

연속 부가차로 엇갈림 구간 진출입 행태분석에 관한 연구 : 클로버형 입체교차로를 중심으로

Analysis on Entry and Exit Behaviors at the Weaving Section of a Continuous Auxiliary Lane : Focused on Clover-shaped Interchanges

박 제 진* · 하 태 준** · 오 재 철*** · 최 흥 섭****

* 주저자 : 한국도로공사 도로교통연구원 수석연구원
** 교신저자 : 전남대학교 토목공학과 교수
*** 공저자 : 전남대학교 토목공학과 박사수료
**** 공저자 : 영암군청 안전건설과 토목팀장

Je-Jin Park* · Tae-Jun Ha** · Jae-Chul Oh*** · Heung-Seob Choi****

* Korea Expressway Corporation Research Institute
** Dept. of Civil Engineering, Univ. of Chonnam National, Professor
*** Dept. of Civil Engineering, Univ. Completed doctoral course at Chonnam National University
**** Yeongam County Chief Safety Construction Division Civil Engineering Team Leader

† Corresponding author : Tae-Jun Ha, tjha@jnu.ac.kr

Vol.16 No.6(2017)

December, 2017

pp.79~89

ISSN 1738-0774(Print)

ISSN 2384-1729(On-line)

<https://doi.org/10.12815/kits>.

2017.16.6.79

Received 24 November 2017

Revised 5 December 2017

Accepted 14 December 2017

© 2017. The Korea Institute of
Intelligent Transport Systems. All
rights reserved.

요 약

고속도로 위빙구간은 진입과 진출차량에 의한 상충이 발생하는 지점으로 본선과의 영향을 최소화하기 위하여 집산로를 설치토록 하고 있다. 집산부의 설계속도는 50km/h이나 실제 운전자는 설계속도에 맞춰 적절한 감속이 이루어지지 않고 있어 사고위험이 상존해 있다. 현재 집산로가 설치된 위빙구간의 경우 전구간 진출입 가능한 행태로 설계되고 있어 운전행태를 분석하기 위해 본 연구를 실시하였다.

본 연구에서는 운전자의 행태를 분석하기 위해 클로버형 입체교차로를 중심으로 현장조사를 실시하였고, 조사된 자료를 활용하여 진출입 엇갈림 구간에서의 주행속도 및 차로변경 위치, 운전자 주행행태를 분석하였다. 이를 통해 향후 엇갈림 진출입구간에 대한 교통안전성 향상 및 기초자료로 활용이 가능할 것으로 사료된다.

핵심어 : 엇갈림 구간, 운전 행태, 교통안전, 차로 변경

ABSTRACT

Current intersection with collectors allow entry and exit in the relevant sections just as defined by the pertinent design criteria without considering driving behavior of the vehicles coming in and out of the intersection. This study analyzed the roads in the weaving sections to review driving behavior. As a result, vehicles entering a main line are found to try to change a driving lane at a section 50~55m away from a nose part, while those entering a ramp from a main line try to change it at 35~40m from a nose part. Accordingly vehicles exiting to a connecting road from a main line were found to take prior action to change a lane earlier than those entering a main line. Conflict took place intensively at 35~40m section from the nose part entering a main line. Consequently, such conflict at an weaving section may be controlled by adjusting the length of driving lane making use of a double line (solid and dotted line) that can control changing a lane. Outcome of this study may be used as a basic data for operating and maintaining an weaving section of a intersection of a road and improving traffic safety.

Key words : weaving section, driving behavior, driving safety, lane change

I. 서 론

1. 연구의 배경 및 목적

도로는 가장 기초적인 교통시설로서 우리나라 도로는 주행성과 이동성이 높은 특징을 가지고 있으며, 단기간에 급속도로 발전해왔다. 이러한 도로의 발전은 차량의 증가를 가져왔고, 차량의 증가는 교통정체 및 교통사고 발생건수 등의 교통문제를 야기했다. 특히, 주행성과 이동성이 높은 고속도로의 교통사고로 인한 많은 문제점이 발생하고 있다. 고속도로의 교통사고는 본선부와 톨게이트에서 다수 발생하나, 진출입 구간의 교통사고 발생 건수도 증가하고 있는 실정이다. 이러한 진출입구간의 교통사고는 운전자가 본선부에 비해 짧은 구간에서 많은 정보를 처리해야 하는 의사결정의 혼란에 기인한다고 할 수 있다. 이러한 의사결정의 혼란을 방지하기 위해 입체교차로에서 진입 접속도로 전방에 진출 접속도로가 위치한 경우 본선과 접속도로를 분리하도록 하고 있다.

교통류의 분리방법으로는 차선분리와 차도분리로 구분하고 있다. 차선분리 방법은 본선차로와 연속 부가차로를 구분하기 위해 유입부, 일반부, 유출부로 구분하여 노면표시를 하도록 규정하고 있으나, 실제로는 위빙구간 전체를 점선 처리하거나, 중앙부를 기준으로 유입과 유출을 구분하여 설치하고 있다. 또한, 유입과 유출차량의 운전행태에 대한 고려 없이 도로의 설계기준에는 해당구간 내에서 진출입이 가능하도록 하고 있어 실제 운전자의 주행행태를 고려하지 못하는 실정이다.

이에 본 연구에서는 운전자의 행태를 분석하기 위해 클로버형 입체교차로를 중심으로 현장조사를 수행하였으며, 조사된 자료를 바탕으로 진출입 엇갈림 구간에서의 주행속도 및 차로변경 위치와 운전자 주행행태를 분석하였다. 이를 통해 향후 엇갈림 진출입구간에 대한 교통안전성 향상 및 연속 부가차로 엇갈림 구간에서의 진출입 구간 허용 적정길이를 산출하는데 기초자료로 활용이 가능할 것으로 판단하였다.

2. 연구의 내용 및 방법

클로버형 입체교차로를 주행하는 차량은 짧은 공간 내에서 본선으로 진입·진출하기 때문에 차로변경 위치가 비슷하여 상충빈도가 높은 특징을 지니고 있다. 또한, 짧은 공간 내에서 본선으로 진입하는 차량은 가속하고, 진출차량은 감속하는 주행행태를 보이고 있어, 주행패턴이 변화함에 따른 운전자의 주변차량 예측이 매우 어려운 실정이다. 이에 본 연구에서는 집산로가 설치되지 않은 입체교차로의 엇갈림 구간에 대한 진출입 허용구간에서의 운전자 주행행태를 고려한 상충위치와 운전자 주행행태를 분석하였다.

본 연구를 수행하기 위한 연구절차는 다음과 같다.

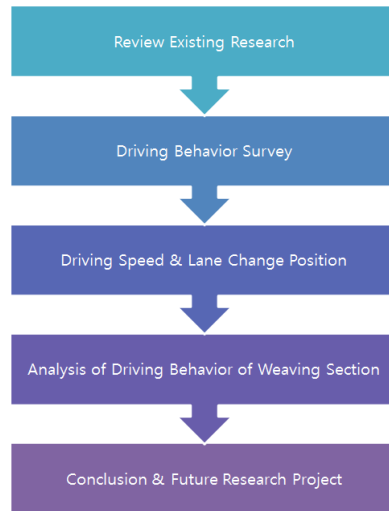
도로기능을 고려한 조사 대상구간을 선정하고, 선정된 조사 대상구간을 중심으로 차량의 주행행태적 측면인 주행속도를 조사하고, 차로변경지점에 대해서는 진입 및 진출 차량별로 구분지어 조사를 수행하였다.

조사된 자료를 활용하여 엇갈림 구간에서의 진입 및 진출 차량의 차로변경 위치 분포 및 주행속도를 분석하였다.

3. 연구의 범위

집산로 미설치 입체교차 지점에 대한 진출입 행태분석을 위해 실제 집산로가 설치된 지점에서의 진출입 위치와 주행속도를 분석하였으며, 엇갈림 구간 특성상 교통량에 따른 진출입 행태가 상이할 것으로 판단되어 교통량에 영향을 받지 않도록 하기 위해 가급적 교통량이 가장 적은 시간대를 기준으로 조사를 수행하였다.

- 시간적 범위 : 2016년 4월 ~ 5월
- 공간적 범위 : 집산로 미설치 입체교차 지점



〈Fig. 1〉 Flow Chart

Ⅱ. 기존 연구문헌 고찰 및 시사점

1. 위빙구간 설계 지침

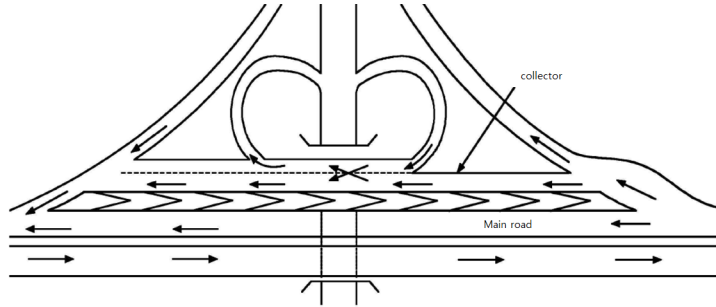
국토교통부 「도로의 구조 시설 기준에 관한 규칙」에서는 엇갈림 입체교차로의 연결로 구간에 대해 다음과 같은 경우 집산로를 설치하여 교통량을 분산·유도하도록 하고 있다.

- 통과차로의 교통량이 많아 분리할 필요가 있는 경우
- 유출분기 노즈가 인접하여 2개 이상 있는 경우
- 유출입 분기 노즈가 인접하여 3개 이상 있는 경우
- 필요한 엇갈림 길이를 확보할 수 없는 경우
- 표지 등에 의하여 유도를 정확히 할 수 없는 경우

집산로가 설치된 경우에는 엇갈림 구간 내에서 유입과 유출이 가능토록 노면표시를 설치하고 있다.

연속 부가차로 설치방법은 본선 및 유출입 교통량, 통행패턴, 용지확보 여부 및 설치연장을 종합적으로 고려하여 차선분리(Case 1)와 차도분리 방법(Case 2)으로 구분하여 설치한다.

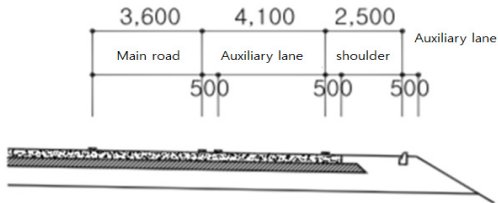
연속부가차로 구간(위빙구간)의 노면표시는 유입부, 일반부, 유출부로 구분하여 노면표시를 설치하도록 규정하고 있으나 실제 설치하는 전구간 진출입을 허용하거나 엇갈림구간의 중심을 기준으로 유입부와 유출부로 노면표시를 설치하고 있다.



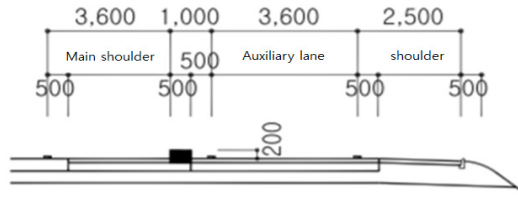
〈Fig. 2〉 Auxiliary Lane installed at Interchange

한국도로공사 「도로설계요령」에서는 연결로 설계시 운전자가 자연스러운 궤적으로 본선에 진입할 수 있도록 하며, 본선과 연결로 상호간 투시를 양호하게 하기 위해 합류단 직전에서 본선상 100m, 연결로 상 60m 구역에는 상호 투시 가능하도록 장애물을 제거하도록 규정하고 있다. 또한, 가속차로의 형식은 일반적으로 평행식이 바람직하나, 본선에 비교적 작은 반경의 평면곡선이 있는 경우 직접식도 가능하도록 정하고 있다.

case 1

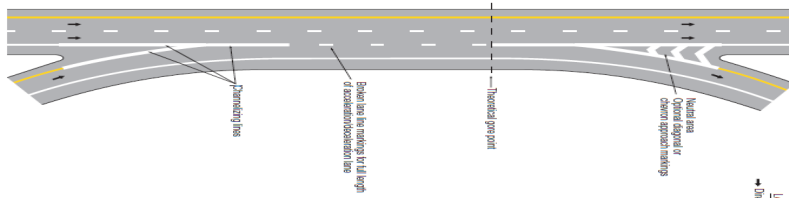


case 2



〈Fig. 3〉 Installation Methods of Continuous Auxiliary Lane

미국 MUTCD에서는 본선 차선과 램프 차선의 중립 영역에 갈매기 노면표시를 하도록 하고 램프의 고어 지점에서 변속차로의 절반에 대하여 Line Marking을 설치하고, 그 이후는 점선형 차선을 설치하도록 제시하고 있다.



〈Fig. 4〉 Examples of Channelizing Line Applications for Exit Ramp Markings Auxiliary lane, such as at cloverleaf interchange

2. 운전자 행태에 관한 연구

Go(2003)은 호남고속도로 진출램프 15곳의 본선 분기속도 분포를 분석하였다. 본선 분기속도는 81.64 km/h , 램프 진입속도는 42 km/h , 진출구간 진입속도는 65.91 km/h 임을 제시하였다. 또한, 감속차로에서 감속도는 운전자가 주행 쾌적성을 확보할 수 있는 1.96 km/s^2 이하인 0.55 km/s^2 로 감속하는 주행패턴을 보이는 것으로 분석하였다.

Kim(2016)은 고령운전자와 일반운전자의 주행특성을 비교하기 위한 인지시간, 주행속도, 핸들조작 능력, 가감속 능력, 차량편측 위치를 조사하여 주행패턴을 분석하였다. 고령운전자는 일반 운전자에 비해 인지반응 시간이 증가하였으며, 합류부에서의 주행특성은 주행속도가 낮고 핸들조작이 많은 주행행태를 보이고 있음을 확인하였다.

Schonhof and Helbing(2007)은 독일의 A5 고속도로 30km 구간을 대상으로 병목구간에서의 혼잡교통류를 분석하였다. 165일간 약 245회의 교통와해를 관측하였으며, 5가지의 시·공간적 교통혼잡의 발생패턴과 조합을 확인하였다.

Bassan(2007)은 미국 고속도로(Interstate 66)를 대상으로 오전 첨두시 자료를 수집하여 시간에 따른 속도와 밀도관계를 통해 교통와해 과정을 분석하였다. 교통와해는 Dense Congested Stable(DCS) flow로부터 교통류 전이과정에서 발생하고 있음을 확인하였다.

Banks(2002)은 비혼잡한 교통류인 안정류 상태의 차량 운전자들은 스스로 속도를 선택하여 운전하는 반면에 혼잡한 교통류인 불안정류 상태의 운전자들은 차량 속도의 범위를 선택하는데 제한적으로 운전하게 됨을 확인하였다.

Polus and Pollatschek(2002)은 속도-교통량 관계도를 이용하여 비혼잡과 혼잡한 교통류 사이에 추가적으로 안정된 밀집 교통류 상태가 존재한다고 제안하였고 DCS 교통류에서 불안정류로 변화하는 상태를 교통와해 교통류로 정의하였고, 높은 밀도와 차로변경 그리고 속도변화까지 서로 연계되어 자연적으로 발생한다고 하였다.

Zhang et al.(1998)은 차로변경을 세 가지 형태로 구분하였다.

첫 번째로 선택적 차로변경으로 운전자가 원하는 속도 및 운전상태를 유지하기 위하여 운전자의 선택에 의해 차로변경을 하게 되며 운전자의 공격성, 희망속도, 정상 및 최대 감가속도, 인내 등이 운전자 특성과 차로변경차량과 선두차량과의 상대거리, 상대속도에 의해 차로변경이 이루어진다.

두 번째는 강제적 차로변경으로 합류부, 분류부, 차로감소, 엇갈림 구간에서 주로 발생하며 운전자의 진행 경로상 연결로에서 본선으로 진입하거나 본선에서 연결로로 진출하기 위하여 반드시 차로변경을 하는 경우

세 번째 예상되는 차로변경으로 진행 경로상 미리 정해진 차로를 주행하기 위하여 차로변경을 수행하는 형태로 구분하였다.

3. 기존문헌 고찰 시사점

국내외 기존 연구문헌을 검토한 결과, 국내는 진출램프의 진출속도를 기반으로 운전자의 주행패턴을 통한 안전성을 평가한 연구와 새로운 시스템 도입을 통한 연구가 진행되는 것으로 확인되었다. 그리고 국외는 병목구간에서의 혼잡교통류 발생패턴 및 교통와해 전이과정을 분석한 연구들이 주를 이루고 있다. 이에 본 연구에서는 집산로가 설치되지 않은 입체교차 지점의 진출입 차량의 차로변경 시점·종점 위치와 주행속도를 분석하여 운전자 주행행태 분석을 수행하고자 한다. 교통사고가 빈번하게 발생되고 있는 클로버형 입체교차

로를 중심으로 한 집산로 미설치 구간의 진출입 행태분석은 향후 진출입구간 허용 적정길이 산정 및 관련 기초연구로서의 충분한 독창성이 있을 것으로 판단된다.

<Table 1> Existing literature

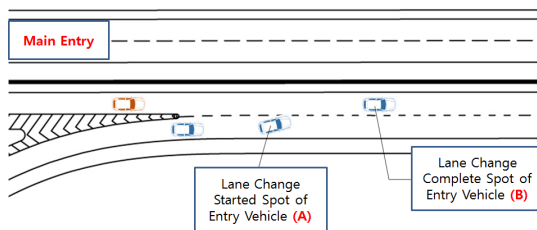
Author	Year	Substance
J.Ringert, T.Urbaniak	1993	In the analysis of traffic flow by lane, it is interpreted that the inter - vehicle interactions are pre - transitioned to the state of waiting queue without reaching the maximum traffic flow rate in free traffic flow condition.
Zhang, Y., L.E. Owen, and E.C. James	1998	The changes by car were classified into three types. The first is to change to an optional car and change it by driver's choice to maintain the driver's desired speed and driving status. The second is a forced car change, which occurs mainly in the confluence part, the classification part, the lane reduction, and the staggered section. The driver must change the car to enter the main road from the connecting road or to enter the connecting road from the main road. The third expected car is a change to the car.
Go	2003	The branching speed distribution of 15 ramps to the Honam Expressway was analyzed.
Kim	2016	The driving pattern was analyzed by comparing the recognition time, the driving speed, the steering ability, the acceleration / deceleration ability, and the position of the vehicle side to compare the driving characteristics between the aged driver and the general driver.

Ⅲ. 엇갈림 구간 조사방법 및 기본통계

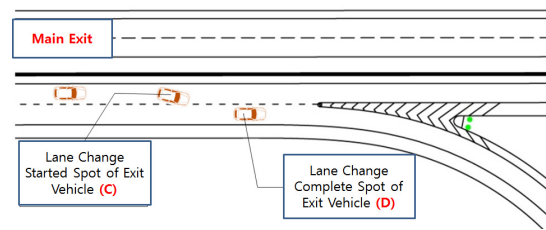
1. 조사대상 지점 선정

본 연구에서는 연속 부가차로 구간에서의 운전자 주행행태 분석을 위해 광주광역시 빚고을대로의 동림IC, 광주광역시와 전라남도 나주시의 경계에 위치한 국도13호선 본덕IC를 선정하여 조사를 시행하였다. 본선 진입 연결로의 형태를 고려한 엇갈림 구간의 행태분석을 위해 두 교차로 모두 엇갈림 구간은 175m로 동일한 조건이 되도록 선정하였다.

엇갈림 구간의 주행속도 및 진출입 위치조사는 교통량에 따라 유출입 행태가 상이할 것으로 판단되어, 교통량에 영향을 받지 않은 교통량이 가장 한산한 시간으로 설정하였다. 조사방법은 연결로에서 본선으로 진입하는 주행패턴과 본선에서 연결로로 진출하는 주행패턴을 조사하였다. 연결로에서 본선으로 유입하는 차량의 차로변경 시각 지점(A)의 위치와 차량의 속도를 조사하였으며, 유입완료 후(B) 위치와 차량 속도를 <Fig. 5>와 같이 조사하였다. 본선에서 연결로로 유출하는 차량의 차로변경 시각(C)의 위치와 차량의 속도를 조사하였으며, 차로변경 완료 후(D) 위치와 차량 속도를 <Fig. 6>과 같이 조사하였다.



<Fig. 5> Lane Change Started and Entry Spot



<Fig. 6> Lane Change Started and Exit Spot

2. 현장조사

집산로 유출입 차량의 진출·입 속도와 지점을 측정하기 위해 Laser Speed Gun인 Marks Man II를 이용하였다. 동림IC 및 본덕IC 현장조사 상황은 Fig. 8의 사진과 같으며, 스피드건의 제원에 대해서는 <Table 2>와 같이 제시하였다.

동림IC 및 본덕IC 엇갈림 구간 주행행태 현장조사를 통해 조사된 자료 중 진출입 주행속도가 규정에 적합하지 않은 이상치를 제외한 50개의 자료를 활용하여 분석하였다.

연결로에서 본선으로 유입하는 차량의 주행행태를 분석한 결과, 동림IC 본선 진입속도는 54.4km/h, 차로변경 시작 지점에서의 주행속도는 61.5km/h로 나타났고다. 그리고 본덕IC 본선 유입속도는 51.6km/h, 차로변경 시작 지점에서의 주행속도는 59.6km/h로 분석되었다.

본선에서 연결로로 유출하는 차량의 주행행태를 분석한 결과, 동림IC는 연결로 진출 시 64.2km/h로 시작하여 54.9km/h로 차로변경을 완료하는 것으로 분석되었다. 그리고 본덕IC 연결로 유출속도는 65.2km/h, 차로변경 시작 지점에서의 주행속도는 58.2km/h로 분석되었다.



<Fig. 7> Lane Change Started and Entry Spot



<Fig. 8> Field Surveying

<Table 2> MAKSMANII Data

Division	MAKSMAN II		
Weight	2.95lb. (1.34kg)		
Size	8.25 × 2.75 × 11 in.		
Acquisition Time	Speed Mode	0.4 sec.	
	Survey Mode	0.5 sec. (1sec. w/tilt)	
	Speed Accuracy	± 1mph(±2kph) minus 1 digit	
Target Range for UltraLyte	Min	Speed Mode	50ft (15m)
		Survey Mode	0ft (0m)
	Max	2,000ft (610m)	
Range Accuracy	Speed Range	±200mph (±320kph)	
	Speed Mode	± 6 "	
	Survey Mode	± 2 " typical, ± 6 " max	

〈Table 3〉 Dong-Rim IC Data

Division	Entry (Ramp → Main Lane)				Exit (Main Lane → Ramp)			
	A Spot		B Spot		C Spot		D Spot	
	Speed (km/h)	Position (m)	Speed (km/h)	Position (m)	Speed (km/h)	Position (m)	Speed (km/h)	Position (m)
1	57	90.3	62	156.3	78	227	57	126.4
2	63	59.8	72	154.2	83	37.1	65	140.3
3	56	60.8	56	143.2	75	83.9	59	138.7
... ellipsis ...								
48	62	80	60	155	63	44.6	62	121
49	71	60.2	65	138.9	52	24.2	50	147
50	51	69.3	58	140.5	54	72	50	125

〈Table 4〉 Bon-Deok IC Data

Division	Entry (Ramp → Main Lane)				Exit (Main Lane → Ramp)			
	A Spot		B Spot		C Spot		D Spot	
	Speed (km/h)	Position (m)	Speed (km/h)	Position (m)	Speed (km/h)	Position (m)	Speed (km/h)	Position (m)
1	45	41.2	55	110	60	47.1	56	123.2
2	55	36.6	66	120.6	60	41.9	58	121.3
3	44	44.5	50	110	58	59.2	46	118.8
... ellipsis ...								
48	47	56.8	54	128.4	42	34.9	46	103.6
49	49	91.3	64	237.2	69	49	63	150.3
50	55	81	78	193.2	63	50.9	52	151.6

IV. 집산로 미설치 구간의 입체교차 지점의 엇갈림 구간 진출입 행태분석

1. 진출입 행태 분석

국토해양부의 「도로의 구조·시설 기준에 관한 규칙 해설 및 지침」에서 준용하고 있는 ‘자동차관리법 시행규칙 제2조’에 제시된 설계기준자동차 중 승용자동차의 연장 4.7m를 고려하여 5.0m 간격으로 진출입 주행 전 행태를 분석하였다.

1) 동림IC 조사결과

동림IC 진출입 차량의 차로변경 위치를 분석한 결과, <Fig. 9>와 같이 본선으로 진입하는 차량은 노즈부로부터 70~75m 떨어진 구간에서 차로 변경을 시도하는 것으로 분석되었다. 반면에 본선에서 연결로로 진출하는 차량은 노즈부로부터 50~55m 떨어진 구간에서 차로 변경을 시도하였으며, 이를 중심으로 넓게 분포되어 있는 것으로 나타났다. 동림IC의 유출입 행태를 분석한 결과, 본선으로 진입하는 차량은 노즈부에서 70.7m

떨어진 지점에서 유입을 시도하는 것으로 나타났으며, 진출하는 차량은 노즈부에서 50.5m 떨어진 지점에서 차로 변경을 시도하는 것으로 확인되었다. 분석 결과를 바탕으로 동림IC를 진출입하는 차량의 주행행태는 유출차량이 진입차량보다 우선적으로 차로 변경을 시도하는 것으로 나타났다. 하지만, 동림IC의 집산로 엇갈림 구간의 차선은 유입차량의 진입을 먼저 허용한 후 유출차량이 진출할 수 있도록 유도하고 있어 실제 운전자의 주행행태와 상이한 것으로 나타났다.

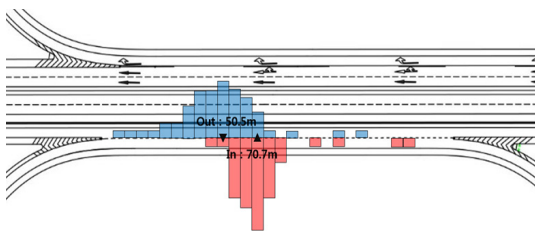
2) 본덕IC 조사결과

동림IC와 마찬가지로 진출입 구간을 5m 간격으로 분류하여 유출입 시점 위치를 분석하였다. 그 결과, 본선으로 진입하는 차량은 노즈부로부터 50~55m 떨어진 구간에서 차로 변경을 시도하였고, 해당 구간을 중심으로 밀집되어 있는 것으로 나타났다. 반면에 본선에서 연결로로 진출하는 차량은 노즈부로부터 35~40m 구간에서 차로 변경을 시도하였으며, 이를 중심으로 넓게 분포되어 있는 것으로 나타났다.

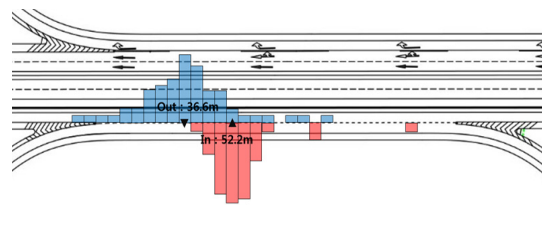
본덕IC의 유출입 행태를 분석한 결과, <Fig. 10>과 같이 본선으로 진입하는 차량은 노즈부에서 52.2m 떨어진 지점에서 진입을 시도하는 것으로 나타났으며, 진출하는 차량은 노즈부에서 36.6m 떨어진 지점에서 차로 변경을 시도하는 것으로 분석되었다. 조사결과에 따르면 본덕IC는 엇갈림 구간 전체에 대하여 진출입을 자유롭게 허용하고 있으나, 실제 현장조사에서는 본덕IC 또한 동림IC와 동일하게 유출입하는 차량의 실제 주행행태는 진출차량이 진입차량보다 우선적으로 차로 변경을 시도하는 것으로 나타났다.

<Table 5> Driving Behavior Survey Analysis

Division	Entry (Ramp → Main Lane)				Division	Exit (Main Lane → Ramp)			
	A Spot		B Spot			C Spot		D Spot	
	Speed (km/h)	Position (m)	Speed (km/h)	Position (m)		Speed (km/h)	Position (m)	Speed (km/h)	Position (m)
Dong-Rim IC	54.4	70.7	61.5	137.1	Dong-Rim IC	64.2	50.5	54.9	131.7
Bon-Deok IC	51.6	52.2	59.6	132.5	Bon-Deok IC	65.2	36.6	58.2	131.4



<Fig. 9> Dong-Rim IC Entry & Exit Driving Behavior



<Fig. 10> Bon-Deok IC Entry & Exit Driving Behavior

2. 조사결과 분석

1) 조사결과 분석

집산로가 설치되지 않은 입체교차로의 엇갈림 구간에서 본선으로 진입하는 통과차량의 주행속도를 조사한 결과, 동림IC는 본선 진입은 고어부에서 70.7m 이격지점에서 시작하여 137.1m 지점에서 차로변경을 완료

하는 것으로 분석되었다. 그리고 본덕IC는 차로변경 시작 지점은 고어부에서 52.6m 이격되었으며 고어에서 132.5m 지점에서 차로변경을 완료하는 것으로 분석되었다.

본선에서 연결로로 유출하는 차량의 주행행태를 분석한 결과, 동림IC는 연결로 진출 시 50.5m 지점에서 차로변경을 시작하여 131.7m 지점에서 차로변경을 완료하는 것으로 분석되었다. 그리고 본덕IC 연결로 차로변경 시작 지점이 고어부에서 36.6m이격된 지점에서 시작하여 131.4m에서 차로변경을 완료하는 것으로 분석되었다. 이는 본선에서 유출차량이 유입차량보다 먼저 차로변경을 시행하고 있는 것으로 분석되어 노면 표시 기준상 제시된 유입부, 일반부, 유출부의 구성과 상이한 주행행태를 보이고 있는 것으로 분석되었다.

2) 기초 통계 검증

본 연구의 현장조사 결과에 대한 정규성 검정을 위해 ‘SPSS 21.0’을 이용하였다. 근사 유의확률(양측)값이 0.05보다 크면 정규분포와 유의한 차이가 없으므로 정규분포를 따르는 것으로 판단하였다. 기초 통계 검증 결과 근사 유의확률이 0.05보다 크게 나타나 현장조사 결과는 정규분포를 따른 것으로 판단할 수 있다.

〈Table 6〉 Dong-Rim IC Data Japan Kolmogorov-Smirnov

division		In	Out
N		50	50
Regular parameter	average	70.7	50.5
	Standard Deviation	20.25331	14.53371
Maximum extreme	Absolute value	0.072	0.109
	Positive number	0.072	0.109
	negative numver	-0.059	-0.053
Kolmogorov-Smirnov Z		0.617	0.753
Probability of approximate significance		0.841	0.621

〈Table 7〉 Bon-Deok IC Data Japan Kolmogorov-Smirnov

division		In	Out
N		50	50
Regular parameter	average	52.2	36.6
	Standard Deviation	20.13821	18.03622
Maximum extreme	Absolute value	0.117	0.132
	Positive number	0.117	0.119
	negative numver	-0.068	-0.132
Kolmogorov-Smirnov Z		0.760	0.722
Probability of approximate significance		0.610	0.674

V. 결 론

본 연구는 집산로가 설치되지 않은 입체교차로의 엇갈림구간에 대한 진출입 행태를 파악하고자 운전자 주행행태를 분석하였다. 이를 위해 동립 IC와 본딤IC를 선정하여 진출입 주행행태에 대한 현장조사를 실시하였으며, 다음과 같은 결론을 도출하였다.

첫째, 엇갈림 구간 진출입 주행행태 분석결과, 본선에서 유출차량이 유입차량보다 먼저 차로변경을 시행하고 있는 것으로 분석되어 노면표시 기준상 제시된 유입부, 일반부, 유출부의 구성과 상이한 주행행태를 보이고 있는 것으로 나타나 운전행태를 기반으로 한 설치기준의 재정립이 필요한 것으로 조사되었다.

둘째, 연속부가차로 엇갈림 구간에 인접한 본선의 통과차량 속도와 진입차량의 진입 완료 후 차량속도의 편차가 큰 것으로 분석되어, 본선에 합류하는 진입차량은 본선 교통류의 속도 등에 영향을 미칠 것으로 판단되어 적절한 시설보완 등이 필요한 것으로 분석되었다.

이상의 결과를 종합해 보면, 운전자들의 주행행태 고려 시 엇갈림 구간에서 유출입 행태가 노면표시 기준과 상이하여 설계기준을 재정립할 필요성이 있음이 확인하였다. 따라서 엇갈림 구간이 발생하는 구간을 기점으로 이중선(실선, 점선)을 활용한 차로변경 구간을 명확하게 제시하게 함으로써 교통안전성을 확보할 수 있을 것으로 판단된다.

본 연구는 집산로가 설치되지 않은 클로버형 입체교차로의 엇갈림 구간의 진출입 구간을 선정하여 유출입 행태를 분석한 것으로, 교통량 및 교통환경에 대해 고려하지 못한 한계점을 나타내고 있어 이에 대한 추가적인 고려가 필요할 것으로 판단되며, 명확한 진출입 노면표시 설치 기준 제시를 위하여 조사지점을 확대하고, 진출입 행태를 비롯하여 설계기준차량의 제원 및 운전자의 사이드미러를 통한 시야 등을 고려한 추가적인 연구가 필요할 것으로 판단된다. 또한, 진출입로가 설치된 엇갈림 구간에서 본선 통과차량의 감속과 차로 변경 유도도를 위하여 노면표지, 표지판 등 교통안전시설 설치 등에 대한 추가 연구 수행을 통해 엇갈림 구간의 안전성을 확보할 필요가 있을 것이다.

REFERENCES

- Bassan S., Polus A. and faghri A.(2007), "Modeling of freeway breakdown process with log-periodic oscillations," *Canadian Journal of civil Engineering*, vol. 34, Issue 12, pp.1577-1586.
- Go Y. S.(2003), *Estimation of deceleration lane length on freeway off-ramp using behavior analysis*, Chonnam National University, Master Degree Thesis.
- Hassan Yasser, Sayed Tarek A., Ahammed Alauddin M.(2006), "Effect of Geometry of Entrance Terminals on Freeway Merging Behavior," *TRB Annual Meeting*, pp.1-14.
- Kim Y. B.(2016), *An Analysis of Expressway Merging Behaviors and Characteristics based on Driving Behavior Experiments*, Seoul City University Graduate School, master Degree Thesis.
- Schonhof M. and Helbing D.(2007), "Empirical features of congested traffic states and their implications for traffic modeling," *Transportation Science*, vol. 41, no. 2, pp.135-166.