

## 34. トンネル内の集じん処理施工 (自動逆洗装置付三井ターボフィルタ)

㈱三井三池製作所 西村 睦郎

### 1. まえがき

トンネル工事の掘進現場における、切削、発破、ズリ出し時には多量の粉じんを発生させている。一方、最近のトンネル工事におけるNATM工法の隆盛に伴いコンクリート吹付や様々の機械掘削の普及により粉じん障害による作業環境の悪化は著しく、「じん肺」や「けい肺」等作業者の健康に重大な影響を与えている。その意味でも、作業環境の整備は坑内作業者の健康保持にとって重要な問題であり、それと共に粉じんによる作業性の悪化という面では作業者のみならず企業者にとっても重要な問題と考える。

従来、これ等粉じん対策として、一般的には換気によって粉じん濃度を許容値以下に抑えることか、あるいは湿式集じん機やフィルタ式の集じん機を設置し、更に換気を徹底する方法がとられてきた。しかしながらこれ等の方法では換気のみで対処するには多量の空気を必要とし、また集じん機については性能面で特に「じん肺」の原因になるといわれている $7\mu m$ 以下の吸入性粉じんの除去に問題があったり、あるいはメンテナンスを頻繁に行わなければ初期の性能を維持できない等、坑内作業現場への適応性に欠けるといわざるを得ない状態であり、小型で高性能、かつメンテナンスフリーの集じん機を要望する声が高まってきた。

その様な背景のもとに弊社においては、西独ターボフィルタ社と技術提携を行い本格的な乾式集じん装置を国産化し粉じん障害に対し十分な成果をうることができたのでその概要を以下紹介する。

### 2. 粉じんの許容濃度

人間の目にみえる微粒子の大きさはおよそ $10\mu m$ 以上であるが、呼吸時鼻腔のせん毛運動等で $5\mu m$ までは排除でき、かつ $1\mu m$ 以下の極微粒子は呼吸と共に体外に排出され体内に蓄積されることはない。したがって $1\sim 7\mu m$ の粉じんが人体で処理できず「じん肺」の主原因になるといわれている。

しかし、日本産業衛生学会の粉じんの許容濃度に関する報告によれば、じん肺の病理学的研究から、かなり大きな粒子も肺内の病変部にみられると報告されている。このことから「じん肺」の進展状況と、ばく露濃度の関連性をあらゆる資料をもとに検討を行った上で粉じんばく露を25年間とした時の許容濃度を吸入性粉じんと総粉じんに分けて規制されている。

参考までに第2種粉じん(石灰石、セメント他)の許容濃度は、吸入性粉じん $1m\varnothing/m^3$ 、総粉じん $4m\varnothing/m^3$ である。

### 3. 構造と機能

集じん装置の定義は、ガス流、または大気を含む固体粒子を気体から捕集して、これを分離する装

置のことを集じん装置または除じん装置というが、JISでは集じん装置という言葉で統一されている。この集じん装置を稼動して含じん空気を吸込み、装置内に流入させ、さらに清浄空気として排出するための装置。すなわちファン、ダクトなど付属機器を含めて集じん装置と呼ばれることもあるが普通に集じん装置といえば、これらの付属機器は除外している。

集じん装置を集じん作用によって分類すると、およそ次のようになる。

- |                         |                      |
|-------------------------|----------------------|
| (1) 重力集じん装置（重力沈降室式）     | (5) 洗浄集じん装置（スクラバ）    |
| (2) 慣性力集じん装置（邪魔板式、屈曲管式） | (6) ろ過集じん装置（バッグフィルタ） |
| (3) 遠心力集じん装置（サイクロン）     | (7) 電気集じん装置          |
| (4) 音波集じん装置             |                      |

三井ターボフィルタは、ろ過集じん機である（写真①）。含じん空気は清浄空気の吐出側に接続さ



写真 ①

れたファンによりろ過室内へと吸引され、多数の円筒形フィルタの外側から中を通り抜けるときに粒子をフィルタの外側に分離付着させて清浄な空気となり、外部へ放出される。

しかもフィルタの外側に付着した粒子は、自動的かつ連続的に圧縮空気の衝撃により払い落される。

尚、払い落されたダストは、チェーンコンベヤ等で自動的に回収しロータリバルブから排出される。

本機は、ろ過装置部・逆洗装置部・ダスト回収装置部より構成されている。

### 3.1 ろ過装置部について

円筒形のフィルタは、耐燃性で、静電気をもたない特殊フェルトで作られており、またフィルタの取扱いを容易にするため数箇の円筒形フィルタを一つの枠に取付けたフィルタカートリッジとしている。フィルタカートリッジを収納するろ過室は、狭いスペース内での内部点検作業を考慮して両側にそれぞれ扉をもうけている。この扉はクサビで取付けられており簡単に取外しができる（写真②）。

### 3.2 逆洗装置部について

圧縮空気による払い落としシステムは、エアタンク・払い落としサイクル制御装置・ダイヤフラムバルブ・エア噴射パイプから成っている。

圧縮空気は、空気流路と逆向きに円筒形フィルタ内に噴射させてフィルタ全面に微動を与え、定時間ごとに順序よく自動的かつ連続的に払い落すものである。

圧縮空気源は、坑内で使用されているものから分岐してホースで簡単に引込むことができるが、その設備がない場合は、集じん機へ専用コンプレッサをつけることも可能である。

### 3.3 ダスト回収装置部について

本装置は、かき板を組込んだチェーンコンベヤ・ダストを排出口の方へ送るスクリーコンベヤ・自

動的に外部へ排出するロータリバルブから成っている（写真③）。



写真 ②



写真 ③

#### 4. メンテナンス

坑内作業現場で使用されているフィルタ式集じん機の運転保守について特に作業者の手をわずらわすのは、フィルタの交換とダストの排出を頻繁に実施しなければならないことである。この作業が煩雑なため十分な保守をせずろ布に目詰りを起し吸引風量を減少させたままで形式的に運転しているケースも見受けられる。

これは、作業環境および作業能率にも影響し作業者にとっては由々しき問題であり、メンテナンスフリーの集じん機が熟望されるゆえんである。

三井ターボフィルタは、メンテナンスに対しても使用者の要望を十分配慮した集じん機である。

##### 4.1 フィルタの交換について

小さい直径のろ布円筒内側に螺旋の保護材を入れており、またろ布の固定についても強固に緊張させすぎてもろ布を傷めない配慮もしている。なおかつろ布の清掃（払落し）も自動的に出来ることから、ろ布自体の寿命も従来のものにくらべ相当延びて長期間の使用が可能となっている。

フィルタの交換についても、ろ過室の両扉を外し更にフィルタカートリッジを固定している両端のボルトを外すことにより左右どちら側からでもカートリッジごとに交換ができる。

尚、フィルタの交換時期は、ろ過室の外側にもうけてあるマノメータに示される差圧により判断する。またろ布が損傷していないかなどを点検する場合は、屋根の点検ふたを外して清浄空気路底部の粉じんの付着状態を見る。異常に付着している箇所があればその箇所のフィルタカートリッジのみ取出して調査すればよい。

##### 4.2 ダストの排出について

逆洗装置により払い落されたダストは、チェーンコンベヤ、スクリュウコンベヤで送られ自動的にロータリバルブから排出されるため人手を必要としない。

したがって、半年に1回程度（定修時に）は、コンベヤの両側へこぼれ落ちたダストを除去するだけで保守は十分である。

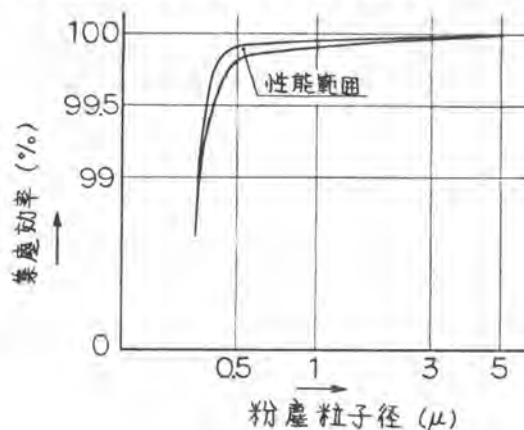
## 5. 性能および実施例

集じん装置の能力を評価したり、集じん効果を判定する時は、集じん率が最も問題となる。これは、その装置に単位時間に流入する固体粒子量に対する装置が捕集した粒子量、または装置から排出された粒子量の百分率である。ところが実際には粒子量のかわりに流入ガスの固体粒子濃度と排出ガス粒子濃度を測定して集じん率を求めている。

集じん率が高ければそれだけ排出ガスは清浄化したことになるが、現実には100%になる集じん機はない。集じん装置の能力を評価するものに部分集じん率というものもあるが、これは対象粒子群の各粒度範囲について、それぞれどの程度の捕集性があったかを表わすものである。

三井ターボフィルタにおいては、全集じん率（平均集じん率）は99.99%（吸込口でのダスト濃度 $200.0\text{ m}^3/\text{m}^3$ が吐出口で $0.2\text{ m}^3/\text{m}^3$ ）と高効率を示し、部分集じん率についても特に人体に害をおよぼす $1\sim 7\ \mu\text{m}$ の粉じんについては、99.85%以上という捕集効果を得ている。

右のグラフは、JIS 8種ダストによりテストした粒度分布ごとの集じん率を示す。



集じん機はいかに性能がよくても単体のみではその成果はあがらない。含じんガスをいかにして本体まで確実に誘導し吸引させることができるかで集じん装置としての効果が評価される。

三井ターボフィルタの使用例として、発じん源近くまでダクトを延ばし粉じんが拡散する前に集じんする方法、また排気（清浄空気）でエアカーテンをして粉じんを後方に逃さないようにした方法などがある。

集じん機の設置には、定置（固定）と可搬（移動）がある。坑内作業現場では自由に移動させることが多く一般的には、トラックに載せる、そりに載せてけん引する、台車に乗せてレール上を移動させる等の方法が多く採用されている。

## 6. おわりに

坑内作業環境においても、最近ますます粉じん障害に対する防止規制および実施についてきびしい指導がなされる傾向にあり、今後ますます作業環境の清浄化を図るべく集じん効果の改善に努力していきたい。