

## 부울경 광역도시철도망 구축 필요성에 관한 연구

- 국도 7호선 중심으로 -

### A Study on the Construction Demand for Network of Metro Railroad in Busan-Ulsan-Gyeongnam Area

- In the place of National Road No.7 -

최양원\*

Choi, Yang Won

#### Abstract

Preliminary feasibility study on Busan metro line #1 in Yangsan line (Nopo-Bukjeong) depending on active volume of mass transportation between Yangsan city and Busan city was conducted. As the study concluded that it's valid, the necessity to establish the metro railroad network connecting to Busan, Ulsan and Gyeongnam Province is demanded to improve the transportation issues in Ungsang area vulnerable to metro service and to drive the balanced development between metropolitan cities. In addition, the volume of transportation depending on methods in target areas and road traffic assignment are surveyed to put a stress on the necessity to establish the metro railroad network. As the demand of transportation for alternative lines is predicted, the budget and benefits for construction for each alternative line set for the rough economic analysis depending on traffic volume for each method and traffic assignment results. The total project budget necessary for construction of proposal line #1 set as effective one among target three lines in this project is calculated in 794.32 billion won. Construction accounts for the most expensive in expenses for project and contingency allowances, purchases for vehicles and collateral expense are followed in orders. However, compensation for lands is not counted. In particular, according to economic analysis in proposal #1, ratio of benefit/cost (B/C) is 0.584, net present value (NPV) is -217.47 billion won, the internal rate of return (IRR) is analyzed in 0.604 %. At the current stage, it is not economically feasible, but the B/C is 0.737 in long-term upon construction of Yangsan line between Wolpheong and Yongdang which is proposal line #3. Therefore, when Busan metro basic plan is reorganized to aim the benefit of residents in Ungsang area vulnerable to the metro service, we think it must be necessary to establish the metro railroad network connecting to Busan-Yangsan-Ulsan which is proposal line #2 by extending the existing Sinjeong line and including this task line in high-ranked plan related to metro railroad.

**Keywords :** metro railroad network, economical efficiency analysis, benefit/cost (B/C), net present value (NPV), internal rate of return (IRR)

#### 요 지

근래 양산시와 부산시간의 활발한 이동량에 따라 최근 도시철도 1호선 양산선(노포~북정)의 예비타당성조사가 완료되어 타당성이 있는 것으로 결론되어 짐에 따라 도시철도 서비스가 취약한 웅상지역의 교통문제를 개선하고 광역도시간의 균형발전을 도모할 수 있도록 부울경을 연계하는 광역도시철도망 구축 필요성이 요구되고 있다. 또한 광역도시철도망 구축의 필요성을 강조하기 위해 대상지역 수단별 통행량과 해당지역 도로통행배정을 조사하였고, 노선대안별 수송수요를 예측하여 수단별 통행량과 통행배정 결과에 따라 개략적인 경제적 분석을 위해 설정된 노선대안별 건설비와 편익을 산정하였다. 본 과업의 3개의 대상 노선안 중 효율적인 노선으로 선정된 노선 1안의 건설에 필요한 총 사업비는 7,943.2억원으로 산출되었으며, 사업비중 공사비가 가장 많은 비용을 차지하고 있으며 다음으로 예비비, 차량구입비, 부대비 순으로 나타났으며 단, 용지보상비는 계상되지 않았다. 특히 노선 1안은 건설시 경제성 분석결과 편익/비용비(B/C)가 0.584, 순현재가치(NPV)가 -2,174.7억원, 내부수익율(IRR)이 0.604%로 분석되어 현 단계에서는 경제성이 다소 없는 것으로 나타났으나, 장기적으로 노선 3안인 월평~용당의 양산구간만을 건설시 편익/비용비(B/C)가 0.737로 나타나고 있다. 따라서 도시철도 서비스가 취약한 웅상지역 주민의 편익을 도모하기 위해 부산 도시철도 기본계획 재정비시 기존 선정선을 연장하여 도시철도 관련 상위계획에 본 과업노선을 포함시켜 장래 노선 2안인 부산~양산~울산으로 이어지는 광역도시철도망 체계 구축이 반드시 필요할 것으로 판단되고 있다.

**핵심용어 :** 광역도시철도망, 경제성 분석, 편익/비용비, 순현재가치, 내부수익율

\*정희원 · 영산대학교 교통공학과 부교수 (E-mail : ywchoi@ysu.ac.kr)

# 1. 서 론

## 1.1. 연구배경과 목적

본 연구의 배경으로 양산시는 부산울산광역시에 인접하여 일일생활권을 형성하고 있으며, 지역 내 주요 광역교통시설로서는 경부고속철도(KTX)가 2010년 완공되어 남북방향으로 통과하고 있으며, 주요도로는 경부고속국도와 중앙고속국도지선, 국도735호선, 국가지원지방도 6069호선, 지방도 1022102810511077호선이 관통하고 있다.

현재 2011년 초 거주인구는 260천명으로 중앙동, 삼성동, 강서동 지역주변에는 양산어곡지방산업단지, 산막북정공업지구와 웅상읍 지역의 소주용당산업단지, 덕계농공단지 등 대규모 산업단지가 조성되어 있어 출퇴근 하는 5만여 공단 근로자들이 도로상의 교통수단을 주로 사용하고 있다.

현재 양산 물금신도시, 부산대학교 양산캠퍼스(부산대학교 병원), 서창지구 택지개발 등 다양한 도시개발사업이 활발히 진행 중에 있어 사업진척에 따라 인구가 계속 증가될 전망이다.

최근 부산도시철도 2호선 양산선(호포~양산)이 개통되고 최근 도시철도 1호선 양산선(노포~북정)의 예비타당성조사가 완료되어 타당성이 있는 것으로 결론되어 졌다. 따라서 도시철도 서비스가 취약한 웅상지역을 개선하고 도시의 균형발전을 도모할 수 있는 도시철도망을 구축하여 친환경적인 녹색대중교통 중심의 교통체계를 완성할 필요가 있음에 따라 부산 노포~웅상~북정간의 개략적 승객수요예측 및 노선대안의 평가, 경제성 분석 등을 통하여 광역도시철도망 구축을 목적으로 한다.

## 1.2 연구방법

본 연구의 연구방향은 공간적 범위를 직접영향권과 간접영향권으로 구분하여 직접영향권은 부산 도시철도 1호선 연장(부산 노포~양산 웅상~울산 신정) 약 35km구간과 해당지역인 양산시와 부산광역시 금정구와 기장군, 울산광역시 남구, 웅촌면 및 청량면을 대상으로 설정하였으며, 간접영향권으로는 부산광역시권과 울산광역시권을 포함하였다. 연구 대상기간은 기준연도를 2010년으로 기준하여 목표연도는 2026년(개통연도), 2036년으로 2단계로 분류하고, 개통 후 30년(2026년~2055년)까지 분석하였다

연구방법으로는 광역도시철도시스템의 특성을 파악하기 위해 광역도시철도의 개념과 수송능력을 조사하고, 국내 기 건설사례와 향후 건설계획을 검토한 후 광역도시철도망 구축 필요성을 제시하였다.

광역도시철도망 구축의 필요성을 강조하기 위해 대상지역 수단별 통행량과 해당지역 도로통행배정을 조사하였고, 노선대안별 수송수요를 예측하여 수단별 통행량과 통행배정 결

과에 따라 개략적인 경제적 분석을 위해 설정된 노선대안별 건설비와 편익을 산정하였다. 또한 노선대안별 경제성분석을 위한 방법으로 편익/비용분석법과 순현재가치법 그리고 내부 수익율법 등을 통하여 경제성 분석결과를 도출하였다. 따라서 분석 결과에 따라 3가지 대안을 도출하고 각기 장단점을 분석하여 가장 효율적인 노선 선정을 제시하였다.

특히 양산지역을 중심으로 한 광역도시철도망 구축 방안은 국도 7호선을 중심으로 한 부울경 광역권의 경제발전을 견인할 수 있는 최선의 교통정책으로서, 유일한 저탄소 녹색교통수단으로 서민의 대중교통수단으로의 역할이 중시되고 양산지역 녹색환경도시 발전이 가속화될 수 있는 주요 요인이 될 수 있음을 강조하였다.

## 2. 광역도시철도 시스템의 특성

### 2.1 광역도시철도의 개념

광역도시철도란 도시 간을 운행하는 지역간 철도를 지칭하고, 광역교통권역내에서 건설운영하는 궤도에 의한 교통수단을 말한다. 통상적으로 광역권을 연결하는 도시철도 및 중소도시에서 추진하고 있는 경전철이 이에 해당된다.

표 1에서 제시된 시스템별 수송능력을 살펴보면, 노면전차가 3,000~15,000면으로 가장 적고, AGT 철제차륜이 5,000~25,000명으로 가장 많은 수준이다. 다만 장래 도시발전을 고려하면 노면전차보다는 고가형 경량전철 도입이 보다 효율적이며, 중량전철보다는 경량전철을 도입하는 것이 타당할 것으로 판단된다.

### 2.2 부울경 광역도시철도망 구축 계획

#### 2.2.1 부울경 광역도시철도 건설 사례

부산김해 경전철은 부울경 광역도시철도망을 연결하는 최초의 민간투자인 BTO 방식으로 추진된 사업으로서 AGT 철제차륜 시스템을 적용하여 올해 9월 개통하였다.

부산과 그 위성도시 역할을 하는 경남 김해 간을 연결하는 경량전철로서, 부산 사상에서 출발해 김해국제공항을 거쳐 김해시 신명까지 23.9km의 노선을 연결하고, 역사 21개소, 차량기지 1개소를 건설하는 사업이다. 인구 360만의 부산과 최근 인구 50만으로 급성장한 김해시 간을 연결하는 광역도시철도망으로서, 2002년 12월 착공해 2011년 9월 개통하였다. 총 공사비 7742억원(2000년 불변기준)이 투입됐고 향후 김해시 장유면 율하신도시로까지 연장하여 실질적인 부산경남간 광역도시철도망을 연결하는 방안도 적극 검토되고 있다. 이러한 광역도시철도망 구축은 부산~김해 간 교통 혼잡이 상당히 해소될 것으로 기대하고 있으며, 부울경 광역권내 도시 간을 연결하는 시급성이 될 것으로 기대되고 있다.

표 1. 경량전철 시스템별 수송능력

구 분	노면전차	AGT(철제차륜)	AGT(고무차륜)	모노레일
승객정원(명/량)	30~100	75~100	60~90	40~80
차량수(편성)	2~7	2~4	2~6	2~6
수송능력(명/시간·방향)	3,000~15,000	5,000~25,000	5,000~20,000	4,000~13,000

자료: 「경상남도 도시철도 기본계획, 2009.1, 경상남도」

표 2. 부울경 광역도시철도 건설 계획

구 분	광역도시철도망 구축 계획		
	노 선 명	구 간	연장
중기계획 (~2015년)	• 부산 도시철도 2호선 연장	호포~중부	8.0km
	• 부산 도시철도 2호선 연장	중부~북정	3.3km
	• 부산 도시철도 1호선 연장	노포~중부	9.2km
	• 노포~월평간 경전철	노포~월평	9.7km
기본계획 (2016~2025년)	• 양산~울산간 경전철	북정~연양	24.6km
	• 노포~삼호간 경전철	월평~삼호	22.5km

자료: 「부산광역시 도시철도 기본계획 재정비, 2010.7, 부산광역시」

2.2.2 부울경 광역도시철도 건설 계획

부울경 지역에 건설 계획 중인 광역도시철도 사례는 부산 도시철도 2호선과 1호선의 양산북정까지 연장구간과 개통 예정인 부산과 김해간을 연결하는 경량전철을 들 수 있다.

표 2는 향후 부울경 지역 건설 계획 중인 광역도시철도의 개요이다.

3. 대상지역 수단별 통행량 예측 결과

3.1 양산지역 교통수요 추정과정

양산지역 교통수요 예측을 위해 2020년 양산도시기본계획, 2008.11 및 양산시 도시교통정비 기본계획, 2006.10상에 기 예측된 수단통행량을 보정하여 2010년 국가교통DB구축사업, 2011.2상의 KTDB자료에 반영한 후 사용하였으며, 아래의 그림 1과 같이 교통수요 4단계 모형을 이용하여 사회경제지표와 여객교통수요 그리고 화물교통량에 대해 장래 교통수요를 재추정하였다.

- 사회경제지표 : KTDB에 반영되지 않은 계획을 반영하여 재예측하였음.

- 여객교통수요 : 재예측된 사회경제지표를 적용하여 장래 교통수요 재예측하였음.

- 화물 교통량 : 전국화물통행량을 본 과업의 존재계에 맞게 세분화한 후 사용하였음.

3.2 수단별 통행량 예측 결과

장래 수단별 통행량 중 철도통행량은 2020년 양산도시기본계획, 2008.11에서 기 예측된 읍면동별의 철도통행량을 사업시행 후 철도역이 존재하는 교통존에 재배분한 철도 수단분담율을 기준으로 예측하였다.

표 3과 같이 미시행시에 최근 타당성 검토가 완료된 부산 도시철도 1호선 연장(노포~북정) 노선을 반영하여 예측하였으며, 예측된 철도통행량을 기준으로 승용차, 버스, 택시의 수단통행량을 비율에 맞게 가감하는 방법으로 사업 시행시 수단별 통행량을 예측하였다.

또한 수단별 통행량 예측결과 장래 최종목표연도인 2036년 도시철도 수단분담율은 미시행시 9.7%에서, 시행시(노선 1안 기준) 12.3%로 철도의 수단분담율은 2.6% 증가하는 것으로 나타났다.

3.3 도로통행배정 결과

장래 2036년 주요 간선도로 통행배정 결과를 노선 2개 대안별로 살펴보면, 표 4와 표 5 같이 노선 대안의 경쟁노선인 국도7호선을 중심으로 한 교통량은 현저히 감소하는 것으로 분석되었다.

4. 노선대안의 설정

4.1 노선대안의 수송수요 예측결과

장래 예측해 본 노선 대안의 수송수요 예측 시, 경전철 통행배정 결과 노선 1안(부산~울산)의 총 승차인원은 개통연도인 2026년에는 22,750인/일, 최종목표연도인 2036년에는

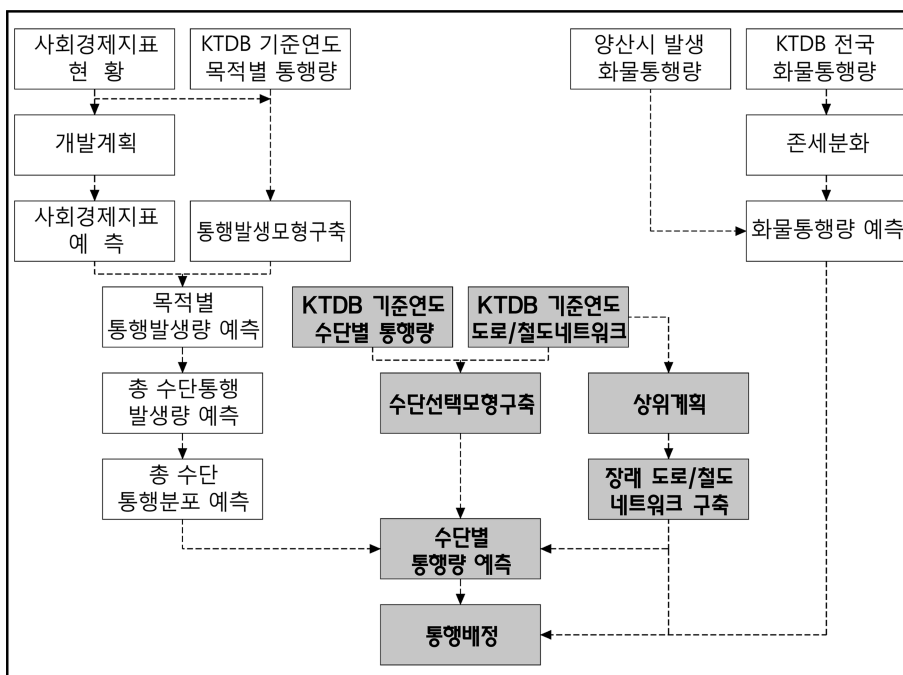


그림 1. 양산지역 교통수요 예측과정

표 3. 양산시 수단별 통행발생량 예측 결과

구 분	미시행시 (A)		시행시(노선 1안) (부산~웅상, (B))		시행시(노선 2안) (부산~웅상~울산)		증 감 (B-A)		
	발생량 (통행/일)	비율 (%)	발생량 (통행/일)	비율 (%)	발생량 (통행/일)	비율 (%)	발생량 (통행/일)	비율 (%)	
2026년	승용차	319,318	41.4	310,544	40.3	310,077	40.2	-8,774	-1.1
	버 스	288,535	37.4	280,124	36.3	279,938	36.3	-8,412	-1.1
	철 도	75,440	9.8	95,050	12.3	95,813	12.4	19,610	2.5
	택 시	87,910	11.4	85,485	11.1	85,374	11.1	-2,425	-0.3
	계	771,203	100.0	771,203	100.0	771,203	100.0	-	-
2036년	승용차	325,829	41.4	316,739	40.3	316,255	40.2	-9,090	-1.2
	버 스	294,001	37.4	285,487	36.3	285,307	36.3	-8,513	-1.1
	철 도	76,683	9.7	96,761	12.3	97,532	12.4	20,079	2.6
	택 시	90,164	11.5	87,689	11.1	87,582	11.1	-2,476	-0.3
	계	786,676	100.0	786,676	100.0	786,676	100.0	-	-

자료: 「2020년 양산도시기본계획, 2008.11, 양산시」

표 4. 주요 간선도로 통행배정 결과(2036년, 노선 1안(부산~웅상))

도로명	구간	미시행시		시행시(노선 1안)		증 감	
		교통량 (pcu/일)	V/C	교통량 (pcu/일)	V/C	교통량 (pcu/일)	V/C
국도7호선	노포~영천	69,441	1.23	68,575	1.21	-866	-0.02
국도7호선	영천~월평	94,382	1.67	93,300	1.65	-1,082	-0.02
국도7호선	월평~덕계	94,074	2.49	91,153	2.42	-2,921	-0.07
국도7호선	덕계~서창	77,415	2.05	75,384	2.00	-2,031	-0.05
국도7호선	서창~웅촌	29,289	0.78	29,251	0.78	-38	-
국도7호선	웅촌~울산남구	31,255	0.83	31,420	0.83	165	-
국도7호선우회도로	덕계우회구간	66,081	1.75	64,383	1.71	-1,698	-0.04
국지도60호선	양산~월평	61,105	1.62	59,818	1.59	-1,287	-0.03
국지도60호선	월평~정관	23,855	0.63	23,479	0.62	-376	-0.01
지방도1077호선	월평~사송	23,858	0.42	23,743	0.42	-115	-
지방도1077호선	사송~다방	39,260	0.69	39,228	0.69	-32	-
정관산단진입도로	회동~철마	58,331	1.55	58,290	1.54	-41	-0.01
정관산단진입도로	철마~정관	60,790	1.61	61,176	1.62	386	0.01

자료: 「2020년 양산도시기본계획, 2008.11, 양산시」

표 5. 주요 간선도로 통행배정 결과(2036년, 노선 2안(부산~웅상~울산))

도로명	구간	미시행시		시행시(노선1)		증 감	
		교통량 (pcu/일)	V/C	교통량 (pcu/일)	V/C	교통량 (pcu/일)	V/C
국도7호선	노포~영천	69,441	1.23	68,152	1.20	-1,289	-0.03
국도7호선	영천~월평	94,382	1.67	92,785	1.64	-1,597	-0.03
국도7호선	월평~덕계	94,074	2.49	91,414	2.42	-2,660	-0.07
국도7호선	덕계~서창	77,415	2.05	75,202	1.99	-2,213	-0.06
국도7호선	서창~웅촌	29,289	0.78	29,099	0.77	-190	-0.01
국도7호선	웅촌~울산남구	31,255	0.83	31,238	0.83	-17	-
국도7호선우회도로	덕계우회구간	66,081	1.75	64,528	1.71	-1,553	-0.04
국지도60호선	양산~월평	61,105	1.62	60,250	1.60	-855	-0.02
국지도60호선	월평~정관	23,855	0.63	23,832	0.63	-23	-
지방도1077호선	월평~사송	23,858	0.42	23,681	0.42	-177	-
지방도1077호선	사송~다방	39,260	0.69	39,044	0.69	-216	-
정관산단진입도로	회동~철마	58,331	1.55	57,917	1.53	-414	-0.02
정관산단진입도로	철마~정관	60,790	1.61	60,529	1.60	-261	-0.01

자료: 「2020년 양산도시기본계획, 2008.11, 양산시」

23,206인/일로 예측되었다. 또한 노선 2안(부산~웅상~울산)의 총 승차인원은 개통연도인 2026년 25,584인/일, 최종목표연도인 2036년에는 26,060인/일로 예측되었다.

특히 경전철 통행배정 결과 노선 3안의 총 승차인원은 개통연도인 2026년 21,735인/일, 최종목표연도인 2036년에는 22,224인/일로 예측되었다.

따라서 노선 2안의 경우 2036년에 부산행 수송인원이 1일 13,066명/방향으로 침두시 집중률(K)을 0.08적용시 시간당방향당 수송인원은 1,045명/시간방향으로 중량전철 도입보다 경량전철을 도입하는 것이 타당할 것으로 판단되었다.

표 6은 제시된 노선대안의 1일 수송수요를 예측한 것이다.

#### 4.2 노선대안의 설정

표 7에서 제시된 노선대안은 부산시 스포원역에서 출발하여 양산시계인 웅상지역의 용당동까지 연결하는 노선 1안과 울산광역시 남구까지 연결하는 노선 2안 그리고 노선 3안을 비교 노선으로 검토하였다. 본 계획노선 중 부산시의 신정선과 중복되는 구간은 노선망을 그대로 수용하되 주변지역의 개발계획 여건 및 건설비용을 고려하여 정거장 수는 최소화하여 계획하는 것이 바람직할 것으로 판단된다. 또한 노선 1안(부산~웅상)은 총 연장 17.610km, 정거장 8개소, 노선 2안(부산~웅상~울산)은 총 연장 32.138km, 정거장은 13개소, 노선 3안(월평~용당)은 총 연장 9.410km, 정거장은 6개소로 계획하였으며, 그 중 노선 2안에서 역명 101(스포원), 103(월평), 113(무거) 정거장은 각각 계획노선인 양산선(노포~북정), 부산 정관선, 울산 노면전철 1호선과 환승체계를 갖 추도록 계획되었다.

또한 표 7은 노선 2개 대안별 정거장간 거리를 나타낸 것이고, 부산시 스포원역에서 출발하여 양산시계인 웅상지역의 용당동까지 연결하는 노선 1안은 8개소 정거장에 17.610km이며, 울산광역시 남구까지 연결하는 노선 2안은 13개소 정거장에 32.138km로 계획되어 있다. 단 노선 3안에서 제시되고 있는 월평에서 용당까지 연결하는 노선은 정거장 6개소에 9.410km로 계획되어 있다.

표 6. 노선대안 평일 수송수요 예측 결과

구 분		수송인원 (명/일)	방 향	수송인원 (명/일방향)
노선 1 (부산~웅상)	2026년	22,750	양 산 행	11,457
			부 산 행	11,293
	2036년	23,206	양 산 행	11,728
			부 산 행	11,478
노선 2 (부산~웅상)	2026년	25,584	울 산 행	12,703
			부 산 행	12,881
	2036년	26,060	울 산 행	12,995
			부 산 행	13,066
노선 3 (월평~용당)	2026년	21,735	양 산 행	10,911
			부 산 행	10,824
	2036년	22,224	양 산 행	11,188
			부 산 행	11,036
구 분			침두시 집중률(K)	수송인원 (명/시간방향)
장래 침두시 최대 수송인원			0.08	1,045

표 8은 각 노선 대안별 건설비용을 비교하였으며, 대안별 1km당 건설단가는 노선 1안이 451.1억원, 2안이 445.1억원, 3안은 490.1억원으로 추정되었다.

표 8에서 추정된 건설비용과 함께 표 9에서 제시된 노선 대안별 편익 산정을 비교한 결과, 2026년 기준 추정치의 노선 1은 443.7억원, 노선 2는 526.1억원, 노선 3은 326.1억원으로 조사되었고, 최종 목표년인 2036년 기준 추정치의 노선 1은 479.7억원, 노선 2는 562.3억원, 노선 3은 360.9억원으로 조사되었다.

### 5. 부울경 광역도시철도망 구축 방안

#### 5.1 경제성 분석방법

경제성 분석방법의 종류로는 편익/비용분석법(Benefit/Cost analysis), 대차대조표작성(Balance Sheet Approach), 비용/효

표 7. 노선대안별 정거장간 비교

역 명	정거장 개요		노선별 정거장		관할구간	비 고
	위치(STA)	역간거리(m)	노선1	노선2		
101(스포원)	0km 000	-	↑ ↓	↑ ↓	부산광역시 (9.119km)	노포~북정선 환승
102(영천)	1km 760	1,760m				-
103(월평)	8km 200	6,440m				부산정관선 환승
104(덕계·평산1)	10km 513	2,313m			양산시 (9.351km)	-
105(덕계·평산2)	11km 666	1,153m				-
106(서창·소주1)	13km 481	1,815m				-
107(서창·소주2)	15km 405	1,924m				-
108(용당)	17km 610	2,205m				-
109(대대)	19km 635	2,025m				-
110(웅촌)	22km 215	2,580m			울산광역시 (13.668km)	-
111(대북)	25km 069	2,854m				-
112(울리)	29km 741	4,672m				-
113(무거)	32km 138	2,397m				울산1호선 환승

표 8. 노선 대안별 건설비용 추정 비교

구 분	노선 1안	노선 2안	노선 3안
노선대안	부산~웅상 연결	부산~웅상~울산 연결	월평~용당 연결
적용차량	K-AGT(고무차륜)	K-AGT(고무차륜)	K-AGT(고무차륜)
노선연장	17.610km	32.138km	9.410km
정거장수	8개소	13개소	6개소
차량기지 <sup>1)</sup>	24,000m <sup>2</sup>	46,000m <sup>2</sup>	16,000m <sup>2</sup>
총 투자비용	7,943.2억원	14,305.7억원	4,611.6억원
공사비	6,367.2억원	11,433.1억원	3,663.1억원
부대비	439.1억원	788.5억원	252.7억원
용지보상비 <sup>2)</sup>	-	-	-
예비비	680.6억원	1,222.2억원	391.6억원
차량구입비	456.3억원	861.9억원	304.2억원
1km당 건설단가	451.1억원/km	445.1억원/km	490.1억원/km

주 : 1) 차량기지 면적 = 소요차량수 × 902m<sup>2</sup>, 도로·철도 부문사업의 예비타당성 조사 표준지침(제4판) p.73.

표 9. 노선대안별 편익산정 추정 비교

연 도		항목별 편익					총 편익
		통행시간 절감	차량운행 비용절감	교통사고 비용절감	환경비용 절감	주차비용 절감	
노선 1 (부산~웅상)	2026년	300.5	106.4	12.6	14.4	9.8	443.7
	2036년	333.4	110.2	12.8	13.2	10.1	479.7
노선 2 (부산~웅상~울산)	2026년	360.1	123.7	15.2	16.5	10.6	526.1
	2036년	389.8	128.4	17.9	15.2	11.0	562.3
노선 3 (월평~용당)	2026년	241.9	60.0	4.4	10.6	9.2	326.1
	2036년	274.0	63.3	4.6	9.3	9.5	360.9

과분석법(Cost/Effectiveness Analysis), 목표달성분석법(Goal Achievement Analysis) 등이 있다.

본 연구의 분석과정에서 평가자의 주관에 개입될 여지가 적고 균일한 척도로 비교해야 하므로 교통사업의 경제성 분석에 적합한 편익/비용분석법을 적용하였으며, 구체적인 평가방법으로 편익비용비, 순현재가치, 내부수익율이 있다.

따라서 일반적으로 이해가 용이하고, 사업규모의 고려가 가능한 B/C 분석기법을 많이 사용하였으나, 본 과업에서는 편익/비용비, 순현재가치, 내부수익율을 모두 적용하여 경제적 타당성을 분석하였다.

5.1.1 편익/비용비(Benefit/Cost Ratio, B/C)

편익/비용비(B/C)란 운영 후 연도별 발생하는 편익과 투입되는 비용(사업비 및 유지관리비)을 적정 할인율로 할인하여 기준연도 가격으로 환산한 금액의 비율을 말하며, 일반적으로 (편익/비용비) ≥ 1이면 경제성이 있다고 판단하고 있다.

$$B/C = \frac{\sum_{t=0}^n \frac{B_t}{(1+r)^t}}{\sum_{t=0}^n \frac{C_t}{(1+r)^t}} \quad (1)$$

여기서,  $B_t$ : t연도의 편익  
 $C_t$ : t연도의 비용  
 $r$ : 할인율(이자율)  
 $n$ : 교통사업의 내구연도(분석기간)

5.1.2 순현재가치(Net Present Value, NPV)

순현재가치(NPV)란 사업에 수반된 모든 비용과 편익을 기준연도의 현재가치로 할인하여 총 편익에서 총 비용을 제한 값이며, (순현재가치) ≥ 0이면 경제성이 있다고 판단하고 있다.

$$NPV = \sum_{t=0}^n \frac{B_t}{(1+r)^t} - \sum_{t=0}^n \frac{C_t}{(1+r)^t} \quad (2)$$

여기서,  $B_t$ : t연도의 편익  
 $C_t$ : t연도의 비용  
 $r$ : 할인율(이자율)  
 $n$ : 교통사업의 내구연도(분석기간)

5.1.3 내부수익율(Internal Rate of Return, IRR)

내부수익율(IRR)은 현재가치로 환산한 편익과 비용의 값이 같아지는 할인율  $r$ 을 구하는 방법으로서 일반적으로 내부수익율이 사회적 할인율보다 크면 경제성이 있다고 판단하고 있다.

$$IRR: \sum_{t=0}^n \frac{B_t}{(1+r)^t} = \sum_{t=0}^n \frac{C_t}{(1+r)^t} \quad (3)$$

여기서,  $B_t$ : t연도의 편익  
 $C_t$ : t연도의 비용  
 $r$ : 내부수익률  
 $n$ : 교통사업의 내구연도(분석기간)

### 5.2 경제성 분석 결과

용지보상비는 최종분석연도에 잔존가치를 반영하였으며, 공사비 및 차량비는 대체투자비와 잔존가치를 반영하여 분석하였다. 표 10과 같이 경제성 분석결과 노선1과 노선2, 노선3의 편익비용비(B/C)가 각각 0.584, 0.386, 0.737로 경제성은 다소 부족한 것으로 분석되었다.

표 10. 경제성 분석 결과 (단위 : 억원)

구분	노선 1안 (부산~ 웅상 연결)	노선 2안 (부산~웅상~ 울산 연결)	노선 3안 (월평~ 용당 연결)
비용	용지보상비	-	-
	부대비	439.1	788.5
	공사비	7,214.9	12,947.1
	예비비	680.6	1,222.2
	차량비	271.2	509.5
	운영비	4,620.0	7,878.0
	합 계	13,255.8	23,345.4
	현재가치	5,225.5	9,303.4
편익	통행시간 절감	9,821.0	11,530.7
	차량운행비용 절감	3,285.1	3,826.1
	교통사고비용 절감	382.9	522.2
	환경비용 절감	402.6	463.2
	주차비용 절감	301.4	327.8
	합 계	14,193.0	16,669.9
	현재가치	3,050.7	3,588.1
편익/비용비(B/C)	0.584	0.386	0.737
순현재가치(NPV)	-2,174.7억원	-5,715.4억원	-813.6억원
내부수익율(IRR)	0.604%	-2.711%	2,599%

### 5.3 광역도시철도망 구축을 위한 효율적인 노선 제시

본 과업노선의 효율적인 노선은 경제성을 고려하여 웅상지역(웅당동)까지만 연결하는 노선 1로 선정하는 것이 바람직할 것으로 판단된다.

본 과업노선은 장래 웅상지역 주민의 도시철도 편의를 고려하여 심도있는 검토가 필요하나, 현 단계에서는 노선 1, 2, 3안은 모두 경제성을 확보할 수 없으므로, 장기적으로 도시철도 관련 상위계획에 본 과업노선을 포함시켜 장래 부산~양산~울산으로 이어지는 광역도시철도망 구축이 필요할 것으로 판단된다.

또한 성공적인 사업추진을 위해 표 11과 같이 노선별 장점과 문제점을 분석하여 부울경 광역권 지역주민과 사전 공유하고, 추진과정의 투명성 및 공정성을 확보해야 할 것으로 판단된다.

## 6. 결 론

근래 양산시와 부산시간의 활발한 이동량에 따라 최근 도시철도 1호선 양산선(노포~북정)의 예비타당성조사가 완료되어 타당성이 있는 것으로 결론되어 짐에 따라 도시철도 서비스가 취약한 웅상지역의 교통문제를 개선하고 광역도시간의 균형발전을 도모할 수 있도록 부울경을 연계하는 광역도시철도망 구축 필요성이 요구되고 있다.

본 과업의 3개의 대상노선안 중 효율적인 노선으로 선정된 노선 1안의 건설에 필요한 총 사업비는 7,943.2억원으로 산출되었으며, 사업비중 순 공사비가 가장 많은 비용을 차지하고 있고 다음으로 예비비, 차량구입비, 부대비 순으로 나타났다. 단, 용지보상비는 계상되지 않았다.

특히 노선 1안은 건설시 경제성 분석결과 편익/비용비(B/C)가 0.584, 순현재가치(NPV)가 -2,174.7억원, 내부수익율

표 11. 노선별 장단점 분석

구분	노선 1안	노선 2안	노선 3안
노선개요	• 부산~웅상(웅당동) 연결	• 부산~웅상~울산(남구) 연결	• 월평~용당 연결
노선연장	• 17.160km	• 32.138km	• 9.41km
정거장수	• 8개소(환승역 2개소)	• 13개소(환승역 3개소)	• 6개소(환승역 1개소)
적용차량	• 경전철(K-AGT : 고무차륜)	• 경전철(K-AGT : 고무차륜)	• 경전철(K-AGT : 고무차륜)
총사업비	7,943.2억원	14,305.7억원	4,611.6억원
경제성평가(B/C)	0.584	0.386	0.737
장점	• 수요가 비교적 높은 웅상지역 (웅당동)까지만 연결 → 공사비 최소화 → 경제성 확보	• 울산과 연계한 광역 도시철도망 체계 구축가능 → 장래 노선 주변지역 개발시 유리	• 신정선과 정관선을 수용한 웅상지역 (월평~용당)구간만 추진시 → 공사비 최소화 → 경제성 확보
단점	• 웅상에서 울산으로 왕래하는 통행자에 대한 배려 미흡	• 웅촌면의 저개발 지역 통과에 따른 경제성 확보 곤란	• 웅상에서 울산으로 왕래하는 통행자에 대한 배려 미흡
노선선정	○		
종합평가	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 광역도시철도망(부산~웅상~울산)의 효율적인 노선은 경제성을 고려하여 부산 노포에서 양산 웅상지역(웅당동)까지만 연결하는 노선 1로 선정함.</li> <li>• 현 단계에서는 노선 1과, 노선 2안 모두 경제성을 확보할 수 없으나 장기적으로 도시철도 관련 상위계획에 본 과업노선을 포함시켜 장래 부산~양산~울산으로 이어지는 광역 도시철도망 체계 구축이 필요함.</li> <li>• 다만 신정선과 정관선을 수용한 양산지역 노선 3안인 월평~용당 구간만 건설 시 B/C는 0.737로 크게 향상되어 부산도시철도 기본계획 재정비시 노선을 연장하여 수립하는 것이 바람직함.</li> <li>• 부울경 광역권내 원활한 사업추진을 위하여 광역도시철도 도입 시 발생될 수 있는 장점과 문제점을 해당지역 주민과 사전에 공유하여, 지역주민의 절대적인 동의를 구해야 할 것임.</li> </ul>		



그림 2. 광역도시철도망 효율적인 노선 대안

(IRR)이 0.604%로 분석되어 현 단계에서는 경제성이 다소 없는 것으로 나타났으나, 장기적으로 노선 3인인 월평~용당의 양산구간만을 건설시 편익/비용비(B/C)가 0.737로 나타나고 있어 도시철도 서비스가 취약한 웅상지역 주민의 편의를 도모하기 위해 부산 도시철도 기본계획 재정비시 기존 신정선을 연장하여 도시철도 관련 상위계획에 본 과업노선을 포함시켜 장래 노선 2인인 부산~양산~울산으로 이어지는 광역도시철도망 체계 구축을 위해 반드시 필요할 것으로 판단되고 있다.

다만 본 사업의 추진을 민간투자사업으로 추진할 경우, 사업성을 높이는 방안이 강구되어야만 가능할 것으로 보이며, 경전철 사업이 건설하는 기간뿐만 아니라 향후 운영하는 과정에서 성공적인 사업이 되기 위해서는 사업계획(안)에 따라서 양산시가 건설의 주무관청이 되어 부산교통공사와 긴밀히 협조하고, 민간투자유치계획을 세밀하게 수립하는 것이 주요 과제로 대두되고 있다.

결론적으로, 부산 도시철도 2호선 양산선(호포~양산)의 개통 및 2011년 5월 시행된 대중교통 광역환승할인제 도입에 따라 양산시와 부산시는 더욱 밀접해졌으며, 양산시는 물금신도시 및 사송지구 택지개발사업 등 대규모 개발계획이 진행되고 있어 장래 부산시와의 통행량은 급격히 증가할 것으로 예상되므로 양 시의 상호 공존과 상생 발전을 위해서는 본 과업 노선인 광역도시철도망(부산~웅상) 구축사업이 장기적으로 추진되어야 한다.

## 감사의 글

본 연구는 영산대학교 교내연구비 지원에 의하여 연구되었음.

## 참고문헌

- 건설교통부(2006) 대중교통기본계획.
- 건설교통부(2007) 교통시설 투자평가지침.
- 경상남도(2003) 마창진 광역도시철도 사전예비타당성 조사.
- 경상남도(2009) 경상남도 도시철도 기본계획.
- 대한건설협회(2008) 건설통계연보.
- 부산광역시(2010) 부산광역시 도시철도 기본계획 재정비.
- 양산시(2006) 양산시 도시교통정비기본계획.
- 양산시(2008) 2020년 양산도시기본계획.
- 양산시(2008) 양산시 지방대중교통기본계획.
- 양산시(2009) 부산지하철 1호선 양산선(노포-북정) 연장 예비타당성 기초조사.
- 한국건설기술평가원(2005) BRT 편람.
- 한국교통연구원(2008) 2007년 국가교통DB구축사업.
- C, Chi-Gook, S. Young Eun, and J. Young (2001) *Formulation of strategies for boosting the usage of Busan metro system*, Journal of the Eastern Asia Society for Transportation Studies, Vol. 4, No. 6.
- Liu R., Pendyala Rm., Polzin S. (1997) *Assessment of Intermodal Transfer Penalties Using Stated Preference Data*, Transportation Research Record 1607.

(접수일: 2011.9.6/심사일: 2011.9.22/심사완료일: 2011.10.12)