

교차로 딜레마 구간 위험도 평가 모델에 관한 연구

A Study on Developing Intersection Dilemma Zone Evaluation Model

이 승 규*
(Seung-Gyu Lee)

이 시 북**
(Sibok Lee)

요 약

본 연구에서는 교차로의 안전성을 제고를 위해, 교차로 접근로의 차량 접근속도분포에 기초하여 차량이 통과할 때 경험할 것으로 기대되는 딜레마 구간 길이를 산정하여 이를 위험도 평가수치로 활용하고자 하였다.

현장 교차로에 모형 적용 결과 대체로 모든 접근로에서 딜레마 구간이 발생하고 있었는데, 이는 황색시간이 잘못 적용된 결과인 것으로 분석되었으며, 황색시간을 적절히 재산정하여 모형에 적용한 결과 위험도가 개선되는 것을 확인할 수 있었다. 또한, 위험도 평가시 속도분포를 정규분포로 가정하고 적용했을 때, 실제 속도분포를 적용했을 때의 근사치에 해당되는 값을 얻을 수 있었다. 교차로의 위험도를 평가하여 위험도 수치가 높은 교차로 경우, 위험도를 개선시키기 위해서는 황색시간을 재조정하여 딜레마 구간의 크기를 줄어든게 하거나, 황색시간을 그대로 유지해야 한다면 단속카메라 등 차량의 접근속도를 낮출 수 있는 수단을 활용하여 차량의 속도를 황색시간 산정 기준속도 이하가 되도록 제어해야 한다.

핵심어 : 딜레마 구간, 교차로, 위험도, 황색시간, 속도분포

ABSTRACT

This study focuses on development of a risk level evaluation model for the intersection dilemma zone based on vehicle speed distribution approaching the intersection. The study results show that dilemma zone exists for all approaches selected for the study because the values of amber time have not been properly set, and that re-optimized values significantly reduce the dilemma zone risk level. It is also found that when normal distribution is assumed for vehicle approach speed the risk values similar to those for actual speed distributions can be obtained. When the risk level is found to be high, the amber time must be adjusted to reduce the length of the dilemma zone, or speed calming measures must be introduced so that vehicle speed be maintained under the speed value used when determining the amber time.

Key words : dilemma zone, intersection approach, risk level, amber time, speed distribution

† 본 논문은 영산대학교 교내연구비 지원에 의하여 진행된 연구의 결과물입니다.

* 주저자 : 영산대학교 교통공학과 대학원생

** 공저자 및 교신저자 : 영산대학교 교통공학과 교수

† 논문접수일 : 2014년 01월 10일

† 논문심사일 : 2014년 02월 11일

† 게재확정일 : 2014년 02월 13일

I. 연구의 배경 및 목적

신호교차로의 황색시간은 신호교차로의 이동류간의 진행방향의 변화를 운전자에게 인식시켜 상충을 미리 방지하기 위한 수단으로 이용되고 있다. 이러한 황색신호가 등화 시 운전자가 정지 할 것인가 혹은 교차로를 통과할 것인지에 대해 결정하는 것은 매우 어려운 의사결정 요소로서 이러한 상황을 유발하게 되는 구간을 딜레마 구간이라 한다.

지난 2012년 경찰청 통계자료에 의하면 교통사고 건수는 223,656건이며 그 중 신호위반 건수는 25,307건으로 약 11.3%를 차지하고 있어 교통사고 유형 중 2번째로 높은 수치를 차지하는 것으로 기록되어 있다. 실제로 많은 운전자들이 황색등이 등화 시 교차로 통과를 시도하며 적색등이 등화 된 상태에서 교차로를 통과하는 행태를 보이고 있다. 이에 딜레마 구간의 제거를 목적으로 한 다수의 연구가 진행되었지만 운전자의 인지 판단 과정을 겪게 되므로 인적요소와 밀접하며 딜레마 구간을 완전히 제거하는 것은 불가능한 것으로 인식되고 있다.

최근에는 딜레마 구간을 제거하는 것보다 오히려 보호하면서 교차로의 안전성을 높이려는 연구가 제기되어 주로 검지기 설계 및 신호제어 전략, 교통정보 제공분야의 기술개발에 초점을 맞추고 있다. 하지만 딜레마 구간을 정량화하여 교통안전 관련 시설 및 딜레마 구간의 위험도를 알 수 있는 모델이 필요하다고 판단된다.

이에 본 연구는 교차로 접근로의 딜레마구간 위험도를 평가하기 위한 정량적 방법으로서, 대상 접근로의 차량 접근속도분포에 기초하여 차량 한 대가 해당 접근로를 통과할 때 경험할 것으로 기대되는 딜레마 구간 길이, 즉 기댓값을 산정하여 이를 위험도 평가수치로 활용하는 것을 목적으로 하고 있다.

II. 관련 문헌 고찰

Lee.J.U (2007)은 다기능 단속교차로에서 딜레마 존 최소화를 위해 황색시간 재조정 방안과 루프 검지기의 위치 재조정 방안의 두가지 유형으로 구

분하여 정책적으로 제시하였으며, 이 방안들을 개별적이 아닌 병행해서 사용해야한다고 강조하고 있다. 또한 여러 가지 교통환경을 고려한 자기 감응식 루프검지기의 설치기준에 대한 재고가 필요하다라고 제시하였다.

Lee.S.H (2003)은 신호교차로 황색현시에서의 운전자 형태에 대한 연구의 필요성을 제기하고자 정지감속률과 운전자 인지반응시간, 정지율에 따른 딜레마 구간의 범위를 도출한 결과 녹색신호에서 황색신호로의 변경시 신호교차로를 주행하는 통과 차량은 교차로 정지선으로 다가갈수록 감속의 형태를 나타냈다. 또한 운전자가 교차로 통과 혹은 정지에 대한 의사결정을 하는데 가장 어려움을 겪는 위치는 약 72m 지점으로 제시하였다.

Ryu.C.N (2008)은 신호기 위치에 따른 딜레마 존 안전을 분석을 위해 현재의 신호운영을 평가한 결과 운전자의 주행특성에 영향을 미치는 것은 명백한 사실이며 신호기 위치가 정지선에서부터 멀어지면 황색신호 등화시 운전자가 안전하게 정지할 수 있는 영역이 줄어들게 된다. 이는 운전자가 정지선 앞에서 정지하는 것을 원하여도 정지할 수 없기 때문에 횡단보도를 침범하거나 교차로 내에 정지할 수 밖에 없는 상황이 발생한다. 또한 잠재적으로 자동차와 보행자, 자동차와 자동차의 상충 발생빈도를 높이는 잠재원인이 될 수 있다고 제시하였다.

Lim.S.J (2013)은 교차로 신호기 위치 조정과 딜레마 존 특성 분석을 위해 통계적 검증, 상관분석, Speed Profile 구축을 통해 도출하고자 하였으며, Speed Profile 분석을 통해 접근속도가 감속시작점, 즉 딜레마 시작점의 변화를 주어 딜레마 존 크기 변화에 긍정적인 영향을 미치는 것으로 해석할 수 있었다. 또한 조사단계에서부터 분석에 이르기까지 물리적으로 반영하여 추가 연구가 필요하다고 제시하였다.

앞서 살펴 본 관련 문헌에서는 운전자 형태와 신호기 위치 조정을 두고 정책적인 안을 제시하는 것에 초점을 맞추고 있으며 딜레마 구간의 최소화 및 안전을 분석을 통해 교차로 안전성이 확보되는 것을 정량화하기 위해 분석을 하였다.

본 연구에서는 교차로 접근로에서 차량의 접근

속도 분포에 따라 딜레마 구간의 위험도가 어떻게 달라지는가 그리고 속도분포에 통계적 모형을 적용했을 때와의 차이, 황색시간 산정방식에 따른 차이 등 딜레마구간 위험도를 종합적으로 평가하는 모형을 개발하는 데에 차별성을 두고 있다.

III. 연구 방법

1. 딜레마 구간에 관한 이론적 고찰

1) 최소정지거리(Stopping Distance, d_0)

접근속도 v 인 직진차량이 교차로 내에 진입하지 않고 정지선에 정지 할 수 있는 거리는 다음 식(1)과 같이 계산된다.

$$d_0 = v_0\delta + \frac{v^2}{2a} \quad (1)$$

v_0 = 차량의 접근 속도

δ = 운전자의 인지-반응 시간

a = 차량의 감속도

2) 통과가능 최대거리(Clearing Distance, d_c)

통과가능 최대거리(d_c)는 직진차량이 직진황색시간 동안 교차로를 통과할 수 있을 때 정지선부터의 거리를 구하는 식은 다음 식(2)과 같이 계산된다.

$$d_c = v_0\tau - (w + L) \quad (2)$$

v_0 = 차량의 접근 속도

τ = 직진 황색시간

w = 교차로 폭

L = 차량의 길이

3) 최소 황색시간(Minimum Yellow Interval Time, Y_i)

주행차량이 안전하게 교차로를 통과하기 위해 필요한 시간으로 정지선으로부터 주행차량까지의 거리와 교차로 폭 및 차량 길이를 고려하여 산정할 수 있는 시간을 구하는 식은 다음 식(3)과 같다.

$$Y_i = t + \frac{v}{2a} + \frac{w+L}{v} \quad (3)$$

Y_i = 황색시간(초)

t = 지각-반응시간(보통 1초)

v = 교차로 진입차량의 접근속도(m/s)

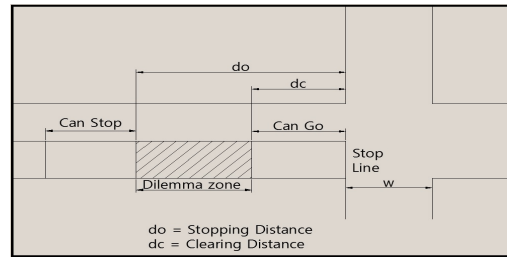
a = 진입차량의 임계감속도(보통 5.0m/s²)

w = 교차로 횡단길이(m)

L = 차량의 길이(보통 5m)

4) 딜레마 구간 산정식(Dilemma Zone Distance)

운전자가 정지선에서 안전하고 편안한 상태로 정지할 수 있는 거리를 d_0 로 정의 하였다. 이에 $d_s \leq d_c$ 이면 운전자는 차를 무리 없이 정지시킬 수 있다. 그러나 $d_0 > d_c$ 가 되면 딜레마 구간이 발생하며, $d_0 > D > d_c$ 의 범위 내에 있는 차량은 직진황색시간이 끝나기 전에 정지선 전에 정지 할 수도 없고, 교차로를 완전히 통과할 수도 없게 된다. 따라서 $d_0 > D > d_c$ 에서 D 는 딜레마 구간이 되며, <Figure 1>과 같이 표현 된다. 딜레마 구간 길이 산정식은 다음 식(4)과 같다.



<Fig. 1> Dilemma Zone

$$D = v_0(\sigma - \tau) + \frac{v^2}{2a} + (w + L) \quad (4)$$

v_0 = 차량의 접근 속도

δ = 운전자의 인지-반응 시간

a = 차량의 감속도

τ = 직진 황색시간

w = 교차로 폭

L = 차량의 길이

2. 딜레마 구간 위험도 평가 모형개발을 위한 접근방법

선행연구를 검토해 본 결과, 현재까지 딜레마 구간을 제거하기보다 신호체계개선 등을 통해 최소화하여 교차로의 안전성을 높이려는 다수의 연구가 진행되었다. 그러나 이러한 개선 노력 이전에 특정 접근로가 딜레마 구간과 관련하여 얼마나 위험한지를 정량적으로 평가하는 것이 우선 필요하다는 인식하에 본 연구를 진행하게 되었다.

이를 위해 분석대상 접근로의 속도분포에 기초하여 속도구간별로 딜레마 구간의 길이를 산정하고 차량 1대가 접근할 때 이 차량이 각 속도구간에 속할 확률값을 산정한 후, 이를 합산하여 이 차량이 경험할 것으로 기대되는 딜레마 구간 길이의 기댓값을 구하는 것으로 위험도에 대한 정량적 평가가 가능할 것이라는 점에 착안하게 되었다.

또한 딜레마 구간은 황색등화시에만 존재하는 것이므로 전체시간 중 황색등화 시간의 비율에 따라 위험도가 달라질 것이라는 점을 고려하였다. 이 비율값은 신호주기가 짧을수록 그리고 매 신호주기당 황색등화 시간이 길수록 커지게 되어 위험도를 높하게 되는 요인으로 작용할 것이다.

이러한 형태의 위험도 평가모형 개발을 위해, 우선 실제 접근로 몇 개를 선정하여 속도분포를 조사하고 이를 활용하여 위험도를 비교분석하는 방식으로 이들 접근로간의 상대적인 위험도 평가를 하고자 하였다.

또한, 속도분포에 대해 정규분포를 가정할 경우 실제 속도분포와 비교하여 위험도 수치가 어떻게 달라지는가를 분석해 보고, 나아가 분석대상 접근로에 딜레마 구간이 존재할 경우, 황색시간을 재산정하여 다시 위험도 평가를 수행하여 비교분석을 하는 방법으로 연구를 진행하고자 하였다.

IV. 딜레마 구간 위험도 평가 모형

1. 모형 구축

전 장에서 설명된 접근방법에 따라 본 연구에서 개발하고자 하는 딜레마 구간의 위험도 평가 모형은 다음 식(5)과 같이 구축하였다. 이 수식의 결

과값은 특정 접근로에서 황색신호로 인해 차량들이 경험하게 되는 평균 딜레마 구간의 길이, 또는 접근차량 1대가 경험할 것으로 기대되는 딜레마 구간길이의 기댓값을 나타낸다. 즉 이 값이 크면 클수록 그 교차로의 위험도가 높다는 것을 의미하게 되는 것이다.

$$\begin{aligned}
 D_{avg} &= \sum_{i=1}^n \left\{ \left(\frac{f_i \times d_i}{V} \right) \times \left(\frac{y}{3600} \times \frac{3600}{C} \right) \right\} \\
 &= \sum_{i=1}^n \left\{ \left(\frac{f_i \times d_i}{V} \right) \times \left(\frac{y}{C} \right) \right\} = \sum_{i=1}^n \left\{ \left(\frac{f_i \times d_i}{V} \right) \times \left(\frac{y}{C} \right) \right\} \\
 &= \sum_{i=1}^n \frac{f_i \times d_i \times y}{V \times C} = \frac{\sum_{i=1}^n f_i \times d_i \times y}{V \times C} \\
 &= \frac{\sum_{i=1}^n f_i d_i y}{VC}
 \end{aligned} \tag{5}$$

D_{avg} : 딜레마 구간 위험도(차량 1대당

딜레마 길이(기댓값))

V : 교통량(대)(속도조사시간 중 통과차량 수)

C : 신호주기(초)

f_i : i 구간에서의 빈도수(대)

d_i : 딜레마 길이(m)

y : 황색시간(초)

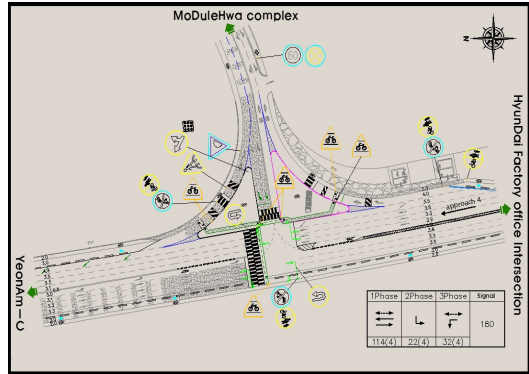
위의 딜레마 구간 위험도 산정식에서 공간적 개념의 위험도 산정을 위해 속도구간별 차량 빈도수, 총 통과교통량을 사용하여 차량 1대당 평균 딜레마 길이 또는 차량 1대당 딜레마 구간의 기댓값을 사용하였으며, 거기에 시간적 확률개념을 추가하여 전체시간 중 황색등화 시간의 비율에 따라 위험도가 달리 산정되도록 하였다.

2. 모형적용 대상 접근로 선정 및 현장조사

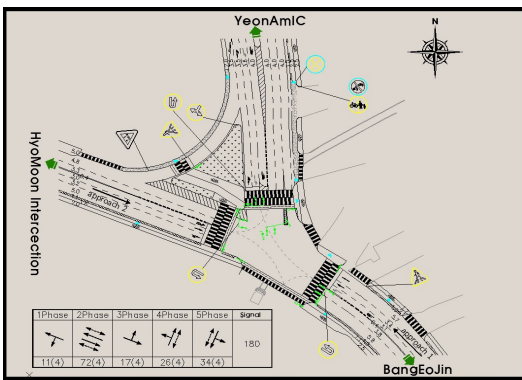
1) 대상 교차로 선정

본 연구는 조사지점 여건차로 인하여 나타날 수 있는 표본값의 편차를 최소화하여 정확도를 확보하기 위해 조사지점의 선정조건을 명확히 정립하여 조사를 시행하였다. 교통흐름이 유사하고 평지, 직진구간 등을 고려하고 속도 및 주차단속 카메라

가 설치되어 있지 않으며 교차로 정지선에서 75m 이내에 버스정류장, 주차 및 건물로의 진출입이 없어 주이동류가 주변여건에 영향을 받지 않으며, 제한속도 역시 동일한 접근로 4곳을 본 연구의 대상 지역으로 선정하였다. 딜레마 구간과 관련하여 교차로 접근 속도를 조사하였고 각 교차로별 기하구조를 도식화 하였으며, 교차로 기하구조의 특성에 대하여 조사하였다. 이러한 조사는 딜레마 구간이 형성됨에 있어 기하구조와 각 교차로간의 거리가 어떠한 영향을 미치는가에 대한 추후 연구에 중요한 자료가 될 것이다.



〈Fig. 4〉 HyoMoon Intersection



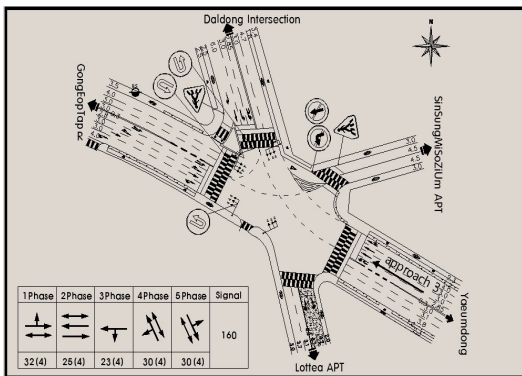
〈Fig. 2〉 HyunDai Factory office Intersection

2) 현장조사

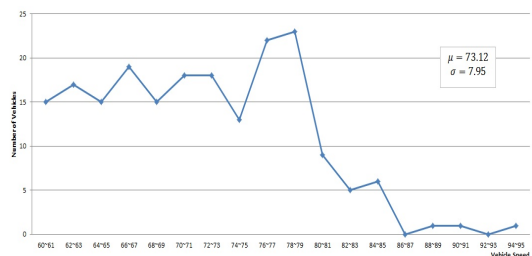
속도조사는 대상 접근로별로 각 200대씩 표본조사를 실시했는데, 차량이 교차로의 신호등의 영향을 받지 않는 상류지점에서 진입차량의 접근속도를 조사하였다.

조사장비는 스피드건을 이용하였는데, 이렇게 조사된 속도는 연속류의 특성을 나타낼 것으로 예상되는데, 조사된 속도분포와 연속류에서의 통계적 확률분포 모형인 정규분포는 서로 유사한 형태를 보일 것이다. 이는 실제 교차로 딜레마 구간 위험도 평가시 평균속도와 표준편차 값만으로 정규분포 모형의 성질을 이용한 위험도 평가가 가능할 것이라는 것을 시사하는 것이다.

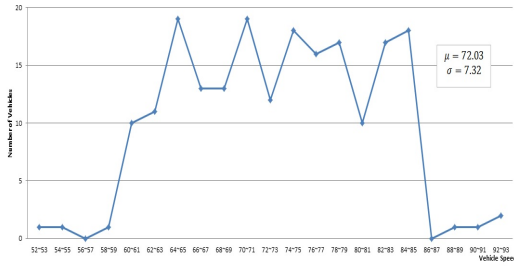
아래의 그래프는 각각의 교차로 접근로별로 조사된 접근속도 분포도이다. 조사된 4개 접근로의 평균과 표준편차 값은 대체로 비슷한 것으로 조사되었다.



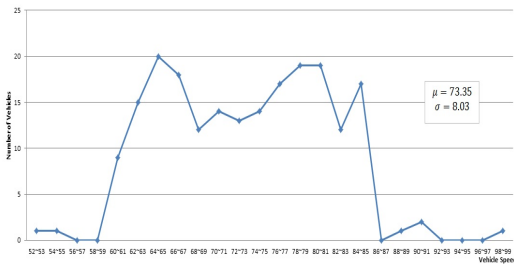
〈Fig. 3〉 DongSu Intersection



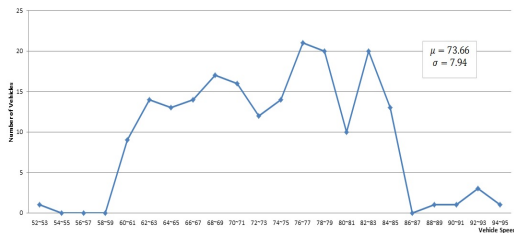
〈Fig. 5〉 Speed Distribution at Hyundai Factory office Intersection approach 1



(Fig. 6) Speed Distribution at Hyundai Factory office Intersection approach 2



(Fig. 7) Speed Distribution at HyoMoon Intersection approach 3



(Fig. 8) Speed Distribution at DongSu Intersection approach 4

3. 모형적용 및 결과분석

1) 비교분석 방법

본 연구에서 첫 번째로 각 접근로의 조사자료를 평가모형에 그대로 적용하여 딜레마 구간의 위험도를 분석하였고, 이어서 조사된 속도분포가 연속류 속도 특성인 정규분포를 따를 것이라는 가정하에, 각 접근로의 평균속도와 표준편차를 이용하여 표준정규분포로 변환하여 평가모형에 적용해 위험도 수치를 산정하고 이를 현장조사자료를 통해 도출되었던 위험도 결과와 비교분석을 실시하였다.

또한, 제한속도와 v_{85} , v_{15} 를 이용하여 황색시간을 재산정하여 평가모형에 적용시켜 도출된 결과를 조사자료 및 정규분포를 이용한 결과들과 비교분석을 실시하였다. 나아가, 평균과 표준편차의 변화에 따라 위험도가 어떻게 변하고 얼마나 영향을 미치는지 분석해 보았는데, 이 과정에서 일부의 데이터는 가상치를 적용하였다.

아래의 <Table 1>는 현장의 황색시간과 제한속도 및 v_{85} , v_{85}/v_{15} 를 이용하여 재산정한 황색시간을 정리한 것으로 이 수치를 이용하여 평가모형에 적용하여 비교분석을 실시하였다. 황색시간을 재산정하여 분석한 이유는 현장자료 분석결과 제한속도가 70km임에도 불구하고 저속차량에게도 딜레마 구간이 존재하여 현장에 맞는 황색시간의 재산정이 필요하다고 판단되었기 때문이다. 또한 v_{85}/v_{15} 를 사용한 것은 황색시간 산정시 정지선 이전의 안전정지거리에 해당되는 구간은 v_{85} 를, 그리고 정지선 통과 후 교차로 횡단구간에서는 저속차량의 속도(v_{15})를 기준으로 통과시간을 산정하는 것이 합리적이라는 점에 근거를 두고 있다.

(Table 1) Amber Times of the Approaches

(Unit : sec)

Division		Field data	Speed limit	v_{85}	v_{85}, v_{15}
Field data	approach 1	4.0	4.6	4.7	5.0
	approach 2	4.0	4.6	4.7	5.1
	approach 3	4.0	4.6	4.7	5.0
	approach 4	4.0	4.5	4.6	5.0
Normal distribution	approach 1	4.0	4.6	4.7	5.0
	approach 2	4.0	4.6	4.7	5.1
	approach 3	4.0	4.6	4.7	5.0
	approach 4	4.0	4.5	4.6	5.0

2) 모형적용 및 비교분석

본 연구에서 시행한 딜레마 구간 위험도 평가 결과는 다음의 <Table 2>과 같다. 앞서 소개된 바와 같이 접근로 4개에 대해 속도분포는 2가지, 황색시간은 4가지 다른 값을 적용하여 위험도를 산정한 결과를 나타내고 있다.

<Table 2> Results of the Dilemma Zone Risk analysis (Unit : m)

Division		Field data	Speed limit	v_{85}	v_{85}, v_{15}
Field data	approach 1	0.2851	0.0192	0.0012	0
	approach 2	0.3145	0.0425	0.0065	0
	approach 3	0.2920	0.0339	0.0031	0
	approach 4	0.2656	0.0431	0.0092	0
Normal distribution	approach 1	0.2768	0.0146	0.0016	0
	approach 2	0.3026	0.0398	0.0061	0
	approach 3	0.2909	0.0323	0.0027	0
	approach 4	0.2596	0.0398	0.0079	0

<Table 2>의 결과값을 먼저 황색시간에 초점을 맞추어 해석해 보면, 기존의 황색시간값보다 제한속도, v_{85} , v_{85}/v_{15} 로 갈수록 위험도가 감소하는 것을 확인할 수 있으며, 특히 v_{85}, v_{15} 를 사용하여 황색시간을 산정하게 되면 위험도가 0으로 나타났다. 기존의 황색시간보다 제한속도로 황색시간을 재산정하였을 경우 접근로 1의 경우, 0.2851에서 0.0192로 절반 이상 위험도가 대폭 감소하는 것을 확인할 수 있다. 또한 v_{85} 를 사용하면 0.0012로 위험도가 크게 감소되는 것을 알 수 있었다. 끝으로 v_{85} 와 v_{15} 를 이용하여 황색시간을 재산정하게 되면 딜레마 구간은 생성되지 않는 것으로 나타났다. 이러한 패턴은 다른 접근로의 경우도 유사하게 나타나고 있다.

현장의 속도분포 자료에 기초한 결과만을 별도로 분리해서 살펴보면, 각 접근로의 평균속도와 표준편차가 유사하지만 도로의 기하구조 특성에 따라 위험도 수치는 조금씩 다르게 나타나는 것을 알 수 있는데, 4개 접근로 중에서는 접근로 2의 위험도가 가장 크게 산출되었다.

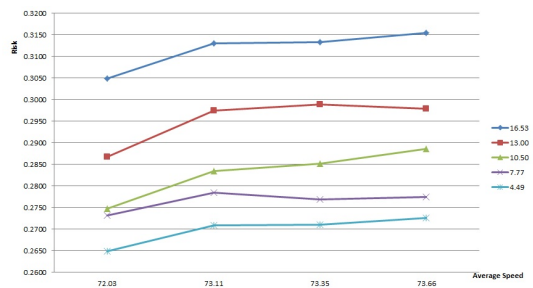
현장에서 조사된 속도분포자료를 토대로 각 접근로의 평균속도와 표준편차를 이용하여 표준정규분포로 변환시킨 후 이를 평가 모형에 적용하여 현장자료에 나왔던 결과값을 별도의 표로 정리하면 아래의 <Table 3>와 같다.

<Table 3> Risk Value Comparison between Normal Distribution and Field Data (Unit : m)

Division	Field data	Normal distribution
approach 1	0.2851	0.2768
approach 2	0.3145	0.3026
approach 3	0.2920	0.2909
approach 4	0.2656	0.2596

결과값을 비교해 보면, 현장자료와 정규분포간에는 큰 차이가 없는 것을 확인할 수 있었다. 이러한 결과는 개별 교차로에 대해 일일이 따로 차량의 접근속도 분포를 조사하지 않아도 다른 경로로 평균속도와 표준편차 값의 추정이 가능하다면 이를 이용하여 정규분포로 변환후 위험도 평가모형을 적용하여도 큰 무리는 없을 것이라는 점을 시사하고 있다.

아래의 <Fig. 9>은 평균과 표준편차 변화에 따라 위험도 값이 어떻게 달라지는가를 분석한 결과이다. 대체로 평균속도 값이 커질수록 위험도는 증가하는 패턴을 보이며, 표준편차값이 커질수록 역시 위험도 값이 증가한다. 이를 CV값, 즉 변동계수 개념으로 분석해 보면, 산술평균에 대한 표준편차의 상대적 크기를 나타내는 측도인 CV값이 높을수록 위험도는 증가하는 것을 알 수 있었다.



<Fig. 9> Dilemma Zone Risk Analysis for Various Average Values and Standard Deviations for Speed Distribution

V. 결론 및 향후과제

우리나라는 근래 교통사고 전체 건수는 줄어드는 반면, 교차로에서의 사고는 해마다 증가하고 있어 이에 대한 사회경제적 손실을 줄이기 위한 노력이 요구되고 있다. 교차로의 사고의 상당부분은 딜레마 구간의 발생에 일정부분 기인하고 있음이 여러 연구를 통해 밝혀진 바, 본 연구에서는 교차로의 딜레마 구간 위험도를 정량적으로 평가하는 방법론을 개발하여 교차로의 안전성을 제고하는데 기여하고자 하였다.

현장 교차로에 모형 적용 결과 대체로 모든 접근로에서 딜레마 구간이 발생하고 있었으며 이는 황색시간이 잘못 적용된 결과이다. 황색시간을 적절히 재산정하여 모형에 적용한 결과 위험도가 개선되는 것을 확인 할 수 있었다. 또한, 위험도 평가시 속도분포를 정규분포로 가정하고 적용했을 때, 실제 속도분포를 적용했을 때의 근사치에 해당되는 값을 얻을 수 있었다.

교차로의 위험도를 평가하여 위험도 수치가 높은 교차로 경우, 위험도를 개선시키기 위해서는 황색시간을 재조정하여 딜레마 구간의 크기를 줄여 줄게 하거나, 황색시간을 그대로 유지해야 한다면 단속카메라 등 차량의 접근속도를 낮출 수 있는 수단을 활용하여 차량의 속도를 황색시간 산정 기준속도 이하가 되도록 제어해야 한다. 그러나, 황색시간 재조정 결과 지나치게 긴 황색신호시간이 적용될 경우, 교차로 용량저하를 초래할 수 있다는 점을 간과해서는 아니될 것이다. 또한 긴 황색시간에 익숙해진 운전자들이 안전하지 않은 상황에서 교차로 통과를 시도하려고 함으로써 안전상 문제점이 발생될 우려가 있다.

본 연구에서는 모두 유사한 유형의 교차로를 선정하여 위험도를 평가하였지만, 도로의 기하구조, 교통조건, 신호체계 등에 있어 보다 다양한 형태의 접근로에 대한 광범위한 분석이 필요하다. 이를 통해 보다 정확한 위험도 값을 산정해 낼 수 있을 것이며, 나아가 위험도 값의 크기가 의미하는 위험수준의 절대적 의미에 대한 정의가 가능해 질 것이다.

감사의 글

본 논문은 영산대학교 교내연구비 지원에 의하여 진행된 연구의 결과물임.

참고 문헌

- [1] Moon Y. J, Lee J I.(2003, 6), In-vehicle Dilemma Zone Warning System at Signalized Intersections. *J Korean Soc. Transp.* vol. 2, no. 1, pp.53-62
- [2] Lee S. H, Lee S. H, Park J. N(2003. 8), A Study on Driver Behavior and Dilemma Zone during Yellow Interval at Signalized Intersections, *J. Korean soc. Transp.*, vol. 21, no. 4, *Korean Society of Transportation*, pp.7-16
- [3] McCoy. P., Pesti. G.(2003), Dilemma Zone Protection with Advance Detection and Active Warning Signs, Nebraska Dept. of Roads, *Research Project* no. SPR-PL-1.(35)
- [4] Panagiotis P.(2004), Driver behavior, dilemma zone and safety effects at urban signalised intersections in greece, *Accident Analysis and Prevention* 39, pp.147-158
- [5] Lee J. U, Lim S. H, Ryu S. G(2007. 6), A Surveillance Permissible Range of Traffic Light Violation Considering a Dilemma Zone.
- [6] Tim J. G., David A. N., Luis L., and Erik V. N.(2007), Analysis of Driver Behavior in Dilemma Zones at Signalized Intersections, *Transportation Research Record*, No.2030, TRB, pp.29-39
- [7] Lee J. U, Park Y. J, Ryu S. G, Lim S. H(2007, 7), The Minimize of Dilemma Zone at the Intersections Controlled by Automatic Traffic Enforcement.
- [8] Ryu. C. N, Kim O. C, Jang T. Y, Lim S. J(2008, 2), Analysis of Dilemma Zone Safety Considering Signal Location, *J. Korean soc. Transp.*, vol. 26,

no. 1, Korean Society of Transportation, pp.7-14

- [9] Lim S. J, Lee Y. I, Kim K. H(2013, 1), Analysis on Intersection Traffic Signal Locations Change and Characteristics of Dilemma Zone. *J Korean Soc. Transp.* vol. 31, no. 1, pp.3-13

저자소개



이 승 규 (Lee, Seung-Gyu)

2013년 2월 ~ : 영산대학교 공과대학원 재학

2006년 3월 ~ 2013년 2월 : 영산대학교 교통공학과 졸업

2003년 3월 ~ 2006년 2월 : 대송고등학교

e-mail : lsg5864@nate.com

연락처 : 010) 2569-8933