

化学物質の個人ばく露測定について

労働衛生コンサルタント 上野 浩



はじめに

近年、産業現場では多種多様な化学物質が使用されており、それらへのばく露による健康障害を防止することが重要な課題となっている。これまで日本では、作業場全体の空気環境を評価する「作業環境測定」（A・B測定）を中心に管理が行われてきた。令和3年（2021年）より作業者にサンプラーを装着する「個人サンプラー法」（C・D測定）も導入されたが、現在のところあまり普及していない。そこで、本年10月から「個人ばく露測定」（呼吸域測定）が導入される。実際には作業者ごとの作業内容や姿勢、作業時間、使用する設備などによって化学物質へのばく露量は異なる。このような背景から、労働者一人ひとりが実際に吸入する化学物質の濃度を把握する個人ばく露測定が注目されている。さらに、令和4年（2022年）の労働安全衛生法関係省令の改正により、自律的な化学物質管理が導入され、個人ばく露測定の重要性は一層高まった。

個人ばく露測定とは

個人ばく露測定とは、労働者が実際の作業中に吸入する有害化学物質の濃度を測定・評価する方法である。測定では、小型のサンプリングポンプを作業者の腰部などに装着し、呼吸域付近に取り付けたサンプラーから一定時間空気を採取する。採取した試料は分析機関で分析され、化学物質の濃度が算出される。評価方法は、均等ばく露作業者の2人以上を測定した結果の最大ばく露濃度を許容濃度等の基準値と比較するだけであり、統計的な処理は行わず簡単な評価方法である。

従来のA・B測定は、作業場内の代表的な地点で空气中濃度を測定し、作業環境全体の管理状態を評価する方法である。一方、個人ばく露測定は実際に労働者が吸入する濃度を評価するため、より実態に即したリスク評価が可能となる。同じ職場であっても、作業位置や作業方法によってばく露量は異なるため、個人ばく露測定は健康障害防止に非常に有効な手法である。

従来法との比較

「職場における化学物質管理の今後のあり方に関する検討会報告書」（2010年7月）により、従来のA測定と作業環境濃度と個人ばく露濃度が比較された。その結果、ばく露濃度が過小評価されたり、過大評価されたりすることであったが、取り分け過小評価されることが問題となり、特に、鋳物砂の仕上げ研磨と吹付塗装、アーク溶接の3作業のばく露濃度が10倍以上の過小評価されていた。この結果がC・D測定や今回のばく露濃度測定に繋がっている。

C・D測定の問題点

C・D測定はセラミック工場のように秤量・混合、脱水・乾燥、粉碎、成形、焼成工程と単位作業場が多数に分かれ作業者が少ない場合に有効な測定である。しかし、前述したようにC・D測定はあまり普及していない。その理由として、作業者にサンプラーを長時間装着することと、作業者に装着するので測定値が高くなり幾何平均値と幾何標準偏差が大きくなり評価は厳しくなることが挙げられる。後者の測定値が高くなることは当然の結果であるが、サンプラーを長時間装着することは作業者に負担を強いるし、筆者もサンプラーの装着を断られたり、装着したら作業しなくなったりした経験がある。ばく露濃度測定でも同じことである。また測定機関にしても8時間のばく露濃度を測定すると9時間程度は拘束される。これに対して、A・B測定では1単位作業場を1時間で測定が終了し、作業者に長時間負担を掛けることはない。

A・B測定の問題点

作業環境測定法が1976年に公布され、A測定については、これまで作業環境の改善に寄与してきたことは万人が認める。問題はB測定にある。「個人サンプラーを活用した作業環境管理のための専門家検討会報告書」（2018年11月）の中に『現行の作業環境測定基準に基づくB測定で、個人サンプラーを作業者に装着して

行うことは可能である。』ようにB測定を作業者の呼吸域で実施すれば、ばく露濃度と差が出るであろうか。ばく露濃度は準備作業等を含めるため、**B測定値 $\geq$ ばく露濃度**になる。しかし、多くの測定機関のB測定は、作業の邪魔にならない三脚に立てた固定位置で実施している。アーク溶接で発生するヒュームは上昇気流で上方に飛散するので、呼吸域とではこのB測定値は10倍以上の差が生じても当たり前である。吹付塗装も鋳物砂の仕上げ作業も同様である。要するにB測定の位置が問題であり、B測定を呼吸域で実施すれば、過小評価することはない。

また測定方法が直接捕集や液体捕集方法では作業者に装着することができないし、ろ過捕集にしてもハイボリュームやローボリュームの吸引ポンプを装着することはできないので、測定・分析技術的な問題もある。

但し、B測定は10分間の縛りがあり、投入作業のように短時間の2、3分で終了する作業については評価を統一するため10分間で良いが、発生源に近接する長時間の作業であれば、必ずしも10分間に拘ることはないと考えられる。1工程（1サイクル）が10分の作業であれば、3工程分を測定した方が良い測定精度が得られる。例えば、アーク溶接の1工程が10分であれば、30分間測定するということである。

今後の課題

一方で、欧米では個人ばく露測定であり、気体状物質は固体捕集、粒子状物質はろ過捕集である。これらを参考にして測定方法を変更する必要がある。また欧米のばく露では長時間の測定であるが、B測定は短時間であるため、さらに、分析技術も必要になる。簡単に言えば、小型の吸引ポンプでA・B測定を実施することができかである。例えば、溶接ヒュームのばく露測定の吸引ポンプで全ての金属をA・B測定できるか。インジウムは濃度基準値が非常に低値であるため、ICP-MSで分析しなければならない。

呼吸域のB測定ができれば、個人ばく露測定は実施

することは非常に簡単である。但し、ばく露測定では経時的な濃度変化がわからないので、また短時間基準値が設定されている物質もあるので、リアルタイムモニターの活用も必要である。

おわりに

精度の良い呼吸域のB測定は個人ばく露測定に代用することができる。第3管理区分測定や溶接ヒューム測定にも代用でき、B測定値から呼吸用保護具の防護係数を求められる。B測定者を誰に装着するかは作業環境測定士の腕による。そうでない測定士はB測定を多く取れば良い。この方法の利点は1単位作業場が1時間で終了し、作業者にも測定士にも負担が少ない点である。但し、このB測定は、作業者が囲い式の局排内に入るときは、A測定を補完するB測定ではない。

最後に、作業環境測定の過大評価について触れる。B測定で第3管理区分であっても、その作業が短時間であり頻度も1日に1回と少なければ、ばく露濃度は基準値以下になる。作業時は呼吸用保護具を着用するが、それ以外は不要である。この点を確認するために8時間の個人ばく露測定は有効である。