

不純物起因の暴走反応

2018年2月

事故事例1: 蒸留プロセスからの有機系残渣油と、プロセスのベントシステムから排出された液を含むパイプが複数のバルブを閉じることで隔離されていた。残渣油が凝固するのを防ぐためにパイプはスチームトレースされていた。週末のシャットダウン中に、パイプが爆発した（図1a、図1b）。建物には誰もおらず負傷者はなく、被害も小さかった。



事故事例2: 粗メタクリル酸 (MAA) を積載した鉄道タンク車両が高温になり、リリース弁から内容物が放出された。その地域は避難体制を取った。しばらくして鉄道車両が爆発破損し、その地域に大きな被害をもたらした（図2a、図2b）。人々は避難していたので、怪我人は出なかった。

何が起こったか

ほとんどの事故には複数の原因がある。上記の事故では、不純物混入が原因であった。

事故事例1: パイプのスチームトレース用の温度制御システムが故障し、高温になった。これだけで分解と爆発を引き起こすことはないが、残渣油には約1%の水が混入していた。プロセス容器からの水蒸気がベントシステム内で凝縮し、残渣油タンク内に排出されていた。ラボテストで、この量の水で残渣油の分解温度が約100°C低下することが判明した。スチーム温度制御システムの故障による温度は、分解反応を開始するのに十分な高さだった。

事故事例2: 粗MAAは、製造プロセスからの強い無機酸を含有しており、それはステンレス鋼をも腐食する。腐食した金属が溶解すると、MAAの重合が促進される。粗MAAは、ライニングしたタンク車に貯蔵されるべきだが、この事故では、ライニングをしていないステンレス製タンク車を使用していた。更にプラントでは所定量の重合禁止剤が粗MAAに添加されていなかった。重合禁止剤は、純粋なMAAでも起こる徐々に進む重合を止めることでMAAを安定化させる。タンク車の腐食による金属性不純物混入が重合を誘発し、重合禁止剤濃度の不足はMAAの安定性を低下させ、最終的に暴走重合と爆発を引き起こした。

参考文献: 事故事例1 – Hendershot, et al., *Process Safety Progress* 22 (1), pp. 48-56 (2003). 事故事例2 – Anderson and Skloss, *Process Safety Progress* 11 (3), pp. 151-156 (1992).

あなたに出来ること

- ▶ プラント内の物質に関する安全情報（安全データシート、運転手順など）を確認する際は、不純物混入の結果として起こる分解や重合などの危険な反応に注意すること。自分のプラント内で懸念される不純物混入の原因物質に注意すること。
- ▶ いくつかの不純物混入原因物質はどこにも存在する – 錆、水、熱媒、潤滑剤、金属、その他配管や機器の腐食による物質など。これらの一般的な不純物混入原因物質のいずれかにプロセスに影響するものが無いかを調べることを。
- ▶ 少量の不純物混入原因物質でも十分に危険な反応を引き起こし得ることを認識すること。
- ▶ プラントや機器の不純物混入を避けるため、全ての手順に従うこと。貯蔵タンクや他のプラント設備に荷下ろしする前に、物質の性質を確認することに特に注意を払うこと。
- ▶ プラントでメンテナンスを行う際は、必ずすべての機器・配管等に適切な材質を用いること。
- ▶ 充填しようとしている容器（ペール缶、ドラム、タンクローリー、鉄道車両など）が適切な材質で製作されていることを確認すること。
- ▶ 使用する配管、容器、可搬容器が清掃済みであること。「清掃済み」とは、規定されたプラントの清掃手順に従うことで、残留物、残渣、錆、その他の不純物混入物質がないことを意味する。

少量の不純物混入が大事故を起こす!

© 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の同意書面なしには禁止する。連絡先: ccps_beacon@aiiche.org または 646-495-1371