

교통시설물 투자평가에 관한 연구

-충주시를 중심으로-

김 용 범 *

김 용 래 **

1. 서 론

중앙정부 및 지방자치단체 등에서는 심각한 교통난을 해결하기 위하여 교통시설 확충에 막대한 투자를 시행하고 있다. 이러한 막대한 투자를 하기 위해서는 사전적으로 투자의 타당성이 있는지를 검토하는 것이 당연하며, 이 타당성 검토를 얼마나 세밀하고 합리적으로 시행하는가 하는 것은 투자재원을 얼마나 효율적으로 배분하느냐와 직접적으로 관련이 있다.

사전적인 타당성 조사가 합리적으로 이루어지지 않는 경우에는 해당시설에 대한 수요가 부족한데도 불구하고 시설건설이 이루어져서 운영기간 중에 지속적으로 정부재정 지원을 요구하게 되어 국민의 세금낭비를 초래하게 되고, 시설에 대한 수요가 한계를 넘어서고 있음에도 적절한 투자가 이루어지지 않아 혼잡비용의 증가나 물류비의 증가를 초래하는 등 심각한 부작용을 발생시키게 된다.

따라서 어느 나라에서나 타당성 조사의 합리성을 증진시키기 위한 노력이 꾸준히 시행되어 왔다. 이러한 노력의 일환으로 나타난 것이 타당성 조사과정에 대한 합리적인 지침을 만들고 타당성 조사과정에 이를 반드시 따르게 함으로써, 타당성 조사 시행주체가 사업의 시행여부를 합리적으로 결정하도록 하는 법적·제도적 장치를 마련하는 것이다. 그러나 우리나라의 경우 현재는 교통시설투자사업의 타당성 평가에 적용하는 교통수요 등 각종 사회경제적 지표, 투자평가항목, 평가기준, 평가방법 등이 교통시설별, 기관별로 상이하여 객관적이고 신뢰성 있는 타당성 평가를 하기가 곤란하고 합리적인 투자우선순위조정 등 투자재원의 효율적 활용에 한계가 있는 것이 사실이며, 구체적으로는 다음과 같은 문제점을 지적할 수 있다.

첫째, 투자사업을 평가하는 평가방법이 표준화되어 있지 않고 평가에 필요한 각종 지표와 원단위를 공식적으로 제시하고 있지 않아 동일한 방법과 자료를 적용하여 평가할 수 없으며, 도로, 철도, 공항, 항만 등 교통시설별 특성에 맞는 지침이 없어 시설내의 투자사업 뿐만 아니라 수송수단간 대안들의 비교·평가가 불가능하다.

둘째, 외부효과를 포함하여 많은 항목들이 계량화되지 않고 있어 비용·편익분석의 틀 안에서 적절하게 평가할 수 없다.

* 충주대학교 경영학과

** 충주시청 세정과장

<표 1> 교통의 공간적 분류와 특성

구분 분류	교통계획목표	공간범위	교통체계	교통특성
국가교통	· 국토이용의 효율성 및 균형발전을 제고하기 위한 교통망 형성	국가 전지역	고속도로, 철도, 항공, 항만	· 국가경제발전 측면에서 접근
광역교통	· 지역 내 승객 및 화물이동 촉진 및 균형발전을 위한 교통망	광역생활권	· 고속도로 · 철도 등	· 지역생활권간의 교통
도시교통	· 도시 내의 교통효율성 증진 · 대량교통수요의 원활한 처리	도시	· 도로, 지하철 등	· 도시경제활동을 위한 교통서비스
지구교통	· 지구 내 자동차의 통행제한 · 안전하고 쾌적한 보행자 공간의 확보 · 대중교통 접근성 확보	· 주거단지 · 상점가 · 터미널 등	· 이면도로 · 주차장등	· 불력으로 형성 · 근린지구의 교통 처리
교통축 교통	· 교통축별 교통처리능력제고 · 교차로 용량의 증대	교통축	· 간선도로 · 교차로등	· 교통체증이 발생 되는 축

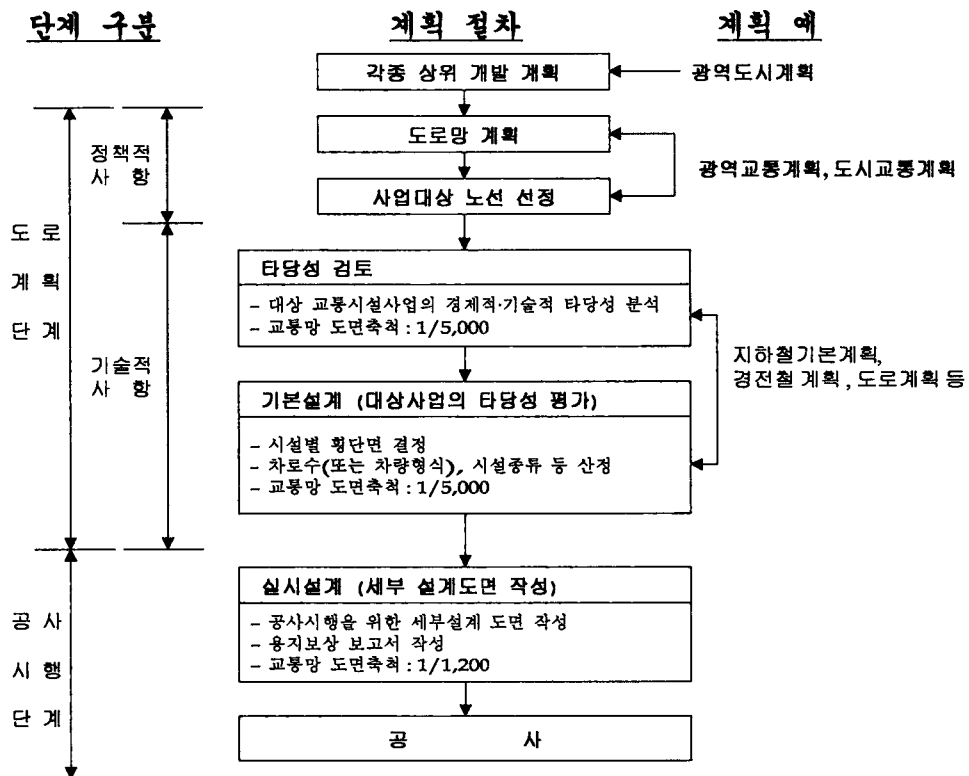
셋째, 교통수요의 경우 일관성 있는 추정을 보장하기 위한 지역별 수요의 예측치를 공식적으로 제시하지 있지 않으며, 평가자에 따라 서로 다른 예측방법을 적용하고 있어 과대 혹은 과소 추정 의 문제를 발생시키고 있다. 이러한 문제점을 해결하기 위해 교통체계효율화법 제 10조에서는 건설교통부 장관이 제정한 교통시설 투자평가지침에 따라 교통시설개발사업의 타당성을 평가하도록 의무화하는 등 제도적인 장치를 마련하였으며, 이에 대비하여 최근 교통시설에 대한 합리적이고 객관적인 타당성 평가를 할 수 있는 투자평가지침이 작성되었다.

그러나 이는 전국적 차원에서 도로, 철도, 공항, 항만 등에 대해서 투자효과를 분석하는 틀을 제공하였으나, 지역 내 교통시설별 특성을 반영하여 구체적인 경제성, 또는 재무적 타당성 등을 분석하기에는 한계가 있다. 또한, 이러한 평가의 틀은 일정 규모이상의 교통시설 건설사업에 적용토록 되어 있는 “예비타당성 조사”제도와 차이가 있어, 실질적으로 지방자치단체에서 적용하여 교통시설을 투자하고, 지역 교통문제해결을 위한 방향을 설정하는 데에는 문제가 있다. 이에 따라, 본 연구에서는 기존 평가지침의 틀속에서 합리적이고 효과적으로 적용할 수 있는 지방자치단체 특히 충주시의 평가지침을 마련하는데, 그 목적이 있다.

2. 현 교통시설물 투자정책

일반적으로 교통정책은 투자정책, 가격정책, 규제 등으로 구분할 수 있다. 이중 투자정책은 도로, 철도, 항만, 공항 등 대규모 교통시설을 건설하는 것으로, 이를 위해서는 방대한 교통투자재원과 토지가 요구된다. 이로 인하여 합리적인 투자정책을 수립하기

위해서는 보다 종합적이고 면밀한 검토가 전제되어야 한다. 이러한 투자정책의 과정은 일반적으로 개별 법률에 따라 검토·시행되는데, 이를 공간적 범위로 구분하면 <표 1>과 같다. 여기서, 국가교통은 교통체계효율화법 제3조에 규정된 “국가기간망교통계획”으로 수립되며, 광역교통은 대도시권 광역 교통관리에 관한 특별법 제3조에 의거, 수도권 및 지방 5대도시권에 “광역교통계획”으로 수립된다. 또한 도시교통의 경우 도시교통정비촉진법에 의거하여 “도시교통정비기본계획”을 수립함으로써 국가, 광역, 도시 차원의 도로, 철도 등 교통시설의 종합적인 건설계획이 검토된다. 이러한 건설계획에 의한 교통시설은 실제 건설을 확정하기 위해서는 종합적이고, 세밀한 검토가 이루어져야 한다. 다음 <그림 1>은 실제 교통시설 계획에서 공사까지의 과정을 나타낸 것이다.



<그림 1> 교통시설 건설 과정

이중 타당성검토과정은 교통시설의 실제 건설여부를 결정하는 단계로써, 교통시설의 막대한 예산이 수반된다는 점에서 가장 세밀한 검토가 요구되는 단계이다.

본 연구에서 수행코자 하는 교통시설의 투자평가는 이러한 타당성 조사단계에서 이루어지며, 이는 다음과 같은 구분할 수 있다.

첫째, 해당 교통시설의 건설과 관련하여 상위계획의 검토이다. 이는 평가하고자 하는

교통시설이 타 계획에 의한 다른 교통시설과 중복되거나, 교통정책방향이 다른지를 확인하는 것이며, 추가적으로 다른 교통시설 투자정책과 연계함으로써 효과적인 계획을 수립하는데 활용된다.

둘째, 사회경제지표의 예측이다. 교통시설을 건설하기까지는 장기간 소요되며, 장기적으로 활용가능하다는 점에서 해당 교통시설의 건설에 따른 장래 교통수요의 변화, 통행자의 행태변화 등을 예측하고, 이를 건설여부 결정에 활용하여야 한다는 점에서, 장래 교통수요예측, 장래 도시공간구조의 변화 등을 예측 활용하다.

셋째, 교통수요예측이다. 일반적으로 교통수요는 통행발생, 통행배분, 수단분담, 노선배정이라는 4단계를 거쳐 예측하게 되는데, 이때, 경제학적 원리에 입각한 수학적 모형을 활용함으로써 장래 교통수요의 변화를 면밀히 판단할 수 있다.

넷째, 경제성 평가이다. 예측된 교통수요를 토대로 교통시설건설에 따라 발생하는 공공적 편익(Benefit)과 건설에 소요되는 용지비, 건설비, 운영비 등을 감안한 비용(Cost)을 비교함으로써 건설여부를 결정하는 단계이다. 이때 편익은 공공적 측면에서 다루어지며, 이는 사회적 손실의 절감을 뜻한다.

다섯째, 재무성 평가이다. 이는 건설여부가 결정된 상태에서 재원조달방안을 모색하는 단계로, 먼저, 중앙정부 및 지방정부에서 시행하여야 할지, 민간자본을 도입하여 시행하여야 하는지 등을 종합적으로 검토하는 단계이다.

본 연구에서는 이러한 각 과정을 제시한 “공공교통시설개발사업에 관한 투자평가지침¹⁾”을 토대로 현 지침의 문제점과 개선방안, 충주시 적용 가능한 방안 등을 검토하는데 그 목적이 있다. 이에 따라 본 연구에서는 적용대상이 되는 교통시설을 철도, 도로에 한정하여 제시한다.

3. 충주시 교통시설 투자평가 방안

“공공교통시설개발사업에 관한 투자평가지침”의 내용을 살펴보면, 먼저 경제성 평가 기준·지표, 재무분석방법 등에 대해서는 지금까지 연구되어온 계량화 가능지표를 사용하였으며, 통상적인 방법이라는 점에서 문제가 없으나, 교통수요예측과 관련하여서는 다음과 같은 문제점이 예상된다.

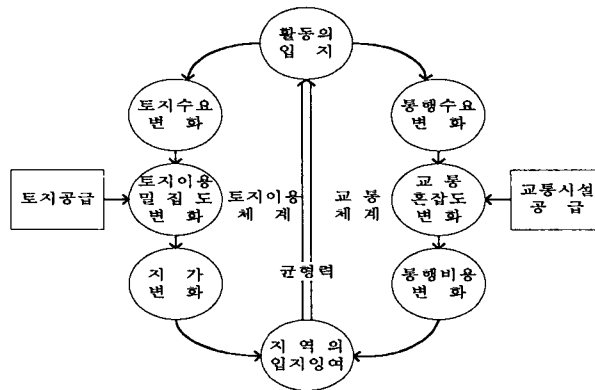
첫째, 현행 평가지침에서는 “경제성평가에서 편익(Benefit)/비용(Cost)의 비율이 1.0이상인 사업”에 대해서만 건설여부가 결정지어지며, 이후 투자우선순위 평가 시에도 이 조건에 해당하는 사업만을 다루고 있다. 이는 교통수요가 많은 대도시와 달리 교통수요가 적은 중소도시의 교통시설 건설은 상당히 어렵게 만드는 지표가 될 수도 있다. 즉, 과밀로 교통문제가 날로 심각한 대도시의 경우 교통시설의 투자를 유도하게 되고, 이로 인해 보다 많은 인구의 집중으로 더욱 과밀하게 되는 결과를 양산할 수 있다는 점이다. 다음 <그림 2>는 이러한 측면에서 토지이용과 교통간의 관계를 나타낸 것이다. 이러한 지침상의 해석은 현재 우리가 추구하고 있는 “수도권 과밀해소정책”이나 “지역균형발전” 측면과는 맞지 않을 수 있다. 한 예로 평가지침에서 제시하고 있는 지역별 인구전망을 살펴보면, 다음 <표 2>와 같다. <표 2>를 대도시와 그 외 지역으로 구분하

1 교통체계효율화법 제10조 및 동법 시행령 제7조에 의거

여 살펴보면 다음 <표 3>과 같다. 이때, 경기도는 서울시와 하나의 생활권인 대도시권이라는 점에서 대도시에 포함시켰다.

위 결과를 토대로 살펴보면, 현재 대도시권의 인구증가 비율이 그 외 지역보다 높아, 인구증가에 따른 대도시권 인구집중은 더욱 심할 것으로 예측된 결과이다. 결국, 이러한 지표의 작성은 상대적으로 교통시설투자에 대한 대도시권 집중으로 연결되어, 정책상의 문제를 야기 시킬 수도 있다.

위와 같은 과거추세 연장법의 해석을 충주시에 도입할 경우 다음 <표 4>, <그림 3>에서 보는 바와 같이 장래 인구는 현재 상태에서 감소되는 결과가 도출된다.



<그림 2> 토지이용과 교통과의 관계

<표 2> 지역별 인구전망 (단위 : 천명)

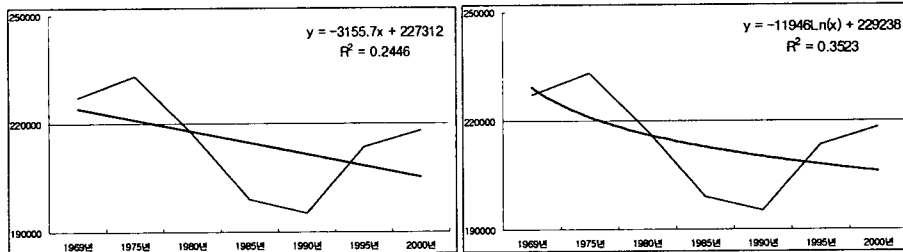
지역	1996년	2002년	2007년	2012년	2020년	증가율(%)
서울	10,470	10,192	9,983	9,863	9,783	-0.28
부산	3,879	3,734	3,671	3,599	3,393	-0.56
대구	2,491	2,788	2,847	2,890	2,880	0.61
인천	2,404	2,542	2,650	2,712	2,784	0.61
광주	1,302	1,573	1,737	1,913	2,172	2.15
대전	1,298	1,600	1,830	1,899	1,962	1.74
경기	8,191	9,174	10,135	10,786	11,527	1.43
강원	1,531	1,466	1,415	1,355	1,211	-0.97
충북	1,458	1,584	1,635	1,689	1,705	0.66
충남	1,878	1,693	1,666	1,671	1,609	-0.64
전북	2,009	2,007	1,941	1,863	1,673	-0.76
전남	2,177	1,808	1,723	1,640	1,455	-1.67
경북	2,799	3,068	3,034	3,031	2,901	0.15
경남	4,022	4,845	5,322	5,734	6,194	1.82
제주	524	538	540	542	530	0.05
전국합계	46,433	48,612	50,129	51,188	51,778	0.46

<표 3> 생활권구분에 따른 장래 인구분포(단위 : 천명)

지역 \ 연도	1996년	2002년	2007년	2012년	2020년	연평균 증가
대도시,경기	30,035	31,603	32,853	33,662	34,501	0.58%
그외지역	16,398	17,009	17,276	17,525	17,278	0.22%

<표 4> 충주시 인구증가 추이

연 별 Year	세 대 Number of Household	인 구			인 구 밀 도		세대당인구 Members per Household
		Population	남 Male	여 Female	DenCsit	면 적 Area (km ²)	
1969	38,126	227,095	115,446	111,649	231.0	982.90	6.0
1975	42,751	233,014	119,672	113,342	238.4	977.28	5.5
1980	44,380	217,194	111,299	105,895	222.7	975.40	4.9
1985	45,878	198,922	102,453	96,469	203.8	975.83	4.3
1990	49,930	195,147	99,086	96,061	198.3	983.86	3.9
1995	63,166	213,353	107,562	105,791	216.9	983.73	3.4
2000	70,350	218,098	110,076	108,022	221.7	983.95	3.1



(직선식)

(로그식)

<그림 3> 충주시 인구추세선

이러한 결과를 평가지침에 의거할 경우 충주시는 대부분의 국가적 건설사업에 있어 전국적 평가에서 낮은 경제성 등으로 인해 종합평가에서 후순위가 될 소지가 있으며, 충주시내 교통시설투자에 있어서도 인구감소로 인한 교통수요 감소로 교통시설건설의 경제성 확보가 곤란할 수 있다.

둘째, 수요예측모형의 적용이다. 평가지침 상으로는 지역교통수요를 기초로 모형을 적용하고 있다. 이때, 지역교통수요를 직접모형으로 적용한 사유는 명확하나, 대상사업이 모두 지역교통수요를 처리하기 위한 시설이 아니라는 점에서 직접모형을 적용하여야

하는 데에는 문제가 있다. 즉, 평가지침에서 다루고 있는 교통시설중 도시권내의 시설의 경우 전국존 차원에서 적용할 수 없으며, 별도의 존재계를 갖추어야 평가가 이루어질 수 있다.

또한, 수도권과 비수도권을 구분하여 여객수요모형을 적용하였는데, 수도권내의 경우 하나의 동일 생활권으로 통근, 통학권이라는 점에서 직접모형적용은 곤란하다.

특히, 충주시의 경우 교통생활권이 충주시라는 한정된 공간상에 이루어진다는 점에서 전국적 차원의 평가지침을 적용하는 데에는 무리가 있다.

셋째, 대상사업으로 도로의 경우 고속·일반국도, 특별·광역시도, 지방도, 시·군·구도, 국도대체우회도로, 국가지원지방도, 광역도로로 구분되어 있으며, 철도는 일반철도, 고속철도, 도시철도, 광역철도로 구분된다. 그러나, 지침의 내용상 전국(132개 존) 단위의 평가가 시행되는 것으로 구성되어 있다는 점에서, 광역시도, 지방도, 시·군·구도, 광역도로의 경우 연장이 짧고, 영향권이 작아 대부분 존내 통행처리로 되므로, 이 경우에도 전국 OD를 기초로 적용하여야 하여 작성할 수 없다는 것이다. 따라서 연장이 짧고 영향권이 작은 교통시설의 건설 사업 시에는 사실상 “평가지침”을 그대로 적용하기 곤란한 문제가 있다. 이에 따라 이러한 지침 내용을 그대로 반영하여 중소도시 특히 충주시에 적용 가능한 평가방안이 검토되어야 한다.

넷째, 충주시의 경우 교통수요를 예측하기 위해서는 각종 통행행태를 분석하여야 하는데, 이때 적용 가능한 조사방법에 대하여는 “평가지침”에서 다루어지지 않았다. 통행실태조사는 실제 교통수요를 예측하기 위해서 반드시 필요한 기초 자료를 구축하는 것으로, 오류가 있는 조사결과를 그대로 적용할 때는 교통시설의 타당성 조사 자체가 무의미해질 수 있다는 점에서 매우 중요하다.

4. 충주시 교통시설 투자평가 방안

앞에서 언급한 바와 같이 기존 교통시설 투자평가지침을 적용할 경우, 충주시의 교통시설투자에 대해서는 부정적인 결과가 예상된다. 물론, 기존 투자평가지침의 경우 전국적 차원에서 적용 가능한 지침이라는 점에서 중소도시에서 유지하여야 할 투자평가 지침의 마련이 필요하다.

본 연구에서는 지적인 바와 같이 투자평가 지침 상 충주시에 적용할 경우 개선하여야 하는 방안들을 제시하고자 한다. 이를 위해서 먼저, 대도시의 교통시설 투자사업의 경우에는 먼저 상위계획과의 관계 즉, 정책과의 관계를 고려하여 교통시설계획을 수립하여야 하며, 중소도시의 경우 타당성 평가 이전에 해당 도시의 발전계획 및 도시성장, 경제 활성화 등 기본적인 개발계획을 작성하고, 이를 교통계획 수립시 반영하여야 하는 전제조건이 필요하다.

4.1 존 체계

일반적으로 교통존(traffic zone)은 교통수요를 추정하고 분석하기 위한 공간적 단위로써 중심점(Centroid)으로 대표된다. 이는 교통수요 예측 시 존 내 통행자들은 행태적으로 동등하게 고려되기 때문에 교통시설사업에 따라 적절히 구분되어야 한다. 한 예로 지하철 건설사업 평가 시 지하철의 경우 역세권이 약 500m로 분석하나, 하나의 존의 면적이 지하철 역이 2개 이상 건설될 정도로 크다면, 각 지하철 역사의 적정규모 등을 산출하는데 어려움이 따른다. 그러나 이렇게 존의 면적이 크다는 점만으로 세분할 경우에는 교통수요 예측 시 요구되는 사회·경제지표를 구하기가 곤란한 단점이 있다. 이에 따라 일반적으로 사회·경제적 자료의 수집이 용이한 읍·면·동단위로 존을 구분하여 활용하는 것이 적절하다. 따라서 충주시의 경우 12개 동, 12개 면, 1개 읍으로 총 25개 내부 존으로 구분하는 것이 적절하다.

또한 외부 존의 경우 크게 시 경계 유출입이 가능한 방면인 서울, 안성, 금왕, 음성·증평, 괴산, 문경·연풍, 담양, 제천, 원주, 문막 등 총 10개 방면으로 구분하여 적용하는 것을 원칙으로 하되, 교통조사와 연관하여 조정하는 것이 바람직하다. 또한, 고속도로 노선의 시외경계가 직접적인 유출입지점이 아니라는 점에서 노은IC, 신내IC, 충주IC, 동량IC 등 4개 지점은 특수존으로 설정하는 것이 바람직하다.

따라서 충주시는 전체 39개의 존으로 구성하여 교통수요예측을 위한 자료를 취득하되, 내부 존은 사회경제지표 및 가구통행실태조사 등을 시행하고, 시 외곽 지역 및 특수존은 유출입교통량조사, 재차인원조사 등을 통해 자료를 취득하여, 충주시의 통행행태 등을 분석 시 활용하여야 한다.

4.2 사회·경제지표 예측

사회경제지표의 예측의 가장 큰 의의는 교통수요예측과정의 첫 번째 단계라 할 수 있는 교통발생(Trip Generation)의 값을 찾기 위한 자료들을 만드는 과정이다. 사회경제지표로는 일반적으로 인구, GDP, 자동차수, 가구 수 등이 있다. 이중 인구는 가장 중요한 변수로써, 교통수요에 가장 큰 영향을 미치는 변수라는 점에서 그 예측이 중요하다. 현재 교통시설평가지침에서는 전국적 차원에서의 인구산출을 제3차 국토계획수정안 조정치, 과거추세증가율(외삽법), 전국분포율 등을 이용하여 산출하였다.

먼저, 인구예측법에는 크게, 외삽법, 조성법이 있으며, 수출기반모형, 변이할당모형 등을 적용할 수 있다. 이러한 인구예측을 위해서는 반드시, 사용가능한 자료가 무엇이 있으며, 어떤 목적에 이용할 것인지, 그리고 각 예측방법의 장, 단점 등을 이해하시는 것이 중요하다.

외삽법은 단순히 회귀분석의 "최소자승법"을 이용하는 방법으로, 회귀분석은 독립변수에 결과에 영향을 미치는 변수(예 : 자동차수 = A*인구)가 적용되지만, 외삽법은 독립변수가 시간(연도)가 적용된다는 차이가 있다. (예: 인구 = A*년도) 이러한 외삽법은

단순히 과거의 인구의 추세를 기준으로 장래 인구를 예측하기 때문에 장래 인구의 증감원인 등을 설명 못하는 단점이 있어, 비교적 안정된 도시에서만 적용 가능하다. 현재 교통계획에서 타 방법보다 자료취득도 용이하고, 산출하기 쉬워서 외삽법을 많이 사용하고 있는데, 이 방법을 충주시에 적용할 경우 앞서 설명한 <그림 3-2>와 같이 인구 감소 결과의 문제가 발생한다.

조성법(Cohort Component Method)은 집단생존법(Cohort Survival Method) 이라고도 한다. 이는 외삽법의 한계를 조금 해결하는 방법으로, 인구 성장은 크게 두 가지로 구분하여 설명한다. 하나는 자연적 증감이고, 또 하나는 사회적 이동이다. 자연적 증감은 다시 세 가지 분류로 구분되는데, 출생, 사망, 생잔으로 구분되며, 사회적 증감은 외부지역에서의 인구유입, 유출 등을 고려한 것이다. 그러나 외삽법, 조성법(사회적 이동 부분) 모두 과거 자료를 기준으로 산정하기 때문에 구체적인 인구성장을 설명하지 못한다. 이러한 문제를 해결할 수 있는 한 방법이 경제기반모형과 변이할당모형이다.

경제기반모형은 크게 수출인구와 수입인구로 나누는데, 한 예로, 한 지역에 공장이 들어서면(이 공장에서 생산된 물건은 외부로 수출된다고 가정), 이 공장을 중심으로 식당, 꽃집, 가게, 옷 집, 오락실 등 많은 시설이 들어서게 된다. 즉, 이 지역의 인구는 공장(수출산업)으로 인하여 다른 시설(수입 산업)이 들어서게 되고, 이때, 공장에서 종사하는 종사자와 다른 시설에서 종사하는 종사자의 합계가 지역 전체의 경제인구가 되며, 이러한 경제인구에는 그 가족들(비경제인구)이 있고, 이들을 합하면 전체 지역인구가 된다. 그러나 이 방법은 지역의 경쟁력 등을 고려하지 못하는 단점에 있다. 이러한 방법을 개선하는 것이 변이할당법(SHIFT-SHARE)이 있다. 경제적 모형의 경우 가장 기본이 되는 장래 우리나라의 산업구조 및 변화에 대한 예측이 전제되어야 하며, 충주시의 새로운 도시개발 계획의 내용이 반영되지 못하는 단점이 발생한다는 점에서 적용하는 데에는 사실 한계가 있다.

앞서 언급한 바와 같이 각 인구예측방법에는 한계가 있으며, 무엇보다도 충주시의 장래 계획을 적절히 반영하지 못하는 문제가 발생된다. 따라서 각 인구예측방법에 의한 각 준별 인구와 도시기본계획상의 각 생활권별 목표인구를 기초로 각 준별 개발가능 토지 등을 고려하여 산출하는 것이 바람직하다.

4.3 통행실태조사

모집단의 구성원들이 골고루 표본으로 추출되지 않아 편의(bias)를 가진 결과를 발생시킬 수도 있으며, 표본수의 부족으로 인해 자료의 부정확성(lack of precision)을 야기할 수 있다. 이들 문제는 적절한 표본추출과정을 통해 해결될 수 있으므로 표본조사에 있어 표본추출은

통행실태조사는 사회·경제적 변수와 함께, 통행자들의 행태를 적절한 모형식으로 나타낼 때, 각 변수의 파라메타 도출에 활용된다는 점에서 실제 교통수요예측을 감안할 때, 가장 중요한 단계라 할 수 있다.

이중 가구통행실태조사는 교통계획을 위한 기초 자료를 수집하기 위한 대표적인 조사이다. 가구통행실태조사는 가구 및 가구원의 사회경제적 특성과 가구원의 개인별 통행실태조사를 그 내용으로 한다. 사회경제적 특성조사는 통행특성에 연관이 있는 가구 규모, 구성, 소득수준, 자가용보유여부뿐만 아니라, 가구원의 직업, 근무형태, 나이, 성별 등을 대상으로 하며, 개인통행실태조사는 누가, 언제, 왜, 어디서 어디로, 무엇을 타고, 어떻게 등의 내용을 포함한다. 따라서 조사내용이 복잡하고, 항목도 많다. 우리나라에서도 여러 가지형태의 가구통행실태조사를 시행하여 왔다. 그러나 대부분의 경우 조사 비용 및 기간상의 제약으로 조사방법이나 내용에 있어 비합리성을 갖게 되었고, 이로 인해 조사결과의 신뢰성이 낮아 활용에 많은 어려움을 겪어 왔다. 지금까지 사용되어 온 가구통행실태조사방법은 가구방문조사, 우편이용조사, 학생이용설문조사, 전화이용설문조사 등이 있다. 가구방문조사는 조사원이 표본에 의해 추출된 각 가구에 미리 연락하여 방문을 의뢰한 후, 직접 해당 가구를 방문하여 조사내용을 설명하고 가족 구성원의 전날 24시간의 통행을 문의하여 조사표에 기록하는 방법이다. 일반적으로 직접 방문하여 설문에 대한 이해를 도울 수 있는 장점 때문에 유효율이 매우 높은 것으로 평가된다. 그러나 조사표 작성을 위해 가족구성원 모두를 직접 만나야 하기 때문에 시간적인 제약이 따르며, 이로 인해 많은 조사기간과 비용이 소요되므로, 현실적으로 시행이 어렵다.

우편이용조사는 표본으로 추출된 가구에 조사표를 우편으로 우송하여, 작성 후 회신하도록 하는 방법으로, 숙련된 조사원이 필요치 않아 적은 비용으로 시행이 가능하다. 그러나 회수율이 저조하고, 직업유형별, 연령별, 지역별 등에 따라 달라지므로 균형된 표본을 얻기 어렵다. 또한, 설문내용과 기재방법이 단순한 경우를 제외하고는 작성상의 오류를 낳기 쉽다. 따라서 가구통행실태조사와 같이 그 내용이 복잡하고 다양할 경우에는 유효율이 낮다는 단점이 있다.

전화이용설문조사는 각 가구에 조사표를 보내는 대신 전화번호부를 이용하여 표본을 추출한 후, 표본 추출된 각 가정에 전화함으로써 필요한 자료를 얻는 방법이다. 조사방법의 장점은 먼저 신속한 질문과 답을 할 수 있으며, 다른 조사방법에 비해 많은 비용이 들지 않는다는 점이다. 그러나 전화미가입자가 표본에서 누락되는 경우가 발생하며, 응답자가 응답을 거부할 수 있으므로 결국 조사결과의 왜곡을 가져올 수 있다.

학생이용설문조사는 우리나라에서만 사용해온 조사방법으로 가구방문조사에 따른 높은 조사비용과 조사기간의 장기화 문제를 해결하기 위해 학생을 매체로 하여 설문지를 배포·회수하는 방법으로 교육당국의 협조만 얻으면 학교별 학생설문이 용이하고, 조사 소요비용이 적게 드는 장점이 있다. 그러나 조사대상학생을 가구원으로 둔 가구만을 대상으로 하기 때문에 특정연령층이 표본에서 제외된다. 따라서 전화이용설문조사와 마찬가지로 표본추출을 통한 추정 시 발생하는 편의(bias)를 줄일 수 없어 조사결과의 심각한 왜곡을 가져다 줄 수 있다는 단점이 있다.

따라서 표본조사에 있어 매우 중요하다. 신뢰성이 높은 가구통행실태조사를 위해

서는 우선 모집단을 대표할 수 있도록 표본을 골고루 추출하여, 편의발생가능성을 줄일 수 있어야 한다. 일반적으로 편의(bias)는 무작위추출(random sampling)을 통해 줄일 수 있다. 그러나 현재 시행되고 있는 전화설문조사와 학생이용설문조사의 경우 임의추출(convenience sampling)에 해당되므로 편의발생가능성이 높은 것으로 판단된다. 또한, 조사된 자료가 정확하여야 한다. 따라서 적정규모의 표본을 추출하되 조사비용과 노력을 최소화할 수 있는 방안이 모색되어야 한다. <표 5>는 기존 각 방법을 비교한 것으로 가구방문조사는 편의발생가능성이 적은 반면 소요비용이 과다하고, 우편설문조사와 학생설문조사, 그리고 전화설문조사는 정도의 차이는 있으나 조사내용과 양식이 단순하고, 작성이 용이해야만 가능하다. 가구통행실태조사는 가구의 전체적 특성뿐만 아니라 가구원의 개인적 특성과 통행내용을 모두 기록해야 한다. 따라서 조사의 내용이 많을 뿐더러 개인의 통행기록을 목적, 시간, 장소, 수단, 소요비용 등은 상세히 조사해야 하므로 가구방문조사 이외에는 만족할만한 자료를 얻을 수 없다. 그러나 가구방문조사를 한다 해도 조사내용이 방대하여 막대한 조사비용이 소요되는 어려움이 있다.

<표 5> 가구통행실태조사 유형별 특성 비교

구 분	표본추출방법	소요비용	편의(bias) 발생	조사자료의 신뢰성
가구방문조사	해당지역의 전체가구대상 「무작위추출」	크다	적다	양호
우편설문조사	표본대상가구가 임의로, 응답받을 수 있으므로 「임의추출」	보통	보통	양식과 내용이 단순명료할 경우 양호
전화설문조사	표본대상가구의 연결 불가능 또한 회피할 수 있으므로 「임의추출」	적다	보통	보통 단, 단순한 내용만 가능함
학생설문조사	일부학교, 학년 학생의 가구를 대상으로 「임의추출」	보통	크다	양식과 내용이 단순명료할 경우 양호

이러한 문제를 해결하기 위해 적절한 방법으로 행정체계를 이용한 가구통행실태조사를 들 수 있다. 이는 일반적으로 동·통·반으로 구성되어 있는 행정체계를 이용할 경우 표본추출에 따른 편의(bias)를 줄일 수 있으며, 책임성이 있는 행정력을 통해 자료의 신빙성을 확보할 수 있는 것으로 평가되었다. 특히, 교통계획의 주체가 행정기관이며, 이러한 교통계획의 필수적 단계인 조사 역시 그 지역의 교통문제를 해결하기 위한 과제임을 감안할 때, 적은 비용을 가지고 많은 질의의 가구통행실태조사를 원활히 시행할 수 있다. 더욱이 사례지급과 전화도우미활용을 통한 교육이 병행될 경우 더욱 효과적인 조사를 수행할 수 있는 것으로 판단된다.

가. 표본 추출을 및 표본 수

교통계획 과정 중에서 교통수요분석과정에 필요한 개인 또는 가구의 통행특성 및 통행실태자료는 해당지역의 전체가구를 대상으로 하므로 표본은 지역별(즉, 교통존별)로 고르게 추출되어야 한다. 따라서 표본은 교통존별 가구 수에 비례하게 추출하는 것이 바람직하다. 또한, 자료의 정확성을 높이기 위해서 적절한 수준의 표본수를 결정하는 것이 필요하다. 가구통행실태조사에 대한 표본 추출율은 조사의 목적, 장기 혹은 단기 교통계획의 목표에 따라 달라지므로 정형화되어 있지는 않으나,

< 표 6 > 인구규모에 따른 최소표본율과 적정 표본율

대상지역의 인구	표본율	
	최소한의 표본율	일반적인 표본율
50,000명 미만	10인당 1	5인당 1
50,000~150,000	20인당 1	8인당 1
150,000~300,000	35인당 1	10인당 1
300,000~500,000	50인당 1	15인당 1
500,000~1,000,000	70인당 1	20인당 1
1,000,000만명이상	100인당 1	25인당 1

미국의 교통국에서 대상지역의 인구규모에 따라 <표 6>과 같이 적정 표본율을 제시하고 있다. 따라서 현재 인구 22만인 충주시의 경우, 7천 가구를 조사하는 것이 바람직하다.

나. 표본추출방법

편의(bias)를 최소화하기 위해 사용하는 이상적인 표본추출방법은 단순무작위추출법(SRS : Simple Random Sampling)이다. 그러나 모집단의 규모가 너무 커서 SRS는 현실적으로 불가능하다. 따라서 본 조사에서는 단계적으로 표본을 추출하는 방법을 사용한다.

첫째, 기본 지역단위를 동(면)단위로 하여, 모든 동(면)을 대상으로 가구 수에 비례하여 동(면)별 표본수를 결정한다.

둘째, 조사담당자인 통(리)장의 조사 효율성 등을 감안한 적정 표본수를 토대로 동별 표본통수를 결정하고, 그 수만큼 표본 통을 선정한다. 이때, 통(리)을 집락(cluster)으로 간주하고, 표본 집락은 체계추출법(systematic sampling)으로 추출한다.

셋째, 표본통(리)단위의 표본가구는 SRS를 원칙으로 하여야 하나, 표본 추출틀(sampling frame)작성이 곤란한 점을 감안하여 통(리)장이 임의로 추출하는 임의추출법(convenience sampling)을 사용한다. 이때, 통(리)장이 설문지 배포 및 수거가 용이한 가구만을 대상으로 표본을 추출할 가능성이 있으므로, 앞에서 언급한 통(리)당 적정 표

본 수 결정시 일정규모 이상으로 정하고, 사전에 교육을 통해 가급적 표본추출의 임의성을 줄이도록 한다.

다. 조사표 배포, 작성, 회수

○ 배포 및 교육절차

조사표의 배포와 회수는 우리나라가 행정조직과 관료체계가 잘 발달되어 있는 점을 고려하여 행정조직을 이용하여, 배포, 회수하는 방식을 취하였으며, 작성요령은 조사표에 예를 보여주어 작성의 편의를 돕고, 수신자부담전화를 이용한 “도우미”를 통해 작성 시 의문사항을 답하도록 한다.

조사표의 배포와 기본교육절차는 다음과 같다.

첫째, 조사관리자는 각 행정조직의 교통담당자를 대상으로 주로 설문지 목적 및 설문지 배포, 회수요령을 교육하고 조사표를 배포한다. 교육대상의 범위는 적정규모를 유지 시킴으로써 설문지 작성요령에 대한 교육효과를 높이고, 관리체계를 명확히 할 수 있도록 한다. 이때, 담당자 자신이 개인통행기록을 직접 작성해 보도록 함으로 조사의 내용과 특성을 이해하도록 한다.

둘째, 각 교통담당자는 해당지역의 직계하부조직 담당자들을 대상으로 같은 방법으로 교육하고 배포한다. 이러한 과정을 반복하여 통장까지 배포·교육을 시행토록 한다.

셋째, 교육받은 각 통장은 인근 주민에게 조사표를 전달하여 설문지를 작성케 한다. 이때, 통장은 조사의 목적 및 취지에 대하여 명확히 설명토록 한다. 아울러 반상회보를 통해 그 목적과 취지를 사전에 통보하여 응답자의 자발적 협조를 유도한다.

○ 작성 및 회수절차

설문지를 받은 가구원은 설문지에 기록된 작성 예를 참조하여 설문지를 작성한다. 조사표작성에 관한 사전교육이 없이 시행되기 때문에 응답자의 의문점 발생시를 대비하여 조사센터에 “도우미”를 배치하여, 의문사항에 따른 전화질의에 답하도록 함으로써 설문지의 유효율을 높이도록 한다. 설문지 회수는 배포의 역순으로 진행토록 한다. 즉, 설문지를 작성한 가구원은 통장에게, 통장은 각 동 담당자에게 전달하고, 동 담당자는 시청의 담당자에게 전달하도록 한다. 시청에 수집된 조사표는 조사센터로 운반하여 정리, 전산 입력한다. 이 과정에서 다소 미비한 조사내용이 있을 경우 작성자와 전화확인과정을 통하여 조사내용을 보완한다.

4.4 교통수요추정

교통수요추정은 크게 통행발생, 통행배분, 수단분담, 노선배정으로 구분된다. 앞서 지적한 바와 같이 기존 평가지침 중 통행발생과 통행배분 단계를 충주시에 직접 적용할 경우 사실상 교통수요예측이 곤란하다. 따라서 기존 통행발생, 통행배분의 교통수요 모형 중 충주시에 적용 가능한 대안을 선택하여 적용하는 것이 바람직하다.

가. 통행발생모형

통행발생모형은 통행수요예측의 첫 번째 단계로 궁극적으로는 일정한 기간(일반적으로 하루)동안 각 존별로 총 통행유출량 및 통행유입량을 추정하는 방법을 말하는 것으로, 성장률법, 원단위법, 교차분류분석법, 회귀분석법 등으로 구분된다. 일반적으로 교차분류분석법과 회귀분석법을 가장 많이 활용되고 있다.

회귀분석법은 통행량과 통행 요인변수들 간의 인과관계를 하나의 방정식의 형태로 작성하고, 회귀분석기법을 이용하여 이들 변수들 간의 연관정도를 규명 함으로써 얻어진 회귀방정식을 이용하여 통행량을 산출하는 것이다. 그러나 이 방법을 적용하는데에는 몇 가지 한계가 있다. 첫째, 독립변수가 하나인 단순회귀분석보다는 다중회귀분석을 많이 사용하는데, 이때, 모든 독립변수들은 서로 독립적이어야 한다. 그러나 교통수요를 예측하기 위해 사용된 기존 다중회귀 방법을 살펴보면, 인구, 가구 수, 자동차 수 등 상호간의 독립성이 확보되지 않는 경우가 발생한다. 또한, 각 독립변수들은 정규분포를 이룬다는 가정 하에서 회귀분석을 적용할 수 있으나, 독립변수가 정규분포를 이루지 않고 어느 한쪽으로 편중된 경우에는 지수변화 또는 대수변환 등을 통해 정규분포에 가깝도록 조정된 변수값을 사용하여야 하는 문제가 있다.

교차분류분석법은 카테고리분석법(category analysis)이라고 부르기도 하는데, 단순하면서도 정확한 통행량 추정을 목적으로 160년대 말 puget sound교통연구에서 최초로 사용되었다. 이 방법은 원단위법과 달리 통행 발생률과 밀접한 인과관계가 있는 가구의 인구, 사회·경제적 특성변수들을 선정하고, 이들 조사 자료를 이용하여 변수 값을 기준으로 각 변수를 몇 개의 카테고리로 분류하여 이들 카테고리별로 통행 발생률을 추정한 뒤, 원단위법에서와 마찬가지로 이 통행 발생률과 목표연도의 각 카테고리별 추정가구수와 곱하여 합산하는 방법이다. 이 방법을 적용할 때 유의점은 각 카테고리별로 총주시 내부존의 모수를 구분할 수 있어야 한다.

나. 통행배분모형

통행배분모형은 각 존별 통행 발생과정에서 추정된 각 존별 통행발생량과 통행 도착량을 각 존간의 교차통행량으로 배분하는 것이다. 일반적으로 통행배분모형은 통행자가 자신의 목적을 수행하기 위하여 목적지를 어디로 정할 것인가 하는 통행자의 목적지 선택행태를 그 이론적 바탕으로 한다. 통행배분모형은 성장 인자법, 중력모형, 간섭기회모형 그리고 엔트로피극대화 모형 등으로 구분된다. 일반적으로 성장인자법과 엔트로피극대화 모형을 가장 많이 활용되고 있다.

성장 인자법은 통행배분모형의 가장 단순한 형태로 존별 통행유출량 또는 유입량의

성장률을 추정된 뒤, 이를 단순히 기준연도 존간 교차통행량에 곱하여 목표년도의 존간 교차통행량을 측정하는 방법이다. 이러한 성장 인자법은 존간 교차통행량이 존간 교통망의 변화와 무관하고, 기준연도의 교통망과 존간 교차통행분포의 패턴이 장래에도 일정하게 유지될 것이라는 것을 가정하고 있다. 따라서 사회·경제적 활동이 급격하게 변하는 지역에 대한 장기적 예측에는 적용하기 어려우므로, 단지 대상지역의 존별 토지이용이나 통행분포패턴이 크게 변하지 않는 소도시의 단기간, 간이분석에 사용하는 것이 일반적이다. 또한, 이 방법은 교통망의 변화에 따른 존간 통행비용의 변화를 고려하지 않으므로 신교통수단의 도입, 교통시설의 개선, 가격정책의 변화에 대한 분석에 사용할 수 없을 뿐만 아니라, 새로운 존이 발생할 경우 이에 대한 고려를 할 수 없다는 단점이 있다. 그리고 현재 교통수요예측에서 사용된 경우를 살펴보면 분석의 기초가 되는 기준연도의 존간 교차통행량이 없어, 표본 조사한 결과를 통해 이 방법을 적용하는 사례가 많으나, 이는 표본조사에 따른 오류 등을 그대로 담고 있으며, 표본조사의 수가 많지 않아 적용하는데 한계가 있다.

엔트로피 극대화 모형은 물리학의 열역학에서 그 개념이 유래되었으나, 결과적으로는 중력모형의 형태를 취하고 있다. 엔트로피 극대화 모형의 일반식은 다음과 같다.

$$T_{ij} = A_i B_j O_i D_j \exp(-\beta c_{ij})$$

$$\sum_j T_{ij} = O_i, \quad \sum_i T_{ij} = D_j, \quad \sum_i \sum_j c_{ij} T_{ij} = C$$

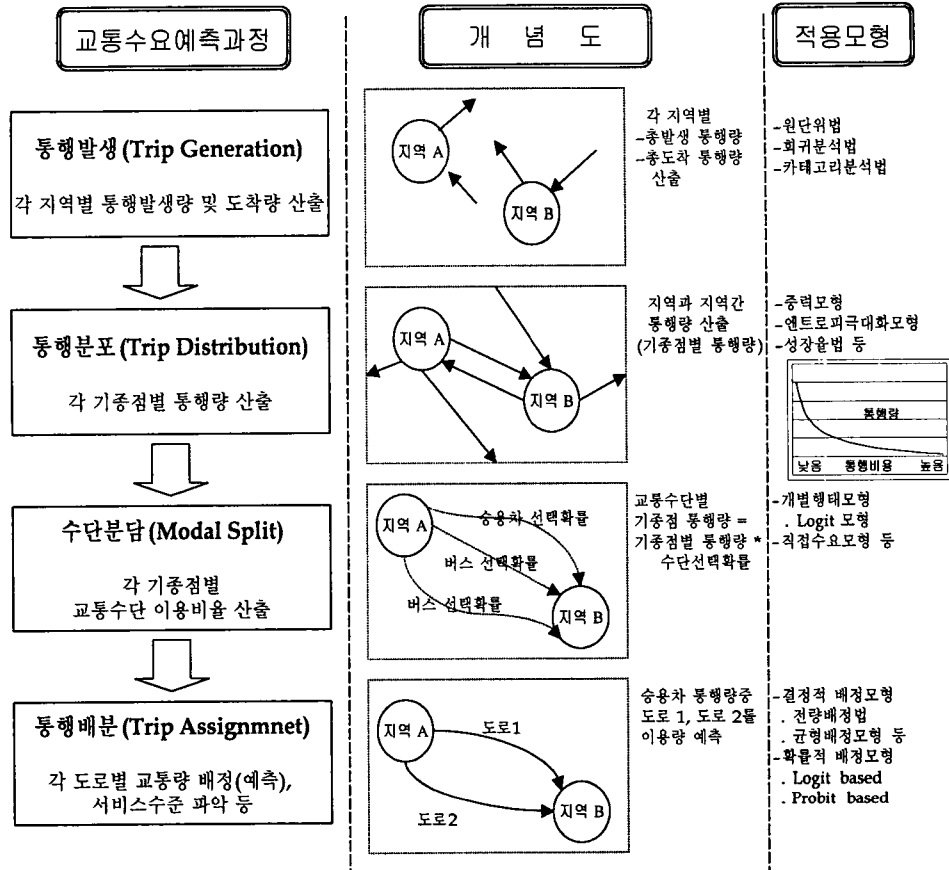
여기서, T_{ij} : i 에서 j 로의 통행량, A_i, B_j : 균형인자(balancing factor)

O_i : i 의 통행발생량, D_j : j 지역의 통행 도착량

c_{ij} : i 에서 j 로의 통행비용 C : 총 통행비용 β : 통행저항함수

여기서, β 는 통행저항함수로 β 가 크면, 각 존의 통행발생량은 통행비용에 민감하게 되어, 장거리 통행보다는 단거리 통행으로 집중되며, 반대로 β 가 작으면, 이러한 집중은 약화된다. 이러한 값은 통행실태조사를 통해 충주시의 통행자에게서 직접 산출할 수 있으며, 신규 존 발생, 신 교통시스템 도입 등에도 사용가능하다.

앞서 언급한 바와 같이 전체적인 교통수요예측과정은 다음 <그림 4>와 같이 나타낼 수 있다



<그림 4> 교통수요예측과정, 개념, 적용모형

5. 결 론

교통시설투자사업의 타당성 평가에 적용하는 교통수요 등 각종 사회경제적 지표, 투자평가항목, 평가기준, 평가방법 등이 교통시설별, 기관별로 상이하여 객관적이고 신뢰성 있는 타당성 평가를 하기 위하여 교통체계효율화법 제 10조에서는 건설교통부 장관이 제정한 교통시설 투자평가지침에 따라 교통시설개발사업의 타당성을 평가하도록 의무화하는 등 제도적인 장치를 마련하였으며, 이에 대비하여 최근 교통시설에 대한 합리적이고 객관적인 타당성 평가를 할 수 있는 투자평가지침을 작성되었다. 그러나 이는 전국적 차원에서 도로, 철도, 공항, 항만 등에 대해서 투자효과를 분석하는 틀을 제공하였으나, 지역 내 교통시설별 특성을 반영하여 구체적인 경제성, 또는 재무적 타당성 등을 분석하기에는 한계가 있다.

이에 따라, 본 연구에서는 기존 평가지침의 틀 속에서 합리적이고 효과적으로 적용할 수 있는 지방자치단체 특히 충주시의 평가지침을 마련하는데, 그 목적이 있다. 이를 위하여 본 연구에서는 현 투자평가지침을 그대로 적용하기 어려운 존재, 사회경제지

표 예측방법, 교통수요추정방법에 대한 적용 가능한 대안을 제시하였으며, 추가적으로 합리적인 교통수요예측을 수행하기 위한 통행실태조사방법에 대하여 논의하였다.

본 연구의 결과는 추후 충주시의 합리적인 교통투자계획의 타당성 평가 및 건설계획에 활용가능하며, 충주시의 교통시설 간 투자우선순위 결정 등에 일조할 것으로 사료된다. 특히, 이러한 자료는 교통시설의 평가 및 건설 등이 장기간 소요된다는 점에서 장래 도시공간구조의 변화, 산업·경제 변화에 신속히 반응할 수 있는 교통시설 계획을 수립하는데 활용될 수 있다는 점에서 충주시에서 지속적으로 관리·운영이 필요하다.

본 연구는 교통시설투자의 평가방안에 대하여 논의함으로써 실제 활용하고 적용하는 데에는 다음과 같은 한계가 있으며, 이는 추후 연구·추진되어야 한다.

먼저, 교통수요추정과 관련하여 존별 사회경제지표, 교통수요의 추정방법상의 표준적인 수치를 제시하고, 비용항목 상 각 공사에 따른 표준 비용 산출 단가 등을 구축하여야 한다.

둘째, 편익과 관련하여 현재 변화된 사회·경제적 여건을 반영하여 새로운 기준을 추가적으로 제시할 필요가 있다. 먼저 환경개선편익과 관련하여 대기오염, 소음 등 환경요소에 대한 화폐가치화의 방법 및 기준에 대한 연구를 수행하여 우리나라의 실정에 맞는 수치를 제시할 필요가 있을 것으로 판단된다.

셋째, 수요의 예측과 관련하여 총량수요 등을 3~5년마다 정기적으로 보완 제시하여 현실에 맞는 표준수요로서의 역할을 하도록 하여야 한다.

넷째, 작성된 평가지침을 컴퓨터 프로그램화함으로써 보다 적은 비용으로 객관적인 평가를 수행하도록 하여야 한다.

6. 참 고 문 헌

- [1] 교통개발연구원, SOC 투자평가편람, 2000. 1
- [2] 교통개발연구원, 교통시설투자평가지침연구, 2001.1
- [3] 교통개발연구원, 효율적인 투자재원활용을 위한 SOC종합투자조정방안, 1999.11.
- [4] 건설교통부, 공공교통시설개발사업에 관한 투자평가지침, 2002. 1
- [5] 충주시, 2016년 충주도시기본계획, 1998. 8
- [6] 원재무, 도시교통론, 박영사, 1995, p80
- [7] 이승욱, 통계학의 이해, 자유아카데미, 1990
- [8] 김광욱, 한국의 관료제연구, 대영문화사, 1992.
- [9] 노정현, 김용석, 행정조직을 이용한 가구통행실태조사방법 연구, 대한국토·도시계획학회 제 35권 제 3호, 1998. 6
- [10] 노정현, 교통계획-통행수요이론과 모형, 나남출판, 1999. 9
- [11] 김홍배, 도시 및 지역경제 : 분석과 예측, 박영사, 1995.
- [12] David S. Moore, STATISTICS, Concepts and Controversies, 3rd edition, W.H. Freeman and Company, New York, 1991.
- [13] Stoper, P. R & K.G. McDonald, "Trip Generation by cross-classification : An alternative methodology", Transportation Research Record, No 944.