
Global Report

연료전지 버스 : 우수사례와 상업화 접근법

1. 도입
2. 연료전지 버스의 정의
3. 가상 상황에서의 연료전지 버스 프로젝트의 우수사례
4. 결론

1. 도입

파리기후협약 목표를 달성하고 대기오염 감소에 대한 시당국으로의 압력이 높아지고 있는 한편, 연료전지 버스는 몇 개 되지 않는 무배출가스 교통 솔루션 중의 하나이다. 수년 동안의 개발과정을 거쳐 추진동력을 얻게 된 연료전지 버스는 짧은 충전시간과 장시간 운행이 가능하다는 특징 때문에 탈탄소화 대중교통 네트워크를 위한 옵션 중의 하나가 되었다.

유럽에서의 수소차량을 위한 조인트 이니셔티브 프로그램인 [JIVE]와 [JIVE 2]는 유럽연합(EU)이 자금을 지원하고 있고, 유럽의 도시에 새로운 연료전지 차량과 관련된 수소 충전 인프라시설을 도입·설치하고 있으며 세계대중교통연합(UITP)도 이 프로젝트의 파트너이다.

본 보고서의 목적은 연료전지 버스 프로젝트의 시작부터 끝까지 전체 흐름도와 그에 따른 우수사례를 제공함으로써 프로세스에 대한 이해를 높이는 것이다.

▪ [JIVE]와 [JIVE2] 프로젝트에 대하여

이 두 가지 프로젝트의 목표는 유럽지역에서 대중교통 관리기관과 운영기관들이 연료전지 버스를 더욱 많이 선택하도록 지원하는 것이다. 그러므로 이 2가지 프로젝트는 더 광범위한 연료전지 버스의 보급을 위해 시장을 준비하는 것에 초점을 두고 있으며, 차량 소유비용의 감소, 수소 연료전지 버스 모델 선택의 증가 그리고 연료전지 버스 운영에 대한 타당성 등과 같은 몇 가지 두드러진 도전적 문제의 해결을 위해 노력하고 있다.

유럽에서 연료전지 버스로의 이행을 위한 다음 단계로, 이 프로젝트는 약 290대의 새로운 버스가 많은 다양한 현장에서 상업운영 상태로 상당기간 동안 운영되도록 하는 것이 목표이다. 전체적인 비전은 정보를 공유하고 추가 활용을 독려하여 2020년대까지 유럽에서 연료전지 버스의 완전한 상업화로 가는 길을 여는 것이다.

Deployment sites in JIVE and JIVE 2,
as of July 2020



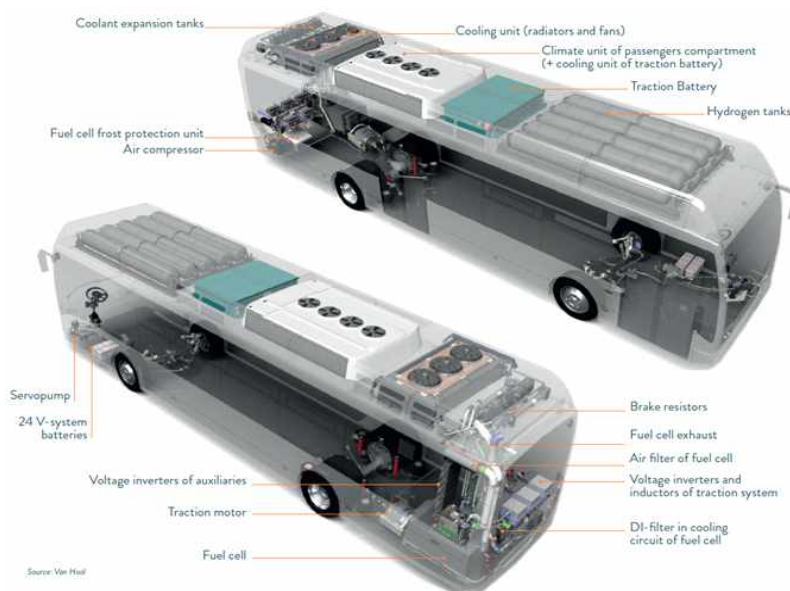
<그림 1> 2020년 7월 현재 [JIVE]와 [JIVE2] 보급 현황

2. 연료전지 버스의 정의

연료전지 버스는 연료전지와 축전지(때로는 슈퍼 커패시터(super capacitor)를 사용함) 모두를 사용하는 전기버스로서, 이 하이브리트 알카텍차구조는 차량 운행의 에너지 대부분은 연료전지를 사용하고 급가속과 경사로 주행과 같은 피크 파워 수요가 필요할 경우에 축전지의 지원을 받는다.

연료전지는 전기화학 작용을 통한 전기에너지 생산을 위해 수소를 사용하고 부산물로 단지 물과 열만 생산한다. 전기에너지는 전기모터 구동과 축전지 충전에 사용된다. 부산물로 발생하는 열은 버스 내부 난방을 위해 사용되어 승객 만족도를 높이고 차량 효율성을 개선하며, 축전지도 제동 중에 발생한 회생에너지를 저장한다.

수소는 현재 사용 중인 축전지 같은 전기 저장시스템과 비교하여 가볍고 더 높은 에너지 밀도를 제공한다. 연료전지 버스는 재충전 없이 하루 종일 서비스가 가능하며, 버스 운행에 필요한 모든 에너지는 차량에 저장된 수소에 의해 제공된다.



<그림 2> FCB에 주요 구성 요소가 정렬된 모습

3. 가상 상황에서의 연료전지 버스 프로젝트의 베스트 프랙티스

3-1. 전제된 상황

2020년, 유럽의 한 지방 도시정부는 대기질 개선을 최우선 과제로 두고 2024년까지 대중교통용 버스의 배출가스 제로를 달성하도록 노력한다는 규정을 발표했다. 축전지 전기버스가 가진 제한된 운행거리 때문에 지방정부는 연료전지 버스 구입을 결정했고, 이 결정은 정치적으로 그리고 커뮤니티의 광범위하고 강력한 지지를 받는 상황이다.

3-2. 프로젝트 콘셉트 단계

① 기대목표에 대한 명확화 및 관리

기구성된 가상의 프로젝트 팀은 도시의 미래 지역계획과 국가적 전략계획 내에서 비전을 개발하는 작업을 시작한다. 이것에는 청정한 대기 및 기후변화 목표를 달성하기 위해 지역 산업계와 국가 및 초국가적 요구사항에 부합하고 에너지 자원을 전략적으로 사용하는 것이 포함된다. 고려된 사항들의 예는 다음과 같다.

- 새로운 청정기술에 투자를 결정할 정책 환경의 철저한 평가 및 설명
- 에너지 시스템과 새로운 에너지의 도입이 이러한 세팅에 어떻게 레버리지가 될 것인지에 대한 고려

- 지역/지방/지역 간 산업계(예를 들어, 제조회사, 가스 공급회사 그리고 화학공장에서의 수소 부산물 등)와 시너지를 창조할 기회인지 여부

② 이해관계자 식별 및 우선순위 선정

①과 병행하여, 커뮤니티 내에서의 핵심 이해관계자와 그들의 관심영역이 식별되어야 한다. 그것들 중에 중요한 것은 프로젝트의 일부 영역에 관심을 보이는 지역 대중교통 운영기관의 확인이다. 이해관계자 지도를 만들고 이후 단계에서 업데이트되어야 하며, 최초 소통 계획이 개발되고 실행된다.

3-3. 파이낸싱 및 계획 단계

프로젝트 비전의 설정과 함께, 구성된 가상의 프로젝트 팀은 향후 진행할 업무의 모든 측면에 대해 면밀한 검토를 진행하며 아래사항들이 포함된다.

- 입찰과 펀딩 사이클을 포함하여 해당 도시에서 버스를 운영할 경우의 모든 측면에 대한 이해를 높이고 연료전지 버스 운영기관을 자원한 대중교통 운영기관과의 대화 시작
- 과거와 진행 중인 연료전지 버스 실행 프로젝트에 대한 보고서 검토
- 이미 연료전지 버스 구매과정을 진행한 다른 도시에 대한 벤치마킹
- 연료전지 버스 공급기업과 수소 충전소 그리고/또는 수소 공급기관과의 회의 및 시장을 확인하기 위한 정보요청서(RFI, Request For Information) 발행을 위한 공식적인 요청 시행
- 새로운 기술도입으로 인해 발생하는 추가비용을 확보하기 위해, 가능한 펀딩 소스 리스트를 개발하고 펀딩을 위한 최적의 접근법에 대한 조언을 제공할 전문가의 결함
- 세밀한 이해관계자 지도에 기반을 둔 목적의식적 상세 소통계획 개발과 프로젝트의 각 단계에 맞는 마케팅 및 소통 지원 업무 위탁

이러한 정보는 정기적인 보고서와 함께 프로젝트 추진위원회에 피드백되고 위원회에서 제기한 관심사와 이슈는 엄격하게 검토되어야 한다.

연료전지 버스의 상업화 사례(business case) 작업도 시작된다. 이 사례는 비용에 대한 보수적 평가법을 사용하여 개발되고 비용이 불확실한 영역에서는 최고의 비용이 투입될 상황을 감안한 것이다. 이것이 향후 단계에서 갑작스러운 예산 리스크를 감소시키는 것이다.

프로젝트 연구팀은 기존의 디젤 버스와 비교하여 새로운 기술을 도입하는 추가비용이 대중교통 운영기관의 참여 승인을 얻는데 매우 중요하다는 사실을 인식하게 된다. 상업적인 기업으로서 대중교통 운영기관은 프로세스 과정에서 리스크를 해소하기를 바라며 대중교통 관리기관의 지원을 바란다. 이 리스크 해소 프로세스에는 수소 연료 공급시설도 포함된다.

이 프로세스의 일부로, 연료전지 버스에 대한 구매 경험을 가진 다른 도시로부터 다양한 상업화 사례에 대한 조언을 받는다. 비즈니스 모델의 시간 범위는 전형적으로 디젤버스에 적용된 10~15년의 교체주기를 기준으로 만들어지고, 이 사례는 자본비용(CAPEX)과 운영비용(OPEX)을 포함하고 디젤버스, 디젤 전기버스 그리고 축전지 전기버스와의 상대 비교도 제공한다.

① 추가비용의 계산

- 자본비용(CAPEX) : 연료전지 버스와 수소 충전시설 공급회사간의 경쟁이 상대적으로 낮으므로, 비용 평가 결정 프로세스에 더 많은 비용투입 요소로 분류된다.
- 운영비용(OPEX) : 필요한 수소의 양은 현재 도시정부가 보유한 차량의 수를 모두 연료전지 차량으로 변환하여 산출했고, 이것이 많은 양의 수소 사용을 통해 수소를 낮은 가격으로 구입하는데 도움이 될 것이다. 유지관리 비용은 기존에 언급한 보수적인 접근법을 통해 산출된다,

자본비용과 운영비용 즉, 총 소요비용이 대중교통 관리기관과 운영기관에게 부여되는 직접적인 재무비용을 의미하는 반면에, 무배출가스 버스로의 이행을 통해 얻게 되는 커뮤니티 차원의 편익을 더욱 어필하는 것도 진행된다. 이 편익에는 화석연료 배출로부터 시민의 건강 유지비용 감소 등의 재무적인 절감과 수명주기 비용 접근법 관점에서의 소음감소, 안락함의 향상 그리고 공공적 승인 등으로부터 오는 공공 서비스의 향상 등이 포함된다. 프로젝트 팀은 이러한 것들이 필요할 경우에 추가 자금지원을 요청하거나 미래에 더 많은 예산을 들여 건강비용을 감당해야 한다는 것을 사전에

설명하여 정부로부터 자금을 받아내는데 유리하다는 것을 알고 있다.

② 추가비용의 커버

비용 계산과 펀딩 연구가 완료됨에 따라, 일반적인 버스 차량과 인프라시설 투자 프로그램 외에 소요비용에 대한 제안이 제출된다. 펀딩 요구는 다른 펀딩기관과 민관협력사업 규칙 등으로 복잡한 요구사항들이 검사될 것이다.

3-4. 구매 단계

연료전지 버스와 수소 충전시설 분리 입찰이 이루어지고, 대중교통 관리기관이 수소 충전시설 입찰을 그리고 대중교통 운영기관이 연료전지 버스 입찰을 관리하고 일부 전문가의 이중투입도 이루어진다. 입찰 시점은 두 가지 프로젝트가 동시 시작, 도시의 예산 프로세스 그리고 기존에 증명된 구매 프로세스에 따른 투자 사이클에 일치하도록 배치된다.

① 수소 충전시설 입찰의 개발

수소 공급을 포함한 수소 충전시설 입찰은 대중교통 관리기관이 담당하고, 관리기관 직원들은 프로젝트 계획 프로세스 과정에서 전문적인 지식을 확보할 기회가 있었고 운영기관과의 협의를 통해 충전시설의 위치를 이미 결정한 상태였다.

입찰서류는 특별한 투입보다는 원하는 효과를 강조했고 하루 처리용량, 모듈화 및 규모확대성, 수소 미터링의 정확성, 수소의 품질(순도), 백업 공급 그리고 단기/중기 그린 수소 공급에 관한 요구사항이 강조되었다.

② 연료전지 버스 입찰의 개발

대중교통 운영기관은 신규버스 구매 프로세스의 중심이며, 연료전지 버스 구매가 그들의 기존 입찰에 추가되었고 기존 버스 입찰 템플릿을 기본으로 연료전지 버스를 위한 효과에 기반을 둔 성능 기준을 통합시켰다. 이 평가기준 설정을 위해, 다른 경험 있는 도시와 논의를 진행하고 기술과 관련된 이용가능한 공적인 성능 데이터를 검토했으며 잠재적인 공급회사들이 제출한 RFI를 검토했다.

③ 공급회사 선택 및 계약

수소 공급과 관련, 대중교통 관리기관은 계약기간을 보장했고 소유권, 책임, 보증 및 하자보증 그리고 제3의 공급기관의 커버리지와 같은 이슈도 계약개발 과정에서 모두 해소되었다. 대중교통 관리기관은 디젤버스에 사용하는 것과 비슷하게 운행한 킬로미터당 연료비용 지급을 가능케 하는 수소 연료가격을 운영기관에게 보장했다,

제한된 연료전지 버스 공급기관 시장은 단지 1~2개의 제안만을 제출했다. 대중교통 운영기관은 우선협상 대상자와 연료전지 버스 가격협상을 진행 중이며 수용 가능한 가격을 제공하기 위해 가능한 유지관리 및 교육관련 대안과 가능한 미래의 구매를 촉진하기 위해 노력 중이다.

새로운 기술 도입을 위해 대중교통 관리기관이 추가 자금지원이 가능하다는 이유 때문에, 대중교통 운영기관은 상업 운영이 리스크가 아니라는 것에 만족해한다.

4. 결론

지금까지 이상적인 연료전지 버스 구매 스토리를 설명했다. 실행단계와 운영단계는 [JIVE]와 [JIVE 2] 프로젝트에서 추진 중인 연료전지 버스가 운영할 상황이 되었을 때 그 경험에 기반을 두어 미래에 설명할 예정이다.

<원문제목> Fuel Cell Buses – BEST PRACTICES AND COMMERCIALISATION APPROACHES

<원문출처> UITP