

일반국도의 교통수요 예측 정확도 연구

A Study on the Accuracy of Traffic Demand Forecasting in National Highway

전 우 훈 Jeon, Woo Hoon
 임 강 원 Lim, Kang Won
 조 혜 진 Cho, Hye Jin

정희원 · 한국건설기술연구원 전임연구원 (E-mail : cwhoon@kict.re.kr)
 비희원 · 서울대학교 환경대학원 명예교수 (E-mail : kwlim@unitel.co.kr)
 정희원 · 한국건설기술연구원 연구위원 (E-mail : hjcho@kict.re.kr)

ABSTRACT

The purpose of this study is to analyze the accuracy of traffic volume forecast by comparing an estimated to real traffic volume. For this study, total 10 sections of national highways, which are planned in 1980s and 1990s, were selected and traffic analysis data for highway construction were collected. In addition, targeted 10 sections were categorized into network-related and -unrelated sections. In the analysis of inaccuracy between the estimated and real traffic, for network-related sections, appeared to have lower inaccuracy. As time goes on after traffic open, inaccuracy between the estimated and real traffic appeared to be lower. In various section lengths, the longer the section length, the higher the inaccuracy is. Using 3 years passed data after traffic open, national highway have lower inaccuracy than expressway. However, the traffic analysis according to traffic open time resulted in little change of the inaccuracy.

KEYWORDS

traffic demand, national highway, inaccuracy, traffic planning

요지

본 연구의 목적은 일반국도에서 계획 시에 예측한 교통량과 실제 개통 이후의 교통량을 비교하여 수요예측의 정확도를 파악하는 것이다. 이를 위해 1980년대와 1990년대에 계획된 총 10개 일반국도 구간을 선정하였다. 예측교통량과 실측교통량의 비교를 위해 계획 시의 보고서를 수집하였으며, 상시교통량 조사지점이 있는 구간을 중심으로 선정하였다. 비교를 위한 지표는 오차율을 이용하였으며, 고속국도 등 네트워크 연계성이 있는 구간과 사회경제지표에 의한 구간으로 구분하여 비교분석하였다. 분석결과, 네트워크 연계성이 있는 구간은 고속국도의 개통에 의한 영향정도에 대한 정확성이 높을수록 오차율이 낮은 것으로 나타났다. 개통시기에 따른 정확도는 개통 이후에 점차적으로 오차율이 낮아지는 것으로 나타나 긍정적인 것으로 판단되었다. 구간별 단위길이에 따른 정확도는 단위길이가 길수록 오차율이 높아지는 것으로 나타났다. 개통 후 3년시점을 기준으로 오차율을 고속국도와 비교한 결과 일반국도가 다소 안정적인 패턴을 보이고 있으나 개통연도에 따른 오차율의 변화는 큰 차이가 없는 것으로 나타났다.

핵심용어

교통수요, 일반국도, 오차율, 교통계획

1. 서론

기존의 성장 중심의 도로건설 및 개발정책을 기조로 시행된 대형 공공투자사업이 1998년의 경제위기 이후 공공부문 개혁의 필요성이 제기되면서, 예비타당성조사가 도입되는 등 사업의 초기에 수요와 예산을 검증하는 시스템이 증가하고 있다.

계획단계에서는 예비타당성조사와 타당성조사 등의 일반적 절차와 함께 절차별로 시행되는 타당성재검증 등이 시행되고 있으며, 공사완료 이후에는 건설사업 사후평가를 통해 계획단계에서 예측된 기대효과가 사업완료 후 일정기간이 지난 시점에서 다시 한번 검증하도록 하고 있다.

특히 수요예측 부문에 대한 검증이 강화되고 있으며, 예측오차가 일정수준 이상이 되는 경우 법적인 제재를 취할 수 있도록 하고 있는 실정이다. 실제로 2007년 5월에 개정된 「건설기술관리법」에서는 과도한 수요예측을 한 자에게 사후처벌을 할 수 있도록 하고 있으나, 교통분야에서 수요예측 결과분석에 대한 체계적인 분석이나 노력은 고속국도의 경우 일부 있지만 일반국도의 경우에는 거의 없는 실정이다. 교통수요예측에서 발생하는 오차는 크게 3가지로 분류되는데, 측정오차(measurement errors)와 구조적 오차(model specification errors), 외생적 오차(external errors)이다(한국교통연구원, 2007). 수요예측은 기본적인 사회경제적 지표의 변화에서부터 주변 도로노선의 변화, 국가 도로네트워크 계획의 변화 등에 영향을 받으므로 사실상 20년 이상을 정확히 예측하는 것은 어려운 일이며, 이는 국외에서도 인식하고 있는 바이다. 그러나 도로건설분야에서, 특히 일반국도의 교통수요 예측의 불신이 일반 국민들에게조차 널리 퍼지고 있는 점을 고려할 때 현재까지의 수요예측에 대한 정확도를 먼저 검토하고 이를 통해 어떤 요소들이 수요예측의 정확도에 영향을 미치는지를 제시하는 것이 필요하다.

본 연구에서는 1980~1990년대에 계획된 일반국도를 대상으로 계획 당시의 수요예측과 현재의 실제 교통량을 연도별로 비교·분석하고, 수요에 영향을 미치는 고속국도 등 네트워크와 사회경제지표 등을 조사하여 수요예측의 오차원인을 분석하였다. 또한 구간연장에 따른 오차율, 개통연도에 따른 오차율 등 수요예측의 정확도에 대한 분석을 시행하였다. 이를 통해 교통수요예측의 정확도가 어떻게 변화하는지를 분석하여 이전과 현재의 수요예측에 대한 정확도를 파악하고 이에 영향을 미치는 요소를 도출하고자 한다.

2. 기존연구 고찰

고속국도의 수요예측 정확성에 대한 연구는 국내에서도 일부 수행된 바 있다. 한국교통연구원에서 2007년에 발간한 “도로사업의 수요예측 오차발생 원인 및 영향분석”에서 2000년 이후 개통된 재정투자 고속도로 사업 4개 구간과 민자도로 3개 구간 등 총 7개 구간에 대한 개통 후 3년 동안의 오차율을 산출하고 원인을 분석하였다. 분석결과 제한적이기는 하지만 관련 계획의 불확실성과 기종점 통행량의 부정확성(1개 구간에 대해서만 분석)을 원인으로 도출하였다. 이 연구에서는 비교기간을 3년 이내로 제한하여 오차율의 연도별 변화추세 등의 파악은 이루어지지 못했다.

일반국도의 건설사업에 대한 교통수요 오차원인 분석의 국내 연구는 고속국도와 달리 전무하다. 그 이유는 교통수요 예측자료가 전산화된 것이 2000년대 이후이며 그 이전의 경우

에는 구간별로 설계보고서를 찾아야 가능하나, 각 발주청별로 10년 이상된 자료의 보관상태가 좋지 않을 뿐만 아니라 수요예측결과에 대한 불확실성으로 인해 자료의 공개를 꺼리고 있기 때문이다. 또한 고속국도도 마찬가지로 교통수요 예측의 경우에는 개통 이후 20년 이후를 목표로 하기 때문에 80년대 후반에 계획된 도로구간의 경우에도 현재까지 목표연도에 이르지 못하여 오차발생 여부를 판단하기 어려운 것도 하나의 이유이다. 이 외에도 고속국도는 한국도로공사에서 통합적으로 설계 및 운영을 맡고 있지만 일반국도는 국토해양부 산하 각 지방국토관리청별로 설계 및 운영을 하고 있어 2000년 이전의 사업들에 대한 자료가 나뉘지는 것이 또 다른 이유이다.

국외에서도 국내와 마찬가지로 수요예측의 정확성에 대한 연구는 많지 않은 편이다. 대표적인 연구로는 덴마크의 Flyvberg 등(2005)이 5개 대륙의 14개 국가(브라질, 칠레, 덴마크, 독일, 프랑스, 미국, 스웨덴 등)에서 시행된 1969년부터 1998년까지의 도로사업 183개와 철도사업 27개를 대상으로 수요예측의 정확성을 분석하였다. 사업규모는 2,200만 달러에서부터 100억 달러까지 다양한 사업이 분석대상에 포함되었다. 비교지표는 부정확도(Inaccuracy)를 사용하였으며, 실제교통수요에서 예측교통수요를 뺀 값을 예측 교통수요로 나눈 값으로 산

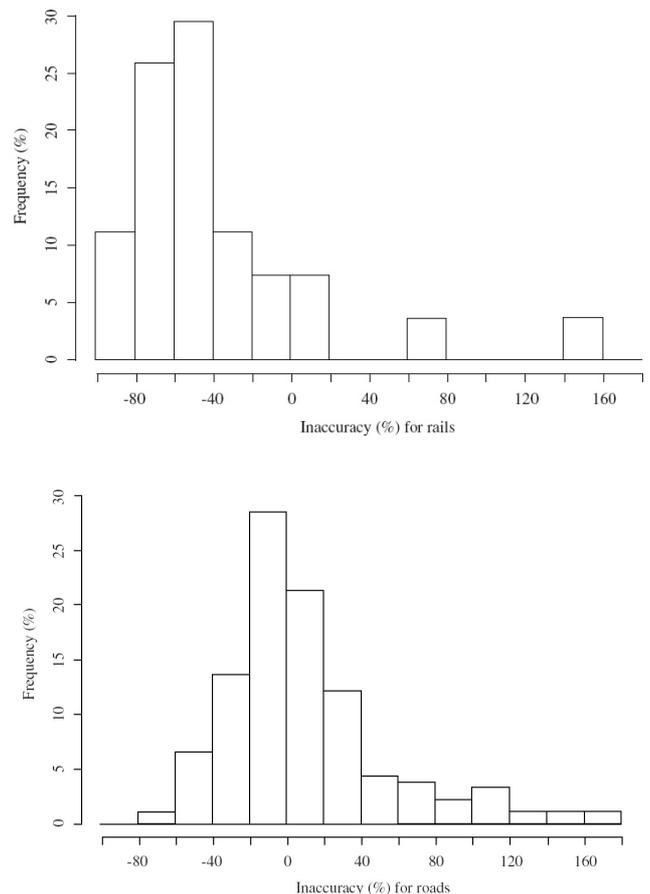


그림 1. 철도 및 도로사업의 오차율(덴마크)

출하였다. 국내와 마찬가지로 국외에서도 데이터의 수집이 용이하지 않아 4년동안 데이터를 수집 및 정리하였다. 분석결과 철도사업의 72%가 과다추정된 것으로 나타났고 도로사업의 50%가 예측량이 20% 이상인 것으로 나타났으며, 예측량이 40% 이상인 경우도 전체 사업의 25%를 차지하는 것으로 분석되었다.

국내의 경우, 덴마크의 연구와 같이 대규모의 자료축척이 가능한 시점에서는 도로사업과 철도사업, 또는 도로사업 내에서 고속국도와 일반국도별 정확도 등의 분석이 가능하나 현재시점에서는 일반국도에 대한 자료 및 관련 연구의 부족으로 사실상 불가능하다. 따라서 본 연구에서는 먼저 1980년대와 1990년대에 계획된 일반국도를 대상으로 수요예측의 정확도 및 오차원인을 분석하고, 일반국도의 수요예측 및 오차의 특성을 파악하고자 한다.

3. 일반국도의 수요예측 오차 및 원인 분석

3.1. 수요예측의 비교 지표

일반국도의 수요예측 정확도를 판단하기 위한 지표는 여러 가지가 있으나 일반적으로 교통량을 정산할 때 사용되는 방법에는 오차율법, 퍼센트 평균계급근오차(%RMSE)법, GEH법 등이 이용된다. 오차율법과 %RMSE법은 서로 보완개념으로 이용되고 있으며, GEH법은 영국 도로청에서 사용하고 있는 방법으로써 조사지점의 60% 이상의 GEH가 5보다 작아야 하며, 95% 이상의 GEH가 10보다 작아야 하며, 모든 지점의 GEH가 12를 넘어서는 안된다고 제시하고 있다. 본 연구에서는 링크교통량에 대한 정산이 아닌 예측결과와 관측교통량에 대한 비교가 이루어져야 하므로 오차율법을 적용하기로 한다. 오차율의 계산은 식 (1)과 같다.

$$\text{오차율} = \left(\frac{V^{fst} - V^{obs}}{V^{obs}} \times 100 \right) \quad (1)$$

여기서, V^{fst} : 예측교통량
 V^{obs} : 관측교통량

3.2. 분석 대상구간

본 연구에서 교통수요예측의 오차원인을 분석하기 위한 대상은 일반국도 10개 구간을 선정하였으며, 시기적으로 1980년대 말에서부터 1990년대 초까지 계획하여 1990년대 중반부터 2000년대 초반까지 개통한 사업이다. 현재 교통량과의 비교를 위해 국토해양부의 교통량 조사지점이 구간 내부에 위치한 구간을 선정하였다. 대상구간의 구간명과 연장 등의 세부내용은 표 1과 같다.

표 1. 분석 대상구간

번호	구간명	노선번호	연장 (km)	공사비 (백만원)	공사기간
1	양성~산척	38	12.56	133,192	'96.12~'02.12
2	정안~행정	23	18.0	129,805	'95.12~'01.11
3	충주~산척	19	7.5	37,481	'92.08~'96.12
4	산척~송강	38	3.0		
5	주덕~생곡	3	20.5	114,917	'95.11~'01.12
6	매산~가곡	38, 77(공용)	16.6	89,369	'95.12~'02.06
7	장항~서천	4	10.8	51,434	'94.10~'02.12
8	태안~서산	32	20.3	63,376	'94.11~'02.12
9	당진~신평	32	11.7	61,708	'95.12~'02.12
10	영인~둔포	34	14.1	122,763	'96.12~'02.12

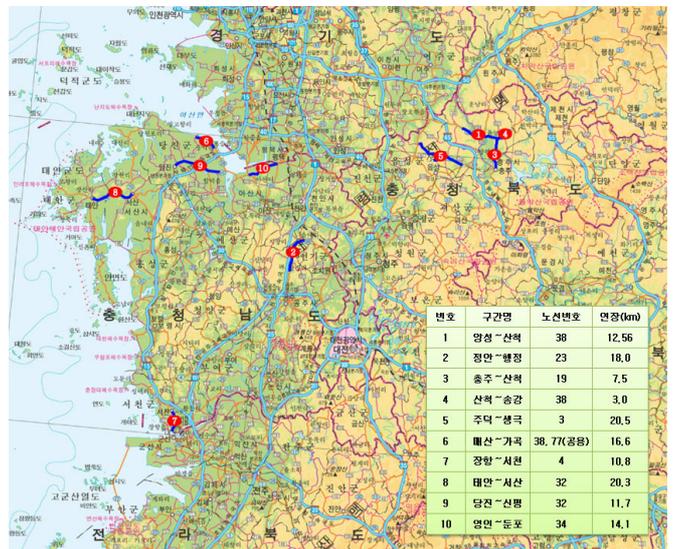


그림 2. 분석 대상구간의 위치

3.3. 수요예측 정확도 분석

수요예측의 정확도를 분석하기 위해 먼저 계획 교통량은 해당 구간의 실시설계 보고서를 수집하여 데이터를 정리하였다. 실제 교통량은 대상 구간에 위치하는 국토해양부의 일반국도 상시교통량 자료를 수집하였다. 이를 바탕으로 도로를 계획할 시에 예측되는 교통수요와 개통 이후의 실제 교통량을 구간별로 분석하였다. 비교에 적용된 연도는 해당 도로구간의 개통 이후의 교통량 수집이 이루어진 시기부터 적용하였다. 교통수요 예측시에는 사회경제지표와 관련계획 등의 많은 요소가 고려되며, 특히 경쟁노선의 개통 등으로 인한 교통량 전환은 수요예측량에 큰 영향을 미친다. 이하에서는 구간별, 연도별에 따른 계획시의 예측 교통량과 실제 교통량을 비교하였으며, 계획시에 적용된 교통관련계획에 대해 조사하였다.

총 10개 구간을 크게 2가지로 분류하였는데, 고속국도와 연계되는 유형(Ⅰ)과 사회경제지표만을 이용한 유형(Ⅱ)으로 구분하여 비교·분석하였다. 구분의 목적은 앞서서도 언급되었듯

이 교통수요의 예측에서 가장 큰 영향을 미치는 것이 경쟁노선의 개통으로 인한 교통량 전환과 사회경제지표의 증감이다. 따라서 본 논문에서는 2개의 특성에 따른 교통수요 예측 정확도를 검토하기 위해 경쟁노선의 개통에 따른 구간을 하나의 유형(Ⅰ)으로 구분하고 사회경제지표에 따른 교통수요 예측구간을 유형(Ⅱ)로 구분하여 제시하였다. 유형(Ⅰ)과 유형(Ⅱ)의 정의는 설계단계에서 고속국도 등과 연계를 검토한 구간과 그렇지 않은 구간으로 분류하였다.

전체적으로 오차율을 비교해보면 과다추정된 구간이 8개, 과소추정된 구간이 2개로써 과다 추정되는 경우가 많은 것으로 나타났다. 각 구간을 유형별로 비교하고 오차율과 관련 교통계획 등을 고려한 변화 및 오차원인을 분석하면 다음과 같다.

3.3.1. 경쟁노선 연계형(유형 Ⅰ)

일반국도는 중소도시 또는 읍 등을 연결하는 기능을 가진 도로로서 고규격 도로인 고속국도와 경쟁노선이거나 연계가 되는 경우에는 많은 교통량이 고속국도로 전환되게 된다. 또한 수요 예측시에도 관련계획의 반영에서 고속국도에 대한 영향을 많이 고려하고 있다.

본 연구의 대상구간 중에서 정안~행정, 당진~신평, 주덕~생극, 장항~서천 등이 고속국도와 연계되는 구간인 것으로 분석되었다. 먼저 정안~행정 구간은 천안~논산간 고속도로와 연계되는 구간으로써, 2001년 말에 개통하여 2000년도에 교

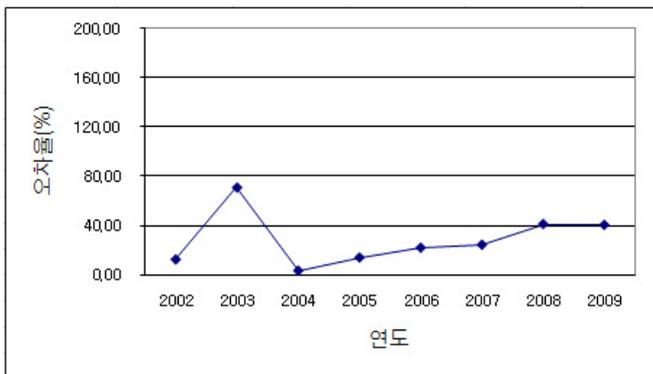
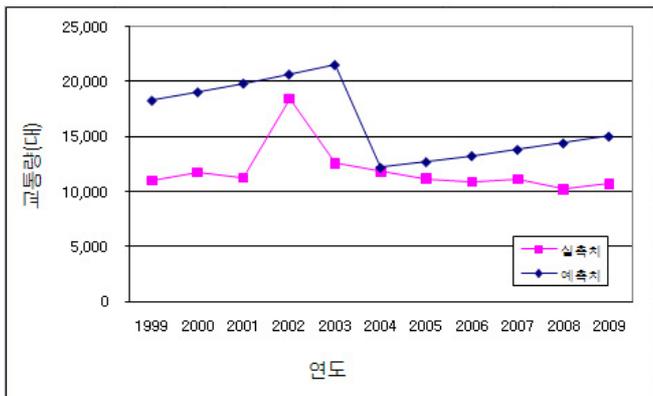


그림 3. 정안~행정 구간의 교통량 비교 및 오차율

통량이 급증하였으며, 이후로는 예측교통량과 유사한 형태를 보여주고 있다.

오차율을 보면 2003년도에 71% 오차율이 나타났지만 이는 계획 시에 천안~논산간 고속도로의 개통을 2004년으로 반영하였으나, 실제로는 2002년 12월에 개통하여 2003년에 전환 교통량이 반영되었기 때문인 것으로 판단된다. 또한 설계 당시에 천안~논산간 고속도로가 개통되는 경우 일시적으로 60% 이상을 감소시키는 것으로 예상하였으며, 실제 예측량에서도 43%의 순감소를 예측하였고 실제 교통량도 32%가 감소한 것으로 나타나 인근 고속도로의 개통으로 인한 이전 교통량을 비교적 잘 예측한 것으로 판단된다.

또 다른 구간인 당진~신평 구간은 2002년 말에 개통되었으며, 서해안고속도로 서산IC가 2004년에 개통되어 교통량의 감소를 예측하였으나, 실제로는 2001년 11월에 개통하여 2002년도에 전환이 이루어지고 난 이후 점차적으로 오차율이 감소하고 있다.

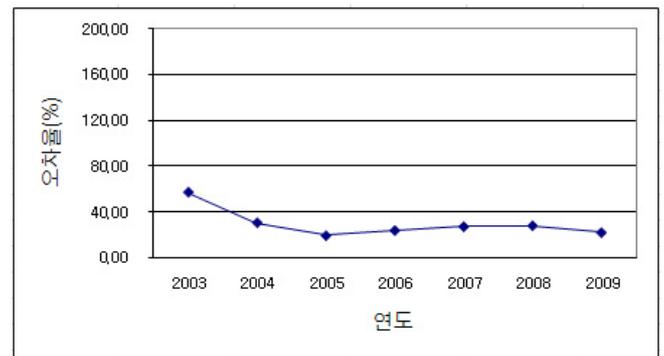
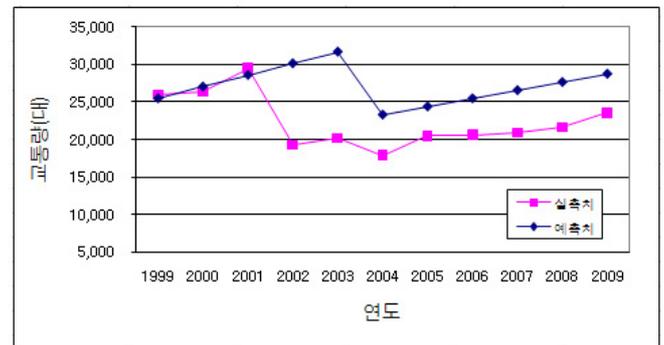


그림 4. 당진~신평 구간의 교통량 비교 및 오차율

위 구간의 예측시에 서해안 고속도로의 개통으로 인한 교통량 감소를 26% 정도로 예측하였으며, 실제로 11% 정도의 감소율을 보였다. 이후 2005년부터 2007년까지 실제 교통량은 평균 5.56% 증가하여 예측증가율인 4.44%를 앞지르게 되어 오차율은 20%로 양호한 것으로 나타났다.

위 2개 구간을 분석해보면 먼저 고속국도와 인접하여 설계되었으며, 수요 예측시에 고속국도에 의한 영향을 반영하였고 실제 감소되는 교통량을 유사하게 예측하였다. 그 결과 2개 구간

의 오차율은 40% 이내로써 다른 구간들에 비해 비교적 낮은 오차율을 보이고 있음을 알 수 있다.

반면 주덕~생극 구간과 장항~서천 구간의 경우는 고속국도의 개통에 의한 영향정도를 정확하게 예측하지 못한 구간으로 분석되었다. 먼저 주덕~생극 구간은 2001년에 개통하였으며, 2001년에 경쟁노선인 중부내륙고속도로가 개통됨으로 인해 교통량의 감소가 예측되고 그 이후 점차적인 증가를 보일 것으로 예상하였으나 실제로는 교통량에 큰 변화를 보이지 않고 있으며, 그로 인해 오차율도 90%를 유지하고 있다.

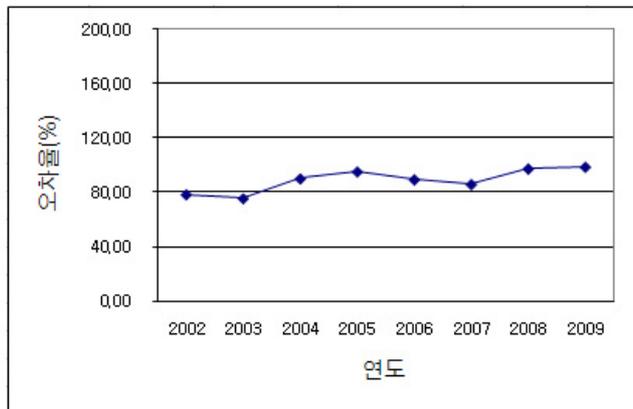
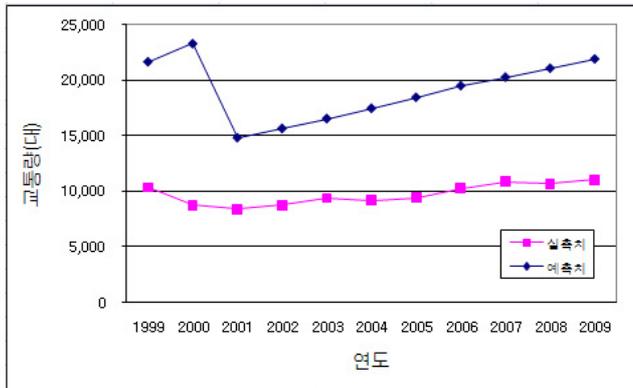


그림 5. 주덕~생극 구간의 교통량 비교 및 오차율

주덕~생극 구간의 실측 교통량을 살펴보면 예측과는 달리 2003년에 개통된 중부내륙고속도로 여주~충주 구간과 2005년에 개통된 충주~상주 구간에 의한 교통량은 큰 영향을 받지 않은 것으로 나타났다. 이는 중부내륙고속도로와 경쟁노선이긴 하나 충주시에서 음성군까지 연결하는 구간으로써 고속국도에 의한 영향을 적용하기에는 무리가 있으며, 다만 생극을 지나 장호원과 이천으로 이어지는 3번, 21번, 37번 공용노선의 교통량은 영향을 받을 것으로 예상된다.

또 다른 구간으로서 장항~서천구간은 2002년 말에 개통하였고, 서해안고속도로 서천~당진 구간이 2001년에 개통함으로써 교통량의 감소가 예상되고 이후 점차적으로 증가할 것으로 예측하였으나 실제 교통량은 오히려 조금 감소하거나 비슷한 것으로 나타났다.

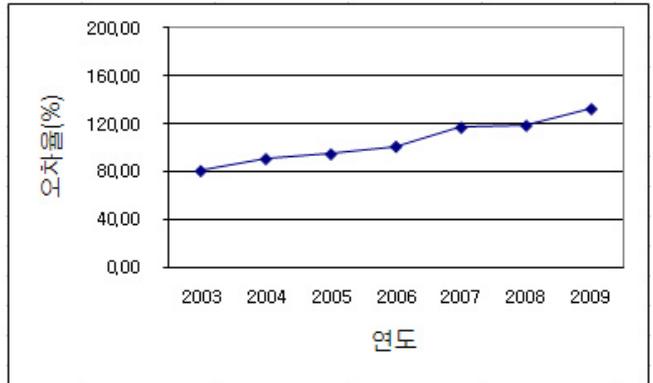
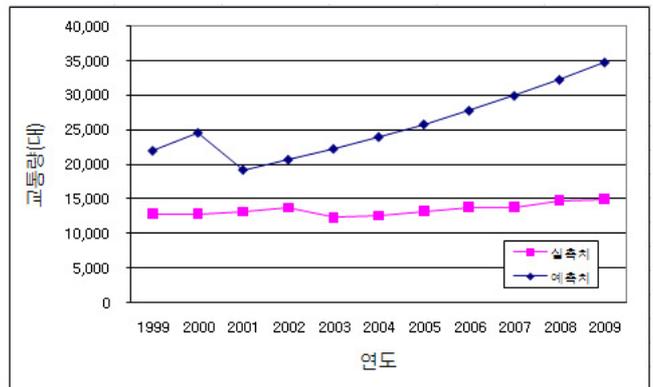


그림 6. 장항~서천 구간의 교통량 비교 및 오차율

장항~서천구간은 계획단계에서 서해안고속도로로 서천~당진 구간의 개통으로 예측교통량을 기준으로 20% 정도의 교통량 감소를 예상하였으나 실제 개통된 2001년 11월 직후에는 감소하지 않았으며, 2003년에 약 10% 미만의 감소를 보였다. 초기 예측과는 달리 서해안고속도로의 개통에 큰 영향을 받지 않았으며, 이는 본 구간과 서해안고속도로가 네트워크 측면에서 영향이 적어 군산에서 서천으로 이동하는 교통량이 서해안고속도로로 전환하지 않은 곳으로 판단된다. 다만 군산과 서천을 연결하는 군장대교가 2013년 이후에 개통되면 군장대교를 거쳐 서천을 지나 보령과 부여방면으로 이동하는 교통량이 증가할 것으로 예상된다.

유형 I에 해당하는 구간들을 비교분석하면, 먼저 정안~행정 구간과 당진~신평 구간의 경우는 경쟁노선인 고속국도의 개통에 따른 교통량 감소와 이후의 교통량 예측을 비교적 정확히 산정하여 오차율이 40% 미만으로 유지하고 있는 것으로 분석되었다. 반면 주덕~생극 구간과 장항~서천 구간의 경우는 네트워크상으로 고속국도와 경쟁 또는 연계노선이 아님에도 고속국도 개통에 따른 교통량 감소 및 이후의 교통량 증가를 예측하였으나 결과적으로 교통량 감소형태도 없었을뿐만 아니라 전체 교통량의 증가율이 낮아 오차율은 80~120%이고 연차적으로 점차 증가하고 있는 것으로 나타났다. 이는 일반국도의 수요예측시에 고속국도의 개통에 따른 영향의 예측 정확도에 따라 수요예측의 정확도가 큰 영향을 받는 것으로 판단된다.

3.3.2. 사회경제지표 적용형(유형 II)

수요예측 대상구간이 고속국도 등의 연계없이 단순 사회경제 지표의 증가율에 따라 예측한 경우는 충주~산척, 영인~둔포, 산척~송강, 양성~산척, 태안~서산, 매산~가곡 등으로 분류되었다. 사회경제지표에 따른 수요예측의 경우에는 증가율 적용에 있어 구체적이고 현실적인 지표의 반영이 필수적이다. 이는 주변의 고속국도나 일반국도의 영향이 없으므로 추가적인 연계교통량이 발생하지 않으므로 만약 사회경제지표의 증가율을 과다하게 적용하는 경우에는 오차는 증가할 수 밖에 없기 때문이다.

먼저 충주~산척 구간의 경우에는 1996년 개통 이후 오차율이 점점 증가하다가 2004년 이후로 10%대로 안정화되고 있으며, 예측치와 실측치가 함께 증가하고 있음을 알 수 있다.

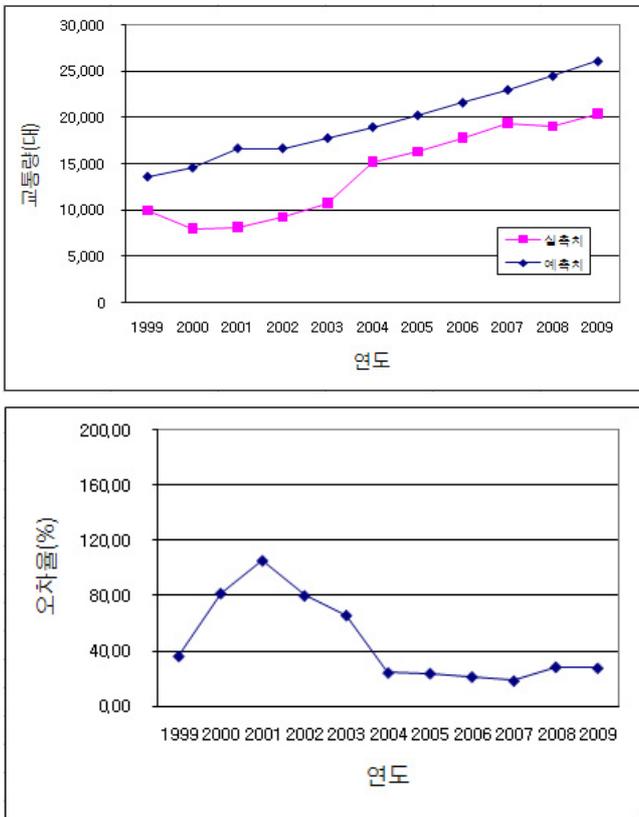


그림 7. 충주~산척 구간의 교통량 비교 및 오차율

수요예측시에 충주~산척 구간은 교통량의 장래 증가율에 관광 및 산업도로의 기능으로 인한 유발교통량과 구간과 인접한 철도에서의 전환교통량을 고려하였다. 2000년 이전까지는 7~14%대의 증가율에서 점차 6%대의 증가율을 보일 것으로 예측하였으나 교통량은 오히려 1999년까지 감소하다가 2000년 이후에 급속히 증가하여 16%대의 증가를 보였다. 이는 충주와 제천 및 영월을 연계하는 물동량의 증가와 함께 강원도 방향으로의 휴가통행이 증가한 결과로 추정할 수 있으며, 4차로 확장으로 인한 유발교통량과 전환교통량이 반영된 것으로

판단된다.

영인~둔포 구간 역시 2002년에 개통되었으며, 개통 초기에 오차율이 50%가 넘었으나 이후 30%대까지 감소하고 있는데, 실측치와 예측치가 유사한 증가율을 보이고 있기 때문이다.

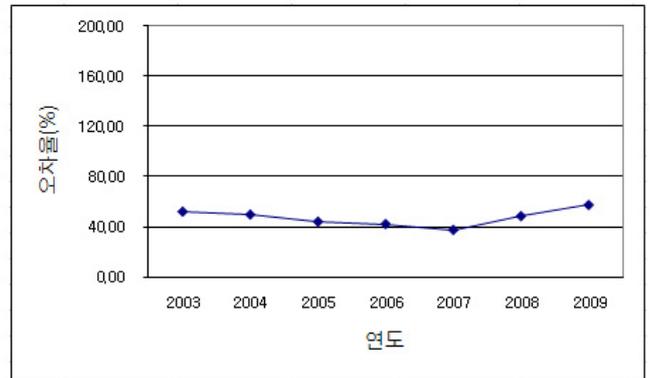
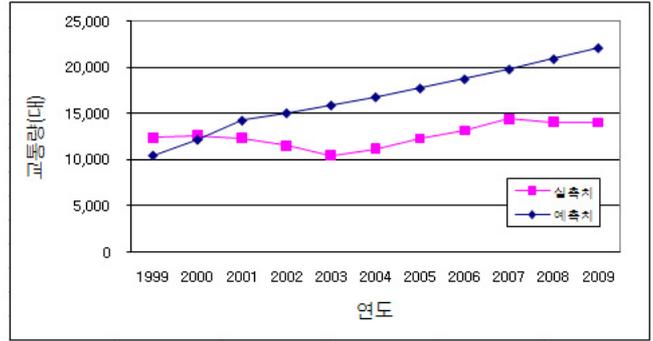
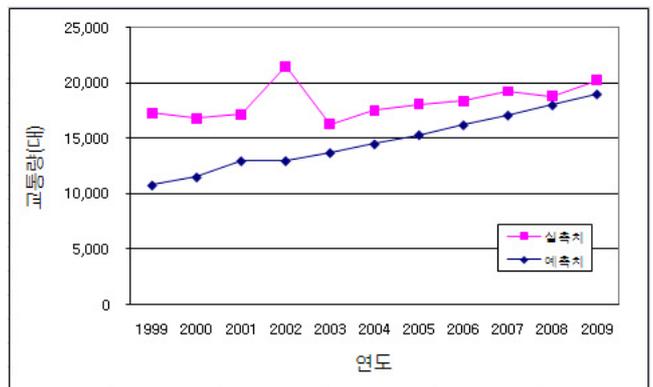


그림 8. 영인~둔포 구간의 교통량 비교 및 오차율

영인~둔포 구간은 비슷한 시기의 다른 구간과 마찬가지로 1990년대 말에는 9%정도의 증가율을 예상하였고 2000년대 이후에는 5%대의 증가율을 예상하여 교통량을 예측하였다. 2004년 이후로 실제 교통량도 약 8% 정도의 증가를 보이고 있으며, 예측 교통량은 5% 정도의 증가를 예상하여 예측교통량과 실제교통량의 차이는 점차 줄어들고 있다.

산척~송강 구간은 지금까지 분석된 구간과는 다른 형태를 보이고 있는데, 예측치보다 실제 교통량이 더 많음을 알 수 있으며, 예측치와 실측치의 증가율이 유사함을 알 수 있다.



<그림 계속>

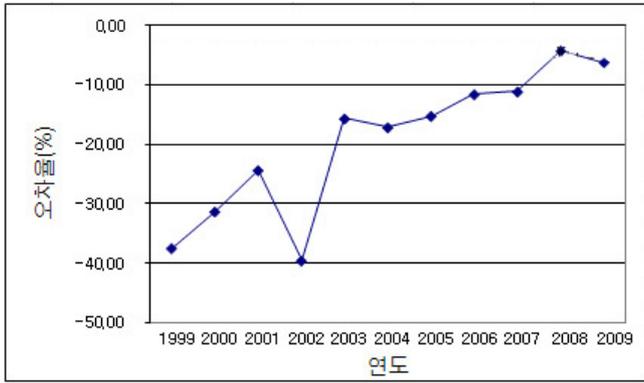


그림 9. 산척~송강 구간의 교통량 비교 및 오차율

산척~송강 구간은 장호원과 제천을 연결하는 38호선 국도로써 충주방향에서 합류되는 19호선과 연계되어 기존의 예측보다 큰 교통량을 보이고 있다. 주목할 점은 연계되는 19호선 충주~산척 구간의 2013년까지의 목표 교통량이 33,671대임에 비해 본 구간은 23,549대로서 수요예측량이 적은 편이며, 연결되는 양성~산척 구간의 2013년 예측치가 33,416대임을 감안할 때 수요예측 단계에서 비교적 과소추정된 것으로 판단된다. 다만 실제 교통량의 증가율이 크지 않아 현재를 기준으로 할 경우에는 10%대의 오차를 보이고 있으며, 목표 연도인 2013년에는 목표치와 유사할 것으로 보인다.

대상구간 중 양성~산척 구간의 경우에는 2003년 개통시에 오차율이 무려 200%가 넘었으나 연도가 진행될수록 60%의 비교적 안정적인 추세를 보여주고 있다. 본 구간의 경우에는 중부내륙고속국도와 영동고속국도의 개통 및 확장에 따른 교

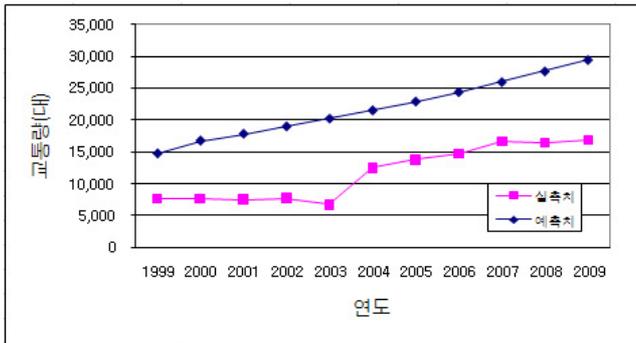
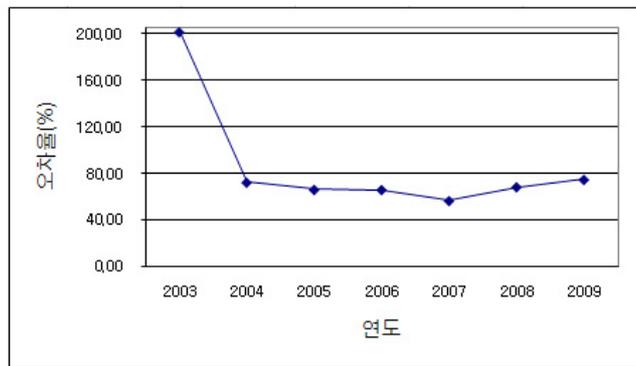


그림 10. 양성~산척 구간의 교통량 비교 및 오차율



통량 감소를 예측하지 않았으나 2003년에 본 구간과 연계되는 중부내륙고속도로의 여주와 충주 구간의 개통으로 인해 교통량이 2004년에 86.44%가 증가하면서 오차율이 감소하고 있다.

반면 태안~서산 구간의 경우에는 2002년 말에 개통하였고 별도의 연계 교통축 없이 일정한 증가세를 예측하였으나 실제 교통량은 큰 변화가 없어 오차율은 2007년 127%까지 증가하고 있다.

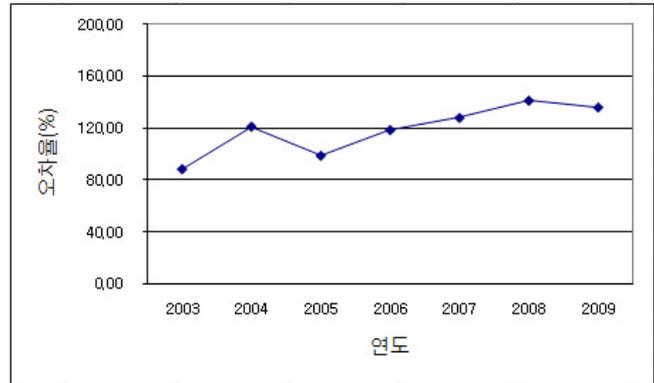
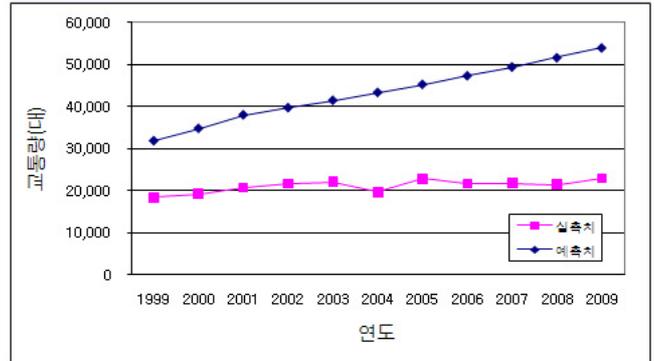


그림 11. 태안~서산 구간의 교통량 비교 및 오차율

태안~서산 구간은 충청북도 서북부지역을 동서축으로 통과하는 유일한 주간선도로이므로 전환교통량을 유발한 경쟁노선을 고려하지 않았으며, 유발교통량은 일부 반영하였다. 위 구간은 주변에 사회경제적 지표 변화를 유발하는 요인이 없고 고속국도나 경쟁 일반국도 등의 교통량의 변화를 일으키는 요인도 없다. 따라서 교통량의 자연증가율만이 실측치에 반영된 결과로 판단되며, 교통량은 큰 변화가 없는 반면에 예측교통량은 증가하는 것으로 되어 오차율이 증가하고 있음을 알 수 있다.

위 구간과는 반대로 매산~가곡 구간의 경우에는 2001년에 석문국가공단의 입주로 인한 영향을 예상했으나 실제 사업이 IMF 등으로 인해 최근에 완성되었으며, 오차율은 30%대의 안정된 오차율을 보이고 있는 것으로 나타났다.

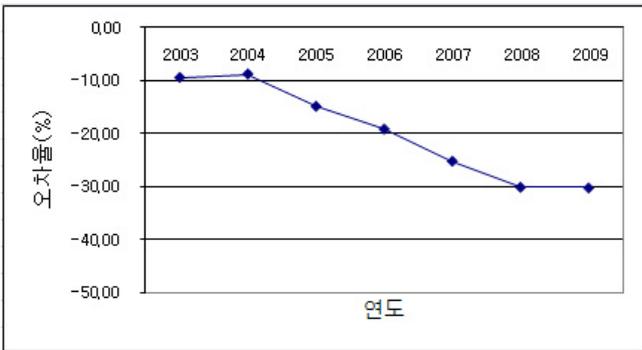
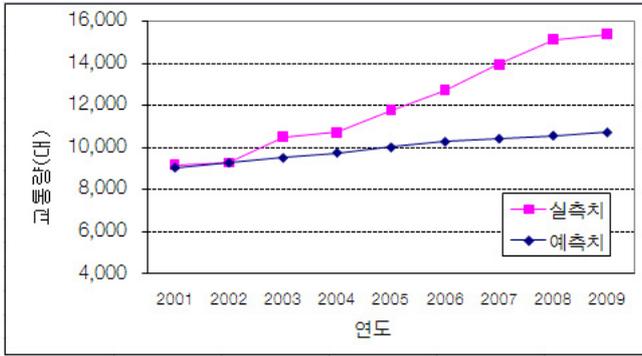


그림 12. 매산~가곡 구간의 교통량 비교 및 오차율

유형 II에 해당하는 구간의 결과를 분석해보면, 먼저 1개 구간을 제외한 대부분의 구간이 현재 시점을 기준으로 30~50%의 오차율을 보여 국외의 사례와 비교할 때 정확성 면에서 양호한 것으로 판단된다. 또한 지방부의 일반국도는 대부분 과다 추정 되었다는 선입견을 고려할 때, 산척~송강 구간과 매산~가곡 구간의 경우는 오히려 실측교통량이 계획교통량을 초과한 것으로 나타나 과소추정 형태를 보이고 있는 점도 주목할 필요가 있다. 다만 태안~서산 구간의 경우에는 도로구간의 주변에 사회경제적 지표나 유발 또는 전환교통량에 영향을 미칠 수 있는 요인이 없음에도 매년 4.5%의 증가율을 예측하였으나 실제로는 최근 4년간 평균 0.14%만 증가하는 데 그쳐 오차율은 2009년을 기준으로 무려 136%에 이르고 있다. 이는 사회경제적 지표에 대한 지나친 증가를 반영함으로써 과다추정이 되는 사례를 보여 주고 있음을 알 수 있다.

4. 수요예측의 정확도 분석

4.1. 개통시기별 오차율 변화

본 연구의 분석 대상구간인 10개 구간의 개통시기에 따른 특성을 분석하였다. 개통 이후 점차적으로 오차율이 안정화됨을 알 수 있다. 전체적인 경향으로 볼 때 오차율의 평균은 조금씩 줄어들고 있으며, 분산은 증가하다가 감소하고 있다. 특히 6년 차에는 오차율이 25% 이내로 줄어들어 수요예측의 목표연도가 20년임을 감안할 때 긍정적인 것으로 판단된다.

초기 1~4년차에 평균과 분산이 큰 이유는 신규 교통시설의

건설이나 기존 시설의 개량 이후 교통수요가 안정화되기까지 일정기간 등락을 반복하는 램프업(ramp-up)과도 연계되어 설명될 수 있다. 다만 본 논문의 대상구간이 개통 시점으로부터 오래되지 않아 6년차까지만 분석되어 통계적 유의성은 제시하지 못하였다.

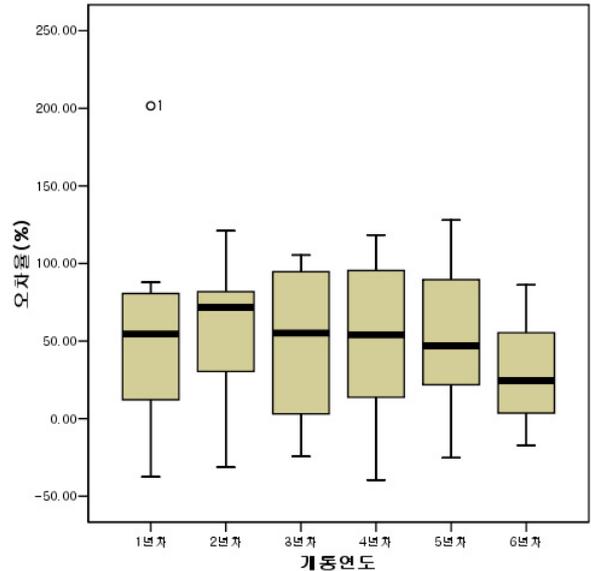


그림 13. 개통연도에 따른 오차율 분석

이를 통해 수요예측의 정확성은 개통 초기단계에서 검증하고 과다예측의 결과를 제시하는 것보다는 개통 시점에서 5년 정도의 간격으로 정확성을 검증해 나가는 것이 바람직하다는 결과를 제시할 수 있다.

4.2. 구간길이에 따른 오차율 변화

일반국도의 건설시 구간길이는 평균 10~15km 정도로서 고속국도와는 단위길이 측면에서 큰 차이를 보인다. 특히 일반국도는 공사별 구간길이가 5km 이하나 25km 이상 등 다양하게 시행되고 있다. 본 연구의 분석대상인 1980~1990년대에 계획된 일반국도 구간의 경우에는 현재와 같이 전국 O/D가 구축되어 있지 않아 대상구간별로 영향권을 설정하고 네트워크를 구성하였으므로 수요예측의 정확성은 결국 네트워크와 영향권을 어떻게 설정하였느냐가 하나의 중요한 요소로 판단된다. 그림 13은 대상구간의 단위길이에 따른 평균 오차율¹⁾의 관계를 분석하였다²⁾.

그림 13 모형에서 구간별 단위길이가 길수록 오차가 증가하는 것으로 나타났다($R^2=0.46$). 이는 일반국도의 경우 구간길이가 길어짐에 따라 사회경제적 지표와 전환교통량 등의 수요

1) 평균 오차율은 개통연도부터 2009년까지의 오차율의 평균임

2) 분석대상구간 중 매산~가곡 구간은 수요예측시의 연장과 실제 시공연장이 상이하여 단위길이에 따른 오차율 분석에서 제외함

예측 정확도에 영향을 미치는 요소가 많아지게 되므로 예측력은 구간길이의 증가에 따라 감소하는 것으로 이해할 수 있다. 따라서 단위길이가 긴 구간의 경우에는 교통량 측정구간의 간격을 좁히거나 도로계획의 단위를 일정길이 이하로 줄여서 수요를 계획하는 것이 바람직할 것으로 판단된다.

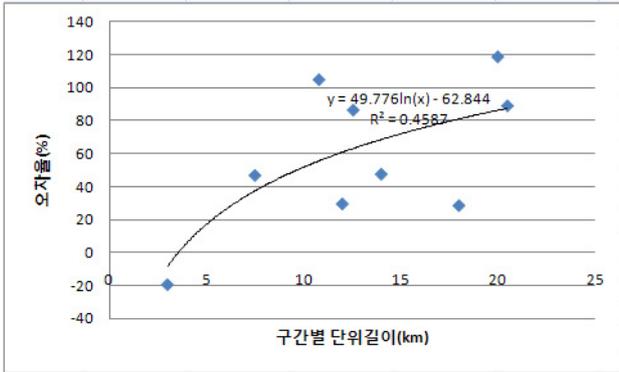


그림 14. 구간별 단위길이에 따른 평균 오차율 분석

4.3. 일반국도와 고속국도의 비교 분석

일반국도와 고속국도는 수요예측에서 단위구간 길이와 네트워크 연계 등 큰 차이가 있다. 본 연구에서는 일반국도와 고속국도의 수요예측과 실제 교통량에 따른 오차율을 비교분석하고자 하였다. 분석방법은 한국교통연구원에서 2007년에 수행한

표 2. 고속국도와 일반국도의 오차율 비교

구분	구간명	개통연도	교통량(개통 후 3년)		
			예측	실측	오차율
고속국도	판교~안현	2000	114,981	147,933	-22.28
	서안동~제천	2000	10,652	15,005	-29.01
	제천~만중	2001	17,901	20,085	-10.87
	만중~춘천	2001	8,640	12,863	-32.83
	동교산~대천	2000	36,216	41,252	-12.21
	목포~무안	2001	21,366	15,693	36.15
	무주~산내	2001	30,831	29,042	6.16
	여주~충주	2002	38,179	34,145	11.81
	김천~상주	2001	32,106	118,004	-72.79
	도동~청통와촌	2004	42,852	22,320	91.99
	천안~논산(민자)	2003	53,692	29,988	79.04
	범율~울하(민자)	2002	60,953	19,530	212.10
일반국도	인천~고양(민자)	2001	146,554	59,780	145.16
	양성~산척	2002	22,902	13,792	66.05
	충주~산척	1996	13,588	9,960	36.43
	정안~행정	2001	12,210	11,842	3.11
	주덕~생곡	2001	17,450	9,170	90.29
	장항~서천	2002	25,787	13,246	94.68
	태안~서산	2002	45,247	22,809	98.37
	당진~신평	2002	24,382	20,442	19.27
	영인~둔포	2002	17,765	12,315	44.25
	산척~송강	1996	10,796	17,271	-37.49
매산~가곡	2002	10,015	11,778	-14.97	

예측교통량과 실제 교통량의 오차율 검토에 관한 내용과 본 연구에서 검토한 내용을 비교분석하였다. 2007년 연구에서는 재정투자 도로사업 10개 구간과 민간투자 도로사업 3개 구간에 대한 오차율을 검토하였으며 본 연구의 대상구간 10개 구간도 비교를 위해 개통 후 3년 시점에서 오차율을 산정하였으며 그 결과는 표 2 및 그림 14와 같다.

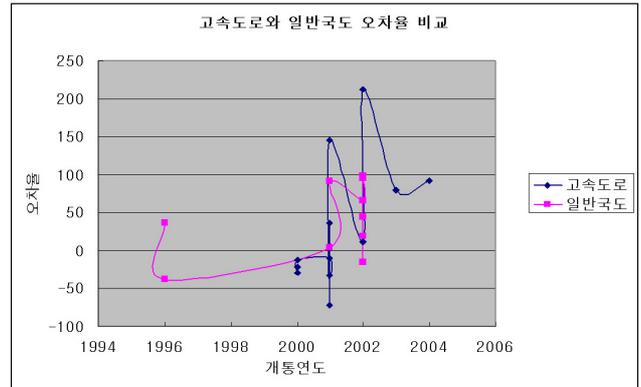


그림 15. 개통연도별 오차율 비교

전체적인 분석에서 일반국도는 개통후 3년 시점에서 고속국도보다 다소 안정적인 패턴을 보이는 것으로 나타났다. 개통연도에 따른 오차율의 변화는 2000년대가 되어서도 큰 변화를 보이고 있으며, 그 이전인 1990년대보다 수요예측의 정확성 면에서 좋아졌다고 볼 수가 없는데, 그 결과는 Flyvbjerg(2005)의 연구결과와 유사하다. 이는 교통수요 예측에 대한 방법론은 지속적으로 개선되고 있으나 정확성 측면에서는 높아지지 않음을 알 수 있다.

5. 결론

본 연구는 1980년대와 1990년대에 이루어진 일반국도 확장·포장 사업을 대상으로 계획단계에서 예측한 교통량과 개통 이후의 교통량을 비교·분석함으로써 교통량 예측이 실제로 어느 정도의 정확성을 보이는지를 파악하고자 하였다. 이를 위해 총 10개 구간에 대한 설계보고서를 관할 지방청으로부터 수집하였으며, 실제 교통량의 조사를 위해 도로교통량통계연보의 다년도 자료를 분석하였다. 분석 결과, 8개 구간의 교통량이 과다 추정되었으며 2개 구간이 과소추정된 것으로 밝혀졌다. 또한 고속국도 등과의 연계를 반영한 경우에는 연계에 대한 정확성에 따라 구간 전체의 오차에 영향을 미치는 것으로 나타났다. 오차율은 주로 -50%에서 100%까지로 다양하게 분석되었으며, 대부분의 구간의 오차율이 점차 감소하거나 일정 수준을 유지하는 것으로 나타나 수요예측 정도에 대한 안정성 측면에서 양호한 것으로 판단된다.

개통 연도에 따른 오차율 분석에서는 개통 이후에 오차율은

전반적으로 감소하는 것으로 나타났으며, 구간길이에 따른 오차율 분석에서는 구간길이가 길수록 오차율은 증가하여 일반국도의 단위구간을 설정할 경우에 이를 반영해야 할 것으로 판단된다.

일반국도의 수요예측 정도를 객관적으로 평가하기 위해 고속국도 13개 구간에 대한 수요예측치와 개통 후 3년 시점의 교통량에 대한 오차율을 수집하여 비교하였다. 분석결과는 고속국도와 일반국도는 오차율 측면에서 큰 차이를 보이지 않는 것으로 나타났으며, 고속국도의 경우 민자사업에서는 비교적 큰 오차율을 나타내었다.

본 연구의 한계점은 분석 대상구간의 수가 제한되어 통계적인 결과를 제시하지 못한 점이며, 이후 연구에서는 분석구간의 추가를 통한 분석이 필요할 것으로 판단된다.

본 연구는 일반국도에 대한 예측 교통량과 실제 교통량을 최초로 비교·분석하였으며, 알려진 것과 달리 비록 목표 연도에는 다르지 않았지만 과다추정된 것만은 아니라는 것을 제시하였다. 앞으로 이러한 연구를 통해 수요예측에 대한 오류의 재검증과 함께 정확한 수요예측을 위한 방법을 찾을 수 있는 계기가 될 것으로 기대된다.

참고 문헌

- 국토연구원(2005), “통행수요 추정의 신뢰수준 제고방안연구”
- 한국교통연구원(2007), “도로사업의 교통수요 추정오차 발생원인 및 영향분석”
- 한국개발연구원(2004), “도로·철도부문 사업의 예비타당성조사 표준지침 수정·보완 연구(제4판)”
- 한국도로공사 도로교통기술원(2003), “고속도로 교통수요예측 정밀도 제고 방안 연구”
- Flyvbjerg, B.(2005), “Measuring inaccuracy in travel demand forecasting : methodological considerations regarding ramp up and sampling”, *Transportation Research* 39A.
- Flyvbjerg, B., Holm, M., and Buhl, S.(2005), “How (in)accurate are demand forecasts in public works projects?”, *Journal of the American Planning Association*, 71.

접 수 일 : 2010. 7. 1
 심사 일 : 2010. 7. 6
 심사완료일 : 2010. 11. 17