

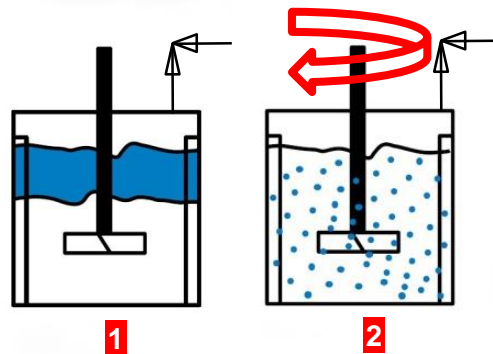
## もし、攪拌機が止まったら？

2018年8月

1993年、ドイツのある工場で、36 m<sup>3</sup> (9,500 US gal) のバッチ式反応器でメタノールに苛性ソーダを溶解したものをo-クロロニトロベンゼンに反応させてo-ニトロアニソールを生成していた。この反応は発熱反応で、通常は苛性ソーダを約80°Cで約5時間かけて添加していた。

驚いたことに、このバッチでは冷却が必要とされなかった！ 実際、適切なバッチ温度を維持するために冷却をするのではなく、むしろ蒸気加熱が必要であった。そして、苛性ソーダ添加中に攪拌機が動作していなかったことが判明した。反応物は適切に混合されていなかった(1)。攪拌機を始動させて未反応の化学物質を混合したところ(2)バッチ温度が急速に上昇して160°C(320°F)を超えた。高温になって、別の発熱反応も発生した。反応器の内容物10 m<sup>3</sup> (2,650 US gal) がリリーフバルブを通じて大気に排出された。住宅地を含む近隣の広いエリアが汚染された。

負傷者は出なかったが、健康被害の懸念が残った。直接被害額は約4,000万ドイツマルク（1993年当時、現在の約3,800万米ドルに相当）であった。



### 知っていますか？

- 化学物質は互いに接触しないと反応しない。反応器が攪拌されていないと、反応は遅くなるかまたは停止し、未反応の化学物質が蓄積する。発熱反応の場合、これは大変危険である。攪拌機を再起動すると、未反応の物質が大量に存在しているので、反応が非常に速くなる可能性がある。冷却システムには、反応器の温度を制御するのに十分な除熱速度がないかも知れない。
- 液体と固体または有機物と水系の混相物などの多相が入っている容器では、混合することが重要であることは明らかである。容器内の物質が相互に可溶性である場合でもそれは重要である。下の一連の写真では完全に水溶性のバルサミコ酢を混ぜずに水に加えている。酢はガラスの底に沈み、混合物がスプーンでかき混ぜられるまで均一な溶液とならない。

### あなたにできること

- バッチ式でも連続式でも反応器の攪拌が止まった場合、攪拌機を再起動する前に技術指導を受けること。適切な処置の決定に役立てるために、専門技術者に提供するデータを収集すること。例えば、攪拌機がどのくらいの時間止まっていたか、止まっている間に容器に何が加えられたか、容器の温度および圧力の履歴はどうだったか？
- 反応させるつもりのない他の容器でも、攪拌が止まると問題になる可能性のあることを認識すること。攪拌しないと、容器内での温度差や濃度差が大きくなるだろう。これにより、冷却面で凍結したり、加熱面の近くで沸騰したり、溶液から固体が沈殿したり、スラリーから固体が沈降したりする可能性がある。混合が適切でない容器から組成の不均一な物質を他の装置へ供給すると、下流のプロセス設備で運転面や安全面で問題を起す可能性がある。
- 攪拌せずに容器を加熱または冷却することは効果的でなく、容器の内容物が混合されないと温度表示も不正確になるであろう。



参考資料 Gustin, J-L., "How the Study of Accident Case Histories Can Prevent Runaway Reaction Accidents to Occur Again." *ICHEM Symposium Series No. 148*, pp. 27-40, 2001.

## 安全のために反応器の攪拌を続けること！

©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.