

## 反応器の冷やし過ぎは暴走反応の原因となるか？

2018年7月

1996年、英国の染料工場で600 USガロン（約2.3 m<sup>3</sup>）のバッチ式反応器が爆発した。このプロセスでは30～40°Cの温度で、アミンと硫酸の入った反応器にニトロシル硫酸（NSA）を添加する必要があった。その反応は発熱反応であり、熱を生じた。添加作業は通常、手で制御され、約5時間掛かっていた。このプロセスは長年にわたって操作され、数百回バッチが問題なく処理されていた。

NSA添加作業の初期に、バッチが約50°Cに過熱したので、NSAの添加を停止させた。そこでバッチを25°Cに冷却し（冷やし過ぎ）、NSA添加を再開した。NSAを添加し終えた時点で、バッチ温度は装置の冷却能力では制御することができなくなり、温度計の記録の上限温度を超えてしまった。反応器は暴走反応によって過圧され、爆発した。反応器の下部は、サポートを壊して建物の床上に落下した。反応器の攪拌器は屋根の上に飛ばされ、反応器の上部は約500 ft（150m）離れた場所で見つかった。幸いにも、負傷者は出なかった。直接の損害は200万英ポンド以上に及んだ。

参考資料: Partington and Waldram, *ICChemE Symposium Series*, No. 148, pp. 81-93, 2001.

### その他の暴走反応による被害

2007年フロリダ州Jacksonville



2006年ノースカロライナ州Morganton



### 知っていますか？

- ほとんどの発熱反応の速度は、温度上昇に伴い速くなり、低下で遅くなる。反応温度が低すぎると反応が遅くなり、未反応物質が反応器に蓄積されることになる。その後で反応温度が上昇すると未反応物質の反応が起こる。未反応物質が十分にある場合は、放出されるエネルギーが反応器の冷却能力を上回る可能性がある。
- 高温になると、意図した温度ではさほど問題ではない分解反応を含む他の化学反応が激しく起こることがある。これらの反応はより多くのエネルギーを放出することがあり、反応生成物がガスを含み、反応器内を高圧にする可能性がある。
- この事故では、バッチが冷やし過ぎの状態の間に約30%の未反応NSAが反応器に蓄積されたと考えられている。実験結果とコンピュータシミュレーションによれば、この蓄積量は暴走を引き起こすほどではないであろうと判明した。反応器のジャケットへの蒸気漏れなどの別の熱源が必要であった筈である。いずれにせよ、他になんらかの熱源がある場合は、未反応のNSAから得られるエネルギーは、反応器を暴走させやすくする可能性があった。
- 装置の漏れやその他の故障などが化学反応の事故の原因や要因となることがあるので、反応システムが正常に機能しているかを確認することは重要である。

### あなたにできること

- どの反応が発熱反応で、反応物質が蓄積すると制御不能になり得るかをしておくこと。その例としては、重合、ニトロ化、スルホン化、酸-塩基反応、酸化などの反応がある。
- 多くの反応について、安全のために重要なことは高温限界だけではなく、低温限界にも注意すること。反応器を冷やし過ぎると未反応の物質が蓄積し、後で制御不能な高温になる可能性がある。
- 安全上重要なパラメータ（温度、圧力、流量、混合、その他プロセスに特有な事項）が逸脱した場合の結果を理解しておくこと。逸脱が上限を超える場合も下限以下の場合もその結果がどうなるかを考え、逸脱が生じた場合にどのような処置をとるべきかを知っておくこと。
- プラントに化学反応プロセスがない場合でも、低温により問題が発生する可能性があることに注意すること。例えば、液体が凍結したり、非常に濃くなったり、溶液から固体が析出することもある。

**プロセス温度が低すぎるのは安全でないかもしれない！**

©AIChE 2018. 不許複製。非営利的な教育目的のための複写は奨励する。ただし、販売目的のための複写は、AIChEの

同意書なしには禁止する。連絡先: [ccps.beacon@aiiche.org](mailto:ccps.beacon@aiiche.org) or 646-495-1371..