

「読者の広場」

## 燃料電池バスの普及に向けて

羽深 隆

(株) 羽深製作所

〒112-0011 東京都文京区千石 3-23-8

ダイムラー・クライスラーの NEBUS、バラード社の CTA (シカゴ交通局)、BC トランジェット (バンクーバー市) での P3 プロジェクトなどによって燃料電池バスの運行が現実のものとなってきた。燃料電池システムの改良によって更に燃費の改善が進み、燃料充填当たりの走行距離も延びていくと考えられる。燃料電池バスが路線バスとして普及するには従来のディーゼルエンジン、CNG エンジンバスとの経済的な比較で優位に立つ必要がある。ここでは燃料電池システムの改良以外に何が求められているか考えてみたい。

まず燃料供給施設の問題である。水素ガスの供給によるか、代替燃料の供給によって車上で改質装置を作動させて走らせるかによって供給施設が変わってくるが、燃料供給施設の建設を自前で行うのは、バス事業者にとって大きな負担である。気体燃料である天然ガスの CNG 供給施設をバス事業者の負担としていることが CNG バスの普及を遅らせている。CNG の場合、立地条件が準工場地域とされ、敷地に余裕のある営業所に限定されている。コンプレッサ、貯蔵タンクを含めた施設の建設費は 1 億 5 千万円で、メンテナンス費用が毎年 200 万円程度かかっている。その費用の大部分は検査費用である。このような費用は環境問題に関心の深い公共交通でこそ負担が可能であり、民営バス会社では困難である。燃料供給施設は供給事業者が建設し、バス事業者の営業所内に設置、管理するか、営業所近辺でバスが燃料充填のために回送できる場所に設置してバス事業者の負担を軽くすべきである。

次に車両自体について考えたい。ディーゼルと比較して燃料自体の体積当たりエネルギー密度が低く燃料タンクの重量が大きいから、スペース及び重量の面からディーゼル車より走行エネルギーを効率よく使う必要がある。

車体重量については NEBUS のベース車両である 0405N2 は 10.6t であるが NEBUS は 18t である。燃

費の向上を計るために車体重量の軽減が課題である。屋根上搭載の燃料タンク、コンバーター、パワーエレクトロニクス機器が 1.9t であるから、駆動装置関係で 5.5t、0405N2 より重いことになる。駆動装置の中にはモーター内蔵の後輪、燃料電池のセルが含まれる。燃料電池システムの今後の性能向上を考慮しても車体重量の軽減は大きな課題である。軽減の対象としては、車体骨格及び外板と艤装品を含めた車体部品の全てである。0405N2 は鋼板、鋼体を素材としているから、素材の変更による重量軽減が考えられる。骨格のアルミ型材、管材の使用、外板のアルミ、樹脂化等であるが、更に強化樹脂による車体の一体成型化も考えられる。車体の一体成型は数年前にドイツで、本年アメリカで行われている技法である。塗装重量の軽減のために塗膜の軽量化、無塗装化も検討すべきである。車体部品の軽量化としては床材がある。燃料電池バスはディーゼルエンジン車より車体騒音が低いから、遮音、防音のために使用されている床材や素材の使用量を減らすことができる筈である。電装品の種類の多い路線バスでは全長 12m になるワイヤーハーネスの重量軽減は課題である。車体配線を CAN (CONTROLLER AREA NETWORK) 等による多重化通信で信頼性の向上と共に重量軽減を考えるべきである。NEBUS の空調についての詳細が分からないが、エアコンはその電力負荷から見て大きな問題である。燃料電池からの電力を走行駆動系、操舵系、ブレーキ系へ優先供給するために、NEBUS では屋根上換気のためのルーフベンチレータの開閉及びファンモーター駆動をソーラーバッテリーの電力で行っているが、太陽電池による電力供給は重量負担になる蓄電池貯蔵なしには、安定性とその容量を確保する必要のある空調系には適用できない。走行中は燃料電池を熱源として使用するとしても、ディーゼル車の温水暖房における独立燃焼方式のプレヒーターに該当するものが必要と考えられるが、車体

重量の制約を考えると補助燃料タンクの重量増は問題である。燃料電池を熱源とする効率の良いヒートポンプ方式の空調システムの開発が期待されるところであるが、暫定的な方法をしては営業所での駐車中に車外から熱源を供給し、走行中は蓄熱媒体から冷熱を輻射することが考えられる。燃料電池の電力をモーター駆動に効率よく使用するためにはパワーエレクトロニクスの効果的な適用が必要である。走行駆動用モーターは軽量、小型、保守管理を考慮して交流誘導電動機がNEBUS、MAN、EQHHPP、ユーレカの各燃料電池バスに採用されている。GTO、IGBTなどの大電力制御半導体の採用によってインバーターによるVVVF（可変電圧・可変周波数）制御等に依り、効率の良いモーターのベクトル制御が可能となり、パワーエレクトロニクス技術の成果を取り入れることができた。ベントは応答性と低負荷領域での高効率からレラクタン্সモーターを将来のモーターとして挙げているが、従来の非同期交流モーターも飽和磁化の大きいネオジウム・鉄・ボロン等の希土類を使った永久磁石の採用によってその効率をさらに上げることが期待できる。

最後に車両価格と運行コストを検討してみたい。ディーゼルの路線バス価格はノンステップ車で2,300万円程度、CNG車は更に700万円プラスされた3,000万円が現状である。このうち補助金は国、地方とも、で前者で約500万円、後者で1,200万円である。今後

財政上の理由から補助金の増額が期待できない状況にあるから、燃料電池バスについても低公害車として位置づけられているCNG車の価格を上廻ることは困難と考えられる。現在、ディーゼルバスの走行燃料消費量は大都市の路線バスで1.5~2.5 l/kmであり、事業者向けの軽油価格は60円/l程度である。水素ガスの価格が消費燃料コストで軽油と競争的にならなくてはならない。事業者にとって燃費は人件費と並んで運行コストを占める大きな部分である。電池の保守費用に関してはディーゼラー電気ハイブリッドバスであるHIMRは1両あたり25個のDC12V蓄電池を搭載しているが、年間1両あたり約20万円の保守費用がかかっている。燃料電池の場合には高価な触媒の劣化も考慮すると、保守費用をできる限り抑える工夫が必要である。

以上の問題点を解決しつつ、燃料電池バスが環境問題の解決と脱化石燃料依存への道へ前進することを期待するものである。

#### “Towards the Age of Fuel-Cell Bus”

Takashi HABUKA

HABUKA, Ltd.

3-23-8 Sengoku, Bunkyo-ku

Tokyo 112-0011