

本質安全化の原則

2026年2月



図1. 本質安全化前の反応器からのサンプリング

アルキル化反応は、分子にアルキル基を導入する化学反応である。あるプラントの触媒によるアルキル化反応器では、3種類の化合物(オルト、メタ、パラ異性体)の混合物が生成されていた。生成物の組成は重要な管理仕様であるため監視が必要であった。そのためのサンプリングは反応器出口で1日2回(シフトごとに1回)実施されていた。サンプルは高温で、危険物質を含んでいた。以前はサンプリング作業中に軽微な事故が何度も発生していた。

技術者たちが、そのサンプルの統計的品質管理データを確認した。その結果は安定しており、原料の品質と反応器の温度と圧力が維持されていれば、組成に大きな変化はなかった。このプラントでは、その操作に本質安全設計(ISD: Inherently Safer Design)の考え方を適用して、反応器からのサンプリングは、1日2回から週1回に減らした(ISD - 最小化)。但し、プロセスの異常、原料の品質変化、あるいは触媒の交換があった場合には、別途サンプル採取を追加する運用を導入した。その結果、廃棄物とコストが削減され、サンプル採取と分析を行う作業員の有害物質への曝露も最小限に抑えられた。同時に、製品の品質は損なわれなかった。



知っていますか

本質安全設計(ISD)には以下が含まれる。

- 最小化／排除 - 危険な物質や活動を排除する。危険な物質やエネルギーの保有量を削減する。
- 代替 - 危険な物質やプロセスを、危険の低いか、または無い代替品に置き換える。
- 緩和 - 危険な物質を、危険性の低い状態またはそれほど厳しくない条件下で使用する。
- 簡素化 - 不必要に複雑にならないように、プロセス、機器、手順を設計する。
- ISDは設計だけに適用されるものではない。ISDの原則は化学プロセスのライフサイクル全体に適用できる。パイロットプラントから生産に至るどこであっても、プロセスや手順を簡素化したり、危険な物質を排除したり、より安全な物質に置き換えたりすることが可能である。

あなたにできること

- ハザードと安全対策の特定につながる活動<プロセスハザード分析(PHA)、事故調査、運転前安全レビュー、作業安全分析(JSA)、プラント安全レビューなど>に参加する際は、すぐに安全対策を探すのではなく、ISDの原則を適用してハザードを排除または低減する方法を探すこと。
- 特定されたISDの候補は、実施前にプラントの変更管理(MOC)手順を用いて必ずレビューすること。たとえ危険源の排除または低減を目的とした変更であっても、新たなハザードを発生させたり、既存のハザードの規模を拡大させたりする可能性がある。
- 参考文献: Ganeshmani N. Inherently safer design: Success stories. *Process Saf Prog.* 2025; 1-7. doi:10.1002/prs.70007

本質安全化とは、危険を管理するよりも排除すること！