LHI Journal (2016) 7(3):157-164 http://dx.doi.org/10.5804/LHIJ.2016.7.3.157
http://lhi.lh.or.kr

단계적 택지개발사업에 따른 신교통시스템 적정 도입방안 분석

Phased Introduction of the New Transportation System under the Step-by-step Land Development Project

김태균[1] · 이윤상[2] · 정연우[3]

Tae-Gyun Kim[1] · Yun-Sang Lee[2] · Yeun-Woo Jeong[3]

(Received May 9, 2016 / Revised Augest 3, 2016 / Accepted Augest 3, 2016)

요 약

최근 들어 택지개발의 방식은 사회경제적 여건변화로 인해 과거의 일괄개발에서 단계적 개발로 패러다임이 전환되고 있다. 그럼에도 불구하고 신교통시스템과 같은 대규모 교통시설의 도입은 과거의 일괄개발에 의한 도입방식을 유지하고 있다. 그 결과 신교통시스템은 친환경적인 시스템임에도 불구하고 높은 도입비용으로 계획단계에서 무산되거나 완공된다 하더라도 적자경영을 면치 못하고 있다. 이는 시스템 도입시 지역특성을 반영하지 못한 이유도 있으나, 단계적 개발방식에 대응하지 못한 이유도 크다. 따라서 보다 합리적인 신교통시스템 도입을 위해서는 기존의 일괄도입 방식이 아닌 택지개발의 단계적 개발방식에 상응하는 도입방식이 모색되어야 한다. 이에 본 연구에서는 택지개발사업지구가 단계적 개발로 이뤄질 것을 가정하여 일괄 도입과 단계적 도입에 따른 편익 및 경제성 분석을 통해 단계적 도입의 필요성을 제시하고자 하였다. 그 결과 단계적 도입이 일괄 도입에 비해 30% 이상의 B/C 상승효과를 보여 경제성이 개선되는 것으로 나타났으며, 현행의 일괄 개발방식에서의 일괄 도입과 비교하더라도 B/C 개선효과가 있는 것으로 분석되었다.

주제어 : 신교통시스템, 단계적 도입, 택지개발사업

ABSTRACT

Recently, the paradigm of land development has been transformed from the joint development to the step-by-step development due to changes in socio-economic conditions. Nevertheless, the introduction of large-scale transportation facilities such as new transportation system tends to employ the joint development. Although new transportation system is eco-friendly, it occasionally fails at the beginning of the project because of high installation cost. Such phenomenon is caused by not only the system did not reflect the local characteristics but also did not respond to the step-by-step development. Accordingly, in order to introduce transportation system rationally, introducing new methods corresponding to the step-by-step development should be sought. In this study, we assumed that large-scaled land development site be achieved step-by-step development. and suggested the need for a phased introduction through benefit-cost analysis. The findings illustrated that the phased introduction shows economic efficiency with 30% increase of B/C compared to the bulk introduction. It also demonstrates that the bulk introduction under step-by-step development is more efficient than the bulk introduction under joint development.

Key words : New Transportation System, Phased Introduction, Land Development Project.

1. 서 론

최근 도시개발의 정책 패러다임이 지속가능성을 지향함에 따라 도시 교통체계 역시 승용차 중심의 개인교통체계에서 수요관리를 지향하는 대중교통중심 체계로 전환되고 있다. 이에 대중교통 정책은 양적인 공급확대 차원을 넘어 서비스 질의 향상과 함께 대중교통 수단의 다양화를 꾀하고 있다. 이러한 배경 하에 신교통시스템의 도입은 과거 지하철의 대체수단이라는 수요적인 관점을 떠나 첨단기술의 친환경 교통수단으로 지역의 이미지 제고라는 측면에서 많은 지자체에서 관심을 보이고 있다.

하지만 신교통시스템의 도입은 지자체의 재정여건상 일부 대도시를 제외하고는 재정사업으로 도입하는 것이 현실적으로 매

1) 토지주택연구원 수석연구원(주저자 : raphaelo@lh.or.kr)
2) 토지주택연구원 연구위원(제2저자 : yunsang@lh.or.kr)
3) 토지주택연구원 수석연구원(교신저자 : ywjeong@lh.or.kr)

우 어려운 실정이다. 이러한 재정적 한계로 지자체에서는 관할 구역내 대규모 택지개발사업시 '광역교통개선대책수립'을 통해 신교통시스템 설치를 사업시행자에게 요구하고 있는 추세이다. 특히 대규모 사업시행자인 LH의 경우 16개 사업지구에 23개의 신교통시스템 도입이 계획되어 있으며, 그 비용은 7조 217억 원에 이르고 있다.[1] 따라서 이러한 현상은 신교통시스템이 첨단기술을 이용한 친환경 대중교통시스템일 뿐 아니라, 이용자에게는 대중교통수단의 다양화를 제공한다는 장점을 가짐에도 불구하고 택지개발사업시 원가상승요인 중 하나라고 여겨 도입에 매우 부정적인 요소로 작용하고 있다.

최근 들어 대내외적인 개발여건 변화로 택지개발사업의 개발방식이 일괄 개발에서 단계적 개발로 전환되고 있어 신교통시스템과 같은 대규모 교통인프라의 도입은 갈수록 난항을 겪고 있다. 더욱이 대규모 교통인프라 도입을 판단하는 예비타당성 분석기준의 경우, 기존의 일괄 개발 방식을 고수하고 있어 신교통시스템의 도입을 더욱 어렵게 만들고 있다. 또한 기존의 일괄 개발 방식을 근거로 하는 분석기법은 그 결과가 실제상황과 많은 오차를 보이고 있어 분석기법에 대한 개선요구를 받고 있다. 따라서 신교통시스템과 같은 첨단 대중교통수단의 도입에 대한 필요성을 보다 합리적으로 평가하기 위해서는 현재 택지개발사업이 단계적 개발방식으로 변화되는 것처럼 신교통시스템 역시 단계적으로 도입하는 방안이 강구되어야 하며, 이에 대한 평가도 개선되어야 한다.

이에 본 연구에서는 신교통시스템의 단계적 도입에 따른 효과를 살펴보기 위해 개발사업지구를 대상으로 신교통시스템의 단계적 도입과 일괄 도입에 따른 비용과 편익을 산출하여 대안별 경제성을 비교해 보고자 한다.

2. 선행연구 고찰

2.1 국내외 신교통시스템 관련 연구동향

신교통시스템의 도입은 국내외 모두 대규모의 이용객을 처리하는 중량(重量)전철과 같은 도시철도를 대신하여 탄력적으로 교통수요를 처리하는데 그 첫 번째 목적을 가진다. 두 번째로 국내에서는 첨단기술을 이용한 대중교통수단의 다양화 및 고급화에 초점을 맞추고 있는데, 이는 궤도시스템을 대중교통기반으로 하는 유럽이나 일본과 같이 신교통시스템이 낙후되어 있는 도시철도의 성능을 개선하거나 재편하는 목적과는 많은 차이점을 보이고 있다.

해외 연구사례를 살펴보면, 도입에 따른 효과를 분석하는 학술적인 연구보다는 시스템을 새롭게 소개하는 연구나 사업중심의 시스템 홍보용 자료를 접하기가 쉬운 편이다. 다만 시스템 도입효과를 분석한 관련 연구가 있다 하더라도 발표시기가 매우 오래됐거나, 주로 경전철에 관련된 연구가 대부분을 차지하고 있다. 즉 해외에서는 신교통시스템의 도입이 시범적인 상태가 아닌 상용화 상태에서 대중교통의 한축으로 자리잡고 있다고 볼 수 있다. 이에 본 연구의 목적을 고려한 관련사례 검토에 있어서 국내의 도입여건 등을 고려할 때, 오래된 해외자료 보다는 국내 관련 자료를 대상으로 검토하는 것이 보다 적합하다.

국내 신교통시스템 도입관련 연구의 유형을 구분해 보면, 크게 시스템 특성을 소개하는 내용이 중심인 연구와 지역특성을 고려한 도입방안 제시 또는 지역 및 개발사업지구에 특정 시스템의 도입타당성을 검토하는 연구로 정리할 수 있다. 이에 본 연구에서는 시스템의 특성을 소개한 연구 및 지역특성을 고려한 신교통시스템 도입관련 연구로 구분하여 살펴보았다.

2.2 지역특성을 고려한 신교통시스템 적용

신종현외 1인(2005)은 신도시건설시 신교통시스템 도입과 관련하여 교통체계와 토지이용계획의 상호연계를 통한 계획수립의 필요성을 제시하고, 대량수송이 가능한 신교통수단인 LRT(Light Rail Transit)와 BRT(Bus Rapid Transit)의 개발유도 필요성을 적극적으로 주장하였다. 또한 안태훈(2008)의 경우 신교통시스템 도입을 위한 행정적·제도적 개선을 주장하였는데, 타당성조사의 내실화, 대중교통기본계획의 수정, 실무위원회의 활성화, 정부차원의 신교통시스템 전문조직 운영의 필요성을 제안하였다.

조은혜(2012)는 지역내 교통문제 해결 및 역 이미지 제고측면에서 신교통수단의 도입을 검토함에 있어 신교통수단 도입의 실질적 참고기준이 없는 것을 지적하고, 지역여건을 고려하여 신교통수단 선택에 실질적인 도움이 될 수 있도록 여러 시스템의 재무분석, 수요처리능력 등을 동시 비교하였다. 또한 김태균외 3인(2010)은 개발사업지구내 신교통시스템의 효율적인 도입을 위해 시스템의 기능적 특성을 고려한 유형분류와 함께, 해외 도입사례를 통해 지역특성을 반영한 도입 가이드라인을 제시하여 도입계획 수립시 사전적으로 적용할 수 있는 방안을 모색하였다. 김필수(2010)는 신교통시스템 구축사례와 관련 제도를 살펴보고, 국내외 신교통시스템 도입사례 검토를 통해 기성시가지의 신교통시스템 구축방안을 모색하여 신교통시스템 도입의 바람직한 방향을 제시하였다.

또한 실제 도입지구를 대상으로 신교통시스템 도입의 타당성을 검토한 연구를 살펴보면, 이진선(2011)은 난곡지구를 대상으로 PRT(Personal Rapid Transit)의 실제 적용시 편익 등을 검토하여 경제적 타당성을 제시하였다. 그는 기존 연구에서 산정된 수요를 바탕으로 실제 운영시 필요한 PRT 소요차량수와 편익을 검토하였는데, PRT 사업의 경제적 타당성은 시스템 구축비용을 얼마만큼 줄일 수 있느냐에 따라 결정된다고 주장하였다. 아울러 위례신도시, 동탄2신도시, 판교지구 등과 같이 택지개발사업지구의 신교통시스템 도입타당성 검토보고서 등을 통해 도입지구의 특성을 고려한 시스템 도입검토 사례를 찾아볼 수 있다.

1) 한국토지주택공사 내부자료

2.3 기능적 특성 중심의 신교통시스템 적용

선지원외 1인(2009)은 신교통수단의 의미를 현재의 승용차, 버스, 지하철, 기존 철도 이외의 모든 수단으로서 종래 교통수단의 차량기술 및 운영기법만을 개선한 시스템에서 기존 교통수단과는 완전히 다른 미래형 시스템에 이르기까지 다양한 형태의 교통수단을 통칭하는 용어로 쓰임을 제시하였다. 또한 오종우외 1인(2007)은 모노레일시스템의 발달과정 및 현황분석을 통해 신교통수단의 선택에 있어 모노레일의 도입필요성을 제시하고 있는데 모노레일의 구조물, 안전성, 건설비용 측면에서 비교 분석하였으며, 모노레일의 2가지 유형(과좌식, 현수식) 각각의 세부형식, 특징, 종류에 대해서도 비교·분석하였다.

이준외 3인(2006)은 만성적인 교통문제 해결을 위해 소형궤도열차의 개념과 역할 및 적용지역 유형별, 통행목적별, 물리적 시설, 관리 및 운영, 기타에 대한 요구사항에 대해 분석하고 이를 적용할 수 있는 방안을 모색하였다. 아울러 정락교외 4인(2003)은 도심지에서 자가용 이용을 대체하기 위해 네트워크 구조의 노선형태로 이용자들의 접근성을 강화하면서 출발지에서 목적지까지 논스톱 운행으로 소비자의 요구에 부응할 수 있는 철도시스템 개발방안으로 PRT시스템을 제안하였다.

2.4 선행연구의 한계

신교통시스템 관련 선행연구는 크게 기능적 측면에서의 장점과 단점을 기술한 연구, 그리고 사업지별로 적용에 있어서 신교통시스템의 종류를 살펴본 연구로 정리할 수 있다.

시스템의 기능적 특성 관련 연구에서는 각 시스템을 새로이 소개하는 측면이 강조되었으며, 각 시스템의 장·단점을 비교하는 내용위주로 되어 있다. 또한 지역특성에 따른 도입방향을 제시한 연구 역시 비교대상 시스템의 장·단점을 비교하는 내용위주로 되어 있었다. 특히 사업지구를 대상으로 타당성을 검토하는 보고서에서는 사업지구의 다양한 특성을 고려한 유형별 기준을 세워 도입 가능한 시스템을 선정하는 방안을 모색하기 보다는 모든 신교통시스템을 대상으로 상호 비교를 통해 필요한 시스템을 검토하는 접근을 취하고 있다. 이러한 기존 연구의 패턴은 지역특성과 여건을 고려한 시스템 도입을 제안하기 보다는 시스템의 기능에 도입지역의 특성을 맞추고자 하는 경향으로 볼 수 있다.

하지만 최근 개발사업의 패러다임이 일괄 개발에서 단계적 개발로 변화되고 있어 신교통시스템과 같은 대규모 교통시설의 도입 역시 이러한 변화에 부응할 수 있는 도입계획의 변화가 필요하다. 그러나 시스템의 비교를 통한 도입타당성을 검토하는 기존의 연구경향으로는 단계적 개발에 따른 대처 방안이 미흡할 수밖에 없다. 따라서 보다 효율적인 도입을 위해서는 단계적 개발에 맞는 노선계획수립이나 시스템 선정, 그리고 투자비용의 배분 등에 대한 검토가 필요하다. 이에 본 연구는 신교통시스템의 도입대상 사업지구가 단계적 개발이 이뤄지고 있음을 가정하여 도입에 따른 편익분석을 통해 그 타당성을 살펴보고자 한다.

3. 신교통시스템의 단계적 도입을 위한 실증분석

3.1 신교통시스템의 단계적 도입 필요성

전술한 바와 같이 대규모 택지개발사업이나 신도시 건설시 도로, 도시철도 등 대규모 교통인프라를 구축하는데 있어 광역교통개선대책을 수립하고 있으며, 수요와 편익을 고려하여 건설의 타당성 여부를 판단하고 있다. 따라서 신교통시스템 도입 역시 대규모 교통인프라 구축이라는 측면에서 그 도입타당성을 동일한 선상에서 검토하고 있다.

불과 10여년 전만해도 지자체 입장에서는 신교통시스템을 지하철과 같은 중량전철을 대체하는 수단으로 보고 경량전철에 대한 무분별한 도입을 시도하였다. 그러나 도입과정에서 수익성에 대한 논란이 지속되어 상당부분의 계획이 무산되거나 완공된 노선도 적자를 면치 못하고 있는 실정이다. 이러한 상황은 용인 에버라인이나 의정부 U-Line에서 그 예를 찾을 수 있다. 또한 도입방식에 있어서도 시스템을 우선 고려한 상태에서 도입지역의 다양한 여건을 고려하고 있어 지역특성이 반영된 노선선정 보다는 시스템의 기능적 특성을 고려한 노선선정이 우선시 되어 운영적자의 한 요인이 되는 한계가 나타나고 있다.

더우기 부동산경기 침체로 인해 준공된 신도시 및 택지개발사업지구에 미매각 또는 미분양이 속출함에 따라 개발사업 방식을 기존의 일괄 개발에서 단계적 개발로 변화를 꾀하고 있는 추세이다. 따라서 도로의 교통수요를 대체하는 신교통시스템 역시 이러한 개발방식 변화에 부응하는 도입방식이 고려되어야 함에도 불구하고 아직도 일괄 개발방식을 고집하고 있다.

또한 광역교통개선대책 수립시 교통수요분석은 사업지구에 입주가 완료된 것을 기반으로 발생수요를 가정하고 신교통시스템과 같은 교통인프라 투입에 따른 편익을 산출하게 된다. 따라서 단계적 개발방식으로 준공된 사업지구를 기존방식으로 적용하면 모든 단계가 끝난 후 시기를 입주완료 시기로 간주하게 되며, 신교통시스템의 도입도 이 시기를 기반으로 설정하게 된다. 따라서 분석시 계획상 입주완료 시점과 실질적 입주완료 시점은 큰 괴리를 가지게 된다. 또한 실제로 모든 입주단계가 완료된 후 신교통시스템이 운영된다면 계획상 수요와 실제 수요와는 많이 차이를 보이게 된다. 이는 초기단계의 입주민이 신교통시스템이 없는 상태에서 오랜시간 통행패턴이 형성되기 때문에 향후 신교통시스템이 도입된다 하더라도 그 효과는 매우 미미할 것이다. 그러나 현재의 분석기법에서는 이러한 문제점을 고려하여 분석하지 못하고 있다. 따라서 택지개발사업이 단계적 개발로 전환이 되어 진다면 신교통시스템 도입 역시 이러한 패러다임 변화에 맞추어 단계적 건설 등 탄력적인 도입방안 필요하다.

3.2 분석의 개요

3.2.1 분석범위

신교통시스템의 단계적 도입에 따른 효과분석을 위한 범위는 다음과 같이 설정하였다. 공간적 범위는 개발사업 중 단계별 사업으로 추진이 가능한 규모를 설정하기 위해 광역교통개선대책 수립이 필요한 규모의 사업지구를 설정하였는데 그 결과 A지구로 설정하였다[2]. 또한 내용적 범위는 장래 통행량 예측, 대안별 통행비용 그리고 편익을 산출하였다.

3.2.2 분석자료 구축

본 실증분석에서는 자료의 신뢰성 확보를 위해 가장 최근에 배포된 국가교통DB(수도권 6차 배포자료, 2013.6, 한국교통연구원)를 이용하였다. 분석대상 네트워크는 대상지 주변의 기개발된 지역 45개 존과 신규 사업지구 82개 존 등 분석대상지역을 전체 127개 존으로 구성하였으며, 기타지역은 국가교통DB 존 체계를 수용하였다. 또한 단계적 개발사업은 크게 4단계로 나누어 설정하였는데 사업지구의 각 단계별 내용은 다음과 같다.

표 1. 사업지구 단계별 개발내용

구 분	개발내용
1단계	테크노밸리 및 커뮤니티 시범단지
2단계	광역비즈니스 콤플렉스, 신주거문화타운, 의료복지시설, 산업단지
3단계	문화다자인 밸리, 워터프론트콤플렉스
4단계	전체 사업지구 완료

3.2.3 효과분석을 위한 대안 설정

단계적 개발에 따른 신교통시스템 도입유형별 효과분석을 위한 대안 설정은 각 단계별 사업완료시기 및 신교통시스템 도입시기의 차이를 2년으로 설정하였다. 따라서 단계적 도입방식은 1단계 완공년도인 2015년부터 4단계 완공년도인 2021년까지 설정하였다. 아울러 현행의 일괄 도입 방식은 2015년을 완공시점으로 설정하였다.

표 2. 단계적 개발 시 일괄도입 및 단계적 도입의 반영시기

구분	발생량 반영시기 (년)	신교통 도입시기(년)	
		일괄 도입	단계적 도입
1단계	2015	2015	2015
2단계	2017	2015	2017
3단계	2019	2015	2019
4단계	2021	2015	2021

또한 효과분석은 일괄 도입에 대한 단계적 도입의 편익을 비교하는 방식을 사용하였는데 단계적 도입은 다시 2가지 대안을 설정하였다.

표 3. 신교통시스템 단계적 도입의 대안별 설정내용

구 분	설정 내용
대안 1	· 단계별로 입주완료를 가정하여 발생통행량 100% 적용 · 기존의 발생통행량 적용방식 활용
대안 2	· 단계별 완공이 안되었을 경우에도 일부 입주 적용 · 실질 입주상황을 고려한 현실적인 방식

단계적 도입의 대안1의 경우는 단계별 개발에 따른 단계별 완공시점을 기준으로 현행의 분석방식과 같이 입주가 완료되는 것을 가정하였다. 따라서 이에 따른 대상지역의 발생교통량을 100% 도입하는 방안으로 설정하였다. 이는 신교통시스템 도입에 따른 사업비의 변화를 살펴보고자 하는데 그 목적이 있다. 한편 대안2의 경우는 각 단계별 발생교통량을 차등하여 준공연도를 고려하여 병렬로 적용하는 방안이다. 이는 현실상황을 반영한 경우인데 실제로 단계별 개발시 사업이 완공되지 않더라도 일부 입주가 이뤄지는 상황을 반영한 것이다. 이는 사업비의 변화와 함께 실질적인 통행량 변화를 반영하는 데 그 목적을 가지고 있다.

또한 본 분석에서는 현행과 같은 일괄 개발에 따른 일괄 도입방식과의 차이를 비교하기 위해 하나의 비교 안으로 설정하였다.

표 4. 대안 2의 단계별 발생교통량 반영비율

구 분	2015년	2017년	2019년	2021년 이후
1단계	100%	100%	100%	100%
2단계	70%	100%	100%	100%
3단계	50%	70%	100%	100%
4단계	30%	50%	70%	100%

3.2.4 분석방법

본 분석은 전통적인 4단계 수요추정방법을 기반으로 수행되었는데 각 대안별 비교는 편익분석(공사비, 운영비, 편익)을 이용하여 경제성 분석결과를 이용하였다. 아울러 할인율의 경우 「예비타당성 표준지침」에서 적용되는 할인율인 연간 5.5%를 적용하였다.

2) 본 논문에서는 실제 사업지구에 관련된 기초자료를 이용하였으나 대안설정 등에 있어서 기존의 발표내용과 차이를 두고 있으므로 실명거론에 따른 오해를 방지하고자 사업지구명을 가명으로 언급하였음

표 5. 대안별 교통수요 예측결과

(단위 : 통행/일)

구분					1단계	2단계	3단계	4단계
현행 도입방식 (일괄개발, 일괄도입)			공로 총통행량		1,521,269	1,553,636	1,586,003	1,618,370
			신교통	통행량	92,973	94,993	96,986	98,965
				분담율	6.11%	6.11%	6.12%	6.12%
단계적 개발	대안 1	일괄 도입	공로 총통행량		136,919	819,784	1,247,083	1,712,446
			신교통	통행량	4,950	46,487	67,729	85,630
				분담율	3.62%	5.67%	5.43%	5.00%
		단계적 도입	공로 총통행량		136,152	814,924	1,241,052	1,707,164
			신교통	통행량	5,716	51,347	73,760	90,912
				분담율	4.2%	6.3%	5.9%	5.3%
	대안 2	일괄 도입	공로 총통행량		1,478,691	1,520,622	1,573,441	1,618,370
			신교통	통행량	66,566	84,539	94,526	98,965
				분담율	4.50%	5.56%	6.01%	6.12%
		단계적 도입	공로 총통행량		1,485,891	1,529,772	1,574,263	1,618,370
			신교통	통행량	59,366	75,390	91,704	98,965
				분담율	4.00%	4.93%	5.83%	6.12%

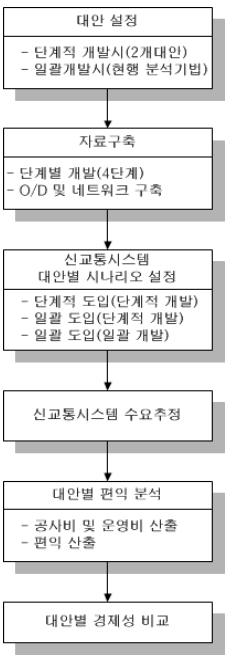

그림 1. 단계적 도입을 위한 분석수행흐름도

3.3 대안별 분석결과

3.3.1 대안별 교통수요 예측결과

본 분석에서 신교통시스템 도입에 따른 수단분담 변화는 가법적 로짓모형(Additive logit)을 이용하였으며, 각 수단효용 파라메터는 「2007년 국가교통DB 최종보고서-9권 광역권 여객 기종점 통행량 전수화, KOTI, 2008」에 제시된 수도권 조사치를 활용하였다.

분석결과, 현행 도입방식의 신교통수단 수송분담률은 단계적 개발시 대안1과 대안2의 수송분담률 보다 높게 나타나는 것을 볼 수 있다. 이는 현행 도입방식이 사업지구 전체의 입주가 완료된 상태를 전제하여 신교통시스템 도입을 의미하기 때문이다. 그러나 전술한 바와 같이 최근 신도시 및 대규모 택지개발지구의 분양상태를 살펴보면 실제 완공이후에 분양이 완료된 경우를 찾아보기 힘들며, 사업지구의 특성에 따라서 미분양 비율이 매우 높은 사례도 찾아볼 수 있다. 또한 완공시기에 맞춰 분양이 완료되었다 하더라도 실제 입주가 100% 완료되는 경우는 매우 드물다.

택지개발사업이 단계적 개발로 이뤄질 때를 고려한 대안 1, 대안2의 분석결과를 살펴보면, 대안1의 경우 신교통시스템의 분담율이 일괄 도입에 비해 단계적 도입이 다소 높은 것으로 분석되었다. 또한 통행량에 있어서도 단계적 도입시 통행량이 다소 높은 것으로 분석되었다. 한편, 단계별 통행량이 차등 적용되는 대안2의 경우 대안1과 달리 일괄 도입에 비해 단계적 도입이 신교통시스템 분담률이 낮은 것으로 분석되었다. 이는 대안1의 경우 해당 단계와 전단계의 발생통행량이 누적되는 반면, 대안2의 경우 이후 단계의 일부 발생교통량이 누적되고 있으나 신교통시스템은 도입되지 않기 때문이다.

또한 대안1과 대안2의 신교통시스템에 대한 통행량과 분담률을 살펴보면, 대안2의 경우 분담률은 낮으나 통행량은 다소 높은 것으로 분석되었다. 이는 대안2의 경우 이후단계의 통행량이 반영되었기 때문으로 사료된다.

분석결과를 정리해보면 신교통시스템의 도입에 따른 신교통수단 교통수요예측은 현행의 방식에서 가장 높은 통행량과 분담률을 보이고 있다. 그러나 이 예측결과는 향후 실측치와 상당한

차이를 보이게 된다. 실제상황을 고려하여 설정한 단계적 개발을 고려한 도입방식과 비교해 보더라도 많은 차이를 보이고 있다.

3.3.2 대안별 공사비 산출결과

신교통시스템 도입에 따른 공사비 산출은 선행연구[3] 및 관련 자료[4]를 고려하여 A지구에 제시된 도입시스템을 노면전차로 가정하여 건설비와 운영비를 산출하였다. 공사비 산출방법은 「신교통수단선정 가이드라인-안내서, 2012.9, 국토교통부」에서 제시하고 있는 노면전차의 ㎞당 건설비와 운영비를 적용하였다.[5] 또한 신교통수단 건설기간은 예비타당성 표준지침 5판」의 5년 공사기간을 기준으로 각각 산정하였다.[6] 따라서 단계별 건설비는 노면전차의 연장과 ㎞당 건설비를 곱하여 산정하였다.

건설비 산출결과를 살펴보면, 현행과 같은 일괄 도입의 경우 총 건설비 6,950억원을 2010～2014년까지 부담하게 된다. 그러나 단계적 도입이 수행된다면 단계별로 1,212억원, 2,302억원, 2,394억원, 1,042억원이 투입되게 된다. 그러므로 단계적 도입은 총건설비 투입기간이 5년이 아닌 11년으로 분할되어 투입되므로 연간 투입되는 비용도 감소하게 되어 집중적으로 투입되는 부담이 감소하게 된다.

표 6. 대안별 건설비 산출결과 (단위 : 억원)

구분		1단계	2단계	3단계	4단계	합계
연장		6.06	11.51	11.97	5.21	34.75
총건설비		1,212.0	2,302.0	2,394.0	1,042.0	6,950
현행 방식 및 일괄 도입	2010년	695.0				695.0
	2011년	1,390.0				1,390.0
	2012년	2,085.0				2,085.0
	2013년	2,085.0				2,085.0
	2014년	695.0				695.0
	합 계					6,950.0
단계적 도입	2010년	121.2				121.2
	2011년	242.4				242.4
	2012년	363.6	230.2			593.8
	2013년	363.6	460.4			824.0
	2014년	121.2	690.6	239.4		1051.2
	2015년		690.6	478.8		1169.4
	2016년		230.2	718.2	104.2	1052.6
	2017년			718.2	208.4	926.6
	2018년			239.4	312.6	552.0
	2019년				312.6	312.6
	2020년				104.2	104.2
	합 계					6,950.0

운영비 산출근거에 따르면 시스템 도입 후 30년간의 운영비를 산출하고 있다. 따라서 본 분석에서는 신교통시스템 운영비는 일괄 도입(현행방식 포함)의 경우와 단계적 도입의 경우에 대해 각각 산출하였다.

일괄 도입의 경우 2015년 개통예정이므로 2044년까지의 운영비를 산출하였는데, 연간 222.4억원씩 총 6,672억원으로 추정되었다. 또한 단계적 도입의 경우 시스템 도입 후 30년간을 기준으로 할 때, 단계별로 2044년(1단계), 2046년(2단계), 2048년(3단계), 2050년(4단계)까지의 운영비를 추정하여 합산하였다. 그 결과, 1단계는 1,164억원, 2단계는 2,208억원, 3단계는 2,301억원, 4단계는 999억원으로 총 합계는 6,672억원이 추정되었다.

또한 일괄 도입과 단계적 도입을 연도별로 비교해 보면, 단계적 도입시 각 연도별 운영비가 일괄 도입시 운영비를 초과하지 않게 된다. 그러나 단계적 도입의 운영비 산정기간이 일괄 도입보다 늘어나기 때문에 실질적인 운영비의 총합은 동일하게 된다.

따라서 단계적 도입이 된다고 해서 운영비의 절대적인 비용이 감소하는 것은 아니다. 그러나 실질적으로 발생될 수 있는 적자운영으로 인한 금융비용의 감소는 다소간 줄일 수 있으며, 산정에 포함되는 운영기간이 길어지므로 이에 따른 운영수입도 증가하게 된다.

표 7. 대안별 운영비 산출결과 (단위 : 억원)

구분	일괄 도입	단계적 도입 (2015년～2050년)				
		1단계	2단계	3단계	4단계	합계
2015년	222.4	38.8	-	-	-	38.8
2016년	222.4	38.8	-	-	-	38.8
2017년	222.4	38.8	73.6	-	-	112.4
2018년	222.4	38.8	73.6	-	-	112.4
2019년	222.4	38.8	73.6	76.7	-	189.1
2020년	222.4	38.8	73.6	76.7	-	189.1
2022년	222.4	38.8	73.6	76.7	33.3	222.4
2023년	222.4	38.8	73.6	76.7	33.3	222.4
:	:	:	:	:	:	:	:
2044년	222.4	38.8	73.6	76.7	33.3	222.4
2045년	-	-	73.6	76.7	33.3	183.6
2046년	-	-	73.6	76.7	33.3	183.6
2047년	-	-	-	76.7	33.3	110.0
2048년	-	-	-	76.7	33.3	110.0
2049년	-	-	-	-	33.3	33.3
2050년	-	-	-	-	33.3	33.3
합계	6,672.0	1164.0	2208.0	2301.0	999.0	6672.0

3) 토지주택연구원(2010), "사업지구내에 신교통시스템 도입방안 연구"

4) 한국토지공사(2004), 성남판교지구 택지개발사업 신교통수단 타당성조사」. 한국토지주택공사(2014), 「위례신도시 택지개발사업 광역교통개선대책 신교통수단 타당성분석」.

5) 평균건설비 200억원/㎞, 표준운영비 6.4억원/㎞

6) 연도별 건설비 투입비율 10%, 20%, 30%, 30%, 10%

표 8. 대안별 편익산출 결과 (단위 : 억원)

구분	현행의 일괄도입 (2015~2044년)		대안 1				대안 2			
			일괄 도입 (2015~2044년)		단계적 도입 (2015~2050년)		일괄 도입 (2015~2044년)		단계적 도입 (2015~2050년)	
	할인전	할인후	할인전	할인후	할인전	할인후	할인전	할인후	할인전	할인후
2015년	199.1	152.3	5.8	4.4	4.0	3.0	84.9	64.9	58.6	44.8
:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:
2044년	248.7	40.3	248.7	40.3	248.7	40.3	248.7	40.3	248.7	40.3
2045년	-	-	-	-	248.7	38.2	-	-	248.7	38.2
:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:
2050년	-	-	-	-	90.0	10.6	-	-	90.0	10.6
합 계	7,135.2	2,710.7	6,366.9	2,175.5	7,592.8	2,338.7	6,804.4	2,474.3	7,991.7	2,609.0

3.3.3 대안별 편익산출 결과

일반적으로 편익산출은 교통시설투자사업의 시행으로 인한 교통패턴의 변화 등 불특정 다수에게 끼치는 사회적인 변화를 화폐가치로 환산하고 있다. 이에 본 분석에서는 존간 통행시간과 통행비용을 산출하여 차량운행비용, 통행시간비용, 사고비용, 환경오염비용, 소음비용을 산정하였다. 산출방법은 '예비타당성 지침'[7]에서 제시하고 있는 방법론을 적용하였다. 그러나 예비타당성 지침에서 제시하고 있는 편익가치의 기준년도가 2007년이므로 이를 2013년으로 보정하여 편익을 산출하였다.

대안별 편익산정 결과를 살펴보면, 대안1과 대안2 모두 일괄도입에 비해 단계적 도입의 편익이 높게 나타나고 있다. 할인 후를 고려할 때, 대안1의 경우 단계적 도입이 일괄 도입에 비해 7.5%의 편익상승효과를 가져오고 있으며, 대안2의 경우 5.4%의 편익상승효과를 가져오고 있다. 대안별 수요예측결과(<표 5>)와 연계하여 살펴보면, 대안2의 단계적 도입에 따른 신교통시스템의 수단분담율이나 통행량이 대안1보다 높은 반면 오히려 편익상승효과는 대안1이 높은 것을 볼 수 있다.

하지만 현행의 일괄 도입방식과 비교해 보면 현행의 도입방식의 편익산출 결과가 가장 높은 것을 볼 수 있다. 그러나 전술한 바와도 같이 현행의 도입방식은 개발 초기부터 사업지구에 모든 입주가 완료되는 것을 가정하고 있으므로 현재의 개발현황을 제대로 반영하지 못한 분석결과로 볼 수 있다.

3.3.4 대안별 경제성분석 결과

이상의 공사비와 편익산출 결과에 따른 경제성분석 결과를 살펴보면 다음과 같이 정리할 수 있다. 총비용과 총편익 측면에서 살펴보면, 총비용의 경우 일괄 도입방식에 비해 단계적 도입에 따른 비용이 훨씬 적은 것을 볼 수 있다. 전술한 바와 같이 이는 단계적 도입으로 발생되는 비용, 즉 건설비와 운영비가 2020년과 2050년까지 분담되어 산출되므로 이에 따른 할인 후에 산출된 총 비용은 일괄 도입보다 낮아지기 때문이다. 따라서 본 분석에서는 할인전 차이가 없었던 총 비용이 할인후 1,154.8억원 감소하는 것으로 분석되었다. 또한 총 편익 경우에도 일괄 도입에 비해 단계적 도입의 편익이 더 높게 나타나고 있는 것을 볼 수 있다. 이 역시 총 비용의 경우와 마찬가지로 단계적 도입의 산정기간 길어짐에 따라 편익도 상승되는 것으로 분석되었다. 그 중 단계적으로 교통수요가 탄력적으로 증가하는 대안2의 경우에는 총 편익이 가장 높은 것으로 분석되었다.

각 대안별로 경제성분석 결과를 비교해 보면, B/C의 경우 단계적 도입이 일괄 도입에 비해 높게 나타난 것으로 분석되었는데, 대안 1은 23.1%, 대안 2는 24.1%의 상승효과를 보여 대안2의 효과가 다소 높은 것으로 분석되었다. 또한 NPV 역시 단계적 도입이 높게 나타났다. 두 대안 모두 1,000억원 이상의 감소효과를 가져오는 것으로 분석되었으며, 그 중 대안 1의 감소효과가 약간 높은 것으로 분석되었다.

그러므로 통상적으로 경제성분석 결과를 B/C 분석결과로 판단하는 경우를 고려한다면 대안 1보다는 대안2가 다소 유리하다고 볼 수 있다. 또한 현행과 같은 일괄 개발의 경우와 비교해 보아도 단계적 도입의 경제성 분석결과가 높은 것으로 분석되었다. 다만 단계적 개발 하에서의 일괄 개발 보다는 현행의 일괄 도입의 경제성이 높은 것으로 분석되었는데 이는 개발사업의 실상을 반영한 단계적 개발의 경우 일괄 개발에 수요가 낮게 반영되어 총 편익이 상대적으로 낮은 것으로 분석되었기 때문이다. 따라서 현행의 일괄 도입방식의 분석결과는 왜곡현상을 가져올 수 있다.

분석결과를 정리해 보면 본 연구에서 제시하고 있는 단계적 개발의 경우 현행과 같은 일괄 개발이나 단계적 개발하에서의 일괄 도입보다는 경제적인 효과가 높은 것으로 분석되었다. 따라서 현실적인 상황을 반영하면서 신교통시스템도입의 효율성을 높이기 위해서는 단계적인 도입이 보다 합리적이라 볼 수 있다.

4. 결 론

최근 도시개발 및 정책패러다임의 변화로 인해 대중교통중심의 도시개발을 지향하고 있으며, 택지개발사업의 개발방식 역시 일괄 개발에서 단계적 개발로 변화하고 있다. 이러한 개발방식

7) 도로·철도부문 사업의 예비타당성조사 표준지침 수정·보완연구(제5판), 2008.12, KDI

표 9. 대안별 경제성분석 결과

구분			총 비용(억원)		총 편익(억원)		B/C	NPV (억원)	IRR (%)
			할인 전	할인 후	할인 전	할인 후			
현행방식 일괄 도입(일괄개발)			11,537.0	8,493.8	7,135.2	2,710.7	0.32	-5783.1	-2.82
단계적 개발	대안1	일괄 도입	11,537.0	8,493.8	6,366.9	2,175.5	0.26	-6,318.3	-3.60
		단계적 도입	11,537.0	7,339.0	7,592.8	2,338.7	0.32(▲23.1%)	-5,000.3	-2.46
	대안2	일괄 도입	11,537.0	8,493.8	6,804.4	2,474.3	0.29	-6,019.3	-3.38
		단계적 도입	11,537.0	7,339.0	7,991.7	2,609.0	0.36(▲24.1%)	-4,730.0	-2.28

의 변화는 사업지구내 대규모 교통시설 도입에 있어서도 매우 큰 영향을 주고 있다. 특히 친환경적이고 고급화된 첨단 대중교통수단임에도 불구하고 높은 비용으로 도입이 어려운 신교통시스템의 경우 도입여건은 더 악화될 수밖에 없다. 따라서 개발사업지구의 대중교통서비스 향상을 위해서는 개발여건 변화에 발맞춰 도입방식에도 변화를 주어야 한다.

이에 본 연구에서는 도시개발의 개발방식 변화를 고려하여 신교통시스템의 합리적인 도입방향을 모색하고자 단계적 도입방안을 제안하였으며, 실증분석을 통해 단계적 도입의 경제적 타당성을 살펴보고자 하였다. 이에 실증분석에서 2가지 대안을 설정하고, 각 대안별 일괄 도입과 단계적 도입시 경제성분석 결과를 비교하였다. 아울러 현행 방식의 일괄 도입도 함께 비교하였다. 그 결과, 개발여건이 현행의 단계적 개발사업일 경우에는 단계적 도입이 일괄 도입에 비해 B/C상승효과가 높게 나타났으며, 현행의 일괄 개발에 따른 일괄 도입방식에 비해서도 B/C 상승효과가 있는 것으로 분석되었다. 따라서 신교통시스템의 단계적 도입이 경제적으로 개선효과를 가져올 수 있을 것으로 판단된다.

결과적으로, 단계적 개발사업과 같은 패러다임 변화 시에는 신교통시스템과 같은 대규모 기반시설의 경우 단계적 도입과 같은 탄력적인 도입방식을 통해 능동적인 도입이 필요하다는 것을 제시할 수 있었다.

다만 본 논문에서는 실증분석을 통해 각 대안별의 편익의 차이를 분석하고 있으므로 몇 가지의 분석상의 한계점을 밝혀 두는 바이다. 첫째, 단계적 개발시 단계별로 개발지역내의 교통네트워크는 안정적인 상태를 갖추지 못하는 사례가 있으나 본 분석에서는 네트워크의 안정상태를 가정하고 분석하여 단계적 개발로 발생될 수 있는 교통네트워크의 불안정성을 배제하고 하였다. 둘째, 단계적 도입은 일괄 도입에 비해 분석년도가 상대적으로 길어져서 상대적인 편익의 과대추정이 예상될 수 있다. 다만 본 분석에서는 평균적인 여건을 고려하였으므로 실질적용에는 세심한 적용이 필요하다. 셋째, 본 분석에 사용된 일부자료의 경우 표준단가지침이나 평균치 등 일반적인 자료를 적용하였으며, 노선대안의 설정 역시 개략적인 기준에 의거하여 설정하였다. 넷째, 분석 당시 기준의 적용시스템을 고려하였으므로 지속적으로 발전해오는 새로운 시스템이나 시스템비용의 가격하락 그리고 단계적 도입에 따른 지가변동 등과 같은 외적인 요인을 반영하지 못하는 한계를 내포하고 있으며, 고려여건 역시 신교통시스템 도입관련 요인만 적용하여 분석을 수행하였다.

따라서 본 연구의 실증분석에서 산출된 결과는 상대적 비교를 목적으로 제시된 결과치이며, 절대적 결과치로는 오차가 발생할 수 있음을 밝혀둔다.

감사의 글

본 논문은 한국토지주택공사(LH)의 연구비 지원에 의해 수행된 “LH 개발사업에 따른 신교통시스템의 합리적 도입방안 연구” 결과의 일부를 재분석한 것입니다.

참고문헌

1. 김태균·장인석·이영훈(2010),「사업지구내 신교통시스템 도입방안 연구」, 토지주택연구원.
2. 김필수(2010), “기성시가지 신교통시스템 구축방안에 관한 연구”, 동양대학교 석사학위논문.
3. 선지원·박종원(2009),「신교통수단 도입에 따른 교통법제 정비방안 연구」, 한국법제연구원.
4. 신종현·김시곤·한국철도학회(2005),「신도시건설에 따른 신교통수단 시스템 선정방안」.
5. 안태훈(2008),「국내 신교통시스템 도입절차의 문제점 및 개선방안」, 대한민국국회.
6. 오종우·오승훈(2007), “모노레일 활성화 방안 연구”,「한국동굴학회」, 81:55～74.
7. 이준·김경태·문대섭·이진선·한국철도학회(2006),「소형궤도열차시스템의 국내 적용방안 연구」.
8. 이진선·한국철도학회(2011),「PRT시스템 도입시 편익산정 연구 : 난곡노선을 중심으로」, 370-375.
9. 정락교, 조홍식, 김연수, 정상기, 이안호·한국철도학회(2003),「소형궤도열차의 현황 및 가능성」
10. 조은혜(2012), “신교통수단 선정 가이드라인 마련의 의미와 주요내용”,「국토연구」, 113～117
11. 한국토지공사(2004),「성남판교지구 택지개발사업 신교통수단 타당성조사」.
12. 한국토지주택공사(2014),「위례신도시 택지개발사업 광역교통개선대책 신교통수단 타당성분석」.