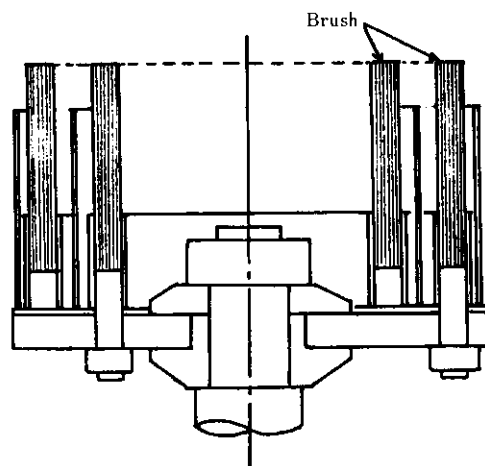


Fig. 1 Brushing unit

素線の寸法は研削効果やブラシの寿命に大きく影響する。すなわち、素線を細く長くすると研削

効果が低下し、研削に長時間を要するが、ブラシの寿命は長くなる。また、研削面はきれいに仕上がる。一方、研削時間を短縮しようとする、ブラシ寿命が短くなってしまふ。

Table 1 に種々の素線寸法と切り込み量と研削効果との関係を示す。切り込み量 3～4 mm で、研削時間を 7～10 秒にすれば、満足できる効果が得られる。

Table 1 Evaluation of brushing test

Brush size (mm)	Brushing amount (mm)	Brushing time (s)		
		5	7	10
$d=1$ $l=60$	2.5	××××	××△△	×△△△
	3.0	△△△△	○○○○	○○○○
	4.0	○○○○	○○○○	○○○○
$d=1$ $l=70$	2.5	××××	××△△	×△△△
	3.0	×△△○	△○○○	○○○○
	4.0	△○○○	○○○○	○○○○
$d=1$ $l=80$	2.5	××××	××××	×××△
	3.0	××△△	△△○○	○○○○
	4.0	△△△○	△○○○	○○○○

d : Diameter, l : Length, ○: Good, △: Medium, ×: Bad

ブラシの目標寿命は、鋼矢板 2000 本分に設定した。これは現場の工程上からの要求によるものであったが、他方、経済性の面でも、寿命延長が重要な課題であった。**Fig. 2** にブラシ寿命の一例を示す。寿命延長のためには素線寸法の選定やブラシの配置が重要であり、またバックアッププレートへの取り付けも効果がある。なお、素線は研削本数にはほぼ比例して根元から折損し飛散するが、残存数が 50% 程度になるまで、研削効果はほとんど低下しない。

3.2 遊星運動による研削

複雑な形状の鋼矢板爪部を研削するためには、ブラシを遊星運動させ、素線を爪部の各部分に直角にあてる必要がある。そこで、8 個のブラシを **Fig. 3** に示すように配置し、おのおのブラシを交互に逆回転させながら全体を公転させた。この運動により、ブラシは図中の黒く塗った爪部についてどの位置でも直角方向から研削することになり、

均一な研削が可能になる。

ブラシの自転速度が高いほど一時的な研削効果は高いが、回転が速くなると遠心力により素線が外側に曲げられ、研削能力が低下してしまう。適正回転数は素線寸法により決まり、素線径 0.7～1.0 mm、長さ 70～90 mm の場合には 1800～2200 rpm が適切であった。また、公転速度が高くなると研削に片寄りが生ずるため、比較的均一に研削できる速さは 60 rpm が限度であった。

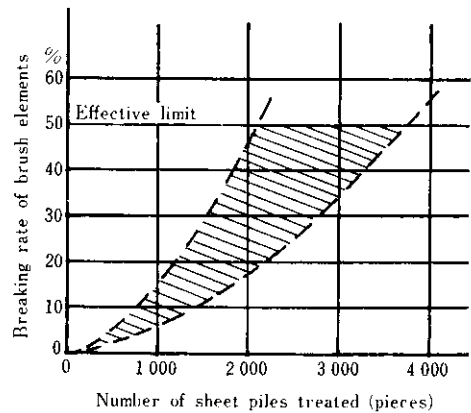


Fig. 2 Life of a brushing unit

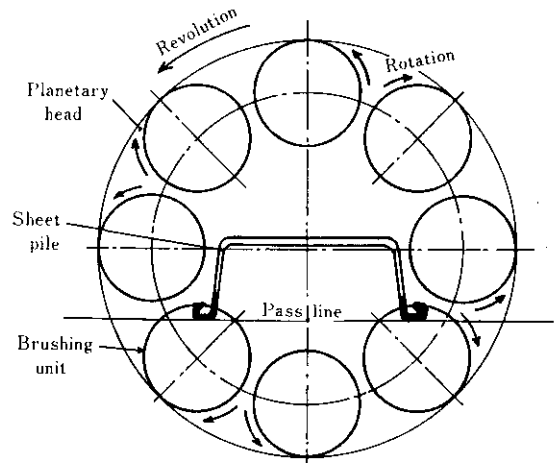


Fig. 3 Planetary head with brushing units

3.3 端面ならい機構

鋼矢板はホットソーで切断されるため、切断時の鋼矢板の変形や鋸刃の変形により、切断面には、

Fig. 4に示すような傾斜が生じることがある。鋼矢板の端面を均一に研削するためには、ブラシの面が被研削面と平行になり、しかも均等に押し付ける必要がある。そこで端面ならい機構を考案した。

鋼矢板端面の傾斜を調査したところ、その最大値は水平方向が12mm、垂直方向が2mmであった (Fig. 4 参照)。したがって、このならい機構は水

平方方向にのみ機能させればよく、垂直方向については切り込み量で調節するように設計した。

端面ならいの原理を Fig. 5 に示す。全体を前進させ、先端に取り付けてあるならい板で端面の傾斜を検出し、ならい板に平行になるように油圧を用いたメカニカルサーボ方式で本体を旋回させる方法である。なお、ならい精度は両端で0.5mm以内である。

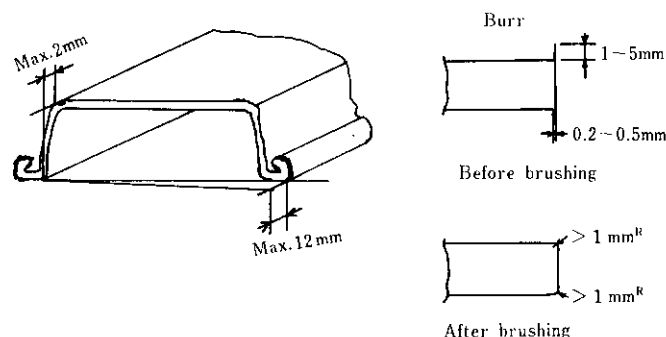


Fig. 4 End face of a sheet pile

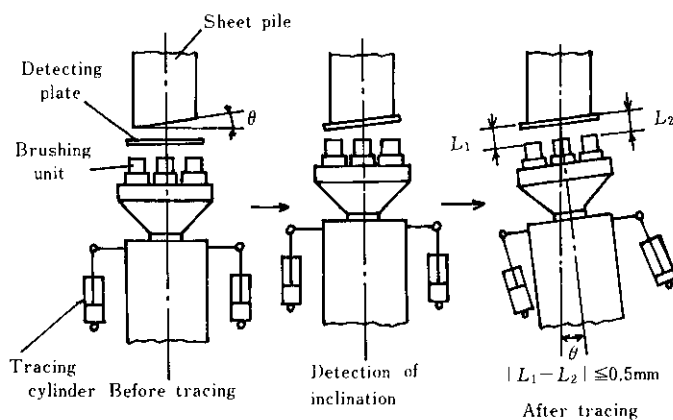


Fig. 5 Principle of tracing to end face of sheet piles

4. 装置の構成

本装置は、研削ブラシを遊星運動させるブラシヘッド、研削ブラシ面を鋼矢板端面にならわされるならい装置、一定の圧力で一定の切り込み量を与える切り込み装置、クランプ装置および制御装置で構成されている。Fig. 6は本装置の立面図であり、

装置の配置が示されている。

4.1 ブラシヘッド

ブラシヘッドは、Fig. 3に示したように、8個の研削ブラシを装着している。それぞれの研削ブラシは、ヘッド内の歯車群に直結されて自転するが、歯車軸にナットで固定されており、着脱が容易になっている。

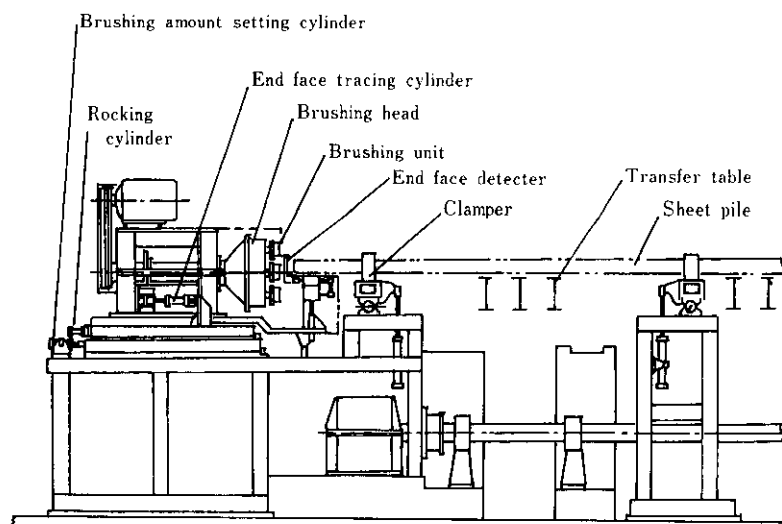


Fig. 6 Longitudinal section of deburring machine

ブラシヘッドの駆動軸は2重構造になっており、内軸は研削ブラシの自転に、また、外軸は中空になっていてヘッドの公転にあずかっている。

4.2 ならい装置

鋼矢板端面の検出部であるならい板は本体に装着されていて、上昇・下降ができ、端面検出時には上昇端に、また研削時には下降端に位置する。ならい板はその中心で支えられ、左右が前後に動く構造になっていて、その傾き量を検出するサーボ弁が二個取り付けられている。このサーボ弁は、ならい用シリンダーの油圧回路につながれ、このサーボ弁からの信号によってならい用シリンダーが作動し、本体を直進あるいは旋回させる。

4.3 切り込み装置

この装置はロック機能と切り込み機能を持ち、Fig. 6に示したように本体の後部に装備されている。

ならい完了後に本体はロッキング用シリンダーでベースに固定され、切り込み用シリンダーで前進させられる。研削ブラシ面が鋼矢板端面に接してから、さらに3～4mmの切り込み量を与える。

4.4 クランプ装置

この装置は鋼矢板の固定とともに芯合わせの機能

をもっており、Fig. 6に示したように、トランスファテーブル内の長手方向に3箇所設置されている。爪部の上下およびクランピングは、サイクルタイム短縮のため、エアシリンダーで作動させている。

4.5 制御装置

この装置は、研削ブラシの自転およびブラシヘッドの公転速度の調節、切り込み量の調節および各装置のタイムスケジュールなどの制御機能をもっている。

5. 作業工程

本装置 (Photo. 1 参照) は大形工場の精整ラインである検査テーブルの機側に設置されており、その研削状況を Photo. 2 に示す。また、Photo. 3 には、研削手入れ後、出荷のため貨車上に搭載された鋼矢板を示す。

鋼矢板の端面手入れの作業について工程順に説明する。

- (1) 鋼矢板を検査テーブル内の手入れ位置に搬送し、±25mmの精度で位置合わせする。
- (2) 鋼矢板を研削中動かないように、クランプ装置でテーブル上に固定する。
- (3) 本体部は両側のならい用シリンダーにより前

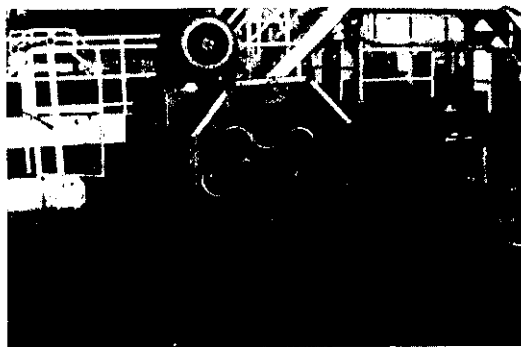


Photo. 1 General view of automatic deburring machine

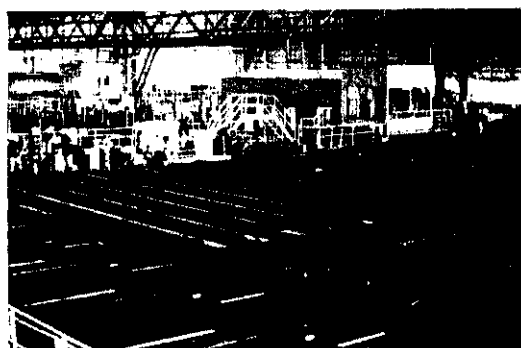


Photo. 2 Sheet piles being deburred online

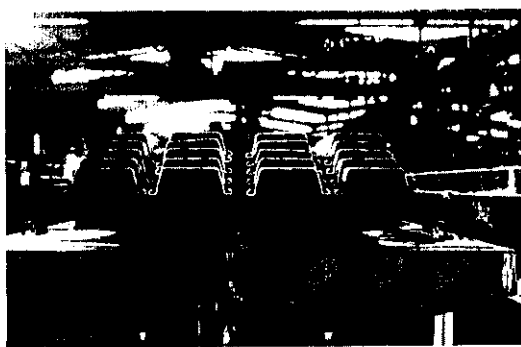


Photo. 3 End surface of sheet piles after deburring

進させる。ならい板が鋼矢板端面の先端部に接し、傾き始めるとサーボ弁が作動し、ならい用シリンダーで本体を前進させながら旋回させる。

(4) 二つのサーボ弁が一定圧力で平衡を維持した時点でならい作業が完了する。

(5) ならい完了後、ならい板を下降させ、ロック用シリンダーを作動して本体をベースに固定する。

(6) 研削ブラシを回転させながら、切り込み用シリンダーで全体を前進させる。

(7) 研削ブラシ面とならい板との距離は一定なので、その一定量だけ高速前進し、次いで切り込み量 3～4 mm 相当分は低速前進する。低速前進、前進停止、後退までの間が研削時間であり、7～10 秒に設定してある。

(8) 後退開始でならい用シリンダーを作動させ、順次ロック用シリンダーを開放し、切り込み用シリンダーを作動させ、後退端まで後退させる。

(9) 後退途中でクランプを開放し、研削済の鋼矢板を手入れ位置から搬出する。

(10) 後退端でならい板を上昇させる。

6. 装置の仕様

大形鋼工場に設置した装置の仕様を以下に示す。

(1) 鋼矢板の仕様

- (a) 種類：U 型、F 型、Z 型
- (b) 切断面の傾斜：両側継手部間 最大 12mm，
上下方向 最大 2 mm
- (c) 温度：常温～100℃

(2) 端面手入装置

- (a) 型式：遊星運動型研磨ブラシ
- (b) 遊星ギヤヘッド径：770mm
- (c) 研磨ブラシ数：8 個（右回転用 4 個，左回転用 4 個）
- (d) 研磨ブラシ：材質 硬鋼線，ピアノ線，素線径 0.7～1.0mm，素線長 70～90mm
- (e) 電動機：自転用 AC 440V，22kW，公転用 AC 440V，1.5kW
- (f) 回転数：自転用 1 800～2 200rpm，公転用 60rpm
- (g) クランプ装置：クランプ力 2 000kgf/1 箇所，数 2 箇所以上
- (h) 油圧ユニット：圧力 6.5×10^6 Pa，流量 90l/min

7. 装置の特長

本装置は、下記の特長を有している。

(1) 確実なバリ取り

端面ならい機構や研磨ブラシの遊星運動によっ

て、複雑な断面形状の継手部に発生するバリを確実に除去できる。

(2) 美しい仕上り

バリ除去はもちろん、角の丸い面取り加工も、従来のと石法に比べて、滑らかで美しい仕上げになる。

(3) 短い処理時間

形鋼工場の精整ライン内に組み込みが可能で、鋼矢板の一面を12～18秒で処理することができる。

(4) 全自動

既設の形鋼工場への設置が容易で、自動搬送機構と組み合わせて全自動無人運転が可能である。また、すべての動作を、リミットスイッチなどにより検出・監視するので、故障などの対処も容易である。

8. 結 言

複雑な断面形状をもつ鋼矢板の継手部に発生する切断屑を除去する自動手入れ装置を開発し、オンライン設備として十分に機能し得ることを確認した。本装置の開発によって大幅な省力が可能となったが、このことは騒音と振動を伴う悪環境作業の削減にもなるものであり、効果は大きい。

本装置に関する特許および実用新案は多数申請している²⁾が、今後さらに用途拡大も可能であり、多くの職場で作業改善に役立つものと期待している。

最後に装置の開発にあたってご尽力をいただいた愛知製鋼株式会社の各位に謝意を表する。

参 考 文 献

- 1) たとえば、新日本製鉄(株)：特公昭54-24 549;愛知製鋼(株)：実公昭48-3 199;住友金属工業(株)：特開昭48-32 286;池貝鉄工(株)：特開昭へ51-97 891
- 2) たとえば、川崎製鉄(株)：特公昭56-26 539;特公昭56-28 667