

– 特別講演を聴いて –

マクロな省エネビジョンから導かれる自動車軽量化 技術開発の方向性

講師 東京大学 高橋 淳氏

野間口兼政*

この特別講演は第52回FRP CON-EXの基調演説—Key-Note Speechと位置づけられ、第一日目の午後、1時30分からA会場満席の中で1時間行われ、聴衆に深い感銘を与えた。

1. 基調演説の意義

今、世界的に「環境対策」が叫ばれている。それは「省エネ」「資源保護・リサイクル」「地球温暖化」等の切実な問題とし我々に迫ってきている。一方で、我々はFRP材料産業界として住設に継ぐ新たな大型の市場開発を求めている。用途開発活動として我々は、今までに、「住設」「舟艇・船舶」「航空機」「鉄道車両」等を進め、一応一順したところであろう。そして今、「環境」と関係し、「自動車」について、すべての技術が見直される所にきている。自動車にとってはまさに誕生以来初めてという位の革新的改良の時となっている。

今年のCON-EXは、まさにこの問題を基本的テーマとして取り上げており、この高橋先生の講演を先頭に、その後の招待講演、翌日の向尾昭夫氏の講演もこの話と関連し一貫している。FRP関係者はこの点で大きな期待をもって集まってきており、そして一言一句も洩らさず聴こうとしており、1時間がなんと短く感じつつ、十分満足していたと見た。大きな意義があった。

2. 研究の背景

高橋先生は東京大学大学院工学部博士課程ご卒業後、現在の（独）産業技術総合研究所で研究されておられたが、平成12年から現在の大学院工学系研究科環境海洋工学専攻となり、大学の工学部でもシステム創



講演中の高橋 淳准教授

成学科を兼ねておられる。従って、実際の産業界の問題も直接知っておられ、一方で明晰な解析・総合の手法にたけているのが感じられ、その一例が「LCA評価の研究」である。今回の演題、内容はこのような背景からきており、高橋先生しかできないご研究の成果である。

3. 講演内容

3.1 構成

演題の「マクロな省エネビジョンから導かれる自動車軽量化技術開発の方向性」と一致して、構成は図1の画面一枚に簡明に示されている。この構成の順序で合計40の画面で明快に話されており、わかりやすい印象である。そして、この画面が「結論」でもある。

3.2 運輸部門での省エネ

複合材料は今までも世界的に見ると「運輸部門」と「建設部門」の二大分野で使われている。特に欧米で

*樹脂ライニング工業会

1. 運輸部門での省エネの必要性と緊急性
2. 旅客部門での省エネ
 - ◆CFRPによる安全で超省エネなコミュータバスの提案
3. 貨物部門での省エネ
 - ◆CFRPによるトラックの軽量化とその効果
 - ◆モダールシフトのためのCFRP製コンテナ
4. CFRPによる量産車軽量化の可能性
 - ◆自動車のLCA
 - ◆パネル部材の軽量化とCFRTP
(炭素繊維強化熱可塑性樹脂)
 - ◆CFRP, CFRTPのソフトスキン効果
→衝突時の歩行者保護
5. CFRPリサイクルの効果

図1 講演内容の構成（目次であり、結論でもある）

は前者が多い。そして日本ではこの利用が欧米よりも少なく、材料導入の議論があまりなされていなかった。

講演では、この「運輸」と「省エネ」について材料や運動エネルギーの面から「持続可能社会」のための課題と対応して、「マクロな省エネビジョン」の議論を始めている。

複合材料が適切な材料であることに触れ、そして、同氏の持論と思われるエネルギー源は「乗り物はまず電化し、将来的には太陽光発電で運用すべき」と述べられている。

そして、今、世界中で緊急課題となっているCO₂排出量低減の点からも、石油依存度の高いこの部門では急務であると強調された。そのためには、具体的に「旅客部門」と「貨物部門」にわけ、実施例を提案しておられ、大変興味深い。

3.3 旅客部門での省エネ

それは「CFRPによる安全で超省エネなコミュータバス」の提案である。

高橋教授は以前からこのコミュータバスの提案をしておられ、それを知っておられる方も多いと思われる。筆者もこの構想を初めて伺った時から賛同しており、何とかこれを日本の中で早く大きく実現化できいかと思っている一人である。「高齢化」や「地方分散化」も含め、必然的に必要であり、できたら国・地方レベルででも地道な努力をしていきたい用途、テーマである。

コミュータとは米国などでは軽便な通いの中・小型の自動車や電車だが、ここではさしつけ「商店街で動かしている無料バス(天ぷら油の廃物などでも走る)」

と近いものかもしれない。デンバー市では町おこしのためにも運営している。講演ではその省エネ効果を、いろいろのデータで示され、実施例の案（写真）を沢山見せて頂いた。

3.4 貨物部門での省エネ

やはり省エネ効果を貨物量あたりについて示され、車種としてはトラック輸送の合理化が必要であり、鉄道や海運へシフトするに当りコンテナの利用方法工夫に「モダールシフト」が有効としている。

ここでは、ソリューションとして、

(1)CFRPによるトラックの軽量化とその効果

(2)モダールシフトのためのCFRP製コンテナの利用

の2点である。

3.5 CFRPによる量産車軽量化の可能性

前項までが、用途での検討・議論であるのに対し、本項では、材料の選択・評価に関するご説明で、一つ一つ、結論づけられている。

3.5.1 自動車のLCA

同教授が元々研究しておられたテーマであり、一つの画面で簡明に示されたが、要は「自動車使用期間の環境に対する負荷が極めて大きい」から、そのエネルギーを石油から再生可能な電気エネルギー、電池よりも、できたら「太陽光発電」の電気自動車が望ましいとされている。

その理由は、走行抵抗の約75%が車両重量に比例するから、40%軽量化すれば、約30%燃費向上が期待できることになる。従来の「電気自動車」はバッテリーが重かったから、これを軽くするか、効率を上げるかの問題があった。

筆者自身も大昔だが、「FRPボディの電気自動車」の国家プロジェクトの一員だったが、ボディはできても、電池が重くて登坂能力がなく、実現しなかった事を思い出す次第である。

今回の朗報は、原動機を電動機にして、電源を太陽光直接調達とする構造の車「だん吉」の紹介があったことである。軽量電池の開発は努力されていても、未だ実用化できていない。一方、太陽光発電は長足の進歩をとげている。

今、ハイブリッドから燃料電池車に向けて、進んでいる一方、この「太陽光発電と軽量電池」が成功すれ

ば、中・短距離走行車に広げられないだろうか？

3.5.2 パネル部材の軽量化とCFRTP（炭素繊維強化熱可塑性樹脂）

講演はここで最大の山場となるように感じた。前項までの内容はここで複合材料の種類を具体的に選択して、構造や一体成形についても提案している。そのために、段階的に置き換える場合を示して、その効果ができるだけ定量的に評価・吟味している。特に車体をこの材料の特徴を応用して一体成形を考えるのは正に当を得ていると考える。今、自動車部品は、欧米日で一体成形の方向にきており、「GMT」や「LFT」も拡大中である。

この「一体成形」の構想は、実はFRPが誕生した時にも若干あり、特にフロアーの一体化はチャレンジが今日まで続いてきた。しかし、未だ実現していない。この話は自動車関係者の最も興味をひくところである。

講演は佳境に入り、汎用構造用CFRP開発の方向性として「熱可塑性CFRP」の検討について述べる。現在、複合材料の実用性、力学的特性は「強化繊維の種類と織り方、編み方」により強く係わっていると見て開発している人が多い。そしてマトリックス樹脂は熱可塑性樹脂に関心が集っている。その理由は二つある。一つは「リサイクル容易性」もう一つは「ソフトスキン性」であろう。この辺の議論は、場合によっては近い将来の材料選択の死命を決しかねない。今、伝統的に熱硬化性樹脂を用いてきた用途に、高強度化した熱可塑性樹脂を部分的にせよ試用しつつある。航空機部材や電子材料に見られる。また、一方、ポリプロピレンのような汎用の熱可塑性樹脂の高強度化が新規技術で試みられているのは眼を見張るところである。高橋教授は炭素繊維という高性能高価な強化材とポリプロピレンという汎用で一般的価格の樹脂との意外な組合せで、近未来自動車を考案したところが面白いといえる。

そこに重要な上記の二つの違いがあろう。リサイクルしても、炭素繊維の強度低下は少ないかもしれない。そして、ソフトスキンにより衝突時の歩行者保護である。この衝突時の問題について、特に自動車ボンネットを例に挙げ、歩行者の頭部へのインパクトにこの材料が良い傾向にあることを示された。筆者はドイツで数回この種のテーマの講演を聴講、質問もした経験がある。今、自動車の衝突問題は、歩行者の頭部、脚部そして自動車同士の場合、自動車と電柱などの場

合など対象を拡大して構造・材料を研究する時代になってきたが、本講演は新しい内容であり、これから開発のあり方を大いに示唆しておられ感銘を受けた。

3.6 まとめ

本講演内容の主な部分は以上であるが、最後に本題目の「方向性」として提案された前項CFRTPを中心に省エネの評価例を示しておられる。

- (1)自動車部品1kgを作る時に必要となるエネルギーの比較。
- (2)ライフサイクルでの消費エネルギーに及ぼすリサイクルの効果(30%軽量車の場合)。

結果はいずれもCFRTPの場合の方が有利とみられ、特にリサイクルをしたものは有利なことが目立っている。

このご講演では深く触れられなかったが、高橋教授の研究室ではCFRP等のリサイクルも検討しておられるようであるから、別の機会にこの成果も伺えるかもしれない。

4. 感 想

満席で、多くの方が会場に入れないと盛況であり、企画した方は満足されたと思うし、何よりも参加された方々に大きな刺激となっている。やはり、前記1項のような自動車業界の現状、そして、2項のように、高橋淳准教授の研究歴から前評判以上に興味深い内容で、もっと長い時間、講演を聴きたかったと感じた方が多いと聞いている。

高橋先生はこれから大いに研究を進めらる方であり、自動車と環境という今日最大の問題を全く新しい考え方で取組み、新しい材料の組合せ、ものづくりを推進して、新しい用途も拓こうとしておられる。この方向は欧米でもこれまでの報告には見当らない独自のものがある。既に企業化計画が進んでいるかもしれないが、「コミュニタバス」が沢山走り、日本の社会を変えていくようにご期待申し上げたい。このご講演を契機にこの構想・夢が拡大することをお祈りし感謝申し上げます。

参考文献

- 1) 高橋 淳「マクロな省エネビジョンから導かれる自動車軽量化技術開発の方向性」、(社)強化プラスチック協会主催CON-EX2007特別講演(平成19年11月15日)