

제 4 장 도로용량과 서비스수준

4.1 개요

- (1) 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.
- (2) 해당 도로의 주행속도, 통행 시간, 통행 자유도, 안락감 그리고 교통안전 등의 교통 서비스 상태를 설명하는 개념으로 서비스 수준이 이용된다.
- (3) 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.

4.2 교통용량

- (1) 개 요
 - ① 도로 교통용량 개념은 다양하게 정의되어 있으나, 해당 도로가 주어진 도로, 교통 등의 여건에서 통과시킬 수 있는 최대 교통량과 관련되어 있다.
- (2) 이상적인 조건
 - ① 원칙적으로 이상적인 조건이란 더 좋게 개선하여도 용량의 증가가 일어나지 않는 조건을 말하며, 이들 조건에는 크게 도로·교통·교통통제 조건이 있다.
 - ② 이때 기후 조건이나 포장 상태는 양호한 것으로 가정한다.
 - ③ 이상적인 조건의 예로서, 연속류 도로의 이상적인 조건은 다음과 같다.
 - 가. 차로 폭 3.5m 이상
 - 나. 측방 여유폭 1.5m 이상(주행 차로와 가장 가까이 위치한 장애물 또는 도로변, 중앙 분리대 등의 장애물과의 거리)
 - 다. 평지
 - 라. 승용차로만 구성된 교통류
 - ④ 대부분의 실제 여건은 위의 이상적인 상태와 다르므로 용량 산정이나 서비스 교통류율을 구할 때에는 현실의 조건을 감안하여야 한다.
- (3) 도로 조건
 - ① 도로 조건은 도로의 모든 기하구조 요소를 포함하는데 여기에는 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.
 - (가) 일반지형

1-4-2 | 제1편 도로계획

- 일반지형은 다음과 같은 세 가지 범주로 나뉜다.
 - 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.
 - 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.
 - 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.

(나) 특정경사 구간

- 특정경사구간은 종단경사가 3% 이상이고, 종단경사 길이가 500m 이상인 구간, 2% 이상 3% 미만이면서 경사길이가 1,000m 이상인 구간 또는 이 조건과 같은 교통류 상태인 종단경사와 종단경사 길이를 가진 구간을 말한다.

나. 도로 구분

- (가) 도로는 차량 흐름을 통제하는 외부 영향이 있는지 또는 특정경사구간이 지금도 있는지의 여부에 따라 연속류 도로와 단속류 도로로 나뉜다.
- (나) 연속류 도로와 단속류 도로를 [표 4.2.1]과 같이 구분하고 있다.

[표 4.2.1] 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, 교통통제시설(신호등)이 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, 신호교차로간의 거리는 3km 이내로서, 신호교차로간 평균거리는 300~500m, 동일 기능의 도로 간격 500~1,000m

(4) 교통 조건

① 차종별 구성비

- 가. 교통용량, 서비스 교통량, 서비스 수준에 영향을 미치는 근본적인 요인은 차종별 구성비이다.

나. 앞에서 언급한 중차량은 다음과 같이 두 가지 이유로 교통 흐름에 지장을 준다.

(가) 중차량은 승용차보다 크기 때문에 승용차보다 도로면을 더 넓게 차지한다.

(나) 중차량은 승용차보다 주행 능력이 떨어진다. 특히, 가감속과 상향 중단경사에서의 오르막 능력이 떨어진다.

- 상향 중단경사에서 중차량의 오르막 능력 감소에 따른 영향은 매우 중요한데, 중차량은 승용차와 같은 주행을 유지하지 못하기 때문에 앞지르기로 채워지기 어려운 넓은 간격(gap)이 교통류 속에 형성되어 도로를 효율적으로 사용하지 못하게 된다.
- 이러한 경향은 2차로 도로의 길고 급한 상향 중단경사 구간에서 특히 심하게 나타나는데, 이런 곳에 양보차로(passing lane)을 설치하면 고속으로 주행하는 자동차가 저속으로 주행하는 자동차(중차량)를 앞지를 수 있으므로 교통 소통이 원활해진다.
- 중차량은 하향 중단경사 구간을 주행할 때에도 영향을 받는데, 특히 중차량이 저속으로 변속하여야 할 만큼 급한 하향 중단경사에 큰 영향을 받으며, 이런 경우에는 중차량의 속도가 승용차보다 낮기 때문에 교통류 내에 큰 간격(gap)이 생긴다.

② 교통량의 방향별 분포와 차로별 이용도

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

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

다. 편도 2차로 이상의 도로 설계시에는 2차로 도로와는 달리 한 방향의 흐름에 초점을 맞추어 행해지지만, 도로의 각 방향 모두 첨두 방향의 첨두 교통류율(peak rate of flow)에 적합하도록 설계하여야 한다.

(가) 대부분의 도로에서 오전 첨두 교통이 어느 한 방향에서 발생하고, 오후에는 이와 반대 방향에서 첨두 교통이 발생하기 때문이다.

(5) 교통 통제 조건

① 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.

② 단속류 도로에서의 차량 운행은 교통 신호등의 사용 방식에 따라 영향을 받는데, 신호 현시, 녹색 신호의 비율, 신호 주기, 접근 방향별 교통량 등이 결정 변수이다

③ 정지표지와 양보표지도 용량에 영향을 주지만 교통 신호등보다 덜 강제적이다.

가. 교통 신호등은 각 방향별 움직임을 허용하는 시간을 확실하게 지시하는데 반해 정지표지와 양보표지는 주 도로의 운전자들에게 통행 우선권(right of way)을 나타내고 있는데 불과하다.

④ 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

- (1) 서비스 수준이란 주행속도, 여행시간, 통행 자유도, 안락감 그리고 교통 안전등의 교통 운영 상태를 설명하는 질적인 개념이다.
- (2) 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.
- (3) 도로의 설계 서비스 수준으로는 일반적으로 서비스 수준 C와 D가 사용된다.
- (4) 서비스 교통량은 해당 도로의 서비스 수준을 자동차 대수로 나타낸 것으로서, 주어진 시간 동안, 주어진 도로 조건, 교통 조건 및 교통통제 조건에서 일정한 서비스 수준을 유지하면서 도로 또는 차로의 일정 구간 또는 지점을 자동차가 통과하리라 기대되는 교통류율을 의미한다.

[표 4.3.1] 서비스 수준별 교통류 상태

서비스 수준	구분	교통류 상태
A	자유 교통류	사용자 개개인들은 교통류 내의 다른 사용자의 출현에 실질적으로 영향을 받지 않는다. 교통류 내에서 원하는 속도 선택 및 방향 조작 자유도는 아주 높고, 운전자와 승객이 느끼는 안락감이 매우 우수하다.
B	안정된 교통류	교통류 내에서 다른 사용자가 나타나면 주위를 기울이게 된다. 원하는 속도 선택의 자유도는 비교적 높으나 통행 자유도는 서비스수준 A보다 어느 정도 떨어진다. 이는 교통류 내의 다른 사용자의 출현으로 각 개인의 행동이 다소 영향을 받기 때문이다.
C	안정된 교통류	교통류 내의 다른 차량과의 상호작용으로 인하여 통행에 상당한 영향을 받기 시작한다. 속도의 선택도 다른 차량의 출현에 영향을 받으며, 교통류 내의 운전자가 주위를 기울여야 한다. 이 수준에서 안락감은 상당히 떨어진다.
D	안정된 교통류 높은 밀도	속도 및 방향 조작 자유도 모두 상당히 제한되며, 운전자가 느끼는 안락감은 일반적으로 나쁜 수준으로 떨어진다. 이 수준에서는 교통량이 조금만 증가하여도 운행 상태에 문제가 발생한다.
E	용량상태 불안정 교통류	교통류 내의 방향 조작 자유도는 매우 제한되며, 방향을 바꾸기 위해서는 차량이 길을 양보하는 강제적인 방법을 필요로 한다. 교통량이 조금 증가하거나 작은 혼란이 발생하여도 외해 상태가 발생한다.
F	강제류 또는 외해상태	도착 교통량이 그 지점 또는 구간 용량을 넘어선 상태이다. 이러한 상태에서 차량은 자주 멈추며 도로의 기능은 거의 상실된 상태이다.

4.4 교통류의 효과적도

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

(1) 서비스 수준과 효과척도

- ① 서비스 수준은 각 도로의 통행 상태를 가장 잘 나타내는 한 가지 또는 몇 가지의 운영 변수를 기본으로 하여 규정된다.
- ② 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.
- ③ 도로의 서비스 수준을 규정하는데 이용되는 척도를 효과척도(measures of effectiveness, MOE)라 하는데, 이 효과척도들은 각 도로의 교통 운행의 질을 가장 잘 나타내야 한다.
- ④ [표 4.4.1]은 도로 구분별로 서비스 수준을 규정하는 데 사용되는 효과척도들이다.

[표 4.4.1] 도로구분에 따른 효과척도

도로의 구분		효과척도	비고
고속도로 - 고속도로 기본구간 - 엇갈림 구간 - 연결로와 접속부		밀도, 교통량 대 용량비(V/C) 엇갈림구간 평균밀도 영향권밀도(합류부, 분류부)	연속류 도로
다차로 도로		평균 통행속도(신호지체 고려)	
2차로 도로	일반지형	도로유형별 총 지체율	
	특정 경사 구간		
신호 교차로		차량당 평균제어지체	단속류 도로
도시 및 교외 간선도로		평균 통행속도	

- ⑤ 각 서비스 수준은 [표 4.4.1]에 있는 효과척도를 사용하여 운영 상태를 일정 범위로 표현한 것이다.
- ⑥ 서비스 수준이란 질을 나타내는 개념이므로, 각 서비스 수준은 하나의 값이 아닌 범위로 표현된다.
- ⑦ 여기에서는 연속류에서 가장 기본이 되는 효과척도인 교통량(교통류율)과 속도 및 밀도에 대해서 설명한다.

(2) 교통량과 교통류율

- ① 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.
 가. 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.
 나. 교통류율 : 한 시간보다 짧은 간격, 보통 15분 동안에 도로 또는 차로의 횡단면 또는 한 지점을 통과한 자동차 대수를 시간당 교통량으로 환산한 값이다.
- ② 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.

③ 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

가. 교통량은 연속된 15분 간격으로 네 차례 관측하였으며, 1시간의 교통량(volume)은 관측 교통량들의 합인 4,300대/시이다.

나. 교통류율(flow rate)은 각 15분 간격마다 변하는데, 15분 간격 동안의 최대 교통류율은 1,200대/0.25시, 즉 4,800 대/시이다.

다. 조사 시간에 관측 지점을 4,800대가 통과하지는 않았지만 15분 동안에는 이와 같은 통행 비율로 자동차가 통과하였다는 것을 나타내는 것이다.

④ 교통용량 분석에서 가장 중요한 것은 첨두 교통류율을 고려하는 것이다.

⑤ 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 외해 상태가 발생한다. 이러한 상황은 외해 상태가 발생한 지점에서부터 오래 동안, 발생 지점에서부터 먼 곳까지 혼란이 확산된다.

⑥ 첨두 교통류율은 첨두시간 계수(peak hour factor, PHF)를 사용하여 시간당 교통량으로 환산할 수 있다.

가. 여기서 첨두시간 계수(PHF)는 한 시간 교통량을 해당 1시간의 최대 15분 교통류율로 나눈 값으로 정의된다.

$$PHF = V_p / (4 \times V_{15}) \quad \text{[식 4.4.1]}$$

여기서, PHF : 첨두시간 계수

V_p : 첨두시간 교통량 (대/시)

V_{15} : 첨두 15분 동안 통과한 자동차 대수 (대/15분)

나. 첨두 1시간에 균일하게 자동차가 지나갔다면, 첨두시간 계수는 1.0이다.

⑦ 도로 용량 편람에서는 첨두시간 내의 첨두 기간(일반적으로 15분, peak flow period) 동안의 교통량을 용량 분석의 기준으로 삼고 있다.

(3) 속 도

① 속도는 단위 시간당 이동한 거리로 규정되는데, 일반적으로 km/h로 표시된다.

② 교통류의 속도를 나타내는 데는 대표값이 사용되어야 하는데, 그 이유는 교통류 내에서 관찰되는 자동차들의 속도가 광범위하게 분포되어 있기 때문이다.

③ 평균 주행속도(average running speed)

가. 속도는 측정 대상 구간의 길이를 먼저 측정하고, 자동차가 이 구간을 통과하는 데 소요된 평균 주행 시간을 관측한 후, 구간의 길이를 주행 시간으로 나누어서 구한다.

나. 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.

$$S = \frac{L}{\sum_{i=1}^n t_i / n} = \frac{nL}{\sum_{i=1}^n t_i} \quad [\text{식 4.4.2}]$$

여기서, S : 평균 주행속도(km/h)

L : 도로 구간의 길이 (km)

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

n : 주행 시간 관측 횟수

④ 평균 통행속도(average travel speed)

가. 어떤 도로 구간의 길이를 이 구간을 통행하는 데 소요되는 평균 통행 시간으로 나눈 값이다.

나. 이 때의 평균 통행 시간은 자동차가 통행중에 정지하는 것까지 포함한 시간을 의미한다. 다. 평균 통행속도의 계산에는 고정된 교통 방해 시설(교통 신호등, 정지표지, 양보표지 등)이나 교통 혼란으로 인하여 발생하는 통행 시간이 포함된 총 통행 시간을 사용한다.

⑤ 교통 혼란이 없는 상태에서는 평균 통행속도와 평균 주행속도는 같다.

(4) 밀 도

① 밀도(density)는 주어진 구간의 차로 또는 도로 구간에 있는 자동차 대수로 정의되며, 보통 (대/km)의 단위로 표시한다.

② 밀도의 측정 방법에는 현장 측정 방법과 식을 이용하는 방법이 있다.

③ 현장 측정 방법으로는, 도로 구간을 관찰할 수 있는 높은 위치에서 관측하여 측정하는 방법이 있으나 측정이 어렵다.

④ 식을 이용하는 방법으로서, 밀도를 평균 통행속도와 교통류율로부터 계산하는 방법이 있다. 여기에 이용되는 식은 다음과 같다.

$$D = V_t / S \quad [\text{식 4.4.3}]$$

여기서, D : 밀도 (대/km)

V_t : 교통류율 (대/시)

S : 평균 통행속도 (km/h)

⑤ 따라서, 교통류율이 2,000대/시이고 평균 통행속도가 50km/h인 도로 구간의 밀도는 40대/km (=2,000/50)이다.

⑥ 밀도는 교통 운영 상태를 나타내는 중요한 변수의 하나이며, 자동차들간의 근접된 정도를 나타내므로, 교통류 내에서의 통행 자유도를 반영한다.

(5) 연속류의 속도, 밀도, 교통량 관계

① 연속류의 흐름을 설명하는 세 척도는 [교통량=속도×밀도] 관계에 있으며, 이를 이용하면 속도와 밀도의 값이 무한한 값이라도 교통량은 계산될 수 있다.

가. 하지만, 실제로 주어진 도로 구간에서 생길 수 있는 교통 흐름은 그 밖의 변수들에 의해 제한된다.

② 주어진 도로의 최대 교통류율은 그 도로의 용량이 되는데, 이때의 밀도를 임계 밀도(critical density)라 하며, 이때의 속도를 임계 속도(critical speed)라 한다.

③ 용량에 접근할수록 교통류 내에서의 차간 간격(gap)이 좁아지기 때문에 불안정한 흐름으로 바뀌어 간다.

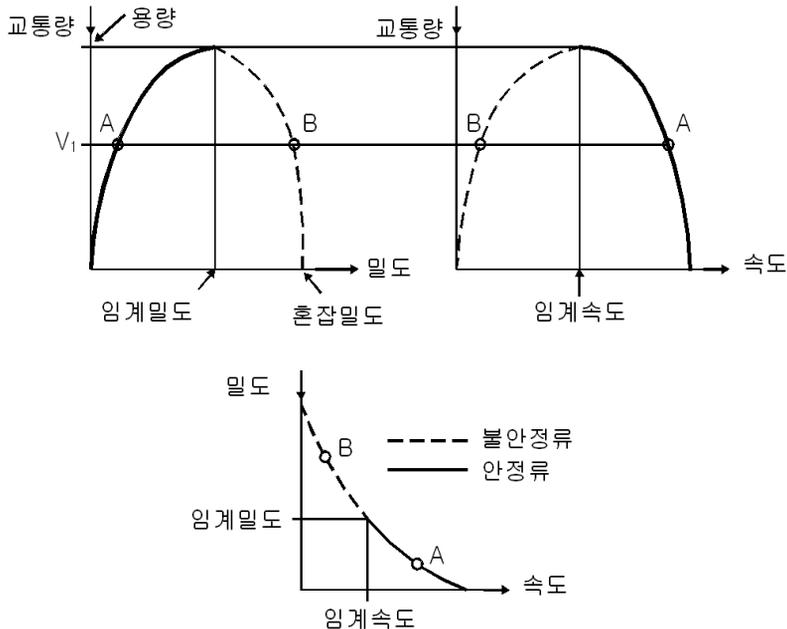
④ 용량 상태에서는 교통류 내에서 사용할 수 있는 간격이 거의 없기 때문에 도로를 출입하는 자동차와 교통류 내에서의 차로 변경 등으로 인한 혼잡이 생기고, 이렇게 발생한 혼잡은 쉽게 해소되지 않는다.

⑤ 그러므로 용량 상태 또는 용량에 근접한 상태로 운행되는 도로의 경우, 대부분 상류쪽에 차량 행렬이 형성되며, 불안정한 흐름 또는 교통 외해 상태가 필연적으로 발생한다.

⑥ 그래서 도로를 설계할 때에는 해당 도로의 용량 이하의 상태에서 운용되도록 설계를 해야 한다.

⑦ <그림 4.4.1>은 연속류를 설명하는 세 변수의 기본적인 관계를 나타낸 것이다.

가. 이들 관계의 모양은 모든 연속류 도로에서 비슷하지만 정확한 모양과 값은 조사 구간의 도로 조건과 교통 조건에 따라 결정된다.



<그림 4.4.1> 연속류의 속도와 밀도와 교통량 관계

- ⑧ <그림 4.4.1>에 표시한 것과 같이 용량 이하의 교통량은 다음과 같은 두 가지 다른 조건에서 발생한다.
- 가. 높은 속도와 낮은 밀도 상태
(가) 높은 속도, 낮은 밀도 부분은 안정류를 나타내며, 교통용량 분석의 관심 대상이기도 하다.
- 나. 낮은 속도와 높은 밀도 상태
(가) 곡선 중 낮은 속도, 높은 밀도 부분은 불안정류를 나타내며, 이는 강제류, 왜해 상태를 나타내는 것이다.
- ⑨ 서비스 수준 A~D는 안정류 부분, 서비스 수준 E~F는 불안정류라 하며, 서비스 수준 E의 최대 교통류율을 도로의 용량이라고 한다.('4.3 서비스 수준' 의 [표 4.3.1] 참조)

4.5 도로의 구간별 분석과 설계

(1) 개요

- ① 고속도로는 완전한 형태의 연속류를 유지하는 유일한 도로로서, 교통류의 상태는 교통량과 고속도로의 선형에 주로 영향을 받는다.
- ② 자동차 운행 상태는 주변 여건 즉 기후, 포장 상태 또는 교통사고 발생 등에 영향을 받는다.
- ③ 고속도로의 기하구조는 중앙분리대가 설치되어 있고, 방향별로 2차로 이상의 차로를 가진 최상급 도로로서, 완전 출입통제 방식을 취한다.

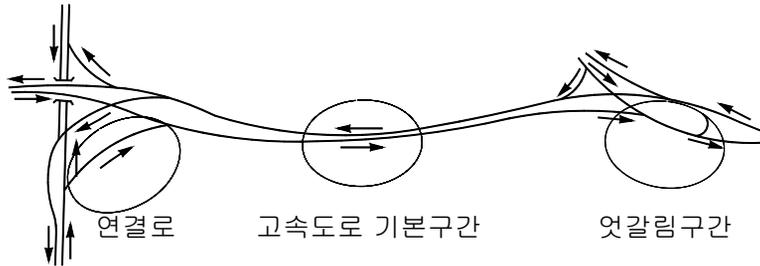
(2) 고속도로 구성 요소

- ① 고속도로는 다음과 같은 세 요소로 구성되어 있다.
 - 가. 고속도로 기본구간
 - (가) 엇갈림이 없고, 연결로 접속부의 합류 및 분류의 영향을 받지 않는 고속도로 본선 구간을 말한다.
 - 나. 엇갈림 구간
 - (가) 교통 통제 시설의 도움 없이 두 교통류가 같은 방향으로 상당히 긴 구간을 주행하면서 서로 다른 방향으로 엇갈리는 구간을 말한다.
 - (나) 엇갈림은 합류부에 이어 분류부가 있는 구간에서 발생한다.
 - 다. 연결로와 연결로 접속부
 - (가) 연결로란 고속도로 본선과 접속도로, 또는 고속도로 본선과 본선을 연결시키는 도로를 말한다.
 - (나) 연결로 접속부란 유입 연결로 또는 유출 연결로가 고속도로 본선에 접속되는 구간을 말한다.
 - (다) 연결로 접속부에는 합류 또는 분류하는 자동차가 몰리므로, 이 구간에서 본선의 교통 흐름이 매끄럽지 못하다.
- ② 엇갈림 구간과 연결로 접속부의 영향권은 다음과 같다.
 - 가. 엇갈림 구간 : 엇갈림이 시작되는 진입 연결로의 100m 상류 지점으로부터 엇갈림이 끝나는 진출 연결로의 100m 하류 지점까지의 구간

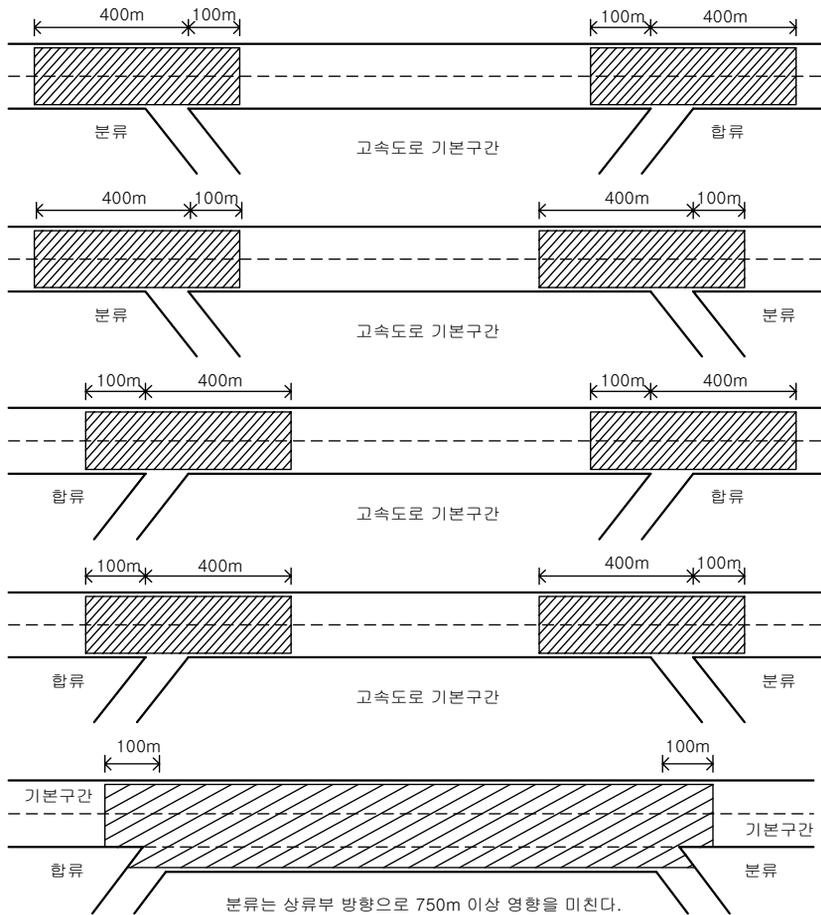
나. 진입 연결로 : 연결로 접속부의 100m 상류 지점부터 400m 하류 지점까지의 구간

다. 진출 연결로 : 연결로 접속부의 400m 상류 지점부터 100m 하류 지점까지의 구간

- ③ <그림 4.5.1>는 다양한 형태의 고속도로 구성 요소를 보여주며, <그림 4.5.2>은 이들 구성요소들의 영향권을 나타낸 것이다.
- ④ 고속도로 전체의 교통용량을 추정하기 위해, 그리고 병목현상이 발생할 소지가 있는 지점을 확인하기 위해 각 구성 요소들을 통합적인 방법으로 분석해야 한다.



<그림 4.5.1> 고속도로 구성 요소



<그림 4.5.2> 고속도로 구성 요소의 영향권

4.5.1 고속도로 기본구간

주어진 도로 조건과 교통 조건에 대한 서비스 교통량(vph)은 이상적인 조건의 최대 서비스 교통량 (pcphpl)을 기준으로 차로폭 및 측방여유폭과 중차량을 고려하여 산출한다.

$$SF_i = MSF_i \times N \times f_W \times f_{HV} \quad [\text{식 4.5.1}]$$

$$= C_j \times (V/C)_i \times N \times f_W \times f_{HV} \quad [\text{식 4.5.2}]$$

여기서, MSF_i = 서비스수준 i에서 차로당 최대 서비스 교통량(승용차/시/차로, pcphpl)

C_j = j 설계 속도의 용량(pcphpl)

$(V/C)_i$ = 서비스수준 i에서 교통량 대 용량비

N = 편도 차로 수

f_W = 차로폭 및 측방여유폭 보정계수

f_{HV} = 중차량 보정계수

· 일반지형의 경우,

$$f_{HV} = \frac{1}{[1 + P_{T_1}(E_{T_1} - 1) + P_{T_2}(E_{T_2} - 1)]} \quad (\text{평지}) \quad [\text{식 4.5.3}]$$

$$f_{HV} = \frac{1}{[1 + P_{HV}(E_{HV} - 1)]} \quad (\text{구릉지, 산지}) \quad [\text{식 4.5.4}]$$

· 특정 경사 구간의 경우,

$$f_{HV} = \frac{1}{[1 + P_{HV}(E_{HV} - 1)]} \quad [\text{식 4.5.5}]$$

여기서, E_{T_1} , E_{T_2} = 중형 차량, 대형 차량의 승용차환산계수

P_{T_1} , P_{T_2} = 중형 차량, 대형 차량의 구성비

E_{HV} = 중차량에 대한 승용차 환산계수

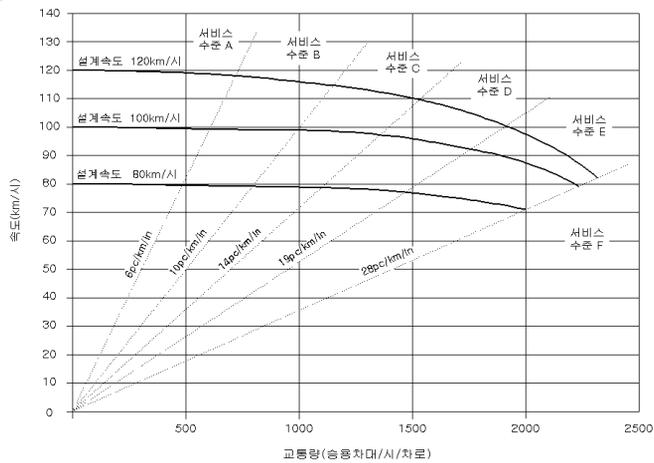
P_{HV} = 중차량 구성비

(1) 분석 구간 조사

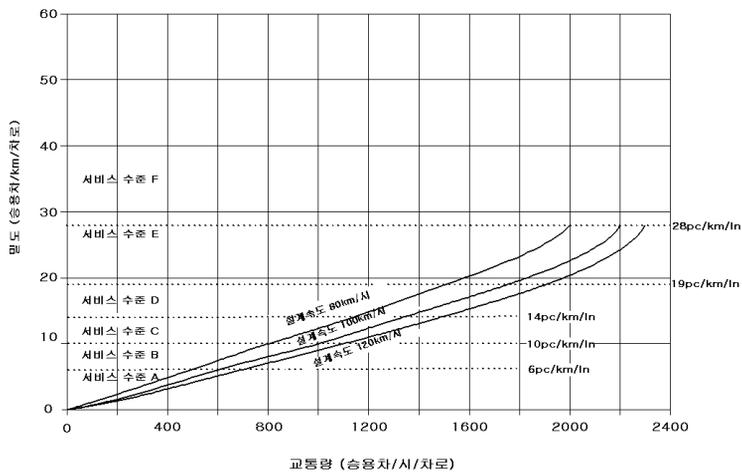
- ① 도로의 교통 운행 상태를 분석하기 위해서는 분석 구간을 결정하고, 분석에 필요한 자료를 조사해야 한다.
- ② 분석 구간은 도로 조건과 교통 조건이 거의 동일하여야 하며, 분석에 필요한 자료는 교통량, 침투시간 계수, 차종별 구성비, 차로폭 및 측방여유폭, 종단경사(%)와 종단경사 길이 등이다.
- ③ 분석 구간의 최대 서비스 교통량은 이상 용량에 주어진 도로 조건과 교통 조건을 반영시킨 보정계수 및 서비스 수준을 반영시킨 보정계수를 곱하여 구한다.

[표 4.5.1] 고속도로 기본 구간의 서비스 수준

서비스 수준	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	-	-	-	-	-	-



<그림 4.5.3> 고속도로 기본 구간의 속도-교통량 곡선과 서비스수준



<그림 4.5.4> 고속도로 기본 구간의 밀도-교통량 곡선과 서비스수준

[표 4.5.2] 고속도로 기본구간의 차로폭 및 측방여유폭 보정계수

측방여유폭 (m)	한쪽에만 측방여유가 확보된 경우				양쪽에 측방여유가 확보된 경우			
	차로폭(m)							
	3.5 이상	3.25	3.00	2.75	3.5 이상	3.25	3.00	2.75
	4차로(편도 2차로) 고속도로							
1.5 이상	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(편도 3차로 이상)인 고속도로							
1.5 이상	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 4.5.3] 고속도로 기본구간 일반지형의 승용차 환산계수

차종 구분	지 형	평 지	구릉지	산 지
소 형(E_{T_0} , 2.5톤 미만 트럭, 16인승 미만 소형 버스)		1.0	1.2	1.5
중 형(E_{T_1} , 2.5톤 이상 트럭, 10인승 이상 버스)		1.5	3.0	5.0
대 형(E_{T_2} , 세미 트레일러 또는 풀 트레일러)		2.0		

※16인승 미만 승합차는 9인승 이상 12인승, 15인승 승합차를 말함.

※중차량에 대한 별도의 언급이 없는 한 상기 표의 차종구분에 따름

[표 4.5.4] 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

경사 (%)	경사 길이 (km)	중차량 구성 비율(%)					
		≤ 5	≤ 10	≤ 20	≤ 30	≤ 40	> 40
< 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

(2) 운영상태분석

- ① 분석대상 도로의 도로 조건과 교통 조건을 명시한다.

가. 도로 조건 : 설계속도, 차로폭, 측방여유폭, 차로수, 지형 구분 혹은 특정 경사 구간 등

나. 교통 조건 : 교통량, 차량 구성 비율(%), 첨두시간계수(PHF) 등

- ② 주어진 도로 및 교통 조건에 대해 관련 보정계수(
- f_W, f_{HV}
-)를 산출한다.

가. f_W : 차로폭 및 측방여유폭 보정계수나. f_{HV} : 중차량 보정계수(다음 식을 이용)

(가) 일반지형일 경우

$$f_{HV} = \frac{1}{[1 + P_{T_1}(E_{T_1} - 1) + P_{T_2}(E_{T_2} - 1)]} \quad (\text{평지}) \quad [\text{식 4.5.6}]$$

$$f_{HV} = \frac{1}{[1 + P_{HV}(E_{HV} - 1)]} \quad (\text{구릉지, 산지}) \quad [\text{식 4.5.7}]$$

여기서,

 P_{T_1}, P_{T_2} : 중형(25톤 이상 트럭과 버스) 및 대형(특수 차량)의 구성비 E_{T_1}, E_{T_2} : 중형과 대형의 승용차 환산계수 P_{HV} : 중차량(25톤 이상의 소형 트럭과 버스를 포함한 전 중차량)의 구성비 E_{HV} : 중차량의 승용차 환산계수

(나) 특정 경사 구간일 경우

$$f_{HV} = \frac{1}{[1 + P_{HV}(E_{HV} - 1)]} \quad [\text{식 4.5.8}]$$

- ③ 현재 또는 장래 교통량(
- V
-)을 첨두시간 환산 교통량(
- V_p
-)으로 환산한다.

가. 교통량 단위는 대 단위 외에 승용차 단위로도 할 수 있는데, 비교되는 용량 또는 서비스 교통량 단위와 일관성을 갖게 해야 한다.

$$V_p = \frac{V}{PHF} \quad (\text{vph}) \quad [\text{식 4.5.9}]$$

- ④ 주어진 도로 및 교통 조건에 대한 용량(
- C
-)을 산출한다.

가. 이때 기본이 되는 용량값은 용량 상태의 값인데, 해당 설계속도에 따른 용량(C_j , 차로당)을 뜻한다.

$$C = C_j \times N \times f_W \times f_{HV} \quad (\text{vph}) \quad [\text{식 4.5.10}]$$

- ⑤ 수요 교통량(
- V_p
-)과 용량(
- C
-)에서 교통량 대 용량비(
- V_p/C
-)를 산출한다.

- ⑥ 산출한 교통량 대 용량비로 그에 상응하는 밀도값을 보간법으로 찾고 서비스수준을 판정한다.

- ⑦ 속도를 구할 필요가 있는 경우 이 밀도값과 앞의 수요 교통량에서 계산하면 된다.

- ⑧ 교통량과 용량 단위를 대 단위(vph)가 아닌 차로당 승용차 단위(pcphpl)로 할 경우 다음과

같이 하여 서비스수준을 판정한다.

$V_P = \frac{V}{PHF}, C = C_j \times N \times f_W \times f_{HV}$	$V_p/C \rightarrow$ 밀도 \rightarrow LOS	vph 단위
$V_P = \frac{V}{PHF \times N \times f_W \times f_{HV}}, C = C_j$	$V_p/C \rightarrow$ 밀도 \rightarrow LOS	pcphpl 단위

(3) 계획 및 설계 분석(차로수 결정)

① 계획 및 설계 분석의 분석 절차에서는 다음 절차를 이용하여 고속도로 구간별 서비스수준 및 방향별 소요 차로수를 구하거나, 분석표를 이용하여 서비스수준을 분석한다.

② 차로수를 구하는 과정은 다음과 같다.

가. 설계속도, 차로폭, 측방여유폭, 차로수, 지형 구분 또는 특정 경사를 포함한 예상 도로 조건을 명시한다.

나. 중방향 설계시간 교통량(DDHV) 이외에 차량 구성 비율(%), 첨두시간계수(PHF), 속도를 포함한 예상 교통 조건을 명시하고, 수요 교통량(PDDHV)을 산출한다.

(가) 첨두 설계시간 교통량(PDDHV) 계산

$$PDDHV = \frac{DDHV}{PHF} = \frac{AADT \times K \times D}{PHF} \quad \text{[식 4.5.11]}$$

여기서, PDDHV = 첨두 설계시간 교통량(vph)

DDHV = 중방향 설계시간 교통량(vph)

AADT = 계획 목표년도의 연평균 일교통량(대/일, vph)

K = 설계시간 계수, D = 중방향 계수, PHF = 첨두시간계수

- K값과 D값은 해당 지역의 교통 수요 패턴에 따라 변하는데, 매년 발간되는 교통량 상시조사 자료(건설교통부, 도로교통량 통계 연보, 각 연도)를 활용하여 해당 사업에 맞게 도출하여 적용하면 된다.

- 적정 값을 구할 수 없는 경우 [표 4.5.5]의 값을 사용할 수 있다.

[표 4.5.5] 지역에 따른 설계시간 계수(K)와 중방향이 교통량 비(D)

구분	도시 지역	지방 지역
설계시간 계수 (K)	0.09 (0.07 ~ 0.11)	0.15 (0.12 ~ 0.18)
중방향 계수 (D)	0.60 (0.55 ~ 0.65)	0.65 (0.60 ~ 0.70)

③ 주어진 도로 및 교통 조건에 대해 관련 보정계수(f_W, f_{HV})를 산출한다.

가. f_W : 차로폭 및 측방여유폭 보정계수

나. f_{HV} : 중차량 보정계수(다음 식을 이용)

(가) 일반지형일 경우

$$f_{HV} = \frac{1}{[1 + P_{T_1}(E_{T_1} - 1) + P_{T_2}(E_{T_2} - 1)]} \quad (\text{평지}) \quad [\text{식 4.5.12}]$$

$$f_{HV} = \frac{1}{[1 + P_{HV}(E_{HV} - 1)]} \quad (\text{구릉지, 산지}) \quad [\text{식 4.5.13}]$$

(나) 특정 경사 구간일 경우

$$f_{HV} = \frac{1}{[1 + P_{HV}(E_{HV} - 1)]} \quad [\text{식 4.5.14}]$$

④ 공급 서비스 교통량(SF_i)을 계산한다.

$$SF_i = MSF_i \times f_W \times f_{HV} \quad [\text{식 4.5.15}]$$

⑤ 소요 차로수(N)를 계산한다.

$$N = \frac{\text{수요 교통량}}{\text{서비스 교통량}} = \frac{PDDHV}{SF_i} \quad [\text{식 4.5.16}]$$

가. 계산된 N 은 대부분 소수로 표시되는데, 여건에 따라 이 소수보다 크거나 작은 정수를 택할 수 있다.

나. 고속도로 구간별 차로수의 결정은 분석 대상 도로 전체를 종합적으로 고려하여 균형 있게 결정하여야 한다.

다. 특정 구간의 차로 감소 또는 증가는 주 교통 흐름과 차로의 연속성을 유지하는 선에서 적절하게 결정하여야 한다.

4.5.2 엇갈림 구간

(1) 개요

- ① 엇갈림이란 교통 통제 시설의 도움 없이 상당히 긴 구간을 주행하면서 같은 방향의 두 교통류가 차로를 바꾸는 교통 현상을 말한다.
- ② 엇갈림 구간은 합류 구간 바로 다음에 분류 구간이 있을 때 또는 유입 연결로 바로 다음에 유출 연결로가 있을 때, 이 두지점이 연속된 보조 차로로 연결되어 있는 구간이다.
- ③ 엇갈림 구간에서는 운전자들이 원하는 곳으로 접근하기 위해 차로를 변경하므로 다른 도로 구간보다는 교통 혼잡이 더 많이 발생하는 구간이다.
- ④ 이러한 교통류의 혼잡을 효과적으로 처리하기 위해서는 특수한 교통 운영 기법을 필요로 하며, 도로 설계에서도 극히 주의하지 않으면 교통 혼잡과 교통사고 발생의 위험이 대단히 커진다.

가. 엇갈림 구간의 형태

(가) 엇갈림 구간의 형태는 엇갈림을 하는 차량이 차로를 변경해야 하는 최소 횡수와 출입 지점의 위치에 따라 여러 가지 형태가 생긴다.

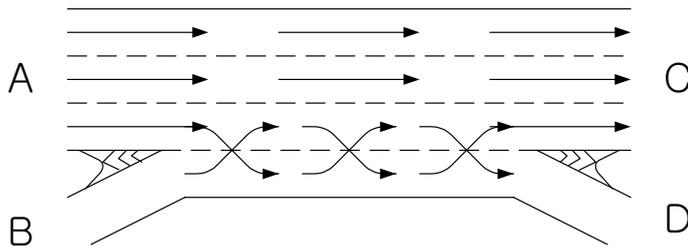
(나) 차로 변경 횡수는 진입 차로와 진출 차로의 위치와 차로 수에 따라 결정되는데, 이들

은 차로 변경을 포함한 엇갈림 구간의 운행 특성에 큰 영향을 미치기 때문에 엇갈림 구간의 설계에서 매우 중요하다.

- (다) 엇갈림 교통류가 목적지를 향해 가기 위해 차로를 변경해야 하는 빈도가 잦을수록 해당 엇갈림 구간의 교통 상태는 악화되어 서비스수준은 열악해진다.
- (라) 결과적으로 엇갈림 구간의 형태는 출입 연결로의 위치에 지배를 받게 되어 있다.
- (마) 본 지침에서는 본선-연결로 엇갈림과 연결로-연결로 엇갈림 형태를 다룬다. 각 형태의 특징은 다음과 같다.

- 본선~연결로 엇갈림

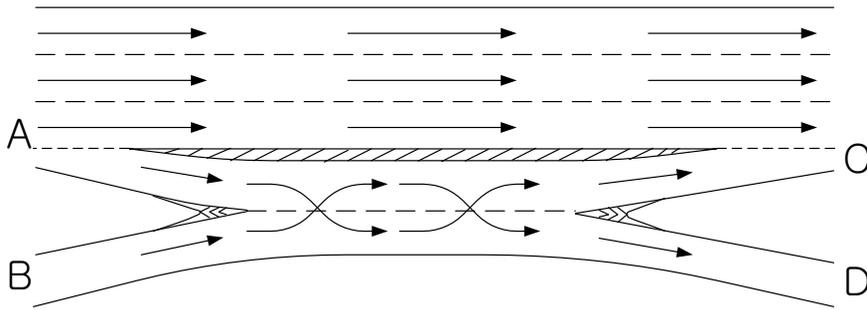
- 본선~연결로 엇갈림 형태는 각각의 엇갈림 차량들이 원하는 방향으로 주행하기 위해 반드시 한 번의 차로 변경을 해야 하는 구간을 말한다. 즉, 진입 연결로 다음에 진출 연결로가 위치하며, 두 연결로가 연속된 보조차로로 연결된 구간을 말한다.
- 본선에 진입하는 연결로 차량은 본선 측 인접 차로로 들어가기 위해 보조차로에서 차로를 변경하여야 하며, 본선에서 진출하는 연결로 차량은 본선 측 인접 차로에서 보조차로로 차로를 변경하여야 한다.



<그림 4.5.5> 연결로 엇갈림 형태

- 연결로~연결로 엇갈림

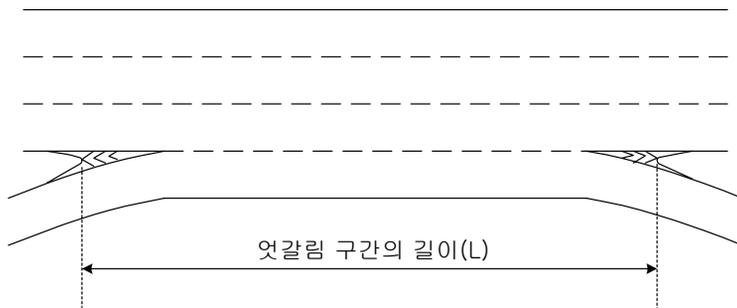
- 연결로-연결로 엇갈림 형태는 본선-연결로 엇갈림을 본선이 아닌 본선에 연접 설치되어 집산도로 기능을 하는 측도에서 일어나게 한 형태이다.
- 본선에서 연결로로 진출하는 교통류(A→D 방향)와, 연결로에서 본선으로 진입하는 교통류(B→C 방향)가 엇갈리기 때문에, 이 엇갈림 구간내의 모든 차량은 한 번의 차로 변경을 반드시 해야 한다.
- 연결로~연결로 엇갈림 형태는 고속 교통에 부적합한 엇갈림이라는 교통 현상을 저속 교통 기능의 도로인 집산도로로 이격시켜 처리한 것으로서 본선~연결로 엇갈림 형태보다는 바람직한 설계 형태라고 볼 수 있다.



<그림 4.5.6> 연결로-연결로 엇갈림 형태

나. 엇갈림 구간의 길이

- (가) 엇갈림 구간 길이는 <그림 4.5.7>에서 엇갈림 구간 진입로와 본선이 만나는 지점에서 진출로 시작 부분까지의 거리 즉, 물리적인 고어부 사이의 거리로 한다.
- (나) 엇갈림 구간의 길이는 본선~연결로 엇갈림 구간의 경우 최소 200m를 넘게 하는 것이 통행 안전상 바람직하다.
- (다) 750m를 넘는 경우 엇갈림이 일어난다기보다는 합류와 분류 움직임이 독립적으로 본선 교통류에 영향을 미친다고 볼 수 있다.
- (라) 이 경우에는 독립된 유출입로로 간주하여 연결로 접속부의 분석 절차에 따라 서비스 수준 등을 분석하면 된다.
- (마) 연결로-연결로 엇갈림 구간의 길이는 두 연결로의 본선 진출부와 진입부 사이의 거리에 좌우되는데, 이 길이를 최소 150m로 한다.
- (바) 이는 연결로~연결로 엇갈림 구간이 집산도로 기능을 하는 측도에 설치되기 때문에 그 설계 수준이 낮고 위계 차이가 적음을 고려한 것이다.



<그림 4.5.7> 엇갈림 구간의 길이

다. 엇갈림 구간의 폭

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

(2) 엇갈림구간의 서비스 수준

① 본선~연결로 엇갈림 구간의 속도 추정식은 아래와 같다.

$$S_{nw} \text{ (또는 } S_w) = 30 + \frac{[(S_D + 10) - 30]}{1 + W_{nw} \text{ (또는 } W_w)} \quad \text{[식 4.5.17]}$$

$$W_{nw} = 0.00000054 \times (1 + VR)^{0.68} (V/N)^{2.0} / L^{0.17} \quad \text{[식 4.5.18]}$$

$$W_w = 0.059 \times (1 + VR)^{2.2} (V/N)^{0.97} / L^{0.80} \quad \text{[식 4.5.19]}$$

여기서, S_{nw} (또는 S_w) = 엇갈림 교통류와 비엇갈림 교통류의 평균 속도(kph)

S_D = 본선의 설계속도(kph)

W_{nw} = 비엇갈림 교통류에 따른 엇갈림 강도 계수

W_w = 엇갈림 교통류에 따른 엇갈림 강도 계수

VR = 교통량 비(Volume ratio, V_w / V)

V = 엇갈림 구간의 총 교통량(pcph)

V_w = 엇갈림 교통량(pcph)

N = 엇갈림 구간의 총 차로 수

L = 엇갈림 구간의 길이(m)

② 속도 산출시 관련 변수들을 적용할 때에는 다음의 적용 한계를 고려해야 하며, 이를 넘어서는 경우는 적용상의 주의를 요한다.

- 가. 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)

나. 엇갈림 구간 교통량

(가) 본선~연결로 엇갈림 구간의 총 교통량(V/N) $\leq 2,000$ pcphpl

(나) 본선~결로 엇갈림 구간의 엇갈림 교통량(V_w) $\leq 2,800$ pcph

(다) 연결로~연결로 엇갈림 구간의 엇갈림 교통량(V_w) $\leq 3,000$ pcph

③ 속도 추정식 또는 현장 조사에 따라 산출된 엇갈림 속도와 비엇갈림 속도를 토대로 엇갈림 구간내의 평균 속도를 계산한 후, 평균 밀도를 산출한다.

$$S = \frac{V}{\frac{V_w}{S_w} + \frac{V_{nw}}{S_{nw}}} \quad \text{[식 4.5.20]}$$

$$D = \frac{V/N}{S} \quad \text{[식 4.5.21]}$$

여기서, S = 엇갈림 구간의 모든 차량에 대한 평균 속도(kph)

S_w = 엇갈림 차량의 평균 속도(kph)

S_{nw} = 비엇갈림 차량의 평균 속도(kph)

V = 엇갈림 구간의 총 교통량(pcph)

V_w = 엇갈림 교통량(pcph)

$$V_{nw} = \text{비엇갈림 교통량(pcph)}$$

$$D = \text{엇갈림 구간의 평균 밀도(pcpkmp)}$$

[표 4.5.6] 연결로 엇갈림 구간의 용량

가. 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

나. 설계 속도 80kph

(단위 : pcph)

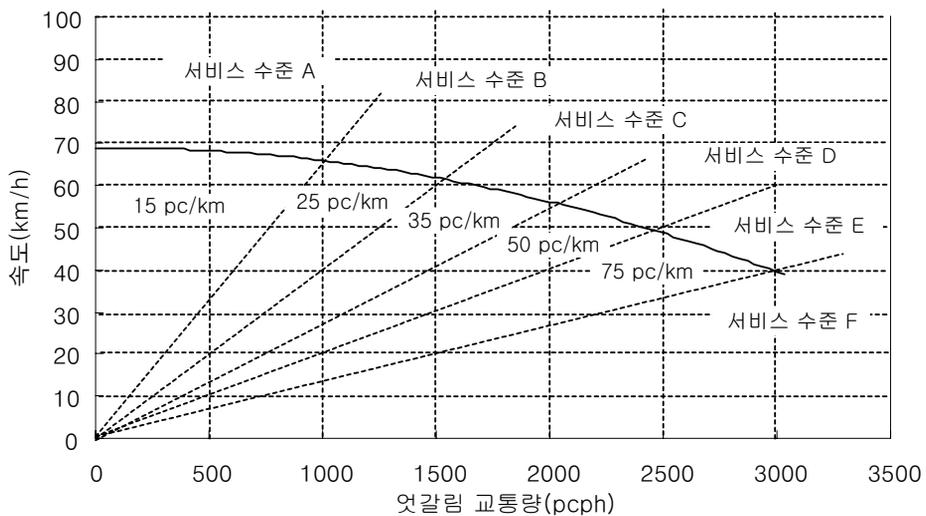
교통량 비 (VR)	엇갈림 구간 길이 (L, m)			
	150	300	450	600
N=3 (본선 2차로)				
0.10	4,600	4,800	4,900	5,000
0.20	4,500	4,700	4,800	4,900
0.30	4,400	4,600	4,700	4,800
0.40	4,300	4,500	4,600	4,700
N=4 (본선 3차로)				
0.10	6,200	6,400	6,600	6,700
0.20	6,100	6,300	6,500	6,600
0.30	5,900	6,200	6,400	6,500
0.40	5,700	6,100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

[표 4.5.7] 엇갈림 구간의 서비스수준

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

[표 4.5.8] 측도 엇갈림 구간의 서비스수준별 최대 교통량과 속도 기준

서비스수준	밀도 (pc/kmpl)	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 4.5.8> 측도 엇갈림 구간의 서비스수준

(3) 계획 및 설계 단계

- ① 본선~연결로 엇갈림 구간을 계획하거나 설계할 때 엇갈림 구간의 적정 길이 결정을 위해서는 다음 분석 과정의 1~4 단계를, 단순히 설계 대상 엇갈림 구간의 서비스수준 분석을 위해서는 운영 분석 단계의 분석 절차를 따르면 된다.
- ② 엇갈림 구간의 적정 길이를 결정할 때에는 본선 설계속도, 엇갈림 구간을 통행하는 방향별 교통량, 차로수를 토대로 시행 착오법에 의해 최대 허용 엇갈림 길이 범위 내에서 계획된 서비스수준을 만족하는 적정 엇갈림 구간 길이를 산정한다.
- ③ 설계속도 100kph 이상인 고속도로의 경우는 원활한 차량 소통과 안전한 엇갈림 운영을 위해 엇갈림 구간을 설치하지 않는 것이 바람직하며, 설치할 경우라도 집산도로(측도)를 설치하여 본선보다는 지선에서 엇갈림이 발생하도록 한다.

④ 분석 과정 4단계

가. 1단계 : 도로 및 교통 조건의 규정과 설계 조건 설정

(가) 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

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

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

(가) 첨두시간계수, 중차량 구성비와 승용차 환산계수로 방향별 1시간 교통량을 첨두시간 승용차 교통량으로 환산한다.

- 첨두시간계수는 조사가 불가능할 경우 0.90(도시부)~0.95(지방부) 사이의 값을 적용하며, 승용차 환산계수는 고속도로 기본구간의 값을 적용한다.

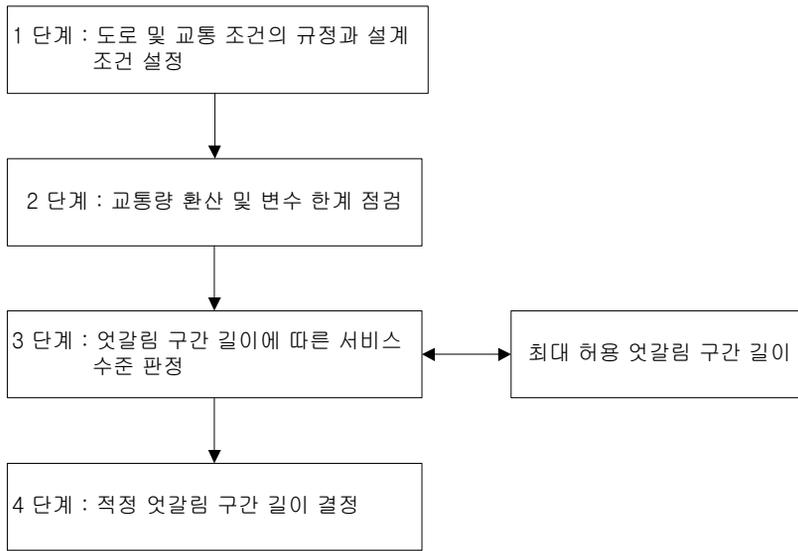
(나) 엇갈림 교통량 관련 변수(V_R , V/N , V_w)들의 한계를 점검한다.

다. 3단계 : 엇갈림 구간 길이에 따른 서비스수준 판정

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

라. 4단계 : 적절한 엇갈림 구간 길이 결정

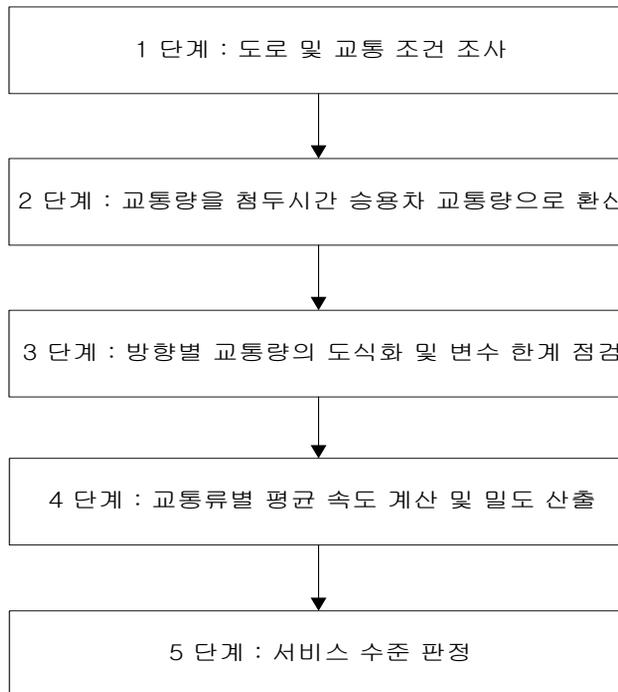
(가) 최종적으로 시행 착오법에 의해 서비스수준을 만족하는 엇갈림 구간 길이 중에서 적정 엇갈림 구간 길이를 정한다.



<그림 4.5.9> 엇갈림 구간 계획 및 설계 분석 과정

(4) 운영 분석 단계

① 본선~연결로 엇갈림 구간의 운영 상태 분석



<그림 4.5.10> 본선~연결로 엇갈림 구간 운영 분석 과정

가. 1단계 : 도로 및 교통 조건 조사

(가) 분석 대상 엇갈림 구간의 도로 및 교통 조건을 조사한다.

(나) 도로 조건에는 접근 방향별 차로수, 차로 폭 및 엇갈림 형태가 있으며, 교통 조건에는 방향별 15분 교통량, 중차량 구성비 등이 있다.

나. 2단계 : 교통량을 첨두시간 승용차 교통량으로 환산

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

$$V_p = \frac{V}{PHF \times f_{HV}} \quad \text{[식 4.5.22]}$$

여기서, V_p = 첨두시간 환산 교통량(pcph)

V = 1시간 교통량(vph)

PHF = 첨두시간계수

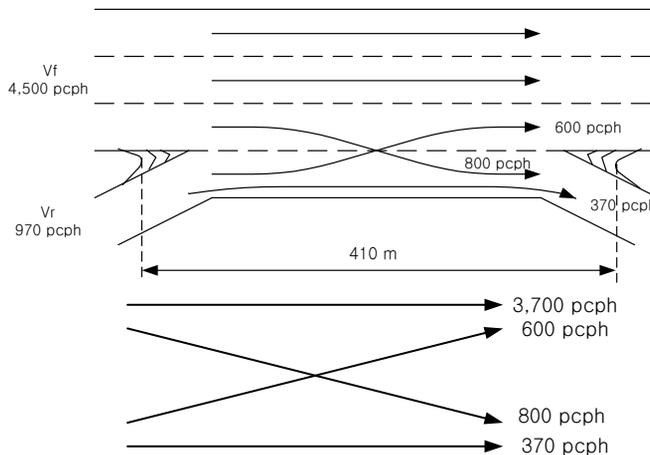
f_{HV} = 중차량 보정계수

다. 3단계 : 방향별 교통량의 도식화

(가) 엇갈림 교통량과 비엇갈림 교통량을 도식화한다.

(나) 모든 교통량은 첨두시간의 승용차 단위로 나타낸다.

(다) 엇갈림 교통량 관련 변수(V_R , V/N , V_w)들의 한계를 점검한다.



$$V_{w1} = 800 \text{ pcph (가장 많은 엇갈림 교통량)}$$

$$V_{w2} = 600 \text{ pcph (가장 적은 엇갈림 교통량)}$$

$$V_w = 600 + 800 = 1,400 \text{ pcph (총 엇갈림 교통량)} \leq 2,800 \text{ pcph}$$

$$V_{nw} = 3,700 + 370 = 4,070 \text{ pcph (총 비엇갈림 교통량)}$$

$$V = 600 + 800 + 3,700 + 370 = 5,470 \text{ pcph (엇갈림 구간의 총 교통량)}$$

$$V/N = 5,470/4 = 1,368 \text{ pcph} \leq 2,000 \text{ pcph}$$

$$VR = 1,400 / 5,470 = 0.26 \text{ (교통량 비)} \leq 0.45$$

$$L = 410 \text{ m (엇갈림 구간의 길이)}$$

$$N = 4 \text{ (엇갈림 구간의 총 차로수)}$$

<그림 4.5.11> 방향별 교통량의 도식화

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

(가) 엇갈림 구간의 모든 차량에 대한 공간 평균 속도는 [식 4.5.17], [식 4.5.18] 그리고 [식 4.5.19]로 계산하거나 현장에서 조사한다.

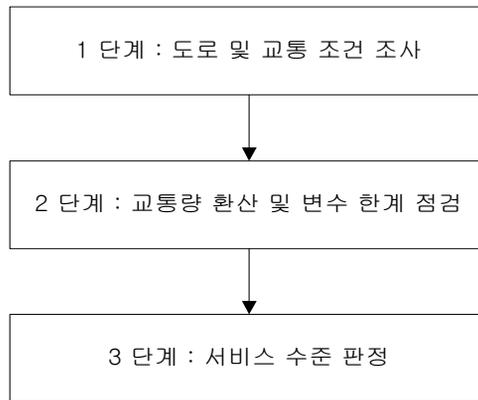
(나) 현장 조사시에는 첨두시에 승용차 최소 30대 이상에 대해 엇갈림 구간의 시종점(물리적인 노즈 양단)에서 차량의 통과 시각을 계측하여 통행시간을 산출한다.

(다) 엇갈림 길이를 이 통행시간으로 나눈 값의 평균을 평균통행속도로 한다. 계산된 속도를 토대로 [식 4.5.20]와 [식 4.5.21]에 의해 밀도를 산출한다.

마. 5단계 : 산출된 밀도로 서비스수준 판정

(가) 산출된 밀도와 서비스 수준별 기준 값을 비교하여 해당 엇갈림 구간의 서비스수준을 판정한다.

② 연결로~연결로 엇갈림 구간의 운행 상태 분석



<그림 4.5.12> 연결로~연결로 엇갈림 운영분석 과정

가. 1단계 : 도로 및 교통 조건 조사

(가) 분석 대상 엇갈림 구간의 도로 및 교통 조건을 조사한다.

(나) 도로 조건에는 차로 폭 및 엇갈림 구간 길이가 있으며, 교통 조건에는 방향별 15분 교통량, 속도 그리고 중차량 구성비 등이 있다.

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

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

(나) 엇갈림 교통량 관련 변수(V_w)의 한계를 점검한다. ($V_w \leq 3,000$)

다. 3단계 : 서비스수준 판정

(가) 첨두시간 승용차 환산 교통량과 속도를 토대로 다음과 같은 공식에 의해 밀도를 산출한다.

(나) 계산된 밀도는 각 서비스수준의 경계 값으로 제시된 밀도와 비교하여 운영 상태를 판정한다.

$$D = \frac{V_P}{S \times N} \quad [\text{식 4.5.23}]$$

여기서, D = 밀도(pc/kmpl)

V_P = 15분 침두시간 승용차 환산 교통량(pcp/h)

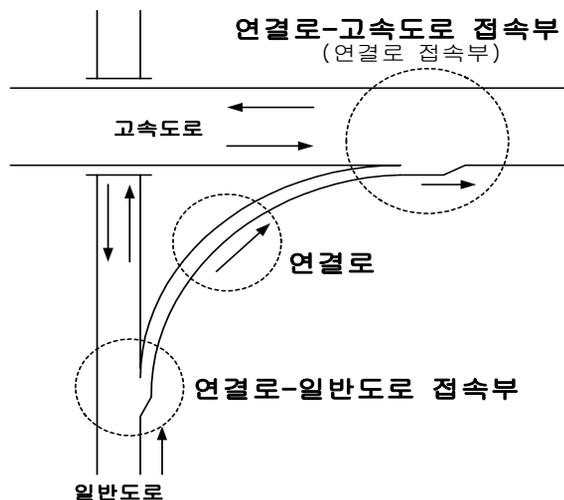
S = 잇갈림 구간의 모든 차량에 대한 공간 평균 속도(kph)

N = 잇갈림 구간의 총 차로수(2차로)

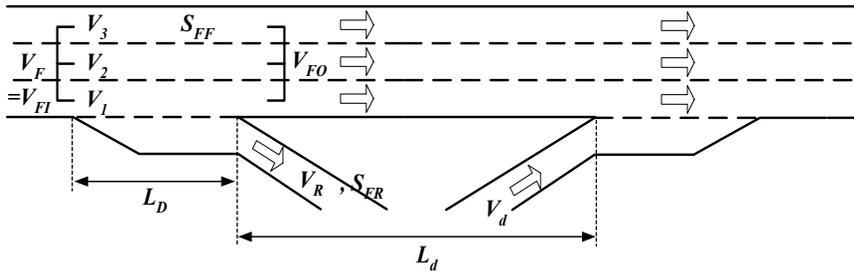
4.5.3 연결로와 연결로 접속부

(1) 개요

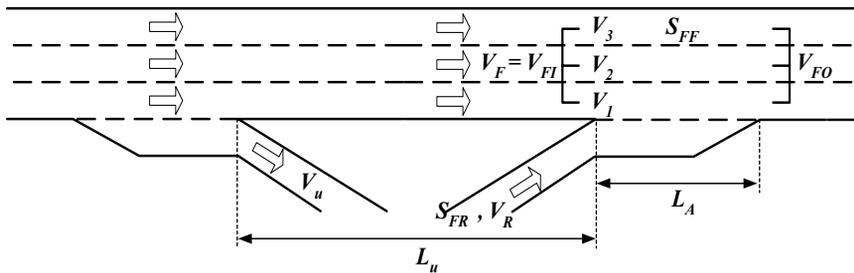
- ① 연결로란 두 도로 사이의 연결을 주 목적으로 하는 도로 또는 도로구간을 말한다.
- ② 일반적으로 연결로는 연결로~고속도로 접속부, 연결로 자체, 연결로~일반도로 접속부의 3가지 기하요소로 이루어진다.
- ③ 고속도로와 일반도로의 교통류를 연결시키기 위해 연결로를 설치하며 이때 <그림 4.5.13>과 같이 연결로~고속도로 접속부, 연결로~일반도로 접속부 형태가 나타난다.
- ④ 연결로 접속부는 두 개 교통수요의 경쟁적 상충이 발생하여 차량이 합류 및 분류하는 지점이다.
- ⑤ 고속도로 본선보다 많은 차로 변경이 발생하며 전체적으로 불안정한 교통류를 형성하여 그로 인한 혼잡 또는 사고 발생 가능성이 큰 구간이다.
- ⑥ 연결로 접속부를 분석하는 과정은 계획 및 설계 단계 분석과 운영상태 분석으로 나누어 제시할 수 있으나, 그 기본 개념은 동일하므로 본 장에서는 이를 함께 다룬다.
- ⑦ <그림 4.5.14>는 연결로 접속부의 자료 수집 및 분석시에 사용하는 것으로 크게 우분류 연결로 접속부가 주 분석 대상 시설일 때와 우합류 연결로 접속부가 주 분석 대상 시설일 때로 구분하여 정의한다.



<그림 4.5.13> 연결로 접속부 구성요소



(a) 우분류 연결로 접속부가 주 분석 대상 시설일 때



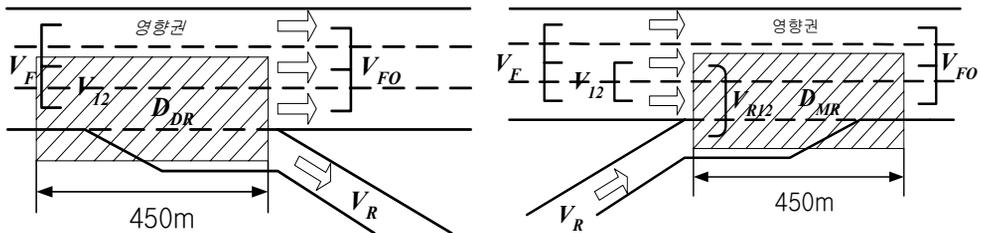
(b) 우합류 연결로 접속부가 주 분석 대상 시설일 때

<그림 4.5.14> 연결로 접속부 변수 정의

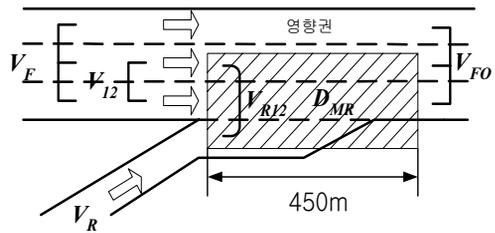
(2) 연결로 접속부 특성

① 일반적인 고려사항

- 가. 연결로 접속부의 분석에서는 고속도로 기본구간과 같이 15분 교통량을 첨두시간 최대 환산 교통류율로 환산한 승용차 교통량을 이용한다.
- 나. 연결로 접속부에서 승용차 환산계수는 고속도로 기본구간의 값을 사용한다.
- 다. 본 장은 “분류 후 합류”의 형태를 분석의 기본 형태로 하며, 고속도로 본선의 우측에 접속되는 연결로 접속부 형태를 대상으로 한다.
- 라. 연결로 접속부에서는 유출·유입 차량에 의해 본선 차량의 주행이 영향을 받고, 이러한 영향을 미치는 범위를 영향권이라고 하며, 영향권은 연결로에 접속되는 차로로부터 두 개 차로를 포함한다(<그림 4.5.15> 참조).



(a) 우분류 연결로 접속부

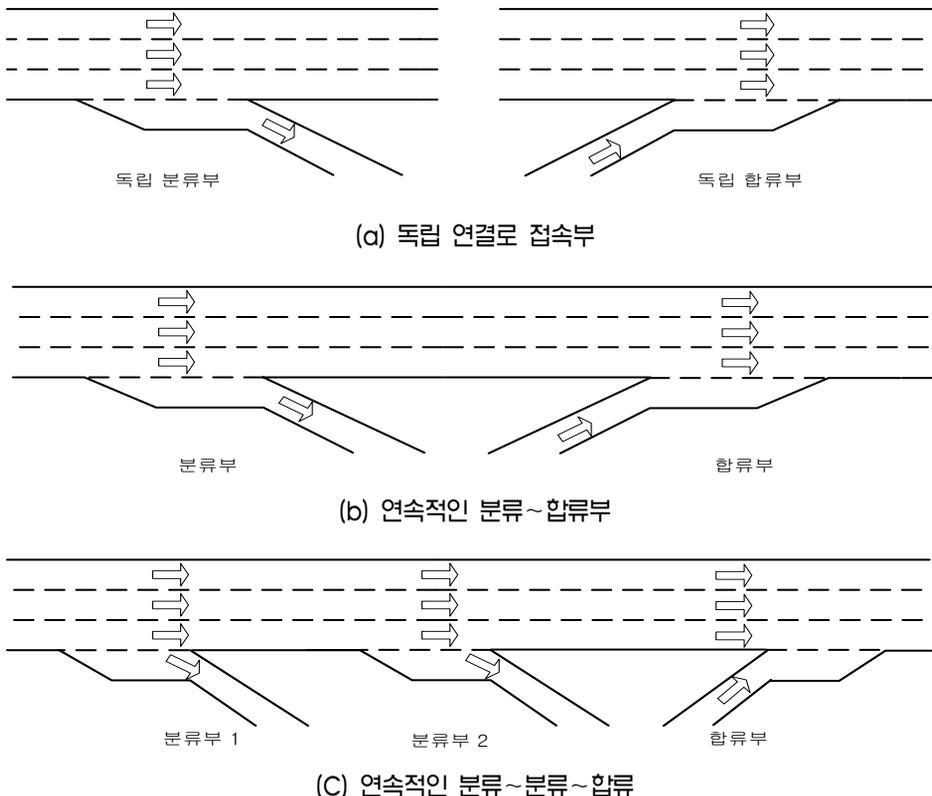


(b) 우합류 연결로 접속부

<그림 4.5.15> 연결로 접속부 영향권의 정의

② 연결로 접속부 형태

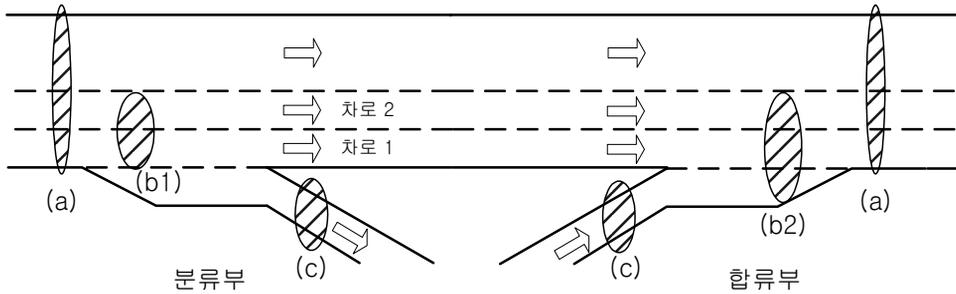
- 가. 합류부 : 고속도로 본선 차량과 연결로에서의 유입 차량이 주행권의 확보를 위해 상호 작용하는 곳이다.
- 나. 분류부 : 유출 차량이 연결로에 접속되는 차로로 집중되어 분류함으로써 차량의 차로 변경이 잦은 구간이다.
- 다. 인접 연결로의 형태 및 배열 순서에 따라 운영 상태가 달라질 수 있으며, 두 개의 연속된 연결로를 고려 대상으로 한다면 국내에서는 <그림 4.5.16>와 같은 형태가 일반적이다.
 - (가) 분류~합류 형태 : 가장 일반적인 연결로 접속부 형태로 주요 인터체인지에서 나타나며 분석 시에 두 연결로 사이의 거리가 500m를 초과하면 독립적인 연결로 접속부로 간주한다. 거리 기준은 분류부가 끝나는 지점의 노면 표시 끝에서부터 합류부가 시작되는 노면 표시의 끝까지를 말한다.
 - (나) 분류~분류~합류 형태 : 이러한 형태는 일반적인 것은 아니며, 주로 혼잡한 일반도로나 두 개의 고속도로가 교차하는 곳에서 볼 수 있는 형태다. 일반적인 경우는 하나의 분류부를 이용하여 일반 가로에 교통류를 분류시키고, 여기에서 상행 및 하행 교통류가 처리되는 것이 바람직하다. 그러나, 일반도로의 혼잡이 아주 심한 경우에는 그림과 같이 분류부 1로 일반가로의 하행 교통류를 처리하고 분류부 2로 상행 교통류를 처리하게 만든다.



<그림 4.5.16> 연결로 접속부의 일반적인 형태

(3) 용량과 서비스 수준

- ① 연결로 접속부에서는 본선의 용량(a), 분류부(b1) 및 합류부(b2)의 영향권 용량, 연결로의 용량(c) 등 세 가지 용량 값이 존재한다(<그림 4.5.17> 참조).
- ② 연결로 접속부와 연결로의 용량은 고속도로 본선의 자유속도와 연결로의 자유속도에 따라 변한다.



<그림 4.5.17> 연결로 접속부 용량

[표 4.5.9] 연결로 접속부 용량

본선 자유속도 (kph)	분류부 및 합류부 본선 교통량(pcap)(a)			영향권 용량	
	2차로	3차로	4차로 이상	유출부 교통량 (pcap)(b1)	유입부 교통량 (pcap)(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

주) (a), (b1), (b2)는 <그림 4.5.17>참조

[표 4.5.10] 연결로 용량

연결로의 자유속도(kph)	연결로의 용량(pcap)(c)	
	1차로 연결로	2차로 연결로
> 70	≤2,000	≤4,000
≤ 70	≤1,900	≤3,800
≤ 60	≤1,800	≤3,600
≤ 50	≤1,700	≤3,400
< 40	≤1,600	≤3,200

주) (c)는 <그림 4.5.17>참조

[표 4.5.11] 서비스수준

서비스수준	밀도 (pcpkmpl)
A	≤ 6
B	≤ 12
C	≤ 17
D	≤ 22
E	> 22
F	용량 초과

(4) 운영 상태 분석

① 기하구조 및 교통수요 파악

가. 운영상태 분석을 위한 기하구조 및 교통수요 자료는 현장 조사를 통해 수집한다.

나. 기하구조 자료에는 본선 및 연결로의 차로 수, 접속 형태, 가속 및 감속 차로의 길이, 인접 연결로까지의 거리 등이 있다.

다. 교통수요 자료는 본선 및 연결로의 교통량, 인접 상류 및 하류의 연결로 교통량이 있다.

라. 이 밖에도 용량 확인을 위해 본선 및 연결로의 자유속도 자료도 필요하다.

② 첨두시간 환산 교통량 산출

가. 현장에서 수집된 본선 및 연결로의 교통 수요 자료는 [식 4.5.24]에 의해서 첨두시간 환산 교통량으로 환산한다.

$$V_P = \frac{V}{PHF \times f_{HV}} \quad \text{[식 4.5.24]}$$

여기서, V_P = 첨두시간 환산 교통량 (pcph)

V = 1시간 교통량 (vph)

PHF = 첨두시간계수

f_{HV} = 중차량 환산계수

$$f_{HV} = 1/[1 + P_{TB}(E_{TB} - 1) + P_t(E_t - 1)] \quad \text{[식 4.5.25]}$$

여기서, E_{TB} , E_t : 트럭·버스, 트레일러의 승용차환산계수

P_{TB} , P_t : 트럭·버스, 트레일러의 구성비

③ 용량 확인

가. 첨두시간 환산 교통량을 [표 4.5.9]와 [표 4.5.10]의 용량 값과 비교한다.

나. 합류부에서는 본선 하류 교통량($VFO=VF+VR$)과 유입부 교통량(VR_{12}), 연결로 교통량(VR)을 비교한다.

다. 분류부에서는 본선 상류 교통량($VF=VFI$)과 유출부 교통량(V_{12}), 본선 하류 교통량($VFO=VF-VR$)과 유출 연결로 교통량(VR)을 비교한다.

라. 이때 각 교통량이 모두 용량을 초과할 시에는 분석을 중단하고 서비스수준을 F로 처리하며, 그렇지 않을 때는 분석을 진행한다(<그림 4.5.15>과 <그림 4.5.17> 참조).

④ 영향권 교통량 계산

가. 영향권의 교통량을 산출하기 위해 본선 전체에 대한 차로 1, 2의 교통량 비율(영향권 비율) 산출해야 한다. 이를 위해 [표 4.5.12]와 [표 4.5.13]의 계산식을 이용한다.

[표 4.5.12] 합류부 영향권 비 계산(P_{FM})

구 분		$V_{12} = V_F \times P_{FM}$
본선 편도 2차로		$P_{FM} = 1.00$
본선 편도 3차로	독립 합류부	$P_{FM} = 0.5127 + 0.000193 \times V_R$
	연속 분류~합류 중 합류부	$P_{FM} = 0.635 - 0.000022 \times (V_R + V_A) - 0.00504 \times (V_d / L_d)$
본선 편도 4차로		$P_{FM} = 0.094 - 0.0000203 \times V_R + 0.0502(L_A / S_{FR})$

[표 4.5.13] 분류부 영향권 비 계산(P_{FD})

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

주) 여기서,

V_{12} = 접속차로로부터 두 번째 차로까지의 교통량(pcph)

V_F = 합류부 및 분류부 상류의 본선 교통량(pcph)

P_{FM}, P_{FD} = 합류부, 분류부의 영향권 비

V_R = 분석 대상 연결로의 교통량(pcph)

L_A, L_D = 가속차로, 감속차로의 길이(m)

V_u, V_d = 인접 상류부, 하류부 연결로의 교통량(pcph)

L_u, L_d = 인접 상류부, 하류부 연결로까지의 거리(m)

S_{FR} = 분석 대상 연결로의 자유속도(kph)

⑤ 밀도 산출 및 서비스수준 판정

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

합류부 : $D_{MR} = 0.2048 + 0.003185 \times V_R + 0.005989 \times V_{12} - 0.00101 \times L_A$ [식 4.5.26]

분류부 : $D_{DR} = 0.5108 + 0.00589 \times V_{12} - 0.0043 \times L_D$ [식 4.5.27]

여기서, D_{MR} = 합류 영향권의 평균 밀도(pc/kmpl)

D_{DR} = 분류 영향권의 평균 밀도(pc/kmpl)

나. 산출된 밀도는 분석 방법의 [표 4.5.11]을 이용하여 서비스수준을 분석한다.

(5) 계획 및 설계

- ① 계획 및 설계 단계 분석에 필요한 변수로는 해당 계획 구간의 연결로 및 본선 교통수요, 중차량 구성비, 첨두시간 계수 등의 교통특성 자료, 차로 폭 등의 도로특성 자료가 있다.
- ② 분석의 가장 중요한 변수인 첨두시간 교통수요는 추정된 기종점 교통량(O/D)이나 연평균 일교통량(AADT)으로부터 설계시간 교통량(DHV)과 중방향 설계시간 교통량(DDHV)을 계산하고 여기에 첨두시간 계수(PHF)와 승용차 환산계수로 보정하여 산출한다.
- ③ 교통수요를 승용차 교통량으로 환산할 때에는 고속도로 기본구간의 승용차 환산계수를 사용하면 된다.
- ④ 대부분의 경우 연결로를 설계할 때에는 연결로의 위치와 본선의 개략적인 기하조건이 이미 설정되어 있으므로 연결로의 기하구조는 주변 지형과 본선의 설계조건에 따라 제한된다.
- ⑤ 연결로와 본선의 교통수요 역시 기존 자료나 추정된 장래 교통량을 통해 입력자료로 주어진다.

$$\begin{aligned} \text{첨두시간 교통량} &= DDHV / (PHF \times f_{HV}) = (DHV \times D) / (PHF \times f_{HV}) \\ &= (AADT \times K \times D) / (PHF \times f_{HV}) \end{aligned}$$

[식 4.5.28]

여기서, D : 중방향 보정계수, K : 설계시간 계수

- ⑥ 산출된 연결로와 본선의 첨두시간 교통수요를 이용하여 차로수를 결정하고 연결로 접속부 운영 상태 분석 절차에 따라서 서비스수준을 분석한다.
가. 일반적으로 설계 서비스수준은 도시지역 D, 지방지역 C로 한다.
- ⑦ 한편 차로수는 고속도로의 구간별 교통수요에 따라 달라질 수 있음에 유의해야 한다.
가. 설계 구간별 교통수요에 맞게 차로수를 다르게 제공하는 차로 균형 개념에 따라 설계해야 한다.
나. 연결로 유출입부의 일반적인 차로 균형 원칙은 다음과 같다.

합류부 : 합류 후 차로수 ≥ [합류 전 전체 차로수 - 1]

분류부 : 분류 전 차로수 ≥ [분류 후 전체 차로수 - 1]

- ⑧ 계획 및 설계 단계 분석은 운영분석과 동일한 절차를 거친다.
가. 다만 연결로의 자유속도(SFR)가 문제가 된다.
나. 운영 분석시에는 현장 관측으로 수집할 수 있으나 계획 및 설계 단계 분석에서는 현장 관측이 불가능하므로 설계 속도를 사용하여 분석 절차에 적용하면 된다.

