

令和 3-5 年度労災疾病臨床研究事業費補助金

ベリリウム等の低濃度管理物質に対する有効な曝露防止対策に関する研究 (211101-01)

研究代表者	石田尾 徹	産業医科大学	産業保健学部	作業環境計測制御学	講師
研究分担者	山本 忍	産業医科大学	産業保健学部	作業環境計測制御学	助教
研究分担者	保利 一	産業医科大学	名誉教授		
研究分担者	東 秀憲	産業医科大学	産業生態科学研究所	労働衛生工学	教授
研究分担者	大藪 貴子	産業医科大学	産業生態科学研究所	労働衛生工学	講師

研究の背景と目的

ベリリウム等の低濃度管理物質を製造、取り扱っている工程では、対策により室内への拡散をある程度抑えることができたとしても、特に発生源付近では管理濃度を超えることが考えられ、従来の工学的対策では第一管理区分にすることは困難になるといわれている。このような環境において、作業者の曝露による健康障害を防止するためには、発生状況を把握するとともに、状況に応じた適切な対策を実施する必要がある。従来、工学的対策としては、特化則や有機則等で、設備の密閉化、局所排気装置（局排）およびプッシュプル型換気装置の設置等が義務付けられ、局排等の性能要件も定められているが、低濃度管理物質については、作業環境管理のみで作業環境を十分低減することが困難な場合も多いと考えられ、個人保護具の使用等を含めた総合的な管理が必要になると考えられる。令和 3 年から特化則に追加された溶接ヒュームについては、個人サンプリング法によりマンガン濃度を測定し、吸入するマンガン濃度が管理濃度を超えないような防護係数を有する呼吸用保護具を選択し着用させるとともに、年 1 回保護具のフィットテスト実施し防護状態を確認することになっている。一方、平成 24 年の有機則等の改正で、局排等に替わる多様な発散防止抑制措置も認められるようになっており、対策の方法も多様化している。本研究では、ベリリウム等の低濃度管理物質を製造、取り扱う作業場において、作業者の健康障害を防止するために有効な曝露防止対策を検討するものである。ただし、現在、低管理濃度特定化学物質は 14 物質あり、物質ごとに作業の種類、作業内容、発生状況等は大きく異なる。そこで本研究では、対象物質としてベリリウムを選択し、これを取り扱う作業の実態を把握し、有効な曝露防止対策を提案することを最終目標とする。

研究結果の概要（令和 3-5 年度）

本研究では、対象物質としてベリリウムを選択し、これを取り扱う作業の実態を把握し、有効な曝露防止対策を提案することを目的とした。研究は、文献的研究、現場調査および実験室的研究からなる。ベリリウムに関する文献を抽出し整理した結果、合金として原子力関連や兵器製造関連で多く使用されており、環境濃度も含め呼吸域でも高濃度となる報告例があった。工学的対策については、高流速の局所排気装置が環境濃度低減に有効であること

が示唆された。アンケート調査（1112 事業場＋452 作業環境測定機関）では、回収数は「製造・取り扱いの可能性のある事業場」が 234 事業場（回収率 21.0%）、「作業環境測定機関」が 270 事業場（59.7%）であった。ベリリウム取り扱いがある事業場は延べ 32 事業場であった。製造・取り扱い時の状態としてはベリリウム合金 41%、ついでベリリウムが 24%であった。また、法令に基づいて適切に行われている事業場がある一方、排気設備のない事業場や適切な保護具の選定がなされていない可能性のある事業場もあることがわかった。現場実態調査においては、協力が得られた電子部品・デバイス・電子回路製造業の 1 事業所を調査対象とした。個人ばく露濃度測定、作業環境測定および高濃度ばく露が予想される作業のスポット測定を実施した結果、ばく露濃度は定量下限値未満であり、適切に作業環境管理および作業管理がなされていた。実験室的研究を進めるために、模擬作業場を設計し建設した。その模擬作業場内に、真空紫外線を照射した金属粉じんに対する湿式回収装置を試作した。装置への室内空気の侵入を防ぐ改良を行ったところ、大気じんを約 93%以上カットすることができた。モデル粉じんの銅パウダーについて、ランプ消灯時は、区分 0.3 μm および 0.5 μm では粒子個数に差はみられなかったが、区分 1 μm 以上の金属粒子は水中に比較的回収されることがわかった。このことから、サイズが小さい粉じんは水に回収されにくいことが考えられた。ランプ点灯時では、全ての粒径区分において出口の粒子個数が入口より減少した。特に、区分 1 μm に着目すると、ランプ消灯時の回収率が 46.7%であるのに対して、ランプ点灯時の回収率は 60.0%と増加することがわかった。今後は、他のモデル粉じんを用いて実験データの収集・解析を行うとともに、回収率向上のための装置の改良を行う必要がある。呼吸用保護具のフィットファクタと顔サイズのパラメータとの相関関係について検討した。そのパラメータから呼吸用保護具のフィットテストの結果を推定し、実際のテスト結果と比較した。さらに、フィットファクタに大きな影響を与えるパラメータに関する情報の抽出とともに、作業者に適した呼吸用保護具を選定するための方法を提案した。