

工場の静電気安全管理強化に向けての導電率の活用

Application of Electrical Conductivity as a Measure to Enhance the Safety
Level in Management for Preventing the Static Electricity
Disasters at Manufacturing Plants

石 川 諭

Satoshi ISHIKAWA

要 旨: 化学工場火災は静電気爆発・静電気着火が大半を占める。静電気対策を行っているにもかかわらず火災が発生している。当社は可燃性液体を大量に使うため、事故を起こさぬように静電気災害防止細則を定め、災害防止に努めている。従来は充填作業中に帯電量を測定していたが、作業環境変化の影響を受けるために再現性は低く、事前に精度高く評価できないかと考え、導電率に着目した。現在、超絶縁計を用いて導電率を測定することで 3 色にグレード分類し、工場の静電気に対する安全管理に努めている。

Abstract: Static electric spark explosions and fires are major causes of fire disaster at chemical plants. Despite the significant efforts of engineers in chemical plants to develop a countermeasure against static electricity, they cannot reach a complete success in escaping from the disasters. Our company, which utilizes large amount of flammable liquids, has paid a great attention to prevent fires caused by electric sparks, and established a management policy against static electricity disasters. As a part of our efforts, we focused on electrical conductivity as an on-site-indicator to measure charging energy that is difficult to measure with reproducibility because of the variations in charging energy during packaging process of those flammable liquids. This report describes our efforts for safety management of static energy in our plants where a potential danger level of static electricity disasters was classified into three color groups using electrical conductivity measured by a super megohmmeter and outputs a signal for our taking actions.

キーワード: 静電気災害、導電率、超絶縁計、可燃性液体

Keywords: static electricity disaster, electrical conductivity, super megohmmeter, flammable liquid

著者 石川 諭, 綜研化学(株)生産技術 C, プロセス管理 G, 350-1320 埼玉県狭山市広瀬東 1-13-1

s.ishikawa@soken-ce.co.jp

2007.1.17 受付, 2008.4.4 受理

社会技術革新学会第 1 回学術総会(2007.10.12)にて発表

1. はじめに

2007 年も化学工場火災の話をニュースとして良く聞いたが、その原因を調べると静電気爆発・静電気着火が大半を占めていた。2007 年 3 月の新潟県下の化学会社の事故も、静電気による粉塵爆発と推定されている。(ホームページより粉塵爆発と推定されているが、原因究明に向けた調査は引き続き行われており関係当局の正式見解は出されていない。)

著者は、有機溶剤並びに原料として石油から生産されるアクリル系モノマーを大量に使用する現場に所属している。事故を起こさぬように静電気災害防止細則を定め、災害防止に努めている。静電気災害防止細則には、帯電防止服・安全靴の着用をはじめとし、散水し湿度を上げることや、配管の全てに対するアース線(配管の全て)の接続、タンク類の不活性ガスによる酸素濃度の低減、配管サイズ別可燃性液体の流速制限などを盛り込んでいる。

さらに、表面電位測定器を用いて製品充填作業中の帯電量を測定し、充填速度の低減指示などを行っている。しかしながらこの作業は、作業環境(例えば天候)変化などにより測定値の再現性を確保することが難しく、数ロット生産時の平均値を用いて判断するしかなく、判断するまでに時間が必要という問題を生じていた。こういった状況下の中で安全確保のために、本研究では、製品充填作業中の測定ではなく、事前に精度高く評価することを意図し、導電率に着目した。

2. 実験的検討

文献¹⁻⁵⁾などを参考に著者らの現場で取り扱っている有機溶剤やモノマーなどの最小着火エネルギーを調べた。その結果を表 1 に示す。最小着火エネルギーが 0.2 mJ の有機溶剤があり、最小着火エネルギー 0.1~1.0 mJ は帯電電位 5 kV 以下に相当することがわかった。また、表 2 に示すように帯電電位の目安が導電率と相関があることも文献などからわかり、導電率を測定できれば、事前に危

表 1 最小着火エネルギーと静電気帯電の関係
(代表的有機溶剤であるトルエンの
最小着火エネルギーは 2.5 mJ)

可燃性物質の最小着火エネルギー [mJ]	帯電電位の指標 [kV]
0.1 以下	1 以下
0.1~1.0	5 以下
1.0~10.0	10 以下
10.0 以上	10 以下

表 2 不導体の帯電性の指標

帯電の大きさ (帯電電位の目安) [kV]	導電率の指標 [S/m]
ほとんどない (0.1 以下)	10^{-8} 以上
小さい (0.1~1.0)	$10^{-10} \sim 10^{-8}$
普通 (1.0~10.0)	$10^{-12} \sim 10^{-10}$
大きい (10.0 以上)	10^{-12} 以下

険性が予測できるのではないかと判断した。

そこで導電率を測定すべく導電率計の導入の検討を開始した。その結果、測定したい領域は高帯電域であり、超絶縁計でないと測定できないことが判明した。

超絶縁計(東亜 DKK(株)製 SM-8220, SME-8330)を購入して有機溶剤を測定した値は、文献値と近い値が得られた。この結果を受けて、製品の測定を行ってグレード分けを行った結果を表 3 に示す。静電気着火リスクの大きい黒色品番に対して一覧表を作成した。生産時、特に注意する品番として注意を促すべく指導している。具体的には黒色品番充填作業では、ドラム充填窒素吹き込み専用ラインを設置し、缶底部から酸素濃度を 5% 以下になるように所定時間窒素を吹き込む手順を定めて使用している。窒素を吹き込んだドラムは 30 分以内に使用するようにし、かつ窒素吹き込みから 30 分を超えたドラムは再度窒素吹き込みを行ってから充填に使用するよう管理している。

また、研究開発品も開発段階で測定することに

表 3 不導体帯電性の指標と分類表

分類	導電率指標 [S/m]	帯電電位の目安 [kV]	静電気着火リスク
黒色品番	10^{-10} 以下	1.0 以上	大きい
灰色品番	$10^{-10} \sim 10^{-8}$	0.1～1.0	懸念がある
白色品番	10^{-8} 以上	0.1 以下	小さい

したため、不安全な製品開発を未然に防ぐことにつながり、開発段階から静電気着火リスクの低減に寄与している。

以前は、表面電位測定器を用いて充填作業中の帯電量を測定し、充填速度の低減指示などを行っていたが、現在は開発段階から導電率を測定し 3 色グレード評価した充填対策を行っている。2006 年 7 月から超絶縁計を用いた導電率による安全管理を開始し、静電気災害防止細則の改訂や開発設計規定の変更などを行い今日までドラム充填による事故の発生を未然に防いでいる。

3. まとめ

超絶縁計を用いて導電率を測定し、3 種グレード評価をすることで工場の静電気に対する安全理

を行う方法を開発した。そして当該方法を現場に適応した結果、1 年 6 ヶ月間であるが安全管理ができており、実学的手法を提供したと考える。

参考文献

- 1) 労働安全衛生総合研究所:静電気安全指針, (社)産業安全技術協会, 東京 (1988)
- 2) 労働安全衛生総合研究所:可燃性粉じんの爆発危険性評価基準, (社)産業安全技術協会, 東京 (1990)
- 3) 労働安全衛生総合研究所:引火温度と爆発限界の関係図(第1集), (社)産業安全技術協会, 東京 (1990)
- 4) 日本化学会:化学防災指針集成, 丸善, 東京 (1996)
- 5) (社)化学工学会: 化学工学便覧(改訂六版), 丸善, 東京(1999)