

# 『신호현시 표출 방법』에 따른 교통사고 발생빈도 분석 연구: 대전광역시 관내 중심으로

## A Study on the Frequency of Traffic Accidents by Traffic Signal Timing: Focused on Daejeon

윤 소 식\* · 이 민 호\*\* · 이 철 기\*\*\*

\* 주저자 : 경찰청 교통국 국장  
 \*\* 교신저자 : 전국자동차운전전문학원연합회 회장  
 \*\*\* 공저자 : 아주대학교 교통시스템공학과 교수

So-sig Yoon\* · Min-ho Lee\*\* · Choul-ki Lee\*\*\*

\* Traffic Bureau of Korea National Police Agency  
 \*\* Federation of Specialized Driver Training School  
 \*\*\* Dept. of Transportation System Eng., Univ. of Ajou

† Corresponding author : Min-ho Lee, asm21@naver.com

Vol. 22 No.3(2023)  
 June, 2023  
 pp.20~37

pISSN 1738-0774  
 eISSN 2384-1729  
<https://doi.org/10.12815/kits.2023.22.3.20>

Received 10 April 2023  
 Revised 2 May 2023  
 Accepted 8 May 2023

© 2023. The Korea Institute of Intelligent Transport Systems. All rights reserved.

### 요 약

본 연구는 지속 확대 설치되고 있는 교통신호기가 교통사고 예방에 어떤 효과가 있는지 분석하기 위한 것이다. 대전광역시 교통신호기 1,602개소 중에서 2013~2019년까지 7년간 TCS에 등록된 신호위반 등 교통사고 자료 7,045건을 수기 검색하였다. 교통사고 다발 상위 20개소 교차로를 특정하고, 교통사고 조사기록과 현장지도를 열람하여 위반차량의 주행 방향, 신호현시를 비교분석하고, 신호위반 교통사고 원인을 신호운영 설계(운영) 미흡과 운전자 과실(고의)을 구분해서 문제점 및 개선안을 제안하였다. 분석 결과 직좌동시신호와 중복현시 등에서 신호위반 교통사고 75%가 발생하였고, 황색신호에서 발생하는 교통사고 대책으로 황색신호시간 연장 또는 전적색(All Red)신호 운영시 교통사고가 줄어들었다. 비보호 좌회전은 정상신호로 개선이 필요하다. 또한, 경찰에서는 교통사고 현장지도 및 신호관련 자료에 대하여 수기 열람으로 교통사고 예방대책 수립시 많은 인력과 활용도가 떨어져 교통업무관리시스템(TCS)의 개선이 필요하다. 본 연구는 현장에서 수집한 방대한 데이터를 분석하여 개선방안을 제시한 것으로 신호운영에 기여할 것으로 판단된다.

핵심어 : 신호교차로, 교통사고, 현시, 대전광역시

### ABSTRACT

Although traffic signal installations are continuously expanding, the effect of preventing traffic accidents remains unverified. Totally, 7,045 traffic accident data (such as signal violations) registered with TCS were manually searched for a 7-year period from 2013 to 2019 for 1,602 traffic signals in Daejeon Metropolitan City. The top 20 traffic accident intersections were identified, the traffic accident investigation records and field maps were viewed to compare the driving direction and signal phase of the violated vehicle, and the cause of the traffic accident was divided into insufficient signal operation design (operation) and driver negligence (intentional). Results of the analysis revealed that 75% of traffic accidents occurred in thru-left-turn traffic signals and overlap; moreover, extending the

yellow time or operating all red signals due to countermeasures against traffic accidents occurring in yellow signals resulted in reduced traffic accidents. Data indicated that Permissive Left Turn requires improvement with the signal operation. In addition, since The Korean National Police Agency is not computerized for traffic accident sites and signal-related data, the lack of manpower necessitates improvement and utilization of TCS when establishing traffic accident prevention measures. It is believed that it will contribute to signal operation by analyzing vast amounts of data collected in the field and presenting improvement measures.

Key words : Signal intersection, Traffic accident, Phase, Daejeon Metropolitan City

## I. 서 론

### 1. 개요

국가 및 지방자치단체에서는 2020년부터 교통사망사고 50%를 줄이기 위해 안전속도 5030을 통한 도심권 속도 하향 및 어린이보호구역 교통안전시설 기준을 강화하고, 교통신호기 설치를 확대하였다. 교통상의 위험과 장애 방지 및 원활한 소통 향상 목적으로 2021년말 기준 전국 5만 7천여대의 신호기가 설치 운영 중에 있으나 도심권에서는 차량 증가로 소통이 원활하지 않고, 신호위반 교통사고도 감소가 되지 않아 투입비용에 비해 효과가 나타나지 않고 있다.

전국 10년(2012~2021)간 경찰청 교통경찰 업무관리 시스템(이하, TCS) 교통사고를 분석한 결과 안전운전 불이행 위반 교통사고는 56%로 제일 큰 비중을 차지하고 있으며, 2021년말 기준 전국 교통사고를 보면 총 203,130건(사망 2,916명) 중 안전운전의무위반 55%(111,766건)로 가장 많고, 다음으로 신호위반 12%(24,608건), 안전거리 미확보 10%(21,045건) 순이었다. 안전운전불이행은 신호위반, 과속과 같은 의도적인 위반행위가 아닌 도로상에서 발생하는 모든 행위를 법률로써 규정하기 어려워 만든 포괄적이고 추상적인 의무규정으로(cho, 2015) 일반적으로 특정할 수 없는 외적 요인 과실에 적용하고 있다.

<Table 1> Statistics for 10 years (2012-2021) Traffic Regulatory violations

	Total	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2017	2019	2020	2021
Total	2,321,044	223,656	345,017	223,552	232,035	220,917	216,335	217,148	229,600	209,654	203,130
Safe driving violation	1,225,235	125,391	121,402	126,329	130,551	124,399	121,322	121,797	126,006	116,272	111,766
Signal violation	252,477	25,307	24,425	25,702	26,511	24,408	24,358	24,725	27,921	24,512	24,608
Safety distance not secured	210,920	22,275	20,106	20,678	21,708	20,660	20,053	20,453	22,473	21,469	21,045
Driving method violation at intersection	272,436	14,721	144,070	14,341	14,671	14,671	14,229	14,064	15,372	14,079	12,218
Centerlane violation prediction	106,119	13,018	12,324	12,092	11,998	10,712	10,184	9,559	9,344	8,364	8,524
Exceed the speed limits	8,055	377	427	515	593	663	839	950	1,124	1,241	1,326
etc.	245,802	22,567	22,263	23,895	26,003	25,404	25,350	25,600	27,360	23,717	23,643

## 2. 연구의 필요성

본 연구에서는 위반행위가 명확한 신호위반에 대하여 대전광역시 관내 1,602기 신호운영 장소를 중심으로 신호위반 교통사고 발생 실태를 분석하였다. 2013부터 2017년까지 7년간 TCS에 등록된 신호위반 등 교통사고 자료 7,045건을 수기 검색하였고 그 중 교통사고 다발 상위 20개소 교차로를 분석하였다.

교통사고 예방과 소통을 위해 교통신호기를 확대 설치하고 있고 교통환경이 달라 다양한 신호체계를 운영하고 있는데 교통사고 발생이 많은 곳에서의 신호운영이 교통사고에 어떤 영향을 미치는지 연구하고 개선 방안을 제시하고자 한다.

## II. 이론적 고찰

### 1. 신호등의 의미 및 종류

신호등에 관련하여 도로교통법 제3조(신호기 설치 및 관리) 및 동법 시행령 제6조(신호기) 제1항 별표1(신호기 만드는 방식), 제2항(신호의 종류 및 그 뜻) 등에 규정되어 있다. 차량 운전자는 신호가 운영되는 교차로 통행 시 신호 전환을 대비하여 서행 등 주의를 통해 차량 사고 및 보행자 사고를 상시 예방해야 하는 의무가 있다. 차량 황색신호는 정지선이나 교차로에서 정지해야 하고 이미 진입이 된 상태에서는 주의하면서 신속히 벗어나야 한다.

<Table 2> Types of signals and the meaning of lights

Signal	Traffic Light	Move Through Signal	Driver (Pedestrian)
Vehicle Signal	Green Light	Right/Through Traffic	Through
	Permissive Left Turn	Through Traffic (Beware of opposite vehicles)	Through
	Yellow Light	Stopped at the stop line	Stop
		Already inside the intersection	Through
		Turn right without interrupting other traffic	Through
	Red light	Stopped at the stop line	Stop
		Turn right without interruption to other cars	Through
	Yellow Flashing	Turn right without interruption to other cars	Through
Red Flashing	Stopped at the stop line	Stop and start	
	In the event of a traffic accident	Stop and start	
Pedestrian signal	Green Light	Crossing	(Through)
	Green Flashing	In the sidewalk	(Don't walk)
		Crossing the road	(Walk)
			(Return to the sidewalk)
Red Flashing	Crossing	(Stop)	

## 2. 신호주기

신호주기와 현시를 계획할 때에는 차량과 보행자에 대한 평균 지체 최소화 및 교통사고를 유발할 수 있는 잠재적 상충의 감소와 교차로 각 접근로 교통처리 용량을 최대로 늘릴 수 있는 신호운영을 계획하여야 하나 차량 교통량이 많은 경우 이를 충족할 방법은 없다. 신호주기는 경찰 교통신호기 설치·운영·관리 지침에서 120~150초 신호주기를 권장하고 있으나 광로(40~70m)나 대로(25~40m)에서는 200~250초 주기를 넘는 곳이 일부 있다.

2021년 어린이보호구역 등 교통약자가 많이 이용하는 횡단보도 1m당 0.8→0.7초로 횡단시간이 늘어나고 보행자의 안전이 강화되는 방향으로 정책이 강화되고 있어 신호주기가 늘어나는 추세로 신호주기 길이 계산식은 다음과 같다.

$$C = \frac{1.0 - Y_i}{1.5L + 5}$$

$$C = \text{optimum cycle} \leq \text{ngth}, (s)$$

$$Y_i = \text{critical lane volume} \div \text{by the saturation flow}, \sum \text{med-phas}$$

$$L = \text{lost time per cycle}, (s)$$

횡단보도 보행시간이 연장될 경우 도로 구조가 광·대로인 경우 주도로에 설치된 횡단보도 보행시간 때문에 주도로 차량신호 시간이 상대적으로 단축되어 차량 소통의 장애를 초래하는 문제점이 예상된다.

<Table 3> A Case Study on the Operation of Signal Cycle in Korea

	Daejeon	Incheon	Gwangju	Daegu	Ulsan
One-way 2-lane	120~130	140~150	140~150	140~150	150
One-way 3-lane	140~160	160~180	150~160	160	180
One-way 4-lane	160	190	180	160~180	180
More than	180	200~250	180~200	180~200	180
One-way 5 lanes	Chungdae 5-ga(180)	Dohwa 5-ga(250)	Unsu(200)	Beomeo 4-ga(200)	Beonyeong 4-ga(180)

## 3. 신호현시

신호교차로 현시의 수는 접근로의 수와 교차로 형태뿐만 아니라 방향별 교통량 횡단보도 유무에 따라 효율성과 교통안전을 종합적으로 고려하여 결정한다. 신호현시는 보행자와 차량이 함께 이동 또는 분리하는 조건 등을 고려하여 직진 및 좌회전을 동시에 부여하거나 좌회전을 분리하는 등 다양한 조합으로 설계할 수 있다.

신호현시를 조합 할 때에는 교차로의 지체나 상충을 줄여 위험을 최소화하고 현시 수를 줄여 신호 손실시간을 단축하는 운영방법을 선택하여야 한다. 도로의 기능과 폭원 및 좌회전 전용 차로가 별도로 확보되어 있는지 유무와 좌회전 차량보다는 직진차량 소통을 중요시할 필요성이 있는 경우는 동시보다는 분리신호 운영 전략을 주로 활용하여 직진차량 소통 능력을 높이는 등 다양한 신호현시 운영 방법이 있다.




### 1) 현시별 최소녹색시간 산정 방법

- 보행신호 고려 시
  - = 보행자 초기진입시간(4~7초) + (보행자 횡단거리/1.0m/s)
  - = 보행자 초기진입시간(4~7초) + (보행자 횡단거리/0.7m/s)
  - ※ 어린이, 노인 및 장애인 등 교통약자를 위한 보행신호 운영시
- 보행신호 불필요 시
  - = 주교통류 최소 15초
  - = 주교통류가 아닌 교통류 최소 5초

### 2) 보호좌회전 현시

보호좌회전은 직좌동시신호, 이중좌회전신호, 중복(overlap)신호로 크게 3가지로 구분할 수 있으며, 각각 교통상황과 운영 목적에 맞춰 최적의 현시를 결정한다. 이 외에도 도로구조 및 교통량에 맞는 다양한 방법으로 현시를 표출할 수 있다.

<Table 4> How to display a protective left turn

	thru-left-turn	leading left-turn	Overlap	etc.
Signal Timing				Display of various methods suitable for road structure and traffic volume
Goal	A lot of left traffic volume and lane not separated	left turn traffic is the same and thru traffic is improved	Shorten left-turn, increase through traffic	

### 3) 비보호좌회전

비보호 좌회전은 3색 신호등과 비보호좌회전 보조표지를 병행하여 설치하며, 2015년 3월 국민편의 교통규제 개선으로 비보호 겸용 좌회전이 도입되었다. 녹색등화에서 비보호 좌회전 사고가 발생하는 경우 신호위반이 아닌 일반사고(교차로통행방법 위반, 안전운전 불이행 등)로 책임을 묻고 있고, 큰 사고 또는 해당 교차로에서 빈번하게 교통사고가 발생하는 경우 보호좌회전으로 전환을 검토한다.

## 4. 황색신호

황색신호는 적색신호 점등에 앞서 정지할 필요가 있는 운전자들에게 주의를 주기 위한 적절한 시간을 제공 할 수 있도록 설계되어야 한다. 최대 5초로 하며, 이를 넘는 나머지 시간은 1~2초의 전적색시간으로 하고, 부득이할 경우 정지선을 앞으로 당겨 교차로의 길이를 축소한다. 황색시간을 산출하기 위해서는 교차로의 폭, 차량의 접근속도, 임계감속도, 운전자 반응시간 등을 고려하여야 하며, 딜레마존을 최소화 할 수 있는 적정 신호변환 시간은 다음 공식에 따라 산출한다.

$$Y = t_b + \frac{v}{2c} + \frac{(w+l)}{v} - t_s$$

$Y$  = Yellow times (s),

$a$  = Approach deceleration rate (m/s),

$v$  = Approach speed (m/s)

$l$  = Length of vehicle (m)

$W$  = Width of intersection (m),

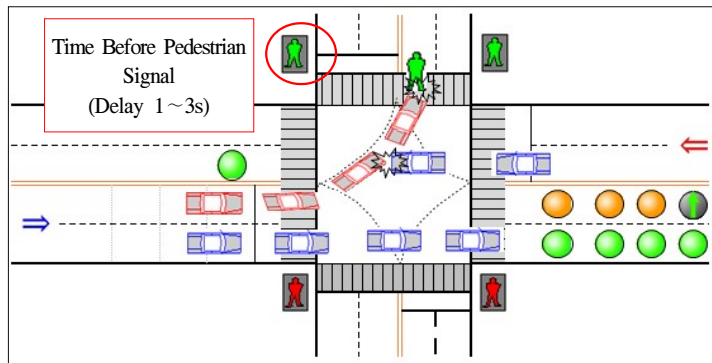
$t_b$  = perception - reaction time for stop (s, the value of  $t_b = 1.0s$ ),

$t_s$  = perception - reaction time for start & Free time (s, the value of  $t_s = 1.5$ ).

## 5. 보행신호

차량신호에 따라 이동하는 차량과 보행신호가 상충되어 보행자 안전에 장애가 있는지를 반듯이 점검하여 보행신호 지연 수행(Time Before Pedestrian Signal) 등 보행자 사고예방을 위해 신호를 설계하여야 한다.

보행신호는 해당 현시 시작점부터 주어야 하나 특별한 경우 현시의 시작점인 차량의 녹색신호 시작 이후 1~2초 뒤 보행신호를 부여하며 보행신호 지연 시간제한 규정은 없다. 차량 신호가 종료 후 마지막 차량이 횡단보도를 통과하는 시간과 횡단보도 신호 점등 및 보행자 횡단 시 상충되는지 여부를 반복점검 보행신호 지연 시간을 적절하게 조정한다.



<Fig. 1> Left turn and pedestrian accident countermeasures

## 6. 비보호

비보호좌회전은 차량 소통에 도움 되는 장점은 있으나 반면 대항 차량과 사고나 비보호좌회전 차량과 측면 횡단보도 횡단 보행자와 비보호좌회전 신호 중첩으로 인해 교통사고 위험성이 높다.

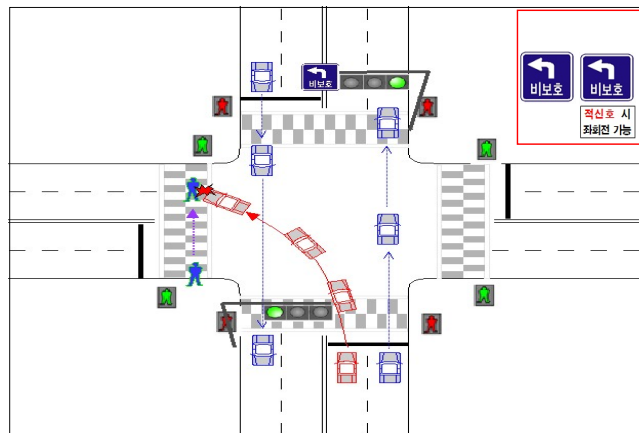
<Table 5> Permissive Left Turn status

Korea			Daejeon		
Total	Permissive Left Turn	PPLT	Total	Permissive Left Turn	PPLT
18,654	13,198	5,456	481	451	30

2019년 교통운영체계 선진화개선 이전에는 비보호좌회전으로 인해 사고 발생시 신호위반 책임의 규정이 있었으나 차량소통을 증시하는 정책으로 인해 오히려 안전이 저하되는 현상이 발생하였다. 비보호좌회전 설계 및 운영 시 어린이보호구역 등 교통약자가 이용하는 장소는 피해야 한다. 적색 점멸등 운영이 추가하면서 교통사고 발생 시 신호위반 처리하도록 하여 운전자가 적색점멸 신호의 의미를 잘 모르고 사고를 야기하는 경우가 있었다.

<Table 6> Permissive Left Turn installation criteria

Before			improvement			
Standard	Left Turn signal (If any of the following is met)		Permissive Left Turn (If any of the following is met)		PPLT (If any of the following is met)	
Number of opposite straight lanes	More than 4 lanes		Less than 4 lanes		-	
Maximum speed limit opposite lane count	More than 70 km/h & More than 3 lanes		Less than 70 km/h & More than 3 lanes		More than 50km & 2 lanes	
Opposite viewing distance	Within 100m		More than 100m		More than 85m	
Number of lanes dedicated to left turn	More than 2 lanes		1 lane			
Left turn traffic accident	More than 4 cases a year		Less than 4 cases a year		3 cases a year	
Left turn traffic	over 90s per hour		Less than 90s per hour		-	
Peak hour Number of opposite through traffic x left turn traffic	Number of opposite straight lanes		Number of opposite straight lanes			
	1 lane	More than 50,000veh	1 lane	Less than 50,000veh		
	2 lanes	More than 100,000veh	2 lanes	Less than 100,000veh		
3 lanes	More than 150,000veh	3 lanes	Less than 150,000veh			



<Fig. 2> Permissive Left Turn : Conflict with pedestrian crossing signals

## 7. 경보형 경보등

경보형 경보등을 교차로에 설치 시 주도로 황색점멸, 부도로 적색 점멸을 설치, 통행 우선순위를 부여하고, 교통사고 발생 시 적색점멸 방면 주행 차량을 신호위반으로 처리하도록 되어있다. 황색점멸에서 부도로 적색점멸로 시설기준이 개선되면서 신호위반 사고가 늘어났고, 교통사고 처리에 있어서도 황색점멸 방면의 차량이 일시 정지하지 않고 주행하였음에도 적색 점멸신호 방면 주행 차량에게 주된 사고 책임을 신호위반으로 처리하고 있다.

## 8. 기존 연구와의 차별성

Oh et al.(2007)는 경기도 지방부 성격을 가진 일반국도 신호교차로에서 발생한 교통사고를 단순 통계분석과 다중회귀분석을 인용하여 일반국도의 신호교차로 교통사고 예측모형을 개발하고, 이는 지방부 성격을 지닌 교차로에 적용이 가능하다. Lee et al.(2015)는 신호현시 개선으로 교차로의 교통 처리능력이 증대되는 것을 확인하여 교통사고 감소에는 한계가 있다.

### 1) 문제제기

신호위반 사고는 2019~2021년 3년 평균 12%(25,680건) 사망 8.8%(274명)로, 안전운전불이행 사고 55%(118,015건) 사망 66%(2,070명) 다음으로 큰 비중을 차지하고 있다.

<Table 7> Traffic accidents by traffic violation of Korea

Year	total accidents	fatal accidents	Safe driving violation		Signal violation		Centerlane violation prediction	
			accidents	fatal accidents	accidents	fatal accidents	accidents	fatal accidents
Average	214,180(100)	3,115(100)	118,015(55.1)	2,070(66.4)	25,680(12.0)	274(8.8)	8,744(4.1)	210(6.7)
2021	203,130	2,916	111,766	1,929	24,608	241	8,524	188
2020	209,654	3,081	116,272	2,047	24,512	267	8,364	196
2019	229,600	3,349	126,006	2,234	27,921	315	9,344	246

신호 운영은 경찰청 교통신호기 설치·운영 업무편람에 따라 교통량, 교통사고, 도로 구조 등 교통안전과 소통을 고려하여 운영하고 있다. 지방자치단체마다 약간의 차이는 있으나 특별 및 광역시권 등에서는 도로교통공단 자문이나 용역을 통해 신호 운영을 하고 있어 시·도별로 운영 방법에 특별한 차이는 없다.

다만, 신호 운영자 또는 관리자가 차량소통과 교통사고 예방 중 어떤 관점에서 신호 운영 설계·관리를 하고 있는지가 매우 중요하다. 신호위반 교통사고를 예방하기 위해서는 기존 발생한 교통사고의 도로 구조나 교통량, 차량 주행 특성, 신호운영 등을 정확히 분석하는 것이 필요하다.

경찰에서는 교통사고 현장 조치 시 TCS를 통해 교통사고 개요, 현장약도 등을 작성하고 전자지도상 위치를 작성하고 있으나 신호 운영 등을 접목하여 통계관리 하고 있지 않다. 신호위반 교통사고 다발 지점에 대한 세밀한 통계분석을 하기 위해서는 수기 열람을 통해 가해 차량 주행 방향을 분석하여 신호운영 설계에 반영하거나 사고 예방 계획에 반영하여야 실효성 있는 대안이 도출될 수 있는 상황이다.

방대한 신호위반 교통사고 목록을 장소별 또는 가해차량 주행방향 위반 형태로 분류 후 교통사고 현장지도를 열람하여 분석하기엔 어려움이 있어 개선이 필요하다.

### 2) 연구방향

본 논문은 2013년~2019년(7년) 발생한 대전광역시 신호위반 교통사고 7,045건 중 교통사고 다발 교차로를 특정하였다. 교통사고 조사기록과 현장지도를 열람하여 위반차량의 주행 방향을 특정하여, 신호현시를 비교 분석하고, 신호위반 교통사고 원인을 신호운영 설계(운영) 미흡과 운전자 과실(고의)로 구분해서 문제점 및 개선안을 제안하고자 한다. 또한 2020년~2021년(2년)간 교차로 신호 개선 후 교통사고 증감을 분석하여 효과성을 입증하고자 한다.



### Ⅲ. 현황 및 분석

아울러, 상습 신호위반 장소를 분석하기 위해서는 세분화된 신호위반 주기 등이 시스템으로 관리되고 통계화해야 편리함에도 TCS 상에서는 현장지도를 수기 열람하고 장소별로 계량화 후 신호개선에 활용하기까지는 절차가 복잡하고 인력 소모가 많아 이에 대한 개선안을 부연하여 제시하고자 한다.

#### 1. 신호기

신호위반 사고와 관련성이 있는 신호기는 전국 5만 7천여대와 경보등 2만 6천여대 및 횡단보도 12만 3천여 개소가 운영 중에 있으며, 5030을 통한 도심권 속도 하향 및 어린이보호구역 교통안전시설 기준을 강화하면서 신호등 신설은 늘어나고 있는 추세이다. 경보형 경보등은 주도로 황색점멸등화, 부도로는 적색점멸등화로 신호로 운영하도록 업무편람이 개정되면서 교통사고 발생 시 적색점멸 방면에서 주행한 차량은 신호위반 책임 부여로 신호위반 사고가 증가하고 있다.

<Table 8> Traffic signal status

	Traffic signal controls		Vehicle signal		Pedestrian signal	
	Korea	Daejeon	Korea	Daejeon	Korea	Daejeon
2021	57,752	1,602	544,928	14,368	247,886	7,576
2020	55,231	1,494	516,688	13,882	230,644	7,207
2019	51,828	1,440	576,962	13,412	238,252	7,033

대전권 신호기는 2021년 1,602기로 그 중 교차로신호기는 1,054개소, 단일로 548개소 운영되며, 경보등 450개소가 운영 중에 있다. 직좌동시 신호 28%(451개소)이고 그 외 72%(1,151개소)는 분리신호 등 다양한 방법으로 운영되고 있으며, 비보호좌회전은 481개소가 운영되고 있다.

<Table 9> Traffic signal & Permissive Left Turn status in Daejeon

Total	Traffic signal controls						Traffic warning light	Permissive Left Turn		
	intersection					Roadway Segments		Total	Permissive Left Turn	PPLT
	Total	lagging left-turn	thru-left-turn	leading left-turn	etc.					
1,602	1,054	279	451	62	262	548	450	481	451	30

#### 2. 대전시 교통사고

신호위반으로 인한 사망사고는 16%(10명)로 7대 도시 평균 대전 관내에서 사망율은 7.2% 가량 높다.

&lt;Table 10&gt; Share of signal violation accidents between 3 years (2019-2021) in 7 major cities

	Accident (3year average)		Signal violation Accident share		Signal violation							
	Accident	fatal accidents	Accident	fatal accidents	Average		2019		2020		2021	
					Accident	fatal accidents	Accident	fatal accidents	Accident	fatal accidents	Accident	fatal accidents
Seoul	35,995	235	12.1	14.0	4,361	33	4,894	38	4,100	31	4,089	30
Busan	12,297	119	12.7	10.9	1,556	13	1,715	14	1,462	12	1,492	14
Daegu	13,054	93	9.7	12.9	1,261	12	1,454	9	1,244	16	1,084	11
Incheon	8,757	118	12.1	10.2	1,057	12	1,165	14	1,023	14	984	7
Gwangju	7,758	53	11.5	11.3	894	6	928	7	876	6	877	6
Daejeon	7,469	64	15.0	15.6	1,114	10	1,297	19	1,028	7	1,018	4
Ulsan	3,955	49	13.0	12.2	513	6	599	7	473	5	467	7

대전광역시 관내 신호위반 사고는 2021년말 기준 3년 평균 15%(1,114건)로 안전운전 불이행 55.4%(4,140건) 다음으로 큰 비중을 차지하고 있고, 전국 신호위반 사고 12%에 비해 3%가량 높은 비중을 차지하고 있다.

&lt;Table 11&gt; Traffic accidents by law violation during the three years of Daejeon area (2019-2021)

	2019		2020		2021		3year average			
	Accident	fatal accidents	Accident	fatal accidents	Accident	fatal accidents	Accident		fatal accidents	
Total	8,279	73	7,159	62	6,969	57	7,469		64	
Safe driving violation	4,580	37	3,963	42	3,876	35	4,140	55.4	38	59.4
Signal violation	1,297	19	1,028	7	1,018	4	1,114	14.9	10	15.6
Safety distance not secured	828	0	786	1	777	2	797	10.7	1	1.6
Driving method violation at intersection	581	0	474	0	402	2	486	6.5	0.7	1.0
Non-compliance with pedestrian protection	302	9	240	5	243	4	262	3.5	6	0.9
Centerlane violation prediction	247	7	213	2	216	2	225	3.0	3.7	5.7
Exceed the speed limits	22	0	49	5	53	7	41	0.1	4	6.3
etc.	422	1	406	0	384	1	404	5.4	0.7	1.0

### 3. 분석대상

대전권 교통신호기 1,602개소 중에서 2013~2019년까지 7년간 TCS에 등록된 신호위반 등 7,045건 자료를 수기검색하여 상위 20개소 교차로를 특정하여 분석하고자 한다. 대전 갈마네거리에서 발생한 교통사고 256건 중 36%(91건)가 신호위반으로 발생하였고, 그 중 갈마3가에서 대전일보사와 동시직진 1현시와 갈마초등학교 동시직진 2현시 차량과의 교통사고가 69건(75.8%)으로 분석되었다.

&lt;Table 12&gt; Intersection status with high signal violations : 2013~2019

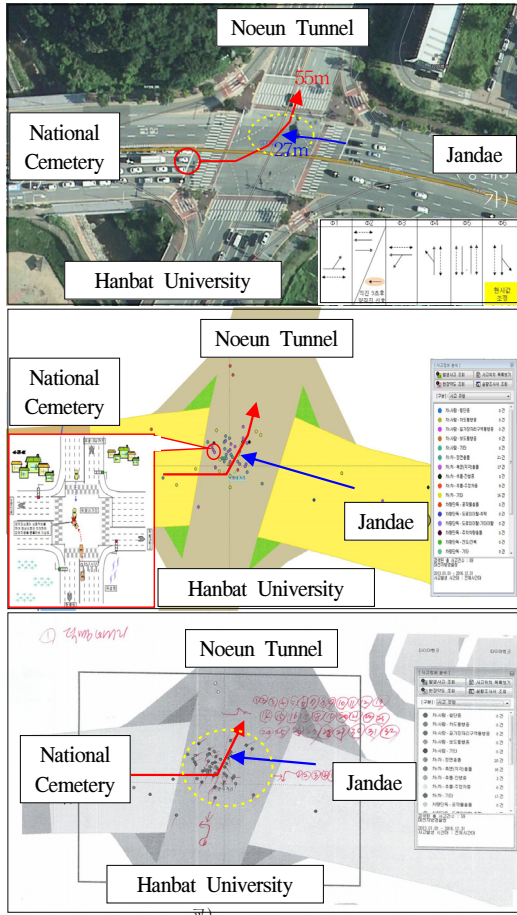
	Intersection		speed limit (km/h)	Number of accidents	fatal accidents	Signal violation Accident			
						Number of accidents	share (%)	Traffic accident in the same direction	share (%)
1	Galma	4	50	256	245	91	35.5	69	75.8
2	Dukmyeung	4	50	136	92	77	56.6	49	63.6
3	Samcheongyo	4	50	137	102	58	42.3	17	29.3
4	science park	4	50	111	124	56	50.5	29	51.8
5	Noun	4	50	89	107	54	60.7	41	75.9
6	The Daejeon Ilbo	4	50	121	83	51	42.1	24	47.1
7	Jaetteul	4	50	102	92	48	47.1	8	16.7
8	Gungdeung	4	50	193	85	41	21.2	17	41.5
9	Gajangkyo	5	60	153	60	41	26.8	15	36.6
10	Gyeryongbridge	4	60	104	73	38	36.5	10	26.3
11	Gyeryong overpass	3	60	105	64	37	35.2	27	73.0
12	Sugnarisam	4	60	234	65	36	15.4	12	33.3
13	Busa	4	60	154	55	35	22.7	12	34.3
14	Yusung	4	60	155	52	34	21.9	26	76.5
15	Yongban	4	60	99	55	33	33.3	14	42.4
16	Mokchukgyo	4	50	81	52	33	40.7	25	75.8
17	Namsun Park	4	50	161	49	32	19.9	10	31.3
18	Hanbatbridge	4	50	142	103	30	21.1	22	73.3
19	Oryongstation	4	50	175	65	26	14.9	11	42.3
20	Gyeongseong	4	30	41	47	24	58.5	22	91.7

#### 4. 분석방법

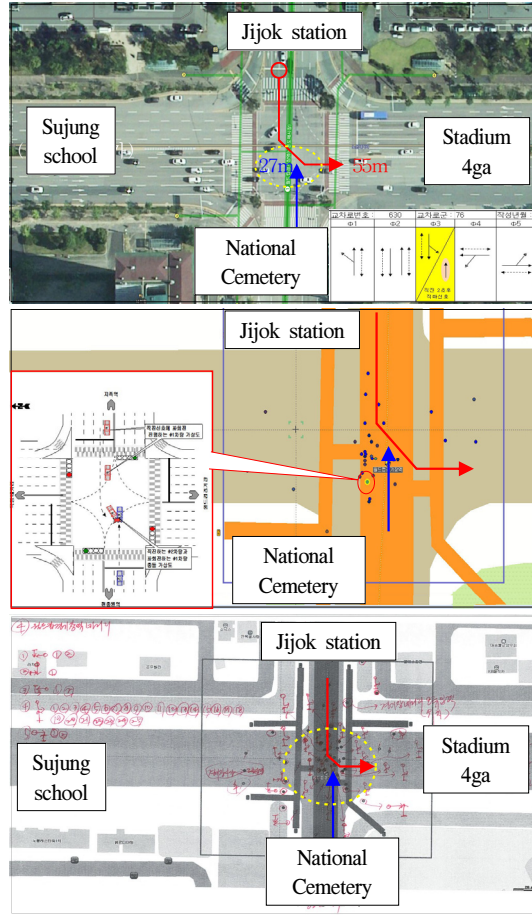
TCS에 등록된 신호위반 사고 총목록을 검색 후 교차로 영역을 설정하고, 교차로내 교통사고 현장지도를 수기 분석하여 가해차량 주행 방향을 수치화하였다. 신호위반 차량이 많은 방면과 가해차량 주행방향 중심으로 교차로 거리 및 현시 표출 방법과 황색 신호 시간을 비교분석 하였다.

대전 덕명네거리는 현충원3가에서 장대3가 55m구간 교차로 직좌 후 양직진 신호 전환과정에서 신호 위반한 사례로 안전을 고려한 차량 황색신호 적정여부나 전적색(All Red) 적용 여부 등 신호운영 데이터 설계 적정 여부를 검토하였다.

반면, 노은네거리는 양직진 선신호에 좌회전 신호가 점등이 되지 않았음에도 불법 좌회전하는 형태의 신호위반이 반복 발생하였는데 이는 신호보다는 운전자 관점에서 분석을 하였다.



<Fig. 3> Deokmyeong Intersection Signal Violation Analysis



<Fig. 4> Noeun Intersection Signal Violation Analysis

#### IV. 대전시 관내 신호위반 사고분석

##### 1. 분석 공간적 범위

교차부 신호위반 통계를 산출하기 위해서는 2022 교통신호기 설치·운영 업무편람 상 정지선에서 상충지점까지의 거리와 통상적인 교통사고 조사 시 신호위반 영향권인 정지선으로부터 20~30m 차이점을 구분하고, 통계 범위 설정이 매우 중요하다. 차량 황색신호를 설계할 때 A지점 횡단보도 끝선을 차량이 벗어나는 공간적 범위 거리를 기준으로 규제속도와 차량 평균 주행속도를 고려 황색신호 거리 계산에 산정한다.

##### 2. 분석 기간

본 건 2013~2019년까지 7년간 TCS에 입력된 신호위반 사고의 현장지도 자료를 수기검색하여 분석 후 황색신호 및 전전색(All Red)신호의 문제점을 개선하고, 이후 2년(2020~2021)간 개선효과 분석을 하였다.

### 3. 장소별 문제점

#### 1) 현시순서 사고일치

현시순서와 사고가 일치하는 교차로에 대하여 분석 결과, 황색신호 종료 후에 통과하는 위반차량이 1~3대 존재하였다. 이 경우 전적색(All-Red) 시간을 1~2초 연장해본 결과 개선 후 교통사고가 감소하였다.

<Table 13> Traffic accident matches Signal phase

Intersection		Galma	Dukmyeung	Mokchukgyo
		4	4	4
Number of accidents		256	136	81
fatal accidents		245	92	52
Signal violation Accident	Number of accidents	91	77	33
	share(%)	35.5	56.6	40.7
	Traffic accident in the same direction	69	49	25
	share(%)	75.8	63.6	75.8
Vehicle causing the accident ①		↔ (69)	↗ (49)	↑ (25)
Damaged vehicles		↑↓	←	↖
① Intersection Length(m)		44	56	30
Yellow time	Calculation(sec)	4.4	5.3	3.4
	actuality(sec)	4	3	3
Difference (sec)		- 0.4	-2.3	-0.4
Adding All-red		+1	+2	+1
before improvement (a 3 year average of traffic accident)		12	5.7	4.33
after improvement (a 2 year average of traffic accident)		2	0	4

#### 2) 현시순서 사고불일치

현시순서와 사고가 불일치하는 교차로에서 황색신호 종료 후에 통과하는 위반차량이 1~2대가 존재하며 황색신호 또는 전적색 신호시간을 연장하였을 때, 사고 감소 효과가 보였다. 다만, 노은교차로의 사고를 분석 시 운전자 안전운전불이행 사고가 증가하여 신호 개선이 아닌 시설 및 운전자 인식 개선이 필요하다.

<Table 14> Traffic accident does not match Signal phase

Intersection		Samcheongyo	science park	Noun	Yusung
		4	4	4	4
Number of accidents		137	111	89	155
fatal accidents		102	124	107	52
Signal violation	Number of accidents	58	56	54	34
	share(%)	42.3	50.5	60.7	21.9

Intersection		Samcheongyo	science park	Noun	Yusung
		4	4	4	4
Accident	Traffic accident in the same direction	17	29	41	26
	share(%)	29.3	51.8	75.9	76.5
Vehicle causing the accident ①		↘ (16)	↘ (29)	↘ (41)	↘ (26)
Damaged vehicles		←	←	←	←
① Intersection Length(m)		41	45	48	47
Yellow time	Calculation(sec)	4.2	4.5	4.7	4.3
	actuality(sec)	3	3	3	3
Difference (sec)		-1.2	-1.5	-1.7	-1.3
Adding All-red		+2(yellow time)	+2(yellow time)	+2	+1
before improvement (a 3 year average of traffic accident)		6.3	3	5.3	3.3
after improvement (a 2 year average of traffic accident)		3	2.5	8	2.5

### 3) 경보등

경보등으로 운영하는 경성북집사거리의 상가 밀집 지역으로 부도로 유성지구대 진출 방면은 왕복 2차로로 적색점멸 운영하고 주도로 온천북로 양직 방면은 왕복 5차로로 황색점멸로 운영 중에 있다. 주도로 황색점멸 주행차량이 일시정지 하지 않아 발생한 사고에도, 부도로 적색점멸 차량에게 100% 신호위반으로 처리하는 문제점이 있다.

<Table 15> Traffic warning light Intersection

Intersection	Number of accidents	fatal accidents	Signal violation Accident				Vehicle causing the accident ①	Damaged vehicles	speed limit (km/h)	① Intersection Length (m)	Yellow time		
			Number of accidents	share (%)	Traffic accident in the same direction	share (%)					Calculation (sec)	actuality (sec)	
Gyeongseong	4	41	47	24	58.5	22	91.7	↓(22)	←	30	41	5.9	flashing Red

### 4) 비보호좌회전

비보호 좌회전은 차량소통을 원활하게 하기 위해 운영하는 방식으로 대전광역시에서는 481개소를 운영하고 있으며, 3색신호등과 비보호 표지판을 병행설치 하도록 되어 있다. 2009년 교통운영체계신진화 개선을 하면서 비보호와 좌회전 신호겸용(PPLT : Protected Permitted Left Turn) 신호가 추가 도입되어 좌회전 차량 소통증진과 사고예방에 보완적 기능을 기대하고 있다.

&lt;Table 16&gt; Permissive Left Turn status in 7 major cities

	Total	Permissive Left Turn	PPLT
nation	18,654	13,198	5,456
Seoul	2,144	1,925	219
Busan	885	714	171
Daegu	345	244	101
Incheon	958	802	156
Gwangju	790	568	222
Daejeon	481	451	30
Ulsan	298	149	149

비보호좌회전을 어린이보호구역이나 보행자 많은 횡단보도 주변에 설치하여 보행자 사고위험 민원이 발생하는 경우가 있어 비보호좌회전 설치시 교통약자 이용실태를 필히 사전 점검할 필요성이 있다. 비보호좌회전은 측면 보행자 안전위험과 대항차량과 충돌사고로 인하여 사망사고 발생하는 등 사고위험 부담이 있어 설치에 신중해야 한다.

신호 위반 사고가 높은 20개 교차로를 분석한 결과 대부분 운영 중인 황색신호가 적정 황색신호에 비해 적었다.

&lt;Table 17&gt; Intersection status with high signal violations : 2013~2019

	Intersection	Number of accidents		fatal accidents	Signal violation Accident				Vehicle causing the accident ①	Damaged vehicles	speed limit (km/h)	① Intersection Length (m)	Yellow time		Difference (sec)
					Number of accidents	share (%)	Traffic accident in the same direction	share (%)					Calculation (sec)	actuality (sec)	
1	Galma	4	256	245	91	35.5	69	75.8	↔ (69)	↕	50	44	4.4	4	-0.4
2	Dukmyeung	4	136	92	77	56.6	49	63.6	↗ (49)	←	50	56	5.3	3	-2.3
3	Samcheongyo	4	137	102	58	42.3	17	29.3	↗ (16)	←	50	41	4.2	3	-1.2
4	science park	4	111	124	56	50.5	29	51.8	↗ (29)	←	50	45	4.5	3	-1.5
5	Noun	4	89	107	54	60.7	41	75.9	↗ (41)	←	50	48	4.7	3	-1.7
6	The Daejeon Ilbo	4	121	83	51	42.1	24	47.1	↔ (24)	↗	50	35	3.8	3	-0.8
7	Jaetteul	4	102	92	48	47.1	8	16.7	↗ (12)	←	50	50	4.8	3	-
8	Gungdeung	4	193	85	41	21.2	17	41.5	↗ (9)	←	50	49	4.8	3	-1.8
9	Gajangkyo	5	153	60	41	26.8	15	36.6	↖ (15)	←	60	44	4.1	3	-1.1
10	Gyeryongbridge	4	104	73	38	36.5	10	26.3	↗ (10)	←	60	55	4.8	3	-1.8
11	Gyeryongb overpass	3	105	64	37	35.2	27	73.0	↑ (27)	←	60	43	4.0	4	-
12	Sugnarisam	4	234	65	36	15.4	12	33.3	↑ (16)	←	60	45	4.2	4	-0.2
13	Busa	4	154	55	35	22.7	12	34.3	↗ (12)	←	60	62	5.2	4	-
14	Yusung	4	155	52	34	21.9	26	76.5	↗ (26)	←	60	47	4.3	3	-1.3
15	Yongban	4	99	55	33	33.3	14	42.4	↗ (14)	←	60	50	4.8	3	-1.8
16	Mokchukgyo	4	81	52	33	40.7	25	75.8	↑ (25)	↖	50	30	3.4	3	-0.4

	Intersection		Number of accidents	fatal accidents	Signal violation Accident				Vehicle causing the accident ①	Damaged vehicles	speed limit (km/h)	① Inter-section Length (m)	Yellow time		Difference (sec)
					Number of accidents	share (%)	Traffic accident in the same direction	share (%)					Calculation (sec)	actuality (sec)	
17	Namsun Park	4	161	49	32	19.9	10	31.3	↑ (10)	←	50	80	7.0	4	-3.0
18	Hanbatbridge	4	142	103	30	21.1	22	73.3	↗ (22)	←	50	65	5.9	5	-0.9
19	Oryongstation	4	175	65	26	14.9	11	42.3	↗ (11)	←	50	47	4.6	4	-0.6
20	Gyeongseong	4	41	47	24	58.5	22	91.7	↓ (22)	←	30	41	5.9	flashing Red	-

## V. 결론 및 연구의 한계점

### 1. 신호운영

대전권 신호위반 교통사고 많은 지점 9년간(2013~2021) 상위 20개 교차로 분석한 결과 다음과 같은 특성을 찾을 수 있었다.

첫째, 직·좌 동시 25%(2개소) 경보등(1개소) 그 외 중복현시(overlap) 또는 직좌분리 신호에서 신호위반 교통사고가 75%(18개소) 발생하였다. 직좌동시보다는 중복현시(overlap) 직좌 후 양직 전환 과정에서 신호위반 하는 경우가 가장 많은데 이는 직좌 동시 소등과 달리 중복현시는 직진신호는 등화되어 있고, 좌회전 신호가 점멸되기 전 황색신호에서 지속적으로 주행하려는 것으로 분석되었다. 이는 지속적으로 중복신호 운전자의 심리와 관련된 것으로 판단된다.

둘째, 황색신호에서 발생하는 교통사고 중 신호개선 필요성이 있는 경우 황색 또는 전적색(All Red) 적용으로 일부 사고가 줄어들었다. 전적색신호시간은 적은 비용으로 큰 효과를 도출할 수 있는 저비용-고효율 교통안전 증진방안(Park, 2012)임을 확인할 수 있었다.

반면, 신호순서 관계없이 양직진 신호에서 불법 좌회전하는 경우는 신호운영 개선 문제라기보다는 운전자 준법의 관점에서 다루어져야 할 과제로 판단되며 신호위반을 줄이는데 무인 교통단속용장비 설치가 효과적이다.

셋째, 차량 황색신호 시간은 5030정책 개선 이전 60km/h기준으로 분석한 결과 전반적으로 1~2초 부족한 실정므로 이는 안전보다는 차량소통 위주의 운영관리에 중점을 두었음을 알 수 있다.

1초를 소통에 배분할 경우 도심권에서 큰 효과를 발휘할 수 없으나 이를 안전 즉 사고예방에 적용할 경우 인명피해 사고를 크게 줄일 수 있는 장점이 있다.

넷째, 차량 교통사고 예방(안전)을 고려한 차량 전적색(All Red) 적용 장소가 대전권 기존 5개소 내외로 극히 일부 장소에만 소극적으로 설계되는 등 활성화가 미흡하였다.

다만, 보행신호는 차량 신호와는 달리 사고 예방을 위한 보행신호 지연수행(Time Before Pedestrian Signal)은 대부분 1~2초가 전반적으로 설계에 반영되어 있었다.

### 2. 비보호좌회전

비보호좌회전은 보행자의 안전 또는 대항차량에 대한 교통안전 측면에서 확대 설치에 대한 많은 고려가



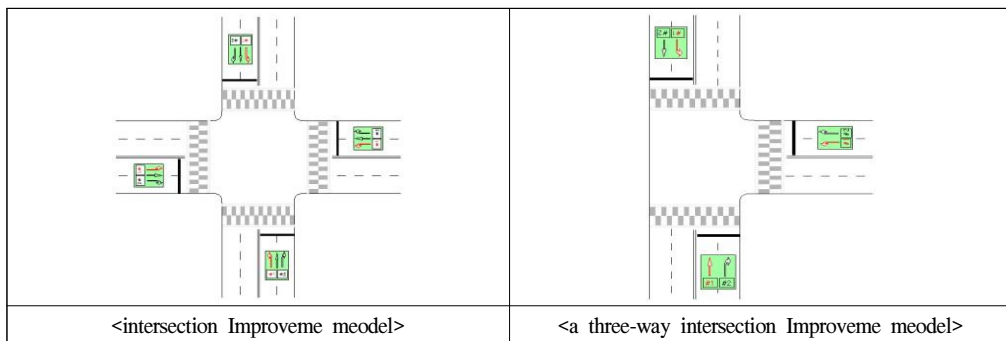
필요하고, 기존에 운영되는 장소에 대해서도 매년 안전진단 또는 사고 발생 시 정상신호로 개선하고 있다. 최근 교통약자에 대한 안전이 강조되고 있는 정책 분위기를 감안할 때 비보호 좌회전의 확대 설치의 지양하고 있는 것이 바람직하다.

### 3. 정책제언

교통신호는 1주기 기준으로 1초의 싸움을 하는 미세한 전문업무 영역으로, 단 1초를 교통사고 예방 또는 차량소통 중 어느 용도와 목적을 가지고 운영자가 배분 활용하느냐에 따라 사고가 줄거나 소통이 원활해지는 등 전혀 다른 결과가 도출되는 현상을 알 수 있다.

신호기가 많이 설치되어 운영되는 도심권에서는 소통은 차량이 많아 어려움이 있으므로 교통사고 예방에 중점을 두어 신호로 인한 교통사고 예방 소기의 목적을 달성하는데 초점을 맞출 필요성이 있다. 또한, 신호 위반 교통사고와 관련된 대책을 수립하기 위해서는 교통업무관리시스템(TCS)에 등록된 교통사고 현장지도를 주기 열람 동일지점에서 반복적으로 발생하는 패턴을 정밀 시기 분석하는 작업이 가장 중요한데 인력이 많이 소요되는 어려움이 있으므로 TCS 통계 프로그램을 개선 해당 교차로 교통사고가 많이 발생하는 곳의 방향성 집계가 가능하도록 정책보완이 필요하다.

가령, 신호위반 현장지도 작성 시 가해차량과 피해차량 주행 방향성만 도로 축선에 아이콘 표기를 할 수 있도록 프로그램을 개선하고 이를 교통사고 조사경찰관이 입력 집계함으로써 쉽게 통계를 확인할 수 있을 것이다.



<Fig. 5> Examples of Improving Traffic Cop Information Management System(TCS) Signal Violation Statistics

교통정책을 수립함에 있어 통계의 신뢰성과 생산이 쉬워야만 좋은 대안과 빠른 정책이 수립될 수 있는바, 교통업무관리시스템(TCS)을 개선할 필요가 있어 적극 검토할 계획이다. 또한, 신호위반 교통사고가 신호운영의 과학적 또는 공학적 설계 미흡으로 지적하는 경우가 많은데 실제로 신호운영 지침에 제시된 차량 황색 및 전적색 안전설계 기법을 모두 적용을 해도 여전히 신호위반 사고가 발생하는 경우가 많다.

이는 신호 설계나 운영 미흡도 일부 있지만 그 보다는 운전자의 성숙된 운전문화가 필요함을 반증하는 것으로 교통안전교육의 활성화와 그에 상응하는 사고 책임 및 단속카메라 등 시설보완 등이 요구된다.

### 4. 연구의 한계점

본 연구는 5030정책 시행 이전에 발생한 신호위반 사고에 대하여 황색 신호를 분석한 것인 만큼, 개정된

5030 규제속도에 따른 황색신호 적정여부를 별도 검토가 필요하다.

또한 교통사고는 다양한 요인에 의해 발생하기 때문에 신호운영만으로 접근하는 것은 한계가 있을 수밖에 없다. 운전자의 심리적인 요인이 교통사고에 미치는 영향이 큰 것도 사실이다. 따라서 운전자의 심리와 관련된 연구가 추가로 필요하다.

## REFERENCES

- Cho, J. H., Kim, I. S. and Song, T. J.(2015), “Concept and Relationship of Driver’s Inattention and Distraction in traffic accident”, *Journal of the Korean Transportation Society*, pp.156-161.
- Daejeon Metropolitan City(2002), *Basic Design for Advanced Transportation System Construction Project*.
- Daejeon Metropolitan City(2021), *Daejeon Metropolitan City Traffic Survey Report*.
- Daejeon Metropolitan Police Agency(2021), *Traffic Accident Analysis Measures*.
- Kim, T. G. and Do, M. S.(2007), “Traffic Safety Community Design”, *Journal of the Korean Transportation Society*, pp.495-504.
- Kim, T. G. and Do, M. S.(2008), “The Study for the Improvement & Solution of the Traffic Timely Response Control System Project”, *Journal of the Korean Transportation Society*, pp.1050-1059.
- Korea National Police Agency(2007), *A Study on Establishing a Basic Plan for Police Intelligent Transportation System (ITS)*.
- Korea National Police Agency(2022a), *2022 Traffic Signal Installation and Operation Manual*.
- Korea National Police Agency(2022b), *2022 Traffic Signal Management Manual*.
- Lee, J. H., Moon, Y. S. and Son, B. S.(2015), “A Study on the Improvement of Intersection Operational Conditions according to the Signaling Variation”, *Journal of the Korean Transportation Society*, pp.220-225.
- Oh, I. S., Kim, S. S. and Shin, C. H.(2007), “Development of Traffic Accident Forecasting Model for Signalized Intersections-Focusing National Highway in Kyonggi Province-”, *Journal of the Korean Transportation Society*, pp.315-322.
- Park, B. H., Jung, Y. I. and Kim, K. H.(2012), “Traffic Accident Reduction Effects of the All-Red Clearance Interval(ARCI) Operation”, *Journal of the Korean Transportation Society*, vol. 30, no. 2, pp.21-27.