

# 대중교통체계에서 바이모달 트램의 기능과 역할

## The Functions and Roles of Bimodal Tram in the Public Transportation System

윤희택\*  
Yoon, Hee-Taek

박영곤\*  
Park, Young-Kon

장세기  
Chang, Seky

목재균  
Mok, Jae-kyun,

---

### ABSTRACT

The public transportation in operation or to be planned domestically includes subway, LRT, bimodal tram and bus, which are independently characterized in their passenger capacity and cost. High quality service is generally accompanied by high cost of construction and operation. Thus, ITS, BIS/BMS and BRT system are recently introduced to provide high quality service to the passengers with the cost as low as possible. The bimodal tram is under development to achieve such goals in public transportation. The passenger capacity is approximately expected to be 10,000~17,000 persons/hour and the construction cost to be 10~30 million dollars/km. It is possible to construct the infrastructure gradually depending on the demand of transportation in the planned route, which can effectively reduce the initial cost to launch the service. The bimodal tram is developed to provide the advantages of subway and bus to the passengers with respect to the scheduled operation and flexibility of the lines.

---

## 1. 서론

국내에 운행 중이거나 도입 예정인 육상 대중교통 수단은 지하철, 경전철, 바이모달 트램, 버스 등이 있다. 이들은 수송 능력이나 비용적 측면에서 서로 다른 특징이 있다. 철도는 정시성의 제공이라는 수준 높은 대중교통 서비스를 제공할 수는 있지만, 높은 도입 및 운영비용이 문제가 되고 있다. 버스는 경제적인 반면 낮은 수송서비스가 문제가 되고 있으며, 이를 개선하고자 최근 지능형교통체계(ITS, BIS/BMS)나 간선급행버스체계(BRT)의 도입이 활발하게 진행되고 있다.

현재 2011년 실용화를 목표로 저비용, 고효율의 신대중교통수단인 바이모달 트램이 국산화 개발 중에 있다. 바이모달 트램은 버스의 경제성과 유연성 그리고 철도의 정시성을 결합한 새로운 대중교통수단이다. 전용선로에서 전자기 방식으로 자동운전이 가능하고, 일반 도로에서의 수동운전도 가능하여 운영 측면에서 유연하다는 장점이 있다. 또한 버스와 경량전철 중간정도의 수송용량(0.5~1.8만명/시간)과 100~300억원/km의 구축비용이 소요될 것으로 예상되며, 교통수요의 변화에 따라 단계적 건설이 가능해 초기 투자비용도 줄일 수 있는 장점이 있다. 이러한 여러 장점을 가진 바이모달 트램은 앞으로 대중교통 중심의 교통체계를 구축하고자 하는 정부정책의 실현을 위한 주요한 수단이 될 것으로 기대되고 있다. 본 연구는 각 대중교통 수단별 수송능력과 비용 등을 알아보고, 대중교통체계에서 바이모달 트램의 기능과 역할을 정의하는데 그 목적이 있다.

## 2. 바이모달 트램의 기능과 역할

### 2.1 바이모달 트램의 제원과 특징

국산화 개발 중인 바이모달 트램 차량은 CNG-하이브리드 구동방식으로 2량 편성(18m)과 3량 편성의 두 가지 형태가 있어 수송수요에 탄력적인 대응이 가능하다. 정시성 제공이라는 고품질의 대중교통

서비스를 제공하기 위해 전자기 방식의 자동운전을 원칙으로 하나, 기존 도로에서의 수동운전도 가능하다. 이를 위해 차량 폭, 최소회전반경, 등판능력 등의 국내 차량 규격에 부합되도록 제작되고 있다. 또한 정거장에서의 접근길이를 최소화하기 위한 전차륜 조향방식(AWS, All-Wheel-Steering), 교통약자의 이동편의를 극대화하기 위한 정밀정차와 수평승하차를 위한 초저상 구조를 채택하고 있다.

표 1. 바이모달 트램 차량제원

차량길이 (m)	18m(2량편성), 24m(3량편성)
차량 폭 (m)	2.5
차량 높이 (m)	3.1
바닥높이 (m)	0.35
차량중량 (ton)	16.8(공차시), 23(만차시)
추진시스템	CNG엔진+모터(하이브리드)
안내시스템	전자기 안내
최소회전반경 (m)	12
등판성능 (%)	10~13
최고속도 (km/hr)	80
제동방식	회생제동/공기제동



그림 1. 바이모달 트램 시스템

이 외에도 바이모달 트램의 운행 안전을 확보하고 운영 효율과 승객 편의를 극대화하기 위하여 차량과 최적화된 운영 및 인프라 구성품 등이 도입된다. 여기에는 도심지 열섬효과를 감소시킬 수 있는 친환경 전용선로, 급속시공과 도심지 미관을 고려한 신형식 고가구조물, 무인운영관리를 전제로 한 사전지불식 모듈형 정거장, 그리고 쌍방향 정보제공시스템, 자연재해관리시스템 등과 이들을 통합관리하기 위한 관제센터 등이 제공된다.

## 2.2 유사 수단과의 비교

수송능력은 차량 1대당 탑승인원, 배차간격, 표정속도 등 여러 요인에 의한 영향을 받으며, 각 지역의 운행여건도 상이하여 일률적으로 정의 할 수는 없다. 국내 개발 중인 바이모달 트램의 경우, 탑승인원은 2량 편성의 경우 90-120명, 3량 편성의 경우 120-150명 정도이며, 배차간격은 독립된 전용선로가 제공되는 경우 2~3분 정도를 목표로 하고 있다. 표정속도는 전용선로의 유무, 정거장 간격, 차량성능 등 여러 요인들에 의해 달라지지만, 해외사례를 보면 30~40km/hr 정도가 된다. 결국 상기와 같은 조건으로 바이모달 트램의 수송능력을 추정하면 0.5~1.8(만명/시간)으로 경량전철과 버스의 중간 정도의 수송능력을 가지는 것으로 판단된다.



그림 2. 수송용량별 비교

그림 3. 도입비용별 비교

대중교통 수단의 도입에 따른 비용은 인프라 구축이나 차량 구입에 따른 비용 외에도 운영 및 유지보수 등 여러 요인에 기인하며, 수단별 선택기준의 주요한 변수가 되고 있다. 최근 지하철을 도입한 국내 여러 지자체의 경우 초기 도입비용의 과다로 인해 재정 부담이 가중되고 있어 추가적인 도입을 미루거나, 경량전철이나 BRT 등 보다 저렴한 수단의 전환 도입을 검토하고 있는 실정이다. 여러 사례를

바탕으로 각 수단별 도입에 따라 발생하는 비용을 살펴보면 그림 3과 같다.

정류장 수, 즉 역사 간격은 승객의 총 통행시간이나 투자비용 등과 밀접하게 관련되어 대중교통 네트워크를 구성하는데 매우 중요한 요소이다. 여러 문헌을 바탕으로 판단할 때, 각 수단의 기능을 극대화하고 승객의 이동시간을 고려한 합리적인 역사 간격은 그림 4와 같다.

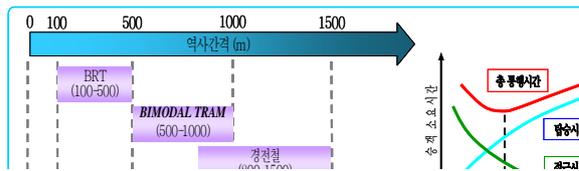


그림 4. 역사간격별 비교

그림 5. 건설기간별 비교

최근 건설되는 여러 신도시 사업에서 간선 대중교통수단이 적기에 공급되지 않음으로 인해 민원과 함께 많은 사회적 비용이 발생하고 있다. 여러 문헌들과 사례에서 볼 때 각 수단별 건설기간은 그림 5와 같이 소요되며, 장기간의 건설기간이 필요한 수단일수록 보다 치밀한 계획수립이 필요하다.

### 2.3 대중교통체계 구축방안

자가용 수요를 흡수하여 대중교통을 활성화하기 위해서는 대중교통 네트워크가 제대로 구축되어야 한다. 대중교통 네트워크는 주/보조간선, 지선수단으로 구성되며, 지역특성과 수송수요, 투자재원 등을 종합적으로 판단하여 구성해야 한다.

현재 우리나라에서 운용되거나 도입 중인 대중교통수단은 지하철, 경전철, 버스 등이 있다. 이들은 도시규모나 수송수요에 따라서 주/보조간선이나 지선수단으로 운용되고 있다. 버스는 높은 경제성, Door-to-Door가 가능한 유연성 등으로 그동안 대중교통 수단으로서의 역할을 다해왔지만, 그 낮은 서비스 품질과 용량의 한계 등으로 도심지 간선수단 보다는 지선수단으로 역할 전환이 절실해지고 있다. 철도는 대용량의 수송수단으로 정시성이라는 고품질의 서비스를 제공할 수는 있지만, 초기 도입비용의 과다로 충분한 네트워크망을 구성하기에는 상당한 무리가 따른다.

결국 한 지역의 저비용, 고효율 대중교통 체계를 구축하기 위해서는 각 수단의 기능과 특징에 부합하는 역할을 정의하고, 3~4가지의 수단을 효과적으로 결합해야 한다. 예를 들어 지하철은 대도시의 장거리 주간선수단, 경량전철이나 바이모달 트램은 대도시의 보조간선수단이나, 중소도시의 주간선수단, 버스는 지선수단으로 정의하고, 이를 바탕으로 대중교통 체계를 구성하면 투자효율을 극대화한 수준 높은 대중교통 서비스를 제공할 수 있을 것으로 판단된다. 표 2는 이러한 대중교통 네트워크의 구성방안의 한 예라고 할 수 있다. 무분별하게 고비용의 대중교통수단을 도입하기 보다는 도시규모나 수송수요 등을 종합적으로 고려하여야 한다.

표 2. 대중교통 네트워크 구성(안)

도시규모(명)	주간선수단	보조간선수단	지선수단	대상지역
100만 이상	지하철	경량전철+바이모달 트램 혹은 BRT	버스	서울, 5대광역시
50~100만	경량전철	바이모달 트램 혹은 BRT	버스	수원, 용인, 성남
50만 이하	바이모달 트램	BRT	버스	행복도시, 전주시

결국 바이모달 트램은 인구 50만명 이상되는 대도시의 경우에 지하철이나 경량전철을 보완하는 보조간선수단으로 활용하거나, 50만명 이하 규모의 중소규모 도시에서는 주간선수단으로 활용하면 수송능

력이나 서비스 수준 측면에서 충분할 것으로 판단된다.

### 3. 결론

현재 네덜란드와 프랑스에 이어 전자기 자동운전 방식의 바이모달 트램이 국산화 개발 중이며, 2~3년 내 상업운행이 시작될 것으로 기대된다. 바이모달 트램은 수송능력이나 비용적 측면에서 경량전철과 버스의 중간정도의 수준으로 정시성 제공, 수평승하차 등 고품질의 대중교통서비스가 가능하여 현재 여러 지자체에서 도입을 검토 중에 있다.

그동안 대상지역의 수송수요나 재정상황을 고려하지 않고, 고비용의 대중교통수단을 경쟁적으로 도입함으로써 운영 및 유지관리에 어려움을 겪고 있는 지자체들이 많이 있다. 바이모달 트램은 기 국산화 개발이 완료된 경량전철과 함께 대중교통 중심의 교통체계를 구성하는 데 유효한 수단이 될 것으로 기대된다.

### 감사의 글

본 논문은 국토해양부가 출연하고 한국건설교통기술평가원에서 위탁시행한 2007년도 교통체계효율화 사업의 지원으로 이루어졌습니다. 이에 감사를 드립니다.

### 참고문헌

1. 목재균 외(2007), "신에너지 바이모달 저상굴절차량 개발에 관한 연구보고서", 한국건설교통기술평가원.
2. 윤희택 외(2007), "신에너지 바이모달 저상굴절차량 운영시스템 기반기술 개발에 관한 연구보고서", 한국건설교통기술평가원.
3. R. B. Diaz et al.(2004), "Characteristics of Bus Rapid Transit for Decision-Making". Federal Transit Administration U.S. Department of Transportation.
4. C. Brand, and J. Preston(2005), 'The Supply of Public Transport - A Manual of Advice'.
- 5 V. R. Vuchic(1981), "Urban Public Transportation Systems and Technology", Prentice-Hall Inc..