

最近鉄鋼業に於ける潤滑技術の傾向

殿 村 秀 雄*

TREND AND DEVELOPMENT OF LUBRICATION ENGINEERING
IN MODERN IRON AND STEEL INDUSTRY

Hideo Tonomura

Synopsis:

Among various machines and equipments included in the iron and steel industry, rolling mills and their accessories are most difficult and hence progressive in the view point of lubrication. Therefore hereby statements are made upon this field of industry mainly. In this connection brief review on oil film bearings in strip mills, centralized greasing systems, plastic laminated bearings, gears and gear lubricants are covered as high spots.

As regards lubrication maintenance and control, many of factories had started the committees during the wartime or shortly after the war, to control the consumption of petroleum products which had been hard to obtain. However, as the importance and influence of lubrication has been recognized, the plant managements are reorganizing the committee to a department dealing with maintenance of machines and equipment along with lubrication. In most progressive plant, lubrication problems are handled by Preventive Maintenance Department.

As the cost paid for purchasing lubricants are so small, the managements often overlook the importance of lubrication. The reports of the Lubrication Conference of The Iron and Steel Institute of Japan, carried in 1950 told us that about 30% average of the troubles happend in steel rolling shops are based upon poor lubrication, thus resulting in enormous loss, if considered repair cost and production loss, heat loss and labor cost by mill shutdown.

I. 序 言

あらゆる工業、車輛、船舶等に亘つて凡そ機械のある限り潤滑は不可欠のものであり、運転、保守に少なからぬ関係をもっているのであるが鉄鋼業では、その施設の規模、多種多様性においてさらにまた運転条件の苛酷さにおいて特に潤滑に対する考慮が必要である。一般に潤滑技術とは摩擦面（給油を必要とする機械部分、即ち軸受、歯車、摺動面等）、給油方法および潤滑剤の総合技術であるが、この面からみて工場において専門にこれ等を取扱う技術者の配置は、特に多岐に亘る鉄鋼業において強く要求される処である。この意味で先進国の製鉄工場では相当数の潤滑技術者を技師長の下に配属せしめて種々の事故の対策予防、従つて工場の稼働率向上に努めているが、我国でも最近これに倣つて工場の規模に応じて1名乃至数名の専任者をおくようになった事は同慶の至りである。

我国鉄鋼業における潤滑技術の進歩を戦前および終戦直後と現在とを比較しその進歩の跡を辿る事が本文の目

的であるが現在鉄鋼の設備夫自身が数十年来の旧式のものから世界の尖端をゆくものにならざるに亘つているためにその技術の工場、機械による跛行状態が極めて顕著である。これ等を一々枚挙する余裕がないので主として圧延工場を中心にその推移を概観することにして見たいと思う。

II. ストリップ圧延と油膜軸受

戦前設置された現八幡製鉄戸畑工場の熱間および冷間ストリップまた東洋鋼板下松工場の可逆式冷間ストリップ工場は最も近代的な圧延工場として有名であつたが、これは同時に潤滑面よりみて最も進んだ工場であつた。10数年を経て茲1,2年に輸入された同種の圧延機がその圧延速度や電氣的な制御方式において相当の進歩を成し逐げているにも不拘潤滑装置において特に目新しい変化のないのが、その事実を立証するものであり、現在なお潤滑上最も進んだものといえる。従つてストリップ以外の圧延装置においても漸次ストリップ工場の潤滑方法を模倣する如くなつてきているので茲で附帯潤滑装置について簡単に述べて参考にした。

熱間ストリップの仕上列および冷間ストリップの圧延スタンド、バックアップロール、ロールネック軸受は油

* スタンダードヴァキューム石油株式会社
日本総支配人

膜軸受またはローラー・ベアリングが使用される。重荷重、高速の故許りでなく製品の精度が精密な軸受を要求するからである。これ等の内でロールネック径のロール径に対する比を大にとれる事、寿命の長い事、さらに最近の高速圧延ではローラー・ベアリングの dn (ベアリング内径×回転数毎分) 係数による制限を避ける理由で油膜軸受が多く使用される如くなっている。油膜軸受としては Morgan Construction 社の Morgoil Bearing が United Engineering & Foundry, Bliss, Hydropress, Farrel Birmingham 等の圧延機と共に輸入されておりまた Mesta の圧延機には Mesta 固有の Iversion Bearing が設置されている。戦後の Morgoil Bearing では従来ややもすれば事故の原因となつたカラー・スラストを廃止し小径のものにはボール・スラスト、大径のものにはスフェリカル・ローラーを用いてこの欠陥を除いている。さらに極く最近にはブッシュイング材料としてのカドミウム・ニッケルの合金をアルミニウム合金と換えて、従来のカドミウムの腐蝕磨耗による損傷を防止しようとしている。

これ等の軸受は他の開放型の普通軸受に比し遙かに優れた表面仕上を与えてあるためにその荷重や回転数の関係から導かれる粘度の安全率を可成り小とする事ができるが最低粘度の維持は軸受の保全上是非必要である。さらに、特にタンデムの冷間ストリップにおいて痛感するのであるが、薄板の厚み自身が油膜の厚みより小である事が屢々生じてきている。油の粘度は温度により著しく変化するので若し油温の相異が或る範囲を超えれば許容公差内の板を得るには圧下スクリュウの再調整を行わねばならなくなる。軸受内における油の温度上昇は油量および油圧と密接に関係する。この様な制御を行わしめるには可成り複雑な潤滑装置を必要とする。Bowser, Delavel 等の装置が代表的なものである。油の粘度の温度による変化の度合は油により異なる。この度合を粘度指数で表現し粘度指数の大なるもの程この変化が少い。軸受の出口、入口の温度差を一定に保つと共に使用油の粘度指数の最低限を指定する事により油の粘度の範囲を限定できるものである。

油膜軸受ではスキンバスマイルおよび特殊鋼圧延の場合を除いては殆んどが水またはロール・クーラントを多量に圧延に使用するために水分または他の液体の軸受より給油系統中への侵入を完全に阻止することは、至難である。オイル・シールの良質なものを早期に交換して使用することが大切であるが同時に十分な容量の油槽を使用して水分を静置沈澱せしめ、さらには常時遠心分離機を

使用して水分の除去に努めねばならぬ。水分の除去が容易であるためには油自身水分と分離し易いことが望ましい。さらに油が変質を受けている場合には分離性を阻害するのみならず油の通路に堆積物を形成して油の通過を悪くする。この傾向は特に水の存在下に著しい。油中に酸化防止剤(触媒毒として作用するもの)を加えた高級潤滑が酸化変質物の生成を阻止して安全な運転を保持するので屢々使用される。

熔接管用スケルプを圧延する熱間ストリップとして戦後輸入された Schloemann および Demag の圧延機にも油膜軸受が取り付けられた。前者は Morgoil Bearing と同様ロールネックにスリーブを附したもので、後者は Mesta と同じくロールネック直接を軸面としたものであるが表面仕上では Morgoil および Mesta にやや劣る如くである。給油装置は Walzbau 社の特殊の設計のものを用いているがその機能は Bowser 等と略同様である。

III. 集中グリース系統

前項に述べたストリップ圧延装置等と共に始めて我国に紹介されたものに、グリースの集中グリース系統がある。これ等の圧延機のバックアップ・ロール用として油膜軸受を用いてもワーク・ロールは殆んどがグリース潤滑を行うローラー・ベアリングである。然も軸受内への水或いはスケールの侵入を防止するためには相当量のグリースを頻繁に供給することが要求される。熱間ストリップのローラー・テーブルは数百のローラーが 2~300m に亘つて配置されており、これ等の軸受はロール・ネック程頻繁な給油は必要でないにしても個々に給油するとすればその手数は莫大である。また炉下のローラー・テーブル或いはダウン・コイラーのマンドレル軸受等は高温のためグリースの消耗が甚しく頻繁な補給を必要とするにも不拘作業中殆んど接近する事ができない。この様な各種の軸受を一挙に能率よく潤滑する方法として考えられたものが集中グリース系統である。勿論従来より知られている Bosch, Helios 等のポンプも一つのポンプより数箇所乃至数十箇所にグリースを供給するものであるが、茲に集中グリース系統と称するのはポンプ・ユニットより 1 本または 2 本の主管より分配弁を経て数十乃至数百の各給油個所にグリースを圧送するもので 1 回の各個所当りの給油が調節できる構造である。さらに装置の規模により手動、全自動、半自動、と様々であるが給油の間隔を自由に調節できるものであり、Farval, Trabon 等の装置が、これを代表する。特に Farval

System は戦前から紹介されているためその扱い易さも相俟つて広く普及し、現在では圧延機、附属設備からさらに起重機、焼結機等にまで使用されて単に稼働率の向上、人件費の節約のみならず、安全の面にも大いに役立つ。また鉄鋼界から他の工業—例えばセメント工場のクエンチング・クーラー、水力発電所のウィックエツト・ゲート・メカニズム—にまでその用途が拡がりつつある。2,3 のメーカーによる国産化が設備費を低下したことがこれの普及に極めて役立つ。

IV. 合成樹脂軸受

圧延機のロール・ネック軸受材料としての合成樹脂は既に我国でも 20 年以上の歴史を持つものであるが、元来は砲金バビット等のメタルチョックをその儘利用して始つたものである。それが金属軸受に比し磨耗の少ないこと、ロールネックを傷けないこと並びに電力消費が 30~60%減少する点等より戦時中より戦後にかけて急激に発達をみた。衝撃荷重に弱いという不安も実証的に解決し、分塊圧延機の殆んど総べて、また大中型の大部分の圧延機は合成樹脂に切替えられてきている。油膜軸受、ローラー・ベアリング程の精度は求められないにしても価格の低廉、殊に水を潤滑剤とするという利点は疑いの余地がないし、摩擦係数も油膜軸受やローラー・ベアリングに比し大差ない。ロールおよび圧延材料に水を嫌う、プルオーバー式圧延機やステンレス等を除いては従来の金属メタル（砲金、バビット等）の代りに使用できる筈である。潤滑部会でも第 5, 6 回の議題にこの問題を取上げ、更に分科会を設けてデータを蒐集したが、その際の種々の討論が合成樹脂の有利性という基礎的な点から既に如何にしてこの軸受の効果を十分に発揮するか、またより寿命を長くするか、さらには水の問題に入っており試用時代が既に過ぎたことを痛感させられた。工場用水の不足のために現実にその利点は十分判つていても合成樹脂に変更できない例もある。軸受の供給者は真水の使用を当然勧めているが水の性質と軸受寿命の間に相関関係はない様である。現に海水を使用して予想通りの寿命を保っている例もある。

最近の圧延機では合成樹脂メタルの使用を最初から考慮している場合には、軸受を密閉構造にすることができ、スケールの侵入による軸受の急速磨耗を防ぐのが目的であるが、この方法により水をより有効に使用できるであろう。

元来合成樹脂軸受は上述の如く水で潤滑するのが目的であるが、軸受寿命の延長とロールネックの発錆を減ら

すために潤滑剤を用いることがある。特に分塊圧延機等大荷重を受けるものでは殆んどがグリースを併用する如く変更されつつある。事実フエーバル・システム等による定期的或いは起動、停止時のグリース補給は、多少摩擦トルクを増大する傾向はあるが軸受寿命を著しく増大したとの報告を聞く。

V. 歯車と潤滑油

高速のストリップ圧延機が減速機を使用せず時にはトウインモーターとして上下ロールを別々に駆動しピニオン・スタンドすら使用しない傾向に向つている一方、既設工場の改造により旧来の大型のベルト或いはロープ駆動は次第に影をひそめ減速機が使用される如くなつてきた。

圧延用歯車、特に減速機ピニオン・スタンド等は他の工業に比して著しく大容量かつ低速であるのみならずミル・モーター自身が一般に 200%以上の過荷重を認めているために接線力が極めて大であるのみならず圧延のショックが激しく、従来歯車自身を消耗品と考える事が多かつた様である。ギヤー・ケースを備え乍らピニオン・スタンドに鑄放しの歯に開放ギヤー用の悪質なギヤー・グリースを用い、歯が実際上折損するまで使用して取換えていた三軸 2 段の小形圧延機の例もあるが、この例では歯の背隙過大のため、オーバルからスクエアに圧延するスタンド列のメタルのスラストの磨耗とカップリングの損耗が甚しく製品の歩留が極めて悪かつた。

圧延用歯車の急速な磨耗の原因とこれが対策を求めて潤滑部会の第 3, 4 回に各工場歯車の実態調査を行つたがその結果次の如き事実が明らかとなつた。

- 1) 歯車の材質：特に表面硬度が不足していること。この問題のために米国で使用されている K—係数の考察を紹介したが約 20% の安全率を見て硬度不足の歯は殆んどが疲労磨耗を生じていることが判明した。
- 2) 据附の不良：多くの圧延工場が海岸地方の埋立地にある関係上、長年の間に中心線の狂つてきている場合が多い。特にピニオン・スタンドの如く設計上許容限界にあるものでは歯の急速な片減りを防ぐ事は不可能に近い。
- 3) 給油方法の不備：たとえ歯車の据附、仕上、材質、硬度が適正であつても小型高速ギヤーの如きよい潤滑状態を得ることは難しい。ピッチングにより脱落し或いは起動停止時また衝撃を受けた際の金属磨耗粉が油中に分散し、これが磨耗を促進し、またこの磨耗の際の発熱により潤滑油を薄くしさらに磨耗を進ませるのを避けるこ

とはできない。十分な給油量とフィルター、クーラー等の助けを借りて始めて良い潤滑を獲られる筈である。

4) 潤滑剤の不適: 一般に使用油の粘度は薄過ぎる場合が多い。またより油膜力の強い潤滑油を必要としている場合が多い。

以上の如き実態に照してまず圧延機用歯車の表面硬化が急に問題として取上げられ、滲炭焼入、高周波焼入、火焰焼入等が研究された。併しこの焼入れの失敗により歯車の破断を招来した例もあつた。孰れにしても今後の大容量歯車の表面硬度が十分に考慮を払われる如くなつたのは大きな収穫であろう。新設大型の圧延機用歯車は殆んどがショア 70 以上を狙う如くなつている。

第 2 の問題に関しては歯車のみならず他の設備についても同様であるが、新設工場の基礎工事に潤滑技術者が深い関心と主張を示してきたのは良い事である。

給油方法については同じく部会の第 4 回に細かい調査報告が交換され幾つかの古い歯車装置が歯車の交換を機会にスペースの許す限りの進歩的な給油設備を設ける如く改善され、更により適した潤滑剤を使用するようになった。

潤滑油の問題は粘度と油質と 2 つの面から検討されるようになった。特に米国で十数年の経験でその効果を実証されているナフテン酸鉛添加の歯車用潤滑油がこの当時漸く普及し始めたが、その実際の効果が最近各所で理解され始めたので、今後油質への関心は益々高まってくる事と思われる。或る工場では独乙よりの輸入機械にメーカーが純鉛油を推薦したにも不拘、敢てポンプの取換え容量を増し、鉛石鹼油を使用し好結果を得ている。また新設の圧延機歯車はメーカーが孰れもこの系統の油を固執しているのも喜ばしい事である。

VI. 潤 滑 管 理

鉄鋼協会研究部会の一つとして潤滑部会が昭和 25 年に発足した時、第一に取上げた問題は圧延工場における故障調査であつた。元來圧延作業の如き重作業では故障の原因を一義的に決定する事は屢々困難を伴うのであるが可及的公平な見地から故障を電氣的、機械的、潤滑的の 3 つに分類し故障による損失の集計を行つた所、従來単なる電氣的事故と考えられていたものが実は潤滑に起因せることが判明した例もあり、潤滑剤の購入経費は生産コストの 0.1% 以下、時に 0.01% 以下であるにも不拘潤滑不良による事故損失は少なからぬものであることが認識された。更にこの様な事故を未然に防ぐための研究が非常に不足し、生産に追われていたためとはいえ齒

車が磨耗すれば歯車を換え、軸受が使用に耐えなくなれば新しく鑄造したものに換えるという極めて原始的な対策が反省される機運になり、潤滑は漸く化学研究室から出て、機械技術者の問題として注目されてきたのである。即ち一つの潤滑事故に対して摩擦面の材質、給油方法、潤滑剤の 3 つの方面からの検討が行われる如くなつたのである。このためにはまず主要な部分の技術的知識と実態の調査が必要であるので部会は、起重機、歯車、給油設備、合成樹脂軸受、ローラー・ベアリング、空気圧縮機と次々に問題を取上げて互いに意見を交換し潤滑技術の相互援助を行つてきた。

然し乍ら斯くの如き潤滑上の知識或いは対策が如何に各現場で現実に取り上げるかという組織、或いは方針が設定されなければ潤滑問題の真の解決には到達し難いのは明らかであり、この面の制度の確立が最も緊急なことであるのは言を俟たない。

潤滑管理という言葉は熱管理と共に戦時中より屢々用いられてきたのであるが熱管理が熱経済を最終目的としたのに倣つて主として資源的に乏しい石油製品の消費節約にその目的が向けられていたようである。石油製品の大部分を輸入に仰いでいる我国の事であるから戦時中は当然戦後の配給統制時代も量的な制限は厳しいものであり、さらに現在といえども限られた外貨を有効に利用する意味からも消費規正は重要な事であるに違いない。当時各工場では潤滑管理委員会を設けていたが、その主要な仕事は各現場への月々の潤滑油の割当を行う事であつた。委員が各現場の担当技師から選出されたが大部分が作業現場からの数字を確保し少しでも多くの油を自己の現場用に獲得しようとしたために結果的には逆の方向への努力が払われていたことになつた例が多い。

この弊を除くためには専門の担当者を設けて各現場の調査をし公正妥当な割当と有効使用が行われねばならない。即ちスタッフとしての仕事を行うものとして管理、技術、工務等直接生産を行わない部に潤滑管理係を設ける傾向となつてきた。これ等の係が中心となり

- 1) 摩擦面カードの作製—即ち実態調査。
- 2) 作業員の潤滑教育—社内の専門技術者、或いは外部よりの専門家に依頼して行う。
- 3) 適正潤滑油の購入—従來購買係に単に規格品の指定を行つていたものをより実際に適合する油の購入を要求する如くなつた。
- 4) 使用油の分析—潤滑油試験室を設け、或いは外部の研究室に依頼して絶えず潤滑油およびこれを通して機械の状態に注目する。

等の事柄が行われる如くなつたが、さらに最近の傾向は単に潤滑油の良否のみが問題でなく摩擦面、給油方法に十分な関心を払うべきであるとの認識に達してきた。そのために従来熱管理と同居していた潤滑管理が漸次工作、機械、工務、予防保全等各事業所により呼び方は異なるが孰れも機械修理、予防保全を取扱う部門と合体して機械管理と潤滑管理との密接な関係を持つに至り潤滑は今やその本来の姿としての重要性が理解されつつある。

VII. 結 言

以上に最近の潤滑と傾向と進歩について、さらにまた

潤滑管理の現状について簡単に触れてきたのであるが、機械の故障の相当の多くが潤滑に依存するという事実は直ちに工場稼働率の低下を招来し、さらにこの補修期間中の熱損、修理費等に結びつくものであり生産費に影響する処大である。完備した潤滑設備、良好なメタル、齒車等の設置さらには適正な潤滑油の使用が齎らす効果は工場経営に対して少なからぬものがある。潤滑油費の微小であるのに捉われて潤滑の重要性を過小評価してはならないと考える。

本邦鉄鋼用耐火物の進歩

高 良 義 郎*

RECENT DEVELOPMENTS IN REFRACTORIES FOR IRON AND STEEL INDUSTRY

Yosio Kora

Synopsis:

Marked advances have been made in refractories for iron and steel industry during the last decade. A brief paper cannot cover all refractories developments in detail, but ten examples of the outstanding developments and trends are discussed as follows:

1. One of the most important recent developments in refractories for open hearth furnaces is the increased use of basic bricks. The unburned chemically bonded chrome-magnesia bricks with a steel cover or shield are used widely for front walls, back walls and end walls as a substitute for the silica brick. New roof constructions such as Zebra (black and white) or basic shoulder are also discussed.
2. Development of super-duty silica bricks which are low alumina, low alkali and low porosity, are discussed.
3. Improvements in steel pouring refractories (low porosity or bloating ladles, sleeves, and carbon stoppers) are discussed.
4. Use of fireclay bricks instead of silica bricks for checker works is increasing.
5. Carbon lining for blast furnaces.
6. Developments of manufacturing machinery results in more accurate dimensions and shapes than those in a few years ago.
7. Developments of dolomite refractories.
8. The increasing use of insulating refractories.
9. Use of plastic and castable refractories.
10. Improvement has been made in workability of mortar and cement, and greater control of grain size.

I. 序 言

最近 10 年間の我国の鉄鋼用耐火物の進歩の跡を眺めると前半期の戦後の 5 ケ年間は進歩発展というよりは戦前の水準までの回復ということが、せい一杯で真に輝し

い発展を遂げたのは後半の 5 年間という事ができる。然しこの最近 5 年間の我国の鉄鋼用耐火物の進歩は過去の如何なる時代におけるよりも急速な進歩発展を遂げたといつても過言でない。特に耐火物の使用方法、使用場所について劃期的変革が行われた。炉の寿命はそれを構築する耐火物が全面的に損耗するのではなく或る特定の部

* 黒崎窯業株式会社常務取締役