

ブリッジブレーカ物語

ホッパ内で粉粒体の閉塞(ブリッジ)が発生すると、外壁を叩いたり上部から棒で突いたりします。それでも解決出来ないか、疲労で嫌になってくると、人力によらない解決策を調べるでしょう。粉粒体トラブルの教科書には、ノッカ(振動式)やホッパ揺動式等が記載されていますが、これらを導入してもブリッジが解決されないか、解決されても騒音や振動の問題が発生する場合があります。回転翼式はブリッジを直截的に解決する有効な手段で、ノッカや揺動式で駄目だったブリッジを解決した事例は多々あります。しかし教科書には記載がありません。実は歴史が浅いのです。

ブリッジブレーカはオランダの DML 社が最初に開発しましたが、現在は販売を止めています。その理由は、回転部分と固定部分の隙間から粉粒体がギアケース内に侵入し、堆積して運転停止となるトラブルが多発した事でした。日本でも回転翼式に挑戦した会社がありましたが、やはりトラブル頻発で断念しました。

“ホッパ内が大気圧ならシールは問題ないのでは”と御考えの方もおられるでしょう。粉粒体がホッパ上部から間歇的に投入されると、ホッパ底部では粉体による衝撃圧が発生します。圧力上昇が瞬間的でも、何遍も繰返されると、少しずつ粉粒体がギアケースに侵入するのです。トラブル発生まで数カ月かかる場合もあります。

筆者は前述の日本の会社が廃業した後、この難題に挑戦しました。当初弾性パッキンを使って試作を繰返しましたが、パッキンがすぐ摩耗して解決出来ませんでした。そこで回転部と固定部の隙間に外部からエアを吹込んでみたら、粉粒体の侵入を止めることが出来ました。この時のエア量は 500L/min でした。

しかしブリッジを完全に解消出来るとは言え、エアパージにはデメリットもあります。食品や薬品ではクリーンエアが、酸化を嫌う環境では窒素ガスが必要で、このコストが馬鹿にならないのです。このガスパージ量を低減するため試作改良を重ねました。PTFE 製のシール材(固定部分)と SUS 材(回転部分)を軽く接触させ、その隙間にパージガスを通すことでパージ量を 30L/min 位まで低減させ、シール材の摩耗も抑えることが出来ました。

これでいけると安心していただけ、ボイラプラントの灰処理設備に本品を納入したところ、灰の中の未燃焼物が着火してしまい、結局使用出来なくなってしまいました。

一方大口径の引き合いも増え、1200A の例も出るに及んで、フランジの厚みを低減する為の大幅な設計変更の必要性が生じました。これらの事例からエアパージによらない中心駆動型の開発動機となりました。

中心駆動型の出力軸は小口径のオイルシールで完全にシールされガスパージが不要となります。更にエアを外部から導入し機構を通過させフランジ外壁から排出することにより、空冷が可能で高温仕様に適用出来ます。オイルシールを多段化し機構内部をホッパ内圧と均圧化することで高圧仕様においても問題はありません。実機として 500A 内圧 500KPa の製品を納入し、問題なく操業が続けられている実績があります。

しかし、中心駆動型は機構が中心部に設置される為、開口面積が少なくなり、排出速度の低下が心配されました。そこで実験を繰返した結果、その心配はないという結果に終わりました。

どういうことかと言えば、羽根は粉粒体を水平方向に押しブリッジを構成するアーチを崩すきっかけを与え、粉粒体は下向に自重で落下する訳です。崖の上に立っている人の背中を軽く押しても強く押しても落下速度は変わらないのと同じです。実際、羽根の回転速度を変えても粉粒体の排出速度は殆ど変わりませんでした。このことを実感して頂くため貸出テスト機(50A、100A)を揃えています。

ガスパージが不要になった事で、食品や薬品用途向けのサニタリー仕様が実現化しました。出力軸や入力軸は二重のオイルシールとし、本体とギヤードモーターの接続部は、フェルールで容易に分離出来、本体を丸ごと水洗することが可能となりました。本体重量の軽減化も加わり、(150Aで10kgw)特に薬品業界からの引き合いが増えています。

回転翼が粉粒体から受ける抵抗力に対する知見も変わりました。当社での実験においても客先での実験でも粉粒体がない空ホッパ時と、粉粒体が充満しているホッパ時の比較において、モータの電流値は殆ど差が無く、思ったより抵抗力は低いことが判明しました。ただ粉粒体に粘着性がありホッパや羽根に絡み付く場合には羽根の負荷が大きくなる事があります。例えば湿気のある茶葉や繊維の混じったカーボン等です。これらは通常の粉粒体とは異なった対処が必要となります。

粉粒体が粒子の大きさや比重が異なる粒子で構成される場合、ホッパに投入される際にホッパ底部と上部でサイズや比重の相違が発生する事があります。特に比重の重たい粒子は底部に溜り易く、そのまま排出させると比重の重たいものと軽いものが交互に排出される、いわゆる偏析と呼ばれる現象が起こります。回転翼式においては羽根と接する縦長方向の面に沿って雪崩のような下降流が発生するので、ホッパ底部と上部の粉粒体が混在された状態で排出されます。このため偏析が改善されることがあります。実績としては比重の異なる原料から製造される耐火材(セラミック)がありました。

回転翼式のもう一つのメリットは紛体爆発を抑止出来ることです。紛体爆発は静電気によって発生します。ノッカのように紛体が内壁面から一斉に離れる方式では、火花が発生し易く、欧米でATEX等の規制があります。このリスクがある紛体用としてアイルランドに納入した実績があります。

上記に述べたように本製品の歴史は浅く改良すべき点はまだまだあり、日々開発を行っています。御読み頂き有難うございました。