

2015 서울특별시의회 연구용역 최종보고서

# 재난상황 해소를 위한 긴급차량 우선신호제어 시스템 도입방안 연구

2015. 11.



서울특별시의회  
SEOUL METROPOLITAN COUNCIL



# 제 출 문

서울특별시의회 의장 귀하

---

이 보고서를 「재난상황 해소를 위한 긴급차량 우선신호제어 시스템 도입방안 연구」의 최종보고서로 제출합니다.

2015. 11

- 연구기관 : 서울대학교 산학협력단
- 책임연구원 : 하동익 교수
- 연구원 : 이용관 서울대 건설환경종합연구소 박사  
김철순 서울대 건설환경공학부 연구원
  
- 보조연구원 : 심대용 서울대 건설환경공학부 연구원  
박호철 서울대 건설환경공학부 연구원  
남기도 서울대 건설환경공학부 연구원
  
- 자문위원 : 성중기(서울시의회 의원)  
강진동(서울시 교통운영과장)  
이철기(아주대 교통시스템공학과 교수)  
손기민(중앙대 사회기반시스템공학부 교수)  
김승준(서울연구원 연구위원)  
이정일(국민안전처 재난조사관)  
고광용(도로교통공단 선임연구원)

(요약문)

# 재난상황 해소를 위한 긴급차량 우선신호제어 시스템 도입방안 연구

서울대학교 산학협력단 하동의

## 요 약

본 연구의 목적은 재난상황 해소를 위한 긴급차량 우선신호제어 시스템 도입방안을 수립하는 것이다. 이를 위해 긴급차량 우선신호제어 시스템의 개념을 설계하고, 서울시 긴급차량 출동현황자료를 활용하여 출동현황 분석을 수행하였다. 이를 바탕으로 효과분석 지역을 선정하고 시뮬레이션 분석을 수행하였으며, 향후 장단기적 도입전략을 수립하여 긴급차량 우선신호제어 시스템 도입방안을 마련하고자 한다.

본 연구의 내용적 범위에 있어 연구의 대상을 화재진압을 위한 소방차량(지휘차, 펌프차, 구급차, 물탱크차 등)에 한정한다. 긴급차량 출동이력자료는 2010년부터 2014년까지 5개년이며, 시뮬레이션 효과분석은 2015년을 기준으로 이루어졌다.

긴급차량 우선신호제어 시스템은 소방차와 구급차, 순찰차 등 구난과 안전 및 치안을 위한 긴급차량의 통과를 자동으로 감지, 교통신호를 제어하여 긴급차량 무정차통과를 지원하는 시스템으로 정의할 수 있다.

긴급차량은 법적으로 도로통행에 있어 가장 높은 우선순위를 가지고, 부득이한 경우 도로의 중앙이나 좌측부분의 통행을 허용하며, 신호 등에 의해 정지하지 않을 수 있다. 또한 경찰청에서 우선신호제어 시스템을 지원하는 기능을 표준화하여 '경찰청 교통신호제어기 표준규격서'를 배포 및 시행하였고, 도로교통법(도로교통법 시행규칙 제7조 제2항)에서는 신호기의 현시순서 변경을 허용 있어 긴급차량 우선신호제어 시스템 도입의 기술적 측면 법·제도적 현황은 갖춰져 있다.

본 연구에서는 긴급차량 우선신호제어 시스템 도입을 위한 서울시 교통신호체계 및 긴급차량 출동현황분석을 수행하였다. 이를 바탕으로 긴급차량 우선신호제어 시스템의 도입효과를 시뮬레이션으로 분석하였다. 시뮬레이션 분석결과, 원활한 교통상황에서 긴급차량 출동시간 개선효과가 상당히 컸으며, 혼잡한 교통상황에서는 그 효과가 다소 감소되었다. 또한 주변 일반차량에 미치는 지체가 발생하였으며 혼잡한 교통상황에서 그 지체가 더욱 증가하는 것으로 분석되었다.

마지막으로 긴급차량 우선신호제어 시스템 도입전략을 위해 긴급차량 우선신호시스템 도입유형 선정, 단계적 도입전략 수립(시범운영 사업추진), 법·제도적 개선사항 도출, 긴급차량 출동시간 개선을 위한 시민의식 개선에 대한 의견 및 전략을 제시하였다.

# 목 차

I . 서론 .....	1
1. 연구의 배경 및 목적 .....	3
2. 연구의 필요성 .....	5
가. 서울시 내 지속적인 재난발생 .....	5
나. 골든타임 확보의 중요성 .....	6
다. 긴급차량 우선신호제어 시스템의 도입효과 .....	7
3. 연구의 범위 .....	9
가. 내용적 범위 .....	9
나. 시간적 범위 .....	10
다. 공간적 범위 .....	10
4. 연구 추진전략 .....	11
II . 긴급차량 우선신호제어 시스템 개념설계 .....	13
1. 개요 .....	15
가. 기본개념 및 유형 .....	15
나. 법·제도적 현황 .....	18
다. 시스템 설계요소 .....	22
2. 국내외 선행연구 및 운영사례 검토 .....	26
가. 국내 선행연구 검토 .....	26
나. 서울시 소방방재본부- 소방관서 앞 소방출동 신호제어시스템 .....	32
다. 국외 운영사례 검토 .....	35

3. 긴급차량 우선신호제어 시스템 도입에 따른 설계개념 제시 .....	38
가. 현장제어식 .....	38
나. 중앙관제식 .....	40
4. 긴급차량 우선신호제어 시스템 도입 구축비용 산정 .....	43
<b>Ⅲ. 교통신호체계 및 긴급차량 출동현황 분석 .....</b>	<b>45</b>
1. 서울시 교통신호체계 현황분석 .....	48
2. 서울시 교통현황 분석 .....	54
3. 긴급차량 출동현황 분석 .....	56
가. 5년간 총 출동건수 및 연도별 추이 .....	56
나. 소방서별 출동건수, 골든타임 확보율, 출동 거리 및 속도 .....	56
다. 월별 발생건수 현황 .....	60
라. 요일별 발생건수 현황 .....	62
마. 시간별 발생건수 현황 .....	64
바. 긴급차량 우선신호제어 시스템의 기대 개선영역 도출 .....	68
<b>Ⅳ. 긴급차량 우선신호제어 시스템 효과분석 .....</b>	<b>71</b>
1. 개요 .....	73
2. 효과분석 대상지역 선정 .....	75
3. 긴급차량 우선신호제어 시스템 효과분석 .....	79
가. 시뮬레이션 효과분석의 가정 .....	79
나. 네트워크 구축 .....	79
다. 시나리오 설정 및 시뮬레이션 모델 구축 .....	81
라. 효과분석 결과 .....	82

V. 긴급차량 우선신호제어 시스템 도입전략 수립 .....	85
1. 긴급차량 우선신호제어 시스템 도입유형 선정 .....	87
가. 서울시 내 신호현황 고려 .....	87
나. UTIS를 활용한 전략 고려 .....	89
2. 단계별(장단기적) 도입전략 수립 .....	90
가. 도입방향 설정 .....	90
나. 소방관서 앞 소방출동 신호제어시스템 구축 사업과의 연계 .....	91
나. 시범운영 계획수립 .....	92
3. 법·제도적 개선방안 .....	94
4. 긴급차량 출동시간 개선을 위한 시민의식 개선 .....	95
VI. 결론 .....	97
〈 참고 문헌 〉 .....	102

## 표 차례

〈표 I-1〉 인적재난 발생현황(피해유형) .....	5
〈표 I-2〉 인적재난 발생현황(사고유형) .....	5
〈표 I-3〉 연구의 내용적 범위 .....	9
〈표 II-1〉 긴급차량 관련 소방기본법 현황 .....	18
〈표 II-2〉 긴급차량 도로통행 관련 도로교통법 현황 .....	19
〈표 II-3〉 도로교통법의 현시순서 변경허용 현황 .....	21
〈표 II-4〉 TCE(Traffic signal Control Equipment) 규격 .....	23
〈표 II-5〉 TCE(Traffic signal Control Equipment) 안테나 규격 .....	23
〈표 II-6〉 TCIU(Traffic signal Control Interface Unit) 규격 .....	24
〈표 II-7〉 PPC(Preemption & Priority Controller Board) 규격 .....	24
〈표 II-8〉 OBE(On-Board Equipment) 규격 .....	25
〈표 II-9〉 OBE(On-Board Equipment) 연결용 GPS 규격 .....	25
〈표 II-10〉 긴급차량 우선신호제어 관련 국내 주요 연구 .....	26
〈표 II-11〉 미국 OPTICOM 사례(현장제어식) .....	35
〈표 II-12〉 일본 동경 FAST 사례(중앙관제식) .....	36
〈표 II-13〉 국외 긴급차량 우선신호제어 시스템 운영사례 검토 .....	37
〈표 II-14〉 현장제어식 시스템 작동 프로세스 .....	39
〈표 II-15〉 신호센터 기반 중앙관제식 시스템 작동 프로세스 .....	40
〈표 II-16〉 교통정보센터 기반 중앙관제식 시스템 작동 프로세스 .....	42
〈표 II-17〉 시스템 구축비용 산정 .....	44
〈표 III-1〉 교통신호체계 및 긴급차량 출동현황 분석내용 개요 .....	47
〈표 III-2〉 서울시 구별 제어기 설치 현황 .....	49
〈표 III-3〉 도로연장 대비 신호교차로 설치 현황 .....	51
〈표 III-4〉 지역 면적 대비 신호교차로 설치 현황 .....	53
〈표 III-5〉 서울시 구별 도로연장 및 통행속도 .....	55
〈표 III-6〉 서울시 소방서별 최근5년간 긴급출동 현황 .....	57
〈표 III-7〉 서울시 소방서별 출동시간 비교 (골든타임 확보율) .....	58
〈표 III-8〉 서울시 소방서별 출동시간 비교 (출동거리 및 속도) .....	59



〈표Ⅲ-9〉 월별 출동 현황 (1월~6월) .....	60
〈표Ⅲ-10〉 월별 출동 현황 (7월~12월) .....	61
〈표Ⅲ-11〉 요일별 출동현황 .....	63
〈표Ⅲ-12〉 시간대별 출동건수 현황 (0시~7시) .....	65
〈표Ⅲ-13〉 시간대별 출동건수 현황 (8시~15시) .....	66
〈표Ⅲ-14〉 시간대별 출동건수 현황 (16시~23시) .....	67
〈표Ⅲ-15〉 소방서별 기대 개선가능 출동건수 및 비율 .....	69
〈표Ⅳ-1〉 미시적 교통류 시뮬레이션 분석도구의 비교 .....	74
〈표Ⅳ-2〉 시뮬레이션 평가지표 .....	74
〈표Ⅳ-3〉 광진소방서 안전센터 출동건수 및 개선가능 출동건수 .....	75
〈표Ⅳ-4〉 광진소방서 안전센터 출동현황 분석 .....	76
〈표Ⅳ-5〉 광진소방서 구의 119안전센터 출동현황 분석 .....	78
〈표Ⅳ-6〉 시뮬레이션 효과분석 시나리오 .....	81
〈표Ⅳ-7〉 긴급차량 출동시간 시뮬레이션 분석결과 (v/c=0.6) .....	82
〈표Ⅳ-8〉 긴급차량 출동시간 시뮬레이션 분석결과 (v/c=0.8) .....	83
〈표Ⅳ-9〉 일반차량 지체시간 시뮬레이션 분석결과 (v/c=0.6) .....	84
〈표Ⅳ-10〉 일반차량 지체시간 시뮬레이션 분석결과 (v/c=0.8) .....	84
〈표Ⅴ-1〉 UTIS를 활용한 긴급차량 우선신호제어 관련 국내 주요연구 .....	89
〈표Ⅴ-2〉 시범운영 사업 계획(안) .....	93
〈표Ⅴ-3〉 소방관서 앞 소방출동 신호제어시스템 관련 법제도 개정안 .....	94

## 그림 차례

〈그림 I-1〉 연구의 배경 .....	3
〈그림 I-2〉 연구의 목적 .....	4
〈그림 I-3〉 화재성장 곡선(골든타임 5분의 중요성) .....	7
〈그림 I-4〉 긴급차량 우선신호제어 시스템의 도입효과 .....	7
〈그림 I-5〉 긴급차량의 위험한 출동현황 .....	8
〈그림 I-6〉 연구 추진전략 .....	11
〈그림 II-1〉 긴급차량 우선신호제어의 개념 .....	15
〈그림 II-2〉 현장제어식(Transmit/Receive System) 개념도 .....	16
〈그림 II-3〉 중앙관제식(Route Preemption System) 개념도 .....	17
〈그림 II-4〉 긴급차량 우선신호제어 시스템 설계요소 .....	22
〈그림 II-5〉 EPTS 구성도 (최광주 외, 2006) .....	27
〈그림 II-6〉 긴급차량 Preemption 제어의 운영절차 (양륜호 외 2008) .....	28
〈그림 II-7〉 UTIS 기반의 EVP 제어시스템 구성도 (홍경식 외, 2012) .....	29
〈그림 II-8〉 Preemption 알고리즘 .....	30
〈그림 II-9〉 시스템의 주요 구성요소 (이정일, 석종수, 2013) .....	31
〈그림 II-10〉 소방관서 앞 소방출동 신호제어시스템 추진내용 .....	32
〈그림 II-11〉 소방관서 앞 소방출동 신호제어시스템 개념도 .....	34
〈그림 II-12〉 긴급차량 우선신호제어 시스템 (현장제어식) .....	38
〈그림 III-1〉 긴급차량 우선신호제어전략의 개선가능성 분석 개요 .....	47
〈그림 III-2〉 서울시 신호제어기 현황 .....	48
〈그림 III-3〉 구별 2010년형 제어기 설치 현황 .....	48
〈그림 III-4〉 도로연장 대비 신호교차로 개수(개/km) .....	50
〈그림 III-5〉 도로연장 대비 2010년형 신호교차로 개수(개/10km) .....	50
〈그림 III-6〉 지역 면적 대비 신호교차로 개수(개/km <sup>2</sup> ) .....	52
〈그림 III-7〉 지역 면적 대비 2010년형 신호교차로 개수(개/1km <sup>2</sup> ) .....	52
〈그림 III-8〉 서울시 구별 도로 총연장(km) .....	54
〈그림 III-9〉 서울시 구별 통행속도 (전일, km/h) .....	54
〈그림 III-10〉 최근 5년간 서울시 긴급차량 출동 현황 .....	56

〈그림Ⅲ-11〉 월별 출동건수 및 5-10분 출동건수 현황 .....	62
〈그림Ⅲ-12〉 요일 출동건수 현황 .....	62
〈그림Ⅲ-13〉 시간대별 출동건수 현황 .....	64
〈그림Ⅲ-14〉 시간대별 5분-10분 출동건수 현황 .....	64
〈그림Ⅲ-15〉 전체출동현황 중 긴급차량우선제어 전략 기대 개선영역 .....	68
〈그림Ⅳ-1〉 시뮬레이션 효과분석 절차 .....	73
〈그림Ⅳ-2〉 광진소방서 내 119안전센터 위치도 .....	77
〈그림Ⅳ-3〉 시뮬레이션 효과분석 출동경로 .....	78
〈그림Ⅳ-4〉 시뮬레이션 네트워크 구축 .....	80
〈그림Ⅳ-5〉 올림픽대교 북단사거리 좌회전 우선신호 도입 전 .....	80
〈그림Ⅳ-6〉 올림픽대교 북단사거리 좌회전 우선신호 도입 후 .....	81
〈그림Ⅳ-7〉 긴급차량 출동시간 시뮬레이션 분석결과 .....	83
〈그림Ⅴ-1〉 광진구 내 2010년 형 표준신호제어기 위치 .....	88
〈그림Ⅴ-2〉 긴급차량 우선신호제어 단계적 도입방향 설정 .....	91
〈그림Ⅴ-3〉 긴급차량 길 터주기 현황 .....	95
〈그림Ⅴ-4〉 좁은 골목길 내 불법주차 현황 .....	96



## 1. 서론

---

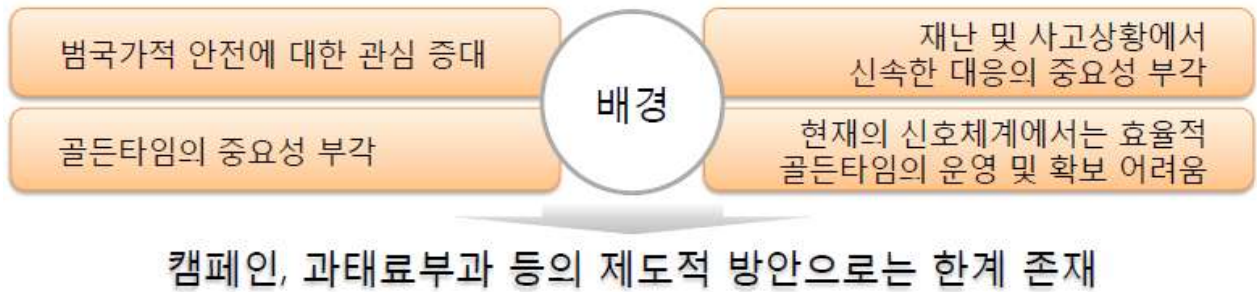
1. 연구의 배경 및 목적
2. 연구의 필요성
3. 연구의 범위
4. 연구 추진전략



# I. 서론

## 1. 연구의 배경 및 목적

범국가적으로 안전에 대한 관심이 높아지고 있으며, 재난상황 발생 시 구조인력의 발 빠른 대응은 재난에 따른 인명과 재산 보호에 직결되는 사안이다. 그러나 기존의 신호체계에서는 효율적인 골든타임 확보가 어려운 상황이며, 긴급차량 길 터주기 캠페인, 긴급차량 진로를 방해하는 차량에 과태료 부과 등의 도로교통법 개정안 등을 추진 중이지만 이러한 제도적 방안으로 한계가 있다.<sup>1)</sup> 따라서 이를 개선하기 위한 전략으로 긴급차량 우선신호제어 시스템 구축은 중요한 의미를 가진다.



〈그림 I-1〉 연구의 배경

서울시의 경우, 타 광역시 또는 도에 비해 골든타임 확보가 비교적 잘 이루어지고 있으나, 아직 일부지역에서는 출동시간이 길고 골든타임 확보가 안 되는 곳이 존재한다. 이를 개선하기 위해 추가적으로 119안전센터를 설치하기에는 비용과 인력의 한계가 존재한다. 긴급차량 우선신호제어 시스템이 잘 갖추어질 경우 119안전센터의 추가적 설치 없이 골든타임 확보와 출동시간 단축의 효과를 얻을 수 있다.

서울시는 우선신호제어를 도입하기 위한 여러 가지 장점을 가지고 있다. 먼저 신호를 체계적으로 운영할 수 있는 신호운영센터가 있으며 현장제어식 우선신호제어가 가능한 2010년식 신호제어기도 다수 설치되어 있다. 기 설치되어 있는 장비와 시스템을 활용하면 적은 비용과 노력으로 우선신호제어 시스템을 도입할 수 있을 것이다.

따라서 아직까지 국내 도입사례가 없는 긴급차량 우선신호제어 시스템을 먼저 도입하고 그 효과를 평가하는 지역으로 서울시는 좋은 조건을 가지고 있다. 서울시를 대상으로 한 긴급차량 우선신호제어 시스템 도입방안 연구는 향후 타 지역 도입을 위한 기초자료로 활용되며, 긴급차량 우선신호 국내 도입을 위한 첫걸음이 될 것이다.

1) 고승영 외, 소방차 긴급출동지원 교통신호시스템 도입방안 연구, 국립재난안전연구원, 2014, p.3

본 연구의 목적은 재난상황 해소를 위한 긴급차량 우선신호제어 시스템 도입방안을 수립하는 것이다. 이를 위해 긴급차량 우선신호제어 시스템의 개념을 설계하고, 서울시 긴급차량 출동현황자료를 활용하여 출동현황 분석을 수행한다. 이를 바탕으로 효과 분석 지역을 선정하고 시뮬레이션 분석을 수행하며, 향후 장단기적 도입전략을 수립하여 긴급차량 우선신호제어 시스템 도입방안을 마련하고자 한다.

## 재난상황 해소를 위한 긴급차량 우선신호제어 시스템 도입방안 연구

- 긴급차량 우선신호시스템 개념설계
- 교통신호체계 및 긴급차량 출동현황 분석
- 긴급차량 우선신호시스템 효과분석
- 긴급차량 우선신호시스템 도입전략 수립

### ○ 긴급차량 우선신호시스템 개념설계

주요 내용 및 연구 흐름	
<ul style="list-style-type: none"> <li>긴급차량 우선신호시스템 도입에 따른 설계개념 제시</li> <li>국내외 긴급차량 우선신호 시스템 설치 운영 사례 검토</li> <li>긴급차량 우선신호 시스템 도입 구축비용 개략 산정</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>현장제어식 및 중앙관제식 개념 구분</li> <li>시스템 구현을 위한 사설/정부 제시</li> <li>미국 긴급차량 우선 처리 시스템 조사</li> <li>일본 현장 급행 지원 시스템(FAST) 조사</li> <li>시스템 방식별 구축비용 제시</li> <li>시나리오 설정을 통한 현실적인 구축비용 제시</li> </ul>
관련 조사 내용	주요 제안내용
<ul style="list-style-type: none"> <li>일본 동경 FAST</li> <li>미국 OPTICOM</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>현장제어식 및 중앙관제식에 대한 개념 설계 및 제시</li> <li>국내외 관련 주요 연구 및 설치사례에 대한 검토 및 발전방향 도출</li> <li>국내 교통체계 여건에 맞는 시스템/장비 제시 및 구축 비용 산정</li> </ul>

### ○ 교통신호체계 및 긴급차량 출동현황 분석

주요 내용 및 연구 흐름	
<ul style="list-style-type: none"> <li>서울시 교통신호체계 현황분석</li> <li>긴급차량 출동현황 분석</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>신호운영 및 교통정보센터 현황조사</li> <li>신호기 설치 현황, 교통량 현황 조사</li> <li>긴급차량의 주요 출동경로 및 출동시간 분석</li> <li>출동시간 지연 지역 및 원인 파악</li> </ul>
관련 조사 내용	주요 제안내용
<ul style="list-style-type: none"> <li>교통신호체계 현황 조사</li> <li>긴급차량 출동경로 및 시간 분석</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>서울시의 교통신호체계 조사 및 자료 구축</li> <li>긴급차량의 주요 출동경로 및 출동시간에 대한 분석</li> <li>긴급차량 출동 경로상에 위치한 통과교차로 및 신호 분석</li> </ul>

### ○ 긴급차량 우선신호시스템 효과분석

주요 내용 및 연구 흐름	
<ul style="list-style-type: none"> <li>효과분석 대상지역 선정</li> <li>시뮬레이션 분석을 통한 효과분석 수행</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>가용망 형태, 교차로 혼잡 정도에 따른 대표지역 선정</li> <li>긴급차량 출동 빈도, 범위, 경로에 따른 범위 결정</li> <li>효과분석방법 설계 및 시뮬레이션 분석도구 검토</li> <li>적정한 평가 항목 및 측정 지표 선정</li> </ul>
관련 조사 내용	주요 제안내용
<ul style="list-style-type: none"> <li>시뮬레이션 평가 수행 절차</li> <li>시뮬레이션 분석 평가 지표</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>미시적 시뮬레이션 분석도구 선정 및 분석 방법 설계</li> <li>시스템 목적에 맞는 적절한 평가 항목 및 측정지표 선정</li> <li>시뮬레이션을 통한 효과분석 수행</li> </ul>

### ○ 긴급차량 우선신호시스템 도입전략 수립

주요 내용 및 연구 흐름	
<ul style="list-style-type: none"> <li>기술적 관점에서의 도입전략 수립</li> <li>제도적 관점에서의 도입전략 수립</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>현장제어식과 중앙관제식을 융합하는 방안 고려</li> <li>UTIS 활용방안 고려</li> <li>국가 지능형교통체계 기본계획에 반영 검토</li> <li>긴급차량 통행과 관련된 현행 법규 검토</li> <li>신호제어기 표준규격에 대한 검토</li> <li>사업 추진 근거와 예산마련을 위한 법적 근거 검토</li> </ul>
관련 조사 내용	주요 제안내용
<ul style="list-style-type: none"> <li>지능형 교통 체계 기본 계획</li> <li>국내 주요연구 검토</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>기술선망, 미래교통체계, 국가교통체계 계획을 고려한 기술적 전략 수립</li> <li>시스템 도입시 발생하는 문제점 및 해결책을 고려한 제도적 전략 수립</li> </ul>

〈그림 1-2〉 연구의 목적



## 2. 연구의 필요성

### 가. 서울시 내 지속적인 재난발생

서울시 통계를 바탕으로 인적재난 발생현황을 살펴보면, 서울에서 발생하는 인적재난으로 58,333명(2011년 기준)이 피해를 입었으며, 약 532억 원의 재산피해가 발생하였다. 서울시 전체 인구가 약 천만 명임을 감안할 때 1000명 중 5~6명은 1년에 한 번 정도 재난상황을 겪는 것으로 볼 수 있다. 또한 인적 및 재산피해가 꾸준히 발생하고 있기 때문에 재난상황 발생 시 이를 신속하고 안전하게 해결하기 위한 방안 마련이 필수적이다.

(단위: 명, 백만 원)

연도	인적피해			재산피해		
	계	사망	부상	계	부동산	동산
2007	58,558	577	57,981	23,073	7,502	15,571
2008	60,683	588	60,246	26,385	16,159	10,226
2009	64,394	589	63,805	15,574	5,549	10,025
2010	60,449	493	59,956	14,808	5,957	8,851
2011	58,333	504	57,829	53,250	45,400	7,850

자료: 서울통계(<http://stat.seoul.go.kr/>)

〈표 I-2〉 인적재난 발생현황(피해유형)

인적재난 발생현황을 사고유형별로 살펴보면 다음과 같다.

(단위: 건, 명)

연도	합계		화재		산불	붕괴		폭발		도로교통사고		기타	
	건	인원	건	인원	건	건	인원	건	인원	건	인원	건	인원
2008	48,615	60,834	6,731	430	16	3	4	5	7	41,740	60,372	120	111
2009	50,779	64,394	6,318	257	5	7	2	6	9	44,362	64,037	81	89
2010	47,103	60,449	5,321	230	3	19	5	5	19	41,644	60,058	111	137
2011	46,316	58,333	5,526	197	56	219	101	8	12	40,412	57,928	95	95
2012	46,657	57,040	5,724	277	59	184	46	76	11	40,517	56,674	97	32

자료: 서울통계(<http://stat.seoul.go.kr/>)

〈표 I-3〉 인적재난 발생현황(사고유형)

가장 높은 비율을 차지하는 것이 도로교통사고이며 다음으로 화재가 높은 재난상황임을 확인할 수 있다. 이 중 도로교통사고 발생은 경찰, 보험회사, 견인차량 등 다양한 주체에 의해 상황이 접수되고 빠른 상황 해소가 가능할 수 있다. 화재의 경우, 지정된 119안전센터에서 출발하는 소방차량만이 상황을 해제할 수 있으므로 해당 차량의 신속한 현장출동을 위한 방안이 요구된다. 소방차량의 출동을 지연시키는 원인 중 하나가 교차로 신호에 의한 긴급차량의 정지이며, 이를 개선하기 위한 시스템이 긴급차량 우선신호제어 시스템이다.

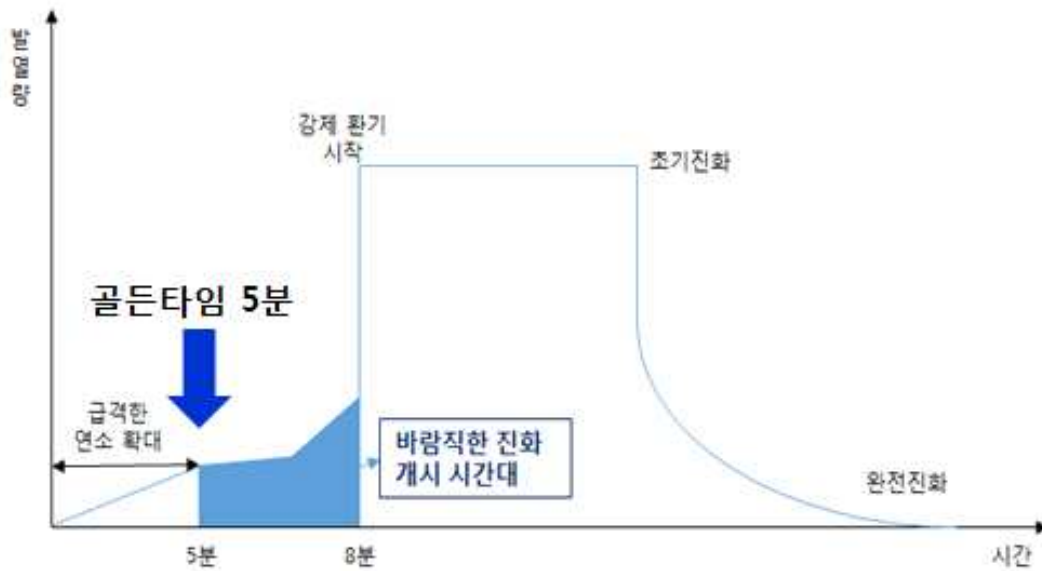
#### 나. 골든타임 확보의 중요성<sup>2)</sup>

일반적으로 골든타임은 재난대응 목표시간 관리를 위한 개념으로 의료 및 소방에서 응급조치를 하기 위한 초기 집중대응시간으로 정의할 수 있다. 소방분야에서는 소방차량의 차고지 출동부터 현장 도착까지의 시간을 의미하며, 심정지환자 및 화재 등 응급상황에서 피해를 최소화하고 생존율을 높일 수 있는 초기 재난대응 목표시간은 통상적으로 5분으로 설정된다.

화재진압을 비롯한 인명구조 시 사고 초기대응에 가장 중요한 시간을 의미한다. 특히 화재의 경우, 발생 후 5분이 경과하면 연소 확산 속도와 피해 면적이 급격히 증가하는 속성이 있다. 따라서 화재를 초기에 진압하지 못하면 화재 피해 규모가 급격하게 커지므로 화재 피해를 최소화하기 위해서는 소방차가 화재 발생 후 5분 이내에 현장에 도착하여 소화 작업을 시작하도록 해야 한다. 화재로 인한 인명·재산 피해를 최소화하기 위해 소방차가 얼마 만에 현장에 도착해야 하는가에 대해서는 「5분이론」과 「8분이론」이 있다. 화재 발생 후 5분 내지 8분이 지나면 플래시오버(Flashover)현상, 즉 건물 전체가 불길에 휩싸이면서 급격히 연소가 확대되는 현상이 발생하기 때문에 5분 내지는 8분 이내에 화재를 진압해야 한다는 논리다. 이는 우리나라뿐 아니라 미국, 영국, 호주 등 많은 나라에서 소방력 산출 기준의 기초 이론으로 활용하고 있다.

이처럼 골든타임의 확보는 생명과 재산을 재난상황으로부터 보호하는데 중요한 요소이다. 긴급차량 우선신호제어 시스템을 통해 의료, 소방, 응급상황 발생 시 신속한 도착 및 대응이 가능하다면 서울시에 반드시 구축되어야 하는 시스템이라고 할 수 있다.

2) 고승영 외, 소방차 긴급출동지원 교통신호시스템 도입방안 연구, 국립재난안전연구원, 2014, p.3 재인용



〈그림 I-3〉 화재성장 곡선(골든타임 5분의 중요성)

다. 긴급차량 우선신호제어 시스템의 도입효과<sup>3)</sup>

긴급차량 우선신호제어 시스템의 도입효과는 다음과 같이 정리할 수 있다.



〈그림 I-4〉 긴급차량 우선신호제어 시스템의 도입효과

본 시스템의 목적과 부합하여 긴급 상황에 대한 출동시간 개선이 가장 우선적인 도입효과이다. 긴급차량 출동 시, 교차로 신호로 인한 지체가 감소하므로 평균 출동시간

3) FHWA, Traffic Signal Preemption for Emergency Vehicles, 2006, p3-1~3-3

은 감소할 것이며 이로 인해 골든타임 확보 비율로 개선될 것이다. 네트워크 및 교통량 현황에 따라 효과수준은 상이할 수 있으나 긴급차량 출동시간 개선효과는 직접적인 확인이 가능하다.

긴급차량 우선신호제어 시스템 도입으로 인해 긴급차량의 주행안전과 긴급차량 출동 중 사고로 인한 문제 등도 개선할 수 있다. 다음의 그림을 보면 긴급차량의 교차로 신호위반, 중앙선 침범 등과 같은 법규위반으로 발생할 수 있는 위험한 상황을 확인할 수 있다. 교차로 신호위반을 할 경우, 녹색신호를 받고 교차로로 진입하는 반대방향 차량과의 충돌 위험, 녹색신호를 받고 교차로를 횡단하는 보행자와의 충돌 위험이 항상 존재한다. 또한 중앙선 침범 시, 반대방향에서 진입하는 차량과의 정면추돌사고의 위험이 있다. 긴급차량 우선신호제어를 도입하면 적색신호에 정지하는 상황이 줄어들고 긴급차량의 무리한 법규위반도 줄어들게 된다. 이러한 점에서 긴급차량의 주행안전이 향상될 수 있는 것이다.



〈그림 I-5〉 긴급차량의 위험한 출동현황

긴급차량의 출동시간이 개선되면 화재 및 사고로 인한 인명과 재산 손실을 막을 수 있으며 긴급차량 출동운영과 관련된 비용도 절감할 수 있다. 또한 화재 등 사고로 인한 보험 비용도 절감할 수 있을 것이다.

긴급차량 우선신호제어 시스템으로 인한 다양한 도입효과가 있지만 그에 따른 부정적인 영향도 존재한다. 긴급차량 출동방향과 다른 방향에서 진입하는 일반차량의 지체가 증가하며, 시스템의 완성도가 떨어질 경우 신호에 대한 인식혼란으로 사고를 야기할 수도 있다.

따라서 긴급차량 우선신호제어 시스템 도입에 대한 연구가 필요하며 부정적인 영향은 최소화하며 도입효과를 극대화할 수 있는 전략수립이 필요하다.

### 3. 연구의 범위

#### 가. 내용적 범위

연구의 각 수행부문별 내용적 범위는 다음과 같다.

수행부문	세부수행내용
긴급차량 우선신호시스템 개념설계	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 국내외 긴급차량 우선신호시스템 설치·운영 사례 검토</li> <li>• 긴급차량 우선신호 시스템 도입에 따른 설계 개념 제시</li> <li>• 긴급차량 우선신호 시스템 도입 구축비용 개략 산정</li> </ul>
교통신호체계 및 긴급차량 (소방차 및 구급차) 출동현황 분석	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 서울시 교통신호체계 현황분석               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 서울시 신호기 설치 현황</li> <li>- 서울시 주요 도로별 교통현황</li> </ul> </li> <li>• 긴급차량 출동현황 분석               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 서울시 권역별 긴급차량(소방차) 출동 경로 및 시간 분석</li> </ul> </li> </ul>
긴급차량 우선신호시스템 효과분석	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 효과분석 대상지역 선정               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 교통신호체계 및 긴급차량 출동현황 분석을 바탕으로 대상지역 검토</li> </ul> </li> <li>• 시뮬레이션 분석을 통한 효과분석 수행               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 긴급차량 출동시간 절감 효과분석</li> <li>- 일반차량 지체 영향 분석</li> </ul> </li> </ul>
긴급차량 우선신호시스템 도입전략 수립	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 기술적 관점에서의 도입전략 수립               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 국내외 기술개발 현황 및 도입전략 반영</li> </ul> </li> <li>• 제도적 관점에서의 도입전략 수립               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 법/제도적 개선사항 반영</li> </ul> </li> </ul>

〈표 I-4〉 연구의 내용적 범위

연구의 내용은 크게 네 가지로 구분할 수 있다. 먼저 긴급차량 우선신호 시스템 개념설계로 국내외 시스템의 사례를 검토하고 서울시 도입을 위한 설계 개념을 제시하였다. 그리고 서울시에 적합한 도입전략 수립을 위해 서울시 교통현황과 긴급차량 출동현황을 분석하여 그 특성을 기술하였다. 또한 효과분석 대상을 선정하여 시뮬레이션 분석을 통한 효과분석도 수행하였다. 마지막으로 서울시에 긴급차량 우선신호제어 시스템 도입을 위한 전략을 기술적, 제도적 관점에서 제시하였다.

내용적 범위에 있어 연구의 대상을 화재진압을 위한 소방차량(지휘차, 펌프차, 구급차, 물탱크차 등)에 한정한다. 명확한 연구를 위해 정확한 자료구득이 어려운 일반 구급출동을 제외한 화재진압에 초점을 맞추어 연구를 진행하였다. 긴급차량의 출동이력 자료는 서울소방재난본부의 협조를 받아 구득하였다.

화재는 인적재난 사고유형 중 높은 비중을 차지하며, 화재로 인한 재난상황 발생 시 다수의 소방차량이 출동하기 때문에 우선신호제어의 필요성이 가장 높다. 또한 소화수로 인해 하중이 무거운 펌프차, 물탱크차 등은 출동 중 정지 또는 감속 후 다시 가속하는데 지체시간이 길어진다. 따라서 우선신호제어의 도입이 가장 필요한 화재 발생 시 출동하는 소방차량을 중심으로 연구를 진행하였다. 소방차량을 이외의 긴급차량에 대한 내용은 향후 연구에서 다룰 수 있을 것이다.

#### 나. 시간적 범위

본 연구에서는 교통신호체계 및 교통량 현황, 긴급차량 출동이력자료, 시뮬레이션 분석을 위한 기초자료 등을 활용한다. 교통신호체계 현황분석은 2015년을 기준으로 이루어졌으며, 교통량 현황은 최근 자료인 2014년 자료를 활용하였다. 또한 긴급차량 출동이력자료는 2010년부터 2014년까지 5개년이며, 시뮬레이션 효과분석은 2015년을 기준으로 이루어졌다.

#### 다. 공간적 범위

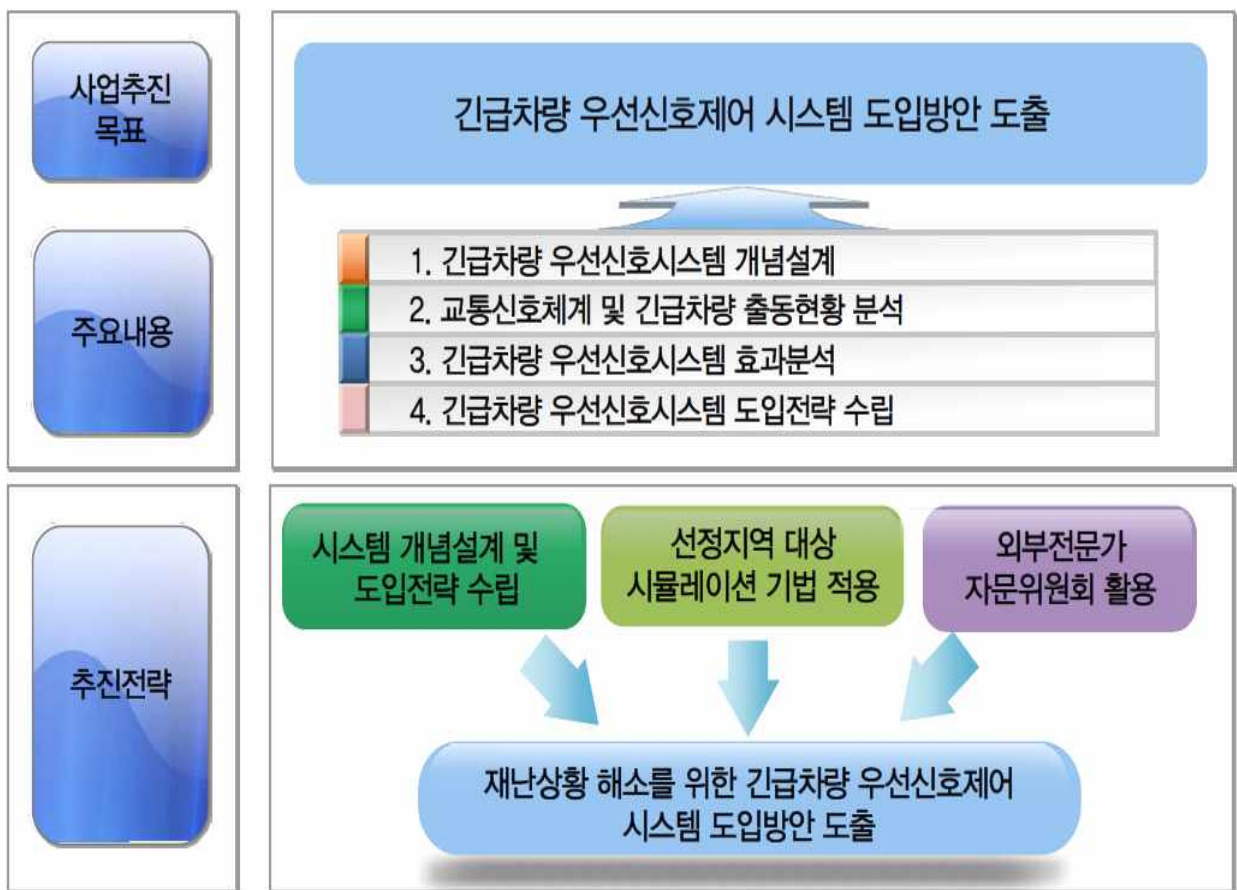
본 연구의 공간적 범위는 기본적으로 서울특별시로 한정된다. 국내외 긴급차량 우선신호시스템 운영사례 분석의 경우, 미국, 유럽, 일본 등 긴급차량 우선신호제어 시스템 시행 사례지역 까지 공간적 범위를 확대하여 연구를 수행하였다.

시뮬레이션 분석의 경우, 서울특별시 내 일부 지역을 선정하여 분석을 진행하였으며 본 연구에서는 광진구 내 구의안전센터를 중심으로 분석지역을 선정하였다.

#### 4. 연구 추진전략

본 연구 목표는 긴급차량 우선신호제어 시스템 도입방안을 도출하는 것이고, 이것을 달성하기 위한 추진전략은 다음과 같다.

사업추진 목표인 긴급차량 우선신호제어 시스템 도입방안 도출을 위해 네 가지 주요 내용이 수행되었다. 이를 수행하기 위해 시스템 개념설계 및 도입전략 수립, 선정지역 대상 시뮬레이션 기법을 적용하였고, 외부전문가 자문위원회 활용을 통해 연구를 추진하였다.



〈그림 I-6〉 연구 추진전략

본 연구를 위한 외부전문가 자문위원회를 구성하고 지속적인 자문회의를 통해 실질적으로 실현가능한 결과를 도출하고자 하였다. 또한 시스템 개념설계 및 도입전략 수립 시 서울시의 기술적 및 제도적 현황을 파악하고 현실적인 적용 가능한 결과를 도출하여, 향후 우선신호제어 시스템 도입을 위한 기초연구로써 의미를 가진다.





## **II. 긴급차량 우선신호제어 시스템 개념설계**

---

1. 개요
2. 국내외 선행연구 및 운영사례 검토
3. 긴급차량 우선신호제어 시스템 도입에 따른 설계개념 제시
4. 긴급차량 우선신호제어 시스템 도입 구축비용 산정



## Ⅱ. 긴급차량 우선신호제어 시스템 개념설계

### 1. 개요

긴급차량 우선신호제어 시스템을 설계하기 위해서는 먼저 운영방식을 구분하고, 각 운영방식에 따른 개념을 설계하여야 한다. 따라서 본 절에서는 긴급차량 우선신호제어 시스템의 개념을 제시하고 시스템 구현을 위한 시설/장비를 제시하고자 한다.

긴급차량 우선신호제어 시스템은 운영방식에 따라 크게 현장제어식과 중앙관제식으로 구분될 수 있다. 서울시에 적합한 개념을 설계하기 위해 국내외 운영사례 및 선행 연구를 검토하였으며 그에 따른 시사점을 제시하였다. 또한 긴급차량 우선신호제어 시스템을 구축하기 위한 비용을 개략적으로 산정하였다.

#### 가. 기본개념 및 유형

긴급차량 우선신호제어 시스템은 소방차와 구급차, 순찰차 등 구난과 안전 및 치안을 위한 긴급차량의 통과를 자동으로 감지, 교통신호를 제어하여 긴급차량 무정차통과를 지원하는 시스템으로 정의할 수 있다.



자료:

〈그림 Ⅱ-1〉 긴급차량 우선신호제어의 개념

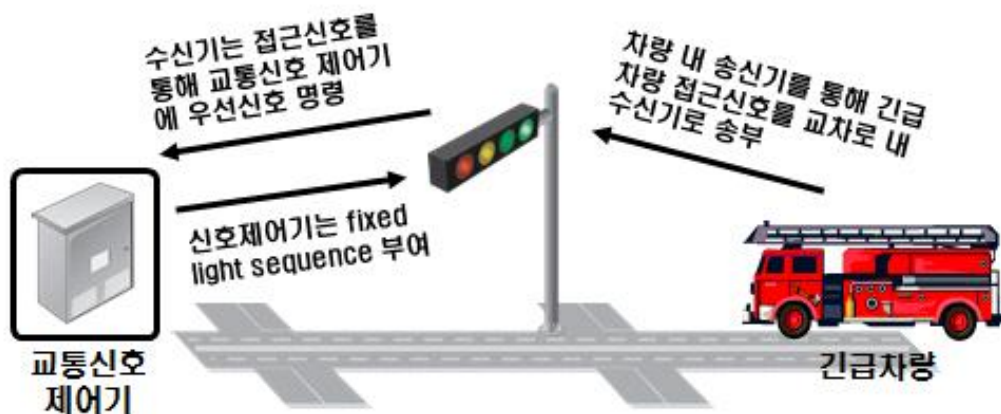
긴급차량 우선신호제어 시스템은 교통관제시스템(신호제어센터)의 활용 여부에 따라 현장제어식과 중앙관제식으로 구분될 수 있다. 긴급차량의 현장 출동 시 교차로의 포화 정도에 따라 교통 혼잡 제어능력이 구분된다. 현장제어식과 중앙관제식은 교차로 교통량, 교통관제센터의 존재 여부 등 현장 여건에 따라 그 활용도가 달라지므로 각 방식의 장단점을 면밀히 고려하여 현장에 적용할 필요가 있으며 이를 고려한 개념 설계가 필요하다.

### 가) 현장제어식

현장제어식은 긴급차량의 차내통신장치가 도로변기지국장치를 통해 교통신호제어기와 직접 통신하여 긴급차량 우선신호제어를 수행하는 방식으로 중소도시와 같은 교통량이 많지 않은 지역에서 유리하다.

현장제어식은 긴급차량이 교차로 또는 신호기 주변으로 진입하면 차량 내 송신기를 통해 접근신호를 보낼 수 있다. 접근신호를 검지기 등을 이용하여 자동으로 보내거나 긴급차량 내 운전자의 조작으로 보낼 수도 있다. 이렇게 전달된 긴급차량 접근신호는 교차로 내 수신기로 송부되고 교통신호 제어기에 우선신호제어 명령을 전달하게 된다. 긴급차량 우선신호제어 명령을 받은 교통신호제어기는 내부에 입력된 알고리즘 기반으로 우선신호를 제공하게 된다.

현장제어식은 긴급차량의 교차로 진입을 사전에 파악하지 못하고 일정 구간에 진입한 이후 감지가 가능하므로 즉각적인 신호제어를 필요로 한다. 따라서 사전에 현시를 조정하거나 네트워크 단위의 효율적인 신호제어를 수행하기에는 한계가 있을 수 있다.



〈그림 II-2〉 현장제어식(Transmit/Receive System) 개념도

## 나) 중앙관제식

긴급차량이 출동지와 목적지를 신호센터에 요청(또는 긴급차량 출동에 대한 정보 입수)하면 신호제어센터에서 필요한 교차로에 긴급차량 우선신호제어를 수행하는 방식으로 대도시와 같이 교통량이 많은 지역에서 적합하며 교차로 대기행렬의 사전 제거가 가능하다.

중앙관제식은 긴급차량 출동 시 소방서(센터) 단위에서 신호제어센터로 우선신호를 요청하게 된다. 이때 긴급차량의 최적 출동경로를 사전에 설정하고 우선신호가 필요한 교차로 지점을 요청할 수 있다. 우선신호 요청을 받은 신호제어센터는 실시간 교통신호 운영시스템을 활용하여 각 교통신호제어기로 정해진 sequence의 우선신호제어를 명령한다. 최종적으로 긴급차량이 교차로로 진입하기 전 교통신호제어기가 신호기를 통해 우선신호를 제공하게 된다.

중앙관제식은 긴급차량의 교차로 진입을 사전에 파악하거나 또는 실시간으로 긴급차량의 위치를 파악할 수 있다. 따라서 주변 차량의 지체를 줄일 수 있는 신호제어가 가능하며 교통량이 많은 서울시 내에서 효과적으로 운영이 가능하다. 그러나 중앙관제식을 수행하기 위해서는 신호제어센터에서 각 교차로의 신호제어가 가능하며, 긴급차량 우선신호를 위한 소프트웨어와 인력의 사전 구축이 필요하다.



〈그림 II-3〉 중앙관제식(Route Preemption System) 개념도

## 나. 법·제도적 현황

소방차를 비롯한 긴급차량은 기본적으로 우선통행에 대한 권리를 법적으로 보장하고 있다. 소방기본법 제21조에서는 소방자동차의 우선통행을 보장하고 있으며, 모든 차와 사람은 소방자동차(지휘를 위한 자동차와 구조·구급차를 포함)가 화재진압과 구조·구급활동을 위하여 출동할 때 이를 방해하는 것을 금지하고 있다.

### 소방기본법 제21조(소방자동차의 우선 통행 등)

- ① 모든 차와 사람은 소방자동차(지휘를 위한 자동차와 구조·구급차를 포함한다. 이하 같다)가 화재진압 및 구조·구급 활동을 위하여 출동을 할 때에는 이를 방해하여서는 아니 된다.
- ② 소방자동차의 우선 통행에 관하여는 「도로교통법」에서 정하는 바에 따른다.
- ③ 소방자동차가 화재진압 및 구조·구급 활동을 위하여 출동하거나 훈련을 위하여 필요할 때에는 사이렌을 사용할 수 있다.

자료: 소방기본법[시행 2014.12.30.] [법률 제12936호, 2014.12.30. 일부개정]

### 〈표Ⅱ-1〉 긴급차량 관련 소방기본법 현황

긴급차량의 도로통행에 관련된 법적현황은 도로교통법 제16조 통행의 우선순위, 제29조 긴급자동차의 우선 통행, 제30조 긴급자동차에 대한 특례에서 찾아볼 수 있다. 긴급차량은 도로통행에 있어 가장 높은 우선순위를 가지고, 부득이한 경우 도로의 중앙이나 좌측부분의 통행을 허용하며 신호 등에 의해 정지하지 않을 수 있다. 그러나 긴급차량의 우선신호제어에 관한 명확한 법적내용은 없다.

실제 일반 운전자들은 긴급차량에 대한 양보하기 위해 신호를 위반하여 운전하기 힘들 뿐 아니라 국내 교통 여건상 양보가 어려운 경우가 많이 발생함으로 긴급자동차의 우선통행 규정으로 긴급차량의 원활한 출동여건을 보장할 수는 없다.

또한 도로교통법 제29조에서 부득이한 경우 중앙선 침범 통행이나 신호에 대한 정지를 아니 할 수 있다고 언급하고 있으나 도로교통법에서 정하는 모든 의무규정으로 부터 자유로운 것은 아니다. 또한 교차로 통행 시 보행자와 긴급차량 간의 우선순위가 명시되어 있지 않으므로 사고의 위험성과 사고발생 시 책임소재 문제도 발생할 수 있다.

교차로에서 발생하는 이러한 문제를 해결할 수 있는 명확한 법적기준과 긴급차량 우선신호제어 시스템 도입이 필요하다.

### 도로교통법 제16조(통행의 우선순위)

- ① 차마 서로간의 통행의 우선순위는 다음 각 호의 순서에 따른다.
1. 긴급자동차
  2. 긴급자동차 외의 자동차
  3. 원동기장치자전거
  4. 자동차 및 원동기장치자전거 외의 차마

### 도로교통법 제29조(긴급자동차의 우선 통행)

- ① 긴급자동차는 제13조제3항에도 불구하고 긴급하고 부득이한 경우에는 도로의 중앙이나 좌측 부분을 통행할 수 있다.
- ② 긴급자동차는 이 법이나 이 법에 따른 명령에 따라 정지하여야 하는 경우에도 불구하고 긴급하고 부득이한 경우에는 정지하지 아니할 수 있다.
- ③ 긴급자동차의 운전자는 제1항이나 제2항의 경우에 교통안전에 특히 주의하면서 통행하여야 한다.
- ④ 모든 차의 운전자는 교차로나 그 부근에서 긴급자동차가 접근하는 경우에는 교차로를 피하여 도로의 우측 가장자리에 일시정지하여야 한다. 다만, 일방통행으로 된 도로에서 우측 가장자리로 피하여 정지하는 것이 긴급자동차의 통행에 지장을 주는 경우에는 좌측 가장자리로 피하여 정지할 수 있다.
- ⑤ 모든 차의 운전자는 제4항에 따른 곳 외의 곳에서 긴급자동차가 접근한 경우에는 도로의 우측 가장자리로 피하여 진로를 양보하여야 한다. 다만, 일방통행으로 된 도로에서 우측 가장자리로 피하는 것이 긴급자동차의 통행에 지장을 주는 경우에는 좌측 가장자리로 피하여 양보할 수 있다.

[전문개정 2011.6.8.]

### 도로교통법 제30조(긴급자동차에 대한 특례)

긴급자동차에 대하여는 다음 각 호의 사항을 적용하지 아니한다.

1. 제17조에 따른 자동차등의 속도 제한. 다만, 제17조에 따라 긴급자동차에 대하여 속도를 제한한 경우에는 같은 조의 규정을 적용한다.
2. 제22조에 따른 앞지르기의 금지
3. 제23조에 따른 끼어들기의 금지

자료: 도로교통법[시행 2015.8.11.] [법률 제13458호, 2015.8.11. 일부개정]

〈표Ⅱ-2〉 긴급차량 도로통행 관련 도로교통법 현황

또한 긴급차량의 우선통행과 우선신호 관련 다양한 법·제도적 현황은 다음과 같다.

먼저 긴급차량 진로 방해 단속제도 시행을 들 수 있다. 2012년 8월부터 긴급자동차의 우선권을 보장하기 위해 긴급자동차에 대한 양보를 이행하지 않는 차량에 대한 과태료 부과 시행하였다. 과태료 수준은 이륜차 4만원, 소형 5만원, 승합 6만원으로 시행되었다. 그러나 제도 시행에 대한 실효성은 의문으로 남아 있는 상태이다. 긴급신호시설 등 기술적 보완 없이 시행할 경우, 비켜줄 공간이 없는 상황에서 단속은 실효성이 없으며 저항을 초래할 가능성이 높다. 또한 긴급차량 긴급통행을 방해했다는 근거를 확보하기 쉽지 않으며 과태료 수준도 낮기 때문에 긴급차량의 통행수준을 개선하는데 한계가 있다.

또한 제7차 국가 교통안전기본계획(국토해양부, 2011.9 공고)에서도 안전에 대한 관심 증대와 긴급 상황의 신속한 조치를 위해 다음과 같은 내용을 명시하였다. 제7차 국가교통안전기본계획 상 비상대응체계 고도화 전략으로 ‘도로교통사고 대응시간 골든타임 이내 50%, 해양사고 대응시간 25분 이하 달성’ 목표 제시하였으며, 지자체와 경찰청 및 행정안전부 주관으로 연차적 시스템 도입계획을 수립할 것을 의무화하였다. 이러한 국가적 목표는 본 연구에서 도입하고자 하는 긴급차량 우선신호 시스템과 맥락을 같이 하는 부분이다.

이러한 국가적 목표와 관심 속에서 긴급차량 우선신호제어 시스템을 차질 없이 도입하기 위해서는 기술적인 측면의 법·제도적 현황을 살펴볼 필요가 있다. 안전과 직결되는 신호를 제어하는 시스템이므로 기술적인 뒷받침이 무엇보다 중요하다. 이러한 현황을 파악하기 위해 도로교통법과 경찰청 교통신호제어기 표준규격서를 검토하였다.

도로교통법(도로교통법 시행규칙 제7조 제2항)에서는 신호기의 현시순서 변경을 허용하고 있다. 개정 전 도로교통법에서는 현시순서가 일정하도록 명시되어 있었으며 정해진 현시 순서 이외에는 신호운영이 불가능하였다. 이 경우 상황에 따른 현시 순서 변화가 필요한 현시 생략 감응제어나 긴급신호시스템은 지원이 불가능하였으며 이에 대한 개정이 계속적으로 요구되었다. 2011년 교통체계선진화 정책 수행을 위해 현시 순서를 달리할 수 있도록 도로교통법 개정되어 긴급차량 우선신호 지원이 가능해졌다. 다음의 표에서 볼 수 있듯이, “교차로 사고방지와 교통여건상 특별히 필요하다고 인정되는 장소에는 신호의 순서를 달리하거나 녹색화살표 및 녹색등화를 동시에 표시할 수 있다.” 라는 예외 조항으로 긴급차량 우선신호 지원이 가능하다.



**도로교통법 시행규칙 제7조(신호등)**

- ① 제6조에 따른 신호기 중 신호등의 종류, 만드는 방식 및 설치기준은 별표 3과 같다.
- ② 제1항에 따른 신호등의 등화의 배열순서 및 신호순서는 각각 별표 4 및 별표 5와 같다.
- ③ 제1항에 따른 신호등은 다음 각 호의 성능을 가져야 한다.
  1. 등화의 밝기는 낮에 150미터 앞쪽에서 식별할 수 있도록 할 것
  2. 등화의 빛의 발산각도는 사방으로 각각 45도 이상으로 할 것
  3. 태양광선이나 주위의 다른 빛에 의하여 그 표시가 방해받지 아니하도록 할 것

**도로교통법 시행규칙 제7조 제2항 관련(〔별표5〕 신호등의 신호순서)**

신 호 등	신 호 순 서
적색·황색·녹색화살표·녹색의 사색등화로 표시되는 신호등	녹색등화·황색등화·적색 및 녹색화살표 등화·적색 및 황색등화·적색등화의 순서로 한다.
적색·황색·녹색(녹색화살표)의 삼색등화로 표시되는 신호등	녹색(적색 및 녹색화살표)등화·황색등화·적색등화의 순서로 한다.
적색화살표·황색화살표·녹색화살표의 삼색등화로 표시되는 신호등	녹색화살표등화·황색화살표등화·적색화살표등화의 순서로 한다.
적색 및 녹색의 이색등화로 표시되는 신호등	녹색등화·녹색등화의 점멸·적색등화의 순서로 한다.

(주) 교차로와 교통여건상 특별히 필요하다고 인정되는 장소는 신호의 순서를 달리하거나 녹색화살표 및 녹색등화를 동시에 표시할 수 있다.

자료: 도로교통법 시행규칙(시행 2015.7.1.) [행정자치부령 제29호, 2015.6.30., 일부개정]

**〈표Ⅱ-3〉 도로교통법의 현시순서 변경허용 현황**

또한 긴급차량 우선신호제어 시스템을 지원하는 교통신호제어기가 미리 설치되어야 추가적인 신호제어기 교체 없이 적은 비용으로 사업을 시행할 수 있다. 경찰청에서는 긴급신호시스템 운영을 위해 기술표준을 제정하였다. 경찰청은 긴급차량 우선신호 시스템을 지원하는 기능을 표준화하여 ‘경찰청 교통신호제어기 표준규격서’ 개정규격에 반영하여 배포 및 시행하였다(2010. 8). 따라서 2010년 교통신호제어기가 설치된 교차로에서는 긴급차량 우선신호 지원이 가능하며, 2010년 교통신호제어기가 설치된 지역에 우선적으로 긴급차량 우선신호제어 시스템을 도입하는 것이 바람직하다.

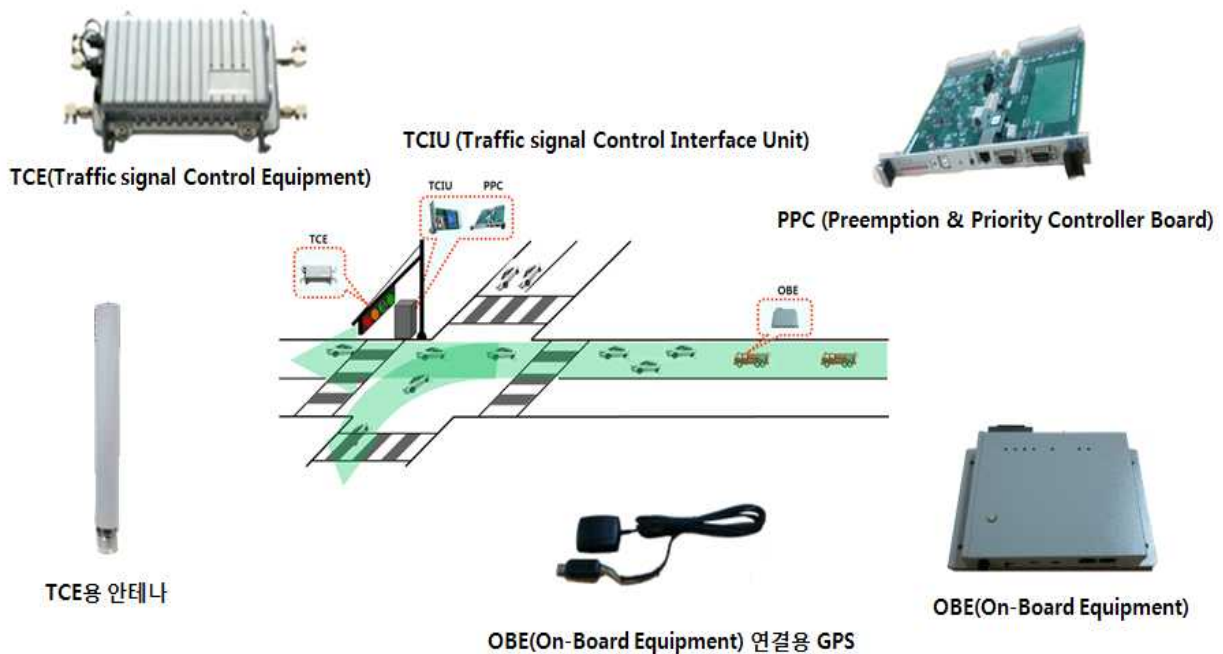
## 다. 시스템 설계요소

### 가) 개요

긴급차량 우선신호제어 시스템은 신호등에 설치되는 TCE(Traffic signal Control Equipment), 신호제어기내에 설치되는 TCIU(Traffic signal Control Interface Unit) 와 PPC(Preemption & Priority Controller Board), 긴급차량에 설치되는 OBE(On-Board Equipment)로 구성되어진다.

긴급차량에 설치되는 OBE는 GPS 정보를 기반으로 현재 차량이 이동하는 위치정보를 항상 확인할 수 있으며(저렴한 장비는 위치정보 부정확할 수 있음), 신호등에 설치된 TCE와 접속되면 위치정보를 전송하게 되며, 위치정보를 수신한 TCE는 TCIU와 PPC를 통하여 신호제어기의 신호를 변경하는 기능을 제공한다.

TCE는 긴급차량에 장착된 OBE 간에는 음영지역이 최소화되도록 하고 긴급차량의 진입여부 판단을 빠르게 하여 시스템의 성능을 최대화 한다. 신호제어기와의 통신 중 예외적인 신호제어가 발생하지 않도록 표준 신호제어기와 완벽한 호환을 이루어야 한다. 신호의 변경 시에는 사고의 예방을 위해 황색의 예비신호를 주어야 한다.



〈그림 II-4〉 긴급차량 우선신호제어 시스템 설계요소

나) 설계요소별 규격

먼저 TCE(Traffic signal Control Equipment)와 안테나의 규격으로 다음과 같다.

품명	TCE (Traffic signal Control Equipment)	
사양	기본	1) CPU : 600MHz 이상 2) Memory : 비휘발성-8Mbytes 이상, 휘발성-128Mbytes 이상 3) 유선: 10/100/1000Mbps 이더넷
	무선	1) 사용주파수 : 5.25 ~ 5.825GHz 대역 2) 지원 채널수 : 19개 이상 2) 전송방식 : OFDM / CSMA/CA 방식 3) 점유밴드 : 20MHz 이하
	전압/환경	1) 동작전압 : 48V DC +/- 10% 2) 동작온도 : -30℃ ~ 55℃ 3) 동작습도 : 10 ~ 90% 4) 방수 등급 : IP65 이상
기능	1) 국내 전파법규를 준수하여야 한다. 2) 전원 공급은 802.3af POE(Power over Ethernet) 방식을 지원하여야 한다. 3) TCE와 OBE간의 통달거리는 최소 500m 이상 지원되어야 한다. 4) 2개의 무선포트와 4개의 안테나 포트를 제공하여야 한다. 5) 신호등에 설치할 수 있는 브라켓을 제공하여야 한다.	

〈표 II-4〉 TCE(Traffic signal Control Equipment) 규격

품명	TCE용 안테나	
사양	1) 사용주파수 : 5.25 ~ 5.850GHz 2) 이득 : 6dBi 3) 방사패턴 : 무지향성 4) 포트 형태 : N-Type Male	
기능	1) TCE와 OBE간의 데이터를 무선주파수로 변경 송/수신하여야 한다. 2) TCE와의 완벽한 정합을 통하여 최대의 성능을 발휘하여야 한다.	

〈표 II-5〉 TCE(Traffic signal Control Equipment) 안테나 규격

신호제어기내에 설치되는 TCIU(Traffic signal Control Interface Unit)의 설치 규격은 다음과 같다.

품명		TCIU (Traffic signal Control Interface Unit)
사양	기본	1) PPC와의 통신 방식 : RS-232 2) 유선: 10/100Mbps 이더넷
	전압/환경	1) 동작전압 : +3.3VDC 2) 동작온도 : -20℃ ~ 70℃ 3) 동작습도 : 10 ~ 90%
기능	1) 표준신호제어기 SCU(Signal Control Unit) 부에 설치할 수 있어야 한다. 2) 인가전원은 표준신호제어기의 후면판의 220VAC를 공급 받아야 한다. 2) 출력전압은 802.3af POE(Power over Ethernet) 방식을 지원하여야 한다. 3) TCE와의 통신 케이블 길이는 최대 100m 까지 지원 가능하여야 한다.	

〈표 II-6〉 TCIU(Traffic signal Control Interface Unit) 규격

또한, 신호제어기내에 설치되는 PPC(Preemption & Priority Controller Board)의 설치규격은 다음과 같다.

품명		PPC (Preemption & Priority Controller Board)
사양	기본	1) TCIU와의 통신방식 : RS-232 2) CPU와의 통신방식: VME
	전압/환경	1) 동작전압 : +5VDC 2) 동작온도 : -34℃ ~ +74℃n이내 3) 동작습도 : +4.4℃ ~ +44.0℃에서 최대 95%
기능	1) 표준신호제어기 MCU(Main Control Unit) 부에 설치할 수 있어야 한다. 2) 세부 규격은 교통신호제어기 표준규격(2010년 8월)의 “2.1.8 옵션보드 (Option Board)” 규격을 따른다.	

〈표 II-7〉 PPC(Preemption & Priority Controller Board) 규격

긴급차량에 설치되는 OBE(On-Board Equipment)와 연결용 GPS의 설치규격은 다음과 같다.

품명	OBE(On-Board Equipment)	
사양	기본	1) CPU : 600MHz 이상 2) Memory : 비휘발성-8Mbytes 이상, 휘발성-128Mbytes 이상
	무선	1) 사용주파수 : 5.25 ~ 5.825GHz 대역 2) 지원 채널수 : 19개 이상 2) 전송방식 : OFDM / CSMA/CA 방식 3) 점유밴드 : 20MHz 이하
	전압/환경	1) 동작전압 : 12~24VDC +/- 10% 2) 동작온도 : -20℃ ~ 70℃ 3) 동작습도 : 10 ~ 90%
기능	1) 국내 전파법규를 준수하여야 한다. 2) 전원 공급은 차량에서 상시전원을 공급받을 수 있어야 한다. 3) TCE와 OBE간의 통달거리는 최소 500m 이상 지원되어야 한다. 4) 안테나는 일체형을 원칙으로 하나 설치 여건상 안테나를 연결할 수 있도록 SMA Female 포트를 구비하여야 한다. 5) GPS 연결을 위하여 USB 포트를 구비하여야 한다. 6) 전원 ON/OFF 스위치를 구비하여야 한다. 7) 긴급/일반 모드 선택을 위한 스위치를 구비하여야 한다. 8) 수동으로 신호변경 요청을 할 수 있도록 스위치를 구비하여야 한다. 9) 현재의 동작 상태를 확인할 수 있는 LED를 구비하여야 한다.	

〈표 II-8〉 OBE(On-Board Equipment) 규격

품명	OBE(On-Board Equipment) 연결용 GPS	
사양	기본	1) 수신주파수 : 1.57542GHz ± 1.023MHz 2) 수신감도 : -165dBm 3) 편파특성 : Right-hand circular polarized 4) 갱신주기 : 최대 10Hz
	전압/환경	1) 동작전압 : +5VDC (내부: +3.3VDC) 2) 동작온도 : -34℃ ~ +74℃ 이내 3) 동작습도 : +4.4℃ ~ +44.0℃에서 최대 95%
기능	1) AGPS 지원을 통한 초기 빠른 위성연결 기능을 지원하여야 한다. 2) OBE와의 연결은 USB 방식을 사용하여야 한다. 3) 로거 기능을 내장하여야 한다. 4) OBE와의 완벽한 호환이 되어야 한다.	

〈표 II-9〉 OBE(On-Board Equipment) 연결용 GPS 규격

## 2. 국내외 선행연구 및 운영사례 검토

긴급차량 우선 신호시스템의 개념이 설계된 후 시스템 구현을 위해 국내 주요 연구 내용에 대한 검토와 해외 선진사례 조사가 필요하다. 이를 통하여 국내에 도입 가능한 긴급차량 우선신호 시스템을 선정하고자 한다.

### 가. 국내 선행연구 검토

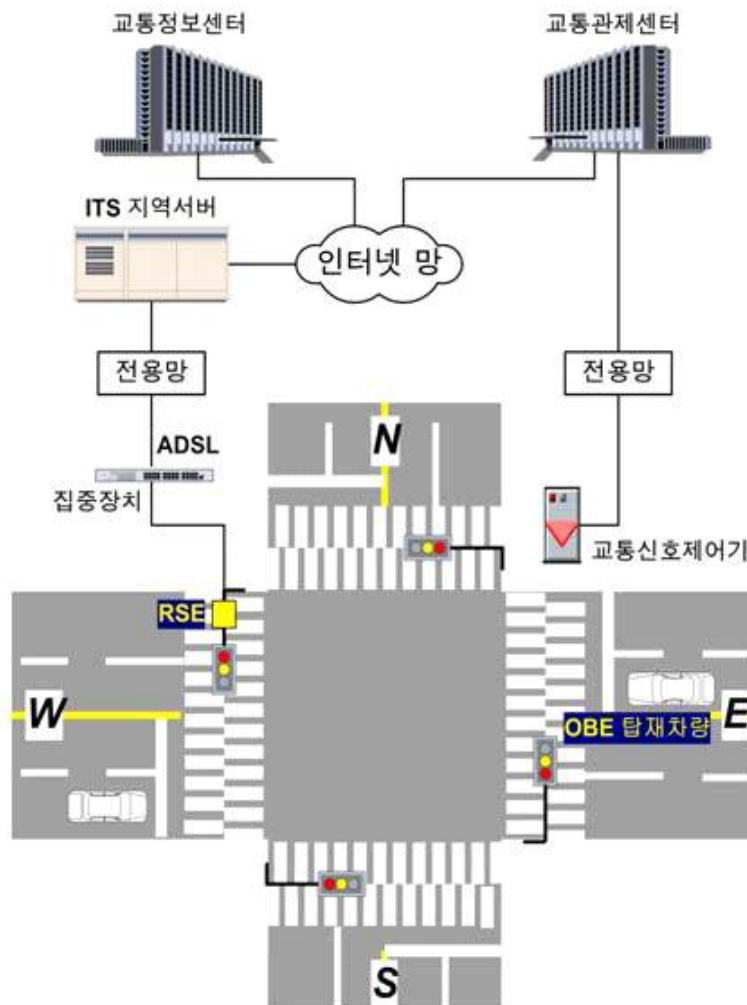
긴급차량 우선신호제어 관련 국내 주요 연구내용은 아래의 표와 같으며, 주로 국내 도입전략 및 알고리즘개발 그리고 그에 대한 평가를 미시시뮬레이션 프로그램을 통해 실시하였다.

저자(연도)	주요 내용
최광주 외(2006)	· DSRC와 일반도로 신호체계를 연계한 긴급차량 신속 이동 시스템 제안
양륜호 외(2008)	· 국내외 긴급차량 pre-emption제어 전략에 대해 검토 · VISSIM을 활용하여 국내 교통상황에 따른 효과의 변동성 분석
홍경식 외(2012)	· UTIS를 활용한 긴급차량 우선신호제어 시스템 개발 · CORSIM을 통해 시스템의 현장적용 가능성 평가
박순용 외(2012)	· UTIS를 활용한 pre-emptoin신호제어 전략 및 알고리즘 제시 · 대전시 일부지역을 대상으로 효과 평가
이정일, 석종수(2013)	· 도로교통 환경에 적합한 소방차 출동 지원시스템 검토 · UTIS기반의 우선신호제어절차 제시

〈표 II-10〉 긴급차량 우선신호제어 관련 국내 주요 연구

1) 최광주 외 (2006)

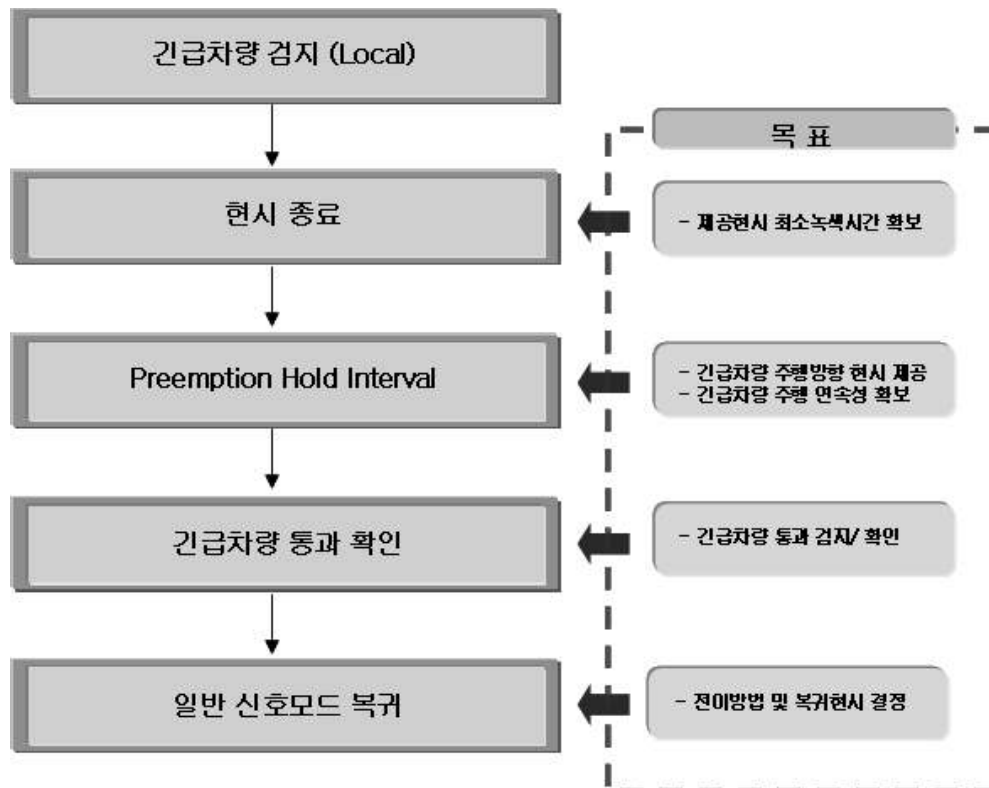
DSRC 시스템 기반의 긴급차량을 위한 교통관리 시스템 (최광주 외, 2006)은 다음과 같이 요약될 수 있다. DSRC(Dedicated short range communication) 통신 기반인 첨단 교통관리 서비스의 실시간 교통제어 인환으로 교차로 내에서 긴급차량의 신속한 이동을 위한 긴급차량 우선통과 시스템 (Emergency vehicle priority transit system; EPTS)을 제안한다. 제안된 시스템은 도로의 여러 사항을 고려하며 교통신호제어기와 DSRC 시스템의 연계를 통해, 실제 도로상황에 맞게 적용할 수 있다. 그 결과 교차로에서 긴급차량의 효율적 운행을 유도하여, 운전자의 판단에 의한 운행과 달리 교차로에서의 논스톱 운행이 가능할 것이며, 또한 운행의 안전성도 상대적으로 좋아 효율적인 면을 중요시 하는 텔레매틱스 서비스 분야에 적합하리라 예상된다.



〈그림 II-5〉 EPTS 구성도 (최광주 외, 2006)

2) 양륜호 외 (2008)

국내 긴급차량 우선신호(preemption) 제어 적용성 평가 연구 (양륜호 외, 2004) 는 다음과 같이 요약될 수 있다. 현재 우리나라 신호교차로는 긴급차량에 대한 우선신호(Preemption) 제어전략을 적용하지 않고, 긴급차량의 교차로 진입 및 통과여부와 관계없이 일반적인 신호로 운영되고 있다. 본 연구에서는 국내외 긴급차량 Preemption 제어 전략을 검토하고, 이를 국내 교통상황을 대상으로 시뮬레이션을 통해 평가하여 교통상황에 따른 효과의 변동성을 분석하였다. 그리고 실제 현장자료를 기반으로 평가하여 국내 적용성 평가를 실시하였다. 분석결과 긴급차량 preemption 제어가 긴급차량의 운영에 긍정적인 영향을 주나 v/c가 증가 할수록 이와 같은 효과는 감소하는 것으로 나타났다. 그리고 일반차량의 경우는 preemption 제어로 인하여 지체가 증가하고 통행속도가 감소하였으나 네트워크 전체적으로는 큰 차이가 없는 것으로 분석되었다. 그러므로 교통상황에 따라 개선효과의 차이는 존재하지만, preemption 제어 알고리즘을 국내에 도입한다면 사회적으로 긍정적인 효과가 있을 것으로 기대된다.



〈그림 II-6〉 긴급차량 Preemption 제어의 운영절차 (양륜호 외 2008)



### 3) 홍경식 외 (2012)

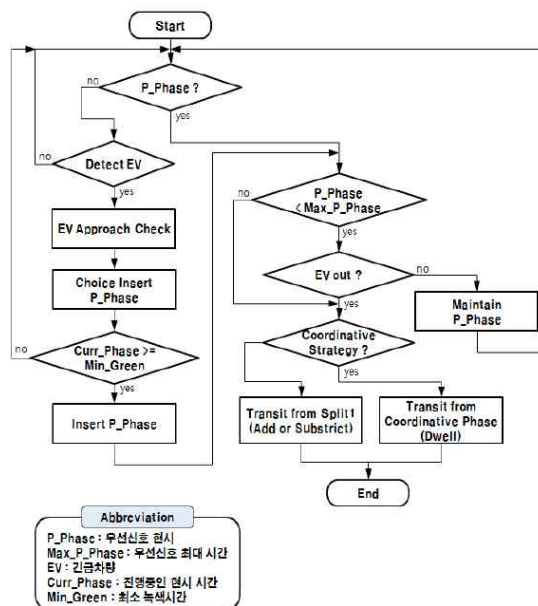
UTIS 기반의 긴급차량 우선신호제어 시스템 개발 (홍경식외, 2012)는 다음과 같이 요약될 수 있다. 본 연구에서는 수도권을 중심으로 구축·운영 중에 있는 ITS 무선통신 인프라인 UTIS를 활용하여 긴급차량 우선신호제어 시스템을 개발하였다. 신호교차로에서 긴급차량의 연속주행과 일반차량의 제어지체를 최소화하는 긴급차량 우선신호제어 시스템 구현을 위해 긴급차량의 진행방향(직/좌)을 사전에 파악이 가능하도록 하였으며, 긴급차량 우선신호제어 방식을 현시삽입과 현시조정 모드로 구분하여 개발하였다. 또한, 시스템에 대한 현장 적용 가능성을 평가하기 위해 CORSIM모형의 RTE 기능 활용을 통해 HILS 기반의 평가 시스템을 구성하여 EVP 제어 효과에 대한 검증을 수행하였다. 본 연구를 통해 개발된 긴급차량 우선신호제어 시스템은 기존 구축된 ITS 인프라를 활용한 것으로 현장 적용 시 경제적이고 효율적인 구축이 가능할 것으로 기대된다.



〈그림 II-7〉 UTIS 기반의 EVP 제어시스템 구성도 (홍경식 외, 2012)

#### 4) 박순용 외 (2012)

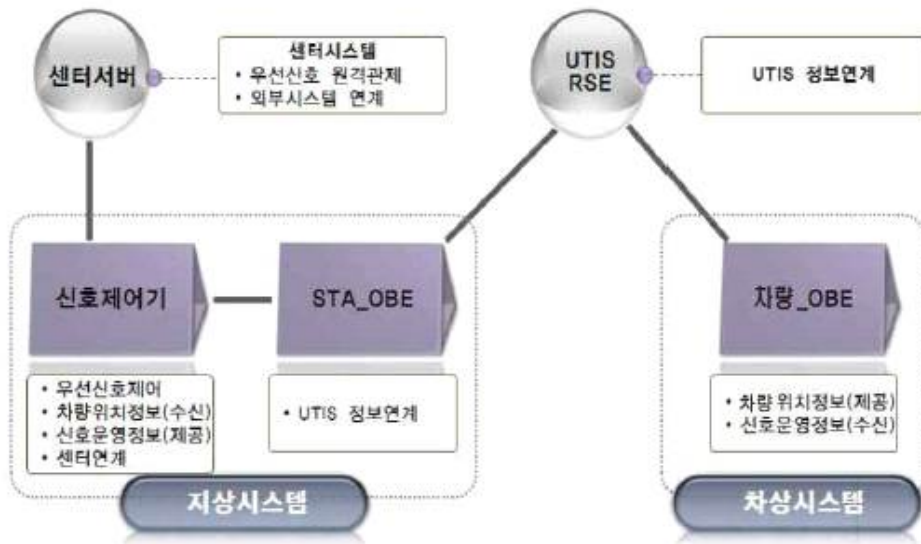
UTIS를 이용한 긴급차량 우선신호제어방안 (박순용 외, 2012)은 다음과 같이 요약 될 수 있다. 최근 10년간 긴급차량(소방방재청 기준)의 출동건수 및 출동시간은 지속적으로 증가하는 추세이며, 혼잡으로 인한 출동여건은 나빠지고 있다. 특히, 일반 승용차의 양보가 힘든 상황에서 신호제어 전략은 출동시간을 줄일 수 있는 중요한 방법 중 하나로서 본 연구에서는 경찰청의 UTIS 사업과 연계하여 신호교차로에서 사용가능한 긴급차량 preemption 알고리즘을 보행자를 고려한 현시전략 및 주기 회복 전략을 고려하여 개발하였다. 또한 이를 평가하기 위한 방안으로 VISSIM을 이용하여 대전에 위치한 비연동축 및 연동축에 대하여 모의실험을 수행하였다. 모의실험의 객관적 평가를 위해 네트워크 정산 및 검증과정을 수행하였으며, 이를 기반으로 기존 고정식 신호제어와 preemption 신호제어에서 긴급차량과 일반차량의 통행시간 및 평균지체를 검토하였다. 긴급차량의 경우 preemption 이후 주기 주기회복에 “Add 또는 subtract를 사용할 경우 36.8~43.3%, ”Dwell” 방식을 사용할 경우 30.7~46.0%의 통행시간 감소가 확인되었으며, 일반차량의 경우, 비연동축에서 Dwell 방식을 취할 경우 평균지체가 33.5%까지 증가하였으며, 연동축에서는 0.5% 증가만 확인되었다. 또한 비연동축에서 Add 또는 Subtract는 0.7%, 연동축에서는 4.5% 평균지체 증가가 확인되었다. 따라서 preemption 이후 주기 회복과정은 연동축에서는 Dwell, 비연동축에서는 Add 또는 Subtract의 방식이 우수할 것으로 판단된다. 그러나 연동축에 대한 명확한 구분이 어려울 경우, Dwell 방식의 사용은 신중히 고려되어야 할 것으로 판단된다.



〈그림 II-8〉 Preemption 알고리즘

5) 이정일, 석종수 (2013)

UTIS를 이용한 긴급차량 우선 신호 제어방안 (이정일, 석종수, 2013)은 다음과 같이 요약될 수 있다. 소방차 출동지원 시스템은 교차로의 신호 운영체계를 변화시켜 소방차가 다른 차량에 우선하여 교차로를 통과할 수 있도록 하는 시스템으로 통행 우선 신호시스템의 하나이다. 이 연구는 소방차가 출동할 때 교차로에서 정지하지 않고 연속적으로 진행할 수 있는 방안을 모색하고 그 효과를 예측하는 것이 목적이다. 이 연구에서는 UTIS와 능동형 신호제어 시스템을 연계하여 신속하게 교차로의 신호를 제어하여 긴급차량이 출동할 때 안전하게 교차로를 통과하게 한다. 긴급차량이 출동할 때 OBE와 RSE를 이용하여 차량의 위치를 확인하고, 위치가 확인된 긴급차량이 접근하는 교차로의 전 방향에 적색신호를 운영하여 긴급차량이 대향차로를 이용해서 신속하고 안전하게 재해 현장에 도착할 수 있도록 한다. 통신시스템은 교통정보를 수집·제공하고, 다양한 ITS 서비스를 제공하기 위해 교통정보센터에 있는 중앙장치(센터), 도로에 설치되는 노변장치(RSE)와 차량내부에 설치되는 차량 내 장치(OBE) 및 단말기(CNS)의 현장장치로 구성된다. 신호제어기는 기존 표준규격 신호제어기 규격에 부합하며, UTIS 통신환경에서 수신되는 실시간 위치정보를 기반으로 신호를 제어하여 통과지체를 줄이는 기능을 수행한다. 우선신호제어절차는 소방차 검지, 현시종료, 우선신호제어, 소방차 통과확인, 일반신호 복귀의 순서로 이루어진다.



<그림 II-9> 시스템의 주요 구성요소 (이정일, 석종수, 2013)

나. 서울시 소방방재본부- 소방관서 앞 소방출동 신호제어시스템<sup>4)</sup>

서울시 소방방재본부에서는 소방관서 앞 소방출동 신호제어시스템 구축사업을 시행하고 있다. 본 연구에서 도입하고자 하는 긴급차량 우선신호 시스템과는 구별되지만 향후 긴급차량 우선신호 시스템 도입과 연계한 사업 제안이 가능하므로 소방관서 앞 소방출동 신호제어시스템 구축사업의 현황과 진행방향에 대해 검토하였다.

1) 추진방향

소방관서 앞 소방출동 신호제어시스템은 소방차량의 신속하고 안전한 재난현장 접근성 향상을 위한 것으로 시민의 생명과 재산을 보호하기 위한 “재난현장 황금시간 목표” 달성이 주요 목적이다.

또한, 서울형 재난유형별 황금시간 목표달성을 위한 신호시스템 구축, 재난현장 황금시간 목표의 시발점에 해당되는 긴급차량 출동시간 단축, 긴급차량 출동 시 수신호 소방관의 교통사고 방지 및 원활한 교통흐름 제어를 추진방향으로 수립하고 있다.



〈그림 II-10〉 소방관서 앞 소방출동 신호제어시스템 추진내용

4) 서울시 내부자료 참조

## 2) 추진근거

소방관서 앞 소방출동 신호제어시스템은 다음과 같은 추진근거를 가지고 사업을 진행하고 있다.

- 소방재난본부 재난대응과-30054호 (2014.12.24.)  
서울특별시장 방침 제371호 “재난현장 황금시간 목표제 실행계획”
  - 소방관서 긴급출동 신호제어시스템을 3년간 총 68개소 구축  
(2014년 32개소, 2015년 10개소, 2016년 26개소 구축)

## 3) 사업개요

소방관서 앞 소방출동 신호제어시스템 구축사업의 사업기간, 사업비, 목적 및 향후 추진계획은 다음과 같다.

- 사업명 : 2015년 소방관서 긴급출동 신호시스템 구축
- 사업기간 : 2015. 04. ~ 2015. 10.
- 사업비 : 600백만 원
- 사업목적
  - 소방관서 긴급출동 신호시스템 설치 및 중앙분리대, 정차금지대 설치를 통한 소방차량의 신속하고 안전한 출동체계 구축
- 사업범위
  - 서울시내 116개 소방관서 중에서 (기 구축된 32개소 제외) 도로변에 위치하여 최초 출동시점부터 주변 교통량에 따라 출동시간이 좌우되는 소방관서에 긴급출동 신호시스템 10개소 구축
- 예산과목
  - 도시교통체계 및 소통개선, 교통안전시설물관리,  
교통사망사고 줄이기사업, 시설비 및 부대비, 시설비(401-01)  
응급차량 접근로 개설(10개소)
- 소방관서 긴급출동신호시스템 구축 3개년(2014~2016년) 계획 수립
  - 2014년 : 32개소 구축 완료
  - 2015년 : 10개소 구축 진행 (서울지방경찰청 규제심의 중)
  - 2016년 : 26개소 구축 예정 (설치예산 1,560백만원 심의 중)

소방관서 앞 소방출동 신호제어시스템의 개념도는 다음과 같다. 소방관서 내 출동스위치를 이용하여 직접적인 신호운영이 가능한 시스템이다. 이를 위해서는 2010형 표준 신호제어기의 설치가 필수적이다.



〈그림 II-11〉 소방관서 앞 소방출동 신호제어시스템 개념도

4) 2014년 추진실적

- 사업기간 : 2014. 05. ~ 2014. 12.
- 총사업비 : 486백만원 - 안전행정부 특별교부세 교부결정(2014.06.16)
- 사업규모 : 개선대상 68개소 소방관서중 32개소 구축 완료

5) 2015년 추진일정 계획

- 2015. 04 : 소방재난본부에 구축예정 소방관서 선정 요청
- 2015. 05 : 실시설계용역 계약업체에 설계 지시
  - 강북권역 : (주)동림티엔에스, 강남권역 : (주)트래픽스
  - 설계 후 공사금액에 따른 설계비 및 감리비 산출
- 2015. 06 : 설계자료 서울지방경찰청 규제심의 상정
- 2015. 07 : 각 도로사업소별 공사비 예산 배정
- 2015. 08 ~ 10 : 각 도로사업소별 공사 실시 및 준공

다. 국외 운영사례 검토

국외의 경우 미국 OPTICOM, 일본 현장 급행 지원 시스템(Fast Emergency Vehicle Preemption Systems: FAST) 등 성공적으로 운영된 사례들이 존재하며 미국 교통국 ITS 개발통계 웹사이트(<http://www.itsdeployment.its.dot.gov>)에 의하면 미국 78개 대도시에서 있는 신호교차로 중 약 20%에 해당하는 교차로에서 긴급차량 우선 처리 시스템이 운영 중에 있다.

	
<p>차량 설치 GPS장비</p>	<p>교차로 설치 장비 (Intersection Equipment)</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• OPTICOM 시스템 운영 방식             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 긴급차량 내에 설치된 GPS장비가 신호제어기와 연결된 교차로 설치 장비에 현재 위치 전송</li> <li>- 긴급차량이 교차로로 접근하면 해당교차로 신호제어기가 긴급차량 진행방향으로 우선신호 부여</li> </ul> </li> </ul>	

〈표 II-11〉 미국 OPTICOM 사례(현장 제어식)

미국에서는 1960년대 긴급차량 우선신호제어 시스템이 개발되어 현장에서 활용되어 왔다. 초기에는 차량 내 strobe-lamp를 설치하고 sensor를 활용한 방식이었다. 그 후 sound-based system, radio-based system, special types of loop detection, and GPS-based system으로 발전되었다.<sup>5)</sup>

5) E. Kwon and S. Kim, DEVELOPMENT OF DYNAMIC ROUTE CLEARANCE STRATEGIES FOR EMERGENCY VEHICLE OPERATIONS, PHASE I, Minnesota Department of Transportation ,2003

동경에서는 FAST<sup>6)</sup>라는 긴급차량 우선신호 시스템을 도입 및 운영하고 있다. 동경의 MPD(Metropolitan Police Department)는 차량 위치추적 시스템을 포함하는 긴급차량 우선신호 시스템을 2001년 도입하여 운영을 시작하였다. 긴급차량 우선신호 적용대상은 우선적으로 경찰의 출동차량과 응급차량으로 한정되었으며, 상황발생 시 발생지점 도착시간을 감소하기 위해 본 시스템이 도입되었다. 또한 긴급차량의 출동 중 발생하는 사고를 줄이고자 하는 목적도 있었다. 본 시스템은 초기에 동경 내 137개의 교차로만을 대상으로 시행되었으며 NPD(Metropolitan Police Department)는 이를 확대 실시한 계획을 가지고 있다.



〈표 II-12〉 일본 동경 FAST 사례(중앙관제식)

다음 표는 미국과 일본에서 도입된 긴급차량 우선신호제어 시스템 현황을 정리한 것이다<sup>7)</sup>.

6) J. Kotani, and K. Yamazaki, "Expanding Fast Emergency Vehicle Preemption System in Tokyo", 18th ITS World Congress, Orlando, Florida, 2011.

7) 고승영 외, 소방차 긴급출동지원 교통신호시스템 도입방안 연구, 국립재난안전연구원, 2014, p.19 수정



도입지역		도입시기	장비 구축 현황	시스템 특성 및 효과
미국	버지니아, 패어팩스 카운티	1980년대 중반		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 검지기는 약 500m 정도 검지</li> <li>• 반감응식모드(semi-actuated mode)</li> <li>• 긴급 차량을 검지하면 현시 등을 고려하여 우선신호를 제공</li> <li>• 보행자 신호가 녹색일 때만 우선신호가 미작동</li> </ul>
	텍사스, 플라노	1980년대 초	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 3년 동안 46개의 교차로 재정비</li> <li>• 매년 10~17개 추가 설치</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 검지기는 약 500m 정도 검지</li> <li>• 긴급 차량을 검지하면 현시 등을 고려하여 우선신호를 제공</li> <li>• 보행자 신호가 녹색일 때만 우선신호가 미작동</li> </ul>
	미네소타, 세인트폴	1969년	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 7년(1969~1976) 동안 308개 교차로 중 285개 교차로에 광학식 EVP설치</li> <li>• 세인트폴의 368개 모든 교차로에 EVP 설치(2004)</li> <li>• 이후 새로 설치되는 모든 신호등에도 EVP 설치</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 검지기는 약 700m 정도 검지, 검지 지체시간이 최대 2초</li> <li>• 반감응식 모드</li> </ul>
일본	동경	2001년	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 초기 137개 교차로</li> <li>• 향후 확대 계획</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• FAST를 통해 교차로에서 적색으로 대기하는 횡수 약 15% 감소</li> </ul>
	삿포로시	2004년	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 2004년 32대의 차량이 FAST 장비를 장착</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 노선의 평균주행시간이 16.5% 단축</li> <li>• 긴급 차량 운전자들의 67%가 “주행하기 쉬웠다”고 응답</li> <li>• 노선을 확대하는 것에 대해 83%가 찬성</li> </ul>
	지바현	2003년	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 2004년 부터 27개 구간 시스템구축</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 전 노선의 평균주행시간이 6.7% 단축</li> </ul>
	고베시	2006년		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 평균주행시간이 14.5%~17.0% 단축</li> </ul>

〈표 II-13〉 국외 긴급차량 우선신호제어 시스템 운영사례 검토

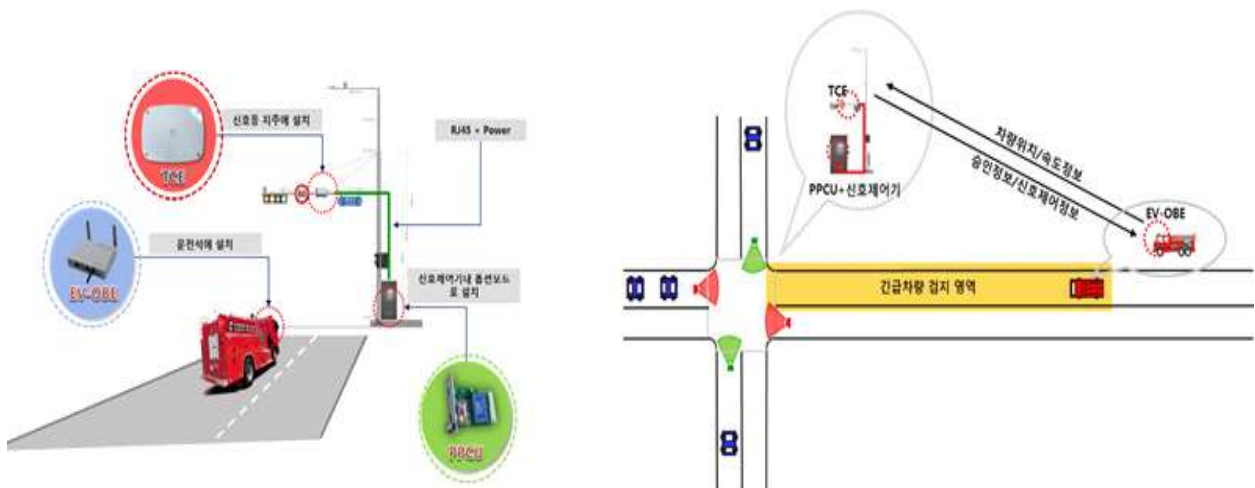
### 3. 긴급차량 우선신호제어 시스템 도입에 따른 설계개념 제시

긴급차량 우선신호제어 시스템의 기본개념과 유형을 검토하고 국내 선행연구와 국외 운영사례를 바탕으로 서울시 긴급차량 우선신호제어 시스템 도입을 위한 설계개념을 제시하였다.

시스템의 유형은 현장제어식과 중앙관제식으로 구분되며, 중앙관제식은 신호센터 기반과 교통정보센터 기반으로 구분하여 제시하였다.<sup>8)</sup>

#### 가. 현장제어식

현장제어식은 차량장치와 도로변 기지국 장치와의 통신을 활용하여 긴급차량 우선신호제어를 수행하는 방식이다. 인구 20만 미만의 중·소도시 또는 중앙제어식의 보완을 위해 필요할 경우 긴급차량에서 직접 신호제어기로 우선신호를 요청하고 부여받을 수 있다. 또한 장비 설치 및 운영개념이 간단하므로 긴급차량 우선신호제어 시스템 도입 단계에서는 쉽게 현장실험 및 시범운영을 수행할 수 있는 방식이기도 하다.



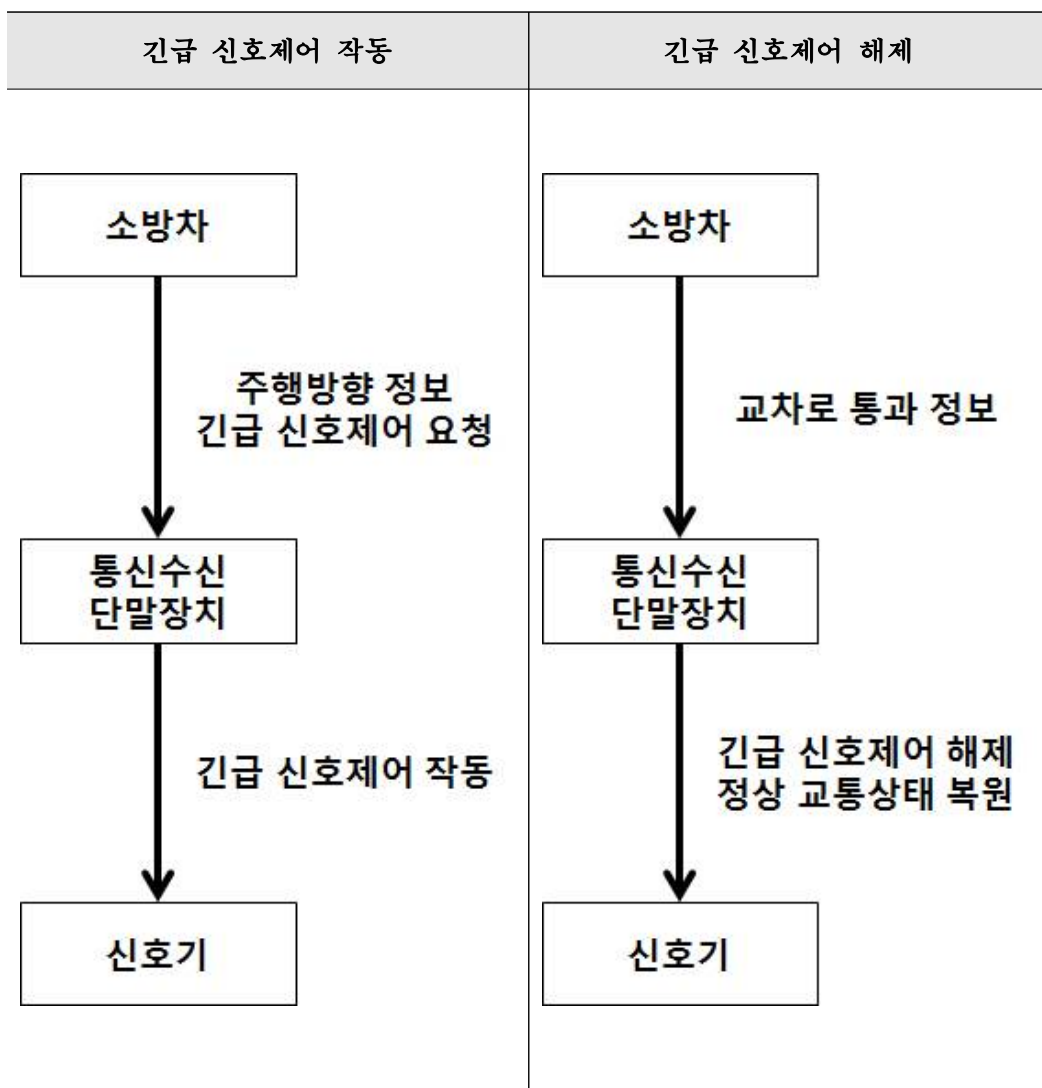
〈그림 II-12〉 긴급차량 우선신호제어 시스템 (현장제어식)

긴급차량 우선신호제어 시스템을 도입하기 위해서는 우선신호 요청에 따른 현시제공 방법, 부여 시간의 길이와 상황 종료 후 정상 상태로의 복귀 방법과 시간 등을 결정해야 한다. 또한 교차로간 거리, 지체 정도, 대기행렬 길이 등의 제약조건을 고려한 우선신호제어 알고리즘 개발이 필요하다.

8) 고승영 외, 소방차 긴급출동지원 교통신호시스템 도입방안 연구, 국립재난안전연구원, 2014, p.20~30 수정

현장제어식은 보통 긴급차량의 진행방향(직진 또는 좌회전)을 파악할 수 없기에 우선신호제어 요청이 오면 주로 긴급차량 진행방향의 직/좌 동시신호 현시를 부여하는 알고리즘을 주로 사용하게 된다. 이로 인해 긴급차량의 진행방향을 제외한 다른 방향에서 접근하는 차량의 지체시간이 길어진다.

이러한 단점을 극복하기 위해서는 긴급차량의 진행방향(직진 또는 좌회전)을 고려하여 우선신호를 제공하는 것이다. 긴급차량은 사전에 교차로의 신호현시를 파악하고 자신의 진행방향과 부합하는 신호현시를 신호제어기에 요청하여 주변에 미치는 지체를 최소화하는 우선신호제어를 제공받을 수 있다.



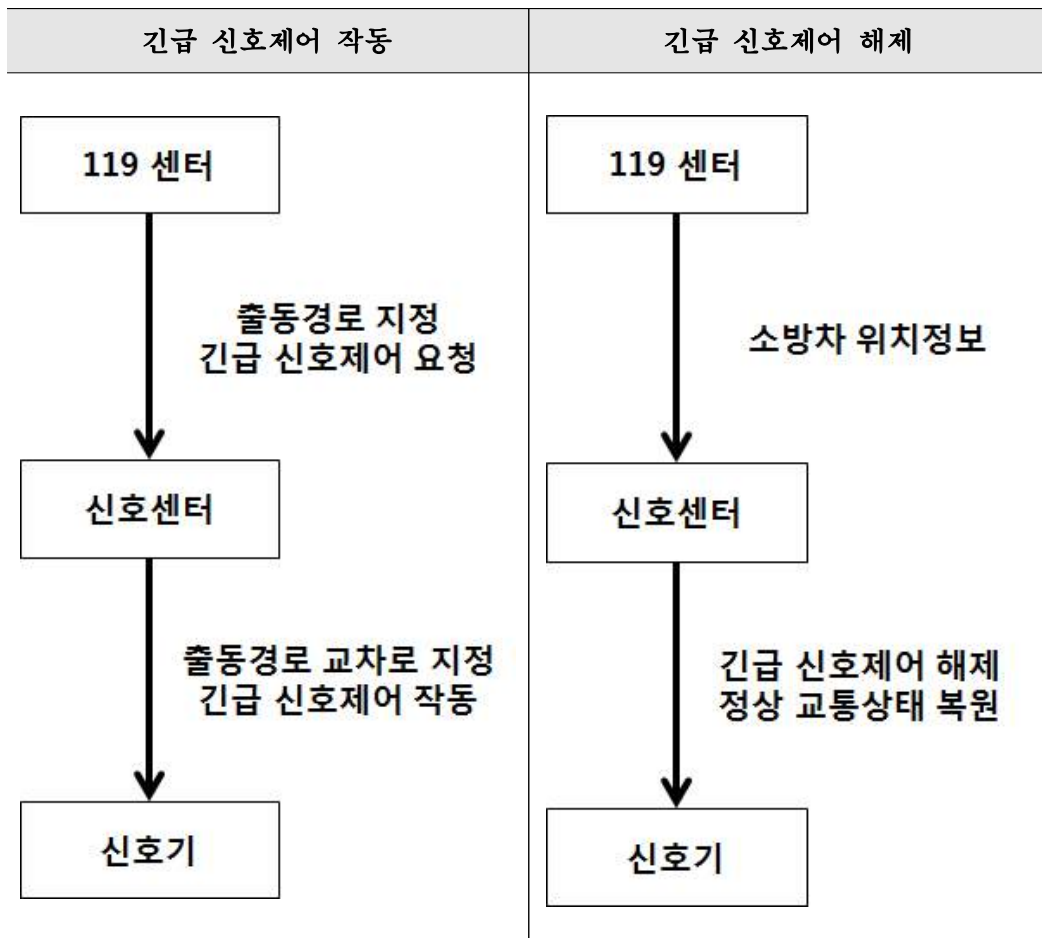
〈표 II-14〉 현장제어식 시스템 작동 프로세스

나. 중앙관제식

서울시 긴급차량 우선신호제어 시스템 도입을 위한 중앙관제식 시스템으로는 신호센터 기반 시스템과 교통정보센터 기반 시스템으로 구분할 수 있다. 본 연구에서 제시한 신호센터와 교통정보센터의 가장 큰 차이점은 소방차의 위치 및 출동경로 주변 소통 정보에 대한 파악 여부이다. 신호센터는 교통신호에 대한 관제만을 수행하는 센터를 말하며, 교통정보센터는 소방차의 실시간 위치 및 소방차 출동 경로의 소통정보를 실시간으로 파악할 수 있는 센터를 말한다.

1) 신호센터 기반 시스템

긴급차량이 출동지점과 목적지를 신호센터에 요청하면 센터는 최적경로를 선정하고 경로 상에 위치하는 모든 신호기에 대해 긴급차량의 통과를 위한 현시에 대해 녹색신호를 부여하는 방식이다.



〈표 II-15〉 신호센터 기반 중앙관제식 시스템 작동 프로세스

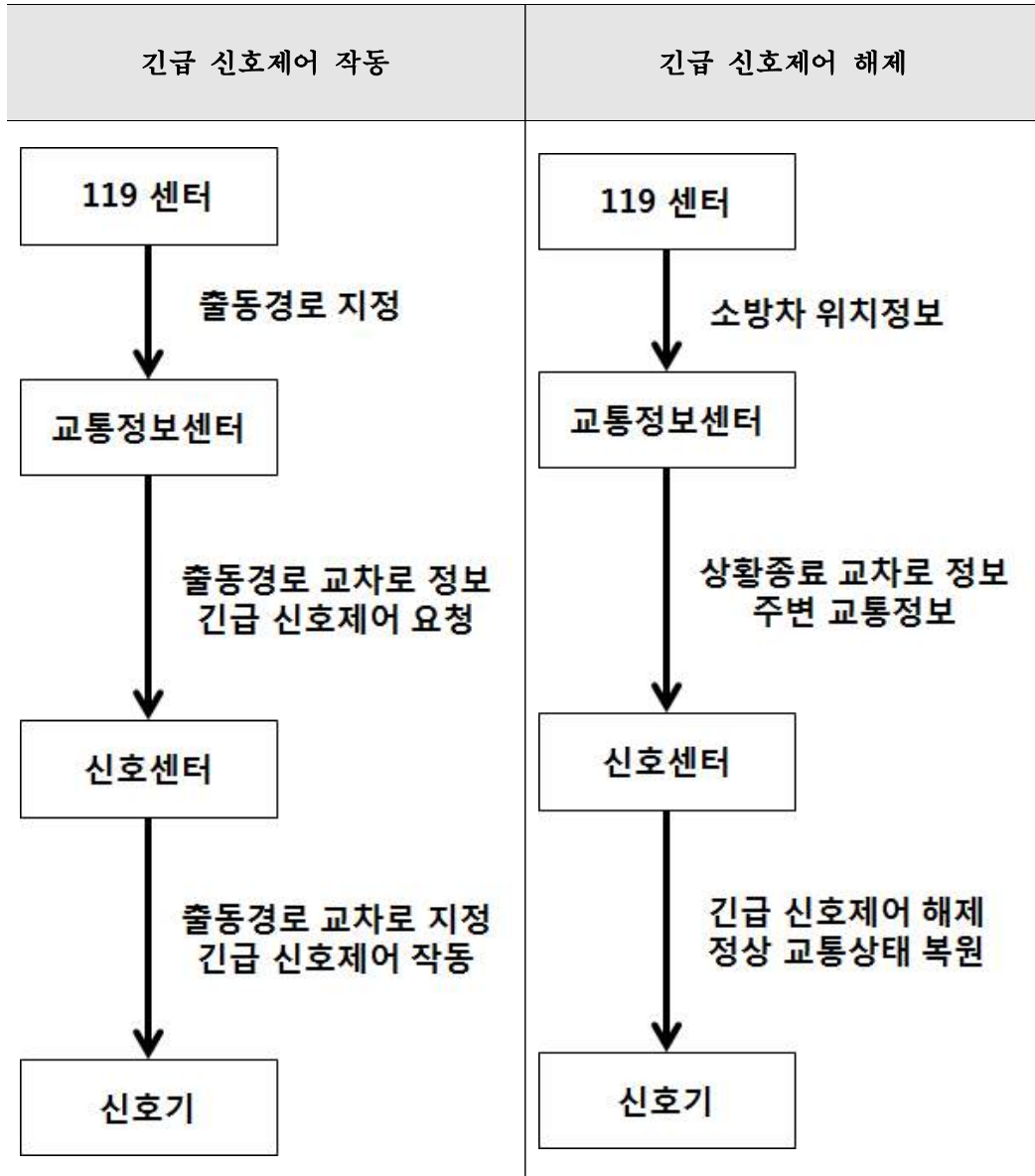
이 방식은 긴급차량의 위치를 실시간으로 파악하지 못하므로 경로상의 각 교차로에 대한 우선신호 부여 시점을 정확히 운용할 수 없는 단점이 있다. 또한 각 교차로별 상황 종료시점을 실시간으로 파악하지 못하여 우선신호 부여시간이 불필요하게 늘어나게 된다. 상황 종료 후 정상 상태로의 복귀 시에도 주변 교차로들의 실시간 교통상황 파악이 어려워 최적의 신호제어 계획을 수립하는데 한계가 있다. 이를 개선하기 위해서는 별도의 긴급차량 위치 파악 장치와 주변 교통상황 파악을 위한 교통정보 시스템이 요구된다.

또한 신호센터의 서브루틴으로 경로선정 알고리즘의 개발이 필요하며, 각 교차로별로 원하는 현시를 파악하여 우선신호를 부여하기 위해서는 현재의 신호제어시스템에 대해 교차로의 방향성을 지정할 수 있도록 알고리즘과 데이터베이스 체계의 전면적인 수정이 요구되고 전체 시스템의 데이터베이스를 재입력하는 작업이 요구된다.

## 2) 교통정보센터 기반 시스템

본 방식은 도시 교통정보 시스템(Urban Traffic Information System, UTIS) 또는 루프 검지기를 통해 자동 파악한 긴급차량의 위치와 목적지를 파악하고 최적 경로를 선정한 후 우선신호를 구동하게 된다. 센터에서는 실시간의 네트워크 정보를 기반으로 긴급차량 경로에 위치하는 각 신호기의 현시순서와 녹색시간, 옴셋값을 산출하여 제어한다.

UTIS 기술을 활용하여 중앙제어 방식의 긴급차량 우선신호시스템을 운영할 경우 주변 각 신호교차로의 차량 통과대수, 속도 등의 자료들이 교통신호기를 통하여 신호제어센터로 전송할 수 있다. 이런 자료들을 통해 교통상황을 자동으로 파악하여 긴급차량의 최적 경로를 선정하고 경로상의 신호 교차로에 대해 우선신호 알고리즘을 구동하는 방식이다. 상황 종료 후 정상 상태로의 복귀 알고리즘 역시 주변 영향권에 있는 교차로들의 교통상황 분석을 토대로 전체 네트워크에 대한 최적의 신호제어 계획을 수립, 시행할 수 있다.



〈표 II-16〉 교통정보센터 기반 중앙관제식 시스템 작동 프로세스

#### 4. 긴급차량 우선신호제어 시스템 도입 구축비용 산정

긴급차량 우선신호제어 시스템 도입에 대한 검토를 위해 개략적인 구축비용에 대한 산정이 요구된다. 소방차 긴급출동지원 교통신호시스템 구축을 위한 비용은 아래 표와 같다.<sup>9)</sup> 본 구축비용은 국내 관련 업체의 평균적인 비용 수준을 고려한 내용으로 업체 및 여건 변화에 따라 변경될 수 있다.

중앙관제식의 경우, 기본설계 비용과 실시설계 비용으로 나뉘며 기본설계는 소방차 긴급출동지원 교통신호시스템의 통신방식, 알고리즘 구현 방식, 시스템 설계에 관한 내용을 각 지자체에서 가이드라인으로 삼을 수 있도록 국가적인 차원에서 제시해 줄 필요가 있으며 실시설계는 기본설계의 틀 안에서 각 지자체별로 해당 지자체의 여건에 맞도록 시스템을 구축하기 위한 내용이 담겨야 한다.

현장제어식의 경우 시스템 구축에 필요한 장비 비용에 대해서만 산정하였다. 현장제어식 시스템 구동에 필요한 기본 장비인 TCE, PPCU, EV-OBE 외에 PPCU 구동을 위해 필요한 2010년 형 표준교통신호제어기 설치비용을 산정하였으며 전체 시스템 설치 및 Tuning 비용 또한 산정하였다.

아래의 표를 참고하여 서울시에 긴급차량 우선신호제어 현장제어식과 중앙관제식 시스템을 도입할 경우의 개략적인 구축비용을 산정하였다.

먼저 현장제어식은 2010년 형 표준교통신호제어기 설치 교차로와 미설치 교차로로 구분하여 비용을 산정하였다. 먼저 2010년 형 표준교통신호제어기 설치 교차로의 경우, 시스템 구동에 필요한 기본 장비 설치비용으로 교차로 당 약 1300만 원의 비용이 소요되는 것으로 산정되었다. 2010년 형 표준교통신호제어기 미설치 교차로의 경우, 신호제어기 신규 설치비용으로 약 900만 원이 추가로 소요되며, 교차로 당 약 2200만 원의 비용이 소요된다.

중앙관제식의 경우, 서울시에 이미 운영중인 신호/교통정보센터를 활용하여 긴급차량 우선신호제어 시스템을 도입할 수 있다. 중앙관제식 시스템은 기본 및 실시설계 과정이 필요하고 소프트웨어 및 DB구축을 통해 구현될 수 있다. 서울시는 복잡한 네트워크, 혼잡한 교통량, 다수의 긴급차량 출동현황 등을 가지고 있으므로 타 중소도시와 광역시·도 보다 도입 비용이 높을 수 있다. 개략적인 비용산정 결과, 기본설계에서 약 10억 원의 비용이 필요하며, 그 이후 실시설계(약 1.5억 원) 및 소프트웨어(약 14억 원)와 DB구축(약 4.5억 원)을 위해 약 20억 원의 비용이 소요될 것으로 산정되었다.

9) 고승영 외, 소방차 긴급출동지원 교통신호시스템 도입방안 연구, 국립재난안전연구원, 2014, p.31~32 수정

아래 표에서 산정된 시스템 구축비용은 국내 관련 업체의 평균적인 비용 수준으로 실제 장비 구매 및 시스템 구축 시에는 선정된 업체 및 현장 여건에 따라 달라질 수 있음을 밝힌다.

시스템	내역		비용
중앙 관제식	소방차 긴급출동지원 교통신호시스템 알고리즘 개발 및 기본설계 비용		약 10억 원/센터
	지자체별 소방차 긴급출동지원 교통신호시스템 알고리즘 실시설계 및 소프트웨어/DB 구축비용	대도시 (서울시)	실시설계 1.5억 원 SW구축 : 14억 원 DB구축 : 4.5억 원 계 : 약 20억 원
		대도시 (광역시급)	실시설계 1억 원 SW구축 : 7억 원 DB구축 : 2억 원 계 : 약 10억 원
		기타 중소도시	실시설계 0.5억 원 SW구축 : 1.2억 원 DB구축 : 0.3억 원 계 : 약 2억 원
현장 제어식	2010년 형 표준교통신호제어기 신규 설치		A사 : 약 850만 원/교차로 B사 : 약 900만 원/교차로 (제어기 본체 : A사 약 500만 원, B사 약 550만 원)
	TCE (Traffic signal Control Equipment)		C사 : 약 600만 원/교차로 D사 : 약 550만 원/교차로
	PPCU (Preemption and Priority Control Unit)		C사 : 약 250만 원/교차로 D사 : 약 280만 원/교차로
	EV-OBE (Emergency Vehicle On-Board Equipment)		C사 : 약 150만 원/차량 D사 : 약 150만 원/차량
	시스템 설치 및 Tuning 비용		C사 : 약 300만 원/교차로 D사 : 약 320만 원/교차로

〈표 II-17〉 시스템 구축비용 산정



### **Ⅲ. 교통신호체계 및 긴급차량 출동현황 분석**

---

1. 서울시 교통신호체계 현황분석
2. 서울시 교통현황 분석
3. 긴급차량 출동현황 분석
4. 긴급차량 우선신호제어 시스템 효과분석

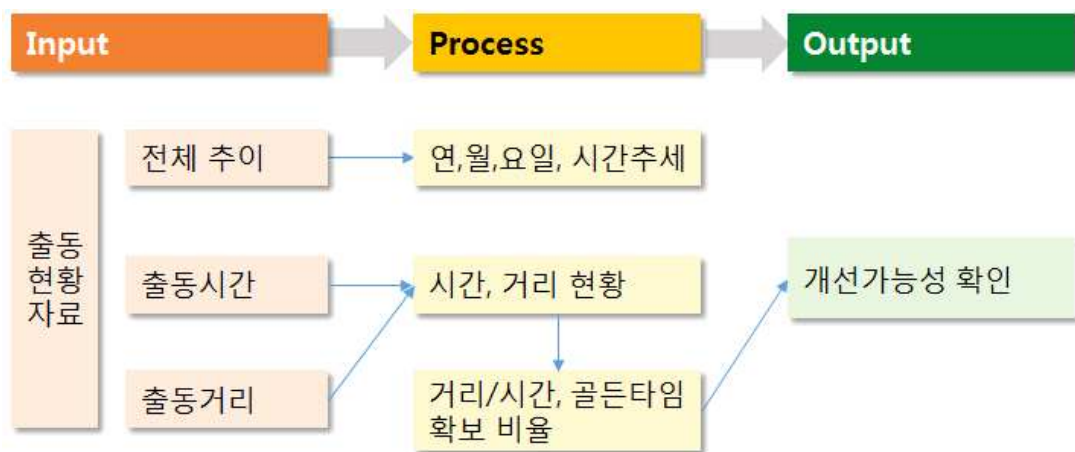


### Ⅲ. 교통신호체계 및 긴급차량 출동현황 분석

제3장은 교통신호체계 및 긴급차량 출동현황분석으로 신호운영 현황분석, 교통특성 분석, 출동현황분석으로 나누어진다. 신호운영현황에서는 2004년형 제어기와 2010년형 제어기 현황을 분석하고 2010년형 제어기의 지역별(구 단위) 분포를 살펴본다. 교통특성분석에서는 총 도로 연장과 평균통행속도를 지역별로 분석한다. 출동현황분석은 긴급차량 출동의 발생건수를 확인하고 시간축(연도, 월, 요일, 시간대)별 추세를 분석하되, 소방서별로 종합하였으며 골든타임 확보율 또는 실패율을 알아보기 위하여 5분 이상-10분미만 출동건수를 함께 분석하였다. 또한 긴급차량 우선신호제어전략의 기대 개선영역을 산출하였으며, 이를 산출하기 위한 개념도는 <그림 Ⅲ-1>과 같다.

구분	내용
신호운영 현황 분석	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 제어기 현황 (2004년형, 2010년형)</li> <li>· 2010년형 제어기의 지역별(구 단위)분포 분석</li> </ul>
교통특성 분석	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 지역별(구 단위) 분석</li> <li>· 총 도로 연장 분석</li> <li>· 평균통행속도 분석 (오전, 낮, 오후, 전일)</li> </ul>
출동현황 분석	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 총 발생건수 확인</li> <li>· 소방서별 출동건수, 골든타임 확보율, 출동거리 및 속도</li> <li>· 시간축(연도, 월, 요일, 시간대)별 추세</li> <li>· 긴급차량 우선신호제어전략의 기대 개선영역분석</li> <li>· 총 출동건수와 5분-10분 출동건수 구분 분석</li> </ul>

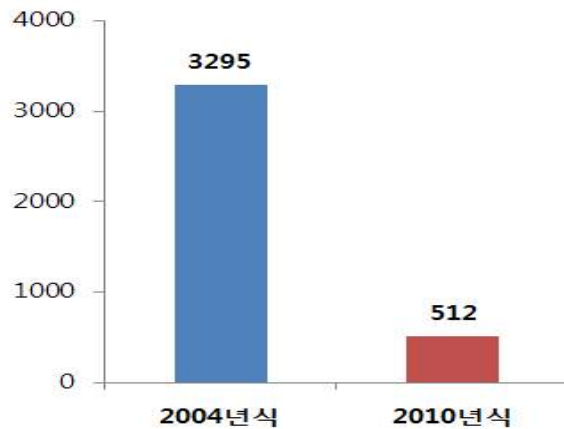
<표 Ⅲ-1> 교통신호체계 및 긴급차량 출동현황 분석내용 개요



<그림 Ⅲ-1> 긴급차량 우선신호제어의 개선가능성 분석 개요

## 1. 서울시 교통신호체계 현황분석

서울시 교통신호제어기는 2004년형과 2010년형으로 나누어져 설치되어 있으며, 우선신호제어가 가능한 2010년형 제어기의 경우 전체 3,807개의 제어기 중 약 13.4% 수준인 512개에 불과하다, 또한 2010년 제어기의 구별 분포를 살펴보면 지역별로 산발적으로 분포하고 있으며, 교차로보다는 횡단보도 지역이 많아 개선 구간을 선정하는 기준으로 사용하기 부적합하다.



〈그림 Ⅲ-2〉 서울시 신호제어기 현황

구별 분포를 살펴보면 2004년형의 경우 영등포구가 193개로 가장 많이 설치되어 있으나 반면 중구는 76개로 가장 적게 설치되어 있다. 2010년형의 경우 강남, 서초, 강서, 송파, 양천 순으로 많이 설치되어 있으나 비율로 보면 중구가 28%로 가장 높은 비율을 나타내고 있다.



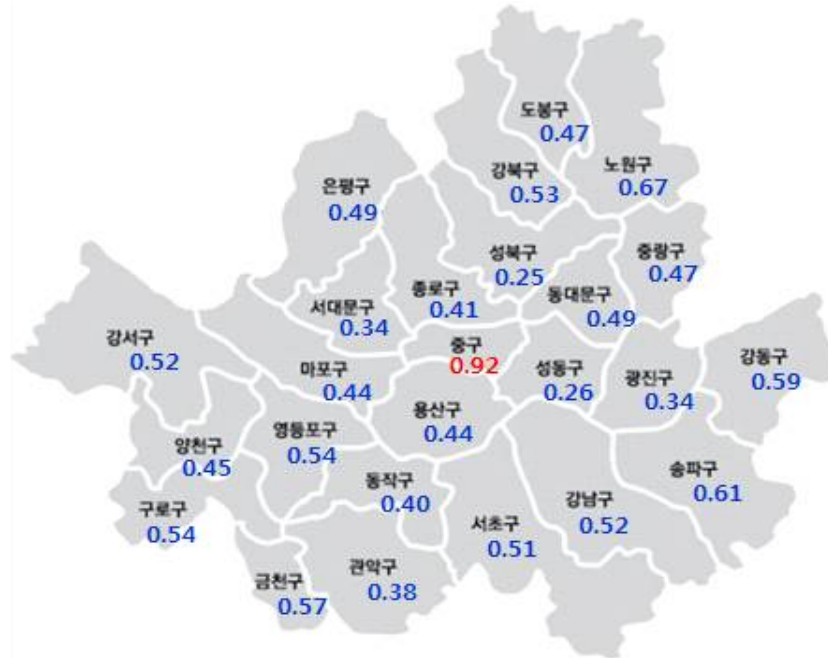
〈그림 Ⅲ-3〉 구별 2010년형 제어기 설치 현황

구분	2004년형		2010년형		합계
	개수	비율	개수	비율	
강남구	188	84%	36	16%	224
강동구	152	90%	16	10%	168
강북구	114	94%	7	6%	121
강서구	163	83%	33	17%	196
관악구	106	88%	15	12%	121
광진구	97	88%	13	12%	110
구로구	141	89%	17	11%	158
금천구	84	82%	18	18%	102
노원구	175	90%	20	10%	195
도봉구	114	95%	6	5%	120
동대문구	143	89%	18	11%	161
동작구	87	89%	11	11%	98
마포구	164	88%	22	12%	186
서대문구	87	83%	18	17%	105
서초구	165	83%	33	17%	198
성동구	98	91%	10	9%	108
성북구	143	93%	11	7%	154
송파구	190	86%	31	14%	221
양천구	150	83%	30	17%	180
영등포구	193	91%	18	9%	211
용산구	100	81%	24	19%	124
은평구	147	84%	27	16%	174
종로구	93	83%	19	17%	112
중구	76	72%	29	28%	105
중랑구	125	81%	30	19%	155

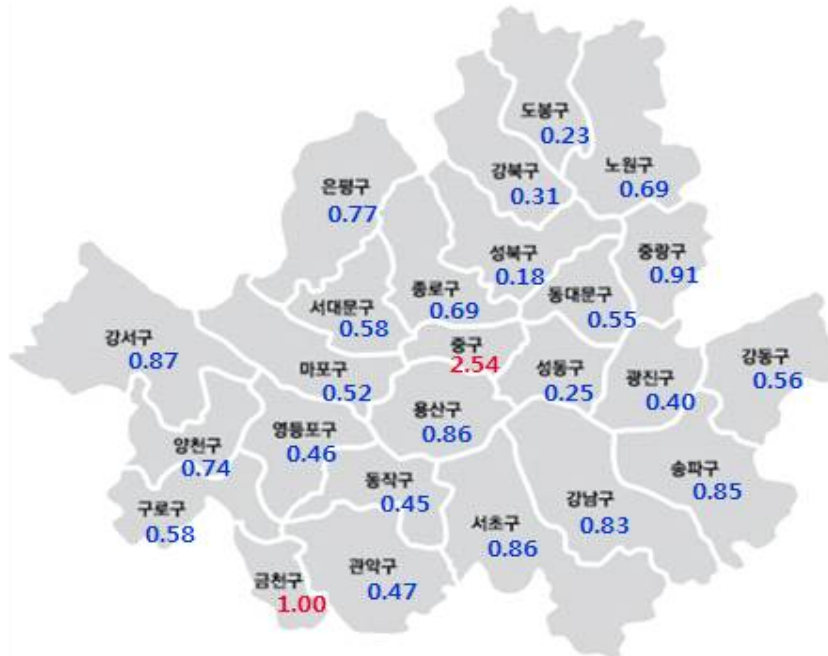
참고: 서울시 내부자료

〈표Ⅲ-2〉 서울시 구별 제이기 설치 현황

단순한 개수의 비교가 아니라 각 구별 도로연장을 고려한 신호교차로 밀도수준을 확인하기 위해 다음의 분석을 수행하였다. 다음의 그림과 표에서 볼 수 있듯이 중구의 도로연장 대비 신호교차로 개수와 2010년형 신호교차로 개수가 가장 많다. 이는 중구의 교차로 밀도가 가장 높다는 것을 의미한다. 도로연장 대비 밀도가 높을수록 긴급차량 출동 시 교차로 신호의 영향을 클 수 있으므로 이에 대한 상세한 분석이 필요하다.



〈그림 Ⅲ-4〉 도로연장 대비 신호교차로 개수(개/km)



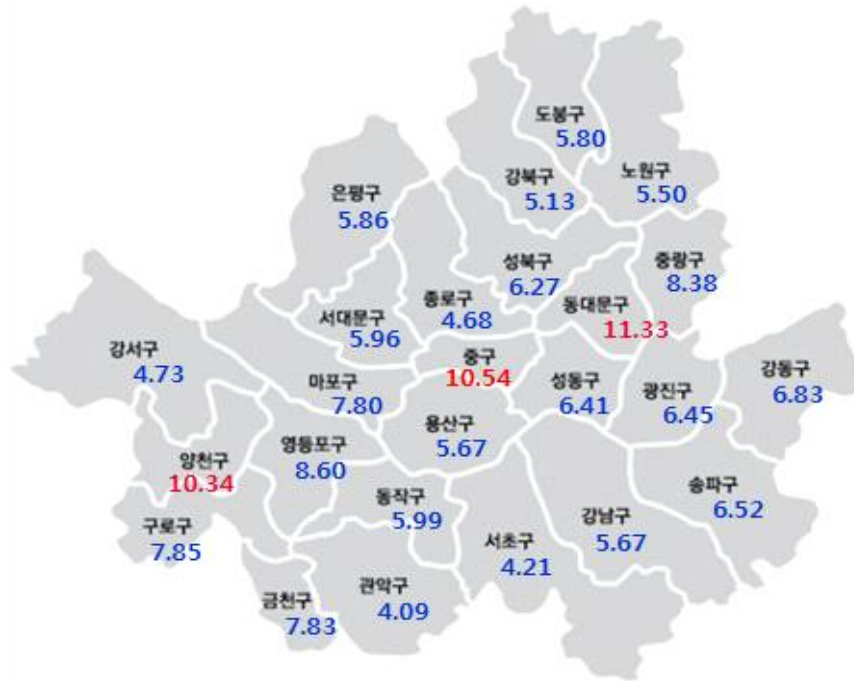
〈그림 Ⅲ-5〉 도로연장 대비 2010년형 신호교차로 개수(개/10km)

구분	도로연장 (km)	신호교차로 개수		도로연장 대비 교차로 개수 (개/km)	도로연장 대비 2010년형 교차로 개수 (개/10km)
		2004년형	2010년형		
강남구	433	188	36	0.52	0.83
강동구	286	152	16	0.59	0.56
강북구	227	114	7	0.53	0.31
강서구	378	163	33	0.52	0.87
관악구	316	106	15	0.38	0.47
광진구	324	97	13	0.34	0.40
구로구	293	141	17	0.54	0.58
금천구	180	84	18	0.57	1.00
노원구	291	175	20	0.67	0.69
도봉구	257	114	6	0.47	0.23
동대문구	327	143	18	0.49	0.55
동작구	247	87	11	0.40	0.45
마포구	420	164	22	0.44	0.52
서대문구	309	87	18	0.34	0.58
서초구	385	165	33	0.51	0.86
성동구	408	98	10	0.26	0.25
성북구	627	143	11	0.25	0.18
송파구	363	190	31	0.61	0.85
양천구	403	150	30	0.45	0.74
영등포구	389	193	18	0.54	0.46
용산구	280	100	24	0.44	0.86
은평구	352	147	27	0.49	0.77
종로구	274	93	19	0.41	0.69
중구	114	76	29	0.92	2.54
중랑구	331	125	30	0.47	0.91

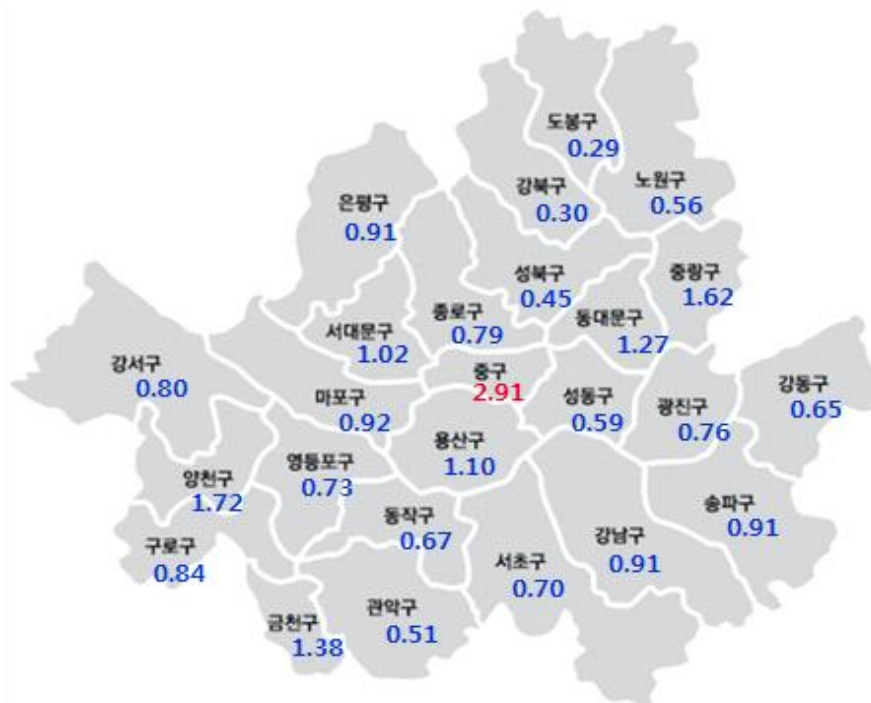
참고: 서울통계(<http://stat.seoul.go.kr/>)

〈표Ⅲ-3〉 도로연장 대비 신호교차로 설치 현황

추가적으로 각 구별 지역 면적 대비 신호교차로 개수도 분석을 수행하였다. 도로연장 대비 신호교차로 개수와 비슷하게 중구의 지역 면적 대비 신호교차로 개수는 상대적으로 높았으며, 추가적으로 양천구와 동대문구도 높은 것으로 분석되었다.



〈그림 Ⅲ-6〉 지역 면적 대비 신호교차로 개수(개/km<sup>2</sup>)



〈그림 Ⅲ-7〉 지역 면적 대비 2010년형 신호교차로 개수(개/1km<sup>2</sup>)



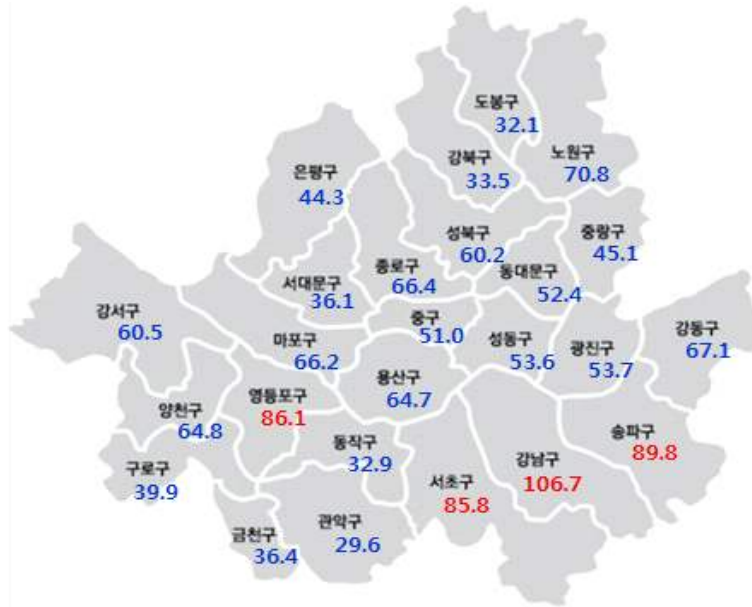
구분	면적(km <sup>2</sup> )	신호교차로 개수		면적대비 교차로 개수(개/km <sup>2</sup> )	면적대비 2010년형 교차로 개수(개/km <sup>2</sup> )
		2004년형	2010년형		
강남구	39.5	188	36	5.67	0.91
강동구	24.59	152	16	6.83	0.65
강북구	23.6	114	7	5.13	0.30
강서구	41.43	163	33	4.73	0.80
관악구	29.57	106	15	4.09	0.51
광진구	17.06	97	13	6.45	0.76
구로구	20.12	141	17	7.85	0.84
금천구	13.02	84	18	7.83	1.38
노원구	35.44	175	20	5.50	0.56
도봉구	20.7	114	6	5.80	0.29
동대문구	14.21	143	18	11.33	1.27
동작구	16.35	87	11	5.99	0.67
마포구	23.84	164	22	7.80	0.92
서대문구	17.61	87	18	5.96	1.02
서초구	47	165	33	4.21	0.70
성동구	16.86	98	10	6.41	0.59
성북구	24.58	143	11	6.27	0.45
송파구	33.88	190	31	6.52	0.91
양천구	17.4	150	30	10.34	1.72
영등포구	24.53	193	18	8.60	0.73
용산구	21.87	100	24	5.67	1.10
은평구	29.7	147	27	5.86	0.91
종로구	23.91	93	19	4.68	0.79
중구	9.96	76	29	10.54	2.91
중랑구	18.5	125	30	8.38	1.62

참고: 서울통계(<http://stat.seoul.go.kr/>)

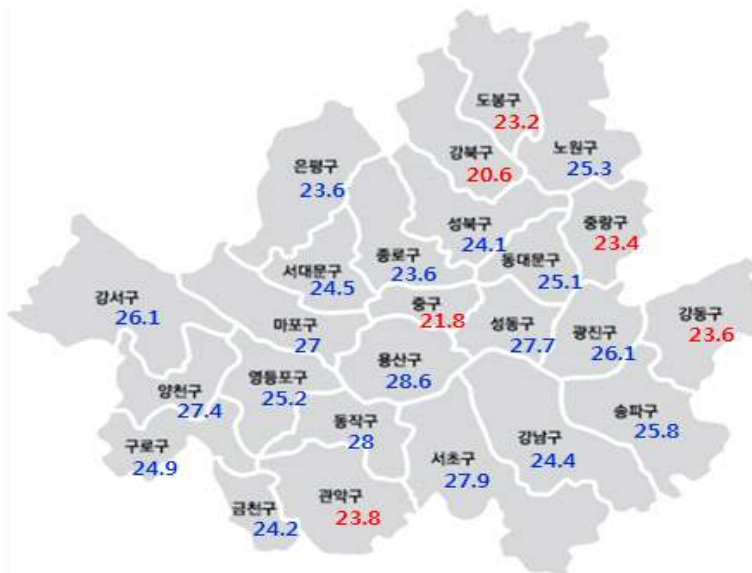
〈표Ⅲ-4〉 지역 면적 대비 신호교차로 설치 현황

## 2. 서울시 교통현황 분석

서울시 교통현황 분석을 위해 2013년 기준 구별 총 도로 연장과 통행속도를 비교해 보았다. 총연장은 강남구가 106.7km로 가장 긴 반면, 관악구가 29.6km로 가장 짧은 것으로 나타났다. 전일 평균 통행속도를 보면 용산구가 28.6km/h로 가장 높은 반면, 강북구가 20.6km/h로 가장 낮은 것으로 나타났다.



〈그림 III-8〉 서울시 구별 도로 총연장(km)



〈그림 III-9〉 서울시 구별 통행속도 (전일, km/h)

구분	총연장(km)	통행속도 (km/h)			
		오전	낮	오후	전일
강남구	106.7	28.6	24.8	21	24.4
강동구	67.1	25.6	23.8	21.7	23.6
강북구	33.5	22.8	20.4	18.9	20.6
강서구	60.5	28.1	26.8	23.8	26.1
관악구	29.6	25.9	24.2	21.6	23.8
광진구	53.7	28.1	26.9	23.6	26.1
구로구	39.9	27	26.1	22.2	24.9
금천구	36.4	26.7	24.8	21.6	24.2
노원구	70.8	27.2	25.6	23.3	25.3
도봉구	32.1	25.1	23.8	21.2	23.2
동대문구	52.4	26.4	25.3	23.8	25.1
동작구	32.9	29.4	29.4	25.7	28
마포구	66.2	29.9	27.7	24.2	27
서대문구	36.1	26.3	25.1	22.5	24.5
서초구	85.8	32	28.8	24.2	27.9
성동구	53.6	28.9	28.9	25.6	27.7
성북구	60.2	25.9	24.5	22.1	24.1
송파구	89.8	27.9	26.1	23.7	25.8
양천구	64.8	28.3	29.1	25.2	27.4
영등포구	86.1	27.3	25.9	22.9	25.2
용산구	64.7	32.4	29.1	25.3	28.6
은평구	44.3	25.7	23.8	21.7	23.6
종로구	66.4	26.7	22.7	21.8	23.6
중구	51	25.4	20.8	19.9	21.8
중랑구	45.1	26	23.8	20.9	23.4

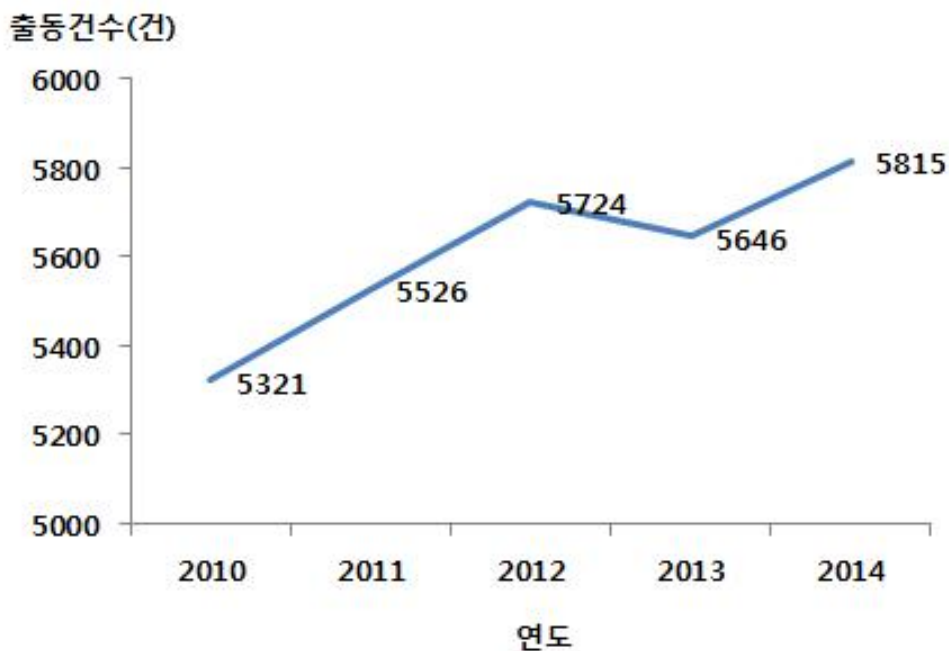
참조: 서울특별시 도시교통본부, 2013년 서울시 차량통행속도, 2014

〈표Ⅲ-5〉 서울시 구별 도로연장 및 통행속도

### 3. 긴급차량 출동현황 분석

#### 가. 5년간 총 출동건수 및 연도별 추이

2010년부터 2014년까지 최근 5년간 긴급출동 건수는 2010년 5,321건, 2011년 5,526건, 2012년 5,724건, 2013년 5,646건 2014년 5,815건으로 2013년도 다소 감소하지만 지속적으로 증가하는 추세로써 긴급출동의 골든타임 확보율이 우리사회에 더욱더 중요한 요소로 부각되고 있다.



〈그림Ⅲ-10〉 최근 5년간 서울시 긴급차량 출동 현황

#### 나. 소방서별 출동건수, 골든타임 확보율, 출동 거리 및 속도

최근 5년간 소방서별 긴급출동 발생현황을 살펴보면, 강남소방서와 광진소방서의 출동건수가 각각 2,025건, 1,957건으로 가장 높았으며, 각각 전체 발생건수 중에 7.2%와 7.0%를 차지하여 긴급출동이 많은 지역으로 선정되었다. 반면, 용산소방서와 강북소방서의 경우 각각 846건, 751건으로 전체 건수 중 비율은 각각 3.0%, 2.7% 수준으로 가장 낮은 출동수준을 보였다.

소방서	발생건수(건)	발생비율 (%)
강남소방서	2,025	7.2
강동소방서	1,197	4.3
강북소방서	751	2.7
강서소방서	1,443	5.1
관악소방서	1,463	5.2
광진소방서	1,957	7.0
구로소방서	1,695	6.0
노원소방서	1,173	4.2
도봉소방서	1,116	4.0
동대문소방서	1,055	3.8
동작소방서	969	3.5
마포소방서	1,073	3.8
서대문소방서	1,020	3.6
서초소방서	1,242	4.4
성북소방서	1,014	3.6
송파소방서	1,473	5.3
양천소방서	1,088	3.9
영등포소방서	1,146	4.1
용산소방서	846	3.0
은평소방서	1,113	4.0
종로소방서	1,104	3.9
중랑소방서	998	3.6
중부소방서	1,071	3.8
<b>합계</b>	<b>28,032</b>	<b>100.0</b>

〈표Ⅲ-6〉 서울시 소방서별 최근5년간 긴급출동 현황

서울시 소방서별 골든타임 확보율을 비교해 보면, 서울시 전체 90.2%가 골든타임인 5분 이내로 출동하였다. 반면 9.2%인 2,650건이 5분~10분 사이에 도착해 골든타임 달성을 실패하였으나, 우선신호제어와 센터위치 조정 등에 의해 개선될 수 있을 것으로 판단된다. 지역별로 살펴보면 발생건수 기준으로 5분-10분 출동건수가 강남, 서초, 광진, 관악, 중부 순으로 나타났다.

구분	출동건수 (건)				비율 (%)	
	5분미만	5-10분	10분이상	총계	5분미만	5분-10분
강남소방서	1676	339	10	2025	82.8	17.2
강동소방서	1078	119	0	1197	90.1	9.9
강북소방서	746	3	2	751	99.3	0.7
강서소방서	1280	151	12	1443	88.7	11.3
관악소방서	1222	237	4	1463	83.5	16.5
광진소방서	1655	286	16	1957	84.6	15.4
구로소방서	1567	126	2	1695	92.4	7.6
노원소방서	1119	49	5	1173	95.4	4.6
도봉소방서	1087	22	7	1116	97.4	2.6
동대문소방서	1024	31	0	1055	97.1	2.9
동작소방서	876	91	2	969	90.4	9.6
마포소방서	1045	27	1	1073	97.4	2.6
서대문소방서	895	122	3	1020	87.7	12.3
서초소방서	927	310	5	1242	74.6	25.4
성북소방서	894	117	3	1014	88.2	11.8
송파소방서	1419	51	3	1473	96.3	3.7
양천소방서	1002	86	0	1088	92.1	7.9
영등포소방서	1107	38	1	1146	96.6	3.4
용산소방서	685	158	3	846	81.0	19.0
은평소방서	1090	21	2	1113	97.9	2.1
종로소방서	1059	43	2	1104	95.9	4.1
중랑소방서	993	3	2	998	99.5	0.5
중부소방서	849	220	2	1071	79.3	20.7
<b>합계</b>	<b>25,295</b>	<b>2,650</b>	<b>87</b>	<b>28,032</b>	<b>90.2</b>	<b>9.8</b>

〈표Ⅲ-7〉 서울시 소방서별 출동시간 비교 (골든타임 확보율)

출동시간별, 소방서별로 출동속도 및 거리를 분석해 보았다. 평균출동거리는 5분 미만 출동의 경우 서울 평균 1.6km, 5분-10분 출동의 경우 2.0km로 나타났다. 평균출동속도는 5분미만 출동이 서울 평균 31.4km/h지만 5분-10분출동의 경우 21.9km/h로 낮아져 신호시스템 개선을 통하여 평균속도 향상이 골든타임 달성에 이바지 할 수 있을 것으로 판단된다. 영등포, 중랑 소방서의 출동속도가 특히 낮은 것으로 나타났다.

구분	평균출동거리(km)			평균출동속도(km/h)		
	5분미만	5-10분	10분이상	5분미만	5-10분	10분이상
강남소방서	1.7	1.9	3.3	32.0	21.3	15.4
강동소방서	1.4	2.3	-	26.5	25.9	-
강북소방서	1.4	1.6	4.7	28.6	18.4	21.9
강서소방서	1.9	3.0	5.6	33.1	31.2	27.6
관악소방서	1.9	2.1	2.2	35.4	24.5	10.4
광진소방서	1.4	1.8	3.1	25.4	20.5	11.6
구로소방서	1.6	2.0	1.8	29.9	22.8	7.1
노원소방서	1.7	1.5	5.8	31.5	17.3	14.3
도봉소방서	1.7	1.9	3.9	37.7	19.5	10.5
동대문소방서	1.3	1.6	-	30.2	18.4	-
동작소방서	1.7	2.1	1.9	31.2	24.6	10.1
마포소방서	1.2	2.2	2.0	30.5	22.4	5.5
서대문소방서	1.8	2.5	1.9	34.8	28.2	10.4
서초소방서	1.7	2.4	6.4	30.7	27.2	29.3
성북소방서	1.5	2.0	1.8	27.5	22.9	9.0
송파소방서	1.7	2.2	3.3	37.6	24.8	15.1
양천소방서	2.0	1.6	-	44.7	18.2	-
영등포소방서	1.3	1.4	2.6	25.8	15.3	11.8
용산소방서	1.5	2.1	4.2	27.3	23.7	18.8
은평소방서	1.7	2.0	3.3	32.4	22.3	6.2
종로소방서	1.2	1.7	.5	31.2	19.5	2.5
중랑소방서	1.5	1.5	1.8	32.2	16.0	9.2
중부소방서	1.2	1.6	2.4	26.6	19.3	9.9
<b>합계</b>	<b>1.6</b>	<b>2.0</b>	<b>3.1</b>	<b>31.4</b>	<b>21.9</b>	<b>12.8</b>

〈표Ⅲ-8〉 서울시 소방서별 출동시간 비교 (출동거리 및 속도)

### 다. 월별 발생건수 현황

월별 발생건수 및 5분-10분 도착 건수를 확인해 보면, 월별로 유사한 수준을 보이고 있으며, 특별히 더 많거나 적게 발생하는 월은 없어, 출동 및 골든타임 발생률에 월별 추세는 크지 않은 것으로 판단된다.

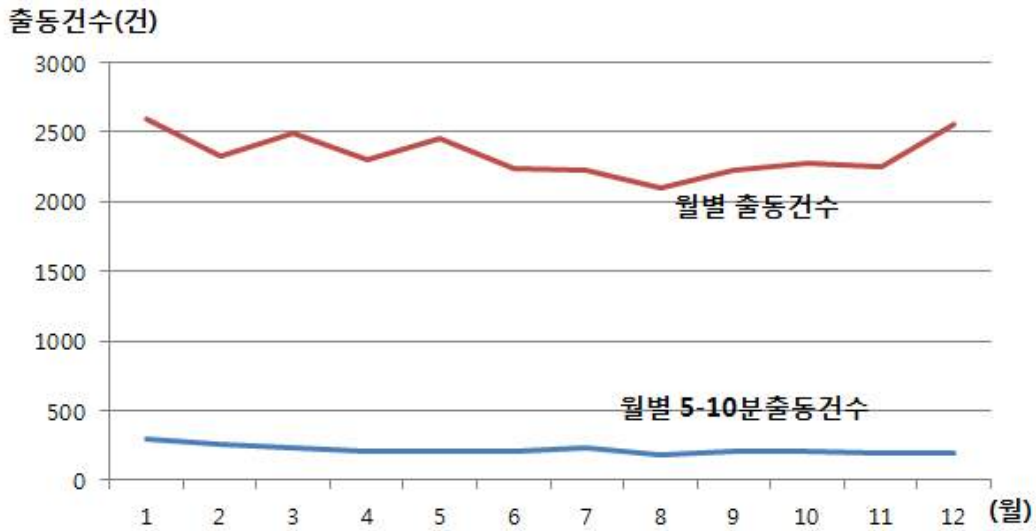
구분	1월		2월		3월		4월		5월		6월	
	5분 이하	5-10분	5분 이하	5-10분	5분 이하	5-10분	5분 이하	5-10분	5분 이하	5-10분	5분 이하	5-10분
강남소방서	160	42	134	33	180	20	145	23	152	33	122	31
강동소방서	103	13	80	7	89	12	90	8	106	9	91	7
강북소방서	61	1	59	1	58	0	63	0	55	0	53	0
강서소방서	110	10	102	21	123	14	108	8	124	7	100	12
관악소방서	107	13	97	10	103	18	82	16	121	17	93	17
광진소방서	143	34	150	24	150	28	130	28	145	19	143	23
구로소방서	130	9	119	21	129	13	146	11	139	12	114	14
노원소방서	114	5	87	3	105	5	89	3	84	5	75	4
도봉소방서	86	5	95	2	98	4	87	2	113	1	121	2
동대문소방서	103	3	91	3	88	2	86	2	91	0	92	2
동작소방서	88	9	72	15	68	9	78	9	76	8	82	6
마포소방서	98	2	94	3	113	2	91	2	100	3	82	4
서대문소방서	94	9	76	7	81	13	74	11	71	4	68	10
서초소방서	83	31	73	23	77	35	72	25	84	30	93	33
성북소방서	82	11	68	10	71	7	60	8	71	9	57	8
송파소방서	134	2	132	5	122	6	128	5	120	3	107	4
양천소방서	83	19	77	12	60	6	86	9	84	6	84	3
영등포소방서	101	2	97	3	93	5	88	3	106	3	93	3
용산소방서	65	19	42	20	54	13	73	19	59	12	53	9
은평소방서	105	9	96	7	135	0	85	0	100	1	79	2
종로소방서	104	11	77	8	77	2	84	4	93	5	82	2
중랑소방서	92	0	84	1	102	0	76	0	85	0	80	0
중부소방서	57	32	63	24	77	23	71	10	64	21	66	14

〈표Ⅲ-9〉 월별 출동 현황 (1월~6월)



구분	7월		8월		9월		10월		11월		12월	
	5분 이하	5- 10분	5분 이하	5- 10분	5분 이하	5- 10분	5분 이하	5- 10분	5분 이하	5- 10분	5분 이하	5- 10분
강남소방서	123	34	131	22	113	29	121	23	146	26	159	23
강동소방서	93	6	73	12	90	13	90	17	76	6	97	9
강북소방서	61	0	66	0	82	0	55	1	61	0	74	0
강서소방서	104	10	85	10	121	15	93	14	100	15	122	15
관악소방서	91	32	83	28	106	29	120	19	111	21	112	17
광진소방서	146	15	129	18	148	21	135	29	123	23	129	24
구로소방서	110	14	128	8	125	5	124	8	149	5	156	6
노원소방서	88	3	92	1	83	4	89	5	105	6	113	5
도봉소방서	93	4	83	1	86	0	74	1	81	0	77	0
동대문소방서	79	3	66	7	71	1	81	2	76	2	100	4
동작소방서	54	8	60	4	64	5	79	5	78	7	79	6
마포소방서	67	2	63	3	81	2	85	1	79	3	93	0
서대문소방서	70	12	65	7	74	11	62	13	68	14	95	11
서초소방서	79	23	72	12	75	28	90	22	56	28	78	20
성북소방서	66	16	82	14	77	5	83	4	80	8	100	17
송파소방서	106	3	134	2	98	4	117	8	94	3	130	6
양천소방서	90	9	97	4	73	6	91	2	82	6	95	4
영등포소방서	78	2	74	5	85	2	103	1	91	6	99	3
용산소방서	66	13	33	11	51	14	55	11	63	7	74	10
은평소방서	72	0	71	0	85	0	87	1	87	0	90	1
종로소방서	87	2	89	3	95	1	92	1	86	1	95	3
중랑소방서	77	1	64	0	67	0	83	0	83	1	102	0
중부소방서	89	20	71	15	66	17	65	21	78	10	84	13

〈표Ⅲ-10〉 월별 출동 현황 (7월~12월)

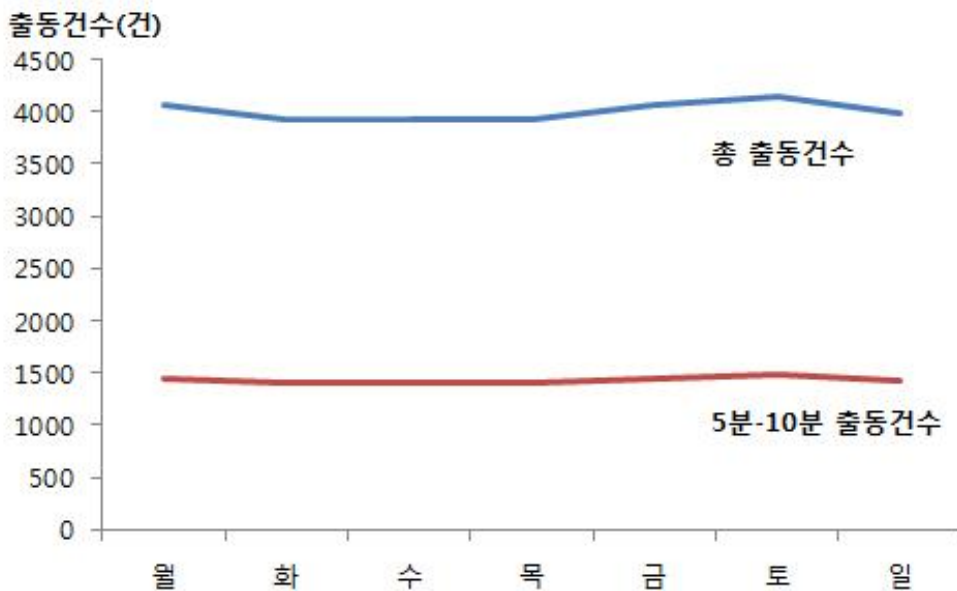


〈그림 Ⅲ-11〉 월별 출동건수 및 5-10분 출동건수 현황

라. 요일별 발생건수 현황

서울시 요일별 총 출동건수를 살펴보면 요일별로 약 4000건/일 수준으로 일정하게 나타나는 것을 확인할 수 있다. 또한 5분-10분 출동건수 역시 약 1500건/일로 요일별로는 일정하게 나타나는 것을 확인할 수 있다.

뚜렷한 요일별 패턴이나 주중/주말 패턴이 없기 때문에 요일에 따른 대응전략 보다는 전반적으로 출동건수 대비 골든타임 확보율을 높이는 것이 필요하다.



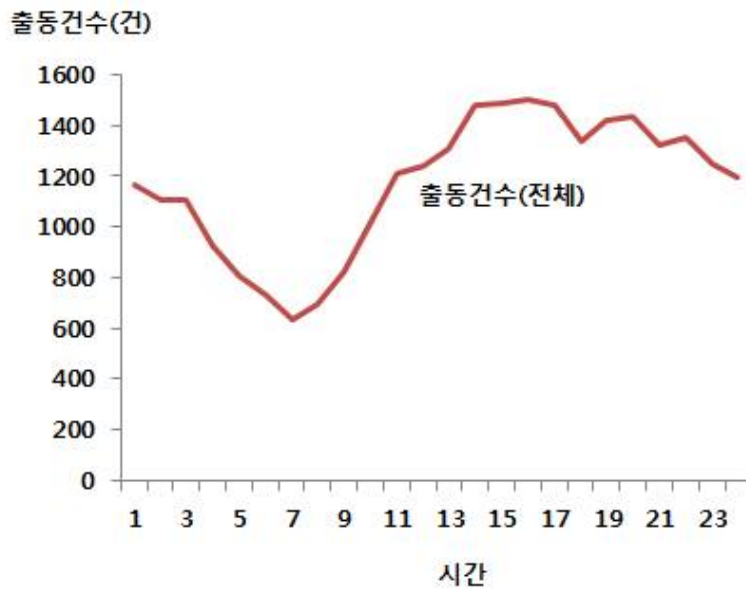
〈그림 Ⅲ-12〉 요일 출동건수 현황

구분	월		화		수		목		금		토		일	
	5분 이하	5- 10분	5분 이하	5- 10분	5분 이하	5- 10분	5분 이하	5- 10분	5분 이하	5- 10분	5분 이하	5- 10분	5분 이하	5- 10분
강남소방서	252	49	256	51	240	43	236	43	249	63	234	54	219	36
강동소방서	174	12	156	7	146	19	139	19	173	24	139	19	151	19
강북소방서	106	0	102	1	97	1	109	1	114	0	108	0	112	0
강서소방서	172	21	189	20	177	29	185	20	185	17	188	23	196	21
관악소방서	192	36	161	25	159	39	176	29	183	37	164	32	191	39
광진소방서	234	38	213	38	229	42	249	42	235	47	267	38	244	41
구로소방서	217	20	250	17	233	18	185	21	242	16	223	23	219	11
노원소방서	158	3	151	9	165	8	157	7	169	7	162	6	162	9
도봉소방서	147	3	157	1	148	5	146	4	171	0	163	4	162	5
동대문소방서	150	5	125	6	146	8	142	3	162	4	141	3	158	2
동작소방서	118	12	106	12	131	19	138	13	127	14	146	11	112	10
마포소방서	175	5	172	8	116	5	139	2	141	1	175	3	128	3
서대문소방서	127	11	122	14	124	16	134	20	126	21	135	21	130	19
서초소방서	152	38	129	42	130	46	129	54	111	47	140	40	141	43
성북소방서	126	12	129	12	125	16	117	22	124	23	151	20	125	12
송파소방서	209	4	208	11	198	8	186	10	210	3	213	9	198	6
양천소방서	145	12	139	13	161	13	143	12	129	13	129	13	156	10
영등포소방서	159	6	165	3	137	6	172	3	147	7	172	4	156	9
용산소방서	98	26	100	20	92	28	99	21	90	23	105	24	104	16
은평소방서	148	2	156	2	149	2	165	3	142	6	158	2	174	4
종로소방서	168	7	139	7	152	7	151	7	162	8	144	4	145	3
중랑소방서	147	0	127	1	142	0	135	1	145	0	152	0	147	1
중부소방서	138	38	112	39	111	35	124	19	123	25	130	45	113	19

〈표Ⅲ-11〉 요일별 출동현황

### 마. 시간별 발생건수 현황

시간대별 발생건수를 살펴보면 오후 3시(15시)부터 9시(21시)까지 가장 많은 출동건수가 발생하는 것으로 나타났으며, 오전 7시를 전후로 약 세 시간 정도 (4시~10시) 사이에 가장 적게 발생하는 것으로 나타났다. 5분~10분 출동건수도 유사한 패턴을 보이지만 특히 오후 4시(16시)에 높게 나타나는 것을 확인 할 수 있다. 첨두와 비첨두 교통특성과는 크게 유사한 패턴을 보이지 않았다.



〈그림 Ⅲ-13〉 시간대별 출동건수 현황



〈그림 Ⅲ-14〉 시간대별 5분-10분 출동건수 현황

구분	0시		1시		2시		3시		4시		5시		6시		7시	
	5분 이 하	5- 10 분	5분 이 하	5- 10 분	5분 이 하	5- 10 분	5분 이 하	5- 10 분	5분 이 하	5- 10 분	5분 이 하	5- 10 분	5분 이 하	5- 10 분	5분 이 하	5- 10 분
강남소방서	72	13	56	16	66	8	44	10	34	8	53	5	33	8	40	4
강동소방서	50	3	41	8	45	4	34	4	40	4	32	3	27	2	28	1
강북소방서	35	0	35	0	28	0	37	0	26	0	25	0	16	0	20	0
강서소방서	60	8	58	8	63	3	39	6	37	6	42	5	36	4	32	5
관악소방서	47	6	56	8	53	8	48	9	34	9	30	8	27	2	25	9
광진소방서	76	12	63	13	71	12	53	9	56	10	52	10	31	5	42	6
구로소방서	52	6	64	4	63	2	65	4	54	6	47	2	35	5	39	2
노원소방서	57	4	44	2	41	2	46	6	31	1	22	2	22	1	27	2
도봉소방서	46	1	48	1	57	2	32	1	29	0	30	1	24	0	21	0
동대문소방서	40	1	47	1	47	2	31	2	37	0	28	0	27	1	26	0
동작소방서	45	3	22	3	36	5	27	5	22	1	24	2	20	0	14	2
마포소방서	41	0	36	0	32	3	32	0	29	2	28	2	24	0	22	2
서대문소방서	47	11	29	5	35	2	20	4	26	3	23	2	19	3	21	4
서초소방서	29	16	30	12	26	8	30	9	25	9	18	7	24	8	29	11
성북소방서	32	8	38	7	24	8	18	4	30	4	19	2	29	0	18	2
송파소방서	56	2	56	3	44	2	48	2	33	2	45	1	38	0	32	4
양천소방서	36	3	36	2	37	6	23	5	24	3	27	1	22	2	27	4
영등포소방서	49	3	49	1	47	0	39	1	36	1	23	0	23	1	28	1
용산소방서	24	3	23	3	35	6	16	5	17	9	16	2	18	4	24	3
은평소방서	46	4	46	0	32	2	37	0	28	2	18	0	31	0	30	1
종로소방서	42	2	43	1	47	1	43	2	17	2	18	0	20	1	29	2
중랑소방서	28	0	38	0	52	1	46	0	28	0	24	0	17	0	32	0
중부소방서	37	7	40	7	31	4	20	10	29	5	27	3	21	5	19	4

〈표Ⅲ-12〉 시간대별 출동건수 현황 (0시~7시)

구분	8시		9시		10시		11시		12시		13시		14시		15시	
	5분 이 하	5- 10 분	5분 이 하	5- 10 분	5분 이 하	5- 10 분	5분 이 하	5- 10 분	5분 이 하	5- 10 분	5분 이 하	5- 10 분	5분 이 하	5- 10 분	5분 이 하	5- 10 분
강남소방서	37	5	66	13	84	21	94	11	75	10	93	17	102	18	92	31
강동소방서	33	7	50	2	38	2	35	10	53	4	54	7	43	9	52	5
강북소방서	20	0	34	0	25	1	39	0	26	0	36	0	50	0	42	0
강서소방서	24	4	44	4	45	3	55	6	53	6	77	5	59	9	66	11
관악소방서	34	3	50	9	55	9	59	9	57	12	51	9	62	10	67	14
광진소방서	55	8	63	10	71	14	61	9	83	6	100	11	93	22	88	17
구로소방서	53	3	51	4	63	7	66	6	83	8	92	7	79	7	74	10
노원소방서	37	0	44	2	52	2	48	2	49	2	58	3	49	4	61	5
도봉소방서	34	1	43	0	44	0	41	1	48	1	55	1	59	1	66	2
동대문소방서	41	0	34	1	40	0	33	0	46	1	52	0	46	3	49	4
동작소방서	31	6	24	2	51	0	40	4	43	3	48	4	44	7	51	3
마포소방서	21	0	37	0	53	2	61	2	50	1	64	1	51	3	71	3
서대문소방서	25	3	31	3	37	3	29	2	45	4	51	10	62	7	39	4
서초소방서	31	9	26	10	42	19	39	14	50	15	49	12	59	19	50	26
성북소방서	30	5	42	9	37	6	42	4	45	5	47	1	40	4	44	6
송파소방서	46	1	62	6	63	0	73	2	67	2	63	2	85	4	62	2
양천소방서	31	1	34	2	36	3	41	5	46	6	55	4	62	3	50	3
영등포소방서	24	1	32	1	63	0	51	5	47	0	51	2	55	1	59	4
용산소방서	23	4	24	8	26	7	33	7	27	6	40	11	39	13	33	10
은평소방서	32	1	37	0	42	0	42	1	56	0	67	2	64	0	49	3
종로소방서	35	3	36	0	46	2	57	3	57	3	47	2	54	1	53	1
중랑소방서	19	0	31	0	45	0	47	1	59	0	52	0	39	0	60	0
중부소방서	35	5	32	7	42	13	40	14	40	5	48	18	30	15	49	15

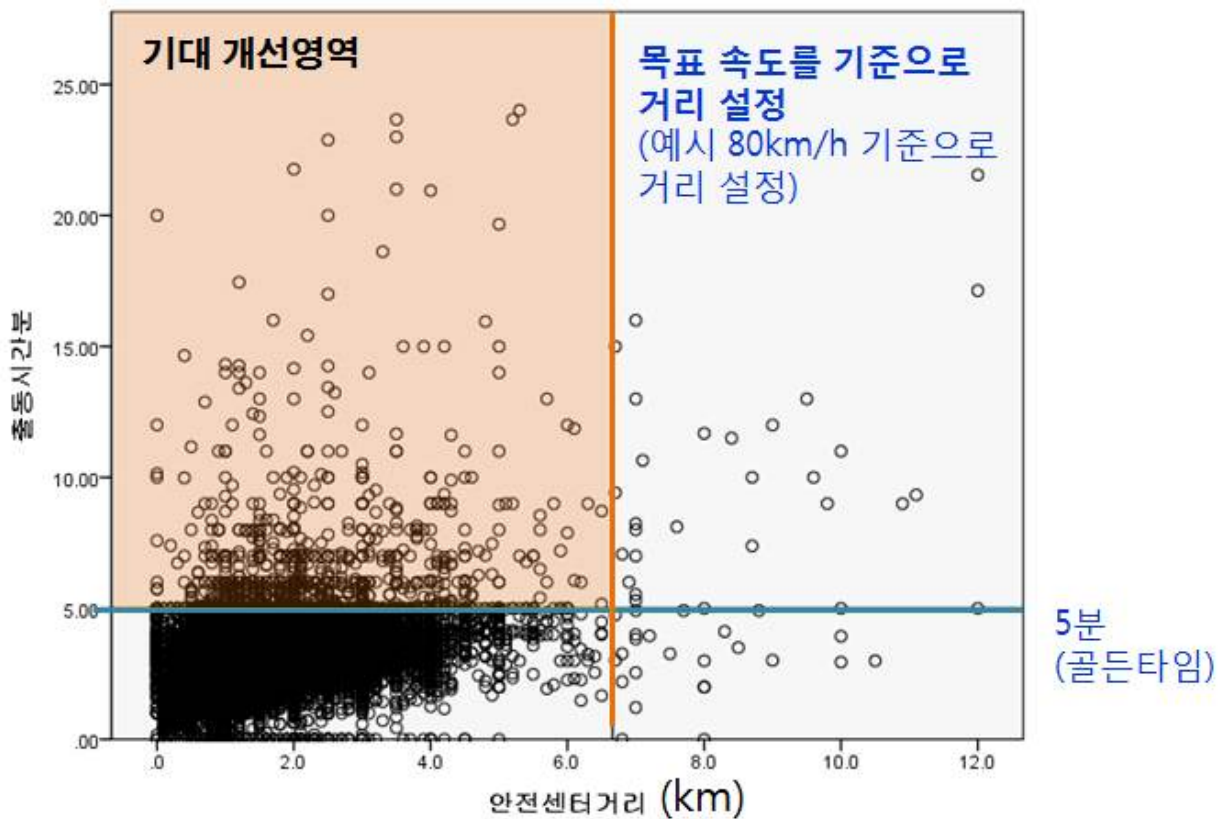
〈표Ⅲ-13〉 시간대별 출동건수 현황 (8시~15시)

구분	16		17		18		19		20		21		22		23	
	5분 이하	5- 10 분	5분 이하	5- 10 분	5분 이하	5- 10 분	5분 이하	5- 10 분	5분 이하	5- 10 분	5분 이하	5- 10 분	5분 이하	5- 10 분	5분 이하	5- 10 분
강남소방서	93	16	79	14	91	29	86	18	74	21	84	18	67	15	71	10
강동소방서	55	6	55	4	53	9	51	6	56	2	64	8	41	4	48	5
강북소방서	35	0	39	0	25	0	32	0	33	0	33	0	28	1	29	1
강서소방서	71	14	61	11	62	9	63	6	53	4	73	10	64	2	55	2
관악소방서	71	7	56	16	50	17	59	15	50	11	59	10	59	14	67	13
광진소방서	74	13	70	13	58	16	87	18	90	12	87	13	74	17	73	10
구로소방서	79	5	71	8	82	3	81	3	75	5	82	6	64	7	55	6
노원소방서	54	2	53	1	59	1	56	0	48	2	56	2	56	0	54	1
도봉소방서	53	3	53	1	59	2	50	0	56	0	55	3	45	0	46	0
동대문소방서	52	2	48	3	54	4	57	2	58	0	51	2	37	1	43	1
동작소방서	46	5	56	3	47	6	48	10	44	6	28	4	38	1	29	6
마포소방서	50	1	61	0	58	2	47	1	48	1	39	1	45	0	46	0
서대문소방서	60	6	38	9	49	9	36	7	50	5	32	6	50	6	44	4
서초소방서	48	16	48	17	50	17	57	10	37	14	44	11	51	12	40	9
성북소방서	61	6	53	5	47	5	47	8	43	6	45	2	32	5	34	5
송파소방서	72	3	44	2	81	3	80	1	73	1	74	2	60	2	65	2
양천소방서	65	5	36	2	52	7	69	7	48	3	54	5	48	1	43	3
영등포소방서	60	1	59	2	48	2	48	5	52	2	62	2	50	0	53	2
용산소방서	38	14	37	10	29	3	41	6	33	8	37	5	28	5	27	6
은평소방서	67	0	52	0	61	1	58	2	51	0	39	1	53	0	54	1
종로소방서	46	4	42	0	52	1	53	2	57	4	61	1	53	3	53	2
중랑소방서	44	0	44	0	55	0	44	1	43	0	47	0	65	0	36	0
중부소방서	47	7	41	18	46	6	41	16	35	9	30	5	38	10	33	12

〈표Ⅲ-14〉 시간대별 출동건수 현황 (16시~23시)

바. 긴급차량 우선신호제어 시스템의 기대 개선영역 도출

긴급차량 우선신호제어를 통해 개선 가능할 것으로 판단되는 영역을 도출해 보았다. <그림 III-11>과 같이 전체 출동건수를 시간-거리 그래프로 나타내어, 골든타임의 기준인 5분을 초과하며, 거리가 시속 80km/h로 5분 이내 도달 할 수 있는 거리 인 약 6.6km 반경 이내에 출동건수를 도출해 보았다. 그림에서 보는 바와 같은 영역이 기대 개선 영역이 되며 이로 인하여 골든타임 확보율이 상당히 상승할 것으로 기대 된다. 한편 안전센터로부터의 거리가 6.66km 이상인 경우는 긴급차량 우선신호제어 시스템 구축보다는 안전센터의 위치를 재배치하는 것이 더 바람직할 것으로 판단된다.



<그림 III-15> 전체출동현황 중 긴급차량우선제어 전략 기대 개선영역

그림으로 도출된 안전기대 개선영역에 포함되는 출동건수를 소방서별로 나누어 그 수치를 분석해 보았다. 서울시 전체 총 725건/5년 이었으며, 소방서 별로는 강서소방서가 104건, 광진소방서가 91건, 강남소방서 82건 순으로 나타나 해당 지역에 긴급차량 우선신호제어 시스템을 도입하는 것이 효율적인 것으로 분석되었다.



구분	기대 개선영역	
	발생건수(건)	비율(%)
강남소방서	82	11.3
강동소방서	24	3.3
강북소방서	2	.3
강서소방서	104	14.3
관악소방서	38	5.2
광진소방서	91	12.6
구로소방서	36	5.0
노원소방서	20	2.8
도봉소방서	21	2.9
동대문소방서	9	1.2
동작소방서	21	2.9
마포소방서	14	1.9
서대문소방서	17	2.3
서초소방서	68	9.4
성북소방서	30	4.1
송파소방서	28	3.9
양천소방서	15	2.1
영등포소방서	16	2.2
용산소방서	46	6.3
은평소방서	6	.8
종로소방서	12	1.7
중랑소방서	5	.7
중부소방서	20	2.8
<b>합계</b>	<b>725</b>	<b>100.0</b>

〈표Ⅲ-15〉 소방서별 기대 개선가능 출동건수 및 비율



## **Ⅳ. 긴급차량 우선신호제어 시스템 효과분석**

---

1. 개요
2. 효과분석 대상지역 선정
3. 긴급차량 우선신호제어 시스템 효과분석

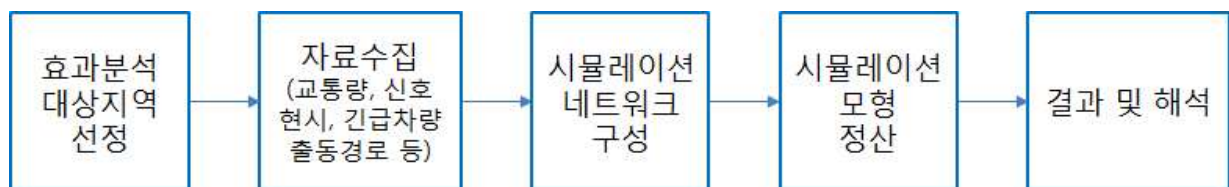


## IV. 긴급차량 우선신호제어 시스템 효과분석

긴급차량 우선신호제어 시스템 효과분석을 위해 본 연구에서는 시뮬레이션 분석을 수행하였다. 현장적용을 위한 장소 선정 및 장비설치를 수행하기 위해서는 많은 시간과 비용이 소요된다. 도입방안 수립을 위한 사전 분석 수준으로 시스템 효과분석은 시뮬레이션을 통해 충분히 수행가능하다. 다양한 시나리오를 설정하고 이에 대한 효과를 정량적으로 분석함으로써 긴급차량 우선신호제어의 도입효과를 제시하였다.

### 1. 개요

시뮬레이션 분석을 수행하기 위해 다음과 같은 시스템 효과분석 절차를 수행하였다. 먼저 긴급차량의 출동이력 자료와 신호제어기 배치현황을 고려하여 효과분석 대상지역을 선정하고, 선정된 지역의 교차로 회전교통량, 교차로 신호현시, 긴급차량 출동경로 등의 자료를 수집하였다. 수집된 자료를 바탕으로 시뮬레이션 네트워크를 구성하고 현실을 잘 반영할 수 있도록 시뮬레이션 모형 정산(Calibration)을 수행하였다. 또한 긴급차량 우선신호제어 시스템 효과분석을 효과적으로 보여줄 수 있는 분석 시나리오와 평가지표를 선정하여 시뮬레이션 결과를 도출하였다.



〈그림 IV-1〉 시뮬레이션 효과분석 절차

본 분석에서는 시뮬레이션 분석도구로 PARAMICS를 활용하였다. 컴퓨터를 이용한 시뮬레이션 분석은 실제 현장에서 관측할 수 있는 것보다 다양한 범위와 환경을 경험할 수 있는 기능을 제공하여 각기 다른 대안들을 평가할 수 있다는 장점을 지닌다. 미시적 교통류 시뮬레이터는 PARAMICS를 비롯해 다양한 상용 패키지들이 존재한다. 그 중 PARAMICS는 학술적 용도 뿐 아니라 실질적인 교통 운영전략의 효과평가를 위해 많이 활용되고 있는 시뮬레이터이다. 이 시뮬레이터의 장점은 교통상황을 현실적으로 구현 가능하며, 네트워크를 주행하는 각 차량의 운행상태를 현실적으로 모형화할 수 있다. 또한 교통시스템 분석을 위한 다양한 효과척도 제시가 가능하며 API를 통해 신호제어(우선신호 포함) 및 다양한 제어전략을 구현할 수 있다.

본 연구에서 적용할 수 있는 미시적 시뮬레이션 분석도구들을 비교하면 다음과 같으며, 본 분석에서는 시뮬레이션 분석도구로 PARAMICS를 활용하였다.

구분	VISSIM	PARAMICS	TSIS NETSIM
네트워크 표현능력	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 사실적인 네트워크 표현</li> <li>· 링크간의 연결</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 사실적인 네트워크 표현</li> <li>· 링크간의 연결</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 개략적 네트워크 표현</li> <li>· 노드와 링크의 조합</li> </ul>
차량 추종 모형	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Widemann Model</li> <li>· 인지모형으로 운전자의 특성반영 가능</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· PARAMICS Model</li> <li>· 교통상황별 차별화된 파라미터 적용 가능</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Fitt's Model</li> <li>· 전통적인 속도·가속도 모델에 반응시간 고려</li> </ul>
특징	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 현실적인 네트워크 묘사와 우수한 차량 추종 모형 적용</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 현실적인 네트워크 묘사와 우수한 차량 추종 모형 적용</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· NEMA 감응제어를 기본기능으로 탑재하여 다양한 감응분석 가능</li> </ul>
적용예시	<ul style="list-style-type: none"> <li>· TOD 제어 신호시간 대안 평가</li> <li>· 중앙버스전용차로의 신호시간 대안 평가</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>· 감응제어분석 시뮬레이션</li> </ul>

출처: 서울특별시, 「신호운영체계개선 매뉴얼」, 2013.

#### 〈표Ⅳ-1〉 미시적 교통류 시뮬레이션 분석도구의 비교

효과분석을 위한 평가지표는 긴급차량과 일반차량으로 구분하여 설정하였다. 본 연구에서 긴급차량은 긴급상황 발생장소까지의 출동시간을 감소시키는 것이 가장 큰 목적이다. 또한 긴급차량에게 우선신호제어를 제공해줌으로써 긴급차량과 다른 방향에서 교차로로 진입하는 일반차량의 지체시간은 증가하게 된다. 따라서 긴급차량 우선신호 제어 시스템이 도입될 경우 얼마나 지체시간이 증가하게 될 것인지 분석이 필요하며, 이러한 분석된 지체시간을 일반차량 운전자들이 받아들일 수 있는 수준인지 향후 검토가 필요하다.

긴급차량의 경우 긴급상황 발생 시 출동시간(평균, 표준편차, 골든타임 확보비율) 개선, 일반차량의 경우 지체시간(주도로, 부도로, 네트워크 전체)를 산정하였다.

구분	평가지표	세부항목
긴급차량	출동시간	평균, 표준편차, 골든타임 확보비율
일반차량	지체시간	주도로, 부도로, 네트워크 전체

#### 〈표Ⅳ-2〉 시뮬레이션 평가지표

## 2. 효과분석 대상지역 선정

시뮬레이션 효과분석 대상지역은 소방서 출동이력자료를 바탕으로 선정하였다. 앞에서 제시한 기대개선영역 출동건수 및 비율(안전센터거리 기준)이 높은 소방서를 우선 도입 지역으로 선정하였다. 분석 결과, 강서소방서와 광진소방서가 개선 가능한 출동건수가 가장 많은 것으로 나타났으며, 그 중 광진소방서를 시뮬레이션 효과분석 대상 지역으로 선정하였다.

광진소방서는 총 출동건수가 두 번째로 많고, 5~10분 출동건수도 3위로 분석되었다. 또한 5~10분 출동건수의 속도 및 평균거리도 서울 평균이하로 출동거리가 짧음에도 불구하고 출동속도 및 시간은 좋지 않다는 결과를 보이고 있다.

광진소방서 안전센터	출동건수(건)	개선가능 출동건수(건)	출동거리(km)
구의 안전센터	348	19	1.8
금호 안전센터	154	10	1.6
능동 안전센터	249	8	1.3
성수 안전센터	343	13	1.4
송정 안전센터	259	12	1.5
중곡 안전센터	242	12	1.4
행당 안전센터	362	18	1.4

〈표Ⅳ-3〉 광진소방서 안전센터 출동건수 및 개선가능 출동건수

시뮬레이션 효과분석 대상지역으로 선정된 광진소방서를 세부적인 119안전센터 단위로 구분하여 분석을 수행하였다. 위의 표를 참고하면 구의 119안전센터의 출동건수는 348건이고 개선가능 출동건수가 가장 많음을 알 수 있다. 또한 출동거리는 1.8km로 길지 않음을 확인할 수 있다. 다음으로 행당 119센터도 출동건수가 362건으로 가장 많으며 개선가능 출동건수는 18건으로 긴급차량 우선신호제어 시스템 도입으로 효과를 얻을 수 있는 지역으로 판단된다.

광진소방서 내에서 우선적으로 긴급차량 우선신호제어 시스템 도입이 필요한 구체적인 지역을 선정하기 위해 다양한 분석을 수행하였다. 다음의 표는 광진소방서 내 119안전센터의 출동시간, 출동속도, 출동거리, 골든타임 달성비율을 제시하고 있다.

다음의 표와 같이 광진소방서 내 119안전센터에 대한 세부적인 분석을 수행하였다. 출동횟수, 출동시간, 출동거리는 5분미만, 5분~10분, 10분 이상으로 구분하였으며 평균출동속도와 골든타임 달성비율도 제시하였다.

〈표Ⅳ-3〉에서 볼 수 있듯이 전체 출동건수는 행당 119안전센터가 가장 많다. 그러나 개선의 가능성이 높은 5~10분의 출동횟수는 구의 119안전센터가 가장 높음을 확인할 수 있다. 다음으로 5~10분 출동횟수가 많은 지역은 행당 119안전센터이며 이러한 특징으로 인해 개선가능 출동건수도 구의 119안전센터와 행당 119안전센터가 가장 높은 것으로 판단된다. 또한 구의 119안전센터와 송정 119안전센터의 경우 10분 이상 걸린 출동횟수가 0건이라는 점이 특징이다.

출동시간을 살펴보면, 능동 119안전센터가 전체 평균출동시간이 가장 낮으며 5분미만의 출동시간이 걸린 출동의 평균출동시간도 가장 낮음을 확인할 수 있다. 이에 반해 금호 119안전센터가 전체 평균출동시간이 가장 낮으며, 중곡, 구의 119안전센터가 4분 이상의 평균출동시간을 보이고 있다.

그러나 출동횟수와 평균출동시간이 출동현황을 모두 보여주지는 못했다. 금호 119안전센터가 평균출동시간이 가장 오래 걸리긴 하지만 골든타임 달성비율은 82.5%로 양호한 결과를 보였으며, 오히려 구의 119안전센터가 골든타임 달성비율 77.3%로 가장 낮은 결과를 보였다. 또한 금호 119안전센터는 5분미만, 5~10분의 출동시간이 걸린 출동거리가 6km 이상으로 상당히 길다는 것을 확인할 수 있다. 이처럼 긴 출동거리로 인한 출동시간 지연은 긴급차량 우선신호제어 시스템 도입으로 인한 효과가 제한적일 것이다.

안전센터	출동횟수			출동시간(평균,분)				출동거리(km)			평균출동속도(km/h)	골든타임달성비율
	5분미만(건)	5분~10분(건)	10분이상(건)	전체(분)	5분미만	5-10분	10분이상	5분미만	5-10분	10분이상		
구의 센터	269	79	0	4.04	3.69	5.22	-	1.9	2.3	-	27.85	77.3%
금호 센터	127	22	5	4.11	3.42	5.34	16.14	6.5	6.6	8.0	26.86	82.5%
능동 센터	223	24	2	3.57	3.25	5.39	16.92	1.7	2.0	3.3	24.07	89.6%
성수 센터	295	47	1	3.76	3.46	5.30	15.00	3.1	3.0	9.0	22.61	86.0%
송정 센터	225	34	0	3.72	3.37	5.68		2.9	3.8		24.10	86.9%
중곡 센터	208	30	4	4.06	3.51	5.45	22.00	2.8	3.4	3.9	23.26	86.0%
행당 센터	308	50	4	3.79	3.37	5.43	13.50	5.3	5.6	5.2	23.67	85.1%

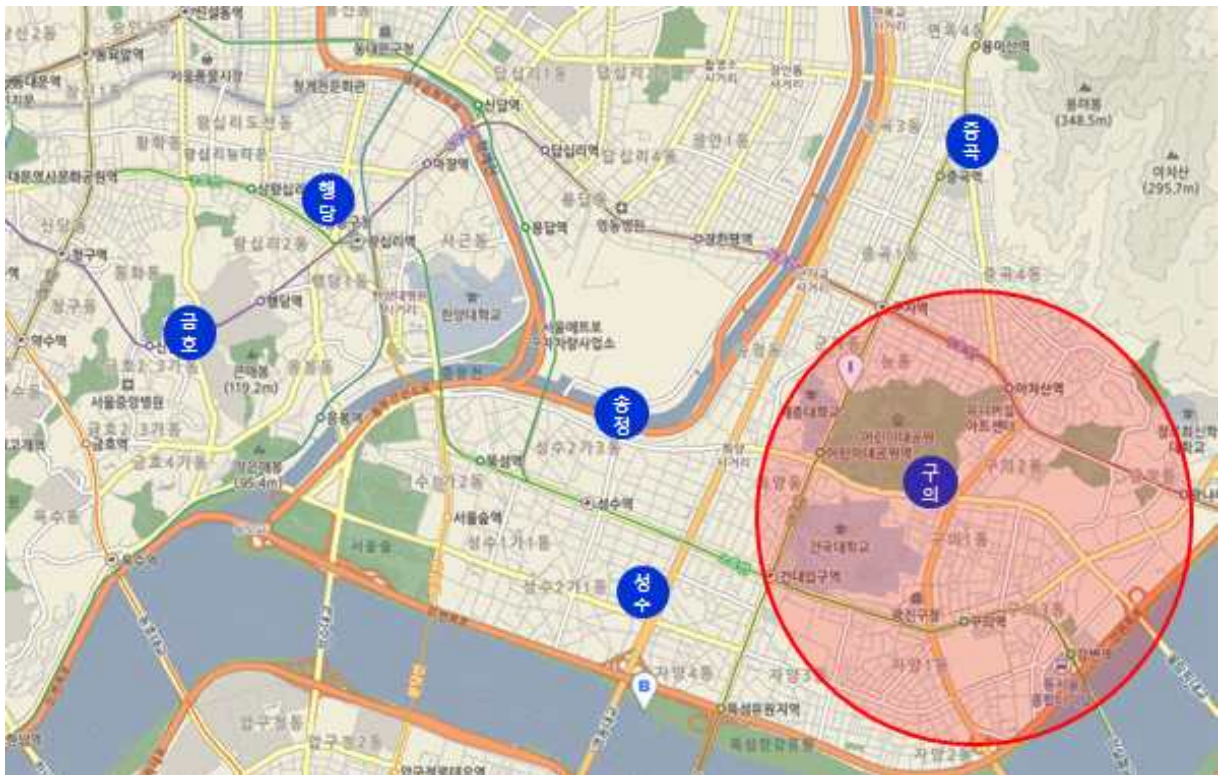
〈표Ⅳ-4〉 광진소방서 안전센터 출동현황 분석



따라서 광진소방서 119안전센터 중 구의 119안전센터를 시뮬레이션 분석 대상지역으로 선정하였다. 구의 119안전센터는 골든타임 달성비율이 가장 낮고 개선가능 출동건수가 가장 많은 지역으로 긴급차량 우선신호제어 시스템의 우선적인 도입이 필요한 지역이다. 또한 향후 긴급차량 우선신호제어 시스템 도입을 위한 지역 선정 시, 평균 출동시간 및 출동 횟수를 단순히 고려한 분석방법은 한계가 있으며 골든타임 달성비율, 개선가능 출동건수 등 다양한 분석지표를 활용한 방안이 필요할 것으로 판단된다.

다음의 그림은 광진소방서 내 119안전센터의 위치도이며, 시뮬레이션 효과분석 대상인 구의 119안전센터의 출동범위는 대략적으로 다음과 같다.

광진소방서의 구의 119안전센터는 <그림Ⅳ-2>에서 볼 수 있듯이 건국대학교와 어린이대공원 주변에 위치하며 올림픽대로로 연결되는 광나루로를 주요 출동경로로 활용하고 있다. 이 지역은 오전 및 오후 첨두시 주변 교통량이 많으며 교통 혼잡이 발생하는 지점이다.



<그림Ⅳ-2> 광진소방서 내 119안전센터 위치도

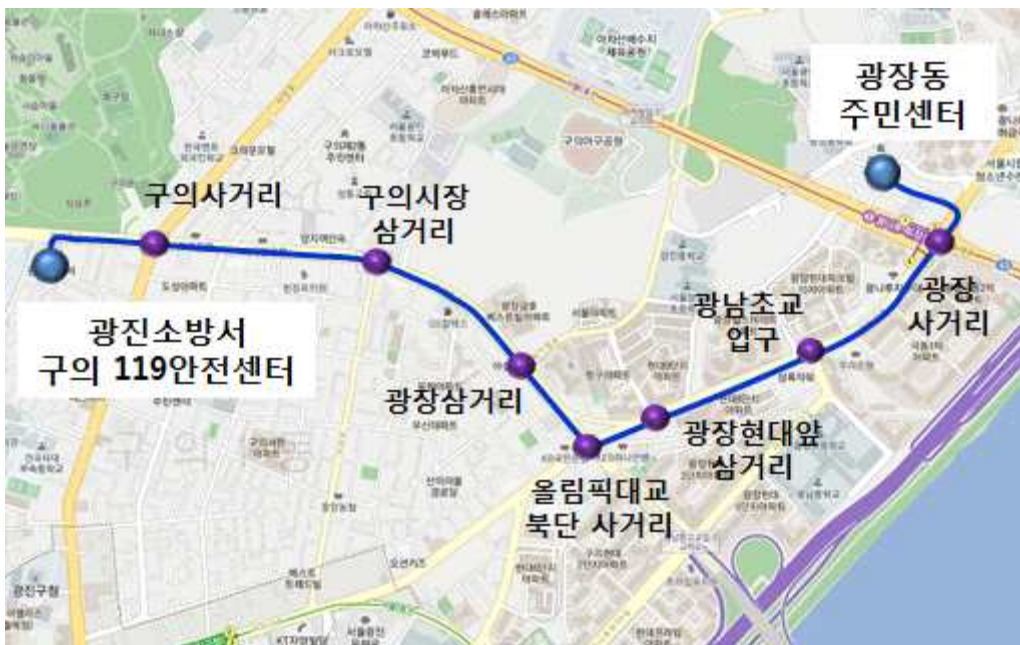
구의 119안전센터에서 출동하는 지역 중 골든타임 확보가 가장 어려운 지역과 출동 경로를 선정하기 위해 추가적인 분석을 수행하였다. <표Ⅳ-5>와 같이 구의 119안전센터에서 출동하는 지역인 구의동, 자양동, 광장동으로 구분하여 출동건수, 출동거리 골든타임 달성비율을 산정하였다.

구의 119 안전센터에서 출동하는 지역 중 골든타임 달성비율이 가장 낮은 지역은 광장동으로 분석되었다. 광장동의 골든타임 달성비율은 54.9%로 상당히 낮은 수준이었으며, 구의동과 자양동에 비해 출동거리가 긴 특성을 보였다. 그러나 구의 119안전센터에서 광장동으로 출동하는 평균거리는 2.62km이며, 32km/시의 평균속도로 출동하더라도 골든타임 확보가 가능한 거리이다. 따라서 본 구간은 긴 출동거리가 아닌 교통여건에 의한 상승적인 출동시간 지연이 발생하는 구간으로 긴급차량 우선신호제어 도입을 통한 효과를 얻을 수 있는 곳으로 판단된다.

구의 119 안전센터 출동 지역	출동건수(건)			출동거리(km)			골든타임 달성비율
	전체	5분 미만	5분 이상	전체	5분 미만	5분 이상	
구의동	167	139	28	1.49	1.44	1.77	83.2%
자양동	128	100	28	2.00	2.01	1.98	78.1%
광장동	51	28	23	2.62	2.60	2.65	54.9%

〈표Ⅳ-5〉 광진소방서 구의 119안전센터 출동현황 분석

구의 119안전센터에서 광장동까지의 가상 출동경로를 〈그림Ⅳ-3〉과 같이 설정하였다. 본 경로는 구의 119안전센터에서 광장동까지의 평균출동거리와 평균출동시간을 고려하여 설정하였고, 올림픽대교 북단사거리에서 좌회전이 포함되어 있다.



〈그림Ⅳ-3〉 시뮬레이션 효과분석 출동경로

### 3. 긴급차량 우선신호제어 시스템 효과분석

긴급차량 우선신호제어 시스템 효과분석을 위해 시뮬레이션 분석을 수행하였다. 앞에서 언급하였듯이 시뮬레이션 효과분석 구간은 광장소방서 내 구의 119안전센터이며, 긴급차량의 가상 출동경로는 구의 119안전센터→광장동 주민센터이다. 다음은 시뮬레이션 효과분석의 가정, 네트워크 구축, 시나리오 및 시뮬레이션 모델 구축에 대한 내용을 기술하고 있다. 끝으로 효과분석의 결과를 제시하고 그 의미를 해석하였다.

#### 가. 시뮬레이션 효과분석의 가정

긴급차량 우선신호제어 시스템의 효과를 시뮬레이션으로 분석하기 위해서는 그 시스템과 알고리즘에 대한 설정이 필요하다. 앞에서 언급하였듯이 긴급차량 우선신호제어를 위한 시스템 유형과 알고리즘은 다양하며 그에 따른 장단점이 나타난다.

본 분석의 목적은 도입단계 이전의 효과분석이므로 가장 기본적인 시스템 유형과 알고리즘을 선정하였다. 시스템 유형은 현장제어식으로 소방차가 교차로 주변 일정 구간으로 진입할 경우 소방차의 유무를 확인하고 우선신호를 제공해주는 방식이다. 또한 우선신호제어 알고리즘은 소방차가 진입한 후 조건 없이 우선신호를 제공하는 방식이며 우선신호 종료 후 보상(Recovery) 알고리즘과 보행신호에 대한 내용은 고려하지 않았다. 소방차의 교차로 진입을 감지하는 방법은 시뮬레이션에서 제공하는 루프검지기를 활용하였으며, 각 교차로마다 감지구간의 길이는 상이하며 교통여건 맞추어 조정하였다.

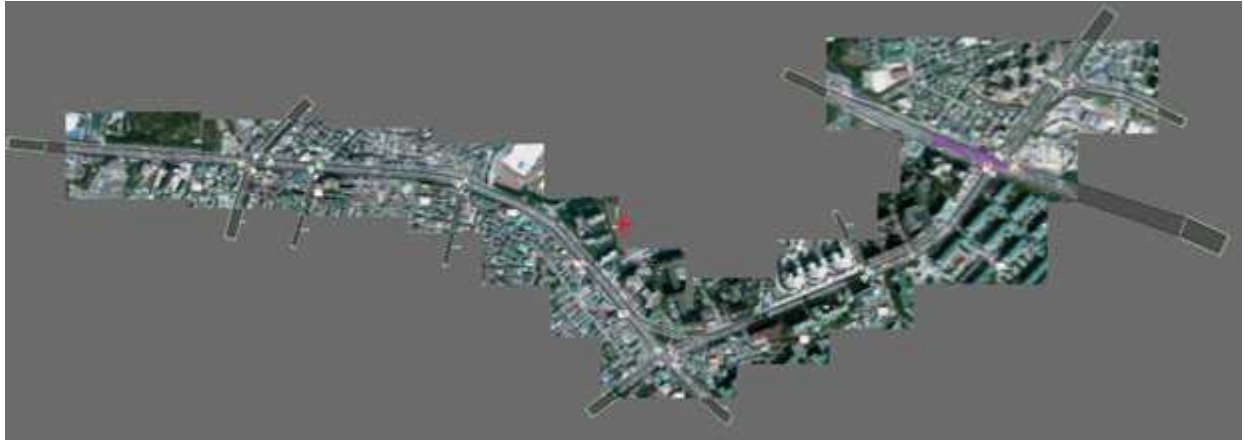
#### 나. 네트워크 구축

시뮬레이션 분석을 위해 긴급차량의 가상 출동경로인 구의 119안전센터에서 광장동 주민센터까지의 네트워크를 구축하였다. 기존 미시적 교통류 시뮬레이터인 PARAMICS에 항공사진을 활용하여 네트워크를 구축하였으며, 실제 네트워크와 동일하게 신호교차로도 추가하였다.

〈그림Ⅳ-3〉에서 볼 수 있듯이, 본 구간은 총 연장 2.5km이며 총 7개의 교차로를 가지고 있다. 출동경로는 출동이력자료 분석결과를 활용하여 우선신호 도입에 따른 골든타임 달성비율 개선이 가능한 경로로 선정하였다. 이 경로의 특징은 구의 119안전센터에서 올림픽대교 북단사거리까지는 직진구간이고, 올림픽대교 북단사거리에서 좌회전 우선신호가 필요한 구간이다. 올림픽대교 북단사거리의 경우 광장사거리 방향에서 진입 후 광장현대앞 삼거리로 좌회전할 수 있는 좌회전 차로가 1개이며, 실제 출동현장에서도

좌회전 신호로 인한 정지와 출동시간 지체가 발생하고 있다. 따라서 본 교차로에서의 우선신호제어 도입에 따른 효과를 기대할 수 있다.

다음 <그림 IV-4>는 PARAMICS를 통해 구축된 시뮬레이션 네트워크이다.



<그림 IV-4> 시뮬레이션 네트워크 구축

올림픽대교 북단사거리에서의 좌회전 우선신호 도입 전과 도입 후의 시뮬레이션 현황을 <그림 IV-5>과 <그림 IV-6>에서 보여주고 있다. 도입 전에서는 대부분의 출동에서 소방차가 정지하는 모습을 보였으나, 도입 후 그러한 정지가 줄어들어 평균출동시간이 개선되는 효과를 보이고 있다.



<그림 IV-5> 올림픽대교 북단사거리 좌회전 우선신호 도입 전



〈그림 IV-6〉 올림픽대교 북단사거리 좌회전 우선신호 도입 후

#### 다. 시나리오 설정 및 시뮬레이션 모델 구축

효과분석 시나리오는 긴급차량 우선신호제어 도입 전과 도입 후,  $v/c=0.6$ 과  $v/c=0.8$ 로 구분하여 진행하였다.  $v/c$  수준을 고려하여 주어진 네트워크의 교통수준이 원활할 경우 ( $v/c=0.6$ )와 혼잡이 발생할 경우( $v/c=0.8$ )를 분석하고자 하였다.

구분	$v/c=0.6$	$v/c=0.8$
우선신호 도입 전	시나리오 1	시나리오 3
우선신호 도입 후	시나리오 2	시나리오 4

〈표 IV-6〉 시뮬레이션 효과분석 시나리오

또한 시뮬레이션 모델을 구축하기 위해서는 시뮬레이션 분석시간, 효과척도, 교통량, 신호현시 등에 대한 입력이 필요하며, 실제 교통현황을 묘사하기 위한 시뮬레이션 정산(Calibration)과정이 필요하다.

먼저 시뮬레이션 분석시간은 총 60분이며, 60분 중 15분은 준비시간(Warm-up time)으로 시뮬레이션 상 네트워크에 차량이 생성되어 실제 교통현황을 이루기까지(교통류가 안정화되는데) 소요되는 시간이다. 따라서 분석에 포함되는 시간은 45분이며, 각 시나리오마다 50회 분석을 실시하여 총 200번의 분석을 수행하였다. 각 분석(run)마다 준비시간(Warm-up time) 이후 긴급차량이 1대 발생하여 구의 119안전센터에서 광장동 주민센터로 출동하도록 구현하였다.

효과척도는 앞서도 언급하였듯이 긴급차량과 일반차량으로 구분하여 제시하였다. 긴급차량은 출동시간 개선여부를 분석하였으며 출동시간이 평균, 표준편차, 골든타임 확보비율을 제시하였다. 일반차량의 경우 지체시간 수준을 분석하였으며 경로상 주도로, 부도로, 네트워크 전체로 구분하여 지체시간을 제시하였다.

기하구조 및 교통조건은 주어진 자료를 바탕으로 현실을 정확히 묘사할 수 있도록 시뮬레이션 모델을 구축하였다. 교차로 회전교통량은 비첨두(12~2시) 시간대를 기준으로 직접 조사하였으며 각 교차로 신호현시는 서울시 교통안전시설물관리시스템(T-GIS)를 활용하여 입력하였다.

또한 현실적인 긴급차량의 출동현황을 묘사하기 위해 각 교차로 회전교통량과 긴급차량 출동속도 및 시간에 대한 정산을 수행하였다. 각 교차로 회전교통량은 실제 조사결과에 맞추었으며, 긴급차량 출동속도 및 시간도 현황자료에 근거하여 조정하였다.

#### 라. 효과분석 결과

효과분석 결과는 긴급차량의 출동시간 개선과 일반차량의 지체시간 수준으로 제시되었다.

먼저 긴급차량의 출동시간 개선은  $v/c=0.6$ 과  $v/c=0.8$ 인 경우로 구분하였다.  $v/c=0.6$ 인 경우, 우선신호 도입 전과 비교해 도입 후 긴급차량 평균출동시간이 268.6초(4분 28.6초)에서 194.4초(3분 14.4초)로 27.7% 개선되었다. 뿐만 아니라 출동시간 표준편차는 27.5초에서 12.3로 개선되어 55.3% 개선되었다. 긴급차량 우선신호제어로 인해 출동시간이 평균적으로 약 1분 14초 개선되었으며, 출동시간의 신뢰도도 높아짐을 확인할 수 있다. 특히 골든타임(5분) 확보비율이 도입 전 88.0%에서 도입 후 100%까지 달성되는 결과를 보였다. 본 분석결과를 통해 교통수준이 원활할 경우 긴급차량 우선신호제어 시스템 도입의 긴급차량 출동시간 개선효과는 상당한 것으로 판단할 수 있다.

긴급차량 출동시간 ( $v/c=0.6$ )	출동시간 평균(초)	출동시간 표준편차(초)	골든타임(5분) 확보비율
우선신호 도입 전	268.8	27.5	88.0%
우선신호 도입 후	194.4	12.3	100%
변화율	-27.7%	-55.3%	

〈표Ⅳ-7〉 긴급차량 출동시간 시뮬레이션 분석결과 ( $v/c=0.6$ )

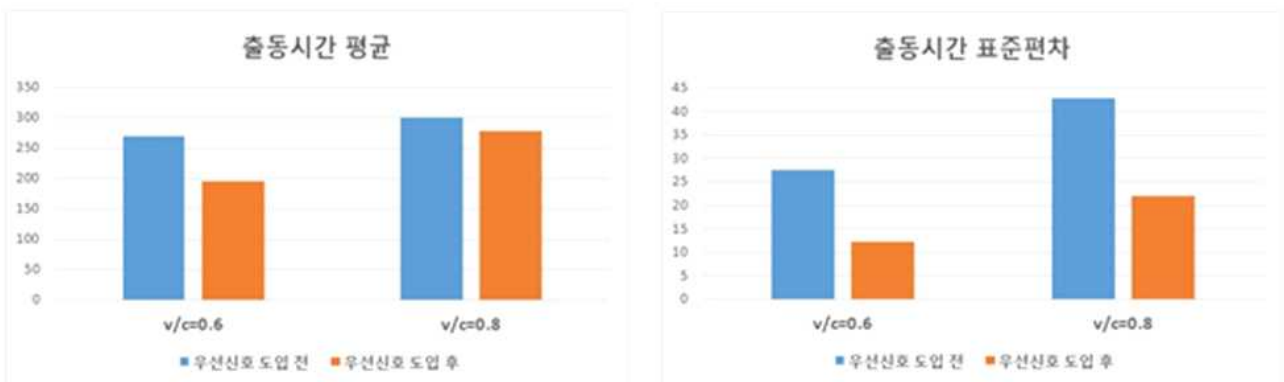
$v/c=0.8$ 인 경우에는 우선신호 도입 전과 비교해 도입 후 긴급차량 평균출동시간이 300.7초(5분 0.7초)에서 278.1초(4분 38.1초)로 7.5% 개선되었다. 또한 출동시간 표준편차는 42.8초에서 22.1로 개선되어 48.4% 개선되었다. 긴급차량 우선신호 제어에 의해 출동시간이 평균적으로 약 23초 개선되었으며, 출동시간의 신뢰도도 높아짐을 확인할 수 있다. 그러나  $v/c=0.6$ 과 비교하여 개선되는 정도가 낮았다.

골든타임(5분) 확보비율은 도입 전 54.0%에서 도입 후 86.0%까지 달성되는 결과를 보였다.  $v/c=0.8$ 의 경우 골든타임 확보비율이 우선신호 도입 전 상당히 낮았으며 우선신호 도입 후에도 14%의 출동은 골든타임을 확보하지 못하는 결과를 보이고 있다.

긴급차량 출동시간 ( $v/c=0.8$ )	출동시간 평균(초)	출동시간 표준편차(초)	골든타임(5분) 확보비율
우선신호 도입 전	300.7	42.8	54.0%
우선신호 도입 후	278.1	22.1	86.0%
변화율	-7.5%	-48.4%	

〈표Ⅳ-8〉 긴급차량 출동시간 시뮬레이션 분석결과 ( $v/c=0.8$ )

〈그림Ⅳ-7〉에서 볼 수 있듯이,  $v/c=0.6$ 일 경우에 비해  $v/c=0.8$ 일 경우 긴급차량 출동시간의 평균 및 표준편차 개선효과가 적음을 알 수 있다. 그 이유는 혼잡한 도로 수준에서 우선신호제어로 인해 신호에 의한 정지 및 감속은 줄어들지만 일반차량의 혼잡에 의한 영향은 받을 수밖에 없기 때문이다. 다시 말해, 혼잡상황에서 우선신호를 제공하더라도 기존의 혼잡으로 인해 긴급차량의 지체시간이 존재하며, 교통상황이 원활한 경우 긴급차량 우선신호제어에 따른 출동시간 개선효과가 크다는 것을 확인할 수 있다.



〈그림Ⅳ-7〉 긴급차량 출동시간 시뮬레이션 분석결과

일반차량의 지체시간 수준 또한  $v/c=0.6$ 과  $v/c=0.8$ 인 경우로 구분하였다.

$v/c=0.6$ 인 경우, 주도로 진행방향의 지체시간은 18.7% 감소하지만 나머지 방향의 지체시간은 증가하였으며, 특히 부도로의 지체시간은 77.3초에서 98.5초로 증가하여 27.4%의 변화율을 보였다. 특히 네트워크 전체 지체시간은 차량 당 5초, 6.2%로 증가하는 것으로 분석되었다.

일반차량 지체시간 ( $v/c=0.6$ )	주도로 (진행방향) 지체시간(초/대)	주도로 (반대방향) 지체시간(초/대)	부도로 지체시간 (초/대)	네트워크 전체 지체시간 (초/대)
우선신호 도입 전	87.8	82.9	77.3	82.3
우선신호 도입 후	71.4	89.0	98.5	87.3
변화율	-18.7%	7.4%	27.4%	6.2%

〈표Ⅳ-9〉 일반차량 지체시간 시뮬레이션 분석결과 ( $v/c=0.6$ )

$v/c=0.8$ 인 경우도 마찬가지로 주도로 진행방향의 지체시간은 27.6% 감소하였고 나머지 방향의 지체시간은 증가하였으며, 특히 부도로의 지체시간은 101.2초에서 172.1초로 증가하여 70.1%의 변화율을 보였다. 특히 네트워크 전체 지체시간은 차량 당 약 16초, 14.5%로 증가하는 것으로 분석되었다.

일반차량 지체시간 ( $v/c=0.8$ )	주도로 (진행방향) 지체시간(초/대)	주도로 (반대방향) 지체시간(초/대)	부도로 지체시간 (초/대)	네트워크 전체 지체시간 (초/대)
우선신호 도입 전	120.4	118.1	101.2	112.2
우선신호 도입 후	87.2	129.6	172.1	128.5
변화율	-27.6%	9.7%	70.1%	14.5%

〈표Ⅳ-10〉 일반차량 지체시간 시뮬레이션 분석결과 ( $v/c=0.8$ )

일반차량의 지체시간 분석결과,  $v/c=0.6$ 인 경우 보다  $v/c=0.8$ 인 경우 일반차량의 지체가 가중됨을 확인할 수 있었다. 부도로의 지체시간이 가장 높은 비율로 증가하는 결과를 보였으며, 특히  $v/c=0.8$ 인 경우 우선신호 도입 후 부도로의 지체시간이 약 71초 정도 증가하였다. 향후 이 값이 일반차량 운전자들이 허용할 수 있는 지체시간 범위인지 검토할 필요할 것으로 판단된다.



## **V. 긴급차량 우선신호제어 시스템 도입전략 수립**

---

- 1. 긴급차량 우선신호제어 시스템 도입유형 선정**
- 2. 단계별(장단기적) 도입전략 수립**
- 3. 법·제도적 개선방안**
- 4. 긴급차량 출동시간 개선을 위한 시민의식 개선**



## V. 긴급차량 우선신호제어 시스템 도입전략 수립

### 1. 긴급차량 우선신호제어 시스템 도입유형 선정

전술한 바와 같이 긴급차량 우선신호제어 시스템에는 현장제어식과 중앙관제식의 두 가지 방식이 존재하며 국외의 경우 시대의 흐름에 따라 그 유형 및 적용방식이 발전을 거듭하고 있다. 최근 중앙관제식의 경우 GPS, 적외선통신 등을 활용하여 실시간으로 긴급차량 위치를 파악하는 방법을 도입하고 있고 현장제어식의 경우 적응신호제어, 차량 네트워크 등을 활용하여 차량 혼잡지역에서의 효율성 향상을 위한 방법을 도입하는 등 두 방식의 단점을 상호 보완하는 방식으로 발전하고 있다. 국내 도입 시에도 가장 적합한 유형을 선정하거나 두 유형의 장단점을 보완한 융합 방안에 대한 고려가 필요하다.

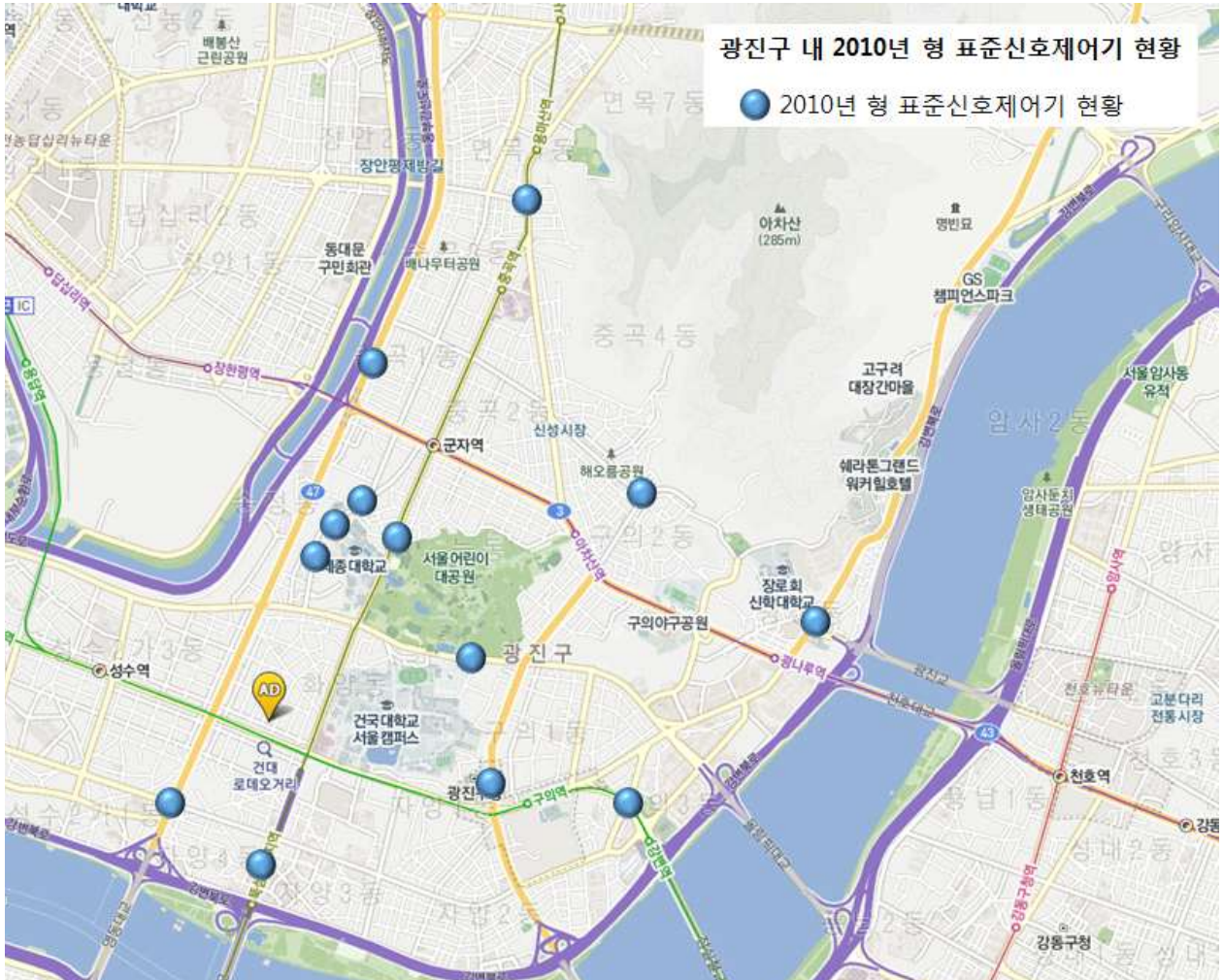
#### 가. 서울시 내 신호현황 고려

이러한 시스템 도입유형 선정은 긴급차량 우선신호제어 시스템을 도입하고자 하는 서울시의 현황에 맞추어 진행되어야 한다. 긴급차량 우선신호제어를 수행하기 위해서는 2010년 형 표준신호제어기 설치가 필수적이다. 만약 2010년 형 표준신호제어기의 설치비율이 낮다면 비용절감을 위해 다른 유형의 시스템을 선정하는 것이 유리할 수도 있다. 또는 어느 지역에 2010년 형 표준신호제어기의 설치가 집중되어 있다면 그 지역을 포함한 출동상황에서는 부분적으로 현장제어식 시스템을 운영할 수도 있다. 이러한 시스템 도입유형을 판단하기 위해 2010년 형 표준신호제어기의 설치 현황 및 위치를 살펴보았다.

〈그림Ⅲ-2〉에서 언급하였듯이 서울시 교통신호제어기는 2004년형과 2010년형으로 나누어져 설치되어 있으며, 우선신호제어가 가능한 2010년형 제어기의 경우 전체 3,807개의 제어기 중 약 13.4% 수준인 512개에 불과하다, 또한 2010년 제어기의 구별 분포를 살펴보면 지역별로 산발적으로 분포하고 있다. 119안전센터를 출발한 긴급차량이 연속적으로 우선신호제어를 제공받기 위해서는 2010년 형 표준신호제어기가 연속적으로 설치되어야 한다.

〈그림V-1〉는 광진구 내 2010년 형 표준신호제어기 위치를 보여주고 있다. 광진구 내에서는 총 13개의 2010년 형 표준신호제어기가 설치되어 있으며 전체 신호제어기 중 12%의 비율을 차지하고 있다. 그림에서 확인할 수 있듯이 2010년 형 표준신호제어기가 산발적으로 설치되어 있으므로 연속적으로 긴급차량 우선신호제어를 수행할 수 있는 구간을 찾기가 쉽지 않다. 세종대학교 주변 군자로에 2010년 형 표준신호제어

기 3대가 연속적으로 설치되어 있으나, 도로위계와 가장 가까운 능동 119안전센터의 위치를 고려할 때 그 활용도가 높지 않다. 이러한 특성은 서울시 내 다른 구에도 나타나고 있으며 이러한 제약으로 인해 단기적으로 하나의 시스템 유형을 선정하여 사업을 진행하기에 어려움이 있다.



〈그림 V-1〉 광진구 내 2010년 형 표준신호제어기 위치

또한 긴급차량 우선신호제어를 수행하기 위해서는 서울시 교통신호센터의 실시간 교차로신호제어 운영능력이 중요하다. 현재 서울시 내 대부분의 교차로에서는 고정식 신호를 활용하고 있으며 주요도로는 신호 연동이 이루어져 있으므로 교통상황에 따른 실시간 신호제어에 대한 필요성이 크지 않다. 따라서 현실적으로 서울시 교통신호센터의 실시간 교차로 신호제어 경험이 부족하며 향후 중앙관제식 긴급차량 우선신호제어를 도입할 경우 이에 대한 고려가 필요하다.

서울시 내 신호제어기 설치현황과 실시간 신호제어 운영능력 등을 고려할 때 현장제어식과 중앙관제식을 융합한 단계적 도입방안이 필요할 것으로 판단된다.

## 나. UTIS를 활용한 전략 고려

현재 경찰청과 자치단체가 합동으로 추진 중인 UTIS(Urban Traffic Information System)를 활용한 연구가 활발하게 이루어지고 있으며 긴급차량 우선신호제어 시스템 관련 연구에도 UTIS를 활용한 사례가 다수 있다. 본 시스템은 교통정보를 수집하고 여러 매체로 제공할 수 있는 시설을 구축하여 이를 활용한 첨단 교통정보 및 운영을 구현하고자 한다. 현재까지의 구축현황은 2014년 10월 기준으로 26개의 도시에 시스템 구축이 완료되었으며, 13개의 도시에서 진행 중이다.

다음의 <표 V-1>는 UTIS를 활용한 긴급차량 우선신호제어 관련 국내 연구로 UTIS를 활용한 긴급차량 우선신호제어 알고리즘을 제안하고 시뮬레이션 분석을 통해 그 효과를 분석하였다.

저자(연도)	주요 내용
홍경식 외(2012)	<ul style="list-style-type: none"> <li>· UTIS를 활용한 긴급차량 우선신호제어 시스템 개발</li> <li>· CORSIM을 통해 시스템의 현장적용 가능성 평가</li> </ul>
박순용 외(2012)	<ul style="list-style-type: none"> <li>· UTIS를 활용한 pre-emption신호제어 전략 및 알고리즘 제시</li> <li>· 대전시 일부지역을 대상으로 효과 평가</li> </ul>
이정일, 석종수(2013)	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 도로교통 환경에 적합한 소방차 출동 지원시스템 검토</li> <li>· UTIS기반의 우선신호제어절차 제시</li> </ul>

<표 V-1> UTIS를 활용한 긴급차량 우선신호제어 관련 국내 주요연구

UTIS를 활용하여 우선신호제어를 수행할 경우 시스템 구축시간 및 예산을 절감할 수 있다는 장점이 있다. 서울시는 이미 UTIS사업이 완료되어 인프라가 구축되어 있는 상황이며 이를 활용할 수 있다면 긴급차량의 위치, 주변 교통상황 실시간 정보를 활용한 긴급차량 우선신호제어 도입이 가능하다. 또한 UTIS는 경찰청에서 주도적으로 추진하는 사업으로 이를 활용한 사업은 향후 신호제어 및 법·제도적 협의 시에도 장점이 될 수 있다.

그러나 UTIS 통신망을 활용한 긴급차량 우선신호에 대한 운영사례가 없었으므로 이에 대한 면밀한 검토와 시범운영 사업 등이 필요하다. 또한 서울시, 소방재난본부, 경찰청의 원활한 거버넌스 조직과 우선신호제어 시스템 운영 권한 및 책임에 대한 명확한 협의가 필요할 것으로 판단된다.

## 2. 단계별(장단기적) 도입전략 수립

시스템 도입유형 선정에서 언급하였듯이 서울시에 긴급차량 우선신호제어 시스템을 도입하기 위해서는 현장제어식과 중앙관제식을 모두 고려한 단계적 도입방안이 필요하다. 서울시와 같이 교통량이 많은 대도시의 경우 최적 출동경로를 탐색하고 주어진 경로로 긴급차량 우선신호제어를 수행하는 중앙관제식 시스템 도입이 가장 바람직할 수 있으며, 반면에 현장제어식은 네트워크 혼잡을 가중시킬 수 있다.

그러나 현실적으로 중앙관제식을 단기간에 도입하기에는 무리가 있다. 서울시 교통운영센터를 이용할 경우나 경찰청의 UTIS를 활용할 경우 모두 기술적 및 법·제도적 개선사항들이 있기 때문이다. 중앙관제식을 위한 시스템 설계와 소프트웨어/DB 구축작업에 상당한 시간이 소요될 것이며, 경찰과의 법·제도적 신호제어 권한에 대한 협의도 쉽지 않을 것이다. 무엇보다도 아직까지 국내에 도입 및 운영된 사례가 없는 새로운 시스템으로 이에 대한 현장 테스트가 거의 전무한 실정이다. 따라서 본 연구에서는 다음과 같이 도입방향을 설정하고 시범운영 계획안을 제시하였다.

### 가. 도입방향 설정

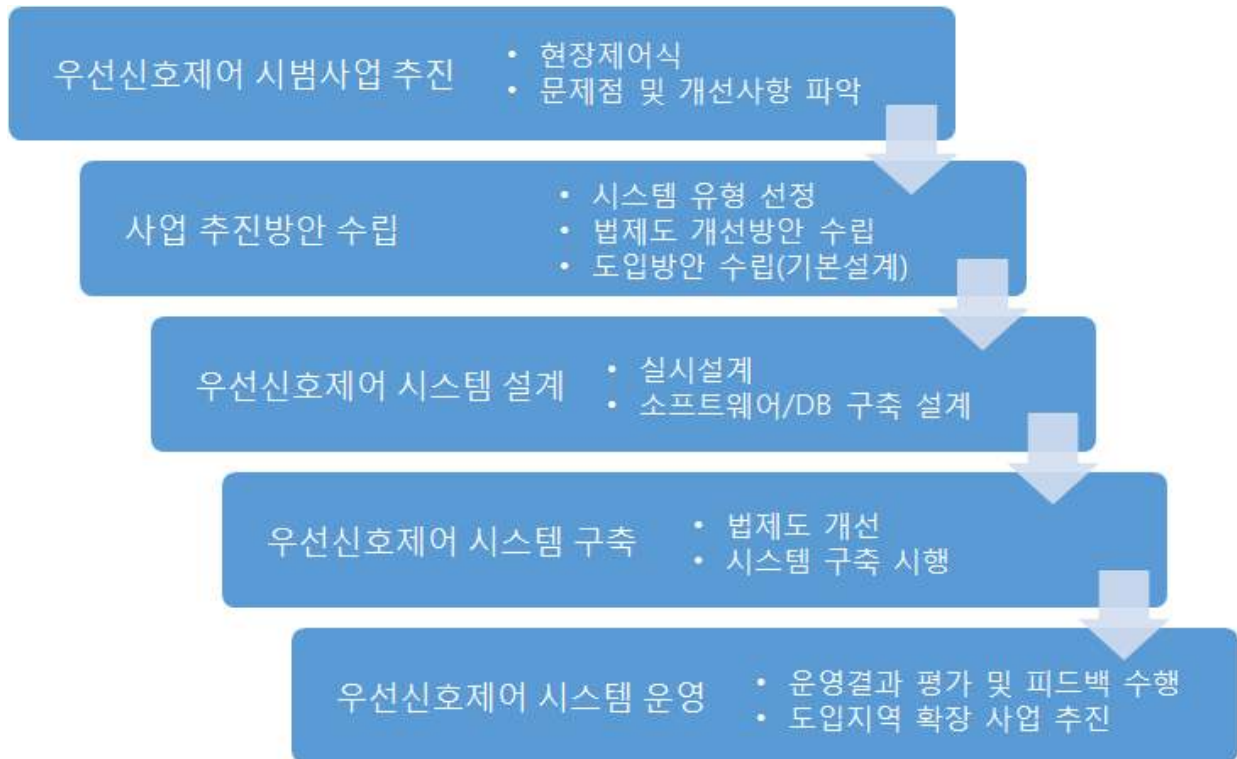
서울시에 긴급차량 우선신호제어 시스템을 도입하기 위해서는 단계적 검토와 전략수립이 필요하다. 국내에 적용된 사례가 없는 본 시스템에 대한 현장테스트와 그에 따른 문제점을 도출하고 이를 반영한 설계 및 구축이 진행되어야 한다. 따라서 <그림 V-2>와 같이 단계적 도입방향을 설정하였다.

먼저 긴급차량 우선신호제어 시스템을 도입을 위한 시범사업이 선행되어야 한다. 국외에서 운영된 사례와 국내 선행연구에 대한 검토가 이루어지고 있지만, 새로운 시스템을 도입하는데 있어서 이론적 검토로 발견하기 힘든 제반사항이나 문제점이 발생할 수 있다. 따라서 긴급차량 우선신호제어 시스템의 도입 전에 현장테스트를 위한 시범사업이 추진되어야 한다.

시범사업을 통해 문제점 및 개선사항을 파악한 후 사업 추진방안을 수립하는 단계가 필요하다. 본 단계는 기본설계에 준하는 구체적인 도입방안 수립이 이루어져야 하며 시스템 유형을 선정하고 법·제도적으로 개선이 필요한 부분도 구체적인 방안이 수립되어야 한다. 여기서 수립된 추진방안을 기반으로 시스템 설계 및 구축이 진행될 것이며 법·제도적인 개선도 진행되어야 할 것이다.

이후 긴급차량 우선신호제어 시스템의 설계 단계에서는 소프트웨어 및 DB구축을 위한 설계가 포함되어야 한다. 이를 통해 시스템 구축이 진행되고, 시스템이 운영될 수 있도록 법·제도적 개선도 완료되어야 할 것이다.

긴급차량 우선신호제어 시스템이 구축된 후에도 운영결과에 대한 평가 및 피드백이 계속적으로 수행되어 개선사항들은 신속히 조치되어야 한다. 또한 단계적 도입지역 확장 사업을 통해 서울시 전역의 긴급차량 골든타임 확보에 기여해야 할 것이다.



〈그림 V-2〉 긴급차량 우선신호제어 단계적 도입방향 설정

이러한 단계적 도입방향과 더불어 가장 중요한 사항은 기관별 협의체를 구성하여 각 단계를 진행하는 것이다. 서울시에 긴급차량 우선신호제어 시스템을 도입하는 것은 여러 기관의 협의 및 지원이 필요한 사업이다. 교차로 신호시설물을 관리하는 서울시와 긴급차량 운영을 관리하는 서울소방재난본부, 신호운영 권한을 가진 서울지방경찰청 모두의 노력이 필요하다. 따라서 서울시를 중심으로 한 협의체를 구성하고 도입을 위한 협의와 추진방향 수립이 필요할 것이다.

#### 나. 소방관서 앞 소방출동 신호제어시스템 구축 사업과의 연계

향후 경찰과의 협의체를 구성하고 사업을 추진하기 위해서는 사업추진 필요성에 대한 논리가 중요하다. 우선신호제어 따른 사고위험과 주변 교통상황 악화에 대한 우려로 사업 추진자체가 어려울 수 있기 때문이다.

이러한 사업 추진방안 중 현재 서울시에 시행 중인 소방관서 앞 소방출동 신호제어

시스템 구축 사업의 확장된 사업으로 접근하는 것도 하나의 방법이 될 수 있다. 소방관서 앞 소방출동 신호제어시스템은 소방 출동차량의 신속한 차고 출발을 위해 수행되는 시스템이다. 그러나 차고 앞 교차로를 통과하고 다음의 교차로에서 적색 신호가 주어질 경우, 긴급차량은 교통법규를 위반하여 주행하거나 상황이 여의치 않을 경우 정지할 수밖에 없다. 이 때 가까운 교차로부터 하나씩 가능한 범위에서 우선신호제어를 시행하고 그 안전성과 효율성을 확인할 수 있다. 그 후 점진적으로 우선신호제어 시스템을 확대해가는 방식으로 사업을 추진할 수도 있을 것이다.

이러한 사업 추진방식은 별도의 사업을 진행하여 경찰에게 부담을 주기보다 기존 사업의 확장으로 접근할 수 있으므로 효과적일 수 있다. 또한 소방관서 앞의 신호제어시스템만으로 긴급차량의 출동시간을 개선하는데 한계가 있다는 사실을 인지하고 있으므로 그 가능성은 더욱 높다.

소방관서 앞 소방출동 신호제어시스템 구축 사업 뿐 아니라 다양한 사업과의 연계를 통해 긴급차량 우선신호제어 시스템 도입 사업이 효과적으로 추진될 수 있는 방안 수립이 필요할 것이다.

#### 나. 시범운영 계획수립

긴급차량 우선신호제어 시스템을 도입을 위해 선행되어야 할 것은 시범운영 사업 추진이다. 시범운영 사업 계획(안)은 다음의 <표 V-2>와 같다. 본 계획(안)은 향후 시범운영 사업 추진 시 참고할 수 있으며 주요내용은 여건에 따라 변경될 수 있다.

시범운영 사업의 목적은 기본적으로 긴급차량 출동의 골든타임 달성비율 개선에 있으며, 현장테스트를 통해 긴급차량 우선신호제어 시스템 도입의 제한사항 및 문제점을 도출하는 것이다. 또한 이를 바탕으로 향후 도입을 위한 개선방안 수립이 필요하다.

시범운영의 시스템 유형은 현실적으로 현장제어식이 적합할 것으로 판단된다. 중앙관제식의 경우 시스템 구축비용 및 시간이 많이 소요되어 단기간의 시범운영으로 어려움이 있기 때문이다. 또한 정해진 사업범위 내 현장제어식을 통해 제한사항 및 문제점을 도출하고 개선방안을 수립한 후 전체적인 시스템을 설계하는 것이 바람직할 것이다. 반면 향후 서울시 전체 시스템을 설계할 경우에는 중앙관제식을 기본으로 하며 현장제어식을 일부 제한된 지역에 활용하는 방안이 적합할 수 있다.

시범운영 사업의 기간 및 추진일정은 시스템 설계와 공사, 운영 및 평가 기간을 모두 포함하며 여건에 따라 조정될 수 있다. 사업범위는 119안전센터 출동 경로상의 10개 내외의 교차로로 한정하였다. 서울시 내 교차로 간 평균거리를 300~500m로 가정할 때, 안전센터를 중심으로 주요 출동경로 양방향으로 1.5~2.5km를 지원할 수 있는 범위이다. 시범운영을 위한 지역은 서울소방재난본부와 서울지방경찰청과의 협의를 통해 최종 선정해야 할 것이다.



사업비는 설계비용, 공사비용, 운영 및 평가비용을 포함하고 있으며, 약 520백만 원으로 산정되었다. 사업비 내역으로 실시설계 비용 150백만 원, 10개소의 신호제어기 교체비용 90백만 원, 긴급차량 우선신호제어 현장제어식 구현을 위한 장비의 10개소 설치비용 130백만 원, 시스템 설치 후 운영 및 평가 용역을 위한 150백만 원이 산정되었다. 이때 신호제어기 교체비용은 10개의 교차로가 모두 2010년 형 표준신호제어기로 교체되는 상황을 가정하였으며, 기존에 설치된 2010년 형 표준신호제어기가 있을 경우 사업비는 더욱 낮아질 수 있다.

시범운영 사업 계획(안)	
사업명	긴급차량 우선신호제어 시스템 시범운영 사업
사업목적	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 긴급차량 출동의 골든타임 달성비율 개선</li> <li>• 현장테스트를 통한 제한사항 및 문제점 도출</li> <li>• 향후 도입을 위한 개선방안 수립</li> </ul>
시스템 유형	현장제어식
사업기간	2016. 3 ~ 2016. 12월 (10개월)
사업범위	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 119안전센터 출동 경로상의 10개 교차로</li> <li>• 최종선정은 서울소방재난본부와 서울지방경찰청과 최종 협의하여 결정</li> </ul>
사업비	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 총 사업비: 520백만 원</li> <li>〈사업비 내역〉</li> <li>• 실시설계: 150백만 원</li> <li>• 신호제어기 교체: 9백만 원 × 10개소 = 90백만 원 (교차로 10개 교차로 모두 2010년 형 표준신호제어기 교체로 가정)</li> <li>• 현장제어식 장비 설치: 13백만 원 × 10개소 = 130백만 원</li> <li>• 운영 및 평가 용역: 150백만 원</li> </ul>
추진일정	<p>~2016. 03 : 시범운영 지역 최종선정 및 예산 배정</p> <p>2016. 03~04 : 실시설계 실시</p> <p>2016. 05~06 : 공사 실시 및 준공</p> <p>2016. 07~12 : 긴급차량 우선신호제어 운영 및 평가</p>

〈표 V-2〉 시범운영 사업 계획(안)

### 3. 법·제도적 개선방안

긴급차량 우선신호제어 시스템을 도입하기 위해 시스템 선정 및 설계, 구축도 중요하지만 법·제도적 개선이 없다면 시스템을 운영할 수 없다. 따라서 시스템 구축 이전에 법·제도적 개선방안이 현실적이고 구체적으로 수립되어 실행되어야 한다.

앞서 긴급차량 우선신호제도 관련 법·제도적 현황을 검토하였듯이, 우선신호제어가 가능한 표준신호제어기와 현시조정에 대한 법적 규정은 명확히 마련되어 있다. 현재 부족한 부분은 소방관의 신호 지시 및 조작 권한에 대한 부분이며 이에 대한 개선이 이루어져야 현장제어식의 원활한 운영이 가능해진다.

다음은 서울소방재난본부에서 추진 중인 소방관서 앞 소방출동 신호제어시스템 구축 사업 관련 법·제도 개선안 예시이다. 이와 유사한 방향으로 개선방안을 수립할 수 있을 것으로 판단된다.

내용	현행	개정안
소방관 정의 신설	도로교통법 제2조 (정의)	도로교통법 제2조 (정의) (신설) 34. "소방관"이란 화재 및 재난, 재해를 예방하고 대응하며 위급한 상황으로부터 구조 구급활동을 통해 국민의 재산과 신체를 보호하는 것을 주임무로 하는 공무원을 말한다.
소방관의 신호 지시 권한 부여	도로교통법 제5조 (신호 또는 지시에 따른 의무) (중략) 1. 교통정리를 하는 국가경찰공무원(전투경찰순경 포함) 및 제주특별자치도의 자치경찰공무원	도로교통법 제5조 (신호 또는 지시에 따른 의무) (중략) (수정) 1. 교통정리를 하는 국가경찰공무원(전투경찰순경 포함), <u>긴급구조업무를 하는 소방관 및 제주특별자치도의 자치경찰공무원</u>
소방관의 신호 조작 권한 부여	도로교통법 제68조 (도로에서의 금지행위 등) 1.누구든지 함부로 신호기를 조작하거나	도로교통법 제68조 (도로에서의 금지행위 등) (수정) 1.누구든지 함부로 신호기를 조작하거나( <u>긴급구조업무를 하는 소방관 제외</u> )

〈표 V-3〉 소방관서 앞 소방출동 신호제어시스템 관련 법제도 개정안

#### 4. 긴급차량 출동시간 개선을 위한 시민의식 개선

서울시 내 대부분의 소방대원들은 긴급차량 우선신호제어 시스템이 도입될 경우, 긴급차량 출동여건 개선 및 골든타임 확보비율이 높아질 것으로 확신했다. 또한 본 시스템이 도입되고 제대로 시행되기 까지 많은 노력과 시간이 필요하다는 사실도 인지하고 있었다. 현장에서 직접 출동하는 소방대원들에게 현실적으로 가장 필요한 부분은 긴급차량 출동시간 개선을 위한 시민의식 개선이었다.

현재 추진 중인 소방관서 앞 소방출동 신호제어시스템이 구축된 안전센터의 불만은 신호제어시스템을 구동하였음에도 불구하고 신호 준수율이 상당히 낮다는 점이다. 갑작스런 신호변경에 대한 운전자 반응의 어려움이 존재하겠지만, 이를 감안하더라도 의식적으로 소방출동 시 바뀌는 신호에 대해서는 준수해야 할 의무를 느끼지 않는 것으로 보인다. 이러한 점에서 현장 소방대원들은 시민의식에 대한 개선을 강조하고 있다.

긴급차량 출동시간은 소방차 길 터주기, 좁은 골목길 및 소방안전 사각지대 내 불법주차 근절만으로 개선할 수 있다. <그림 V-3>과 같이 소방차 길 터주기 캠페인을 홍보하고 소방차 양보의무 위반차량에 대한 법적규제까지 마련하였지만 그 효과에 대한 결과는 의문을 남기고 있다.



참조: 국민일보, 소방차 길 터주기 캠페인, 2014.11.18. (<http://photo.kmib.co.kr/index.asp?number=2098>, 2015년 10월 5일 접속)

<그림 V-3> 긴급차량 길 터주기 현황



참조: Google 이미지, '불 키우는 불법주차' 소방차 다니기 힘든 협소한 도로, 2015 01 13. (2015년 10월 5일 접속)

#### 〈그림 V-4〉 좁은 골목길 내 불법주차 현황

향후 긴급차량 우선신호제어 시스템을 도입하더라도 긴급차량 출동시간 개선을 위한 시민의식은 상당히 중요한 문제이다. 시민들의 사전 동의와 협조 없이 시스템을 운영할 수 없기 때문이다. 긴급차량 진행방향으로 우선신호제어를 제공할 경우, 다른 방향에서 접근하는 일반차량의 지체가 길어질 수밖에 없으며, 이러한 지체에 대해 동의하고 기꺼이 감수할 수 있어야 안전한 신호운영이 가능하다. 만약 현재 발생되고 있는 소방관서 앞 소방출동 신호제어시스템과 같이 신호 준수율이 낮을 경우 대형 사고를 야기할 수 있다.

어떠한 시스템도 이용자의 참여의식 없이는 제대로 작동할 수 없다. 따라서 서울시에서는 시민들의 긴급차량 출동시간 개선을 위한 시민의식 개선을 위한 노력이 필요하다. 긴급차량 출동의 중요성 강조를 통해 시민의식을 개선하고 긴급차량 우선신호제어 시스템 도입의 필요성도 홍보해야 할 것이다. 짧은 시간에 큰 성과를 얻기 힘들겠지만 장기적인 관점으로 체계적인 홍보 및 교육 대책 수립이 필요할 것이다.

## VI. 결론

---



## VI. 결론

범국가적으로 안전에 대한 관심이 높아지고 있으며, 재난상황 발생 시 구조인력의 발 빠른 대응은 재난에 따른 인명과 재산 보호에 직결되는 사안이다. 그러나 기존의 신호체계에서는 효율적인 골든타임 확보가 어려운 상황이며, 긴급차량 길 터주기 캠페인, 긴급차량 진로를 방해하는 차량에 과태로 부과 등의 도로교통법 개정안 등을 추진 중이지만 이러한 제도적 방안으로 한계가 있다.

본 연구의 목적은 재난상황 해소를 위한 긴급차량 우선신호제어 시스템 도입방안을 수립하는 것이다. 이를 위해 긴급차량 우선신호제어 시스템의 개념을 설계하고, 서울시 긴급차량 출동현황자료를 활용하여 출동현황 분석을 수행한다. 이를 바탕으로 효과 분석 지역을 선정하고 시뮬레이션 분석을 수행하며, 향후 장단기적 도입전략을 수립하여 긴급차량 우선신호제어 시스템 도입방안을 마련하고자 한다.

본 연구의 내용적 범위에 있어 연구의 대상을 화재진압을 위한 소방차량(지휘차, 펌프차, 구급차, 물탱크차 등)에 한정한다. 명확한 연구를 위해 정확한 자료구득이 어려운 일반 구급출동을 제외한 화재진압에 초점을 맞추어 연구를 진행하였다. 시간적 범위에 있어 교통신호체계 현황분석은 2015년을 기준으로 이루어졌으며, 교통량 현황은 최근 자료인 2014년 자료를 활용하였다. 또한 긴급차량 출동이력자료는 2010년부터 2014년까지 5개년이며, 시뮬레이션 효과분석은 2015년을 기준으로 이루어졌다.

긴급차량 우선신호제어 시스템은 소방차와 구급차, 순찰차 등 구난과 안전 및 치안을 위한 긴급차량의 통과를 자동으로 감지, 교통신호를 제어하여 긴급차량 무정차통과를 지원하는 시스템으로 정의할 수 있다. 긴급차량 우선신호제어 시스템은 교통관제시스템(신호제어센터)의 활용 여부에 따라 현장제어식과 중앙관제식으로 구분될 수 있다. 현장제어식과 중앙관제식은 교차로 교통량, 교통관제센터의 존재 여부 등 현장 여건에 따라 그 활용도가 달라지므로 각 방식의 장단점을 면밀히 고려하여 현장에 적용할 필요가 있으며 이를 고려한 개념 설계가 필요하다.

긴급차량의 도로통행에 관련된 법적현황은 도로교통법 제16조 통행의 우선순위, 제29조 긴급자동차의 우선 통행, 제30조 긴급자동차에 대한 특례에서 찾아볼 수 있다. 긴급차량은 도로통행에 있어 가장 높은 우선순위를 가지고, 부득이한 경우 도로의 중앙이나 좌측부분의 통행을 허용하며 신호 등에 의해 정지하지 않을 수 있다. 그러나 긴급차량의 우선신호제어에 관한 명확한 법적내용은 없다. 다행스럽게도 경찰청에서 긴급차량 우선신호 시스템을 지원하는 기능을 표준화하여 '경찰청 교통신호제어기 표준규격서' 개정규격에 반영하여 배포 및 시행하였고, 도로교통법(도로교통법 시행규칙 제7조 제2항)에서는 신호기의 현시순서 변경을 허용 있어 긴급차량 우선신호제어 시스템을 기술적 측면의 법·제도적 현황은 갖춰져 있다.

긴급차량 우선신호제어 시스템 도입을 위한 서울시 교통신호체계 및 긴급차량 출동 현황분석을 수행하였다. 교통신호체계를 분석한 결과, 2010년 형 제어기가 전체 3,807개의 제어기 중 약 13.4% 수준인 512개에 불과했으며 그 분포도 산발적으로 분산되어 있었다. 또한 안전기대 개선영역에 포함되는 출동건수를 소방서별로 나누어 그 수치를 분석해 보았다. 서울시 전체는 총 725건/5년 이었으며, 소방서별로는 강서소방서가 104건, 광진소방서가 91건, 강남소방서 82건 순으로 나타나 해당 지역에 시스템을 도입하는 것이 효율적인 것으로 분석되었다.

긴급차량 우선신호제어 시스템 효과분석을 위해 본 연구에서는 시뮬레이션 분석을 수행하였다. 다양한 시나리오를 설정하고 이에 대한 효과를 정량적으로 분석함으로써 긴급차량 우선신호제어의 도입효과를 제시하였다. 시뮬레이션 효과분석 대상지역은 소방서 출동이력자료를 바탕으로 선정하였다. 그 결과 광진소방서 내 구의 119안전센터를 시뮬레이션 분석 대상지역으로 선정하였다.

본 분석의 목적은 도입단계 이전의 효과분석이므로 가장 기본적인 시스템 유형과 알고리즘을 선정하였다. 시스템 유형은 현장제어식으로 소방차가 교차로 주변 일정 구간으로 진입할 경우 소방차의 유무를 확인하고 우선신호를 제공해주는 방식이다. 또한 우선신호제어 알고리즘은 소방차가 진입한 후 조건 없이 우선신호를 제공하는 방식이며 우선신호 종료 후 보상(Recovery) 알고리즘과 보행신호에 대한 내용은 고려하지 않았다.

효과분석 결과는 긴급차량의 출동시간 개선과 일반차량의 지체시간 수준으로 제시되었다. 본 분석결과를 통해 교통수준이 원활할 경우 긴급차량 우선신호제어 시스템 도입의 긴급차량 출동시간 개선효과는 상당한 것으로 판단할 수 있다. 혼잡한 도로수준에서는 그 효과가 줄어드는 것으로 분석되었다. 일반차량의 지체시간 분석결과,  $v/c=0.6$ 인 경우 보다  $v/c=0.8$ 인 경우 일반차량의 지체가 가중됨을 확인할 수 있었다. 부도로의 지체시간이 가장 높은 비율로 증가하는 결과를 보였으며, 특히  $v/c=0.8$ 인 경우 우선신호 도입 후 부도로의 지체시간이 약 71초 정도 증가하였다. 향후 이 값이 일반차량 운전자들이 허용할 수 있는 지체시간 범위인지 검토할 필요할 것으로 판단된다.

긴급차량 우선신호제어 시스템 도입전략을 위해 긴급차량 우선신호시스템 도입유형 선정, 단계적 도입전략 수립(시범운영 사업추진), 법·제도적 개선사항 도출, 긴급차량 출동시간 개선을 위한 시민의식 개선에 대한 의견 및 전략을 제시하였다.

긴급차량 우선신호시스템 도입유형을 선정하기 위해서는 긴급차량 우선신호제어가 가능한 2010년형 표준신호제어기의 설치현황이 중요하다. 서울시의 경우 2010년형 표준신호제어기가 산발적으로 분포되어 있으며, 교통신호센터의 실시간 교차로 신호제



어 경험이 부족하기 때문에 단기적으로 하나의 시스템 유형을 선정하기는 어렵다. 또한 서울시와 같이 교통량이 많고 혼잡은 지역에서는 장기적으로 중앙관제식이 유리할 수 있다. 따라서 예산과 시간 제약을 고려하여 현장제어식과 중앙관제식을 융합한 전략을 수립하는 것이 필요하다. 또한 이미 서울시에 설치된 인프라인 UTIS를 활용하여 예산 및 시간을 절감할 수 있으나 이 또한 경찰과의 협의와 시스템 개선이 필요하다.

다음으로 단계적(장단기적) 도입전략을 수립해야 한다. 서울시에 긴급차량 우선신호 제어 시스템을 도입하기 위해서는 단계적 검토와 전략수립이 필요하다. 국내에 적용된 사례가 없는 본 시스템에 대한 현장테스트와 그에 따른 문제점을 도출하고 이를 반영한 설계 및 구축이 진행되어야 한다. 이러한 단계적 도입방향과 더불어 가장 중요한 사항은 기관별 협의체를 구성하여 각 단계를 진행하는 것이다. 서울시에 긴급차량 우선신호제어 시스템을 도입하는 것은 여러 기관의 협의 및 지원이 필요한 사업이다. 교차로 신호시설물을 관리하는 서울시와 긴급차량 운영을 관리하는 서울소방재난본부, 신호운영 권한을 가진 서울지방경찰청 모두의 노력이 필요하다. 따라서 서울시를 중심으로 한 협의체를 구성하고 도입을 위한 협의와 추진방향 수립이 필요할 것이다.

또한 긴급차량 우선신호제어 시스템을 도입하기 위해 시스템 선정 및 설계, 구축도 중요하지만 법·제도적 개선이 없다면 시스템을 운영할 수 없다. 따라서 시스템 구축 이전에 법·제도적 개선방안이 현실적이고 구체적으로 수립되어 실행되어야 한다.

마지막으로 향후 긴급차량 우선신호제어 시스템을 도입하더라도 긴급차량 출동시간 개선을 위한 시민의식은 상당히 중요한 문제이다. 시민들의 사전 동의와 협조 없이 시스템을 운영할 수 없기 때문이다. 긴급차량 진행방향으로 우선신호제어를 제공할 경우, 다른 방향에서 접근하는 일반차량의 지체가 길어질 수밖에 없으며, 이러한 지체에 대해 동의하고 기꺼이 감수할 수 있어야 안전한 신호운영이 가능하다. 따라서 서울시에서는 시민들의 긴급차량 출동시간 개선을 위한 시민의식 개선을 위한 노력이 필요하다.

## 〈 참고 문헌 〉

### ■ 단행본

- 고승영, 「소방차 긴급출동 지원 교통신호시스템 도입방안 연구」, 구립재난안전연구원, 2014
- FHWA, 「Traffic Signal Preemption for Emergency Vehicles」, 2006.
- 서울특별시, 「신호운영체계개선 매뉴얼」, 2013.

### ■ 연구논문

- 박순용, 김동녕, 김명수, 이정범, 「UTIS를 이용한 긴급차량 우선신호제어방안」, 한국ITS학회논문지, 제11권, 제5호, pp.27-37, 2012.
- 양륜호, 이상수, 오영태, 「국내 긴급차량 우선신호(preemption) 제어 적용성 평가에 관한 연구」, 대한교통학회지, 제26권, 제5호, pp.63-72, 2008.
- 이재형, 「대기행렬길이 제약조건을 고려한 Preemption 제어 전략에 관한 연구」, 석사학위논문, 아주대학교, 2008.
- 이정일, 석종수, 「긴급차량 출동 지원 시스템 구축방안」, 대한안전경영과학회지, 제15권, 제2호, pp.95-101, 2013.
- 중부소방서, 「소방력 출동단계별 대응체계 개선방안 — 긴급차량 우선신호제어시스템을 중심으로」, 2013년도 화재진압 작전전술 연구개발 발표대회, 2013.
- 최광주, 김대혁, 윤동원, 방상규, 「DSRC 시스템 기반의 긴급차량을 위한 교통 관리 시스템」, 2006년 9월 전자공학회 논문지, 제43권, TC편 제9호, 2006.
- 홍경식, 정준하, 안계형, 이영인, 「UTIS를 활용한 수요 기반의 능동형 버스우선신호 제어 알고리즘에 관한 연구」, 대한교통학회지, 제29권, 제6호, pp.107-116, 2011.
- 홍경식, 정준하, 안계형, 「UTIS 기반의 긴급차량 우선신호제어 시스템 개발」, 한국ITS학회논문지, 제11권, 제2호, pp.39-47, 2012.
- E. Kwon, S. Kim, 「DEVELOPMENT OF DYNAMIC ROUTE CLEARANCE STRATEGIES FOR EMERGENCY VEHICLE OPERATIONS, PHASE I」, Minnesota Department of Transportation, 2003

- J. F. Paniati, M. Amoni, 「Traffic signal preemption for emergency vehicles」, FHWA-JPO-05-010, 2006.
- J. Kotani, K. Yamazaki, 「Expanding fast emergency vehicle preemption system in Tokyo」, 18th ITS World Congress, Orlando, Florida, 2011.
- J. R. Bycraft, 「Green light pre-emption of traffic signals for emergency vehicles — Richmond, British Columbia's approach」, City of Richmond, Traffic Signal Control System, 2000.
- K. Gkritza, 「Analysis of the characteristics of emergency vehicle operations in the Washington D.C. region」, Master Thesis, Virginia Polytechnic Institute and State University, 2003.
- M. Papageorgiou, C. Diakaki, V. Dinopoulou, A. Kotsialos, Y. Wang, 「Review of road traffic control strategies」, Proceedings of the IEEE, vol.91, no.12, pp.2043-2067, 2003.
- R. Casturi, 「A macroscopic model for evaluating the impact of emergency vehicle signal preemption on traffic」, Master Thesis, Virginia Polytechnic Institute and State University, 2000.
- R. K. Kamalanathsharma, K. L. Hancock, 「Congestion-based emergency vehicle」, Mid-Atlantic Universities Transportation Center, 2010.
- Y. Wang, Z. Wu, X. Yang, L. Huang, 「Design and implementation of an emergency vehicle signal preemption system based on cooperative vehicle-infrastructure technology」, Advances in Mechanical Engineering, vol.2013, 2013.

## ■ 기 타

서울통계(<http://stat.seoul.go.kr/>)

서울특별시 도시교통본부, 2013년 서울시 차량통행속도, 2014

서울특별시 도시교통본부, 2015년 소방관서 긴급출동 신호시스템 구축 계획, 2015

서울특별시, 소방관서 긴급출동 신호시스템 구축, 2015

소방기본법[시행 2014.12.30.] [법률 제12936호, 2014.12.30. 일부개정]

도로교통법[시행 2015.8.11.] [법률 제13458호, 2015.8.11. 일부개정]

도로교통법 시행규칙[시행 2015.7.1.] [행정자치부령 제29호, 2015.6.30., 일부 개정]

국민일보, 소방차 길 터주기 캠페인, 2014.11.18. (<http://photo.kmib.co.kr/index.asp?number=2098>, 2015년 10월 5일 접속)

Google 이미지, '불 키우는 불법주차' 소방차 다니기 힘든 협소한 도로, 2015 01 13. (2015년 10월 5일 접속)

(판권지)

## 재난상황 해소를 위한 긴급차량 우선신호제어 시스템 도입방안 연구

---

발 행 일 : 2015년 11월

발 행 처 : 서울특별시의회 사무처

발 행 인 : 서울특별시의회 사무처장 한문철

주관부서 : 입법담당관(입법담당관 지영림, 장윤모 주무관 )  
교통위원회(수석전문위원 김동수, 조성준 조사관)

홈페이지 : <http://www.smc.seoul.kr>

연 락 처 : 서울특별시 중구 덕수궁길 15 서울시의회 의원회관  
전화) 02.3705 -1170, FAX) 02.3705-1486(입법담당관)  
전화) 02.3705 -1312, FAX) 02.3705-1401(교통위원회)

연구기관 : 서울대학교 산학협력단

책임연구 : 서울대학교 산학협력단 하동익 교수

연 락 처 : 서울특별시 관악구 관악로 1  
전화) 02.880-9154

---

발간등록번호 : 51-6110100-000059-01

- ※ 본 학술연구용역보고서의 저작권은 서울특별시의회에 있으며, 내용은 서울특별시의회의 공식적인 견해와 다를 수 있음을 알려드립니다.
- ※ 입법담당관실에는 중요조례안 관련 공청회 예산과 전문가활용 예산이 편성되어 있으며, 의원입법활동지원 연구용역 예산도 편성되어 있습니다. 서울시의회 의원들의 입법활동을 위해 적극 활용하시기 바랍니다.