

Separations Technology in Petroleum Refining

ポール石油精製用フィルターガイド

*Understanding
Root Causes...
Finding
Solutions*



問題の本質から解決の 鍵を探るポールの分離技術

私共ポール社は単にフィルターを販売するだけではなく、フィルターを必要とする問題の本質を理解し、最適な解決策を提供することを使命としております。

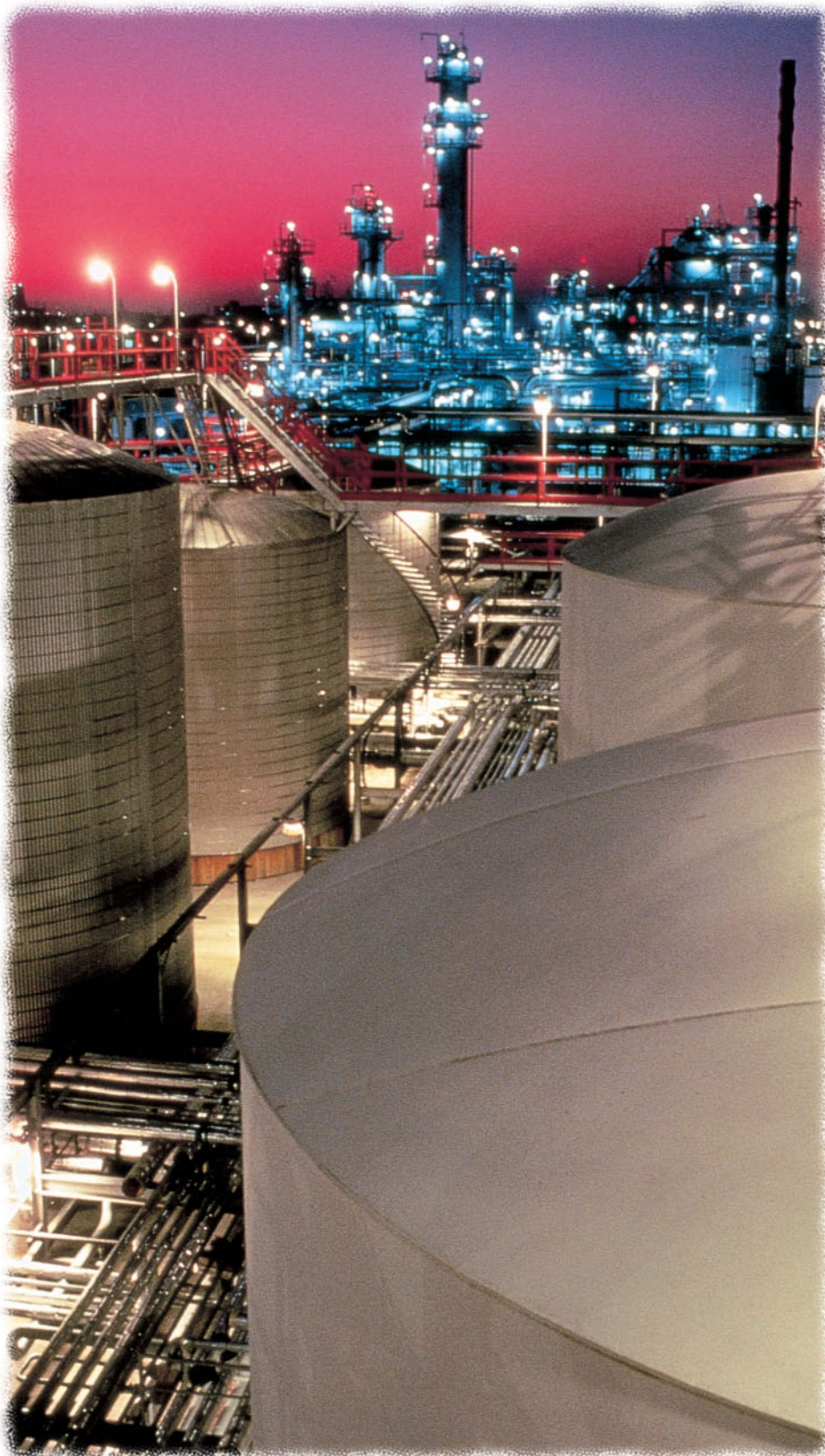
石油精製の分野におきましても、石油精製各社が抱えておられるプロセス上の諸問題に対して、ポール社は永年の経験や技術を生かして、有効な解決策をご提案いたします。

したがって、私共ポール社は他社の及ばないサービスやサポート体制を整えて、革新的な高品質製品を市場に提供



し、ろ過と分離技術の分野で世界のリーダーとしての地位を維持しています。研究開発と技術サービスにも積極的に多額の投資をし、石油精製各社に、ご満足いただける品質の高い製品を提供してまいります。

まず私共の姿勢をお客さまに理解していただき、ろ過と分離について十分な議論をかわした上で、最も良いと思われる問題の解決策を提案し実行いたします。この方法は世界各地の石油精製会社で採用され、ろ過分離の専門家と石油精製プラントの専門家の両者共同で問題解決をはかることは、ポール社の特長のひとつとして広く受け入れられております。



問題の本質から解決の 鍵を探るポールの分離技術

私共ポール社は単にフィルターを販売するだけではなく、フィルターを必要とする問題の本質を理解し、最適な解決策を提供することを使命としております。

石油精製の分野におきましても、石油精製各社が抱えておられるプロセス上の諸問題に対して、ポール社は永年の経験や技術を生かして、有効な解決策をご提案いたします。

したがいまして、私共ポール社は他社の及ばないサービスやサポート体制を整えて、革新的な高品質製品を市場に提供



し、ろ過と分離技術の分野で世界のリーダーとしての地位を維持しています。研究開発と技術サービスにも積極的に多額の投資をし、石油精製各社に、ご満足いただける品質の高い製品を提供してまいります。

まず私共の姿勢をお客さまに理解していただき、ろ過と分離について十分な議論をかわした上で、最も良いと思われる問題の解決策を提案し実行いたします。この方法は世界各地の石油精製会社で採用され、ろ過分離の専門家と石油精製プラントの専門家の両者共同で問題解決をはかることは、ポール社の特長のひとつとして広く受け入れられております。

また、石油精製各社の問題解決を担当する専門グループもございます。私共の応用技術研究所(SLS)は、400人の研究者と技術者の世界的ネットワークを持っております。流体の清浄化と分離プロセスで起こる多様で複雑な問題について調査し、解決する経験も豊富です。アメリカ、ヨーロッパ、日本を中心とした世界各国に、最新設備を誇る20以上のSLSを配置して、世界をかけめぐるネットワークを有効に利用し、技術コンサルティングと技術サポートを行ってまいります。

ポール社では、次のような観点からトータル・プロセスアプローチを考えております。

製品不良発生の低減
エマージェンシーシャットダウンの低減
メンテナンスコストの削減
プラントのエネルギーコストの削減
製品収率と転化効率の向上
環境基準への適合

石油精製各社からの多様な要求にお応えできる高品質なシステムを取り揃えております。メディア、エレメント、ベッセル、完全自動化分離システムなど、ほとんど全製品を設計し製造しております。また、高分子材、無機材、メタル、セラミックなどの幅広いメディアを取り揃えておりますので、お客さまの特殊なプロセスの要求に適合する最適なフィルターメディアをご提供できます。

適切な製品を持ち合わせていない場合には、お客さまと協力して、問題を解決する新製品を開発いたします。発展していく市場の需要にあわせて常に積極的にチャレンジし、努力してまいります。

また、ポール社の全製造設備は、同一の製造手順を持ち、国際標準機構(ISO)の認証ISO9001を取得しています。した

がって、ポール社の製品とシステムは世界のどこで使用されても、仕様通りの性能が保証されております。

問題の根本原因分析、トータル・プロセスアプローチ、総合的品質管理の3つを柱とし、私共が蓄積してきた技術、経験は、お客さまのプロセスの管理レベルや効率を上げる一助となるものと確信しております。



SLS試験装置

【 目 次 】

Separation Technology

9 ~ 12

液中の固体粒子の分離システム

—— バックウォッシュ

Filtration Technology

13 ~ 15

液中の固体粒子の分離

—— ディスポーザブルフィルター

Separation Technology

16 ~ 19

ガス中の固体粒子の分離システム

—— ブローバック

Coalescing Technology

20 ~ 21

ガス中のミストを除去する気液分離システム

—— L/G コアレッサー

Coalescing Technology

22 ~ 23

石油製品、アミン溶液、排水の油水分離システム

—— L/L コアレッサー

石油精製プロセスにおけるフィルトレーション設備

石油精製におけるフィルトレーションの代表的なプロセスアプリケーションをご紹介します。主要なフィルターの位置や用途など、システム詳細は図をご覧ください。図のフィルターの番号は、下の表の適用番号に一致します。

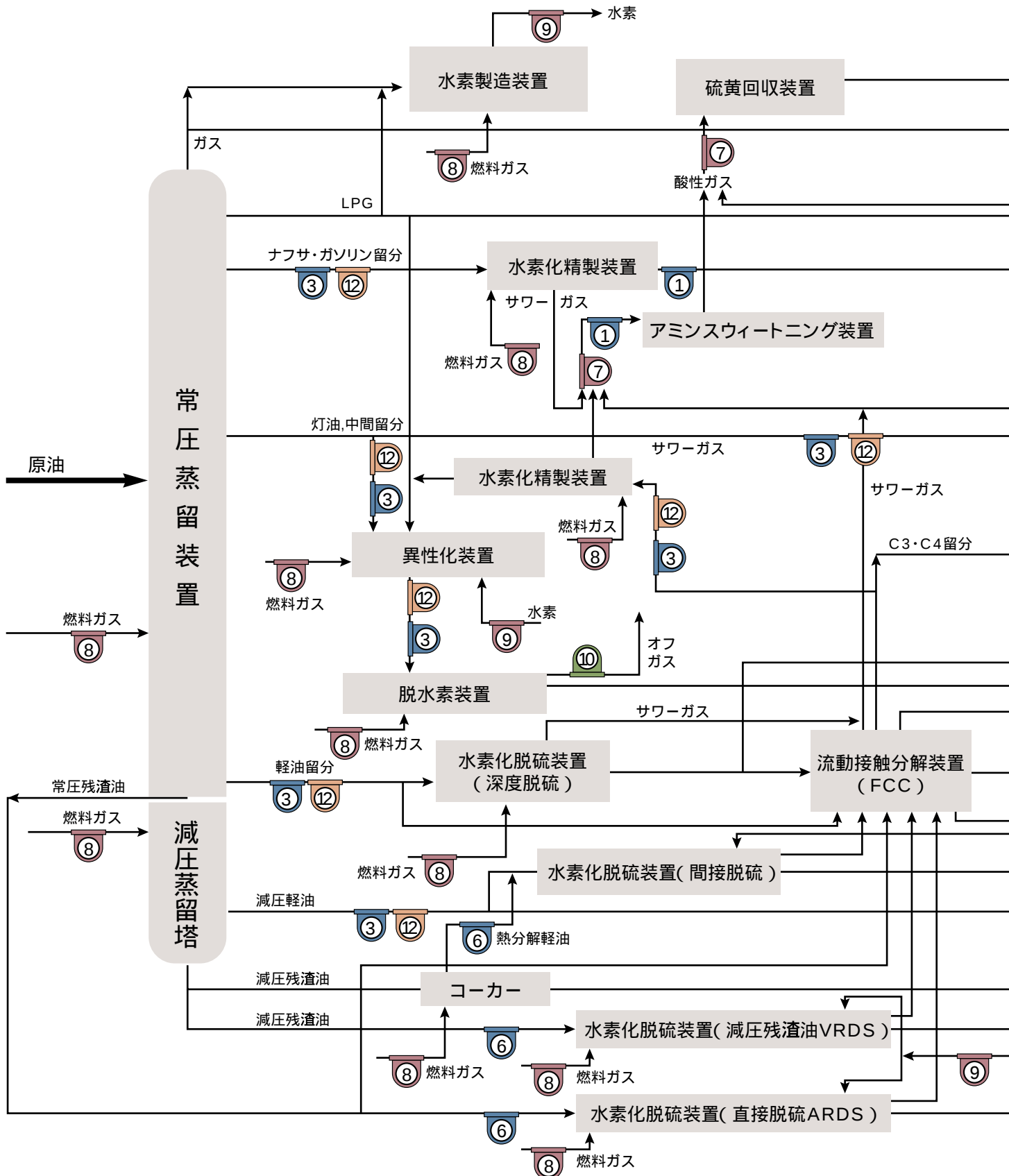
固体粒子除去フィルター / バックウォッシュフィルター		
適用	問題	利点
① アミンスウィートニング	アミンプラントでは、液状炭化水素や硫化鉄は、フォーミングとファウリング(熱交換器の汚染)の原因となる。	アミンの損失、フォーミング、飛沫同伴の低減。エネルギー消費量の節約。メンテナンス、運転作業、廃棄の各コストの削減。
② 芳香族抽出(スルフォラン)	液状炭化水素と固体粒子は、フォーミングとファウリング(熱交換器の汚染)の原因となる。	(プロセスはアミンと類似している。)溶剤の損失とフォーミングの防止による運転性の向上。エネルギー消費量の節約。メンテナンス、運転作業、廃棄の各コストの削減。
③ 触媒保護	固体粒子は触媒床(5 ~ 10 µm)を塞ぎ、触媒を劣化させる。触媒の種類によっては、水が触媒を劣化させることもある。	反応による転化効率と利益率の向上。触媒の交換頻度の低減。反応収率の向上。メンテナンス、運転作業、廃棄の各コストの削減。
固体粒子除去フィルター		
④ 中間製品及び最終製品の出荷	石油精製の中間製品及び最終製品に微細粒子や遊離水を含んでいる。	製品品質の改善。再処理や汚染の低減。メンテナンス、運転作業、廃棄の各コストの削減。
バックウォッシュフィルター		
⑤ FCC装置からのスラリーオイル	触媒の微粒子の混入がスラリーオイルの品質を下げる。	製品付加価値の向上による収益の改善。二次側機器のメンテナンスコストを削減する。
⑥ HDS(直脱・間脱・VRDS)及びハイドロクラッカー	固体粒子は触媒層を塞ぎ、リアクター・ホットスポットの原因となる。	転化効率と利益率に貢献する。触媒の交換頻度の低減。触媒層の固化を防ぐ。メンテナンス、運転作業などのコスト削減。

気液分離(L/G)コアレッサー		
適用	問題	利点
⑦ アミン・硫黄回収装置	硫黄回収装置の触媒が同伴アミンにより汚染される。同伴炭化水素や処理薬品がアミン吸収塔でフォーミングの原因となる。	触媒の交換頻度の低減。硫黄の収率の向上。機器汚損の減少。アミンの損失量、フォーミング現象、飛沫同伴量の減少。
⑧ 製油所燃料ガス	燃料ガス組成の急変化や炭化水素の凝縮が起こる。液状炭化水素や固形分がバーナーや燃焼装置を汚損し、目詰まりを起こす。低NOxバーナーは目詰まりによる影響を受けやすい。	信頼性の向上。メンテナンスコストの削減。燃焼効率の向上。
⑨ 水素分離膜及びコンプレッサーの保護	水素ガス組成の急変化や炭化水素の凝縮が起こる。液や固形分が分離膜中やコンプレッサー内部を汚損する。	信頼性の向上。メンテナンスコストの削減。効率の向上。

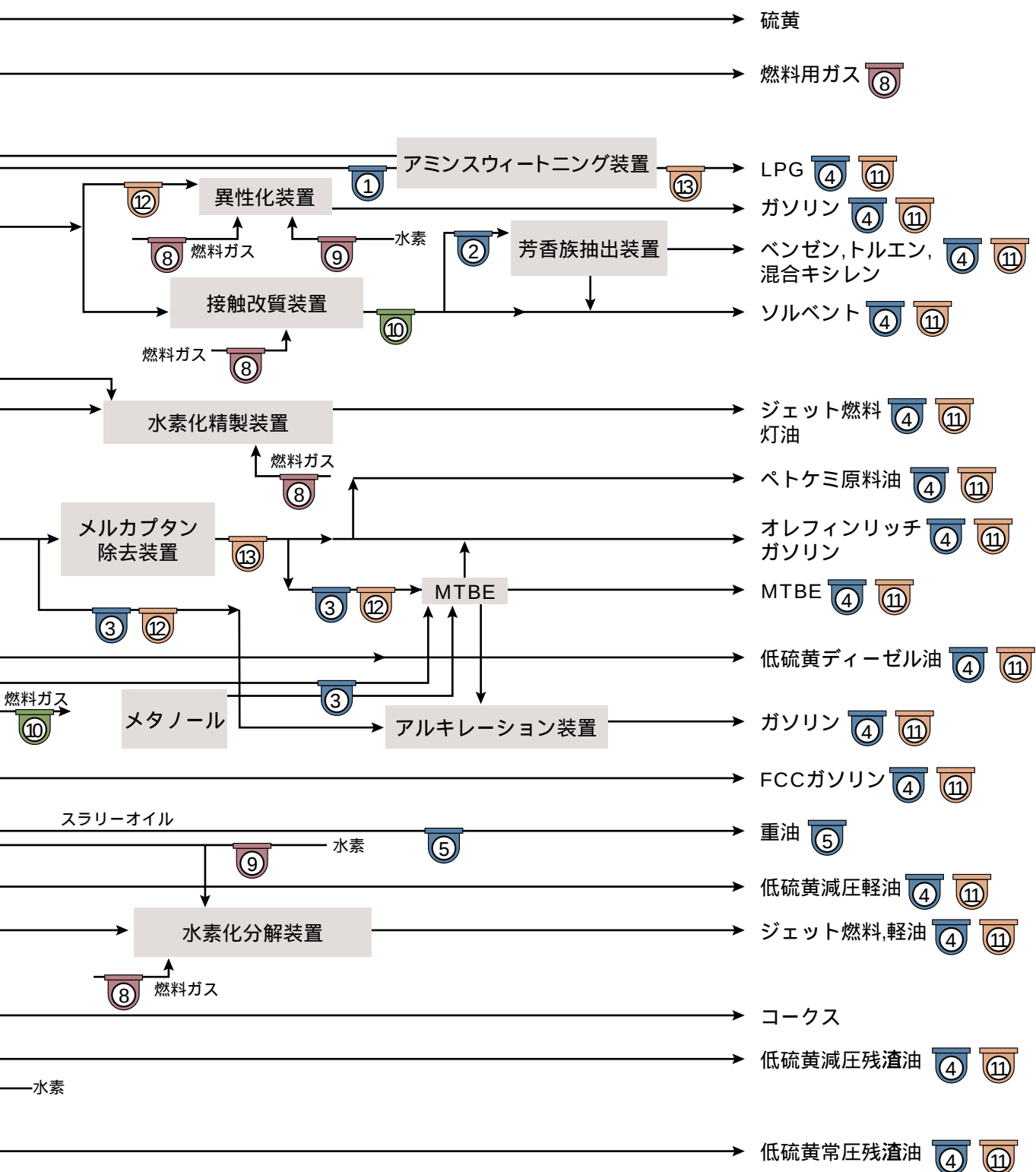
ブローバックフィルター		
適用	問題	利点
⑩ CCR、FCC装置におけるガスからの触媒回収	微粒子触媒は排ガス中や洗浄ガス中に排出され、触媒の損失、粉塵放出、後流機器のメンテナンスなどの問題の発生原因となる。特に触媒が連続再生される場合に問題となる。	触媒回収量アップによる運転コストの削減。後流機器のメンテナンスコストの削減。環境基準に合致。

油水分離(L/L)コアレッサー		
適用	問題	利点
⑪ 中間製品及び最終製品の出荷	石油精製の中間製品及び最終製品に微細粒子や遊離水が含有される。	製品品質の向上。再処理や汚染の低減。メンテナンス、廃棄の各コストの削減。
⑫ リアクター及び触媒の保護、腐食防止	固体粒子は触媒床(5 ~ 10 µm)を塞ぎ、触媒を劣化させる。触媒の種類によっては、水が触媒を劣化させることもある。	反応による転化効率と利益率の向上。リアクター・ホットスポットの防止。触媒交換頻度の低減。反応収率の向上。メンテナンス、運転作業、廃棄の各コストの削減。
⑬ アミン・苛性ソーダ処理	アミンやアルカリが製品中に同伴されると、オフスベック製品の原因となる。特に同伴アルカリ物質は、後流のラインや機器に沈殿物を形成し、機器汚損の原因となる。	利益率の改善。再処理コストの低減。メンテナンス、運転作業の各コストの削減。

ポール社がおすすめする石油精製プロセス



におけるフィルトレーション設備の設置図



「フィльтраーション技術」を駆使し
石油精製プラントの諸問題を
解決する.....

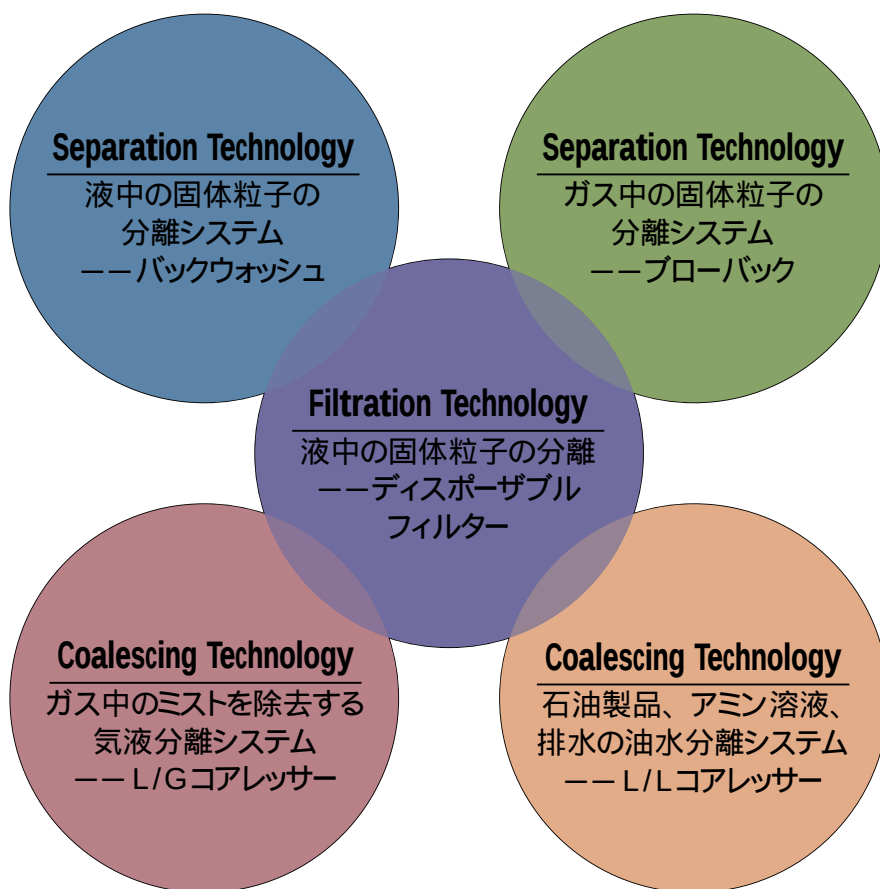
*Searching Out
Root Causes...
Then Applying
Separations
Technology*

ポールの分離技術——最適なフィルターシステムの選定

ポール社は、油圧関係のフィルター技術から始まり、製薬、食品、化学、エレクトロニクス等の各工業分野のフィルトレーション技術の実績をベースにして、幅広い過と分離システムを通じて、石油精製各社の各種製品の品質の向上、収益の向上に寄与してまいりました。ポール製品の多くは、お客さまとの共同研究によって開発されたものです。石油精製エンジニアやシェブロンなどのプロセスライセンサーとの緊密な関係は、お客さまの現在および将来のニーズを理解する大きな助けとなっています。石油精製各社のニーズを認識し、それに応じた製品開発プログラムを推進し、技術力を磨き上げてまいりました。

すべてのろ過と分離システムの技術の核は、分離を行うフィルターメディアにあります。私共は20種類以上のメディアと、150種類以上の高分子材、無機材、メタル、セラミックスの各種フィルター製品と相分離機器を製造しており、石油精製の用途に最適な品質のシステムを提供することができます。

石油精製の各種プロセスにご提供できる技術は、この『フィルターガイド』の5つのセクションに記載されています。お客さまの用途に応じた詳細については、該当するセクションをご参照ください。



Separation Technology

液中の固体粒子の分離システム——バックウォッシュ

石油精製プロセスの液ろ過では、液中の固体粒子濃度が種々異なるため、さまざまな固液分離方法が考えられます。一般的に、液中の固形分濃度が高い場合には、バックウォッシュシステムが最適なる過分離方法であるのに対し、液中の固形分濃度が低い場合には、ディスポーザブルフィルターが使われます。場合によっては、バックウォッシュシステムの後には、より細かいグレードのディスポーザブルフィルターを組み合わせることもあります。私共はどのようなフィルターやろ過分離システムの組み合わせであっても、全体として最も効率的で経済的なシステムを提供いたします。

ポール社は、水素添加プロセスを持つ化学会社のニーズに応じて、1960年代に初めて触媒回収のバックウォッシュ技術を開発しました。この技術が盛んに使われるようになったのは、1980年代後半からで、FCC(流動接触分解装置)からのスラリーオイル中の触媒微粒子を除去して製品の品質を上げる必要性が出てきたからです。その後このバックウォッシュ技術は改良され続け、FCC以外の水素化脱硫プロセス(直脱・間脱の各脱硫装置および深度脱硫装置等)や水素化分解プロセス(ハイドロクラッカー)でも使われるようになりました。現在では主に水素化脱硫装置の触媒寿命を長くし、転換効率を改善する目的で使われています。ポールのバックウォッシュシステムには、従来から触媒床を保護するために使われていたウェッジワイヤーシステムに比べ、はるかに多くの利点があります。

ポール社ではこれらの水素化脱硫・水素化分解プロセスを保有するプロセスライセンサーと密接な関係を持ち、これらのプロセスに適用されるフィルターを開発しており、日本のプラントでも使用されています。

ポール製品群

バックウォッシュフィルター	
ワイヤーメッシュ	“ リジメッシュ ”
メタルパウダー	“ PSS ”
メタルファイバー	“ PMF ”
ウルチブリーツタイプ	“ セプトラ ”



ポールのバックウォッシュシステムは、FCCスラリーオイル中の微細な触媒をほぼ完璧に近く分離することができます。液体サイクロンや電気集塵機に比べ、高効率、省スペース、省コストを実現します

ポール・バックウォッシュシステム

バックウォッシュシステムは、定期的にフィルターをインラインで逆洗再生しながら、プロセス液中に懸濁している固体を除去、あるいは回収するように設計されたろ過システムです。適切な孔径の多孔質フィルターメディアは、固体粒子をメディア表面で効果的に捕捉し、透過性ケーキを形成します。バックウォッシュは、フィルターのろ過差圧があらかじめ設定された値になると、または一定時間おきに、フィルター容器の液出入口を遮断します。その後リバースフローを発生させ、捕捉した固体粒子をフィルター表面から剥離し、容器から排出します。逆洗再生されたフィルターは、再びろ過運転に戻されます。バックウォッシュ後の回復初期差圧は、バックウォッシュを繰り返しても、基本的には一定となります。

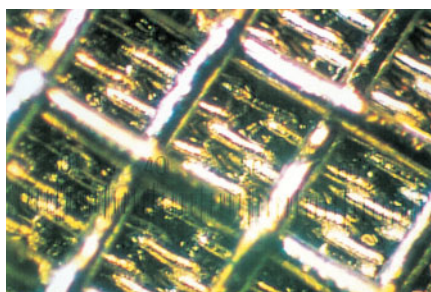
バックウォッシュシステムがスムーズに機能するためには、フィルターベッセルの設計、チューブシート・アセンブリ、配管、計装機器バルブの選定などのすべてが重要な役割を果たします。バックウォッシュシステムの最も重要な点は、その捕捉粒子の形成するケーキを逆洗により剥離することができるかどうかです。ポール社のバックウォッシュシステムは、金属、非金属の幅広い多孔質フィルターメディアとバックウォッシュ技術により、個々の石油精製の用途のために設計され、最適化したものです。

ポール・バックウォッシュ・システムにより得られる大きな利点：

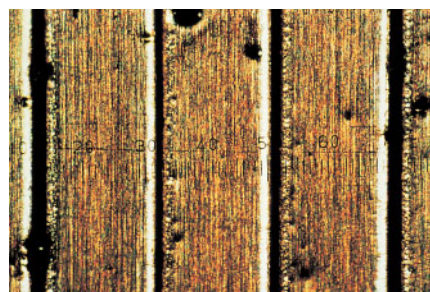
逆洗油消費量の削減
ろ液品質の向上
ろ過量の増大
低初期差圧
メンテナンスコストの削減
ユーティリティコストの削減
短期間での償却が可能
低運転コスト

ポール“リジメッシュ”とウェッジワイヤーの比較

日本の石油精製装置の中の直接脱硫プロセスや水素化分解プロセスでは、バックウォッシュフィルターによりフィード中の固体粒子を除去し、リアクター内の触媒を保護しています。このシステムにウェッジワイヤー・メディアが使われていますが、このメディアの空隙率は3～5%しかなく、充分なフィルター性能を発揮できない構造で、逆洗時間も短いという欠点があります。そこでウェッジワイヤーのフィルター装置の中に、ポール“リジメッシュ”を装填すると、空隙率は約7倍になり、ろ過面積は2倍になります。バックウォッシュ・サイクルが延びるだけでなく、よりファインなろ過や処理量も増加できるといった基本的なアップグレードも可能となり、ポール社の新システムを利用できます。



“リジメッシュ”——空隙率30%



ウェッジワイヤー——空隙率3～5%

ポール・バックウォッシュシステムと他システムの比較

	ポール・バックウォッシュシステム	静電気セパレーター	ウェッジワイヤー	液体サイクロン	サンドフィルター
除去効率	高い	中程度 (変わりやすい)	低い	中程度	低い
処理能力(固体濃度)	高い	中程度	低い	高い	高い
運転・メンテナンスコスト	極めて低い	高い	極めて高い	低い	低い
必要逆洗液量	2%以下	10%以上	2～20%	6%	1～2%
流量変化の影響	なし	極めて高い	なし	なし	なし
適応温度範囲	高い	低い	高い	中程度	高い
運転の信頼性と安全性	高い	中程度	低い	中程度	中程度

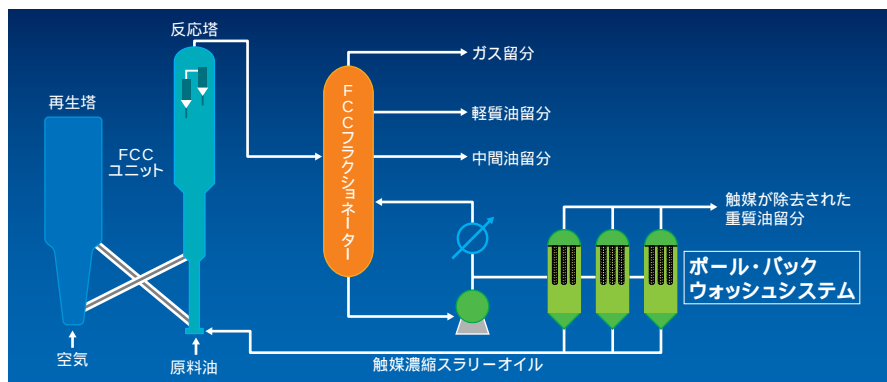
ガスアシスト・バックウォッシュ

ガスアシスト・バックウォッシュは、プロセス流量が高く、複数系列のフィルターベッセルを持ち、これらを連続運転する場合に適しています。バックウォッシュをする時は、そのフィルターベッセルをプロセスフローから独立させ、フィルターベッセルの二次側から過されたエアまたは他の適切な清浄ガスを適量流して、容器を加圧します。その後、フィルターベッセルのドレンバルブを急速に開いて逆流を起こし、逆方向の流れによるパルスにより、フィルター表面に捕捉された固体粒子をたたき落とします。バックウォッシュが完了したフィルターベッセルは過運転に戻され、残りのフィルターベッセルを順次バックウォッシュします。

ガスアシスト・バックウォッシュでは、フィルターの二次側の加圧ガスが急激に膨張することにより、通常の過速度の7倍程度の逆流(内側から外側)をフィルターエレメントに起こします。この方法は、エレメント表面に捕捉された粒子のケーキ層を効果的に剥離すると同時に、逆洗に必要な液量を単純な逆流逆洗に比べ大幅に低減します。このため、排出される逆洗液中の固体濃度も高くなります。

ガスアシスト・バックウォッシュと高集塵能力を持つポール・バックウォッシュメディアとの組み合わせにより、逆洗間隔の長い実用的なバックウォッシュシステムとすることができます。

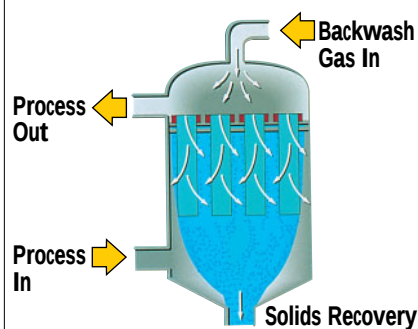
ポール・バックウォッシュシステムによるFCC スラリーオイルからの触媒回収、及び触媒除去のプロースキーム



ポール・バックウォッシュシステムおよびガスアシスト・バックウォッシュの利点:

より長い触媒寿命
オフスペック製品の発生防止
逆洗液量が少なく、液の廃棄・再処理コストを削減
運転が容易で、バルブや計装機器のメンテナンスコストが低い
頻繁なフィルターエレメントの容器外取り出し洗浄は不要

ポール・バックウォッシュシステム



バッチ処理は一系列、連続処理は複数系列システムからハウジングを切り離しバックウォッシュ
圧縮ガスで液を高流速で逆流させて洗浄

● バックウォッシュ用メタルフィルター



ポーラスメタル“ PSS ”フィルター

ステンレススチール粉末を焼結して製造した“ PSS ”フィルターの S 'メディアは、均一な透過性と信頼できる高い過精度を持ちます。また、溶接部のないシームレス構造で、グレードによっては最大 60 % という高い空隙率を持つため、収塵能力が高く、圧力損失が低いという特長があります。これは特にファイングレードになるほど顕著で、高い流速での設計が可能になるためコスト削減につながります。316L ステンレススチール製の標準品に加えて、インコネル、ニッケル、ニッケルモリブデン、アルミニウム合金のメディアによる“ PSS ”フィルターもあります。



“ PMF ”メタルファイバーフィルター

“ PMF ”フィルターは、微細径の 316L ステンレススチールファイバーで製造されており、均一で強靱なテーパー孔のメディアにするために、接触点は焼結されています。高い収塵能力を持ち、内側の一層あるいは数層で絶対過精度による過を行います。



“ リジメッシュ ”ステンレススチール・ワイヤーメッシュ・フィルター

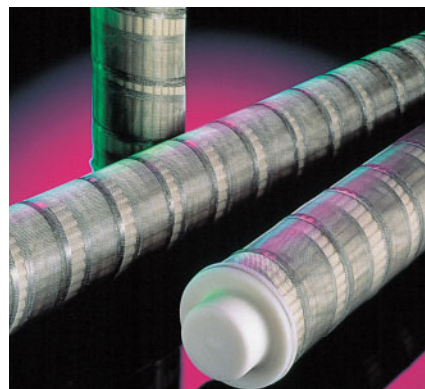
“ リジメッシュ ”ステンレススチールメディアは、ポール社の特許技術によるワイヤーの特殊織り構造により製造されています。このため、他のワイヤーメッシュ織りメタルフィルターに比べて、圧力損失が低く、表面開口率が高く、収塵能力が高いという特長があります。“ リジメッシュ ”メディアは、引張強度・曲げ強度・剪断強度・疲労強度を強くするために焼結されており、高温や高圧下であっても、均一な孔径、孔分布を維持し、メディアの剥離がありません。

● バックウォッシュ用ノンメタルフィルター



“ プロセップ ”フィルター

“ プロセップ ”フィルターメディアは、ポリオレフィンまたはポリアラミドファイバーで構成されており、いずれも幅広い温度と化学適合性を持っています。円筒状フィルターは外表面（一次側）から内側に向かってファイバー径と孔径が次第に小さくなり、エレメントの最内層では孔径が一定になります。プレコートの有無にかかわらず使用できるように設計されており、信頼性の高い過精度を持つ“ プロセップ ”フィルターは、プロセス流体の固体含有量が高い用途に最適です。



“ セプトラ ”フィルター

“ セプトラ ”フィルターは、高い過精度を持つ高分子メディアをブリーツ状にして広い過面積を持たせ、かつ逆洗に適した強固なエレメント構造にしています。プレコートを不要とするファインな過精度を持ち、クリーン・イン・プレースが可能な自動逆洗による固液分離システムの運転に設計されています。フィルターメディアは、ポリオレフィン、ポリアラミド、グラスファイバーの 3 種類があり、260 以下の運転に適しています。

Filtration Technology

液中の固体粒子の分離——ディスポーザブルフィルター

固体粒子の濃度が比較的低い場合(5～10ppm以下)には、ポール・ディスポーザブルフィルターが有効で、より安価に液体中から固体粒子を除去できます。ポールフィルターは石油製品や、アミン、グリコール、スルフォランのようなプロセス流体から、固体粒子を除去するために使われています。高い収塵能力とロットによるばらつきのない均一性が特長です。ろ過寿命は長く、機器や作業者の保護の面でも優れています。捕捉した粒子のアンローディングやメディアの剥離を防ぐように設計されています。そのため、安定したろ過が長期にわたり可能となります。

ポール・ディスポーザブルフィルターは、トラブルを起こさずに長期間、効果的にご使用いただけるように、設計、製造されています。

ディスポーザブルフィルターの特長：

均一な孔径と孔分布
メディア強度、耐久性が高く(運転条件の変動に耐える)
化学適合性が高い
絶対ろ過精度を持ったメディア

■ 代表的な使用例

アミン・スウィートニング溶液
(ADIP 溶液、UCARSOL 溶液)
スルフォラン抽出溶液

ディスポーザブルフィルターのろ過効率(ベータ値; β_x)

ディスポーザブルフィルターのろ過効率を表す指標にベータ値があります。ベータ値とは下記の式のように、フィルター一次側における粒径 $X\mu\text{m}$ 以上の粒子数をフィルター二次側における粒径 $X\mu\text{m}$ 以上の粒子数で割った値です。

$$\beta_x = \frac{X\mu\text{m以上の一次側の粒子数}}{X\mu\text{m以上の二次側の粒子数}} \quad \text{粒子除去率} = \frac{\beta_x - 1}{\beta_x}$$

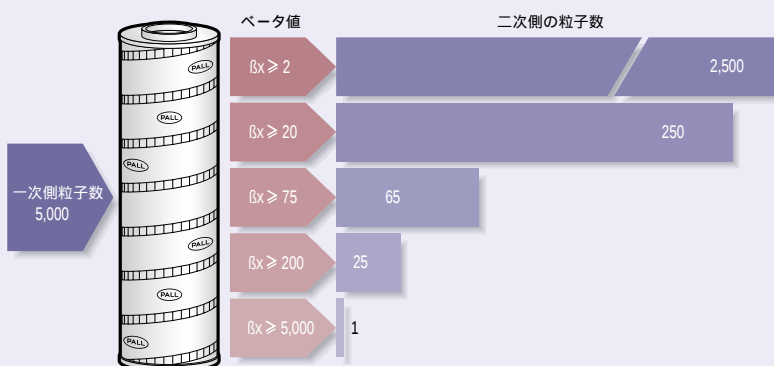
ベータ値は現在フィルターの性能をもっとも正しく表す方法です。ISO 4572で規定されており、世界各国で使用されています。このベータ値を、フィルターの一次側の粒子数とフィルターによって補足された粒子数の比率との関係で示すと右表のようになります。

ベータ値と除去効率の関係

β_x	$X\mu\text{m}$ 以上の除去効率
2	50 %
20	95 %
75	98.7 %
200	99.5 %
5,000	99.98 %

ポールのディスポーザブルフィルターは $\beta_x = 5,000$ で定格付けられています。すなわち、 $X\mu\text{m}$ 以上の粒子が一次側で5,000個チャレンジされた場合、二次側には1個しか抜けてこないろ過効率を表わしています。この値によって製品中の異物の管理をミクロン単位で行うことができ、品質管理コストの削減に大きく寄与します。一般的なワインドタイプのフィルターは、ベータ値が10前後しかなく、表示ろ過精度での製品中の異物の管理はできません。

ベータ値と粒子除去の関係

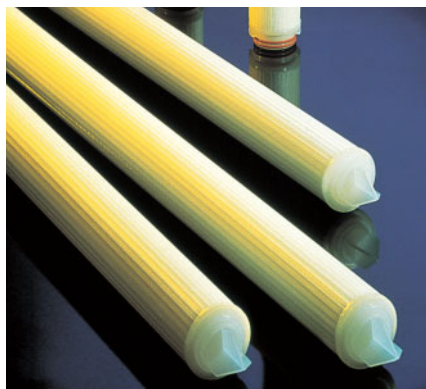


● ディスポーザブルフィルター



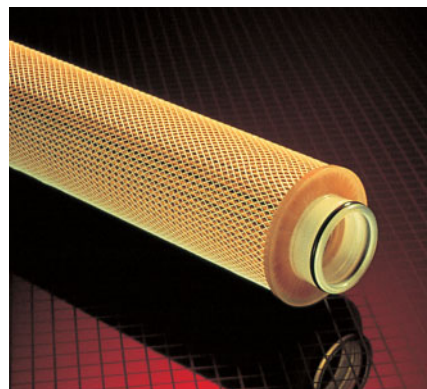
“ プロファイル ”

“ プロファイル ”は、連続的に孔径が変わるプレフィルター部分と孔径が均一な絶対ろ過精度のファイナルフィルターの部分が一つのエレメント内にあるデプスタイプのフィルターです。材質はポリプロピレンとナイロンの2種類あります。



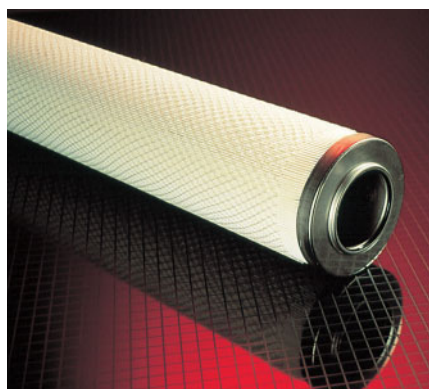
“ HDC ”

“ HDC ”は、連続的に孔径が変わるプレフィルター部分と孔径が均一な絶対ろ過精度のファイナルフィルターの部分が一つのエレメント内にあり、ポリプロピレン膜で構成されているブリーツタイプのフィルターです。



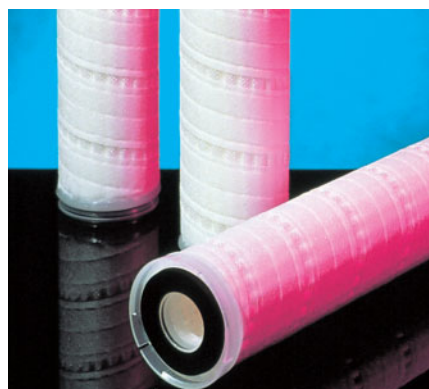
“ エポセル ”

“ エポセル ”は、メディアがエポキシ樹脂含浸セルロースで構成されており、ブリーツ状でろ過面積が広いので、ろ過寿命が長く、一貫性のある性能を発揮します。固定孔構造で、アンローディングやメディアの剥離が起こりません。“ エポセル ”は化学的適合性が幅広いので、さまざまな流体にお使いいただけます。特にガスの清浄化に最適です。



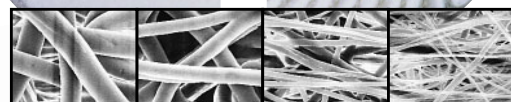
“ ウルチポア GF プラス ”

“ ウルチポア GF プラス ”は、メディアがエポキシ樹脂含浸グラスファイバーで構成されており、粒子の除去効率を高めるためにゼータ電位を付加し、フィルターの孔径よりずっと小さい粒子の除去ができます。



“ ウルチブリーツ・プロファイル ”

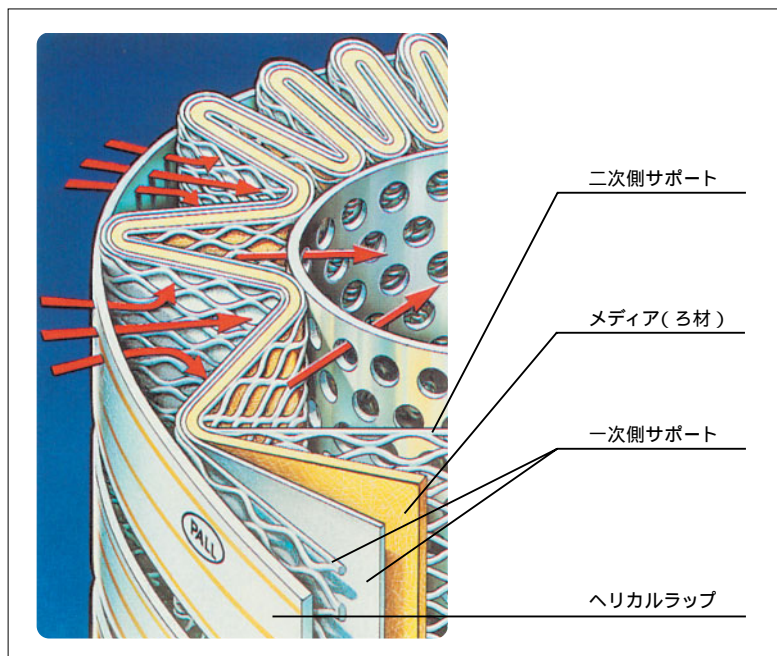
“ ウルチブリーツ・プロファイル ”は、メディアの独特なクレセント（三日月型）構造（ウルチブリーツ構造）により、多くのブリーツ型のポリプロピレンメディアよりろ過寿命が長くなっています。“ ウルチブリーツ・プロファイル ”は抽出物が少なく、化学的適合性にも優れており、ゲルやその他の粘性の高い流体からの異物の除去に最適です。“ ウルチブリーツ・プロファイル ”は、石油精製の分野でさまざまな用途にお使いいただけます。



● L/L コアレッサー保護用フィルター —— “ウルチポア” HC0101 シリーズ

“ウルチポア” HC0101シリーズは正確なる過精度、低差圧、大集塵量のフィルターで、ガソリン、灯油、軽油などの出荷用やL/Lコアレッサー保護用に最適です。また、ナフサやアミン用にもお使いいただけます。

石油精製や石油化学の各種プロセスでは、油中の水分あるいは水中の油分を分離除去するためにL/Lコアレッサーがよく設置されています。コアレッサーの寿命に影響を与えるものは、流体中の微細粒子で、これが、コアレッサーのメディアの繊維の中に捕捉され、目詰まりを起こしたり、水滴の凝集を妨げたりします。コアレッサーのプレフィルターとしてボール“ウルチポア”フィルターは微細粒子の除去にたいへん効果的です。



“ウルチポア” フィルターの特長：

正確なる過精度 低圧力損失	ロングライフ 高い集塵能力
------------------	------------------

“ウルチポア” フィルター仕様

ろ過精度	1μm, 3μm, 6μm, 12μm, 25μm
材質	グラスファイバー
最高使用差圧	3.5 kg/cm ² (耐差圧: 10.2 kg/cm ²)
最高使用温度	135



Separation Technology

ガス中の固体粒子の分離システム——ブローバック

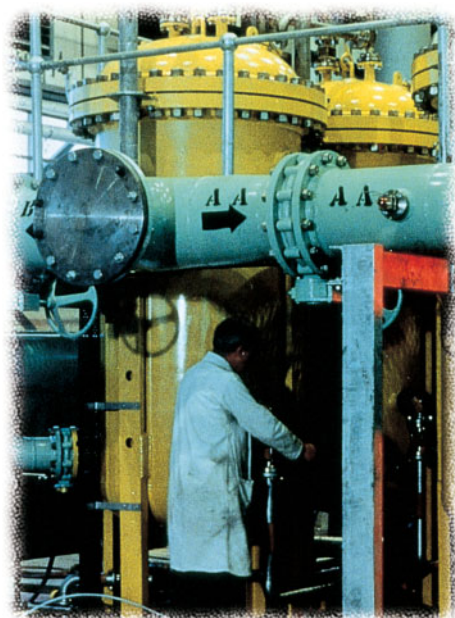
固体粒子を含むガスのろ過は、多様な使用条件、例えば、腐食性ガス・高温ガス・高濃度粒子等の要求に対応する必要があり、ポール社はガス中の固体粒子分離の最新技術を開発し続けています。また、特定のガスフローから固体粒子を効率的に分離するために、石油精製各社のエンジニアやプロセスライセンサーと協力して、ブローバックシステムを開発しました。この用途では、フィルター表面に捕捉された固体粒子が透過性のあるケーキを形成するよう、捕捉粒子に対して十分小さな孔径のフィルターメディアが適しています。そして、フィルターの圧力損失(ケーキ厚みや圧縮度による)があらかじめ設定された値になると運転の系から切り離し、逆方向のガスの流れ(ブローバック)を起こし、表面の付着ケーキを取り除きます。取り除かれた固体粒子はフィルターシステムの系外に排出され、個々のプロセスにより、再利用のために直接プロセスに戻すか、あるいはプロセス系外に排出されます。ブローバックで逆洗再生されたフィルターは、通常の正方向流れのろ過運転に戻ります。また、ブローバック後の回復初期差圧はブローバックを繰り返しても基本的には一定になります。

ポール・ブローバックシステムは多孔質メタルフィルター、またはセラミックフィルターを使います。右の表は、ポール・ブローバックシステムの優れた性能を他の装置と比較したものです。

ポール製品群

ブローバックフィルター

メタルパウダー	“ PSS ”
ワイヤーメッシュ	“ リジメッシュ ”
メタルファイバー	“ PMF ”
セラミック	“ ビトロポア ”



運転中のブローバックシステム

ポール・ブローバックシステムと他システムの比較

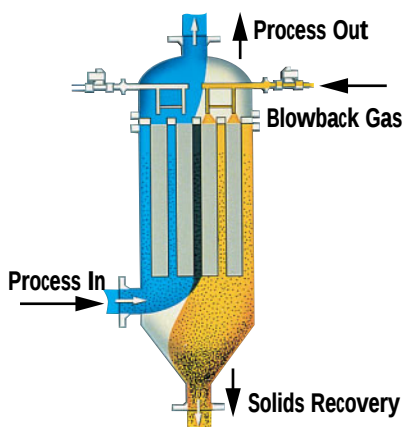
	ポール・ブローバックシステム	サイクロン	バグハウス	スクラバー	電気集塵機
ガス中の固体粒子の分離効率	99.99 % 以上	98 %	99.9 %	99 %	99 %
固体粒子濃度による分離効率の影響	なし	あり	なし	あり	あり
運転差圧の相対比較	中程度	中程度	中程度	高い	低い
最高運転温度	900 (1650°F)	1100 以下 (2000°F 以下)	230 (450°F)	230 (450°F)	480 (900°F)
流量変化の影響	なし	大きい	小さい	大きい	大きい
分離装置入口での予備冷却の必要性	不要	不要	必要	必要	必要
高濃度ダスト時の前段分離装置の必要性	不要	不要	必要	必要	必要
運転の信頼性と安全性	高い	高い	低い	中程度	中程度

ジェットパルス・ブローバック

ジェットパルス・ブローバックは、一つのベッセル内のフィルターを仕切板で幾つかに区分し、各区画ごとに逆方向のジェットパルスによりフィルターを瞬時に逆洗再生します。逆洗している区画以外は、ろ過運転をしているので、常に全流量で連続運転ができます。さらに、複数のフィルターベッセルを一つずつ隔離し個別に逆洗する必要がないので、大型のアイソレーションバルブが不要となり、経済的です。

フィルターベッセル内で区画されたエレメント群は、各エレメントののど部に直接高圧ガスのパルスを吹き込み逆洗し、この操作は容器内の区画で順次行われます。高圧ガスパルスは、プロセス圧力の2～3倍の圧力で0.1～1秒間かけられます。この時、ジェットパルスを受けたフィルターエレメントは、高圧ジェットパルスによって瞬間的にリバース（逆向き）フローになり、ジェットパルスによるショック波はフィルターののど部のベンチュリ管で増強され、フィルター表面の粒子ケーキ層を効果的に除去します。

ポール・ブローバックシステム



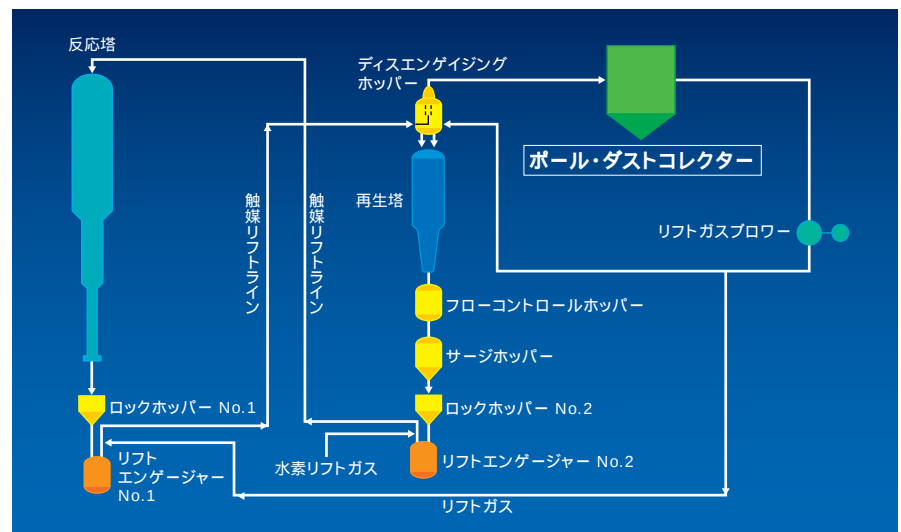
一系列でも連続処理が可能
内部エレメントを区分し、
区画毎にブローバック逆洗
プロセス圧力の2～3倍で
0.1～1秒間の逆洗の繰り返し

■ 代表的な使用例

CCR(連続触媒再生方式・接触改質装置)での触媒の回収

CCR 接触改質装置での触媒回収用ポール・ブローバックシステムは、改質触媒のリフトガスとして使用されるガス中からファイン触媒(1 ～ 100 μm)粒子を除去し、下流側に設置されている循環ガスコンプレッサーのバルブやシリンダーの磨耗や損傷を防ぎます。このシステムはジェットパルス方式を採用しており、運転中にエレメントに捕集された触媒を部分的にジェットパルスで除去し、長期間(2 年以上)の連続運転が可能です。日本国内のリファイナリー8ヶ所で順調に稼働しています。全世界では、建設中のものも含め、UOP プロセスで23ユニット、またIFP プロセスで5ユニットの実績があり、触媒の除去率と運転の信頼性で高い評価を得ています。

CCR プロセス・連続触媒再生部のコンセプトual・フロースキーム



CCRプロセス用ポール・ダストコレクターの
日本における納入実績： (1997 年 7 月現在)

1. (株)ジャパンエナジー 水島製油所殿
2. 興亜石油(株) 麻里布製油所殿
3. 太陽石油(株) 四国事業所殿
4. 出光興産(株) 徳山製油所殿
5. 九州石油(株) 大分製油所殿
6. 沖縄石油精製(株) 沖縄製油所殿
7. 富士石油(株) 袖ヶ浦製油所殿
8. 昭和四日市石油(株) 四日市製油所殿

FCC(流動接触分解装置)再生塔出口排ガスからの触媒回収

FCC(流動接触分解装置)再生塔出口排ガスからの触媒微粒子の除去にも、ブローバックシステムが使われています。これにより、大気放出規制を満たし、あるいは後流プロセスの機器を十分に保護します。

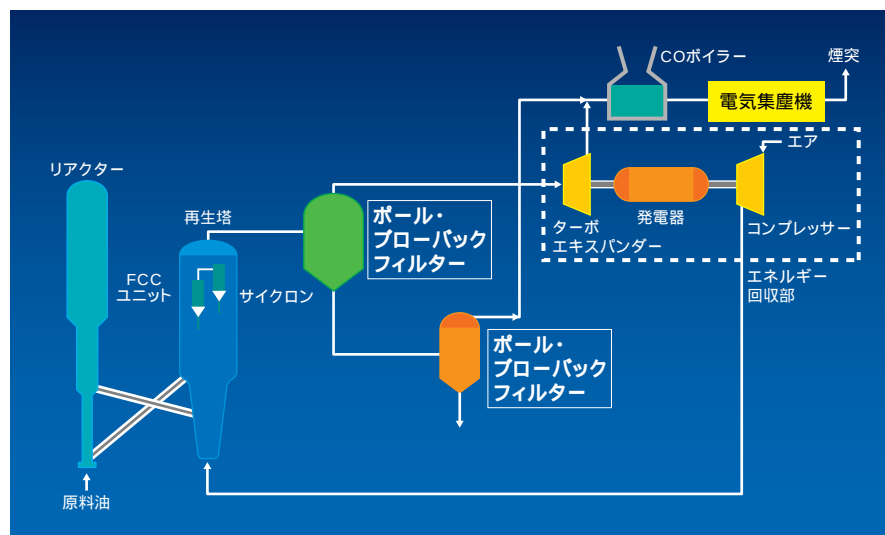
アメリカでは、1990年に、FCC(流動接触分解装置)に対する粒子の大気放出量の許容値として、 0.1g/Nm^3 が設定されました。しかし、その後、カリフォルニアなど州によっては、放出基準は 0.006g/Nm^3 まで削減することが求められるようになりました。ヨーロッパや日本でも同程度の基準を目指そうとしています。具体的には、次のような場合にブローバックが適用できます。

A) FCC再生塔出口排ガスのエネルギー回収のためにガスタービン(ターボエクスパンダー)が使われている場合、最大出力を維持し、タービンブレードの寿命を長くするためには、ガスタービンの前に高温ガスフィルターが必要です。また、FCCよりも腐食性があり、より高温の用途である石炭ガス化燃焼装置や流動床石炭燃焼装置の高温ガス用途(850℃まで)では、“ピトロポア”セラミックキャンドルフィルターにより、高効率で信頼性の高いブローバックシステムが最適です。サイクロンとは異なり、ガス流量の変動にも除去効率は一定に保たれます。

B) FCC再生塔出口排ガスにガスタービンがない場合は、一般に、メタルやセラミックフィルターを使うほどの高温ガスではないので、大気放出規制に適合できる過精度を持つ、グラスファイバーメディアのピトロセップが最適です。インライン逆洗再生用に設計された“ピトロセップ”フィルターの除去効率は、流量の急激な変動にも一定に保たれ、この用途でよく使われる電気集塵機のように、固体粒子の荷電状態による変化の影響を受けません。

C) FCC再生塔出口排ガスに、第3・第4ステージのサイクロンがある場合、第4ステージのサイクロンを“ピトロポア”フィルターに置き換えることによって、微細固体粒子の捕捉率が改善します。これにより、大気放出規制にも十分に適合できます。

FCC(流動触媒分解装置)再生塔出口排ガスからの触媒回収フロー



● ブローバックフィルター



ポーラスメタル“ PSS ”フィルター

ステンレススチール粉末を焼結して製造した“ PSS ”フィルターの S 'メディアは、均一な透過性と信頼できる高い過精度を持ちます。また、溶接部がないシームレス構造で、グレードによっては最大 60 % という高い空隙率を持つため、収塵能力が高く、圧力損失は低いという特長があります。これは特にファイングレードになるほど顕著で、高い流速での設計が可能になるためコスト削減につながります。316L ステンレススチール製の標準品に加えて、インコネル、ニッケル、ニッケルモリブデン、アルミニウム合金のメディアによる“ PSS ”フィルターもあります。



“ PMF ”メタルファイバーフィルター

“ PMF ”フィルターは、微細径の 316L ステンレススチールファイバーで製造されており、均一で強靱なテーパー孔のメディアにするために、接触点は焼結されています。高い収塵能力を持ち、内側の一層あるいは数層で絶対的過精度によるろ過を行います。



“ ビトロセップ ”ブローバックフィルター

“ ビトロセップ ”フィルターは、1 μ m のろ過精度を持つテフロンコーティングのグラスファイバー・メディアと、ステンレススチール製のコア、アウターメッシュラップ、エンドキャップで構成されています。

強固なエレメント構造を持つ“ ビトロセップ ”フィルターは、クリーン・イン・プレース・ブローバック用のフィルターなので、ジェットパルスによる洗浄や高流速による運転にも対応できます。これにより、コンパクトなシステムを可能にし、機器の設置コストを低減します。



“ リジメッシュ ”ステンレススチール・ワイヤーメッシュ・フィルター

“ リジメッシュ ”ステンレススチールメディアは、ボールの特許技術によるワイヤーの特殊織り構造により製造されています。このため、他のワイヤーメッシュ織りメタルフィルターに比べて、圧力損失が低く、表面開口率が高く、収塵能力が高いという特長があります。“ リジメッシュ ”メディアは、引張強度・曲げ強度・剪断強度・疲労強度を強くするために焼結されており、高温や高圧下であっても、均一な孔径、孔分布を維持し、メディアの剥離がありません。



“ ビトロポア ”セラミックフィルター・キャンドル

ガス中のダストろ過や固体粒子の回収に使われる“ ビトロポア ”は、高強度・高効率の炭化ケイ素のメディアであるため、優れた高温強度と耐食性を持ちます。“ ビトロポア ”キャンドルは、高温 (1000 まで) 下でも、腐食や破損への耐性があるので、ホットガスのクリーンアップに最適です。650 以上の温度では、“ ビトロポア ”キャンドルは他のメタルフィルターより、高い耐腐食性を示します。

Coalescing Technology

ガス中のミストを除去する気液分離システム——L/Gコアレッサー

ポール“LG コアレッサー”は石油精製プラントや各種ガスプラントで20年以上にわたって使用されてきた実績があります。“LG コアレッサー”は、低い圧力損失でガス中の液体ゾルや固体粒子を効果的に除去します。液体ゾルや固体粒子の付着が原因の機器トラブルがなくなり、メンテナンスや運転コストを削減できます。有効な過面積の広いグラスファイバーのブリーツ状のメディアを使用し、メディアサポートとドレン層には、液切れの良い不織布を使用しております。コアレッサーとしての性能は、二次側液体エアロゾルの濃度を0.003 ppmw以下にします。また、固体粒子に対しては99.97%の効率で0.3 μ mの粒子を除去します。この仕様により、ろ過寿命が長く、運転コストや人件費が最小限に抑えられ、後流に設置されている機器の安定運転の信頼性が大幅に高まります。

“LG コアレッサー”でミストを除去するメカニズムは、以下の通りです。フィルターにチャレンジされたガス中の微細な油分や水分はフィルターメディアにより捕捉、凝集を繰り返して、次第に大きな油滴、水滴となり、排出されます。その結果、二次側液体エアロゾルの濃度は0.003 ppmw以下になります。

さらに、“LG コアレッサー”は、ドレン層表面にポール社独自のケミカル処理(特許取得済)を施しており、飛沫同伴が全くなく、通気直後から清浄なガスを得ることができます。

ポール製品群

“LG コアレッサー”



水素コンプレッサーの保護に“LG コアレッサー”が設置された例

ポール“LG コアレッサー”と各種気液分離システムの性能比較

	ポール“LG コアレッサー”	デミスター	ベイン セパレーター	サイクロン	ノックアウト ドラム
除去可能な最小液滴(μ m)	0.1以下	5	10	10	300
圧力損失	低い	中程度	中程度	中程度	低い
飛沫同伴	なし	大きい	中程度	中程度	中程度
プロセス流量の変化の影響	ややあり～なし	大きい	中程度	中程度	中程度
「ターンダウン」の影響	なし	大きい	中程度	中程度	中程度

■ 代表的な使用例

水素ガスコンプレッサーの保護

水素ガスコンプレッサーの吸気側に“LG コアレッサー”を設置すると、同伴飛沫によるコンプレッサーのブレードやシリンダーの破損を防止し、予期せぬ故障による運転停止トラブルを未然に防ぎ、そのためのメンテナンス費用を抑えます。また、“LG コアレッサー”は、特殊な処理をされたドレン層により、水素の純度や濃度が急激に変化しても、安定した分離性能を発揮し、きわめて効果的な役割を果たします。

バーナーの保護

燃料ガス中の液体や固体粒子による汚染トラブルは、石油精製で共通の問題点です。“LG コアレッサー”を使用することにより、この汚染トラブルを解決し、各種加熱炉のバーナーの目詰まりに関連したメンテナンスコストを大幅に削減しました。また、低NOxバーナーは、特に目詰まりが頻繁に起こります。燃料ガスに同伴される液体濃度は瞬時に変わるものなので、ここでも“LG コアレッサー”の安定した除去性能がバーナーの安定した性能を維持し、効果を上げています。

潤滑油の除去

大部分のコンプレッサーは、潤滑油タイプのものが採用されています。そのため潤滑油の飛沫が吐出側にエアロゾルの形で同伴されます。コンプレッサー吐出側に“LG コアレッサー”を設置すると、同伴してきた潤滑油を捕捉、除去し、二次側に設置されている触媒、乾燥剤、活性炭等に対する汚染を防止します。

ガス精製プロセス、硫黄の回収装置

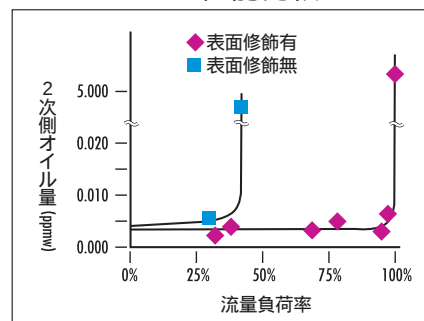
アミンスウィートニングでは、フィードガス中の液状炭化水素の混入により、フォーミングトラブルが引き起こされます。アミン吸



気液分離“LG コアレッサー”

“LG コアレッサー”は最大限の除去効率と経済性を提供し、機器のトラブルによるシャットダウン期間を抑え、そのための作業コスト、メンテナンスコストを削減します。独自の技術で設計されたメディア構造により、シングルパスで0.1μm以下の液滴を完全に除去できます。また、ポール社独自のケミカル処理をしたドレン層は、気液分離後の飛沫同伴を最小限に抑えます。さらに圧力損失が低く、システムの小型化が可能のため、イニシャルコストを低減し、迅速な運転の立ち上がりにより、運転コストも最小限に抑えます。

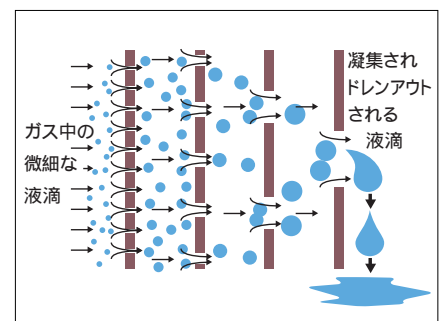
メディア表面修飾の有無による コアレッサーの性能比較



表面修飾により、3倍の処理が可能となります

収塔の一次側に“LG コアレッサー”を設置すると、脱硫処理能力の低下やアミン溶液損失量の増加といったフォーミングに関連したコストを削減できます。また、“LG コアレッサー”をアミン再生塔の出口に設置することによって、酸性ガスや処理ガス中に含まれるアミンを除去し、アミン溶液を回収することも可能です。

コアレッシング機構



微細な液滴が次第に大きくなります

Coalescing Technology

石油製品、アミン溶液、排水の油水分離システム——L/Lコアレッサー

石油精製各社から、各種燃料油の製品不良の発生や、苛性ソーダ溶液の後続ラインへのキャリーオーバー等の問題が繰り返されていることを伺い、これらの問題を解決するため、私共は“アクアセップ”と“フェーズセップ”の油水分離(L/L)コアレッサーを開発しました。ポール社独自の多層構造のコアレッサー、スタックのデザインにより、高性能かつコンパクト化された油水分離システムが実現しました。現在、“アクアセップ”と“フェーズセップ”コアレッサーは、世界各地の石油精製プラントに設置されています。

L/L コアレッサーの代表的な用途：

ガソリン、軽油、灯油、ジェット燃料からの水の分離
アミン溶液からの油分の除去
硫酸、苛性ソーダ等を使用した各種洗浄機器での燃料油から酸、アルカリの除去
排水中の油分の除去

“アクアセップ”と“フェーズセップ”のシステム構成：

第1段階：固体粒子の除去
第2段階：油滴あるいは水滴の凝集（コアレスシング）
第3段階：油水の完全な分離

“アクアセップ”や“フェーズセップ”コアレッサーは、以下の条件の時、遊離水分を15ppmw以下に抑えることが可能です。

入口側の水の濃度：10 % wt 以下の時
界面張力：2 dyne / cm 以上の時

“フェーズセップ”は、苛性ソーダ溶液処理装置（マローックスおよびメリケム）において、出口側のLPG中のナトリウムの濃

度を0.5ppmw以下まで下げることを実証してきました。

さらに、ポールの油水分離コアレッサーは、油中に表面活性剤がある場合でも、性能の経時劣化が起こりません。

ポール製品群

“アクアセップ”
“フェーズセップ”



ポール油水分離システムは従来の方法に比べ、分離効率、経済効率共に優れたシステムです

独創的なスタックデザイン

“アクアセップ”や“フェーズセップ”では、コアレッサーがセパレーターの上に積み重ねられています。これにより、コアレッサーからセパレーターへの流速の分布が均一になります。従来のコアレッサーとセパレーターを分割して設置している2段階システムでは、セパレーターとコアレッサーの距離がさまざまだったため、セパレーターへの流速の分布にばらつきがありました。さらに、セパレーターごとにいくつかのコアレッサーエレメントを必要としていました。ポール社独自のスタックデザインにより、システムは小型化し、コアレッサーやセパレーターの寿命は長くなりました。

低い界面張力(IFT)

2液間の界面張力(IFT)が大きくなると、水分を除去する能力が向上します。IFTの値は、エマルジョンや分散剤の安定性の指標となります。コアレスニング過程で形成される液滴の大きさは、IFTにより決定されるため、IFTは油水分離では大変重要な因子となります。IFTが高い(例: 20 dyne/cm以上)場合には、水滴は大きく安定していますが、IFTが低い(例: 添加剤の入った燃料中の水分で 20 dyne/cm以下)場合には、水滴は小さく、より高効率のコアレッサーやセパレーターを必要とします。IFTが 20 dyne/cm 以下の場合、従来のグラスファイバー製コアレッサーでは、安定した水分の分離はできません。一方、ポールの油水分離コアレッサー、“アクアセップ”、“フェーズセップ”は 2 ~ 3 dyne/cm まで分離することができます。

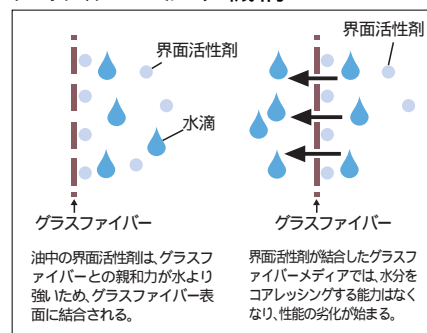
ディスアーミング(性能劣化)

従来使用されているグラスファイバーのコアレッサーは、製品油中に含まれる界面活性剤の影響でディスアーミングを起こし、そのため油水分離性能が経時的に劣化し、水による製品油中の曇りを助長させてしまいます。ポール社のL/L コアレッサーは、界面活性剤によってディスアーミングを引き起こす原因となるグラスファイバ

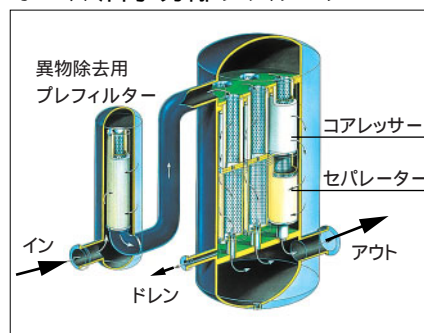
セパレーターと一体化した“アクアセップ”コアレッサー



ディスアーミング機構



ポール油水分離システム



3段階よりなるポールの油水分離システム

ポールL/L コアレッサーと各種油水分離システムの性能比較

	ポール アクアセップ・フェーズセップ システム	乾燥塔	従来のL/L コアレッサー	充填塔	電気集塵器	沈降分離タンク
効果的な分離を行う最低インターフェース張力	“アクアセップ” 3 dyne/cm “フェーズセップ” 2 dyne/cm以下	20 dyne/cm	20 dyne/cm	10 dyne/cm以上	10 dyne/cm以上	20 dyne/cm以上
運転コスト、メンテナンスコスト (相対値)	低い	高い	中程度	低い	高い	低い
追加分散液の影響 (運転コスト比)	低い	高い	低い	低い	高い	低い
界面活性剤の影響 (効率比)	なし	なし	効率低下	効率低下	効率低下	効率低下
追加分散液の必要性 (効率比)	低い	中程度	低い	高い	中程度	中程度
温度変化の影響	低い	中程度	中程度	低い	高い	低い
メンテナンスの必要性	低い	高い	中程度	低い	高い	低い

ーを使用していません。これにより、従来の油水分離コアレッサーに比べて、信頼性が高くなり、メンテナンスをあまり必要とせず、製品寿命が長くなりました。ポール油水分離システムは、界面活性剤、腐食防止剤、分散剤、消泡剤等によるディスアーミングを起こしません。

グローバルネットワークによるサポートとサービス

ボール社は、売上の60%をアメリカ以外で上げているグローバル・カンパニーです。フィルター、およびフィルターによる分離システムは、ニューヨーク州コートランド、プエルトリコのファジャード、イギリスのポーツマス、および日本の筑波にある最新設備工場で生産されています。また、これらの製造設備は、すべてISO9001の認証を受けています。

世界中に張り巡らされたボール社のネットワークは、すべてのお客様にベストサービスをさせていただくための独自の資産です。高度な技術と専門性の高い製品群を世界中のお客様に提供するために、次のような態勢をととのえております。

お客様の苦悩に関するあらゆる問題の解決をアシストするために、先ずお客様を訪問し、直接お話を伺います。経験豊かなテクニカル・セールスエンジニア

と専門知識を持つSLSグループの研究者は、貴重な情報を提供します。

必要な製品を素早くお客様にお届けします。

使用現場への技術サービスと技術サポートを通じ、フィルターが十分に活用され、お客様にご満足いただいているかを確認します。

私共は、“アブソルート・パフォーマンス”(Absolute Performance)をモットーとして、すべてのお客様に経済的で信頼できる過分離技術を提供できるように努力してまいります。そして石油精製各社のさまざまな要求に対してもそれぞれご満足いただけるものと確信しています。

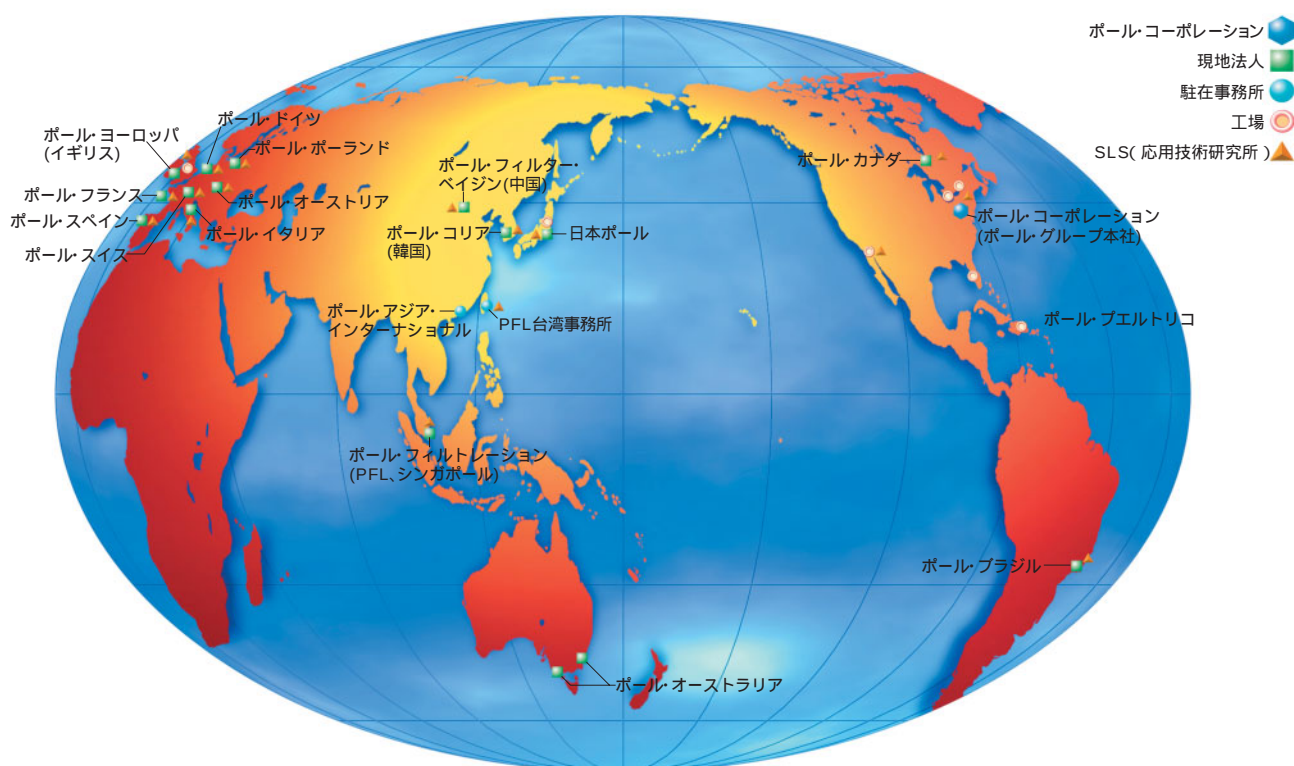
ボール・コーポレーションは米国ニューヨーク州にグループ本社があり、世界中のお客様へのサービス体制を整え、下記のグループ各社が活動しています。

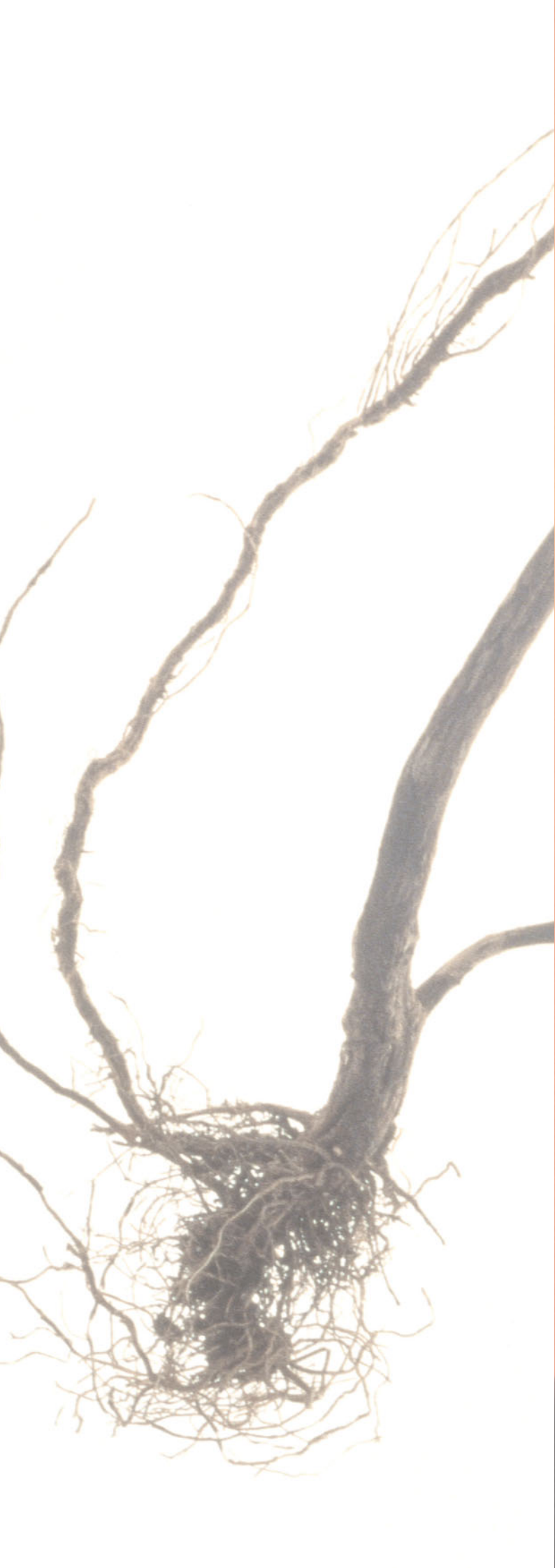
Pall Process Filtration Company

Pall Trinity Micro Company

Pall Advanced Separations Systems

Pall Scientific and Laboratory Services(SLS)





会社概要

社 名 日本ポール株式会社 Nihon Pall Ltd.
社 址 〒141-0031 東京都品川区西五反田1-5-1
設 立 1982年7月1日
資 本 金 11億2千万円
事 業 内 容 「ろ過・分離のエンジニアリングカン

パニー」として以下のことを行う。
精密フィルター製造、輸入販売
精密ろ過、高性能分離に関する試験、研究、技術の提供
ポール製品指定販売代理店への支援活動

役 員 代表取締役社長 井上理一
従 業 員 数 約401名(2002年11月1日現在)
主取引銀行 東京三菱銀行 大井支店
三井住友銀行 三田通法人営業部
みずほコーポレート銀行 国際営業部
U F J 銀 行 五反田法人営業部

本カタログに記載されているデータは特定条件下で得られた代表値です。本カタログに記載された情報により得られる結果並びに本製品の安全性に付いては保証するものではありません。
本製品をご使用になる前に、本製品が使用目的に対して適正かつ安全であることをご確認ください。なお、本カタログに記載されている内容は予告無しに変更される場合がございます。



日本ポール株式会社

ケミカルフィルター事業部

〒141-0031 東京都品川区西五反田 1-5-1 TEL.03(3495)8333

静岡営業所 〒420-0851 静岡市黒金町 11-7 TEL.054(251)7005

名古屋営業所 〒460-0003 名古屋市中区錦 2-19-1 TEL.052(204)0616

大阪営業所 〒530-0051 大阪市北区太融寺町 5-13 TEL.06(6361)1571

福岡営業所 〒812-0011 福岡市博多区博多駅前 3-21-4 TEL.092(481)1061

新居浜出張所 〒792-0829 新居浜市久保田 1-1-18 TEL.0897(31)2346

応用技術研究所 〒300-0315 茨城県稲敷郡阿見町大字香澄の里 46 TEL.029(889)1951

筑波工場 〒300-0315 茨城県稲敷郡阿見町大字香澄の里 46 TEL.029(889)0001