

Powder and Bulk Engineering

VOLUME 22 NUMBER 4 APRIL 2008

The Authority Since 1987

Case history

乾燥機の真空状態を保持するシャフトシール

ある化学メーカーでは横型ロータリー真空乾燥機にメカニカルシールを導入し、真空保持と生産性を高めている

ある化学品製品メーカーでは研磨性のあるペーストを乾燥させて2種類の化合物樹脂を製造している。ペースト状からパウダー状へ乾燥させる必要があるが、各ペーストには異なる溶剤が含まれているため、一つの横型ロータリー真空乾燥機にて温度調節して精製している。このメーカーでは乾燥機のシャフト軸のシール漏れの問題を抱えていた。ゴム材を使用したシャフトシールは含まれる溶剤に対し耐性がないため、メーカーではグランドパッキンを採用していた。しかしグランドパッキンでは、シャフト軸が加熱、冷却されると真空を保持できなくなり、乾燥時間を延長する結果となっていた。その上、樹脂がシャフト軸とパッキンの隙間から外に漏れ出し、シャフトの摩耗や製品の純度が保てない問題もあった。またグランドパッキンの交換は頻繁でありこのことは費用のかかる問題であった。そのため、摩耗防止と生産性の向上を図るべく、乾燥機の真空状態をきっちり保持できるコストパフォーマンスの高いシール導入を検討することとなった。



長さ約6mのジャケット付横型ロータリー真空乾燥機は、中を貫く中空軸を4rpm速度で回転させながら蒸気を使って2種類のペーストを乾燥させる。

● グランドパッキンの問題点

今回紹介するメーカーは、化学品、エレクトロニクス・航空宇宙・その他特殊用途向けの樹脂を製造している、Huntsman Advanced Materials社（米国アラスカ州）である。ある樹脂（製品A）は固形物、水、溶剤の混合物で、横型ロータリー真空乾燥機にて160℃の条件にて乾燥すると、フワとした粉体となる。一方の樹脂（製品B）は、同じく固形物、水、溶剤から成る種類の異なる混合物で、同じ乾燥機を使用し約49℃の温度条件にてしまった感じの粉体に仕上がる。

直径1500mm、長さ6000mm、作動圧力が常圧~真空 20mm Hgのジャケット乾燥機を1日24時間、週7日間稼働する。4rpmで回転する中空のシャフト軸にスチームを通し乾燥に必要な温度にまで昇温する。

シャフト軸が室温から動作温度まで加熱されると、シャフト径が6mm程度も膨張し、パッキンが圧迫される。逆に、バッチサイクル終了後シャフト軸が冷却されても、グランドパッキンは再度拡張しないため、シャフト周りに隙間ができてしまう。その結果、乾燥機にエアが入ったり、原料が漏出したりする。実際、保全担当者は、3ヶ月に一度はグランドパッキンを交換する必要があり、その度に半日以上のダウンタイムを要していた。こうした停止時間と生産性の低下はメーカーにとって高まる懸念となっていた。

Huntsman Advanced Materials社の保全管理者、Stacey Dunagan氏は次のようにコメントしている。「しかし、最大の問題は真空を維持できないことでした。緩んだグランドのすき間から乾燥機内にエアが入り、サイクル時間が超過してしまいます。通常、パッキン損耗を予防するため、真空状態をできる限り低レベルに保つのですが、それがかえって生産性の低下を引き起こすというジレンマがあります。」

別の問題は、窒素パージされたパッキン部分から窒素が乾燥機内に漏れ出て、エンドプレートを若干冷却すること。これは、エンドプレート上に凝結を引き起こし、フレーク状になった原料が堆積する原因となっていた。バッチ替え毎に、乾燥機内側エンドプレート上にできたこの堆積物をかき取る必要があり、さらにダウンタイムが発生するという実情があった。



「緩んだグランドのすき間から乾燥機内にエアが入り、プロセス時間が長くなっていた」

圧力ゲージでシールパージ圧力を監視し、乾燥機内の圧力より2psi以上の状態に保つことによって、完全な密閉を維持します。

「グラファイトやPTFEが含有する様々なタイプのパッキンを試してきました。実際、より真空保持性能の高いパッキンが見つかったものの、研磨性が高くシャフトを摩耗させてしまうという難点があることがわかりました。中空シャフト軸自体を交換するのは莫大な費用がかかるため、パッキン探しは振り出しに戻ることになりました。パッキンの素材について探し続けましたが、真空保持性能があって、しかも別の問題を生じさせないパッキン素材については結局見つからないままでした」、とStacey Dunagan氏はさらにコメントを続けた。

● A Search for Sanity

Huntsman Advanced Materials社は、これらの問題を解決すべく、根本的な解決策を探し始めた。一般的な対応策は既にトライしていたため、よりカスタマイズされた解決策を模索することになった。2001年後半、Powder and Bulk Engineering誌に掲載されたカスタムシールの広告を見た生産部長Alan Curtis氏は、カスタムシャフトシールのメーカーであるWoodex Bearing社（メイン州ジョージタウン）にコンタクトをした。販売代理店Mid South Mechanical Sealing社（テネシー州Chattanooga）よりJerry Chevalier氏が派遣され、シールトラブル解決に踏み出した。

Chevalier氏は次のように語る。「保全担当者と共に工場内を見学し、アプリケーションのデータシートを記入しました。乾燥機と中空軸の寸法測定や原料の材質やサイズ、作動圧力、圧力等、必要なデータを収集しました。こうすることで、最善の結果を見込めるカスタムシールを提供することができます。」収集したデータから、カスタムデザインされたシャフトシールが提案され、それは既存の乾燥機を改造する必要がないものであった。

Huntsman Advanced Materials社は、このシールを購入し、2002年6月に取り付けた。Chevalier氏が監督として取り付けに立ち会った。シールは二分割構造で、シャフトの取出しが不要であるため、取り付けはたった一日で完了した。

● A Customized Sealing Solution

完全二分割型MECO EX-PACシールは、侵襲性のある化学品、研磨剤、高温、圧力変動等、過酷な環境下のアプリケーションに適している。ゴム材を全く使用しない、MECO-DRメカニカルドライブ方式を選択している。

直径260mmのシールを乾燥機の両側に取り付け、乾燥機内を横切る直径260mm 中空シャフト軸にタイトに取り付ける。シールにはスタッフボックスのようなアルミ製ハウジングがある。各シールには、ステンレス製ステーターとMECO-3000ポリマー製ローターがそれぞれ2つずつあり、対になったローター部分はエアパージされたハウジング内に納められている。ゴム材はいずれの溶剤にも耐性がないため、ローターとシャフト間の2次シールとしてテフロンパッキンを使用する。パッキンはシャフト周囲をシールし、シャフトの表面を摩耗させることなく、シャフト沿いの原料のリークを止める。

このシールはスプリングによりステーターを押さえており、ハウジング内のパージ圧力の力とともに、シール摺動面を閉じた状態に保持する。シールは7L/min以下の窒素でパージされ、圧力ゲージで内圧をモニタリングしているため、パージ圧の低下を容易に察知することが可能。シールパージ圧力は、乾燥機内の圧力より15kPa以上高く保たれる必要がある。圧力がこのレベル以下になるということは、バネによって十分なシール面圧力が維持できない状態までローターが磨耗しているということを意味する。

このタイプのシールは、シールの性能を損なうことなく、熱によるシャフトの膨張にも対応することができる。「この工程温度は約150℃とかなり高く、エラストマーがうまく機能しなかった原因の一つはここにあると思います。加工中に高温に達すると、シャフトは膨張します。ただ、このWoodex Bearing社製シールに関しては、シャフトが軸方向に膨張しても、乾燥機内の真空状態に完全に保たれています。回転部分にはシャフトが軸方向に約±6mmもスライドすることができる動きしろがあります。」

乾燥機稼働中に作動圧力・温度が変化してもシールに全く影響を及ぼさないため乾燥機内の真空状態は保持される。

プロセス時間は、製品Aの場合60時間から48時間にまで、製品Bの場合12時間から9.5時間にまで短縮された。

このシャフトシールはシャフトの振れや角度ずれを、標準にてTIR 6mm程度許容する。乾燥サイクル中の作動圧力・温度の変化がシール性能に全く影響を与えないため、真空状態を維持したまま運転を続けることができる。

● A Batchful of Benefit

カスタムシャフトシール導入後、シールは全くトラブルがなく、使用していく中で数々の恩恵がもたらされた。例えば、このシールは熱による膨張に容易に対応できたため、原料が乾燥機外にリークすることがなくなった。このため製品汚染やシャフト摩耗の問題も一掃された。薄片上の原料がエンドプレート上に付着していたトラブルも解消された。現在では、16バッチに一度かき取りが必要になる程度である。

「最大のメリットは、生産性が向上したことです。シールが完全な真空状態を保持しているため、乾燥時間が大幅に短縮されました。また、このシールはスプリングによりシール面圧を自動調整するので、調節やメンテナンスが必要ないため、ダウンタイムも最小限に抑えることが出来るようになりました。」バッチのサイクル時間は、製品Aの場合60時間から48時間にまで、製品Bの場合は12時間から9.5時間にまで短縮された。

このシール導入後は、定期的な部品交換のために2度、分解再組立を要した程度で、いずれもシール面の摩耗によるローター交換をしたにすぎない。二分割構造のため、取り付けは簡易で、低コストで行なうことが可能である。

以前は、毎バッチ後に保全担当者が乾燥機のクリーニングを行っていたが、このシール導入後は16～20バッチに一度の頻度で、もしくは品種転換の場合にのみクリーニング処理を要するまでに改善された。クリーニングでは、シールを含む全部品を分解し、水ジェットで洗浄する。こうすることで、エンドプレートに原料が集積したり、コンタミが混入したりすることを回避することができる。

Huntsman Advanced Materials社は、カスタムシールに大変満足しているとのこと。Dunagan氏は次のようにコメントしている。「シールの信頼性を大いに評価しています。シールに関するトラブルが解消されただけでなく、Woodex社の対応にも大変満足しています。スペア部品が必要なときや、疑問点があるときなど、すぐに快く応じてくれます。そして何よりも感心したのは、導入したシールがJerryが言った通り、いやそれ以上の効果をもたらしてくれたことです！乾燥機内の真空状態はこれまでになく良好で、シャフト交換にかかる出費も免れることができました。結果的に、時間とお金を大幅に節約することになりました。」

Dry-running seals
designed for *your*
process, in *your*
machinery.

Original
MECO®

CUSTOM ENGINEERED SHAFT SEALS

Proudly Manufactured in Maine by



WOODEX Bearing Company, Inc.

Georgetown, Maine USA 800 526 8800 toll-free in North America

+1 207 371 2210 Worldwide Fax: +1 207 371 2169

www.woodex-meco.com

