

Tribology Solution

トライボロジー・ソリューション

「機械の血液検査」で 設備の長寿命化と省エネルギーを実現

新日鉄化学(株)は新日鉄と連携し、製鉄所の設備機械の保守運用に欠かせない潤滑管理技術に関する知見を蓄積。この技術ノウハウを活かして高性能潤滑材を開発するとともに、「機械の血液」と言われる潤滑材を分析し、設備機械の損傷状態を診断する潤滑管理診断によるトライボロジー・ソリューションを提供している。新日鉄化学のトライボロジー・ソリューションは、設備機械の寿命低下や稼働停止などの経済損失を未然に防ぎ、省エネルギーに貢献する技術としてさまざまな産業分野で活用されている。



新日鉄化学(株)製鉄化学事業本部 化学品事業部
潤滑材料部 技術顧問 倉橋 基文



新日鉄化学(株)執行役員 製鉄化学事業本部
化学品事業部長 安浦 重人

鉄の力と化学の力が融合

潤滑油やグリースなどの潤滑材は、人間の血液に相当し、機械内部を循環しながら、機械の摺動部やかみ合い部を油膜で保護し、さまざまな機械の円滑な運転を助けている。健康診断によって医師が患者の健康状態をチェックし病気の予防や早期発見が可能になったのと同じように、機械のトラブル予防や故障の早期発見にも定期検査が必要。潤滑管理診断は「機械の血液」と言われる潤滑材を採取し分析することによって、現在機械で起こっている摩耗現象やその原因を突き止めてその後の保全計画に反映することができる設備管理手法の一つだ。

新日鉄化学では、1987年から潤滑管理診断の技術サービスを提供し始めるとともに、高性能潤滑材の開発に取り組んできた。同社の強みについて、安浦重人は次のように語る。

「新日鉄では設備機械保全の一環として、すでに1969年から各製鉄所で潤滑管理の取り組みを行っていました。当社では、鉄の力と化学の力を融合することによって、設備のこともわかる数少ない潤滑材メーカーとして、トライボロジー※1技術を駆使した潤滑管理診断と高性能潤滑材を提供し、設備の故障防止と長寿命化に挑戦しています」

「内科的」に潤滑異常を あぶりだす

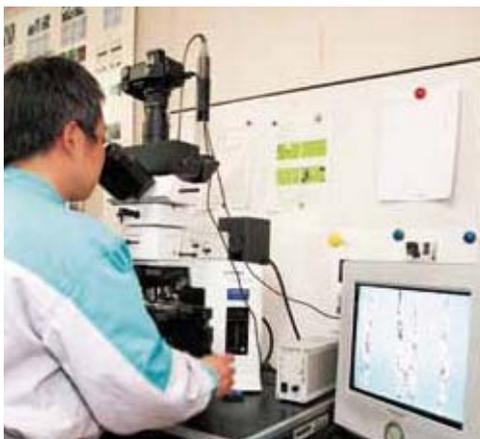
製鉄機械は高温の鋼材表面に付着する酸化

皮膜や水、高温・高荷重など、製鉄特有の環境のもと昼夜連続運転される過酷な使用条件下にある。一つの製鉄所で使われている代表的な機械装置は、歯車減速機9000台、転がり軸受10万個、すべり軸受2000台、油圧装置900基にのぼり、この膨大な数の機械に多種多様な潤滑材が使われている。

新日鉄は約40年前から各製鉄所で潤滑油の性状管理や油漏れ防止など潤滑管理を行ってきた。「設備機械のメンテナンスは潤滑に始まり、潤滑に終わる」とまで言われるように、油漏れは油量不足による設備トラブルの原因となる。1秒間に1滴の油漏れは年間1500ℓの損失となり、新油購入費や廃油処理費用などコストアップにつながる。そのため各製鉄所で徹底した油漏れ防止活動を展開し、名古屋製鉄所では1971年から15年間で6分の1に激減させる成果をあげるなど、潤滑油使用量の大幅な削減に成功した。当時、名古屋製鉄所で潤滑管理に奔走した倉橋基文(現・新日鉄化学技術顧問)は次のように振り返る。

「油漏れの管理ができてからも、依然として設備機械の故障が絶えません。潤滑異常を早期に発見し根本的な対策を取るためには、機械の潤滑状態を直接的に診断できる質的管理の技術が必要不可欠でした。そこで1980年に米国海軍とマサチューセッツ工科大学が開発したフェログラフィーの技術を応用し潤滑材を解析したところ、外科的²なトラブルは大幅に減少しているにもかかわらず、内科的³には極めて多くの潤滑異常が潜在している

写真1 フェログラフィー分析



二色顕微鏡を用いてフェログラムスライド上に定着した摩耗粒子を観察している様子。設備機械ごとに定着する摩耗粒子の形や量は異なる。

※1 トライボロジー(tribology)

ギリシャ語のtribos(摩擦を意味する言葉)を用いた造語。イギリス機械学会のピーター・ジョスト博士が1966年、イギリス政府に提出した報告書の中で、潤滑の重要性をアピールする標語として使ったのが始まり。報告書では摩擦損失によるエネルギー損失、修理費や部品交換の損失、設備寿命の低下による設備投資増大など、適正な潤滑管理が行われないことによって膨大な経済的損失が発生していることが示された。



新日鉄 名古屋製鉄所 設備部
機械技術グループリーダー 藤井 彰



新日鉄化学(株)製鉄化学事業本部 化学品事業部
潤滑材料部 参事 長野 克己

機械の非破壊検査を可能にした フェログラフィー分析

ことがわかりました。これによって、製鉄所では守りの潤滑管理から一歩進めて、攻めの潤滑管理としてのトライボロジー活動が展開されるようになりました」

新日鉄化学では新日鉄の潤滑管理技術ノウハウを継承し発展させてきた。同社の潤滑管理診断では、キータクノロジーとなるフェログラフィー分析装置で、装置内から採取したわずかの約1ccの油に含まれている摩耗粒子を磁力によってスライド上に配列させ、二色顕微鏡で摩耗粒子の形態や大きさ、濃度などを観察(写真1)することにより、潤滑異常の有無や異常部位とその原因を特定し、診断書を発行して必要な対策を製造現場に示す(図1)。さらにその結果を次回の定期診断時にチェックすることで、フィードバック・コントロールも行うことができる。フェログラフィー分析による診断技術の特徴について、長野克己は次のように解説する。

「軸と軸受が接触すると温度が上がったり、振動が発生したりしますが、それらを検知する診断法に比べて、フェログラフィー分析は感度が高く、機械が定常状態から故障に至る変遷を把握することができます(図2)。潤滑管理は当初、経過時間を基準に潤滑材を交換していました。それがフェログラフィー分析の導入によって、設備機械の損傷状態を定量化でき、結果として機械の非破壊検査を可能にしました」

高性能な潤滑材への切り替えで 大幅なコストダウン達成

潤滑材は摩擦、摩擦防止のカギを握り、機械の長寿命化、省エネルギー、故障防止などの波及効果が極めて大きい。鉄鋼業では多くの設備機械が電動機を動力源としており、製鉄所における全使用電力の約70%が歯車装置を介して動力伝達されている。摩擦、摩耗による膨大な数の歯車の表面損傷は、電力損失と設備寿命の低下をもたらす大きな課題だ。

新日鉄は1984年に「シムループ® NSギヤ油」を開発し、大電力を消費する熱間仕上圧延機で3%、熱間粗圧延機で4%の省エネルギー効果と、ギヤの長寿命化と故障防止を実現した。さらに軸受の大幅な長寿命化に貢献する「シムループ® マルチスーパージェリス」を開発。1984年に世界初のオールウレアグリース※2に切り替えた名古屋製鉄所では、軸受の購入費と取り替え工事費で約25%、グリース購入量で約30%を削減し、年間約2.5億円のコストダウンを実現した。

製鉄所におけるトライボロジー実践の軌跡を紹介した倉橋の論文に感動し新日鉄への入社を決め、現在名古屋製鉄所で設備機械保全に携わっている藤井彰は、潤滑管理の意義について次のように語る。

「設備機械の寿命は有限です。したがって、補修工事の適切なタイミングや補修が必要な部位を見極め、劣化傾向管理により保全の計画性や合理性を追求することが大切です(図3)。新日鉄化学と連携するアドバンテージを活かし、製造現場を支える基盤技術の一つとして、今後とも設備の体質改善を進める保全を展開していきます」

図2 各種診断法による機械の摩耗劣化検出

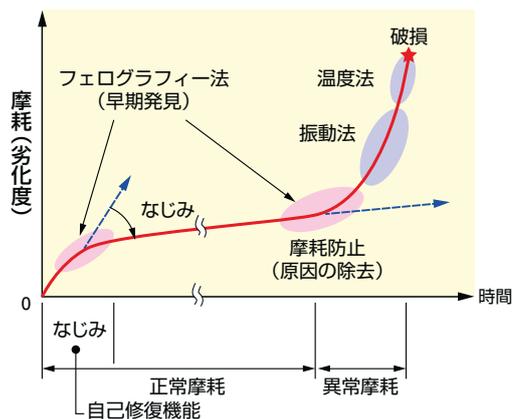
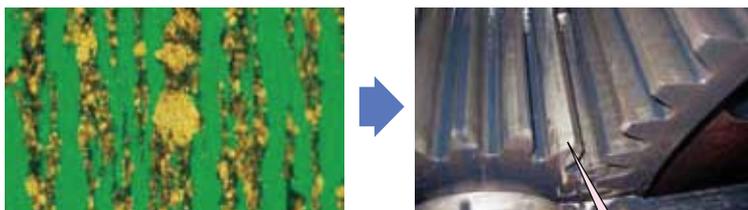


図1 天井用クレーン巻上減速機のフェログラフィー分析事例



厚みのある摩耗粒子が確認され歯面が摩耗していると推察



歯面にはく離の進行が確認される

- その後の点検で、ギヤ歯元のクラックと軸受の損傷が確認された。
- シールの損傷が著しく、油量も低下していたことから、潤滑油の漏洩によって損傷が起こったと判断した。

※2 ウレアグリース：分子内に「ウレア結合」を持つ増ちょう剤を用いたグリース。耐熱、耐水、耐摩耗性に優れるが、リチウム系グリースと比べ製造が難しい。



新日鉄化学(株)製鉄化学事業本部 化学品事業部
潤滑材料部長 高原 武彦



新日鉄化学(株)製鉄化学事業本部 化学品事業部
潤滑材料部 トライボセンター長 武藤 敬司

産業機械から電子機器まで 広がる高性能潤滑材の用途

新日鉄化学では、原油を精製した鉱油ではなし得なかった性能を実現した、合成潤滑油「シンループ® SBシリーズ」をはじめとする高性能潤滑材を開発(写真2)。名古屋製鉄所でベアリングの寿命を飛躍的に延ばした技術は、他産業でも活躍している。例えば四輪駆動車のロングライフ・スムーズな走行を実現するために、製鉄環境で培われたウレア増ちょう剤が広く採用されている。また電子機器では、3.5インチハードディスクドライブ用軸受モーターに使われる潤滑油で、新日鉄化学は世界シェア45%を誇っている。さらに日本の石油元売各社に対しても高性能潤滑材の基油(ポリ α オレフィン)を供給。最近では、新日鉄エンジニアリング(株)の風力発電事業会社(株)エヌエスウインドパワーひびき(北九州市)の風車のメインベアリングと増速機に潤滑材が採用された。風車は、郊外の立地に加え、上空60メートル以上に発電装置があるため、メンテナンスフリーを目指した設備管理が求められており、新日鉄化学は、設備の長寿命化に寄与する適切な潤滑材の提供と、潤滑管理診断を実施している。

製造現場に密着した 潤滑材事業を展開

新日鉄化学は潤滑技術拠点として「トライボセンター」を新日鉄八幡・名古屋の両製鉄所に設置し、大分製鉄所へも技術サポートの要員を派遣している。トライボセンターは新日鉄各

製鉄所の設備機械の故障防止活動や突発対応の役割を担っており、今年3月11日に発生した東日本大震災でも、停止した設備がスムーズに稼働するよう、万全の対応で協力している。

また新日鉄化学は「機械状態監視診断技術者(トライボロジ)」の資格認定を行う教育訓練機関としての認定を受け、2010年度から訓練コースを実施している。同資格は(社)日本トライボロジー学会と一般社団法人日本機械学会が、2009年度から導入したものの。訓練コースでは日本トライボロジー学会の専用テキストを用いて資格取得に向けた講義を行い、潤滑管理者の診断技術に関する知識や技能の向上を図っている。今後の抱負について、武藤敬司と高原武彦は次のように語る。

「当社の強みは機械の損傷状態に応じて個別に精密診断し、膨大なデータベースからトレンドをつかみ、起こり得る問題をチェックし、オーダーメイド感覚で最適な潤滑材が提供できる点にあります。今後さらに診断精度を上げていくとともに、新しい診断法の開発に挑戦していきます」(武藤)。

「機械が健全なときは診断の必要性を感じないものですが、いざというとき当社の潤滑管理診断はいち早くリスクを発見し設備信頼性を高めることができます。また高性能潤滑材は単なる補助材料ではなく機能材料として原単位低減と省エネルギーをもたらします。こうしたメリットを今後ともPRし、拡販につなげていきたいと考えています」(高原)。

新日鉄化学は総合的なトライボロジー・ソリューションの提供を通じて、お客様の製造現場に密着した潤滑材事業を展開し、広く産業界の発展に貢献していく。

写真2 新日鉄化学の高性能潤滑材
「シンループ® シリーズ」



図3 設備の劣化傾向管理

