

ドラフトチャンバーのフード内気流

馬塚丈司^{*}、○藤村 久^{*}、桑原憲弘^{**}

工学部技術部 ^{*}安全衛生支援室、^{**}基盤技術支援室

1. はじめに

労働安全衛生法第45条に基づき、局所排気装置（ドラフトチャンバー、以下ドラフトという）は定期検査を行わなければならない。また同法に、事業者は定期検査を行うときはその使用する労働者で厚生労働省令が定める資格を有する者等に実施させなければならないとある。このことから、本学では学内検査者を養成し、使用する設備は自らが維持管理するという方針で自主点検、自社検査を行っている。

学内には約250台のドラフト（静岡、浜松キャンパスほぼ半々）があり、検査資格を持つ技術職員が中心になり定期検査を実施している。

2. 研修の目的

ドラフトの定期自主検査を実施するにあたり、囲い式フード形ドラフトでは開口面での風速測定に検査者は常に苦勞を強いられている。それは囲い式フードの構造から生じる気流のゆらぎ（下段参照）だけでなく、使用者に起因するフードの開口面積、フード内に置かれた物品、また外気流等多くの要因によって気流に乱れが生じ風速が定まらなかったり、風速風量が不足することである。その原因として研究者（教員等）がドラフトを過信して、ガス発生源だけでなく周辺機器類まで安易にフード内に置くこと、開口面を一杯に開け作業を行うこと、またエアコンや出入口からの風の影響などが考えられる。ドラフトは、使用方法を誤るとその本来の性能を発揮できず汚染空気が実験室内に逆流することがあり注意を要する。

今回、スモークテストを使用しフード内空気の流れを視覚で捕らえ、気流の乱れる様子を観測し、通常の使用時や検査時に注意することを検証することにある。



（図1 検査の風速測定）

2. 研修方法

空気が流れが目で見えるようにするために、白煙としてドライアイスを使用するなど試みたが白煙に持続性がなく、結局グリコール類を噴霧する市販のスモーク発生



（図2 スモーク発生器）

気流のゆらぎ：定期検査の風速測定は、フードの開口面を8～16分割して測るが、測定ポイントの位置や同じポイントでも時間によって風速が一定ではない。囲い式フードの場合、最小風速を制御風速という。平均風速Vと制御風速Vcの間には、 $V = Vc \times k$ の関係がある。kは補正係数であり、ゆらぎ係数ともいう。

器を改良して使用することになった。(図2) このスモーク発生器は、今年度改訂発行された厚生労働省監修の局所排気装置定期検査指針の解説書にも掲載され、気流調査に使用されていることが分かった。

ドラフト装置は研修のため一部改造が必要なことから、工学部教員管理の施設を一定期間借用した。ドラフトの使用方法を変えつつスモーク発生器で気流を観察し、一定の結論が出たところで検査資格者の技術職員に呼び掛け、研修を兼ねた実習を行った。

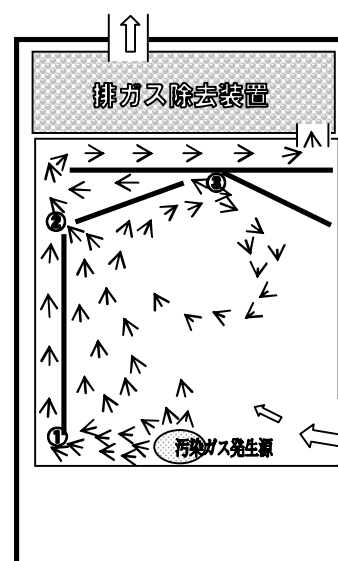


(図3 装置全景)

3. ドラフト内気流の検証

(1) 局排装置内の基本的な気流

ドラフト作業面内の基本的な気流図を図4に示す。これはドラフトを横から見た図であり、スモーク発生器による白煙の流れから模写したものである。作業面で発生した汚染空気(図中の→印)は、ドラフトのフード内の隙間から吸引され、バッフル板の後ろを通り抜け、ダクトを経由して排ガス除去装置へ導かれ、その後外気へと排出される。作業面へは、前面ガラス扉の開口面から新鮮な空気が補給吸引される構造となっている。

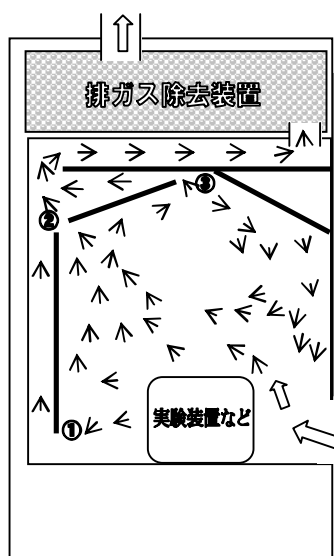


(図4 フード内気流)

汚染空気は、フード面最下部奥の隙間①から排気されるのが最も排出効率が良いことが分かる。軽い空気や空間で発生した汚染空気は上部奥②や③から排気される。それでも排気されなかった汚染空気は、作業面内を回転しつつ②、③から順次排気される。これらの過程の中で、効率よく汚染空気が排出されるようバッフル板の構造が考慮されている。

(2) フード内に物品がある場合の気流

作業面に物品を置いた場合、気流は図5、6のようになる。フード内の物品に気流が妨げられ、①の隙間から排気される気流が減り、上部②または③の隙間から排気される割合が多くなることから、十分な排気ができずフード内に汚染空気が充満する。ここで、作業の都合上開口面を必要以上に大きく開けていると、ドラフトから作業場へ汚染空気が逆流することがあるので注意したい。



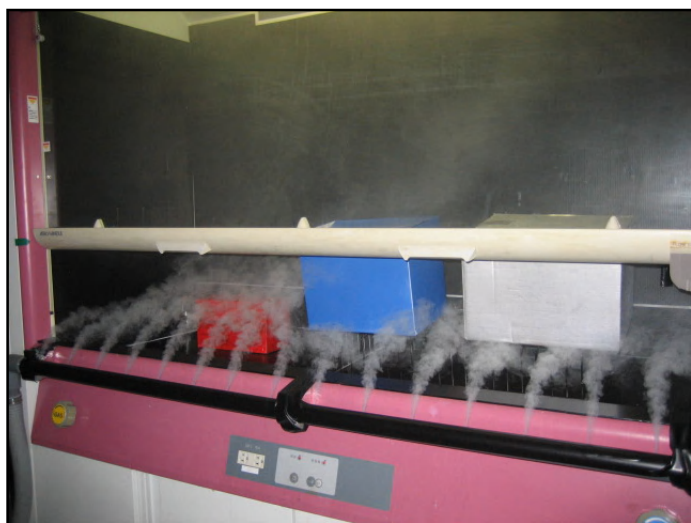
(図5 物品がある気流)



(図6 同スモークテスト)

フード内の物品に気流が妨げられている様子を示す。フード内がスモークで充満し始めている。このようなケースの実験室がよくみられる。

を多く作ったり、底を気流が通るよう物品を浮かした場合にフード内の空気の流れが比較的スムーズになり、隙間①から多く排気されることが確認できた。やむを得ず作業面内に物品を置く場合は、このように底面を浮かすことで気流の乱れがかなり改善されることが分かった。(図6, 7参照)



(図6 物品を浮かした場合のスモークテスト)



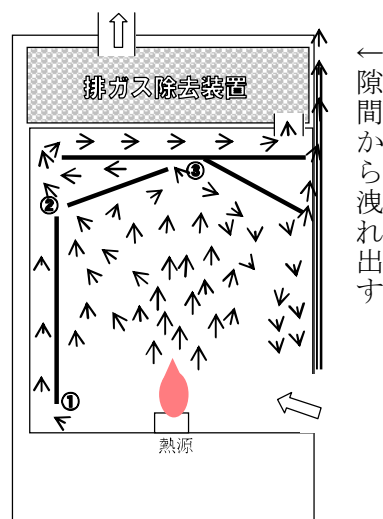
(図7 同模写図)

(3) フード内に熱源がある場合の気流

ドラフト内でバーナーなど熱源を用いることがある。ここでは、カセットコンロを置き作業面内で熱を発生させしばらく置いたところ、図9のように、図4でみた基本的な気流ではなく熱源から発生した強い上昇気流の影響で、フード内の気流に秩序がなくなり、充滿した上、すき間や前扉開口面から白煙が漏れ出てくることを観察した。この状態では汚染空気の漏れが著しく、非常に危険であると考えられる。



(図8 フード内に熱源がある場合の気流)



(図9 同模写図)

(4) 外気流の影響

ドラフトの近くに、エアコンなど空調設備の吹き出し口がある場合、また入口ドアや窓が開いている場合にフード面からの吸引気流の影響を調べた。外気流として、ファンで風を起こし真横からあててみた。(図10) 1m/s程度の横風から吸引気流に影響が出始めることが分かった。エアコンからの吹き出し気流は2m/s以上、窓・出入口からの風は3~4m/s以上

ある場合が多く、ドラフトのフード開口面吸引気流に明らかに影響を与えることが分かった。外気流の影響は、引き続きデータ収集を行っていく。



(図 10 外気流用ファン)



(図 11 横風を受け吸引気流の乱れる様子)

4. 研修のまとめ（1）

今まで漠然と気流の乱れを予想していたものが、スモークテストによって、フード内で気流の動きを視覚で捕らえることができた。

作業面に熱源や装置類を安易に置くことはドラフト排気系の本来の性能を著しく低下させ、逆流した廃ガスで作業員または作業場を汚染することになるので、やむを得ず置く場合は、気流を十分に考慮しなければならない。

スモークテストを定期検査者の養成講習会で実演したところ、非常に分かりやすいと好評であったので今後も実施していく。また、今回のスモークテストの結果は、ドラフトの定期検査や通常の運転、維持管理を行う上で役に立っている。

5. 研修のまとめ（2）

本研修は、筆者3名が企画・準備・予備実験を行い、一定の結論を得た段階で、キャンパス内のドラフト検査資格者に呼びかけて、9月30日にスモークテストの実演を実施した。

実演に参加した技術職員は、岩澤充弘、本山英明（以上、工学部技術部）、栗野春之、白鳥硬次、中山政勝（以上、電子工学研究所技術部）ならびに筆者3名の計8名であった。

また、研修に際し工学部技術部から受けた補助金は、主にスモーク発生器の改造とスモーク液、ドラフトフード面の改装ならびに消耗品に使用した。



(図 12 研修風景)

6. 謝辞

研修実施に当たり、技術的なアドバイスを頂いたヤマト科学(株)南アルプス工場技術者の皆さんに感謝します。また、一定期間ドラフト装置を占有使用させて頂いた富木政宏教員に感謝します。