

## TODAY

## 「昨今の理工系教育」に思う



株式会社 IHI  
技術開発本部基盤技術研究所

## 所長 綾部 統夫

ここ数年、新人の採用面接あるいはインターンシップなどで現役の学生諸君と接する機会が多くなった。そこで感じるのは昨今の大学教育、特に学部教育のプログラムがかなり変わってきていることだ。まずは学科名だが、魅力的というか世の中の先端に行くようなネーミングに驚かされることが多い。昔ならば学科名を聞くだけで、おおよそどのような学問体系について学んできたのか理解できたが、今ではいちいち聞かないと分からない。学部時代の単位取得状況は、その学問分野で必要とされるであろう必修科目が少なくなり、その反面選択科目が増え、科目自体も先端分野や境界領域などに広く・薄く分散しているように思える。さらに実験・演習といった時間のかかる体験学習もそれにかかる時間は少なくなっているように感じる。

学生の側から見ると、学科名は斬新で魅力的であり、学ぶべき科目も自由度が高く、また最先端技術に触れることが出来るのも、これまた魅力的であろう。時間のかかる実験や演習もそれほど多くなく、自由な時間を享受できると考えるであろう。

少子化が進んで受験生が激減した上、国立大学が独立法人化された環境では、大学が魅力的な体裁を整えて少しでも多くの学生を囲い込みたいという気持ちも分からないではない。

しかし採用面接の印象では、必要とされる専門基礎分野の知識が偏っていたり欠落している、あるいは実験的な検証がほとんど経験無いなどの学生が多々見受けられる。最

終面接まで残った人材ですらこの状況であることを考えると、卒業・修了見込み者の中に技術者として必要な知識や技術を持たずに社会に送り出される学生がかなりいるのではないかと危惧される。

大学は卒業生が技術者として必要な知識や技術を十分に身につけているという質的な保証をするべき立場にあると思う。その質的な保証を前提に、企業は卒業生を技術者として受け入れるわけであるから、もしその前提が崩れているとしたら由々しき問題である。

学部の4年間はきちんと基礎学問を系統的に身につけ、実験や演習あるいは卒業研究で手を汚し、事実を検証する基礎力とその道筋を学ぶ期間であると認識している。

そのためお願いしたいのは、学部の専門基礎教科は必要かつ十分な範囲で必修とし、その学問分野について系統的な知識を十分に身につけさせること、理解が不十分な学生にはハードルを下げるのではなく、理解できるような教授法を開発すること、さらに大学院に進んだ方には、学部時代に身につけた基礎学力を十分に発揮して、研究や開発の進め方、あるいは論理的な思考過程を学ばせることである。ややもすると、大学院では非常に狭い技術分野に特化して、そのあるパートを分担して深く掘り下げるような研究テーマを与えられているようなケースもある。先生方が外部資金や運営交付金などをより多く取りたい気持ちも分かるが、大学院といえども教育の場であることを忘れてはいけないと思う。

少子化や理工系離れが進んできた今、わが国の技術立国を支える次世代の技術者を後顧の憂いなく育成するためにも、教育プログラムに対して真剣に考える時期になってきているのではないだろうか？

平成18～19年度地域新生コンソーシアム研究開発事業  
 —塗装・印刷工場から排出される VOC の循環効率的な除去処理技術—  
 慶應義塾大学工学部教授 田中 茂 (プロジェクト・リーダー)

## 1. はじめに

本研究開発は地域新生コンソーシアム研究開発事業として、関東経済産業局からの委託事業で、慶應義塾大学、ユニチカ㈱、ジャパンゴアテックス㈱、(株)林塗装工業所及び JRCM が参加し、平成18～19年度の2年間のプロジェクトとして実施している。

## 2. 事業の背景・目的

平成18年4月より、VOC（揮発性有機化合物）の排出抑制に向けて大気汚染防止法が改正され VOC 排出規制が開始された。VOC は大気汚染や健康被害をもたらす浮遊粒子状物質や光化学オキシダントの原因の一つとされており、その VOC 削減対策が重要な課題となっている。現在、VOC 排出量の9割が塗装・印刷工場などの固定発生源からであり、そのうち、1/3以上が塗装業界で占められている。しかしながら、塗装、印刷業界は中小企業が多く、大規模で高額な除去処理装置を導入する余力はないのが現状である。そこで、塗装・印刷工場から排出される VOC 削減対策として、費用対効果が高く低コストの拡散スクラバー法を用いた循環効率的な VOC 除去処理システムを開発することを本研究の目的とする。

## 3. 研究内容

### 3.1 多孔質 PTFE 膜を用いた平行板型拡散スクラバーによる VOC の除去

排気ガス中の VOC ガス濃度は数百 ppm と高く、従来法の活性炭等の吸着剤で除去すれば、すぐに吸着容量をオーバーし、頻りに吸着剤を交換しなければならず、結果的に、VOC 除去処理のランニングコストが高くなってしまふ。そこで、多孔質 PTFE 膜を用いた平行板型拡散スクラバーを開発した。多孔質 PTFE 膜を用いた平行板型拡散スクラバーの有害ガス除去原理を **図1** に示す。

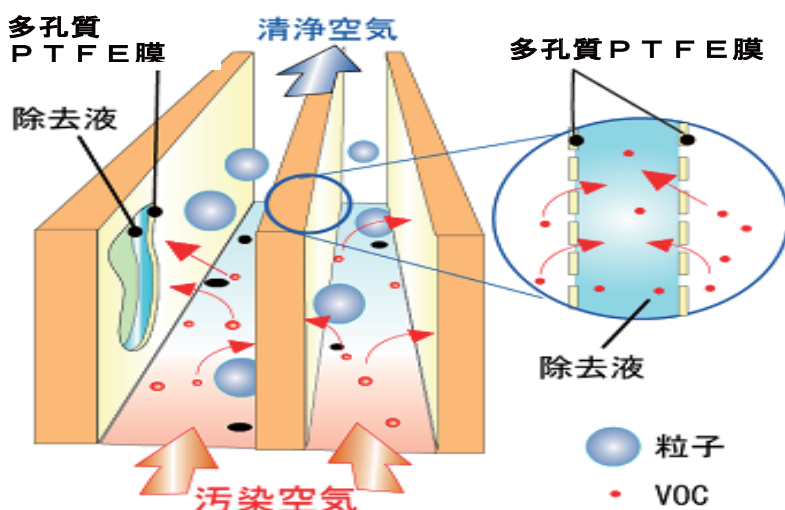


図1 多孔質 PTFE 膜を用いた平行板型拡散スクラバーの VOC 除去原理

多孔質 PTFE 膜を用いた平行板型拡散スクラバーは、多孔質 PTFE 膜をマウントしたセルが 102 枚、プレート間隔 0.15cm で平行に並んだ構造になっており、そのセル内に除去液を満たすシンプルな構造となっている。汚染空気を平行板型拡散スクラバー内に流すと、ガス成分は拡散して壁面に到達し、多孔質 PTFE 膜の穴を透過し、内部の除去液に捕集・除去される。本装置は 9.5cm × 32cm × 33cm のコンパクトな装置設計であるが、開口率が 30.4% であり、汚染空気を導入した際の通気抵抗が小さい。このため、数百 m<sup>3</sup>/h 程度の大容量の汚染空気を容易に処理することができる。また、装置内部に導入できる除去液は 1.85L となっており、装置に取り付けられている供給口及び排出口により、VOC 除去処理を行っている最中に除去液を外部から常に供給することが可能である。

多孔質 PTFE 膜を用いた平行板型拡散スクラバーによる VOC 除去処理は、VOC の除去液への吸収によって行われるため、除去液の選択は優れた除去処理装置を開発するうえで非常に重要な検討事項である。VOC 除去液に求められる要素としては、①高い VOC 吸収容量、②粘度が小さいこと、③高沸点（低揮発性）であること、④毒性や爆発性が無いこと、⑤安価であることが

あげられる。多孔質 PTFE 膜を用いた平行板型拡散スクラバーによる VOC 除去の基礎実験において、除去液には DEHA (Di-2-Ethyl Hexyl Adipate) を用いるのが最適であった。装置に導入する風量が 100m<sup>3</sup>/h であるとき、除去液の流量は 0.6L/min に設定するのが最適であった。100ppm 以内の VOC 濃度の範囲では、VOC ガス濃度の VOC 除去効率への影響はほとんどなかった。通気流量を 100m<sup>3</sup>/h、除去液として DEHA を流量 0.6L/min で使用する最適条件において、本装置は Benzene で約 18%、Toluene で約 30%、Ethylbenzene、p-Xylene で約 50% の VOC 除去効率を得られた。

### 3.2 活性炭繊維シートを用いた平行板型拡散スクラバーの VOC の除去

排気ガス中の高濃度 VOC を除去液を用いた多孔質 PTFE 膜平行板型拡散スクラバーにより除去した後、更に、VOC の高次処理を行う場合には、活性炭繊維シート等の VOC 吸着剤の使用が有効である。そこで、拡散スクラバー法による活性炭繊維シートを用いた平行板型拡散スクラバーを製作した (**図2** 参照)。本平行板型拡散スクラバーは、2枚の活性炭繊維シートの基本ユニットを 550 層、上下3段の箱に配置した簡単な構造からなる。活性炭繊維



図2 活性炭繊維シートを用いた平行板型拡散スクラバーを2台並べた概観

の間には隙間を確保するためのスペーサーが入っており、スペーサーに覆われていない面が有効な吸着面となっている。

活性炭繊維シートを用いた平行板型拡散スクラバーによるVOC除去について検討した結果、Benzene、Toluene、Ethylbenzene、p-Xylene、Trichloroethylene、Tetrachloroethyleneについて、通気流量600m<sup>3</sup>/hでは90%以上、1200m<sup>3</sup>/hでは85%以上の高い除去効率が得られた。

### 3.3 塗装工場における循環効率的なVOC除去処理システムの性能評価試験

塗装・印刷工場から排出されるVOCを除去処理するためには、数千m<sup>3</sup>/hの処理風量に対応する除去処理装置が必要である。そこでVOC除去処理装置としての有用性が確認された拡散スクラバーをスケールアップしたVOC除去処理システムを製作し塗装工場に設置した(図3参照)。そして、実際に塗装工場のダクトから排出される排気中VOC除去の性能評価実験を行った。

塗装工場の排気ガス中には塗料の粒子が含まれているため、VOC除去装置の劣化、汚染を防ぐため、排気ガスを導入する前に、除塵装置を用いてこれらの粒子を除去する。続いて排気ガスを、除去液を流した多孔質PTFE膜を用いた拡散スクラバーに導入し、VOCを除去する。本装置では、基礎実験に用いた32cm×33cmサイズの拡散スクラバーを計16台(縦4台×横4台)並べて用いている。その後、活性炭繊維シートを用いた拡散スクラバーを用いてVOCの高次処理を行う。活性炭繊維シートを用いた拡散スクラバーは、60cm×60cmサイ

ズのもの計4台(縦2台×横2台)並べて用いている。

多孔質PTFE膜を用いた平行板型拡散スクラバーの入口と出口においてガスのサンプリングを行い、GC-MSを用いて採取試料を分析し、VOC除去効率を求めた。除去液のDEHAを流量9.6L/min(拡散スクラバー1台当たり0.6L/min)で導入した。通気流量1200m<sup>3</sup>/h(拡散スクラバー1台当たり75m<sup>3</sup>/h)に設定して実験を行った。その結果、通気流量1200m<sup>3</sup>/hにおけるVOC除去効率はTolueneで32.7%、Xyleneで48.9%、Ethylbenzeneで48.9%といった値が得られ、またVOC総量の約30%を除去することができた。

一方、活性炭繊維シートを用いた平行板型拡散スクラバーにおけるVOC除去の性能評価では、通気流量4800m<sup>3</sup>/hに設定して実験を行った。その結果、VOC除去効率はTolueneの66.2%、Xyleneの63.0%など全てのVOCで60%以上の値となった。

## 4. まとめ及び今後の展望

VOC排出が問題となっている塗装・印刷業界の中で大部分を占

める中小企業を対象として、VOC除去処理システムの開発の検討を行った。VOC除去の性能評価実験で、多孔質PTFE膜を用いた平行板型拡散スクラバーの場合、通気流量1200m<sup>3</sup>/hにおいてVOC総量の約30%を除去することができ、塗装業界での自主的な取り組みによる削減目標を達成した。更に、活性炭繊維シートを用いた平行板型拡散スクラバーの場合、通気流量4800m<sup>3</sup>/hで60～70%の高い除去効率で各種VOCを除去できることが判った。従って、拡散スクラバー法による塗装・印刷工場から排出されるVOC除去処理技術の有用性が確かめられた。

今後は、VOC吸収性に更に優れた除去液や、除去処理後の除去液からのVOC回収などについても検討する必要がある。また、VOC除去に使用した活性炭は、産業廃棄物として廃棄されてきたが、今後は、単にVOCを除去するだけではなく、VOC除去に使用した活性炭繊維シートも交換して、熱処理によりVOCを脱着し再生して使用することを検討する必要がある。

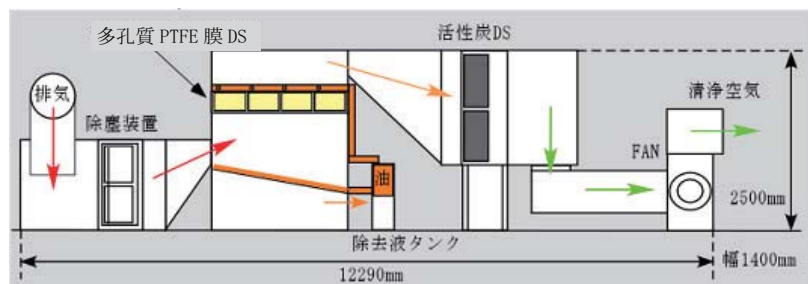


図3 塗装工場に設置したVOC除去処理装置の概要図及び外観

## 活動報告

### ■鉄鋼材料研究部

「鉄鋼材料の革新的高強度・高機能化基盤研究開発プロジェクト」第1回研究委員会を開催

10月10日、「鉄鋼材料の革新的高強度・高機能化基盤研究開発プロジェクト(H19～23年度)」第1回研究委員会をJRCMで開催した。本研究委員会は、プロジェクトの進捗のみならずその方向性や計画を各界の有識者からなる外部委員の方々に評価、ご指導をいただき、プロジェクト成果の高度化を図る目的で運営している。

第1回は、東京大学栗飯原教授(研究会委員長)と6名の外部委員の他、METIから2名、NEDOから3名の計5名のオブザーバーを交え、プロジェクトリーダーの名古屋大学宮田教授をはじめとしたプロジェクト委員18名の総勢30名が参加。溶接分科会(溶接SUB Gr、高温クリープSUB Gr、水素脆化SUB Gr)と制御鍛造分科会(制御鍛造SUB Gr、内部起点疲労破壊SUB Gr)の各Grリーダーから平成19年度プロジェクト研究計画、目標について報告し、その後、4時間半に渡って活発でかつ厳しい質疑応答が行われた。METI製鉄企画室並びにNEDOナテクノロジ-・材料技術開発部から本プロジェクトには大きな期待をかけているとの挨拶をいただき、閉会した。

なお、本プロジェクトは企業10社、大学11校、公的研究機関3機関、JRCMが参画しており、産学連携の一つのモデルケースとして大いに注目されるのではないだろうか。

今後ともJRCMとしては、研究開発プロジェクトの「企画・管理法人」としての機能に加え、産学連携活動推進機関としての役割を発揮しながら、プロジェクトを確実に推し進めていくこととしている。

(川端主任研究員)

### 「ISUGU2007」国際会議報告

10月24日～26日の3日間、北九州国際会議センターにて「ISUGU2007」国際会議が開催された。今回は第4回目で、世界14カ国より、約100名が参加し、結晶粒径の超微細粒化を中心に鉄鋼材料の高機能化、組織制御の最新研究について18件の研究報告および33件ポスターセッションが行われた。参加国は以下の通り。

オーストラリア、ブラジル、カナダ、チェコ、中国(4名)、デンマーク、フランス、ドイツ(3名)、韓国(7名)、リビア、ポーランド、台湾、米国、日本(75名)

会議の特記事項として、下記の点が挙げられる。①結晶粒径の微細化を中心とした組織制御に関する研究がますます拡大し、鉄鋼材料の更なる高機能化研究が各国で進められている。②その中で、新しいデータ提供あるいは鋼組織の生成・変化に対する解析手法(例、中性子回折法による加工時の応力の分配のin-situ測定、高純度鉄を用いた微量炭素、窒素等の強度(Hall-Petch則)への影響)等、先進的な取り組みは、日本からの発表が主体を占め、日本がこの分野で最先端の研究ポテンシャルを維持していることを実感した。③JRCMで平成18年度まで実施した「PROTEUSプロジェクト」の研究成果をプロジェクトリーダーの木内教授が報告。研究成果の「SSMR法」が学術的にも新しい結晶粒径の超微細化機構として認知され、大きな注目を浴びた。

今回得た最先端解析手法は「鉄鋼材料の革新的高強度・高機能化基盤研究開発プロジェクト」研究にも大いに参考になり、今後具体的活用を図って行きたい。(城田部長)

### ■非鉄材料研究部

10月17日に、「アルミニウム圧延品製造プロセス技術伝承・中核人材育成プロジェクト(H19～21年度)」の第1回産学連携人材育成

プログラム開発委員会を開催した。この事業は、アルミニウム圧延・押出産業における技術伝承とプロセスイノベーションを目的として、産学の専門家集団の連携により、勘と経験を学術的知識で補完する座学と、現場での問題解決に資するProblem based learning 演習・インターンシップを融合し、現場の中核人材を対象とした教育カリキュラムを開発するものである。

第1回開発委員会では、京都大学の松原教授(プロジェクトコーディネータ)から、「アルミニウム産業の現状」、「アルミニウム産業に観る基盤産業の技術力・国際競争力の維持の危機」などの紹介の後、本事業の目的達成のために、3つの融合シナリオとして、①アルミニウム産業の製造現場と大学での教育の融合②大学における材料工学と機械工学という異なる学問分野の融合③我が国のアルミニウム産業分野の技術者教育を通じた融合を進めていくとの説明があった。

一方、委員メンバーの企業から「企業からみた材料系技術者研究者人材育成の必要性」について、その背景や今後の取るべき対応などの説明があった。

また、本プロジェクトの運営機関として、「産学連携人材教育プログラム委員会」、「WG」を設置した。それぞれの構成メンバーには大学側と産業界側が参加し、産業界のニーズはどこにあるかを明確にするとともに、産業界側の教育ニーズを吸い上げながらプログラム策定していくこととしている。

本プロジェクトメンバーは、京都大学、大阪大学、東京工業大学、同志社、4大学の「学」と神戸製鋼所、昭和電工、住友軽金属工業、日本軽金属、古河スカイ、三菱アルミニウム6社の「産」が参加している。

本プロジェクトはJRCMが(社)日本アルミニウム協会の協力を得ながら、運営・管理を行うことにしている。(畑中PM)

The Japan Research and Development Center for Metals

JRCM NEWS / 第254号

内容に関するご意見、ご質問はJRCM総務企画部までお寄せください。  
本誌は地球環境保全を考慮し再生紙を使用しています。  
本書の内容を無断で複写・複製・転載することを禁じます。

発行 2007年12月1日

発行人 小紫正樹

発行所 財団法人 金属系材料研究開発センター

〒105-0003 東京都港区西新橋一丁目5番11号 第11東洋海事ビル6階

TEL (03)3592-1282 (代) / FAX (03)3592-1285

ホームページ URL <http://www.jrcm.or.jp/>

E-mail [jrcm@oak.ocn.ne.jp](mailto:jrcm@oak.ocn.ne.jp)