

부산항 신항 최적의 교통망 수립에 관한 연구

박호교* · 최양원**

Park, Ho-Kyo*, Choi, Yang-Won**

A Study on the Establishment of Optimal Transportation Networks in Busan New Port

ABSTRACT

The development project of Busan New Port aims to be Logistics Hub Port but there are too many things to deal with ; enlargement of harbour, interport competition, modernization of harbour loading equipment and so on. At present, 23 berths of North and South container quay are in operation and 22 berths will be constructed on west and south-side by 2020. Namely, Busan New Port will operate 45 berths in 2020. When it comes to port distripark, a large-scale of Port distripark project is underway, such as Ung-Dong district 1,2 phase, West container 1,2phase, North distripark and so on. This study is to deduce traffic system problem of Busan New Port which is caused by the development project through predicting traffic need considering the development project. According to study, there are three main problems of traffic system : 1. traffic congestion caused on main crossroad, connecting second harbour back road. 2. It has been predicted that South-North road and traffic capacity of New Port road would lack compared to traffic volume-to-be-increased. Moreover, the detour volume of traffic is caused because New Port's 1st avenue and route 2 were not connected directly. Thus, this study suggests three kinds of improvement plan for smoother traffic flow. 1st. Operate roundabout on major intersection, for example, second harbour back road, west container wharf's subway corridors(South to North), and permit only right turn on sub-intersection. 2nd. Extend New Port road(North container's port road) by utilizing side walk and median. 3rd. Install exit ramp which utilizes Route 2 connecting New Port's 1st avenue and local road 1042. The method we used to analyze the effect of improvement is Vissim of Micro Simulation Package.

Key words : Busan new port, Busan new port's distripark, Traffic system improvement, Traffic demand forecast, Traffic improvement effect analysis

초 록

부산항 신항은 항만의 대형화 및 하역장비의 현대화와 상해, 싱가포르 등 경쟁항만과의 중심항만 선점 필요성 등 세계해운항만 여건 변화에 대응하기 위해 물류중심항만(Hub Port)으로 건설을 목표로 추진되고 있다. 현재 북컨테이너 부두 및 남컨테이너 부두 등 23선석 운영 중에 있으며, 장래 서컨테이너 부두, 남컨테이너 부두 등에 2020년까지 45선석 규모로 확장될 계획이다. 또한 기 준공된 북컨 외에 울동지구 1,2단계, 서컨 1,2단계, 남컨 항만배후부지 등 항만배후단지 개발이 동시에 추진되고 있다. 따라서 이러한 개발계획을 반영한 장래 교통수요를 예측하여 부산 신항의 교통체계의 문제점을 도출하였다. 부산항 신항의 교통체계 문제점은 부산항 신항 제2배후도로와 연계되는 남북축 도로의 주요교차로의 교통혼잡이 발생하고, 장래 증가될 교통량 대비 신항로(북컨 입항도로)의 용량이 부족할 것으로 예상되었다. 또한 부산항 신항 제1진입도로와 국도2호선이 직접 연결되지 않아 신항북로 등으로 우회교통량이 발생하는 문제점이 있는 것으로 파악되었다. 이에 본 연구에서는 부산항 신항의 원활한 교통처리를 위한 3가지 교통체계 개선방안을 제시하였다. 첫째, 첫째, 부산 신항 제2배후도로와 연계되는 서「컨」 남북간 교통축에 대한

* 부산항만공사 건설실 건설실장 (Senior Director/Head Department, Port Construction Bureau · hkpark@busanpa.com)

** 중신회원 · 교신저자 · 영산대학교 교통공학과 교수 (Corresponding Author · Youngsan University · ywchoi@ysu.ac.kr)

Received November 14, 2016/ revised December 1, 2016/ accepted January 3, 2017

주요차로 운영 및 부교차로의 우회전 진입, 진출만 허용하는 방안, 둘째, 존 보도 및 중앙분리대 공간을 활용한 신항로(북「컨」입항도로) 차로 확장방안, 셋째, 부산항 신항 제1진입도로에서 지방도 1042호선 직결 진출입램프 설치하여 국도2호선 방면 연계방안이다. 이러한 개선방안의 효과를 측정하기 위해 Micro Simulation Package인 Vissim을 사용하여 분석하였다.

검색어 : 부산항 신항, 부산항 신항 항만배후단지, 교통체계개선, 교통수요예측, 교통개선효과분석

1. 서론

1.1 연구의 목적

21세기를 대비한 동북아 국제 컨테이너 물류 중심항만(Hub Port) 개발을 목표로 추진 중인 부산항 신항은 부산광역시 강서구 가덕도와 경상남도 창원시 명동 및 우도 일원에 위치하며, 1995년 착공하여 2020년 준공예정으로 부두 45선석, 방파제 3.89 km, 호안 40.3 km, 도로 37.7 km, 철도 53.5 km, 부지조성 11백만m² 규모의 5대 국책사업이다.

부산항 신항건설은 선박의 대형화와 고속화에 따른 항만의 대형화와 하역장비가 현대화하고 상해, 싱가포르 등 경쟁항만의 대대적인 항만확충 및 중심항만 선점경쟁이 시작된 세계 해운항만 여건 변화에 대응하고, '90~'95'년 항만물동량 연평균 증가율 약 14%에 따른 만성적인 체선, 체화 발생과 물류비 증가, 항만 경쟁력 저하로 정기선의 기항 기피가 우려되는 국내 항만여건을 개선하고, '95년 시설확보율 49% 수준(하역능력 220만TEU 대비 처리실적 450만 TEU)으로 배후지 협소, 시내교통체증, 체선·체화 등으로 항만서비스가 크게 낙후된 기존 부산항의 한계를 극복하고자 추진되었다.

부산항 신항은 북컨테이너부두, 남컨테이너부두, 서컨테이너부두와 다목적부두로 구분되어 있으며, 컨테이너부두와 항만배후단지, 배후산업단지가 연계된 항만 클러스터 형성을 통한 항만물류 업무 중심지 조성을 위해 총 9,443천m²의 북컨, 옹동, 서컨, 남컨 항만배후단지 개발이 동시에 이루어지고 있다.

이에 따라 부산항 신항 컨테이너화물 처리량은 2014년 1,196만 TEU를 처리하였으며, 2010년 이후 연평균 21.53%의 증가세에 있어 교통량의 급증이 예상된다.

이에 본 연구에서는 부산항 신항 및 항만배후단지의 기능을 충족하고 급증하는 교통량을 원활히 처리하기 위해 「컨」부두 주변 일대의 교통체계 개선방안을 제시하고자 한다.

1.2 연구의 방법 및 범위

본 연구는 부산항 신항의 교통체계 개선방안을 제시하고자 하였다. 연구의 목적을 달성하기 위하여 부산항 신항과 관련하여 수집한 현장실사 자료를 토대로 교통체계의 문제점과 개발계획을 조사하였다.

이를 바탕으로 장래 교통수요예측을 통해 부산항 신항 교통체계

의 개선방안을 도출하였으며, 그에 따른 효과를 분석하고자 Micro Simulation package인 Vissim을 이용하였다.

본 연구의 기본방향은 부산항 신항 개발계획과 주변개발예정지역을 반영한 토지이용계획, 교통시설계획, 교통운영계획간의 상호 연계성과 사전진단을 통하여 체계적이고 효율적인 연계교통체계를 수립하는데 있다.

세부적으로는 첫째, 부산항 신항 제2배후도로 등 연계수송망 계획에 맞는 내부 접근동선체계의 개선 및 교통량 분산방안을 검토하고, 둘째, 부산항 신항내 북컨 입항도로 등 장래 교통수요 증가에 대비한 용량증대방안을 제시하며, 셋째, 신항 제1진입도로와 국도2호선 등의 연계방안 개선을 통해 전체적인 신항내 도로기능 향상 및 운송효율의 극대화를 도모하였다.

본 연구는 총 5장으로 구성되어 있다. 제1장은 연구의 배경 및 목적, 연구의 방법과 범위를 포함한 서론이며, 제2장에서는 부산항 신항의 개발계획 및 도로·교통 현황을 조사 분석하였다.

제3장에서는 장래 교통수요예측을 통해 부산항 신항의 교통여건을 전망하고, 제4장에서는 도출된 문제점을 해소할 수 있는 교통체계 개선방안을 제시하였다. 마지막으로, 제5장에서는 연구 결과와 향후 연구과제를 정리하였다.

본 연구는 기준년도는 2015년으로 하고 시간적 범위는 2016~2025년으로 하며, 부산항 신항을 중심으로 교통체계의 현황과 문제점에 대한 개선방안을 제시하고자 한다.

2. 부산항 신항의 교통현황

부산항 신항은 크게 북컨테이너부두, 남컨테이너부두, 서컨테이너부두, 다목적부두와 배후단지로 사업구간이 구분되어 시행하고 있으며, 북컨테이너부두(1-1단계, 1-2단계, 2-1단계) 및 남컨테이너부두(2-2단계, 2-3단계)는 운영중에 있으며, 남컨테이너부두(2-4단계), 서컨테이너부두(2-5단계, 2-6단계) 및 피더부두, 3단계 부두는 부두건설 또는 장래 건설계획중이다.

따라서 해양수산부 부산항 기본계획 변경고시에 의하면, 부산항 신항의 장래 총 하역능력은 15,840천TEU이며 총 45선석 규모이다. 북컨테이너 1-1, 1-2, 2-1단계, 남컨테이너 2-2, 2-3단계 등 현재 운영중인 부두의 하역능력은 9,230천TEU, 23선석 규모이다.

2.1 부산항 신항 배후단지 현황

부산항 신항의 배후단지는 북·컨 배후단지, 응동 배후단지, 남·컨 배후단지 및 서·컨 배후단지로 구분되며, 개발단계별 배후단지 조성계획은 아래와 같다.

배후단지 총면적은 9,442천m²규모이며, 응동 배후단지가 3,606천m²로 가장 크며, 북·컨 배후단지 2,222천m², 서·컨 배후단지 2,168천m², 남·컨 배후단지 1,442천m²이다.

서·컨 배후단지의 경우 1단계, 2단계로 구분되며 1단계는 2014년 기준 부지조성공사 중이며, 2단계의 경우 부지 매립을 위한 준설투투기장 호안 조성중이다.

2014년 현재 4,190천m²가 조성이 완료되었으며, 2015년 이후 5,252천m²의 배후단지가 추가로 조성될 예정이다.

Table 1. Status of Busan New Port's Distripark Area (unit : thousandm²)

Div.	Total	2011yr	2012yr	2013yr	2014yr	After 2015yr
Total	9,442	1,704	1,015	811	660	5,252
N container distripark area	2,226	1,704	-	-	-	522
Ungdong distripark area	3,606	-	1,015	811	660	1,120
S container distripark area	1,442	-	-	-	-	1,442
E container area	2,168	-	-	-	-	2,168

2.2 부산항 신항 컨테이너 처리실적

부산항 신항 컨테이너 처리실적은 ‘부산항만공사, 2015’ 자료를 정리하였다.

‘부산항만공사, 2015’에서 제시된 2010~2014년 부산항 신항 전체 컨테이너화물 연도별 처리실적은 다음과 같다.

2010년 컨테이너화물 5,485천 TEU에서 2014년 11,966TEU를 처리하여 연평균 21.53%의 높은 증가세를 보이고 있다.

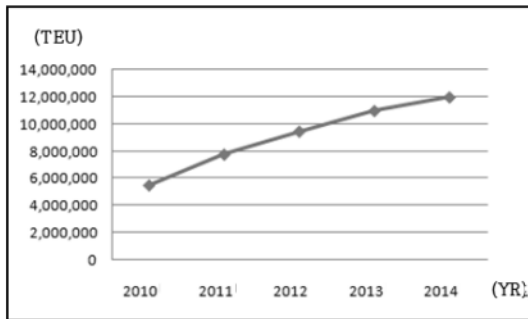


Fig. 1. Processing Record of Container Freight on Busan New Port

3. 부산항 신항의 교통전망

3.1 교통수요 접근방법 및 예측과정

3.1.1 접근방법

교통수요예측은 당해 지역에 새로운 시설이 입지함으로써 발생하는 교통상의 제반 문제점을 종합적으로 예측분석하여 교통영향을 비교분석하고 사업시행에 따른 영향을 최소화하는데 그 목적이 있다.

일반적으로 교통수요예측은 분석대상사업에 대한 분석 목표연도를 기준으로 대상지 및 그 일대에 미치는 교통측면의 교통영향을 분석하는 일련의 과정이다.

장래 주변지역의 교통량은 개발과 무관하게 인구의 증가, 자동차 보유대수의 증가, 개인통행량의 증가, 교통체계의 변화 등에 따른 교통량의 자연증가와 사업지구 주변지역의 개발로 인한 교통량의 증가가 예상되므로 장래 교통량 변화 및 교통영향을 분석하기 위해서 먼저 상기에서 언급한 제반요인들로 인하여 증가되는 장래 진입철도 미개설시 교통량을 예측할 필요가 있다.

자연증가에 의한 교통수요는 통행횟수의 증대 및 소득수준의 향상에 따른 개인 교통수단 선호 등에 의해 장래 지속적인 증가가 예상되며, 이러한 교통수요 증대는 주변지역의 인구, 토지이용, 고용지수 등 제반요인을 종합적으로 검토하여 장래 지표를 설정한 후 장래 교통량을 신설 또는 확폭 될 가로에 전환한 후 예측하여야 한다.

따라서 본 연구의 교통수요예측은 부산항 신항 주변지역의 도시 성장지표 및 주변개발계획을 고려하여 주변가로 및 교차로의 장래 교통량을 예측하는 것으로, 상위계획에서 제시한 도시성장지표 및 주변 교통부문 개발계획 등을 고려할 필요가 있다.

본 연구는 부산항 신항 영향권인 행정구역상 경상남도 창원시 진해구 및 부산항 신항내에 위치하는 지리적 특성을 감안하여 「2014년 국가교통조사 및 DB구축사업(전국권), 2014.12, KOTI」, 「부산광역시 도시교통정비기본계획(2012~2031), 2011, 부산광역시」, 「창원시 도시교통정비 기본계획, 2103. 7, 창원시」의 도시 성장지표 및 통행수요 전망치를 적용하였다.

또한 장래 교통영향을 분석하기 위해 『제3차 항만기본계획(부산항 기본계획 변경, 2012.8)』 및 『제2차 항만배후단지개발 종합계획 및 항만배후단지 지정(변경), 2013.12』 고시내용을 토대로 서컨부두 일원 교통수요를 예측하였으며, 본 연구의 목표년도는 2015년을 기준연도로 하며 부산항 신항 부두 및 항만배후단지 개발계획 최종 완공년도(2020년)의 5년 후인 2025년을 목표년도로 설정하였다.

3.1.2 예측과정

교통수요예측 과정은 부산항 신항 교통수요예측 자료를 토대로

본 과업대상지구 영향권 범위를 설정, 기준년도 현황 교통체계 하에서 교통망도와 교통존(Traffic Zone) 구분 내역을 작성하고, 영향권 지역에 대한 교통현황과 사회경제 현황 및 교통체계간의 관계를 도출하여 교통수요예측 모형을 정립하며, 영향권에 대한 각종 관련계획을 검토하여 목표연도의 장래 사회경제지표 및 교통체계의 변화를 전망하였다.

그 후 교통수요예측 모형을 이용하여 통행발생, 통행분포, 통행수단분담, 통행배정의 4단계를 거쳐 과업대상구간 주변도로에 대한 장래 교통망을 예측하였다.

3.1.3 교통 O/D 구축 및 교통존 설정

본 연구에서는 교통체계효율화법 규정에 의거하여 국가가 매년 발표하는 국가교통DB자료 중 「2014년 국가교통조사 및 DB구축사업(부산·울산권), 2014.12, KOTI」에서 제시하는 부산울산광역권 O/D 및 Network 자료를 기반으로 교통수요를 예측하였다.

단, 부산·울산권 DB에서는 광역권 외부 화물통행에 대한 자료가 없으므로 「2014년 국가교통조사 및 DB구축사업(전국권), 2014.12, KOTI」의 부산울산광역권 외부 화물통행량 자료를 수용하였다.

- 부산·울산권 DB에서 제공하는 650개 교통존 체계 기준의 여객 O/D를 사용하였다.
- 화물 O/D는 「2014년 국가교통조사 및 DB구축사업(부산·울산권), 2014.12, KOTI」을 사용하였으며, 제주도를 포함한 전국 251개존을 부산·울산권DB 여객존체계와 같은 존체제로 세분화 하여 장래 650개존 체계를 기본으로 설정하여 사용하였다.
- 분석에 사용되는 주요 파라미터는 채택한 O/D 및 네트워크에 상응하는 자료를 사용하였다.

3.2 장래 교통수요 예측

장래 교통수요예측은 「국가교통DB」에서 제시한 통행발생 및 통행분포, 수단분담과정의 결과값을 수용하였다.

「국가교통DB」의 O/D에 반영되지 않은 장래 개발계획에 대해서는 개발계획에 따른 추가교통량을 원단위법을 이용하여 산출하고 이를 추가 배정하여 교통수요에 반영하였다.

3.2.1 통행발생

부산·울산권의 경우 통행발생/도착모형 구축에 있어 일반적으로 가장 많이 사용하고 있는 회귀분석 모형을 적용하였으며, 통행목적별 선정된 독립변수에 대해 상관분석을 통하여 독립변수의 적정성을 판단한다.

외부권역에 대한 생성/유인량은 국가교통DB자료의 전국 구간 통행량 자료를 수용하여 목적별 통행발생량을 적용하였다.

적용한 모형식은 다음과 같다.

$$Y_{ki}^p = \beta_1 \cdot x_{i1} + \beta_2 \cdot x_{i2} + \dots$$

여기서, Y_{ki}^p : 지역k에 속하는 존i의 통행목적p별 통행량
 x_{i1}, x_{i2}, \dots : i존의 독립변수 값, β_1, β_2, \dots : 추정된 계수

3.2.2 통행분포

통행분포모형은 통행발생/도착모형에서 추정된 존별 발생량과 도착량을 이용하여 O-D간 분포관계를 추정하는 단계로, 성장인자모형인 균일성장률법, 평균성장률법, 프라타모형 및 디트로이트모형과 종합분포모형(Synthetic distribution model)인 중력모형으로 구분된다.

본 연구에서는 통행분포모형으로 이중제약 중력모형을 적용하여 목적통행별 기중점 통행량을 산출하였다.

전체적인 과정은 6단계로 되며, 세부단계는 중력모형의 구축, 보정계수의 산정, 장래 기중점 통행량 생성, 1차 보정, 2차 보정, PA를 OD로 전환하는 과정으로 이루어진다.

Table 2. Parameter Result of Resistance Function

Travel purpose	MDL	α	β	γ	R ²
HBWT	Modified mix.	0.7887	0.2407	-0.1269	0.898
		(-3.240)	(4.999)	(-31.837)	
HBST (1)	Modified mix.	1.9521	0.1218	-0.2984	0.697
		(6.840)	(0.946)	(-6.796)	
HBAT	Modified mix.	2.9720	0.3162	-0.4421	0.837
		(11.816)	(2.602)	(-11.766)	
HBST (2)	Modified mix.	1.9174	0.2023	-0.2829	0.702
		(5.008)	(1.383)	(-9.717)	
HBOT	Modified mix.	1.6464	0.1791	-0.2375	0.786
		(7.055)	(2.044)	(-11.196)	
NHBWT	Modified mix.	0.8566	0.2024	-0.1380	0.739
		(-1.434)	(2.452)	(-15.579)	
NHBST	Modified mix.	1.4199	0.2900	-0.2721	0.561
		(1.844)	(1.490)	(-8.099)	
NHOT	Modified mix.	1.7497	0.1999	-0.2590	0.779
		(7.145)	(2.058)	(-11.018)	

note) HBWT : home based work travel, HBST(1) : home based study travel, HBAT : home based academy travel, HBST(2) : home based shopping travel, HBOT: home based other travel, NHBWT : nonhome-based work travel, NHBST : nonhome-based shopping travel, NHOT : nonhome-based other travel

3.2.3 통행수단분담

통행수단분담 모형은 주요교통수단의 개념으로 대인수단을 설정하였다. 주수단은 비기관 교통수단(도보+자전거), 화물/기타수단, 기타버스(시외버스, 고속버스, 기타버스), 철도(일반철도, KTX), 승용차, 택시, 버스, 지하철 등 8가지로 구분된다. 주수단 통행은 목적통행 기준으로 설정되기 때문에 통행량 산정시 목적전수화계수를 적용하여 통행량을 집계하였다.

통행수단분담 모형은 3단계로 구분되어 예측된다.

- 1단계 : 기관교통수단/비기관교통수단 수단선택모형
- 2단계 : 수단선택 대상수단/수단선택 비대상수단 수단선택모형
- 3단계 : 수단선택 대상수단의 수단 선택모형

통행수단분담 대상수단의 수단 선택모형은 기준연도의 수단분담율 패턴을 기반으로 기준연도와 장래목표연도별의 효용의 차이를 고려하여 수단분담율을 산출하는 점진적 로짓(Incremental Logit) 모형을 적용하여 장래 수단분담율을 예측하였다.

단, 장래 신교통수단이 건설되거나(예 : 지하철) 장래 개발계획등으로 기준년도 수단분담비가 없는 경우 해당 지역의 수단분담율의 추정을 위해 다항로짓(Multinomial Logit) 모형을 적용하였다.

본 연구에서 적용한 점진적 로짓(Incremental Logit) 모형 및 다항 로짓(Multinomial Logit) 모형의 적용식은 다음과 같다.

Table 3. Applying Method of Model Split

Incremental Logit method	Multinomial Logit method
$P_2(i) = \frac{P_1(i)e^{\Delta V_i}}{\sum_j P_1(j)e^{\Delta V_j}}$	$P_n(i) = \frac{e^{V_i}}{\sum_{j \in C_n} e^{V_j}}$
$\therefore P_2(i)$: future year i model split rate. $P_1(i)$: base year i model split rate ΔV_i : means i future utility change rate	$\therefore P_n(i)$: future year i model split rate V_i : means i decisive utility rate

부산·울산 광역권 통행수단분담 모형의 효용함수는 모든 목적에 동일하게 적용하였으며, 효용함수 식은 Table 4와 같다.

통행수단분담 모형의 계수 값은 총목적 통행에 따른 계수 값을 산출하였으며, 추정된 계수 값은 다음과 같으며, 통행수단분담 모형의 추정된 계수를 이용하여 산출된 시간가치는 승용차 이용자 ‘11,995원/시’, 대중교통 이용자 ‘4,555원/시’로 추정된다(Table 5).

Table 4. Utility Function Method

$P.O.V = P.O.V + T * Time_m + C_A * Acost + D_1 * StaD$	
$Bus = B + T * Time_m + C_T * Bcost$	
$Metro = M + T * Time_m + C_T * Mcost + D_2 * StaD$	
$\therefore Time_m$: total travel time by means	T : travel time coefficient(common coefficient)
$Acost$: total travel cost by POV(oilfee+park fee+toll road fee)	C_A : POV travel cost coefficient C_T : public trans. travel cost coefficient
$Bcost$: total travel cost by bus	B : bus constant M : metro constant
$Mcost$: total travel cost by metro	D_1 : metro station transfer coefficient(POV)
$StaD$: metro station transfer coefficient	D_2 : metro station transfer coefficient(metro)

Table 5. Coefficient Value of Model Split Method

Variable	Coefficient	t-ratio	Applied travel mode
T (Ttime)	-0.017234	-130.596	POV, bus, metro
CA (Acost)	-0.000086	-136.701	POV
CT (Bcost, Mcost)	-0.000227	-40.448	bus, metro
B (bus cost)	-1.034600	-186.442	bus
M (metro cost)	-1.390570	-59.1138	metro
D1 (StaD)	-0.809570	-394.538	POV
D2 (StaD)	0.516600	22.802	metro
Sample q'ty (ea)	39,585		
ρ	0.3560		
$\bar{\rho}^2$	0.3558		

3.2.4 통행배정

통행배정은 종합교통계획 분석모형인 EMME/2를 이용하여 균형배정기법(Equilibrium Assignment)으로 배정하였으며, 통행배정시 제약요소는 통행거리와 속도, 목적지까지의 도달시간 등을

Table 6. User Equilibrium Assignment Method

Div.	Model
	$\min \sum_a \int_0^{V_a} C_a(V_a) dx$
User Equilibrium method	$V_a = \sum_i \sum_j \sum_r P_{ijr} S_{ijr}^a T$
	$C_a(V_a)$: link a travel cost function P_{ijr} : among travel volume link from I to j, the route r used travel volume S_{ijr}^a : from origin I to destination j, among connected route r if link = 1, non = 0 T : total travel volume

고려하였다.

통행배정 방법은 일반적으로 단일수단 통행배정방법(Single-Class Assignment)과 다중수단 통행배정방법(Multi-Class Assignment)이 있으나 본 연구에서는 버스과 화물차의 통행 배정은 multi-class 통행배정 방식으로 수행한다.

3.2.4.1 평균계차인원 및 승용차 환산계수

통행/일 단위로 제시된 통행량을 대/일 단위로 환산하기 위한 계차인원은 『국가교통DB』에서 제시한 환산계수를 적용하였다.

차종별 대/일 단위의 통행량을 승용차 기준 통행량으로 환산하기 위한 승용차 환산계수는 『국가교통DB』에서 제시한 버스 3.70, 트럭 1.56(2종기준)을 적용하여 승용차 기준 통행 O/D로 환산하였다.

3.2.4.2 통행비용 함수(VDF)

교통량속도 관계식은 통행배정에 가장 큰 영향을 미치는 요소이다. 본 연구에서는 KTDB에서 제공하는 전국기반 자료의 도로유형별 VDF함수 및 파라미터 값을 적용하였다. 분석시 적용된 VDF함수는 『국가교통DB』에서 제시된 VDF 함수를 기본적으로 수용하였다.

4. 최적의 교통망 수립

부산항 신항 최적의 교통망 구축을 위해 제2배후도로(연장: 15.26 km) 민자 투자사업에 대하여 국토해양부(구)에서 2012년 4월 16일 실시계획을 승인했으며, 2017년 계통예정도로 추진되고 있다. 부산항 신항 제2 항만배후도로는 부산항 신항 서「킨」지역과 연결되어 서「킨」부두 및 웅동, 서킨 항만배후단지 및 송도 좌측 3단계 부두의 유발교통량을 흡수하고 기존 부산항 신항 제1배후도로, 국도58호선 및 소사·녹산간 도로의 교통량을 분산하는 효과가 기대된다.

Table 7. Construction Status of No.2 Port Support Road

Section	Term	Length	Amount
Busan new port → jinlye JC (namhae expressway)	2012. ~ 2017. to be completed	15.3 km	3,490 billion won

note) Ministry of Land, Infrastructure and Transport. (2012), notice No.2013-4.

4.1 서킨 교통축 개선방안

부산항 신항 제2배후도로에서 서킨입구 교차로 구간에 대하여 교통축(Corridor) 개선방안을 검토하였다. 개선 방안은 제2배후도로축의 임계교차로(Critical Intersection) 및 부교차로(Minor

Intersection) 4개소 모두에 대하여 우회전 포켓 등을 설치하는 평면교차로 운영방안이다.

또한 장래 교통량 증가에 따른 도로확장을 위해 제2배후도로축 및 웅천대로 축에 완충녹지의 신설 및 이설방안을 제시하였다.

부산항 신항 제2배후도로에서 서킨입구 교차로구간 평면교차로 개선계획수립에 따른 개선효과는 부산항 신항 제2배후도로에서 서킨입구 교차로구간 통행속도가 북→남 방면 21.2 km/h에서 39.2 km/h, 18.0 km/h, 남→북 방면 18.1 km/h에서 38.2 km/h로 20.1 km/h가 개선되는 것으로 분석되었다.

Table 8. Improvement Result of Travel Speed

Div.		Travel speed (km/h)		Remarks (B-A)	
		Master plan-(A)	Improvement plan -(B)		
S-N 1 route	Link section of No.2 national road	N → S	-	46.0	-
		S → N	-	50.0	-
S-N 2 route	Link section of No.2 port support road	N → S	21.2	39.2	▲ 18.0
		S → N	18.1	38.2	▲ 20.1

4.2 신항로(북컨 임항도로)개선방안

신항로(북컨 임항도로)는 북컨입구 삼거리~웅동지구를 연결하는 폭 35 m 양방 6차로 연장 4.3 km 도로이며, 북컨 임항도로 기능과 북컨과 서킨을 동서간으로 연결하는 기능을 하고 있다.

부산항 신항 제2배후도로 개설과 국도 2호선 연계도로 개설에 따라 신항로(북컨 임항도로)의 교통수요 증가가 예상되며, 부산항 신항 교통수요(2025년) 예측결과 신항로 최대 침두시 왕복교통량 4,826대/시(중방항비율 52%), 기 개설되어 운영 중인 북컨 임항도로 용량에 도달하고, 신항로(북컨 임항도로구간) 개별시설 출입구 설치(4개소)에 따른 불법 주·정차, 이중주차, 불법 좌회전에 따른 도로용량 저하 및 교통안전위험 증대로 교통혼잡 발생이 우려되는 문제점을 안고 있다.

이러한 문제점을 해소하기 위해 신항로(B=35 m, 왕복6차로)의 교통용량 증대를 위해서 차로증설이 필요하나, 북컨 임항도로(대로 1류, B=35.0 m, 왕복 6차로) 폭원은 기 개설되어 운영 중으로 추가 확폭이 불가하다.

따라서, 보행 및 자전거 이용이 저조한 점을 고려하여 칸테이너부두측 보도·자전거도로(B=2.0 m)를 폐지하고, 중분대(B=3.0 m) 축소와 전체적인 횡단조정을 통하여 현황 왕복 6차로에서 왕복 8차로로 차로를 증설하여 용량을 증대하는 방안을 검토하였다.

그리고 북컨 임항도로는 항만도로의 특성상 보행 및 자전거 이용이 거의 없어 편측보도만으로도 보행 및 자전거통행의 불편이

없을 것으로 판단된다.

또한, 신항로의 개별시설 출입구 설치 시에 가감속차로(기 개설 출입구 4개소 포함)를 설치하고, 불법 주정차 및 운행 방지시설(단

Table 9. Improvement Result of Travel Speed

Div.		Travel speed (km/h)		Remarks (B-A)
		Master plan-(A)	Improvement plan-(B)	
NP north routh	W → E	40.8	41.2	▲ 0.4
	E → W	33.4	42.2	▲ 8.8
NP route	W → E	37.9	47.0	▲ 9.1
	E → W	27.1	41.6	▲ 14.5

note) NP : new Port

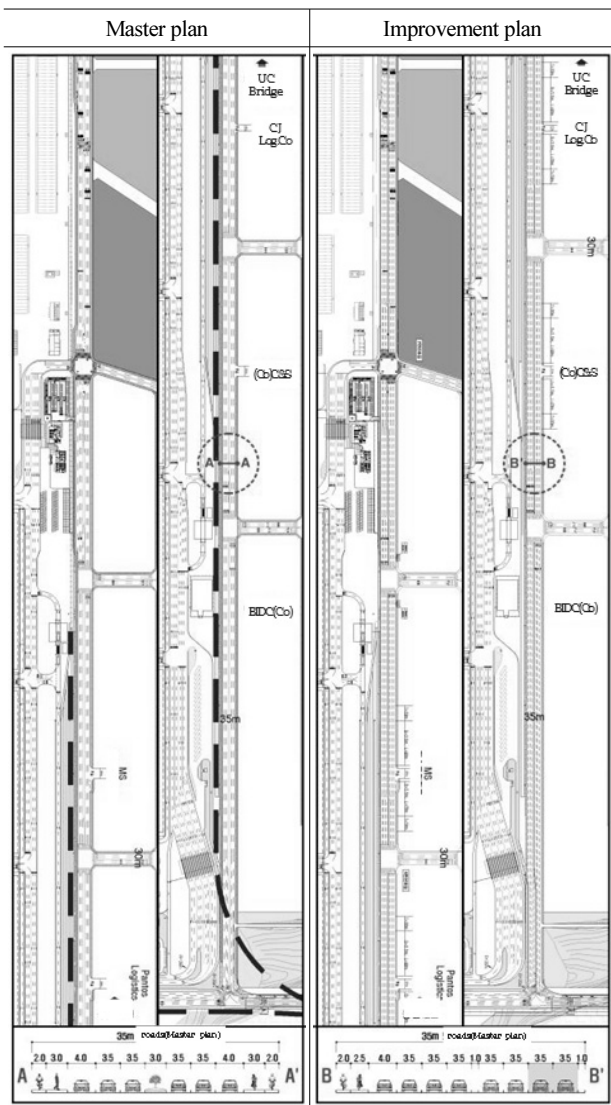


Fig. 2. Improvement Route Plan on Busan New Port

속카메라) 설치하는 방안을 추가로 제시한다.

이러한 개선을 통해 부산항 신항 교통수요(2025년) 예측결과를 반영한 신항로(북컨 임항도로) 용량증대(현황 : 왕복 6차로 → 개선후 : 왕복 8차로)에 따른 통행속도 및 교통혼잡 분석결과 다음과 같이 개선 효과가 나타났다.

동서측 임항도로인 신항로는 통행속도가 서→동 방면 37.9 km/h에서 47.0 km/h로 9.1 km/h, 동→서 방면 27.1 km/h에서 41.6 km/h로 14.5 km/h가 개선되며, 신항북로는 통행속도가 서→동 방면 40.8 km/h에서 41.2 km/h로 0.4 km/h, 동→서 방면 33.4 km/h에서 42.2 km/h로 8.8 km/h가 개선되는 것으로 분석되었다.

4.3 진입도로 I ↔ 국도2호선 연계방안

부산항 신항 제1진입도로는 부산항 신항 제1배후도로와 연결되는 부산항 신항 북컨 및 남컨의 주요 진출입로이나 동서간으로 교차하는 국도2호선(소사-녹산간)과 터널 등 기하구조상의 문제로 인해 직접 연결되지 않는 문제점을 안고 있다.

이 때문에 부산항 신항에서 국도2호선으로 진출입하려는 차량은 신항북로를 통해 북컨배후단지와 녹산국가산업단지를 약 5.5 km 우회하여 통행하여야 한다.

이로 인해 신항입구 교차로에서 신항북로와 신항로를 통해 북컨 입구 교차로 등 신항내 주요 임항도로 및 주요 접속부 대형차량 우회에 따른 교통정체가 증대되고 신항 주요교차로 대형차량의 잦은 회전에 따른 교통안전문제가 증대되고 있다.

따라서, 부산항 신항 제1진입도로와 지방도 1047호선(녹산산업대로) 접속을 통해 국도2호선 방면으로 바로 연계되는 방안이 필요하다. 이러한 문제를 개선키 위해 국도2호선(소사-녹산간)방면, 신호대교방면 신항 진출입 연계를 위하여 부산항 신항 제1진입도로 상행방면에서 녹산산단 14번길 접속되는 직결램프 및 지방도 1047호선(녹산산업대로)에서 부산항 신항 제1진입도로 하행방면으로 접속되는 직결램프 2개소 건설 방안을 제시한다.

또한 부산항 신항 상하행 모두 지방도 1047호선(녹산산업대로)

Table 10. Improvement Result of LOS

Div.	2025yr (A)		Plan1 (B)		Remarks (B-A)
	Ave. delay time (sec./ea)	LOS	Ave. delay time (sec./ea)	LOS	
① NP entering intersection	16.3	B	22.9	B	▲ 6.6
② No.10 single intersection	93.4	E	69.3	D	▽ 24.1
③ Co. ilsung intersection	51.3	D	37.1	C	▽ 14.2

note) LOS : level of service

에 바로 연결하는 것이 바람직하나 진출입 연결램프 계획시 소형선박 통행을 고려한 Clearance (H=3.0 m) 확보를 위해 상행방면은 부득이 녹산산단 14번길을 통해 연결하는 방안도 검토하였다.

이러한 개선을 통해 제1진입도로에서 국도2호선(소사-녹산간 도로) 및 부산광역시 간선도로간 최적 연계방안 수립에 따라 우회거리가 단축(신항 유·출입시 약 5.5 km 우회)되며, 신항내 주요 임항도로 및 주요 접속부(신항입구 교차로 ↔ 신항북로 ↔ 신항로 ↔ 북권입구 교차로 등) 교통혼잡이 개선된다. 또한 대형 트레일러 최적 연계노선 수립(방향전환 축소)에 따른 교통안전문제 개선효과도 발생한다.

개선효과 분석결과, 신항입구 교차로의 평균제어지체가 연계전 51.3초/대에서 연계후 37.1초/대로 14.2초 감소되어 서비스수준도 D에서 C로 개선되는 것으로 분석되었다.

5. 결론 및 향후 연구과제

5.1 연구결과

부산항 신항은 동북아 물류중심항만(Hub Port)으로 부상하기 위해 현재 북권 및 남권 등 23선석 운영 중에서 장래 서권, 남권 등 45선석 규모로 확장될 계획이며, 이와 동시에 웅동지구 2단계, 서권1, 2단계 항만배후단지 등 항만배후단지 개발이 추진되어, 이에 따른 교통량 급격한 증가가 예상되고 있다. 본 연구에서는 부산항 신항의 교통시설현황 및 문제점을 살펴보고 교통체계 개선 방안을 제시하고자 하였다.

부산항 신항은 교통수요예측 결과 개발사업완료 5년후인 2025년 기준 신항로 1,618대/시~4,826대/시, 신항북로 1,210대/시~3,877대/시, 부산항 신항 제2배후도로 연계노선 3,390대/시로 예측되었다.

부산항 신항의 교통체계 문제점을 살펴본 결과 부산항 신항 제2배후도로와 연계되는 남북축 도로 주요교차로의 교통혼잡이 발생하고, 장래 증가될 교통량에 대비하여 웅천대교 임항도로의 용량이 부족할 것으로 예상되었다. 또한 부산항 신항 제1진입도로와 국도2호선의 연계성이 부족하여 우회교통량이 발생할 우려가 있다.

이에 부산항 신항의 원활한 교통처리를 위해서 1)서「권」교통축 개선방안 2)북「권」임항도로 차로 확장방안 3)부산항 신항 제1진입도로에서 국도2호선 연계방안(진출입램프 연결) 등 3가지의 교통체계 개선방안을 제시하고자 한다.

이러한 교통체계 개선방안에 대하여 Vissim시뮬레이션 결과

제2배후도로 가로 통행속도는 26.80~32.00 km/h, 신항로 가로 통행속도는 9.10~14.50 km/h 증가되며, 신항입구 사거리의 평균제어지체가 14.20초/대 감소하는 것으로 분석되었다.

5.2 향후 연구과제

본 연구를 통하여 도출된 부산항 신항의 교통체계 문제점이 발생한 원인은 부산항 신항 토지이용계획 수립 단계에서 원활한 교통처리계획을 충분히 검토하지 못한 결과로 사료된다.

따라서 장래 「항만기본계획」 및 「항만배후단지개발 종합계획」 수립에 따른 부산항 신항 토지이용계획 수립시 원활한 교통처리계획을 반영한 토지이용계획 수립이 필요하며, 본 연구에서 도출된 개선방안의 상위계획(항만기본계획, 항만배후단지개발 종합계획)에 반영이 필요하다고 사료된다.

감사의 글

본 연구는 영산대학교 연구비 지원을 받아 수행된 연구입니다.

References

- Busan Metropolitan City (2011). *Busan metropolitan city traffic maintenance basic plan (2012~2031)* (in Korean).
- Changwon City (2013). *Changwon city traffic maintenance basic plan* (in Korean).
- Cowie, J. (2002). "Acquisition, efficiency and scale economies : An Analysis of the British bus industry." *Transport Reviews*, Vol. 22, No. 2, pp. 147-157.
- Available at: <http://www.busan.go.kr>
- Available at: <http://www.busanpa.com>
- Available at: <http://www.gsnd.net>
- Available at: <https://www.spidc.go.kr>
- Ministry of Land, Infrastructure and Transport (2013). *Guidelines for assessing investment in transport facilities (5th change)* (in Korean).
- Ministry of Land, Infrastructure and Transport (2013). *Road capacity handbook* (in Korean).
- Ministry of Ocean and Fisheries (MOT) (2013). *2nd comprehensive port development complex plan and port complex designation (change)* (in Korean).
- Ministry of Ocean and Fisheries (MOT) (2013). *Busan port basic plan change notification* (in Korean).
- The Korea Transport Institute (KOTI) (2014). *National traffic survey and DB construction project in 2014 (nationwide)* (in Korean).