

今日でも引き続き有効性を失わない英国石炭公社のシーリング技術

英国国営企業の英国石炭公社（British Coal

Ltd）は、英国において長年にわたって、深掘りおよび露天掘りにより何百万トンもの石炭を生産しました。その過程において同公社は、システムの設計製造の技術側面に関する非常にハイレベルの情報を、英国全域の大手コンベヤシステムサプライヤーに提供してきました。

このような情報は、坑内コンベヤ構造に適した原材料の仕様のみでなく、構造の各種要素に必要なコンポーネントなど、コンベヤシステム自体の設計製造にわたる非常に広範なものでした。

更には、有害な汚染物質からベアリングを保護してローラー寿命を延長するために必要となるローラー内のシーリングの配置などもカバーしていました。

1960年代には、大手サプライヤーの一社と協力して、坑内および地上で使用される英国石炭公社のコンベヤローラー向けに、新設計のシールが開発されました。

このシールはシャフトコンタクト型リップシールの原則に基づくもので、最終的な設計では、ポリウレタン製の3リップシャフトコンタクトシールという形状になりました。

これが後に標準シールの一つとなって長年にわたって使用されるようになり、英国石炭公社が民営化され、RJB鉱山（RJB Mining Ltd）、そして英国コール（UK Coal Ltd）と名称を変えた後も英国の炭鉱で引き続き使用されました。

弊社では、自社のコンベヤローラーに統合する標準シールの製造について検討していた段階で、迷うことなくこの立証されたコンセプトを採用しました。

古い工法の問題

このシールは当初1960年代初頭に設計されたため、その設計条件だけでなく、そのベースとなる原材料仕様と射出成形工具も当時使用されていたものでした。

つまり、元の設計における特定の側面が、現代のコンベヤローラーメーカーの要件にそぐわないという問題がありました。

また、1960年代初頭の工法では、最初にシールを専用のプレス鋼板ハウジングに組み込む必要がありました。

その後で、このシールのサブアセンブリをシールのスチールハウジングの外径とプレス鋼板ベアリングハウジングの内径の間に締めりばめで固定することで、ローラーベアリングハウジング（圧延管に溶接された状態）の口に組み込みました。

これは理想的な配置ではありません。

その主な理由として挙げられるのは、円形のプレス鋼板ハウジング内には、内径か外径で計測した場合に、**必ず**数ミクロンの楕円率が存在するためです。

従って、シールのスチールハウジングの外径とローラーに溶接されたプレス鋼板ベアリングハウジングの内径の間で、100%の密閉性を確保することが物理的に不可能なことになります。

。

シールの設計変更

そこで弊社では、このシーリングを現代に適した設計にするために、元の設計のいくつかの側面を見直して、現代の要件を満たせるようにする必要がありました。

更に、元のコンセプトでは想定されていなかった異なるローラー製造工法に適した新しい設計にすることが求められました。

従って、この目標を達成するために、次の特性を再検討する必要がありました。

- シーリングの外径。
- 原材料のポリウレタンの仕様。
- シーリング内の各シーリングリップの断面形状。
- シーリング外側の壁厚。
- コンポーネントの外側の下端から上部までのシーリングの高さ。

そのために上述の要件を踏まえながら、英国石炭公社の当初のコンセプトにリバースエンジニアリングを行って、元の設計に多くの技術変更を加えました。

- シーリングの直径を増やし、ローラーのプレス鋼板ベアリングハウジングの内径と完全に一致させるようにしました。
- 原材料仕様を現代的な組成に変更し、より高精度の射出成形コンポーネントを製造できるようにしました。
- 外側の断面形状を新しくし、シーリングリップの先端を極めて薄くすることで、シーリング内の3つの各シーリングリップを設計改良しました。
- シーリング外側の壁厚を2倍以上に増加して、剛性と強度を高めました。
- シーリングの高さを半分ほど低くし、さらに剛性と強度を高められるようにしました。

これにより単なるシーリングではなく、構造の一部に

この新しいシーリングは、このようなベアリングハウジングのアセンブリ設計の性質のために、次の間で100%の密閉性を確保できるようになりました。

- シール本体の外径とプレス鋼板ベアリングハウジングの内径。
- シール外側の壁の下端とベアリングの外側の溝の上端。
- プレス鋼板の保持ワッシャーの内側とポリウレタン製シールの上面。

このような改良は元のコンセプトを維持しながら行ったもので、引き続き3つの内部フレキシブルリップがそれぞれローラーシャフト外径の表面にシーリングされるようにしています。

それに加えて、この新しい3リップシャフトコンタクトシールは、ローラー先端の構造部に組み込むように設計されているため、シール外側の壁厚を増やし、シールの高さとお外径を増加しながらも、引き続き非常に効率的にローラーを密閉するという第一の目的を果たせるようにしています。

ローラー構造部にシール自体を組み込むというアイデアは非常に画期的なもので、弊社で認識している限り、世界的なローラー製造市場で他に例がありません。

石炭 - カリ - そして英国で公式認定を取得

弊社では1980年代に、当初6205/25 mm仕様のシールを使用したプロトタイプの暫定実地試験を成功させたことに続いて、新設計のベアリングハウジングアセンブリの量産を開始し、当初は6204/20 mmと6205/25 mm仕様のすべてのものに新しいシールを組み込みました。これらは英国石炭業界のローラーメーカーによって、この仕様のローラー製造に次第に採用されるようになりました。

やがて1980年代後半から1990年代にかけて、これらの新しいアセンブリ（カートリッジ）が標準的に使用されるようになり、英国だけでなく、特に米国やカナダなどをはじめとして世界中のローラーメーカーにより様々な用途に採用されました。

例えば、エドウィン・ロウ・リミテッドのカートリッジを使用したローラーは、北米のカリ鉱山でおおよそ20年以上にわたって活用されており、優れた威力を発揮しています。カリ鉱山の経営者ならよく承知していることですが、カリは非常に刺激の強い汚染物質で、一般的なシーリングに浸透して、ベアリングを汚染することがよく知られています。いったんベアリングが汚染されると、ローラーが機能しなくなります。

英国では、このシール設計は、英国石炭公社の後継企業のRJBマイニングUK（RJB Mining UK Ltd）から、1998年3月24日に公式認定を受けました。これは、この新設計のシールが一般的に認められたことを示す大きな節目となる出来事でした。

仕様範囲を拡大

新しい6204/20 mmと6205/25

mmのシールの使用がさらに広く受け入れられたことを受けて、弊社では、6308/40 mmまでの仕様のヘビーデューティベアリングにも拡大しました。これは、当時英国で使用されていた中で最も大型のローラー仕様で、直径40 mmのシャフトを組み込みました。

この新設計のシールはこのような製品範囲の拡大に伴い、英国の代表的ローラー仕様だけでなく、代表的な国際ISO規格や、北米の代表的CEMA規格（CEMA Fまで）に準拠したものとなりました。

このモダンなシール設計の大きな技術的利点の一つとして挙げられるのは、ローデューティ仕様から超ヘビーデューティ仕様にわたる各種ベアリング仕様に合わせて、簡単に拡大・縮小できることです。例えば、6202/15 mmのベアリングには、直径15 mmのシャフトを使用し、6312/60 mmのベアリングには、直径60 mmのシャフトを使用することができます。

つまり、この設計については、設計関連の研究開発をはじめとする必要なすべての研究開発が行われており、その機能性が既に立証されています。従って、シールのサイズが変化しても、単に拡大・縮小するだけで対応することができます。

これにより、ローラーメーカーで製品範囲を拡大するために新しいローラーの設計製造を行う場合に、その工程が極めてシンプルになります。

A V Cook
エドウィン・ロウ・リミテッド
英国バーミンガム
2017/5/11