

철도망 설계모형을 이용한 설계속도 수준별 고속철도망 투자우선순위 선정 High-speed Rail Infrastructure Priority Decision Making on Level of Design Speed by Rail Network Design Problem

박진경[†] · 임용택* · 이 준** · 엄진기*** · 문대섭****

Jinkyung Park · Yongtaek Lim · Jun Lee · Jin Ki Eom · Dae Seop Moon

Abstract This paper introduced Railway Network Design Problem (RNDP) to provide priority decisions on high-speed railway investment scenarios defined by various network segments and train systems. The RNDP optimizes the objective functions of minimize total travel time. Results show that the priority of high-speed railway investment is found to be East-west, West-coast, and South-coast line respectively. An entirely new line built with 400km/h is found to be the best alternative to East-west line. Regarding West-coast and South-coast line, the combined alternative of upgrading Geolla and Kyeonjon line with 200km/h and building a new line with 400km/h and 350km/h for remains of each line is the best.

Keywords : Railway network design problem, Priority decision making, Design Speed, Bi-level program, High speed rail

요 지 본 연구는 철로를 신설 또는 확장 시 목표로 설정한 지표를 최적화시키는 최적 노선구간을 선정하여 철도망의 네트워크 효과를 고려하는 방법론인 철도망 설계모형(Railway Network Design Problem, RNDP)을 이용하여 설계속도 수준별 고속철도망의 노선축별·분석구간별 투자우선순위를 선정하였다. RNDP의 목적함수를 총 통행시간 최소화로 설정하여 분석한 결과 투자우선순위가 가장 높은 고속철도망 노선축은 서동축이며, 다음으로 서해축, 남해축 순으로 나타났다. 또한 노선축별 최적안은 서동축의 경우 전 구간을 400km/h급으로 신선을 건설하는 대안이, 서해축의 경우 전라선 익산~여수 구간을 200km/hr급으로 고속화하는 사업을 활용하고 이 구간을 제외한 나머지 신선구간(송도~익산)을 400km/h급으로 건설하는 대안인 것으로 분석되었다. 마지막으로 남해축의 경우에는 경전선, 즉 순천~마산 구간을 200km/hr로 고속화하는 사업을 활용하여 나머지 신선 구간(목포~순천, 마산~부산)을 350km/h로 건설하는 대안인 것으로 분석되었다.

주 요 어 : 철도망 설계모형, 투자우선순위, 설계속도, 바이레벨 프로그램, 고속철도

1. 서론

현재 운행되고 있는 경부선과 호남선 등 우리나라 주요 간선철도의 열차 최고운행속도는 새마을호를 기준으로 140km/hr이며, 경부고속철도 신선의 KTX(Korea Train Express)를 기준으로 300km/hr이다. 경부고속철도의 신선

을 제외하면 전반적인 간선철도의 신속성이 저하되어 있고, 이로 인해 교통시장 변화에 대한 대처가 미흡하여 효율성이 떨어져 철도의 경쟁력을 약화시켜 왔다.

우리나라 철도수단의 경쟁력을 확보하고 신규 철도수요를 창출하여 공로가 아닌 철도 중심의 지역 간 교통체제로 개편하기 위해서는 철도 인프라에 대한 적극적이고 지속적인 투자가 필요하며, 특히 간선철도망의 운행속도를 선진국 수준으로 고속화하거나 신선을 추가로 신설하여 타 수단 대비 철도수단의 속도-거리 비교우위를 확보해야 한다¹⁾.

[†] 책임저자, 정회원, 한국철도기술연구원, 철도교통물류연구실
E-mail : jinny23138@dreamwiz.com
TEL : (031)460-5463 FAX : (031)460-5021

* 전남대학교 교수

** 한국철도기술연구원, 철도교통물류연구실

*** 한국철도기술연구원, 철도교통물류연구실

**** 한국철도기술연구원, 철도교통물류연구실

1) 한국철도시설공단(2006)에 따르면, 해외 일반철도에 운행 중인 열차는 최고운행속도가 200km/hr가 대부분이며, 최근 차량의 기

환경 친화적이고 에너지 효율적이며 장거리 대량수송이 가능한 철도시설에 대한 투자는 최근 저탄소·저에너지 지속가능성장으로 변화하고 있는 교통시설투자의 정책방향과도 부합한다고도 볼 수 있다. 또한 350km/hr급 한국형 고속열차 개발이 성공적으로 완료되고 400km/hr급 차세대 동력 분산형 고속열차 시스템에 대한 연구개발 사업이 시작되고 있는 현 시점에서, 효율적인 국가 고속철도망 구축을 위한 합리적이고 종합적인 노선계획과 이에 대한 투자 우선순위 선정은 필수적이라고 판단된다.

이에 본 연구는 철도망, 특히 고속철도망의 신설 또는 확장 시 목표로 설정한 지표를 최적화시키는 최적 노선구간을 선정하여 고속철도망의 네트워크 효과를 고려하는 방법론인 철도망 설계모형(Rail Network Design Problem, RNDP)을 이용하여 설계속도 수준별 고속철도망의 노선축별·분석구간별 투자우선순위를 선정하고자 한다. 여기서 철도차량 안전기준에 관한 규칙²⁾에 따라 고속철도 차량과 일반철도 차량을 최고운행속도 200km/hr를 기준으로 구분한다고 했을 때, 본 연구에서 고려되는 고속철도의 설계속도는 신선을 건설하는 사업의 경우 350km/hr급과 400km/hr급을 고려하고, 기존선을 고속화하는 사업의 경우 200km/hr급을 고려한다.

이에 따라 본 연구는 고속철도망을 노선축별로 또는 분석구간별로 신선을 건설하는 것이 효과적인지 아니면 기존선을 고속화하는 것이 효과적인지를 분석할 수 있으며, 또한 노선축별로 또는 분석구간별로 어떠한 설계속도 수준의 고속철도 차량 시스템을 투입하는 것이 효과적인지를 함께 분석할 수 있을 것으로 판단된다.

본 연구는 먼저 제2장에서 교통망 설계모형과 철도망 설계모형에 대해서 살펴보고, 제3장에서는 대안을 선정하고, 노선축별·분석구간별 고속철도망의 투자우선순위를 선정할 수 있는 방법론을 제시한다. 제4장에서는 속도대안별 차량 시스템을 고려한 고속철도망의 투자우선순위 분석결과를 제시하고, 마지막으로 제5장에서는 연구결과를 요약하며 향후 연구 과제를 제시한다.

2. 철도망 설계모형

2.1 교통망 설계모형(NDP)

교통망 설계모형(Network Design Problem, NDP)은 총 사회적 비용을 최소화시키기 위해서 교통 운영자가 여러 통제 가능한 수단³⁾을 이용하여 통행자의 이동을 규제하는

모형을 말한다⁴⁾.

교통망 설계모형은 설계변수의 형태에 따라서 크게 연속형 교통망 설계모형(Continuous NDP, CNDP)과 이산형 교통망 설계모형(Discrete NDP, DNDP)으로 구분된다. 먼저 연속형 교통망 설계모형(CNDP)은 교통망의 지형은 그대로 받아들이는 대신 용량이나 통행료 등의 교통망 변수를 결정하는 모형이다. 즉 도로 확폭(차로 수), 교차로에서의 신호시간, 대중교통 요금 및 도로 통행료와 같은 사용자 부담금, 고속도로 램프에서의 램프 미터링을 등을 결정할 때 주로 적용된다. 이산형 교통망 설계모형(DNDP)은 교통망의 지형을 변화시키는데 주 관심을 가진다. 즉 새로운 대중교통 수단을 도입⁵⁾하거나 교량이나 터널 및 고가도로와 같은 새로운 도로나 철도 궤도를 건설할 때 적용된다.

교통망 설계모형은 일반적으로 bi-level 문제로 구성되는데, bi-level 문제는 상위문제(upper level problem)와 하위문제(lower level problem)의 관계를 어떻게 설정하느냐에 따라 협력적 게임(cooperative game)과 비협력적 게임(non-cooperative game)으로 구분된다. 이때 상위문제는 총비용 최소화, 통행시간 최대화 등과 같은 특정 목적을 달성하기 위한 최적 통제변수(optimal control variable)를 구하는 문제이며, 하위문제는 사용자의 경로선택 문제를 말한다. 일반적으로 Nash 게임은 대표적인 비협력적 게임으로 분류되고, Stackelberg 게임은 협력적 게임으로 분류되는데, 협력적 게임이 더 좋은 해를 갖는 것으로 알려져 있다.

2.2 철도망 설계모형(RNDP)

철도망 설계모형(Rail Network Design Problem, RNDP)은 교통망 중에서도 철도망의 효율성을 높이기 위하여 철도 신설, 노선 확장 및 철도 복선화 등 특정 목표로 설정한 지표를 최적화시키는 최적 노선구간을 선정하는 모형이다.

철도망 설계모형(RNDP)⁶⁾ 역시 도로망 설계모형(NDP)과 마찬가지로 설계변수의 형태에 따라서 연속형 철도망 설계모형(Continuous RNDP, CRNDP)과 이산형 철도망 설계모형(Discrete RNDP, DRNDP)으로 구분된다. 전자는 철도 확장의 경우 즉 철도 복선화와 노선 확장 등에 적용할 수 있으며, 후자는 철도 신설과 고속철도 도입 등에 적용할 수 있다.

3) 예를 들면 신호시간 조절, 도로용량 증대(감소), 혼잡통행료 징수, 신교통수단 도입 등을 말한다.

4) Magnanti and Wong(1984)과 Yang and Bell(1998) 및 Guhhaire and Hao(2008) 참조.

5) 새로운 링크집합으로 표현함.

6) 임용택 외(2008)에 따르면 bi-level 문제로 표현되는 일반적인 도로망 설계모형을 철도망 설계모형에 적용할 수는 있으나 철도망이 갖는 속성들, 즉 철도역의 수요, 철도용량, 배차간격 및 타 수단으로의 환승 등을 고려하여 모형을 구성하여야 한다고 하였다. 보다 자세한 내용은 임용택 외(2008) 참조.

술개발로 인해 240km/hr까지 가는 차량도 있다고 하였다.

2) 건설교통부령 제455호.

Stackelberg게임으로 표현되는 일반적인 bi-level 문제의 경우 상위문제는 식 (1)과 같이 표현되며, 식 (1)에서 $v(y)$ 는 식 (2)와 같은 하위문제를 만족시켜야 한다.

$$\begin{aligned} \max_{y \in Y} & Z(y, v(y)) \\ \text{s.t.} & G(y, v(y)) \leq 0 \end{aligned}$$

여기서 y : 설계변수

$Z(y, v(y))$ 는 상위문제의 목적함수에 해당하고 $G(y, v(y))$ 는 건설비를 비롯한 예산 등의 제약식에 해당하는데, 제약식을 식 (1)과 같이 표현하지 않고 목적함수에 직접적으로 포함시켜 이용하기도 한다.

$$\begin{aligned} \min_{v \in V} & f(y, v) \\ \text{s.t.} & g(y, v) \leq 0 \end{aligned}$$

식 (2)에서 하위문제의 목적함수인 $f(y, v)$ 는 설계변수인 y 에 따라 다르게 정의되어지며, 하위문제의 제약식, $g(y, v)$ 는 사용자 균형 통행배정모형의 통행량 보존과 비음 제약조건 등을 포함한다.

3. 철도망 설계모형 구축 방법론

3.1 대안의 선정

먼저 설계속도 수준별 고속철도망의 노선축별·분석구간별 투자우선순위를 선정하기 위한 고속철도망 노선축은 박진경 외(2008)에서 지속가능한 고속철도망 계획 관점에서 투자우선순위가 높은 것으로 분석된 서동축, 서해축, 남해축을 그 대상으로 한다⁷⁾.

노선축별 분석대안은 크게 신선 건설대안과 기존선 고속화 사업을 활용하는 대안으로 나뉘는데, 신선 건설대안의 경우 설계속도를 고려하여 350km/h급 신선과 400km/h급 신선의 2개 대안⁸⁾을 고려한다. 기존선 고속화 사업을 활용하는 대안의 경우 기존선이 개량된다는 가정 하에 기존선 고속화 구간⁹⁾을 제외한 나머지 신선 구간을 200km/h급 신

선, 350km/h급 신선, 그리고 400km/h급 신선으로 건설하는 3개 대안을 고려하여 총 5개 대안을 고려한다. 여기서 기존선 고속화 구간은 Fig. 2에서 보는 바와 같이 서동축은 경춘선(망우~춘천)이, 서해축은 전라선(익산~여수)이, 그리고 남해축은 경전선(순천~마산)이 기본적으로 200km/h로 개량되어 고속화된다는 전제 하에 분석한다.

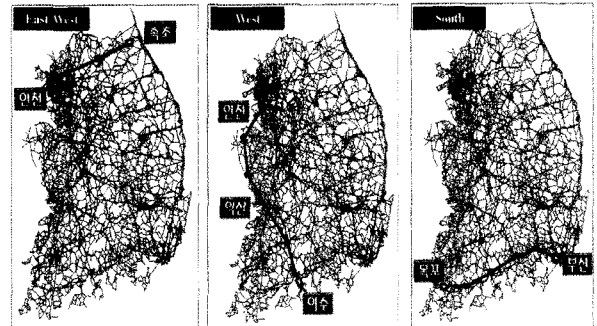


Fig. 1. 신선건설대안

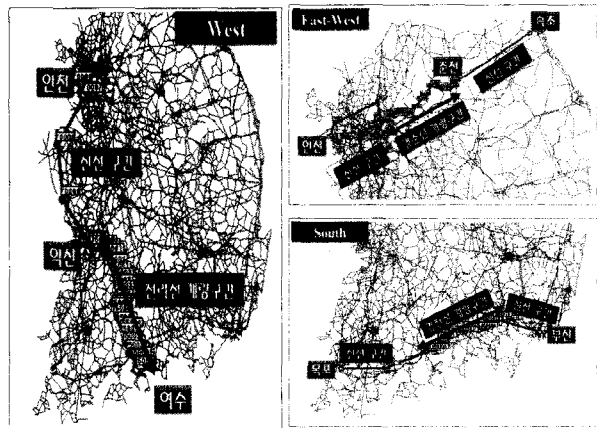


Fig. 2. 기존선 고속화 활용대안

3.2 하위문제 분석방법

본 연구는 효율적이고 합리적인 고속철도 네트워크 구축 전략을 수립하기 위한 철도망 설계모형(RNDP)을 Stackelberg 게임으로 표현되는 일반적인 bi-level program으로 풀이한다. 철도망 설계문제를 풀이할 때 하위문제, 즉 교통수요 추정을 위한 기본자료는 한국교통연구원의 국가교통 DB 센터에서 구축한 2006년도 국가교통 DB(Korea Transportation Database, KTDB)이다.

전통적인 장래 교통수요 추정방법은 순차적으로 통행발생, 통행분포, 수단선택, 통행배정 단계로 교통수요를 추정하는 4단계 추정방법이다. 그러나 KTDB는 전국 지역 간의 현재와 장래 수단통행 O/D와 네트워크 자료 및 주요 파라미터를 함께 제공하고 있으므로 전통적인 4단계 수요추정

7) 박진경 외(2008)에서는 상위계획인 『국가철도망 구축계획(2006~2015)』 상에 제시되어 있는 서동축(서울~속초), 서해축(인천~여수), 남해축(부산~목포), 동해축(부산~속초) 및 중앙축(서울~경주) 고속(화)철도를 대상으로 지속가능한 고속철도망 지수를 산정하여 투자우선순위를 선정하였으며, 그 결과 서동축, 남해축, 서해축 등의 순서로 분석되었다.
 8) 현재 350km/hr급 한국형 고속열차(KTX II) 개발이 성공적으로 완료되었고 400km/hr급 차세대 동력분산형 고속열차 시스템 연구개발 사업이 시작되고 있기 때문에 신선의 경우에는 350km/hr급 이상으로 한정하였다.
 9) 한국철도기술연구원(2008)에서 본 연구와 관련이 있는 경춘선과 경전선 및 전라선을 참고하였는데, 최대 설계속도를 기준으로 경

춘선의 경우 200km/hr까지, 그리고 경전선과 전라선의 경우 230 km/hr까지 고속화할 수 있다고 하였다.

과정을 모두 수행할 필요는 없다. 따라서 본 연구는 통행발생과 통행분포 단계는 수행하지 않고 장래 교통수단 및 경로선택 변화만을 분석한다.

타 수단으로부터 전환되는 교통량이 미미한 도로사업의 경우 수단선택과정을 생략하는 것이 일반적이지만 철도사업의 경우 전환교통량을 추정하는 것이 중요하다고 할 수 있다. 따라서 본 연구에서는 KTDB에서 제공하는 수단통행 O/D를 모두 합쳐 네트워크 변화에 따른 수단선택과정을 수행하고 난 다음 도출된 교통수단별 O/D로 통행배정과정을 수행한다. 이때 수단선택모형의 효용함수 파라미터는 KTDB에서 제시하고 있는 값을 적용¹⁰⁾하고, 수단별 보정더미를 산출¹¹⁾하여 수단선택모형을 정산한 다음 장래 수단통행 O/D를 산출한다.

또한 통행자의 경로선택 변화를 분석하는 단계인 통행배정과정은 첫째, 승용차와 버스는 다차종 통행배정(multi-class assignment) 방식의 이용자 균형배정기법(equilibrium assignment)으로 통행배정을 수행하고, 둘째, 철도는 최적전략(optimal strategy) 기반¹²⁾ 다경로 통행배정기법(multiple assignment)으로 통행배정을 수행한다.

본 연구에서 수행하는 분석년도는 2005년을 기준년도로 설정하였고, KTDB의 여객통행 O/D가 2036년까지 예측되어 있으므로 2036년을 기준으로 교통수단 및 경로선택 변화를 분석한다.

3.3 상위문제 분석방법

주요 간선축의 속도대안별 차량시스템을 선정하고, 고속철도망 투자우선순위를 결정하기 위한 상위문제는 다음의 식 (3)과 같이 수식화된다.

$$\begin{aligned} \text{minimize } Z_U(y,v) &= \sum_{s \in A} v_s \cdot c_s(v_s) \cdot y_s & (3) \\ \text{s.t. } \sum_j y_j &\leq 1 \quad j \in J_s \\ y_s &\in \{0,1\} \quad \forall s \in A \end{aligned}$$

10) 한국교통연구원(2007)에서 제시하고 있는 전국 지역 간 수단선택모형의 효용함수 파라미터 값은 통행시간의 경우 -0.00254이고, 통행비용의 경우 승용차는 -0.0000243, 택시는 -0.0000733, 철도는 -0.000115이다. 따라서 수단특성이 상이한 고속철도와 일반철도가 구분되어 구축되어 있지 않은 한계가 있다고 할 수 있다. 이에 본 연구는 고속철도의 높은 통행비용을 시간가치를 이용하여 속도로 전환한 다음 패널티로 부과해 주었다.

11) 한국개발연구원(2004) 참조.

12) 최적전략기반 통행배정기법은 Spiess & Florian(1989)에 의해 개발된 대중교통 경로탐색방법 중의 하나로써, 대기시간과 승차시간, 도보시간 및 차내시간을 포함하여 통행자가 기대하는 총 통행시간을 최적화하는 기법이다. 이때 전략은 통행자가 선택할 수 있는 방법 중 하나의 요소를 말하는데, 총 통행시간을 최소화하는 전략이 최적전략이 되고 이 전략에 따라 모든 통행이 이루어진다고 가정한다.

식 (3)의 목적함수에서 v_s 와 c_s 는 구간 s 의 통행 승객수와 통행시간을 나타내고, A 는 건설이 고려되는 철도구간 집합이며, 설계변수 y 는 0과 1의 값을 갖는다. y 는 해당 철도구간이 포함되면 1이고 그렇지 않으면 0이기 때문에 식 (3)의 상위문제는 이진 정수계획법(binary integer program)으로 풀 수 있다. 여기서 첫 번째 제약식은 하나의 구간에 1개의 사업만 선정되도록 하는 조건으로, J_s 는 구간 s 의 대안집합을 나타낸다.

식 (3)에서 보는 바와 같이 상위문제는 하위문제에서 산출된 구간별 통행수요, 즉 철도 역간 통행수요와 통행시간을 곱하여 이를 모두 합한 총 통행시간을 최소화시키는 구간을 결정하는 문제로서, 목적함수나 제약식에 고속철도망 건설에 따른 건설비용이나 예산제약은 포함되지 않는다.

건설비용을 고려하지 않은 이유는 첫째, 고속철도는 상당한 건설기간이 소요되기 때문에 현 시점에서 국가의 건설비용 조달에 대한 가능성을 판단하기에는 무리가 따른다고 판단하였다. 둘째, 경부고속철도나 호남고속철도 건설의 경우를 살펴보면, 이러한 대규모 국책사업들은 가용예산의 조달가능성 보다는 정책적인 판단에 의해 주로 추진되고 있다. 마지막으로 본 과업의 주된 목적이 우리나라의 고속철도망을 구축하기 위해서는 어떤 사업부터 추진해야 하는지, 즉 사업의 투자우선순위를 결정하는 것이 목적이기 때문에 건설비 등에 따른 예산제약문제는 큰 고려사항이 아니라고 판단하였다.

상위문제 분석시 고려되는 기존 철도망은 정부와 호남고속철도(KTX) 및 새마을호만을 고려하고, 무궁화와 그 하위 등급의 철도는 고려하지 않는다¹³⁾. 이는 고속철도의 경쟁수단이 되는 철도가 새마을호 이상의 고급철도로 판단하였기 때문이다.

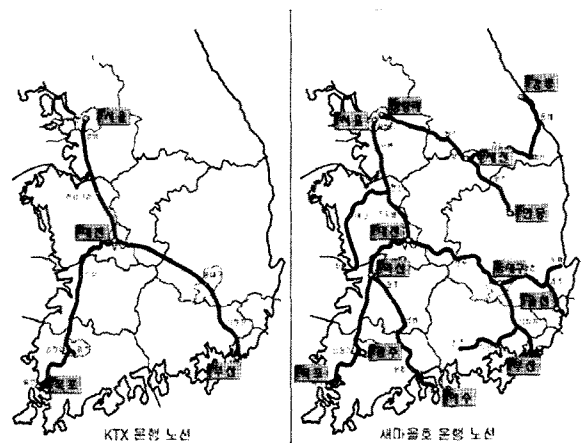


Fig. 3. 상위문제 분석시 고려되는 기존 철도망

13) 하위문제 분석시에는 KTDB에 포함되어 있는 모든 철도망을 고려하여 교통수요를 추정하였음.

3.4 풀이 알고리즘

제시된 RNDP 모형의 풀이과정은 Fig. 4와 같이 수행되며, 이는 안정적인 수렴 해에 도달할 때까지 반복하게 된다.

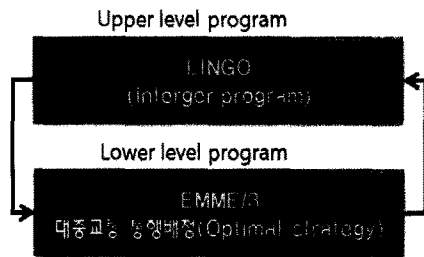


Fig. 4. RNDP 풀이과정

먼저 하위문제의 경우 종합교통계획 분석모형인 EMME/3를 이용하여 통행배정을 수행하고, 상위문제의 경우 비선형 프로그램 패키지인 LINGO를 이용하여 이진 정수계획법으로 풀이한다.

4. 철도망 설계모형을 이용한 고속철도망 투자우선순위 분석결과

4.1 구간별 투자우선순위 분석결과

본 연구는 박진경 외(2008)에서 선정한 서동축과 서해축 및 남해축의 고속철도 역을 기반으로 Table 1과 같이 총 15개의 분석구간을 선정한다.

Table 1. 분석구간

노선축	구간명	분석구간	노선연장(km)
동서축	1구간	인천(북항)~검암	12.3
	2구간	검암~의정부	41.3
	3구간	의정부~춘천	65.6
	4구간	춘천~속초	92.8
서해축	5구간	송도~서산	66.9
	6구간	서산~보령	45.1
	7구간	보령~익산	637
	8구간	익산~남원	43.6
	9구간	남원~순천	52.8
	10구간	순천~여수	94.0
남해축	11구간	목포~보성	51.6
	12구간	보성~순천	59.0
	13구간	순천~진주	76.8
	14구간	진주~마산	56.4
	15구간	마산~부산	34.8

Table 1에 제시되어 있는 서동축과 서해축 및 남해축의 3개 고속철도 노선축의 15개 분석구간과 제3장 대안의 선정에서 선정한 5개 속도대안을 고려하여, 분석구간별로 분석할 시나리오를 설정하면 Table 2와 같이 48개의 시나리오로 정리할 수 있다¹⁴⁾.

투자우선순위 분석시 미시행시는 경춘선(망우~춘천)과 전라선(익산~여수) 및 경전선(순천~마산)의 고속화 사업뿐만 아니라 서동축과 서해축 및 남해축 고속철도 사업이 건설되지 않는 경우를 의미한다. 즉 서동축 신선건설대안의 시나리오 1을 예를 들어 설명하면, 시나리오 1의 총 통행시간은 미시행시(do nothing)를 기반으로 시행시 서동축 신선이 Table 1의 1구간만 350km/hr급으로 건설되고, 2구간, 3구간 및 4구간은 200km/hr급으로 건설되는 경우의 구간별 통행시간을 모두 합한 통행시간을 말한다.

총 통행시간 최소화시 구간별 분석결과를 Table 3과 같은데, 여기서 기존 철도망은 제3장 3절 상위문제 분석방법에서 설명한 바와 같이 경부와 호남고속철도를 비롯한 기존의 새마을호 이상의 철도망을 가리킨다. 또한 Table 3에서 통행시간과 통행수요는 각각 하위문제에서 산출된 철도 역간 통행시간과 승차인원을 의미한다. 즉 기존 철도망의 통행시간과 통행수요는 새마을호와 경부 및 호남 고속철도의 역간 통행시간과 승차인원을 모두 합한 통행시간과 통행수요를 의미하며, 총 통행시간은 이들 통행시간과 통행수요를 구간별로 곱하여 모두 합한 통행시간을 의미한다.

Table 3을 기준으로 총 통행시간 최소화시 구간별 최적안을 제시하면 Table 4와 같다. Table 4에서 보는 바와 같이 노선축별 투자우선순위는 서동축이 가장 높은 것으로 분석되었으며, 서동축의 경우 서해축과 남해축에 비해서 노선연장이 짧아 속도대안별 통행수요 차이가 거의 없는 것으로 분석되었다.

노선축별로 살펴보면 첫째, 서동축의 경우, 전 구간을 400km/h급으로 신선을 건설하는 대안이 총 통행시간이 가장 최소화 되는 대안인 것으로 분석되었으며, 우선순위는 4구간(춘천~속초)이 가장 높고 3구간(의정부~춘천), 2구간(검암~의정부), 1구간(북항~검암) 순으로 나타났다.

14) 서해축과 남해축의 경우 기존선 고속화 구간이 신선건설구간의 일부에 포함되지만 서동축의 경우 망우~춘천 구간이 신선건설구간에 포함되지 않는다. 따라서 서동축의 경우 기존선 고속화 사업 활용 대안을 분석할 때 서동축 신선 건설대안의 일부를 그대로 활용할 수 없어 신선 건설대안과 직접적으로 비교하기 힘들다는 문제가 발생하고, 2008년 현재 국토해양부에서 서동축에 관한 신선건설대안의 타당성 조사를 이미 발주한 상황이므로 서동축의 기존선 고속화 활용대안은 고려하지 않는 것으로 가정하였다.

Table 2 구간별 투자우선순위 분석시 시나리오 설정

구분	시나리오	시나리오 설명
서 동 축 신 선	시나리오1	1구간만 속도를 350km/h로 지정하고 나머지구간은 200km/h
	시나리오2	1구간만 속도를 400km/h로 지정하고 나머지구간은 200km/h
	시나리오3	2구간만 속도를 350km/h로 지정하고 나머지구간은 200km/h
	시나리오4	2구간만 속도를 400km/h로 지정하고 나머지구간은 200km/h
	시나리오5	3구간만 속도를 350km/h로 지정하고 나머지구간은 200km/h
	시나리오6	3구간만 속도를 400km/h로 지정하고 나머지구간은 200km/h
	시나리오7	4구간만 속도를 350km/h로 지정하고 나머지구간은 200km/h
	시나리오8	4구간만 속도를 400km/h로 지정하고 나머지구간은 200km/h
서 해 축 신 선	시나리오9	5구간만 속도를 350km/h로 지정하고 나머지구간은 200km/h
	시나리오10	5구간만 속도를 400km/h로 지정하고 나머지구간은 200km/h
	시나리오11	6구간만 속도를 350km/h로 지정하고 나머지구간은 200km/h
	시나리오12	6구간만 속도를 400km/h로 지정하고 나머지구간은 200km/h
	시나리오13	7구간만 속도를 350km/h로 지정하고 나머지구간은 200km/h
	시나리오14	7구간만 속도를 400km/h로 지정하고 나머지구간은 200km/h
	시나리오15	8구간만 속도를 350km/h로 지정하고 나머지구간은 200km/h
	시나리오16	8구간만 속도를 400km/h로 지정하고 나머지구간은 200km/h
	시나리오17	9구간만 속도를 350km/h로 지정하고 나머지구간은 200km/h
	시나리오18	9구간만 속도를 400km/h로 지정하고 나머지구간은 200km/h
	시나리오19	10구간만 속도를 350km/h로 지정하고 나머지구간은 200km/h
	시나리오20	10구간만 속도를 400km/h로 지정하고 나머지구간은 200km/h
서 해 축 기 존 선 고속화 활용	시나리오21	전라선 고속화구간을 200km/h로 고정하고, 신선 5구간을 200km/h, 나머지 신선구간은 200km/h
	시나리오22	전라선 고속화구간을 200km/h로 고정하고, 신선 5구간을 350km/h, 나머지 신선구간은 200km/h
	시나리오23	전라선 고속화구간을 200km/h로 고정하고, 신선 5구간을 400km/h, 나머지 신선구간은 200km/h
	시나리오24	전라선 고속화구간을 200km/h로 고정하고, 신선 6구간을 200km/h, 나머지 신선구간은 200km/h
	시나리오25	전라선 고속화구간을 200km/h로 고정하고, 신선 6구간을 350km/h, 나머지 신선구간은 200km/h
	시나리오26	전라선 고속화구간을 200km/h로 고정하고, 신선 6구간을 400km/h, 나머지 신선구간은 200km/h
	시나리오27	전라선 고속화구간을 200km/h로 고정하고, 신선 7구간을 200km/h, 나머지 신선구간은 200km/h
	시나리오28	전라선 고속화구간을 200km/h로 고정하고, 신선 7구간을 350km/h, 나머지 신선구간은 200km/h
	시나리오29	전라선 고속화구간을 200km/h로 고정하고, 신선 7구간을 400km/h, 나머지 신선구간은 200km/h
남 해 축 신 선	시나리오30	11구간만 속도를 350km/h로 지정하고 나머지구간은 200km/h
	시나리오31	11구간만 속도를 400km/h로 지정하고 나머지구간은 200km/h
	시나리오32	12구간만 속도를 350km/h로 지정하고 나머지구간은 200km/h
	시나리오33	12구간만 속도를 400km/h로 지정하고 나머지구간은 200km/h
	시나리오34	13구간만 속도를 350km/h로 지정하고 나머지구간은 200km/h
	시나리오35	13구간만 속도를 400km/h로 지정하고 나머지구간은 200km/h
	시나리오36	14구간만 속도를 350km/h로 지정하고 나머지구간은 200km/h
	시나리오37	14구간만 속도를 400km/h로 지정하고 나머지구간은 200km/h
	시나리오38	15구간만 속도를 350km/h로 지정하고 나머지구간은 200km/h
	시나리오39	15구간만 속도를 400km/h로 지정하고 나머지구간은 200km/h
남 해 축 기 존 선 고속화 활용	시나리오40	경전선 고속화구간을 200km/h로 고정하고, 신선 11구간을 200km/h, 나머지 신선구간은 200km/h
	시나리오41	경전선 고속화구간을 200km/h로 고정하고, 신선 11구간을 350km/h, 나머지 신선구간은 200km/h
	시나리오42	경전선 고속화구간을 200km/h로 고정하고, 신선 11구간을 400km/h, 나머지 신선구간은 200km/h
	시나리오43	경전선 고속화구간을 200km/h로 고정하고, 신선 12구간을 200km/h, 나머지 신선구간은 200km/h
	시나리오44	경전선 고속화구간을 200km/h로 고정하고, 신선 12구간을 350km/h, 나머지 신선구간은 200km/h
	시나리오45	경전선 고속화구간을 200km/h로 고정하고, 신선 12구간을 400km/h, 나머지 신선구간은 200km/h
	시나리오46	경전선 고속화구간을 200km/h로 고정하고, 신선 15구간을 200km/h, 나머지 신선구간은 200km/h
	시나리오47	경전선 고속화구간을 200km/h로 고정하고, 신선 15구간을 350km/h, 나머지 신선구간은 200km/h
	시나리오48	경전선 고속화구간을 200km/h로 고정하고, 신선 15구간을 400km/h, 나머지 신선구간은 200km/h

Table 3. 총 통행시간 최소화시 구간별 투자우선순위 분석결과

구 분	시나리오	고속철도망 노선축(서동축, 서해축, 남해축)			기존 철도망			총 통행시간 (C=A+B)	우선 순위
		통행시간 (시)	통행수요 (인/일)	총 통행시간 (A)	통행시간 (시)	통행수요 (인/일)	총 통행시간 (B)		
서 동 축 신 선	시나리오1	4.1	60,234	245,674	66.7	131,445	8,767,009	9,012,683	8
	시나리오2	4.0	60,145	243,347	66.7	131,369	8,761,940	9,005,287	6
	시나리오3	4.0	62,046	245,268	66.7	131,434	8,766,275	9,011,543	7
	시나리오4	3.8	62,012	238,333	66.7	131,350	8,760,673	8,999,006	5
	시나리오5	3.8	60,413	232,449	66.7	131,431	8,766,075	8,998,524	4
	시나리오6	3.7	60,513	222,284	66.7	131,343	8,760,206	8,982,490	3
	시나리오7	3.7	60,568	225,898	66.7	131,141	8,746,733	8,972,632	2
	시나리오8	3.5	61,413	213,922	66.7	130,863	8,728,191	8,942,113	1
서 해 축 신 선	시나리오9	6.8	43,361	294,262	66.7	135,607	9,044,603	9,338,865	19
	시나리오10	6.5	46,999	307,201	66.7	135,509	9,038,066	9,345,267	23
	시나리오11	7.0	39,983	278,682	66.7	135,889	9,063,411	9,342,093	22
	시나리오12	6.8	42,223	288,510	66.7	135,889	9,063,411	9,351,921	26
	시나리오13	6.9	38,657	268,202	66.7	135,956	9,067,880	9,336,082	18
	시나리오14	6.8	39,784	269,789	66.7	136,117	9,078,618	9,348,407	25
	시나리오15	6.9	41,612	285,486	66.7	136,137	9,079,952	9,365,438	28
	시나리오16	6.7	43,143	287,189	66.7	136,414	9,098,427	9,385,616	29
	시나리오17	6.9	42,436	294,902	66.7	135,625	9,045,803	9,340,705	20
	시나리오18	6.8	43,605	296,485	66.7	135,682	9,049,605	9,346,090	24
	시나리오19	7.0	39,053	275,050	66.7	135,923	9,065,679	9,340,729	21
	시나리오20	7.0	39,908	277,387	66.7	136,119	9,078,752	9,356,139	27
서 해 축 기 존 선 고속화 활용	시나리오21	7.7	27,000	207,108	66.7	134,312	8,958,230	9,165,338	9
	시나리오22	7.3	31,928	231,904	66.7	134,138	8,946,625	9,178,528	12
	시나리오23	7.0	34,757	243,762	66.7	134,202	8,950,893	9,194,656	15
	시나리오24	7.7	27,000	207,108	66.7	134,312	8,958,230	9,165,338	10
	시나리오25	7.4	29,541	219,992	66.7	134,389	8,963,366	9,183,357	14
	시나리오26	7.3	31,459	229,965	66.7	134,451	8,967,501	9,197,466	17
	시나리오27	7.7	27,000	207,108	66.7	134,312	8,958,230	9,165,338	11
	시나리오28	7.4	28,308	209,904	66.7	134,472	8,968,901	9,178,805	13
	시나리오29	7.3	29,326	212,858	66.7	134,684	8,983,041	9,195,899	16
남 해 축 신 선	시나리오30	5.0	41,939	209,877	66.7	140,458	9,368,151	9,578,027	40
	시나리오31	4.8	44,260	213,628	66.7	140,504	9,371,219	9,584,847	44
	시나리오32	5.1	41,966	213,971	66.7	140,429	9,366,216	9,580,187	41
	시나리오33	5.0	43,915	218,653	66.7	140,432	9,366,417	9,585,069	45
	시나리오34	5.0	42,161	211,578	66.7	140,425	9,365,950	9,577,528	39
	시나리오35	4.8	44,351	215,058	66.7	140,482	9,369,751	9,584,809	43
	시나리오36	5.1	41,960	214,220	66.7	140,472	9,369,084	9,583,304	42
	시나리오37	5.0	44,285	220,953	66.7	140,536	9,373,353	9,594,306	46
	시나리오38	5.1	42,526	215,423	66.7	140,781	9,389,694	9,605,116	47
	시나리오39	4.9	45,219	222,719	66.7	141,140	9,413,638	9,636,357	48
남 해 축 기 존 선 고속화 활용	시나리오40	5.7	33,619	193,242	66.7	140,122	9,345,740	9,538,982	30
	시나리오41	5.5	34,899	190,479	66.7	140,272	9,355,745	9,546,224	33
	시나리오42	5.3	35,542	187,674	66.7	140,386	9,363,348	9,551,022	35
	시나리오43	5.7	33,619	193,242	66.7	140,122	9,345,740	9,538,982	31
	시나리오44	5.6	34,888	193,710	66.7	140,250	9,354,278	9,547,987	34
	시나리오45	5.4	35,307	191,811	66.7	140,353	9,361,147	9,552,959	36
	시나리오46	5.7	33,619	193,242	66.7	140,122	9,345,740	9,538,982	32
	시나리오47	5.5	35,253	194,573	66.7	140,359	9,361,548	9,556,121	37
	시나리오48	5.4	35,793	192,531	66.7	140,464	9,368,551	9,561,081	38

둘째, 서해축의 경우 남해축보다 전반적으로 우선순위가 높는데, 먼저 5구간과 6구간 및 7구간, 즉 전라선의 익산~여수 구간이 200km/hr급으로 고속화된다는 가정 하에 송도~익산 구간을 200km/hr급으로 신선을 건설하는 대안이 서해축 전체를 신선으로 건설하는 대안보다 우선순위가 높은 것으로 분석되었다. 또한 신선 건설대안인 경우에는 400km/hr급보다는 350km/hr급이 우선순위가 높은 것으로 분석되었다. 구간별로 살펴보면, 먼저 전라선(익산~여수) 고속화 사업을 활용하는 경우에는 우선순위가 5구간(송도~서산)이 가장 높고, 다음으로 6구간(서산~보령), 7구간(보령~익산) 순으로 추정되었다. 다음으로 신선을 건설하는 경우에는 7구간(보령~익산)의 우선순위가 가장 높고, 다음으로 5구간(송도~서산), 9구간(남원~순천) 순으로 분석되었다.

셋째, 남해축의 경우에도 서해축과 마찬가지로 경전선의 순천~마산 구간이 200km/hr급으로 고속화된다는 가정 하에 나머지 구간을 200km/hr급으로 신설하는 대안이 최적이므로 분석되었다. 또한 경전선 고속화 사업을 활용할 경우에는 11구간(목포~순천)의 우선순위가 가장 높고, 신선을 건설하는 경우에는 13구간(순천~진주)구간의 우선순위가 가장 높은 것으로 나타났다.

Table 4. 총 통행시간 최소화시 구간별 최적인

구분	분석구간	구간별 최적인	우선순위
서동축 신선	1	서동축 신선 400km/h	6
	2	서동축 신선 400km/h	5
	3	서동축 신선 400km/h	3
	4	서동축 신선 400km/h	1
서해축 신선	5	서해축 신선 350km/h	19
	6	서해축 신선 350km/h	22
	7	서해축 신선 350km/h	18
	8	서해축 신선 350km/h	28
	9	서해축 신선 350km/h	20
	10	서해축 신선 350km/h	21
서해축 기존선 고속화 활용	5	고속화 200km/h 활용시, 신선 200km/h	9
	6	고속화 200km/h 활용시, 신선 200km/h	10
	7	고속화 200km/h 활용시, 신선 200km/h	11
남해축 신선	11	남해축 신선 350km/h	40
	12	남해축 신선 350km/h	41
	13	남해축 신선 350km/h	39
	14	남해축 신선 350km/h	42
	15	남해축 신선 350km/h	47
남해축 기존선 고속화 활용	11	고속화 200km/h 활용시, 신선 200km/h	30
	12	고속화 200km/h 활용시, 신선 200km/h	31
	15	고속화 200km/h 활용시, 신선 200km/h	32

4.2 노선축별 투자우선순위 분석결과

총 통행시간 최소화시 노선축별 투자우선순위는 개별 분석구간이 아닌 서동축과 서해축 및 남해축의 3개 고속철도망 노선축에 대하여 각각 Table 5와 같이 12개의 분석 시나리오를 구성하여 분석하였다. 이때 미시행시는 경춘선과 전라선 및 전라선의 기존선 고속화 사업이 시행된다고 가정하는 do something대안을 이용하였다.

Table 5. 노선축별 투자우선순위 분석시 시나리오 설정

구분	시나리오	시나리오 설명
서동축 신선	49	서동축 신선 350km/h
	50	서동축 신선 400km/h
서해축 신선	51	서해축 신선 350km/h
	52	서해축 신선 400km/h
서해축 기존선 고속화 활용	53	전라선 고속화 사업(익산~여수)을 200km/h로 활용하고, 송도~익산 구간을 200km/h로 신설
	54	전라선 고속화 사업(익산~여수)을 200km/h로 활용하고, 송도~익산 구간을 350km/h로 신설
	55	전라선 고속화 사업(익산~여수)을 200km/h로 활용하고, 송도~익산 구간을 400km/h로 신설
남해축 신선	56	남해축 신선 350km/h
	57	남해축 신선 400km/h
남해축 기존선 고속화 활용	58	경전선 고속화(순천~마산)를 200km/h로 활용하고, 목포~순천, 마산~부산을 200km/h로 신설
	59	경전선 고속화(순천~마산)를 200km/h로 활용하고, 목포~순천, 마산~부산을 350km/h로 신설
	60	경전선 고속화(순천~마산)를 200km/h로 활용하고, 목포~순천, 마산~부산을 400km/h로 신설

Table 6. 노선축별 투자우선순위 분석결과

시나리오	고속철도망 노선축			기존 철도망			총 통행시간 (C=A+B)	우선순위
	통행시간 (시)	통행수요 (인/일)	총 통행시간 (A)	통행시간 (시)	통행수요 (인/일)	총 통행시간 (B)		
49	3.2	58,465	187,848	66.7	131,200	8,751,040	8,938,888	2
50	2.7	59,255	157,026	66.7	130,922	8,732,497	8,889,523	1
51	5.6	34,376	191,784	66.7	134,399	8,964,413	9,156,197	7
52	4.6	36,842	169,080	66.7	133,700	8,917,790	9,086,870	5
53	7.7	23,523	180,437	66.7	133,694	8,917,390	9,097,827	6
54	6.8	26,701	180,650	66.7	133,403	8,897,980	9,078,630	4
55	6.2	29,875	185,504	66.7	133,096	8,877,503	9,063,007	3
56	4.1	29,867	122,903	66.7	140,678	9,383,223	9,506,126	11
57	3.4	33,102	112,293	66.7	141,095	9,411,037	9,523,330	12
58	5.7	25,590	147,091	66.7	140,034	9,340,268	9,487,359	9
59	5.1	26,688	135,104	66.7	140,153	9,348,205	9,481,309	8
60	4.6	27,321	126,870	66.7	140,353	9,361,545	9,488,415	10

노선축별 투자우선순위 분석결과 Table 6에서 보는 바와 같이 노선축별 투자우선순위가 가장 높은 대안은 서동축이

며, 다음으로 서해축, 남해축 순으로 분석되었다.

또한 노선축별 최적안은 서동축의 경우 전 구간을 400km/h급으로 신선을 건설하는 대안이, 서해축의 경우 전라선 익산~여수 구간을 200km/h급으로 고속화하는 사업을 활용하고 이 구간을 제외한 나머지 신선구간(송도~익산)을 400km/h급으로 건설하는 대안인 것으로 분석되었다. 남해축의 경우에는 경전선, 즉 순천~마산 구간을 200km/h로 고속화하는 사업을 활용하여 나머지 신선 구간(목포~순천, 마산~부산)을 350km/h로 건설하는 대안이 우선순위가 높은 것으로 분석되었다.

5. 결론

근대 산업사회의 대표적인 국가 교통기반시설이라 할 수 있는 철도는 자동차 산업의 발달로 인해 철도수요가 지속적으로 감소하였을 뿐만 아니라 도로에 비해 시설투자가 저조하여 지역 간 중·장거리 수단경쟁우위를 확보하지 못하여왔다. 중·장거리 교통수요를 철도수요로 계속적으로 흡수하여 철도 중심의 지역 간 교통체계로 개편하기 위해서는 철도 인프라에 대한 적극적이고 지속적인 투자가 필요하며 특히, 기존선을 고속화하거나 신선을 추가로 건설하여 타 수단대비 철도수단의 속도-거리 비교우위를 확보해야 한다.

이에 본 연구는 철도망, 특히 고속철도망의 신설 또는 확장 시 목표로 설정한 지표를 최적화시키는 최적 노선구간을 선정하여 고속철도망의 네트워크 효과를 고려하는 방법론인 철도망 설계모형을 이용하여 설계속도 수준별 고속철도망의 노선축별·분석구간별 투자우선순위를 선정하였다.

서동축과 남해축 및 서해축을 대상으로 신선 건설대안의 경우 최고운행속도 350km/h급과 400km/h급을 건설하는 대안을 고려하였고, 기존선 고속화 사업을 활용하는 대안의 경우 기존선이 200km/h급으로 고속화된다는 가정 하에 기존선 고속화 구간을 제외한 나머지 신선 구간을 200km/h급, 350km/h급, 그리고 400km/h급으로 건설하는 대안을 고려하여 총 5개 대안을 고려하였다. 여기서 기존선 고속화 구간은 서동축은 경춘선(망우~춘천)이, 서해축은 전라선(익산~여수)이, 그리고 남해축은 경전선(순천~마산)이 기본적으로 200km/h로 개량된다는 전제 하에 분석하였다. 분석결과를 요약하여 제시하면 다음과 같다.

총 통행시간 최소화를 목적함수로 하여 구간별로 선정된 최적안은 우선순위가 가장 높은 노선축인 서동축의 전 구간을 400km/h급으로 신설하는 대안이며, 4구간(춘천~속초)이 우선순위가 가장 높은 것으로 분석되었다. 서해축과

남해축의 경우에는 모두 신선을 건설하는 대안보다는 기존선 고속화 구간을 활용하여 나머지 신선을 200km/h급으로 건설하는 대안이 최적안인 것으로 나타났으며, 서해축이 남해축보다 우선순위가 높고, 신선 건설대안 중에서는 400km/h급보다는 350km/h급이 우선순위가 높은 것으로 분석되었다. 또한 분석구간별로 살펴보면, 기존선 고속화 구간을 활용하는 대안인 경우 서해축의 경우에는 5구간(송도~서산)이, 남해축의 경우에는 11구간(목포~순천)의 우선순위가 가장 높은 것으로 나타났다.

다음으로 노선축별 철도망 설계모형 분석결과 투자우선순위가 가장 높은 대안은 서동축이며, 다음으로 서해축, 남해축 순으로 나타났다. 또한 노선축별 최적안은 서동축의 경우 전 구간을 400km/h급으로 신선을 건설하는 대안이, 서해축의 경우 전라선 익산~여수 구간을 200km/h급으로 고속화하는 사업을 활용하고 이 구간을 제외한 나머지 신선구간(송도~익산)을 400km/h급으로 건설하는 대안인 것으로 분석되었다. 남해축의 경우에는 경전선, 즉 순천~마산 구간을 200km/h로 고속화하는 사업을 활용하여 나머지 신선 구간(목포~순천, 마산~부산)을 350km/h로 건설하는 대안이 200km/h급으로 건설하는 대안보다 우선순위가 높은 것으로 분석되었다.

본 연구에서 제시한 연구결과는 향후 보다 구체적인 몇 가지 사항에 대한 추가 검토가 필요하다. 첫째, 본 연구에서 제시한 고속철도 노선축별 속도대안별 투자우선순위는 통행자의 총 통행시간을 최소화하는 목적함수를 이용하여 제시하였으나 이는 비용 제약을 고려하였을 경우 상이해질 가능성이 있다. 그러나 본 연구와 같은 네트워크 디자인 단계에서는 개별 철도차량 시스템별로 정확한 건설비와 운영비를 산정하기 어렵다. 따라서 향후 구체적인 실용화 단계에서 정확한 철도건설비와 운영비 및 차량비 등을 산정하고, 이를 함께 목적함수에 고려하여 결과를 제시하는 것이 보다 현실적인 결과를 도출하는 방법인 것으로 판단된다.

둘째, 하위문제를 풀이할 때 KTDB에서 제시하는 수단통행 O/D를 이용하였다. 현재 KTDB의 철도 O/D는 고속철도의 수단통행 O/D를 일반철도의 수단통행 O/D와 구분하여 제시하고 있지 않기 때문에 실질적인 전환수요를 예측하기 어려운 측면이 내재되어 있다. 따라서 신설노선에 대한 승객들의 선호도 조사(SP) 등을 수행하고, 유발수요 등을 고려하여 현재 KTDB에서 제시하고 있지 못하는 고속철도 수단통행 O/D를 별도로 구축함으로써 보다 현실적인 수송수요 분석이 필요할 것으로 판단된다.

마지막으로 고속철도와 일반철도가 모두 포함된 대중교통 노선자료를 EMME/3의 최적전략기법으로 통행배정하는 경우 철도노선 간 또는 고속철도와 일반철도 간 지나친

환승이 발생하는 문제가 발생할 수 있다. 따라서 추후 이에 대한 보완분석이 필요하다.

참고 문헌

1. 건설교통부(2006), “국가철도망 구축계획(2006~2015)”.
 2. 박진경, 엄진기, 이준(2008), “지속가능한 고속철도망 계획을 위한 투자우선순위 선정에 관한 연구: 다원-속성 효용이론을 이용하여,” 한국철도학회 논문집, 제11권, 제1호, pp. 45-53.
 3. 임용택, 장준석, 박진경, 이준(2008), “철도승객의 노선선택을 고려한 철도망 설계모형 연구,” 한국철도학회 논문집, 제11권, 제6호, pp. 581-587.
 4. 한국개발연구원(2004), “도로·철도 부문사업의 예비타당성 조사 표준지침 수정·보완 연구(제4판)”.
 5. 한국교통연구원(2007), “2006년도 국가교통 DB구축사업”.
 6. 한국철도기술연구원(2008), “철도 건설선 고속화 실행방안-열차 운전분석 부문,” 중간보고서.
 7. 한국철도시설공단(2006), “설계속도 수준별 비용·효과분석”.
 8. Guihaire, V. and Hao, J.(2008), “Transit Network Design and Scheduling: A Global Reviews,” Transportation Research A in press.
 9. Magnanti, T. and Wong, R.(1984) “Network Design and Transportation Planning: Models and Algorithms,” Transportation Science, Vol. 18, pp. 1-55.
 10. Yang, H. and Bell, M.G.H.(1998), “Models and Algorithms for Road Network Design: A Review and Some New Developments,” Transport Review, Vol. 18, pp. 257-278.
- 접수일(2009년 1월 15일), 수정일(2009년 4월 3일),
게재확정일(2009년 5월 20일)