

제 2 편 도로 계획



목 차

1. 적 용	13
1.1 적용 범위	13
1.2 도로의 기능	15
1.3 지역 구분	22
1.4 도로의 구분	22
1.5 도로의 계획목표년도	27
1.6 설계 서비스 수준	28
2. 도로 계획과 설계	29
2.1 개 요	29
2.2 관련계획 조사	31
2.3 노선 선정	34
2.4 예비타당성조사	39
2.5 타당성 조사	42
2.6 교통영향분석 · 개선대책 및 환경영향평가	44
2.7 자연경관영향 심의	52
2.7.1 자연경관영향 심의 대상	52
2.7.2 도로 개발사업에 대한 자연경관영향 심의기준	55
2.7.3 자연경관영향 심의 절차	56
2.8 주민참여제도	56
2.9 기본설계와 실시설계	60
2.10 부체도로 및 폐도 대책	64
2.11 경관도로	65
2.11.1 경관자원에 따른 경관도로의 유형	65
2.11.2. 도로특성에 따른 경관도로의 유형	66
2.11.3. 경관도로의 계획	66
2.12 도로 계획 시 고려 사항	69
2.12.1 도로의 접근관리	69
2.12.2 단계건설	71
2.12.3 유지관리	77

3. 도로계획과 교통 수요 및 설계	79
3.1 개 요	79
3.2 도로 교통 현황 조사	80
3.2.1 구간 교통량 조사	81
3.2.2 시중점(O/D)별 교통량 조사	84
3.3 장래 교통량 예측	92
3.3.1 개 요	92
3.3.2 발생 교통량 예측	94
3.3.3 분포 교통량 예측 (시·중점 간 교통량 예측)	95
3.3.4 교통 수단별 교통량 예측	98
3.3.5 대안 노선별 교통량 예측(배분 교통량 예측)	99
3.4 차로 수 결정	100
3.5 국내 고속도로 확장·신설 계획 시 적정 설계시간계수 산정을 위한 검토방법	106
4. 도로의 교통용량과 서비스 수준	111
4.1 개 요	111
4.2 교통용량	111
4.3 서비스 수준	116
4.4 교통류의 효과척도	117
4.5 도로의 구간별 분석과 설계	122
4.5.1 고속도로 기본구간	124
4.5.2 엇갈림 구간	127
4.5.3 고속도로 연결로 접속부	139
4.5.4 고속도로 종합 분석	142
5. 도로 계획과 경제성 분석	145
5.1 개 요	145
5.2 경제성 분석의 지표	146
5.3 도로 사업의 비용과 편익	150
5.3.1 비 용	150
5.3.2 편 익	152

5.4 투자 우선 순위와 최적 투자 시기의 결정	154
5.4.1 투자 우선 순위의 결정	154
5.4.2 최적 투자 시기의 결정	155
5.5 민감도 분석과 위험도 분석	155
5.6 생애주기비용(LCC) 분석	156
5.6.1 LCC의 개념	157
5.6.2 LCC의 진행절차	157
5.7 재무분석	158
5.7.1 재무분석의 목적	158
5.7.2 재무분석의 과정	158
5.7.3 재무분석 방법의 종류	158
5.8 연접개발 계획	159
5.8.1 연접개발 유형 및 특성	159
5.8.2 대상사업 검토	160
5.9 민자 사업성 검토	160
5.9.1 사업시행방식의 유형	161
5.9.2 분석항목 및 내용	162
6. 가치분석	163
6.1 설계 VE 분석	163
6.1.1 개 요	163
6.1.2 개 념	163
6.1.3 기본원칙 및 유형	163
6.1.4 추진절차	165
6.1.5 사후관리	167
7. 건설 계획	168
참 고 자 료	171



1. 적 용

1.1 적용 범위

이 편에서는 고속도로의 건설을 위한 도로계획 방법과 지침에 대하여 기술한 것으로, 일반 도로의 계획에도 준용할 수 있다. 도로계획은 상위 개발계획을 토대로 한 도로 정책적인 차원에서의 도로망 계획과, 특정 사업 대상 노선이 선정된 후 실시하는 타당성 조사와 기본설계까지를 포함하는 도로건설을 위한 사전 의사 결정 과정으로, 이 편에서는 주로 후자의 도로계획에 대한 기술적인 사항을 다루고 있다.

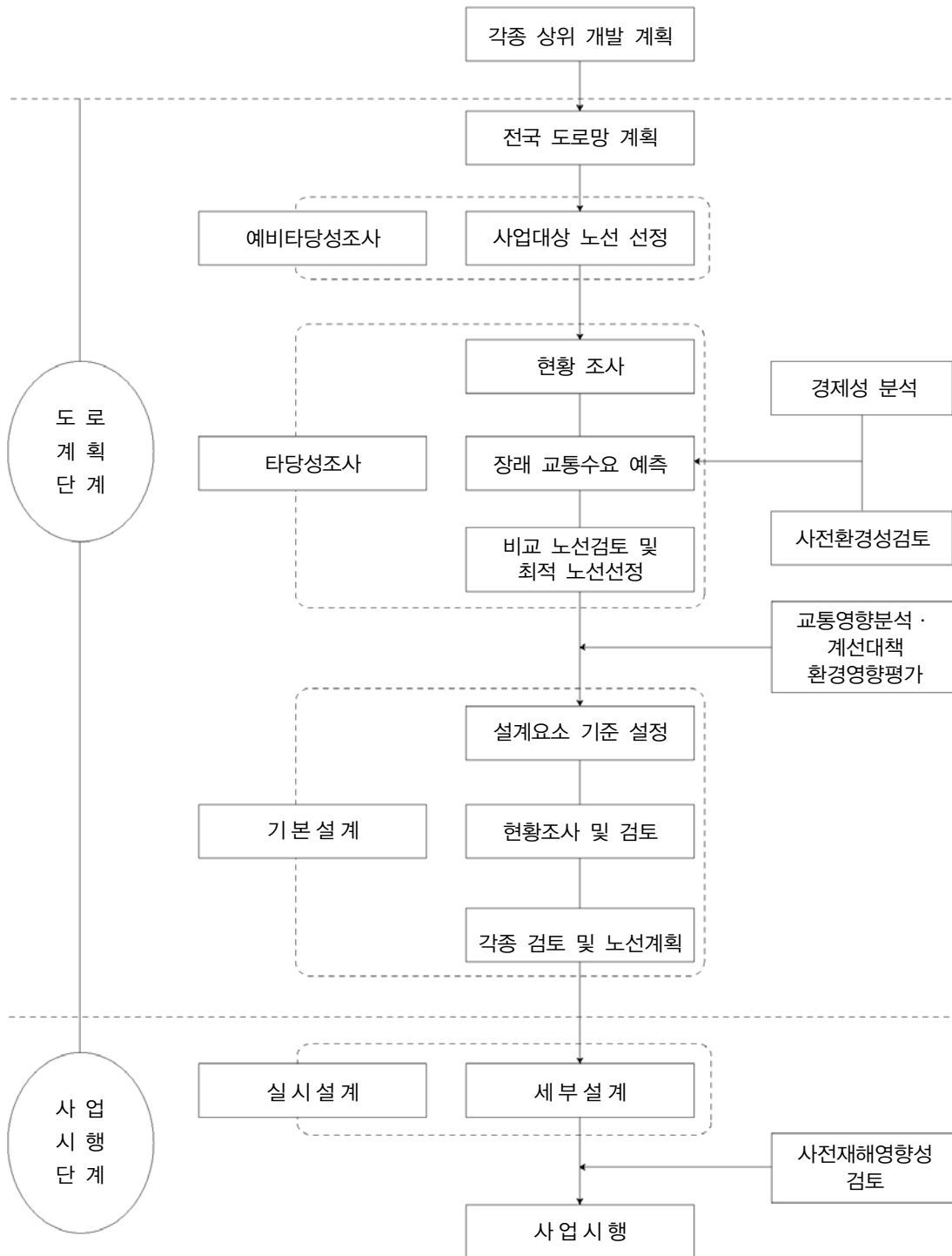
도로는 철도, 항공, 해운 등의 수송 부문 중에서 가장 큰 비중을 차지하고 있어 국가 경제 발전의 중추적인 기능을 담당하여 왔다. 이러한 도로 수송 부문에 대한 투자는 그 지역 또는 국가 발전의 전제 조건이 되며 국민 경제적인 측면에서 볼 때 단순히 수송비용 절감이나 수송시간 단축효과 뿐만 아니라 지역 구성 체계의 재편성, 소득 및 고용의 증대 등과 같은 잠재된 효과를 가져 오는 중요한 분야이다. 그러므로 도로 수송 부문에 대한 투자는 보다 체계적이고 종합적인 투자 계획이 뒷받침되어야 한다.

타당성 조사, 기본설계, 실시설계 등의 단계는 투자 사업의 계획단계에서 일반적으로 거치는 단계이며, 도로 투자 사업 역시 이 과정에서 크게 벗어나지 않는다.

도로 사업은 상위 계획검토, 타당성 조사, 기본설계, 실시설계, 용지매수, 건설, 도로의 공용 및 유지관리 등의 일련의 과정을 거친다. 그 중에서도 도로계획은 투자사업의 전반부에 위치하며, 상위 계획검토와 타당성 조사를 통하여 노선을 선정하고, 이를 토대로 기본설계 및 실시설계가 이루어진다.(〈그림 1.1〉 참조)

일반적으로 도로계획은 상위 계획인 국토종합계획이나 국가기간교통망계획 등에서 세워진 중장기 도로망 계획을 토대로 이루어진다.

이 편에서 다루는 도로계획은 상위 계획들이 어느 정도 구축된 상황을 전제로 한 것이며, 정책적인 문제보다는 도로계획을 뒷받침하는 기술적인 문제에 초점을 두고 있다.

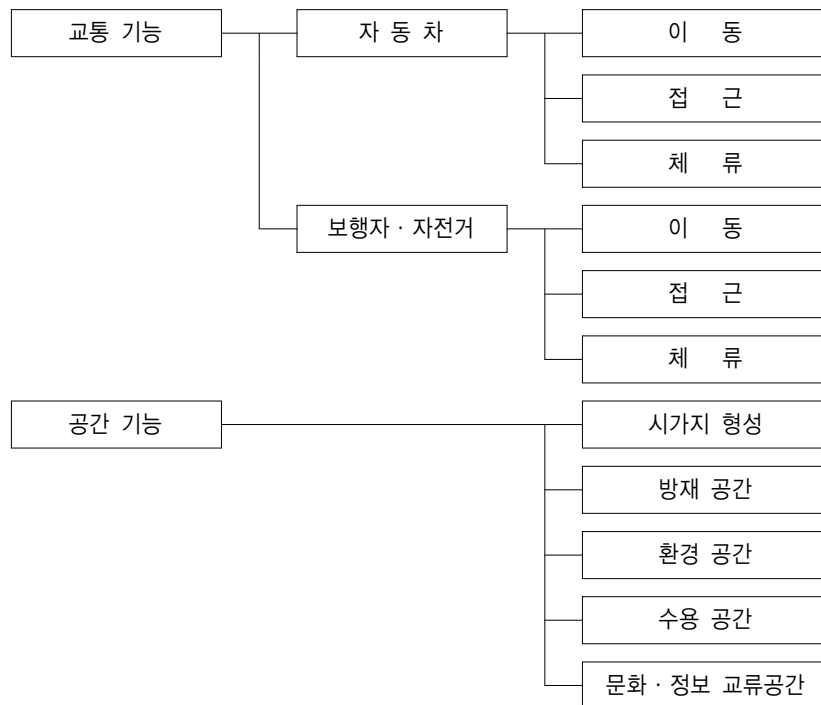


〈그림 1.1〉 도로 사업의 흐름도

1.2 도로의 기능

도로의 기능은 크게 교통기능과 공간기능으로 구분할 수 있다. 교통 기능은 도로가 갖는 가장 기본적인 기능으로 자동차, 보행자, 자전거 등이 안전하고 원활하며 쾌적하게 통행할 수 있는 이동 기능과 주변도로와 시설에 편리하고 안전하게 출입할 수 있는 접근기능, 그리고 자동차의 주차나 자전거 이용자, 보행자가 보도나 광장부 등에 안전하게 머무를 수 있는 체류 기능으로 다시 구분할 수 있다.

공간기능으로는 도시의 골격을 형성하거나 도로 주변의 개발을 촉진하는 등 시가지 형성의 기능, 대중교통수단의 수용기능, 재난·재해로부터의 방재 기능, 녹화나 경관의 형성, 주변 도로 환경의 보전을 위한 환경공간, 문화·정보의 교류 공간으로의 기능이 있다.



〈그림 1.2〉 도로의 기능

(1) 도로의 이동기능

도로는 자동차의 이동기능으로서 기본적으로 원활성과 안전성을 확보하여야 하고 또한 신뢰성 및 쾌적성도 필요에 따라 확보하여야 한다.

원활성을 확보하기 위하여 해당 도로에 요구되는 주행속도를 유지하고 동시에 정체가 발생하지 않도록

록 한다. 특히, 연속적으로 일정한 서비스 속도를 제공하여야 하는 구간은 도로의 구조도 연속성을 갖도록 하는 것이 중요하다. 이때, 본선뿐 아니라 교차로나 분·합류부 등에서 교통 용량이 저하되지 않도록 배려한다.

일반적으로 주행속도가 높고 교통량이 많은 노선일수록 자동차의 이동 기능이 중요하며 높은 설계속도나 여유가 있는 도로의 폭, 출입제한 등 규격이 높은 도로의 구조를 갖추어야 한다.

이러한 도로에서 접속도로로 부터의 무분별한 출입을 허용할 경우 본선 서비스 속도의 저하가 발생하므로 이를 최소화하기 위하여 주변도로의 출입을 제약하는 접근관리가 필요하다. 즉, 교차로의 입체화, 중앙분리대의 연속화, 측도의 설치, 교차로의 집약화 등의 기법을 채택할 수 있다. 또한, 도심부의 순환도로 등 도로망의 중요한 부분이 되는 노선은 그 노선의 정체로 인하여 타 노선으로의 영향이 크기 때문에 전체적인 도로망의 효율성을 고려하여 교통량과의 균형에서 적절한 교통 용량을 확보하는 것이 바람직하다.



(a) 고속도로

(b) 국도

(c) 지방도

〈그림 1.3〉 자동차의 이동 기능을 중시하는 도로의 종류 (예)

(2) 도로의 접근기능

도로는 접근 기능을 확보하기 위하여 교차도로에서 본선으로의 원활한 출입, 주변 시설 등으로의 출입이 용이한 도로 구조를 가져야 한다.

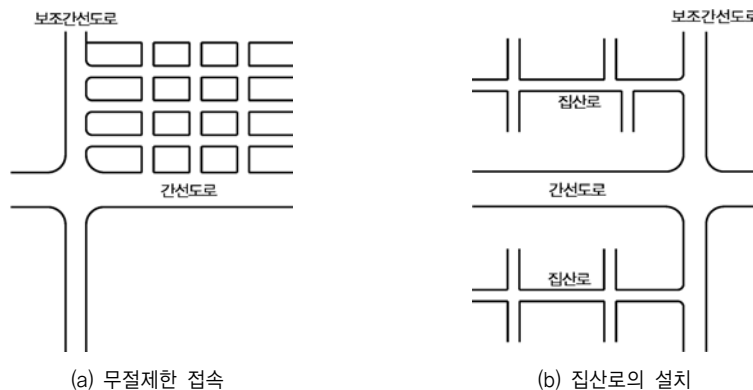
(가) 자동차의 접근 기능

이동 기능과 접근 기능은 상반되는 관계에 있기 때문에 도로망의 위상을 고려하여 각각의 기능을 균형 있게 할 필요가 있다.

(a) 평면교차로의 계획

교차로 간격과 관련하여 주도로의 계획 시에 주의하여야 할 것은 기존 부도로와의 접속으로 인하여 발생하는 많은 교차로의 처리로서 일반적으로 다음과 같은 사항을 고려하여야 한다.

- ① 간선도로를 계획할 때에는 기존 도로망과의 교차로 인하여 발생하는 평면교차에 대해서 그 형상뿐만 아니라 교통소통과 안전의 영향을 함께 검토하여, 기존교차로를 정리 통합하는 교차로 개선과 교통규제방법 등을 고려하여야 한다.
- ② 지역교통과 세부가로망 계획을 위한 도로들은 먼저 보조간선도로와 접속시키거나 몇 개의 도로를 모아서 간선도로와 교차시킨다. 즉 지역 내 도로를 직접 간선도로에 접속하는 것보다는 몇 개의 도로를 모으는 집산(集散)도로를 설치하여 집산도로가 간선도로와 접속토록 계획하여야 한다.
- ③ 도시 가로망의 계획이나 신설 도로의 계획 시 교차로 간의 간격배치는 신호등 운영에 의한 영향을 고려하여 그 간격을 규칙적으로 배치함으로써 신호체계를 연동화 시켜 교통이 차단되는 횡수를 줄여 교통소통, 교통안전 및 환경측면에서 유리하도록 하여야 한다.



〈그림 1.4〉 집산로 설치에 의한 방법

(b) 입체교차로의 계획

출입을 완전히 제한하는 자동차전용도로와 타 도로와의 교차는 모두 입체교차로 하여야 한다. 4차로 이상의 주간선도로가 일반도로와 교차하는 경우에는 입체교차를 원칙으로 하나 교차점의 교통량, 교통의 안전, 도로망의 구성, 교차점의 간격, 지형조건 등의 이유로 당분간 평면교차로 처리할 수 있으면 단계건설에 의한 평면교차도 할 수가 있다. 단, 장래 입체화가 가능하도록 입체교차 설계에 의거하여 용지를 확보하여야 한다.

교차지점에서의 입체화 설치기준은 엄밀히 규정지을 수는 없으며 교통량, 도로의 형태, 용지조건 등 감안하여야 할 사항이 다양하기 때문에 합리적인 판단을 위한 치밀한 조사가 필요하다. 따라서 입체교차 설치를 위하여 고려되어야 할 사항들을 살펴보면 다음과 같다.

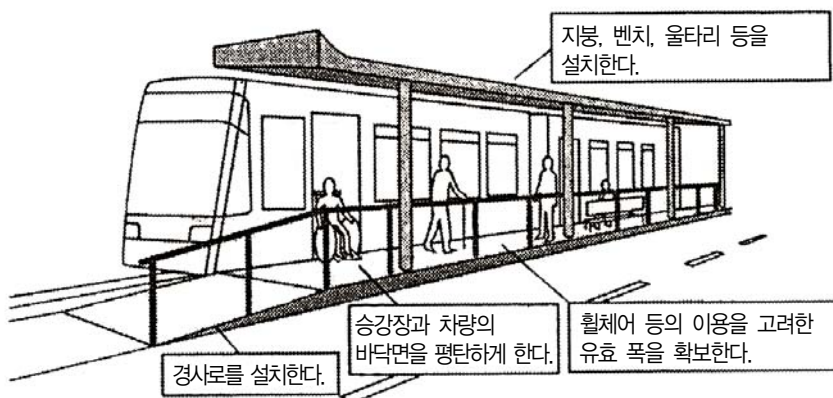
- ① 도로의 수준을 향상시키기 위해서는 모든 교차되는 도로를 입체교차 시켜 교통이 연속적인 흐름을 가지도록 하여야 한다. 예를 들면, 입체교차 근처에 교통량이 많은 도로와의 평면교차가 있는 경우 입체교차의 기능이 저하되며 오히려 역효과를 초래하기도 한다.

- ② 평면교차는 사고에 대한 위험성을 내포하고 있으며, 특히 교통량이 많지 않고 속도가 높은 지방지역의 교차로에서 더욱 위험하다. 이런 장소는 도시지역에 비해서 적은 초기비용으로 건설이 가능하므로 대형 사고의 위험요소로부터 피하기 위해서 입체교차 설치가 효과적이다.
- ③ 입체교차의 설계가 경제성만으로 형식이 결정되어서는 안 되고 지형적 조건과의 관계를 살펴 가장 이상적인 형식의 설치가 필요하다.
- ④ 교통 혼잡 지역에서의 평면교차는 지체로 인하여 경제적 손실을 불러일으키는데, 급작스런 속도 변화, 정지, 대기 시간 등의 추가 비용을 발생시키게 된다. 이에 반하여 입체교차는 평면교차에 비하여 전체적인 운행거리를 증가시키지만 운행 중에 소비되는 비용이 정지하거나 지체하는 데 소비되는 비용보다 덜 들게 된다. 따라서 도로 이용자의 편익은 입체교차로의 설치가 유리하다고 볼 수 있다.
- ⑤ 교통량 분포 형태와 운전자의 통행 형태가 포함되는 교통량 추이는 입체교차에서 어떤 다른 조건들보다도 큰 비중을 차지한다. 교통수요가 평면교차로의 용량보다 많을 경우에는 입체교차를 설치하여야 하며, 용지비의 비중이 큰 도시지역에서 설치가 곤란한 경우에는 단순입체교차를 계획할 수 있다.

(나) 보행자·자전거의 접근 기능

보행자와 주변시설 간의 수월한 출입을 확보하기 위하여 주변시설과 통행공간과의 경계 부분을 평탄한 구조로 하는 것이 바람직하다. 또한 필요에 따라 광장이나 지하보도 등 도로 상하 공간을 이용하여 인접 시설과의 직접출입이 가능하게 한다.

대중교통기관을 이용하기 쉽게 하기 위하여 필요에 따라서 버스정류장을 승하차가 쉬운 구조를 적용하거나 지하철역의 엘리베이터 등 보행 지원 시설을 설치하여 교통약자가 이용하기 용이하도록 계획한다.



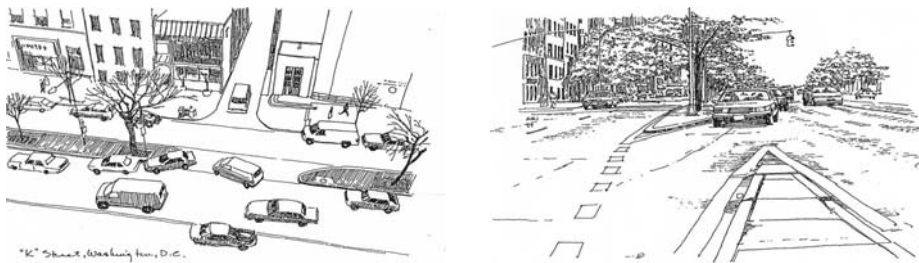
〈그림 1.5〉 승하차가 쉬운 버스 정류장 구조(예)

(3) 체류 기능

주차 수요나 지역의 요구 등에 따라 체류 기능이 요구되는 경우에는 필요에 따라 도로시설로써 자동차를 주차할 수 있는 혹은 자동차 이용자가 휴식할 수 있는 공간을 확보하고, 횡단보도 등에서 횡단대기나 버스·택시 대기 등에 필요한 폭을 확보한다.

(가) 자동차의 체류 기능

대중교통 활성화에 따른 버스, 택시 등의 주차 수요를 감안하여 필요에 따라 계류장이나 정차장의 설치를 검토할 필요가 있다. 또한 가로변 상업지구의 물류 운송의 접근성 확보를 위하여 본선 차도부와 노면표시 또는 시설물로 분리된 주·정차 공간의 설치를 고려할 필요가 있다.



〈그림 1.6〉 주차공간을 수용하는 도로의 구조(예)

도로는 필요에 따라서 휴게시설이나 환승터미널 등의 설치를 위한 공간을 확보하여야 한다. 이들 시설을 설치할 때는 주행거리 등의 교통 특성, 지역이나 도로 이용자의 요구, 시설 운영 등에 대해서도 고려할 필요가 있다.



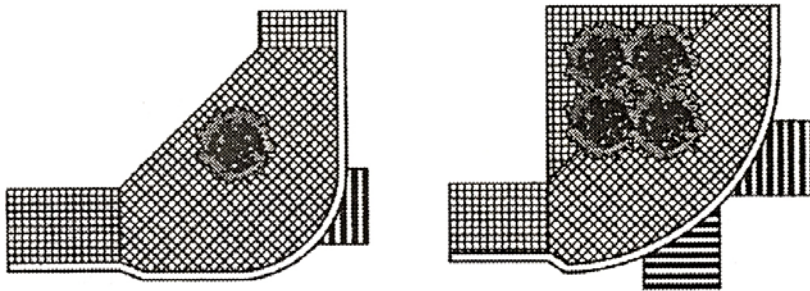
〈그림 1.7〉 자동차 이용자의 휴식공간을 위한 도로구조(예)

(나) 보행자·자전거의 체류 기능

시가지 혹은 역전광장이나 정류장 등의 교통 결절점 등에 체류를 위한 공간을 확보할 필요가 있는 경우에는 횡단보도 등에서의 횡단대기, 버스나 택시 대기 등에 필요한 폭을 보도 등에 확보하거나 벤치 등 시설을 설치한다.

특히 보행자가 많이 체류하는 경우에는 지역의 상황에 따라서 교차로 부근을 이용한 광장 등을 설치하는 것이 바람직하다. 이러한 체류 기능을 확보하는 도로를 계획할 때에는 체류 기능의 확보로 인하여 보행자나 자전거 이용자의 안전하고 원활한 이동을 방해하지 않도록 배려하여야 한다. 자전거의 통행공간을 확보할 필요가 있는 경우에는 통행 수요나 설치 장소에 따라 적절한 규모의 자전거보관소를 차도부나 보도 이외의 공간에 설치한다.

- 가로 모따기의 넓이를 확보하여 길모퉁이에 광장을 형성
- 사유지와 일체적인 공간으로 적극적으로 광장을 조성

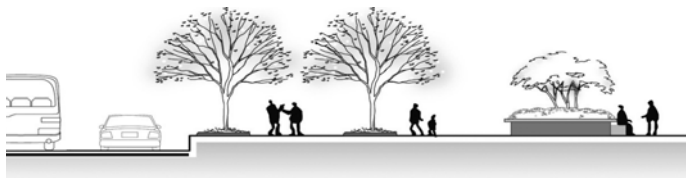


〈그림 1.8〉 가로 모따기(Corner Cut)에 의한 광장의 창출

(4) 도로의 공간기능

도로는 일반토지와 같은 형태로 상하공간에 대하여 지표 위의 공간, 지표, 지하 등으로 구분할 수 있으며 통상 공간적 범위는 이를 통틀어 도로라고 표현한다. 이러한 도로가 제공하는 공간기능은 교류·문화·정보의 소통·공공녹지(open space) 등으로써 전통적인 통행 편리성 이외에 도시와 지역의 이미지, 골격을 형성하고 도시의 고유한 문화적·사회적·경제적 도시기능을 형성하는 수단이 되기도 한다. 도로가 제공하는 주요한 공간기능은 다음과 같다.

- ① 교통약자, 일반인, 장애인과 전동차량 등의 이동 편의성 향상을 위한 보행환경 개선 공간
- ② 승용차 이외의 대중교통 및 자전거도로 등의 대중교통 수용 공간
- ③ 도시와 마을의 축제, 정보 교환 등 문화 및 정보교류의 공간
- ④ 교통시설과 공공 기반시설(전기, 통신, 전력, 가스, 상하수도 등)의 수용 공간
- ⑤ 녹화와 경관형성, 주변도로 환경보전을 위한 환경 친화적인 녹화 공간



〈그림 1.9〉 도시녹화와 만남의 공간기능

도로공간의 활성화는 대중교통 수용공간, 보행환경 개선공간 이외에 공공녹지와 공공디자인 등을 고려하여 도시미관, 경관개선과 연계한 품격 높은 도시환경을 조성하는데 기여하는 것으로 이용자와 지역주민의 요구를 적극적으로 반영하여야 한다. 또한, 기존 도로공간의 활성화는 지속가능한 도시재생기법을 도입하는 관점에서 접근하는 것이 바람직하다.

〈표 1.1〉 도로 위계별 · 용도지역별 공간기능 적용 범위

구 분	주 요 기 능	간선도로	집산도로	국지도로
보행공간	• 교통약자를 고려한 설계 (universal design)	주거/상업	주거/상업	주거/상업
	• 생활가로 개념 적용 (거주 편의성 증진)	근린상업	근린상업	—
	• 교차로의 가파 전제 등	중심 · 일반상업	중심 · 일반상업	—
교통수단 수용	• 대중교통	주거/상업	(주거/상업)	—
	• 녹색교통(도보, 자전거)	—	주거/상업	주거/상업
만남과 문화	• 도시 · 마을 축제	중심 · 일반상업	중심 · 일반상업	—
	• 오픈카페 수용	—	상업	상업
	• 건물(민간토지) 일부를 이용한 만남의 공간	—	근린상업	(근린상업)
정보 · 교류	• 마을 안내 및 각종 정보교환의 장	중심 · 일반상업	중심 · 일반상업	중심 · 일반상업
사회활동과 여가활동	• 도로주변 환경정화, 화단 가꾸기 등 사회참여 프로그램	—	주거	주거
	• 도로 공간에서 여가활동 (전원형 공간조성 등)	—	주거	주거
도시녹화	• 가로수 식재, 냇가, 수변공간 등 도시미관 향상, 바람길, 경관	주거/상업	중심 · 일반상업	—
기반시설 수용	• 통신, 전력, 상하수도, 가스 등 공동구	주거/상업	중심 · 일반상업	—
기타 공익향상	• 대기환경 개선을 위한 자동차 이용제한 프로그램	주거/상업	상업	(상업)

자료 : 이춘용 · 류재영 · 이우진. 「도로 공간의 복합적 기능 활성화 방안 연구, 2007, 국토연구원」

1.3 지역 구분

도로가 소재하고 있는 지역은 도시 지역과 지방 지역으로 구분될 수 있다.

도로를 구분할 때 도로가 소재하고 있는 지역을 도시 지역과 지방 지역으로 구분한다.

도시지역과 지방지역의 근본적인 차이는 토지이용 형태와 개발 밀도, 도로망과 도로 밀도, 평균 통행 거리, 평균 주행속도 등이다. 따라서 도로를 기능에 따라 구분한 후, 해당 도로가 통과하는 지역에 따라 도시지역과 지방지역으로 구분하는데, 이는 도로 기하구조 설계에 유연성 부여와 경제성 측면에서 도시지역의 도로 건설비가 지방 지역 도로 건설비에 비하여 급격히 증가하므로 경제성 확보를 위한 필요 절차이다.

일반적으로 도시지역이라 함은 현재 시가지를 형성하고 있는 지역 또는 그 지역의 발전추세로 보아 도로의 설계목표년도 내에 시가지로 형성될 가능성이 있는 지역을 말하고, 지방지역은 도시지역 외의 지역을 말한다. 그러나 이 구분 방법은 다소 모호하기 때문에 도로의 설계과정에서는 발주자의 지침이나 설계자의 판단에 재량이 주어져서, 그 지역의 조건이나 도로의 연계성 등을 고려하여 결정하여야 한다.

1.4 도로의 구분

- (1) 도로는 고속도로 및 일반도로로 구분한다.
- (2) 고속도로 중 도시지역에 소재하는 고속도로는 도시고속도로로 한다.
- (3) 일반도로는 기능에 따라 주간선도로, 보조간선도로, 집산도로, 국지도로로 구분하며 이에 상응하는 도로법 제8조의 규정에 따른 도로의 종류는 다음 표와 같다.

〈표 1.2〉 도로의 구조·시설 기준에 관한 규칙상의 도로 구분

일반도로(지방지역 소재)	도로의 종류
주 간선도로 보조 간선도로 집산도로 국지도로	일반국도, 특별시도·광역시도, 일반국도, 특별시도·광역시도, 지방도, 시도, 지방도, 시도, 군도, 구도, 군도, 구도

(1) 개 요

도로를 구분하는 기준은 도로법 및 를 구분하는 법규에 따라 다르지만, 이 요령에서는 도로 기하구조 설계의 기준이 되는 「도로의 구조·시설 기준에 관한 규칙」에서 구분하는 도로 구분을 기준으로 하고, 기타 다른 법규에서 구분하는 도로구분은 참고로 다루기로 한다.

(2) 도로의 구조·시설 기준에 관한 규칙의 도로 구분

「도로의 구조·시설 기준에 관한 규칙」에서는 도로를 소재 지역과 기능에 따라 구분하고 있다. 도로의 소재 지역에 대한 사항은 '1.2 지역 구분'을 참조하기 바란다.

도로의 기능은 크게 이동기능, 접근기능, 공간기능 3가지로 나눌 수 있다. 이동기능을 중시하여야 할 고속도로에서는 접근기능을 제한(access control)하여 교통류를 원활히 소통시키며, 인터체인지 이외에서는 접근하지 못하게 한다. 그 반대로 주거지역 내의 국지도로에서는 접근기능을 중요시하여 이동기능을 제한함으로써 주행속도가 감소하게 된다.

도로의 접근기능이 갖는 부수효과는 토지이용 활성화이다. 이러한 접근기능의 부수효과에 의하여 지역개발이 이루어지기 때문에 도로를 계획할 때는 반드시 그 지역의 개발가능성을 예측하여 여유 있는 도로시설을 계획하여야 한다.

도로가 상위위계의 기능을 갖는 경우에는 이동기능을 주기능으로 하고, 반면에 하위의 위계기능을 수행할 경우에는 접근기능을 주기능으로 한다. 즉, 주간선 및 보조간선도로는 주기능이 이동기능이고 반대로 국지도로는 주기능이 접근성이며 집산도로는 그 중간에 위치한다.

공간기능은 제한된 공간을 갖는 도시부에서 특히 중요한 역할을 한다. 도시부에서의 도로는 방재공간, 화재 확산 방지를 위한 차단공간, 채광, 통풍을 위한 공간을 제공할 뿐만 아니라 놀이터, 행사장 등으로서의 생활공간으로도 사용되며, 상하수도, 전력·전화선, 가스관, 맨홀, 지하도 등 도시기반시설 수용공간으로서도 사용되기 때문에 도시지역 도로의 공간기능은 매우 크다. 그러므로 주변공간계획을 반영한 도로계획이 이루어져야 한다.

「도로의 구조·시설 기준에 관한 규칙」에서는 도로가 위치하는 지역과 지형 상황, 계획교통량에 따라 동일한 설계기준을 이용하여야 하는 구간을 도로의 기능적 측면과 도로의 구조적 측면에서 분류하여 고속도로와 일반도로로 구분하고 있다.

여기서 고속도로란 「도로법」 제8조 및 제9조에 따른 고속국도로서 중앙분리대에 의하여 양방향의 분리되고 입체교차를 원칙으로 하며 설계속도가 80km/h 이상인 출입이 제한된 도로를 말하며 자동차 전용도로 및 「도로교통법」에 의한 교통 규제에 따라 자동차 이외의 차량 통행을 금지한 도로와는 구별하여야 한다.



〈그림 1.10〉 도로의 기능과 종류

자동차전용도로는 자동차 이외의 차량 통행을 금지하는 교통 규제는 고속도로와 같으나 고속국도가 아닌 일반도로, 즉 일반국도·주요 지방도 및 시가지 간선도로 등의 이동 기능을 제고시키고자 「도로법」 제61조에 의하여 지정하는 도로이다.

한편 도시고속도로는 지방부에 존재하는 고속도로와는 그 성격이 현저하게 다르다. 즉 통과하는 지역이 가옥 등이 밀집하고 토지보상비가 높으며 또한 도로를 이용하는 교통도 매우 많으며 주행 거리도 상당히 짧다. 이와 같은 도시고속도로는 일반 고속도로가 지역과 지역을 연결하는 장거리 고속교통에 중점을 두는 것에 비하여 고속주행에 그다지 중점을 두지 않고 많은 교통을 원활하게 처리하는 기능에 중점을 두며 또한 이미 형성된 시가지에 미치는 영향을 최소로 하기 위하여 설계기준을 완화시킬 수 있다.

일반도로는 「도로법」 제8조에서 규정하는 도로로서(고속국도는 제외한다) 기능에 따라 주간선도로·보조간선도로·집산도로·국지도로로 구분하며, 이에 해당하는 도로의 종류는 일반적으로 〈표 1.3〉와 같다.

〈표 1.3〉 일반도로의 기능별 구분에 따른 도로의 종류

일반도로	도로의 종류
주간선도로 보조간선도로 집산도로 국지도로	일반국도, 특별시도·광역시도 일반국도, 특별시도·광역시도, 지방도, 시도 지방도, 시도, 군도, 구도 군도, 구도

소형차도로는 설계기준자동차 중 승용자동차·소형자동차만의 통행을 허용함으로써 동적 특성상 횡단폭원·시설한계·종단경사 등에 대하여 특례 값 적용이 가능하며, 중량 특성 및 제원 특성상 일반적인 도로의 규격과 비교하여 단면이 작은 도로의 건설이 가능하다.

따라서 소형차도로는 도로의 기하구조에 대한 특레 값의 적용을 통하여 표준 규격보다 작은 도로구조를 채택함으로써 도심부 혼잡 해소와 순환도로의 정비, 도로의 확장, 교차로의 개량 등이 용이하게 된다. 소형차도로는 도로의 기능 이외에 지역의 교통 특성과 현황, 확장여건 등에 따라 고속도로 및 간선도로 등에서 전용도로의 형태로 적용이 가능하다. 기존도로의 지상부 또는 지하공간을 이용하여 소형차 전용도로를 구성하고 기존 도로는 대중교통중심의 도로 또는 대형자동차 및 주변 접근을 위한 혼합형 도로로의 운영을 기대할 수 있다. 또한 지상부 도로의 용량 감소에 따른 녹지 공간 등 주변 생활환경으로의 활용도 가능하다.

(3) 기타 법령에서의 도로 분류

(가) 도로법의 도로 분류

도로법 제2장 도로 및 노선 제8조(도로의 종류와 등급)에서는 도로의 종류를 소재 지역과 기능 등에 따라 ①고속국도(高速國道), ②일반국도(一般國道), ③특별시도(特別市道) 및 광역시도(廣域市道), ④지방도(地方道), ⑤시도(市道), ⑥군도(郡道), ⑦구도(區道)의 일곱 가지로 구분하고 있으며, 이 순서로 등급을 정하고 있다.

(나) 도시계획 시설의 결정·구조 및 설치기준에 관한 규칙의 도로 분류

도시계획시설의 결정·구조 및 설치기준에 관한 규칙 제2장 교통운수시설 제9조(도로의 구분)에서는 도로를 세 가지 기준에 따라 구분하고 있다. 첫째는 도로의 사용 및 형태에 따라 구분하고 있고, 둘째는 도로의 규모(폭)에 따라 구분, 셋째는 기능에 따라 구분하고 있다.

(a) 도로의 사용 및 형태별 구분

- ① 일반도로
- ② 자동차 전용도로
- ③ 보행자 전용도로
- ④ 자전거 전용도로
- ⑤ 고가도로
- ⑥ 지하도로

(b) 도로의 규모별 구분

도로의 규모별 구분은 <표 1.4>과 같다.

〈표 1.4〉 도로의 규모에 따른 분류

도로 구분	광로			대 로			중 로			소 로		
	1류	2류	3류	1류	2류	3류	1류	2류	3류	1류	2류	3류
폭 (m)	70 이상	50~70	40~50	35~40	30~35	25~30	20~25	15~20	12~15	10~12	8~10	4~8

주) 폭이 4m 미만인 도로는 도시계획 시설기준에 관한 규칙의 적용 대상이 아님

(c) 도로의 기능에 따른 구분

- ① 주간선도로
- ② 보조간선도로
- ③ 집산도로
- ④ 국지도로
- ⑤ 도시 고속도로
- ⑤ 특수도로

(다) 표층재료에 의한 분류

도로는 노면에 사용하는 표층재료에 의하여 다음과 같이 구분할 수 있다.

- ① 토사도 : 자연의 흙으로 된 도로 또는 흙의 입도를 조성하여 개량한 도로
- ② 자갈도 : 자연의 흙 위에 자갈을 표층으로 사용한 도로로서, 국내 대부분의 지방도 및 군도의 포장형태
- ③ 블록 포장 도로
- ④ 아스팔트 콘크리트 포장 도로
- ⑤ 시멘트 콘크리트 포장 도로

(라) 이용목적에 따른 분류

도로는 사람이나 차량의 통행을 위한 시설로서, 이용하는 목적에 따라 자동차전용도로 · 보행자 전용도로 · 자전거 전용도로 · 녹도 · 공원도로 · 군용도로 · 경작도 · 산림도 · 산업도로 등으로 구분할 수 있다.

1.5 도로의 계획목표년도

도로의 계획목표년도는 공용개시계획년도를 기준으로 20년 이내로 정하되, 그 기간을 설정할 때에는 도로의 구분, 교통량 예측의 신뢰성, 투자의 효율성, 단계적인 건설의 가능성, 주변여건, 주변지역의 사회·경제계획 및 도시계획 등을 고려하여야 한다.

도로의 계획목표년도의 설정에는 여러 가지 정책적인 문제가 관련되어 있어서 목표년도를 쉽게 결정할 수는 없지만, 너무 멀리 내다보고 건설을 할 경우 신뢰성이 있는 예측이 불가능하고 과도한 계획이 된다.

본선의 경우 20년 후를 계획목표년도로 잡고, 입체교차 출입시설은 15년 후로 계획목표년도를 잡는다. 그러나 도시지역의 경우처럼 교통량의 변화가 심한 경우에는 계획목표년도를 기준년도의 10년 후로 잡을 수도 있다. 도로의 계획목표년도는 대상 도로의 특성과 주변 여건을 보아 도로설계 발주시에 정책 실무자와 설계자 사이에 충분한 협의를 통하여 결정되는 것이 바람직하다.

일반적으로 도로의 계획목표년도는 도로공사 준공 후 자동차의 통행이 시작되는 시점(일반적으로 공용개시계획년도라고 함)을 기준으로 하며, 도로의 소재지역과 기능에 따라 달리 규정한다.

〈표 1.5〉 계획목표년도

시설구분	본 선		입체교차 출입시설	영 업 소
	도시지역	지방지역		
1) 고속도로	15~20년	20년	본선과 동일	「제 3-3편」 ‘5. 영업소 시설계획 산정 기준’ 참조
2) 간선도로	10~20년	15~20년		
3) 집산도로	10~15년	10~15년		
4) 국지도로	5~10년	10~15년		

주) 계획목표년도의 기산점은 자동차의 통행이 시작(공용)된 시점

1.6 설계 서비스 수준

도로의 설계 서비스 수준은 소재지역과 도로의 구분에 따라 설정한다.

(1) 개 요

도로를 통행하는 운전자가 쾌적하고 안전하게 도로 위를 주행할 수 있도록 도로 설계 시에 주의를 기울여야 하지만, 해당 도로에 투자될 수 있는 비용의 한계가 있으므로, 사회·경제적인 측면에서 타당한 서비스 수준을 결정하여, 이에 맞는 기준으로 설계를 한다.

일반적으로 이용 교통량이 많으면 이로부터 얻어지는 효과와 편익도 크다. 이러한 도로의 경우 국가가 충분한 서비스 수준을 확보하기 위하여 일정 재원의 투자를 하여도 국민 경제적인 관점에서는 허용된다. 이에 반하여, 이용 교통량이 적은 도로는 얻어지는 효과와 편익도 적으므로 이러한 도로에 투입되는 재원은 국민 경제적인 관점에서 상당히 제약을 받게 된다.

도로 설계 시에는 이와 같이 도로에서 얻어지는 효과와 이를 위하여 필요로 하는 투자를 충분히 검토한 다음 이용 교통에 대한 서비스 질의 수준을 적절하게 선택하여야 한다. 이와 같이 함으로써 국민 경제적 관점에서 볼 때 모든 도로 투자에 있어서 과대 투자 또는 과소 투자를 피할 수 있으며, 균형 있는 도로건설이 가능해 진다. 이것이 설계 서비스 수준이 필요한 이유 중의 하나이다.

설계 서비스 수준의 또 다른 의미는 도로의 어떤 구간에 대하여 가능한 한 일정한 주행상태가 확보되도록 서비스의 질을 유지하는 것이다. 즉, 짧은 구간에서 도로 서비스의 질이 급격히 변한다든지, 통일성이 결여되는 경우 이용 교통의 안전성이나 쾌적성이 크게 손상된다. 이 때문에 어느 일정 구간(설계구간의 길이)에 대해서는 동종의 서비스의 질을 확보하기 위하여 설계 서비스 수준을 정할 필요가 있다.

각 서비스 수준에 대한 내용은 ‘4.3 서비스 수준’을 참조하기 바란다.

(2) 설계 서비스 수준의 설정

설계 서비스 수준을 정하기 위해서는 주로 도로에서 얻어지는 효과와 투자와의 관계를 기초로 하여 정하는 것이 합리적이다. 이에 영향을 주는 요소로는 도로의 종류, 이용 교통량, 지역, 지형 등이 있다.

〈표 1.6〉는 일반적으로 사용되는 설계 서비스 수준이다.

〈표 1.6〉 설계 서비스 수준

지역구분 도로구분	지 방 지 역	도 시 지 역
고 속 도 로	C	D
일 반 도 로	D	D



2. 도로 계획과 설계

2.1 개 요

도로계획은 정책적인 차원에서 수행되는 도로망 계획과, 도로망 계획을 토대로 하여 기술적인 차원에서 특정 노선에 대한 타당성 조사와 기본설계를 실시하는 세부적인 도로계획으로 구분할 수 있다. 여기에서는 기술적인 측면에서 타당성 조사와 기본설계를 수행하는 세부적인 도로계획에 대하여 설명한다.

(1) 상위(上位) 계획과 사업대상 노선선정

정책적인 차원의 도로망 계획은 국토종합개발계획 등과 같은 상위계획을 토대로, 구체적이고 기술적인 검토과정 없이 사회 경제적인 차원에서 수행하는 개략적인 계획을 말하므로, 도로설계와 같은 기술적인 부분과 직접적인 관련은 없다. 그러나 이 도로망 계획을 바탕으로 개략적인 경제성 평가와 투자 우선 순위결정의 단계를 거친 후 일단 사업대상 노선이 선정되면, 선정된 특정 노선이 어떤 지점을 어떻게 통과(어떤 선형)하여, 몇 차로로 설계되어야 가장 적절한 것인가의 문제는 결코 단순하지 않다. 이 문제는 정책적인 것이라기보다는 기술적인 사항에 속한다. 따라서, 개략적인 도로망 계획에서 선정된 사업대상 노선에 대한 구체적인 타당성 조사나 기본설계 과정 역시 도로계획의 한 부분으로 분류된다. 이 편에서 주로 검토하려는 부분도 대부분이 정책적인 사항보다는 기술적인 사항에 초점을 두고 있다.

(2) 예비타당성 조사

공공건설사업의 타당성조사 시행 전 대상사업의 정책적 의의와 경제성을 판단하고 사업의 효율적이고 현실적인 추진방안을 제시하는 것을 목적으로 하며, 국민경제 · 국토개발계획 · 정책적 · 거시적 · 중립적 위치에서 사업의 타당성을 조사하기 위해서 시행한다.

(3) 타당성 조사

상위 계획에 대한 검토와 투자 우선 순위결정과 같은 도로 정책적인 결정과정을 거쳐 일단 사업대상 노선이 선정되면, 해당노선에 대한 경제성 검토를 통하여 최적노선을 결정하게 되는데, 이 단계에서 행하여지는 조사를 타당성 조사라 한다. 타당성 조사에서 사회경제 지표현황, 도로 교통 현황 및 환경 현황 등에 대한 조사, 재정조사, 장래 교통 수요 예측, 대안 노선 설정 및 최적 노선결정 등의 일련의 과정이 포함되어 있다.

(4) 각종 영향 평가

사업노선 선정 후 타당성 조사 등의 계획 초기단계에서 입지의 타당성, 주변 환경과의 조화 등 환경에 미치는 영향을 고려하여 “사전환경성 검토”를 시행하며 최적노선 결정 후 도로건설에 따른 각종 제반 영향들에 대한 평가를 시행하며, 이러한 평가에는 교통영향분석·개선대책, 환경영향평가, 사전재해영향성 검토 등이 있다.

(5) 기본설계

타당성 조사가 끝나면 결정된 최적노선에 대한 기본설계가 실시된다. 기본설계는 교통영향분석·개선대책과 환경영향평가 및 타당성 조사에서 도출된 제반조건을 바탕으로 하여 사전조사사항, 주요 설계기준과 구조물 형식 및 단면의 결정, 개략적인 건설방법, 공정계획, 공사비, 설계기준 및 조건 등 실시설계에 필요한 기술적 자료를 작성하는 단계이다. 일반적인 조사 및 분석, 비교·검토를 실시하여 최적안을 계획하고 주요시설물에 대해서 예비설계를 수행하며 기본적인 내용을 설계도서에 표시하는 것이다.

기본설계는 일반적으로 타당성 조사와 동시에 시행된다.

(6) 실시설계

실시설계는 기본설계를 구체화하여 실제 건설공사에 필요한 내용을 설계도서에 구체적으로 표시하는 것을 말하며, 도로계획 단계가 아닌 시행단계에 포함되나 외부조건들의 변화 등으로 인한 일부 설계조건의 변경은 이전 단계의 결정사항에 크게 영향을 미치지 않는 수준이어야 한다. 큰 영향을 미칠 때에는 설계변경에 따른 타당성을 재검토하여야 할 경우도 있으므로 세심한 주의를 요한다.

2.2 관련계획 조사

고속도로의 건설은 광역교통망 구축을 위한 대규모 도로투자사업으로 과업을 효과적으로 수행하기 위해서는 기존의 관련계획 및 현재 시행중인 사업들을 충분히 파악, 분석함은 물론 이미 정책으로 입안된 계획에 대해서도 시행 가능성을 검토하여 반영함이 바람직하다. 관련계획의 검토범위는 계획의 주제, 사업시행시기 및 기간, 사업목적 및 정책 대안으로써의 채택여부 등을 종합적으로 판단하여 각 계획안들의 통상적인 계획취지 등을 나타내는 추상적인 표현 보다 구체적 사업을 주 분석 대상으로 하여야 하며 특히 직접 영향권 내의 계획안들에 대해서는 집중 검토가 필수적인 바, 사업추진 상황 및 관련도면, 자료 등에 대한 세부조사를 실시하여야 한다.

(1) 상위계획

상위계획은 전국계획과 권역계획으로 구분되는데 전국계획에는 제4차 국토종합개발계획 수정계획, 국가기간교통망계획이 해당되며, 권역계획에는 권역별 종합개발계획·수도권 정비계획 등이 해당된다.

관 련 계 획	시행기관	주 요 분 석 대 상	비 고
국토종합개발계획수정계획 (4차 : 2006~2020)	국토해양부 (2005)	• 계획의 기본방향 및 추진계획 • 전국도로망 구축계획 • 교통투자 우선순위 • 지역별 개발방향 및 목표	
국가기간 교통망계획	국토해양부 (2003)	• 종합적인 교통정책방향 • 국가기간 교통망 구축 추진전략 • 국가기간교통시설확충 및 종합수송체계 구축 • 재원확보의 기본방향과 투자의 재력적인 우선순위 등	
신국토관리전략 수립지침	국토해양부 (2003)	• 지역개발계획 • 교통 및 정보통신, 토지이용 및 관리, 도시개발 및 관리, 환경 등 개발기본방향	
권역별 종합개발계획	국토해양부	• 동남권 종합개발계획(1987) • 중부권 종합개발계획(1987) • 서해안 개발사업 사전조사(1989) • 서남권 종합개발계획(1990) • 수도권정비 기본계획(2006)	

(2) 지역 관련 계획

지역관련계획은 대부분 상위계획에서 설정된 개발의 목표, 방향, 지표를 근간으로 전략화된 지역의 계획을 수립하는 것으로서 광역권 개발계획, 각 시·도별 종합개발계획 및 도시계획 등이 포함된다.

관련계획	자료수집 및 협의대상기관	주요 분석 대상	비고
광역권개발계획 (8대 광역권)	관할 시·도 행정기관	- 지역개발계획의 방향 및 목표 - 개발촉진지구의 유형 (낙후지역형, 균형개발형, 도·농통합형) - 대도시권 4개권, 신산업단지 3개권, 연담도시형 1개권	
시·도 종합개발계획	관할 시·도 행정기관	- 개발방향 및 목표 - 교통관련 개발 계획	
지역 및 도시 계획	관할 시·군 행정기관	- 장기발전계획 및 목표 - 도시기본 계획 - 교통관련 계획	
단지개발 및 조성계획	국토해양부 한국토지주택공사 관할시·도·군 행정기관	- 개발방향 및 목표 - 물동량 예측치 - 유통경로 계획	
기타	관할시·도·군 행정기관 민간단체 등	- 위락시설 계획 - 대단위 공장시설 부지계획 등	

(3) 교통관련 계획

교통관련계획을 상위계획 및 지역관련계획 중 투자우선순위에 따라 구체적인 교통관련사업, 즉, 도로·철도·항만·공항 등의 건설계획을 포함한다.

관련 계획	자료수집 및 협의대상기관	주요 분석 대상	비고
광역교통망계획 (2001~2020)	국토해양부	- 장기적 광역 도로망 수립 - 수단별 적정 수송분담구조 제시 - 광역교통계획시설 확충계획 제시	
2차중기교통시설투자계획 (2005~2009)	국토해양부	- 국가종합교통체계 - 교통시설투자계획 - 대도시권광역교통체계	
제3차 수도권 정비계획 (2006~2020)	국토해양부	- 광역교통체계 계획 - 교통기반시설 확충계획 - 수도권개발계획	

관 련 계 획	자료수집 및 협의대상기관	주 요 분 석 대 상	비 고
수도권 광역교통5개년계획 (2004~2008)	국토해양부	• 교통관련 개발계획 • 교통체계 구축계획	
SOC 중장기 민간투자계획 (2002~2011)	기획예산처, 국토해양부, 한국철도공사 외	• 교통관련 개발계획 • SOC 시설투자계획 • SOC 부문 민간투자 적극유치를 통 한 균형적 국토개발 실현	
철도관련계획	국토해양부 한국철도공사 및 고속철도공단	• 장·단기 철도건설 및 복선화 계획 • 고속철도 건설계획	

(4) 기타 관련계획

기타 관련계획은 교통관련계획의 범위 밖의 기간시설(통신, 전기, 가스 등)이나 농지, 산림, 하천 등의 관련계획을 포함한다.

관 련 계 획	자료수집 및 협의대상기관	주요 분석 대상	비 고
기간 시설 계획	통 신	KT	• 사업시행자 • 시기 및 기간 • 사업용도 • 사업비 • 추진현황 • 관련도면 • 자료 등 세부 조사와 필요시 현장조사 시행
	전 기	한국전력공사 송전부	
	가 스	한국가스공사 시설부	
	송 유 관	대한송유관공사 시설부	
	용 수 로	한국농촌공사시설과	
	광역상수도	한국수자원공사 지역본부	
	군 사 시 설	국방부 및 해당 군부대	
농 지 관 련 계 획	농림부 농업정책과 농어촌공사 사업과	• 대단위 농업정리 사업계획 • 절대 농지지역의 확인	
산 림 관 련 계 획	산림청 정책과 지방산림청 경영과	• 산림보호구역(등급별)현황 • 특정보호림 지정현황 • 국유림 실태조사	• 산림청 발행 “임상도” 참고 • 현장조사 시행
하 천 관 련 계 획	국토해양부 수자원정책과 지방국토관리청 하천국 관할 시·도·군 행정기관	• 하천정비 기본계획 수립 여부 • 수리·수문자료 • 하천관리 현황	• 현장조사 시행
공 원 관 련	환경부 관할 지자체 및 관리공단	• 국립, 도립, 시립 공원 등 현황	
광업권관련	산업자원부 광업권등록사업소	• 광업권 및 광산자료 • 갱구현황 등	

2.3 노선 선정

도로 계획 노선은 상위 도로망 계획과 정책적인 결정 사항들을 기초로 투자우선순위 검토과정을 거쳐 선정되며, 선정된 노선은 사업 수행을 위한 대안 노선별 경제성 분석 단계를 거쳐 최적 노선으로 확정된다.

(1) 개 요

도로 사업은 각종 조사과정과 노선 선정, 설계과정 및 건설을 통하여 완성된다. 이 중에서 노선선정은 도로계획의 기초를 이루는 중요한 단계이며, 그 도로의 사회적 환경에 미치는 영향, 경제효과, 교통·도로·구조분야 등의 기술적인 특징, 건설비 등을 고려하여 결정되어야 한다.

노선선정은 도로망 계획과 같은 상위 관련계획을 토대로 한 도로 정책적인 결정단계와 세부평가과정을 거쳐 해당 노선이 어떤 지점을 어떤 선형으로 통과할 것인가를 결정하는 타당성 조사 및 기본설계 단계로 구분된다.

도로 투자 사업의 초기 단계에서 수행하는 사업 대상 노선의 선정은 보다 합리적이고 종합적인 평가 과정이 필요하다.

이 편에서는 여러 가지 평가과정중 주로 기술적인 부분을 검토하고자 한다. 따라서 이 절에서 언급하는 노선선정은 사업 대상 노선이 선정된 후 선정된 노선이 통과할 지점이나 선형 등을 결정하는 단계에서의 노선계획에 관한 것이다.

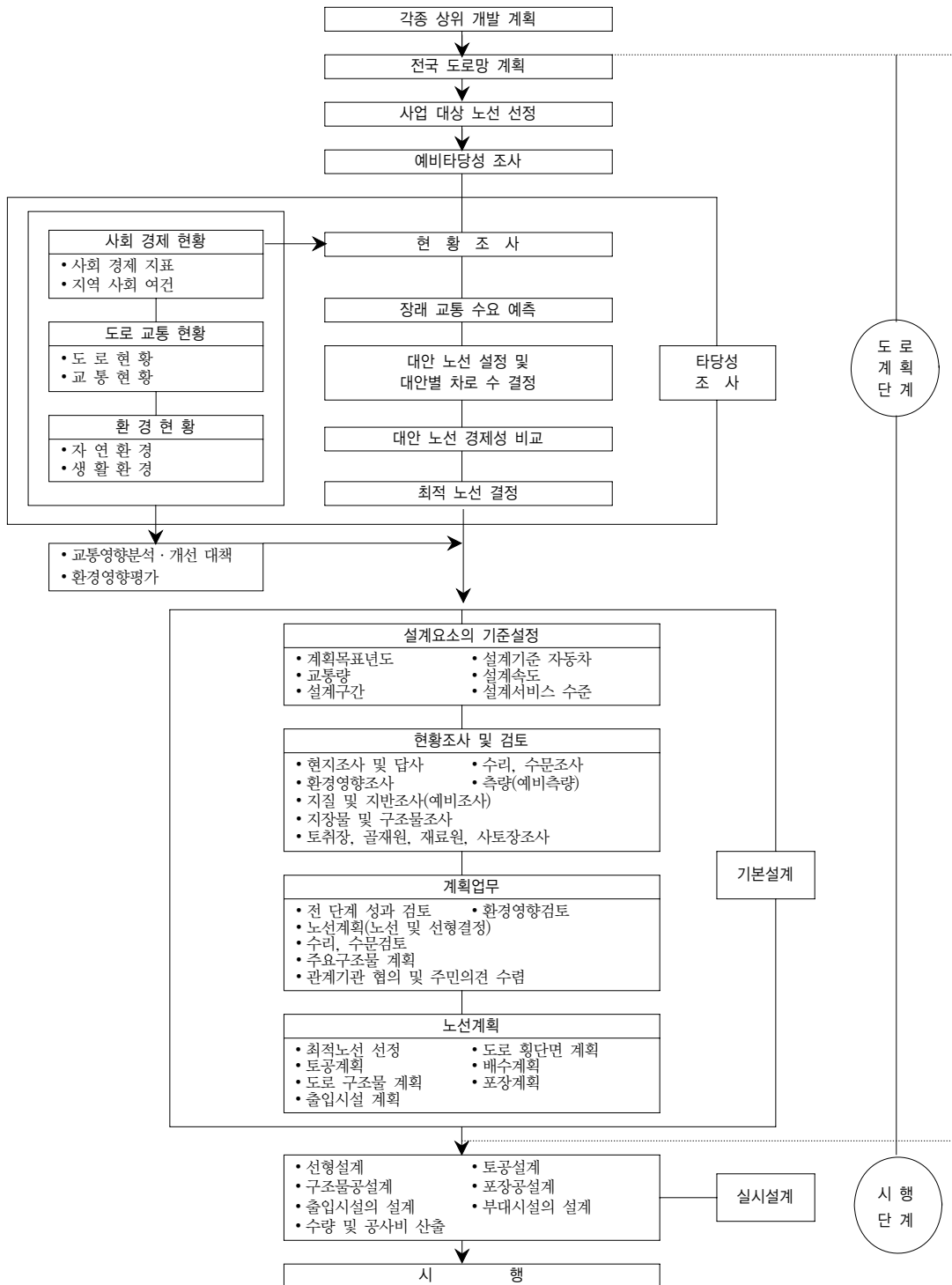
(2) 노선선정의 결정 요인

노선을 결정하고 그에 대한 평가를 할 때 사회적, 경제적, 기술적 그리고 환경적 측면을 평가하고, 그 결과에 따라 최적노선을 결정한다.

(가) 사회적 요인의 검토

고속도로가 교통망의 개선을 통하여 지역사회에 가져오는 의미를 평가하는 것으로서, 다른 개발 계획을 함께 고려하여 해당지역에 가져오는 효과를 검토한다. 사회적인 측면에서 내려진 긍정적인 평가는 주로 노선의 개략적인 위치선정 단계에서 중요한 역할을 한다.

고속도로는 지역사회를 발전시키는 계기를 제시함과 아울러 기존의 질서를 바꿈으로 인하여 여러 가지 부정적인 측면의 사회적인 영향이 발생할 수 있다는 점도 고려하여야 한다.



〈그림 2.1〉 도로 계획 흐름도

이것은 노선선정 단계뿐만 아니라 도로설계 단계에서도 세심한 배려가 필요하다. 신설될 노선이 사회적으로 미치는 영향을 평가하는 데에는 다음과 같은 사항을 고려하여야 한다.

- ① 도시지역, 마을과의 관계 (노선통과에 따른 분석)
- ② 학교, 병원, 주택 등과의 관계 (소음, 진동, 대기오염 등의 피해, 일조, 지역분할, 경관침해 등의 환경문제)
- ③ 유적, 매장 문화재, 절, 묘지 등 민족유산과의 관계 (통과에 의한 파괴)
- ④ 자연경관, 자연생태와의 관계 (자연환경의 파괴)
- ⑤ 자연조건의 변화 (수리, 기상 변화에 따른 수해, 냉해 등)

도로건설에 따른 기존 인문 및 자연환경의 변화에 대한 부정적인 효과를 저감시키기 위하여 관련사업(도시계획, 토지 개량 등 농업구조 개선계획, 치수계획)등을 동시에 시행 또는 연계함으로써 합리적인 개발방향을 수립하는 것이 중요하다.

이들 사회적 요인에 대해서는 특히 사전조사에 의하여 충분한 정보를 입수하여 관련 공공기관과 사전협의를 거치는 것이 바람직하다.

설계단계에서, 방음벽, 고가교, 조경공사 등 기술적 배려에 의하여 처리 가능한 것도 있지만 대부분의 문제는 노선위치 결정 때 그 영향이 결정된다. 도로계획이 지역주민의 반대에 부딪히는 경우가 많다. 이러한 경우 PI(public involvement: 주민참여제도)의 도입을 통하여 이해 관계자의 반발로 인한 업무의 비효율성을 방지하고 도로 투자사업의 효율성을 증대할 수 있다.

(나) 경제적 측면의 검토

도로계획의 타당성 여부는 건설비와 유지관리비 등의 투자측면과 그 투자에 따른 경제적인 편익에 대해서 계량적으로 평가한 결과로 판단한다. 도로는 건설될 지역여건에 따라 건설비가 크게 달라지지만 건설비가 적게 들어도 그것을 이용하는 교통량이 적거나, 주행비용과 주행시간 등이 많아져서는 투자효과가 저하된다. 경제적 요인의 검토는 이러한 측면에 대하여 비교 평가의 과정을 거친다.

(a) 개략 계획 단계에서의 경제적 요인 검토

노선전체 또는 상당히 긴 구간에 대해서 경제성 여부를 따져서 경제적 타당성을 판단한다. 편익에는 주행비용 감소, 주행시간 단축, 사고 감소 등의 직접편익과 주변지역에 미치는 영향 등의 간접 편익이 있다.

(b) 노선선정 단계에서의 경제적 요인 검토

하나의 노선 중 일부 구간에 비교노선이 있는 경우, 입체교차의 설치위치, 입체교차의 추가설치 여부 등에 대하여 경제성 평가를 한다.

비교노선 선정 시 최대 연장은 50km 정도이며, 다수의 출입시설을 포함하며 짧은 경우 수 km로서 출입시설을 포함하지 않는 경우도 있다. 비교노선이 길이가 그 이상인 비교노선은 개략 계

획단계에서 처리되어야 하며, 이 보다 짧은 비교노선은 선형설계 단계에서 다루어져야 한다. 비교노선의 연장이 비교적 긴 구간의 경우 입체교차로의 위치가 확정적이지 않으므로, 출입시설을 기준으로 구간별 교통량에 따른 노선 평가를 수행한다. 특히, 비교노선의 통과 위치가 서로 상이할 경우 개략 계획과 마찬가지로 노선별 간접편익과 그 외의 사회적 효과도 함께 검토하여야 한다.

비교적 짧은 비교노선 중 입체교차로의 위치가 고정적인 경우, 교통량의 변화는 크지 않으므로, 비교노선에 대한 직접 효과만을 비교의 대상으로 한다.

(c) 도로설계 단계에서의 경제성 검토

선형설계와 도로 구조물의 설계단계에서는 건설비와 유지비(특히, 터널과 교량)를 주로 검토한다.

(다) 기술적 요인의 검토

도로계획에서 기술적 요인은 자동차 교통의 흐름을 처리하기 위한 교통 기술적 측면과 그것을 자연 조건과 대응시켜 구조적으로 정착시키기 위한 구조 기술적 측면으로 나누어 생각할 수 있다.

(a) 교통 기술적 요인

교통 기술적 요인은 고속도로 본래 목적인 고속교통을 안전하고 원활하게 처리하기 위해서 고려하여야 할 요인이다. 노선의 기능과 등급에 따라 결정된 설계속도를 기준으로 각종 제약조건과 관련계획을 고려하여 평면 및 종단선형 설계가 이뤄지나 고속의 장거리 통행 관점에서 교통 사고를 유발할 수 있는 불합리한 선형의 조합이나 운전자의 편의성에 나쁜 영향을 미칠 수 있는 문제가 없는지에 대한 평가를 수행하여야 한다.

노선선정 단계에서는 결정된 노선계획에 따라 도로의 서비스 수준을 평가할 수 있으며, 동시에 주행 편익 등의 경제성 평가도 수행한다. 입체교차시설의 위치는 경제성 측면뿐만 아니라 접속 도로의 교통 혼잡에 대한 영향 등 교통 기술적 관점에서 검토된다.

또한, 휴게소 등의 휴게시설의 계획도 이 단계에서 검토된다.

선형설계 단계에서는 설계기준에 따른 횡단구성 · 평면 및 종단 선형의 계획 및 조합 · 출입시설의 형식결정 및 계획 등을 기술적으로 수행하며, 안전성 · 환경성 · 경제성 등에 대한 검토와 평가과정을 거친다.

(b) 구조 기술적 요인

도로의 구조 기술적인 요인에서는 시공성과 안전성, 유지관리의 용이성 등이 문제가 된다. 구조 기술적인 문제를 처리할 때에는 경제성을 무시할 수는 없지만 문제의 해결을 통하여 소요 비용 대비 높은 편익을 얻어낼 수 있다면 과감히 어려움을 이겨나가야 하는 경우도 많다. 그러나 지질과 기상 문제로 시공 중이나 완성 후 유지관리 시에 재해 발생의 위험이 많은 도로는 노선 선정의 단계에서 되도록 피하여야 한다.

이러한 지형으로는 단층과 파쇄대에 평행한 터널, 낭떠러지의 큰 땅깍기, 눈사태 지대에 접한 땅깍기 비탈면 등이 있으며, 이러한 지역은 가능한 피하여야 한다. 이 외에도 연약지반을 지나 는 노선과 깊은 골짜기의 교량, 터널 등은 많은 공사비를 필요로 하므로 노선 선정 시에 유의하 여야 한다.

(라) 환경적 측면의 검토

도로건설에 의하여 생길 수 있는 자연환경과 쾌적한 조화를 유지하기 위하여 환경에 미치는 피해를 파악하여 미연에 대처함으로써 환경을 유용하게 이용 보전한다.

- ① 자연환경 및 생활환경 영향 측면을 고려
- ② 농경지 잠식 및 자투리 농지를 최소화하는 노선선정
- ③ 보존가치가 있는 지형 및 지질유산과 해당지역의 경관을 파악하여 보존 할 수 있는 노선선정
- ④ 경관이 우수한 지역을 통과 하는 경우 완속차로와 고속차로의 분리로 경관자원을 활용하는 노선 선정

(3) 주요 시설물의 간격

주요 시설물과의 간격은 적정 거리 이상이어야 한다. 부득이하게 적정 거리를 확보할 수 없는 경우에는 충분히 안전시설(표지판 등)을 설치하여야 한다.

도로의 주요시설로는 출입시설, 버스 정류장, 휴게소 등을 들 수 있으며, 이들 시설 간에 확보하여야 할 거리는 <표 2.1>과 같다.

<표 2.1> 주요 시설의 간격

(단위 : km)

구 분	표준 최소 간격	절대 최소 간격	최 대 간 격
출입시설 상호	5	2	—
버스 정류장 상호	5	5	—
휴게소 상호	50	—	100
출입시설과 휴게소	5	2	—
출입시설과 버스 정류장	4	1	—

2.4 예비타당성조사

그동안 공공건설사업의 과정에서 시행되고 있는 타당성조사의 결과가 객관적이고 중립적으로 이루어지지 않고 있으며 사업주무부서에서 직접 타당성조사를 시행함으로써 사업시행을 합리화시키려는 경향이 있었으며, 타당성조사가 단일사업의 기술적·환경적·경제적 측면의 분석위주로 진행되어 국민경제·국토개발계획·정책적 등 거시적 차원의 검토가 미흡한 점을 감안, 중립적인 위치에서 사업의 타당성을 조사하기 위하여 예비타당성조사를 수행한다.

(1) 개 요

사업계획이 구체화된 대상사업에 대해서는 예비 조사단계에서 비용과 시간을 절약할 수 있을 것이다. 따라서 예비타당성조사 의뢰단계에서 주무부처로 하여금 가능한 구체화된 사업구간을 제출하도록 하는 것이 바람직하다. 예비타당성조사 대상이 되기 위해서는 사업구상이 상당부분 구체화되어야 한다. 가능한 조사 초기단계에서 사업 주무부처로 하여금 최대한 구체화된 사업계획서를 제출하도록 하여 예비타당성조사의 개요를 파악하여야 한다. 예비타당성조사의 개요에 포함되어야 할 주요 내용은 다음과 같다.

- ① 사업의 배경 및 목적
- ② 사업의 추진경위 및 추진주체
- ③ 사업의 내용

(2) 대상 요건

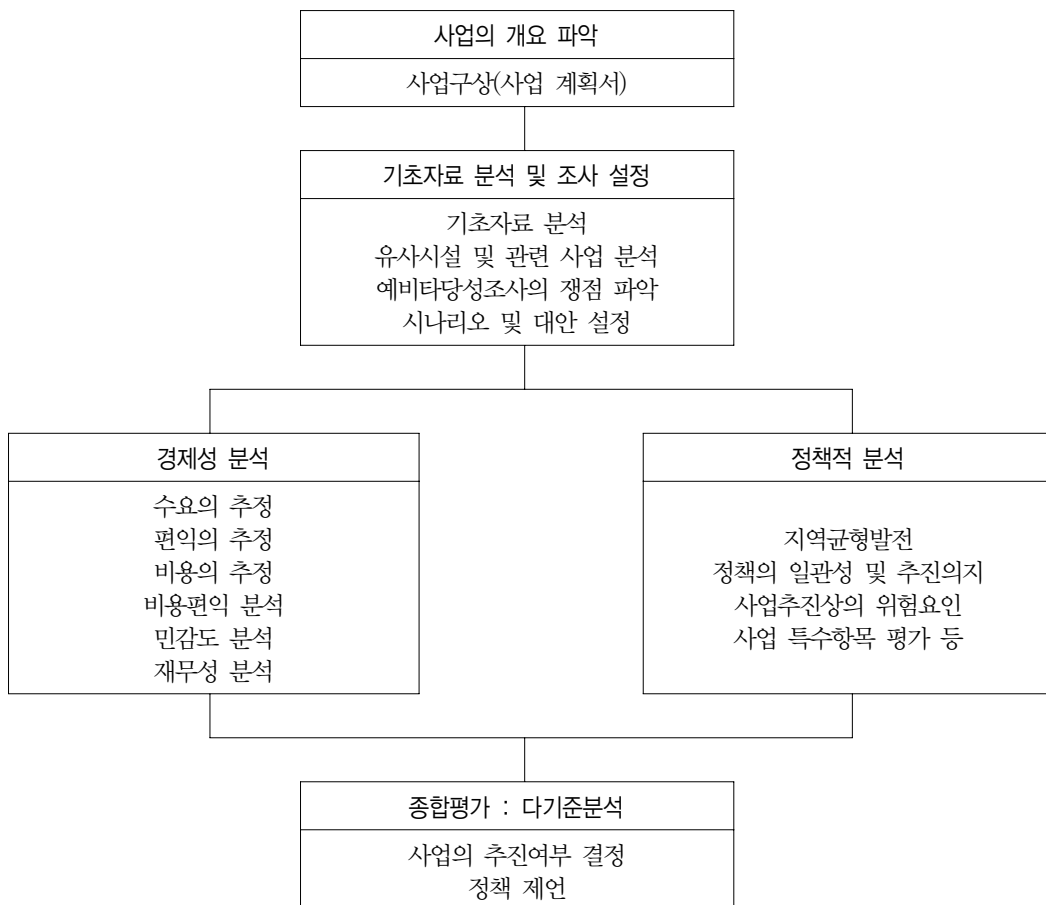
첫째, 교통체계효율화법 제10조 규정에 의한 공공교통시설개발사업 중 총 100억 원 이상인 개발사업을 대상으로 한다. 다만 기존 시설의 효용증진을 위한 단순개량 및 유지보수사업, 신호시설·건널목 등 법정시설 또는 필수설치시설, 천재지변 등으로 인한 재해복구 사업, 이용자의 안전확보를 위한 사업, 기타 사업주관기관의 요구에 따라 국토해양부장관이 타당성 평가의 실시가 적절하지 않다고 판단하는 사업 등에 한해서는 적용대상에서 제외한다.

둘째, 교통체계효율화법 제3조 규정에 의한 국가기간교통망계획, 동법 제5조의 중장기 교통시설투자계획, 도로법 제23조의2의 도로정비기본계획, 철도건설법 제4조의 국가철도망구축계획, 항공법 제89조의 공항개발 중장기 종합계획, 항만법 제5조의 항만기본계획 등 중장기 교통계획은 타당성 평가의 대상으로 한다.

셋째, 교통체계효율화법 제14조 규정에 의한 교통체계지능화사업 등 교통관리·운영 관련 사업은 타당성 평가의 대상으로 한다.

(3) 수행 절차

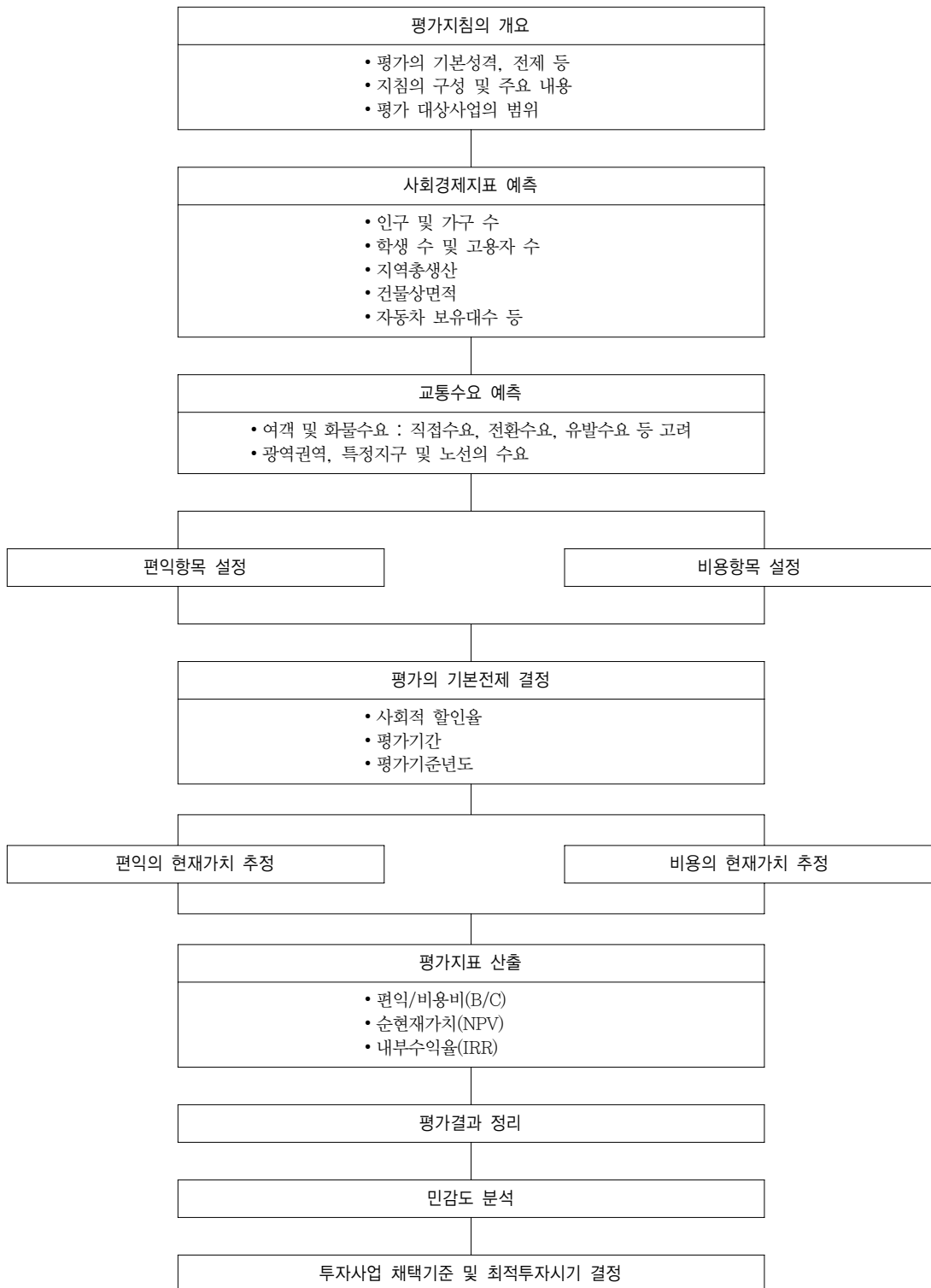
예비타당성조사는 기본적으로 [그림]에서 보여주는 바와 같이 다음과 같은 내용에 대한 조사와 분석을 순차적으로 수행한다. 첫째, 사업의 개요 및 기초자료를 정리하고 예비타당성조사의 주요 쟁점을 부각시킨다. 둘째, 수요·편익·비용 추정을 통하여 경제적 타당성 및 재무적 타당성 분석을 실시한다. 셋째, 지역경제 파급효과 분석, 지역낙후도 평가, 재원조달 가능성 평가 등을 통한 정책적 분석을 수행한다. 넷째, 다기준분석을 활용하여 경제성 분석 및 정책적 분석 결과의 종합하여 사업의 타당성을 종합적으로 평가한다.



〈그림 2.2〉 예비타당성조사의 수행 절차

(4) 분석 방법

경제성 평가를 실시하는 절차 및 단계별 주요 내용은 다음에서 보는바와 같다.



(5) 예비타당성조사 및 타당성조사 비교

내 용	예비타당성조사	타당성조사
I. 조사의 개념	• 타당성조사 이전에 예산 반영 여부 및 투자우선 순위 결정을 위한 조사	• 예비타당성조사를 시행한 후 본격적인 사업 착수를 위한 조사
II. 조사의 내용		
〈경제성 분석〉 • 수요예측 • 편익 추정 • 비용 추정 • 경제성분석 • 재무성 평가 • 민감도 분석	• 본격적인 타당성조사의 필요성 여부를 판단하기 위하여 개략적인 수준에서 조사	• 실제 사업 착수를 위하여 보다 정밀하고 세부적인 수준에서 조사
〈정책적 분석〉 • 지역경제파급효과 • 지역균형개발 • 국고지원의 적합성 • 제원조달 • 환경성 • 추진의지	• 경제성 이외에 국민경제적·정책적 차원에서 고려되어야 할 사항들을 분석	• 검토대상이 아니며, 다만 환경성 등 실제 사업의 추진과 관련된 일부 항목에 대해서는 면밀한 조사를 실시
〈기술적 타당성 평가〉 • 입지여건 분석 • 적용공법 및 기술분석 • 현장여건 실사	• 검토대상이 아니며, 필요 시 전문가 자문 등으로 대체	• 토질조사, 공법 분석 등 다각적인 기술성 분석
III. 조사의 주체	• 예산당국(관계부처 협의)	• 사업 주무부처
IV. 조사의 비용	• 5천만 원~1억 원	• 3억 원~20억 원
V. 조사의기간	• 단기간(6개월 이내)	• 충분한 시간을 투입

2.5 타당성 조사

타당성 조사 단계는 사업 대상 노선이 결정된 후 먼저 1/50,000 정도의 지도위에 개략적으로 지나갈 길(초기 노선)을 결정하고, 1/5,000 정도의 지도에 초기 노선을 따라 비교 노선을 설정한 후, 각각의 비교노선을 평가하여 최적 노선을 결정하는 일련의 과정을 말한다.

(1) 개 요

타당성 조사 과정은 다음과 같다.

(가) 1/50,000 정도의 도면상에 시·종점, 설계조건, 지형, 기준점(control point) 등을 고려하여 개략적으로 통과 노선을 그리고, 이를 토대로 1/5,000 정도의 지도의 도화(圖化) 범위를 결정한다.

(나) 1/5,000 정도의 도면상에 통과노선에 따라 몇 개의 비교 노선을 그리고, 각 비교 노선에 대하여 개략적인 입체선형(평면선형과 종단선형의 조합)을 넣는다.

(다) 경제적·사회적·기술적·환경적 요인을 비교한다.

경제적 요인에는 각 비교노선의 건설비·용지비·도로 이용자 비용·유지 관리비 등이 있고, 사회적 요인에는 주변지역의 주민이나 문화재에 미치는 영향, 기술적 요인에는 교통량 또는 지반의 지지층의 깊이 등의 불확실한 요소를 반영한 공법·시공의 난이도·건설기간 등이 있다.

(라) 위에서 제시한 여러 요인들을 분석·평가하고, 비교 노선들 중에서 최적노선을 결정한다. 선정된 최적노선은 기본설계와 실시설계 단계에서 다소 변경될 수 있으므로 도로계획 단계에서는 계속 수정될 가능성이 있다.

〈표 2.2〉 타당성 조사 단계별 업무 범위

구 분	업 무 범 위
조사 업무	• 관련계획 조사 및 검토 • 현지조사/답사 • 교통량 및 교통시설조사 • 환경영향조사* • 수자원(①수리,수문 ②기상,해상 ③선박운항) 조사
계획 업무	• 교통분석 • 환경영향 검토 • 경제성 분석, 재무 분석 • 관계기관 협의 • 노선선정(①노선대 결정 ②노선 결정* ③출입시설 위치 결정*) • 수리, 수문 검토* • 구조물계획(교량*)
설계 업무	• 개략 설계

주) * 필요 시 수행하는 업무

(2) 타당성 조사의 내용

(가) 개략조사

상위계획, 지역 및 도시계획 등 관련계획 검토, 기존 교통여건, 토지이용현황, 통행실태 등을 파악하는 현황조사가 포함된다.

(나) 비교 노선 설정 및 최적 노선 선정

현장조사 자료를 토대로 하여 비교노선을 선정하고, 계획 구간별 장래 교통량을 예측하여 분석한 후, 개략적인 평가와 기술 검토 과정을 거쳐 최적노선이 선정된다.

(다) 경제성 분석

일반적으로 타당성 조사는 기본설계와 동시에 실시되는 경우가 대부분이며, 선정된 최적 노선에 대한 기본설계를 토대로 공사비를 산출하고, 세부 교통 분석 등에 관한 자료를 토대로 경제성 분석을 수행한다. 실제로 경제성 분석은 타당성 조사의 대부분을 차지한다.

(3) 타당성 조사의 성과품

현재 고속도로 공사 시에 타당성 조사의 성과품으로 제출되는 것은 다음과 같다.

- ① 종합보고서 : 도로 관련 계획 검토, 교통 수요 분석, 예비 기술 검토, 사업비 추정 및 경제성 분석
- ② 1/50,000 노선도

2.6 교통영향분석 · 개선대책 및 환경영향평가

도로의 신설 또는 확장이 주변 환경에 미치는 영향을 최소화시키기 위하여 자연 환경, 생활 환경, 사회 및 경제 환경에 대하여 교통영향분석 · 개선대책의 수립과 환경영향평가를 실시한다.

(1) 교통영향분석 · 개선대책**(가) 개 요**

교통영향분석 · 개선 대책은 도로의 신설 또는 확장으로 인하여 대량의 교통 수요를 유발하거나 유발할 우려가 있는 사업을 시행하거나 시설을 설치할 경우, 발생하는 교통량 · 교통흐름의 변화 및 교통안전에 미치는 영향을 조사 · 예측 · 분석하고, 그와 관련된 각종 문제점을 최소화하기 위하여 수립하는 대책을 말한다.

(나) 교통영향분석 · 개선대책의 내용

교통영향분석 · 개선대책은 「도시교통정비촉진법」 및 시행령, 시행규칙, 교통영향분석 · 개선대책 지침에 근거하여 수행되며 교통영향분석 · 개선대책의 대상이 되는 신설 도로의 규모는 '도시교통정비촉진법시행령 제13조 제 5항 및 제13조의 2'에 교통영향 심의위원회와 대상지역 등에 따라 <표 2.3>과 같이 규정되어 있다.

〈표 2.3〉 교통영향분석·개선대책 대상 신설 도로의 규모

구 분			교통영향분석·개선대책 심의위원회 심의 대상		
			도시교통정비지역	교통권역	심의요청시기
도로의 건설	도로법 제8조의 규정에 의한 도로	고속국도	총길이 5km 이상 신설노선 중 인터체인지·교차부분 및 다른 간선도로와의 접속부		도로구역의 결정 전
		일반도로			
		지방도			
		시·군·구도			
도시의 개발	국토의 계획 및 이용에 관한 법률 제2조 6호	도시계획 시설사업 등 (도로)			실시계획의 인가 전

기준에 교통영향분석·개선대책을 수립·검토한 후 준공된 도로사업은 그 도로(차도와 보도를 포함한다)의 건설구간 내 인터체인지, 분기점 및 교차 부분의 도로면적 합계가 기존 교차로의 인터체인지·분기점 및 교차 부분의 도로면적 합계의 30퍼센트를 초과하여 증가하는 경우(여러 번 확장하는 경우에는 이를 모두 합산한다) 준공된 면적에 확장 부분을 합산한 면적을 대상으로 교통영향분석·개선대책의 변경심의를 받아야 한다. 다만, 도로의 폭이 12m 미만의 도로만으로 접속하여 교차로가 생기는 경우에는 인터체인지·분기점 및 교차부분의 도로면적에 합산하지 않는다.

(다) 교통영향분석·개선대책 보고서의 내용

교통영향분석·개선대책의 구체적인 내용은 다음과 같다.

- 대상사업의 시행으로 교통에 미치는 영향의 시간적·공간적 범위
- 대상사업별 교통의 문제점에 대한 교통개선대책에 관한 사항
- 교통개선대책의 수립사항을 반영한 사업계획의 내용

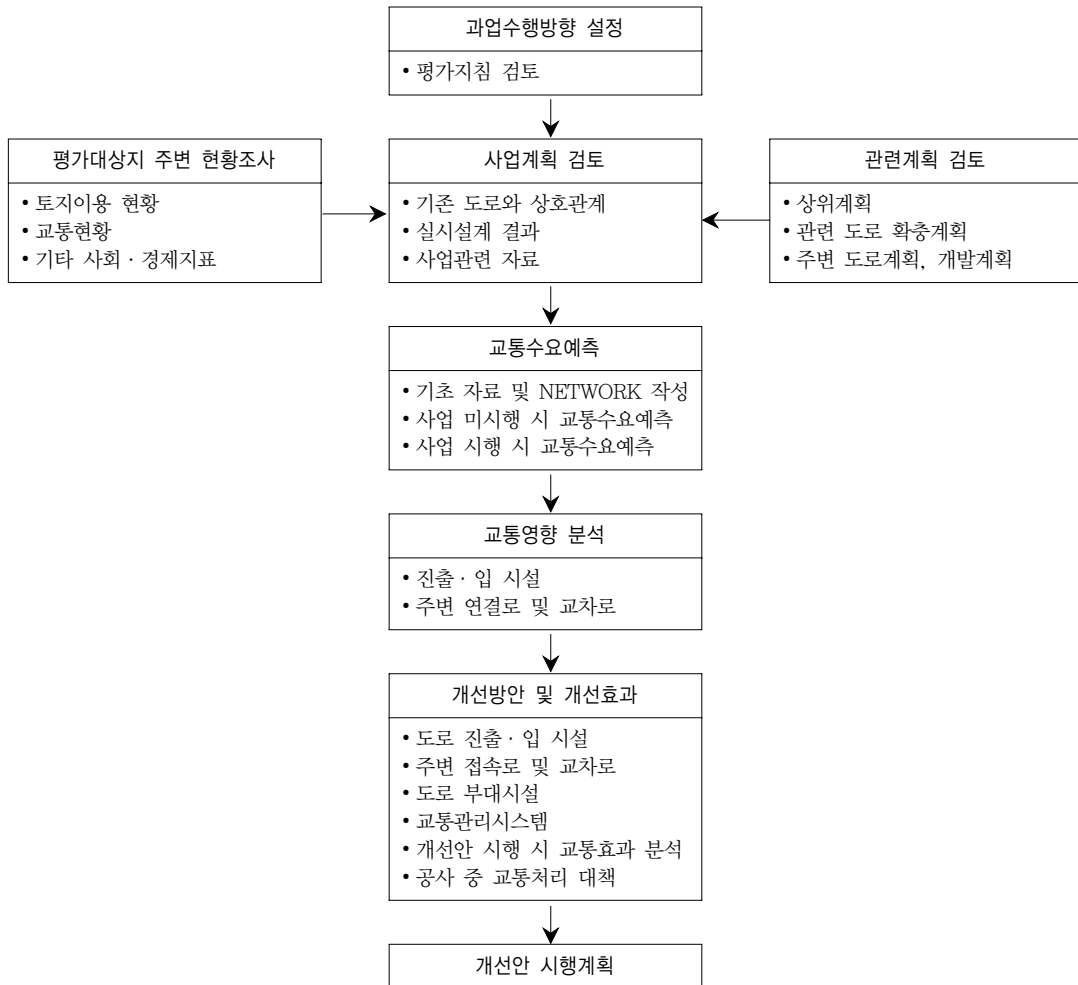
(a) 교통현황 조사

장래 교통수요 예측 및 사업 시행에 따른 문제점 및 개선방안 도출을 위한 교통현황 조사항목은 다음과 같다.

- ① 주변의 토지이용 현황 조사
- ② 사회·경제지표 현황 조사
- ③ 개발계획 현황 조사
- ④ 가로망 현황 조사
- ⑤ 교통시설 이용 현황 조사
- ⑥ 교통안전시설 및 교통사고 발생 현황 조사
- ⑦ 교차로 기하구조 및 신호 운영체계 현황 조사
- ⑧ 교통량 현황 조사

(b) 교통수요 예측

교통수요예측은 평가 대상사업에 대한 분석 목표년도를 기준으로 사업을 시행하였을 경우와 사업을 시행하지 않았을 경우를 비교하여 어느 정도의 영향을 미치게 되는가를 파악하는데 쓰인다. 따라서 사업을 시행하지 않는 경우와 시행할 경우의 두 가지로 나누어 수요를 예측한다.



〈그림 2.3〉 도로 사업에 따른 교통영향분석·개선대책의 수립 과정

(2) 환경영향평가 등

(가) 사전환경성 검토

(a) 개 요

각종 개발계획이나 개발사업을 수립·시행함에 있어 타당성조사 등 초기단계에서 입지의 타당성, 주변 환경의 조화 등 환경에 미치는 영향을 고려함으로써 개발과 보전, 환경친화적인 개발을 도모코자 도입된 제도이다.

(b) 사전환경성 검토 대상

① 시행 근거

「환경정책기본법」 제25조의 2, 같은 법 시행령 제7조에 의거

② 검토 대상

사전환경성 검토대상은 환경정책기본법시행령 별표 2 및 별표 3의 행정계획 및 개발사업을 대상으로 한다.

〈표 2.4〉 사전환경성 검토의 대상

구 분		평가대상 범위	비 고
국토의 계획 및 이용에 관한 법률	보전관리지역	5,000m ² 이상	
	생산관리지역	7,500m ² 이상	
	계획관리지역	10,000m ² 이상	준농림지역 포함

③ 검토 대상의 제외

도로법 제22조의 2에 따른 도로정비기본계획 수립 시 사전환경성 검토를 시행한 국도의 경우 기본 및 실시설계 노선선정 단계에서 환경영향평가법 제4조 제5항에 따른 환경영향평가의 대상이 되는 국도의 사업은 사전환경성 검토 대상에서 제외됨.

(c) 평가항목의 선정 및 주요 검토사항

① 평가항목의 선정

평가항목의 선정 방법은 사업유형별로 환경성 검토과정에서 고려되어야 할 환경영향을 주는 인자와 환경영향 항목을 분석하고 부지조성, 시설공사, 시설운영단계별로 환경영향을 고려하여 관련된 환경영향항목을 세분하여 검토·평가되어야 할 평가항목을 선정하고 중점 평가 항목을 구분한다.

〈표 2.5〉 환경분야별 검토항목

자 연 환 경	생 활 환 경	사회 · 경제환경
기상, 지형 · 지질, 수리 · 수문, 동 · 식물상	토지이용(계획), 대기, 수질, 폐기물, 토양, 소음 · 진동, 위락 · 경관(일조장해 포함)	인구, 주거, 산업, 교통, 공공시설, 문화재

주) 자연 · 생활환경분야위주로 검토하되, 사업특성상 필요한 경우에 한하여 사회 · 경제환경분야, 해양환경분야 연계검토

② 평가항목별 주요 검토사항

- 풍수해, 산사태, 지반붕괴 등 재해발생 가능성 지형여부(파악)
- 대상지역 및 주변의 오염원, 토지이용상황, 장래개발계획 등을 고려한 환경친화적 토지이용계획
- 환경보전 관련지역(조수보호구역, 상수원보호구역등)의 분포현황 및 보전대책
- 특정야생동식물, 천연기념물, 철새도래지 등의 분포현황 및 대책
- 환경기초시설, 상수도공급관련시설 및 연계사용가능성 여부
- 기타 각 환경분야별 검토사항은 사전환경성업무편람의 기준을 적용

(d) 사전환경성 검토의 절차

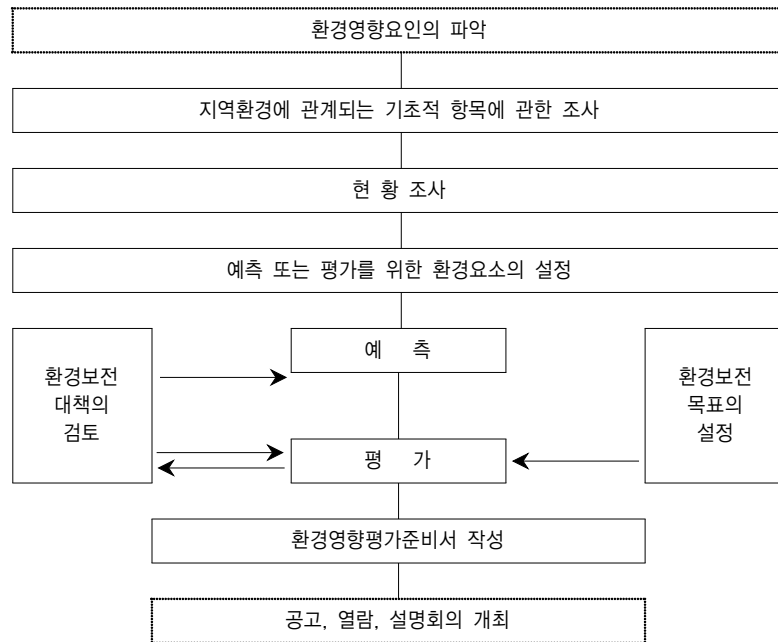
도로건설을 포함한 각종 개발사업의 환경에 영향을 미치는 행정계획을 수립 · 확정(지역 · 지구 · 단지의 지정 포함)하거나 개발사업의 승인 · 인가 · 허가 등을 하고자 할 경우에는 사전환경성검토서 등 관련서류를 구비하여 환경부장관 또는 지방환경관서의 장에게 미리 협의요청을 한다. 협의요청을 받은 환경부장관 또는 지방환경관서의 장은 동 계획 또는 사업에 대한 환경성을 검토하여 30일~40일 이내에 협의의견을 협의요청기관에 통보한다.

(나) 환경영향평가

(a) 개 요

환경영향평가란 대상사업의 사업계획을 수립하려고 할 때에 그 사업의 시행이 환경에 미치는 영향을 미리 조사 · 예측 · 평가하여 해로운 환경영향을 피하거나 줄일 수 있는 방안을 강구하는 것을 말한다.

환경영향평가제도는 환경에 미치는 오염을 예방하는 제도로써 각종 사업의 수립 및 시행에 있어 당해 사업의 경제성 · 기술성뿐만 아니라 환경적 요인도 비교 · 검토하여 최적의 사업계획안을 모색하는 과정이다. 따라서 환경영향평가서의 작성 목적은 각종 도로 사업으로 인한 환경오염문제를 사전에 파악하고 그 해결책을 제시함으로써 궁극적으로 환경적으로 건전하고 지속 가능한 개발이 되도록 하는 것이다.



실선(—) : 조사내용, 점선(—) : 관련사항
 〈그림 2.4〉 환경영향평가 과정

(b) 환경영향평가의 대상사업

환경영향평가법 시행령 제2조에 규정된 환경영향평가의 대상이 되는 신설도로의 규모는 다음과 같다.

- ① 도로법 제8조에 의한 고속국도, 일반국도, 지방도 등 4km 이상인 도로의 신설 또는 2차로 이상으로 10km 이상인 도로의 확장사업
- ② 도시계획법 제2조 제1항 제5호의 규정에 의한 도시계획구역 안에서 폭 25m 이상으로서 도시구역 안에 동법 제17조 제1항 제4호의 규정에 의한 녹지지역이 3만²m 이상 포함되는 경우에 실시한다. 다만, 동법 시행령 제3조 제1항의 규정에 의한 자동차전용도로, 고속도로 및 지하도로의 경우는 제외한다.

(c) 환경영향조사

① 환경영향평가 대상지역의 설정

도로건설 사업에 따른 환경영향평가를 시행함에 있어서 먼저 환경영향이 우려되는 대상지역을 설정한다.

대상지역의 설정은 도로건설사업을 시행함에 있어, 사업시행으로 인한 환경적인 영향이 미칠 것으로 예상되는 계획노선 주변지역의 자연환경과 생활환경, 사회·경제환경 등 제반 환경상에 미치는 영향을 객관적이고 과학적인 방법에 의거 정량분석을 실시하고, 정량분석이

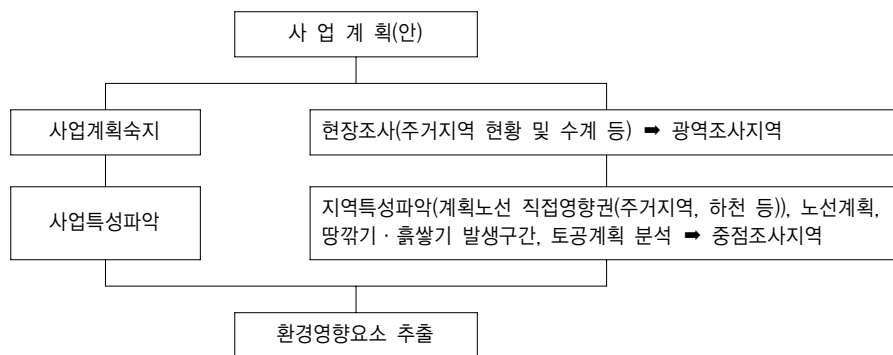
곤란한 분야에 대해서는 기존 자료를 토대로 객관성 있는 정성분석을 통하여 시행한다.

환경영향평가 대상지역 설정을 위한 주요 항목은 다음과 같다.

- 사업의 입지적, 공간적 범위
- 사업의 시간적 범위

② 환경영향요소 추출

도로건설사업 시행에 따른 환경영향요소의 추출은 도로건설 사업계획 및 현장조사, 사업특성, 지역특성을 감안 공사단계와 운영단계로 구분하여 추출한다.



〈그림 2.5〉 환경영향요소의 추출 모식도

③ 환경영향 평가항목의 설정

도로건설사업의 환경영향평가에 대한 평가항목의 설정은 환경부고시 제1997-95호 「환경영향평가서 작성 등에 관한 규정, 1997.10.25」에 제시된 도로건설사업의 주요 평가항목과 환경영향요소를 비교·검토하여, 지형·지질, 대기질, 동·식물상, 소음·진동, 교통 등 중점평가항목을 설정하여 분석한다.

또한, 중점평가 항목 이외의 항목에 대해서는 도로건설 사업의 시행에 따른 영향 정도를 파악하여 평가의 효율성을 감안 현황조사 항목과 제외항목으로 구분하여 설정한다.

④ 환경영향 평가항목의 조사 방법

환경조사는 예측 및 평가의 시행여부 결정을 위한 자료 수집과 예측 및 평가가 시행될 경우 기본 데이터를 정리하기 위하여 시행하는 것이다.

원칙적으로 국가나 지방 공공단체 등 공공기관이 공표한 자료를 수집·정리하고 자료수집과 병행하여 현지조사를 통하여 보완한다.

(다) 사전재해영향성 검토 협의

(a) 개요

사전재해영향성 검토란 도시화와 산업화에 따른 개발로 인하여 발생 가능한 재해영향요인을 개

발사업 시행이전에 예측·분석하고 적절한 저감방안을 수립·시행토록 함으로써 예방차원에서 개발사업에 대한 종합적이고 체계적인 평가에 따른 재해영향을 최소화 하고자 도입한 제도이다.

(b) 사전재해영향성 내용 및 절차

① 시행근거

자연재해대책법 제4조 사전재해영향성검토협의 제1항

② 협의 대상 및 시기, 주요 협의 사항

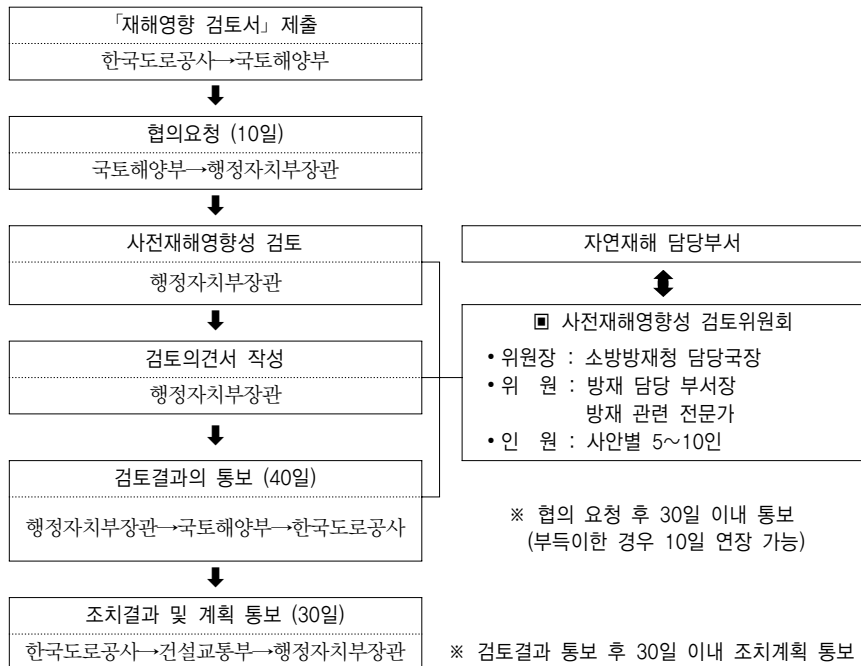
사전재해영향성 검토는 자연재해대책법 시행령 제6조에 의거 공사 시행 전에 재난안전대책 본부장을 대상으로 협의토록하며 주요 협의(검토) 사항은 다음과 같다.

- 유역 및 재해 현황조사
- 사업수행에 따른 재해 영향 예측 및 분석
- 재해영향 저감대책 수립

〈표 2.6〉 사전재해영향검토 협의 대상 및 시기

구 분	평가 대상 기준	협의 시기
교통시설의 건설	◦ 도로법 제24조의 규정에 의한 도로공사 ◦ 국토의 계획 및 이용에 관한 법률 제88조에 따른 도시계획시설 사업실시계획	공사 시행 전 실시계획 인가 전

③ 사전재해영향성 검토 흐름도



2.7 자연경관영향 심의

2.7.1 자연경관영향 심의 대상

(1) 개 요

각종 개발계획이나 개발사업에 따른 자연환경의 훼손으로부터 생태계와 자연경관을 체계적으로 보존 관리하기 위하여 도입된 제도이다.

(2) 자연경관영향 심의대상의 범위

(가) 자연경관영향 심의 시행 근거

자연환경보존법 제28조(자연경관영향의 협의 등), 제29조(자연경관심의 위원회 구성 및 운영), 같은 법 시행령 제20조(자연경관영향협의의 또는 검토대상), 제21조(자연경관심의위원회의 구성), 제22조(자연경관심의위원회의 운영 등)에 의거

(나) 자연경관영향 심의 대상 범위

자연경관영향 심의 대상은 자연환경 보존법 제28조(자연경관영향 협의 등) 제1항의 규정에 따라 협의를 요청받은 개발사업 등과 지방환경관서의 장이 자연경관에 미치는 영향이 크다고 인정하여 심의를 요청한 사항을 대상으로 하며 주요 심의 대상 사업의 범위는 다음과 같다.

구 분	자연경관영향 심의대상
보전지역 주변 (자연공원, 습지보호지역, 생태·경관보전지역)	• 사전환경성 검토대상 개발계획 • 사전환경성 검토대상 개발사업 • 환경영향평가협의 대상 개발사업
보전지역 주변 외 지역	• 사전환경성 검토대상 개발사업 및 환경영향평가 협의대상 개발사업 중 대통령령이 정하는 개발사업

(a) 보전지역 주변

대상지역 : 자연공원, 습지보호지역 및 생태·경관보전지역의 경계로부터 아래 표에 규정된 거리 이내의 지역(영 제20조제1항 별표 1)

〈표 2.7〉 자연경관심의 대상이 되는 보전지역경계로부터의 거리

구 분		경계로부터의 거리
자연공원	최고봉 1200m 이상	2,000m
	최고봉 700m 이상	1,500m
	최고봉 700m 미만 또는 해상형	1,000m
습지보호지역		300m
생태·경관 보전지역	최고봉 700m 이상	1,000m
	최고봉 700m 미만 및 해상형	500m

- ※ 1. 습지보호지역 및 생태·경관보전지역이 중복되는 경우에는 습지보호지역 거리기준을 우선 적용
 2. 보전지역이 도시지역 또는 계획관리지역에 위치한 경우는 거리기준을 300m로 함

(b) 보전지역 주변 외 지역

- 환경영향평가협의 대상 사업 중 도로사업은 「도로법」 제2조 또는 제10조, 「국토의 계획 및 이용에 관한 법률」 제2조제13호의 규정에 따른 도로의 건설사업으로 다음의 어느 하나에 해당하는 사업이다.

- ① 도로의 신설
- ② 2차로 이상의 도로의 확장

- 사전환경성검토대상 개발사업 중 일반적인 기준은 다음 ①의 어느 하나의 개발사업의 세부범위에 포함되고, ②의 어느 하나의 요건에 해당되며, ③의 개발사업의 시행면적의 요건에 해당하는 경우에는 자연경관영향협의의 대상으로 한다.

① 관계법령별 개발사업의 세부범위

개발사업의 종류
가) 「국토의계획 및 이용에 관한 법률」 제6조제2호 내지 4호의 규정에 따른 관리지역·농림지역 또는 자연환경보전지역 안에서의 개발사업
나) 「개발제한구역의 지정 및 관리에 관한 특별조치법」 제3조의 규정에 따른 개발제한구역에서의 개발사업
다) 「야생동·식물보호법」 제27조의 규정에 따른 야생 동·식물특별보호구역에서의 개발사업
라) 「산지관리법」 제4조제1항제1호나목의 규정에 따른 공익용산지 및 공익용산지 외의 산지에서의 개발사업
마) 「수도법」 제3조제7호의 규정에 따른 광역상수도가 설치된 호소의 경계면으로부터 상류로 1km 이내 인 지역(팔당댐 상류의 남한강·북한강의 경우에는 법 제22조제1항의 규정에 따라 지정된 특별대책 지역 1권역으로서 「한강수계상수원 수질개선 및 주민지원 등에 관한 법률」 제4조제1항제1호의 규정에 따라 수변구역의 지정대상이 되는 지역의 경계선 이내의 지역으로 한다)에서의 개발사업
바) 「하천법」 제2조제1항제2호의 규정에 따른 하천구역에서의 개발사업
사) 「소하천정비법」 제2조제2호의 규정에 따른 소하천구역에서의 개발사업

② 다음 각 목의 어느 하나에 해당하는 개발사업

- 가) 높이 15m 이상의 건축물이 입지하는 경우
- 나) 높이 20m 이상의 전신주·송신탑 또는 굴뚝 등 수직 구조물을 설치하는 경우
- 다) 길이 50m 이상의 교량을 설치하는 경우
- 라) 길이 2km 이상의 도로나 철도를 개설 또는 확장하는 경우
- 마) 자연경관에 미치는 영향이 큰 다음의 각 지역을 합하여 5천 m^2 이상 포함하는 개발사업
 - 표고 300m 이상의 봉우리를 가진 지형에서 가장 높은 지점의 표고높이의 100분 50 이상인 지역
 - 「연안관리법」 제2조제1호에 따른 연안에 해당하는 지역
 - 「하천법」 제2조제2항의 규정에 따른 국가하천·지방 1급 및 지방 2급 하천의 양안 중 당해 하천의 경계로부터 200m 이내인 지역

③ 시행 면적이 3만 m^2 이상인 개발사업

(3) 자연경관영향 심의대상의 제외

다음 중 어느 하나에 해당하는 경우에는 자연경관영향 협의의 대상으로 하며, 가목의 일반기준을 적용하지 아니한다.

- ① 송전선로의 경우에는 송전탑에 편입되는 토지면적들의 합이 3만 m^2 이상인 154kV 이상의 지상송전선로
- ② 지하자원 개발사업의 경우에는 「산지관리법」 제4조제1항제1호나목의 규정에 따른 공익용 산지에서의 사업계획 중 그 사업면적이 3만 m^2 이상인 것 또는 공익용 산지 외의 산지에서의 사업계획 중 그 사업면적이 5만 m^2 이상인 것. 다만, 「광업법」 제4조의 규정에 따른 광업 중 에너지개발을 목적으로 하는 광업의 경우를 제외한다.

2.7.2 도로 개발사업에 대한 자연경관영향 심의기준

(1) 입지선정 단계(타당성조사)

도로 등 선적 개발사업은 선정된 노선에 따라 경관에 미치는 영향의 강도가 다르므로, 선적 개발사업은 입지선정 단계에서 다음과 같은 사항을 고려하여야 한다.

- ① 개발사업 위치의 주변지역과의 조화성 및 경관현황분석의 객관성
- ② 조망축 및 주요경관자원 보존성
- ③ 경관영향 저감 및 보존방안
- ④ 경관유형별 경관영향 : 스카이라인, 산림녹지경관, 수경관, 인공경관, 농촌경관, 역사문화경관, 생태경관, 조망축 등

(2) 사업시행 단계

- ① 사업시행 단계에서의 검토는 기본계획 단계(혹은 노선 결정 단계)에서 실시한다.
- ② 땅깍기·흙쌓기의 과다여부, 부속 구조물의 규모, 형태, 색채, 주변에서 바라보는 시각적 영향 등을 고려한다.
- ③ 경관영향 검토는 다음 표를 기준으로 하되, 대상사업별 특성에 따라 중점 검토 사항을 선정한다.

〈표 2.8〉 도로 등 선적 개발사업 심의 시 주요 고려사항

대상사업		입지선정 단계	사업시행 단계
도로 / 철도		• 해안으로부터 이격거리 • 땅깍기·흙쌓기 규모(노선과 관련) • 주행 시 경관자원 조망확보 • 주변 지역에서의 경관자원 차폐여부 • 경관축 연결방안	• 교량형식 • 교각형태 • 부속구조물 형태, 규모 • 색채 • 흙쌓기부 녹화계획
교량	하천횡단	• 교각 지간(支間)거리 • 오픈스페이스 단절 정도	• 교량형식 • 교각형태 • 부속구조물 형태 • 색채
	계곡횡단	• 교각 지간거리 • 계곡부 산림 훼손 여부	• 교량형식 • 교각형태 • 부속구조물 형태 • 색채
하천정비사업 / 골재채취		• 자연형 유지 여부	• 주요 구조물 형태 • 주요 구조물 색채
삭도시설 (케이블카, 리프트 등)		• 능선부 입지여부	• 높이 • 정거장 형태

2.7.3 자연경관영향 심의 절차

자연경관심의회는 심의대상 여부의 판단, 관련서류 구비, 자연경관 심의, 자연경관심의 및 결과통보의 절차를 거친다.

(1) 자연경관영향 심의대상 여부의 판단

개발사업을 수립·추진하고자 하는 관계행정기관 혹은 사업자는 동 사업이 법 제28조 및 영 제20조에 근거하여 환경부 또는 지방환경관서의 심의대상사업인지 여부를 판단한다.

(2) 관련 구비서류 준비

사업자는 사전환경성검토서 또는 환경영향평가서에 포함되어 작성하되, 사전환경성검토 구비서류 규정 및 환경영향평가서 작성규정에 따라 작성(위락·경관을 분리하여 경관부분을 별도 작성) 환경부, 지방환경관서에서는 자연경관영향 심의를 위한 구비서류의 충족여부를 검토한다.

(3) 자연경관영향 심의

자연경관심의회는 사전환경성검토 및 환경영향평가 협의절차와 연계하여 운영한다.

환경부에서는 중앙환경보전전문위원회 위원중 자연경관영향에 관한 전문지식이 있는 위원을 선정하여 심의를 의뢰한다.

지방환경관서에서는 자연경관에 관한 전문지식이 있는 위원으로 구성된 자연경관심의위원회를 통하여 자연경관 영향을 심의하도록 한다.

(4) 자연경관영향 심의에 따른 조치

자연경관 심의결과는 사전환경성검토 및 환경영향평가의 협의의견에 통합하여 통보한다.

2.8 주민참여제도

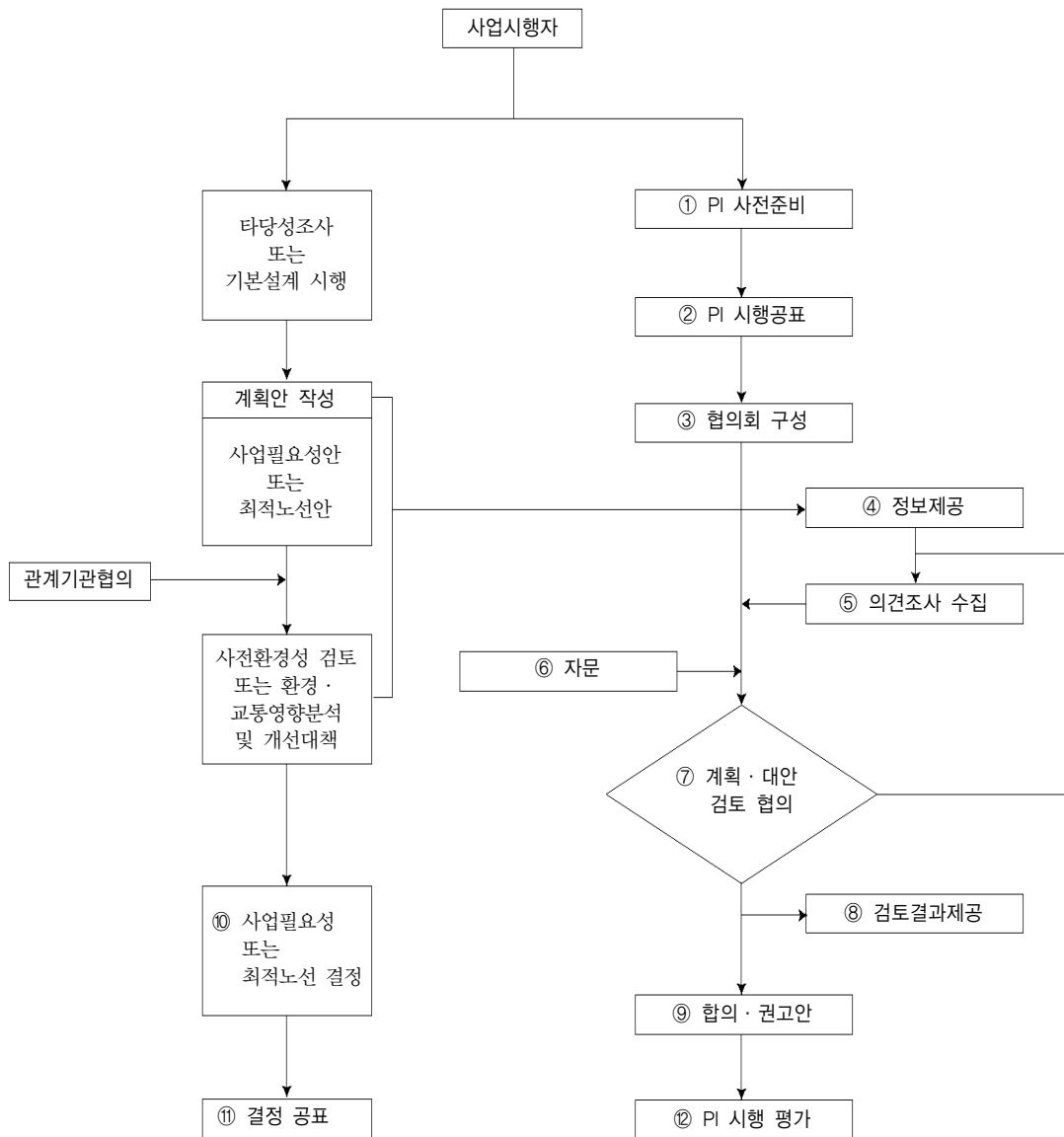
(1) 개 요

도로사업의 주민참여제도(public involvement, 이하 PI)는 도로 건설사업을 추진함에 있어 대상 노선의 계획 수립 초기부터 주요한 단계별로 지역주민 및 각종 단체(환경, 종교 등) 등 이해 관계자와 다양한 정보를 공유하면서 폭넓게 의견을 청취하여 사업의 추진과정에 국민의 참여를 적극적으로 보장하는 정책기법으로서, 사업의 투명성과 객관성을 향상시켜 도로사업에 대한 국민의 만족도 향상 및 갈등 예방을 위하여 시행되는 제도이다.

(2) 주민참여제도 추진절차

(가) 주민참여제도의 수행절차

주민참여제도는 노선대가 개략적으로 결정되고 이해관계와 영향범위가 구체화되는 등 지역주민들의 관심과 이해 조정을 반영할 수 있는 단계에서 시행하는 것이 바람직하므로 예비타당성조사 및 타당성조사 단계에서부터 PI 제도를 시행하는 것이 효율적이다.



〈그림 2.6〉 PI 제도의 수행절차

(나) 주민참여제도의 수행내용

(a) PI 사전준비

이해관계자의 범위와 관심 및 쟁점사항을 파악하고, PI의 목표, 추진전략, 소요예산 확보 등 시행계획을 수립하며, 필요시 갈등영향분석을 실시하여 성공의 가능성과 조건을 확인한다. 또한 사업에 관한 의사결정, 조직 구성, 사회·행정적 배경에 대한 정보를 수집하고, 도로사업에 대한 사업 시행 배경이나 PI를 실시할 경우 운영과 준비조직 구성 그리고 지역 내 이해관계자에 대한 사전 배경조사를 실시한다.

(b) PI 시행공표

사업시행자가 주민 등에게 검토된 계획안을 제시하고 공표하며, 지역신문을 포함한 1개 이상의 일간지와 홈페이지 등에 7일 이상 공고한다.

(c) 협의회 구성

협의회는 사업시행자와 지역주민 및 시민단체 간의 중간 가교 및 매개 역할을 수행하거나 지역주민을 대표하여 의견을 수렴하며, 도로사업주체와의 협상 또는 이해 조정 기능을 수행한다. 또한 협의회는 지역주민들의 지지와 대표성이 클수록 협상 상대방으로서의 역할이 증대될 뿐만 아니라 진정한 공동 책임의식을 갖는 동반자의 기능도 하게 된다.

(d) 정보제공

사업시행자에 의하여 타당성(설계)안이 제시되면 PI일정에 맞춰 정보를 공개하고, 제공기법에 따라 가능한 한 많은 주민들에게 정보를 전달하여야 한다. 특히, 교통약자나 침묵하는 다수자들에게도 정보가 제공되도록 노력한다. 그리고 사업안 관련 지역현안 문제나 효과 등은 일반인들이 쉽게 이해할 수 있는 용어나 내용으로 작성한다.

정보제공기법으로는 오픈하우스, 지역간담회, 설명회, 팸플릿, 홍보지, 홈페이지, 태스크포스, 브리핑, 매스미디어(TV, 라디오, 신문), 공청회, 정보안내센터 등이 있다.

(e) 의견수렴

지역주민뿐 아니라 이용자를 포함한 여러 이해관계자들의 의견을 수집하기 위하여 다양한 의견조사기법을 활용하며, 필요시 핵심인물이나 중용단체에 대해서는 개별 면담을 통하여 의견을 파악하며, 정보 제공과 마찬가지로 교통약자나 침묵하는 다수자들로 부터도 의견을 적극 수집한다. 의견수집기법으로는 설문조사·상설(임시출장) 상담창구·홈페이지·팩스·핫라인(hot line)·의견조사 카드·공론조사·워크숍·핵심인물 인터뷰 등이 있으며, 의사소통 촉진기법으로는 지역주민들의 참여를 높이고 관심과 흥미를 고조시키기 위하여 사람이 많이 모이는 전시회 행사기간을 이용하거나 전문홍보기관의 도움을 받아 진행하기도 하며, 이벤트(심포지엄, 현지견학, 전시회 등)·언론매체 등도 활용한다.

(f) 계획안 및 대안검토

협의회는 계획안과 주민의견에 대한 수렴, 계획안의 집중 검토, 다각적인 대안의 발굴, 각종 이해적 갈등과 환경 등의 가치적 갈등과의 조화 그리고 합의가능성을 검토하며, 지역현안상황과 도로사업이 추구하는 목적 그리고 주민들에게 제공할 정보와 수집정보의 내용을 구분하여 파악하고, 또한 정보를 제공하거나 수집 할 주 대상자를 선정하고 이를 효과적으로 수행할 수 있는 기법을 결정한다.

(g) 전문가 자문 및 자문위원회 구성

참여자 합의에 의한 사실관계 조사방법과 절차 등 특정기술의 전문분야에 대해서는 전문가 등을 선정하여 별도의 전문기술위원회를 설치할 수도 있으며, PI 진행이나 절차의 공정성과 투명성 확보를 위하여 진행감사위원회를 설치할 수도 있다.

(h) 검토결과 제공

계획안이나 대안에 대한 검토의견, 주민들의 의견조사 결과, 전문가의 의견 그리고 협의회에서 논의되어 도출된 중간 또는 최종 결과를 지역주민이나 일반에게 공개한다.

(i) 합의 및 권고안 도출

계획안 및 대안 검토를 통하여 합의 및 권고된 대안을 사업시행자가 결정할 수 있도록 유도한다.

(j) 사업필요성 결정

사업시행자는 PI를 통해 합의 및 권고된 사항에 대하여 내부검토와 절차를 통해 중대한 문제점이 도출되지 않은 한 합의안으로 결정한다.

(l) 사업필요성의 결정 공표

당해 도로사업을 PI를 통하여 추진함을 공표한 이후 PI를 진행하여 최종 결정된 사항을 지역주민이나 일반에게 공표하며, 또한 타당성조사부터 시행하는 경우 차후에 2단계 기본설계 안에 대한 PI가 진행됨을 동시에 공표한다.

(m) PI 시행평가

총체적으로 PI 전략의 성공여부 · PI 계획목표 및 PI 계획 중 얻은 정보에 대하여 평가하며, PI 전략에 대한 평가에서는 PI 실시목표 달성 범위 · PI 원칙의 실행 여부 · PI 추진에 따른 영향을 평가한다.

2.9 기본설계와 실시설계

타당성 조사 및 각종 평가를 토대로 기본설계를 시행하며, 기본설계를 구체화하여 실제 시공에 필요한 실시설계를 시행한다.

(1) 기본설계

기본설계에서는 타당성 조사의 결과를 바탕으로 하여 사전조사 사항, 계획 및 방침(주요 설계기준, 구조물 형식선정, 단면결정 등), 개략시공방법, 공정계획, 공사비 등의 기본적인 내용을 설계도서에 표기한다. 기본설계 도면은 1/5,000~1/1,200 축척의 지형도를 이용하여 작성한다.

기본설계에서 주로 수행하는 과업은 타당성 조사의 결과를 대부분 이용하고 있기 때문에 그와 유사한데, 사회경제 지표분석·교통조사 및 수요예측·관계계획 조사분석 등은 그 내용이 거의 같으며, 실제로 타당성 조사와 기본설계가 하나의 과업으로 수행될 경우 과업이 중복될 소지는 없어진다.

이와 함께 기본설계에서는 주요 구조물부와 토질조사, 필요한 부분의 구간 측량, 선형설계 및 각 공종별(토공, 배수 구조물, 교량 및 터널, 포장설계, 부대시설의 개략 위치 선정) 개략적인 기술검토 등의 과업도 포함되어 있다.

기본설계 단계별 업무범위는 <표 2.9>와 같고 기본설계의 성과품과 내용은 <표 2.10>, <표 2.11>과 같다.

<표 2.9> 기본설계 단계별 업무 범위

구 분	업 무 범 위
조사 업무	• 관련계획 조사 및 검토 * • 현지조사/답사 • 교통량 및 교통시설조사 * • 수자원(①수리, 수문 ②기상, 해상 * ③선박운항) * • 환경영향조사 • 지장물, 구조물 조사 • 용지조사 * • 토취장, 골재원, 사토장 조사 • 측량 및 토질·지반조사
계획 업무	• 전 단계 성과 검토 • 구조물계획(①교량 ②터널) • 경제성분석, 재무분석 * • 수리, 수문 검토 • 환경영향 검토 및 평가 • 노선 결정·출입시설 결정 • 교통분석 및 평가 • 설계기준 작성 • 관련기관 협의
노선계획	• 최적노선 선정(기술적 측면, 경제적 측면, 환경적 측면) • 도로횡단면 계획(차도 및 차로, 중앙분리대, 길어깨, 환경시설대, 식수대, 측도, 정차대, 자전거도로, 보도)
설계 업무	• 예비 설계

주) *필요 시 수행하는 업무

〈표 2.10〉 기본설계의 보고서 등

구 분	내 용
설계 보고서	○공사개요 : 목적, 규모, 금액 등 ○계획 및 방침 - 위치선정 - 주요 구조물 및 수리계획 - 주요 조정 계획 - 교통영향분석·개선대책 - 환경영향평가 ○사전 조사사항 ○주요 시공계획 ○주요 자재 사용 계획 ○개략 공정 계획 ○기타 필요한 주요 사항 - 경제성 분석(개략 공사비 산출, 유지 보수비, 경제성 분석) - 기타 사항
구조 및 수리계산서	○주요 구조 계산서 - 구조 단면 결정 계산 및 사유 - 기초 허용 지지력 계산 - 각부 구조의 제 하중에 대한 구조 계산 - 수리 계산, 이와 관련된 단면 결정 계산
토질 조사 보고서	○토질 현황 ○개략 토질 조사(시추, 시험, 물리 탐사 등) ○개략 토질 시험(표준 관입 시험, CBR 시험, 평판 재하 시험, 토성 시험)
개략 설계 내역서	○설계 설명서 ○공종별 개략 내역서 ○개략 수량 산출 근거 ○기타 필요한 산출 근거

〈표 2.11〉 기본설계의 설계도면

구 분	도면 종류	축 척	표시하여야 할 사항
설계 도면	위 치 도	1/5,000~1/50,000 지형도	주변 지형 지물 표기
	종단면도 및 평면도	1/5,000~1/1,200	주요 시설물 종평면도
	횡단면도	1/100~1/400	주요 횡단면도
	구조물도	1/100~1/200	주요 구조물 계획도, 표준도 등
	기 타		기타 필요한 도면

(2) 실시설계

실시설계에서는 기본설계를 구체화하여 실제 시공에 필요한 구체적인 설계사항을 설계도면에 표기하는 단계로서, 도로계획 단계를 벗어나서 사업시행 단계에 속한다. 실시설계 도면은 1/1,200 축척의 지형도를 이용하며, 지도상의 검토과정을 거친 후 현지측량 결과를 기초로 하여 상세하게 작성한다.

실시설계에는 기본설계에서 제시된 기준들을 토대로 보다 세부적인 설계를 수행하는데, 여기에는 전 구간에 대한 상세 토질 조사 및 측량·세부 선형 설계·배수 구조물과 교량 및 터널에 대한 상세 설계·포장 설계·영업소와 휴게소 등의 부대시설에 대한 세부 설계 등이 포함되어 있다.

이와 같이 기본설계와 실시설계는 밀접하게 연관되어 있으며, 설계 및 시공 과정에서도 자주 변경될 수 있으므로, 이들 과업이 상호 독립적으로 수행되기보다는 동시 또는 과업기간 내의 시차를 두고 수행되는 것도 효율적이다.

또, 과업 변경의 규모는 타당성 조사와 기본설계 방향에 크게 영향을 주지 않는 범위여야 하며, 변경 규모가 큰 경우 재평가를 받아야 하므로 세심한 주의가 필요하다. 실시설계의 성과품과 내용은 <표 2.12>, <표 2.13>과 같다.

<표 2.12> 실시설계의 보고서 등

구 분	내 용
설계 보고서	○공사개요 : 목적, 범위와 내용, 기간, 과업 지침, 금액 등 ○계획 및 방침 － 위치선정 － 주요 구조물 및 수리 계획 － 세부 조정 계획 (사면 보호, 식재 계획 등) － 교통영향분석·개선 대책 － 환경영향평가 ○사전 조사사항 ○주요 시공계획 ○주요 자재 사용 계획 ○개략 공정 계획 ○기타 필요한 주요 사항 － 경제성 분석 (개략 공사비 산출, 유지보수비, 경제성 분석) － 기타 사항
구조 및 수리계산서	○세부 구조 계산서 － 구조 단면 결정 계산 및 사유 － 기초 허용 지지력 계산 － 각부 구조의 제 하중에 대한 구조 계산 － 수리 계산, 이와 관련된 단면 결정 계산 － 수리 모형 시험 결과

구 분	내 용
토질 조사 보고서	○ 토질 개황(목적, 범위, 조사 기간 등) ○ 세부 토질 조사(시추, 시험, 물리 탐사 등) － 조사 방법 － 조사 위치 선정 － 조사 결과 분석 ○ 세부 토질 시험(표준 관입 시험, CBR 시험, 토성 시험, 평판 재하 시험, 골재 시험) ○ 부록 － 지질 분포 현황도 － 토질 조사 위치도(S=1/25,000) － 토질 조사 위치 상세도(S=1/1,200) － 재료원 현황도 － 지층 단면도 － 시추 조사 및 동적 콘관입시험 결과 주상도 － 시험굴 주상도 － 실내 시험 성과표, － 골재 시험 성과표(하상골재, 석산 골재)
시 방 서	○ 주요 지방 내용 － 일반 지방서(일반 사항, 공종별 일반 사항) － 특별 지방서(공종별, 단계별 세부 지방서)
설계 내역서	○ 설계 설명서 ○ 공종별 세부 내역서 ○ 수량 산출 근거 ○ 기타 필요한 산출 근거

〈표 2.13〉 실시설계의 설계 도면

구분	도면 종류	축 척	표시하여야 할 사항
설 계 도 면	위 치 도	1/5,000~1/50,000 지형도	주변 지형 지물 표시
	종단면도 및 평면도	1/1,200	세부 종평면도
	횡단면도	1/100~1/200	세부 횡단면도
	구조물도	1/50~1/100	세부 구조물
	부대 시설도	1/1,200	세부 부대 시설물도 세부 가시설물도
	조경도	1/1,200	세부 조경계획(사면 보호, 식재 계획 등)
	기 타		기타 필요한 도면

2.10 부체도로 및 폐도 대책

자동차 전용도로의 신설 또는 확장 시에는 부체도로 건설에 대한 대책을 수립하여 도로 건설로 인하여 주변 지역 주민들이 불편을 겪게 되는 일이 없도록 하여야 한다. 자동차 전용도로를 확장하거나 선형을 개량할 때 폐도가 발생할 경우, 이에 대한 대책을 사전에 수립하여 국토의 효율적인 이용을 도모하도록 한다.

(1) 부체도로

자동차 전용도로를 신설하거나 확장하기 위하여 기존 도로를 자동차 전용도로로 편입시키는 경우, 기존 도로를 이용하던 주민들이 불편을 겪지 않도록 부체도로를 건설하여야 한다. 부체도로의 횡단면 및 선형 기준은 자동차 전용도로에 편입된 도로 구간 또는 부체도로가 접속되는 기존 도로의 기하구조 설계 기준 이상을 적용하여 설계하여야 한다.

(2) 폐도

(가) 개 요

폐도란 도로 개량 과정에서 기존 도로의 일부 구간이 선형 개량 후에 도로 본래의 기능을 잃었을 때, 선형 개량 전의 도로 구간과 도로의 부대 용지(통틀어 도로 부지라 함)을 뜻한다.

자동차 전용도로를 확장하거나 선형을 개량할 때 이러한 폐도가 발생할 경우, 이에 대한 대책을 수립하여 국토를 낭비하는 일이 없도록 하여야 한다.

(나) 폐도의 활용

폐도의 활용은 국유 재산으로 존속하는 경우와 사유 재산으로 전환되는 경우로 나누어 대책을 세울 수 있다. 국유 재산으로 존속할 때의 활용 방안은 다음과 같다.

- ① 진입 도로, 연결 도로, 비상시 우회도로 등으로 이용
- ② 도로 이용의 편익 시설 부지로 활용
- ③ 도로 주변 주민에 대한 생활 보호 공간으로 활용
- ④ 도로 유지관리를 위한 부지 또는 여유 공간으로 활용
- ⑤ 부지 대여(휴게소, 특산물 전시 판매장 등)

사유 재산으로 전환될 때의 활용 방안은 다음과 같다.

- ① 도로 구조물을 해체한 후 농경지로 이용
- ② 수용된 부지와 교환

2.11 경관도로

최근 삶의 질 향상에 따라 경관적으로 우수한 도로에 대한 요구가 높아져 과거의 도로가 가졌던 기본적인 기능에 더하여 심리적으로 편안하고 경관적으로 우수한 도로의 구현이 현실적인 과제로 제기되고 있다. 그러한 시대적 흐름에 따라 국가차원에서 사회간접자본시설의 시행에 따른 자연환경 훼손여부 및 주변 자연경관과의 조화 등을 심의하기 위하여 2006년부터 자연경관영향심의제도를 도입하고 있으며, 삶의 질 향상에 부응하고 국토의 체계적 경관관리를 목적으로 하는 「경관법」이 2007년에 제정되어 경관이 현실적 공공재로 부각되고 있다.

기존도로의 경우 단순한 이동통로가 아닌 노선별·지역별 특성을 반영한 휴식공간·조망공간·문화공간으로서의 새로운 도로를 구현하기 위한 테마가 있는 아름다운 도로를 조성하는 것을 목표로 정비하며, 신설도로의 경우 노선선정 단계부터 경관자원을 고려한 노선선정을 수행하여 선형계획에서부터 구조물계획·비탈면계획·연도시설계획까지 경관을 고려한 경관도로를 조성하는 것을 목표로 한다.

2.11.1 경관자원에 따른 경관도로의 유형

경관요소에 의한 경관의 분류는 경관자원의 특성에 따라 크게 자연경관·인공경관으로 구분하며, 자연경관은 녹지경관과 수변경관으로 인공경관은 역사문화경관과 생활경관으로 구분한다.

녹지경관은 산·능선 등의 산림·계곡경관과 전원지경관 등으로 구분되며, 수변경관은 하천·강 등의 하천경관, 호수 등 호수경관, 바다·섬 등의 해안경관으로, 역사문화경관은 사적지경관과 전통취락지경관, 문화경관으로 구분하며, 생활경관은 마을(주거지)경관과 위락지경관으로 구분한다.

〈표 2.14〉 경관자원 요소에 의한 경관도로 유형

구 분		세 부 요 소	
자연경관	녹지경관	• 산악지역(산림·계곡)	• 전원지역
	수변경관	• 하천지역 • 해안지역	• 호수지역
인공경관	역사문화경관	• 사적지역 • 문화지역	• 전통취락지역
	생활경관	• 마을(주거지)지역	• 위락지역

2.11.2. 도로특성에 따른 경관도로의 유형

도로의 성격은 도로의 규격, 지역의 특성, 주변 환경, 교통의 질과 양 등에 따라 서로 다르지만 경관적 관점에서는 경관이 수려한 도로, 지역을 대표하는 도로, 도시적 이미지의 도로, 역사·문화의 도로, 고품이 있는 도로 등과 같이 지역환경과 그것을 이용하는 사람의 성격 등에 따라 파악한다. 경관이 수려한 지역의 도로나 지역을 대표하는 거리, 경승지의 도로는 해당되는 도로와 지역의 개성을 표현할 필요가 있으므로 적극적인 경관 창출을 시도한다.

도로의 경관설계를 수행할 때에는 대상도로가 가지고 있는 개성을 고려하여 그 개성을 표현하는 것에 대해서 생각하여야 하며, 도로의 성격에 따라 다음과 같이 구분할 수 있다.

〈표 2.15〉 도로의 특성에 따른 구분

지역구분	특성구분	비 고
지방지역	산악지역 도로 전원지역 도로 수변지역 도로 역사·문화지역 도로 일반지역 도로	하천, 호수, 해안
도시지역	지역을 대표하는 거리 역사·문화의 거리 도시의 중심거리 일반적인 거리	번화가

2.11.3. 경관도로의 계획

(1) 노선선정의 방향

경관도로의 노선을 선정하는 것은 지역의 개성적이고 양호한 경관을 도입하여 경관도로가 지역경관을 구성하는 요소로써 지역경관과의 조화를 고려하는 것이 최우선으로 대상노선의 경관테마를 활용한 노선계획으로 전체적으로 연속성이 있는 시퀀스 경관을 조성하여야 한다.

(가) 경관자원의 보전

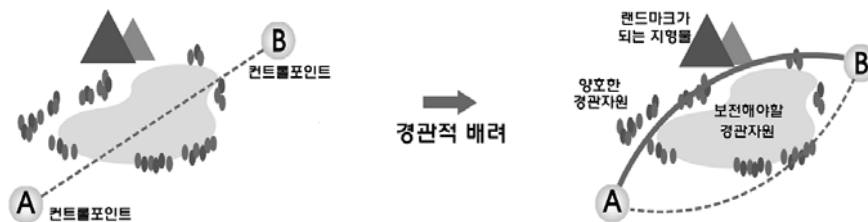
- 원시적 자연환경 보존 지역
- 녹화복원이 힘든 지형
- 뛰어난 경관자원 보존 지역

(나) 경관자원의 활용

- 랜드마크가 되는 요소 고려
- 변화 있는 노선의 특성 고려
- 연도 경관자원 고려

(다) 지역경관의 창출

- 노선특성을 반영한 기초경관의 구축
- 구간특성을 반영한 기초경관의 전개
- 지점특성을 반영한 기초경관의 강조와 대비



〈그림 2.7〉 경관을 고려한 노선선정

(2) 선형계획의 방향

선형계획에서는 평면선형과 종단선형의 계획에서 조화를 이루고 횡단구성 등을 종합적으로 연계시키는 것을 고려하며, 도로주행자에게 적절한 변화와 시각적 흥미를 유발시키는 도로경관이 확보되도록 한다.

(가) 쾌적한 주행성을 확보하는 선형계획

- 시각적 흥미를 유발시키는 경관변화를 제공
- 내부경관과 외부경관이 조화되는 연속경관의 연출을 고려
- 통과하는 지역의 지형변화를 최소화 하는 계획

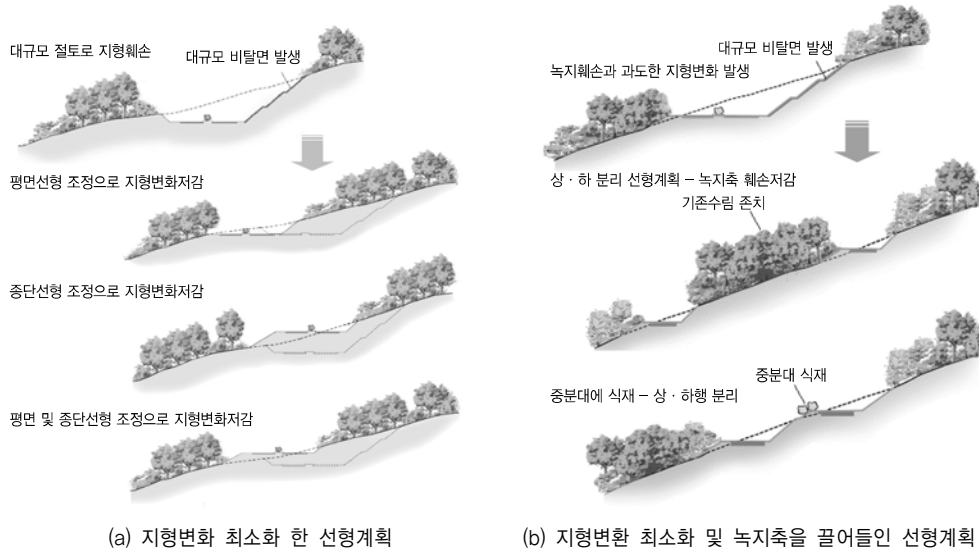
(나) 평면선형과 종단선형계획의 조화

- 평면선형이나 종단선형을 조정하여 지형변화를 최소화 하는 선형계획
- 지형변화를 최소화 하고 녹지축을 끌어 들이는 선형계획

(다) 도로특성에 따른 선형계획

- 산악지역 : 지형변화 저감, 연속경관 연출
- 전원지역 : 주변지형과 조화, 전원풍경의 도입

- 수변지역 : 전망을 고려한 휴게소, 수변생태계 고려
- 해안지역 : 연속경관, 기상변화, 조망성 고려
- 역사·문화지역 : 접근성 및 인지성 향상, 역사문화적 랜드마크 설치



〈그림 2.8〉 평면선형과 중단선형의 조화

(라) 선형의 시각적 자연스러움이 확보되는 계획

- 시각적 자연스러움 확보와 선형의 급변화 최소화, 완화곡선 삽입
- 투시형태상 도로선형이 보이지 않는 상태를 피함
- 운전자의 심리적 영향을 고려한 시각적 연속성 유지

(마) 연속경관이 연출되는 도로선형

- 도로를 주행하는 운전자의 시선방향에 따라 연속경관이 연출되도록 결정
- 랜드마크(landmark)가 되는 ‘산’이나 대규모 경관자원이 있을 경우 그 대상을 연속경관의 가운데로 끌어들이는 선형 계획

2.12 도로 계획 시 고려 사항

2.12.1 도로의 접근관리

(1) 접근관리의 정의

도로의 접근관리는 공공도로 주변에 신설이나 증축 등 개발 사업이 이루어져 새로운 도로를 접속하려고 할 때, 해당 도로를 계획·설계·운영 관리하는 각 기관들이 도로간 접속을 잘 관리하여 도로를 주행하는 차량과 보행자에 대한 안전을 확보하고 더불어 차량흐름의 효율성을 확보하기 위하여 사용할 수 있는 종합적 도로 설계기법이다.

(2) 접근관리의 필요성

도로의 접근관리는 도로 주변의 토지이용 변화와 밀접한 관계를 가지며, 이론적으로 볼 때, 도로 주변은 도심이나 주요 교통유발 시설물에 대한 접근성이 좋기 때문에 항상 주택단지나 상가 등을 건설하려는 개발압력이 존재한다. 이러한 개발압력은 자연히 주변도로에 대한 접속도로의 설치를 요구하며 이러한 접속도로의 무분별한 설치는 도로망 전체의 효율성을 쉽게 떨어트린다. 반대로 도로의 효율성만을 보존하기 위하여 접속도로의 요구를 모두 거부한다면, 이 또한 자연스런 토지이용의 변화를 탄력적으로 수용하지 못하는 결과를 초래함으로써 도시 전체적으로 볼 때 바람직하지 않게 된다. 따라서 도로를 처음 계획할 때 생각했던 도로 본연의 기능과 도로건설 이후에 반드시 나타나는 다른 도로의 접속요구를 합리적으로 조정하기 위하여 접근관리가 필요하다.

한편 「도로법 제64조」에서는 도로의 무분별한 연결을 관리하기 위하여 다른 도로·통로·그 밖의 시설을 연결 시 도로 관리청의 허가를 받도록 하고 있으며, 다른 도로와의 연결에 따라 대량의 교통수요를 유발 할 우려가 있거나 교통체계상 다른 시설의 설치가 필요하면 교통의 소통을 위한 시설의 설치·관리 등 필요한 조치를 하도록 규정하고 있다.

(3) 고속도로 및 자동차전용도로에서의 접근관리

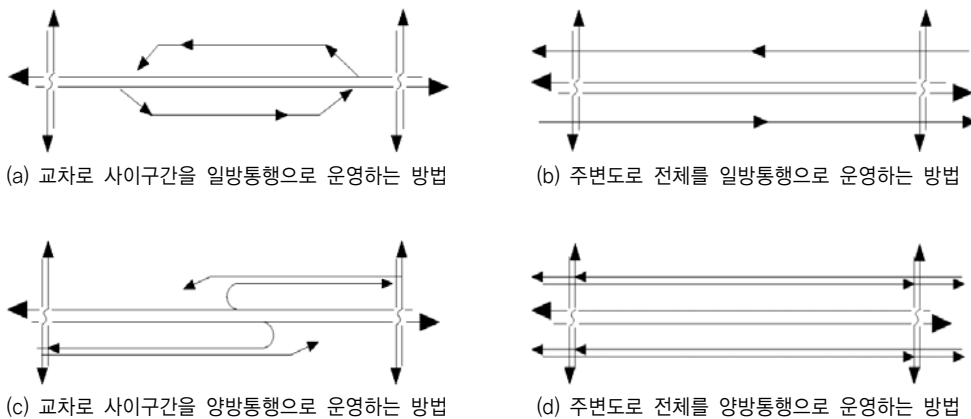
고속도로에 대해서는 「고속국도법 제7조」에 교차 및 타시설과의 연결은 입체교차 하도록 규정되어 있어 당연히 완전출입제한으로 하여야 할 것이다. 자동차 전용도로에 대해서도 「도로법 제64조」에 도로 연결 시 도로관리청의 허가를 받도록 하고 있어 완전 출입제한이 필요하다. 한편, 도시고속도로에 대해서는 도시지역의 대량 교통을 원활히 처리하기 위하여 원칙적으로는 완전 출입제한 하여야 하지만, 노선의 성격과 자동차교통 등의 상황에 따라 극히 예외적인 경우에 한하여 불완전 출입제한을 허용한다.

(4) 접근관리의 방법

합리적인 도로 접근관리를 위해서는 다음과 같은 방법을 적용할 수 있다.

(가) 접근관리를 배려한 도로 계획 및 설계

도시지역의 주요 간선도로에서의 접근관리 방법으로 측도(frontage road)를 설치하는 것이 대표적인 기법이며, 특히 외국에서 사용되어 많은 효과를 보고 있는 기법이다. 측도는 간선도로 중심선 흐름과 같은 방향으로 설치하며, 간선도로 주변에 위치한 개발지에서 발생하는 교통량들을 일단 받아들인 후 간선도로 차량흐름을 방해하지 않는 범위 안에서, 적절한 방법으로 간선도로에 연결하여주는 기능을 수행한다.



〈그림 2.9〉 측도 설치 유형

(나) 도로 주변의 토지 취득

도로의 신설이나 확장을 위한 소요부지 외에 추가적으로 도로 주변의 토지를 취득하여 장래 토지이용 변화에 대비한다.

(다) 토지 이용의 제한

도로 주변건축을 도시계획법이나 건축법 등에 따라 합리적으로 규제하기 위하여 관련부서와 충분히 협의한다.

(라) 도로 주변 개발권의 취득

새로이 건설한 도로를 포함한 모든 도로에 대해서도 도로에 인접한 토지에 대하여 그 개발계획을 수립하는 권리를 국가 또는 공공기관이 취득하여 합리적인 접근관리 계획을 수립한다.

(마) 도로 주변 시가발전의 제한

도로 주변 시가지를 지나치게 고밀화하거나 무질서하게 개발하는 것을 합리적인 방향으로 유도한다. 이를 위해서 도로 접근관리 관점에서 사용할 수 있는 방법은, 기존 도로에 대한 출입시설 설치를 적절히 규제하거나 기존 도로에 교통 혼잡이 발생하지 않는 범위를 미리 고려하여 직접출입(구체적으로는 다른 도로의 직접접속)을 허용한다. 이를 위하여 도로밀도가 높은 도시 지역이나 장래 토지이용의 고도화가 예상되는 지역 등에서 간선도로 주변에 측도를 설치하는 것은 매우 바람직하다.

(바) 사도접속을 제도화 한다.

현실적으로 우리나라에서는 사도접속은 완전히 제도화되어 있지 않다. 따라서 이를 제도화하는 것이 바람직하다.

(사) 보행자 및 교통약자의 고려

비록 접근관리를 적용하는 주목적이 교통 흐름 상충을 최소화해서 도로망 효율성과 안전성을 확보하는 것이기는 하나, 해당도로들이 포함한 보행자와 자전거 통행에 대한 충분한 배려 또한 매우 중요하다. 보행자와 자전거 통행자는 도로 주변 개발지에 대하여 항상 안전하게 접근할 수 있어야 하고, 그 동선이 간선도로와 같이 기능이 높고 차량 속도가 높은 도로를 포함한다면, 반드시 차량과 교통약자 간 동선을 조화시킴으로써 교통약자에 대한 안전성을 확보하여야 한다.

2.12.2 단계건설**(1) 개 요**

도로건설에서 단계건설(stage construction)이란 초기투자비용의 부담을 줄이기 위한 목적으로 계획목표년도에 예상되는 교통수요에 대하여 초기에 계획도로 전체를 건설하지 않고 공용개시 후 연도별 장래 교통수요를 단계적으로 구분하여 건설하는 것으로 전체계획연장을 구간별로 구분하여 건설하여 종방향 단계건설과 최종목표년도의 계획 횡단면에 대해서 횡방향으로 구분하여 건설하는 횡방향 단계건설로 구분되며, 일반적으로 단계건설이라 함은 횡방향 단계건설을 의미한다.

(2) 단계건설의 성립조건

단계건설이 경제적이기 위해서는 단계건설시 비용 편익 비(B/C Ratio)가 완공 시 비용 편익비보다 높아지도록 계획하는 것이 필요하다. 그리고 안전하고 원활한 통행을 위해서는 횡단면 폭 구성, 부가차로, 잠정 사용 시의 설계속도 등을 적절히 계획할 필요가 있다. 마지막으로, 단계건설에 적합한 지형

조건과 도로 구조가 되려면 초기 건설비가 적고, 2차 시공 시 재시공이 적고, 공사 중 통행에 지장을 주지 않을 구조이어야 한다.

단계건설의 편익비와 완성공사의 편익비의 관계식은 다음과 같다.

$$C > S_1 + S_2 \frac{1}{(1+i)^n} \quad (2.1)$$

여기서, C : 전체 공사시의 건설비

S_1 : 초기 시공시의 건설비

S_2 : 추가 시공시의 건설비

n : 추가 시공 시까지의 연수

i : 이자율

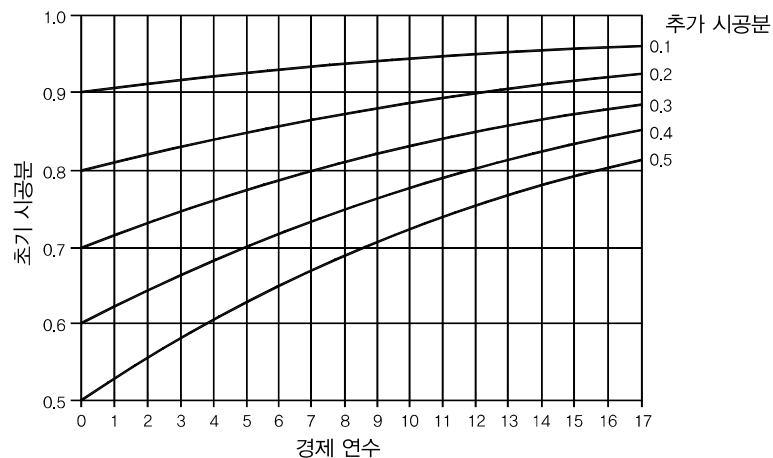
식(2.1)을 바꾸면 다음과 같다.

$$a = 1 - b/(1+i)^n$$

여기서, $a = S_1/C$

$$b = S_2/C$$

이 식을 기본으로 건설비와 경제 연수와의 관계를 구한 것을 <그림 2.10>에 표시 하였다.



<그림 2.10> 단계건설 비용과 경제 연수와의 관계 (i=8%일 때)

이 그림에서 단계건설을 시행하기 위하여 고려할 수 있는 것은 다음과 같다.

- ① 초기 시공 건설비(S_1)는 가능한 한 적게 할 것
- ② 초기 시공 건설비(S_1)와 추가 시공 건설비(S_2)의 합은 가능한 한 적게 되도록 재시공을 하고, 추가 시공 시에 공사비의 증가가 적게 되도록 설계를 할 것.

예를 들면, 단계건설의 건설비가 완성 시공의 건설비보다 10% 많다면, 초기 시공 비율 a 가 0.8일 때, 추가 시공 비율 b 는 0.3이 되며, 경제 연수는 약 7년이 된다. 또, $a = 0.7$, $b = 0.4$ 인 경우, 경제 연수가 약 5년이 되고, 초기 시공 건설비가 적을수록 추가 시공을 빨리 착수하는 것이 경제적이다. 이외에 $a + b$ 가 1.0에 가까울수록, 즉 재시공의 추가 비용이 적을수록 경제적이라는 것을 알 수 있다. 추가 시공이 시행되려면 건설비 외에도 여러 가지 조건에 대해서 검토할 필요가 있다. 예를 들면, 잠정 사용 시는 완성시보다 주행속도가 낮아서 편익이 저하되지만, 경제적으로 보면 그 편익의 감소가 투자 비용의 감소보다 적어야 하고, 또 추가 시공 시기에 대해서도 점정 사용에서 완성까지의 편익의 증가분이 추가 투자액에 상응하는 시기가 되어야 한다.

그러나 한편으로 경제적인 견지에서 구한 추가 시공 시기보다 늦게 시공을 할 경우 교통량의 증가로 인하여 주행속도가 떨어지며, 교통 수요를 만족할 수 없게 되고, 사회적으로 고속도로의 건설 목적에 적합하지 않게 되는 경우도 있다. 따라서, 이들의 여러 조건을 종합적으로 검토한 후에, 단계건설 여부를 판단하여야 한다.

(3) 단계건설 방안

도로가 건설되어 통행이 개시된 후 초기에는 교통량이 많지 않은 구간이 있으므로, 이러한 구간에 대해서는 일반적으로 단계건설 여부를 검토하여 투자의 효율성을 제고할 필요가 있다. 여기서 단계건설이란 초기투자를 절약할 목적으로 계획목표년도의 교통수요에 대비하여 계획도로 전체를 완공하지 않고 단계적으로 건설하는 것을 말하며 단계건설의 종류는 다음과 같다.

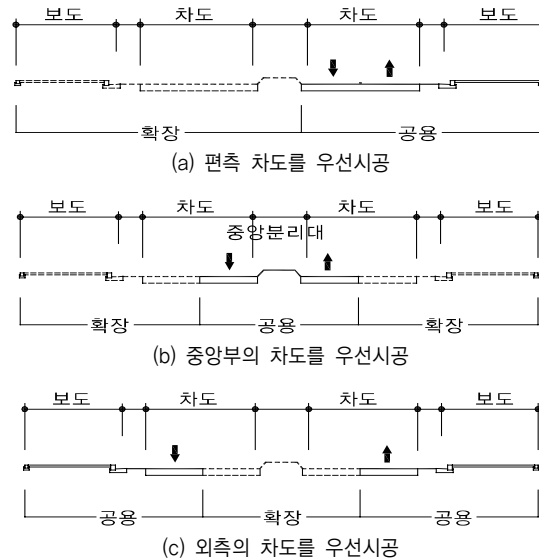
〈표 2.16〉 단계건설의 종류

횡방향 단계건설	도로의 횡단면 폭을 몇 개의 단계로 나누어 시공 운영
종방향 단계건설	도로의 전체 구간을 몇 개의 구간으로 나누어 시공 운영

횡방향 단계건설의 경우 운용 차로에 따라 도로의 횡단구성을 다음과 같은 형태로 고려할 수 있다.

(가) 4차로 전제 2차로의 단계건설

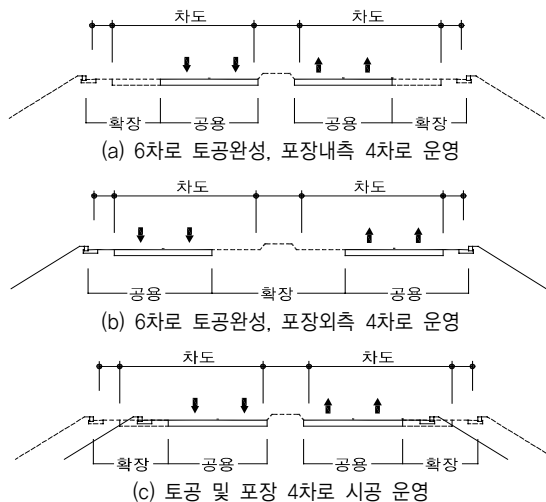
4차로 전제 2차로의 횡방향 단계건설은 전체차로에서 편측 2차로를 우선 건설하여 운용하는 방식과 중앙부 2차로를 우선 건설하여 운용하는 방식, 외측 2차로를 우선 건설하여 운용하는 방식을 생각할 수 있다.



〈그림 2.11〉 4차로 전제 2차로의 단계건설을 고려한 횡단구성

(나) 6차로 전제 4차로의 단계건설

장래 6차로 계획의 도로는 비교적 많은 교통량이 예상되고 높은 도로의 시설규모를 요구하기 때문에 단계건설 방안 수립 시 교통운용 및 처리방안, 장래 시공성, 도로 주변의 생활환경에 미치는 영향 등을 고려하여야 한다. 6차로 전제 4차로의 단계건설 방안은 전체 차로에 대한 토공부를 시공한 후 포장부에서 단계건설하여 운용하는 방안과 4차로에 대한 단계 건설하여 운용하는 방안으로 구분할 수 있다.



〈그림 2.12〉 6차로 전제 4차로의 단계건설을 고려한 횡단구성

(4) 주요 고려사항

단계건설 시 횡단구성은 교통안전과 도로용량 증대에 따른 적정 교통운영계획을 수립하여 반영하여야 하며, 유의하여야 할 사항은 다음과 같다.

- ① 기준이 되는 최종 완성단계의 설계속도를 적용한다.
- ② 차로 폭과 길어깨 폭 등은 측방여유를 감안하여 여유를 두어 계획한다.
- ③ 2단계 건설 시 확장이 용이한 구조로 구성한다.
- ④ 가감속차로, 오르막차로 등은 최종 완성단계의 계획에 따른다.

(5) 확장 계획 시 고려사항

단계건설을 적용한 구간에서 확장 계획 시는 과업시행의 목적과 사업구간의 여건과 현실을 감안하여 가능한 여러 가지 고려요소들을 충족할 수 있도록 다양한 관점에서 검토하여 확장계획에 반영하여야 한다.

〈표 2.17〉 확장 계획 시 고려사항

구 분	고 려 사 항
• 선형 개량구간 및 I.C 구간 • 기존 콘크리트포장 활용 가능여부 • 시공 시 교통처리 • 시공성 및 경제성 • 주변 시설물의 저촉여부 • 교량 등 구조물의 단계시공 • 지장물 및 지하매설물 • 민원발생의 최소화 • 지형 및 지역여건 • 선형의 연속성	• 기존 포장의 이용률 극대화 • 양측 확장 시 접속처리 및 부등침하 대책 수립 • 적절한 폭 구성 및 교통처리와의 연계성 • 공기단축 및 경제성 확보 • 관련기관과 협의 후 조치계획 수립 • 단계시공의 단순화 • 이설가능 여부 • 상대 민원발생 해소 • 토지이용의 효율성 • 도로 주행자 시점에서 단절된 선형의 개량, 주행 연속성의 확보

(가) 교통처리계획 및 폭구성

단계 시공 시 교통처리계획은 시공 중 원활한 교통소통 및 안전성과 경제성이 확보될 수 있도록 하는 관점에서 최적 폭이 확보되어야 한다. 또한 단계별 시공에 따른 폭 구성은 흙쌓기부와 땅깍기부, 종단개량구간으로 구분하여 최소 폭으로 적용되도록 하며 교통처리 계획 시 폭구성 조건은 다음과 같다.

- ① 시공 중 2~4차로 통행유지(상·하행선 각 1~2차로 확보)
- ② 교통처리를 위한 가포장의 적용

- ③ 단계별 시공을 위하여 노면을 이용한 교통처리
- ④ 통행차량의 주행성과 안전성을 고려한 폭 구성

(나) 부등침하 방지대책

횡방향으로 확장할 경우 원지반이 양질토 지반인 경우에도 기존도로와 확장부의 경계면에서 포장 이 파손되는 사례가 발생하므로 노반의 부등침하 발생 원인을 분석하고 이에 대한 방지대책을 수립하여 반영하여야 한다. 도로 성토의 붕괴원인은 표면수와 침투수에 의한 경우가 대부분이며 기초지반에 기인한 경우가 일부이므로 도로 확장 시 원지반 상에서 예상되는 부등침하의 원인을 분석하고 대책을 수립하는 것이 중요하다.

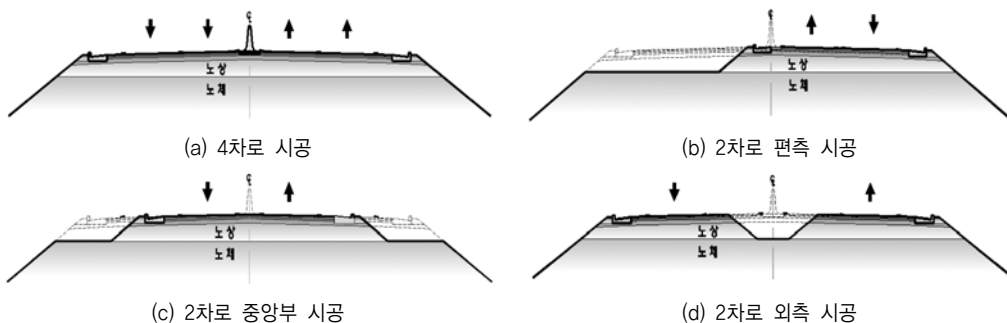
(다) 종단계획에 따른 처리방안

종단 계획고 조정에 의한 종단면 개량에 따라 시행하는 덧씌우기 포장의 처리공법에 있어서는 콘크리트 포장과 아스팔트포장으로 구분하여 적용한다.

콘크리트 덧씌우기 포장의 경우에는 최소 포설두께를 $t=150\text{mm}$ 로 적용하고 있는 것을 감안하고, 비접착 덧씌우기의 최소두께가 $t=150\text{mm}$ 를 전후하여 제시되고 있으므로 신설포장의 계획고와 기존포장의 높이 차이가 150mm 되는 구간을 기준으로 하여 구간별 덧씌우기 공법을 적용토록 한다. 아스팔트 덧씌우기 포장은 최소포설두께 $t=150\text{mm}$ 를 기준으로 하여, 계획된 포장단면에서의 표층과 기층의 두께를 고려한 구간별 덧씌우기 공법을 적용한다.

(라) 횡단경사 처리방안

횡단면의 편측, 내측, 양쪽 단계건설에 따라 횡단경사는 완성 단면을 고려하여 공사비가 최소화되도록 계획한다.

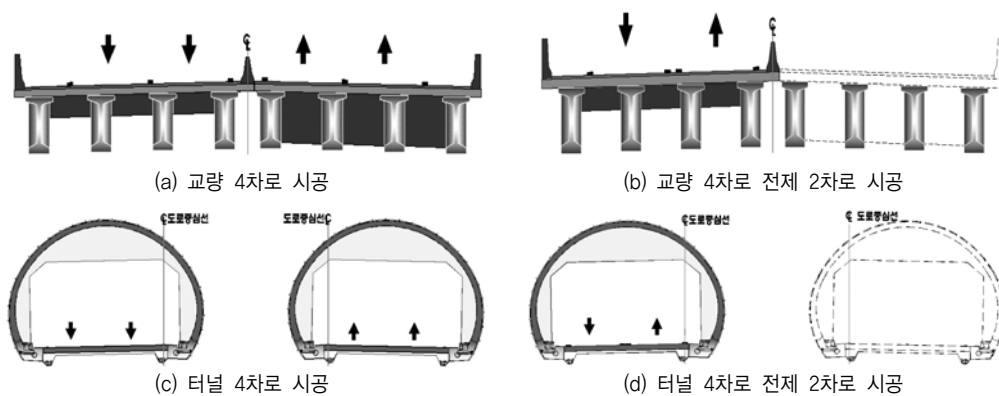


〈그림 2.13〉 단계건설 시 토공부 횡단경사 처리방안

〈그림 2.13〉에서 2차로 편측 시공의 경우 횡단경사 설치의 장래 확장 시기, 교통안전성, 교통처리의 적정성, 중복투자 방지 등을 고려하여 일방향 또는 양방향 횡단경사를 적용한다. 특히, 편경사

가 설치되는 곡선부에서 편경사 접속 설치 구간의 길이를 산정할 때에는 최종 도로 폭을 고려하여 편경사 접속 설치 구간의 길이를 결정하여야 1차 시공시와 최종 단계 시 횡단면의 단차를 방지할 수 있다.

또한, 터널 및 교량 구간에서도 단계건설에 따른 구조물 변경이 최소화 될 수 있도록 최종 완성단면을 고려하여 횡단경사를 설치한다.



〈그림 2.14〉 단계건설 시 구조물 횡단경사 처리방안

2.12.3 유지관리

(1) 개 요

도로 계획시에는 효율적이고 저비용 유지관리가 가능하도록 최신 신기술을 토대로 라이프사이클 비용을 절감할 수 있는 방안을 검토하고, 도로상에서 긴급 상황이 발생했을 때 통행에 미치는 영향을 최소한으로 줄일 수 있는 방안을 강구하여야 하며, 첨단도로 교통관리 시스템을 설치하여 도로 관리 고도화 및 물류 효율화를 도모할 필요가 있는지를 검토하여야 한다.

(2) 라이프사이클비용 저감설계

도로의 건설비용과 유지보수 비용을 포함한 라이프사이클 비용을 줄이기 위하여, 최신 신기술 동향을 파악하고 다음과 같은 원칙으로 도로를 계획, 설계하여야 한다.

- ① 수명이 긴 소재와 구조, 친환경 재질
- ② 유지관리가 필요하지 않거나 손쉬운 소재 및 구조
- ③ 공기 단축, 공사에 의한 정체 손실 비용 절감 기법 등
- ④ 교통량이 적은 교차로에서 회전 교차로 도입 등

(3) 긴급시의 규제에 적절한 대응

유지관리 작업이나 사고 처리 등의 영향을 최소한으로 할 수 있도록 넓은 길어깨나 비상주차대의 설치, 중앙분리대가 있는 도로에서는 중앙분리대에 개구부를 설치 등을 고려하여야 한다.

(4) 첨단 도로교통 관리기법 도입

첨단 도로교통 관리기술을 활용하면 도로관리를 첨단화할 수 있고, 교통량에 따른 신호 조정과 수집한 교통정보를 이용하면 교통안전 확보와 원활한 교통소통을 유지할 수 있다. 이를 통하여, 물류의 효율을 높여서 에너지 소모를 줄일 수 있으므로, 국가 경제에 이바지할 수 있다. 따라서 교통량과 도로가 놓인 지역 등을 감안하여 첨단 도로교통 관리기법의 도입을 검토하여야 한다.

(가) 도로상황 감시 등을 위한 기반정비

교통상황, 도로 구조물과 비탈면과 노면의 상황, 기상상황 등을 감시하고 이상이 발생하면 신속하게 대응하기 위해서 도로현장에 정보 수집을 위한 교통상황 감지시설(카메라, 정보 수집 센서 등), 도로교통 정보 안내시설, 그리고 이를 위한 통신망을 설치하여야 한다.

(나) 첨단 도로교통 관리 시스템 설치

교차로의 예상 교통 상황에 따라서 감응형 신호기의 설치를 고려하여야 한다. 이를 통하여, 원활한 교통소통 확보 및 교통안전을 기대할 수 있다.

(다) 과적차량 등 위반차량 관리를 위한 기반 시설 확보

과적차량이 도로를 파괴하고 사고를 일으킬 위험이 높으므로, 과적차량 단속을 위한 검문소를 적절하게 설치할 필요가 있다.



3. 도로계획과 교통 수요 및 설계

3.1 개 요

특정 지역 또는 특정 구간을 현재 통과하고 있거나 장래의 목표년도에 통과할 것으로 예상되는 교통 수요는 도로 계획에서 가장 중요하고 기본적인 설계 변수이다. 현재의 교통수요는 계획 지역 또는 계획 구간의 도로망에서 여러 가지 방법으로 조사할 수 있으며, 장래 교통 수요는 현재의 교통 수요와 여러 가지 사회 경제 지표를 토대로 예측할 수 있다. 예측된 교통 수요는 타당성 조사와 기본설계 및 각종 영향 평가의 기본 자료로 이용 되는데, 연평균 일교통량, 설계시간 교통량 등을 바탕으로 계획 도로의 차로 수, 서비스 수준 등을 결정한다.

(1) 교통의 수요와 공급

도로를 시설 측면에서 공급이라 한다면, 그 도로를 이용하고 있거나 장래에 이용할 것으로 예상되는 통행량(교통량)은 수요라 할 수 있다.

교통 수요가 일정 수준을 넘지 않는 상태에서 도로를 앞서 공급한다는 것은 투자의 효율성 측면에서 바람직하지 않다. 그러므로 계획 대상 구역이나 구간의 현재 또는 장래 교통 수요를 파악하는 일은 도로 계획에서 가장 기초적이면서도 투자의 경제성을 좌우할 만큼 중요한 부분이다.

현재의 교통 수요는 기존의 구역이나 구간에서 도로 시설 조사, 교통량 조사, 시종점(O/D)조사, 속도 조사, 교통 사고 자료 조사 등을 통하여 파악할 수 있으며, 장래의 교통 수요는 현재의 교통 수요와 사회 경제 지표 및 토지 이용 현황, 도로망 체계 등을 토대로 예측할 수 있다.

계획도로의 교통 수요는 연평균일교통량(AADT, Average Annual Daily Traffic)또는 설계시간 교통량(DHV, Design Hourly Volume)으로 표시된다.

장래의 교통 수요를 추정하는 방법에는, 단기적인 교통 계획이나 소규모 지역 등 구체적이고 미시적인 분석이 필요하지 않거나 자료를 쉽게 구할 수 없는 경우에 이용할 수 있는 개략적 추정 방법과, 계획 대상 구역 내의 모든 노선에 대한 시종점(O/D) 교통량에 대한 추정의 정확도를 기대할 수 있는 종합적 추정 방법이 있다.

개략적 추정 방법에는 과거 추세 연장법, 수요 탄력성법, 회귀 분석법 등이 있으며, 종합적 추정 방법에는 전통적인 4단계 추정 방법과, 이들 단계중 일부 단계를 통합한 추정 방법이 있다. 일반적으로 대부분의 도로 투자 사업에는 전통적인 4단계 추정 방법이 사용되므로 여기에서는 이 추정 방법에 대해서만 설명한다.

(2) 차로 수

도로 계획의 가장 큰 결정 변수는 계획도로의 차로 수라 할 수 있다.

차로 수에 따라 계획 및 설계에 필요한 비용이나 편익의 규모가 크게 달라질 수 있는데, 차로 수는 계획도로 구간의 교통 수요와 설계 서비스 수준에 의하여 결정된다.

설계 서비스 수준은 설계 시 목표년도의 서비스 수준을 어느 정도로 설정할 것인가의 문제와 관련되어 있으므로 설계시간 교통량(DHV)과 함께 차로 수 결정의 주요 요인이 되고 있다. 이때 계획목표년도는 도로 계획의 목표년도로 한다.

3.2 도로 교통 현황 조사

도로 교통 현황 조사의 목적은 도로망 계획, 도로의 기하구조 설계, 교통 규제, 도로 제원 등에 관한 기초 자료를 제공하는 데 있다.

도로 계획에 필요한 도로 교통 현황 조사에는 매우 많은 항목이 있지만 이 중에서 고속도로의 계획에 밀접하게 관련되어 있는 항목들은 다음과 같다.

- ① 도로 교통 여건 조사
- ② 구간 교통량 조사와 시종점(O/D)별 교통량 조사
- ③ 속도 조사
- ④ 용량 조사
- ⑤ 교통 사고 조사
- ⑥ 기타 (교통 규제, 주차, 혼잡도 등)

이 중에서 도로 교통 여건 조사는 기존 도로망의 여건이나 교통 시설물 그리고 계획도로등에 관한 조사로, 특별한 기술 없이 개략적으로 조사가 가능하다. 속도 및 용량 조사는 도로 계획 단계에서는 조사도 어렵고 실제적인 효용이 적다. 이 절에서는 도로 계획에서 교통 수요 파악에 가장 필요한 교통량 조사에 대하여 중점적으로 설명하기로 한다.

일반적으로, 교통량 조사는 도로의 각종 계획과 교통의 문제점을 해결하는 과정에서 요구되는 자료를 얻기 위하여 수행하는 조사로서, 여기에는 도로를 통행하는 자동차의 통과대수를 차종별, 방향별, 시간대별로 관측하는 구간별 교통량 조사와, 자동차나 사람 및 화물 통행의 출발지와 목적지, 통행 목적, 이용 교통 수단 등을 조사하는 시종점(O/D)별 교통량 조사가 있다. 구간 교통량 조사는 현장에서 직접 조사하므로 특정 조사 구간의 교통량을 곧바로 파악 할 수 있어 주로 도로 교통 현황 분석에 이용되며, 시종점(O/D)별 교통량 조사는 대부분 간접적으로 조사되고, 장래 교통 수요 예측이나 도로 계획의 기초 자료로 이용된다.

3.2.1 구간 교통량 조사

구간 교통량 조사는 특정 구간을 통행하는 교통량을 조사하는 것으로서, 교통량 조사 자료는 기본적으로 차종별, 방향별, 시간대별로 구분되며, 조사 목적에 따라서 차로별 교통량을 조사한다.

(1) 조사 방법

구간 교통량 조사의 대표적인 예로는 전국적인 규모로 실시하는 일반 교통량 조사와, 일정 지점에서 상시(常時)로 교통량 조사를 실시하는 교통량 상시 관측 조사가 있다.

구간 교통량 조사는 일반적으로 인력(人力)으로 조사하는데, 어느 특정 조사일을 정하고, 당일 조사 지점의 길 옆에서 통과하는 교통량을 조사원이 직접 관측하여 기록하는 것이다. 필요에 따라서 손쉽게 실시할 수 있고, 정확한 자료를 얻을 수 있어서 기초적인 교통량 조사로 이용한다.

도로 계획에 필요한 교통량 자료를 얻기 위하여 교통량 조사를 시행할 수 있으나, 사업의 규모가 크고 조사 대상 지역과 구간이 넓을 경우에는 전국적인 규모로 실시되는 일반 교통량 조사의 자료를 이용하는 것이 경제적이다.

여기에서는 일반 교통량 조사에 대하여 설명하기로 한다.

교통량 상시 관측 조사는 교통량 관측 기기(traffic counter)에 의하여 특정 지점의 교통량을 연속적으로 장기간에 걸쳐 조사하는 것이다.

기기에 의한 교통량의 검지 방법에는 노면 아래에 루프 코일을 매설하고 통과하는 자동차에 의하여 생기는 자기장의 변화를 감지하는 방법과, 도로 위에서 초음파를 발사하여 통과하는 자동차에 반사되어 나오는 신호를 감지하는 방식이 널리 쓰이고 있다. 기기에 의한 관측은 필요에 따라 사람에 의한 교통량 조사를 병행하여 실시한다.

전국적인 규모로 실시되는 일반 교통량 조사는 기계에 의한 교통량 상시 관측 조사와 표본 조사인 시종점(O/D)조사의 보정 수단으로도 이용되며, 일반 교통량 조사 결과와 교통량 상시 관측 조사 결과는 '국토해양부, 도로 교통량 통계 연보'로 발간된다.

(2) 조사 내용

교통량 조사는 교통 조사의 필요에 따라 조사 시에 필요에 적합한 자료를 수집하여야 한다. 일반 교통량 조사의 경우 시간대별, 차종별, 방향별 교통량을 관측한다. 여기에서는 일반 교통량 조사를 기준으로 설명한다.

(가) 시간대 구분

교통량 조사시에는 통상 15분 또는 한 시간 단위로 교통량을 조사한다. 조사 시간은 오전 7시부터 오후 7시까지 12시간을 주간(晝間), 나머지 12시간을 야간(夜間)으로 구분한다.

하루 24시간 교통량중 주간에 조사된 교통량을 12시간 교통량(晝間 交通量)이라 하고, 하루 동안의 전체 교통량을 24시간 교통량(日交通量)이라 한다.

24시간 교통량 중 12시간 교통량(晝間 交通量)이 차지하는 비율을 주간 교통량 비율(晝夜率)이라 하는데, 이 값은 지역의 특성과 조사 대상 도로의 특성을 반영한다. 주간 12시간 교통량을 파악하면 주간 교통량 비율을 써서 하루 교통량을 추정할 수 있다.

해당 구간의 교통용량 및 운영 상태에 대한 검토가 필요한 경우에는 첨두 시간 교통량을 산출할 수 있는 15분 단위의 교통량을 관측하여야 한다.

(나) 차종 분류

교통량 조사의 목적에 따라 차종 구분을 따로 할 필요가 있다. 우리 나라에서 이용되는 대표적인 차종 분류는 <표 3.1>과 같다.

여기에서 비교적 중요하게 여겨지는 차종 분류로는 국토해양부의 도로 교통량 조사를 위한 차종 분류와 도로 용량 편람에서의 차종 분류이다. 전자는 전국 도로의 교통량을 조사·분석하여 합리적인 도로 계획의 수립과 도로 건설, 도로의 개량 및 확장, 도로의 운영 및 관리, 도로 행정에 필요한 기본 자료를 제공하며, 후자는 도로의 계획 및 설계 시 주요 결정지표인 용량과 서비스 수준을 구하는 데 이용된다.

(다) 조사 시기

일반 교통량 조사의 시기는 특별한 목적으로 조사하는 경우를 제외하고는 1년간의 평균적인 교통 상태를 나타내는 날에 시행한다.

연간 교통량 변동은 도로에 따라 그 특성이 다르나 일반적으로 여름철과 겨울철에는 관광 교통의 증가, 경제 활동 요인의 변화에 의한 교통량의 증감이 있으므로 봄철 또는 가을철에 시행하는 경우가 많다. 우리 나라에서는 10월에 일반 교통량 조사를 실시하고 있다.

주간의 변동에 대해서는, 토요일과 일요일의 교통 특성이 평일과 다르므로, 주간의 평균적인 교통량을 얻기 위해서 화요일과 금요일 사이에 조사를 시행하는 경우가 많다.

(3) 조사 결과의 집계

일반 교통량 조사시에는 구간별 교통량을 산출하기 위하여 관측 지점을 사전에 결정하고, 관측 지점에 조사원을 배치하여 차종별, 방향별, 시간대별로 사전에 준비한 조사표에 관측 교통량을 기록한다.

〈표 3.1〉 차종 분류

구 분	목 적	내 용
자동차 관리법상의 차종 분류	• 자동차의 효율적 관리, 소유권 공증 • 자동차의 안전도를 확보함으로써 공공의 복리를 증진	• 승용, 승합, 화물, 특수 자동차 및 이륜자동차로 차종을 대별 • 크기, 승차 정원, 최대 적재량, 배기량, 견인능력, 총 중량, 정격 출력 등에 따라 세부적으로 39개 차종으로 세분
국토해양부의 교통량 조사를 위한 차종 분류	• 합리적인 도로계획 수립과 건설, 개량 및 확장 • 효율적인 도로 유지관리 및 도로 행정에 필요한 기본 자료 수립	• 승용, 버스, 화물차, 기타로 일반분류하고, 승차 인원 및 적재 중량, 차축수에 따라 승용차, 버스소형, 버스 보통, 화물차 대형, 세미 트레일러, 폴트레일러, 기타(2축 4륜 이상)의 9종으로 분류 • 그밖에 보행자, 우마차, 자전거, 이륜차의 통행량도 조사
국토해양부의 자동차 등록 현황 집계를 위한 차종 분류	• 우리 나라 자동차 등록현황 파악 • 교통행정에 필요한 기본 자료로 이용 • 교통 계획 및 정책 수립	• 크게 승용차, 버스, 화물차, 특수차, 이륜차로 분류 • 세부적으로 배기량, 승차 인원, 적재 중량, 특수 용도 등에 따라 차종 분류
고속도로 통행 요금 징수를 위한 차종 분류	• 고속도로를 이용하는 자동차의 통행료 징수	• 승용차, 버스, 보통 화물차, 대형 화물차로 분류
도로사용자 부담 조사 연구에서의 차종 분류	• 도로 사용자 부담 제도와 관련된 가격설정 방법, 사용자 부담구조 및 수입 배분 방법 등의 정책 결정	• 승용차, 버스, 트럭으로 대별한 후 차축수와 최대 적재 하중에 따라 19개로 분류하고, 다시 자가용과 영업용으로 세분하여 38개 차종으로 분류
도로포장 설계 지침서 작성 및 자동차	• 도로포장 설계를 위한 축하중 관련계수의 결정	• 차축 및 차륜 형태에 근거하여 승용차(2축4륜), 버스 소형(2축4륜), 버스

구 분	목 적	내 용
축하중 조사 연구에서의 차종 분류		소형(2축6륜), 버스 보통(2축 6륜), 트럭 소형(2축 4륜), 트럭 보통(2축 6륜), 트럭 대형(3축 10륜), 세미트레일러(4축이하), 세미트레일러(5축), 세미트레일러(6축이상), 트럭 트레일러(5축이하), 트럭트레일러(6축이상)의 12 종으로 분류
도로 용량 편람의 차종 분류	• 승용차 환산계수를 이용하여 용량과 서비스 수준을 구하는데 이용	• 승용차, 버스, 트럭, 특수차로 구분

3.2.2 시종점(O/D)별 교통량 조사

시종점(O/D)별 교통량 조사는 자동차, 사람, 화물 통행의 출발지와 목적지, 통행 목적, 이용 교통 수단, 화물 내용 등을 조사하는 것으로, 조사 결과는 교통의 현황 분석에 이용되며, 교통 발생 원단위와 교통 수단별 분담률의 추정 등을 통하여 장래의 교통 수요 예측과 교통 계획의 정책 수립에 필요한 기초 자료로 이용한다.

타당성 평가의 수요분석을 위하여 사용되는 대표적인 기본자료는 O/D 및 Network 자료가 있다. O/D 및 Network의 경우 국가교통DB센터의 국가교통DB(KTDB; Korea Transportation Database)에서 공식적으로 제공하는 자료를 이용하는 것을 원칙으로 하되, 국가교통DB의 홈페이지(<http://www.ktdb.go.kr>)에서 제공하는 최신의 자료를 사용하여야 한다. 또한 주요 매년 발표되는 사회·경제지표를 확인하여 장래 교통수요의 패턴과 큰 차이가 있는 경우 적절한 값을 추정하여 타당성 평가에 반영하여야 한다.

(1) O/D

전국을 대상으로 한 교통존의 구분은 일반적으로 행정구역 체계를 따르되, 통계청의 인구 및 사회경제 지표의 지역구분과 일치하도록 하여야 한다. 교통존(zone) 구분은 국가교통DB에서 제시하는 존 구분 체계를 따르도록 한다. 국가교통DB의 교통지구 설정기준에 따른 교통존 설정결과는 다음과 같다. 첫째 소구분은 특별·광역시 및 시의 구, 시·군을 각각 1개의 존으로 하여 전체 교통존은 모두 248개(행정중심복합도시를 1개존으로 하여 2011년부터는 249개존 체계임)로 설정한다. 둘째, 중구분은 교통수요 분석을 위하여 생활권 단위의 도별단위의 존으로 조정하고, 기타 특별·광역시를 1개 존으로 총 16개(여객의 경우 행정중심복합도시를 분리하여 분석하였기 때문에 2011년부터는 17개이나, 화물의 경우에는 충남지역에 포함시켜 분석하였기 때문에 16개임)의 교통존을 설정한다. 전국의 248개 존 구분내역은 다음의 표와 같다.

〈표 3.2〉 전국 존 구분체계 (248개)

대존	248	소존	대존	248	소존	대존	248	소존	대존	248	소존
서울	1	종로구	광주	63	북구	강원	125	삼척시	전남	187	곡성군
	2	중구		64	광산구		126	홍천군		188	구례군
	3	용산구		65	동구		127	횡성군		189	고흥군
	4	성동구	대전	66	중구		128	영월군		190	보성군
	5	광진구		67	서구		129	평창군		191	화순군
	6	동대문구		68	유성구		130	정선군		192	장흥군
	7	종량구		69	대덕구		131	철원군		193	강진군
	8	성북구		70	중구		132	화천군		194	해남군
	9	강북구		71	남구		133	양구군		195	영암군
	10	도봉구	울산	72	동구		134	인제군		196	무안군
	11	노원구		73	북구		135	고성군		197	함평군
	12	은평구		74	울주군		136	양양군		198	영광군
	13	서대문구	경기	75	수원시	장안구	137	청주시	상당구	199	장성군
	14	마포구		76		권선구	138		홍덕구	200	완도군
	15	양천구		77		팔달구	139	충주시		201	진도군
	16	강서구		78		영통구	140	제천시		202	신안군
	17	구로구		79	성남시	수정구	141	청원군		203	포항시 남구
	18	금천구		80		증원구	142	보은군		204	북구
	19	영등포구		81		분당구	143	옥천군		205	경주시
	20	동작구		82	의정부시		144	영동군		206	김천시
	21	관악구		83	안양시	만안구	145	증평군		207	안동시
	22	서초구		84		동안구	146	진천군		208	구미시
	23	강남구		85	부천시	원미구	147	괴산군		209	영주시
	24	송파구		86		소사구	148	음성군		210	영천시
	25	강동구		87		오정구	149	단양군		211	상주시
부산	26	중구	충남	88	광명시		150	천안시		212	문경시
	27	서구		89	평택시		151	공주시		213	경산시
	28	동구		90	동두천시		152	보령시		214	군위군
	29	영도구		91	안산시	상록구	153	아산시		215	의성군
	30	부산진구		92		단원구	154	서산시		216	청송군
	31	동래구		93	고양시	덕양구	155	논산시		217	영양군
	32	남구		94		일산서구	156	계룡시		218	영덕군

대존	248	소존	대존	248	소존	대존	248	소존	대존	248	소존
	33	북구		95	일산동구		157	금산군		219	청도군
	34	해운대구		96	과천시		158	연기군		220	고령군
	35	사하구		97	구리시		159	부여군		221	성주군
	36	금정구		98	남양주시		160	서천군		222	칠곡군
	37	강서구		99	오산시		161	청양군		223	예천군
	38	연제구		100	시흥시		162	홍성군		224	봉화군
	39	수영구		101	군포시		163	예산군		225	울진군
	40	사상구		102	의왕시		164	태안군		226	울릉군
	41	기장군		103	하남시		165	당진군		227	창원시
대구	42	중구		104	척인구		166	완산구		228	마산시
	43	동구		105	기흥구		167	탄진구		229	진주시
	44	서구		106	수지구		168	군산시		230	진해시
	45	남구		107	파주시		169	익산시		231	통영시
	46	북구		108	이천시		170	정읍시		232	사천시
	47	수성구		109	안성시		171	남원시		233	김해시
	48	달서구		110	김포시		172	김제시		234	밀양시
	49	달성군		111	화성시		173	완주군		235	거제시
				112	광주시		174	진안군		236	양산시
인천	50	중구		113	양주시		175	무주군		237	의령군
	51	동구		114	포천시		176	장수군		238	함안군
	52	남구		115	여주군		177	임실군		239	창녕군
	53	연수구		116	연천군		178	순창군		240	고성군
	54	남동구		117	가평군		179	고창군		241	남해군
	55	부평구		118	양평군		180	부안군		242	하동군
	56	계양구		119	춘천시		181	목포시		243	산청군
	57	서구		120	원주시		182	여주시		244	함양군
	58	강화군		121	강릉시		183	순천시		245	거창군
광주	59	웅진군	강원	122	동해시	전남	184	나주시	제주	246	합천군
	60	동구		123	태백시		185	광양시		247	제주시
	61	서구		124	속초시		186	담양군		248	서귀포시
	62	남구									

자료 : 한국교통연구원, 2006년 국가교통구축DB사업, 2007.

타당성 평가의 분석가는 수요분석의 기초자료가 되는 O/D 및 네트워크를 전국기준 248개 존 기반의 자료를 이용할 것인지 광역권의 자료를 이용할 것인지 사업의 특성과 성격에 적합하도록 선택하여야 한다. 단, 고속도로 및 지역간 철도사업의 경우, 전국에 걸친 사업의 영향을 분석하기 위해서는 전국기준의 O/D 및 네트워크 자료 사용을 원칙으로 하며 장래 수단분담율 변화가 예상되는 대형 국책사업의 경우에는 수단선택모형을 통한 수단분담율의 재산정이 필요하다.

2007년 9월 현재 국가교통DB에서 제공하고 있는 O/D는 다음과 같다.

〈표 3.3〉 KTDB의 제공 O/D자료

구 분		자 료 내 용		KTDB 코드
여객 O/D	목적 O/D	전국 목적O/D	2005~2036 (5년단위) 248개 시군구별 중존	ODPO-1
		수도권 목적O/D	2005~2031 (5년단위) 동별 소존	ODPO-2
		부산울산권 목적O/D	2003~2031 (5년단위) 동별 소존	ODPO-3
		대구권 목적O/D	2003~2031 (5년단위) 동별 소존	ODPO-4
		대전권 목적O/D	2003~2031 (5년단위) 동별 소존	ODPO-5
		광주권 목적O/D	2003~2031 (5년단위) 동별 소존	ODPO-6
	수단 O/D	전국 수단O/D	2005~2036 (5년단위) 248개 시군구별 중존	ODPM-1
		수도권 수단O/D	2005~2031 (5년단위) 동별 소존	ODPM-2
		부산울산권 수단O/D	2003~2031 (5년단위) 동별 소존	ODPM-3
		대구권 수단O/D	2003~2031 (5년단위) 동별 소존	ODPM-4
		대전권 수단O/D	2003~2031 (5년단위) 동별 소존	ODPM-5
		광주권 수단O/D	2003~2031 (5년단위) 동별 소존	ODPM-6
화물 O/D	화물 자동차 물동량	전국 품목별 자동차 물동량O/D	2005~2036 (5년단위) 248개 시군구별 중존	ODCG-1
		수도권 품목별 자동차 물동량O/D	2003~2031 (5년단위) 동별 소존	ODCG-2
		부산울산권 품목별 자동차 물동량O/D	2003~2031 (5년단위) 동별 소존	ODCG-3
		대구권 품목별 자동차 물동량O/D	2003~2031 (5년단위) 동별 소존	ODCG-4
		대전권 품목별 자동차 물동량O/D	2003~2031 (5년단위) 동별 소존	ODCG-5
		광주권 품목별 자동차 물동량O/D	2003~2031 (5년단위) 동별 소존	ODCG-6
	화물 자동차 통행량	전국 톤급별 자동차 통행량O/D	2005~2036 (5년단위) 248개 시군구별 중존	ODCV-1
		수도권 톤급별 자동차 통행량O/D	2003~2031 (5년단위) 동별 소존	ODCV-2
		부산울산권 톤급별 자동차 통행량O/D	2003~2031 (5년단위) 동별 소존	ODCV-3
		대구권 톤급별 자동차 통행량 O/D	2003~2031 (5년단위) 동별 소존	ODCV-4
		대전권 톤급별 자동차 통행량O/D	2003~2031 (5년단위) 동별 소존	ODCV-5
		광주권 톤급별 자동차 통행량O/D	2003~2031 (5년단위) 동별 소존	ODCV-6
	철도항공 물동량	전국 철도 키/비컨 및 항공품목별 물동량O/D	2003~2031 (5년단위) 247개 시군구별 중존	ODCRA-1

전국 지역간 O/D는 2005년 12월말 행정구역을 기준으로 248개 존(시/군/구 단위) 형태로 제시되고 있다. 통행수단은 승용차, 버스, 철도, 항공, 해운으로 구분되고, 통행목적은 출근, 업무, 귀가, 등교, 쇼핑, 여가, 친지방문, 기타로 구분된다.

수도권을 포함한 광역권 O/D의 경우는 행정동 단위로 상세하게 존을 구분하고 있다. 수도권 통행수단은 승용차, 버스(고속버스/일반버스/마을버스/좌석버스/통근통학버스/기타버스), 지하철/철도(환승포함/환승미포함), 택시, 도보, 기타수단(오토바이 포함/오토바이제외)으로 구분되고, 통행목적은 등교, 귀가, 업무, 출근, 쇼핑, 학원, 기타 통행으로 구분된다. 반면 광역권 통행수단은 승용차, 버스, 지하철, 택시, 도로로 구분되고, 통행목적은 출근, 업무, 등교, 귀가, 기타로 구분된다.

(2) Network

국가교통DB에서 제공하는 전국 네트워크 자료는 거의 모든 고속도로 및 국도를 포함하고 있으며, 국가지원지방도와 지방도를 상당부분 포함하고 있다. 하지만 지역간 통행에 많이 이용되지 않는 광역시도 이하 시군도는 많은 구간이 누락되어 있다. 따라서 소규모 구간에 대한 교통수요분석을 위해서는 분석가가 사업구간 주변에 누락된 주요 도로를 포함하여 분석 규모에 맞는 상세 네트워크를 작성하여 분석하여야 한다.

〈표 3.4〉 KTDB의 제공 Network 자료

구 분	자 료 내 용	KTDB 코드
전 국 네 트 워 크	2005~2036 (5년단위)	TRNT-1
수 도 권 네 트 워 크	2005~2031 (5년단위)	TRNT-2
부산울산권 네트워크	2005~2036 (5년단위)	TRNT-3
대구권 네 트 워 크	2005~2036 (5년단위)	TRNT-4
대전권 네 트 워 크	2005~2036 (5년단위)	TRNT-5
광주권 네 트 워 크	2005~2036 (5년단위)	TRNT-6

자료 : 국가교통DB

(3) 주요 사회·경제지표

교통수요예측에 있어서 중요한 사회·경제지표자료인 인구, 지역총생산액(GRP), 자동차 등록대수의 예측자료는 국가교통DB에서 제시하고 있는 다음 자료를 기초자료로 활용하여야 한다. 다만, 최신연도로 갱신된 자료가 제시되는 경우에는 최신자료를 사용하도록 한다. 또한, 국가교통DB에서 제시하는 최종예측연도 이후의 자료가 필요한 경우는 국가교통DB에서 적용한 예측방법을 이용하여 장래 자료를 추정함으로써 그 일관성을 유지하는 것을 원칙으로 한다.

(가) 인구

지역별 인구 전망치는 국가교통DB에서 제시하고 있는 지역별 추계인구를 기초자료로 활용하여야 한다. 최신연도로 갱신된 지역별인구 전망치가 제시되는 경우에는 최신자료를 사용하도록 한다.

〈표 3.5〉 지역별 추계인구

(단위 : 천명)

구 분	2011년	2016년	2021년	2026년	2031년	2036년
전 국	48,989	49,312	49,300	49,039	48,493	47,494
서 울	10,039	9,991	9,863	9,646	9,353	8,986
부 산	3,421	3,296	3,162	3,019	2,870	2,719
대 구	2,418	2,346	2,262	2,174	2,083	1,984
인 천	2,675	2,740	2,793	2,835	2,857	2,863
광 주	1,451	1,449	1,435	1,413	1,387	1,349
대 전	1,524	1,561	1,587	1,602	1,607	1,598
울 산	1,097	1,109	1,119	1,129	1,134	1,132
경 기	11,818	12,597	13,222	13,732	14,096	14,182
강 원	1,434	1,384	1,328	1,271	1,212	1,149
충 북	1,477	1,461	1,436	1,405	1,370	1,325
충 남	1,966	1,992	2,004	2,008	2,004	1,985
전 북	1,683	1,592	1,510	1,437	1,370	1,313
전 남	1,718	1,609	1,507	1,414	1,331	1,259
경 북	2,577	2,497	2,410	2,316	2,217	2,110
경 남	3,144	3,139	3,120	3,099	3,068	3,016
제 주	547	547	543	539	533	523

자료 : 한국교통연구원, 2006년 국가교통구축DB사업, 2007

(나) 지역내총생산액(GRDP)

시도별 지역내총생산액 전망치는 국가교통DB에서 제시하고 있는 다음 자료를 기초자료로 활용하여야 한다. 다만, 국가교통DB에서 최신연도로 갱신된 시도별 지역내총생산액 전망치가 제시되는 경우에는 동 자료를 사용하도록 한다.

〈표 3.6〉 지역내총생산액(GRDP) 전망

(단위 : 십억원, 2000년 불변가격)

구 분	2011년	2016년	2021년	2026년	2031년	2036년
전 국	947,579	1,137,959	1,308,039	1,439,854	1,553,214	1,680,721
서 울	195,485	224,255	252,918	276,742	299,816	325,088
부 산	50,789	58,417	65,285	70,817	76,618	82,970
대 구	30,793	37,626	44,102	49,624	54,655	60,248
인 천	45,927	57,409	67,911	76,060	83,135	90,986
광 주	21,433	26,947	32,599	37,837	42,885	48,646
대 전	23,332	29,718	36,119	42,065	47,958	54,766
울 산	45,614	52,843	58,027	61,062	62,920	64,875
경 기	222,616	281,914	335,578	377,884	412,431	450,999
강 원	24,275	29,566	33,884	36,955	39,595	42,516
충 북	30,807	36,954	42,033	45,863	48,887	52,249
충 남	52,729	63,407	72,284	78,545	83,284	88,891
전 북	28,654	34,169	39,077	42,805	45,923	49,457
전 남	37,716	43,037	46,843	48,748	49,924	51,477
경 북	65,316	75,089	82,671	87,504	90,797	95,050
경 남	63,304	75,735	85,882	92,942	98,649	105,250
제 주	8,787	10,872	12,825	14,400	15,736	17,254

자료 : 한국교통연구원, 2006년 국가교통구축DB사업, 2007

(다) 승용차대수 전망

승용차대수 전망치는 국가교통DB에서 제시하고 있는 다음 자료를 기초자료로 활용하여야 한다. 다만, 국가교통DB에서 최신연도로 갱신된 자승용차대수 전망치가 제시되는 경우에는 동 자료를 사용하도록 한다.

〈표 3.7〉 승용차대수 전망

(단위 : 천대)

구 분	2011년	2016년	2021년	2026년	2031년	2036년
전 국	16,259	20,322	23,800	25,805	26,299	25,566
서 울	2,774	3,188	3,548	3,763	3,868	3,852
부 산	991	1,207	1,372	1,443	1,428	1,351
대 구	850	1,019	1,145	1,195	1,177	1,123
인 천	901	1,159	1,392	1,543	1,600	1,592
광 주	471	591	695	757	776	769
대 전	578	726	853	928	953	942
울 산	367	441	504	540	550	543
경 기	4,323	5,753	7,097	8,033	8,485	8,544
강 원	524	636	724	742	699	589
충 북	522	662	776	824	810	720
충 남	745	976	1,160	1,257	1,264	1,172
전 북	579	714	806	835	795	679
전 남	571	721	815	833	777	667
경 북	920	1,133	1,288	1,341	1,303	1,225
경 남	934	1,136	1,321	1,444	1,492	1,506
제 주	206	259	302	324	322	292

자료 : 한국교통연구원, 2006년 국가교통구축DB사업, 2007

(4) 총량 교통수요의 추정

총량 교통수요는 국가교통DB에서 제시하는 자료를 기초자료로 활용하여야 하며 최신연도로 갱신된 총량교통수요 자료가 제시되는 경우에는 동 자료를 사용하도록 한다. 총량 수요예측의 자세한 방법은 국가교통DB의 연차별 보고서를 참조하도록 되어 있다.

3.3 장래 교통량 예측

3.3.1 개 요

교통 수요 예측식(모형)은 현재의 사회 경제 지표와 토지 이용 현황, 통행 형태 그리고 교통 체계와 교통량 등을 이용하여 장래의 교통량을 예측하는 모형으로서, 이들 모형으로부터 현재 교통 형태와 교통 체계 그리고 토지 이용이 장래 지역 사회의 통행량 변동에 미치는 영향을 알 수 있다. 또, 이를 토대로 도로 투자 사업의 경제적 타당성을 검토할 수 있다.

(1) 개 요

계획도로의 교통 수요를 정확하게 예측하는 것은 그 도로에 대한 투자 사업의 경제적 타당성 검토에 실질적인 도움을 준다. 즉, 수요 예측 결과에 따라 대상 투자 사업의 실시 여부가 판가름 날 정도로 수요 예측은 도로 계획의 중요한 부분을 차지하고 있다.

실제로 예측된 교통 수요는 계획 대상 도로의 제공으로 기대할 수 있는 여러 가지 편익의 산출에 기본 자료로 이용되며 구체적인 내용은 “교통시설 투자평가지침, 국토해양부, 2007” 자료를 참조한다.

(2) 교통 수요 예측 방법

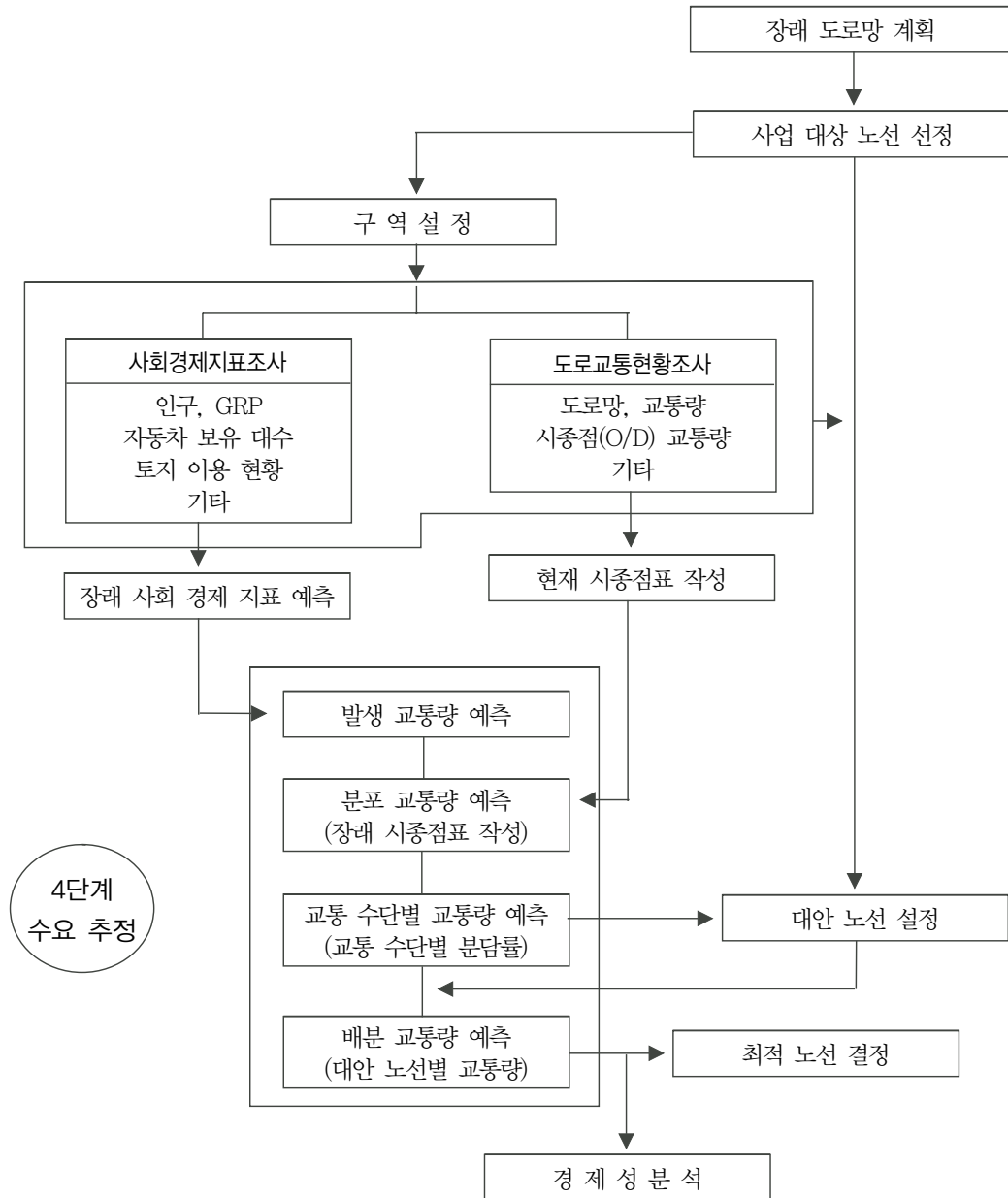
일반적으로 교통 수요 예측시 기본 4단계추정법을 기반으로 한 “교통시설 투자평가지침, 국토해양부, 2007”(제3장 교통수요예측)을 기본 원칙으로 한다. 다만, 해당 사업이 소규모이거나 영향 범위가 좁을 경우에 사용되는 보다 간편한 방법(예 : 대상노선 분석방법)이 있다.

〈그림 3.2〉는 고속도로 건설과 같은 광역적인 투자 사업의 수요 예측 과정에 일반적으로 사용되는 4단계 교통 수요 예측 과정을 나타낸 것이다. 그림에서, 분포 교통량 예측과 교통 수단별 교통량 예측은 순서가 바뀔 수 있다.

교통 수요는 일반적으로 여객 교통 수요와 화물 교통 수요로 구분하여 예측 하는데, 예측방법은 동일하므로(자료의 조사 대상만 다름), 이를 구분하지 않고 여객 교통이나 화물 교통에 공통적으로 적용될 수 있는 교통 수요 예측 방법에 대하여 설명한다.

상위 계획 등을 토대로 한 장래 도로망 계획에서 사업 대상 노선이 선정되면, 장래 교통 수요의 예측을 위하여 사업 대상 지역을 중심으로 구역을 나누어 구역별 인구, 지역 총생산(GRP), 토지 이용, 자동차 보유 대수 등의 사회 경제 지표와 도로망, 교통량 등의 도로교통 현황을 조사한다.

이 조사 자료를 토대로 현재의 시·종점표와 장래의 사회경제 지표를 예측, 전통적인 4단계 수요 추정과 설정된 대안 노선별 경제성 분석 단계를 거쳐 최적 노선이 결정된다.



〈그림 3.1〉 장래 교통 수요 예측 과정

3.3.2 발생 교통량 예측

발생교통량 예측 단계는 토지 이용 관련 자료를 토대로 구분된 각 교통 존(zone)에 대하여 사람 통행과 화물 통행의 유출 및 유입 교통량을 예측하는 단계이다. 발생 교통량의 예측 방법에는 증가율에 의한 방법, 원단위에 의한 방법, 모형식을 이용하는 방법 등이 있다.

발생 교통량 예측(trip generation) 단계에서는 각 존(zone)에서 만들어지는 유출 교통량(production)과, 각 존으로 들어오는 유입 교통량(attraction)을 구한다. 유출 교통량이 생기는 대표적인 예로는 주거지역을 들 수 있으며, 유입 교통량이 생기는 대표적인 예로는 학교, 업무지역 등을 들 수 있다. 발생 교통량을 구하는 방법에는 증가율에 의한 방법, 원단위를 이용하는 방법, 모형식을 이용하는 방법(회귀 분석법) 등이 있다.

(1) 증가율에 의한 방법

이 방법은 교통 발생과 밀접한 관계가 있는 인구, 자동차 보유 대수, 각종 경제 지표 등의 증가율에 현재의 교통량을 곱하여 장래의 교통량을 예측하는 방법이다. 이 방법은 간단하다는 장점이 있으나 현재의 토지 이용과 장래의 토지 이용 성격이 크게 달라지는 존(대규모의 개발이 이루어지는 존 등)에는 적용하기 어렵다는 단점이 있다.

(2) 원단위에 의한 방법

용도별 토지 이용 면적 또는 건설 면적당, 인구당, 출하액당 발생하는 교통량을 원단위로 하여 이를 장래의 면적, 인구, 출하액 등에 곱하여 장래의 발생 교통량을 구하는 방법이다. 일반적으로, 토지 용도별 면적당 원단위가 이용되는 경우가 많으나 자료 수집이 어려워 적용이 쉽지 않다. 이 방법은 모형을 이용하여 구한 예측값의 타당성 또는 장래의 토지 이용과 교통 계획의 적합성 등을 검토하는 데 쓰인다.

(3) 모형식에 의한 방법

이 방법은 발생 교통량과 그것에 영향을 미치는 요인(인구 또는 경제 지표)과의 사이에 함수 관계를 가정하여 중회귀 분석 등의 방법에 의하여 모형 식을 구하고, 이렇게 구한 모형식을 이용하여 장래 발생 교통량을 구하는 방법으로서, 가장 일반적으로 이용되고 있다.

모형 식은 현재의 교통 발생을 현재의 요인으로 설명하고, 여기에 장래의 지표를 대입함으로써 장래의 발생 교통량을 구하려고 하는 것이다. 모형의 형식은 크게 나누어 선형 모형과 지수형 모형이 있다.

선형 모형 $T = a_0 + a_1 X_1 + \dots + a_n X_n$

지수형 모형 $T = a_0 X_1^{a_1} X_2^{a_2} \dots X_n^{a_n}$

여기서, T : 발생 교통량

$X_1, \dots, X_n$: 경제 지표 등

$a_0, \dots, a_n$: 계수

발생 교통량 모형 식에 사용하는 지표로는 인구, 공업 출하액, 상품 판매 액, 자동차 보유 대수 등이 이용되는 경우가 많으나 지표의 선택 시에는 그 지표 자체의 추정 가능성, 종속 변수(발생 교통량)와의 인과 관계 여부나 독립 변수(지표)간의 상관관계를 검토할 필요가 있다. 이 때 주성분 분석 방법에 의하여 종속 변수에 영향을 미치는 설명 변수 가운데 서로 상관이 없는 몇 개의 특성값을 지표로 선택하는 것도 하나의 방법이다.

또, 형태가 다른 존을 동일 모형으로 설명할 때 오차가 생길 수 있으므로 지역 격차를 반영하기 위하여 지역 특성별로 모형 식을 작성하거나 지역 변수를 추가하는 방법도 있다.

3.3.3 분포 교통량 예측 (시·종점 간 교통량 예측)

분포 교통량 예측 단계는 발생 교통량 예측 단계에서 예측한 각 존의 발생 교통량이 각 존간에 어떻게 분포되는가를 예측하는 단계이며, 이를 토대로 장래 시종점표가 작성 된다. 예측 방법에는, 현재의 통행 경향이 앞으로도 계속될 것이라는 가정 아래에서 장래의 시종점표를 구하는 성장률 방법과, 모형식을 이용하는 방법이 있다.

분포 교통량 예측(trip distribution)단계에서는 각 존 간의 교통량을 예측하는 단계로서, 발생 교통량 예측 단계에서 구한 교통량과 현재의 시종점표를 바탕으로 하여 계획목표년도의 시·종점표를 만드는 데 목적이 있다.

분포 교통량을 예측하는 방법에는 성장률 방법과 모형식을 이용하는 방법이 있다.

(1) 성장률 방법

이 방법은 예측 목표년도의 시종점(O/D) 교통량의 유형이 현재의 통행 유형과 기본적으로 크게 다르지 않다고 가정하여, 현재의 시종점표 각 요소에 일정한 값을 곱하여 장래 시종점표를 작성하는 방법이다. 이 때 각 요소에 배율을 곱하는 방법에는 평균 배율법, 프레타(Fratar)방법, 디트로이트(Detroit) 방법 등이 있다. 어느 경우에도 각 존간 교통량의 합은 미리 예측된 각 존의 발생 교통량과 일치할 때까지 반복하여 계산한다.

다음은 일반적으로 수렴 속도가 빨라서 널리 쓰이고 있는 프레타 방법이다.

$$T_{ij}^{(n+1)} = T_{ij}^{(n)} \times GP_i^{(n)} \times GA_j^{(n)} \times \frac{(P_i^{(n)} + A_j^{(n)})}{2} \quad (3.1)$$

$$P_i^{(n)} = \sum_x T_{ix}^{(n)} / \sum_x [T_{ix}^{(n)} \times GA_x^{(n)}] \quad (3.2)$$

$$A_j^{(n)} = \sum_x T_{xj}^{(n)} / \sum_x [T_{xj}^{(n)} \times GP_x^{(n)}] \quad (3.3)$$

여기서, $T_{ij}^{(n+1)}$: (n+1)회째 계산할 때의 i와 j간의 교통량

$GP_i^{(n)}$: n회 반복 계산후 존 i의 유출 교통량 성장 계수

$GA_j^{(n)}$: n회 반복 계산후 존 j의 유입 교통량 성장 계수

$P_i^{(n)}$: 존 i의 유출 교통량

$A_j^{(n)}$: 존 j의 유입 교통량

N : 존 (zone) 수

n : 반복 횟수

(2) 모형식을 이용하는 방법

(가) 중력 모형(gravity model)

가장 널리 이용되고 있는 모형으로, 존간 교통량은 존간의 교통 활동에 비례하고 존간의 거리에 반 비례한다는 가정에서 출발한 것이다. 이러한 개념을 식으로 나타내면 다음과 같다.

$$T_{ij} = k G_i A_j / D_{ij}^a \quad (3.4)$$

여기서, T_{ij} : ij존 간의 교통량

G_i : 존 i의 발생 교통량

A_j : 존 j의 유입 교통량

D_{ij} : 존 ij 간의 거리

k, a : 상수

(나) 미국 연방 도로국(BPR) 모형

$$T_{ij} = G_i A_j F_{ij} K_{ij} / \sum_K (A_K F_{iK} K_{jK}) \quad (3.5)$$

여기서, G_i : 존 i의 발생 교통량

A_j : 존 j의 유입 교통량

F_{ij} : 경험적으로 유도해 낸 i와j 존 간의 통행 시간 계수(travel time factor)이며, 1분 단위로 주어진 존간 여행 시간에 대응하여 통행 목적별로 정하여진다

K_{ij} : i 와 j 존 간 보정계수, 지역간 특성 계수라고도 하며, 존간을 연결시키는 특성을 나타낸다. 실제로는 시종점(O/D) 교통량의 실측값과 추정값의 차이를 K_{ij} 로 하고 있다. 일반적으로 K_{ij} 값은 약 1.0이다.

T_{ij} 값은 반복 계산을 전제로 하고 있다. 통행 시간 계수(F_{ij})는 처음에는 적당한 값을 넣어서 반복 계산을 한 후, 계산된 T_{ij} 에 의한 통행 거리 분포가 실제 분포에 가깝게 되도록 F_{ij} 를 바꾸어 간다.

(다) 엔트로피 (entropy) 모형

엔트로피 모형은 시종점표에서의 통행 분포를 확률적인 현상으로 보아 각 통행이 생기는 확률이 동시에 최대가 되도록 시종점(O/D) 분포를 구하는 방법이다. 엔트로피 모형에서 이용하는 식은 다음과 같다.

$$T = \sum_{i=1}^n G_i = \sum_{j=1}^n A_j \quad (3.6)$$

$$G_i = \sum_{j=1}^n T_{ij} \quad , \quad A_j = \sum_{i=1}^n T_{ij} \quad (3.7)$$

$$T_{ij} = G_i P_{ij} \quad (3.8)$$

$$g_i = \frac{G_i}{T} \quad , \quad a_j = \frac{A_j}{T} \quad (3.9)$$

여기서, T : 총 교통량

G_i : 존 i 의 유출 교통량

A_j : 존 j 의 유입 교통량

T_{ij} : 존 i 와 존 j 간의 교통량

P_{ij} : 전이 확률

g_i : 존 i 의 상대적 교통 유출력

a_j : 존 j 의 상대적 교통 유입력

식(3.7)과 식(3.8)로부터,

$$\sum_{j=1}^n P_{ij} = 1 \quad (3.10)$$

식(3.7)~식(3.9)로부터,

$$\sum_{i=1}^n g_i P_{ij} = a_j \quad (3.11)$$

식(3.10)와 식(3.11)을 제약 조건으로 하여, 이것을 만족하는 P_{ij} 가운데 통행의 동시확률이 최대가 되는 P_{ij} 를 선택하면, T_{ij} 는 식(3.8)에 의하여 구할 수 있다.

중력 모형을 이용한 엔트로피 모형에서는 P_{ij} 의 경험적 확률로서 $ag \cdot ar \cdot D_{ij}^b$ 를 쓰고, 이 때의 시종점 (O/D)유형 가운데 동시 확률을 최대가 되게 하기 위한 P_{ij} 조는 다음과 같다.

$$L = - \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n g_i P_{ij} \log(P_{ij}) - b \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n g_i P_{ij} \log(P_{ij}) \quad (3.12)$$

여기에서 목적 함수를 최대로 하는 P_{ij} 조로서 구하여진다. 엔트로피 모형을 이용하는 경우에는 수렴 계산이 필요 없다.

(라) 기회 모형(opportunity model)

이 모형은 확률적인 생각에 근거한 모형이다. 출발 존에서의 발생 교통량 G_i 가 도착존 1~n에 어떻게 분포하는가에 대해서는 목적지를 찾을 확률에 의하여 규정된다고 가정하고 있다.

$$T_{ij} = G_i (\exp(-L \times V_{j-1}) - \exp(-L \times V_j)) \quad (3.13)$$

L 은 각 존에 통행이 흡수되는 확률을 표현하는 상수로서, 조사에 의한 실측 시종점표와 모형에 의한 추정 시종점표의 평균 통행 거리가 일치하도록 반복 계산하여 구한다. j 는 각 출발 존에서 보았을 때의 도착 존의 접근성의 순위로서, 가까운 존부터 우선적으로 통행을 분포시킴으로써 존의 상대적 위치 관계를 도입하고 있으며, V 는 목적지까지갈 때 노선을 택할 수 있는 기회들의 합이다.

3.3.4 교통 수단별 교통량 예측

각 존간에 분포된 예측 교통량이 어떤 교통 수단을 이용하여 통행할 것인가를 예측하는 과정이 교통 수단별 교통량 예측 단계이다. 교통 수단별 교통량 예측 단계는 다른 예측 단계에 포함될 수 있고, 독립적으로 시행될 수도 있다.

(1) 개요

교통 수단별 교통량을 예측하는 단계는 전체 4단계 중에서 놓이는 위치가 달라질 수 있고, 또 다른 예측 단계에 포함될 수도 있다. 우선 첫 번째로, 발생 교통량 예측 단계에서 처음부터 교통 수단별로 교통량을 예측하는 방법이 있는데, 이 방법을 이용하면 전체 예측 과정은 세 단계로 줄어들게 된다. 두 번째로는, 발생 교통량을 예측하고 난 뒤 전환곡선(Diversion curve)을 이용하여 교통 수단별 교통량을 구하는 방법이 있다. 세 번째로, 분포 교통량을 예측할 때 교통 수단별로 분포 교통량을 예측하는 방법이 있다.

마지막으로 여기에서 제시하는 것과 같이, 분포 교통량을 예측하고 예측된 분포 교통량을 교통 수단별로 나누는 방법이 있다.

(2) 교통 수단별 교통량 예측 모형

교통 수단별 교통량 예측(modal split)에 이용되는 모형들을 크게 나누면, 집단 모형(aggregate model)과 개별 행태 모형(disaggregate model)으로 나눌 수 있다. 집단 모형이란 개별 단위로 조사된 자료를 존 단위로 통합하고, 통합된 자료를 이용하여 교통수단별 교통량을 구하는 모형이며, 개별 행태 모형이란 통행이 개인 통행자에 의하여 발생된다는 기본적인 사실에 토대를 두고서 한 가구 또는 한 개인을 분석 단위로 하여 교통 수단별로 교통량을 예측하는 모형이다. 개별 행태 모형의 대표적인 예로는 로짓(logit) 함수를 이용하는 모형과 프로빗(probit)함수를 이용하는 모형이 있다.

3.3.5 대안 노선별 교통량 예측(배분 교통량 예측)

배분 교통량의 예측에는 목적에 따라 수요 배분 교통량 예측, 실제 배분 교통량 예측 및 최적 배분 교통량 예측의 3가지가 있으며, 배분 교통량을 구하는 방법에는 전량 배분법, 용량 제약 배분법, 다중경로 배분법, 확률적 노선 배분법 등이 있다.

계획 존 내의 각 노선별 배분 교통량을 예측(route choice)하는 방법에는 전량 배분법(all or nothing assignment), 용량 제약 배분법(capacity restraint assignment), 다중경로 배분법(multi-path assignment), 확률적 노선 배분법(probabilistic assignment)등이 있으며, 그 밖에 컴퓨터를 이용하여 최적의 해를 구하는 방법이 계속 개발되고 있다.

전량 배분법은 두 존(zone) 중심점 간의 최단경로에 분포 교통량을 전부 배분하는데, 배분된 교통량은 해당 도로 구간의 용량에 관계없이 각 도로 구간에 누적, 부하된다. 이 배분법으로 배분할 경우, 해당 구간의 용량을 고려하지 않기 때문에 해당 도로 구간의 용량보다 많은 교통량이 배분되는 등의 불합리한 경우도 생길 수 있다.

용량 제약 배분법은 전량 배분법의 이러한 단점을 보완한 것으로 교통량이 증가할 때 주행 속도는 감소한다는 경험적인 사실에 기초하고 있다. 이 배분법은 교통량과 주행 속도(즉, 주행 시간)와의 관계를 이용하여 시종점 간의 여러 노선의 주행 시간 또는 비용이 균형을 이룰 때까지 배분을 계속 반복 조정하는 방법이며, 대표적인 것으로 BPR 모형이 있다. 미국 연방 도로국(BPR)에서 제안한 식에서는 자유 통행 시간과 배분 교통량을 사용하여 균형 통행 시간을 구하며, 사용하는 용량 제약식은 다음과 같다.

$$T = T_f(1 + 0.15(V/C)^4)$$

여기서, T : 균형 통행 시간

T_f : 자유 통행 시간

V : 해당 노선의 배분 교통량

C : 용량

다중경로 배분법은 시종점을 잇는 하나의 최단경로 대신에 복수 노선에 교통량을 분할하여 배분하는 방법이며, 주로 전환곡선(diversion curve)을 이용한다. 이 배분법은 하나의 최단경로를 고려하는 것보다 운전자의 통행 행태를 잘 반영한다고 볼 수 있으나 시종점 간의 최단경로 이외에 제2, 제3의 대안 경로를 능률적으로 결정할 수 있는 알고리즘이 개발 되어 있지 않다는 것이 단점이다.

확률적 노선 배분법은 다중경로 배분법의 하나이지만, 최단경로 개념에 의한 노선 선택의 최적화 원리를 떠나 확률적 또는 추계적(stochastic) 선택의 원리에 입각한 배분법으로 다이알(Dial) 모형이 대표적인 방법이다.

이 모형은 하나의 시점에서 특정 교차점에 도착하는 모든 통행은 그 교차점으로 합류되는 각 도로 구간에 대하여 최단경로와의 상대적 관계에 의하여 확률적으로 분할하여 나가는 방법으로, 통행 배분을 위한 계산 효율의 우수성은 인정되나 근본적으로 용량 제약을 고려하지 않고 있어 이를 반영한 연구가 계속되고 있다.

3.4 차로 수 결정

- (1) 예측된 장래 목표년도의 교통량과 설정된 설계 서비스 수준에 따른 서비스 교통량과의 관계에서 차로 수를 구한다.
- (2) 차로 수(양 방향)는 짝수를 원칙으로 한다.
- (3) 고속도로의 차로 수는 양 방향 4차로 이상으로 한다.
- (4) 차로 수는 전체 도로 구간에 걸쳐 균형을 이루어야 한다.

(1) 차로 수 결정 과정

차로 수는 설정된 서비스 수준을 유지하면서 교통 수요(장래 교통량)와 교통 공급(설계도로의 교통용량)이 조화를 이루는 균형점이다. 교통 수요는 '3.3 장래 교통량 예측'을 참조하고, 교통 공급은 '4. 도로의 교통 용량과 서비스 수준'을 참조하기 바란다.

(가) 교통 수요

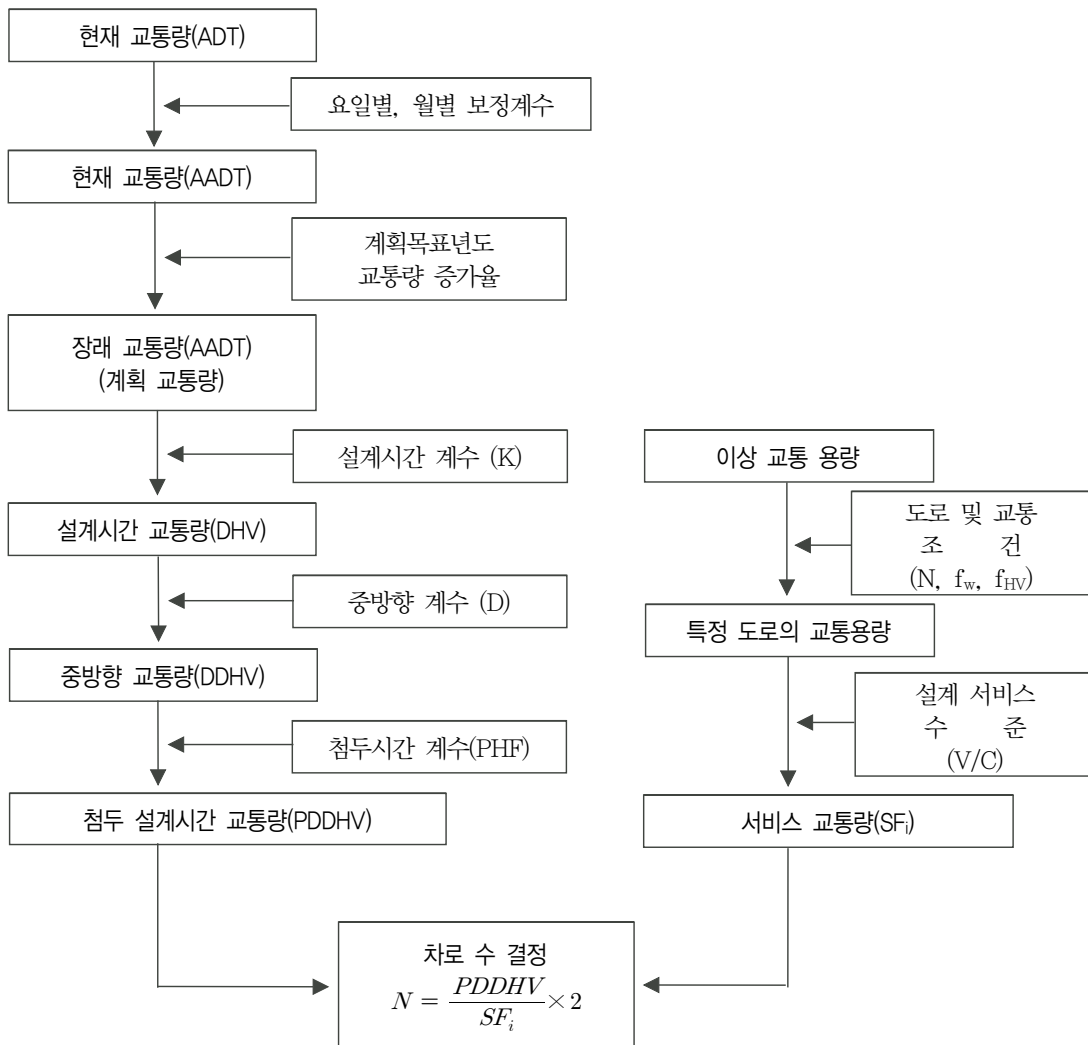
(a) 교통량의 요일별, 월별 보정

〈그림 3.2〉에서 현재 교통량이 평균 일교통량(ADT)일 때, 즉 일 년 동안 관측한 교통량이 아닌 며칠 또는 몇 달 동안 관측한 교통량을 평균한 값일때는 이를 연평균 일교통량(AADT)으로 바꾸기 위하여 요일별 보정계수와 월별 보정계수를 곱한다. 요일별 보정계수와 월별 보정계수는 상시 교통량조사 자료를 참조한다.

현재 교통량이 연평균 일교통량(AADT)일 경우에는 요일별, 월별 보정계수를 적용할 필요가 없다.

(b) 설계시간 교통량의 산정

설계시간 교통량(DHV)은 도로 설계의 기본이 되는 장래 시간 교통량으로서, 계획목표년도에 대상 도로 구간을 통과할 것으로 예상되는 한 시간 교통량을 말한다. 설계시간 교통량은 연중 조사된 8,760개(= 365일 × 24시간)의 시간 교통량을 교통량의 크기 순서대로 배열한 후, 이들 교통량을 부드럽게 곡선으로 연결한 뒤 기울기가 급격히 변하는 지점의 교통량을 결정하여, 그 값을 설계시간 교통량으로 이용하도록 하고 있다.



〈그림 3.2〉 차로 수 결정 과정

미국의 경우 30번째 시간 교통량을 설계시간교통량으로 이용하고 있다.

연평균 일교통량(AADT)에 대한 시간교통량의 비율을 설계시간계수(K)라고 하며, 30번째 시간 교통량을 이용할 경우 설계시간계수는 K_{30} 으로 나타낸다. 일반적으로, 설계시간계수는 지방 지역이 도시 지역보다 크며, 이 값이 클수록 교통량 변화가 심하고, 연평균 일 교통량이 증가할수록 해당 도로 구간의 설계시간계수는 감소한다. 또, 설계시간계수는 일반적으로 관광도로에서 가장 높은 값을 나타내며, 지방 지역 도로 · 대도시 주변 도로 · 도시 지역 도로로 갈수록 낮은 값을 나타낸다. 〈도로용량편람 연구조사 2단계 최종보고서〉에 제시된 자료에 따르면, 우리나라의 경우 설계시간계수를 결정하는 시간 교통량 순위로서 관광도로의 경우 150~200번째, 대도시 주변 도로의 경우 30~50번째, 그리고 지방 지역 주요 도로의 경우 100번째를 각각 추천하고 있다.

설계시간 계수를 높게 설정할 경우, 설계시간 교통량이 너무 커서 비경제적인 도로 건설이 될 염려가 있고, 너무 낮게 산출할 경우 설계시간 교통량보다 많은 시간대가 자주 발생하여 잦은 교통 혼잡을 일으킬 수 있다. 이러한 측면에서 볼 때, 도로 계획시에는 합리적인 연평균 일 교통량의 예측과, 도로의 지역 특성과 통행 교통의 특성을 반영한 설계 시간 계수를 산출하는 것이 중요하다. 국토해양부의 〈도로교통량 통계 연보〉를 토대로 한 설계시간 계수는 지역별, 구간별, 교통량 순위별로 다르나, 고속국도의 경우 K_{30} 은 0.070~0.085, K_{100} 은 0.070, 일반국도의 경우 K_{30} 은 0.080~0.150, K_{100} 은 0.075~0.085의 값을 가진다.

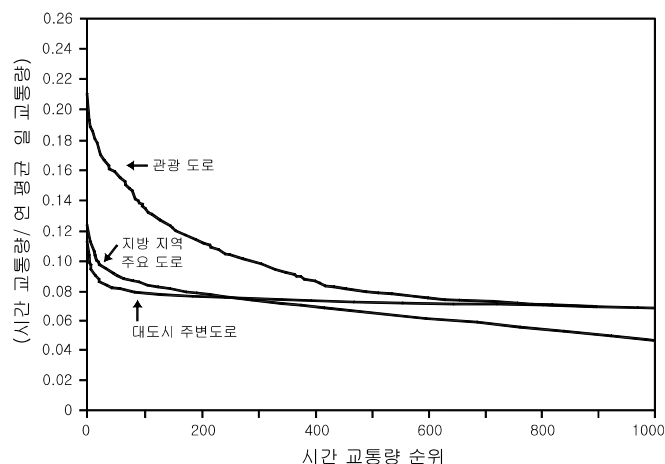
대상 도로 구간의 설계시간 계수가 결정되면 식 (3.17)을 이용하여 설계시간 교통량을 구한다.

$$DHV = AADT \times K \quad (3.17)$$

여기서, DHV : 설계시간 교통량 (대/시/양 방향)

AADT : 연평균 일교통량 (대/일), 보통 20년 후의 계획 교통량

K : 설계시간 계수



(c) 중방향 보정

중방향(重方向)이란 왕복 두 방향 중 교통량이 많은 방향을 말하며, 교통량의 방향별 분포가 뚜렷한 차이를 보이는 경우, 교통량이 많은 중방향 교통량을 고려하지 않고 설계하면 중방향 교통 혼잡이 발생하게 된다. 따라서, 도로 설계시에는 설계시간 교통량에 중방향 교통의 특성을 반영하여야 한다.

교통량의 방향별 분포와 관계되는 중방향 계수(D)는 양 방향 교통량에 대한 중방향 교통량의 비로 정의되는데, 일반적으로 지방부보다 통근 교통 외에 여러 가지 목적을 가진 통행이 많은 도시부의 값이 작다. 방향별 교통량은 하루 동안에는 큰 차이가 없으나, 설계나 분석시 사용되는 첨두시간에는 0.50~0.60의 변동 폭을 보인다(〈도로용량편람 연구조사 2단계 최종보고서〉참조). 설계시 이 값을 적용할 때에는 계획 대상 지역의 교통 특성을 고려하여 결정하여야 한다. 방향별 분포를 고려했을 경우 중방향 설계시간 교통량(DDHV, Directional design Hourly Volume)을 구하는 식은 다음과 같다.

$$DDHV = AADT \times K \times D = DHV \times D \quad (3.18)$$

여기서, DDHV : 중방향 설계시간 교통량 (대/시/중방향)

AADT : 연평균 일교통량 (대/일)

K : 설계시간 계수

D : 중방향 계수

(d) 첨두시간대의 특성 반영

첨두시간대의 교통 특성을 반영하기 위하여 교통량을 첨두시간계수(PHF)로 보정한다. 첨두시간계수는 첨두시간교통량을 해당 첨두시간동안의 최대 교통류율로 나눈 값으로 정의되며, 국내 고속도로는 0.87~0.92, 도시간선도로는 0.94의 값을 가진다.

(나) 교통 공급

교통용량과 서비스 수준에 관한 사항은 '4. 도로의 교통용량과 서비스 수준'에서 구체적으로 다루고 있으므로, 여기에서는 차로 수를 구하는데 필요한 최소한의 내용만을 설명한다.

(a) 교통용량

도로의 교통용량은 공급 측면의 요소로서, 일반적으로 이상 교통용량과, 분석 대상 도로의 도로 조건과 교통 조건을 반영하여 구한 특정 도로의 교통용량이 있다.

이상 교통용량은 도로가 이상적인 조건으로 설계되었을 때 처리할 수 있는 최대 교통량으로서, 고속도로 기본구간에서는 설계속도가 100km/h인 경우 2,200 승용차/시/차로, 설계속도가 120km/h인 경우 2,300 승용차/시/차로 이다. 특정 도로의 교통용량은 분석 대상 도로의 차로 폭 및 측방여유폭 그리고 차종별 구성비와 승용차 환산 계수를 이용하여 구한 중차량 보정계수를 적용하여 구한다.

(b) 최대 서비스 교통량

최대 서비스 교통량은 주어진 도로가 설계 서비스 수준을 유지하면서 처리할 수 있는 최대 교통류율로 정의할 수 있다. 설계 서비스 수준은 일반적으로 교통량 대 용량비(V/C)로 나타낸다. 설계 서비스 수준이란 대상 도로의 혼잡 상태를 어느 수준까지 허용할 것인가 하는 상황과 관련된 것이다. 도시 지역 도로인 경우 설계 서비스 수준을 낮게 잡아 운전자들이 교통혼잡에 비교적 민감하지 않다는 점을 반영할 수 있고, 지방 지역 도로인 경우 지역간 교통의 특성인 교통량 변화가 심하고 장거리 통행이 많다는 점을 감안하여 도시 지역 도로보다 높은 서비스 수준으로 설계한다.

〈표 3.8〉 설계 서비스 수준

도로구분 \ 지역구분	지 방 지 역	도 시 지 역
고속도로	C	D
일반도로	D	D

(2) 차로 수 결정

서비스 교통량(SF_i)과 첨두 설계시간교통량(PDDHV)이 결정되면 식(3.19)를 이용하여 편도 차로 수를 구한다.

식(3.19)를 이용하여 구한 편도 차로 수는 일반적으로 소수점 아래 숫자를 가지고 있는데, 차로 수는 정수이어야 하므로, 계산된 차로 수를 올림하여 정수로 만든다. 예를 들면, 계산된 편도 차로 수가 3.2 일 경우, 실제 설계 차로 수는 편도 4차로, 왕복 8차로이다.

$$\begin{aligned}
 N &= \frac{PDDHV}{SF_i} = \frac{DDHV/PHF_i}{SF_i} = \frac{DHV \times D/PHF_i}{SF_i} \\
 &= \frac{AADT \times K \times D/PHF_i}{SF_i} \quad (3.19)
 \end{aligned}$$

여기서, N_d : 대상 구간의 편도 차로 수

DDHV : 중방향 설계시간 교통량 (대/시/중방향)

SF_i : 서비스 수준 i에서의 서비스 교통량(PCU/시/차로)

PHF_i : 서비스 수준 i에서의 첨두시간 계수

[예 제]

(가) 조건

어떤 지방 지역에 고속도로를 신설하기 위하여 이와 유사한 특성을 가진 지역의 교통량 상시 조사 자료를 수집하여, 대상 지역의 20년 후의 교통량을 예측하였다. 예측 결과, 이 지역의 장래 연평균 일교통량(AADT)은 63,000대/일이다.

유사한 지역에서 조사한 설계시간 계수(K)는 0.08, 중방향 계수(D)는 0.55, 첨두시간 계수(PHF)는 0.90, 차종별 구성비는 소형차 70%, 트럭 20%, 버스 10%일 때, 신설될 고속도로의 차로 수를 결정하라. 단, 설계속도는 100km/h, 차로 폭 3.60m, 측방여유폭 1.5m 이상, 지형은 평지로 가정한다.

(나) 풀이

도로가 신설될 지역의 장래 교통 조건이 현재 조사된 교통 조건과 크게 다르지 않다고 가정하면, 차로 수 결정 과정은 다음과 같다.

(a) 교통 수요(첨두 설계 시간교통량)

$$\begin{aligned} PDDHV &= AADT \times K \times D / PHF \\ &= 63,000 \times 0.08 \times 0.55 / 0.90 \\ &= 3,080 \text{ 대/시/방향} \end{aligned}$$

(b) 교통 공급(설계 서비스 수준 C에서 차로당 최대 서비스 교통량)

$$\begin{aligned} SF_i &= 2,200 \times (V/C)_c \times f_w \times f_{HV} \\ &= 2,200 \times 0.70 \times 1.0 \times 0.70 \\ &= 1,078 \text{ 대/차로} \end{aligned}$$

여기서, f_w : 차로 폭 보정계수(=1.0)

$$f_{HV} : \text{중차량 보정계수}(=1 / [1 + 0.2 \times 1.5 + 0.1 \times 1.3] = 0.70)$$

(d) 편도 차로 수

$$N = PDDHV / SF_i = 3,080 / 1,078 = 2.86 \text{ 차로/방향}$$

현실적으로 2.86 차로는 존재하지 않으므로, 신설될 도로는 편도 3차로, 즉 양방향 6차로로 설계하여야 한다.

3.5 국내 고속도로 확장 · 신설 계획 시 적정 설계시간계수 산정을 위한 검토방법

최근 한국도로공사는 「적정 차로수 산정을 위한 설계시간계수 연구, 2007.12」를 수행한바 있다.

이 보고서에서는 기존문헌자료 및 현장조사를 통한 국내 고속도로 신설 및 확장 설계 시 적용할 수 있는 적정 설계시간계수 산정방법에 대하여 소개하고 있다.

(1) 개요

현재 우리나라의 경우 설계시간계수에 대한 충분한 교통량 자료 및 연구 부족으로 국외 적용방법인 30번째 교통량을 설계시간교통량으로 여과 없이 적용하고 있으며, 더욱이 지역별 기능별 도로의 다양한 통행특성을 반영할 수 있는 설계시간계수가 산정되어 있지 않아 일률적인 적용으로 도로의 설계가 이루어지고 있다. 또한, 관련지침별 도로의 구분에 따른 설계시간계수가 상이하여 설계시간계수의 적용에 있어서 표준적인 적용이 어려운 현실이다.

이 보고서에서는 우리나라 고속국도의 설계시간계수를 도로이용특성이 고려될 수 있게 노선별·지역별로 분류하여 분석하고 있다. 고속도로에 대하여 20개 노선별, 8개 지역별로 분류하고, 시간교통량의 기울기가 급격히 변화하는 지점의 교통량 특성을 반영한 설계시간계수를 산출하였다. 여기서 새로이 도입된 중방향설계시간계수(KD)는 설계시간계수(K)와 중방향계수(D)를 조합한 것이다. 양방향 통행상태에 있는 도로에서 시간교통량은 중방향계수가 곱해지면 순위가 일방향 · 시간교통량의 순위를 나열한 경우와 달리 시간교통량 순위가 바뀌는 경우가 있으므로 처음부터 중방향설계시간계수를 적용하면 이러한 현상을 해소할 수 있는 장점이 있다.

(2) 문헌자료 수집 및 분석/설계시간계수(K)/중방향 설계시간계수(KD) 값 도출과정 및 적용방안

국내의 설계시간계수 관련 지침 및 연구 등 문헌 고찰을 통하여 기존 방식의 문제점과 최근 연구의 시사점 등을 검토한 후, 교통량 및 통행실태조사 자료 수집 및 분석{해당노선을 중심으로 수집 가능한 고속도로 구간의 교통량(VDS)자료와 요금징수시스템(TCS)자료}하고 통계적인 분석을 시행하여 고속도로 통행실태를 검토한 후, 해당 과업노선의 지역별 · 노선별 중방향설계시간계수를 산출하고 기존의 설계시간계수의 적정성을 검토한 후 해당노선에 대하여 기존노선의 확장과 신설사업에 대한 적용방안을 제시하고 있어 활용할 수 있다.

(3) 중방향 설계시간계수(KD) 활용 및 적용방안

(가) 고속도로 확장 시 적용방안

각 구간별로 산정된 K_{30} , 설계시간계수(K), 중방향설계시간계수(KD)를 그대로 이용하되, 다만 현재의 조사자료, 즉 현재의 연간 시간교통량 분포 특성이 장래에도 동일하게 유지된다는 가정을 바탕으로 한다. 그러나 이 가정은 일반적인 4단계 교통수요예측의 기본가정과도 일치하기 때문에 향후 첨두 확산에 대한 다양한 연구가 접목되기 이전까지는 높은 설득력을 갖게 될 것이다.

따라서 해당노선의 확장타당성 검토 등 교통수요분석이 수행될 때의 기준년도 교통수요와 각종 변동특성(휴가철특성과 주말교통특성 등)과 주변 토지이용 등의 변화가 있는지에 대한 검토가 선결되어야 한다.

(나) 고속도로 신설노선 계획 시 적용방안

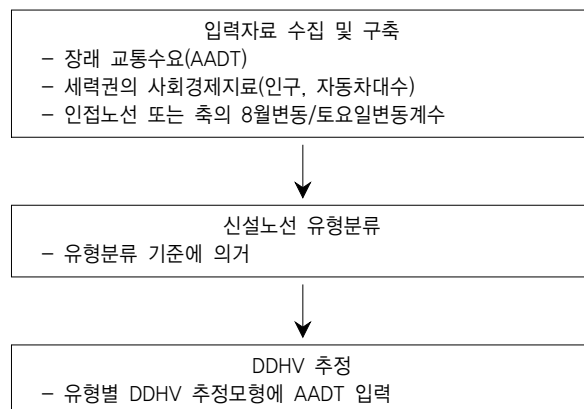
① 방법1

계획노선에 인접한 현재 고속도로 노선 영향권 10km 이내의 자료를 근거로 K_{30} , K, D를 사용한다.

② 방법2

신설노선의 중방향설계시간계수 산정 시 맹점은 장래에 얻을 수 있는 정보가 지극히 제한적이어서, 사실 예측된 장래교통수요(AADT) 밖에 판단할 기준이 없다는 것이다.

예컨대, 경부고속도로와 중부고속도로 사이에 남북축의 신설고속도로가 계획된다고 할 때 주변 노선의 값을 인용한다 하더라도 어떤 노선의 값을 사용하여야 할지에 대한 판단이 어렵게 된다. 이를 위하여 신설노선 적용을 위해서 기존노선의 유형을 분류하고 이를 신설노선에 적용할 수 있는 기준을 <적정 차로수 산정을 위한 설계시간계수 연구(한국도로공사, 2007.12)>보고서에 제시하였다. 또한 유형이 분류된 이후 가용한 유일 자료인 AADT를 이용하여 DDHV를 직접 추정하는 회귀모형을 작성하였으며, 이 과정을 도식화하면 다음과 같다.



〈그림 3.3〉 신설노선 적용절차

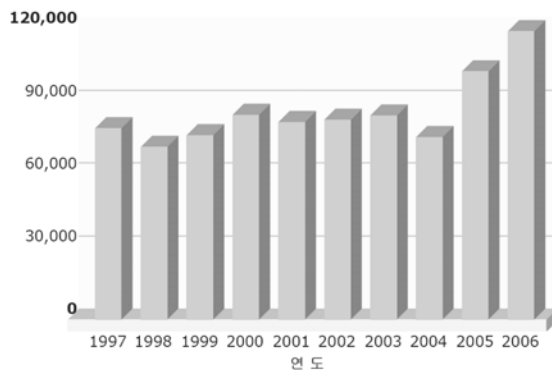
(4) 중방향 설계시간계수(KD) 적용 시 유의사항

(가) 확장노선 적용 시

① 분석구간의 교통수요 변화

분석구간의 교통수요가 외부요인에 의하여 급증하는 경우를 말한다. 예를 들어 유형 2로 분류되었던 어떤 구간의 주변에 대규모 택지개발사업 등이 시행되어, 구간의 교통수요가 급증하였거나 해당구간 또는 주변구간에 다른 고속도로(민자고속도로 등)가 접속되어 교통량이 급증하였을 경우를 의미한다. 이 경우 지방부 특성이었던 해당 구간의 교통특성이 변화를 일으킬 가능성이 매우 높다. 유형분류 결과에서 알 수 있듯이 당연히 도시부의 평균교통수요(AADT 및 차로당 AADT)가 높다.

다음은 경부고속도로 동대구JCT~북대구IC구간의 최근 10년간 평균일교통량이다. 그림에서 알 수 있듯이 2005년의 평균교통량이 급증하였는데, 2004년 12월에 이 구간의 중간에 도동JCT가 설치되어 신설된 대구~포항간 고속도로와 연결되었기 때문이다. 즉 분석의 기준이 되는 자료의 조사 시점과 확장 검토 시점 사이에 이처럼 교통체계 또는 주변 토지이용에 큰 변화가 있을 때에는 기존 조사자료의 활용에 신중을 기하여야 한다.



〈그림 3.4〉 교통수요 급증의 예(경부선 동대구IC~북대구 구간)

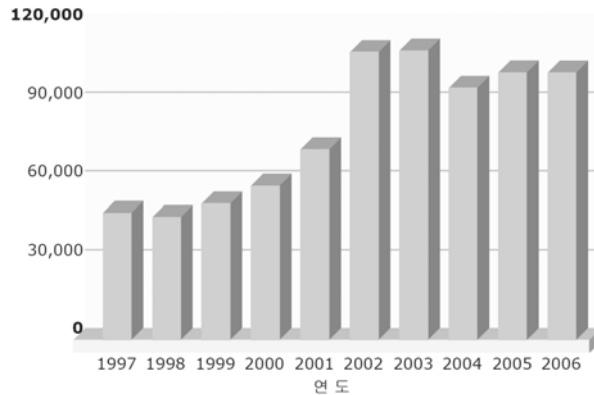
② 시간교통량의 변동 특성의 변화

시간교통량 변동 특성의 변화는 앞선 외부 요인의 영향처럼 급격히 일어나지는 않을 것으로 예상된다. 그러나 이 연구의 자료가 2006년~2007년에 걸쳐 조사된 자료를 토대로 하기 때문에 향후 10년 후 확장타당성 조사에서 이 연구의 결과를 활용한다는 것은 자칫 위험할 수 있다.

10년의 시간에서는 시간교통량 변동특성이 달라져서 변곡점이 달라질 수 있기 때문이다.

다음 그림에서는 서해안고속도로 비봉IC~매송IC 구간의 최근 10년간의 평균일교통량 변화를 볼 수 있다. 1997년의 해당구간 일교통량은 48,544대/일이었으나, 2006년 현재 일교통량은

102,167대/일로 100% 이상의 교통량 증가를 나타냈다. 즉 지방부의 교통특성에서 도시부의 교통특성으로 시간교통량 변동 특성의 변화가 일어났을 가능성이 매우 높으면, 연구결과는 주기적으로 갱신되어야 한다.



〈그림 3.5〉 최근 10년간 교통량 변동의 예(서해안선 비봉~매송 구간)

(나) 신설노선 적용 시

신설노선 역시 확장노선과 마찬가지로 적용 시 장래의 토지이용 변화에 민감하여야 한다. 분석가는 수요예측 과정에서 사회경제지표의 전망 또는 예측을 통하여 신설노선 주변의 토지이용 변화와 이에 따른 지표들, 즉 앞서 검토된 인구, 종사자수, 자동차대수 등의 변화를 주시하여야 한다.

따라서 노선 인근(세력권 내)에 대규모 택지개발과 같은 토지이용의 급격한 변화가 있을 때에는 목표연도별로 도로의 유형변화가 일어날 수도 있다는 점을 명심하여야 할 것이다.

(5) 향후 설계시간계수(K)산정의 개선사항

첫째, AADT의 의미와 보정에 관한 연구이다. 아무리 설계시간계수 등 설계변수를 정확하게 적용했다 하더라도 교통수요가 정확하지 못하면 적정 차로수 산정에는 한계가 있다. 특히 국가교통DB 등 현존하는 O/D 자료는 주중평일의 교통특성을 대변하는 자료이기 때문에, 이를 기반으로 예측된 교통수요는 AADT보다는 주중평균일교통량(AWDT)에 가깝다. 고속도로의 경우 주말교통량이 주중교통량보다 높은 구간이 대다수이기 때문에 현 방식으로는 AADT가 저추정될 수 있다.

둘째, 시간교통량 순위곡선 산정 시의 혼잡교통량 고려 방법에 관한 연구이다. HCM에서도 언급하였듯이 조사자료에는 혼잡으로 인하여 용량을 초과하여 통과교통량이 제한된 시간교통량 자료가 있을 수 있다. 이 경우 변곡점이 잘 나타나지 않아 설계시간계수가 저추정될 수 있으므로 이를 고려할 수 있는 방안이 모색되어야 한다. 향후 이력자료가 충분히 확보된다면 이에 대한 연구성과도 기대되는 부분이다.

셋째, 침투확산에 관한 연구이다. 최근 주5일제 등으로 인하여 고속도로의 통행패턴은 급격히 변하고 있기 때문에 통계자료에 기반한 설계변수값들은 매년 갱신이 요구된다. 이 또한 교통이력자료가 꾸준히 확보될 경우에 가능한 것이다. 최근 도로교통연구원에서 구축된 OASIS는 교통이력자료의 활용성 측면에서 매우 고무적인 일로서 이력자료와의 연계방안을 마련한다면 연구의 성과를 지속하여 매년 갱신된 결과를 얻을 수 있으며, 몇 년에 걸친 이력자료의 확보를 통하여 설계변수값의 변화를 측정할 수도 있을 것이다.

상기에 언급된 내용은 「적정 차로수 산정을 위한 설계시간계수 연구(한국도로공사, 2007.12)」보고서에서 발취한 것이다.



4. 도로의 교통용량과 서비스 수준

4.1 개 요

용량을 분석하는 목적은 해당 도로의 용량을 명확히 밝힘으로써 도로를 효율적으로 이용하고, 도로 투자를 적절히 하도록 하는데 있다. 용량을 분석하는 데는 해당 도로의 통행속도, 통행시간, 통행 자유도, 안락감 그리고 교통안전 등의 서비스 상태를 설명하는 질적인 개념으로 서비스수준 개념을 이용한다.

교통용량 분석의 근본적인 목적은 주어진 도로가 수용할 수 있는 최대의 교통량을 추정하여, 계획 단계에서 차로 수를 구하거나, 운행 상태를 분석하여 도로 확장 사업 등의 타당성을 판정하는데 있다. 일반적으로 도로는 용량 상태 이하 또는 그 정도의 아주 나쁜 상태에서 운행되기도 하는데, 도로가 이러한 상태에서 운행되도록 계획하지는 않는다. 또, 교통용량 분석은 일정한 운행 상태의 질(일정 서비스 수준)을 유지할 수 있는 한 주어진 도로가 수용할 수 있는 최대 교통류율(최대 서비스 교통량)의 추정에도 목적을 두고 있다. 그러므로 교통용량 분석은 일정한 통행 상태의 범위 내에서 도로의 운영 상태를 평가하는 과정이며, 기존 도로의 개선과, 장래 도로의 계획을 위한 방법으로 사용된다.

4.2 교통용량

일반적으로 도로의 교통용량은 주어진 시간 동안 도로 조건, 교통의 통제 조건에서 도로나 차로의 일정구간 또는 지점을 자동차가 통행하리라 기대되는 시간당 최대 통행량을 의미한다.

(1) 개 요

도로 교통용량 개념은 다양하게 정의되어 있으나, 해당 도로가 주어진 도로, 교통 등의 여건에서 통과시킬 수 있는 최대 교통량과 관련되어 있다. <도로 용량 편람>에서는 교통용량을 위와 같이 정의하고 있다.

(2) 이상적인 조건

도로 기하구조, 교통 조건 그리고 주변 환경이 차량의 통행에 지장을 주지 않는 조건을 말하며, 다음과 같은 조건에 해당한다.

(가) 일반지형

일반지형은 다음 세 가지로 구분한다.

- 평 지 : 종단 경사, 평면선형 및 종단선형 조합에서 중차량이 지형 조건에 영향을 받지 않고 승용차와 거의 같은 속도로 주행할 수 있는 지형으로, 이 구간에는 일반적으로 2%미만의 짧은 경사 구간이 포함된다.
- 구릉지 : 종단 경사, 평면선형 및 종단선형 조합에서 중차량의 속도가 승용차보다 감소하지만, 상당히 긴 시간동안 오르막 한계속도로 주행하지 않는 곳이다. 이 구간에는 일반적으로 2%이상 5%미만의 경사 구간이 포함된다.
- 산 지 : 중차량이 종단 경사, 평면선형 및 종단선형 조합으로 인하여 상당히 긴 구간을 오르막 한계속도로 주행하거나, 자주 오르막 한계속도로 주행하는 곳이다.

(나) 특정경사구간

경사가 3%이상이고, 경사길이가 500m 이상인 단일경사 구간 또는 2%이상 3%미만이면서 경사길이가 1,000m이상인 구간

(3) 도로 조건

도로 조건은 도로의 모든 기하구조 요소를 포함하며, 지형·도로 구분·횡단면(차로 폭, 길어깨 폭 등)·설계속도·평면선형과 종단선형 등이 있다.

(가) 지형

연속류 도로의 경우 분석 대상 구간의 지형을 크게 일반지형과 특정경사구간으로 나눌 수 있다.

(a) 일반지형

일반지형은 다음과 같은 세 가지 범주로 나뉜다.

- ① 평지(level terrain) : 중차량이 어떠한 종단경사, 평면선형 및 종단선형의 조합에서도 승용차와 거의 같은 속도로 주행할 수 있는 지형으로, 일반적으로 2% 미만의 짧은 종단경사 구간을 포함한다.
- ② 구릉지(rolling terrain) : 중차량이 종단경사, 평면선형 및 종단선형의 조합에서 승용차보다 속도가 감소하지만, 상당히 긴 시간 동안 오르막 한계 속도(crawl speed)로 주행하지는 않는다. 이 구간에는 일반적으로 2~5%의 종단경사 구간이 포함된다.

③ 산지(mountain terrain) : 중차량이 종단경사, 평면선형 및 종단선형의 조합으로 인하여 상당히 긴 구간을 오르막 한계 속도로 주행하거나, 자주 오르막 한계 속도로 주행한다. 이 구간에는 일반적으로 5% 이상의 종단경사 구간이 포함된다.

중차량이란 6개 이상의 타이어가 도로면에 접촉된 자동차로 정의할 수 있다.

오르막 한계 속도는 중차량이 주어진 긴 상향 종단경사에서 일정하게 주행할 수 있는 최고 속도를 말한다. 오르막 한계 속도는 교통류 내의 중차량 구성비와 자동차 성능에 따라 달라진다.

(b) 특정경사 구간

특정경사구간은 종단경사가 3% 이상이고, 종단경사 길이가 500m 이상인 구간, 2% 이상 3% 미만인 경우 경사길이가 1,000m 이상인 구간 또는 이 조건과 같은 교통류 상태인 종단 경사와 경사 길이를 가진 구간은 별도의 구간으로 고려하여야 한다.

(나) 도로 구분

도로는 차량 흐름을 통제하는 외부 영향이 있는지 또는 특정경사구간이 지금도 있는지의 여부에 따라 연속류 도로와 단속류 도로로 나뉜다. 연속류 도로는 교통 신호등과 같이 자동차 흐름에 지장을 주는 고정된 시설이 없는 도로를 말하며, 단속류 도로는 자동차 흐름을 주기적으로 통제하는 고정된 시설 즉, 교통 신호등, 정지표지 및 양보표지 등이 설치된 도로를 말한다.

〈도로 용량 편람〉에서는 연속류 도로와 단속류 도로를 〈표 4.1〉과 같이 구분하고 있다.

〈표 4.1〉 도로의 구분(도로 용량 편람)

도 로 의 구 분		구 분 기 준
연속류 도 로	고속도로 • 고속도로 기본구간 • 엇갈림 구간 • 연결로와 접속부	편도 2차로 이상, 중앙분리대 설치 완전 출입통제, 차로 바꿈이 필요 없는 구간 엇갈림이 발생하는 구간 연결로 설치 지점
	다차로 도로	편도 2차로 이상, 고속도로 기본구간 이외
	2차로 도로	왕복 2차로 도로
단속류 도 로	신호 교차로	교통 신호등이 설치된 교차로
	도시 및 교외 간선도로	교통 신호등 설치, 편도 2차로 이상, 평균 통행 거리 1km 이상, 노측 가로의 평균 거리 300~500m, 동일 기능의 도로 간격 500~1,000m

(다) 횡단면

차로 폭 및 길어깨 폭은 교통류에 많은 영향을 주는데, 차로 폭이 좁으면 운전자들이 원하는 것보다 더 가까이 접근하여 주행하므로, 전후좌우 자동차간의 상호 작용이 커져 이에 따라 용량 또는 서비스 교통량은 감소한다. 측방여유폭이 좁으면, 대부분의 운전자들은 위험하다고 판단되는 도로변과 중앙분리대에 설치된 고정 장애물로부터 떨어져서 통행하려고 하기 때문에 인접 차로의 자동차에게 접근하게 되므로, 좁은 차로 폭에서와 같은 현상이 나타난다.

(라) 설계속도와 도로 선형

설계속도는 도로의 여러 가지 기하구조 설계 조건이 반영된 종합적인 설계 변수로서, 횡단면은 물론 종단선형과 평면선형 설계의 기준이다. 설계속도는 다음과 같은 이유 때문에 서비스 수준 및 자동차 운행에 영향을 준다. 즉, 운전자들은 일반적으로 설계속도보다 어느 정도 낮은 속도로 주행하는데, 곡선반경이 작은 평면곡선 및 급경사가 빈번한 곳에서는 설계속도가 낮으며, 이러한 곳에서 도로의 선형을 따라 주행하기 위해서는 많은 주의와 감속이 필요하다.

종단선형은 설계속도와, 계획 도로가 통과하는 지역의 지형에 따라 결정된다. 일반적으로 용량 및 서비스 교통량은 경사가 급해짐에 따라 감소한다. 이러한 경향은 2차로 도로에서 특히 심하게 나타나는데, 나쁜 지형 조건은 교통류 내의 각 자동차들의 주행 능력에 영향을 미칠 뿐 아니라 교통류 내에서 고속으로 주행하는 자동차가 저속으로 주행하는 자동차를 앞지를 수 있는 기회도 줄어든다. 지형의 일반적인 경향 이외에 상당히 긴 독립된 상향 종단경사 구간은 자동차 운행에 큰 영향을 준다. 중차량은 이러한 상향 종단경사에서 저속으로 주행하므로 자동차 통행에 장애가 되고, 도로를 효율적으로 사용하지 못하게 되는 요인이 된다. 도로의 종단경사는 교차로 진입로의 자동차 통행에도 영향을 주는데, 그 이유는 멈춤 상태에서 출발할 때 관성과 종단경사를 동시에 극복하면서 출발하여야 하기 때문이다.

(4) 교통 조건**(가) 차종별 구성비**

교통용량, 서비스 교통량, 서비스 수준에 영향을 미치는 근본적인 요인은 차종별 구성비이다.(차종 분류는 '3.2 도로 교통 현황 조사' 참조). 앞에서 언급한 중차량은 다음과 같이 두 가지 이유로 교통 흐름에 지장을 준다.

- ① 중차량은 승용차보다 크기 때문에 승용차보다 도로면을 더 넓게 차지한다.
- ② 중차량은 승용차보다 주행 능력이 떨어진다. 특히, 가감속과 상향 종단경사에서의 오르막 능력이 떨어진다.

상향 종단경사에서 중차량의 오르막 능력 감소에 따른 영향은 매우 중요한데, 중차량은 승용차와 같은 주행을 유지하지 못하기 때문에 앞지르기 어려운 넓은 간격(gap)이 교통류 속에 형성되어 도로를 효율적으로 사용하지 못하게 된다.

이러한 경향은 2차로 도로의 길고 급한 상향 종단경사 구간에서 특히 심하게 나타나는데, 이런 곳에 양보차로(passing lane)을 설치하면 고속으로 주행하는 자동차가 저속으로 주행하는 자동차(중차량)를 앞지를 수 있으므로 교통 소통이 원활하여진다.

중차량은 하향 종단경사 구간을 주행할 때에도 영향을 받는데, 특히 중차량이 저속으로 변속하여야 할 만큼 급한 하향 종단경사에 큰 영향을 받으며, 이런 경우에는 중차량의 속도가 승용차보다 낮기 때문에 교통류 내에 큰 간격(gap)이 생긴다.

(나) 교통량의 방향별 분포와 차로별 이용도

차종별 구성비 외에도 교통용량, 서비스 교통량, 서비스 수준에 영향을 미치는 요인에는 교통량의 방향별 분포와 차로별 이용도가 있다.

교통량의 방향별 분포는 2차로 지방부 도로의 자동차 운행 상태에 큰 영향을 미치는데, 최적 상태는 각 방향별로 50 대 50으로 나타나며, 방향별 분포가 편중될수록 용량은 감소한다.

편도 2차로 이상의 도로 설계 시에는 2차로 도로와는 달리 한 방향의 흐름에 초점을 맞추어 수행하지만, 도로의 각 방향 모두 첨두 방향의 첨두 교통류율(peak rate of flow)에 적합하도록 설계하여야 한다. 그 이유로는 대부분의 도로에서 오전 첨두 교통이 어느 한 방향에서 발생하고, 오후에는 이와 반대 방향에서 첨두 교통이 발생하기 때문이다.

(5) 교통 통제 조건

교통 통제 조건은 주로 단속류 도로에 해당된다. 대표적인 교통 통제 조건으로서 시간의 통제가 있는데, 특정 교통류의 주행에 이용되는 시간의 통제는 교통용량, 서비스 교통량 및 서비스 수준에 큰 영향을 주는 요소이다. 이러한 교통 통제 시설의 대표적인 예는 교통 신호등이다.

단속류 도로에서의 차량 운행은 교통 신호등의 사용 방식에 따라 영향을 받는데, 신호 현시, 녹색 신호의 비율, 신호 주기, 접근 방향별 교통량 등이 결정 변수이다.

정지표지와 양보표지도 용량에 영향을 주지만 교통 신호등보다 강제성이 약하다. 교통 신호등은 각 방향별 움직임을 허용하는 시간을 확실하게 지시하는데 반하여 정지표지와 양보표지는 주 도로의 운전자들에게 통행 우선권(right of way)을 나타내고 있는데 불과하다.

부도로의 자동차들은 주 도로 교통류 내로 끼어들 수 있는 간격(gap)을 찾아야만 하므로 이러한 진입로의 용량은 주 도로의 교통 상태에 좌우된다.

4.3 서비스 수준

서비스 수준이란 통행속도, 통행시간, 통행 자유도, 안락감 그리고 교통 안전등의 교통 운영 상태를 설명하는 질적인 개념이다. 서비스 수준은 A~F까지 6등급으로 나눌 수 있으며, A 수준은 가장 좋은 상태, F 수준은 가장 나쁜 상태를 나타낸다. 일반적으로, E 수준을 용량 상태라 한다.

도로의 설계 서비스 수준으로는 일반적으로 서비스 수준 C와 D가 사용된다. 도로용량과 마찬가지로 서비스 교통량도 일반적으로 15분간의 교통량을 토대로 결정한다.

서비스 교통량은 해당 도로의 서비스 수준을 자동차 대수로 나타낸 것으로서, 주어진 시간 동안, 주어진 도로 조건, 교통 조건 및 교통 통제조건에서 일정한 서비스 수준을 유지하면서 도로 또는 차로의 일정 구간 또는 지점을 자동차가 통과하리라 기대되는 교통류율을 의미한다.

교통용량과 마찬가지로 서비스 교통량도 일반적으로 15분간의 교통량을 토대로 결정한다.

〈표 4.2〉 서비스 수준별 교통류 상태

서 비 스 수 준	구 분	교 통 류 상 태
A	자유 교통류	서비스수준 A는 원칙적으로 완전한 자유 통행 상태를 나타낸다. 차량들은 교통류 속에서 거의 완전히 방해받지 않고 운행할 수 있기 때문에, 운전자들에게 물리적으로나 심리적으로 아주 편안한 수준을 제공한다. 가벼운 사고나 고장의 영향은 이러한 서비스수준에서는 쉽게 흡수될 수 있다.
B	안정된 교통류	서비스수준 B는 상당히 양호한 자유 통행 상태를 나타낸다. 이러한 교통류 속의 운전자들은 통행하는 데 약간의 제한을 받으며, 물리적 · 심리적으로 편안함을 느낀다. 가벼운 사고나 고장의 영향은 아직은 쉽게 흡수될 수 있는 상태이지만, 부분적으로 서비스수준 A보다는 다소 악화될 수 있다.
C	안정된 교통류	서비스수준 C는 안정된 운행 상태를 제공하지만 교통량이 조금만 증가하더라도 서비스 질이 많이 떨어지는 범위에 접근한 교통류 상태이다. 교통류 속에서 통행 자유도는 상당히 제한을 받으며 차로를 변경하는 데 주의를 기울여야 한다. 이 서비스수준에서, 가벼운 사고의 영향은 흡수될 수 있지만, 사고 발생 시 서비스수준은 크게 떨어진다. 운전자들은 안전하게 운행하기 위하여 더욱 더 주의를 기울여야 하기 때문에 다소 긴장한다.
D	높은 밀도의 안정된 교통류	서비스수준 D는 안정된 흐름이지만, 이 수준을 조금만 넘어서도 서비스 질이 크게 떨어지며, 불안정 교통류가 된다. 교통류 속에서 통행 자유도는 상당히 제한되며, 운전자들은 물리적, 심리적으로 심하게 압박 받는다. 가벼운 사고나 고장이 발생하여도 교통류가 그로 인한 영향을 흡수할 여유가 없으므로, 상당히 지체하게 된다.

서 비 스 수 준	구 분	교 통 류 상 태
E	불안정 교통류 (용량 상태발생)	서비스수준 E에서 차량들은 매우 불안정한 상태로 통행한다. 통행을 방해하는 요소들, 즉 연결로부터의 유입 차량, 차로 변경 차량 등이 있을 때 통행 차량들은 이러한 차량들의 진입에 의하여 통행이 제약을 받으며, 이로 인한 교통류 방해파는 상류로 전파된다. 서비스수준 E와 서비스수준 F 사이의 경계는 용량 상태를 나타낸다. 용량 상태의 교통류는 어떠한 사소한 방해 요인도 분산시켜 흡수할 여유가 없으므로 가벼운 혼잡 요인이 개입되어도 오래 동안 교통류가 지체된다.
F	강제류 (와해상태)	서비스수준 F는 교통 수요가 교통 용량을 넘어서서 통행이 와해된 상태를 말한다. 이러한 통행 와해 상태는 다음과 같은 곳에서 발생한다. ① 교통사고로 인하여 용량이 일시적으로 감소하는 곳 ② 도착 교통량이 그 지점을 통과할 수 있는 교통량보다 많은 곳으로서, 특히 합류부, 엇갈림 구간, 차로 축소 지점은 차로 기하구조상 혼잡이 자주 일어나는 곳이다. ③ 예측 상황에서 첨두시간 교통량이 용량을 초과하는 지점에서 문제가 나타난다.

4.4 교통류의 효과척도

교통류의 질을 나타내는 데 기준이 되는 것을 효과척도라 하며, 서비스 수준을 나타내는 데 사용한다. 연속류의 자동차 운행 상태는 속도, 교통량, 밀도의 기본적인 효과척도로 나타낼 수 있다.

(1) 서비스 수준과 효과척도

서비스 수준은 각 도로의 통행 상태를 가장 잘 나타내는 한 가지 또는 몇 가지의 운영 변수를 기본으로 하여 규정된다. 서비스 수준의 개념은 운영 상태를 폭 넓게 나타내는 것이 바람직하지만, 많은 운영 변수를 모두 포함하여 운영 상태를 나타낸다는 것은 자료 수집 및 활용의 제한 때문에 불가능하다. 도로의 서비스 수준을 규정하는데 이용되는 척도를 효과척도(Measures of Effectiveness, MOE)라 하는데, 이 효과척도들은 각 도로의 교통 운행의 질을 가장 잘 나타내야 한다. <표 4.3>은 도로 구분별로 서비스 수준을 규정하는 데 사용되는 효과척도들이다.

〈표 4.3〉 도로구분에 따른 효과척도

도로의 구분		효 과 척 도	비 고
고속도로 • 고속도로 기본구간 • 엇갈림 구간 • 연결로와 접속부		밀도, 교통량 대 용량비 평균 밀도 영향권의 평균 밀도	연속류 도로
다차로 도로		평균 통행속도	
2차로 도 로	일 반 지 형 특정 경사 구간	도로유형별 총지체율	
신호 교차로		차량당 평균 제어 지체	단속류 도로
도시 및 교외 간선도로		평균 통행속도	

각 서비스 수준은 〈표 4.3〉에 있는 효과척도를 사용하여 운영 상태를 일정 범위로 표현한 것이다. 서비스 수준이란 질을 나타내는 개념이므로, 각 서비스 수준은 하나의 값이 아닌 범위로 표현된다. 여기에서는 연속류에서 가장 기본이 되는 효과척도인 교통량(교통류율)과 속도 및 밀도에 대해서 설명한다.

(2) 교통량과 교통류율

교통량(volume)과 교통류율(flow rate)은 일정한 시간에 도로 또는 차로 상의 한 지점을 통과한 자동차 대수를 측정하는 단위로서, 이들 용어의 정의는 다음과 같다.

- ① 교통량 : 주어진 시간 동안 도로 또는 차로의 횡단면 또는 한 지점을 통과한 자동차의 총 대수를 나타낸다. 조사 단위는 1년, 하루, 1시간 또는 몇 분 등이다.
- ② 교통류율 : 한 시간보다 짧은 간격, 보통 15분 동안에 도로 또는 차로의 횡단면 또는 한 지점을 통과한 자동차 대수를 시간당 교통량으로 환산한 값이다.

즉, 교통량(volume)은 주어진 시간 동안 통과하리라 예측하거나 관측한 자동차 대수이며, 교통류율(flow rate)은 한 시간보다 짧은 시간에 통과하는 자동차 대수를 시간 단위의 교통량으로 환산한 것이다. 예를 들어, 15분 동안 100대의 자동차를 관측하였다면, 교통류율은 400대/시(=100대/15분)이다.

다음의 교통량 조사는 한 시간 실시한 것으로서, 두 용어의 차이를 잘 나타내고 있다.

관측 시간	관측 교통량	교통류율 (대/시)
5:00~5:15	1,000	4,000
5:15~5:30	1,200	4,800
5:30~5:45	1,100	4,400
5:45~6:00	1,000	4,000
5:00~6:00	4,300	4,300

교통량은 연속된 15분 간격으로 네 차례 관측하였으며, 1시간의 교통량(volume)은 관측 교통량들의 합인 4,300대/시이다. 그러나 교통류율(flow rate)은 각 15분 간격마다 변하는데, 15분 간격 동안의 최대 교통류율은 1,200대/0.25시, 즉 4,800 대/시이다. 조사 시간에 관측 지점을 4,800대가 통과하지는 않았지만 15분 동안에는 이와 같은 통행 비율로 자동차가 통과하였다는 것을 나타내는 것이다. 교통용량 분석에서 가장 중요한 것은 첨두 교통류율을 고려하는 것이다. 위의 교통량을 관측한 도로 구간의 용량이 4,500 대/시라면, 전체 한 시간 동안의 교통량(4,300 대/시)이 용량(4,500 대/시)보다 적더라도 4,800 대/시의 비율로 자동차가 도착하는 첨두 15분 동안 (5:00~6:00)에는 교통 와해 상태가 발생한다. 이러한 상황은 와해 상태가 발생한 시점에서부터 오래 동안, 발생 지점에서부터 먼 곳까지 혼란이 확산된다.

첨두 교통류율은 첨두시간계수(Peak Hour Factor, PHF)를 사용하여 시간당 교통량으로 환산할 수 있다. 여기서 첨두시간계수(PHF)는 첨두시간교통량을 첨두시간의 최대교통류율로 나눈 값으로 정의된다.

$$PHF = V_P / (4 \times V_{15}) \quad (4.1)$$

여기서, PHF : 첨두시간계수

V_P : 첨두시간교통량 (대/시)

V_{15} : 첨두 15분 동안 통과한 자동차 대수 (대/15분)

첨두 1시간동안 균일하게 자동차가 지나갔다면, 첨두시간계수는 1.0이다.

도로 용량 편람에서는 첨두시간 내의 첨두기간(일반적으로 15분, peak flow period) 동안의 교통량을 용량 분석의 기준으로 삼고 있다.

(3) 속 도

속도는 단위 시간당 이동한 거리로 규정되는데, 일반적으로 km/h로 표시된다. 교통류의 속도를 나타내는 데는 대표값이 사용되어야 하는데, 그 이유는 교통류 내에서 관찰되는 자동차들의 속도가 광범위하게 분포되어 있기 때문이다. 속도는 측정 대상 구간의 길이를 먼저 측정하고, 자동차가 이 구간을 통과하는 데 소요된 평균 주행 시간을 관측한 후, 구간의 길이를 주행 시간으로 나누어서 구한다. 예를 들어, n 대의 자동차가 길이가 L인 구간을 $t_1, t_2, t_3, \dots, t_n$ 의 시간으로 통행하였다면, 평균 주행속도는 다음과 같이 계산할 수 있다.

$$S = \frac{L}{\sum_{i=1}^n t_i / n} = \frac{nL}{\sum_{i=1}^n t_i} \quad (4.2)$$

여기서, S : 평균 주행속도(km/h)

L : 도로 구간의 길이 (km)

t_i : i 번째 자동차가 이 구간을 통과하는 데 소요되는 주행 시간(시간)

n : 주행 시간 관측 횟수

평균 주행속도(average running speed)와 비슷한 척도인 평균 통행속도(average travel speed)는 어떤 도로 구간의 길이를 이 구간을 통행하는 데 소요되는 평균 통행 시간으로 나눈 값이다. 이때의 평균 통행 시간은 자동차가 통행 중에 정지하는 것까지 포함한 시간을 의미한다. 따라서, 평균 통행속도의 계산에는 고정된 교통 방해 시설(교통 신호등, 정지표지, 양보표지 등)이나 교통 혼란으로 인하여 발생하는 통행 시간이 포함된 총 통행 시간을 사용한다. 교통 혼란이 없는 상태에서는 평균 통행속도와 평균 주행속도는 같다.

(4) 밀 도

밀도(density)는 주어진 구간의 차로 또는 도로 구간에 있는 자동차 대수로 정의되며, 보통 (대/km)의 단위로 표시한다.

밀도의 측정 방법에는 현장 측정 방법과 식을 이용하는 방법이 있다. 현장 측정 방법으로는, 도로 구간을 관찰할 수 있는 높은 위치에서 관측하여 측정하는 방법이 있으나 측정이 어렵다. 식을 이용하는 방법으로서, 밀도를 평균 통행속도와 교통류율로부터 계산하는 방법이 있다. 여기에 이용되는 식은 다음과 같다.

$$D = V_t / S \quad (4.3)$$

여기서, D : 밀도 (대/km)

V_t : 교통류율 (대/시)

S : 평균 통행속도 (km/h)

따라서, 교통류율이 2,000대/시이고 평균 통행속도가 50km/h인 도로 구간의 밀도는 40대/km (=2,000/50)이다.

밀도는 교통 운영 상태를 나타내는 중요한 변수의 하나이며, 자동차들 간의 근접된 정도를 나타내므로, 교통류 내에서의 통행 자유도를 반영한다.

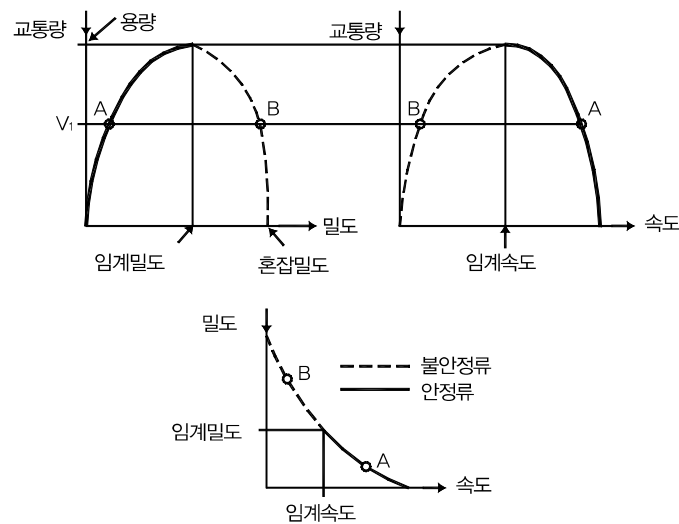
(5) 연속류의 속도, 밀도, 교통량 관계

연속류의 흐름을 설명하는 세 척도는 [교통량 = 속도×밀도] 관계에 있으며, 이를 이용하면 속도와 밀도의 곱이 무한한 값이라도 교통량은 계산될 수 있다. 하지만, 실제로 주어진 도로 구간에서 생길 수 있는 교통 흐름은 그 밖의 변수들에 의하여 제한된다.

주어진 도로의 최대 교통류율은 그 도로의 용량이 되는데, 이때의 밀도를 임계 밀도(critical density)라 하며, 이때의 속도를 임계 속도(critical speed)라 한다.

용량에 접근할수록 교통류 내에서의 차간 간격(gap)이 좁아지기 때문에 불안정한 흐름으로 바뀌어 가며, 용량 상태에서는 교통류 내에서 사용할 수 있는 간격이 거의 없기 때문에 도로를 출입하는 자동차와 교통류 내에서의 차로 변경 등으로 인한 혼잡이 생기고, 이렇게 발생한 혼잡은 쉽게 해소되지 않는다. 그러므로 용량 상태 또는 용량에 근접한 상태로 운행되는 도로의 경우, 대부분 상류쪽에 차량 행렬이 형성되며, 불안정한 흐름 또는 교통 와해 상태가 필연적으로 발생한다. 그래서 도로를 설계할 때에는 해당 도로의 용량 이하의 상태에서 운용되도록 설계를 하여야 한다.

〈그림 4.1〉은 연속류를 설명하는 세 변수의 기본적인 관계를 나타낸 것이다. 이들 관계의 모양은 모든 연속류 도로에서 비슷하지만 정확한 모양과 값은 조사 구간의 도로 조건과 교통 조건에 따라 결정된다.



〈그림 4.1〉 연속류의 속도와 밀도와 교통량 관계

〈그림 4.1〉에 표시한 것과 같이 용량 이하의 교통량은 다음과 같은 두 가지 다른 조건에서 발생한다. 한 경우는, 높은 속도와 낮은 밀도 상태, 다른 경우는 낮은 속도와 높은 밀도 상태에서 발생한다. 곡선 중 낮은 속도, 높은 밀도 부분은 불안정류를 나타내며, 이는 강제류, 와해 상태를 나타내는 것이다. 그리고 높은 속도, 낮은 밀도 부분은 안정류를 나타내며, 교통용량 분석의 관심 대상이기도 하다. 서비스 수준 A~D는 안정류 부분, 서비스 수준 E~F는 불안정류라 하며, 서비스 수준 E의 최대 교통량을 도로의 용량이라고 한다.(‘4.3 서비스 수준’의 〈표 4.2〉 참조)

4.5 도로의 구간별 분석과 설계

도로의 구간별 분석과 설계는 각 도로 구간의 형태에 따른 교통류의 특성을 분석하여 교통 용량과 서비스 수준을 산출하고, 이를 바탕으로 원활하고 안전한 교통을 확보할 수 있도록 도로를 설계하여 도로의 효율을 높이고자 함이다.

도로의 교통용량을 산정하기 위하여 <도로 용량 편람>에서는 도로를 2차로 도로, 고속도로 기본구간, 엇갈림 구간, 연결로와 접속부, 다차로 도로, 신호 교차로, 도시 및 교외 간선도로로 구분하고 있는데, 여기에서는 고속도로 기본구간, 엇갈림 구간, 연결로와 연결로 접속부 그리고 고속도로 전체 구간의 분석에 대하여 설명한다. 나머지 부분에 대한 내용은 <도로 용량 편람>을 참고하기 바란다.

(1) 개 요

고속도로는 완전한 형태의 연속류를 유지하는 유일한 도로로서, 교통류의 상태는 교통량과 고속도로의 선형에 주로 영향을 받는다. 또, 자동차 운행 상태는 주변 여건 즉 기후, 포장 상태 또는 교통사고 발생 등에 영향을 받는다.

고속도로의 기하구조는 중앙분리대가 설치되어 있고, 방향별로 2차로 이상의 차로를 가진 최상급 도로로서, 완전 출입통제 방식을 취한다.

(2) 고속도로 구성 요소

고속도로는 다음과 같은 세 요소로 구성되어 있다.

(가) 고속도로 기본구간

엇갈림이 없고, 연결로 접속부의 합류 및 분류의 영향을 받지 않는 고속도로 본선 구간을 말한다.

(나) 엇갈림 구간

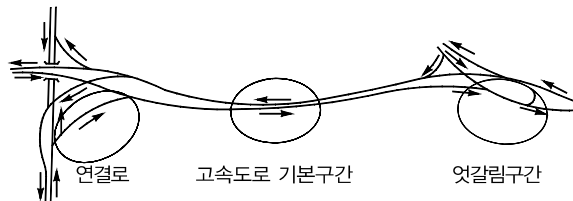
교통 통제 시설의 도움 없이 두 교통류가 같은 방향으로 상당히 긴 구간을 주행하면서 서로 다른 방향으로 엇갈리는 구간을 말한다. 엇갈림은 합류부에 이어 분류부가 있는 구간에서 발생한다.

(다) 연결로와 연결로 접속부

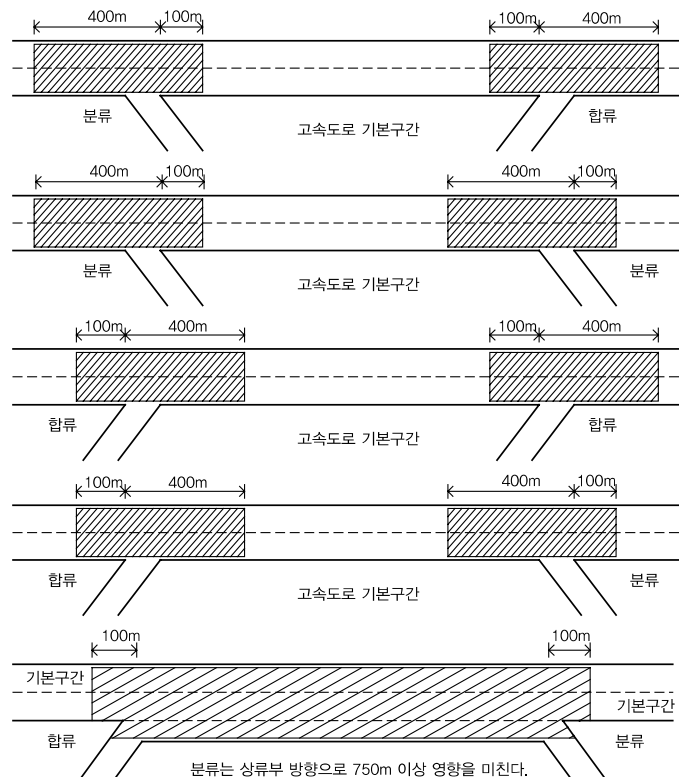
연결로란 고속도로 본선과 접속도로, 또는 고속도로 본선과 본선을 연결시키는 도로를 말한다. 연결로 접속부란 유입 연결로 또는 유출 연결로가 고속도로 본선에 접속되는 구간을 말한다. 연결로 접속부에는 합류 또는 분류하는 자동차가 집중되므로, 이 구간에서 본선의 교통 흐름이 원활하지 못하다. 엇갈림 구간과 연결로 접속부의 영향권은 다음과 같다.

- ① 엇갈림 구간 : 엇갈림이 시작되는 진입 연결로의 100m 상류 지점으로부터 엇갈림이 끝나는 진출 연결로의 100m 하류 지점까지의 구간
- ② 진입 연결로 : 연결로 접속부의 100m 상류 지점부터 400m 하류 지점까지의 구간
- ③ 진출 연결로 : 연결로 접속부의 400m 상류 지점부터 100m 하류 지점까지의 구간이 영향권은 교통 흐름이 정상적일 때의 경우이고, 교통사고가 발생하거나 교통 수요가 많아서 정체가 생긴 상태에서는 이들 영향권은 더 길어질 수 도 있다.

〈그림 4.2〉는 다양한 형태의 고속도로 구성 요소를 보여주며, 〈그림 4.3〉은 이들 구성요소들의 영향권을 나타낸 것이다. 고속도로 전체의 교통용량을 추정하기 위하여, 그리고 병목현상이 발생할 소지가 있는 지점을 확인하기 위하여 각 구성 요소들을 통합적인 방법으로 분석하여야 한다.



〈그림 4.2〉 고속도로 구성 요소



〈그림 4.3〉 고속도로 구성 요소의 영향권

4.5.1 고속도로 기본구간

고속도로 기본구간의 서비스 교통량을 구하는 식은 다음과 같다.

$$SF_i = C_j \times (V/C)_i \times n \times f_w \times f_{HV} \quad (4.4)$$

여기서, SF_i : 서비스 수준 i 에서, 주어진 교통 조건 및 도로 조건에서 차로 수 N 에 대한 서비스 교통량(대/시)

C_j : j 설계 속도의 용량(pcphpl)(〈표 4.4〉 참조)

$(V/C)_i$: 서비스 수준 i 에서 교통량 대 용량 비(〈표 4.4〉 참조)

N : 한 방향 차로 수

f_w : 차로폭 및 측방여유폭 보정계수 (〈표 4.5〉 참조)

f_{HV} : 중차량 보정계수

일반지형 일 경우

$$f_{HV} = \frac{1}{1 + P_{T_0}(E_{T_0} - 1) + P_{T_1}(E_{T_1} - 1) + P_{T_2}(E_{T_2} - 1)} \quad (\text{평지}) \quad (4.5)$$

$$f_{HV} = \frac{1}{1 + P_{T_0}(E_{T_0} - 1) + P_{T_1, T_2}(E_{T_1, T_2} - 1)} \quad (\text{구릉지, 산지}) \quad (4.6)$$

특수경사구간일 경우

$$f_{HV} = \frac{1}{[1 + P_{HV}(E_{HV} - 1)]} \quad (4.7)$$

여기서,

E_{T_0} , E_{T_1} , E_{T_2} : 소형, 중형, 대형 중차량의 승용차 환산계수(〈표 4.6〉 참조)

P_{T_0} , P_{T_1} , P_{T_2} : 소형, 중형, 대형 중차량의 구성비

E_{HV} : 중차량에 대한 승용차 환산계수(〈표 4.7〉 참조)

P_{HV} : 중차량 구성비

도로의 교통 운행 상태를 분석하기 위해서는 분석 구간을 결정하고, 분석에 필요한 자료를 조사하여야 한다. 분석 구간은 도로 조건과 교통 조건이 거의 동일하여야 하며, 분석에 필요한 자료는 교통량, 첨두시간계수, 차종별 구성비, 차로폭 및 측방여유폭, 종단경사와 종단경사 길이 등이다.

분석 구간의 설계속도별 최대 서비스 교통량은 이상 용량(2,000~2,300 승용차/시/차로)에 주어진 도로 조건과 교통 조건을 반영시킨 보정계수 및 서비스 수준을 반영시킨 보정계수를 곱하여 구한다.

〈표 4.4〉 고속도로 기본 구간의 서비스 수준

서비스 수 준	밀도 (pcpkmpl)	설계 속도 120 kph		설계 속도 100 kph		설계 속도 80 kph	
		교통량 (pcphpl)	v/c 비	교통량 (pcphpl)	v/c 비	교통량 (pcphpl)	v/c 비
A	≤6	≤700	≤0.3	≤600	≤0.27	≤500	≤0.25
B	≤10	≤1,150	≤0.5	≤1,000	≤0.45	≤800	≤0.40
C	≤14	≤1,500	≤0.65	≤1,350	≤0.61	≤1,150	≤0.58
D	≤19	≤1,900	≤0.83	≤1,750	≤0.8	≤1,500	≤0.75
E	≤28	≤2,300	≤1.00	≤2,200	≤1.00	≤2,000	≤1.00
F	>28	—	—	—	—	—	—

〈표 4.5〉 고속도로 기본구간의 차로폭 및 측방여유폭 보정계수

측방 여유폭 (m)	한 쪽에만 장애물이 있을 때				양 쪽에 장애물이 있을 때				
	차 로 폭 (m)								
	3.50	3.25	3.00	2.75	3.50	3.25	3.00	2.75	
	4차로(원도 2차로) 고속도로								
	1.5	1.00	0.96	0.90	0.80	0.99	0.96	0.90	0.80
	1.0	0.98	0.95	0.89	0.79	0.96	0.93	0.87	0.77
	0.5	0.97	0.94	0.88	0.79	0.94	0.91	0.86	0.76
	0.0	0.90	0.87	0.82	0.73	0.81	0.79	0.74	0.66
	6차로 이상(원도 3차로 이상)인 고속도로								
	1.5	1.00	0.95	0.88	0.77	0.99	0.95	0.88	0.77
	1.0	0.98	0.94	0.87	0.76	0.97	0.93	0.86	0.76
	0.5	0.97	0.93	0.87	0.76	0.96	0.92	0.85	0.75
	0.0	0.94	0.91	0.85	0.74	0.91	0.87	0.81	0.70

주) 양 쪽에 장애물이 있는 경우, 측방여유폭은 양 쪽 장애물 거리의 평균값임.

〈표 4.6〉 고속도로 기본구간 일반지형의 승용차 환산계수

차종 구분 \ 지 형	평 지	구 릉 지	산 지
소 형(E_{T_0}) (2.5톤 미만 트럭, 16인승 미만 승합차)	1.0	1.2	1.5
중 형(E_{T_1}) (2.5톤 이상 트럭, 16인승 이상 버스)	1.5	3.0	5.0
대 형(E_{T_2}) (세미 트레일러 또는 풀 트레일러)	2.0		

〈표 4.7〉 고속도로 기본구간 특정경사구간의 승용차 환산계수

경사 (%)	경사 길이 (km)	중차량 구성 비율(%)					
		≤ 5	≤ 10	≤ 20	≤ 30	≤ 40	> 40
< 2	모든 경우	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
< 3	≤ 0.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
	≤ 1.0	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
	≤ 1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
	≤ 1.8	2.0	2.0	2.0	1.5	1.5	1.5
	≤ 2.5	2.5	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0
	> 2.5	3.0	2.5	2.0	2.0	2.0	2.0
< 4	≤ 0.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
	≤ 1.0	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
	≤ 1.2	2.0	2.0	2.0	1.5	1.5	1.5
	≤ 1.5	3.0	2.5	2.0	2.0	2.0	2.0
	≤ 1.8	3.5	3.0	2.0	2.0	2.0	2.0
	> 1.8	4.0	3.0	2.5	2.0	2.0	2.0
< 5	≤ 0.4	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
	≤ 0.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
	≤ 0.8	2.0	2.0	2.0	1.5	1.5	1.5
	≤ 1.0	4.0	3.0	2.5	2.0	2.0	2.0
	≤ 1.5	5.0	4.0	3.0	3.0	2.5	2.0
	> 1.5	5.5	4.0	3.5	3.0	3.0	2.5
< 6	≤ 0.4	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
	≤ 0.5	2.0	2.0	2.0	2.0	1.5	1.5
	≤ 0.8	4.0	3.0	2.5	2.0	2.0	2.0
	≤ 1.0	6.0	4.5	4.0	3.0	3.0	2.5
	≤ 1.5	6.5	5.0	4.0	4.0	3.0	3.0
	> 1.5	7.0	5.0	4.5	4.0	3.5	3.0
< 7	≤ 0.4	2.0	2.0	1.5	1.5	1.5	1.5
	≤ 0.5	4.0	3.0	2.5	2.0	2.0	2.0
	≤ 0.8	6.0	4.5	4.0	3.0	2.5	2.5
	≤ 1.0	7.5	6.0	5.0	4.5	4.0	3.5
	≤ 1.5	8.0	6.0	5.5	5.0	4.0	3.5
	> 1.5	8.0	6.5	5.5	5.0	4.0	3.5
< 8	≤ 0.4	3.0	2.5	2.0	2.0	2.0	2.0
	≤ 0.5	6.0	5.0	4.0	3.0	2.5	2.0
	≤ 0.8	8.0	6.0	5.0	4.5	4.0	3.5
	≤ 1.0	9.0	7.5	6.5	6.0	5.0	4.0
	≤ 1.5	9.5	7.5	7.0	6.0	5.0	4.0
	> 1.5	9.5	7.5	7.0	6.0	5.0	4.0
≥ 8	≤ 0.4	5.0	3.5	3.0	2.0	2.0	2.0
	≤ 0.5	8.0	6.0	5.5	4.0	4.0	3.5
	≤ 0.8	10.0	8.0	7.0	6.5	5.5	4.5
	≤ 1.0	10.5	9.0	8.0	7.0	5.5	4.5
	≤ 1.5	11.0	9.0	8.0	7.0	5.5	4.5
	> 1.5	11.0	9.0	8.0	7.0	5.5	4.5

4.5.2 엇갈림 구간

(1) 기본 사항

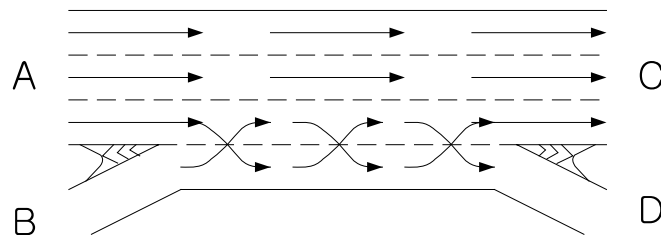
엇갈림이란 교통 통제 시설의 도움 없이 상당히 긴 구간을 주행하면서 같은 방향의 두 교통류가 차로를 바꾸는 교통 현상을 말한다. 엇갈림 구간은 합류 구간 바로 다음에 분류 구간이 있을 때 또는 유입 연결로 바로 다음에 유출 연결로가 있을 때, 이 두 지점이 연속된 보조 차로로 연결되어 있는 구간이다. 엇갈림 구간의 운행 특성은 엇갈림 구간의 형태와 길이 및 폭에 영향을 받는다.

엇갈림구간의 분석체계는 본선-연결로 엇갈림 형태와 연결로-연결로 엇갈림 형태에 적용할 수 있다. 다른 대부분의 엇갈림 형태는 고속 통행이 요구되는 고속도로의 위계상 안전과 소통상의 장애 요인이 되므로 설계 시에는 이를 고려하지 않는 것이 바람직하다.

(가) 개 요

엇갈림 구간은 운전자들이 원하는 도로 지점으로 접근하기 위하여 필수적인 차로 변경이 요구되는 구간으로 다른 도로 구간보다는 상충 빈도가 높아 교통 혼잡이나 사고 발생 가능성이 더 높다. 이러한 교통류 형태가 발생하는 구간에 대해서는 도로 설계 단계에서부터 적절히 대처하지 않으면 교통혼잡과 교통사고 발생의 가능성도 대단히 커지게 되며, 운영 단계에서도 구조적인 한계는 있지만 그에 상응하는 조치가 요구된다.

이 요령에서 제시하는 방법론은 기본적으로 고속도로에 적용할 수 있으며, 고속도로 이외의 자동차 전용도로나 설계 수준이 높은 지방부 일반도로에도 적용할 수 있다. 엇갈림 구간의 형태면에서는 하나의 유입 연결로 다음에 유출 연결로가 보조차로로 이어져 있는 본선-연결로 엇갈림 형태와 그 변형인 연결로-연결로 엇갈림 형태에 적용할 수 있다. 다른 형태의 엇갈림 구간은 본 편람에서 다루지 않는다.



〈그림 4.4〉 엇갈림 구간의 교통 흐름

(나) 엇갈림 구간의 특성

엇갈림 구간의 교통류 특성에 영향을 미치는 도로 기하구조 요소에는 다음 3가지가 있다.

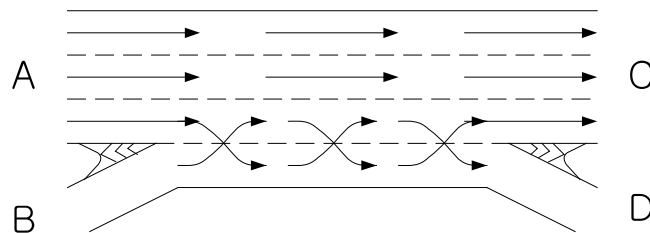
① 엇갈림 구간의 형태

엇갈림 구간의 형태는 엇갈림을 하는 차량이 차로를 변경하여야 하는 최소 횡수와 출입 지점의 위치에 따라 여러 가지 형태가 생긴다. 차로 변경 횡수는 진입 차로와 진출 차로의 위치와 차로 수에 따라 결정되는데, 이들은 차로 변경을 포함한 엇갈림 구간의 운행 특성에 큰 영향을 미치기 때문에 엇갈림 구간의 설계에서 매우 중요하다.

(a) 본선-연결로 엇갈림

본선-연결로 엇갈림 형태는 각각의 엇갈림 차량들이 원하는 방향으로 주행하기 위하여 반드시 한 번의 차로 변경을 하여야 하는 구간을 말한다. 즉, 진입 연결로 다음에 진출 연결로가 위치하며, 두 연결로가 연속된 보조차로로 연결된 구간을 말한다.

본선에 진입하는 연결로 차량은 본선 측 인접 차로로 들어가기 위하여 보조차로에서 차로를 변경하여야 하며, 본선에서 진출하는 연결로 차량은 본선 측 인접 차로에서 보조차로로 차로를 변경하여야 한다.

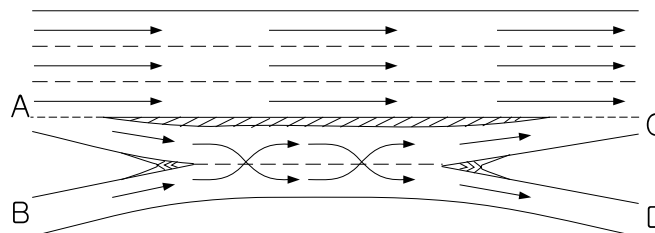


〈그림 4.5〉 본선-연결로 엇갈림 형태

(b) 연결로-연결로 엇갈림

연결로-연결로 엇갈림 형태는 본선-연결로 엇갈림을 본선이 아닌 본선에 연접 설치되어 집산도로 기능을 하는 측도에서 일어나게 한 형태로서, 본선에서 연결로로 진출하는 교통류(A→D 방향)와, 연결로에서 본선으로 진입하는 교통류(B→C 방향)가 엇갈리기 때문에, 이 엇갈림 구간내의 모든 차량은 한 번의 차로 변경을 반드시 하여야 한다.

연결로-연결로 엇갈림 형태는 고속 교통에 부적합한 엇갈림이라는 교통 현상을 저속 교통 기능의 도로인 집산도로로 이격시켜 처리한 바람직한 설계 형태라고 볼 수 있다.



〈그림 4.6〉 연결로-연결로 엇갈림 형태

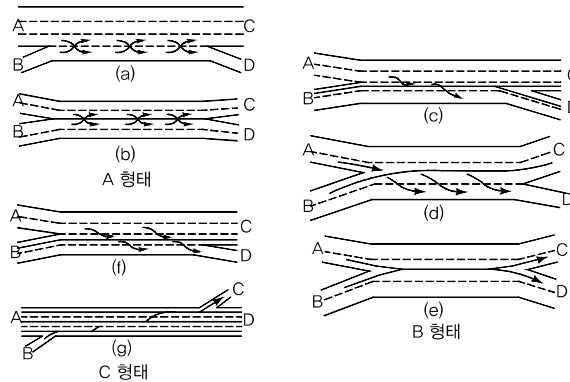
엇갈림 구간의 형태는 엇갈림하는 데 필요한 차로 변경 횟수에 의하여 A형, B형, C형의 세가지로 구분된다. (〈그림 4.7〉 참조). 차로 변경 횟수는 진입 차로와 진출 차로의 위치와 차로수에 따라 결정되는데, 이들은 차로 변경을 포함한 엇갈림 구간의 운행 특성에 큰 영향을 미치기 때문에 엇갈림 구간의 설계에서 매우 중요하다.

그러나 현재 우리나라에 설치된 대부분의 엇갈림 구간이 A형인 점과, B형과 C형은 설계 및 운영상 고속도로의 설계 수준에 맞지 않게 불합리하다는 점 등을 고려하여, 여기에서는 A형의 연결로 엇갈림 구간을 대상으로 하여 분석 방법을 제시하였다.

A형의 엇갈림 구간은 각각의 엇갈림 차량들이 원하는 방향으로 주행하기 위하여 차로를 한번 바꾸어야 하는 형태이다.

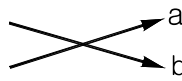
A형 엇갈림 구간의 두 가지 예는 〈그림 4.7〉에 나타내었다. 〈그림 4.7(a)〉는 연결로 엇갈림 구간으로서, 진입 연결로 다음에 진출 연결로로 구성되어 있으며, 두 연결로는 연속된 보조차로로 연결된 엇갈림 구간이다. 진입 연결로 차량은 길어깨측 차로로 들어가기 위하여 보조차로로부터 차로를 변경하여야 하며, 진출 연결로 차량은 길어깨측 차로로부터 보조차로로 차로를 변경하여야 한다.

〈표 4.8〉은 차로 변경에 필요한 차로 수에 의한 엇갈림 구간 형태를 구분하는 표이다.



〈그림 4.7〉 엇갈림 구간의 형태

〈표 4.8〉 차로 변경에 의한 엇갈림 구간 형태 분류

엇갈림 교통량 a에 필요한 차로 변경 횟수	 엇갈림 교통량 b에 필요한 차로 변경 횟수		
	0	1	≥ 2
0	B 형	B 형	C 형
1	B 형	A 형	—
≥ 2	C 형	—	—

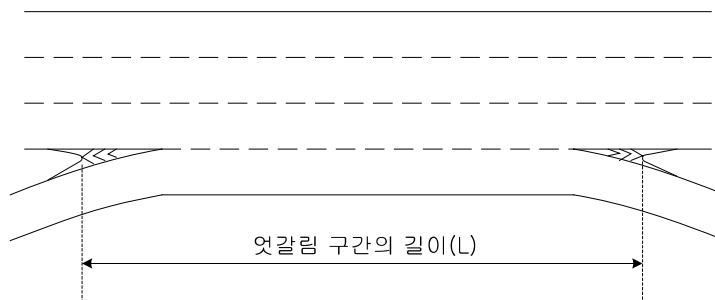
② 엇갈림 구간의 길이

엇갈림 구간 길이는 <그림 4.8>에서 엇갈림 구간 진입로와 본선이 만나는 지점에서 진출로 시작 부분까지의 거리 즉, 물리적인 고어부 사이의 거리로 한다.

엇갈림 구간의 길이는 본선-연결로 엇갈림 구간의 경우 최소 200m를 넘게 하는 것이 통행 안전상 바람직하며, 750m를 넘는 경우 엇갈림이 일어난다기보다는 합류와 분류 움직임이 독립적으로 본선 교통류에 영향을 미친다고 볼 수 있다. 이 경우에는 독립된 유출입으로 간주하여 연결로 접속부의 분석 절차에 따라 서비스수준 등을 분석하면 된다.

연결로-연결로 엇갈림 구간의 길이는 두 연결로의 본선 진출부와 진입부 사이의 거리에 좌우되는데, 이 길이를 최소 150m로 한다. 이는 연결로-연결로 엇갈림 구간이 집산도로 기능을 하는 측도에 설치되기 때문에 그 설계 수준이 낮고 위계 차이가 적음을 고려한 것이다.

여기에서 제시하는 분석 방법은 엇갈림 구간의 길이가 750m 이하일 경우에 적용하여야 한다. 엇갈림 구간의 길이가 750m 이상인 구간에서는 엇갈림이 일어난다기보다는 합류와 분류 움직임이 독립적으로 교통류에 영향을 미친다고 볼 수 있으므로, '4.5.3 고속도로 연결로 접속부'의 분석 방법을 이용하여야 한다.



<그림 4.8 3-4> 엇갈림 구간의 길이

③ 엇갈림 구간의 폭(차로 수)

엇갈림 구간의 차로 수로 표현되는 엇갈림 구간의 폭도 이 구간의 운영 상태에 큰 영향을 미치는 요소이다. 엇갈림 구간의 폭이 넓을수록 엇갈림 교통류가 이 구간에 미치는 영향은 작으며, 통행속도도 그만큼 덜 제약을 받는다.

(2) 엇갈림 구간의 서비스 수준

엇갈림 구간의 효과척도로는 평균 밀도를 이용한다. 엇갈림구간의 분석을 위하여 가장 중요한 절차는 엇갈림구간내의 엇갈림 교통류와 비엇갈림 교통류의 공간평균 속도를 산출하는

것이다. 엇갈림 구간의 평균 통행속도는 비엇갈림 교통류의 평균 통행속도(S_{nw})와 엇갈림 교통류의 평균 통행속도(S_w)로 나누어 추정하며, 추정식은 식(4.8)과 같다.

$$S_{nw} \text{ 또는 } S_w = 30 + \frac{[(S_D + 10) - 30]}{1 + W_{nw} \text{ (또는 } W_w)} \quad (4.8)$$

속도 추정식 또는 현장 조사에 따라 산출된 엇갈림 속도와 비엇갈림 속도를 토대로 엇갈림 구간내의 평균 속도를 계산한 후, 평균 밀도를 산출한다.

$$S = \frac{V}{\frac{V_w}{S_w} + \frac{V_{nw}}{S_{nw}}} \quad (4.9)$$

$$D = \frac{V/N}{S}$$

여기서, S : 엇갈림 구간의 모든 차량에 대한 평균 속도(kph)

S_{nw} : 비엇갈림 교통류의 평균 통행속도(km/h)

S_w : 엇갈림 교통류의 평균 통행속도(km/h)

W_{nw} : 비엇갈림 교통류 엇갈림 계수 = $0.00000054 \times (1 + VR)^{0.68} (V/N)^{2.0} / L^{0.17}$

W_w : 엇갈림 교통류 엇갈림 계수 = $0.059 \times (1 + VR)^{2.2} (V/N)^{0.97} / L^{0.80}$

S_D : 본선의 설계속도(km/h)

V_w : 엇갈림 교통량(승용차/시)

V_{nw} = 비엇갈림 교통량(pcph)

V : 엇갈림 구간의 전체 교통량(승용차/시)

VR : 엇갈림 교통량 비(Volume ratio, V_w/V)

N : 엇갈림 구간의 전체 차로 수

D : 엇갈림 구간의 평균 밀도(pcpkmp)

속도 산출 시 관련 변수들을 적용할 때에는 다음의 적용 한계를 고려하여야 하며, 이를 넘어서는 경우는 적용상의 주의를 요한다.

- ① 엇갈림 교통량 비(VR) ≤ 0.50 ($N = 3$, 본선 차로수 = 2 인 경우)
 ≤ 0.45 ($N = 4$, 본선 차로수 = 3 인 경우)
 ≤ 0.40 ($N = 5$, 본선 차로수 = 4 인 경우)

② 엇갈림 구간 교통량

- 본선-연결로 엇갈림 구간의 총 교통량(V/N) $\leq 2,000$ pcphpl
- 본선-연결로 엇갈림 구간의 엇갈림 교통량(V_w) $\leq 2,800$ pcph
- 연결로-연결로 엇갈림 구간의 엇갈림 교통량(V_w) $\leq 3,000$ pcph

연결로-연결로 엇갈림 구간의 경우, 교통류 특성상 엇갈림 속도와 비엇갈림 속도의 구분이 불필요하며 모든 사업 단계에서 별도의 속도 산출 과정을 거치지 않고 교통량을 바탕으로 서비스수준을 판단한다.(〈표 4.9〉 참조) 운영 분석 단계에서 보다 정확한 서비스수준 분석이 필요할 경우 현장 조사된 속도와 교통량에 따라 산출된 평균 밀도로 해당 엇갈림 구간의 서비스수준을 판정한다. 또, 연결로-연결로 엇갈림 구간은 그 자체의 서비스수준뿐만 아니라 인접 상류부 연결로 접속부(분류부)와 하류부 연결로 접속부(합류부)의 서비스수준을 함께 분석하여 해당 구역의 서비스수준을 시스템 차원에서 분석할 필요가 있다.

〈표 4.9〉 엇갈림 구간의 서비스수준

서비스수준	밀도(D, pc/km/pl)	
	본선-연결로 엇갈림 구간	연결로-연결로 엇갈림 구간
A	≤ 6	≤ 8
B	≤ 12	≤ 13
C	≤ 17	≤ 18
D	≤ 22	≤ 25
E	≤ 27	≤ 38
F	> 27	> 38

〈표 4.10〉 본선-연결로 엇갈림 구간의 용량

(a) 설계속도 100kph 이상

(단위 : pcph)

교통량 비 (VR)	엇갈림 구간 길이 (L, m)			
	150	300	450	600
N=3 (본선 2차로)				
0.10	5,100	5,200	5,400	5,500
0.20	5,000	5,100	5,300	5,400
0.30	4,900	5,000	5,200	5,300
0.40	4,800	4,900	5,100	5,200
N=4 (본선 3차로)				
0.10	6,900	7,100	7,300	7,500
0.20	6,800	7,000	7,200	7,400
0.30	6,600	6,800	7,100	7,300
0.40	6,500	6,700	7,000	7,200
N=5 (본선 4차로)				
0.10	8,600	8,900	9,200	9,300
0.20	8,400	8,700	9,000	9,200
0.30	8,200	8,600	8,900	9,100
0.40	8,100	8,400	8,800	9,000

(b) 설계 속도 80kph

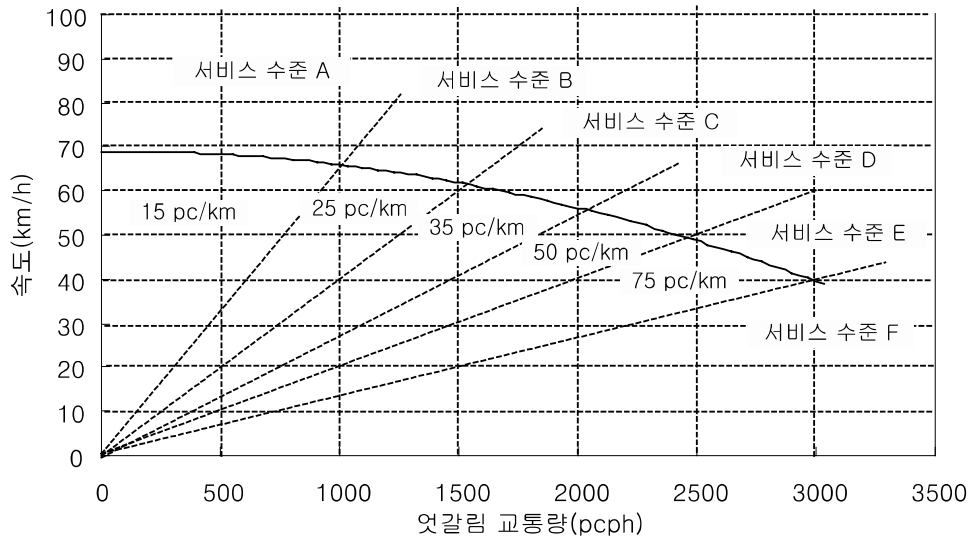
(단위 : pcph)

교통량 비 (VR)	엇갈림 구간 길이 (L, m)			
	150	300	450	600
N=3 (본선 2차로)				
0.10	4,600	4,800	4,900	5,000
0.20	4,500	4,700	4,800	4,900
0.30	4,400	4,600	4,700	4,800
0.40	4,300	4,500	4,600	4,700
N=4 (본선 3차로)				
0.10	6,200	6,400	6,600	6,700
0.20	6,100	6,300	6,500	6,600
0.30	5,900	6,200	6,400	6,500
0.40	5,700	6,100	6,300	6,400
N=5 (본선 4차로)				
0.10	7,800	8,000	8,300	8,400
0.20	7,700	7,900	8,200	8,300
0.30	7,600	7,800	8,100	8,200
0.40	7,300	7,600	8,000	8,100

연결로-연결로 엇갈림 구간의 경우, 설계 수준이 낮고 엇갈림 공간상의 제약이 따르므로 본선-연결로 엇갈림 구간처럼 관련 변수에 따른 용량 등 교통 특성 변수의 민감도가 떨어진다. 따라서, 연결로-연결로 엇갈림 구간에서는 현장 설계 및 운행 여건을 고려하여 <표 4.11>과 <그림 4.9>와 같이 서비스수준별 밀도와 교통량, V/C, 속도 등의 총괄적인 기준을 적용한다.

<표 4.11> 연결로-연결로 엇갈림 구간의 서비스수준별 최대 교통량과 속도 기준

서비스수준	밀도 (pcpkmpl)	교통량 (pcph)	V/C 비	속도 (kph)
A	≤ 7.5	≤ 1,000	≤ 0.16	≥ 65
B	≤ 12.5	≤ 1,500	≤ 0.33	≥ 60
C	≤ 17.5	≤ 2,000	≤ 0.58	≥ 55
D	≤ 25.0	≤ 2,500	≤ 0.83	≥ 50
E	≤ 37.5	≤ 3,000	≤ 1.00	≥ 40
F	> 37.5	< 3,000	< 1.00	< 40



〈그림 4.9〉 연결로-연결로 잇갈림 구간의 서비스수준

(3) 잇갈림 구간의 길이

잇갈림 구간 분석 방법론의 적용 절차는 잇갈림 구간의 형태별로 계획 및 설계 단계와 운영 분석 단계로 나누어 적용한다. 본 분석 체계는 국내 잇갈림 구간 중 가장 전형적인 형태인 본선-연결로 잇갈림 구간과 연결로-연결로 잇갈림 구간에 적용할 수 있다.

본선-연결로 잇갈림 구간을 계획하고 설계할 때에는 시행 착오법에 의하여 설계 서비스수준에 맞는 잇갈림 구간의 길이를 결정하거나, 추정된 속도와 밀도를 바탕으로 서비스수준을 판정한다. 연결로-연결로 잇갈림 구간을 계획하고 설계할 때에는 주어진 설계 조건에 따른 서비스수준 분석 절차를 주로 적용하며, 잇갈림 구간의 길이는 별도의 결정 절차를 따르는 것보다는 설계 수준상 최소 150m를 확보하는 것으로 한다.

(가) 계획 및 설계단계

본선-연결로 잇갈림 구간을 계획하거나 설계할 때 잇갈림 구간의 적정 길이 결정을 위해서는 다음 분석 과정의 1~4 단계를, 단순히 설계 대상 잇갈림 구간의 서비스수준 분석을 위해서는 운영 분석 단계의 분석 절차를 따르면 된다. 잇갈림 구간의 적정 길이를 결정할 때에는 본선 설계속도, 잇갈림 구간을 통행하는 방향별 교통량, 차로수를 토대로 시행 착오법에 의하여 최대 허용 잇갈림 길이 범위 내에서 계획된 서비스수준을 만족하는 적정 잇갈림 구간 길이를 산정한다.

설계속도 100kph 이상인 고속도로의 경우는 원활한 차량 소통과 안전한 잇갈림 운영을 위하여 잇

갈림 구간을 설치하지 않는 것이 바람직하며, 설치할 경우라도 집산도로(축도)를 설치하여 본선보다는 지선에서 엇갈림이 발생하도록 한다.

① 1단계 : 도로 및 교통 조건의 규정과 설계 조건 설정

계획 및 설계 대상 엇갈림 구간에 대하여 다음과 같은 도로 및 교통 조건을 설정한다.

- 도로 조건 : 설계 속도, 접근 방향별 차로수, 차로 폭, 최대 허용 엇갈림 구간 길이
- 교통 조건 : 방향별 1시간 교통수요, 중차량 구성비, 첨두시간계수, 승용차 환산계수
- 설계 조건 : 설계 서비스수준

설계 서비스수준은 도시지역의 경우 D 수준, 지방지역의 경우 C 수준으로 한다.

② 2단계 : 교통량의 첨두시간 승용차 교통량 환산 및 변수 한계 점검

첨두시간계수, 중차량 구성비와 승용차 환산계수로 방향별 1시간 교통량을 첨두시간 승용차 교통량으로 환산한다. 이때 첨두시간계수는 조사가 불가능할 경우 0.90(도시부)~0.95(지방부) 사이의 값을 적용하며, 승용차 환산계수는 고속도로 기본구간의 값을 적용한다.

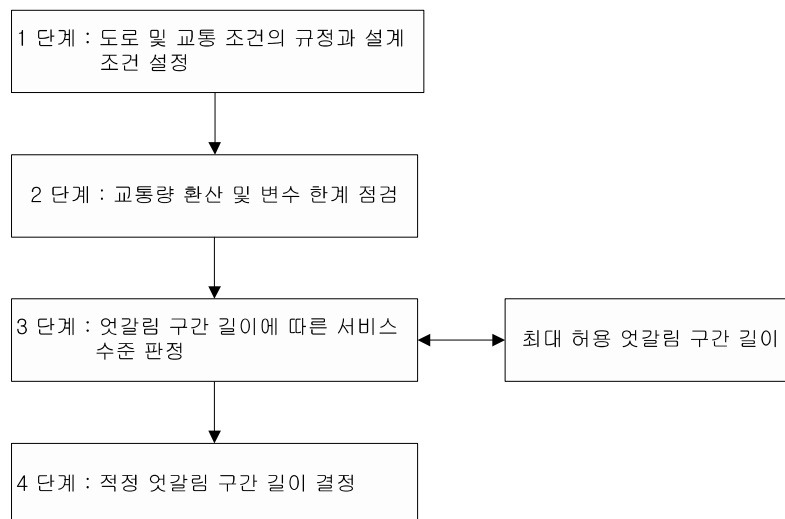
엇갈림 교통량 관련 변수(VR , V/N , Vw)들의 한계를 점검한다.

③ 3단계 : 엇갈림 구간 길이에 따른 서비스수준 판정

예측된 엇갈림 구간의 교통량, 엇갈림 비, 본선 설계속도, 차로수를 토대로, 최대 허용 엇갈림 구간 길이부터 시작하여 시행 착오법으로 엇갈림 구간 길이에 따른 서비스수준을 판정한다.

④ 4단계 : 적절한 엇갈림 구간 길이 결정

최종적으로 시행 착오법에 의하여 서비스수준을 만족하는 엇갈림 구간 길이 중에서 적정 엇갈림 구간 길이를 정한다.



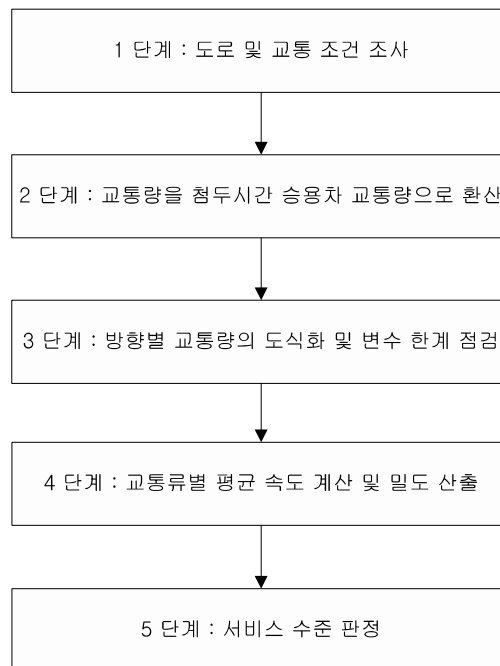
〈그림 4.10〉 엇갈림 구간 계획 및 설계 분석 과정

(나) 운영분석단계

운영 분석 단계에서는 본선-연결로 엇갈림 구간의 경우, 비엇갈림 차량과 엇갈림 차량의 속도를 조사 또는 식을 이용하여 계산하고 이를 교통량으로 가중 평균하여 밀도를 산출하여 이 구간의 서비스수준을 판별한다. 연결로-연결로 엇갈림 구간의 경우, 고속도로 기본 구간의 운영 분석 방법과 같이, 엇갈림 구간의 속도를 직접 조사 또는 식을 이용, 계산하여 밀도를 산출하고 서비스수준을 판정한다.

① 본선-연결로 엇갈림 구간의 운영 상태 분석

본선-연결로 엇갈림 구간의 운영 상태를 분석하는 과정은 <그림 4.11>과 같다.



<그림 4.11> 본선-연결로 엇갈림 구간 운영 분석 과정

① 1단계 : 도로 및 교통 조건 조사

분석 대상 엇갈림 구간의 도로 및 교통 조건을 조사한다. 도로 조건에는 접근 방향별 차로 수, 차로 폭 및 엇갈림 형태가 있으며, 교통 조건에는 방향별 15분 교통량, 중차량 구성비 등이 있다.

② 2단계 : 교통량을 첨두시간 승용차 교통량으로 환산

첨두시간계수와 중차량 구성비는 현장에서 조사하고 승용차 환산계수는 고속도로 기본구간에서 제시한 값을 사용하여 방향별 1시간 교통량을 첨두시간 승용차 교통량으로 환산한다.

$$V_p = \frac{V}{PHF \times f_{HV}} \quad (4.10)$$

여기서, V_p : 첨두시간 환산 교통량(pcphpl)

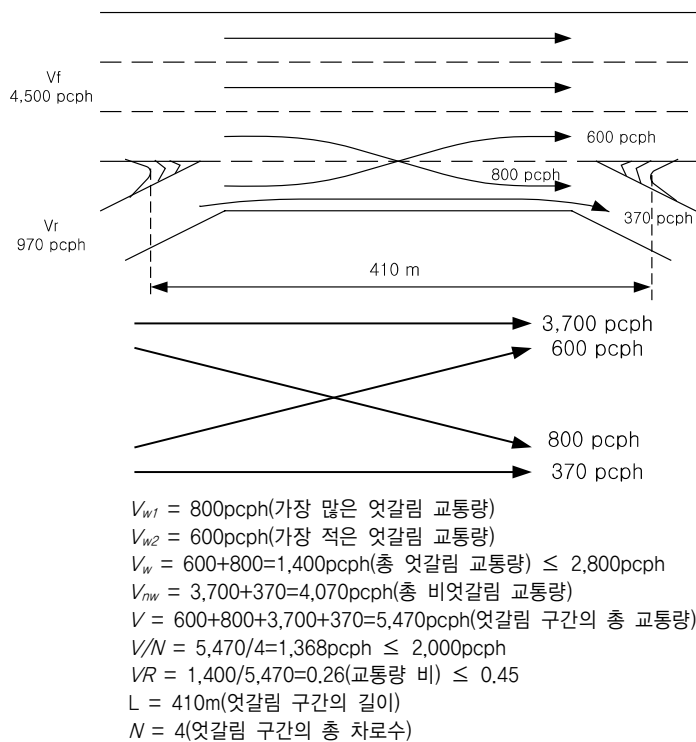
V : 1시간 교통량(vph)

PHF : 첨두시간계수

f_{HV} : 중차량 보정계수

㉔ 3단계 : 방향별 교통량의 도식화

엇갈림 교통량과 비엇갈림 교통량을 도식화한다. 모든 교통량은 첨두시간의 승용차 단위로 나타낸다. 엇갈림 교통량 관련 변수(V_R , V/N , V_w)들의 한계를 점검한다.



〈그림 4.12〉 방향별 교통량의 도식화

㉕ 4단계 : 교통류별 평균 속도(S_{nw} , S_w) 계산 및 밀도 산출

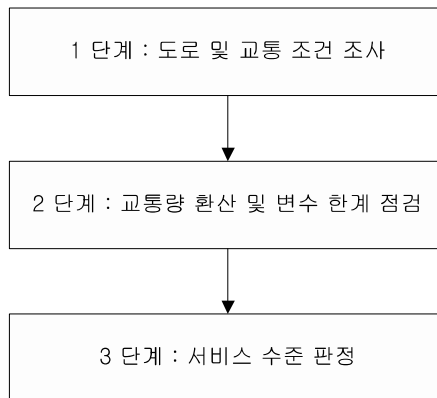
엇갈림 구간의 모든 차량에 대한 공간 평균 속도는 관련 식으로 계산하거나 현장에서 조사한다. 현장 조사 시에는 첨두시에 승용차 최소 30대 이상에 대하여 엇갈림 구간의 시·종점(물리적인 노즈 양단)에서 차량의 통과 시각을 계측하여 통행시간을 산출하고, 엇갈림 길이를 이 통행시간으로 나눈 값의 평균을 평균통행속도로 한다. 계산된 속도를 토대로 관련 식 의하여 밀도를 산출한다.

㉔ 5단계 : 산출된 밀도로 서비스수준 판정

산출된 밀도와 <표 4.9>의 서비스 수준별 기준 값을 비교하여 해당 엇갈림 구간의 서비스수준을 판정한다.

② 연결로-연결로 엇갈림 구간의 운행 상태 분석

연결로-연결로 엇갈림 구간의 운행 상태 분석은 고속도로 기본구간의 운행 분석 과정과 동일하게 <그림 4.13>와 같이 한다.



<그림 4.13> 연결로-연결로 엇갈림 운영분석 과정

㉑ 1단계 : 도로 및 교통 조건 조사

분석 대상 엇갈림 구간의 도로 및 교통 조건을 조사한다. 도로 조건에는 차로 폭 및 엇갈림 구간 길이가 있으며, 교통 조건에는 방향별 15분 교통량, 속도 그리고 중차량 구성비 등이 있다.

㉒ 2단계 : 교통량의 침두시간 승용차 교통량 환산 및 변수 한계 점검

침두시간계수와 중차량 구성비는 현장에서 조사하고 승용차 환산계수는 고속도로 기본구간에서 제시한 값을 사용하여 방향별 1시간 교통량을 침두시간 승용차 교통량으로 환산한다. (식 4.10 참조) 엇갈림 교통량 관련 변수(V_w)의 한계를 점검한다. ($V_w \leq 3,000$)

㉓ 3단계 : 서비스수준 판정

침두시간 승용차 환산 교통량과 속도를 토대로 다음과 같은 공식에 의해 밀도를 산출한다. 계산된 밀도는 각 서비스수준의 경계 값으로 제시된 밀도와 비교하여 운영 상태를 판정한다.

$$D = \frac{V_P}{S \times N} \quad (4.11)$$

여기서, D : 밀도(pc/km/pl)

V_P : 15분 침두시간 승용차 환산 교통량(pcph)

S : 엇갈림 구간의 모든 차량에 대한 공간 평균 속도(kph)

N : 엇갈림 구간의 총 차로수(2차로)

4.5.3 고속도로 연결로 접속부

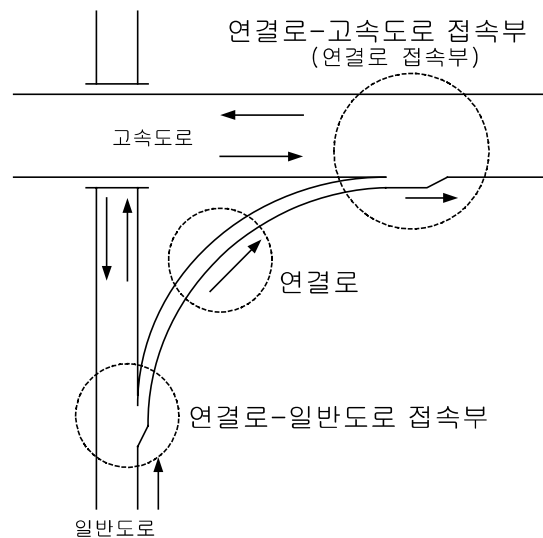
(1) 기본 사항

연결로란 두 도로 사이의 연결을 주 목적으로 하는 도로 또는 도로구간을 말한다. 일반적으로 연결로는 연결로-고속도로 접속부, 연결로 자체, 연결로-일반도로 접속부의 세가지 기하요소로 이루어진다.

이 장에서는 연결로와 연결로-고속도로 접속부(이하 연결로 접속부)에 대한 분석 절차를 설명하고 있으며, 주로 후자의 분석에 초점을 두고 있다. 또한 연결로-고속도로 접속부를 위한 분석체계는 고속도로 이외의 시설, 즉 고속도로에 준하는 도로나 다차로도로 또는 2차로 도로와의 접속부를 분석할 때에도 개략적으로 적용할 수 있다.

(가) 구 성

연결로 접속부는 다음과 같은 세 가지 요소로 이루어진다.



〈그림 4.14〉 연결로 접속부 구성요소

연결로 접속부의 용량은 크게 연결로의 용량과 본선의 용량으로 나눌 수 있다. 분석의 초점을 주로 본선에 두고 있기 때문에 이 장에서는 본선의 용량과 서비스수준 분석에 초점을 둔다.

(나) 효과척도

연결로 접속부의 서비스수준을 평가하기 위한 효과척도는 영향권의 밀도로 한다. 연결로 접속부의 영향권 밀도는 보조차로를 포함하여 접속차로부터 두 개 차로의 평균 밀도로 한다.

(2) 서비스 수준

(가) 연결로의 서비스 수준

연결로의 서비스 수준은 연결로의 설계속도에 따른 연결로 교통량을 기준으로 한다.
〈표 4.12〉는 연결로의 서비스 수준별 교통량이다.

〈표 4.12〉 연결로의 설계속도별 최대 서비스 교통량

본선 자유속도 (kph)	분류부 및 합류부 본선 교통량(pcph)(a)			영향권 용량	
	2차로	3차로	4차로 이상	유출부 교통량 (pcph)(b1)	유입부 교통량 (pcph)(b2)
≤120	≤4,600	≤6,900	≤2,300/차로	4,400	4,600
≤110	≤4,500	≤6,750	≤2,250/차로	4,400	4,600
≤100	≤4,400	≤6,600	≤2,200/차로	4,400	4,600
≤90	≤4,200	≤6,300	≤2,100/차로	4,400	4,600

(나) 연결로 접속부의 서비스 수준

연결로 접속부의 서비스 수준은 연결로 접속차로의 교통량으로 판정한다.

〈표 4.13〉 연결로 접속부의 서비스 수준

서비스 수준	밀 도 (pcpkmpl)
A	≤ 6
B	≤ 12
C	≤ 17
D	≤ 22
E	> 22
F	용량 초과

(3) 용량확인

합류부에서는 본선 하류 교통량($VFO=VF+VR$)과 유입부 교통량(VR_{12}), 연결로 교통량(VR)을 비교하며, 분류부에서는 본선 상류 교통량($VF=VFI$)과 유출부 교통량(V_{12}), 본선 하류 교통량($VFO=VF+VR$)과 유출 연결로 교통량(VR)을 비교한다. 이때 각 교통량이 모두 용량을 초과할 시에는 분석을 중단하고 서비스수준을 F로 처리하며, 그렇지 않을 때는 분석을 진행한다.

(4) 영향권 교통량 계산

영향권의 교통량을 산출하기 위하여 본선 전체에 대한 차로 1, 2의 교통량 비율(영향권 비)을 산출하여야 한다. 이를 위하여 <표 4.14>과 <표 4.15>의 계산식을 이용한다.

<표 4.14> 합류부 영향권 비 계산(PFM)

구 분		$V_{12} = V_F \times P_{FM}$	(4.12)
본선 편도 2차로		$P_{FM} = 1.00$	(4.13)
본선 편도 3차로	독립 합류부	$P_{FM} = 0.5127 + 0.000193 \times VR$	(4.14)
	연속 분류-합류 중 합류부	$P_{FM} = 0.635 - 0.000022 \times (V_R + V_F) - 0.00504 \times (V_u/L_u)$	(4.15)
본선 편도 4차로		$P_{FM} = 0.094 - 0.0000203 \times VR + 0.0502(L_A/S_{FR})$	(4.16)

<표 4.15> 분류부 영향권 비 계산(PFD)

구 분		$V_{12} = V_R + (V_F - V_R) \times P_{FD}$	(4.17)
본선 편도 2차로		$P_{FD} = 1.00$	(4.18)
본선 편도 3차로	독립 분류부	$P_{FD} = 0.609 - 0.0000004 \times V_F - 0.00015 \times V_R$	(4.19)
	연속 분류-합류 중 분류부	$P_{FD} = 0.7960 - 0.0000758 \times V_F + 0.0259 \times (V_d/L_d)$	(4.20)
본선 편도 4차로		$P_{FD} = 0.453$	(4.21)

주) 여기서, V_{12} : 접속차로로부터 두 번째 차로까지의 교통량(pcp)
 V_F : 합류부 및 분류부 상류의 본선 교통량(pcp)
 P_{FM} , P_{FD} : 합류부, 분류부의 영향권 비
 V_R : 분석 대상 연결로의 교통량(pcp)
 L_A , L_D : 가속차로, 감속차로의 길이(m)
 V_u , V_d : 인접 상류부, 하류부 연결로의 교통량(pcp)
 L_u , L_d : 인접 상류부, 하류부 연결로까지의 거리(m)
 S_{FR} : 분석 대상 연결로의 자유속도(kph)

(5) 밀도 산출 및 서비스수준 판정

합류부 및 분류부의 영향권 비가 결정되면 V_{12} 를 계산할 수 있게 되며 다음 식을 이용하여 연결로 접속부 영향권의 밀도를 추정한다.

$$\text{합류부} : D_{MR} = 0.2048 + 0.003185 \times V_R + 0.005989 \times V_{12} - 0.00101 \times L_A \quad (4.22)$$

$$\text{분류부} : D_{DR} = 0.5108 + 0.00589 \times V_{12} - 0.0043 \times L_D \quad (4.23)$$

여기서, D_{MR} : 합류 영향권의 평균 밀도(pcpkmp)

D_{DR} : 분류 영향권의 평균 밀도(pcpkmp)

4.5.4 고속도로 종합 분석

고속도로 전체 차원에서 고속도로의 구성 요소들을 분석하기 위해서는 우선 각 구성 요소인 구간들을 분할하여 분석하고, 다시 종합하여야 한다.

고속도로는 상하류 부분 구간의 운행에 잠재적인 영향을 주는 여러 요소들로 구성된 복합적인 시설이다. 따라서, 고속도로를 분석할 때에는 고속도로 전체 차원에서 이들 분석 과정을 종합할 필요가 있다.

(1) 구간분할

- (가) 연결로 접속부나 엇갈림 구간의 영향권을 벗어난 각 구간은 독립된 고속도로 기본구간으로 간주한다.
- (나) 이 고속도로 기본구간 내에서 종단 경사가 3% 이상이고, 경사길이가 500m 이상인 단일경사 구간 또는 2% 이상 3% 미만이면서 경사길이가 1,000m 이상인 구간을 특정경사구간으로 구분하여 분석하여야 한다. 지형이 급격히 변하는 경우, 즉 평지부에서 구릉지나 산지로 변하는 경우는 하나의 구간을 분리시킨 소구간으로 나누어야 한다. 급한 경사구간이 포함되지 않은 긴 기본구간은 4장에 규정된 것과 같이 평지, 구릉지 및 산지의 확장 부분으로 생각하면 된다. 하향 경사구간은 특별히 처리할 만한 지형 자료가 없다면 일반적으로 평지로 생각하면 된다. 경사길이가 500m 이상인 구간 단일경사 구간 또는 2% 이상 3% 미만이면서 경사길이가 1,000m 이상인 구간
- (다) 엇갈림 구간과 연결로 접속부는 <그림 4.3>의 영향권을 고려하여 분할하면 된다.
- (라) 일차적으로 각각의 연결로 접속부는 분리하여 생각하지만, 영향권을 고려하여 인접 하류부나 상류부의 연결로와 함께 분석하여야 한다.
- (마) 명확하게 엇갈림 구간으로 구분할 수 있는 연결로(본선-연결로 엇갈림 구간)는 엇갈림 구간의 분석 절차에 따라 분석한다. 엇갈림 형태 중에서 복잡한 교통류 간 엇갈림을 발생시키는 형태로 설계하는 것은 가급적 피하여야 한다.

(2) 분 석

분할된 구간은 다음 순서에 따라 분석한다.

(가) 설계 서비스 수준, 수요 교통량과 교통 특성, 평면선형 및 종단선형 그리고 개략적인 연결로의 형태와 배열을 결정한다.

(나) '4.5.1 고속도로 기본구간'의 상세한 분석과정을 이용하여, 분할된 각 고속도로 기본구간의 차로 수를 결정하며, 각 연결로의 유출입 교통량에 따른 차로 수는 '4.5.3 연결로와 연결로 접속부'의 설명에 따라 결정한다.

(다) 연결로 접속부의 분석은 독립된 연결로로 분석할 것인가, 인접한 하류의 연결로와 연계하여 분석할 것인가 또는 인접한 상류의 연결로와 연계하여 분석할 것인가를 결정한 후 '4.5.3 고속도로 연결로 접속부'의 분석 방법을 이용하여 각 연결로 접속부를 분석한다. 이들 중 한 가지 또는 두 가지는 고려할 필요가 없겠지만, 한 가지 이상의 유효한 분석이 최적 대안 설정을 위하여 필요한 경우도 있다. 연결로 접속부의 위치나 구간별 차로 수에 따라 엇갈림이 발생할 수 있으므로, 이러한 경우는 (라)의 분석에 따른다.

(라) 엇갈림 구간은 '4.5.2 엇갈림 구간'의 분석 과정에 따라 분석한다. 설계를 할 때 유입 연결로 다음에 유출 연결로가 계속되는 경우는 보조 차로가 설치된 엇갈림 가능 구간과 보조 차로가 없는 연결로의 조합, 이 두가지 측면을 모두 검토하여야 한다.

(마) 만약 (다)항과 (라)항의 결과가 불합리하다면 다음과 같은 대안을 고려한다.

- ① 차로 수 또는 연결로의 위치 변경 (교통 수요 분포에 영향을 줌)
- ② 새로운 형태를 설계해 보기 위하여 (나)항에서 결정된 고속도로 본선 구간과 연결로의 설계를 변경
- ③ 형태 변경, 엇갈림 감소 등을 위하여 주요 출입시설 설계를 변경

(바) 분석 결과의 종합

각 구성 요소를 독립적인 시설물로 간주하여 분석한 결과는 고속도로 전체 측면에서 다시 종합하여 검토할 필요가 있다. 일부 구간의 서비스 수준이 좋게 판정되더라도 상·하류의 다른 구간 서비스 수준이 이보다 나쁘다면, 결국 일부 구간을 포함한 상하류 구간의 서비스 수준은 가장 나쁜 서비스 수준을 보이는 구간의 수준으로 결정되기 때문이다. 또, 서비스 수준을 평가하기 위한 효과척도가 각 구성 요소별로 다르므로 도로 계획 시 구간별 평가 결과를 절대적으로 비교하기는 어렵다.

고속도로 구성 요소의 분석 결과 각 구간의 서비스 수준이 결정되었을 때, 어떤 수준을 해당 설계 구간의 서비스 수준으로 하여야 하는지를 결정하여야 한다. 교통용량 측면에서 볼 때 분석 대상 구간의 최대 교통량은 가장 나쁜 서비스 수준을 보이는 구간의 교통용량에 좌우됨을 감안하면, 그 중 가장 낮은 서비스 수준 분석 결과가 분석 구간 전체의 서비스 수준을 좌우하므로, 개선의 초점을 이 구간에 두고 분석하여야 한다. 물론 재정상의 제약은 이러한 결정을 어렵게 만들수도 있으나, 잘못된 설계로 인하여 향후 반복적인 정체 요인이 될 수 있음을 감안하여 보다 정확한 분석을 바탕으로 최적 대안을 선정하여야 한다.



5. 도로 계획과 경제성 분석

5.1 개 요

공공 투자 사업의 경제성 평가는 계획 또는 논의되고 있는 대안들의 비용과 편익을 분석하여 경제적 효율성과 공공 투자의 타당성을 검토하는 것이다.

(1) 개 요

도로사업과 같은 대규모 공공 투자는 국가 경제 정책 전반에 걸쳐 매우 중요하다. 대규모 투자 사업은 기업이나 소비자의 입지선택에 영향을 주어 도시나 지역 경제에 미치는 영향이 크기 때문에, 보다 포괄적인 분석을 통한 투자 사업이 수행되어야 한다. 뿐만 아니라 제한된 예산을 효율적으로 집행하기 위해서 경제성이 검증된 사업에 대한 투자우선순위를 결정하는 것도 매우 중요한 문제이다.

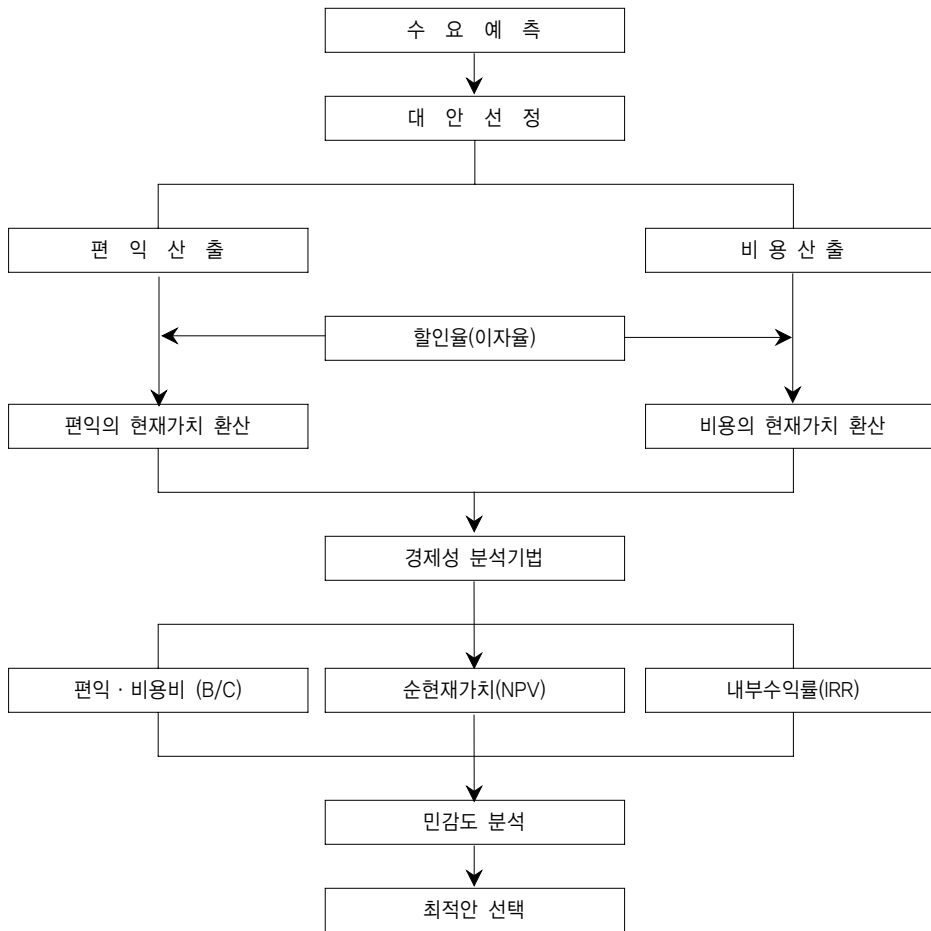
(2) 투자 사업 평가 과정

일반적으로 타당성 조사를 통하여 투자 사업을 평가하고 정책 의사를 결정하는 과정은 <그림 5.1>과 같다.

도로의 경제성 분석은 도로건설(또는 확폭 등) 사업에 대한 총편익과 총비용을 비교 분석하여 사업의 경제적 효율성 및 투자의 타당성을 가늠하여 보기 위한 과정이다. 경제성 분석의 목적은 다음과 같다.

- 사업의 타당성 검토
- 사업의 우선 순위 검토
- 사업의 최적 투자시기 결정

경제성 분석의 상세한 업무 수행 방법 및 내용은 “교통시설 투자평가지침(국토해양부, 2007)”을 참고한다.



〈그림 5.1〉 경제성 분석 과정

5.2 경제성 분석의 지표

(1) 순현재 가치 방법

순현재가치(Net Present Value : NPV)방법은 평가 대상 기간의 모든 비용과 편익을 현재 가치로 환산하여 총 편익에서 총 비용을 뺀 값을 바탕으로 사업의 경제적 타당성을 평가하는 기법이다.

$$\begin{aligned}
 \text{순현재가치} &= \sum_{t=0}^N \frac{B_t}{(1+r)^t} - \sum_{t=0}^N \frac{C_t}{(1+r)^t} \\
 &= (B_0 - C_0) + \frac{(B_1 - C_1)}{(1+r)^1} + \frac{(B_2 - C_2)}{(1+r)^2} + \dots + \frac{(B_n - C_n)}{(1+r)^n}
 \end{aligned}$$

B_t : t년도의 편익

C_t : t년도의 비용

r : 사회적 할인율(이자율)

n : 교통사업의 평가기간

순현재가치가 양(+)의 값이면 편익이 비용을 초과하는 것으로 그 사업은 경제적 타당성이 있는 것으로 평가되며, 음(-)의 값을 나타내면 투입된 비용보다 편익이 적어 그 사업은 경제적으로 타당하다고 할 수 없다.

(2) 편익/비용 비율 방법

편익/비용 비율(B/C ratio)은 평가기간 동안에 발생하는 총 편익을 총 비용으로 나눈 비율에 가장 큰 대안을 최적 대안으로 선택하는 방법이다. 편익/비용 비율이 1을 넘어서면 사업으로 인하여 얻는 편익이 투입된 비용보다 많다는 것으로, 그 사업은 경제적 타당성이 있는 것으로 평가한다. 여기서 매년 발생하는 비용과 편익은 할인율을 적용하여 현재 가치로 환산하여 사용한다.

$$\begin{aligned} B/C &= \sum_{t=0}^N \frac{B_t}{(1+r)^t} / \sum_{t=0}^N \frac{C_t}{(1+r)^t} \\ &= \frac{\text{총 편익의 현재가치}}{\text{총 비용의 현재가치}} \end{aligned}$$

편익/비용 비율은 비용과 편익이 발생하는 시간을 고려할 수 있고, 다른 평가 기준보다 이해가 쉬워 경제성 평가에 가장 많이 사용되는 방법이다. 그러나 현재 가치로 환산하기 위하여 할인율을 사용하고 있어, 적정 할인율을 적용하는 것이 올바른 평가의 주요 관건이다.

편익/비용 비율 방법에서 문제가 되는 것은 비교 대안의 성격이 상호 배타적일 경우에 발생된다. 여기서 상호 배타적인 사업은 상호 경쟁적 사업으로 사업의 규모나 사업시기를 결정할 때 어느 한 대안을 선택하면 나머지 대안은 자동적으로 고려 대상에서 제외되어 버리는 사업을 말한다. 이런 경우 편익/비용 비율 방법은 사업비용 1단위 당 편익이 얼마만큼 발생하는가를 나타내므로, 소규모 사업이 대규모 사업보다 높은 편익/비용 비율을 갖게 될 가능성이 크다.

(3) 내부수익률 방법

내부수익률(Internal Rate of Return : IRR) 방법은 투자사업이 원만히 진행될 경우 기대되는 예상 수익률로서, 평가 기간에 걸쳐 발생하는 총 편익의 현재가치와 총 비용의 현재 가치가 같아지는 할인율을 말한다. 즉, 순현재가치가 "0"이 되는 할인율이란, 건설비와 운영비를 포함한 총 비용을 사업 평가기간

동안에 모두 회수함과 동시에 수익을 창출할 수 있는 비용의 가득력을 의미한다. 그러므로 그 사업에 투자된 비용의 수익성(내부수익률)이 다른 사업에 투자함으로써 얻을 수 있는 최대 수익인 자본의 기회비용(사회적 할인율)보다 클 경우 그 사업은 경제적 수익성이 있다고 본다.

$$\sum_{t=0}^N \frac{B_t}{(1+r)^t} = \sum_{t=0}^N \frac{C_t}{(1+r)^t}$$

(4) 초기년도 수익률 방법

초기년도 수익률(First-Year Rate of Return : FYRR)이란 첫 편익이 발생한 연도까지 소요된 총 비용으로 첫째 발생한 편익을 나눈 값을 말한다. 이는 편익이 발생한 첫 연도가 나머지 연도들에 대하여 대표성을 가진다는 전제를 바탕으로 한다. 그렇기 위해서는 초기년도에 많은 편익이 창출되고 그 이후 연도부터는 일정 수준의 편익이 발생하는 사업의 평가에는 적합하다.

그러나 대부분 교통사업은 사업 후에 소요가 증가하므로 해가 갈수록 편익이 증가하는 경우가 많아 이 방법은 적합하지 않다고 할 수 있다.

그렇기 때문에 초기년도 수익률은 사업의 타당성 평가보다는 사업을 언제 집행할 때 수익률이 가장 높은가를 평가하는 사업의 최적 집행시기를 결정하는데 주로 이용된다.

(5) 경제성 분석 기법의 비교

도로사업의 타당성을 평가하기 위해서는 해당 사업의 성격에 맞는 특성을 지닌 적절한 경제성 분석 기법을 적용하여야 한다. 앞에서 설명한 기법들의 장·단점을 소개하면 <표 5.1>과 같다.

<표 5.1> 경제성 분석기법의 장·단점 비교

기 법	장 점	단 점
순현재가치 (NPV)	- 대안선택에 있어서 정확한 기준을 제시한다. - 편익의 현재가치를 제시하여 준다. - 한계 순현재가치를 고려하여 여러 가지를 분석할 수 있다.	- 할인율 또는 자본의 기회비용을 알아야 한다. - 비용·편익비와 같이 이해하기 쉽지 않다 - 상대적 기준이 아니므로 대안의 우선순위 결정에 있어서 애매한 결정이 가능하다
비용·편익비 (B/C Ratio)	- 이해하기 쉽다 - 사업의 규모를 고려할 수 있다 - 비용·편익이 발생하는 시간을 고려할 수 있다	- 비용과 편익, 즉 분모와 분자를 명료하게 구분하기 힘들다 - 대안이 상호 배타적일 때는 대안선택에 오류가 있을 수 있다 - 할인율을 반드시 알아야 한다. - 배타적인 대안들이 있을 때 최적 안 선택이 복잡하다

기 법	장 점	단 점
내부수익률 (IRR)	• 사업의 수익성을 측정할 수 있다 • 평가과정과 결과를 이해하기 쉽다 • 다른 대안과 비교하기 쉽다	• 사업의 절대적인 규모를 고려하지 못한다. • 몇 개의 내부수익률이 동시에 도출될 가능성이 있다 • 배타적인 대안들이 있을 때 최적 안 선택이 복잡하다
초기년도 수익률 (FYRR)	• 계산하기 쉽다 • 이해하기 쉽다 • 사업의 최적 집행시기 결정에 주로 이용	• 초기년도를 정하기 어렵다 • 편익과 비용이 발생하는 시간을 고려하지 못한다, • 할인율(자본의 사회적 비용)을 고려하지 않는다,

(6) 할인율

할인율이란 각기 다른 시기에 발생하는 비용과 편익을 현재가치로 환산하여 비교할 수 있도록 하기 위한 율(rate)이다.

할인율은 자본의 기회비용(opportunity cost of capital)을 토대로 하여 설정된다. 자본의 기회비용이란 같은 금액의 자본을 다른 기회에 투자하였을 때의 수익률을 말한다. 현재의 소비와 장래의 소비간의 한계대체율에 의한 할인율은 현실적으로 산정하기 힘들기 때문에 일반적으로 자본의 기회비용은 은행의 이자율을 할인율로 이용하는 경우가 대부분이다.

〈표 5.2〉 할인율 정리

분 류		의 의	할 인 율
민 간 할 인 율	투자의 한계수익율	공공투자가 민간투자재원을 대체하는 것이라는 전제	9.0%*
	소비이자율	공공투자가 민간부문의 소비에 사용될 자원을 전용하여 투자에 투입한다는 전제	10.64%**
	기업의 재무적 할인율	민간부문의 투자계획의 심사에 흔히 쓰여 지는 할인율. 시장에서 결정되는 기회비용으로 투자자의 자본의 기회비용임.	5.2~6.2%
사회적 할인율 (공공 투자사업의 비용편익분석에 적용되는 할인율)		민간부문 소비에 쓰여질 것이 공공투자로 쓰여 지는 것에 대해서는 소비이자율을 그리고 민간부문의 투자에 쓰여질 것이 공공투자로 쓰여 지는 부문에 대해서는 투자수익율을 적용하여 가중 평균한 실질 할인율	5.5% (5.4~5.6%)

주 : * 94~99년 자본수익율 값들의 평균(명목)

** 94~99년 3년 만기 회사채수익율의 평균(명목)

+ 명목치

자료 : 교통시설 투자평가지침, 국토해양부, 2007

도로부문사업의 예비타당성조사 표준지침 연구(개정4판), 한국개발연구원, 2004.9

사회적 할인율은 1980년 경제기획원에서 13% 수준을 제시한 이후, 수정 제시한 적이 없으나, 과거 15년간의 경제성분석 사례를 살펴보면 1988년까지는 13%를 적용하다 1992년 이후 시장이자율의 안정화 추세를 반영하여 12%를 사용하여 왔다

그러나 현재 「교통시설 투자평가지침, 국토해양부, 2007」에서는 경제성분석을 위한 실질할인율을 5.5%(최대 8%)로 제안하고 있다.

5.3 도로 사업의 비용과 편익

도로 투자 사업에 소요되는 비용과, 그로 인하여 국가 사회적으로 얻게되는 각종 편익을 비교하여 투자의 효율성을 판단한다. 도로 투자 사업의 주요 비용 항목에는 건설비, 도로 유지관리비 등이 있으며, 편익 항목에는 이용자 편익과 비이용자 편익이 있다.

도로 투자 사업의 경제성을 평가하는 지표에는 '5.2 경제성 분석의 지표'에서 설명한 바 있듯이, $NPV \cdot B/C \cdot IRR \cdot PBP$ 등이 있으며, 이들 지표 산출에 공통적으로 필요한 자료가 투자의 비용과 편익 항목이다.

투자 목적의 건설비와 유지 관리 목적의 도로 유지 관리비 등으로 대별되는 비용 항목은 비교적 산출이 쉬우나, 편익 항목은 개량화가 어려워 산출이 용이하지 않으며, 이 두 항목은 서로 다른 시점에서 발생하기 때문에 동일 시점에서의 비교를 위하여 적정 할인율을 적용하여 조정되어야 한다.

5.3.1 비 용

도로 투자 사업의 비용 항목에는 투자 목적의 건설비와 유지 관리 목적의 도로 유지관리비가 있으며, 편익 항목보다 비교적 산출이 쉽다.

(1) 도로 건설비

건설비는 투자의 전부 내지는 대부분을 차지하는 것으로, 사업 평가에서 가장 중요한 비중을 차지한다. 따라서, 가능한 한 정확하게 추정되어야 하나 건설 공사비를 정확하게 산출하자면 세부 실시설계를 하여야 한다. 그러나 세부 실시설계에는 많은 비용과 시간이 소요되고, 사업의 채택에 대한 가부가 결정되기 전에 시행하는 것은 낭비가 될 뿐이므로, 타당성 조사 단계에서는 기본설계(예비설계)에 의하여 공사비를 산정함이 보통이다.

도로 건설비는 크게 공사비·용지 보상비 및 부대 경비(설계 및 감리비)로 나누어지며, 공사비는 다시 토공·배수공·구조물공·포장공·부대 시설공 등으로 세분하여 공사 물량 및 공사비를 추정하는 것이 관례이다.

건설비는 사업을 구상하는 단계에서부터 투자를 완료하는 단계까지 항상 관심의 대상이 되는 것으로서 다음과 같이 다섯 단계를 거쳐서 산출된다.

- ① 초기 계획 시에 개략적으로 추정하는 건설비
- ② 기본설계에 의하여 산출한 건설비
- ③ 실시설계를 하여 산출한 공사 예정 가격
- ④ 공사 입찰 또는 계약 협의 후 결정된 도급 공사비
- ⑤ 공사 완료 후 정산한 실제 투자비

초기 계획 시에 추정한 건설비는 오차의 범위가 약 25% 정도이고, 기본설계에 의하여 산정한 건설비의 오차 범위는 약 15% 이내이다. 그러나 과거의 경험으로 보아 기본설계에서 산정된 건설비는 약 10% 정도의 오차를 기대할 수 있다.

기본설계 결과로 추정한 건설비를 이용하여 경제성 분석을 할 때에는 그 정확도의 범위를 이해하고 있어야 한다.

(2) 도로 유지 관리비

도로 교통 시설물의 유지 관리란 차량이 안전하고 쾌적한 주행을 할 수 있도록 시설을 유지, 관리 또는 보수하는 것을 말하며, 유지 관리 비용은 투자 자산으로 남지 않으므로 경비로 분류된다.

국토해양부의 시설 기준에 의한 도로의 유지 관리 비용은 다음과 같다.

- ① 유지 관리 행정 인건비
- ② 포장보수 {표면 처리, 소파(小破) 보수, 덧씌우기}
- ③ 구조물 보수 (교량, 암거, 배수관 등)
- ④ 비탈면 보수
- ⑤ 재해 및 훼손 시설의 정비
- ⑥ 안전시설 정비
- ⑦ 기타 제설, 노면 청소 등

위의 유지 관리 비용 요소 중 포장 비용이 가장 큰 비중을 차지하며, 이것은 이용 교통량과 직접적인 관련을 갖는다.

도로의 유지 관리비는 이용 교통량, 도로가 위치한 지형적인 여건, 포장 설계시의 계획 공용 기간 및 경과 연수에 따라 다르며, 또 도로의 중요성에 따라 어느 정도의 서비스 수준을 유지하느냐에 따라 달라진다.

유지 관리비는 기존 도로의 경우에는 현장 조사 시의 실제 유지 관리비를 고려하고, 신설 도로에 대해서는 유사한 도로의 과거 실적 자료를 이용한다.

5.3.2 편 익

도로 투자 사업의 시행으로 발생하는 편익에는 직접 편익과 간접 편익, 이용자 편익과 비이용자 편익, 계량화 가능 편익과 계량화 불가능 편익 등이 있다.

(1) 개 요

공공 투자 사업은 투입된 경제적 비용을 초과하는 수준의 경제적 편익을 기대할 수 있는 경우에 타당성이 있다고 할 수 있다. 편익이란 투자 사업을 시행함으로써 발생될 수 있는 여러 효과 중 수송 비용 또는 국가 경제적 비용의 절약이나 만족감의 증대와 같은 이익으로 표현될 수 있다.

도로 사업의 효과에는 국가 경제적으로 이익이 되는 양(陽)의 편익만 있는 것이 아니고 음(陰)의 편익도 나타나므로 이를 뺀 것을 순편익이라 한다. 이와 같은 순편익을 정확하게 측정하여 경제적 비용과 비교 가능한 형태로 계량화하는 과정이 경제성 분석의 가장 핵심적인 요소라 할 수 있고, 기회 비용을 나타내는 잠재 가격으로 화폐 가치화 함으로써 타당성 여부를 판단할 수 있다.

수송 부문 투자 사업의 경제적 편익을 측정하는 것은 경제적 비용을 산출하는 과정보다 훨씬 복잡하고 어려운데, 그 이유를 집약하면 다음과 같다.

- ① 투자 사업의 편익은 장기간에 걸쳐 여러 계층의 사람들에게 영향을 미치므로 장기 예측이 필요하며, 따라서 불확실성을 내포하게 된다.
- ② 사업으로 파생되는 편익 중에는 계량화가 거의 불가능한 항목이 있다.
- ③ 수송 체계와 사회, 경제 체계와 타부분과는 깊은 관련성이 있어 간접 효과를 파악하기 어렵다. 따라서, 편익 항목의 산출과 측정 과정에서는 편익의 창출 수혜 대상, 편익의 정도(질이나 양) 및 가치의 측정, 불확실성과의 연관도 등을 면밀하게 검토하여야 한다. 투자 사업의 편익을 측정하는 기본 원칙은 다음과 같다.
 - ① 투자 사업의 총 편익(사회적 편익)은 그 사업으로 인하여 영향을 받는 사회 구성원 개개인의 편익 합계이다.
 - ② 사회 구성원의 개개인의 편익은 그 사업에 대한 개인의 지불 의사로 표현된다.

즉, 공공사업의 시행으로 인하여 발생하는 편익은 이윤 추구가 기본 목표인 사기업(私企業)의 경우와는 달리 다방면에 걸쳐 나타나며, 편익의 총 가치는 직접 수혜자(受惠者)뿐만 아니라 간접 수혜자에 대한 영향도 포함한 편익(즉, 사회적 편익)임을 의미한다.

(2) 편익의 구분

다음은 앞에서 언급한 편익을 구분한 것이다.

(가) 직접 편익과 간접 편익

도로 시설의 개선으로 인하여 직접적으로 발생하는 편익을 직접 편익이라 하며, 간접 편익은 이와 같은 수송 서비스 향상으로 인하여 파생되는 부차적인 효과를 의미한다.

직접 편익은 수송 비용의 절감, 수송 시간의 단축, 수송 서비스 향상 등으로 인한 편리성·쾌적성·안전도의 증대를 들 수 있으며, 이외의 교통량 전환에 따른 편익도 있다.

간접 편익으로는 교통망의 개선으로 인한 지역 개발의 촉진·지역 산업 구조의 개편·고용 증대·지역 주민의 소득 증대·시장권의 확대 등과 같은 사회 환경에 미치는 영향과, 소음·대기 오염·진동·경관 등 생활 환경에 미치는 영향을 들 수 있다. 그러나 이와 같은 간접 편익은 그 정도를 정확히 파악하여 계량화하는 것은 거의 불가능하다는 어려움을 안고 있다.

(나) 이용자 편익과 비이용자 편익

이용자의 편익이란 개선된 도로 시설을 직접 이용하는 계층이 얻는 편익으로, 비용 및 시간의 절약과 이에 수반된 만족감의 상승 등으로 대표된다. 일반적으로, 교통이란 그 자체로서 생산에 기여하거나 만족을 얻는다고보다는 그에 수반된 비효과(非效果)를 감소시키는 것이 주목적으로, 이것이 서비스의 향상이라고 할 수 있다.

비이용자의 편익은 개선된 도로 시설을 직접 이용하지 않는 계층이 얻을 수 있는 편익으로, 위에서 설명한 간접 편익의 대부분이 이에 속한다.

(다) 계량화 가능 편익과 계량화 불가능 편익

수송 시설의 개선에 의한 편익은 우선 계량화가 가능하여야 하며, 또 화폐가치로 표현할 수 있어야 경제성 분석이 가능하다. 그러나 편익에는 계량화는 할 수 있으나 화폐가치로 표현할 수 없는 것도 있으며, 또 계량화 및 화폐가치로 전혀 표현할 수 없는 편익도 있다.

예를 들면, 비용의 절약 효과는 간단히 화폐가치로 표현할 수 있으나 소음의 감소 효과는 데시벨로 표현(계량화)할 수 있지만 화폐가치로 환산할 수 없고, 여행의 편익도 증진과 같은 항목은 계량화가 불가능하다.

(3) 편익의 계측

앞의 편익 판별 기준에 기초하여 도로 사업에 대한 각 편익의 항목을 정리하면 <표 5.3>과 같다. 편익을 계측할 때에는 편익이 서로 중복이 되지 않도록 유의하여야 한다.

〈표 5.3〉 도로 사업의 편익 항목

편익 구분	편익 항목	계량화 방법	화폐가치화 방법
이용자 편익	차량 운행비 절감 운행 시간 단축 교통사고의 감소 통행 안락감 증대	운행 비용 (원) 운행 시간 (시간) 재물 피해액 (원) 부상 및 사망 (인) 불 가능	운행 비용 시간의 화폐가치화 재산 피해액 보상비 불 가능
비이용자 편익	지역 개발 효과 대기 오염 소 음	소득의 증대 (원) 지가의 상승 (원) 오염물의 배출량 데시벨 (dB)	소 득 지 가 지 가* 지 가*

주) *표를 한 항목은 화폐가치화 방법의 예를 제시한 것으로, 절대적이 아님

5.4 투자 우선 순위와 최적 투자 시기의 결정

5.4.1 투자 우선 순위의 결정

일반적으로 투자 우선 순위는 여러 종류의 대안에 대해서 구한 평가 지표 NPV, IRR, B/C 등)가 높은 순서에 따라 결정한다.

검토된 대안의 NPV가 0보다 크고, B/C가 1보다 크며, IRR이 적용 할인율보다 크면 그 대안은 타당성이 있다고 할 수 있다. 그러나 현실적으로 제한된 가용자원(可用財源)을 더 효율적으로 사용하기 위해서는 상호배타적이지 아닌 사업의 경우에는 투자 우선 순위를 정할 필요가 있고, 상호 배타적인 사업의 경우에는 단계적 건설에 대한 결정이 필요하다.

따라서, 과업구간을 몇 개의 구간으로 구분한 후 구간별로 경제성 분석을 수행하여 투자의 우선순위를 결정하는 것이 가용 자원의 효율적인 사용 방법이 될 수 있다.

도로투자 사업에서 구간별 투자 우선순위를 결정하는 것은 가용한 자원에 한계가 있으며, 구간별로 상호 배타적인 사업이 아니므로 투자 우선순위는 비용-편익 비(B/C Ratio)를 기준으로 평가하되 분석가의 판단 하에 순현재가치(NPV), 내부수익율(IRR) 등도 종합적으로 고려하여 결정할 수 있다. 다만, 투자사업의 최종 선택 시 예외적으로 국가기간교통망계획 및 중기교통시설투자계획에 포함된 사업인 경우, 당해 사업의 경제적 타당성이 낮은 것으로 분석되더라도 그 사유를 명시하고 네트워크 효과, 지역균형발전, 환경영향 등 정책적 분석결과를 참고적으로 고려하여 사업의 추진여부를 결정할 수 있다.

5.4.2 최적 투자 시기의 결정

특정 도로 사업의 경제성이 있다고 인정되어 대안별 투자의 우선 순위가 결정되더라도 비용이나 편익이 시간 함수인 할인율과 관련된 것이어서 투자 시기에 따라 투자의 효율의 증감을 가져올 수 있으므로, 최적 투자 시기를 검토하여야 한다.

경제적 타당성이 인정되고, 우선 순위가 높은 사업이라고 하더라도, 그 사업을 연기하여 건설하는 경우 더 유리한 결과가 나타나는 경우가 많다.

일반적으로, 경제성 분석은 사업을 시행하는 경우와 시행하지 않는 경우를 비교하는 것이다. 그러나 특정 사업의 경우, 예를 들어 5년이라는 시차를 둔 후에 건설하는 대안을 검토하면 당장 시작하는 것이 더 유리하다는 결과가 나올 가능성이 있을 수도 있으므로 투자시기의 검토가 필요하다. 최적 투자 시기를 판단하는 데는 두 가지 방법이 있다.

첫째는, 사업의 시행을 1년씩 늦추어 가며 초년도 수익률 (First Year Rate of Return, FYRR)이 적용 할인율을 초과하는 연도를 찾아내는 방법이다.

즉, 건설을 연기할 경우에는 건설비를 그 동안 다른 용도로 이용할 수 있으므로 기회 비용에 해당하는 만큼의 건설비가 절감되며, 반면 연기된 기간 동안의 편익이 감소될 것이다. 따라서, 건설을 1년씩 연기시키는 데에 따른 건설비의 절감분과 편익의 감소분을 비교하여 건설비의 절감분이 크면 사업을 연기하고, 편익의 감소분이 크면 사업을 연기하지 않는 것이 타당하다.

건설비를 I , 할인율을 d 라고 하면, 사업을 1년 연기시켰을 경우 기회 비용은 $I \cdot d$ 이다. 사업을 연기시켰을 경우의 편익 감소분을 B 라고 하면, $B/(I \cdot d) \geq 1$ 이 되는 연도가 최적 투자 시기가 된다.

5.5 민감도 분석과 위험도 분석

경제성 분석에 관련된 주요 변수의 불확실한 여건 변동이 분석 결과에 어떠한 영향을 미치는가를 검토하는 것을 민감도 분석이라 하고, 여건의 변동을 확률적 분포로 표현하여 그에 따른 기대값을 분석하는 것을 위험도 분석이라 한다.

투자 사업의 경제성 분석은 미래에 대한 예측을 근거로 하기 때문에 비용과 편익의 추정은 불가피하게 어느 정도의 오차를 내포하고 있다. 즉, 공사비가 당초 예상했던 것보다 높아질 수도 있고, 사업의 기간이 연장될 수도 있으며, 예측했던 교통량이 발생하지 않을 수도 있다. 이때 현재 또는 미래의 상황을 적절한 확률 분포로 표현할 수 있을 경우를 위험도(risk)라 하며, 확률로 나타낼 수 없는 경우를 불확실성(uncertainty)이라고 한다.

경제성 분석에 있어서는 이와 같은 주요 변수의 불확실한 여건의 변동이 분석결과에 어떠한 영향을 미치는가를 검토하는 것을 민감도 분석(sensitivity analysis)이라 하고, 여건의 변동을 확률적 분포로 표현하여 기대치 분석을 하는 것을 위험도 분석(risk analysis)이라 한다.

예를 들면, 어떤 투자 사업의 건설비가 100억 원이라 할 때, 민감도 분석은 건설비를 80억 원 혹은 120억 원이라고 가정하고(미래의 상황의 불확실성을 고려하여), 이에 대하여 IRR, NPV를 산출함으로써 경제성 평가 결과에 미치는 영향을 검토하는 것이다.

위험도 분석의 경우에는 건설비가 80억 원이 될 확률이 0.20, 90억 원이 될 확률이 0.25, 100억 원이 될 확률이 0.45, 110억 원이 될 확률이 0.10이라 할 때, 먼저 건설비의 기대값($80 \times 0.20 + 90 \times 0.25 + 100 \times 0.45 + 110 \times 0.10 = 94.50$)을 구하고, 94.50억 원에 대하여 다시 IRR, NPV를 산출하여 경제성 평가 결과에 미치는 영향을 검토하는 것이다.

민감도 및 위험도 분석의 주요 대상은 다음과 같다.

- ① 공사비
- ② 유지 관리비
- ③ 차량 운행비
- ④ 교통량 또는 편익
- ⑤ 공사 시기

이들 변수의 변화는 단독으로 또는 여러 변수의 조합으로 나타날 수도 있으므로, 민감도 분석과 위험도 분석은 사업의 특성에 따라 위의 변수의 중요성 그리고 내포된 불확실성과 위험도를 감안하여 적절한 대상에 대하여 수행한다.

5.6 생애주기비용(LCC) 분석

설계단계에서부터 건설 공사비 및 도로의 수명기간 전체에 걸친 유지·관리비용까지 포괄하는 개념을 도입한 생애주기비용(Life Cycle Cost : LCC)의 분석이 필요하다. 건설비는 비교적 저렴하지만 유지 관리비용이 높은 도로가 건설 되어 국가의 예산이 낭비될 수 있기 때문이다.

LCC의 시행으로 인한 기대효과로는 건설사업의 타당성 평가에 요구되는 비용정보를 제공하기 때문에 제안된 사업의 실행여부를 결정하거나 대안비교 및 자산관리에 유용하게 적용할 수 있다.

비용항목의 정의가 어느 정도 가능한 설계단계에서 LCC 분석이 가장 많이 활용되며 설계가치공학 도입 시 여러 개의 설계 대안 중 최적대안을 선정하는 수단으로 활용한다. LCC의 구체적인 내용은 향후 관련제도의 도입 및 기술개발에 따라 보완하도록 하고, 여기에서는 기본 개념만 소개하였다.

5.6.1 LCC의 개념

(1) LCC분석의 정의

각각의 도로설계 대안에 대하여 각종 주요 비용을 경제수명의 범위에 걸쳐 등가 환산한 값으로 각 대안에 대한 경제성을 평가하는 분석 기법이다.

LCC 기법에 중요한 포인트는 각 대안의 경제성을 평가할 때 시간적 등가를 환산하는 것이다.

(2) 주요 비용 요소

① 도로관리 기관의 건설 및 유지관리비용

- 포장, 보도, 자전거도로, 배수, 구조물 표지판, 신호기 등의 유지관리비용
- 도로 신설, 복구, 설계, 개선비용 : 계획, 설계, 조달, 건설자재의 비용 그리고 감독 관리 측면을 모두 포함

② 도로이용자비용

- 차량운영비용, 시간지체비용(혼잡과 도로공사에 기인한 지체 포함), 교통사고비용 등

③ 기타

- 환경비용, 제도적인 비용, 도로설비에 관련된 비용 등
- 농업, 산업 혹은 개발 이익 등

5.6.2 LCC의 진행절차

(1) LCC의 분석

- ① 기존 시설물에 대한 자료를 근거로 시설물 사용 시 발생하는 실제 비용을 계산한다.
- ② 신규 시설물 설계 시 비용절감 방안을 결정한다.

(2) LCC의 계획

- ① 시설물 시공시 소요될 총 비용을 계산한다.
- ② 초기공사비와 유지관리비를 계산하여 상호 비교한 후 최적안을 선택한다.

(3) LCC의 관리

- ① LCC 분석에 의하여 계산된 유지관리비 절감방법을 고찰한다.
- ② LCC 분석에 의하여 사용 중인 시설물의 유지관리비를 절감하고 다음 과업에 효과적인 LCC 기법을 적용한다.

5.7 재무분석

경제성분석이 국민경제 전체의 입장에서 공공서비스 사업의 타당성을 판단하는 과정이라면 재무분석은 해당사업에 투자하고자 하는 투자자의 입장에서 투자비에 대한 기회비용 또는 투자수익의 크기, 즉 사업의 수익성 여부 및 그 정도를 검토하는 작업이라 할 수 있다.

5.7.1 재무분석의 목적

재무분석의 목적은 장래 건설되는 도로를 유료화하여 운영주체가 충분한 대가, 즉 투자비 회수가 가능한 지를 밝히고, 운영주체의 자금능력과 투자사업의 재무상태를 상호 비교하여 투자사업이 운영주체의 재무상태에 어떤 영향을 미칠 것인가를 평가하고, 향후 민간투자사업으로의 추진 가능성을 판단하고자 함에 있다.

5.7.2 재무분석의 과정

재무분석의 과정은 경제성분석 결과 선정된 최적노선에 대하여 영업대안별로 건설비를 제외한 수익성을 분석하여 가장 유리한 영업소 운영체계를 검토하고, 이를 토대로 수익성분석을 통한 적정요금 수준을 결정하는 과정으로 수행한다.

5.7.3 재무분석 방법의 종류

재무분석은 기업단위의 자금운용상태를 평가하는 방법과 도로건설 등 개별투자사업별 수익성을 평가하는 방법으로 대별되며 일반적으로 사용되는 재무분석의 종류는 다음과 같다.

〈표 5.4〉 재무분석 방법의 종류

구 분		분 석 방 법
재무제표 분석방법	대차대조표 분석	• 기업의 자산, 부채, 자본항목을 투자사업 전·후로 비교하여 부채비율 등 경영지표를 평가하는 방법
	손익계산서 분석	• 일정기간(주로1년) 동안의 투자사업 운영결과를 수입·비용 명세서로 작성하여 당기순손익을 산출하고 매출가격의 적정성을 평가하는 방법
개별투자사업 평가방법	재무 상태 변동 분석	• 투자사업 수행을 통한 운영실적, 대차대조표상의 현금변화, 연간 자본비용의 소요 및 조달가능성을 판단하기 위하여 자금의 유입·유출을 파악하는 자금운용계획을 통한 분석 방법

구 분		분 석 방 법
개별투자사업 평가방법	손익 분석	• 수입(운영수입과 부대수입)과 비용(운영비, 자본비용)으로 투자사업의 손익상태를 분석하는 방법
	수익성 분석	• 투자사업으로부터 기대되는 미래의 수익성을 측정하는 방법 • 재무적 내부수익율법(FYRR)과 순현재가치(NPV)법으로 분석

5.8 연접개발 계획

최근 고속도로 신설 및 확충의 양적증대의 필요성과 함께 주변여건의 변화에 부응하기 위하여 고속도로가 가지고 있는 잠재력과 주변 공간 활용에 대한 관심이 제고되고 있다. 이에 따라 고속도로가 제공하는 도로공간으로서의 1차적인 기능 이외에 고속도로의 시설과 그 주변 공간을 보다 종합적으로 개발하여 국토차원의 다각적인 활용방안이 모색되어야 하며 고속도로 건설사업과 관련하여 구체적이고 체계적인 연접개발사업을 검토함으로써, 고속도로의 기능과 잠재력을 최대한 활용할 수 있는 방안을 강구하여 주변지역의 합리적인 이용을 도모하여야 한다.

5.8.1 연접개발 유형 및 특성

구 분	특 징
고속도로 본선부의 개발사업	• 고속도로의 유출입이 I.C로 제한된 폐쇄식 유료고속도로 관리체제에 있어 휴게소 사업은 고속도로를 이용하는 여객과 차량에 대한 필수적인 통행 편의 서비스를 제공하는 기본시설로 개발됨
I.C 주변부의 개별입지시설	• 통행의 접근성과 이동성이 제공되는 입지적 우수성으로 인하여 통행편의 관련 시설, 유통시설, 상업시설 등이 입지
I.C 인접지역의 단지개발사업	• 고속도로의 이동성 기능과 주변의 개발여건을 연계하여 추진된 사업
폐도로 및 폐I.C 부지의 활용사업	• 기존도로의 확장사업이 진행됨에 따라 발생하고 있는 폐도로부지의 활용을 위하여 휴게소, 주택지로 이용

5.8.2 대상사업 검토

법 규	내 용
• 도로부지 및 시설이용사업 - 한국도로공사법 제12조 제1항 제10호 - 한국도로공사법 시행령 제11조의2 (한국도로공사 시행)	• 유료도로의 효율증진을 위한 도로의 부지 및 시설이용사업 • 사업범위 - 도로의 공간을 활용한 업무시설·판매시설 또는 주차장의 설치 등 도로의 입체적 개발에 관한 사업 - 도로부지에 주차장, 화물터미널, 화물자동차 전용휴게소, 화물유통·보관시설 및 판매시설을 설치·관리하는 사업 - 도로시설물을 이용한 광고대행사업 - 도로에 설치된 자가 전기통신설비를 기간통신사업자에게 제공하는 사업(전기통신기본법 제21조 제2항의 규정에 의하여 제공하는 경우에 한한다.) - 도로시설물을 이용하여 수집한 도로교통정보를 제공하는 사업
• 도로연접지역 개발사업 - 한국도로공사법 제12조 제1항 제11호 - 동시행령 제11조의 3 (한국도로공사 시행)	• 유료도로 연접지역에서의 화물유통·보관시설의 설치 등 유료도로의 효율 증진과 이용자의 편의증진을 위한 개발사업 • 사업의 범위 ① 유료도로의 구역과 직접 연결된 지역으로서 공사가 국토해양부장관으로부터 사업계획의 승인을 얻은 지역 ② 사업범위 - 여객자동차터미널, 화물자동차터미널, 화물자동차 전용휴게소, 화물유통·보관시설 및 판매시설 기타 자동차 교통의 능률증진을 위하여 필요한 시설을 설치·관리하는 사업 - 숙박시설, 청소년 수련시설, 기타도로의 효율증진과 이용자의 편의를 위한 시설을 설치·관리하는 사업 - 유통단지개발 촉진법에 의한 유통단지개발사업 ③ 승인신청서 포함사항 - 사업의 목적 - 사업의 시행면적 및 규모 - 사업시행기간 - 사업비 및 재원조달방안 - 기타 사업시행에 관하여 필요한 사항

5.9 민자 사업성 검토

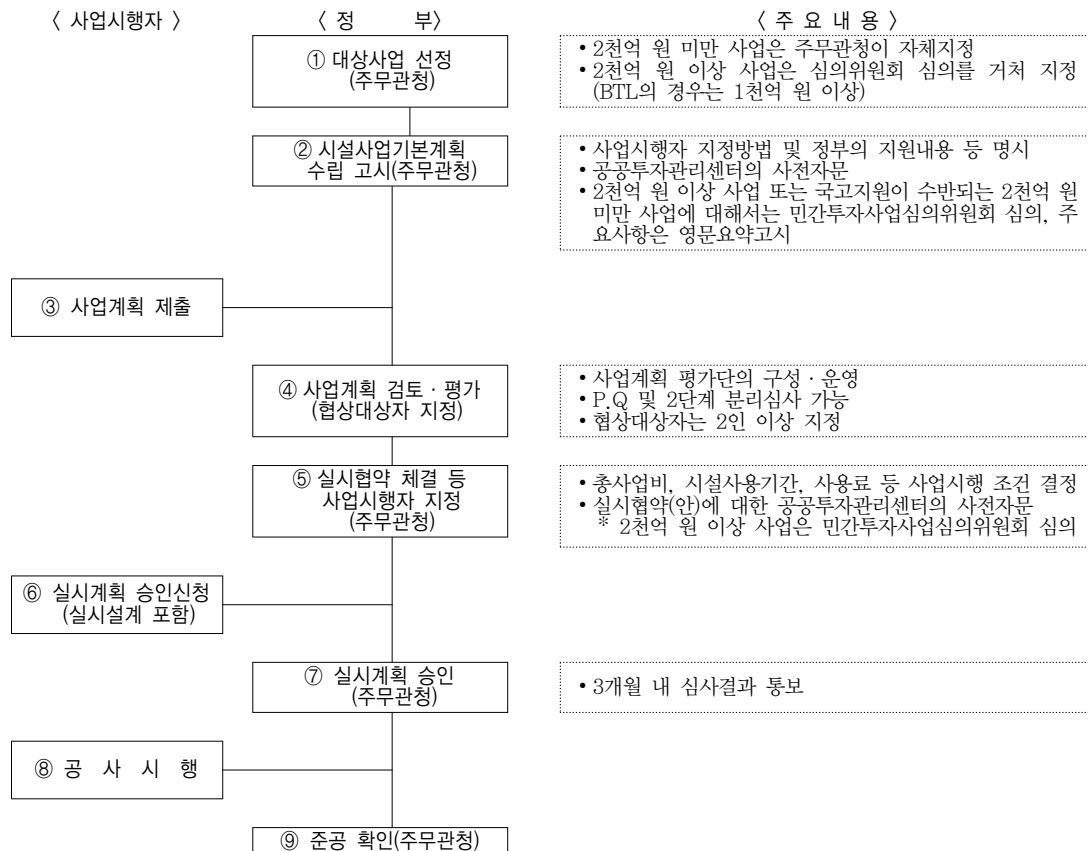
민자유치 고속도로 건설사업의 타당성 분석은 기존의 정부발주 고속도로 건설사업의 타당성 분석(경제성·재무분석 등)과는 그 목적 및 구조면에서 상이할 수밖에 없다. 즉 기존의 정부발주 고속도로 건설사업은 사업 자체의 수익성보다는 공공성에 주안점을 두어 주로 비용-편익분석(cost-benefit analysis)에 의하여 사업타당성을 평가했던 것에 반하여 민자유치 고속도로는 이러한 측면 외에도 수익(revenue) 개념이 추가되어 비용-수익분석(cost-revenue analysis)이 더 중요한 의미를 가지게 된다.

즉, 공공측면에서의 타당성 분석은 사업으로 인한 사회적 비용에 비하여 사회적 편익이 상대적으로 크다고 판단되면 정부의 재정으로 고속도로 건설을 시행하였으나, 민간측면에서의 타당성 분석은 이러한 사회적 편익 외에도 민간사업 시행자가 해당 사업에서 획득할 수 있는 수익이 비용보다 커야 한다는 또 하나의 조건이 추가되는 것이다. 따라서, 민자유치 고속도로 건설사업의 타당성 분석은 프로젝트에 소요되는 비용흐름도 중요하지만 해당 프로젝트와 부대사업 등에서 발생하는 수익흐름의 분석이 더욱 중요한 요소로 부각된다.

5.9.1 사업시행방식의 유형

주무관청은 총사업비 2천억 원(BTL의 경우는 1천억 원) 이상의 사업으로서 300억 원 이상의 국고지원이 소요되는 사업을 민간투자사업으로 추진하기 위해서는 기획재정부장관에게 당해 사업에 대한 예비타당성조사를 신청하여야 함. 다만 기 착공된 재정사업을 민자사업으로 전환하는 경우 예비타당성조사 등 절차는 생략할 수 있음

〈표 5.5〉 정부고시 사업추진 절차



주무관청은 민간투자사업심의위원회 심의 없이 민간투자대상사업을 지정하나 민간투자 대상사업을 지정하기 전에 전문연구기관에 의뢰하여 당해 사업의 타당성 분석을 실시하여야 함

5.9.2 분석항목 및 내용

여기에서 수입항목은 통행료수입이며 지출비용 항목으로는 총민간사업비, 운영비로 대별될 수 있다. 이들 항목의 구체적인 정의 및 세부 항목은 <표 5.6>과 같다.

<표 5.6> 분석항목 및 내용

구 분	내 용
수입의 산출	통행료수입 : 통행요금 × 통행량
지출비용의 산출	- 총 민간사업비 : 조사비, 설계비, 공사비, 부대비, 운영설비비, 제세공과금, 영업준비금 - 운 영 비 : 도로시설 완공 후 도로사업을 운영하는데 발생하는 비용 (유지보수비, 점검비, 인건비, 제경비 등)과 법인세



6. 가치분석

6.1 설계 VE 분석

6.1.1 개 요

설계의 경제성 등 검토는 총공사비가 500억 원 이상인 건설공사에 대한 공공건설사업의 예산절감, 기능향상, 구조적 안전 및 품질확보를 추구하기위하여 시행 한다.

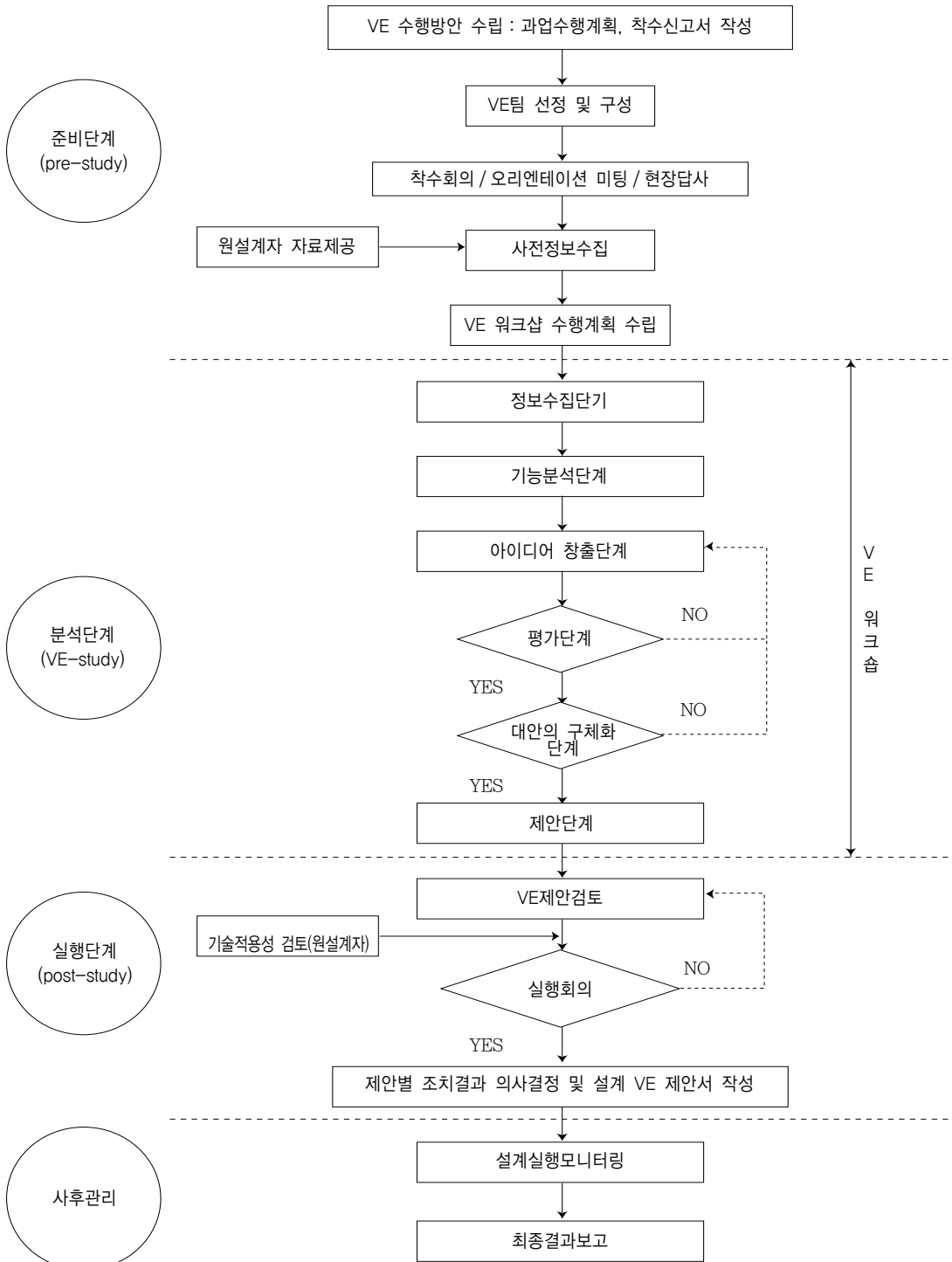
6.1.2 개 념

최소의 생애주기비용(LCC ; Life Cycle Cost)으로 대상 시설물의 최상의 가치를 얻기 위하여, 설계 내용에 대한 경제성 및 현장 적용의 타당성을 여러 전문분야의 협력을 통하여 기능별 · 대안별로 검토하는 체계적인 프로세스(systematic process)를 말한다.

6.1.3 기본원칙 및 유형

VE는 보다 적은 비용으로 같은 기능을 얻거나, 같은비용으로 기능을 개선하여 불필요한 기능과 비용을 없애고 운영비용이나 수익을 최적화하기 위하여 대체 안을 개발하기 위함이다

- 첫째 : VE는 사용자의 요구(user's needs) 만족
 - 둘째 : VE는 기능에 의한 활동(function approach)
 - 셋째 : VE는 조직적인 활동(organized study)
 - 넷째 : VE는 최저생애비용에 의하여 의사결정
 - 다섯째 : VE는 창조적 사고(creative thinking)에 의한 활동
- ① 원가절감형 VE 활동 : 본래의 기능수준을 유지하면서 대상물에 포함되어 있는 불필요, 중복, 과잉 기능을 찾아서 제거하고, 설계착상의 변경으로 같은 기능수준을 유지하면서도 값이 싸고 생산성을 높일 수 있는 대체 소재를 활용하여 가치를 보증하는 VE 활동
 - ② 기능향상형 VE 활동 : 대상의 기능분석을 통하여 불필요, 중복, 과잉 기능을 찾아내 제거하고 소재의 변경이나 설계착상의 변경을 통하여 원가의 상승 없이 기능만을 향상시켜 가치를 보증하는 VE 활동의 형태



〈그림 6.1〉 VE 수행절차 흐름도

- ③ 혁신형 VE 활동 : 분자인 기능을 월등히 향상시키면서도 분모인 Cost는 오히려 획기적인 절감을 이룩할 수 있는 이상적인 가치를 보증하는 VE 활동의 형태
- ④ 기능강조형 VE 활동 : 가치결정 요소인 분모와 분자인 C와 F가 모두 변하되 분모인 Cost의 상승에 비하여 분자인 기능의 향상이나 다양성이 월등히 개선 가치를 보증하는 VE 활동의 형태

6.1.4 추진절차

일반적인 활동은 SAVE(Society of American Value Engineers)에서 제시하고, 설계의경제성 등 검토에 관한시행 지침(국토해양부) 및 건설 VE 매뉴얼 및 운용기법(국토해양부)에서 추천하는 표준절차(job plan)에 따라 추진하며, 그 과정은 준비단계(pre-study), 분석단계(VE study), 실행단계(post-study)로 크게 나누어 실시한다.

설계 VE는 Job Plan이라 불리는 시작과 끝이 분명한 체계적인 절차에 의하여 수행된다. 이러한 체계적인 절차이행 과정별로 설계 VE팀 모든 구성원들이 추구하고 달성하여야 할 목적을 명확히 제시하고 있다. 다음 표는 수행절차별 목적과 고려사항을 나타내고 있다.

〈표 6.1〉 VE 수행절차의 목적과 고려사항

추진단계	세부단계	목 적	고 려 사 항
준비단계 (pre-study)	• 관련자료의 수집 • 발주자 · 사용자 요구측정 • VE 대상선정	• 프로젝트 조사 • 발주자 · 이용자 요구측정 • VE 대상선정	• 집중 검토항목과 목표 설정 • 충분한 VE 활동 일정확보 • 현장답사계획 수립 • VE 대상에 부합하는 전문가팀 구성 • 프로젝트 목적 및 문제점파악 • 프로젝트 제한사항 파악 • 충분한 프로젝트 현황 및 설계내용 숙지 • 총공사비 및 공종별 공사비 검증 • 발주자 및 사용자 요구사항 측정 • VE 효과를 극대화하기 위한 집중 검토 대상 선정
분석단계 (VE study)	정보수집	• VE 대상시설의 정보수집 및 공유	• 프로젝트 범위/일정/비용 재검토 • 발주자 및 설계자의 프로젝트 내용설명 • 프로젝트 내용 숙지 및 핵심사항 공유 • 수집된 정보 정리, 분석 및 추가자료 수집
	기능분석	• 기능과 비용 분석 • 중점개선 기능 선정	• 사업목적과 상시기능의 정의 • VE 대상시설의 주기능과 부기능, 필수기능과 보조기능의 구분정의 • FAST도작성을 통한 불필요한 기능이나 개선되어야 할 기능 파악 • 발휘기능에 비하여 과도한 공사비가 소요되는 설계내용 파악(기능평가)

추진단계	세부단계	목 적	고 려 사 항
분석단계 (VE study)	아이디어 창출	• 아이디어 창출	• 가능한 다량의 아이디어 창출 독려 • 타인의 아이디어에 대한 부정적 견해 차단 • 아이디어 창출을 위한 다양한 기법 적용 • 창출 아이디어의 정리 철저
분석단계 (VE study)	아이디어 평가	• 아이디어 평가	• 합리적인 아이디어 평가항목 및 평가척도 설정 • 아이디어 평가방법 결정 • 유지관리비를 고려한 비용평가 • 실행가능성에 대한 평가 • 아이디어가 주 기능을 만족하는지 여부 판단
	대안의 구체화	• 대안의 구체화	• 아이디어 구체화를 위한 기술검토 수준 결정 – 아이디어 스케치 또는 개략도면 작성 – 개략적 수량 산출 – 기술적 장단점 및 개선효과 검토 – 사회적, 환경적 영향 검토 – 적용사례 등 실행가능성 검토 • 총공사비 및 보상비 분석 • 유지관리비 등 생애주기비용 검토 • 합리적이고 일관성 있는 성능평가 실시 • 비용절감 및 가치향상 효과 도출
	제안발표	• 제안 발표	• 프로젝트의 문제점과 해결방법의 제시 • 성능향상, 비용절감 및 가치향상 효과의 합리적이고 정량적인 제시 • 대안의 실행에 필요한 사항 요구 (기술적, 경제적, 행정적 필요사항) • VE 제안서 작성
실행단계 (post-study)	실행	• 대안의 실행	• VE 제안서 검토 • 기술적 타당성 검토 • 설계자 검토를 통한 제안내용의 적정성 검증 • 실행주체 및 실행계획 수립 • 진행 중인 설계용역의 계약변경 및 예산변경 등이 수반되는지 여부 검토 • 추가 및 재검토 대상 파악 • 최종 VE 보고서 작성
사후관리	모니터링	• 결과에 대한 조사 및 후속조치	• 설계반영사항 모니터링 • 최종보고 • 당초 예측효과대비 실제 적용효과 비교 • 당초 예측비용대비 실제 소요비용의 비교 • 모범사례 발굴 및 타 사업 반영

6.1.5 사후관리

- ① 발주청은 제출된 제안내용 및 채택여부 등과 관련하여 매년 12월31일을 기준으로 관련서류를 첨부하여 다음 연도 2월 말일까지 국토해양부장관에게 보고하여야 한다.
- ② 국토해양부장관은 발주청이 채택한 제안 및 제출된 제안내용에 대하여 타 발주청에 활용 권장 등 필요한 조치를 취할 수 있다.



7. 건설 계획

도로가 건설되어 개시되었을 때, 통행 개시 초기에 교통량이 많지 않을 것으로 예측되는 경우 투자 효율을 높이기 위해서 단계건설의 실시 등을 검토하는 등 장기적인 건설 계획을 세워야 한다.

도로가 건설되어 통행이 개시된 후 초기에는 교통량이 많지 않은 구간이 있으므로 이러한 구간에 대해서는 단계건설 여부를 검토하여 투자의 효율성을 높이도록 한다. 단계건설이 채택되는 기본적인 조건은 다음과 같다.

- ① 단계건설이 경제적인 것
- ② 잠정적으로 사용하는 기간 동안 안전하고 고속의 교통운용이 행하여 질 것
- ③ 단계건설에 적합한 지형 조건과 도로 구조일 것

우선 첫째로, 단계건설이 경제적이기 위해서는 단계건설의 비용 편익비가 완성 시공의 비용 편익비보다 크도록 단계건설을 계획하는 것이 필요하다.

둘째로, 안전하고 고속의 교통 운용을 하기 위해서는 횡단면 구성 폭, 부가 차로의 설치, 잠정 사용시의 설계 속도 등을 목적에 맞게 적절히 계획할 필요가 있다.

셋째로, 단계건설에 적합한 지형 조건과 도로 구조일 경우에, 건설비의 현재 가치가 적게 되는 도로 구조이어야 한다. 구체적으로 ①초기 건설비가 적을 것 ②2차 시공 시 재 시공이 적을 것 ③2차 시공 시에 교통에 지장을 주지 않을 구조로 할 것 등이다.

단계 시공이 경제적인지의 여부는 단계건설과 완성 시공과의 비용면과 편익면 등의 여러 가지 조건을 고려하여야 하기 때문에 한 마디로 말하는 것은 어렵지만, 여기에서는 건설비 측면에서 경제적 성립 조건에 대해서 설명한다.

단계건설의 경우, 추가 시공시의 재시공 비용, 교통안전대책 비용 등의 부가 공사비가 필요하므로, 건설비의 총액은 완성 시공보다 크다. 그러나 추가 시공 시기가 어느 정도 늦어져서 현재 가치로 고친 건설비의 총액은 완성 시공의 경우보다 적게 될 때에는 경제적이라고 말할 수 있다. 이것을 식으로 표현하면 다음과 같다.

$$C > S_1 + S_2 \frac{1}{(1+i)^n} \quad (6.1)$$

여기서, C : 완성 시공시의 건설비

S_1 : 단계건설의 경우 초기 시공분의 건설비(초기 시공 건설비)

S_2 : 단계건설의 경우 추가 시공분의 건설비(추가 시공 건설비)

i : 이자율

n : 초기 시공 연도와 추가 시공 연도의 차이

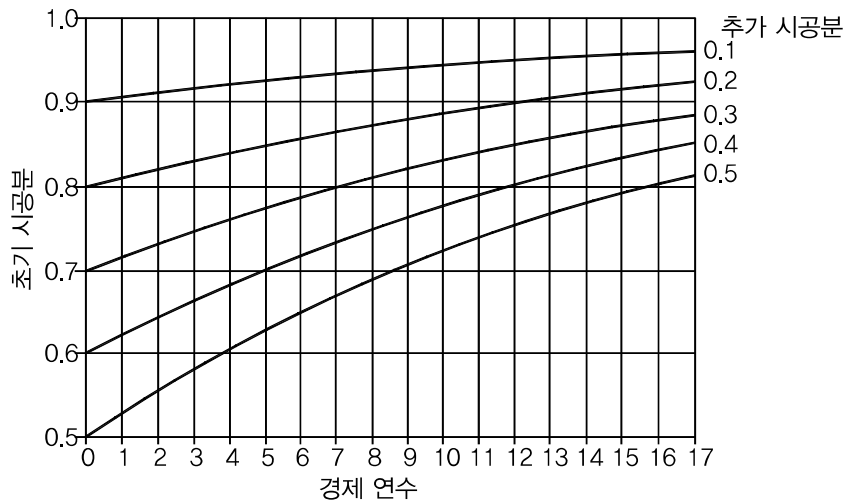
식(6.1)을 바꾸면 다음과 같다.

$$a = 1 - b / (1 + i)^n$$

$$\text{여기서, } a = S_1 / C$$

$$b = S_2 / C$$

이 식을 기본으로 건설비와 경제 연수와의 관계를 구한 것을 <그림 7.1>에 표시 하였다.



<그림 7.1> 단계건설 비용과 경제 연수와의 관계 (i=8%일 때)

이 그림에서 단계건설을 시행하기 위하여 고려할 수 있는 것은 다음과 같다.

- ① 초기 시공 건설비(S_1)는 가능한 한 적게 할 것
- ② 초기 시공 건설비(S_1)와 추가 시공 건설비(S_2)의 합은 가능한 한 적게 되도록 재시공을 하고, 추가 시공 시에 공사비의 증가가 적게 되도록 설계를 할 것.

예를 들면, 단계건설의 건설비가 완성 시공의 건설비보다 10% 많다면, 초기 시공 비율 a가 0.8일 때, 추가 시공 비율 b는 0.3이 되며, 경제 연수는 약 7년이 된다. 또, a = 0.7, b = 0.4인 경우, 경제 연수가 약 5년이

되고, 초기 시공 건설비가 적을수록 추가 시공을 빨리 착수하는 것이 경제적이다. 이 외에 $a + b$ 가 1.0에 가까울수록, 즉 재시공의 추가 비용이 적을수록 경제적이라는 것을 알 수 있다.

추가 시공이 시행되려면 건설비 외에도 여러 가지 조건에 대해서 검토할 필요가 있다. 예를 들면, 잠정 사용시는 완성시보다 주행속도가 낮아서 편익이 저하되지만, 경제적으로 보면 그 편익의 감소가 투자 비용의 감소보다 적어야 하고, 또 추가 시공 시기에 대해서도 잠정 사용에서 완성까지의 편익의 증가분이 추가 투자액에 상응하는 시기가 되어야 한다.

그러나 한편으로 경제적인 견지에서 구한 추가 시공 시기보다 늦게 시공을 할 경우 교통량의 증가로 인하여 주행속도가 떨어지며, 교통 수요를 만족할 수 없게 되고, 사회적으로 고속도로의 건설 목적에 적합하지 않게 되는 경우도 있다. 따라서, 이들의 여러 조건을 종합적으로 검토한 후에, 단계건설 여부를 판단하여야 한다.



참 고 자 료

1. 도로의 구조·시설 기준에 관한 규칙, 해설, 지침, 국토해양부, 2009
2. 도로 교통량 통계 연보, 건설교통부, 2000
3. 도로 용량 편람, 국토해양부, 2001, 2005
4. 도로설계 요령, 한국도로공사, 1992, 2001
5. 도로설계 실무편람, 한국도로공사, 2000
6. 설계실무자료집, 한국도로공사
7. 도로설계편람, 건설교통부, 2000
8. 도로 용량 편람 연구 조사(제2, 3단계), 3단계 최종보고서), 한국건설기술연구원, 교통개발연구원, 1992
9. 도로 용량 편람 연구 조사(제2, 3단계), 2단계 최종보고서), 한국건설기술연구원, 교통개발연구원, 1991
10. 도로 용량 편람 연구 조사(제2, 3단계), 기술보고서 3 : 한국의 도로 특성 조사), 한국건설기술연구원, 1991
11. 도로 교통량 조사 체계 및 자료 처리의 합리화 방안 연구, 국토개발연구원, 1986
12. 도로 사용자 부담 조사, 최종 보고서, 국토개발연구원, 1986
13. 교통 공학 원론(상) 제2개정판, 청문각, 도철웅, 2004
14. 교통 공학 원론(하), 제2개정판, 청문각, 도철웅, 2004
15. American Association of State Highway and Transportation Officials, A Policy on Geometric Design of Highways and Streets, Washington D.C., 1990
16. Transportation Research Board, Highway Capacity Manual, Special Report 209, 1985
17. Transport and Road Research Laboratory, Towards Safer Roads in Developing Countries, A Guide for Planners and Engineers, 1991