



スラブグラインダーの特徴と将来展望

Features and Prospects of Slab Grinders

当社のグラインダー（スラブグラインダー、ビレットグラインダー、厚板グラインダー等）製造部門は、2014年に旧日新工機株式会社から株式会社ノリタケカンパニーリミテド様よりグラインダー事業を譲渡されたことが事業を始めるきっかけになっている。その旧日新工機株式会社は、2020年7月に当社と経営統合されたが、グラインダーは当社の主要商品の一つとなっており、お客様のニーズに応えられる商品作りを目指して、各機器の標準化や、新技術の導入による付加価値向上に取り組んでいる。本文では、主力であるスラブグラインダーを中心に、その概要を解説すると共に、付加価値向上に向けた新技術への将来展望について紹介する。

The catalyst for our company's grinder manufacturing division (which produces slab grinders, billet grinders, heavy plate grinders, etc.) was the former NISSIN KOKI Co., Ltd.'s 2014 acquisition of the grinder business from NORITAKE CO., LIMITED. In July 2020, the former NISSIN KOKI Co., Ltd. merged with our company, and grinders have become one of our main products. We are committed to creating products that meet our customers' needs by standardizing each piece of equipment and introducing new technologies to increase added value. This paper provides an overview of our main product, the slab grinder, and presents prospects for new technologies to enhance added value.



木村 圭吾
KIMURA Keigo
機械事業本部
エンジニアリング事業部
機械エンジ1部
プラントエンジ1グループ



鍛冶 篤
KAJI Atsushi
機械事業本部
エンジニアリング事業部
機械エンジ1部
プラントエンジ1グループ



川崎 慶一
KAWASAKI Keiichi
機械事業本部
エンジニアリング事業部
機械エンジ1部



脇田 昌志
WAKITA Masashi
機械事業本部
エンジニアリング事業部
機械エンジ1部
プラントエンジ2グループ



紺原 正貴
KONBARA Masaki
機械事業本部
エンジニアリング事業部
機械エンジ1部
プラントエンジ2グループ



児玉 広海
KODAMA Hiromi
機械事業本部
エンジニアリング事業部
機械エンジ1部
呉エンジグループ



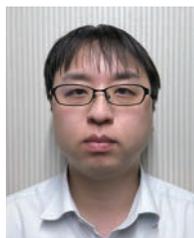
吉原 正人
YOSHIHARA Masato
機械事業本部
エンジニアリング事業部
機械エンジ1部
呉エンジグループ



井上 智瑛
INOUE Tomoaki
機械事業本部
エンジニアリング事業部
機械エンジ1部
呉エンジグループ



坂村 直優
SAKAMURA Naohiro
機械事業本部
エンジニアリング事業部
機械エンジ1部
呉エンジグループ



洲脇 優
SUWAKI Yuu
機械事業本部
エンジニアリング事業部
機械エンジ1部
呉電気技術グループ



清田 佳孝
KIYOTA Yoshitaka
機械事業本部
エンジニアリング事業部
機械エンジ1部
呉電気技術グループ



竹下 普備
TAKESHITA Hiromasa
機械事業本部
エンジニアリング事業部
機械エンジ1部
呉電気技術グループ



福島 成知
FUKUSHIMA Akinori
機械事業本部
エンジニアリング事業部
機械エンジ1部
呉電気技術グループ

1 はじめに

グラインダー事業は2014年に株式会社ノリタケカンパニーリミテド様より(旧)日新工機株式会社が事業譲渡を受け、以来、国内外の主要製鉄所を中心に多数の納入実績を作ってきた。しかし、(旧)日新工機株式会社では、グラインダーメーカーとしてグラインダー本体の企画、設計、製作、工場組立、現地納入までが主な受注範囲であった。その後、当社との経営統合により、グラインダーメーカーとしての受注範囲を拡大し、機械、電気部門の工事事業と整備事業、更に建設事業との複合事業として、基礎工事、現地工事等も併せて、お客様への一貫した対応が可能となった。

また、日本製鉄株式会社様のグラインダー設備には、当社が操業、整備しているものも多数あり、そこから技術的ノウハウを得ることも多い。これらを設計へ反映することも出来るのは、商品力の向上、技術改善に非常に助けになる。今後の様々な連携や活動を通して得られる技術をより良い商品作りに生かすと共に、お客様のニーズを取り込んだ商品開発も可能となった。

以下に、グラインダーの設備概要、種類、構造、3D技術の応用等の今後の技術展開について紹介する。



図1: スラブグラインダー(自走式)とスラブ反転機

<設備主仕様>

砥石駆動電動機: 250kW

砥石仕様: $\Phi 760 \times 75W \times (2枚)$

スラブ厚さ: 240~250mm

スラブ幅: 600~1650mm

2 グラインダーの設備概要

グラインダーには大きく分けて、被削材の種類や研削の目的別に次の種類がある。

- ①スラブグラインダー
- ②ピレットグラインダー
- ③厚板グラインダー

①②は、砥石によって、スラブやピレット等の鋼片を研削するグラインダーで、連続製造されたスラブやピレットの傷取りや黒皮除去を行う設備。

③は、研磨ベルトや砥石により厚板を研削するグラインダーであり、厚板材の仕上げ研削を行う設備。

いずれも自動車用の高張力鋼鉄等の高品位な鋼材の製造に不可欠な設備であり、今後も更に需要は増加するものと考えられる(但し、工作機械の研削盤とは異なり、任意の寸法に加工する機能は保有していない)。

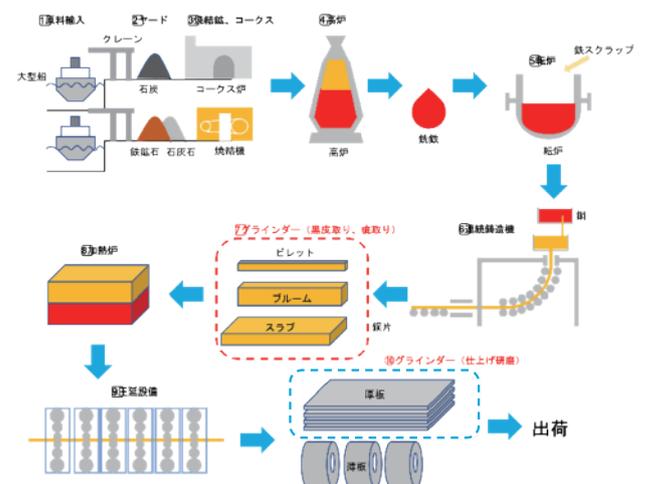


図2: 鋼板製品の製造プロセス



図3: スラブ研削中の砥石軸ユニット

図2に鋼板製品の製造プロセスを示す。

主には、赤点線部で囲った部分にスラブグラインダーまたはピレットグラインダーが設置されることが多い。このように

連続铸造機直結ライン上のグラインダーは熱片(800℃～1000℃)を扱うため、グラインダー本体への耐熱対策が非常に重要になる。

また、青点線で囲った部分に、厚板グラインダーが設置され、製品として表面の仕上げ研削が行われる。

図3はスラブ研削中の砥石軸ユニットであるが、このように火花は様々な箇所に飛散するため、火花の付着成長防止のためのウォータージャケットの配置計画や集塵の計画も重要な設計要素となる。また同時に砥石軸ユニットは熱や振動や粉塵の過酷な環境下に置かれているため、定期的なメンテナンスと日常の管理が重要となる。

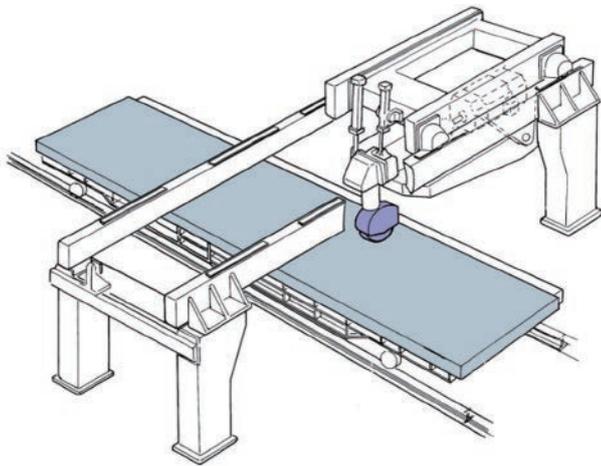
以下に、各グラインダーの主力となっているスラブグラインダーを取り上げ、紹介する。

3 スラブグラインダーの種類と砥石

スラブグラインダーには、大きく分けて次のものがある。

- ①グラインダー本体固定式(スラブ台車方式)
- ②グラインダー本体移動式(スラブ置台方式)

また、スラブ平面のみ研削するものと、スラブ側面も研削可能なものもあり、概略、下記のような構造となっている。

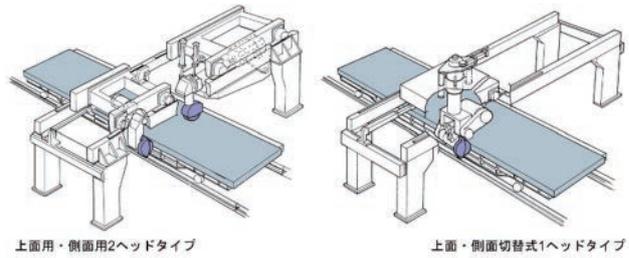


NUG-5 / NUG-5A

(本体走行式) (本体固定・研削台車式)

- ・研削範囲：スラブ上面
- ・砥石角度：45, 90°
- ・砥石駆動
55～200kW (1軸, Vベルト駆動)
250, 300kW (3軸, ベベルギヤ駆動)

図4:グラインダー本体固定式(スラブ台車方式)



NUG-3A / NUG-3B / NUG-3C

(本体固定・研削台車式) (本体走行式)

- ・研削範囲：スラブ上面及び側面
- ・砥石角度
上面：45, 90° / 側面：90°
- ・砥石駆動：55～150kW
(1軸または2軸, Vベルト駆動)

図5:スラブ上面および側面研削機

次にスラブグラインダーで使用する砥石について、紹介する。研削砥石は、被研削材や検索条件に合わせて適切な砥石の選択が必要であり。

- ①砥粒の種類
- ②砥粒の粒度
- ③結合剤の種類
- ④結合度
- ⑤砥石の組織

等を適切に選定している(選定は砥石メーカー範囲)。



図6:砥石

研削対象	スラブ	ピレット	
		610mm (350mm)	510mm (350mm)
外 径	760mm (440mm)	610mm (350mm)	510mm (350mm)
内 径	203.2mm	←	←
幅	75mm	←	65mm
周 速	4,800m/min	←	3,800m/min
重 量	101.1kg (28.7kg)	62.6kg (15.3kg)	35.7kg (13.3kg)

※注:括弧内は最終使用径

図7:砥石仕様 ※ピレットグラインダー含む

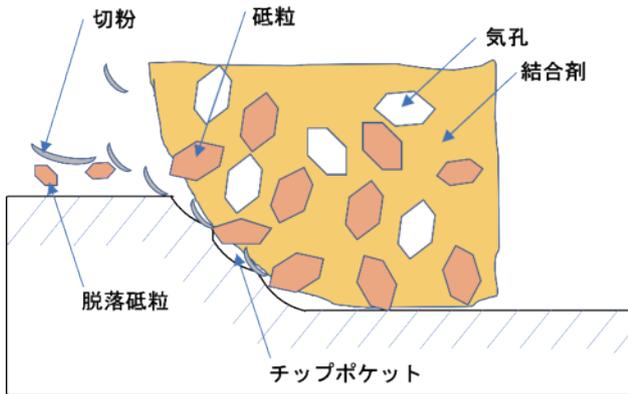


図8: 砥石研削概念図

図8に砥石研削概念図を示す。このように砥粒は常に新しい面が出るように脱落しながら、被削材を研削しているが、選定が合わない場合は、目こぼれが著しく発生したり、目つぶれや目詰まりにより、切れ味の確保困難になったりする。

また、適正な取付や部品(砥石取付フランジ)の管理が不十分であると、図9のように砥石の割れに繋がることがあり、砥石は高速回転しているので、非常に危険である。



図9. 砥石割れ状況

4 スラブグラインダーの構造

図10、図11にスラブグラインダーの3D全体図を示す。

主な構成ユニットは、

- ① 本体フレーム
- ② キャリッジ(砥石軸ユニットの横行装置)
- ③ 上下、変革装置
- ④ ブーム(砥石のスラブへの圧着、離脱装置)
- ⑤ 砥石軸ユニットおよび砥石
- ⑥ 一次集塵装置
- ⑦ ウォータージャケット
- ⑧ 走行装置

である。

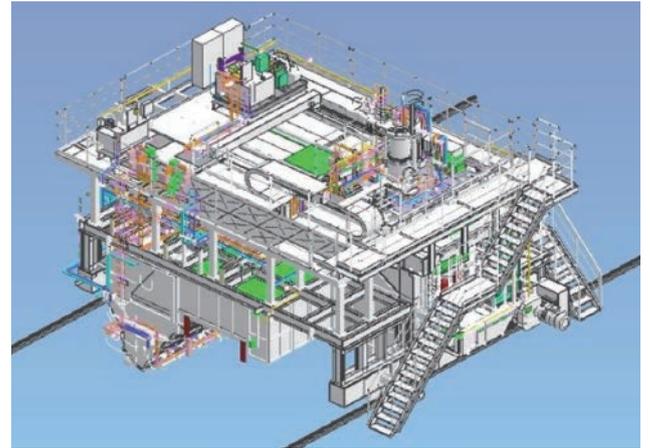


図10. スラブグラインダー(走行式)全体図(3D CAD)

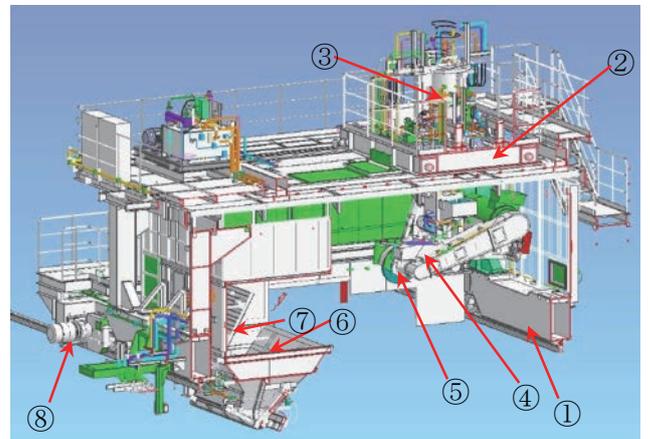


図11. スラブグラインダー断面図(3D CAD)

また、図12, 13に砥石軸ユニットの外形写真図を示す。



図12. 150kW 砥石軸ユニット(1軸構造)



図13. 300kW 砥石軸ユニット(3軸構造)

スラブグラインダーの砥石軸ユニットの構造は大きく分けて2つの構造があり、

- ① ~200kW...1軸 Vベルト駆動
- ② 250~300kW...3軸 直結駆動

となっている。

また、多くの砥石軸ユニットは、変角機能も付いており、90°研削だけでなく、効率の良い(一回で広い範囲を平坦に削ることができる)45°研削も可能である。

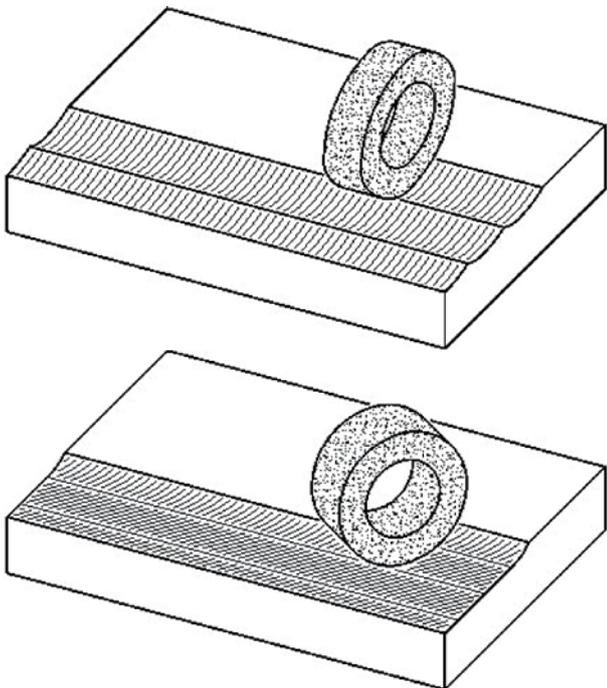


図14. 90°研削(上)と45°研削(下)

5 砥石の研削動力の制御

砥石の研削動力の制御は、一般的にはPLC制御(Power Level Control)で行われている。PLC制御とは、研削動力が

一定になるように、砥石の被削材への押付力を油圧シリンダーにて制御する方法で、研削動力を一定に保ち、研削量(研削深さ)が一定になるように制御している(砥石駆動電動機の電流値をフィードバックして、圧着シリンダーの押付力を制御)。

従って、メリットとしては、

- ① 砥石駆動電動機の動力を100%使用できる。
- ② 研削動力が一定のため、研削量が一定となる。
(研削深さ一定)
- ③ スラブの形状に追従した研削ができる。
- ④ 砥石の目詰まりの自動解消

また、デメリットとしては、

- ① 油圧回路が複雑になり、調整が難しい。
- ② ブームがシーソー機構のため、重量バランスに注意が必要

実際には、ほとんどのグラインダーにてPLC制御を採用している。

また、砥石径を計測して、砥石の周速が一定(4800m/min)になるように砥石回転速度をVVVFインバータ制御にて調整し、被削材の研削表面が均一になるようにしている。

6 スラブグラインダーの将来展望

上述のように、スラブグラインダーの現状の技術の概要を記述してきたが、既存技術を基軸として、客先ニーズにマッチした更なる商品力強化、差別化強化を目的に、新たな技術にチャレンジしてゆく予定である。

また、そのためには、電計事業部、工事業部、整備事業部等とのコラボレーションが必要不可欠である。

6.1 当社製品のテックスマイスターという

総合保全システムによる、砥石軸の軸受の予知保全

砥石軸ユニットはオーバーホールが必要であり、現状は、1年または6000Hrと取扱説明書で指定しているが、実際の軸受の状態については、オーバーホールして内部点検してみないと分からない。

しかしながら、テックスマイスターを利用して遠隔での軸受の監視をすれば、軸受の不具合発生に至る予兆を事前に知ることが出来る。

現在、新品時のインシャルデータを有線仕様センサー、無線仕様センサーで採取管理しており、今後のグラインダーの使用状態により、どのように傾向が変化するかを予測検討することが出来る。(テックスマイスターの詳細は、<https://www.tex.nipponsteel.com/technology/1619/>を参照)



図15. 無線仕様マイスターによる遠隔監視のイメージ



図16. 有線仕様マイスターによる実機テスト

お問い合わせ先

機械事業本部 エンジニアリング事業部
機械エンジ1部

●プラントエンジ1グループ
TEL.06-7662-0640

●プラントエンジ2グループ
TEL.06-7662-0640

●呉エンジグループ
TEL.0823-25-7670

●呉電気技術グループ
TEL.0823-20-6150

[メールの場合]:

more_information-kikai3@tex.nipponsteel.com

6.2 3D技術の利用によるエンジ・工事シミュレーション

3Dスキャナおよび3D CADの応用により、設計段階のデジタル空間上での設備本体の機能確認、干渉チェック、組立て確認が出来る。更に、時間軸を含めた現地工事シミュレーションによる短工期化（現場での作業を少なくし、手戻り工事を無くす）や据付後の工場内の状況（他設備との取り合い関係、メンテナンス性等）についても、3D画像で立体視覚的に検討、確認することが可能となる。社内のみではなく、お客様との情報共有も短時間かつ、より精緻に行うことが可能となるものとする。

6.3 その他の将来展望

- ①キズ検知システムの確立による全自動グラインダーの開発
- ②標準化による設計改善、構造変更の推進
- ③砥石広幅化による研削効率の向上
従来砥石幅75mm幅であったが、現状102mmまで可能。また将来的には150mm幅まで可能とし、研削効率向上および研削品質向上を目指す。

今後は、各事業部とのコラボレーションも検討し、複合案件対応を含め、技術力、商品力の強化、新規技術開発を推進してゆく。