

メタノール: 生産分析の概要

メタノールの製造と主な用途

メタノール産業は世界中に広がっており、アジア、北米、南米、ヨーロッパ、アフリカ、中東で生産されています。世界中の90を超えるメタノールプラントの総生産能力は約1億トン(約330億ガロンまたは900億リットル)に上り、毎日10万トン(6,000万ガロンまたは2億2,500万リットル)以上のメタノールが化学原料や輸送燃料として使用されています。メタノールはまさにグローバルな商品でもあり、毎日8万トンを超えるメタノールが大陸から大陸へと輸送されています。メタノールは、酢酸、ホルムアルデヒド、オレフィン、ジメチルエーテル(合成燃料)、その他の多くの化学中間産物の製造に使用され、これらはグローバル経済全体で無数の製品を製造するために利用されます。そして、量的に、メタノールは毎年世界中で出荷される化学製品のトップ5に入っています。[1]

アンモニアプロセス全体

天然ガスを主原料とする一般的な最新のメタノール製造プラントでは、水蒸気メタン改質装置(SMR)で天然ガスが、 H_2 、 CO 、 CO_2 の混合物である合成ガスに変換されます。あるいは、石炭、石油コークス、残油、バイオマスなどのさまざまな原料をガス化することで合成ガスを生成することもできます。生合成ガスは、メタノールリアクタで乾燥、圧縮、変換されて未精製のメタノールが生成されます。そして、通常は3段式のダウンストリーム蒸留プロセスを経て精製されます。メタノール変換反応は可逆的であり、メタノール分離器でメタノール凝縮物を連続的に除去することにより、メタノール生成物側に向かって平衡移動が進行します。分離器からのガスはその後リサイクルされ、合成ループの一環として補給合成ガスと混合されます。リアクタ性能を最適化するための重要な分析測定値は、モジュールM係数 $[(H_2-CO_2)/(CO+CO_2)]$ の計算に使用される H_2 、 CO 、 CO_2 の相対量であり、通常はこれを2.1~2.3の範囲に維持する必要があります。[2]

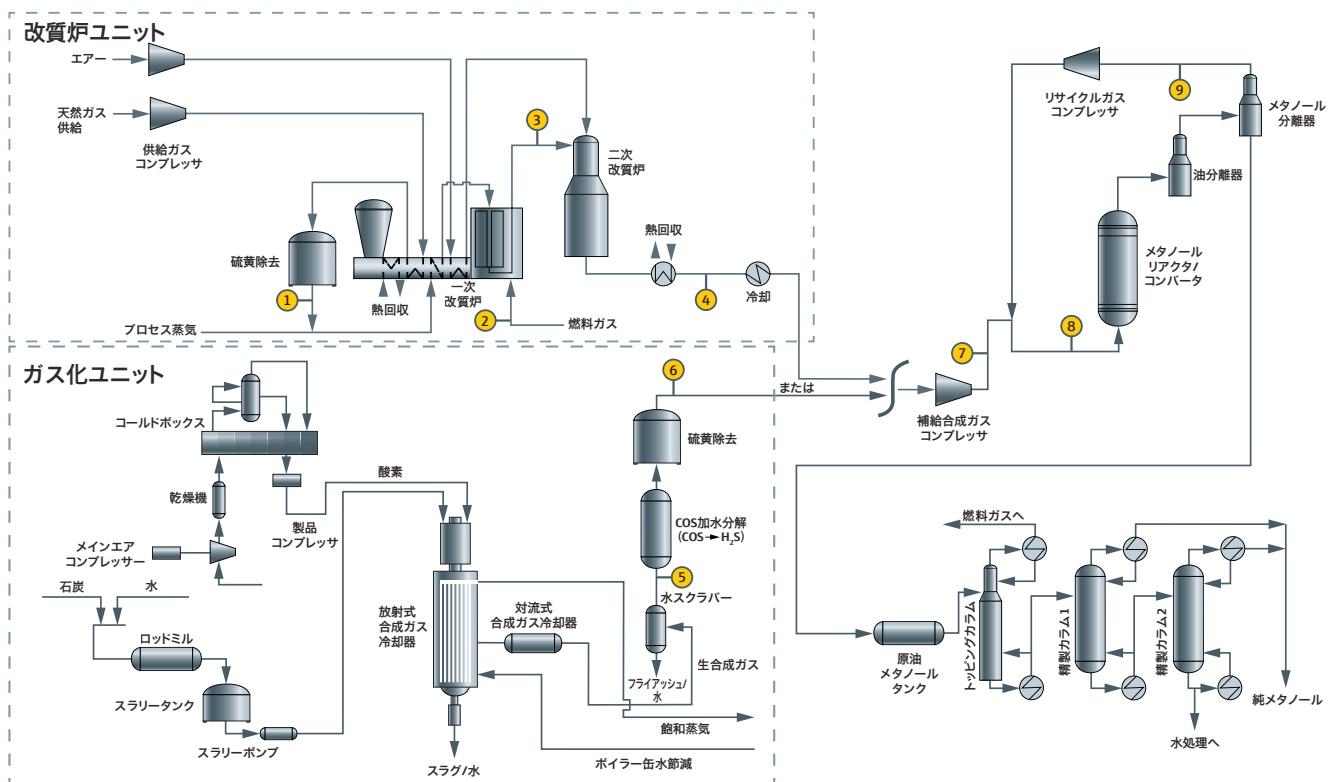


図1: 最新のメタノール生産プラントにおける主なプロセスユニットを示すプロセス簡略図

1. The Methanol Industry (2011). 出典: <http://www.methanol.org/Methanol-Basics/The-Methanol-Industry.aspx>.

2. Machado, C., Medeiros, J., Araujo, O., Alves, R., A Comparative Analysis of Methanol Production Routes: Synthesis Gas versus CO_2 Hydrogenation, 2014年1月7日~9日にインドネシア/バリで開催された2014年国際生産工学およびオペレーションマネジメント会議の議事録(2981-2990)

プロセス分析の課題

メタノール製造プロセス中には通常、複数のガスストリームがリアルタイムで分析され、分析結果は主要なプロセスユニットの制御と最適化の基盤となります。ほとんどのガスストリームは、GC、MS、測光法などの従来のオンライン分析技術を使用して比較的容易に分析できますが、蒸気含有量やプロセス条件が厳しい場合は、特別なサンプル調製技術が必要になります。例としては、一次および二次改質炉、高温および低温シフトコンバータから排出されるガスストリーム、およびガス化装置から排出される生合成ガスストリームが挙げられます。このような難しいサンプルでは、サンプリングと分析の信頼性が損なわれることがよくあります。Rxn5アナライザと優れた設計のサンプル調製システムを組み合わせることで、このような困難なガスストリームに対する堅牢なソリューションが実現します。

ソリューション: Raman Rxn5アナライザ

Raman Rxn5アナライザは、単核二原子気体 H_2 および N_2 を分析するための独自の分光機能を備えており、以下の一般的な「ガスストリームサービス」リストに記載されているすべてのガスストリームの測定が可能です。カラム、バルブ、ガスストリームの切り替え、キャリアガスを必要とせずに、成分定量が実現します。Rxn5アナライザでは、Rxn-30ガスプローブとアナライザの接続に最長150 mの光ファイバーケーブルが使用されます。光ファイバーケーブルを使用することで、ガスプローブをサンプルタップポイント付近のサンプル調製システムに接続できるため、高価でメンテナンスの手間がかかる加熱ガス移送ラインを介してガスをアナライザに輸送する必要がなくなり、GCやMSシステムでは一般的なタイムラグをなくすることができます。潜在的に有毒または爆発性のある混合ガスがアナライザの近くまたは内部に移送されることがなく、メンテナンス作業中のオペレータの安全性が向上します。適切に設計されたサンプル調製システムにより、最高温度150 °C、最大圧力1000 psiaでガス組成の測定を行うことができます。このような条件下での測定に対応するRxn-30プローブにより、必要なサンプル調製が簡素化され、多くの場合、非破壊式のラマン測定後にサンプルをプロセスに戻すことができるため、コストのかかるフレアリングが不要になります。

	ガスストリームサービス	主要な測定パラメータ	圧力* (MPag)	温度* (°C)
1	メタノール: 一次改質炉への天然ガス供給**	炭素数	2.6	25
2	メタノール: 改質炉への燃料ガス**	BTU	0.6	40
3	メタノール: 生合成ガス - 一次改質炉流出口**	組成/ CH_4	3.6	800
4	メタノール: 生合成ガス - 二次改質炉流出口**	組成/ $H_2/CO/CO_2$	3.5	370
5	メタノール: ガス化装置流出口からの生合成ガス***	組成/ CH_4	4.9	337
6	メタノール: スクラバー後の合成ガス***	組成/ $H_2/CO/CO_2$	4.9	199
7	メタノール: 合成ガス補給	組成/ $H_2/CO/CO_2$	5.3	135
8	メタノール: メタノールリアクタへの合成ガス	組成/ $H_2/CO/CO_2$	12.0	135
9	メタノール: 合成ループ回収	組成	8.0	40

表1: メタノールプラントでオンライン分析される一般的なガスストリームの一覧(図1も参照)

* 一般的なプロセスユニット流出口のガスストリームにおける圧力値と温度値を記載

** 水蒸気メタン改質装置後の合成ガス

*** ガス化装置後の合成ガス