紡績工場における掃除法の 合理化に関する研究*

(第3報) 吸取ノズルの性能とノズル開き角との関係

(昭和33年1月27日受理) 会 員 新 津 靖**

“ 藤 森 茂 樹
細 川 敏 延

→ 摘 要 ←

研 究 目 的

床面上に散在している風綿や綿塊の吸取ノズルは、普通の真空掃除機と同様にその先を広げて吸取範囲を広くするのが普通である。この場合当然吸取範囲内で、均一な吸取圧力分布をもつことが必要であり、第2報ではこの場合のノズル特性を研究した。しかし実際問題として均一な吸取性能をもたせるには、どのような開き角でノズルとダクトを連結したならば、ノズル全体を有効に働かせうるか、従来の真空掃除機吸口の形状には疑問の点が多いので平面上の負圧分布を測定することによって、有効なノズル開き角を実験的に求めようとした。

研 究 結 果

1. 吸取風量を小さくすれば平面上の風綿や綿塊を吸い取る力は小さくなるが、吸取負圧分布は均一化するから、限界風速を出すのに必要にして十分な最小吸取風量とすべきである。
2. ノズル開き角を 60° 以下にすれば吸取負圧はきわめて均一化するが、これ以上の開き角にすると急に不均一になる。
3. ノズル開き角を 120° 以上にすると、吸口長さの短い方が当然吸取圧力分布は均一化するが、 90° 以下にすると吸口長さの影響はほとんどなくなる。
4. ノズル喉部に丸味をつけたものでは、開き角を 30° 以下にすると直線開きノズルよりも吸取圧力分布は均一化するが、これより開き角が大きくなるとかえって不均一になる。

9. 床面上の静圧分布

床面上に散在している風綿や綿塊は、床面に沿う風速が限界風速以上になるとノズル内に吸い取られる。一方大気圧を P_a 、床面上の静圧を $-P_s$ とすると、その差 $P_a - (-P_s) = \Delta P$ の平方根 $\sqrt{\Delta P}$ は、床面に沿う風速に比例する。したがって吸取ノズルが均一な吸取性能をもっているとすれば、当然床面上の静圧分布もまた均一になるから、床面上の静圧分布を測定した。

第22図に静圧分布実験装置を示す。図中の矢印のよう左右に移動できる水平台上に $h=3\text{ mm}$ の間隔をおいて垂直にノズルを取付け、圧縮機によって空気を吸引

(第22図)

した。吸込風量は管路中に規格オリフィスをそう入して $-\Delta P'_0$ と ΔP_0 を測定して求め、同時にその時のノズル内吸込静圧 $-\Delta P_n$ および平面上の負圧分布を測定した。使用した吸口は第23図に示すように、厚さ 0.8 mm の

* Studies on Rationalization of Cleaning Method in Spinning Mills. Part 3: Relation between Sucking Performance and Expansion Angle of Sucking Nozzle. (第1報 11巻 1号, 第2報 11巻 5号に所載)

** Y. Niitsu, Member. 大阪大学工学部, S. Fujimori, Member. Y. Hosokawa, 姫路工業大学

(第 23 図)

(第 24 図)

亜鉛引鉄板製で、開き角を 30° 、 60° 、 90° 、 120° および 150° の 5 種類、ノズル喉部の長さを 30 mm 、吸口長さを各開き角に対して 100 、 80 および 60 mm とし、吸口の巾はいずれも 5 mm とした。

また第 24 図のように吸口長さ 100 mm 、開き角 30° 、 60° および 90° の吸口に対し、ノズル喉部で接する門で、その開きに丸味をつけたものを作り、直線開きのものと比較した。なおノズル内吸込静圧および風量はパイパスによって調節し、おのおの場合について水平台を少

(第 25 図)

しずつ移動させてこの平面上の負圧分布を測定した。

(1) 直線開きノズルの実験

第 25、26 図は開き角 30° および 90° で、いずれも吸口長さ 100 mm 、平面との間隔 3 mm のもので吸込静圧 $-\Delta P_n$ を種々に変えた場合の平面上の負圧分布を示す。

第 25 図において吸口両端付近で負圧分布が変動するのは気流の急激な方向転換に伴う渦流の影響と見られるが、第 26 図のように開き角を大きくするとこの渦流の

(第 26 図)

影響は現われず、なめらかな圧力分布となり、いずれの場合にも吸込圧を小さくすると吸口全長にわたって均一な圧力分布を示すようになる。

第 27 図は吸口と平面との間隔を 3 mm 、吸口長さ 100 mm のものについて、ノズル喉の平均風速 60.2 m/s (風量 $0.542\text{ m}^3/\text{min}$) とした場合、各開き角に対する負圧分布を比較したものである。図に示すように開き角が大きくなるにつれて、平面上の負圧は局部的に大きくなり、均一性は劣ってきて、しかもノズル喉部直下の外側では急激に負圧が小さくなる。しかるに開き角の小さいものでは、吸口両端の外側でもある程度の負圧が生じ、吸口全長にわたって均一化する傾向となり、開き角が 90° 以下になると負圧分布は一層均一化してくる。

吸口長さを 80 、 60 mm と小さくすると、同じノズル内平均風速に対し第 28、29 図に示すように、負圧の方は当然いずれの開き角に対しても大きくなるが、開き角による負圧分布の傾向は吸口長さ 100 mm の場合と同様であり、また吸口長さを短くすればノズル喉部と吸口先端との距離が小さくなるので、この喉部接近の影響が負圧分布に現われて、その分布がなめらかになり、かつ均一化してくるノズルの開き角は小さくなる。

(第 27 図)

(第 28 図)

(第 29 図)

(2) 円弧開きノズルの実験

以上はノズル喉部から吸口までを直線的に開いたものについて述べたのであるが、喉部に丸味をつけることさらに吸引圧力分布は均一化すると考えられるので、第24図に示したように、喉部で接する円弧で丸味をつけて実験を行い、直線開きノズルと、その吸引負圧分布を比較した。すなわち第30図はノズル喉の平均風速 60.2 m/s (風量 $0.542 \text{ m}^3/\text{min}$)、吸口長さ 100 mm 、平面との間隔 3 mm の場合の実験結果である。

このように喉部に丸味をつけるとノズル内断面積が直線ノズルより小さくなるために、負圧はいずれも局部的に大きくなってくる。この傾向は曲率半径の小さい開き角 90° のものにおいて特に著しく、これに反して曲率半径の大きい開き角 30° のものでは、流れがなめらかになるため負圧分布はかえって均一化する。

(3) 等負圧線

つぎに平面上の負圧分布の測定値によって等負圧線図をえがくと第31, 32図のようになる。図において斜線部分が吸口の位置と寸法をあらわし、吸口と平面との距離はいずれも 3 mm にしてある。

まず第31図はノズル喉の平均風速 60.2 m/s (風量 $0.542 \text{ m}^3/\text{min}$) で、直線開き角を変えた場合の等負圧線

図を示したものである。図から明らかなように、等負圧線は開き角を小さくすると吸口全長にわたって広く分布してくるが、開き角を大きくするにしたがって、その形は長円形から円形に近づき、しかもその範囲は次第に小さ

くなり、ノズル喉部直下に集中してくる。すなわち吸口の巾の方向には次第に広く、長さの方向には減少して、等圧線の間隔が密になり、吸口全体としての均一吸取効果は低下してしまう。

つぎに第 32 図は直線開き角 90° のノズルにおいて吸込静圧をかえた場合の等負圧線図を示すものであるが、等負圧線そのものの形的傾向は変わらず、風量の減少につれて負圧は当然小さくなるが、各負圧線の間隔は疎となり、負圧の均一分布の点ではよくなることがわかる。

10. 吸取特性の均一性

各種の形状のノズルについて、平面上の負圧分布の均一性すなわち吸取性能の有効度を比較するために、著者は均一分布度 σ_0 という数値を考えた。すなわちこれはおのおのの負圧分布曲線について、ある負圧値のおよんでいる長さを、吸口長さで除した値 σ を縦軸にとり、負圧を横軸にとって、各負圧について上の σ を求め、この $\sigma - (-\Delta P)$ 曲線のこう配が負圧の増加につれて急激に小さくなる点の σ の値である。

いまこれを第 33 図によって説明すれば、上図はノズル開き角 60°、吸口長さ 60 mm のものを平面上 3 mm の位置に設けた場合の平面上の負圧分布図であって、負圧 -5 mm 水柱のおよぶ長さは図中 a で示す大ききで 58 mm となるから、これを吸口長さで除した値 σ は 0.96 となる。同じく負圧 -10 mm 水柱に対しては σ は 0.46 となる。このようにして各負圧に対する σ を求め、上に

述べた $\sigma(-\Delta P)$ 曲線を画くと下図のようになる。この曲線からこう配の急激に変化する点を求めると図中黒点で示す値となり、この値を上記述べた均一分布度 σ_0 とした。この図の場合には $\sigma_0=0.91$ となる。

すなわちこの σ_0 は σ 曲線のこう配が急変してしかもその後のこう配がほとんど一定となる点の σ であるから、 σ_0 の大小がそのノズルの吸取性能の均一性の良否を示すことになる。

いまノズル喉の平均風速 60.2 m/s (風量 $0.542 \text{ m}^3/\text{min}$)、平面と吸口との間隔 3 mm 、吸口長さ 100 、 80 および 60 mm のものについて、各開き角に対し上述の方法で求めた σ_0 を図示すると第 34 図のようになる。

これによると、いずれの吸口長さのものをとっても、 σ_0 は開き角 60° 以下の小さいもの程大きく、これが 90° になると急に低下する。そして 90° よりさらに大きく開いてくると、 σ_0 はさらに低下するが、吸口長さの短いもの程その低下度が小さい。

これに対し開き角 $30^\circ, 60^\circ$ および 90° では吸口長さの影響による σ_0 の差はあまり現われず、大体近い値をとる。

つぎに図中の鎖線は同じ条件のもとで、吸口長さ 100 mm のものに対しノズル喉部に丸味をつけた場合の σ_0 を示したものである。これで見ると開き角 30° では吸口長さ 100 mm の直線ノズルよりやや大きい σ_0 を示す

が、開き角を 60° 以上にすると σ_0 は直線ノズルの場合より相当低下する。

11. 結 語

吸取ノズルの吸取性能の均一性におよぼすノズル開き角の影響を、平面上の静圧分布によって実験的に求め、つぎの結果をえた。

1. 吸取風量を少なくすると、平面上の負圧は小さくなるが、負圧分布は均一化するから吸取風量は必要十分な量まで小さくとるべきである。
2. ノズル開き角 60° 以下では負圧分布はきわめて均一になるが、これ以上の開き角になると急激に不均一になる。
3. ノズル開き角を 120° 以上にすると吸口長さが短い方が負圧は均一になるが、 90° 以下ではノズル吸口長さによる影響はほとんどない。
4. ノズル喉部に丸味をつけたノズルは、開き角が 30° 以下では直線ノズルよりも負圧分布は均一となるが、これより大きな開き角になるとかえって不均一になる。

以上の実験結果から見ると、現在市販されている真空掃除機の吸口形状にはかなり不合理なものが目につき、動力消費のむだを多くしている。この研究はこれらの改良に役立つものと考えられる。

この研究は日本スピンドル製造株式会社の御援助によるものであり、ここに謝意を表する次第である。また実験に協力して下さった姫路工業大学々生松本節、三村利雄両君に感謝する。