

労働者健康安全機構 労働安全衛生総合研究所 電気安全研究グループ 遠藤研究室



1. はじめに

筆者の所属する労働安全衛生総合研究所は、労働安全を対象とする清瀬地区（東京都清瀬市）、労働衛生を対象とする登戸地区（神奈川県川崎市）から成る。各地区の前身はそれぞれ、1942年設立の厚生省産業安全研究所、1956年設立の労働省労働衛生研究所であるが、その後、両所の統合等を経て、2016年に独立行政法人労働者健康安全機構傘下の研究所となり現在に至る。以上のように、立ち位置には多少の変遷があるものの、当初より、研究を通じて労働者の健康と安全に貢献することを目的とする組織である。

筆者は、清瀬地区に設置された電気安全研究グループに所属している。当グループでは、感電災害や電気火災を研究対象としているが、近年は特に化学工場等の危険物施設の火災事故の主要な原因の一つである静電気現象に関係する研究に力を入れており、静電気帯電や放電のメカニズム解明、除電や検知技術の開発に取り組んでいる。筆者は、引火性液体取り扱い作業時に発生する静電気火災に着目し、液体が配管から噴出する際の帯電特性、高引火点引火性液体ミストの静電気放電による着火特性について研究している。

2. 研究内容

2.1 液体の噴出帯電特性の調査

引火性液体の噴出帯電が原因とみられる火災事故は多い。噴出帯電は、液体がノズル等から噴出する際に起こる静電気帯電である。噴出帯電は、流動帯電（液体が配管内を流れる時に起こる帯電）等の他の帯電現象と比較して質量あたりの電荷量が大きく、より着火危険性が高い。

筆者は、これまでの研究により、液体の導電率と帯電量の関係（帯電のピークが 10^{-8} S/m 付近にある）、ノズルの材料と帯電量の関係（PTFE 製ノズル使用時は帯電量が大きくなりやすい）、酢酸エチル等の酢酸エステル類の帯電量は大きくなりやすいこと等を明らかにしてきた。これらの知見により、噴出条件から帯電危険性のある程度推測し、事故を回避することが可能となる。

また、噴出帯電量が液体の種類とノズル材料の組み合わせに大きく依存することに着目し、簡易的な帯電危険性評価

法の開発も行っている。本手法は、ノズルを想定した平板状材料片の上に少量の液体試料を滴下し、これをブローガンにより瞬時に吹き飛ばし、前後の材料片の帯電量を測定することで帯電危険性を評価するものである。本手法を用いることで、任意の液体とノズル材料の組み合わせについて噴出帯電危険性を容易かつ安全に評価できるようになる。

2.2 高引火点引火性液体ミストの着火特性の調査

灯油のような高引火点引火性液体は、常温では液面での蒸気濃度が爆発下限に達しないため着火危険性を見落としがちであるが、ミスト状態では常温でも着火する。灯油取り扱い時に発生したミストが静電気放電により着火したとみられる火災事故の報告もあるが、その着火エネルギーや静電気放電による着火危険性については十分な検討がされていない。

筆者らは、超音波式ミスト発生器で生成したメデアン径約 $5\ \mu\text{m}$ の灯油ミストの着火エネルギーを測定した結果、 $1\ \text{mJ}$ 以下となることを確認した。実験では、着火源として火花放電（導体間で発生する静電気放電）が使用されたが、着火エネルギーの数値から、他の静電気放電でも着火する可能性がある。特に、帯電した絶縁物と導体との間で発生するブラシ放電は、帯電した絶縁性液体の液面からも発生するうえに、その放電エネルギーは最大 $4\ \text{mJ}$ にも達することから、灯油のタンク充填時等に形成されたミストが液面からのブラシ放電により着火し、火災となる可能性も否定できない。

3. おわりに

残念ながら、静電気を原因とする火災件数は過去 40 年間ほとんど減少していない。この背景として、静電気帯電・発生メカニズムが多様なため危険性を予見しづらいこと、産業の現場において PTFE 等の極めて帯電性の高い絶縁性材料を使用する機会が増加し、それに伴い従来よりも危険性が増加していること等があげられる。

研究所には現場からの静電気安全に関する相談も多く寄せられており、筆者としても静電気安全研究の重要性および同分野の研究者としての使命を肝に銘じて日々研究に取り組んでいる。研究を通じて静電気災害件数減少に貢献できるよう、今後とも力を尽くしていきたい。

最後に、この場を借りて失礼するが、当研究室では企業や大学からの研修生受け入れや、共同研究も行っているため、筆者の研究に興味を持たれた方は是非ご連絡頂きたい。

（遠藤 雄大）