

횡단보도 이격거리와 우회전보정계수와의 관계 분석



양훈철



이수범

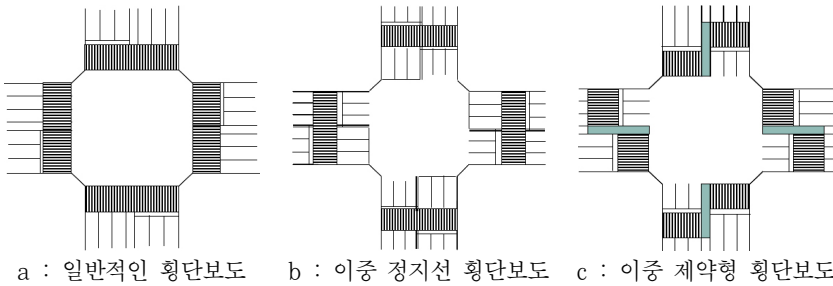


김영찬

1. 서론

교통소통과 교통안전에 대한 관심은 도시교통 문제를 다루는 관점에서 상충적 관계를 지니고 있다. 차량의 소통을 강조하다 보면 주행속도 증가에 의한 사고위험성 증가라는 문제에 부딪치게 되고, 교통안전을 강조하여 문제를 해결하다 보면 소통이 저해되게 된다. 도시부의 도로망은 필연적으로 많은 교차로를 형성하게 되며, 교차로에서의 교통상황은 늘 상충가능성을 가진 교통류를 발생시킨다. 보행자와 차량, 차량과 차량의 상충은 소통과 안전이라는 측면의 문제를 항상 가지고 있어 도시교통문제의 중요한 이슈로 작용한다.

교차로에서 안전과 소통을 해결하기 위한 학자들의 연구는 교통분야 학문의 발달과 맥을 같이하여 발전하여 왔으며, 교차로에서의 횡단보도 위치는 이러한 문제해결을 위한 연구의 주요 인자로 다루어져 왔다. 사고를 줄이기 위하여 횡단보도를 전진 배치하여야 한다는 이론이 주장되어 왔으며, 이 경우 우회전 차량이 횡단보도를 이용하는 보행자들에 의하여 우회전하지 못함으로 인하여 차로를 공유하는 직진차량 통행에 방해를 주어 용량을 저하시키는 문제를 야기하기도 하였다.



〈그림 1〉 교차로 횡단보도 운영 유형

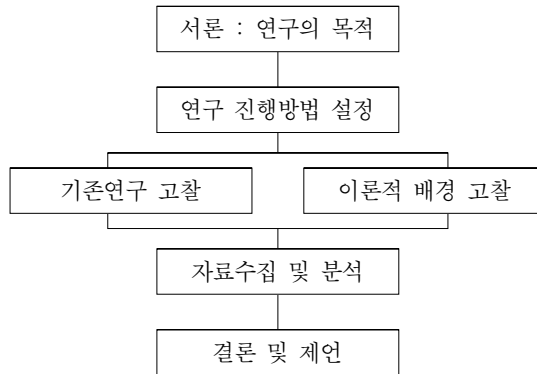
최근에는 대도시의 축개선사업(TSM)시행시에 앞에서 제기된 문제를 해결하기 위한 방법의 하나로 차로수가 넓은 도시부 간선도로에 횡단보도 신호 단축과 보행자의 안전을 고려한 이중제약형 횡단보도를 도입 운영하고 있다. 이중제약형 횡단보도는 보행자 신호로 인하여 우회전차량이 대기하는 경우 직진차량의 진행을 방해하지 않도록 횡단보도를 교차로에서 이격하고 있으며, 교차로 접근부에서는 횡단보도를 최대한 전진 배치하여 이중정지로 인한 사고위험을 줄이고자 하는 형태이다.

보행신호에 의하여 통행에 영향을 받는 교통류는 교차로에 접근한 우회전 교통량과 우회전공유차로를 이용하는 직진차량이다. 도로용량편람에서는 이러한 교통류의 영향을 감안하여 우회전·직진 공유차로의 용량보정을 수행하고 있다. 〈그림 1〉은 횡단보도 위치에 따른 교차로 운영형태를 나타낸 것이다.

본 연구에서는 횡단보도의 이격거리와 우회전차로 용량보정에 관한 관계요소를 검토하고 그 인자(factor)가 미치는 영향을 현장조사를 통하여 규명하고, 횡단보도 이격거리와 우회전차량 보정계수와의 관계식을 도출하였다. 또한 현장조사 결과를 분석하여 도출된 결론을 활용하는 방안을 제안하였다.

II. 연구 진행 방법

USHCM에서 적용하는 신호교차로 용량분석 방법과 한국도로용량편람(2004)에서 제시한 신호운영 교차로 분석기법을 고찰하고, 우회전차로의



〈그림 2〉 연구 진행과정도

용량보정에 관한 사항을 중점 검토하여 횡단보도의 이격거리와 우회전 보정계수와와의 관계를 고찰하였다. 또한 횡단보도의 위치와 우회전차량의 소통과의 관계를 이론적 배경을 검토하고, 이러한 이론을 적용하기에 용이한 사례지역을 선정하여 조사·분석한 후 횡단보도 위치와 교차로 우회전 차량의 보정계수에 대한 관계를 규명하였다.

Ⅲ. 기존 연구 고찰

1. USHCM의 우회전보정계수 산정기법

1) 차로군의 포화유율 산정

USHCM에서는 접근로 차로군 i 의 포화교통류율 산정시 우회전보정계수를 포함하여 총 11개의 보정계수를 적용하고 있으며, 이는 식(1)과 같다.

$$S_i = S_0 N f_w f_{HV} f_g f_p f_{bb} f_a f_{LU} f_{LT} f_{RT} f_{Lpb} f_{Rpb} \quad (1)$$

- 위 식에서 S_i : 차로군 i 의 포화교통류율
 S_0 : 차로당 기본포화유율
 N : 차로군 i 의 차로수

- f_w : 차로폭 보정계수
- f_{HV} : 중차량보정계수
- f_g : 구매보정계수
- f_P : 주차장보정계수
- f_{bb} : 버스정류장 보정계수
- f_a : 토지이용보정계수
- f_{LU} : 차로활용보정계수
- f_{LT} : 좌회전보정계수
- f_{RT} : 우회전보정계수
- f_{Lpb} : 좌회전의보행자보정계수
- f_{Rpb} : 우회전의자전거/보행자보정계수

2) 우회전 보정계수의 적용

USHCM에서 포화교통류를 산정시 적용하고 있는 우회전보정계수 (f_{RT})는 차로 특성에 따라서 각각 4가지 경우로 나누어 산정방법을 제시하고 있다.

- 공용우회전의 경우 : $f_{RT} = 1.0 - (0.15)P_{RT}$ (2)

- 전용우회전의 경우 : $f_{RT} = 0.85$ (3)

- 단일차로의 경우 : $f_{RT} = 0.9 - (0.135)P_{RT}$ (4)

- 보행자/자전거에 의해서 방해받는 경우
: $f_{RT} = 1.0 - P_{RT}(1 - A_{pbT})(1 - P_{RTA})$ (5)

- 위 식에서 f_{RT} : 우회전보정계수
 P_{RT} : 차로군에서의 우회전 비율
 A_{pbT} : 비보호 우회전현시 조정계수
 P_{RTA} : 우회전보호율(총 우회전녹색시간에 대한 보호우회전 녹색시간 비율)

USHCM에서 제시하는 우회전보정계수 중 공용우회전차로의 경우 보정계수는 차로군에서 우회전 비율(P_{RT})에 의하여 영향을 받는 것으로 나타나고 있다. 즉 P_{RT} 값이 적을 경우 f_{RT} 값은 1.0에 가까워지며 이는 우회전보정이 낮아 교차로 접근로 용량에 미치는 영향이 미미한 것으로 판단할 수 있다.

따라서 우회전 비율이 낮은 경우는 우회전 차량 가운데 적색시간 동안에 우회전 할 수 있는 교통량(RTOR)이 많을 경우로 정의할 수 있으므로, 이러한 경우가 발생할 수 있는 교차로의 여건을 조성한다면 효율적인 교차로 운영이 가능할 것으로 판단된다. 이는 식(6)에서 유추할 수 있다.

$$P_{RT} = \frac{V_R}{V_{Th} - V_{LF} + V_R} \quad (6)1$$

- 위 식에서 P_{RT} : 직진 · 우회전 공용차로군에서 우회전 비율
- V_{Th} : 직진교통량(대/시)
- V_R : 보정된(RTOR을 제외한) 우회전 교통량 (대/시)
- V_{LF} : 공용 좌회전차로에서 첫 좌회전 차량 앞에 도착하는 직진차량 대수 $\leq V_m/N$

3) 우회전 교통량의 보정

우회전 교통량이 적색신호시간 동안에 통행이 가능하다면, 적색신호시간 동안에 우회전이 가능한 교통량(RTOR)은 관측된 우회전 교통량에서 제외하여야 하며, RTOR 교통량은 현장 관측에 의하여 결정할 수 있도록 하고 있다. 이러한 RTOR은 장래 계획설계 등에서는 관측이 불가능하므로, 교차로에서 좌회전에 의하여 보호받는 우회전전용차로의 우회전의 경우를 제외하고는 RTOR 교통량을 감하지 않은 우회전교통량을 적용할 수 있도록 하고 있다. 이러한 경우 실제 교차로 통행에 영향을 미치는 우회전 교통량이 과다하게 분석되는 문제를 안고 있다.

1) P_{RT} 에 대한 계산식은 건교부, 도로용량편람 2004, 대한교통학회 p.242에 제시된 식(8-24)를 인용하였음.

2. KHCM의 우회전보정계수 산정기법

1) 차로군의 포화유율 산정

KHCM에서는 접근로 차로군 i 의 포화교통류율 산정시 우회전보정계수를 포함하여 총 10개의 보정계수를 적용하고 있으며, 이는 식(7)과 같다.

$$S_i = S_0 \times N \times f_w \times f_g \times f_{HV} \times f_{LT} \times f_{RT} \times f_{bb} \times f_p \times f_{dw} \quad (7)$$

여기에서 S_i : 차로군 i 의 포화교통류율

S_0 : 차로당 기본포화유율

f_{LT} : 좌회전보정계수

N : 차로군 i 의 차로수

f_{RT} : 우회전보정계수

f_w : 차로폭 보정계수

f_{bb} : 버스정류장 보정계수

f_g : 구배보정계수

f_p : 주차장보정계수

f_{HV} : 중차량보정계수

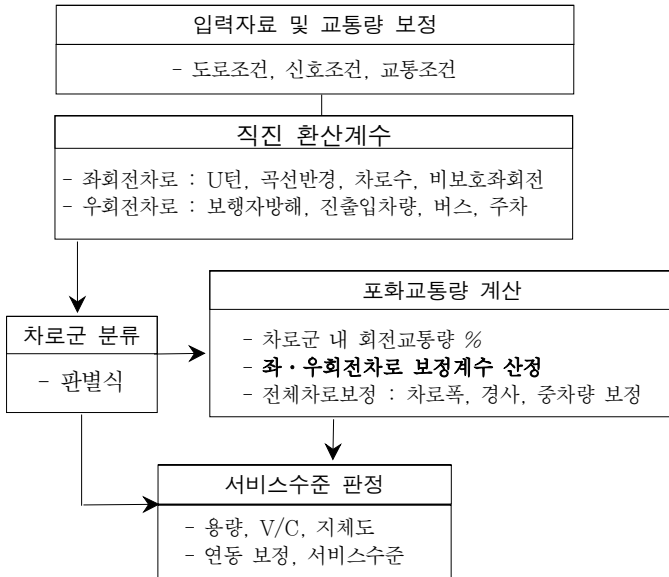
f_{dw} : 진출입로보정계수

2) 우회전차로 보정계수의 위상

KHCM(2004)에 제시된 신호교차로분석기법에서는 그동안 USHCM에서 제시된 기법을 근거로 국내 실정에 맞는 연구²⁾를 거듭하여 새로운 기준을 정립하였다.

KHCM(2004)는 <그림 3>과 같은 5단계의 절차를 통하여 신호교차로를 분석하도록 하고 있으며, 본 연구의 목적인 우회전차로 보정계수 산정

2) 도로용량편람 개선연구는 1999년~2001년에 걸쳐 3단계로 진행되어, 이를 토대로 도로용량편람(2004)가 발간됨



〈그림 3〉 신호교차로 분석 과정

은 신호교차로 분석 과정 중 4단계인 포화교통량 계산 과정에서 필요한 것으로 판단된다.

3) 우회전 교통량의 보정

우회전교통량의 보정값(VR) 산정에 필요한 RTOR 보정계수 산정을 위하여 공용 및 전용 우회전차로에서 전체 우회전 교통량 중에 실제로 녹색신호를 소비하는 우회전차량대수를 조사하여 분석한 결과 공용우회전차로에서는 RTOR 보정계수로 $0.5(R^2=0.52)$ 를 적용하였고, 전용 우회전차로에서는 $0.4(R^2=0.59)$ 를 제시하였다. 이러한 값의 의미는 공용우회전차로에서는 RTOR 교통량이 전체 우회전교통량의 50%라는 의미이며, 전용우회전차로에서는 RTOR 교통량이 전체 우회전 교통량의 60%를 차지한다는 의미를 지니고 있어 전용우회전차로의 RTOR 교통량 비율이 높음을 알 수 있다.

4) 우회전 차로군의 분류

공용 우회전차로를 이용하는 우회전 교통량이 많아 직진차량이 이용하지 못할 경우에는 이러한 공용 우회전차로를 '실질적 전용 우회전차로'로 칭하고 별도의 우회전 차로군으로 분류하고 있다. 이를 위하여 판별식을 개발하였으며 전용 및 공용 좌회전 차로수에 따라 2가지 경우로 구분하여 제시하고 있다.

- 전용 좌회전 1,2 개 차로를 가진 접근로의 경우

$$V_{STR} = \frac{1}{N} [V_{Th} - E_R V_R (N-1)] < 0 : \text{실질적 전용 우회전} \quad (8)$$

- 공용 좌회전 1,2 개 차로를 가진 접근로의 경우

$$V_{STR} = \frac{1}{N} [V_{Th} + E_L V_L - E_R V_R (N-1)] < 0 : \text{실질적 전용 우회전} \quad (9)$$

위 식(8), 식(9)에서

V_{STR} : 우회전 공용차로를 이용하는 직진 교통량(대/시)

V_{Th} : 직진 교통량 (대/시)

E_R : 우회전 공용차로에서의 우회전차량의 직진환산계수

V_R : 보정된(RTOR을 제외한) 우회전 교통량 (대/시)

N : 접근로 전체 차로수(좌회전 전용차로 제외)

E_L : 좌회전 차량의 직진환산계수

V_L : 좌회전 교통량(대/시)

5) 우회전보정계수(f_{RT})의 산정

우회전 공용차로에서 우회전차량의 직진환산계수를 나타내는 E_R 는 우회전이 횡단보행자에 의해 방해받으나, 받지 않으나에 의해 2가지 경우로 구분하여 식(10)과 식(11)에 의해 산정된다.

- 우회전 차량이 횡단보행자에 의해서 방해받는 경우

$$E_R = 1.16 + \frac{2,200}{V_R} \left(\frac{f_c G_P}{C} + \frac{L_{dw} + L_{bb}}{3,600} \right) \quad (10)$$

- 우회전 차량이 횡단보행자에 의해서 방해받지 않는 경우

$$E_R = 1.16 + \frac{2,200}{V_R} \left(\frac{L_{dw} + L_{bb}}{3,600} \right) \quad (11)$$

위 식(10), 식(11)에서

E_R : 우회전 공용차로에서의 우회전차량의 직진환산계수

f_c : 우회전이 이용할 수 없는 횡단보도 신호시간 비율

G_p : 보행자 신호시간(초)

C : 신호주기(초)

V_R : 보정된(RTOR을 제외한) 우회전 교통량 (대/시)

L_{dw} : 이면도로 진출입에 의한 차단시간(초)

L_{bb} : 버스 정차로 인한 차단시간(초)

위의 식(8), 식(9)에 의해 구별된 차로군별로 식(12), 식(13)에 의하여 차로군별 우회전차량 비율을 산정한 후 식(14), 식(15)를 통해 우회전 보정계수가 산정된다.

$$P_{RT} = \frac{V_R}{V_{Th} - V_{LF} + V_R} \quad (12)$$

$$P_R = \frac{V_R}{V_{Th} + V_R} \quad (13)$$

위 식(12), 식(13)에서

P_{RT} : 직진·우회전 공용차로군에서 우회전 비율

V_{Th} : 직진교통량(대/시)

P_R : 실질적 전용우회전차로에서 우회전 차량 비율

V_R : 보정된(RTOR을 제외한) 우회전 교통량 (대/시)

V_{LF} : 공용 좌회전차로에서 첫 좌회전 차량 앞에 도착하는 직진차량 대수 $\leq V_{Th}/N$

- 실질적 전용우회전 차로에서의 보정계수

$$f_{RT} = \frac{1}{1 + P_R(E_R - 1)} \quad (14)$$

- 직진, 우회전 공용차로에서의 보정계수

$$f_{RT} = \frac{1}{1 + P_{RT}(E_R - 1)} \quad (15)$$

위 식(14), 식(15)에서

f_{RT} : 우회전 보정계수

P_R : 실질적 전용우회전차로에서 우회전 차량 비율

E_R : 우회전 차로군에서 우회전차량의 직진환산계수

P_{RT} : 공용우회전차로에서 우회전 차량 비율

V_{Th} : 차로군의 직진교통량(대/시)

V_R : 보정된(RTOR을 제외한) 우회전 교통량 (대/시)

3. 기존 연구 고찰 결론

USHCM과 KHCM에서 제시하는 우회전 보정계수는 차로군별로 다르게 산정하고 있는데, 우회전보정계수가 1.0에 가까울수록 접근로의 포화교통류율을 감소시키는 비율이 적은 것으로 이해할 수 있다. 앞에서 제시된 우회전보정계수(f_{RT}) 산정식 식(2)~식(5)와 식(14)~식(15)를 보면 P_{RT} 값이 커지면 우회전보정계수가 작아지는 관계를 갖도록 되어있다. 즉, 우회전 보정계수의 값은 우회전차로에서의 우회전 차량의 비율에 의하여 영향을 받는 것으로 이해할 수 있으며, 우회전차량의 비율은 식(6)과 식(12)~식(13)에 의하면 V_R 값이 적어질수록 적은 값을 갖도록 되어있다.

V_R 값은 전체 우회전차량 가운데 RTOR 값을 제외한 것³⁾으로 교차로에 접근한 차량이 적색시간 동안 우회전할 수 있는 여건을 마련해 줄

3) $V_R = V_{RO} - RTOR$ 식에 의하여 V_R 값은 우회전 교통량 가운데 RTOR 값이 클수록 반비례하여 작아진다.

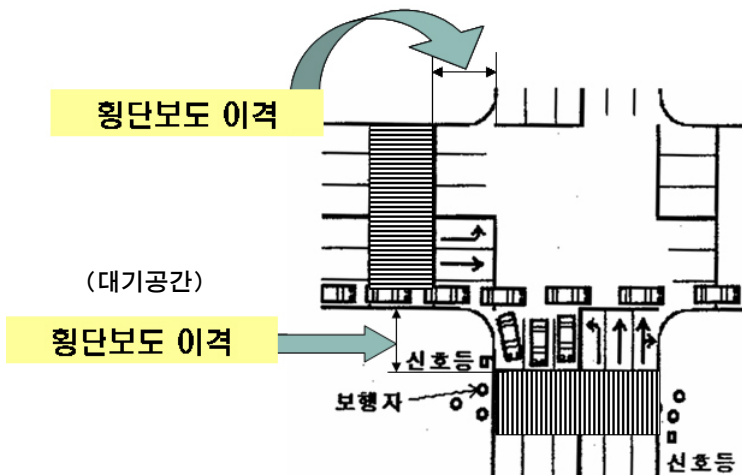
수 있다면 V_R 값은 작아지게 되는 것이다. 적색시간동안의 우회전 가능 여건을 조성하기 위해서는 접근로의 횡단신호시간을 단축하고 우회전시 영향을 받는 횡단보도의 위치를 교차로에서 이격배치하는 등 다양한 방법들을 적용할 수 있을 것이다. 그렇다면 횡단보도 이격과 V_R 값의 관계는 어떻게 나타날까? 이는 이론적 배경 고찰에서 논하고자 한다.

IV. 이론적 배경 고찰

1. 횡단보도 이격의 의미

횡단보도의 이격은 <그림 4>와 같이 도로의 우측차로 끝에서 횡단보도 선 끝까지의 거리를 의미한다. 적절한 이격거리가 주어질 때는 진행방향의 신호가 녹색신호일 동안 우회전차량이 우회전할 경우 횡단보도를 이용하는 보행자에 관계없이 우회전이 가능하고 대기할 수 있는 공간이 확보되어 공유차로에서 직진차량이 우회전차량에 의하여 방해받을 가능성을 줄일 수 있다.

반면에 횡단보도의 적정 이격거리가 확보되지 않아 우회전차량이 횡단보도를 이용하는 보행자에 의해 통행할 수 없을 때 우회전과 직진차량이



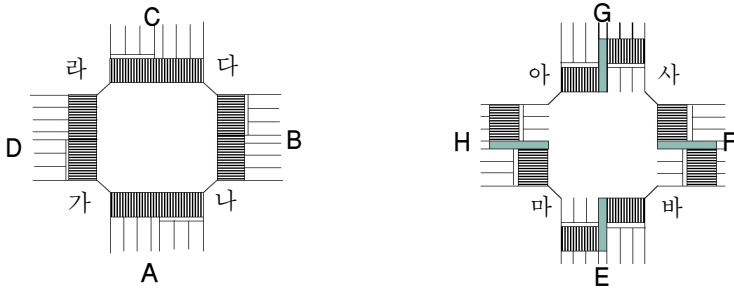
공유하는 차로에서 우회전차량의 우회전 대기에 따라 직진차량의 진행에 방해로 받는 상황이 발생한다. 따라서 적절한 횡단보도 이격이 주어지면 우회전차량이 우회전 한 후 횡단보도 앞에서 대기할 수 있고, 이 경우 공유차로에서 직진을 하고자 하는 차량의 동선에 방해로 주지 않게 되어 직진차량이 용량감소를 최소화 하게 된다.

2. 횡단보도 이격과 우회전보정계수의 관계

기존 연구 고찰에서 검토한 바와 같이 우회전보정계수(f_{RT})의 값이 적어질수록 접근로의 포화교통류를 감소시켜 접근로의 용량을 떨어뜨린다. 이 말은 교차로 접근로의 우회전보정계수가 낮아진다는 것은 소통측면을 감안할 경우 결코 바람직한 현상이 아니며, 교차로 설계시에 용량을 증가시키기 위한 방법을 적용하는 것이 필요하다는 것을 의미한다.

〈그림 5〉에서 보면 일반적인 횡단보도를 운영하는 교차로와 이중제약형 횡단보도를 운영하는 교차로의 우회전차량의 우회전 가능시간이 증가하게 된다. 〈그림 5〉에서 A 접근로의 우회전차량 중 RTOR 차량은 “나↔다 구간”을 통행하는 횡단보도 신호가 녹색인 경우를 제외하고 우회전을 할 수 있다. 〈그림 5〉와 〈그림 6〉의 교차로가 동일한 폭원을 가지고 있을 때, “나↔다 구간” 횡단보도 신호시간은 “바↔사 구간”을 횡단하는 신호시간보다 길다. 왜냐하면 “바↔사 구간”의 경우에는 이중 신호를 주기 때문이며, 실제로 이는 현장조사에서도 나타나고 있다. 예를 들어 위 그림의 차로폭이 25m라고 하면 〈그림 5〉와 같이 운영하는 교차로는 횡단보도의 신호시간을 적어도 30초 정도는 확보해야 하지만, 〈그림 6〉과 같은 교차로에서는 15초~20초 정도로 2회에 걸쳐서 횡단보도 신호시간을 운영할 수 있게 된다.

〈그림 5〉에서는 우회전차량이 보행자가 많은 경우 횡단보도 신호시간의 대부분을 대기한 후 우회전해야 하지만, 〈그림 6〉과 같은 경우에는 보행자가 횡단 중에 있어도 우회전차량은 우회전 후 대기공간에 대기할 수 있어 직진차량의 진행방해를 최소화할 수 있다. 따라서 교차로의 신호주기가 150초라고 한다면 〈그림 5〉 교차로는 RTOR 차량의 통행 가능시



〈그림 5〉 일반적 횡단보도 운영 교차로 〈그림 6〉 이중제약형 횡단보도 운영 교차로

간이 120초이지만 〈그림 6〉 교차로는 135초~130초로 증가하게 된다. 우회전보정계수와 횡단보도 이격에 관한 관계를 다루는 이론적 배경은 차로균보정계수의 일반식인 식(16)에서 회전교통량의 비율 P와 회전교통류의 직진환산계수인 E 에 영향을 주느냐의 여부에 달려있다.

$$f = \frac{1}{1 + P(E - 1)} \quad (16)4$$

- 위 식(16)에서 f : 차로균 보정계수
- P : 우회전교통량의 비율
- E : 회전교통류의 직진환산계수

V. 자료수집 및 분석

1. 교차로 시설 조사

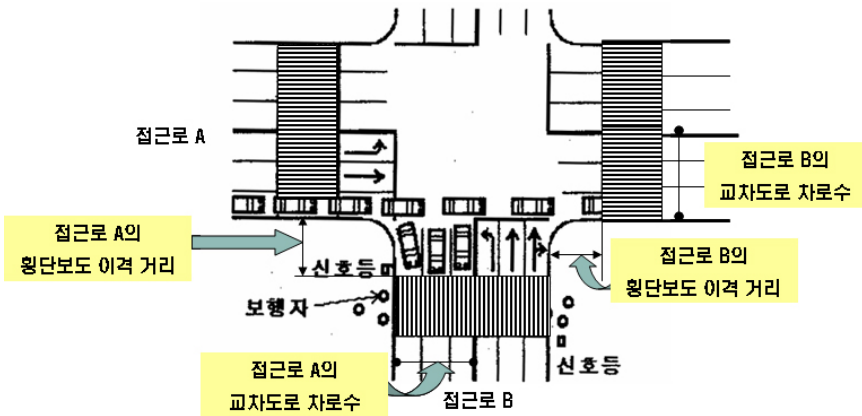
본 연구의 목적상 횡단보도의 이격거리가 다양하게 운영되고 있는 교차로이면서 우회전 교통량이 적절한 교차로를 선정하여야 한다. 따라서 사전 조사를 통하여 교차로 기하구조를 파악한 후 교통량조사를 통하여 우회전 교통량의 적정성을 판단한 후 총 6개 교차로의 24개 접근로를 선정하였다. 선정된 교차로의 제원은 다음 그림의 개념도와 같이 측정하였으

4) 건설교통부(2000년), 도로용량편람 개선연구 (2단계), p.391 참조

며, 상세 내용은 다음 <표 1>에 제시하였다.



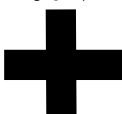
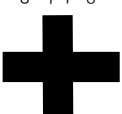
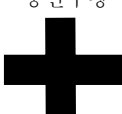
• 교차로 시설 제원의 개념

- 접근로 A : A 지점에서 교차로로의 접근방향을 의미하며, 접근로 A에서 우회전하는 교통량은 접근로 B에 설치된 횡단보도의 이격 거리에 의해 영향을 받음.
- 횡단보도 이격거리(m) : 아래 그림에서와 같이 접근로 A의 우회전 차량이 영향을 받는 횡단보도의 후방배치를 의미하며, 교차로로의 차로수 산정 구간의 이격거리를 의미함.
- 횡단보도 신호시간(초) : 접근로상에 설치된 횡단보도에 주어지는 녹색신호시간으로 점멸신호시간을 포함함.
- 교차도로 차로수 : 접근로 A와 교차하는 교차도로 차로수는 접근로 A의 우회전 교통량이 영향을 받는 접근로 B의 좌측 편도차로수를 의미하며, <그림7>에서 접근로 A의 교차도로 차로수는 3차로임.
- 우회전차로 운영 : 노면표지에 따라 공용차로와 우회전 전용차로로 구분



<그림 7> 교차로 시설제원 개념도

〈표 1〉 조사대상 교차로 시설 제원 조사 결과

교차로	기하구조개요	접근로 (from)	횡단보도이격거리 (m)	횡단보도신호시간 (초)	교차도로차로수 (차로)	우측차로운영형태	비고
대치우성아파트사거리	휘문고 역삼동  잠실동 학여울역	잠실동	30.0	40	5	공용	직좌분리 신호운영
		휘문고	12.0	20	3	공용	
		역삼동	32.0	40	5	공용	
		학여울역	7.0	20	3	공용	
휘문고교사거리	삼성역 휘문고  강남경찰서 학여울역	강남경찰서	30.0	18	5	공용	직좌분리 신호운영
		삼성역	11.0	17	2	공용	
		휘문고	30.0	18	5	공용	
		학여울역	9.0	17	2	공용	
코엑스사거리	영동대교 봉은사  잠실운동장 삼성역	잠실운동장	35.0	35	6	공용	직좌분리 신호운영
		영동대교	9.0	20	3	공용	
		봉은사	50.0	35	7	전용	
		삼성역	12.0	20	3	공용	
방이사거리	송파구청 석촌역  올림픽공원 오금역	올림픽공원	7.5	35	3	공용	동서방향 직좌분리 남북방향 동시신호
		송파구청	7.0	30	4	공용	
		석촌역	7.0	35	3	공용	
		오금역	7.5	30	4	공용	
평촌뉴코아사거리	동안구청 안양경찰서  안양시청 목련마을	안양시청	2.5	35	2	전용	동서방향 동시신호 남북방향 직좌분리
		동안구청	1.5	25	4	공용	
		안양경찰서	1.5	35	2	공용	
		목련마을	1.5	25	4	공용	
신가초교사거리	가락중 가락시장  올림픽공원 경찰병원	올림픽공원	7.0	40	2	공용	동서방향 직좌분리 남북방향 동시신호
		가락중	9.0	25	4	공용	
		가락시장	6.5	40	2	공용	
		경찰병원	5.5	25	4	공용	

2. 교차로 교통량 조사

교차로의 이용교통량 가운데 용량보정에 사용되는 교통량은 전체 우회전 교통수요 대비 실제 녹색신호를 소모하는 우회전 차량에 한하므로 총 우회전차량과 녹색시간 이외의 시간에 우회전하는 차량(RTOR)을 별도로 조사하였다.

교통량 조사 결과 횡단보도 이격거리가 큰 접근로는 RTOR 교통량이 상대적으로 높게 나타나는 것으로 파악되었고, 우회전 교통량이 상대적으로 적은 접근로에서는 RTOR 비율이 낮게 나타나는 것으로 파악되었다.

〈표 2〉 조사대상 교차로의 교통량 조사 결과

교차로명	접근로 (from)	횡단보도 이격거리 (m)	총우회전 교통량 (Vro)	보정된 우회전 교통량 (Vr)	비율 (Vro/Vr)	직진 교통량 (VTh)	비고
대치우성 아파트 사거리	잠실동	30.0	302	65	0.215	2321	공용
	휘문고	12.0	412	153	0.371	3230	공용
	역삼동	32.0	377	76	0.202	1977	공용
	학여울역	7.0	198	97	0.490	4619	공용
휘문고교 사거리	강남경찰서	30.0	375	85	0.227	1875	공용
	삼성역	11.0	402	159	0.396	3521	공용
	휘문고	30.0	204	35	0.172	1120	공용
	학여울역	9.0	351	97	0.276	4589	공용
코엑스 사거리	잠실운동장	35.0	505	185	0.366	2806	공용
	영동대교	9.0	477	193	0.405	4727	공용
	봉은사	50.0	983	268	0.273	2147	전용
	삼성역	12.0	483	166	0.344	3929	공용
방이 사거리	올림픽공원	7.5	406	184	0.453	2740	공용
	송파구청	7.0	249	132	0.530	1924	공용
	석촌역	7.0	283	127	0.449	1835	공용
	오금역	7.5	146	71	0.486	2426	공용
평촌 뉴코아 사거리	안양시청	2.5	375	139	0.371	2193	전용
	동안구청	1.5	207	109	0.527	1520	공용
	안양경찰서	1.5	293	146	0.498	1993	공용
	목련마을	1.5	194	105	0.541	1384	공용
신가초교 사거리	올림픽공원	7.0	302	128	0.424	3902	공용
	가락중	9.0	425	200	0.471	925	공용
	가락시장	6.5	247	127	0.514	2372	공용
	경찰병원	5.5	146	69	0.473	1686	공용

3. 조사자료 분석

1) 횡단보도 이격거리와 우회전교통량 보정계수(F_R)의 관계 분석

KHCM(2004)에 의하면 도류화되지 않은 사거리 교차로의 공용우회전 차로에서는 우회전교통량 보정계수가 0.5로 제시되어 있다.⁵⁾ 우회전교통량 가운데 적색시간 동안에 우회전하는 차량(RTOR)의 비율이 높을수록 실제 직진차량의 진행을 방해하는 우회전 교통량은 적어진다. 따라서 도류화된 교차로의 우회전공용차로는 우회전교통량 보정계수가 0.4로 제시되어 있다.

본 연구의 분석 결과 횡단보도 이격거리와 우회전교통량 보정계수의 관계는 반비례 관계를 보이고 있으며, 예측 모형식은 식(17)과 같다. 모형식의 결정계수가 0.5969로 다소 낮지만 모형식을 이용하여 산정한 횡단보도의 이격거리를 감안하지 않은 상태의 보정계수는 횡단보도 이격거리를 "0"으로 전제하여 산정하면 0.4877로서 기존 연구 결과 제시된 0.5와 비슷한 값을 갖는 것으로 분석되었다. 그러나 이 모형은 횡단보도의 이격거리가 커질수록 교통량 보정계수가 감소하여 50m 이격을 전제하여 산정된 값이 0.15로 다소 비현실적인 것으로 사료된다.

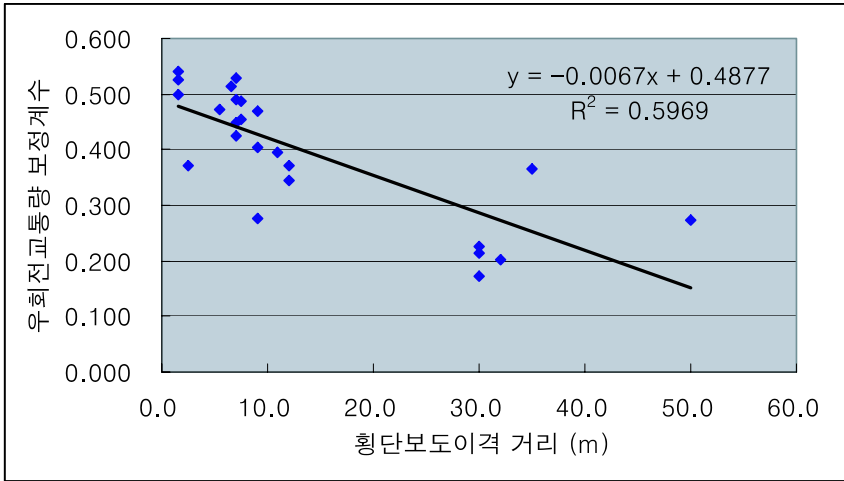
$$y = -0.0067x + 0.4877, (R^2 : 0.5969) \quad (17)$$

y : 우회전교통량 보정계수(F_R)

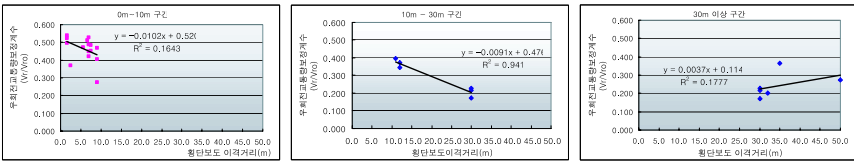
x : 횡단보도 이격거리(m)

횡단보도의 이격거리를 0m~10m, 10m~30m, 30m 이상으로 구분하여 분석한 결과 10m 이내에서 우회전교통량보정계수가 상대적으로 급격한 감소를 보이고 있으며, 10m~30m 구간에서는 상대적으로 변화의 정도가 적으며, 30m 이상에서는 오히려 우회전교통량보정계수가 증가하는 것으로 분석되어 일반적인 경향과 차이를 보이는 것으로 나타나, 30m

5) 건설교통부(2004), 도로용량편람, p.226 <표 8-6> 참조



〈그림 8〉 횡단보도 이격거리와 우회전교통량 보정계수 관계 그래프



〈그림 9〉 횡단보도 이격거리구간별 우회전교통량보정계수 관계 그래프

이상인 구간의 경우에는 모형의 적용이 불합리 할 것으로 판단된다.

우회전교통량보정계수를 예측된 구간별모형식을 통하여 산출한 결과 0m~10m 구간에서는 F_R 값이 0.52~0.42정도로 예측되어 기존에 연구된 결과치인 0.5를 포함하고 있어 적절한 결과치가 산정되는 것으로 판단되었으며, 10m ~ 30m 구간에서는 0.39~0.20으로 예측되어 변화의 정도가 다소 둔화되는 것으로 분석되었다. 횡단보도 30m 이상인 경우 이격거리가 증가할수록 우회전교통량보정계수가 0.23에서 증가하는 것으로 나타나는데 이는 30m 이내에서 감소치를 보이는 경향과 반대의 결과를 보이고 있으며, 일반적으로 횡단보도가 이격되면 우회전차량의 횡단보도 방해가 감소되어 우회전교통량보정값이 감소하는 이론에 맞지 않으므로 30m 이상 구간에서는 우회전교통량보정계수를 0.2정도를 적용하는 것이 바람직 할 것으로 판단된다. 횡단보도 이격거리에 따른 우회전교통량보정

계수(F_R)는 식(18)~식(20)을 통하여 구할 수 있다.

$$0\text{m}\sim 10\text{m}\text{ 구간} : y = -0.0102x + 0.5208, (R^2 : 0.1643) \quad (18)$$

$$10\text{m}\sim 30\text{m}\text{구간} : y = -0.0091x + 0.4788, (R^2 : 0.941) \quad (19)$$

$$30\text{m}\text{ 이상 구간} : y = 0.2 \quad (20)$$

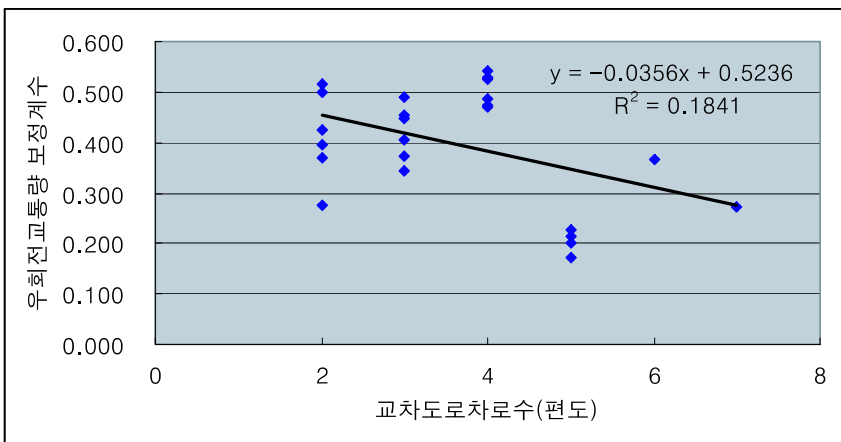
y : 우회전교통량 보정계수(F_R)

x : 횡단보도 이격거리(m)

2) 교차도로 차로수와 우회전교통량 보정계수(F_R)의 관계 분석

교차도로의 편도차로수가 늘어날수록 우회전하는 차량은 진행차량의 방해 를 덜 받으며 우회전할 수 있게 될 것이다. 교차도로의 직진차량과 맞 은편 접근로의 좌회전 차량이 좌회전 하는 동안에도 교차도로의 차로폭이 넓으면 우회전차량은 상충교통류의 차두간격을 이용하여 회전을 할 수 있 게 된다. 이러한 통행 가능성이 RTOR 차량을 증가시키게 되어 우회전차 량 보정계수의 값을 낮추게 된다.

이러한 효과를 규명하기 위하여 조사 자료를 토대로 분석한 결과 회귀 모형은 반비례 관계를 보이는 것으로 나타났다. 교차도로의 차로수가 늘



〈그림 10〉 교차도로 차로수와 우회전교통량 보정계수 관계 그래프

어날수록 우회전 교통량 보정계수의 값은 감소하는 경향을 보이는데, 이는 다차로 도로의 경우 차로수가 적은 도로에 비하여 차로당 교통량이 많은 경우가 대부분이지만 실제 편도 4차로 이상의 도로에서는 하위차로인 측변차로는 차량의 이용율이 다른 차선에 비하여 낮아서 도로 우측차로를 주행하는 차량의 차두시간이 내측차로 주행차량에 비하여 길게 나타나, 교차도로에서 접근한 우회전 차량의 합류 가능성을 높이기 때문인 것으로 판단된다.

교차도로 차로수와 우회전교통량 보정계수의 관계를 나타내는 회귀모형은 결정계수가 0.1841로 낮게 나타났으며, 모형식은 식(21)과 같다.

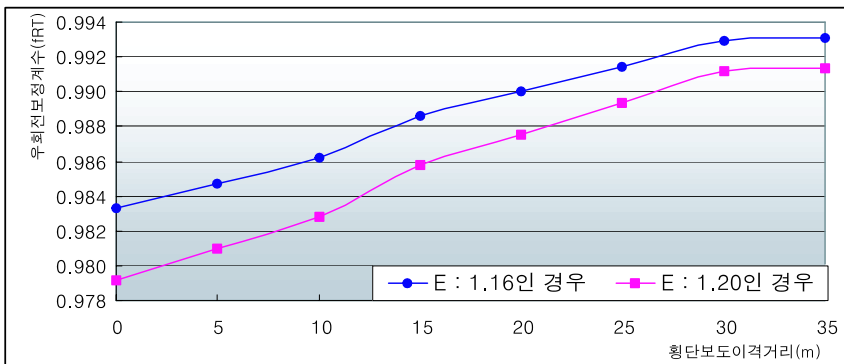
$$y = -0.0356x + 0.5236, (R^2 : 0.1841) \quad (21)$$

y : 우회전교통량 보정계수(F_R)

x : 횡단보도 이격거리(m)

3) 횡단보도 이격거리와 우회전보정계수(f_{RT})의 민감도 분석

접근로의 우회전교통량(V_{ro}), 직진교통량(V_{Th}), 회전교통류의 직진환산계수(E)가 동일하다는 가정 하에 횡단보도 이격거리와 우회전차량보정계수(F_R)의 관계식을 통하여 보정된 우회전교통량(V_r)을 산출한 후 우회전차량비율(P_{RT})을 구하여 우회전보정계수(f_{RT})의 변화를 검토하였다.



〈그림 11〉 횡단보도 이격거리에 따른 우회전 보정계수의 변화 그래프

<표 3> 횡단보도 이격거리와 우회전보정계수 (f_{RT})의 민감도 분석 결과

횡단보도 이격거리 (m)	우회전 교통량 보정계수 (FR)	총우회전 교통량 (V_{ro})	보정된 우회전 교통량 (V_r)	직진 교통량 (V_{Th})	좌회전 교통량 (VLF)	우회전 교통량 비율 (PRT)	직진 환산계수 (ER)	우회전 보정계수 (fRT)
0	0.5208	400	208	2,000	250	0.1064	1.16	0.983
5	0.4698	400	188	2,000	250	0.0970	1.16	0.985
10	0.4188	400	168	2,000	250	0.0874	1.16	0.986
15	0.3398	400	136	2,000	250	0.0721	1.16	0.989
20	0.2943	400	118	2,000	250	0.0630	1.16	0.990
25	0.2488	400	100	2,000	250	0.0538	1.16	0.991
30	0.2033	400	81	2,000	250	0.0444	1.16	0.993
35	0.2000	400	80	2,000	250	0.0437	1.16	0.993
0	0.5208	400	208	2,000	250	0.1064	1.20	0.979
5	0.4698	400	188	2,000	250	0.0970	1.20	0.981
10	0.4188	400	168	2,000	250	0.0874	1.20	0.983
15	0.3398	400	136	2,000	250	0.0721	1.20	0.986
20	0.2943	400	118	2,000	250	0.0630	1.20	0.988
25	0.2488	400	100	2,000	250	0.0538	1.20	0.989
30	0.2033	400	81	2,000	250	0.0444	1.20	0.991
35	0.2000	400	80	2,000	250	0.0437	1.20	0.991

횡단보도의 이격거리에 따른 우회전보정계수의 변화는 회전교통류의 직진환산계수인 E_R 값의 크기에 따라 변화의 폭이 달라질 수 있으며, E_R 값의 최소치 1.16⁶⁾의 경우 0.983~0.993, 1.20의 경우 0.979~0.991로 나타났다.

Ⅵ. 결론 및 제안

교차로 소통 분석을 위하여 우회전차로 보정계수를 산정하는 과정에서 적용되는 보정된 우회전 교통량(V_r)은 총 우회전 교통량(V_{ro}) 가운데 적색시간 동안에 우회전하는 교통량인 RTOR을 제외한 것이다. 교차로 접근로별 포화교통류를 산정시 적용하는 우회전 보정계수(f_{RT})는 실질적 전용우회전차로와 직진,우회전공용차로로 구분하여 적용되고 있는데, 보

6) 식(10), 식(11)에 의하여 E_R 값의 최소값은 1.16으로 판단할 수 있다.

정된 우회전교통량에 의해 영향을 받는 우회전비율(P_R , P_{RT})과 우회전차로군의 직진환산계수인 E_R 값에 의해 산출된다.

횡단보도 이격거리와 우회전 교통량 보정계수(F_R)와는 반비례 관계를 나타내는 것으로 분석되었고, 횡단보도 이격거리 구간별로 다른 모형이 도출되었다. 30m 이상의 횡단보도 이격의 경우는 횡단보도 이격에 따른 우회전교통류 영향이 미미하여 F_R 값을 0.2로 동일하게 적용토록 제안하였다.

$$0\text{m}\sim 10\text{m}\text{구간} : y = -0.0102x + 0.5208, (R^2 : 0.1643)$$

$$10\text{m}\sim 30\text{m}\text{구간} : y = -0.0091x + 0.4788, (R^2 : 0.941)$$

$$30\text{m 이상 구간} : y = 0.2$$

y : 우회전교통량 보정계수(F_R)

x : 횡단보도 이격거리(m)

횡단보도 이격거리와 우회전보정계수(f_{RT})의 민감도 분석 결과 회전차로의 직진환산계수(E_R)의 최소치 1.16의 경우 0.983~0.993으로 나타나 횡단보도 30m 이격시 횡단보도 이격이 없을 경우보다 포화교통류를 1.0% 상승효과가 있으며, E_R 값이 증가할수록 개선효과는 커지는 것으로 판단된다.

본 연구결과 제시된 횡단보도 이격거리와 우회전교통량 보정계수(F_R) 관계 모형식은 장래 예측교통량을 이용한 교차로 계획 분석 시 예측된 총 우회전교통량의 보정우회전교통량 전환 과정과 현재 운영중인 교차로의 소통개선의 효과 분석 시 활용이 가능할 것으로 판단된다.

본 연구에서는 횡단보도의 이격거리와 우회전 교통량 보정계수와의 관계만을 중점적으로 분석하였으며, 몇 개의 교차로를 표본으로 조사하여 결과를 분석하였다. 향후 좀 더 많은 교차로에서 다양한 횡단보도 이격거리를 조사하여 분석 결과의 신뢰도를 높이고, 우회전차량의 동선에 영향을 미치는 보행자와 횡단보도 신호시간 등을 종합적으로 검토하여 횡단보도 이격과 보행신호시간의 조합에 따른 효율적인 교차로 운영방안을 제시할 수 있을 것으로 사료된다.

참고문헌

1. 건교부(2004), 도로용량편람, 대한교통학회
2. 건교부(1999), 도로용량편람 개선연구(제1단계)
3. 건교부(2000), 도로용량편람 개선연구(제2단계)
4. 건교부(2001), 도로용량편람 개선연구(제3단계)
5. 도철웅(1997), 신호교차로의 우회전 보정계수에 관한 이론적 연구, 대한토목학회 논문집, 제17권 III-4호
6. 김경환, 김 영(2001), 우회전 보정계수 산정 기법, 대한교통학회지, 제19권 제4호, 대한교통학회, pp.73~84.
7. Adolf D. May(1976), "Traffic Flow Fundamentals", Prentice Hall.
8. MUTCD(1988), U.S. Department of Transportation, Federal Highway Administration Washington. D.C.
9. TRB(1998), Highway Capacity Manual, Special Report 209.
10. TRB(1999), Highway Capacity Manual 2000.