■ 論 文 ■

수도권 지역 4-지 비신호 교차로에 대한 이동류별 차량의 임계간격과 추종시간 기준에 관한 연구

Base Critical Gaps and Follow-Up Times by Traffic Movements for Four-Legged Unsignalized Intersections in Suburban of Seoul, Korea

고 동 석 (중앙대학교 도시공학과 대학원)
이 용 재 (중앙대학교 도시공학과 교수)
정 진 혁 (중앙대학교 도시공학과 교수)

목 차

Ⅰ. 서론
1. 연구 배경 및 목적
2. 연구 범위 및 방법
Ⅱ. 문헌 고찰
1. 임계간격과 추종시간
2. 최우추정법
3. 사례 연구
Ⅲ. 자료 수집 및 분석
1. 기본 가정
2. 자료 수집
3. 분석 결과
Ⅳ. 결론 및 향후 과제
참고문헌

Key Words : 수락간격(Accepted Gap), 거부간격(Rejected Gap), 임계간격(Critical Gap), 추종시간(Follow-Up Time), 최우추정법(Maximum Likelihood Method)

요 약

우리 나라 비신호 교차로의 운영방법은 미국과는 다르게 대부분 완전 비제어식 운영(Totally Uncontrol)방법으로 되어있다. 본 연구에서는 우리 나라 비신호 교차로들 중 미국 HCM의 TWSC 교차로에 관한 분석방법이 적용 가능하다고 판단되는 비신호 교차로들을 대상으로 임계간격과 추종시간의 기준을 분석하였다.

본 연구에서는 수도권을 중심으로 총 11개의 4-지 비신호 교차로들을 대상으로 이동류별, 차량의 종류별에 따른 차량들의 임계간격과 추종시간을 조사 및 분석하였다. 그 결과 임계간격은 3.8초 - 5.4 초로 나타났으며, 추종시간은 2.4초- 2.9초 범위를 나타내었다. 또한, 임계간격의 경우 차량의 종류별에 따른 차이는 나타나지 않았으나, 이동류별로는 차이를 나타내었다. 이에 반하여, 추종시간은 이동류별에 따른 차이가 없으며, 차량의 종류별에 따라 차이가 존재하는 것으로 분석되었다. 본 연구의 분석 결과인 임계간격과 추종시간의 기준치를 국외 나라들의 연구결과와 비교 분석한 결과는 국외보다 낮게 분석되었으며, 이는 우리 나라와 국외의 운전자 운전특성과 비신호 교차로의 운영방식의 차이에서 나타난 결과로 판단된다.

본 연구에서 제안한 임계간격과 추종시간의 기준은 수도권 지역의 4-지 비신호 교차로들 중 주도로와 부도로의 교통량과 속도 등의 현저한 차이가 있는 교차로 분석시 이 기준으로 적용할 수 있고, 우리 나라의 TWSC 방법을 갖는 비신호 교차로에 관한 용량과 지체시간의 이론적 모형 개발과 용량 및 지체시간의 분석을 위한 기초자료로 활용할 수 있을 것으로 판단된다.

본 연구는 2000년 중앙대학교 교내연구비 지원으로 수행되었습니다.

Ⅰ. 서론

1. 연구 배경 및 목적

교통시설물의 효과적인 운영과 그를 위한 개선을 위해서는 신뢰도 높은 공학적 분석과정이 필요하다. 우리 나라 도로용량편람(1992)에서는 고속도로, 신호교차로 등에 관한 서비스 수준 평가기준은 있지만 비신호 교차로에 대한 교통운영 서비스를 판단하는 기준은 없다. 그러나, 우리 나라 도시교통정비촉진법 제13조의 2의 규정에 의한 교통영향평가지침(1997)에서는, 비신호 교차로의 분석에 관한 서비스 수준 평가는 1994년판 US HCM(Highway Capacity Manual)의 TWSC 교차로(Two-Way Stop Controlled Intersections)에 관한 서비스 수준을 준용하고 있는 실정이다. US HCM(1994, 1997, 2000)에서 제시하는 비신호 교차로 분석은 교차로를 각 접근로 방향 개수를 기준으로 3-지(T형)와 4-지(+형)로 구분하고 있으며, 운영방법에 따라서 AWSC(모든 접근로 통제운영:All-Way Stop Control), TWSC(부도로 통제운영:Two-Way Stop Control)의 방법으로 구분하고 있다. 그러나 우리 나라 비신호 교차로의 운영방법은 대부분 완전 비제어식 운영(Totally Uncontrol)방법으로 운영되고 있는 실정이다(건설교통부, 1999). 더욱이, 우리 나라 비신호 교차로의 운영방법과 운전자 운전특성을 고려하면, 미국의 특성과 상이하여, 우리 나라 운영 특성을 고려한 분석기준이 절실히 요구되고 있다.

1999년 건설교통부에서 발간한 '도로 용량 편람 1단계' 보고서에서는 비신호 교차로 분석시 개정된 2000년판 US HCM의 비신호 교차로에 관한 분석방법을 적용할 것을 제안하고 있으며, 분석대상을 도로의 위계에 있어서 현저히 차이가 있어 주도로(Major Street)와 부도로(Minor Street)의 구분이 명확한 경우, 즉 속도, 교통량 등에서 현저한 차이가 있는 경우에는 US HCM(2000)의 TWSC를 적용할 수 있다고 제안하였다(건설교통부, 1999).

본 연구는 US HCM(1997, 2000) 비신호 교차로 분석의 근간을 이루고 있는 NCHRP 3-46(1996)의 사례연구 결과와 우리 나라 비신호 교차로에 관한 건설교통부(1999)의 연구 기준을 고려하여, TWSC 교차로에 대한 서비스 수준(Level of Service)[1]을 결정짓는 요소 중 가장 중요한 변수인 임계간격(Critical Gap)과 추종시간(Follow-Up Time)을 우리 나라 실정에 맞는 기준 제안을 연구 목적으로 한다.

2. 연구 범위 및 방법

본 연구에서는 우리 나라 비신호 교차로 중 운영특성이 TWSC 교차로의 운영특성과 일치하는 교차로를 중심으로 조사하였다. 교차로 선정에 있어, 우리 나라의 비신호 교차로는 대도시 보다 소도시에 많이 존재하기 때문에 TWSC 교차로의 운영특성을 고려하여 수도권 지역을 중심으로 총 11개의 비신호 교차로를 조사하였다. 각 교차로에 관한 조사는 차선수, 차선폭 등의 기하구조 측정과 평균 1.5시간 동안의 비디오 촬영을 통하여 차량들의 최대 거부간격(Maximum Rejected Gap), 수락간격(Accepted Gap), 추종시간(Follow-Up Time)을 실측하였다.

본 연구의 분석을 위하여 조사한 총 11개의 교차로를 기하구조별로 구분하면, 부도로의 편도 1차선과 주도로의 편도 1차선인 6개의 비신호 교차로들을 교차로 A형, 그리고 부도로의 편도 1차선과 주도로의 편도 2차선인 5개의 비신호 교차로들을 교차로 B형으로 구분하여 임계간격과 추종시간을 분석하였으며, 교차로 유형별로 구분한 임계간격과 추종시간의 분석은 이에 영향력 있는 요소들을 세부적으로 분석하기 위하여 이동류별(차량들의 직진, 좌회전, 우회전), 차량의 종류별(승용차, 중차량)로 분류하여 측정하였다.

각 이동류별, 차종별로 분류한 임계간격의 추정은 추정 방법 중 신뢰도가 가장 높은 최우추정법(Maximum Likelihood Method)을 이용하여 추정하였다. 또한, 각각의 교차로 유형별로 구분하여 분석한 임계간격과 추종시간의 결과에 대한 검정은 이동류별, 차량의 종류별로 분류하여 임계간격과 추종시간의 값을 비교 분석하기 위하여 통계검정을 실시 하였다.

---

1) 2000년판 US HCM의 TWSC 교차로에 대한 서비스 수준 결정과정 : 임계간격과 추종시간 산정 → 용량 산정 → 보정된 용량 산정 → 지체시간 산정 → 서비스 수준 결정(효과척도(MOE)는 지체시간)

II. 문헌 고찰

1. 임계간격과 추종시간

1) 임계간격

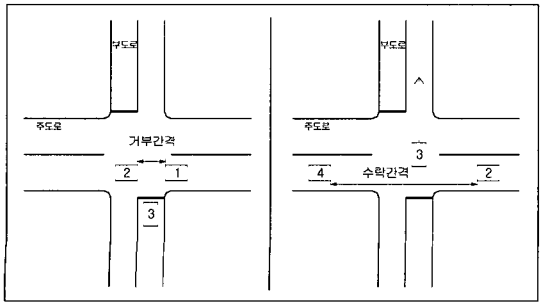
임계간격이란 부도로의 한 운전자가 주도로의 차량 흐름들 사이에 교차로 내로 진입(수락)할 수 있는 최소한의 시간간격(초)이다(Troutbeck, 1992, HCM, 1994, 1997, 2000).

거부간격은 〈그림 1〉에서와 같이 부도로의 3번 차량이 주도로의 1번과 2번 차량들로 인한 방해 흐름으로 인하여 교차로 내로 진입할 수 없는 시간간격(초)이다. 개별 차량에 대한 거부간격들 중 가장 큰 거부간격을 최대 거부간격으로 정의 할 수 있다. 수락간격은 부도로의 3번 차량이 다른 차량들로 인한 방해 흐름이 없을 때 주도로의 2번과 4번 차량들 사이에 진입할 수 있는 시간 간격(초)이다. 따라서 부도로의 이동류별로 개별 차량에 대한 수락간격과 거부간격은 실측이 가능하지만 임계간격은 실측이 불가능하다. 임계간격의 추정은 임계간격이 최대 거부간격 보다 크고 최소 수락간격 보다 작거나 같다는 가정 하에 추정할 수 있다(HCM, 1994, 1997, 2000).

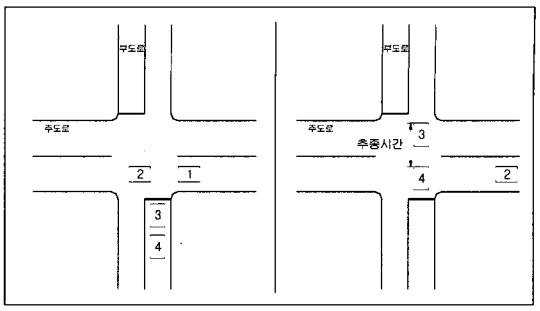
2) 추종시간

추종시간이란 차량들이 정지선에서 계속적인 대기조건 하에 교차로 내로 진입할 때의 앞 차량과 뒷 차량의 출발시간 간격(초)이다(HCM, 1994, 1997, 2000).

추종시간은 〈그림 2〉와 같이 대기하고 있는 부도로의 3번과 4번 차량들이 주도로의 1번과 2번 차량들로 인한 방해 흐름이 없을 때 교차로 내로 진입(수락)할 수 있는 부도로의 3번과 4번 차량들 사이의 시간간격(초)을 의미한다. 따라서, 추종시간은 실측이 가능하다.



〈그림 1〉 부도로 차량에 대한 거부간격과 수락간격



〈그림 2〉 부도로 차량에 대한 추종시간

이동류별 추종시간의 분류는 부도로 차량들이 일단 정지한 후 상충하는 차량들의 같은 시간간격 안에서 교차로 내로 움직일 때의 같은 이동류 차량들에 한해서 직진 차량 추종시간, 좌회전 차량 추종시간, 우회전 차량 추종시간으로 나눌 수 있으며, 같은 상황에서 차량의 종류별로 구별할 때는 승용차와 승용차의 시간간격의 경우에는 승용차 차량들의 추종시간, 승용차와 중차량 또는 중차량과 중차량일 때의 시간간격의 경우에는 중차량 차량들의 추종시간으로 나눌 수 있다(NCHRP 3-46, 1996).

2. 최우추정법

Troutbeck(1992)에 의하면 비신호 교차로의 용량과 지체시간 모형에 외부 입력변수인 임계수락간격(Critical Acceptance Gap)은 모든 운전자들에 대한 임계간격의 평균치(Mean Critical Gap)로 표현할 수 있으며, 최우추정법(Maximum Likelihood Method)에 의한 임계간격(임계수락간격)은 임계간격의 평균치라 할 수 있다. Troutbeck은 임계간격을 실측은 사실적으로 어렵기 때문에 모든 운전자들의 모집단에 의한 임계간격을 결정하기 위하여 수락간격(Accepted Gap), 최대의 거부간격(Largest Rejected Gap), 임계간격(Driver's Critical Gap)의 크기 관계를 다음과 같이 가정하였다.

Largest Rejected Gap 〈 Driver's Critical Gap 〈 Accepted Gap

이 가정은 모든 개인 운전자들의 임계간격 크기는 최대의 거부간격 크기 보다 크며, 수락간격의 크기 보다 작다고 가정하였다. 이 가정하에, 임계간격의 추

정을 위한 최우추정법은 서로 다른 개별 운전자의 최대 거부간격과 수락간격들 중에 최적의 임계값을 찾는 방법이다. 최우추정법을 이용한 임계간격의 결정과정은 다음과 같이 정리할 수 있다.

- 임계간격의 분포를 Log-Normal 분포로 가정
- 변수 :
  a_i : i 번째 운전자가 수락한 간격의 로그값 (간격을 수락하지 않았으면 ∞)
  r_i : i 번째 운전자가 거부한 가장 큰 간격의 로그값 (간격을 거부하지 않았으면 0)
  μ, σ^2 : 개별 운전자의 임계간격 로그값의 평균과 분산
  f( ), F( ) : 각각 정규분포에 대한 확률분포와 누적확률분포
- 개별 운전자의 임계간격에 대한 확률은 a_i와 r_i 사이에 있으며, F(a_i)-F(r_i)라고 할 수 있다. n개의 운전자에 대하여 조사한다면, Likelihood 함수는 식(1)과 같다.

$$\prod_{i=1}^{n} [F(a_i)-F(r_i)] \quad (1)$$

식(1)에 로그를 취하면 식(2)와 같다.

$$L=\sum_{i=1}^{n} \ln [F(a_i)-F(r_i)] \quad (2)$$

- 개별운전자에 대한 최우추정치를 통하여 각 지점별로 μ와 σ^2를 구하게 된다. 이때, 식(3)과 식(4)의 반복계산을 통하여 μ와 σ^2를 구하게 된다.

$$\sum_{i=1}^{n} \frac{f(a_i)-f(r_i)}{F(a_i)-F(r_i)}=0 \quad (3)$$

$$\sum_{i=1}^{n} \frac{(r_i-\mu)f(r_i)-(a_i-\mu)f(a_i)}{F(a_i)-F(r_i)}=0 \quad (4)$$

- μ와 σ를 구한 후 임계간격 t_c의 추정치 $E(t_c)$는 식(5)로부터 구한다.

$$E(t_c)=e^{\mu+0.5\sigma^2} \quad (5)$$

〈표 1〉 임계간격 추정방법들의 비교

방법	모집단 평균과 표본평균의 차이	평균치 측정에 대한 표준편차
Raff	-0.211	0.065
Probit analysis	0.029	0.059
Ashworth	-0.023	0.038
Blunden, Clissold and Fisher	-0.138	0.057
Drew	2.72	0.081
Dawson	1.413	0.048
Miller	-0.544	0.036
McNeill and Morgan	-0.019	0.063
Maximum Likelihood	-0.011	0.034
Ramsey and Routledge	0.257	0.037

출처 : R.J. Troutbeck(1992), 「Estimating The Critical Acceptance Gap from Traffic Movements」, Physical Infrastructure Centre Queensland University of Technology.

- $E(t_c)$ 는 임계간격의 추정치로서 임계간격의 평균치(Mean Critical Gap)를 의미한다.

〈표 1〉은 여러 가지 임계간격 추정방법들을 비교한 것으로 최우추정법(Maximum Likelihood Method)이 임계간격의 모집단 평균과 표본평균의 차이와 평균치 측정에 대한 표준편차가 가장 작은 것을 알 수 있다. 즉, 최우추정법은 임계간격의 추정방법 중 신뢰도가 가장 높은 것으로 나타나 있다.

3. 사례 연구

1) 국내 연구

우리 나라에서 비신호 교차로에 관한 주요 연구를 살펴보면, 김경환(1986)은 주도로의 좌회전 운전자에 대한 임계수락특성(Gap-Acceptance Characteristics)에 대하여 연구하였다. 연구대상 교차로는 마산시에 있는 부도로 양방 2차선, 주도로 양방 2차선인 1개의 비신호 교차로와 부도로 양방 2차선, 주도로 양방 4차선인 1개의 비신호 교차로를 대상으로 자료를 수집하였으며, 분석시간은 평균 20~30분 동안 관찰자가 조사지점에서 분석하였다. 주도로 양방 2차선인 경우 5회의 분석, 주도로 양방 4차선인 경우 3회의 분석이

이루어졌다. 분석을 통하여, 임계수락 간격의 산정은 Probit분석을 통하여 산정하였으며, 그 결과 주도로 양방 2차선인 주도로 좌회전의 임계수락간격은 2.9~3.0초의 범위, 임계 간격은 2.6초이고, 주도로 양방 4차선인 경우 임계수락간격은 3.3~3.4초의 범위, 임계 간격은 3.2초로 나타났다. 임계수락간격은 국외의 임계수락 간격 보다 짧게 나타났으며, 그 이유는 소형택시로 인한 운전자 및 운전특성에 기인한다고 설명하였다.

박용진(1994)의 연구에서는 신도시의 4지 비신호 교차로에 대하여 전체통행시간(Total Travel Time)의 누적분포와 회귀분석을 이용하여 상충방향의 영향도와 교통사고의 유형을 분석하였다. 그 결과 운영면에서는 주도로와 부도로에 교통량, 속도등의 현저한 차이를 보이고 있을 경우 부도로 접근운영 방법(TWSC)의 형태를 지닌다고 하였다.

이수범(1996, 1998)의 연구에서는 비신호 교차로의 서비스 수준 측정방법을 안전도를 기준으로 하여 교차로의 안전을 진단하는 방법을 개발하였다. 교차로의 안전에 영향을 미치는 요소들을 고려하기 위해서 Simulation 모델을 이용하여 위험도를 측정하였다. 그 결과 제일 주요한 요소로 판단한 교차로 시거가 길수록 안전하고, 상대적으로 시거가 짧을수록 위험하다는 것을 증명하고, 안전에 의한 서비스 수준의 기준을 제안하였다.

2) 국외 연구

1985년, 1994년, 1997년, 2000년의 US HCM에서는 TWSC 교차로에 대한 임계간격과 추종시간에 대한 기준이 다르게 제시되어 있다. US HCM의 연도별로 임계간격과 추종시간 기준을 비교한 〈표 2〉에 정리된 바와 같이, 임계간격과 추종시간이 이동류별로 차이가 있고, 임계간격이 주도로 차선수에 따라 차이가 있음을 알 수 있다. 또한, TWSC 교차로에 대한 이동류별 우선순위[2)]가 높을수록 임계간격은 낮고, 이동류별 우선순위가 낮을수록 임계간격은 높다는 것을 알 수 있다. 개정판인 1997년과 2000년 US HCM에서 주도로 양방향 4차선에서의 임계간격이 3 번째 순위에 포함된 부도로 직진의 경우 임계간격이 6.5초로 우선순위가 높은 부도로 우회전이 6.9초 보다 낮게 제안하여, 임계간격이 주도로 차선수에 대한 영향력이 크다는 것을 보여주었다.

1985년 US HCM에서는 주도로 평균속도 30mph와 50mph로 구분하여 임계간격을 제시하였으며, 교차로의 양보와 정지 표지판에 대한 임계간격의 차이를 나타내고 있으며 추종시간에 대한 기준은 제시되지 않고 있다. 1994년 US HCM에는 30 mph에 대해서만 기준을 제시하였다. 그러나 1997년과 2000년 US HCM에서는 주도로 평균속도를 고려하지 않고 임계간격을 제시하고 있다. 1994, 1997, 2000년 US HCM에서는 양보 표지판에 대한 영향을 고려하지 않고 있다. 임계간격과 추종시간의 기준치에 대한 보정계수는, 1985년에는 시거, 부도로 우회전에 대한 회전반경 및 회전각도, 가속차선 여부에 대하여 보정을 하고 있는 반면, 1994년 US HCM에서는 보정계수를 적용하지 않고 있다. 개정된 1997년과 2000년 US HCM에서는 임계간격에 대하여 중차량, 구배, 기하구조(3지, 4지) 등에 보정을 하고 있고, 추종시간에 대하여 중차량, 주도로 차선수에 보정 계수를 도입하고 있다.

US HCM의 1997년과 2000년 개정판에서는 미국의 비신호 교차로에 대한 NCHRP 3-46(1996)의 연구결과에 대한 신뢰성을 높이 평가하여 임계간격과 추종시간에 대한 기준을 그대로 수용하고 있다.

NCHRP 3-46(1996) 연구에서는 TWSC 운영조건을 갖는 79개의 미국 비신호 교차로들을 대상으로 하여 임계간격과 추종시간, 용량과 지체시간을 측정 및 분석하기 위하여 다양한 자료를 수집하였다. 이 연구에서는 임계간격과 추종시간을 산정하기 위하여 각 교차로마다 비디오 촬영을 통하여 1.5시간동안 분석하였다. NCHRP 3-46 연구에서는 TWSC 교차로의 임계간격과 추종시간에 영향력이 크다고 판단되는 요소를 기하구조, 주도로의 교통량, 주도로의 차선수, 부도로의 접근구배, 부도로의 혼용차선, 주도로의 좌회전 전용차선, 근거리에서의 신호교차로, 주도로의 우회전 교통류 비율 등으로 나누어 분석하였다. 이때 요소의 영향력을 판별하기 위하여 회귀분석방법을 도입하였다. 회귀분

2) TWSC 교차로의 이동류별 우선순위 :
1. 주도로 직진 및 우회전
2. 주도로 좌회전, 부도로 우회전
3. 부도로 직진, 4. 부도로 좌회전

〈표 2〉 HCM의 연도별 TWSC 교차로에 대한 임계간격과 추종시간 기준 비교

임계간격과 추종시간 기준 (승용차 단위:초)											
차량 이동류	HCM의 출간 년도										
	1985년					1994년**			1997년과 2000년		
	임계간격				추종시간	임계간격		추종시간	임계간격		추종시간
	주도로 평균속도(miles/h)										
	30		50								
	주도로 차선수 (양방향)					주도로 차선수 (양방향)			주도로 차선수 (양방향)		
	2	4	2	4		2	4		2	4	
주도로 좌회전	5.0	5.5	5.5	6.0	-	5.0	5.5	2.1	4.1	4.1	2.2
부도로 우회전	5.5 (5.0)*	5.5 (5.0)	6.5 (5.5)	6.5 (5.5)	-	5.5	5.5	2.6	6.2	6.9	3.3
부도로 직 진	6.0 (5.5)	6.5 (6.0)	7.5 (6.5)	8.0 (7.0)	-	6.0	6.5	3.3	6.5	6.5	4.0
부도로 좌회전	6.5 (6.0)	7.0 (6.5)	8.0 (7.0)	8.5 (7.5)	-	6.5	7.0	3.4	7.1	7.5	3.5
보정계수	제한된 시거, 부도로 우회전에 대한 회전반경 및 회전각도, 가속차선 여부				-	-		-	중차량, 구배, 기하구조 (3지, 4지)		중차량, 주도로 차선수

* : ( )는 양보(Yield) 표지판에 의하여 운영. [그 외에는 정지(Stop) 표지판]
** : 주도로 평균 속도가 30miles/h.

석 결과 임계간격에 영향을 미치는 중요 요소로는 주도로의 차선수, 주도로의 우회전 교통류 비율, 부도로의 접근 구배, 부도로 차량들의 회전각도 등으로 나타났다. 또한, 임계간격에 대한 다른 영향력이 있는 요소들을 비교 분석하기 위하여 실측한 개별 차량들의 최대의 거부간격과 수락간격의 변화로 인한 차량들의 지체시간과 중차량의 영향력을 분석하였다.

그 결과 임계간격에 대한 지체시간의 영향력은 지체시간이 높을수록 임계간격은 낮게 나타났으며, 임계간격에 대한 중차량의 임계간격은 승용차의 임계간격보다 크게 나타났다. 추종시간의 경우 영향력이 있는 요소로는 주도로의 차선수로 나타났으며, 차량의 종류별에 영향력이 크다고 제안하였다.

Ⅲ. 자료 수집 및 분석

1. 기본 가정

본 연구에서는 국내외 사례 검토와 우리 나라의 비신호 교차로에 대한 운영방식 및 자료 조사를 기초로 하여, 우리나라 4-지 비신호 교차로의 임계간격과 추종시간의 분석을 위한 세가지 가정을 설정하였다. 가정은 다음과 같다.

〈가정 1〉 주도로와 부도로가 교통량과 속도의 현저한 차이가 있을 경우의 비신호 교차로는 US HCM의 TWSC 교차로에 대한 분석 방법을 적용할 수 있다.

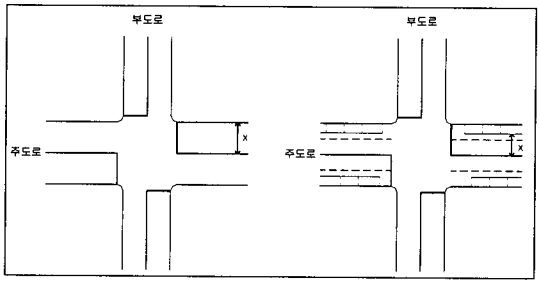
〈가정 2〉 임계간격과 추종시간은 구배에 영향력이 없고, 주도로의 차선수에 영향력이 있다.

〈가정 3〉 주도로의 차선수 결정은 해당 차선의 수 뿐만 아니라 주차블럭 또는 주차공간, 차선폭을 고려하여 결정한다.

본 연구에서의 임계간격과 추종시간의 분석 조건은 미국 HCM(1997, 2000)의 TWSC 교차로에 관한 임계간격과 추종시간 기준치에 영향력이 있는 요소들(차선수, 이동류별, 차종별, 구배 등)을 인정하여 즉 TWSC 교차로 분석 방법에 적용하기 위한 기본가정 1과 2에 의하여 이 요소들이 우리 나라 비신호 교차로에 영향력이 있는지를 분석하고 다른 요소들의 조건을 배제한 가정하에 이루어진다. 다만 기본 가정 2에서의

〈표 3〉 주도로의 차선수 구분

주도로의 차선구분 (편도)	주차블럭 또는 주차공간 존 재 여 부	
	×	○
	한 차로의 폭(X)	주차공간을 제외한 한 차로의 폭(X)
1차선	차량 한 대가 지나갈 수 있는 폭(m) ≤ x ≤ 5m	
2차선	x 〉 5m	



〈그림 3〉 주도로의 차선수 결정

구배에 대한 영향력을 판별하기 위해서는 필요한 분석 대상 교차로의 개수가 요구되기 때문에 제외시킨다.

본 연구에서는 우리 나라의 비신호 교차로의 차량 흐름이 차선 구분 외에도 주차공간으로 인한 차선의 교통흐름 방해, 한 차선이 넓은 차선폭에 의한 교통흐름 등을 고려하여 분석하였다. 따라서, 본 연구에서는 TWSC 교차로의 분석방법론에 적용하기 위하여 교통흐름에 의한 차선수를 결정함과 동시에 TWSC 교차로의 분석방법론에서 제시하는 임계간격과 추종시간은 주도로의 차선수에 영향력이 있다고 가정하에 자료를 분류하여 분석하였다.

〈가정 3〉에서 제시하는 주도로의 차선수 결정은 우리 나라 비신호 교차로의 운영방식과 연구 조사에 의하여 〈표 3〉, 〈그림 3〉과 같이 결정하여 구분하였다. 따라서, 주도로의 편도 차선에 대한 구분은 〈그림 3〉에 의한 한 차로의 폭 또는 주차공간을 제외한 한 차로의 폭인 X의 차로 폭이 5m[3] 보다 작거나 같으면 1차선, X의 차로 폭이 5m 보다 크면 2차선으로 구분하였다.

2. 자료 수집

우리 나라 비신호 교차로의 임계간격과 추종시간의 기준을 설정하기 위하여 본 연구에서는 수도권 지역을 중심으로 총 11개의 4-지 비신호 교차로들을 대상으로 기하구조 및 기초 자료를 수집하였다.

시거, 교각, 기하구조 조건 등과 관련한 여러 요소들이 임계간격과 추종시간에 영향력을 판별하기 위해서는 우리 나라 전역의 비신호 교차로들을 대상으로 임계간격과 추종시간의 분석을 위한 여러 분석 도구를 활용하여 분석해야 한다. 이러한 이유로 제한된 자료 수집에 있어서 〈그림 4〉에서의 교차로 선별 조건은 시거, 교각, 교통섬 등과 관련 요소들의 조건을 배제하고 분석을 위한 기본 가정 하에 차선수, 주도로와 부도로의 현저한 교통량 차이 등을 고려하여 선별하였다.

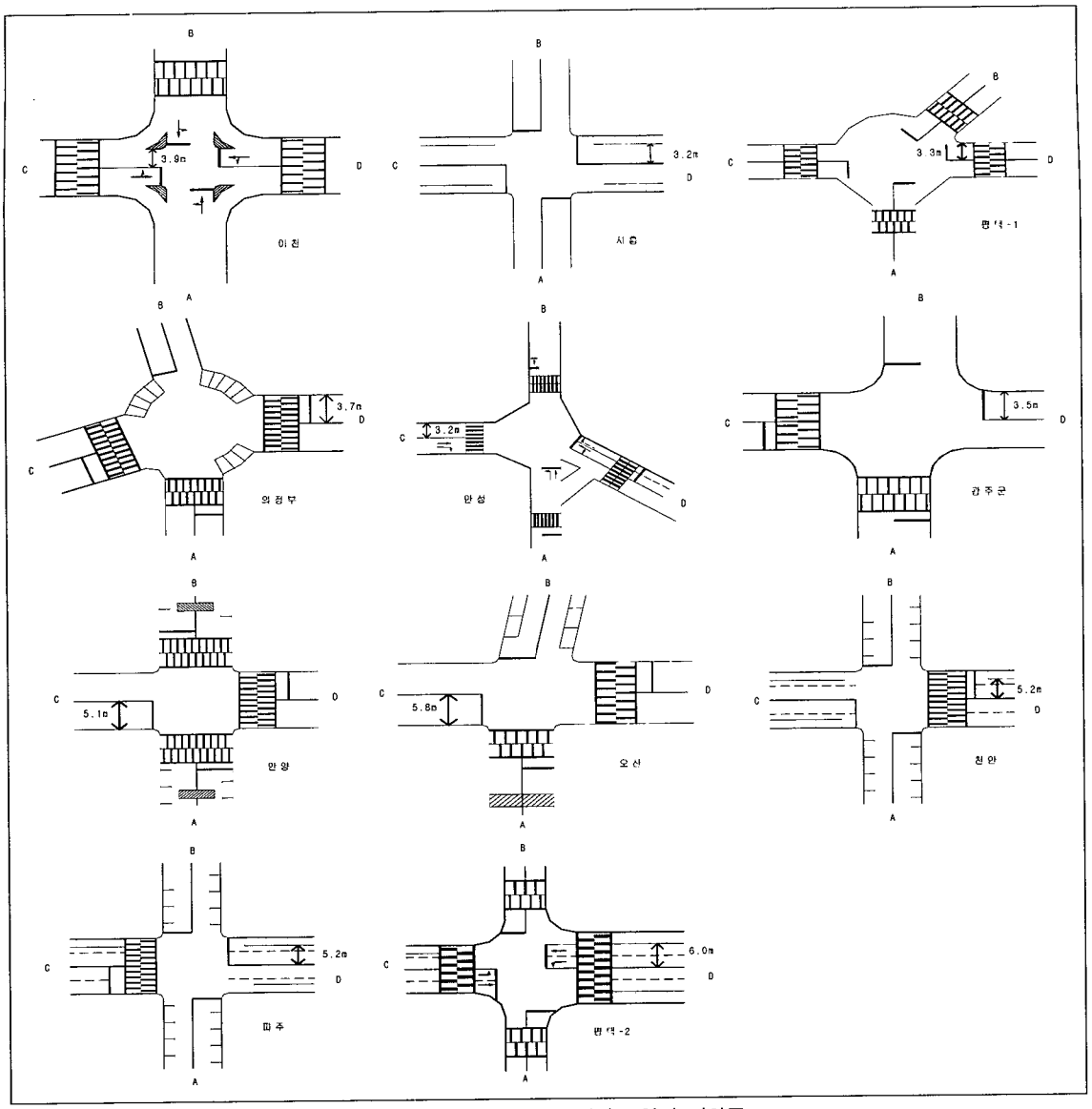
자료의 조사 및 분석의 분류기준은 〈가정 1〉에 의한 조사방법의 기준설정, 〈가정 2〉와 〈가정 3〉을 고려한 교차로 유형 분리등 단계적으로 나누어 조사 및 분석하였다. 조사한 11개의 비신호 교차로들을 주도로의 차선수에 의한 기하구조 구분은 부도로 1차선, 주도로 1차선인 교차로 A형, 부도로 1차선, 주도로 2차선인 교차로 B형으로 나누었다. 〈표 4〉는 조사 대상 11개 교차로의 분석시간과 기하구조 및 교통특성을 나타내고 있으며, 〈그림 4〉는 11개 교차로의 도식화한 것이다. 교차로 A형과 B형의 각 교차로별 기하구조에서 A, B는 부도로이고, C, D는 주도로이다. 분석을 위한 가정 3에 의하여 교차로 A형은 주도로의 편도 차로폭이 5m 보다 작은 주도로 1차선의 형태를 나타내고, 교차로 B형은 주도로의 편도 차로폭이 5m 보다 큰 주도로 2차선의 형태를 나타낸다.

3. 분석 결과

1) 임계간격의 추정

임계간격의 추정은 비신호 교차로의 유형별(A형과 B형)로 구분하여 조사한 지역별 교차로의 각 이동류별(부도로의 직진, 좌회전, 우회전), 차량의 종류별(승용차, 중차량)로 나누어서 임계간격을 추정하였다. 교차로 유형별로 추정된 임계간격의 결과치에 대한 이동류별, 차량의 종류별에 따른 영향력을 판별하기

3) 임계치인 5m의 기준은 본 연구조사에 의한 최소한의 승용차 차량 두 대가 지나갈 수 있는 폭으로 판단하여 결정한다.



〈그림 4〉 비신호 교차로 A형과 B형의 기하구조

위한 검정은 이원배치 분산 분석(Two-Way ANOVA)을 이용하였다.

비신호 교차로의 A형과 B형에 관한 임계간격의 추정은 각각 6개와 5개 지역별 교차로들의 자료를 이용하여 분석하였다. 〈표 5〉와 〈표 6〉은 유형 및 지역별로 나누어서 이동류에 따른 차량의 종류별로 최우추정법을 이용하여 추정한 임계간격의 결과치이다. 〈표 5〉에 나타나 있는 A형 교차로의 지역별로 나눈 임계간격의 값을 살펴보면, 이천에서 부도로 좌회전인 중차량의 임계간격이 6.2초로 가장 크게 나타났고, 평택-1에서 부도로 우회전인 승용차와 중차량의 임계간격이 2.7초로 가장 낮게 나타났다. 이천에서는 부도로의 좌회전과 우회전에서의 승용차와 중차량의 임계간격의 차이가 크게 나타나지만 다른 지역에서는 이동류별로 작은 차이를 나타낸다. 〈표 6〉에서 B형 교차로의 이동류별, 차량의 종류별로 나눈 임계간격의 값을 살펴보면, 파주의 교차로에서는 부도로 좌회전인 중차량의 임계간격 값이 5.8초로 가장 크게 나타났고, 평택-2의 교차로에서는 부도로 우회전인 승용차의 임계간격 값이 3.4초로 가장 낮게 나타났다.

〈표 4〉 교차로 유형과 기하구조 구분 및 특성

교차로 유 형	4-지 비신호 교차로의 지역명	분석시간	기하구조 및 교통 특성					
			십자형 (직각형)	주도로 차로폭 (편도, m)	차선수(편도) 부도로	차선수(편도) 주도로	주도로 차선 구분	교통 특성
A	이천	17:40-19:10	○	3.9	1	1	-	교통섬 존재
	시흥	16:50-18:20	○	3.2			-	-
	평택-1	08:00-09:00	×	3.3			-	-
	의정부	17:00-19:00	×	3.7			-	교차로 내부가 원형
	안성	08:00-09:00	×	3.2			-	-
	광주군	17:10-19:00	○	3.5			-	-
B	안양	17:00-19:00	○	5.1	1	2	편도 1차선 형태이지만 차선폭이 5m 이상인 2차선 형태	-
	오산	17:00-18:30	○	5.8				-
	천안	14:35-16:15	○	5.2			-	-
	파주	17:20-19:00	○	5.2			-	-
	평택-2	17:35-19:35	○	6.0			-	-

〈표 5〉 A형 교차로의 이동류별, 차종별에 따른 임계간격 추정치 (단위:초)

차량 종류별	A형 교차로 지역명	부도로 직 진	자료수	표 준 편 차	부도로 좌회전	자료수	표 준 편 차	부도로 우회전	자료수	표 준 편 차	주도로 좌회전	자료수	표 준 편 차
승용차	이 천	4.3	30	0.9	4.8	38	1.1	3.8	7	0.3	4.7	32	1.1
	시 흥	4.9	14	0.5	5.1	17	0.5	4.4	5	0.4	4.0	5	0.4
	평택-1	3.5	48	0.3	4.1	32	0.7	2.7	6	0.2	3.7	19	0.3
	의정부	4.6	49	0.4	4.0	35	0.4	3.4	7	0.3	3.9	21	0.4
	안 성	3.9	33	1.1	4.5	30	0.5	3.2	11	0.3	3.8	25	0.8
	광주군	4.9	63	0.4	5.6	54	0.7	3.5	33	0.3	4.7	40	0.5
중차량	이 천	4.3	13	0.5	6.2	12	0.9	5.4	11	0.3	4.7	12	1.1
	시 흥	4.6	16	0.4	5.5	8	0.5	4.8	4	0.4	4.6	8	0.4
	평택-1	3.9	12	0.5	4.4	11	0.4	2.7	8	0.2	3.5	7	0.3
	의정부	4.1	23	0.5	4.2	18	0.6	4.0	8	0.4	3.7	6	0.3
	안 성	4.0	23	0.9	4.3	19	0.5	2.9	12	0.2	4.4	14	0.4
	광주군	4.9	33	0.5	5.6	24	0.5	4.0	24	0.4	4.4	29	0.4

〈표 6〉 B형 교차로의 이동류별, 차종별에 따른 임계간격 추정치 (단위:초)

차량 종류별	B형 교차로 지역명	부도로 직 진	자료수	표 준 편 차	부도로 좌회전	자료수	표 준 편 차	부도로 우회전	자료수	표 준 편 차	주도로 좌회전	자료수	표 준 편 차
승용차	안 양	5.5	86	1.2	5.5	38	1.5	4.8	20	1.3	4.2	29	0.4
	오 산	5.0	23	0.9	4.9	41	1.0	4.1	29	0.8	5.0	32	0.9
	천 안	5.2	42	0.6	4.9	55	0.7	4.3	34	1.3	5.0	41	0.4
	파 주	5.4	36	0.8	5.2	61	1.1	4.9	25	1.2	4.3	24	0.3
	평택-2	5.6	41	1.0	4.9	39	1.6	3.4	8	0.4	5.2	22	1.2
중차량	안 양	5.3	44	1.0	5.2	16	1.0	4.7	8	0.4	5.6	6	0.9
	오 산	5.3	12	1.4	4.9	22	0.5	5.0	14	1.9	4.6	13	0.4
	천 안	5.4	10	1.3	5.4	16	1.4	3.9	10	0.3	5.6	8	0.5
	파 주	5.2	15	1.2	5.8	18	0.8	4.3	5	0.4	5.1	12	0.9
	평택-2	5.6	11	1.7	4.8	9	0.4	3.6	12	0.3	4.8	8	0.4

〈표 7〉 A형 교차로의 임계간격에 대한 이원배치 분산분석

	변동의 요 인	제곱합	자유도	제곱 평균	F 비	F 기각치
A형 교차로	차 종 별	0.60	1	0.60	1.41	4.08
	이동류별	7.71	3	2.57	6.02	2.83
	교호작용	0.52	3	0.17	0.40	2.83
	잔 차	17.06	40	0.42	-	

〈표 8〉 B형 교차로의 임계간격에 대한 이원배치 분산분석

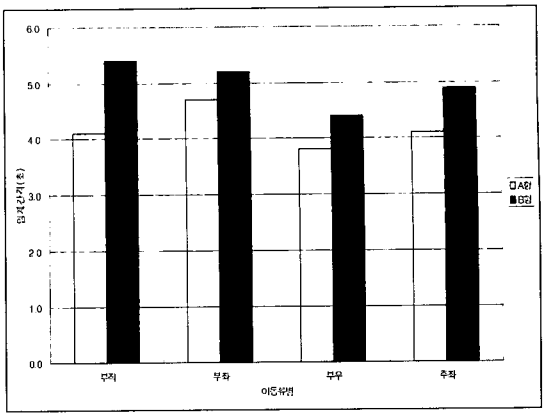
	변동의 요 인	제곱합	자유도	제곱 평균	F 비	F 기각치
B 형 교차로	차 종 별	0.20	1	0.20	1.10	4.15
	이동류별	6.21	3	2.07	11.64	2.90
	교호작용	0.20	3	0.07	0.38	2.90
	잔 차	5.69	32	0.18	-	

〈표 9〉 교차로 유형별에 따른 각 이동류들의 임계간격기준

(단위:초)

교차로 유 형	부도로 직 진	부도로 좌회전	부도로 우회전	주도로 좌회전
A 형	4.1	4.7	3.8	4.1
자료수	357	298	136	218
표준편차	0.9	0.8	0.7	0.7
B 형	5.4	5.2	4.4	4.9
자료수	320	315	165	195
표준편차	1.1	1.2	1.2	0.7

이원배치 분산분석을 통한 통계검정을 한 결과는, 〈표 7〉, 〈표 8〉에서 나타나듯이 A형과 B형 교차로 모두가 이동류별에 따른 F-검정 통계량이 F-임계치 보다 크고, 차종별에 따른 검정 통계량은 임계치 보다 작게 검정되었다. 그리고 차량의 종류와 이동류에 대한 교호작용의 영향은 존재하지 않는 것으로 나타났다. 즉, 임계간격은 승용차와 중차량에 대한 영향이 존재하지 않으나, 이동류별에 대한 차이가 나타나는 것으로 분석되었다. 분석결과를 토대로 하여 각 교차로의 유형별로 영향력이 없는 승용차와 중차량을 이동류별로 통합하여, 각 이동류별로 추정한 임계간격의 최종적인 결과치는 〈표 9〉와 같다. 교차로 A형의 이동류별 임계간격은 교차로 B형의 이동류별 임계간격 보다 작게 나타났으며, 이 결과는 분석을 위한 〈가정 2〉에서 설정한 주도로의 차선수가 임계간격에 영향요소임을 증명한다 할 수 있다. 본 연구의 분석결과와 US HCM 임계값을 비교하여 보면, 교차로 A형은 TWSC 교차로의 운영방식과 유사한 값을 나타내어, 통제운영 방식이 없는 우리 나라의 비신호 교차로 중에 교통량과 속도의 현저한 차이가 있는 경우의 비신호 교차로는 TWSC 교차로의 운영방식과 유사함을 보여주고 있다.



〈그림 5〉 교차로의 유형별에 따른 이동류들의 임계간격 비교

2) 추종시간의 추정

추종시간의 추정은 비신호 교차로의 유형별(A형과 B형)로 구분하여 조사한 지역별 교차로의 각 이동류별(부도로의 직진, 좌회전, 우회전), 차량의 종류별(승용차, 중차량)로 나누어서 추정하였다. 교차로 유형별로 측정된 추종시간의 결과치에 대한 이동류별, 차량의 종류에 따른 차이는 임계간격 분석과 동일하게 이원배치 분산분석을 이용하여 분석하였다.

〈표 10〉과 〈표 11〉은 교차로 A형과 B형의 교차로들을 지역별로 나누어서 이동류에 따른 차량의 종류별로 추종시간을 추정한 결과치이다. 〈표 10〉에서 A형 교차로의 이동류별, 차량의 종류별로 나타난 추종시간의 값을 살펴보면, 시흥 지역에서의 교차로는 부도로 우회전인 중차량의 추종시간은 3.8초로 가장 크게 나타났고, 주도로 좌회전인 승용차의 추종시간은 2.1초로 가장 낮게 나타났다. 다른 지역의 교차로에 비해 이천과 시흥 지역의 교차로에서는 이동류별에 따른 중차량의 추종시간이 승용차 보다 높게 나타났다. 〈표 11〉에서 B형 교차로의 이동류별, 차량의 종류별로 나타난 추종시간의 결과 값을 살펴보면, 천안 지역에서의 교차로는 부도로 좌회전인 중차량의 추종시간이 3.8초로 가장 크게 나타났고, 안양 지역에서의

〈표 10〉 A형 교차로의 이동류별, 차종별에 따른 추종시간 추정치 (단위:초)

차량 종류별	A형 교차로 지역명	부도로 직 진	자료수	표준 편차	부도로 좌회전	자료수	표준 편차	부도로 우회전	자료수	표준 편차	주도로 좌회전	자료수	표준 편차
승용차	이 천	2.8	12	0.9	2.6	18	1.2	2.9	10	0.7	2.4	15	0.3
	시 흥	2.6	10	0.4	2.6	13	0.6	3.3	13	0.5	2.1	11	0.5
	평택-1	2.3	34	0.3	2.7	8	0.7	2.2	4	0.1	2.2	14	0.3
	의정부	2.1	63	0.3	2.7	10	0.4	2.0	4	0.1	2.2	24	0.3
	안 성	2.2	21	0.3	2.4	13	0.5	2.2	10	0.5	2.5	12	0.4
	광주군	2.7	12	0.2	2.8	5	0.2	2.3	14	0.2	2.3	23	0.2
중차량	이 천	3.3	6	0.9	3.1	10	0.7	3.2	4	0.8	3.0	28	0.9
	시 흥	3.3	12	0.5	3.5	6	0.7	3.8	6	0.6	3.2	12	0.1
	평택-1	2.3	17	0.7	2.6	5	0.3	2.1	4	0.1	2.4	9	0.3
	의정부	2.4	50	0.5	2.9	14	0.5	2.2	12	0.1	2.4	22	0.4
	안 성	2.3	17	0.4	3.1	25	0.9	2.3	10	0.2	2.6	14	0.5
	광주군	2.9	9	0.4	3.2	8	0.6	2.4	21	0.2	2.6	18	0.2

〈표 11〉 B형 교차로의 이동류별, 차종별에 따른 추종시간 측정치 (단위:초)

차량 종류별	B형 교차로 지역명	부도로 직 진	자료수	표준 편차	부도로 좌회전	자료수	표 준 편 차	부도로 우회전	자료수	표준 편차	주도로 좌회전	자료수	표준 편차
승용차	안 양	2.3	17	0.4	2.5	13	0.2	2.1	5	0.2	2.1	12	0.2
	오 산	2.4	4	0.3	2.7	7	0.4	2.7	8	0.5	2.4	9	0.2
	천 안	2.5	12	0.1	2.5	4	0.1	2.5	18	0.4	2.5	14	0.5
	파 주	2.4	11	0.5	2.5	19	0.3	2.4	4	0.2	2.6	7	1.1
	평택-2	2.6	20	0.8	2.8	22	0.7	2.8	7	0.8	2.5	18	0.5
중차량	안 양	2.8	20	0.4	3.2	5	0.2	2.5	7	0.1	2.3	8	0.2
	오 산	3.3	13	0.2	3.1	11	0.5	3.3	7	0.5	2.9	19	0.4
	천 안	2.9	6	0.3	3.8	9	0.8	2.8	6	0.5	3.0	6	0.9
	파 주	2.8	8	0.4	2.8	10	0.5	2.9	5	1.1	2.6	11	0.2
	평택-2	2.3	17	0.5	2.9	6	0.6	3.0	8	1.4	3.1	19	0.7

〈표 12〉 A형 교차로의 추종시간에 대한 이원배치 분산 분석

	변동의 요 인	제곱합	자유도	제곱 평균	F 비	F 기각치
A형 교차로	차 종 별	1.32	1	1.32	8.29	4.08
	이동류별	0.81	3	0.27	1.68	2.83
	교호작용	0.10	3	0.03	0.21	2.83
	잔 차	6.40	40	0.16	-	

〈표 13〉 B형 교차로의 추종시간에 대한 이원배치 분산 분석

	변동의 요 인	제곱합	자유도	제곱 평균	F 비	F 기각치
B형 교차로	차 종 별	1.81	1	1.81	21.64	4.15
	이동류별	0.44	3	0.15	1.77	2.90
	교호작용	0.06	3	0.02	0.24	2.90
	잔 차	2.67	32	0.08	-	

교차로는 부도로 우회전과 주도로 좌회전인 승용차의 추종시간은 2.1초로 가장 낮게 나타났다. 전체적으로 B형 교차로의 이동류별에 따른 중차량의 추종시간이 승용차 보다 높게 나타났다. 이와 같이 추종시간의 값에 변화에 대한 정밀한 검증을 위하여 차종별 및 이동류별에 따라 이원배치 분산분석을 실시하였다.

추종시간에 대한 95% 신뢰수준의 유의수준 0.05를 기준으로 하여 이원배치 분산분석을 통한 통계검정을 한 결과는, 〈표 12〉, 〈표 13〉과 같이 A형과 B형 교차로 모두가 이동류별에 따른 F-검정 통계량이 F-임계치 보다 작고, 차종별에 따른 검정 통계량은 임계치 보다 크게 검정되었다. 그리고 차량의 종류와

이동류에 대한 교호작용의 영향력은 F-검정 통계량이 임계치 보다 작아서 존재하지 않음을 나타낸다. 즉 A형과 B형 교차로의 통계검정 결과로서 추종시간은 이동류별에 대한 효과가 없으며, 차량의 종류별에 대한 효과가 존재함을 나타낸다.

이러한 검정 결과를 근거로 하여 각 교차로의 유형별로 영향력이 있는 승용차와 중차량을 분류하여 영향력이 없는 이동류들을 합쳐서 교차로 유형별로 추종시간을 추정한 최종적인 결과치는 〈표 14〉와 같다. 본 연구의 추종시간에 대한 분석결과를 나타낸 〈표 14〉와 〈그림 6〉을 살펴보면, 부도로 1차선, 주도로 1차선인 교차로 A형의 이동류별 추종시간은 부도로 1차선, 주도로 2차선인 교차로 B형의 이동류별 추종시간보다 작다는 것을 알 수 있다. 이 결과는 분석을 위한 가정 2의 기준인 추종시간은 주도로의 차선수에 대하여 영향력이 있다는 것을 입증한다.

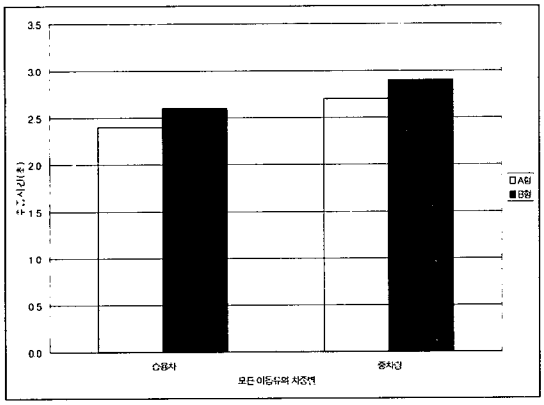
HCM에서 제시하는 TWSC 교차로에 관한 추종시간의 기준은 이동류별에 따른 기준치의 차이가 있다. 그러나 본 연구의 추종시간에 대한 분석결과는 통계검정에 의하여 이동류별에 따라 영향력이 없다고 검정되었다. NCHRP 3-46(1996)의 추종시간 기준에 관한 연구에서는 각 이동류별로 중차량에 관한 추종시간이 승용차에 관한 추종시간보다 1.0초 정도 큰 결과를 나타냈다. 〈표 14〉에서의 본 연구의 추종시간에 대한 분석결과에서는 모든 이동류들의 중차량에 관한 추종시간이 승용차에 관한 추종시간보다 0.3초 정도 크게 나타났고, 교차로 A형과 B형을 비교해 보면 승용차와 중차량 모두 0.2초 정도 차이의 결과로 나타났다.

승용차와 중차량에 관한 추종시간이 NCHRP 3-46의 연구결과에서의 1.0초와 본 연구결과에서의 0.3초의 차이는 미국과 우리 나라의 비신호 교차로 운영방식과 운전자 운전특성의 차이라고 판단된다.

〈표 14〉 교차로 유형별에 따른 차종별의 추종시간 기준

(단위:초)

교차로 유형	승 용 차	중 차 량
A 형	2.4	2.7
자료수	373	339
표준편차	0.4	0.7
B 형	2.6	2.9
자료수	231	201
표준편차	0.6	0.6



〈그림 6〉 교차로 유형별에 따른 차종별 추종시간 비교

3) 사례연구 결과와 비교

본 연구의 분석결과에서 얻은 〈표 9〉와 〈표 14〉의 임계간격과 추종시간의 기준치 중 최저치와 최고치를 나누어서 여러 나라의 임계간격과 추종시간의 범위를 비교하면 〈표 15〉와 같다.

연구 분석결과에 의한 임계간격의 최저치와 최고치는 3.8초, 5.4초이고, 추종시간의 최저치와 최고치는 2.4초와 2.9초이었다. 이를 국외의 연구결과와 비교해보면, 임계간격의 최저치를 비교해 볼 때 오스트레

〈표 15〉 국외의 임계간격과 추종시간 비교 (단위:초)

나 라	임계간격	추종시간	연구자(년도)
미 국	5.0-8.5	0.6* 임계간격	HCM(1985)
	4.7-5.8	-	Fricker et al.(1991)
오스트레일리아	4.0-8.0	2.0-5.0	Aust. Roads(1986)
체 코	5.0-8.5	-	Jirava, Karlicky
프랑스	3.2-7.3	-	Lassare et al. (1991)
독 일	4.5-9.6	1.7-5.9	Harders(1976)
폴란드	4.8-7.7	-	Tracz(1991)
스웨덴	3.5-7.5	2.2-4.2	Bang et al. (1978)
한 국	3.8-5.4	2.4-2.9	본 연구의 결과(2000)

출처 : Review of International Practices Used to Evaluate Unsignalized Intersections, Transportation Research Circular Number 468, Transportation Research Board, National Research Council, April, 1997.

일리아의 임계간격과 유사하고, 최고치를 비교해 볼 때 본 연구결과의 임계간격이 가장 작다. 그리고 추종시간의 최저치를 비교해 볼 때 본 연구결과의 추종시간이 크고, 최고치를 비교해 볼 때 본 연구결과의 추종시간이 가장 작다. 즉 본 연구결과의 평균적인 임계간격과 추종시간은 국외의 연구결과들과 비교하여 각국의 평균적인 임계간격과 추종시간 보다 낮은 것으로 분석된다. 이는 우리 나라와 국외의 운전자 운전특성과 비신호 교차로의 운영방식의 차이에서 나타난 결과로 판단된다.

Ⅳ. 결론 및 향후 과제

총 11개의 4-지 비신호 교차로에 대하여 교차로 유형별로 구분하여 임계간격과 추종시간을 분석한 결과, 임계간격은 차량의 종류별에 따른 영향력이 없고 이동류별에 따른 영향력이 있는 것으로 분석되었으나 추종시간은 이동류별에 따른 영향력이 없고 차량의 종류별에 따른 영향력이 있었다. 이 결과는 미국 HCM (1997, 2000)에서 제시하는 임계간격과 추종시간 기준 모두가 이동류별, 차량의 종류별에 따라 차이가 있는 것과 다르게 나타난 결과이다. 그리고 본 연구에서 제안한 임계간격과 추종시간의 기준치는 HCM (1985, 1994, 1997, 2000)과 국외의 연구결과들 보다 낮게 분석되었다.

이와같은 본 연구의 결과는 우리 나라와 국외의 운전자 운전특성과 비신호 교차로의 운영방식의 차이에서 나타난 결과로 판단된다. 따라서 본 연구에서 분석한 임계간격과 추종시간의 기준치는 우리 나라 조건에 적용할 수 있는 4-지 비신호 교차로 교통운영의 분석방법 기준으로 제안한다. 이는 우리 나라 수도권 지역들에서의 4-지 비신호 교차로들 중 주도로와 부도로의 교통량과 속도 등의 현저한 차이가 있는 교차로 분석시 이 기준으로 적용할 수 있고, 우리 나라의 TWSC 방법을 갖는 비신호 교차로에 관한 용량 및 지체시간의 분석을 위한 기초자료로 활용할 수 있다는 점에서 의미를 갖을 수 있다.

본 연구의 제한점은 우리 나라 비신호 교차로 운영특성을 대표하기 위해서는 우리 나라 전역에 걸쳐 조사 및 분석이 이루어져야 할 것이다. 또한 이를 기초로 우리 나라 조건을 충분히 반영할 수 있는 이론적·경험적 모형이 필요하다. 이와 함께 비신호 교차로의 적합한 통제운영을 할 수 있는 법적기준이 필요할 것이다.

참고문헌

1. 건설부(1992), 「도로용량편람」, 사단법인 대한교통학회.
2. 건설교통부(1999), 「도로용량편람 개선연구(제1단계) -최종보고서-」, 교통개발연구원, 한국건설기술연구원, 대한교통학회지, pp.377~407.
3. 이수범(1996), 「무신호 교차로의 안전에 의한 서비스수준 측정에 관한 연구」, 대한교통학회지, 제14권 제2호, pp.259~260.
4. 박용진(1994) 「신도시 4지 비신호 교차로의 운영특성에 관한 연구」, 대한국토·도시계획학회지, 국토계획, pp.223~234.
5. 김경환(1986) 「The Gap-Acceptance of Left-Turn Drivers(좌회전 운전자의 임계수락)」, 대한교통학회지, 제4권 제1호, pp.72~87.
6. M. Kyte, W. Kittleson, W. Brilion, R. Troutbeck(1996), 「Capacity and Level of Service at Unsignalized Intersections, Final Report Volume 1, Two-Way Stop-Controlled Intersections」, NCHRP 3-46.
7. Soo-Beom Lee and William D. Berc (1998), 「Development of Safety-Based Level of Service Parameters for Two-Way Stop Controlled Intersections」, TRR 1635, pp.127~132.
8. R. J. Troutbeck(1992), 「Estimating The Critical Acceptance Gap from Traffic Movements」, Queensland University of Technology Research Report 92-5, pp.23~39.
9. Transportation Research Board(1985), 「Highway Capacity Manual」, Special Report 209, Washington, D.C.
10. Transportation Research Board(1994), 「Highway Capacity Manual」, Special Report 209, Washington, D.C.
11. Transportation Research Board(1997), 「Highway Capacity Manual」, Special Report 209, Washington, D.C.

12. NCHRP 3-55(6)(2000), 「Highway Capacity Manual」, Transportation Research Board, Special Report 209.
13. Transportation Research Board, National Research Council (1997), 「Review of International Practices Used to Evaluate Unsignalized Intersections」, Transportation Research Circular Number 468.
14. Brilon, W. and R.J. Troutbeck(1997), 「Useful Estimation Procedures for Critical Gaps」, Proceedings of the Third International Symposium on Intersections Without Traffic Signal, M. Kyte(ed.) University of Idaho, Moscow, Idaho.

♧ 주 작 성 자 : 정진혁
♧ 논문투고일 : 2000. 9. 15
논문심사일 : 2000. 10. 26 (1차)
2000. 11. 20 (2차)
심사판정일 : 2000. 11. 20