

第101回技術懇談会の記録

1. 日時・場所

平成28年5月23日(月)15:00～17:00 化学工学会会議室 参加人数 26名

2. 講演テーマ及び講演記録

(1) 高効率攪拌翼の工業化

講師 山本一己氏 SCE・Net 会員、綜研化学(株) 技術顧問

講演要旨

最初に綜研化学の紹介を行った。次に、綜研化学の主力製品である粘着剤の用途と製造プラントについて説明した。粘着剤の中でも液晶ディスプレイ用 (LCD 用) 粘着剤の需要が 1996 年頃から急激に伸び始めたことを述べた。綜研化学の粘着剤製造設備の中で、特に重要なのは重合槽攪拌装置であり、市場から要求される粘着剤性能の変化と製造の効率化から、攪拌装置の形式もそれに伴い変わってきたこと述べた。特に、汎用粘着剤から LCD 用粘着剤に製造のウエイトが移り、従来のピッチドパドル翼の攪拌装置では製造に対応できなかったため、綜研化学のオリジナルな攪拌翼である Hi-F ミキサーを開発することになったことと、当時の開発手法と Hi-F ミキサーの重合に対する特徴について説明した。一方、開発した Hi-F ミキサーはエンジン部門において外販することとなり、その時代の攪拌のトレンド (大型翼が高い評価を得ていた) と綜研化学では種々のプロセスに対応するための実績作りに注力したことを述べた。実績例としては、晶析、縦長槽、自己吸引式の水添反応に Hi-F ミキサーを応用したことを述べた。特に、水添反応については、性能保証をしたことと、設計では化学工学的な実験手法、設計手法、スケールアップ手法が大いに役立ったことを述べた。

(2) 中温度域熱電変換型排熱発電の開発状況

～自動車応用への日米欧の取り組みとハーベスティング利用～

講師 飯田 努氏 東京理科大学 基礎工学部 材料工学科 教授

講演要旨

飯田先生は環境問題に熱心なドイツへの留学で熱電発電に出合い、その後電総研、東京理科大で関連の研究に長く携わって来られた。熱電発電と縁があまりない化学工学会関係者のために講演をお願いしたところ、この分野の現況と先端技術を詳しく語られ、充実した内容に後の懇親会まで活発な質問や議論が続き、有意義な時間を過ごすことができた。

1. 排熱発電の背景と現状

- ・現在自動車分野での熱電発電利用が世界的に注目され、すでに欧米では実用化が始まっている。日本では最近ホンダとトヨタが熱心に取り組み始めた。自動車の軽量化による燃費改善は限界にきており、今や排ガスの熱を利用する熱電発電が有効な手段になって来ている。
- ・熱電発電は古い技術で、宇宙関連などの限られた分野で早くから使われてきたが、鉛のような有害物質、テルルのような希少物質を今は避けねばならず、新しい材料が求められている。
- ・自動車の排熱発電ではマフラーに熱電変換モジュールを貼り付けて、熱を直接電気に変換する。ホンダによると 1%の熱回収にかけられる限界コストは 1 万円とのことである。トヨタは控えめであったが、2014 年末にドイツで排熱発電を発表し、以降関連会社に指示が出て力を入れ始めている。
- ・世界的に見てヨーロッパが先行しているが、大気中の炭酸ガス増の問題から再利用エネルギーとしてアプローチされるようになった。ガソリン自動車のエネルギーフローを見ると動力には 30%しか使われず、70%が排熱である。その熱を熱電発電素子で電気に変換すれば、車の大きさに応じて 300-900W の電力を得ることができる。

- ・ヨーロッパでは自動車業界が自ら厳しい基準を作り、燃費が基準に達しないとペナルティを課す仕組みになっているため、燃費を下げる手段として熱電発電は必須になっている。電気自動車とハイブリッド車の普及は2020年でもそれほど進まず、内燃機関エンジン車が世界で1億台と90%を占めると予測されており、車の熱電発電の重要性は下がることはない。
- ・熱電発電は接合部の両端に温度差を与えると起電力が生じるゼーベック効果によっている。単純なデバイス構造を持ち、可動部がないために耐久性があり、ずっと使える。熱電発電のミッションキーワードとして、排熱再資源化、自動車エンジン、熱-電気直接変換の三つが掲げられている。
- ・温度領域で見ると100-700°Cで使える熱電変換材料が求められている。昔から低温領域でビスマス・テルルの稀少性あるいは有害性金属が使われてきたが、現在は避ける必要があり、今は300-600°Cの中温域で優れた熱電変換材料の探索・開発が行われている。その中で資源が豊富なシリコン、マグネシウム系や酸化物などが注目されている。
- ・材料の熱電変換効果を評価するのに無次元性能指数 ZT が使われる。金属とセラミック両方の性質を持つ物質、つまり半導体は ZT の値が大きい。この ZT が1あれば車の熱電発電に使用できる。開発戦略としては中温域高性能熱電変換材料、非希少金属系熱電変換材料、自動車搭載向けバリューチェーン構築、量産へのアップスケーリングが掲げられている。

2. 海外の研究開発動向

- ・欧州が研究開発で進んでおり、フランス、ドイツ、イギリスが熱心である。ドイツは早い段階から国が資金を投入して熱電変換関連の開発を行っている。欧米の熱電への研究開発費は漸増傾向だが、初期に高かった日本は逆に下がってきている。
- ・フランスでの研究機関の配置状況、ドイツでの開発費の投入状況などが紹介されたが、日本は遅れている。多くの資料が付けられていたが、時間不足で簡単な説明に止められた。

3. 環境低負荷半導体材料 マグネシウム・シリサイド

- ・マグネシウム・シリサイド系熱電変換材料は、ビスマス-テルル系、鉛-テルル系など旧来の材料と比べて効率、資源量、有毒性、中温度耐久性などで同等あるいは優れている。原料が地殻に豊富にあり、変換効率は10%まで期待できる。
- ・マグネシウムとシリコンを1100°Cで融解して作る。元々製造過程で酸化しやすい性質があるが、今は改善されており、グラファイト中で焼結するとしっかりしたものができる。
- ・熱電発電では熱源と変換素子との接触部の密着が大事である。毛髪1本の50 μ mの隙間で70-80°Cの温度ロスを生じて発電量が落ちるので、低温側も高温側もここを埋める必要がある。日本の素材開発は素晴らしく、ポリウレタンなどで熱伝導率の高い材料が開発されている。

4. 排熱発電コンソーシアム

- ・世界各国で排熱発電の開発に対する支援・連携が熱心に行われており、日本でも産業界と学界(大学、研究機関)でコンソーシアムを作り、開発のピッチを上げている。
- ・日本は出遅れているが、元々技術はあるので、今後世界を牽引できる可能性がある。2015年2月に熱電実用化国際シンポジウムが日本で開催された。

(文責 三平忠宏)