

KTX 기종점 통행 전수화



김 한 수
 한국철도공사 연구원
 경영연구처 책임연구원
 hansman@korail.com

1. 서론

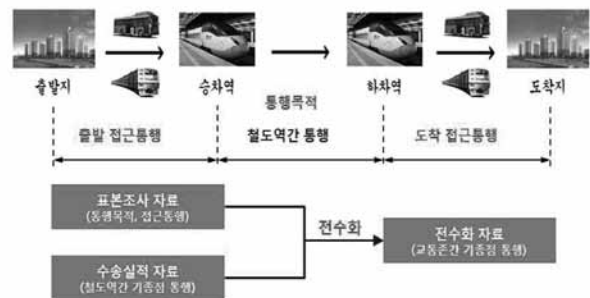
국가교통DB는 교통계획 수립에 필요한 기종점(Origin and Destination) 통행량과 교통 네트워크를 매년 갱신하여 제공하고 있다. 이 중 기종점 통행량은 2012년 배포자료(기준연도 2011년)부터 두 가지 기준이 변경되었다. 첫째, 연 일평균 통행량(AADT : Average Annual Daily Traffic Volume)에서 토요일과 일요일을 제외한 평일(월~금)의 평균치인 연 일평균 평일 통행량(AAWDT : Average Annual Weekday Traffic Volume)으로 변경되었다. 둘째, 접근통행이 분리된 개별수단 통행량(unlinked trip)에서 접근통행이 연계된 주수단 통행량(linked trip)으로 변경되었다[1]. 이러한 변화는 일상적인 평일의 통행패턴을 설명하기에는 적합하지만 주5일 근무제 확산과 삶의 질 향상 등으로 증가되고 있는 주말의 지역간 통행패턴을 설명하기에는 부족하다.

우리나라 고속철도는 2010년 경부고속철도 2단계 개통부터 신설노선 개통, 기존선 직결운행, 정차역 추가 등으로 서비스 영향권이 확대되고 있다. 이로 인하여 KTX 운행계획 수립 등 열차공급에 필요한 의사결정의 중요성이 부각되고 있다. KTX 운행계획은 요일별 시간대별 통행패턴을 반영하기 위하여 요일을 5개로 구분(월, 화~목, 금, 토, 일)하여 열차운행횟수와 열차운행시간을 설정하고 있다. 그러므로 KTX 운행계획의 근거자료로 사용되는 장래 수송수요도 이러한 사용목적에 적합하도록 세분화 할 필요가 있다. 요일별 통행패턴과 통행량을 고려하여 최소한 주중(월~목)과 주말(금~일)로 구분된 KTX 기종점 통행량

이 필요하다[2, 3].

기종점 통행량은 철도역 기반 통행과 교통존(TAZ : Traffic Analysis Zone) 기반 통행으로 구분할 수 있다. 개별수단 통행은 접근통행이 분리된 철도역 기반 통행인 반면, 주수단 통행은 접근통행이 연계된 교통존 기반 통행이다. 철도역 기반 개별수단 통행은 최신 상세자료 취득이 용이 하지만 사회경제지표와의 연계분석이 어렵고, 수서역 개통과 같이 접근통행 변경에 따른 분석이 어려운 문제가 있다. 교통존 기반 통행은 사회경제지표와의 연계분석이 용이하고, 철도역 선택분석이 가능한 장점이 있지만 승차권 판매 전산자료와 접근통행실태 조사자료를 이용하여 전수화(expansion of sample) 하는 과정이 필요하다.

본 논문은 KTX 운행계획의 근거자료로 사용하기 위하여 주중(월~목)과 주말(금~일)로 구분하여 KTX 역간 기종점 통행 자료와 통행목적, 접근통행을 조사한 통행실태 조사 자료를 연계하는 교통존간 기종점 통행의 전수화 방안을 제시하고자 한다. 논문의 구성은 첫째, 기존 전수화



〈그림 1〉 철도역 기반 통행과 교통존 기반 통행

사례를 검토하여 KTX 기종점 통행 전수화에 적합한 방법을 제시한다. 둘째, 역별 접근통행의 연계를 위하여 KTX 영향권 설정방법을 제시한다. 셋째, 역별 접근통행을 접근수단별로 구분하여 분석한다. 넷째, 전수화 결과를 출발역을 기준으로 도착지 분포, 시간대별 통행목적별 수송인원, 접근시간을 포함한 총통행시간의 분포를 분석하여 제시한다. 마지막으로 연구결과를 정리하고 연구의 한계와 향후 연구방향을 제시한다.

2. 기종점 통행 전수화

2.1 전수화 방법론

통행 전수화는 통행실태조사 등으로 표본조사된 자료를 전체 모집단에 대하여 집계하는 과정으로 표본자료에 전수화 계수를 적용하여 전체 모집단의 특성과 최대한 유사하게 맞추는 일련의 과정이다. KTX 역간 기종점 통행은 실제 KTX를 이용한 전체 모집단이기 때문에 승용차 또는 버스와 같이 모집단을 추정할 필요가 없다. 그 대신 통행목적과 접근통행에 대한 통행실태조사 표본자료를 이용하여 KTX 역간 기종점 통행에 접근통행을 연계하여 교통종간 기종점 통행으로 전수화 하는 과정이 필요하다.

국가교통DB는 철도와 항공과 같이 수송실적이 전체 모집단인 경우 다음과 같이 전수화를 하고 있다. 첫째, 철도 역간 기종점 통행에 대한 수송실적 중 공휴일과 주말(토, 일)을 제외하고 연평균 평일 수송실적을 산출하여 모집단을 산출한다. 둘째, 철도역 기준의 연평균 평일 수송실적을 철도역 소재 교통종으로 매칭하여 교통종간 통행으로 변환한다. 셋째, 출발지에서 승차역, 하차역에서 도착지까지의 접근통행을 연계하여 출발지에서 도착지까지의 교통종간 전수 통행을 추정한다[1].

본 논문에서는 KTX 기종점 통행 전수화에 요일별 시간대별 통행패턴을 반영하기 위하여 다음과 과정을 거친다. 첫째, 요일별 통행패턴과 통행량을 고려하기 위하여 주중(월~목)과 주말(금~일)로 구분하여 주중과 주말 일평균 KTX 역간 기종점 통행량을 산출한다. 둘째, 역별 출발지와 도착지는 KTX 역별 영향권 내로 한정한다. 이를 위해 역별 영향권을 설정하고 영향권 내 교통종별 통행분포 비율을 산출한다. 셋째, 시간대별 통행패턴을 고려하기 위하

여 하차시간대를 기준으로 집계하여 통행목적(업무, 여가) 비율을 산출한다. 출발지부터 도착지까지 전체 여정에 대한 교통종간 기종점 통행량은 식(1)에 의해 추정한다. 전수자료인 KTX 역간 기종점 통행량에 표본조사로 산출한 출발지의 통행분포 비율, 도착지의 통행분포 비율, 통행목적 비율을 적용하여 산출한다.

$$t_{xijymw} = t_{ijmw} \times a_{xw} \times c_{jw} \times p_{mw} \tag{1}$$

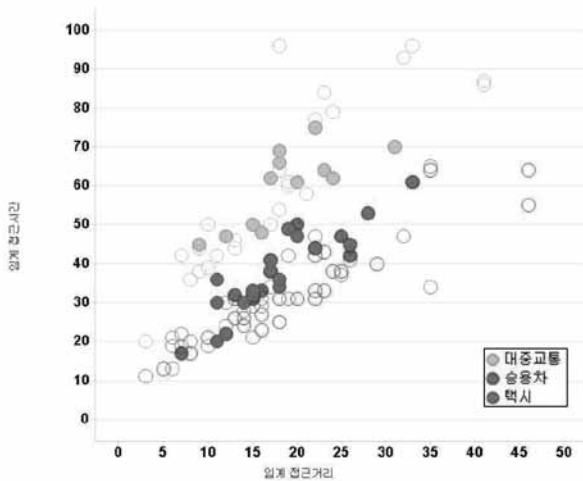
여기서, t_{xijymw} : 출발존 x , 승차역 i , 하차역 j , 도착존 y 간 통행목적 w , 하차시간대 m 인 통행량, u (주중, 주말)
 t_{ijw} : 승차역 i , 하차역 j 간 하차시간대 m 인 통행량, u (주중, 주말)
 a_{xw} : i 역 이용객 중 x 존 이용객의 비율, u (주중, 주말)
 c_{jw} : j 역 이용객 중 y 존 이용객의 비율, u (주중, 주말)
 p_{mw} : 하차시간대 m 의 통행목적 비율, u (주중, 주말)

2.2 KTX 영향권 설정

기종점 통행 전수화를 위해서는 KTX 역 단위로 접근통행을 연계하여야 한다. 이 때 접근통행실태조사에서 확보된 표본자료를 사용하는데 접근성이 낮아 이용빈도가 낮음에도 불구하고 출발지나 도착지로 응답되는 경우가 있어 이들 지역을 제외하고 대다수의 통행이 발생하는 영향권을 설정할 필요가 있다. KTX 영향권을 설정하기 위하여 접근수단별(대중교통, 승용차, 택시)로 구분하여 접근시간과 접근거리 대비 통행량의 누적확률밀도를 산출하였다. 영향권의 임계점은 누적확률밀도의 평균적인 변곡점으로 설정하였으며, 임계 접근시간과 임계 접근거리를 KTX 역별로 산출하면 <그림 2>와 같이 분석되었다. 이 때 KTX 역의 평균적인 임계 접근시간은 승용차 49분, 대중교통 68분, 택시 39분으로 나타났다. 대중교통의 임계 접근시간이 승용차에 비하여 20분, 택시에 비하여 30분 높은 것으로 분석되었다. 최종 영향권은 역별 임계 접근시간을 이용하여 설정하였으며 <그림 3>과 같이 나타났다.

2.3 접근통행 분석

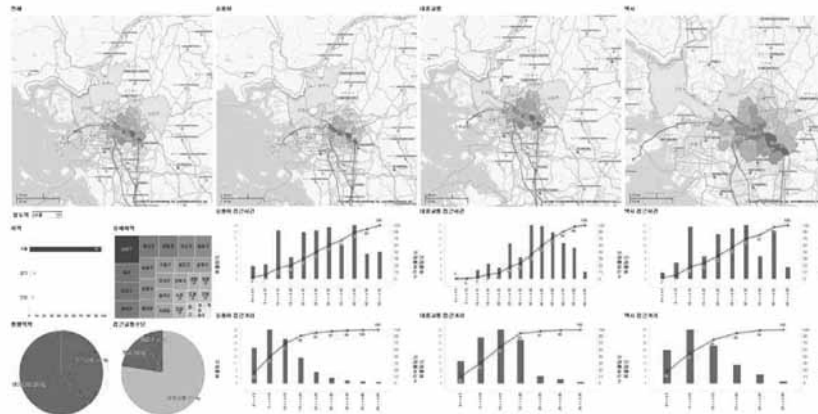
KTX 역별 접근통행은 KTX 영향권 내의 접근수단별 공간적인 통행분포와 접근시간, 접근거리의 분포(TLFD: Trip Length Frequency Distribution)가 중요하다. 서울역 분석결과는 <그림 4>와 같다. 그림의 위쪽은 전체 접근수단, 승용차, 대중교통, 택시로 구분하여 공간적인 분포를



〈그림 2〉 입계 접근거리 대비 입계 접근시간 (KTX 역 및 접근수단 구분)



〈그림 3〉 KTX 영향권



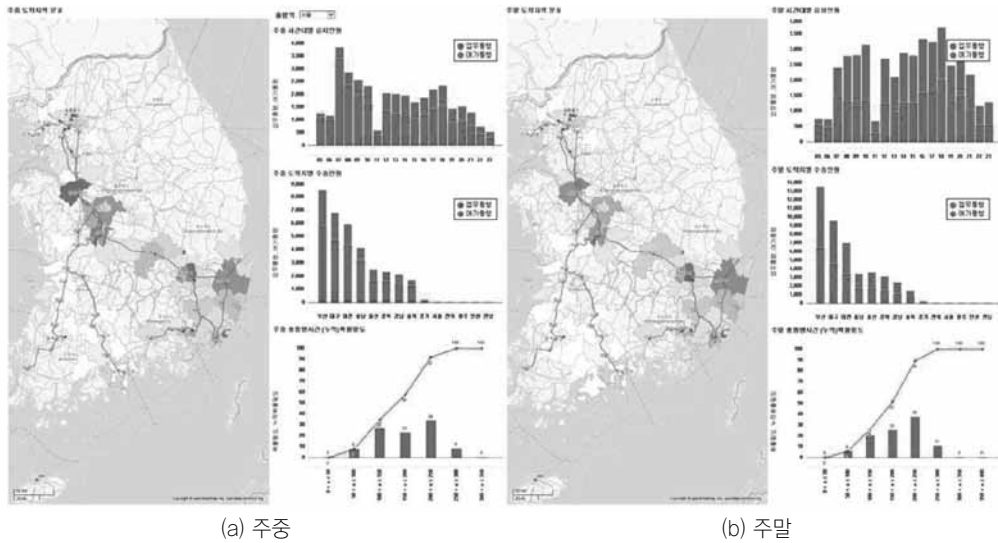
〈그림 4〉 영향권 내 접근수단별 통행분포(서울역 사례)

제시하고 있다. 아래의 좌측은 행정구역 단위별로 출발지나 도착지의 빈도, 통행목적(업무, 여가) 비율, 접근수단 비율을 나타내며, 우측은 승용차, 대중교통, 택시의 접근시간과 접근거리 대비 통행량의 확률밀도와 누적확률밀도를 제시하고 있다.

접근통행의 수단분담율은 대부분의 역에서 대중교통, 승용차, 택시 순으로 나타났으나, 호남선과 전라선 일부역들(광주, 나주, 목포, 전주, 남원, 순천, 여수엑스포)은 택시의 수단분담율이 가장 높은 것으로 분석되었다. 이러한 원인은 이들 역이 다른 역들에 비하여 상대적으로 대중교통이 불편하고, 승용차 이용 시 주차면수 부족 또는 주차비용이 부담되기 때문인 것으로 판단된다.

2.4 전수화 결과

KTX의 교통존간 기종점 통행의 전수화는 전수 KTX 역간 기종점 통행량과 표본자료인 접근통행실태조사 자료 등을 이용하여 앞에서 제시한 방법을 적용하여 추정하였다. 출발역이 서울역인 경우의 주중과 주말의 전수화 결과는 <그림 5>와 같다. 이 그림은 출발역을 기준으로 작성되었으며, 그림의 중앙을 기준으로 좌측은 주중 통행량, 우측은 주말 통행량이다. 각각의 그림 중 좌측의 GIS 그림은 출발역을 기준으로 최종 도착지의 공간적인 통행분포를 나타내며, 우측의 상단은 승차시간대 기준 통행목적별 통행량, 중단은 행정구역별 최종 도착지의 통행목적별 통행량, 하단은 전체여정에 대한 총통행시간 대비 통행량의



(a) 주중 (b) 주말
 <그림 5> 출발역 기준 도착지 분포 등 전수화 결과 (서울역 사례)

확률밀도와 누적확률밀도를 제시하고 있다.

3. 결론

본 논문은 국가교통DB의 여객 기종점 통행량의 기준이 연 일평균 평일(월~금) 통행량으로 변경됨에 따라 KTX 운행계획 수립 등 열차공급에 필요한 의사결정을 위한 분석에 활용하기 위하여 열차운행계획 수립 목적에 적합하도록 요일별 시간대별 통행패턴을 반영하여 주중(월~목)과 주말(금~일)로 구분된 KTX의 교통존간 기종점 통행을 전수화 하는 방안을 제시하였다. KTX는 수송실적이 전체 모집단이기 때문에 승용차 또는 버스와 같이 모집단을 추정할 필요가 없이 철도역간 기종점 통행에 접근통행을 연계하는 전수화 과정을 적용하였다.

본 논문은 KTX 운행계획 수립 목적에 적합하도록 주중과 주말로 구분하여 KTX 이용고객의 최종 출발부터 최종 도착까지 전체 여정을 파악하기 위한 시도로서 의의가 있다. 그러나 기종점 통행의 전수화 자료를 시간대, 요일, 계

절별로 세분하기 위해서는 통행목적과 접근통행에 대한 표본을 보다 많이 확보할 수 있는 정기적인 조사가 필요할 것으로 판단된다.

후기

본 논문은 2015년도 한국철도학회 춘계학술대회 발표 논문을 수정·보완하여 작성한 것임

♣ 참고문헌

- [1] 김수철, 김찬성 외(2012), 전국 여객 O/D 전수화 및 장래수요예측, 2011년 국가교통수요조사 및 DB구축사업.
- [2] 김한수, 윤동희, 이성덕(2012), "KTX 단기수요 예측을 위한 통행행태 분석," 한국통계학회 논문집, 제19권, 제1호, pp.183-192.
- [3] 김관형, 김한수(2011), "개입 ARIMA 모델을 이용한 KTX 수요예측," 한국철도학회 논문집, 제14권, 제5호, pp.470-476.