

B - 17 超粗じん用フィルタの性能試験手法に対する提案 (JIS B9908)

Proposal of changes in JIS B 9908 for testing low efficiency pre-filters.

加藤孝晴、小谷恵介 (株式会社 アクシー) *1

Performance test methods for air filters are described by JIS B 9908 and that of pre-filter is included in Type 3 test method of this national standard. The pre-filters studied in the present work had a low collection efficiency so that the increase in pressure drop with dust load is very small and never reached final pressure drop given by the standard. The present work studied the problems when JIS B 9908 was applied to the pre-filters with a low collection efficiency and proposes a modification in test method for pre-filters of JIS B 9908 by talking into account the specific features of test dust.

キーワード

基準 standard, 試験法 test method, エアフィルタ air filter

1. はじめに

現在、ビルディング、工場、事務所などにおいて、空気中に浮遊する粉じんを除去するためにエアフィルタが幅広く使用されている。エアフィルタの性能は、圧力損失、粒子捕集率、所定の最終圧力損失に達するまでに供給された試験粉じん量の3項目で表され、使用環境や目的に適ったフィルタを選定する目安となっている。

その試験手順は、JIS B 9908「換気用エアフィルタユニット・換気用電気集じん機の性能試験方法」に定められており、フィルタを4つの区分に分類し性能試験方法を規定している。

低濃度、微小粒子の除去に用いる準HEPAフィルタユニット (形式1)

中程度の濃度、粒径の粒子除去に用いる中高性能フィルタユニット (形式2)

高濃度、大粒径の粒子除去に用いる粗じん用フィルタパネル及びユニット (形式3)

電気集じん機 (形式4)

この規格の形式3の試験法は、大気塵に含まれるサブミクロン以上の粒子を除去するための粗じん用フィルタの測定に適用されるので、ミクロンオーダー以上の粒子(ダスト)を捕集対象としている超粗じん用フィルタでもこの試験法を適合できるかを検証した。

2. 超粗じん用フィルタ

エアフィルタの主な粒子捕集機構は、慣性、さえぎり、拡散、重力、静電気力であるが、粗じん用フィルタでは慣性さえぎりが支配的であり、繊維上に粒子が捕集されるとデンドライトと呼ばれる樹枝状堆積物が形成されることが多い。このデントライトの形成により、気流、粒子の衝突などによって捕集粒子が飛散してフィルタ下流に粒子が流出する。

細い繊維の不織布で構成される粗じん用フィルタでは、デントライトが破壊されて粒子が飛散しても下流の繊維で捕集されるため、フィルタから粒子が飛散することは少なく、粉じん堆積時の捕集率は高い。一方、超粗じん用フィルタは、繊維径が太く繊維充填率も

低いいため、飛散粒子はフィルタ下流側へ流出してしまうが、それによって圧力損失が低く保たれるというメリットがある。このため、ほこりのような粗大粒子の除去、あるいは下流の中性能以上のフィルタの前置きフィルタとしてよく使用されている。

3. JIS 規格

JIS B 9908 は、海外規格が粒径別捕集率を採用したのを受けて、形式2を中心に2011年に改定された。粗じん用フィルタが該当する形式3(質量法)に関し、2001年版と2011年版の主な違いを表1にまとめる。

Table 1 Major changes in Type 3 of JIS B 9908.

	2011	2001
Test duct type	horizontal	upright
Testing unit size	610	none
Test powder	JIS Z8901 Class 11	JIS Z8901 Class 15
Final pressure drop	250Pa or recommended by supplier	recommended by supplier or decreased to 85% for maximum collection efficiency

試験用ダクトは縦型から横型へ、試験粒子はJIS Z8901 15種から大気塵に近い粒径分布をもつ11種へ変更となった。試験終了圧力損失については、フィルタ供給者の推奨する数値が不明である場合を考慮して、250 Paが規定値として推奨されている。

4. 設備の検討

(1) ダクトの検討

超粗じん用フィルタの表面で捕集された粒子は振動などで脱落することが経験上わかっている。試験体を取り出す際の開閉による振

*1 Takaharu Kato, Keisuke Kotani (AQC Corporation)

動を抑えるため電気式のクランプシリンダーを採用し、開閉スピードを 1.5mm/s に調整した。また、試験体重量を測定する際のハンドリング性を向上させるため、試験体サイズを 190 とした（有効開口：150）。これにより高分解能の天秤を使用でき、捕集率測定の信頼性も向上させた。

その他寸法は JIS に記載されているダクトを基に試験体サイズの変更にあわせスケールダウンした。また、試験体の上流・下流には HEPA フィルタを設置した（図 1）。

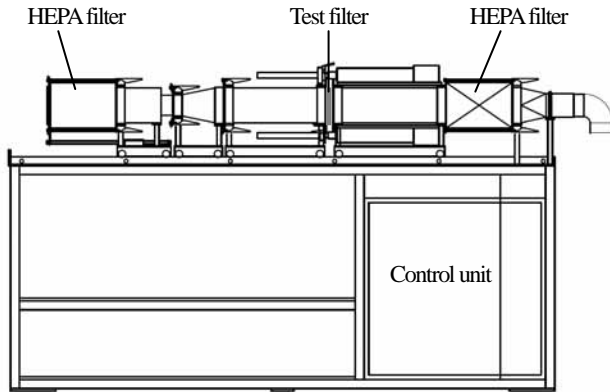


Fig.1 Modified Test duct based on JIS B9908 type 3.

(2) 試験装置の構成

試験装置の構成を図 2 に示す。負荷用粉じんはダストフィーダー式の発生器（Topas 社製、MODEL SAG 440）を用い、粉じん濃度： $70 \pm 30 \text{ mg/m}^3$ にて供給した。試験体の上下流には静圧取出管を設置し、試験体の圧力損失をマノスターゲージ（山本電機製作所社製、MODEL WO81 シリーズ）で計測した。試験風量は配管内にオリフィスを設置しその差圧にて制御を行った。

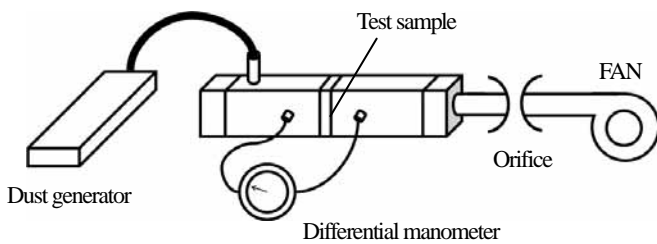


Fig.2 Experimental set-up.

(3) 粒子捕集率の求め方

質量基準の粒子捕集率の算出は式 (1) により算出し、最終まで少なくとも 3 回の計測を行った。また、質量基準の平均粒子捕集率は式(2)にて算出した。

$$e_i = 1 - \frac{m_i}{M_i} \quad (1)$$

$$\bar{e} = \frac{M_1}{M_T} e_1 + \dots + \frac{M_n}{M_T} e_n \quad (2)$$

e_i : フィルタユニットの質量基準の捕集率 (i 回目)

M_i : 負荷用粉じん供給量 (i 回目)

m_i : フィルタを通過した粉じん量 (i 回目)

M_T : 試験終了までの負荷用粉じん供給総量

5. 性能試験

(1) 粗じん用フィルタの評価

はじめに、試験装置の妥当性の確認を行うため、粒子捕集率が高い不織布ろ材 PS/600N（日本バイリーン社製）の評価を行った。

今回の設備での結果と 610 のダクトでの試験結果の比較を図 3、4 に示す。粉じん負荷時の圧力損失の上昇傾向ならびにその時の粒子捕集率の推移とともに 610 の結果とほぼ同等であることが確認できた。また、再現性も確認できたことから、今回使用した試験装置の妥当性も確認できた。

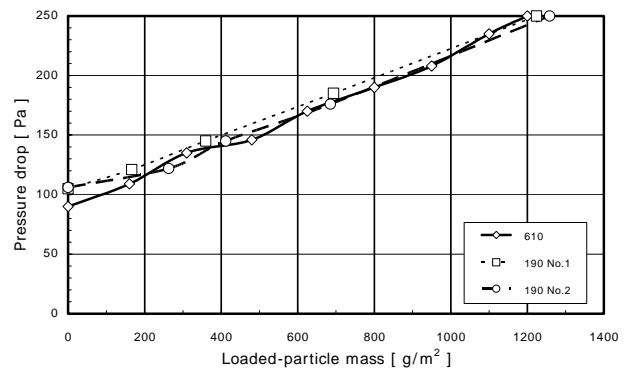


Fig.3 Pressure drop vs. loaded-particle mass for PS/600N ($v=2.5 \text{ m/s}$).

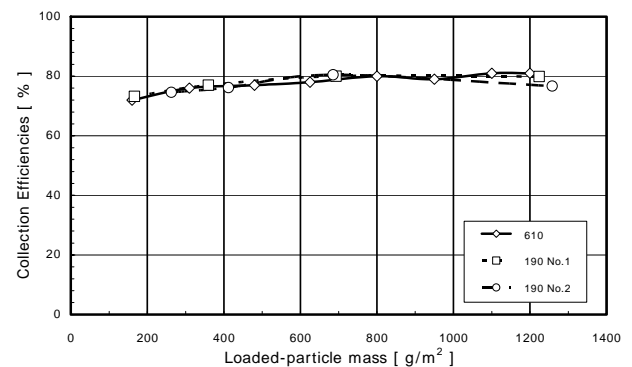


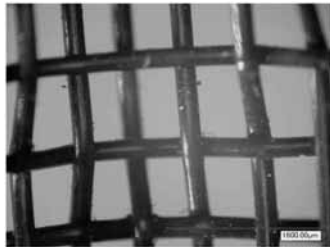
Fig.4 Collection efficiency vs. loaded-particle mass for PS/600N ($v=2.5 \text{ m/s}$).

(3) 超粗じん用フィルタの評価

超粗じん用フィルタについても同様に試験を実施した。試験体としては弊社が取り扱っている中から PP ハニカムを選択した。このフィルタは、ポリプロピレン繊維がハニカム状に織り込まれたフィルタである。吸水性、吸湿性がないため、再生可能であり、エアコンや空気清浄機のフィルタとして利用されている。

測定結果を図 5、6 に示す。図 5 より、試験粒子として JIS 15 種を用いて粉じん負荷を行うと圧力損失は初期に比べ終了時には 4 倍まで上昇が見られるのに対し、JIS 11 種を用いた新 JIS の評価では 1.5 倍までしか上昇しなかった。また、粉じん負荷量と捕集率の関係を示した図 6 では、JIS 15 種を用いた評価では負荷と共にフィルタの目詰まり効果によって捕集率は上昇していくのに対し JIS 11 種では上昇と下降を繰り返し、再飛散が起きていることがうかがえる結果となった。

Table 2 Specifications of ultra-coarse particle filter.

PP honeycomb	
Photo	
Fiber diameter	Approx. 220 μm
Collection efficiency for JIS Class 15	18%

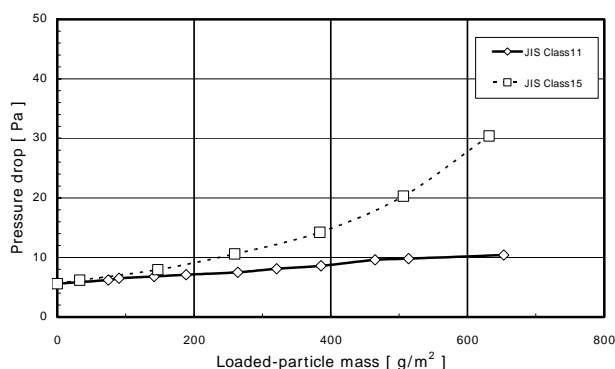


Fig.5 Evolution of pressure drops with dust load of JIS 11 and 15 for PP honeycomb ($v=1.5$ m/s).

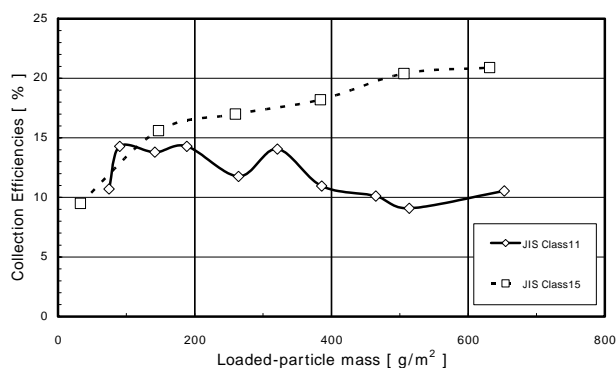


Fig.6 Evolution of collection efficiencies with dust load of JIS 11 and 15 for PP honeycomb ($v=1.5$ m/s).

この要因としては、JIS 11 種と JIS 15 種の粒径分布の違いがあげられる。これらの粒子の物性を表 3 にまとめる。JIS 11 種の中位径は $1.6 \sim 2.3 \mu\text{m}$ であり、 $1.0 \mu\text{m}$ 以下のサブミクロン粒子が $35 \pm 5\%$ を占めている。一方、JIS 15 種は 3 種類の粉体を混合して製造されており、 $5.0 \mu\text{m}$ 以上の粒子が占める割合は 60%以上と JIS11 種に比べて極めて大きい。中でもコットンリッターと呼ばれる繊維状物質はフィルタに捕集されればフィルタの繊維の役割を果たし、捕集率の上昇に寄与している可能性も考えられる。

Table 3 Test powder properties (JIS Z8901).

	Class 11	Class 15
Material	Kanto loam	Kanto loam(JIS class8) : 72% Carbon black(JIS class12) : 23% Cotton linter : 5%
Median diameter	$1.6 \sim 2.3 \mu\text{m}$	No information *JIS class8 : $6.6 \sim 8.6 \mu\text{m}$

7. まとめ

粗じん用フィルタの性能評価に対する設備ならびに手法について検討を行った結果、下記の結果が得られた。

- (1) 試験体サイズは 610 と 190 で粉塵負荷試験結果には違いはない。
- (2) 超粗じん用フィルタでは、試験粒子として JIS-15 を用いると捕集されたコットンリッターが捕集効率、圧力損失を上昇させるのに対し、JIS-11 ではこのような効果がない。このため、使用する試験粒子の種類によって、超粗じん用フィルタの捕集効率に大きな差が生じる。

ユーザーにとって必要な情報は、そのフィルタを現場に設置したときの性能であるため、一律に JISB9908 を適用するのではなく、性能試験実施の際にはその環境にあった試験粒子を選定する必要がある。

参考文献

- 1) 一般財団法人 日本規格協会：換気用エアフィルタユニット・換気用電気集じん器の性能試験方法 JIS B 9908 : 2011
- 2) 一般財団法人 日本規格協会：試験用粉体及び試験用粒子 JIS Z 8901 : 2006