

第116回 技術懇談会講演記録

1. 日時・場所 平成30年12月7日(木) 15:00-17:00

化学工学会会議室 参加人数 30名

2. 講演テーマ及び講演記録

(1) 「再生可能エネルギーの課題を解決できる？ 高度蓄熱技術開発」

〔講師〕 加藤敬氏

東京工業大学 科学技術創成研究院 先導原子力研究所 研究員

SCE・Net 装置材料研究会

〔概要〕

エネルギー白書2018の一次供給から最終エネルギー消費では、消費の25%が電力で75%が熱であり、パリ協定を見据えた場合には、余剰熱回収及び熱利活用が低炭素化に必須である。

欧州の再生可能エネルギーは、風力及び太陽熱発電(GSP)が主流であるが、日本では太陽光(PV)発電が急激に普及しており、高価な電池を付けなければ安定供給はできない。しかし、蓄熱に注目すれば低コストでこれらの不安定を改善でき、安定的に24時間発電できる。

内閣府SIPエネルギーキャリア「高温太陽熱供給システム」では、高温の650℃世界初の熱輸送および24時間熱供給の新蓄熱材、新熱媒体の開発に挑戦し、その有効性を見出した。

近年、ドイツや米国などでは、600~1800℃の高温蓄熱システムが次々に発表され、注目されている。国内でも環境省による「平成30年度 熱を活用した次世代型蓄エネルギー技術実用化推進事業」などが始まった。

熱エネルギー貯蔵(TES)の顕熱蓄熱、潜熱蓄熱、化学蓄熱の特徴を生かした高温で最適な組合せを利活用した高度蓄熱技術開発の必要性が求められてきた。

(2) 「革新的新構造材料プロジェクトの紹介」

〔講師〕 秋宗 淑雄 氏

新構造材料技術研究組合 技術企画部長

1) プロジェクトの概要

このプロジェクトは7年前に構想が始まり、その2年後の2013年後半からプロジェクトが動き始めました。現在、組合員として38企業、1大学、2独法、再委託先として多くの大学が関わっています。経産省からプロジェクトを請け負って、各企業に資金を提供し開発に携わってもらっています。目的は、まずは自動車の車体の重量の半減を狙い、比重の小さい材料を使って進めようと考え、全部アルミにしたらCO2がどの位減るか目標値を出

しました。アルミなどは現在も単発的には使われていますが継続的使用ではありません。できるだけ使いやすく低コストの材料を提供できるような技術開発をすることでした。燃費を良くしCO2排出量を減らすことで、車体を少しでも軽くすることが狙いです。スタートは内燃機関を前提として車体だけに特化しました。モノコックボディーの鉄鋼部材を軽量化材と入れ替えたときに生じる各種の不都合に対して対策を施しているのが現状です。衝突の規制が毎年厳しくなっており、完全正面衝突からオフセット衝突、側突、落下物対応など、色々な規制が入ってきています。その度に衝突材を入れると、重量はどんどん重くなります。

プロジェクトのこの5年間の開発概要ですが、衝突対応が不可欠なので高強度の鉄鋼材料、アルミニウムは強度部材には使えるよう強度を上げ、チタンは低コスト化には生産方法の見直し、軽量（比重1.9位）のため使いたいマグネシウムは腐食対策、CFRP（炭素繊維プラスチック）は軽く飛行機には使われてきていますがコストが課題です。炭素繊維は高価で生産段階でCO2排出が多いことが課題です。更にこのような材料を鉄鋼材料などと組み合わせたときの接合・接着をどうするか、その評価をどうするか、こういう分け方で研究開発を進めています。

2) 個別のテーマ

(1) 接合技術

スタート前のアンケート調査から接合する材料として、鉄鋼とアルミ、鉄鋼とCFRP、アルミとCFRPの3種と、その方法として摩擦攪拌接合、レーザー溶接、接着を扱うことになりました。また、高強度化のため炭素量を増やした超ハイテン鋼（引張り強さ980MPa以上）に対応するため、抵抗スポット溶接に代わるアークスポット溶接も対象です。これらをテーマ毎に企業に分担してもらい研究を進めました。

アークスポット溶接は抵抗スポット溶接に比し、引張せん断強さ、十字引張強さで、高い継手破断荷重値を示しました。超ハイテン材の抵抗スポット溶接に関しては、やり方次第では何とか接合はできますが、継手部分の強度は十分ではありませんでした。摩擦攪拌接合は軸を回転させて、その発熱で融点以下の温度で接合する方法です。先端に接合ツールを付けたロボットを開発していますが、現状では大きすぎて自動車工場のラインには入らないという課題が残りました。鉄鋼材とアルミの抵抗スポット溶接に関しては、実際には亜鉛めっき鋼板を使いますので、接合によりめっき層が剥がれるという問題が生じ、条件出しが難しく、担当したメーカーは実ラインで試しています。アルミとCFRP（樹脂はナイロン）の接合は大学に依頼していますが、アルミとCFRPの間にシランカップリング材を塗布し、曲面で摩擦攪拌接合しています。亜鉛めっき鋼板と熱可塑性樹脂を使ったCFRTPとのレーザー溶接ですが、船の甲板の蓋用で、これも間に接着剤を入れて開発を進めている所です。

(2) 構造用接着剤

欧州では各種接着剤が開発されていますが、日本では接着剤を開発している会社は比較的小さいため、産総研を中心に接着剤の開発を進めています。成果も出てきていますので、来年以降実車の材料で試験する予定です。

(3) 高強度鋼板

高強度にするために炭素量を上げざるを得ず、そのため伸びが小さくなります。両者を両立する手段として、何らかの手段で結晶粒径を小さくし伸びを確保します。オーステナイト相を残すような形にすると伸びが確保できます。炭素量を高くして伸びを得るために熱処理を行います。その後のスポット溶接でまた温度が上がりますので、その辺の兼ね合いが重要です。一例ですが、0.3%の炭素量で熱処理を何度も繰り返すことで、ベイナイトとオーステナイトの組織を微細化、かつ、うまく微構造の中に配置するという鋼板を開発しています。同時に分析技術として、結晶組織の中の炭素量を測定する装置・システムも開発しています。

(4) アルミニウム材

現在、ドアのパネル、ボンネット、ルーフなどに使われ、ルーフは下に補強材がありますが、かなり大きく、持ち上げるとたわむ等で、ある程度の強度が必要であり、また加工のために伸びも必要です。ジュラルミン以上の強度を狙っており、飛行機がターゲットです。飛行機用で非常に難しいのは、米国の認定などの政治的な要素があります。アルミ材を使いこなす例として、2種類のアルミ材を積層して強度を高めることを実施しています。プレス前に何度も焼きなましを行い、最後に高強度化するために熱処理が必要で、コストの上昇を伴いますが、プロジェクトを継続するには、まず目標とする物性を得るのが優先されています。

(5) マグネシウム材

まず燃えないために、アルミ・亜鉛を入れたマグネ材（AZ91）にカルシウムを添加した合金で、強度と伸びがある程度確保できることより、新幹線のドアのように余りねじられない部材には利用できると考え、鉄道車両用への応用を狙って進めています。アルミ合金を使った場合よりスピードが1割アップし、かつ重量は小さくなるので静かになる可能性があります。新幹線のパネル（高速車両構体）に使うためには、まずハニカム形状の幅40cmで、しかも新幹線ですと25m長の押し出しが必要になり、プロセス開発になっています。但し、国のプロジェクトとしては5m長程度の押し出しを目指しています。トンネルでの車両のすれ違い時に圧力で変形しますので、トンネル中の走行を模擬した負荷の条件で試験をし、国プロとしては終了します。

(6) チタン材

できるだけインゴット製造の溶解・加熱・鍛造を含む中間工程を減らし低コストにする開発を進めています。また最終の圧延プロセスもニーズがなくて困っていますので、最近では燃料電池車のセパレータへの利用を考え、検討候補としています。競合はステンレス鋼ですが、より軽いのと燃料電池の中で使ったときの耐食性等で判断されます。

(7) 炭素繊維強化プラスチック (CFRP)

熱可塑性樹脂のナイロンとチョップした炭素繊維（不連続繊維）を混練、型に入れてプレス、その工程が2分程度でできるかです。熱硬化樹脂は、型に入れて加熱・硬化させる必要があり生産性に難があるので、自動車用としては熱可塑性樹脂を使います。繊維はチョップしますので強度的には少し落ちますが、それでも大型のプレス機でプレスでき、自動車の工程に入れるにはこれしかありません。強度を上げるためへこみを入れ、加えて補強材を型に入れて同時にプレスしてフロアを作りました。また、ターゲット車シャシの完全CFRTP化に成功、軽量性を確認しました。設計の仕方をCAEを使って検討している所です。大学での検討に企業が加わり、実際にものできるようになっています。この炭素繊維は航空機用の一番高いものを使っています。引張強度、引張弾性率の高いものがあり、飛行機用としてそれなりに使う場所があり使われています。ただ、自動車用としては価格の観点で使用できません。現在の製造法では安価にするのは難しく、またCO2排出も多いため、紡糸の段階で後工程の熱処理を少しでも減らすことが急務になっています。産総研では熱工程が不要な前駆体を開発、Zoltek社T300の繊維に物性面で相当し、樹脂と同時混練して射出成形できるものができてきています。

3) 構造材料研究における化学の領域

金属材料では、アルミとチタンの精錬、複合材料では炭素繊維の製造、複合化技術では複合化するときの接着剤です。アルミの精錬で可能性を見出しつつあるのは、イオン液体に塩化アルミの水和物を溶かして、電解でアルミ合金を作る方法です。4大学で研究しており、現状はアルミ箔ができている段階です。CO2排出量、コスト面ではまだ分かりませんが、この方法なら日本で何とか製造できるのではないかと考え、アルミメーカーがトライしています。チタンも同様に二価チタンイオンを含む塩の電析プロセスと、チタン酸カルシウムからチタンを電解で製造する新しいチタン新精錬法を開発しています。現在、A4サイズで1mm厚のものができてきています。前述の燃料電池のセパレータですが、粉末法で圧粉して焼いて固めるより、こちらの方法がよいようで、用途によっては使える可能性があります。CFRPですが、炭素繊維を作る段階で、新しい前駆体、溶媒可溶性耐炎ポリマーの実現が重要で、他の用途にも使えれば、低コスト化にもつながり期待したい所です。接着剤ですが、使われる場所によって特性（伸びと強度）が異なり、また一液性・二液性があります。自動車の工程で使うには、接着後に化成処理、焼き付け塗装、180℃前後の熱に耐え、10年間位の使用でも特性が変わらないものが要求され、なかなか難しいのが現状です。異なる金属材料を接合するときを使う接着剤は、電食を防止する目的があり、マルチマテリアル化には欠かせません。新しく作るのであれば、高強度で耐熱性に優れ、その後の工程にも性能を維持し、10年の使用で特性が変わらないことが求められています。

(文責：飯塚弘)