

제 10장 비신호교차로



제 10장 비신호교차로

- 비신호교차로는 교차로에서 직진, 좌회전, 우회전하는 각 방향별 교통류가 신호등에 의하여 통행권을 부여 받지 못하고, 양보·정지 등의 교통제어 방법이나 운전자들의 판단과 통행 우선순위에 의하여 통행권을 부여받으면서 통과하는 교차로 지점을 말한다.
- 비신호교차로는 도시부와 지방부에 걸쳐 연속적인 도로시설 내에 상당수 교차로 지점이 여기에 해당
- 비신호교차로의 운행상태는 각 방향별 교통량과 상충이동류의 방향별 분포비 등에 영향을 받는다.
- 비신호교차로의 유형
 - ① 무통제 교차로
 - ② 양방향정지 교차로
 - ③ 전방향정지 교차로
 - ④ 로터리식 교차로



제 10장 비신호교차로

- 1) 무통제 교차로
 - 비신호교차로에서 접근하는 모든 방향에 동등하게, 먼저 진입한 차량에게 우선권이 주어지는 교차로
- 2) 양방향정지 교차로
 - 비신호교차로에서 주도로의 차량이 통행을 완료할때까지의 시간간격동안 부도로에서 진입하는 모든 차량과 주도로에서 좌회전하는 차량이 기다려야하는 교통통제 기법을 이용하는 지점
- 3) 전방향정지 교차로
 - 모든 접근로에 정지표지가 있는 교차로에서 접근하는 모든 차량이 정지선에서 정지한 후, 먼저 도착한 차량이 우선적으로 통과하는 교차로
- 4) 로터리식 교차로
 - 교차점이 중앙에 교통섬을 설치하여 차량이 그 주위를 돌아가면서 교통흐름을 처리하는 도류식 교차로 지점

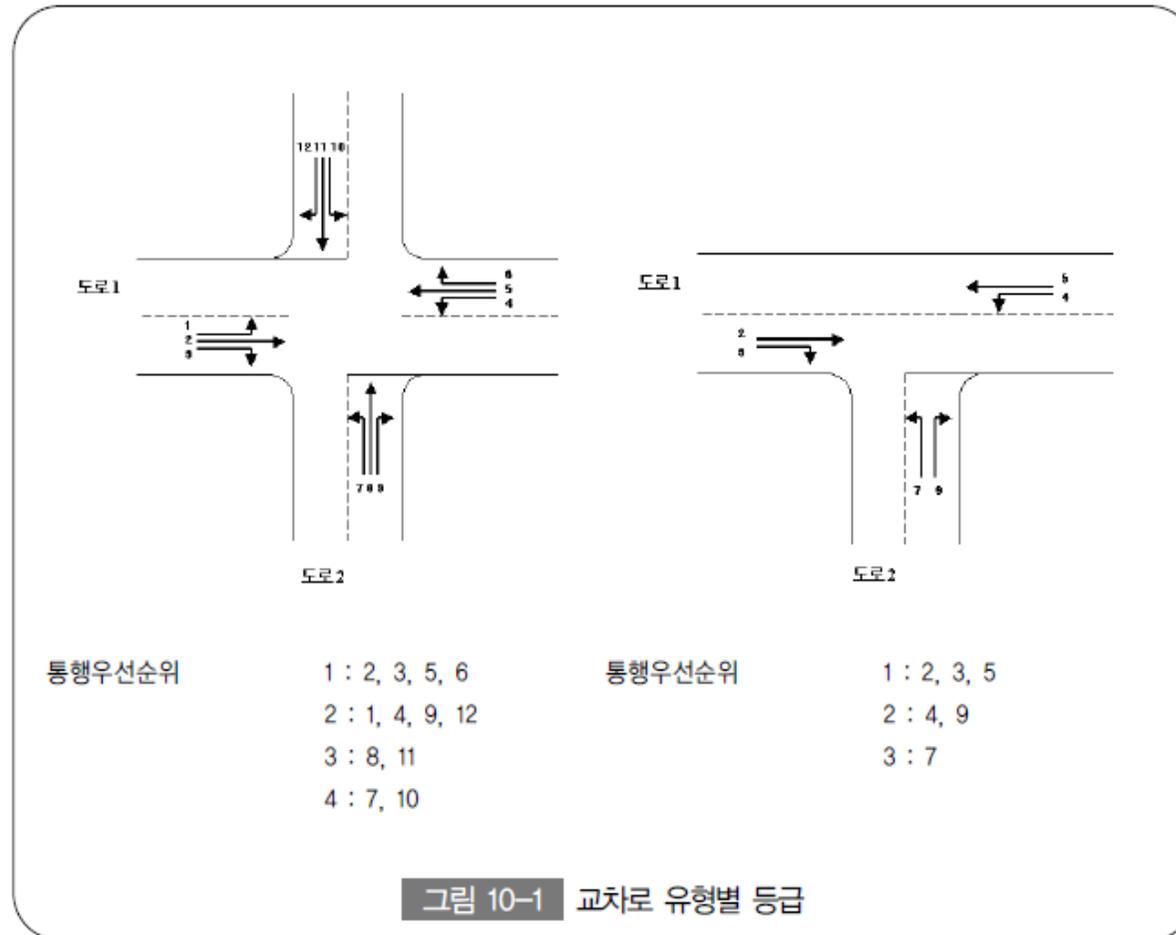


제 10장 비신호교차로

- 양방향정지 교차로내 진입 우선순위
 - 양방향정지 비신호교차로의 경우 다음과 같이 도로의 방향별로 우선순위가 존재한다.
 - ① 부도로 우회전
 - ② 주도로 좌회전
 - ③ 부도로 직진
 - ④ 부도로 좌회전
- 양방향정지 비신호교차로의 경우 부도로 우회전, 주도로 좌회전, 부도로 직진, 부도로 좌회전의 순서로 우선순위가 정해진다.
- 양방향정지 비신호교차로는 두 도로의 구분이 주도로와 부도로로 구분이 명확하며, 주도로에서 교차로에 진입하는 방향별 차량이 부도로에서 진입하는 방향별 차량보다 우선권이 부여된다.



제 10장 비신호교차로

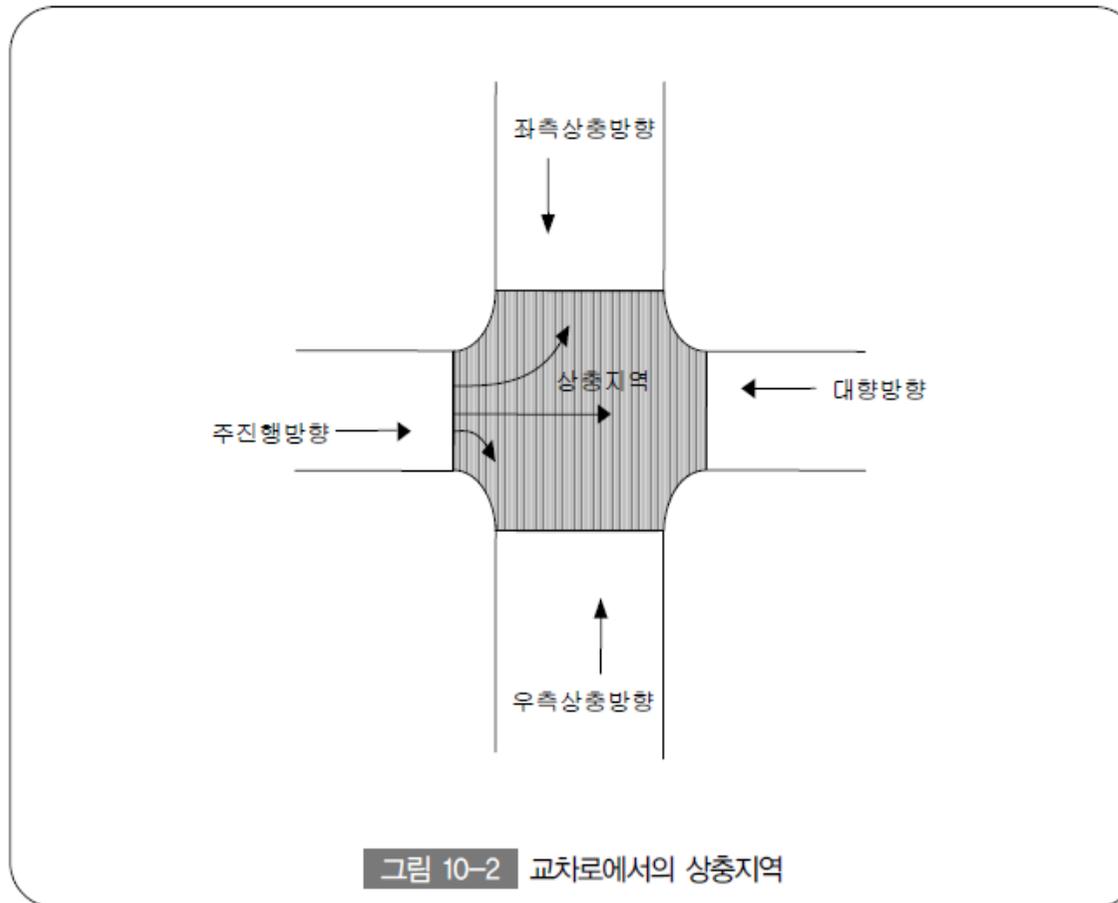


제 10장 비신호교차로

- 무통제 교차로에서의 상충지역
- 무통제 교차로에서의 상충지역이란 각각의 접근로에서 교차로를 통과하여 다른 교통류에 의해서 영향을 받는 지역으로, 일반적으로 교차로의 기하구조에 의하여 영향을 받는다.
- 상충지역의 경계는 횡단보도가 존재하면 횡단보도를 기준으로 설정할 수 있고, 횡단보도가 존재하지 않을 경우 기하구조에 따라 설정할 수 있다.
- 무통제 교차로에서는 상충수를 이용하여 서비스수준을 평가하는데, 여기에서 이용되는 상충은 진행 차량이 다른 차량에 의해 정지, 감속, 조향 등의 운전조작을 하게됨으로써 정상 교통류가 영향을 받을 때를 의미한다.
- 또한, 상충은 이외에도 보행자, 주차차량, 교통시설물, 기타시설의 영향에 따라서도 발생하는데 본 편람에서는 차량과 차량간의 상충만을 고려하였고, 그 외의 상충에 영향을 주는 요소는 배제하였다.



제 10장 비신호교차로



제 10장 비신호교차로

- 효과척도
 - 분석대상교차로의 효과척도는 다음과 같다.
 - ① 양방향정지 교차로 : 평균운영지체
 - ② 무통제 교차로 : 방향별 교차로 진입 교통량, 시간당 상충횟수
- 기존 방법론 연구에서 양방향정지 교차로와 무통제 교차로의 효과척도에 대한 연구를 수행하였는데 다음과 같은 결과를 얻을 수 있었다.
- 양방향정지 교차로의 경우에는 임계간격과 추종시간을 이용하는 분석방법이 적절하다.
- 무통제 교차로의 경우 교차로 접근시간, 교차로 통과시간, 총 통행시간보다는 교통량 또는 상충수가 무통제 교차로의 용량과 서비스수준을 나타내는데 가장 적절하다. 일반적인 교차로 진입 교통량과 시간당 상충수의 관계 자료는 <그림 10-3>과 같다.



제 10장 비신호교차로

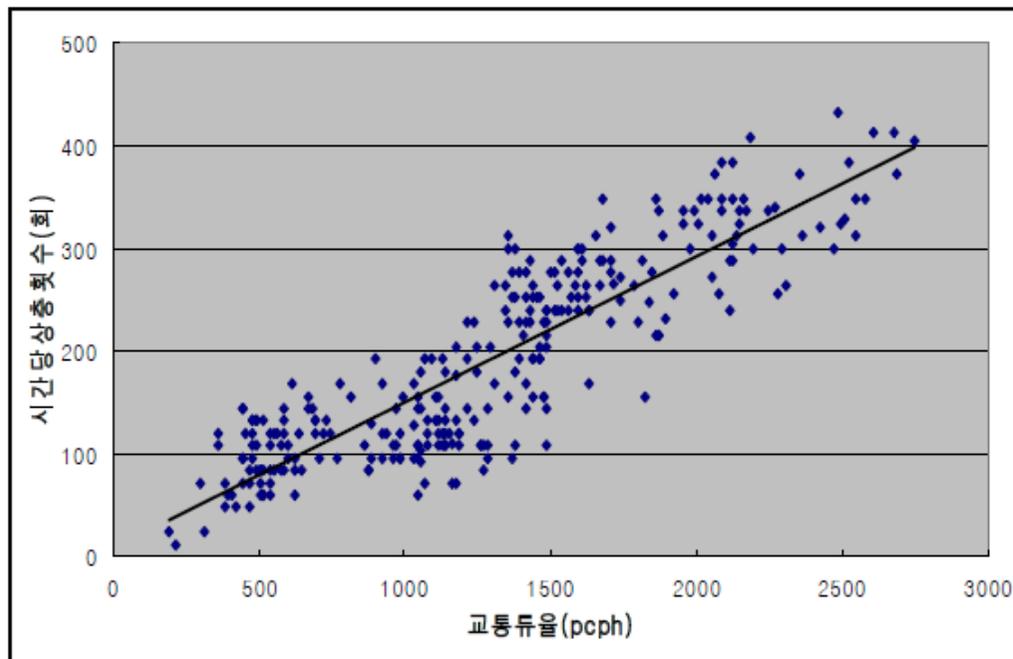


그림 10-3 교통류율에 따른 시간당 상충횟수



제 10장 비신호교차로

- 정지표지제어(stop control) : 정지표지로 교통류를 제어하는 것을 의미함.
- 무통제 교차로(uncontrolled intersection) : 교통신호기나 정지표지, 양보표지 등에 의한 통제가 없는 교통량이 거의 없는 교차로.
- 양보통제(yield control) : 주방향의 교통에 우선권을 주는 통제방식으로 주도로와 부도로가 만나는 교차로 또는 합류부에 설치되어 운영됨.
- 상충 지역(conflict area) : 교차로에서 교통류가 교차 또는 합류(상충)하는 부분의 면적.
- 상충 지점(conflict point) : 교차로에서 교통류가 교차 또는 합류(상충)하는 지점.
- 추종 거리(following distance) : 연속하여 주행하고 있는 앞차의 후단에서 뒤차의 전단까지의 거리.



제 10장 비신호교차로

- 차간시간(gap) : 두 인접한 차량 사이를 시간으로 표시한 것으로 정확히 앞 차량의 뒷부분부터 뒤 차량의 앞부분까지의 시간간격을 말함.
- 간격수락(gap acceptance) : 두 차량사이의 차간시간을 이용하여 합류나 교차하는 것.
- 차간거리(gap spacing) : 연속적인 두 차량에서 앞 차량의 뒷부분부터 뒤 차량의 앞부분까지의 거리를 거리단위(m)로 나타낸 것.
- 임계간격(critical Gap) : 임계간격은 상충교통류의 차량횡단에 필요한 수락간격을 의미함.
- 추종시간(follow-up time) : 간격수락을 위해 대기행렬 상태에 있던 차량이 긴차간간격을 만나 두 대 이상의 차량이 연속해서 간격수락을 할 때의 최소 차두시간.



제 10장 비신호교차로

(1) 양방향정지 교차로

양방향정지 교차로의 서비스수준은 다음의 절차에 따라 분석한다.

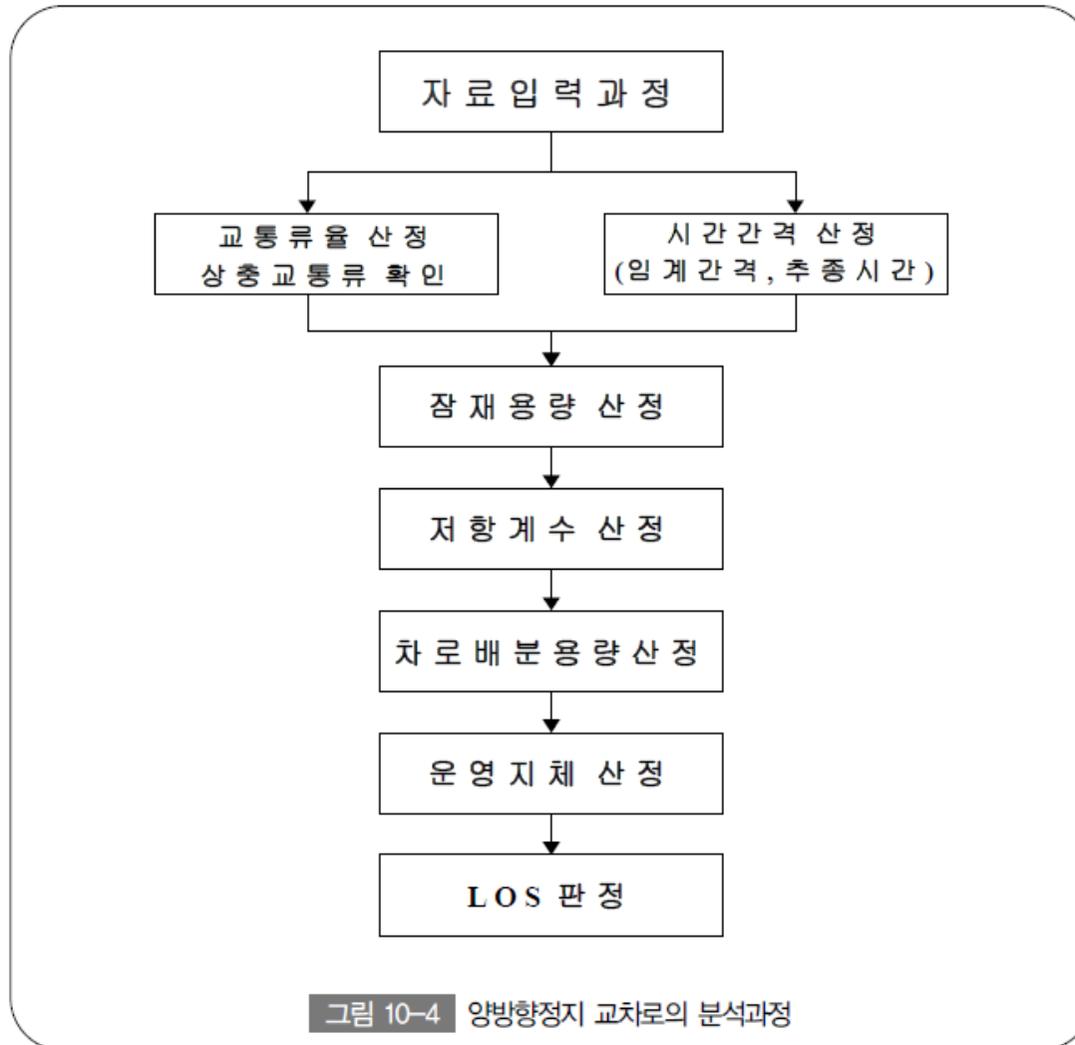
- | | |
|------------------|-------------|
| ① 자료입력과정 | ⑤ 저항계수 산정 |
| ② 상충교통류 산정 | ⑥ 차로배분용량 산정 |
| ③ 임계간격 및 추종시간 산정 | ⑦ 운영지체 산정 |
| ④ 이동류의 잠재용량 산정 | ⑧ 서비스수준 판정 |

양방향정지 교차로의 용량 및 서비스수준은 총 8단계로 수행된다. 그 단계는 자료입력과정, 상충교통류 산정, 시간간격 산정, 이동류의 잠재용량 산정, 저항계수 산정, 차로배분용량 산정, 운영지체 산정, 서비스수준 판정의 과정으로 양방향정지 교차로의 분석이 이루어진다.

본 절에서는 양방향정지 교차로의 서비스수준을 평가하기 위한 단계별 분석절차를 소개한다. 분석 시에는 현장에서 구한 값들을 기초로 하여, 본 편람의 분석과정을 거치면 서비스수준을 평가할 수 있다. 이 때 본 장에서 제시되어 있는 여러 값들을 이용하게 된다.



제 10장 비신호교차로



제 10장 비신호교차로

주 이동류	상충교통류, V_{ci}	형 태
1. 우회전(부도로)	$1/2(V_r)^{**} + V_i^*$	
2. 좌회전(주도로)	$V_r^{***} + V_i$	
3. 직진(부도로)	$1/2(V_{ra})^{**} + V_{ra} + V_{rb} + V_{rb} + V_{tb} + V_{tb}$	
4. 좌회전(부도로)	$1/2(V_{ra})^{**} + V_{ra} + V_{rb} + V_{rb} + V_{tb} + V_{tb} + V_o + V_{or}$	

주) V_i = 상충교통류를 산정하기 위해 기준이 되는 이동류 i (pcph)

V_r = 접근로 i에 대한 우회전 상충교통류 (pcph)

V_{ra} = 접근로 i에 대한 직진 상충교통류 (pcph)

V_{ri} = 접근로 i에 대한 좌회전 상충교통류 (pcph)

* V_i 는 우측방향 차로의 교통량을 말한다.

** 주도로의 우회전차로가 제공된 곳에서는 V_r 또는 V_{ra} 를 상충에서 배제한다.

*** 부도로의 우회전 반경이 넓거나 또는 이 이동류가 정지/양보로 제어가 되는 곳에서는 V_r (유형 2), V_{ra} , 및 V_{rb} (유형 4)는 상충에서 배제한다. V_{rb} 는 주도로가 다차로인 경우 상충에서 배제된다.

그림 10-5 상충교통류의 정의 및 계산

제 10장 비신호교차로

3) 임계간격 및 추종시간 산정

임계간격 및 추종시간은 잠재용량을 구하기 위하여 필요한 값으로서 교차로 형태에 따라 산정방법이 상이하며, 본 편람에서는 주도로 편도 1차로, 부도로 편도 1차로(1×1)의 교차로와 주도로 편도 2차로, 부도로 편도 1차로(2×1)의 교차로로 구분하며 그 값은 <표 10-1>과 같다.

<표 10-1> 양방향정지 교차로의 임계간격과 추종시간

(단위:초)

구 분	임계간격				추종시간			
	주방향	부방향			주방향	부방향		
	좌회전	좌회전	직진	우회전	좌회전	좌회전	직진	우회전
1×1형태	4.2	4.6	4.5	3.7	2.5	3.0	2.7	2.8
2×1형태	4.9	5.2	5.4	4.4	2.5	3.0	2.7	2.8



제 10장 비신호교차로

4) 이동류의 잠재용량 산정

본 단계에서는 이동류별 잠재용량을 산정한다. 전 단계에서 정해진 방향별 교통량, 상충교통류율, 임계간격, 추종시간 등을 이용하여 이동류의 잠재용량을 산정하는 것으로서, (식 10-1)에 의하여 산정될 수 있으며, 이를 차로수에 따라 그래프로 표시할 경우 <그림 10-6> 및 <그림 10-7>과 같다.

$$c_{p,x} = V_{c,x} \frac{e^{-V_{c,x}t_{c,x}/3,600}}{1 - e^{-V_{c,x}t_{f,x}/3,600}} \quad (\text{식 10-1})$$

여기서,

- $c_{p,x}$ = 이동류 x의 잠재용량(pcph)
- $V_{c,x}$ = 이동류 x에 대한 상충교통류
- $t_{c,x}$ = 이동류 x에 대한 임계간격
- $t_{f,x}$ = 이동류 x에 대한 추종시간



제 10장 비신호교차로

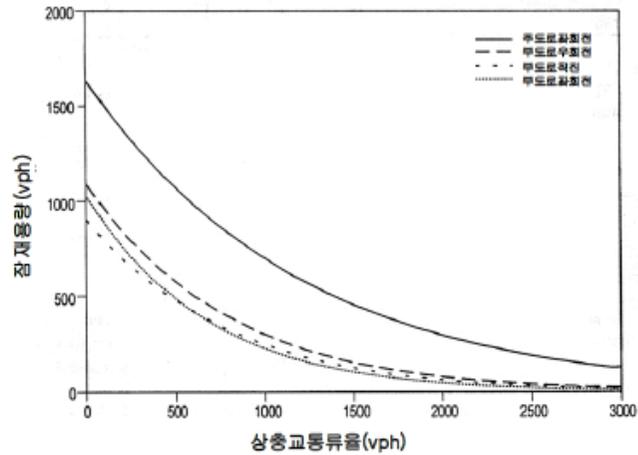


그림 10-6 상충교통량과 임계간격 크기에 따른 잠재용량(2차로)

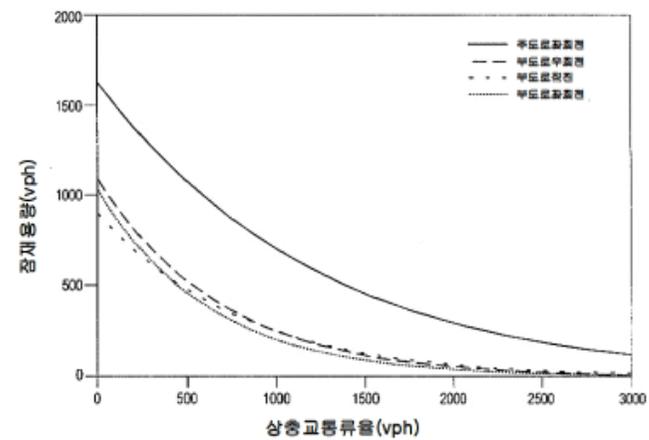


그림 10-7 상충교통량과 임계간격 크기에 따른 잠재용량(4차로)



제 10장 비신호교차로

5) 저항계수 산정

‘저항계수’란 비신호교차로에서 주도로상의 좌회전 대기차량이 대향직진 차량간의 대기에 의하여 발생하는 용량의 손실을 고려하기 위한 것이다. 우선권이 있는 교통류가 많으면, 낮은 우선권을 가지는 차량의 대기시간이 길어짐으로 이동류의 잠재용량은 낮아지게 된다.

- ① 주도로 좌회전은 부도로 상에서의 직진 및 좌회전에 영향을 준다.
- ② 부도로 상에서의 직진은 부도로 상의 대향 좌회전에 영향을 준다.

저항계수를 산정하려면 수요에 따른 용량비를 구하고, 그 값을 (식 10-3)에 대입하여 저항계수 값을 얻는다. 임의의 i 방향의 수요에 따른 용량을 구하는 방법은 방향별 교통량과 계산된 잠재용량을 이용하여 (식 10-2)에 대입한다.

$$\text{수요에 따른 용량비} = (V_i/c_{pi}) \quad (\text{식 } 10-2)$$

여기서,

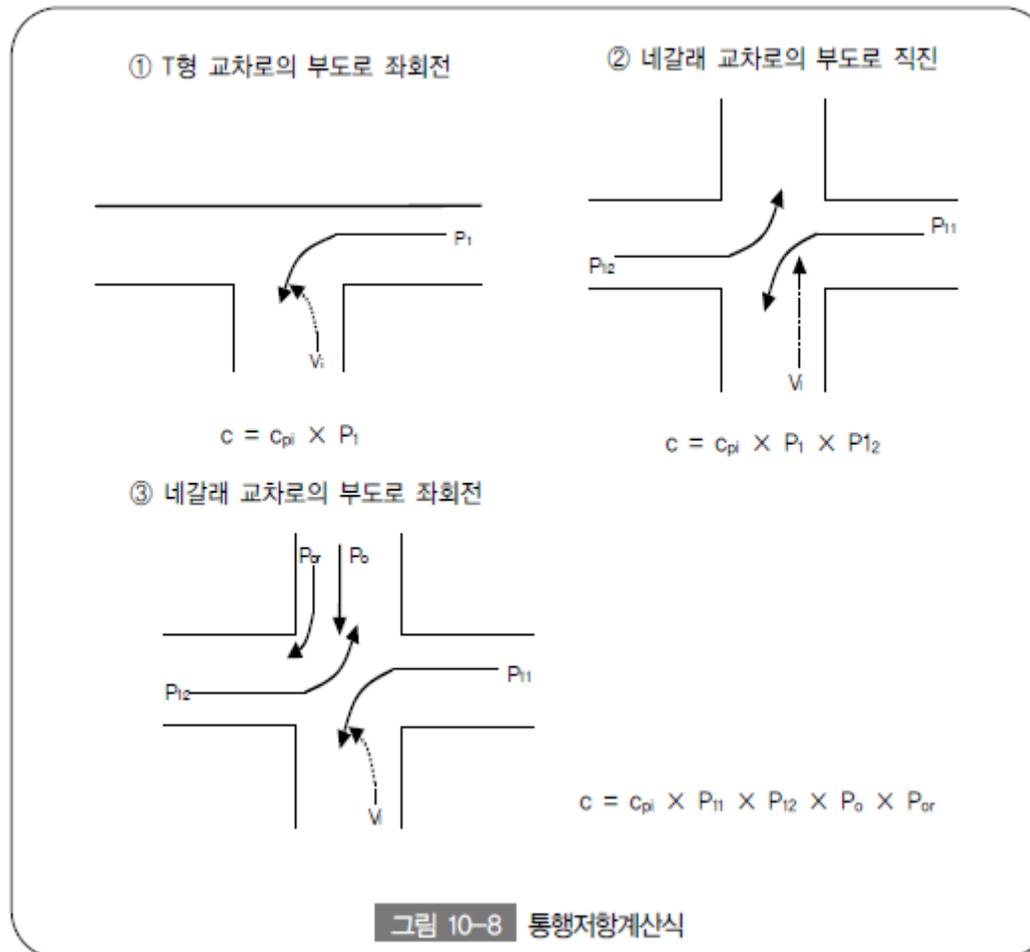
c_{pi} = 이동류 i 에 대한 잠재용량

V_i = 이동류 i 의 교통량

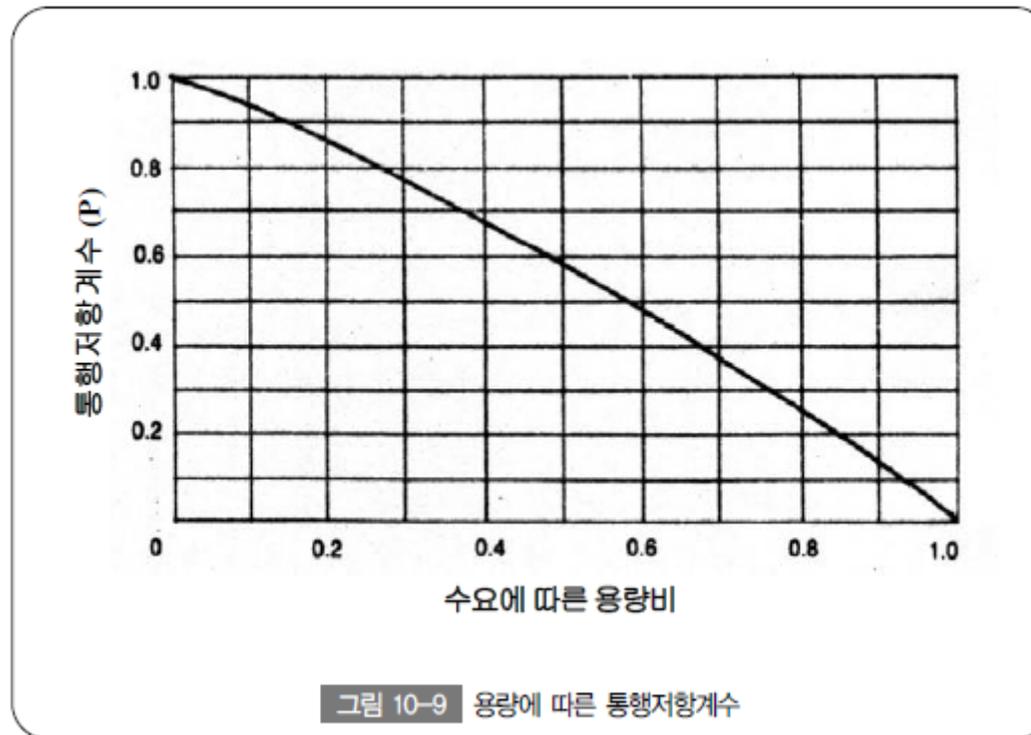
c = 이동류 i 의 이동용량



제 10장 비신호교차로



제 10장 비신호교차로



제 10장 비신호교차로

6) 차로배분 용량 산정

양방향 정지 교차로 분석에 있어, 각각의 부도로 이동류는 독립적인 차로를 가지고 있는 것으로 가정되어 있다. 그러나, 실제로는 하나의 차로에 두 가지 또는 세 가지 이동류가 차로를 배분하여 사용하고 있는 경우가 빈번하다. 따라서 이러한 상황에 대한 보정이 필요하며, 이러한 차로배분을 고려한 용량은 (식 10-4)에 의하여 산정된다.

$$c_{SH} = \frac{V_l + V_t + V_r}{[V_l/c_{ml}] + [V_t/c_{mt}] + [V_r/c_{mr}]} \quad (\text{식 10-4})$$

여기서,

c_{SH} = 배분된 차로의 용량(pcph)

V_l = 좌회전 차로에 배분된 교통량 또는 교통류율(pcph)

V_t = 직진 차로에 배분된 교통량 또는 교통류율(pcph)

V_r = 우회전 차로에 배분된 교통량 또는 교통류율(pcph)

c_{ml} = 차로에 배분된 좌회전 이동 용량(pcph)

c_{mt} = 차로에 배분된 직진 이동 용량(pcph)

c_{mr} = 차로에 배분된 우회전 이동 용량(pcph)



제 10장 비신호교차로

7) 운영지체 산정

위에서 구하여 각 이동류에 대한 교통류율과 용량 값을 가지고 각 이동류에 대한 운영지체의 값을 (식 10-5)를 이용하여 구한다.

$$d = \frac{3,600}{c_{m,x}} + 900T \left[\frac{V_x}{c_{m,x}} - 1 + \sqrt{\left(\frac{V_x}{c_{m,x}} - 1 \right)^2 + \frac{\left(\frac{3,600}{c_{m,x}} \right) \left(\frac{V_x}{c_{m,x}} \right)}{450T}} \right] + 5 \quad (\text{식 10-5})$$

여기서

d = 운영지체(초/대)

V_x = 이동류 x 에 대한 교통류율(vph)

$c_{m,x}$ = 이동류 x 의 용량(vph)

T = 분석 시간 주기(시) ($T = 0.25$ 는 분석시간이 15분을 의미함)

8) 서비스수준 판정

서비스수준은 (식 10-5)에서 계산된 교차로의 운영지체 값에 의하여 <표 10-2>를 이용하여 결정된다. 여기서, 비신호교차로의 교통류 특성을 감안할 때, 서비스수준 E상태를 용량상태라고 정의할 수는 없다.

<표 10-2> 양방향정지 교차로의 서비스수준

서비스수준	평균운영지체(초/veh)
A	≤ 10
B	≤ 15
C	≤ 25
D	≤ 35
E	≤ 50
F	> 50



제 10장 비신호교차로

(2) 무통제 교차로

1) 분석절차

무통제 교차로의 용량과 서비스수준은 다음의 절차에 따라 분석한다.

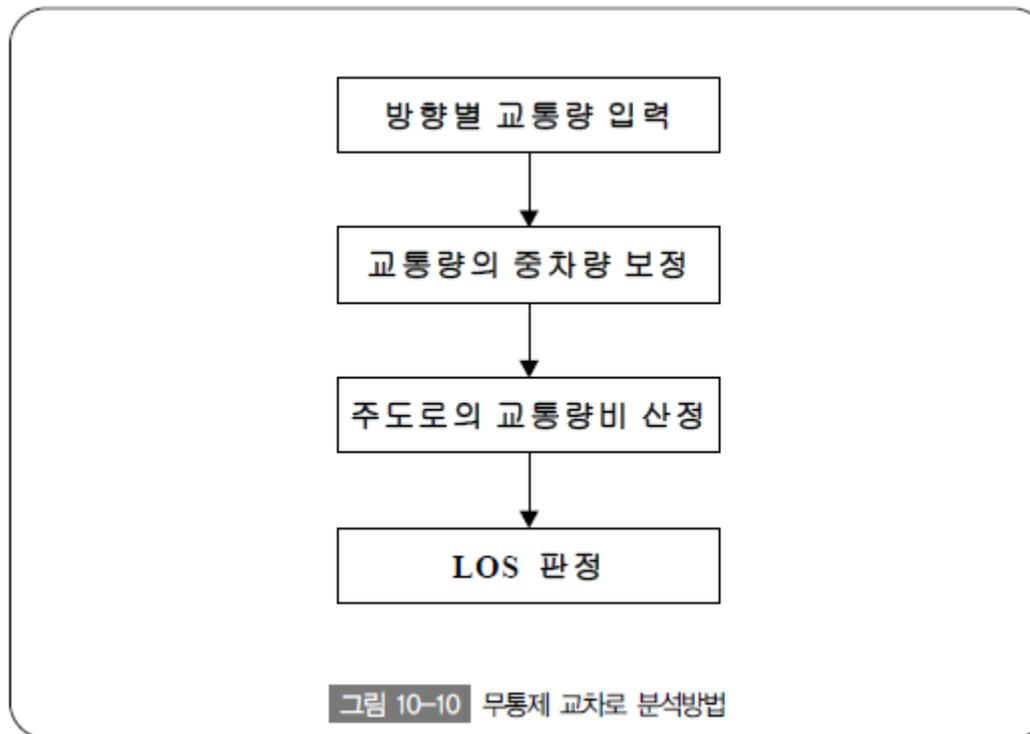
- | | |
|---------------|-----------------|
| ① 방향별 교통량 입력 | ③ 주도로의 교통량 비 산정 |
| ② 교통량의 중차량 보정 | ④ 서비스수준 판정 |

무통제 교차로의 용량과 서비스수준은 네 단계로 구분이 된다. 네 단계를 분석 순서대로 나누어 보면 방향별 교통량 입력, 교통량의 중차량 보정, 주도로의 교통량 비 산정, 서비스수준 판정의 순서로 무통제 교차로의 용량과 서비스수준 분석이 진행된다.

본 절에서는 무통제 차로의 서비스수준을 평가하기 위한 단계별 분석절차를 소개한다. 즉, 현장에서 구한 값들을 기초로 하여, 본 방법론의 분석과정 절차를 거치면 서비스수준을 평가할 수 있다. 이 때 본 장에서 제시되어 있는 여러 값들을 이용하게 된다.



제 10장 비신호교차로



제 10장 비신호교차로

〈표 10-4〉 무통제 교차로의 서비스수준

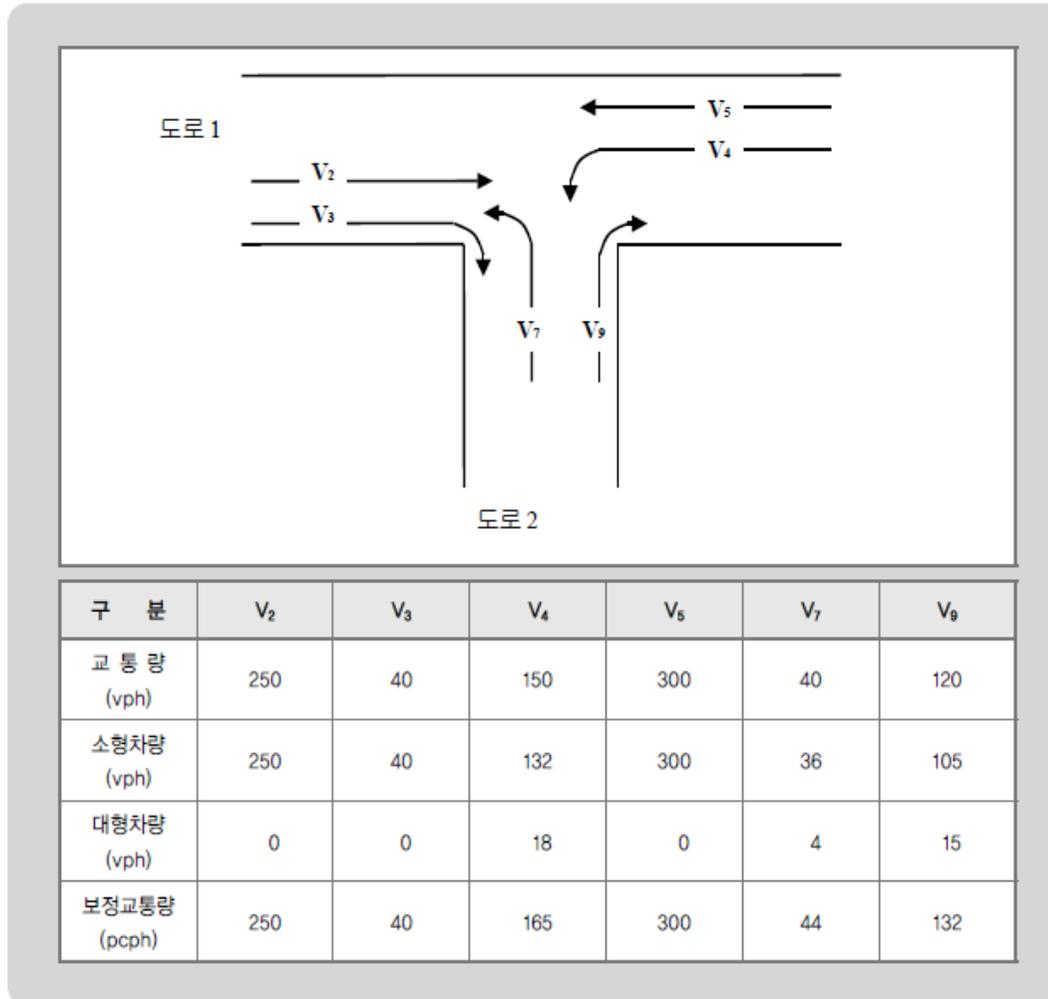
서비스수준	교차로 총교통량(vph) ^{주)}			시간당 상충횟수 (회/h)
	주도로교통량비율 < 60%	주도로교통량비율 < 70%	주도로교통량비율 ≥ 70%	
A	≤ 320	≤ 360	≤ 400	≤ 60
B	≤ 640	≤ 720	≤ 800	≤ 120
C	≤ 960	≤ 1,080	≤ 1,200	≤ 180
D	≤ 1,280	≤ 1,440	≤ 1,600	≤ 240
E	≤ 1,600	≤ 1,800	≤ 2,000	≤ 300
F	> 1,600	> 1,800	> 2,000	> 300

주) 교차로 총교통량은 교차로 전방향 진입교통량의 합을 말함



제 10장 비신호교차로

〈예제 1〉 T형 양방향 정지 교차로의 서비스수준 판정



제 10장 비신호교차로

① 단계 1 : 부도로의 우회전
우선 상충교통류를 계산하면 다음과 같다.

$$V_c = \frac{1}{2} V_3 + V_2 = 20 + 250 = 270 \text{ pcph}$$

잠재용량 c_p 를 주어진 식을 이용하여 부도로의 우회전의 잠재용량을 구하면 다음과 같다.
부도로 우회전의 경우 임계간격 t_{c9} 는 주어진 표에 따라 3.7초로 대입하고 추종시간 t_{f9} 는 주어진 표에 따라 2.8초가 된다.

$$c_{m9} = c_{p9} = V_{c9} \frac{e^{-V_{c9}t_{c9}/3.600}}{1 - e^{-V_{c9}t_{f9}/3.600}} = 270 \times \frac{0.76}{1 - 0.81} = 1080 \text{ pcph}$$

② 단계 2 : 주도로의 좌회전
우선 상충교통류를 계산하면 다음과 같다.

$$V_c = V_3 + V_2 = 40 + 250 = 290 \text{ pcph}$$

잠재용량 c_p 를 주어진 식을 이용하여 주도로 좌회전의 잠재용량을 구하면 다음과 같다.
주도로 좌회전의 경우 임계간격 t_{c4} 는 주어진 표에 따라 4.2초로 대입하고 추종시간 t_{f4} 는 주어진 표에 따라 2.5초가 된다.

$$c_{m4} = c_{p4} = V_{c4} \frac{e^{-V_{c4}t_{c4}/3.600}}{1 - e^{-V_{c4}t_{f4}/3.600}} = 290 \times \frac{0.71}{1 - 0.82} = 1144 \text{ pcph}$$

위의 구한 값으로 저항계수를 구하면 다음과 같다.

$$\text{Impedance Factor} = \frac{V_4}{c_{p4}} \times 100 = \frac{165}{1,144} \times 100 = 14.4\% \text{ 이므로 (식 10-3)에 의해}$$

$P_4 = 0.91$ 이 된다.

잠재용량 c_p 를 주어진 식을 이용하여 부도로의 좌회전의 잠재용량을 구하면 다음과 같다.
부도로 좌회전의 경우 t_{c7} 는 주어진 표에 따라 4.6초로 대입되고 t_{f7} 는 주어진 표에 따라 3.0초가 된다.

$$c_{p7} = V_{c7} \frac{e^{-V_{c7}t_{c7}/3.600}}{1 - e^{-V_{c7}t_{f7}/3.600}} = 735 \times \frac{0.39}{1 - 0.54} = 623 \text{ pcph}$$

위의 값을 가지고 실제용량을 구하면

$$c_{m7} = c_{p7} \times P_4 = 623 \times 0.91 = 567 \text{ pcph}$$

위의 단계에서 구한 c_m 값을 가지고 차선배분 용량을 구하면 다음과 같다.

$$c_{SH} = \frac{V_7 + V_9}{(V_7/c_{m7}) + (V_9/c_{m9})} = 880 \text{ pcph}$$

위에 세 단계에서 구해진 방향별 교통류율과 잠재용량을 가지고 운영지체값을 구해보면 다음과 같다

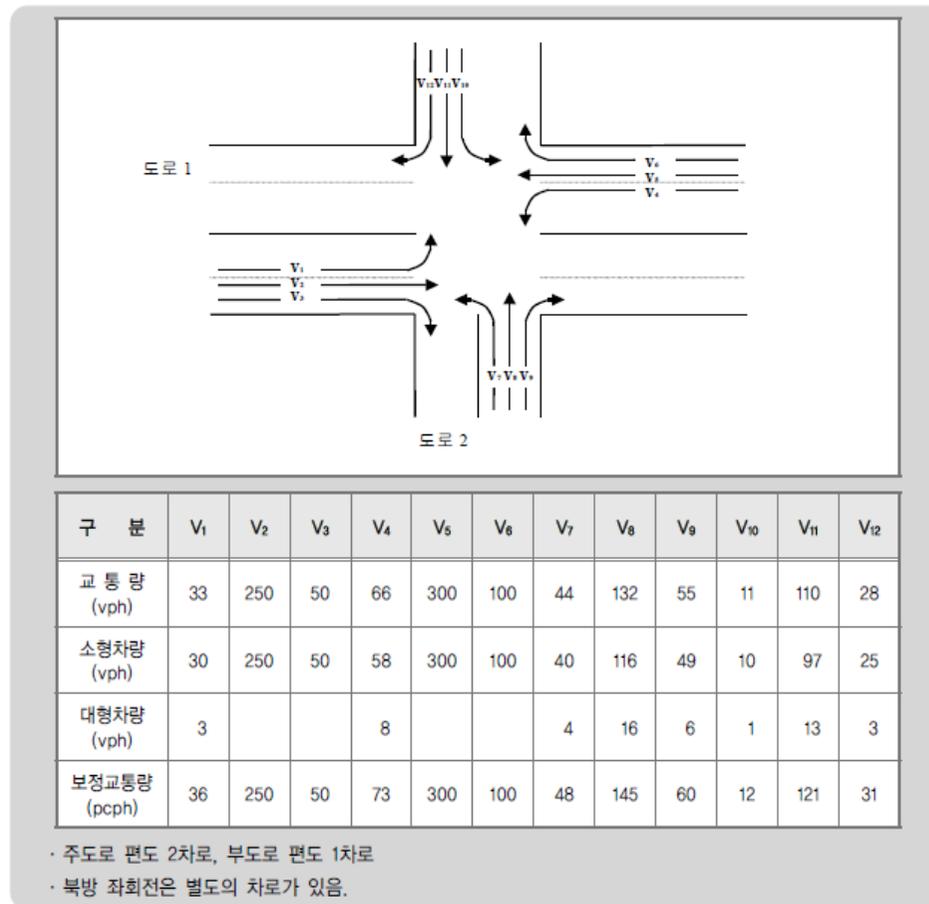
$$d = \frac{3.600}{c_{m,x}} + 900 T \left[\frac{V_x}{c_{m,x}} - 1 + \sqrt{\left(\frac{V_x}{c_{m,x}} - 1 \right)^2 + \frac{\left(\frac{3.600}{c_{m,x}} \right) \left(\frac{V_x}{c_{m,x}} \right)}{450 T}} \right] + 5$$

$$= \frac{3.600}{880} + 900 \left[\frac{176}{880} - 1 + \sqrt{\left(\frac{176}{880} - 1 \right)^2 + \frac{\left(\frac{3.600}{880} \right) \left(\frac{176}{880} \right)}{450}} \right] + 5 \approx 10.1$$

운영지체 d의 값은 위의 결과와 같이 10.1(초/대)으로 나타났다
위의 값으로 서비스수준을 판단하면 <표 10-2>에서 $d > 10$ 이므로 서비스수준 B로 판정된다.
유사한 방법으로 이동류 4에 대하여 운영지체를 구하면, 8.68 (초/대)가 되며, 서비스 수준은 A가 된다.

제 10장 비신호교차로

〈예제 2〉 네갈래 양방향정지 비신호교차로의 서비스수준 판정



제 10장 비신호교차로

① 1단계 : 부도로 우회전

< V_9 >

우선 상충교통류를 계산하면 다음과 같다.

$$V_{c9} = \frac{1}{2} V_3 + V_2 = 25 + 250/2 = 150 \text{ pcph}$$

잠재용량 c_p 를 주어진 식을 이용하여 부도로의 우회전의 잠재용량을 구하면 다음과 같다.

부도로 우회전의 경우 t_{90} 는 주어진 표에 따라 4.4초로 대입하고 t_{99} 는 주어진 표에 따라 2.8초가 된다.

$$c_{m9} = c_{p9} = V_{c9} \frac{e^{-V_{c9} t_{90}/3.600}}{1 - e^{-V_{c9} t_{99}/3.600}} = 150 \times \frac{0.83}{1 - 0.89} = 1132 \text{ pcph}$$

저항계수를 산정하면

$$\text{Impedance Factor} = \frac{V_9}{c_{p9}} \times 100 = \frac{60}{1,132} \times 100 = 5.3\% \text{ 이므로 (식 10-3)에 의해}$$

$P_9 = 0.97$ 가 된다.

< V_{12} >

우선 상충교통류를 계산하면 다음과 같다.

$$V_{c12} = \frac{1}{2} V_6 + V_8 = 50 + 300/2 = 200 \text{ pcph}$$



제 10장 비신호교차로

잠재용량 c_p 를 주어진 식을 이용하여 부도로의 우회전의 잠재용량을 구하면 다음과 같다.

부도로 우회전의 경우 t_{c12} 는 주어진 표에 따라 4.4초로 대입하고 t_{f12} 는 주어진 표에 따라 2.8초가 된다.

$$c_{m12} = c_{p12} = V_{c12} \frac{e^{-V_{c12} t_{c12} / 3.600}}{1 - e^{-V_{c12} t_{f12} / 3.600}} = 200 \times \frac{0.78}{1 - 0.86} = 1,114 \text{ pcph}$$

저항계수를 산정하면

$$\text{Impedance Factor} = \frac{V_{12}}{c_{p12}} \times 100 = \frac{31}{1,114} \times 100 = 2.8\% \text{ 이므로 (식 10-3)에 의해}$$

$P_{12} = 0.98$ 가 된다.

② 2단계 : 주도로 좌회전

$\langle V_4 \rangle$

우선 상충교통류를 계산하면 다음과 같다.

$$V_{c4} = V_3 + V_2 = 50 + 250 = 300 \text{ pcph}$$

잠재용량 c_p 를 주어진 식을 이용하여 주도로의 좌회전의 잠재용량을 구하면 다음과 같다.

주도로 좌회전의 경우 t_{c4} 는 주어진 표에 따라 4.9초로 대입하고 t_{f4} 는 주어진 표에 따라 2.5초가 된다.

$$c_{m4} = c_{p4} = V_{c4} \frac{e^{-V_{c4} t_{c4} / 3.600}}{1 - e^{-V_{c4} t_{f4} / 3.600}} = 300 \times \frac{0.66}{1 - 0.81} = 1042 \text{ pcph}$$

출처: 도로용량편람, 국토해양부 (국토교통부), 2013



제 10장 비신호교차로

저항계수를 산정하면

$$\text{Impedance Factor} = \frac{V_4}{c_{p4}} \times 100 = \frac{73}{1,042} \times 100 = 7.0\% \text{ 이므로 표에 의해}$$

$P_4 = 0.96$ 가 된다.

$\langle V_1 \rangle$

우선 상충교통류를 계산하면 다음과 같다.

$$V_{c1} = V_6 + V_5 = 100 + 300 = 400 \text{ pcph}$$

잠재용량 c_p 를 주어진 식을 이용하여 주도로의 좌회전의 잠재용량을 구하면 다음과 같다.

주도로 좌회전의 경우 t_{c1} 는 주어진 표에 따라 4.9초로 대입하고 t_{f1} 는 주어진 표에 따라 2.5초가 된다.

$$c_{m1} = c_{p1} = V_{c1} \frac{e^{-V_{c1}t_{c1}/3,600}}{1 - e^{-V_{c1}t_{f1}/3,600}} = 400 \times \frac{0.58}{1 - 0.76} = 967 \text{ pcph}$$



제 10장 비신호교차로

저항계수를 산정하면

$$\text{Impedance Factor} = \frac{V_1}{c_{p1}} \times 100 = \frac{36}{967} \times 100 = 3.7\% \text{ 이므로 (식 10-3)에 의해}$$

$P_1 = 0.98$ 가 된다.

③ 3단계 : 부도로 직진

$\langle V_8 \rangle$

우선 상충교통류를 계산하면 다음과 같다.

$$\begin{aligned} V_{c8} &= \frac{1}{2} V_3 + V_2 + V_1 + V_6 + V_5 + V_4 \\ &= 25 + 250 + 33 + 100 + 300 + 73 = 784 \text{ pcph} \end{aligned}$$

잠재용량 c_p 를 주어진 식을 이용하여 부도로 직진의 잠재용량을 구하면 다음과 같다.

부도로 직진의 경우 t_{c8} 는 주어진 표에 따라 5.4초로 대입하고 t_{f8} 는 주어진 표에 따라 2.7초가 된다.

$$c_{p8} = V_{c8} \frac{e^{-V_{c8} t_{c8} / 3.600}}{1 - e^{-V_{c8} t_{f8} / 3.600}} = 784 \times \frac{0.31}{1 - 0.56} = 553 \text{ pcph}$$

저항계수를 산정하면

$$\text{Impedance Factor} = \frac{V_1}{c_{p1}} \times 100 = \frac{145}{545} \times 100 = 26.2\% \text{ 이므로 표에 의해}$$

$P_8 = 0.83$ 가 된다.



제 10장 비신호교차로

위의 값을 가지고 실제용량을 구하면

$$c_{m8} = c_{p8} \times P_1 \times P_4 = 545 \times 0.98 \times 0.96 = 513 \text{ pcph}$$

$\langle V_{11} \rangle$

우선 상충교통류를 계산하면 다음과 같다.

$$\begin{aligned} V_{c11} &= \frac{1}{2} V_6 + V_5 + V_4 + V_3 + V_2 + V_1 \\ &= 50 + 300 + 73 + 50 + 250 + 36 = 759 \text{ pcph} \end{aligned}$$

잠재용량 c_p 를 주어진 식을 이용하여 부도로 직진좌회전의 잠재용량을 구하면 다음과 같다.

부도로 직진의 경우 t_{c11} 는 주어진 표에 따라 5.4초로 대입하고 t_{f11} 는 주어진 표에 따라 2.7초가 된다.

$$c_{p11} = V_{c11} \frac{e^{-V_{c11}t_{c11}/3,600}}{1 - e^{-V_{c11}t_{f11}/3,600}} = 759 \times \frac{0.32}{1 - 0.57} = 565 \text{ pcph}$$

저항계수를 산정하면

$$\text{Impedance Factor} = \frac{V_1}{c_{p1}} \times 100 = \frac{121}{575} \times 100 = 21.4\% \text{ 이므로 표에 의해}$$

$P_{11} = 0.86$ 가 된다.

위의 값을 가지고 실제용량을 구하면

$$c_{m11} = c_{p11} \times P_1 \times P_4 = 565 \times 0.98 \times 0.96 = 532 \text{ pcph}$$



제 10장 비신호교차로

④ 4단계 : 부도로 좌회전

$\langle V_7 \rangle$

우선 상충교통류를 계산하면 다음과 같다.

$$V_{c7} = V_{c8} + V_{11} + V_{12} + = 784 + 121 + 31 = 936 \text{ pcph}$$

잠재용량 c_p 를 주어진 식을 이용하여 부도로의 좌회전의 잠재용량을 구하면 다음과 같다.

부도로 좌회전의 경우 t_{c11} 는 주어진 표에 따라 5.2초로 대입하고 t_{f11} 는 주어진 표에 따라 3.0초가 된다.

$$c_{p7} = V_{c7} \frac{e^{-V_{c7}t_{c7}/3,600}}{1 - e^{-V_{c7}t_{f7}/3,600}} = 936 \times \frac{0.26}{1 - 0.46} = 451 \text{ pcph}$$

위의 값을 가지고 실제용량을 구하면

$$\begin{aligned} c_{m7} &= c_{p7} \times P_1 \times P_4 \times P_{11} \times P_{12} \\ &= 451 \times 0.98 \times 0.96 \times 0.86 \times 0.98 = 358 \text{ pcph} \end{aligned}$$



제 10장 비신호교차로

$\langle V_{10} \rangle$

우선 상충교통류를 계산하면 다음과 같다.

$$V_{c10} = V_{c11} + V_8 + V_9 = 759 + 145 + 60 = 964 \text{ pcph}$$

잠재용량 c_p 를 주어진 식을 이용하여 부도로의 좌회전의 잠재용량을 구하면 다음과 같다.

부도로 좌회전의 경우 t_{c10} 는 주어진 표에 따라 5.2초로 대입하고 t_{f10} 는 주어진 표에 따라 3.0초가 된다.

$$c_{p10} = V_{c10} \frac{e^{-V_{c10}t_{c10}/3,600}}{1 - e^{-V_{c10}t_{f10}/3,600}} = 964 \times \frac{0.25}{1 - 0.45} = 439 \text{ pcph}$$

위의 값을 가지고 실제용량을 구하면

$$c_{m10} = c_{p10} \times P_1 \times P_4 \times P_8 \times P_9 = 439 \times 0.98 \times 0.96 \times 0.83 \times 0.97 = 333 \text{ pcph}$$

위의 단계에서 구한 c_m 값을 가지고 차로배분 용량을 구하면 다음과 같다.

$\langle V_8 + V_9 \rangle$

$$c_{SH} = \frac{V_8 + V_9}{(V_8/c_{m8}) + (V_9/c_{m9})} = 611 \text{ pcph}$$

$\langle V_{10} + V_{11} + V_{12} \rangle$

$$c_{SH} = \frac{V_{10} + V_{11} + V_{12}}{(V_{10}/c_{m10}) + (V_{11}/c_{m11}) + (V_{12}/c_{m12})} = 564 \text{ pcph}$$

출처: 도로용량편람, 국토해양부 (국토교통부), 2013



제 10장 비신호교차로

위에서 구해진 방향별 교통류율과 잠재용량으로 운영지체 값을 구해보면 다음과 같다.

$\langle V_8 + V_9 \rangle$

$$d = \frac{3,600}{c_{m,x}} + 900T \left[\frac{V_x}{c_{m,x}} - 1 + \sqrt{\left(\frac{V_x}{c_{m,x}} - 1 \right)^2 + \frac{\left(\frac{3,600}{c_{m,x}} \right) \left(\frac{V_x}{c_{m,x}} \right)}{450T}} \right]$$

$$= \frac{3,600}{611} + 900 \left[\frac{205}{611} - 1 + \sqrt{\left(\frac{205}{611} - 1 \right)^2 + \frac{\left(\frac{3,600}{611} \right) \left(\frac{205}{611} \right)}{450}} \right] + 5 \approx 13.86$$

운영지체 d의 값은 위의 결과와 같이 13.86(초/대)로 나타났다

위의 값으로 서비스수준을 판단하면 <표 10-2>에서 $d \leq 15$ 이므로 서비스수준 B로 판정된다.

$\langle V_{10} + V_{11} + V_{12} \rangle$

$$d = \frac{3,600}{c_{m,x}} + 900T \left[\frac{V_x}{c_{m,x}} - 1 + \sqrt{\left(\frac{V_x}{c_{m,x}} - 1 \right)^2 + \frac{\left(\frac{3,600}{c_{m,x}} \right) \left(\frac{V_x}{c_{m,x}} \right)}{450T}} \right]$$

$$= \frac{3,600}{564} + 900 \left[\frac{164}{564} - 1 + \sqrt{\left(\frac{164}{564} - 1 \right)^2 + \frac{\left(\frac{3,600}{564} \right) \left(\frac{164}{564} \right)}{450}} \right] + 5 \approx 13.99$$

운영지체 d의 값은 위의 결과와 같이 13.99(초/대)로 나타났다

위의 값으로 서비스수준을 판단하면 <표 10-2>에서 $d \leq 15$ 이므로 서비스수준 B로 판정된다.



제 10장 비신호교차로

$\langle V_7 + V_8 + V_9 \rangle$

이동류	V(pcph)	c_m (pcph)	c_{SH}	$c_R(c_{SH} - V)$	LOS
V_7	48	358	358	310	A
V_8	145	521	521	376	A
$V_8 \sim V_9$	-	-	619	414	B
V_9	60	1,132	1,132	1,072	A

$\langle V_{10} + V_{11} + V_{12} \rangle$

이동류	V(pcph)	c_m (pcph)	c_{SH}	$c_R(c_{SH} - V)$	LOS
V_{10}	12	333	333	321	B
V_{11}	121	532	532	411	A
V_{12}	31	1,114	1,114	1,083	A
$V_{10} \sim V_{11} \sim V_{12}$	-	-	564	400	B

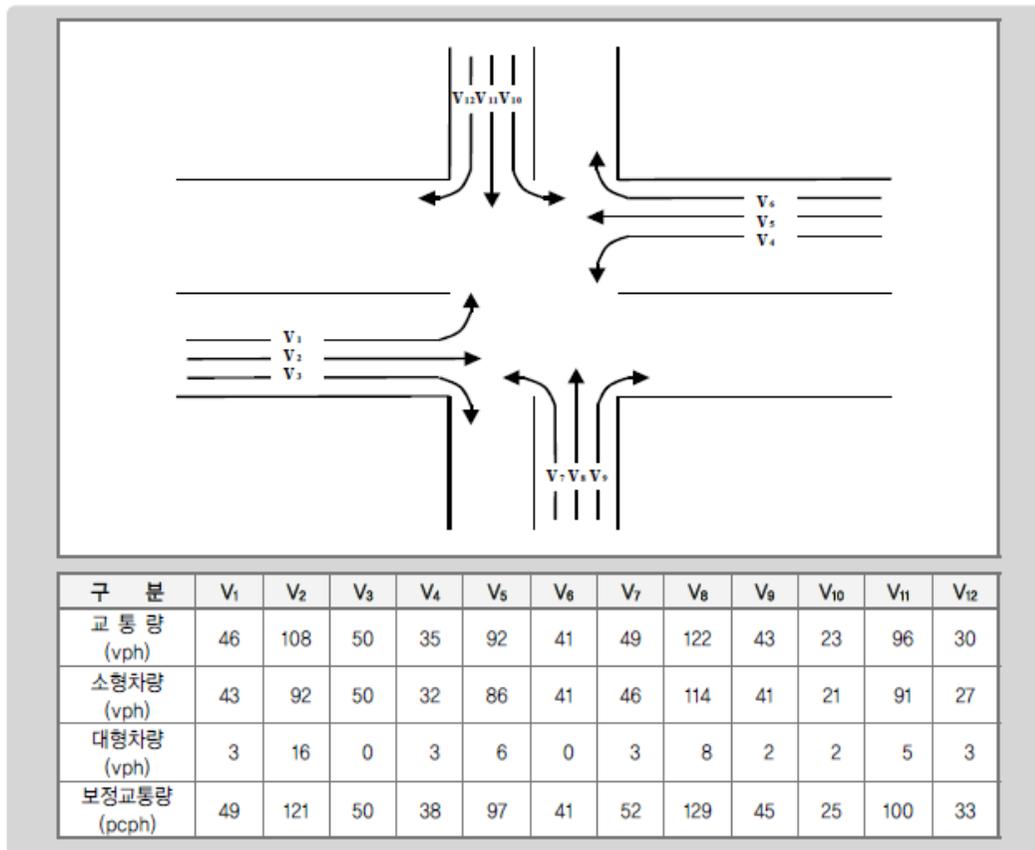
$\langle V_1 + V_4 \rangle$

이동류	V(pcph)	c_m (pcph)	c_{SH}	$c_R(c_{SH} - V)$	LOS
V_1	36	967	931	A	A
V_4	250	1,042	792	A	A



제 10장 비신호교차로

〈예제 3〉 네갈래 무통제 교차로의 서비스수준 판정



제 10장 비신호교차로

① 1단계 : 증차량 보정

차종구분을 소형차와 대형차로 구분하였으며, 대형차의 PCE는 1.8을 적용하였다.

② 2단계 : 각 임계방향별 교통비 산정

V_1, V_2, V_3 과 V_7, V_8, V_9 의 교통량이 각각 396와 384이므로 교통비는 51:49이다.

③ 3단계 : 서비스수준 분석

교차로 총 교통량은 780(pcp/h)이다

교차로 총교통량이 주도로의 비율이 60% 미만의 경우에서 800이하이므로 서비스수준 C로 판정된다.

