

特集:火山噴火と建築設備

2022 7
812. Vol.60. No.8

建築設備と配管工事

Heating Piping & Air Conditioning

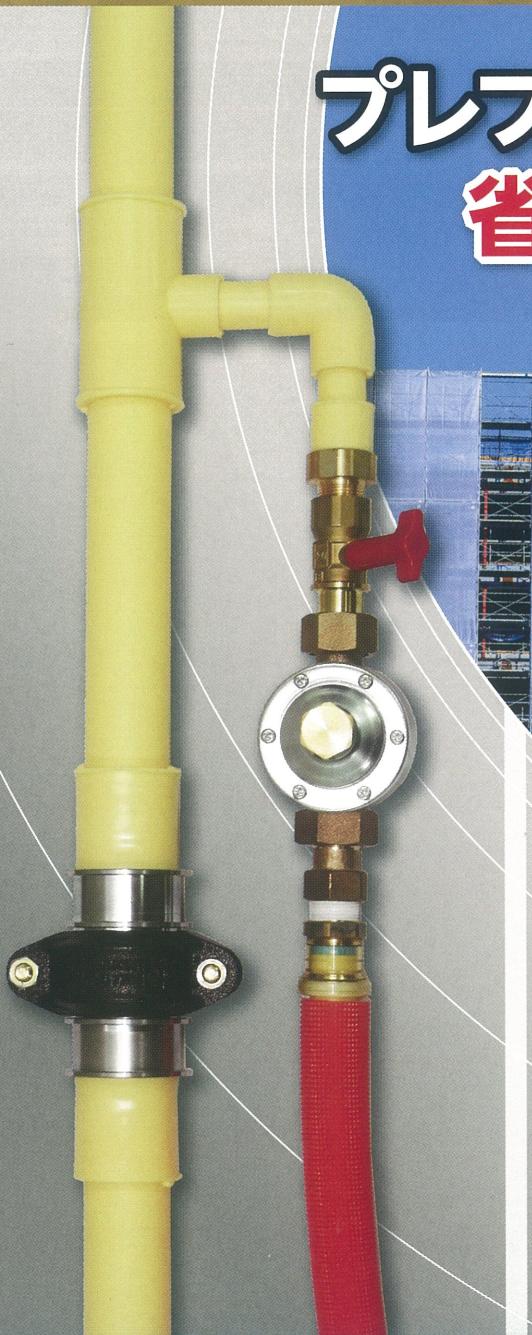


建築設備と
配管工事
オフィシャルサイト

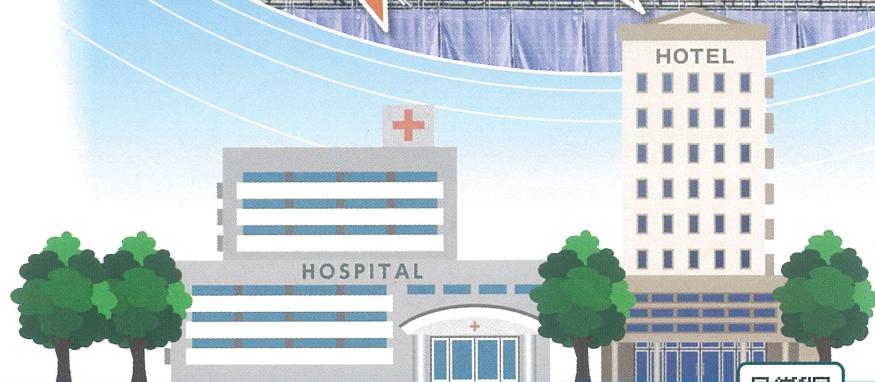


共用給湯用ポリブテンパイプ 融着レス プレファブ配管システム

プレファブ化&融着レス接合で
省力化・工期短縮を実現!



病院・ホテルの
共用給湯配管に お勧め!



特集

火山噴火と建築設備

- 1 火山防災対策と広域降灰による影響について 内閣府
- 5 火山の基礎知識 名古屋大学 前田裕太
- 11 火山噴火の降灰による建物への影響と被害評価法
(株)大林組 諏訪 仁・大塚清敏・野畠有秀
山梨県富士山科学研究所 久保智弘
防災科学技術研究所 宮村正光・宮城洋介
- 17 火山灰BCP対策フィルタの開発
(株)ユニパック 松江昭彦

- 23 東京都地域防災計画
月刊建築設備と配管工事編集部

- 最新技術情報
30 共用給湯用ポリブテン管
プレファブユニット工法
(株)クボタケミックス 今久保謙一郎

- 35 脱炭素社会と室内環境の質向上に貢献する空調設備・パッケージエアコン
三菱電機(株) 福田将久

- 39 有圧換気扇・エアー搬送ファン
速度調節タイプの開発
三菱電機(株) 大野俊也

- 43 空冷ヒートポンプ式モジュール型熱源機の新モデル
東芝キヤリア(株) 丹野英樹

JIS表示認証工場 TC0308252

ダイヤケミカル株式会社

<http://www.diac.co.jp/>

- 48 全外気方式ドライルーム用省エネシステムの開発
新菱冷熱工業(株) 佐原 亮
- 53 円滑な情報共有の促進のための建設プロセス可視化ツール
ダイダン(株) 岡本崇利
- 57 執務者の明るさの感覚を考慮した照明制御システム
大成建設(株) 鹿毛比奈子

解説

- 63 建築設備の浸水事例と対策（前編）
(一社)建築設備技術者協会技術委員会／
新日本空調(株) 佐藤秀幸

シリーズ

いま知りたいIoT・AI関連情報

- 72 第22回 空間伝送型ワイヤレス給電
高砂熱学工業(株) 倉田昌典

- 77 News & Products
79 Le petit pouce ベットと暮らす
・歴史の転換点 畑建築デザイン 畑由起子
017 ・ベンダーズリスト

各誌ページをご覧ください

日本工業出版

検索



火山灰BCP対策フィルタの開発

<100μm以上の粒状浮遊物質を除去するプレフィルタ「南風」>

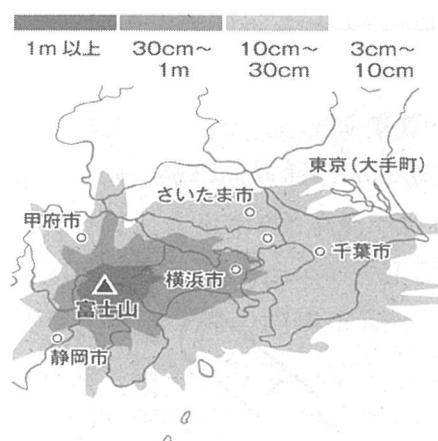
(株)ユニパック 松江 昭彦

1. はじめに

我が国は111の活火山を擁する火山大国である（うち50山は常時監視火山として、24時間体制の監視下にある）。

昨今、富士山噴火を想定した火山灰のBCP対策が内閣府を中心とした専門者会議等で行われ、また、気象庁の推計によると都心の降灰は10cm以上とされている。今後、建築設備の分野において降灰対策は喫緊の課題となってきた。

当社は鹿児島大学大学院理工学研究科との共同研究を経て、2012年に火山灰対策フィルタ「南風」を開発した。現在、鹿児島県内において100を超える施設に導入されている。



第1図 気象庁のシミュレーション

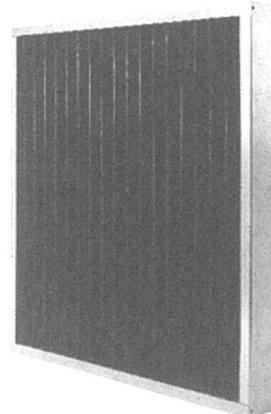
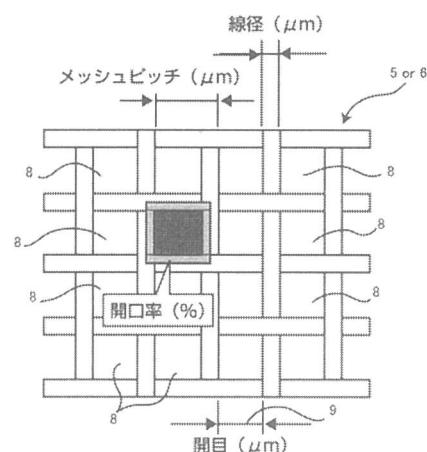


写真1 南風フィルタの外観

本稿では、「南風」の性能と、通常フィルタとの差異について説明をし、首都圏における火山灰BCP対策を紹介していく。

2. 火山灰プレフィルタ南風の開発経緯と特長

鹿児島市内で従来の不織布の粗塵フィルター（プレフィルター）を使用するとほとんどの灰が通過してしまい、二次側にある中性能フィルタの寿命が短くなる。当社は、鹿児島市内のビル管理会社より開発の要請を請け、前述のプレフィルタでのデメリットを解決できる製品開発を行った。



第2図 メッシュのオープニングサイズ

第1表 仕様

型式	通過風量 [m³/min]	初期圧力損失 [Pa]	最終圧力損失 [Pa]	寸法 [mm]			火山灰捕捉率 [%]
				高さ	幅	奥行	
N-56-80F	56	50	200	600	600	65	97
N-28-80V	28	50	200	600	300	65	97

繊維メーカーと共同研究を重ね素材を不織布ではなく、火山灰に特化した「ポリエステル・モノフィラメント」とした。特徴としては、線径47μmのポリエステル繊維を約103μmのピッチでメッシュ状に織り込んだ布状の濾布である。メッシュの隙間は56.6×56.6μmであり、対角の距離は「80μm」と非常に小さな隙間となっている。写真1の南風フィルタの外観から分かるように、濾布を山・谷のプリーツ状の形状とし通風面を増加して、低圧損失化も実現している。

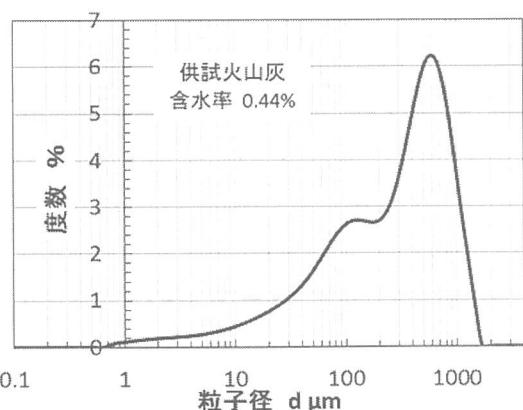
通常のプレフィルタでは毎秒2.5m、56m³/minの風速で初期圧力損失90Pa程度であるが、南風フィルタは50Paとなり、低圧力損失化（省エネルギー性）にも貢献することに成功した。

3. 火山灰の分析と フィルタ捕捉性能試験

開発にあたり実施した鹿児島大学大学院理工学研究科との共同研究の試験結果⁽¹⁾について説明する。

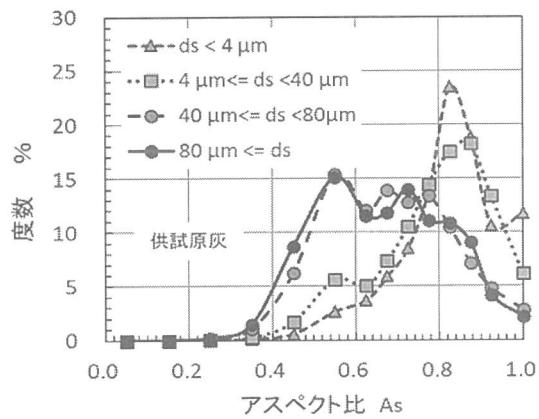
3-1 鹿児島火山灰の粒径分布

桜島昭和火口から西南西約5kmの地点で採取された火山灰を供試火山灰とした。その粒径分布は、粉体測定装置（測定範囲0.02～2,000μm）による測定結果によると、第3図に示すように100μmを境に600μmに向け粒径分布が急増している。また、100μm以上の大きさの粒径は人の手にて「粒状」と確認できたが、それ以下のものはパウダー状であった。



第3図 供試火山灰の粒径分布

第4図は、供試火山灰粒子のアスペクト比を表している。アスペクト比 A_s は粒子の長径に対する短径の比率を表している。従って、粒子径が40μm以下の粒子は、アスペクト比のピークが0.82～0.9の範囲にあり、ほぼ球形に近づいていることが明らかである。

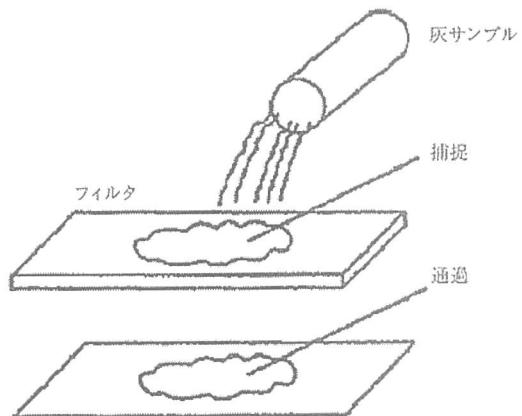


第4図 供試火山灰粒子のアスペクト比

3-2 火山灰フィルタの捕捉性能試験

火山灰の捕捉性能を評価する場合、粒径分布が第3図のように約1μm以下から約2,000μm弱の広範囲になるため、既存の一次処理フィルタの評価で使われるJIS - 9908形式3（重量法）では基準が合わず上手く評価ができない。

そこで第5図に示すように供試火山灰約200gをフィルタの上30cmから落下させ、フィルタで捕捉した灰質量 M_u と通過した灰質量 M_d の計測により捕捉効率 η_u と通過効率 η_d を式(1)、(2)で評価した。

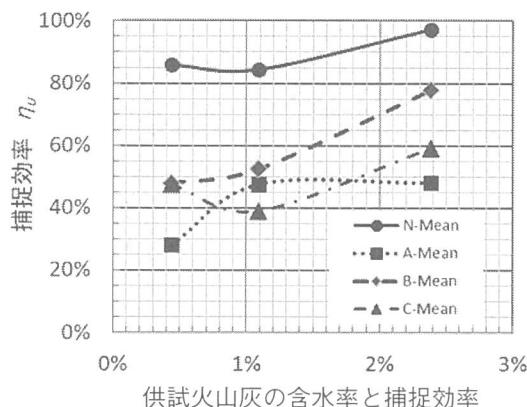


第5図 フィルタの粒子捕捉率の測定法

$$\text{捕捉効率 } \eta_u = M_u / (M_u + M_d) \quad \dots(1)$$

$$\text{通過効率 } \eta_d = M_d / (M_u + M_d) \quad \dots(2)$$

南風フィルタNと通常のプレフィルタ3種類A、B、Cについて捕捉効率を検証した結果を第6図に示す。図中における供試火山灰の含水率については、3-3節において説明を行う。この図から明らかなように、含水率が増加するにつれて、捕捉効率が増加する傾向があり、南風フィルタNは、含水率が2.38%の場合97%の捕集性能を示した。



第6図 供試プレフィルターの捕捉効率

3-3 供試火山灰への含水率の影響について

各フィルタでの捕捉性能に対して、火山灰の含水率の影響が大きいことが分かった。供試火山灰では、含水率は0.44%で粒径の大きさも写真2(a)のように細かい粒子が多く見られる。図中のメッシュ線の間隔は1mmである。含水率の影響を調べるために供試火山灰の含水率1.09%、2.38%のものを作成した。これらは写真2(b)、(c)のように含水率の変化により細かい粒径が少なく、微細粒子の密着や大粒子への密着により粒径の大きな粒子が生じている。

含水率0.44%の供試灰はサラサラとした状態で、2.38%の場合は供試灰を握りしめるとシッカリと固まる状態であった。

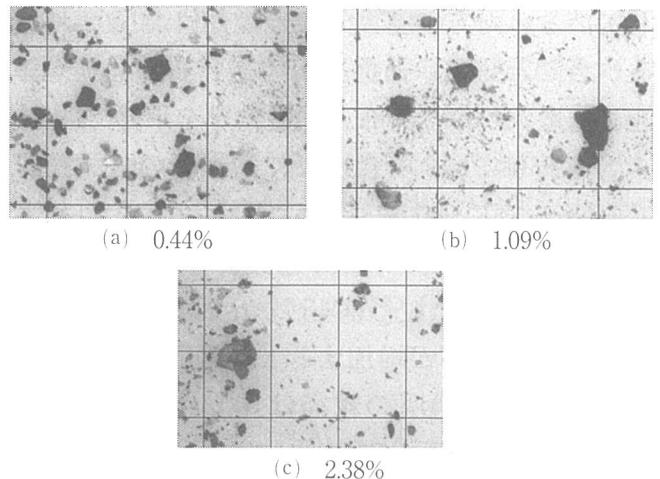
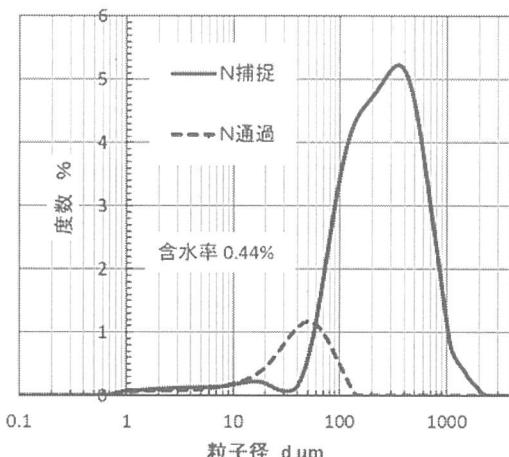


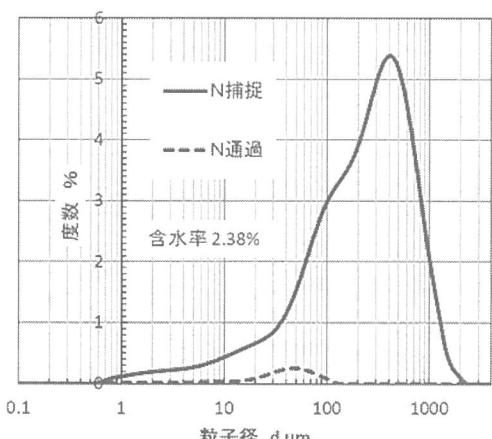
写真2 含水率に伴う火山灰粒子の状態

3-4 南風フィルタの捕捉・通過粒子の特徴

第7図、第8図に供試灰の含水率が0.44%と2.38%の場合の捕捉灰と通過灰の粒径分布を示



第7図 捕捉・通過粒子の粒径分布 (0.44%)



第8図 捕捉・通過粒子の粒径分布 (2.38%)

している。両方の度数分布の積分値が100%に成るべきことから、捕捉灰の粒径分布に捕捉効率を、通過灰の粒径分布に通過効率を乗じている。

含水率0.44%の場合には、通過灰の最大粒径が $138\mu\text{m}$ でピーク粒径が $52.5\mu\text{m}$ となっている。含水率2.38%の場合には、通過灰の最大粒径が $120\mu\text{m}$ でピーク粒径が $45.7\mu\text{m}$ である。このことから、含水率が増加すると通過効率が低くなると共に、通過灰の粒径は $100\mu\text{m}$ よりも十分に小さくなることが明らかである。

以上より、南風フィルタでは、粒径 $100\mu\text{m}$ 以上の粒子をほとんど捕捉できていることが分かる。南風の特長であるポリエステルメッシュ素材が火山灰を捕捉するのに適した性能であることが明らかになった。

3-5 南風フィルタの通風試験

写真3は、南風フィルタを垂直設置して上流側で供試灰を散布し、南風フィルタの圧力損失と通風速度を調べた風洞装置である。

第9図は、加湿をしないドライ試験の結果を

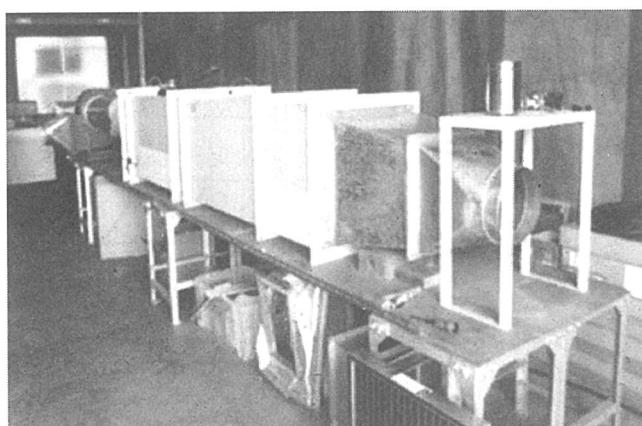
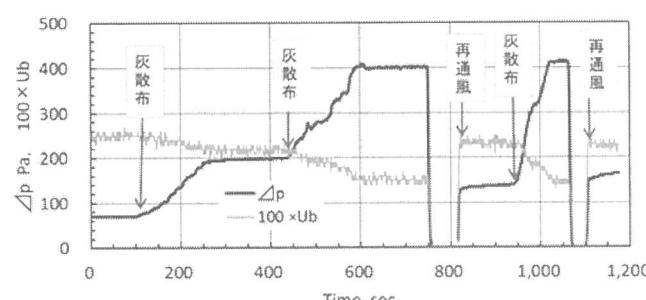


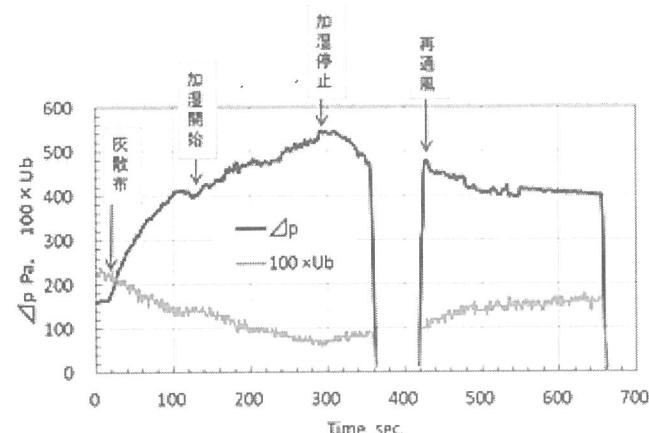
写真3 風洞試験装置



第9図 垂直配置の南風ドライ試験

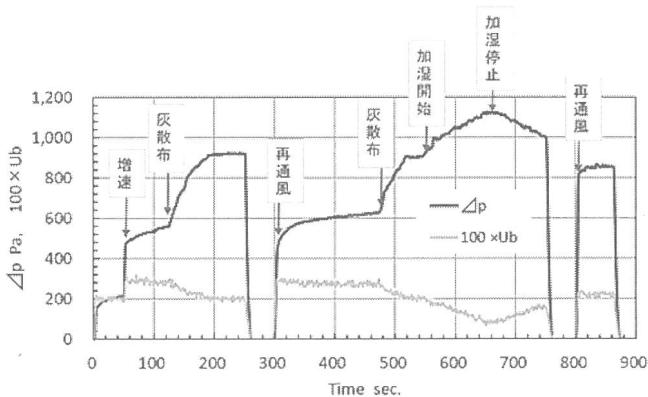
示している。図中の黒線は南風フィルタの圧力損失 Δp Pa、グレー線はダクト内平均流速 U_b m/sを表している。ドライ試験の特徴は、灰散布を始めると圧力損失が増加するが、灰散布を止めると圧力損失は一定のままとなっている。更に通風を一旦停止して再通風を行うと、圧力損失は大きく低下している。この理由は、通風停止時に南風の捕捉灰が自然落下しているからである。

第10図は、垂直配置とした南風において灰散布と加湿を行った場合の圧力損失の挙動である。灰散布を停止してから加湿を行うと圧力損失が増加して、加湿を停止すると圧力損失が低下し始めることが分かる。更に通風を一時停止してから再通風を行っても、圧力損失は通風停止直前とほぼ同じ値となっている。従って、加湿の場合には通風停止における捕捉灰の落下が殆ど発生しないことが分かった。



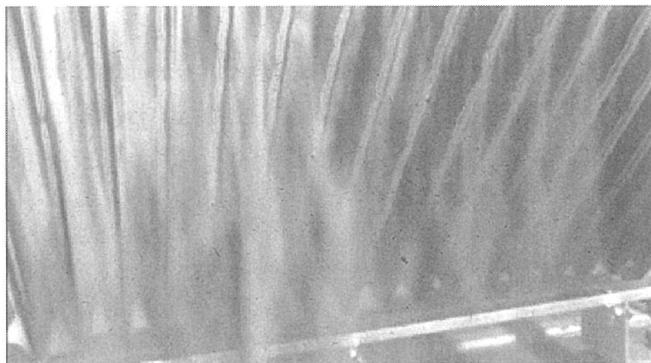
第10図 垂直配置の南風加湿試験

以上の根拠から、捕捉灰への加湿に際して通風停止において「捕捉灰の自然落下」を促進するために、南風フィルタを上流前方へ45°傾いた状態で灰散布と加湿試験を行った。第11図はその結果である。2回目の通風停止は灰散布と加湿試験の後であるが、再通風開始時に圧力損失の低下が生じている。第10図の垂直配置の場合と大きく異なり、加湿後でも捕捉灰の落下が発生している。



第11図 45°傾斜の南風加湿試験

写真4は、45°傾斜の南風において、通風停止時における捕捉灰の落下状況を表す写真である。以上のことから、45°以上傾斜した南風フィルタでは、通風運転の停止に伴い、ある程度の火山灰粒子が自然落下し圧力損失も低下することが明らかとなった。

写真4 45°傾斜した南風からの捕捉灰の落下状況
(通風停止時)

風洞装置を用い南風+中性能フィルタとプレフィルタ+中性能フィルタとの比較試験をおこなった。

第12図のようにプレフィルタ+中性能フィルタは、火山灰散布とともに順次圧力損失が上昇しているが、南風+中性能フィルタでは、約2倍以上の散布量になっても圧力損失の大幅な上昇がないことが分かる。

4. 高濃度火山灰への対応

上記試験を重ね鹿児島（桜島）向け、火山灰への対策に有効なフィルタの開発を進めてきたが、発電所等の特殊重要施設の火山灰対策では、想定火山灰粉塵濃度がかなりの高濃度（1,400 mg/m³）での対策を講じる必要があり、通常の南風フィルタでは対応が難しいケースが出てきた。

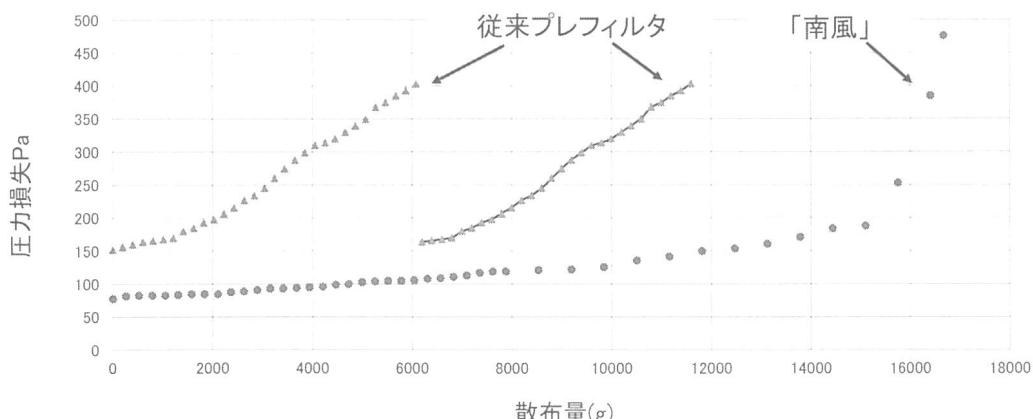
そこで電力会社、空調設備工事会社の協力を得て、ステンレス製のSUSメッシュ南風を開発し、2020年に特許を取得した。

SUSメッシュ南風の性能は、従来の樹脂メッシュ南風に比べ、高濃度火山灰に対しても約20倍保持時間を持つことを検証した。

5. 首都圏でのBCP対策の展開

5-1 火山降灰の影響

富士山噴火に備え、首都圏各所にて火山灰対策を講じる際、最も対応が必要な個所は非常用発電設備の給気対策である⁽²⁾⁽³⁾。



第12図 南風、プレフィルタ圧力損失比較

多くの建物が非常用発電装置を有しているが、その多くはフィルタの装置がなく火山灰が流入した場合はガスタービンの高熱により「灰の融解」が懸念される。

2010年のアイスランドでの火山噴火により、ヨーロッパの航空機が運行停止になった様に、発電装置内に火山灰が流入し稼働ができない恐れがある。

また、ビル空調設備の外気取入口もプレフィルタ、中性能フィルタの設置と室内への火山灰流入は防げるものの中性能フィルタが短時間で詰り、外気導入が止まってしまう恐れがある。

5-2 課題・問題点

富士山噴火に対する首都圏BCP対策については、降下火砕物の影響評価⁽⁴⁾⁽⁵⁾により対策を想定せざるを得ない。

(1) 富士山噴火時の粉塵濃度

富士山噴火時の風向き、噴火口からの距離により、到達火山灰の粒径・降灰量は推定できるが、粉塵濃度に関する資料が無いため、想定シミュレーションにてフィルタ寿命並びに適切な組み合わせを考えている。

(2) 建物内に侵入する火山灰粒径分布

上記(1)で述べた想定シミュレーションにおいて、火山灰がフィルタ面に到達するまでの減算を考慮しておらず、外気取入口の多くはガラリやダクト内を通過しての到達になると思われる。火山灰粒径によって差異はあるが、自重があるため、ガラリ等に衝突し途中にて落下する量もある程度見込まれると考える。今後、試験を重ね外気取入口のタイプ別でのシミュレーションができる様に進めて行きたい。

6. おわりに：今後の展開

首都圏BCP対策においては、電算センター、熱源供給施設、医療施設等の状況を踏まえた多岐にわたる検討が必要となる。

施設によっては、取り扱いが厳しく火山灰フィルタの設置が難しいケースや、数量が多くメン

テナンスが困難なケースも多い。このような施設に対して薄型南風や容易にメンテナンスができる装置等の開発を今後も進めて行く必要があり、各々の状況に合う対応を進めて行きたい。

<参考文献>

- (1) 門・大高・松江・藤原：桜島火山灰に対するエアーフィルタ性能試験（第1報）タイプの異なる粗塵用フィルタの捕集効率、空気調和・衛生工学会学術講演論文集（2014.9.3～5（秋田））、第7巻、pp.81-84
- (2) 日本経済新聞、2015年5月23日の記事「富士山噴火で発電困難に 東京湾岸の火力、降灰で目詰まり」
- (3) 門 久義：非常用発電装置におけるBCP対策用フィルタ『南風』について、建築設備と配管工事、55巻、10号、pp. 98-103
- (4) (一財)電力中央研究所 原子力リスク研究センター：降下火山灰の影響評価研究（2017年3月29日）
- (5) 原子力規制庁：資料3 発電用原子炉施設に対する降下火砕物の影響評価について（平成28年10月26日）

【筆者紹介】

松江 昭彦

(株)ユニパック 代表取締役社長

〈主なる受賞歴〉

- 2013年：平成24年度省エネ大賞 中小企業府長官賞 ((一財)省エネエネルギーセンター)
- 2013年：経営革新賞 (川口商工会議所)
- 2013年：第11回 勇氣ある経営大賞 優秀賞 (東京商工会議所)
- 2014年：第3回 渋沢栄一ビジネス大賞 テクノロジー部門特別賞 (埼玉県産業労働部産業支援課)
- 2014年：がんばる中小企業・小規模事業社300社 (経済産業省中小企業庁)
- 2015年：冷凍空調設備の優良省エネルギー設備顕彰 優秀賞「保守管理部門」((一財)日本冷凍空調設備連合会)
- 2015年：第12回 2015年超モノづくり部品大賞 生活関連部品賞 (モノづくり日本会議、日刊工業新聞社)
- 2017年：2016年優良企業賞 審査員特別賞 (株)ダイヤモンド社)
- 2019年：2018年度経営者「環境力」大賞 (環境文明21・日刊工業新聞社)
- 2020年：未来2020 日本総研賞 (株)日本総合研究所・(株)三井住友銀行)

火山灰BCP対策用フィルター

降下火山灰の一次処理フィルター
鹿児島で100施設以上の実績



火山灰捕捉率 **97%**

(鹿児島大学大学院理工学研究科との共同研究)



ホース水洗いで簡易清掃。
速乾性にも優れています。



特許出願中

80μmのパワーメッシュで
火山灰を捕捉
降灰時の事業継続に貢献

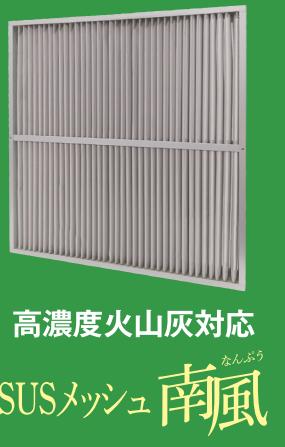
なんぶう
南風

BCP対策事例

- ・日本生命
浜松町クリアタワー
- ・富士フィルム株式会社
大宮事業所
- ・京王電鉄株式会社本社
- ・一般財団法人移動無線センター
甲府中継局



▲設置例：株式会社鹿児島放送屋上外気取入口



高濃度火山灰対応
SUSメッシュ 南風

UNIPAC 株式会社 ユニパック
ひらめきを人と社会へ。

本社 〒332-0021 埼玉県川口市西川口2-7-1 TEL.048-258-6991 FAX.048-258-6992
東京支社 〒100-6005 東京都千代田区霞が関3-2-5 霞が関ビル5階 TEL.03-4334-8084 FAX.03-4334-8085

ホームページ
はこちらから

