

신교통 바이모달트램 시스템 도입수준 분석 연구

Analytic Study of the Level of Introducing Bimodal TRAM System

엄진기[†] · 최명훈¹ · 성명준¹ · 이 준¹ · 박상민²

Jin ki Eom · Myoung Hun Choi · Myoung Joon Sung · Jun Lee · Sang Min Park

Abstract The Bimodal Tram being developed in Korea is a new transit system that provides both benefits of rail and bus systems in terms of accessibility and fixed time schedule. The Bimodal Tram is expected to take an important role of transit system in Korea under the national strategy of transportation system such as 'Low Carbon and Green Growth' for the next generation. This study does define the key indices considered for a decision of introducing the Bimodal Tram system and develop a finalized index, BSI(Bimodal Score for Introduction), showing the level of Bimodal Tram system introduced at a city level. The transport/transit system varies depending on cities with respect to demographic characteristics, travel patterns, financial capabilities, etc. This study will help any cities where transport agencies are trying to introduce the Bimodal Tram as a new transit system.

Keywords : Biomodal TRAM, BSI, new transit system

초 록 바이모달트램은 접근성과 정시성의 측면에서 철도와 버스의 이점을 모두 갖춘 신 대중교통 시스템이다. '저탄소 녹색성장'의 국가 전략에 부합하는 바이모달트램은, 앞으로 대중교통으로써 중요한 역할을 담당할 것으로 기대된다. 대중교통은 인구통계학적 특성, 이용자의 행태, 재정상태 등 여러 조건의 영향을 받기 때문에, 본 연구에서는 바이모달트램의 도입여부를 결정하기 위해 고려되어야 할 지표들을 정의하고, 도시별 도입수준을 결정하기 위한 BSI(Bimodal Score for Introduction)를 산정하도록 한다. 본 연구는 신 대중교통 시스템으로써 바이모달트램의 도입을 추진하려는 도시의 의사결정에 도움을 줄 것으로 기대된다.

주요어 : 바이모달트램, BSI(바이모달트램 도입을 위한 점수), 신 대중교통 시스템

1. 서 론

바이모달트램은 천연가스를 사용하는 CNG 하이브리드 굴절버스으로써 기존의 버스보다 탄소배출량이 적다. 또한 버스와 같이 도로를 달릴 수 있고, 지하철과 같은 전용 궤도에서의 운전이 가능하며 접근성과 정시성의 측면에서 철도와 버스의 이점을 모두 갖춘 신 대중교통 시스템이다. '저탄소 녹색성장'의 국가 전략에 부합하는 바이모달트램은 앞으로 대중교통체계에서 중요한 역할을 담당할 것으로 기대된다.

대중교통시스템은 도로의 여건, 교통여건, 인구통계학적 특성, 이용자의 통행행태, 도입 지자체의 재정상태 등 여러 조건에 영향을 받는다. 그러나 현재 바이모달트램과 같은 신 교통수단을 도입하기 위한 객관적이고 이해하기 쉬운 판단 기준이 없는 것이 현실이다.

본 연구에서는 경제적 타당성 이전 단계에서, 바이모달트램의 도입수준을 개략적으로 판단하기 위한 여러 조건들을 고려하여 계량 가능한 세부지표를 선정하고, AHP(Analytic

Hierarchy Process) 분석을 통한 가중치를 적용하여 최종적으로 바이모달트램의 도입여부와 도입수준을 결정하기 위한 BSI(Bimodal Score for Introduction)를 산출하여 도입을 원하는 지자체의 의사결정에 도움을 주고자 한다. 또한 바이모달트램의 도입여부를 판단할 수 있는 객관적인 근거자료로써 BSI의 활용도를 살펴보기 위해 특정 시나리오를 설정하여 도입가능한 바이모달트램 수준을 검토하도록 한다.

2. 바이모달트램 도입조건 선정

대중교통 활성화 측면에서 가능한 많은 도로를 대중교통 중심의 도로로 운영하는 것이 바람직할 것이나, 효율성을 높이기 위해서는 교통수단간의 조화가 최대한 유지되어야만 한다. 다음은 통행권별 대중교통수단 특성이다. 바이모달트램은 중량전철(A)과 버스(C) 사이의 LRT, BRT(B)와 같은 그룹으로 분류할 수 있다.

현재 신 대중교통 시스템의 도입 방법론이 확립되어 있지 않은 상태에서, 바이모달트램과 가장 유사한 시스템인 BRT 도입에 관한 지침을 살펴본 결과, 여러 측면에서의 도입효과가 기대되는 노선을 우선 선정하여 단계별로 시행을 검토하고 있는 것으로 파악됐다. BRT 노선 도입의 검토에 있어 고려되는 사항으로는 도로기하구조, 수요, 정책적 측면 등 크

[†]교신저자 : 한국철도기술연구원 교통물류연구실
E-mail : jkom00@krii.re.kr

¹한국철도기술연구원 교통물류연구실

²과학기술연합대학원대학교 교통물류시스템, 한국철도기술연구원 교통물류연구실

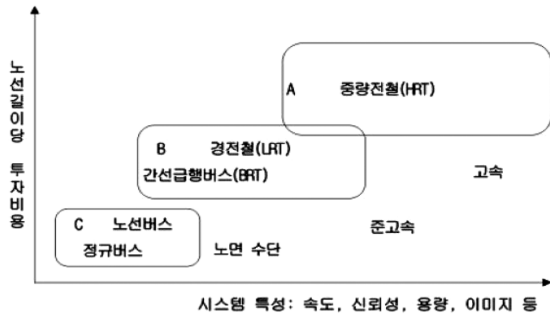


Fig. 1 The characteristic of transit mode

계 3가지가 있다[1].

Table 1에서 보는 바와 같이 BRT는 기존도로의 버스교통량 처리를 위해 기존 차량들과 차선을 분리하기 위한 기하구조 측면에서의 도입여부를 고려하고 있음에 따라 도로기하구조 측면, 수요측면, 정책적 측면 모두 BRT 차선 설치여부에 집중되어 있다.

바이모달트램의 도입여부를 판단하기 위한 조건 선정에서 BRT 노선의 도입 검토 항목인 도로기하구조 측면은 차량 등급 구분에서 검토되어야 할 사항으로 판단되었으며, 정책적 측면은 정량적 측정의 어려움으로 인해 기타 측면으로 분류하였다. 또한 바이모달트램의 도입조건 선정에 이용자 중심의 대중교통 활성화를 위한 측면을 고려하여, 현재 시설의 서비스수준 측면과 이용자 편의성 측면을 추가로 선정하여 세부항목을 설정하였다.

바이모달트램의 도입조건은 엄진기(2009)[2]의 연구를 참고하여 Table 2에서 보는 바와 같이 수요, 서비스수준, 이용자 편의성, 기타 등 전체 4개 부분으로 구분하였으며, 각각의 도입조건에 따른 세부지표 선정은 정량적 측정이 가능하

Table 1 The basic principles of BRT route selection

도로기하구조 측면	수요 측면	정책적 측면
차로 이상의 도로, 버스정거장 설치 가능 도로	대규모 택지개발 지역의 인접도로, 현재 교통수요가 과다한 도로, 버스운행 노선수가 많은 도로	관련 지자체의 BRT 계획을 반영할 수 있는 도로

Table 2 The introducing conditions of Bimodal Tram

도입조건	세부지표
수요 측면	인구규모 대중교통이용률
서비스수준 측면	현재 도로의 LOS 수준 현재 차내 혼잡도
이용자 편의성 측면	기존 노선과 연계성 정도 환승시설의 개수
기타 측면	교통약자에 대한 고려 유동인구 도시 가로망 형태 주변개발계획 지역 등

며, 바이모달트램만이 아닌 신 대중교통 시스템 도입에 고려되어야 할 일반적인 지표들로 설정하였다. 세부지표별로 살펴보면 수요측면에서는 인구규모와 대중교통이용률을 고려하였으며, 서비스측면에서 도로의 LOS(Level of Service)와 차내 혼잡도 지표를 설정하였다. 바이모달트램과 같은 신 대중교통시스템에 대한 승객의 유인정도를 반영하기 위해 기존 노선과의 연계성, 환승시설 수 지표를 선정하여 BRT 노선선정에서 고려하고 있지 못한 이용자 편의성 측면을 고려하였다.

바이모달트램 도입여부를 종합적으로 판단하기 위해 도입 조건별로 선정된 세부지표를 3단계 혹은 4단계로 구분하여 BSI 점수를 최대 5점부터 최저 1점으로 부여하였다. 바이모달트램이 도입되었을 경우 그 효과가 가장 클 것 판단되는 경우에는 5점을 주었으며, 효과가 미비할 것으로 판단되는 경우에는 1점을 주었다.

2.1 수요측면

2.1.1 인구규모

교통수요에서 '통행은 통행자의 사회경제적 활동에 의해 부수적으로 발생한다'라는 기본가정을 바탕으로 한다. 이처럼 통행이 이루어지려면 통행을 할 주체인 인구가 있어야 하며, 이는 교통시스템의 주요 3대 구성요소 중 하나이다[3]. 즉, 인구가 많으면 많을수록 통행의 수는 증가하게 되며, 그와 반대로 인구가 적으면 통행의 수 역시 줄어들게 된다.

노선연계와 인구분포가 밀집되어 있는 서울과 경기도를 포함한 수도권은 인구에 의한 잠재수요 효과가 클 것으로 판단되어 별도 구분하도록 하며, 지방 광역권의 경우 통행이 인구에 정비례하지 않는다는 점에 착안하여 1인당 수단통행수와 시가화 밀도를 곱한 통행밀도를 산정하여 다음과 같이 분류하도록 한다.

Table 3 Category by population scale

구분	통행밀도 (통행/km ²)	BSI 적용
수도권	-	5점
지방 광역권	3,000 이상	3점
	1,000 ~ 3,000	2점
	1,000 이하	1점

2.1.2 대중교통이용률

교통수요는 두 가지 측면에서의 고려가 가능하다. 앞에서 살펴본 인구규모가 통행밀도에 근거한 인구증가에 따른 자연 증가 개념의 잠재수요였다면, 시설물 설치와 새로운 노선 구축 등 기존에 없던 수요를 창출하거나 기존 이용자의 패턴을 바꿔놓는 유발수요와 전환수요의 개념이다[4]. 이 중 대중교통이용률은 기존의 이용자들에 대한 수단 전이 가능성을 내포하고 있으므로 후자에 해당된다. 즉, 기존 대중교통이용률이 낮은 지역보다는 높은 지역에서의 수단 전이 현상이 더 활발하게 일어날 것으로 판단하여 BSI 점수를 부여하였다.

지역별 대중교통이용률을 살펴본 결과, 버스와 도시철도

노선 구축이 잘 되어있는 수도권 경우 그 부담률이 60%를 상회하였으며, 그 외 광역권의 경우 40% 내외의 수치를 보이고 있다. 특히, 도시철도가 없는 울산광역시의 경우 18% 정도로 낮은 부담률을 보였다[5].

장래 수요의 잠재성을 나타내는 인구규모와는 달리, 대중교통이용률은 이미 이용하고 있는 기존 수요에 대한 수단이 현상을 고려하고 있기 때문에, BSI 점수 부여시 수도권과 비수도권 구분없이 일률적인 적용을 하였다.

이에 바이모달트램을 도입하려는 축의 수송분담률 분류에서는 낮음, 보통, 높음의 다음과 같은 3단계로 정의하였다.

Table 4 Category by modal split

구분	수송분담률	BSI 적용
낮음	20% 미만	1점
보통	20% ~ 40%	3점
높음	40% 이상	5점

2.2 서비스수준 측면

2.2.1 도로서비스 수준

바이모달트램 도입을 위해서는 도입하려는 도시의 간선축 내지는 그 지역의 현재 도로상태와 서비스수준을 파악해야 한다. 서비스수준을 정의하는 파라미터를 효과척도(MOE : Measure of Effectiveness)라 하며, 이들은 각 시설의 운행상태를 가장 잘 나타낼 수 있는 지표들이어야 한다[6].

바이모달트램을 도입하려는 축에 대해, 다음의 시설별 MOE 기준에 따라 현재 서비스수준과 도로의 상태를 파악해야 하며, 서비스수준이 낮은 지역일수록 대중교통 활성화 측면에서 바이모달트램의 도입이 시급한 상태로 볼 수 있다.

각 시설별 MOE에 의한 서비스수준 구분은 도로용량편람에 자세히 제시되어 있으며, 본 연구에서는 바이모달트램의 도입을 위한 서비스수준 분류를 원활, 보통, 심각의 3단계로 구분하기로 한다.

Table 5 Category by LOS

시설	MOE	서비스수준					
		A	B	C	D	E	F
고속도로	기본구간 V/C비, 밀도(pc/km/차로)	원활	보통	심각			
	엇갈림구간 밀도(pc/km/차로)						
	연결로구간 밀도(pc/km/차로)						
다차로도로	평균통행속도(kph)						
2차로도로	교통량, 총 지체율(%)						
신호교차로	평균운영지체(초/대)						
비신호교차로	교통량(vph), 평균운영지체(초/대)						
도시 및 교외 간선도로	평균통행속도(kph)						
BSI 적용		1점	3점	5점			

2.2.2 차내 혼잡도

현재 도입하려는 도시 간선축 내지는 지역의 도로 서비스수준만큼이나, 대중교통에서는 차량 내부에서의 혼잡도가 이용자 관점에서 서비스수준을 나타내는 중요한 지표이다.

도로용량편람인 HCM에서 제시하는 입석형 버스의 차내 서비스수준은 차내 승객 1인당 점유면적을 기준으로 0.5인/좌석의 승객을 서비스수준 A, 좌석당 1인의 승객을 서비스수준 B로 설정하고 있으며, 서비스수준 C이하에 대해서는 입석공간에 대해 좌석형 버스와 동일한 개념을 적용하여 설정하고 있다[7]. 차내 혼잡도 구분은 1인/좌석의 서비스수준 B와 입석형 버스 기준 용량상태에 도달하는 서비스수준 E의 1.85인/좌석을 기준으로 구분하도록 한다.

도입하려는 축의 대중교통수단인 버스와 지하철간의 혼잡도 차이가 있을 경우에는, 두 수단간의 평균값 적용을 원칙으로 한다.

Table 6 Category by load factor

구분	인/좌석	BSI 적용
원활	1 이하	1점
보통	1 ~ 1.85	3점
혼잡	1.85 이상	5점

2.3 이용자 편의성 측면

2.3.1 환승시설과 노선연계성

교통수단간 환승에는 대중교통수단간 환승과 대중교통과 개인교통수단간의 환승이 있으며, 권역별 환승에는 광역환승과 도심환승이 있다. 다음은 환승시설 중 환승센터, 환승터미널에 대한 설명이다[8].

- 환승센터 : 통행자의 환승을 위한 복합시설로써 환승주차장, 환승터미널 등이 함께 입지 할 수 있음. 주요 시계 유출입지점 및 주요지역에 대하여 철도역사 및 버스정류소를 연계하는 방법과 기능에 따라 광역환승, 도심환승으로 분류하여 연계노선의 다양화 추구.

- 환승터미널 : 지역순환버스, 마을버스 등의 지선버스와 간선광역급행버스간의 환승이 이루어 질 수 있는 시설물로서 광역환승에 사용되며, 광역환승권 외곽에 위치함.

수도권 자동차 전용도로, 도시고속도로, 간선도로의 환승시설 수를 조사한 결과 고속도로의 경우 많은 연계를 필요로 하고 있지 않으나, 도시고속도로와 도시내부의 간선도로의 경우는 타 교통수단과 많은 연계가 이루어지고 있다. 환

Table 7 Category by transfer facilities and line connection

구분		많다	적당	적다
		환승시설 수	연속류 3개 이상 단속류 4개 이상	2개
노선연계 수	연속류	2개 이상	1개	-
	단속류	4개 이상	2개 이상	1개 이하
BSI 적용		5점	3점	1점

승시설 수는 환승센터, 환승터미널의 수를 나타내며, 노선연계 수는 역, 버스터미널과 같이 타 교통수단과 연계가 가능한 수를 나타낸다. '수도권 BRT 도입 기본구상 연구보고서, 2005'의 노선별 도입수준을 참조한 환승시설 수와 노선연계수에 따른 분류이다.

3. 바이모달트램 수준결정

바이모달트램의 도입수준을 결정하기 위해 종합적인 판단의 기준을 제시하기 위해 본 연구에서는 BSI (Bimodal Score for Introduction)를 도입하였다.

BSI 적용을 위한 세부지표별 가중치는 교통전문가 12명을 대상으로 설문을 통한 AHP 분석으로 산출하였다.

AHP 분석결과 바이모달트램 도입을 위해 가장 중요하게 고려되어야 할 지표는 차내혼잡도로 나타났으며, 대중교통이용률, 노선연계성 순으로 중요도가 나타나 BRT에서 고려하고 있는 도로의 지하구조와 관련된 지표에 비해 비중이 높은 것으로 분석되었다.

식(1)은 산출된 가중치와 세부지표를 고려하여 구성한 BSI 산출식으로써 바이모달트램의 도입수준을 결정하는데 중요한 기준이 될 것으로 판단된다.

$$BSI = 0.223 \times \text{차내혼잡도} + 0.212 \times \text{대중교통이용률} + 0.189 \times \text{노선연계성} + 0.165 \times \text{현재 LOS수준} + 0.131 \times \text{인구규모} + 0.083 \times \text{환승시설 수} \quad (1)$$

BSI 값에 의해 바이모달트램의 도입수준을 저급형, 중급형, 고급형의 3단계로 분류하였다. 즉, 바이모달트램의 도입

Table 8 AHP result

세부지표	가중치	세부지표	가중치	최종 가중치	우선 순위
현재 LOS 수준	0.162	-	1	0.162	4
인구규모	0.131	-	1	0.131	5
대중교통이용률	0.212	-	1	0.212	2
차내혼잡도	0.223	-	1	0.223	1
환승연계성	0.272	환승시설 수	0.304	0.083	6
		기존 노선과의 연계성	0.696	0.189	3

Table 9 Determine of Bimodal Tram introduction level

구 분	도입보류	도입					
		저급형 고려	저급형 도입	저-중급형 고려	중급형 도입	중-고급형 고려	고급형 도입
BSI	1.975미만	1.975~2.445	2.445~2.845	2.845~3.220	3.220~3.615	3.615~4.060	4.060이상
카테고리	76	150	196	201	175	119	55

1.975 미만 : 도입보류
 1.975~3.220 : 저급형 고려해 볼 수 있음
 2.845~4.060 : 중급형 고려해 볼 수 있음
 3.165 이상 : 고급형 고려해 볼 수 있음

이 시급하며, 도입하였을 경우 그 효과가 클 것으로 판단되는 경우 고급형을, 도입이 시급하지 않으며 그 효과 또한 미미할 것으로 판단되는 경우 저급형의 단계를 적용하였다. 이를 좀 더 세부적으로 구분하면 도입보류, 저급형 고려, 저급형 도입, 저-중급형 고려, 중급형 도입, 중-고급형 고려, 고급형 도입 등 도입과 보류의 단계를 포함해 총 7단계로 구분하였다.

산정된 BSI는 1.000~5.000의 값을 가지며, 총 972개의 카테고리 고리가 생성되었다. 비슷한 특성을 갖는 집단간의 분류를 위해 SPSS 12.0K 분류분석 중 K-평균 군집분석을 통한 분석을 시행하였으며, 7단계 분류에 의한 최종 군집을 토대로, 각 단계별 BSI의 범위를 정의하였다.

Table 8에서 보는 바와 같이 BSI값이 1.975 미만인 경우 바이모달트램의 도입이 어려울 것으로 판단되었으며, 1.975에서 3.220 사이는 저급형에서 중급형 바이모달트램을 고려할 수 있는 것으로 분석되었다. 4.060 이상의 경우 대중교통 수단에 대한 요구가 강한 지역으로써 고급형 바이모달트램의 도입이 효과적인 것으로 분석되었다.

또한 다음과 같이 BSI값에 따른 중첩된 범위를 산정하여 고려해 볼 수 있는 단계를 다양화하였다.

다음은 바이모달트램 도입수준별 차량 특성에 대한 구분이다.

Table 10 Category by vehicle

		바이모달트램 도입수준		
		고급형	중급형	저급형
전용차로 가능여부		2차로 이상	3차로 이상	
정거장	요금징수	○	○	△
	승객 편의시설	○	○	△
	장애인 이용시설	○	△	△
환승 시설	환승주차장	○	△	△
	환승센터	○	△	△
운행시간		>18시간	>14시간	≤14시간
배차간격		≤3분	≤15분	>15분
투입차량(1편성)		3량	2~3량	2량
운행속도		정거장 간격에 따라 달라짐		
용량(명/hr)		15,000	10,000	5,000
Km당 건설비용(억원)		120~200	50~120	20~50

Table 11 Scenario analysis

세부지표	시나리오 I	시나리오 II	시나리오 III
차내 혼잡도	40명 탑승 (좌석점유율 1.29) 보통 : 3점	25명 탑승 (좌석점유율 0.81) 원활 : 1점	50명 탑승 (좌석점유율 1.61) 보통 : 3점
대중교통이용률	수송분담률 30% (보통:20~40%) : 3점		
노선 연계성	경부고속도로, 경부고속철도 등 (많다:연속류 2개 이상) : 5점		
현재 LOS 수준	신호등 0.1개/km 통행속도 55km/h (LOS F) 심각 : 5점	신호등 0.5개/km 통행속도 67km/h (LOS B) 원활 : 1점	신호등 1개/km 통행속도 45km/h (LOS D) 보통 : 3점
인구규모	통행밀도 2,015 (1,000~3,000) : 2점		
환승시설	대전역, 오송역 그 외 (많다:3개 이상) : 5점		
BSI	3.737	2.643	3.413
도입수준	중·고급형 도입고려	저급형 도입	중급형 도입

4. 도입수준 시나리오 분석

BSI를 이용한 바이모달트램 시스템의 실제 도입수준을 살펴보기 위해 본 연구에서는 대전역~오송역 BRT 노선 46km 구간을 선정하여 바이모달트램의 도입 시나리오로 분석하였다.

대중교통이용률은 대전권 평균 수송분담률을 적용하였으며, 도로의 서비스수준은 신호등과 통행속도의 변화를 주어 현재 운행 가능한 도로상태를 표현하였다. 인구규모는 대전권을 영향권 내 인구로 보았으며, 차내 혼잡도의 경우 좌석 점유율에 변화를 주었다. 노선연계성의 경우 현재 운영중인 경부고속도로/고속철도를 고려하였으며, 환승시설의 경우 장래 추가되는 오송역과 현재 운영중인 대전역을 고려하였다.

그 결과 Table 11에 제시된 바와 같이 대전역~오송역 BRT 노선 구간에 바이모달트램을 도입할 경우 BSI는 2.774에서 3.868의 값으로 나타나, 저급형 내지는 중급형 도입과 고급형을 고려해 볼 수 있는 것으로 분석되었다. 비록 본 연구에서는 각 시나리오별 몇몇 지표의 값들을 가정하여 분석하였지만 계량 가능한 세부지표에 따라 도입수준이 차별화될 수 있음을 확인 할 수 있었다. 즉, 추가 조사가 필요한 차내 혼잡도와 현재 대상노선 도로의 LOS 수준에 따라 도입수준이 결정되고 있음을 알 수 있다.

5. 결 론

신교통 수단인 바이모달트램 시스템 개발과 더불어 바이모달트램시스템 도입에 관심을 보이는 지자체가 많은 실정이다. 이러한 실정에도 불구하고 바이모달트램에 대한 도입수준 결정을 위한 판단기준이 나와 있지 않은 것이 현실이다.

본 연구에서는 바이모달트램의 도입의 수준을 결정하기 위해 여러 계량가능한 지표들을 고려하여 세부 지표를 선정하였으며, 선정된 지표의 중요도를 결정하는 가중치는 전문가

설문조사를 통한 AHP 분석을 통해 산정하였다.

선정된 지표와 산정된 지표별 가중치는 바이모달트램의 도입여부와 도입수준을 결정하기 위한 BSI 값을 산출하기 위해 이용되었으며, 도입의 구분은 군집분석을 통해 총 7단계로 분류하였다.

분석결과 총 972개의 카테고리 중 76개가 도입보류로 분류되었으며, 55개가 고급형, 201개가 저·중급형으로 가장 많았으며, 저급형 도입이 196개로 이 두 단계의 수준이 전체의 40%를 상회하였다.

그러나 지표의 산정에 있어 수요와 서비스수준, 이용자 편의성 등 정량적인 측면만을 고려함으로써, 수치화 될 수 없는 도시 가로망 형태와 교통약자에 대한 고려, 유동인구수와 주변개발계획 지역 등 정성적인 지표에 대한 고려가 부족하였다. 또한 도입 수준을 고급형, 중급형, 저급형의 3가지 형태로 나누었을 뿐, 해당 등급에 따른 차량 수준에 대한 추가적인 연구가 필요할 것으로 판단된다.

‘저탄소 녹색성’이라는 국가 패러다임 아래, 신 대중교통 시스템으로써 바이모달트램은 앞으로 유용한 교통수단으로 부각될 것으로 기대되며 각 도시의 바이모달트램의 도입수준에 대한 의사결정에 본 연구가 도움이 될 것으로 기대한다.

후 기

알림: 본 논문은 2010년 춘계 한국철도학회 학술발표회(2010.6.11)에서 발표된 내용을 수정보완하여 작성된 것입니다.

감사의 글

본 연구는 한국건설교통기술평가원의 연구비 지원으로 한국철도기술연구원에서 수행한 ‘신에너지 바이모달 수송시스템 개발’ 연구 결과의 일부를 밝힙니다. 도움을 주신 관계자 여러분께 감사드립니다.

참고문헌

- [1] Ministry of Land, Transport and Maritime Affairs (2005) *Establishment of Basic Conceptual Plan for BRT in the Periphery of the Capital(Seoul Metropolitan Area)*, p. 59.
 - [2] J.K. Eom (2009) The Feasibility Studies for Introducing Bimodal Tram System Based on Urban Scale, *Journal of the Korean Society for Railway*, 12(6), pp. 1067-1075.
 - [3] C.W. Do (2004) *Traffic Engineering-Fundamentals*. pp. 13-17.
 - [4] J.H. No (1999) *Traffic Planning*, p. 43.
 - [5] Korea Transportation Database (2008) *Research data for the Present State of Public Transit*.
 - [6] C.W. Do (2004) *Traffic Engineering-Fundamentals*, p. 214.
 - [7] Ministry of Land, Transport and Maritime Affairs (2005) *Highway Capacity Manual*, pp. 450-451.
 - [8] Ministry of Land, Transport and Maritime Affairs (2005) *Establishment of Basic Conceptual Plan for BRT in the Periphery of the Capital(Seoul Metropolitan Area)*.
- 접수일(2010년 6월 30일), 수정일(2010년 9월 13일),
게재확정일(2010년 11월 10일)