

今月の新技術①

A New technology of this month

新プリーツ型 パルスジェットコレクタ

ホソカワミクロン株式会社
粉体システム事業本部 技術統括部 大阪技術部

渡邊 真士

1. はじめに

プリーツ型フィルタは、フィルタ素材をひだ（プリーツ）状に折り曲げ加工したろ材を使用したフィルタで、折り曲げ加工を行っていない平面円筒フィルタと比較すると、単位長さ当たりのろ過面積を大きくすることができる。パルスジェット式集じん機のフィルタは円筒形状が基本となるが、プリーツ加工を行ったろ材を円筒状に成型することにより、従来型の集じん機での使用が可能になり、フィルタ1本当当たりのろ過面積は、同じ長さの平面円筒フィルタの数倍となる。これにより、同じろ過面積の集じん機では、プリーツ型フィルタを用いることで、ケーシングを大幅に小型化できる。

当社では、プリーツ型フィルタを用いた集じん機として、パルスジェットコレクタCP-K型、SP-K型を製品化している。ただし、主要部は従来の平面円筒フィルタと共通であり、必ずしもプリーツ型フィルタの特長を最大限に活用しているとは言えなかった。そのため、除じんなど比較的低濃度での使用を主としてきた。

1本当当たりのろ過面積を大きくできるプリーツ型フィルタの特長を利用することにより、設置面積、高さ、容積が削減でき、限られたスペース内で生産を行う必要があるなどの制約がある粉碎システムや、高濃度輸送を行うサイロ上部などの高所に設置するエア抜きでは大きなメリットが得られる。

本稿では、空気輸送や粉碎機など比較的高濃度の製品捕集用途を目的とし、フィルタ形状と逆洗力を最適化



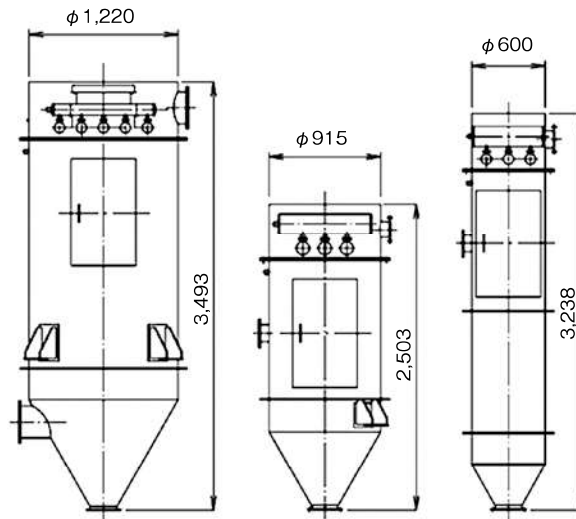
図1 VCP型外観

したパルスジェットコレクタVCP型、VSP型について説明する。

2. 特長

本VCP型、VSP型は、平面円筒フィルタを用いた集じん機と比較し、ケーシングは大幅に小型化され（図1参照）、プリーツ型フィルタを用いた当社の従来型集じん機と比較しても更に小型化された。これにより、設置面積や高さにも制限がある場合でも最適な機種が選定できる。また、フィルタ本数が少なく済むことから、フィルタ交換時の作業工数も削減される。

ケーシングタイプは、円筒形状で耐圧タイプのVCP型と、角形状でフィルタを効率良く配置したタイプのVSP型の2種がある。VCP型では -53.9kPa の耐圧で最大ろ過面積 322m^2 までシリーズ化している。



Type	CP-25-6	VCP-12-1000	VCP-6-2000
Filter area	16.8m ²	20.3m ²	21.0m ²
Installation area	1.17m ²	0.67m ²	0.28m ²
Height	3.5m	2.5m	3.2m
Relative volume	1	0.40	0.24

図2 従来の円筒型集じん機 (CP-25-6) と新プリーツ型集じん機 (VCP-12-1000、VCP-6-2000) との大きさ比較

3. 新型機種での検討事項

(1) フィルタ形状

当社では従来、空気輸送や比較的高濃度の製品捕集用途では円筒型フィルタを用い、除じんなど低濃度用途では円筒型フィルタとともにプリーツ型フィルタも用いてきた。プリーツ型フィルタは1つの山の辺長と山数でろ過面積が決まり、辺長が長いほど、また山数が多いほど、ろ過面積は大きくなる。

一方、フィルタ外径が同じ場合、1つの谷の角度は山の辺長が長いほど、また山数が多いほど小さくなる。ろ過面積を増加させるために過度に山数を多くすると、谷の最下部ではフィルタ同士が接触して有効ろ過面積が減少し、逆洗時に谷の深くにある粒子が落ちにくくなるという問題が生じる (図3参照)。そのため、山の辺長と山数に対する有効ろ過面積を検討することにより、最適な山数を推算し、この推算結果の実証試験により最適な山数を決定した。原料に消石灰を用いた場合の試験結果例を図4に示す。

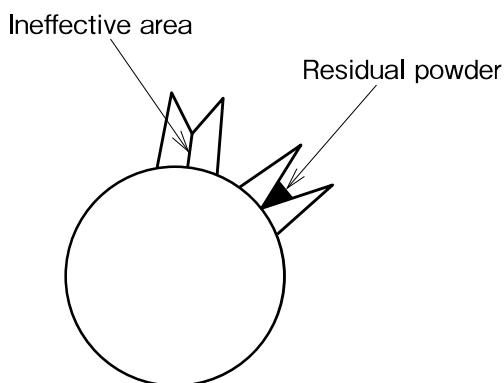


図3 フィルタ有効面積減少のイメージ図

この図は、山数が異なるSample AからDの4種のフィルタについて、差圧の変化を示したもので、山数はAからDの順に多くなっている。山数がある数以上になると (Sample C、D)、バグフィルタ差圧が高くなり、運転ができなくなる結果となった。

(2) 逆洗力

① ベンチュリ形状

プリーツ型フィルタではろ過面積が増加するため、逆洗力もそれに応じて増加させる必要がある。パルスジェットコレクタでは、圧縮エアを噴射するフィルタ上部にベンチュリを取り付けて逆洗力を

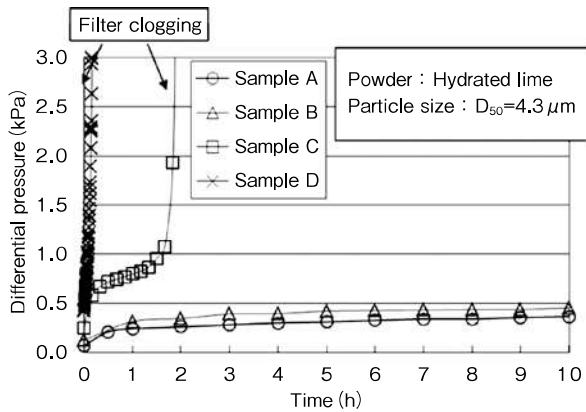


図4 実証試験結果例

増加させている。VCP型、VSP型では新型フィルタに最適なベンチュリ形状を決定するため、各種構造を検討し、10種類以上の形状のベンチュリを試作して、逆洗実証試験を行った(写真1参照)。この結果より、最も効果の得られる形状を決定した。

ベンチュリではガス通過部の断面積が小さくなっているため、通常運転時はこの部分が抵抗(圧力損失)となる。そのため、高い逆洗力が得られたベンチュリのうち、最も通常運転時の抵抗が小さいベンチュリ形状を採用した。

② ブローノズル

逆洗時に圧縮エアを噴射するブローノズルについても10種類以上の形状のノズルを試作し、前記ベンチュリとの組み合わせによるテストを行い、最も効果の得られる形状を決定した。また、その組み合わせにおいて、逆洗圧、エアタンク容量などを変更してテストを行い、逆洗に必要な最適条件を決定した。

③ 逆洗力の均一化

円筒型ケーシングを持つVCP型は、フィルタの配列位置によって一度に逆洗されるフィルタの本数が異なる。逆洗時の払い落とし圧力は一定であるので、フィルタ本数が少ない配列位置では強い逆洗力を受け、プリーツ型フィルタは大きなダメージを受ける。それを防ぐため、すべてのフィルタに、均一化された最適な逆洗力を与えるよう逆洗部を見直した。これにより、すべてのフィルタから、粉体を同様に払い落とせるようにした。また過度の逆洗力による特定のフィルタへの負荷を軽減した。



写真1 試作ベンチュリ例

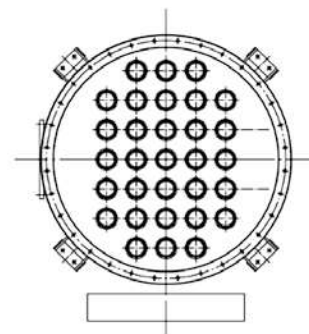


図5 フィルタ配列例

(3) 集じん機入口(インレット)

① インレット位置

プリーツ型フィルタは、一般的な円筒型フィルタに比較してろ過面積が大きいため、処理風量を増加させることができる。インレット位置がホッパ部(ボトムインレット)の場合、機内には上昇流が生じる。プリーツ型フィルタで、フィルタ面積の増加に伴い処理風量を増加させると、機内の上昇速度は高くなり、逆洗時に払い落とされた粉体が沈降せず、機内の滞留量が増加する。これを防ぐため、インレット位置はケーシング上部(トップインレット)とした。

② インレット方向

インレット方向を決定するために、円筒ケーシングに対し、接線方向から流入させる方法と、バツフルプレートを取り付けた中心部へ流入させる方法での比較テストを行った(図7参照)。これらの方法によるフィルタ差圧の差はほとんどなく、インレットはケーシング中心部への方向とした。

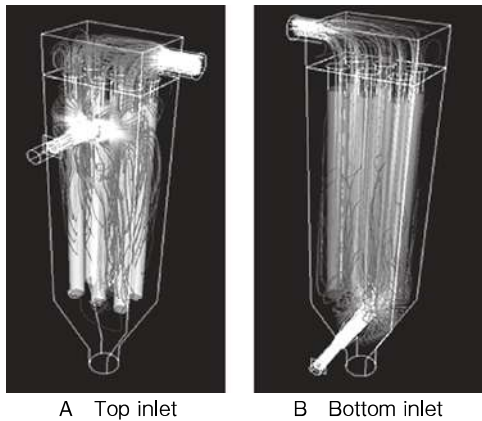


図6 集じん機入口(インレット)位置

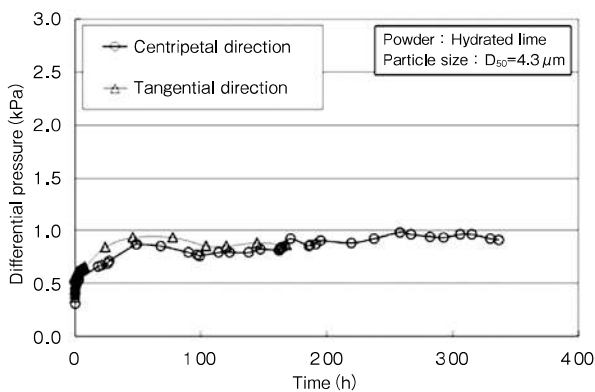


図7 インレット方向とフィルタ差圧

(4) フィルタ構造

フィルタ上部はベンチュリを内蔵した構造である(特許申請中)。この形状により逆洗の効果を高めるとともに、従来の形状で生じていた逆洗時のエアの巻き込みによるフィルタ上部への粉体付着現象を解消することができた。

4. テストによる実証

空気輸送や粉砕機からの製品捕集など、従来のプリーツ型フィルタを用いた集じんよりも高濃度で使用できる

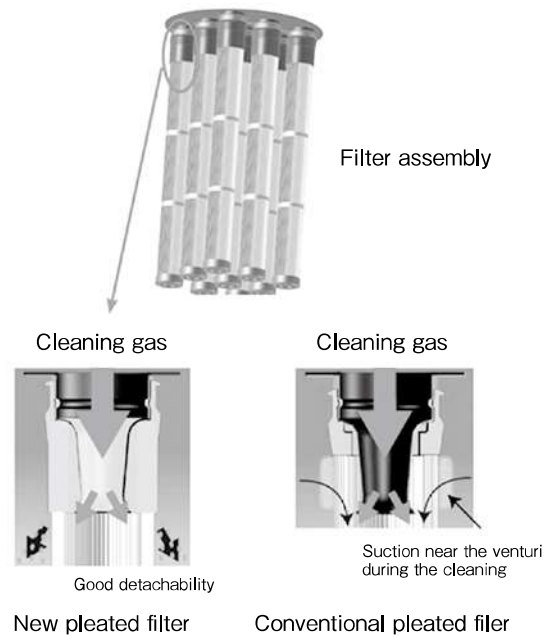


図8 ベンチュリ内蔵型フィルタと従来型の違い

ようにするため、各部の最適化を行ってきた。これを実証するため、種々の粉体を使用した試験を行い、従来よりも高濃度で運転可能なことを確認した(表1参照)。

5. おわりに

プリーツ型フィルタを使用した集じん機はケーシングを小型化できるメリットがあり、設置面積や高さに制限のある場合に有効であるが、その特性に適合した取り扱いが必要である。フィルタは山と谷部がある形状のため、過度に山数を増加させると有効面積が減少するので、推算と実証試験により山数を決定した。また、逆洗部の設計やインレット位置などを最適化することにより、代表的な粉体において従来の円筒型フィルタと同程度の濃度での運転が可能であることを確認した。

表1 実証試験結果

Material	Mean particle size D_{50} (μm)	Powder concentration at inlet (g/m^2)	Final filter differential pressure (kPa)	Evaluation
Hydrated lime	4.3	100	1.58	good
Calcium carbonate	2.7	100	1.71	good
Toner ink	6.7	160	1.01	good
Corn starch	20	330	0.42	good
Carbon black	0.29	230	1.6	good
Fumed silica	0.14	40	0.79	good
Silica sand	1,075	200	1.04	good
Iron powder	64	0.5	0.93	good