

[Research Paper]

골든타임 확보를 위한 긴급차 우선신호시스템의 효과 분석: 청주시를 대상으로

정기신[†] · 김기태^{*}

세명대학교 소방방재학과 교수, *청주서부소방서 소방관

Effect Analysis on Emergency Vehicle Priority System for Securing Golden Time: Targeting on Cheongju City

Keesin Jeong[†] · Kitae Kim^{*}

Professor, Dept. of Fire & Disaster Prevention, Semyung Univ.,

*Fire Fighter, Cheongju West Fire Station.

(Received March 11, 2019; Revised March 28, 2019; Accepted March 29, 2019)

요 약

골든타임의 확보 방안으로 충북 청주시에서 시행하는 긴급차 우선신호체계 운영 결과를 분석하였다. 화재현장에 도착하기까지 도로상의 극심한 교통정체, 긴급차 앞으로 끼어드는 차량, 긴급차 길터주기에 비협조적인 차량 등 출동 중에 나타나는 장애요인들은 심각한 상태이다. 이와 같은 도로상의 장애문제를 해결하기 위하여 긴급차 우선신호 체계를 도입하는 것은 반드시 필요하다. 2017년 4월부터 2018년 6월까지(1년 2개월, 426일) 출동시간과 날짜, 긴급차의 이동거리와 시간, 교통신호 통제구간과 통과시간, 단축시간 등을 측정하였다. 293개의 출동회수 중 교통이 혼잡하고 출동이 잦은 5개의 구간에서 140개의 선택하였다. 교통신호시스템을 통제할 결과는 놀라웠다. 총괄적으로 신호를 통제하지 않을 때에는 1 km를 주행하는데 3 min 3 s가 걸렸지만 신호를 통제하여 긴급차를 우선통행하도록 하는 경우에는 1 km를 1 min 23 s에 주행하여 처음의 45.4% 밖에 걸리지 않았다. 즉 15 min 걸리던 주행시간을 6 min 49 s로 줄인 것이다. 이러한 결과를 볼 때 긴급차 우선신호시스템은 가능한 한 빨리 전국적으로 실시하여야 할 것이다.

ABSTRACT

By securing golden time, this study analyzed the effects of an emergency vehicle priority system in Cheongju, North Chungcheong province. Until the scene of a fire is reached, severe obstacles in the street, such as traffic congestion, cars coming forward, non-cooperative vehicles etc., are significant. To solve these problems of road obstacles, it is essential to adopt an emergency vehicle priority system. From April 2017 to June 2018 (1 year and 2 months, 426 days), the dispatch time and date, fire truck moving distance and required time, traffic signal control section and pass time, and shortening time, were measured. This study selected 140 cases consisting of five heavy traffic and frequent dispatch routes out of 293 cases. The effects of the emergency vehicle priority system were excellent. Overall, it took 3 min 3 s to pass 1 km on an uncontrolled traffic signal section. On the other hand, it took 1 min 23 s to pass 1 km on the same section that was controlled. The shortening time to pass 1 km was 1 min 40 s, showing a 45.4% reduction. This means that the 15 min driving time can be reduced to 6 min and 49 s. From this result, an emergency vehicle priority system should be implemented nationwide as soon as possible.

Keywords : Emergency vehicle priority system, Golden time, Traffic signal control

1. 서 론

1.1 연구의 배경 및 목적

1.1.1 연구의 배경

2017년 12월 21일에 발생한 충청북도 제천 시 하소동 소

재의 9층 규모 스포츠센터화재로 인해 총 29명이 사망하고, 37명이 부상을 입은 안타까운 사고가 발생하였다. 만일 화재신고가 보다 빨랐고 최성기 이전에 소방차가 현장에 도착하였더라면 인명피해는 줄어들었을 것이다. 현재 소방에서는 각종 재난현장에서 인명구조 및 재산피해 방지를 위한 재난유형별 골든타임 목표제를 시행하고 있으며 2020년까

[†] Corresponding Author, E-Mail: sobang1961@gmail.com. TEL: +82-43-649-1320, FAX: +82-43-649-1787

© 2019 Korean Institute of Fire Science & Engineering. All right reserved.

지 화재현장 5 min 이내 도착율을 99%까지 끌어올리는 것을 목표로 하고 있다⁽¹⁾. 신속하고 효과적인 초동대응은 화재 대응의 성패를 좌우하며, 빠르고 신속한 출동을 통해서 화재로 인한 피해는 줄이고, 심정지 등 응급환자의 소생율을 높일 수 있다. 긴급차가 현장에 도착하는데 가장 중요한 요소는 도로상의 문제이다. 극심한 교통정체, 비좁은 도로, 불법주정차 문제 등이다.

1.1.2 연구의 목적

소방조직은 재난상황의 초기대응에서 가장 중요한 역할을 하는 전문조직이다. 증가하는 사건·사고의 피해를 최소화하기 위해 출동여건을 개선하고, 출동시간을 효율적으로 단축시키기 위한 노력의 일환으로 긴급자동차에 대한 우선신호 부여의 필요성이 크게 대두된다. 미국 및 유럽에서는 긴급차량 우선신호의 현장적용을 통해 그 효과를 실증적으로 확인하고 있다. 하지만 대부분의 국내 연구는 기본적인 우선신호 알고리즘 및 모의실험의 틀에 벗어나지 못해 왔다. 본 연구는 현장 실험을 통한 실질적인 운영 데이터 수집 및 그에 따른 효과검증을 하고자 한다. 청주시를 기반으로 긴급차 우선신호제어를 실시하고 단축시간을 도출하여 우선신호제어 효과를 검증하는데 목적이 있다.

1.2 연구의 범위

최근 3년간(2016.01.30.~2019.01.29.) 충청북도에서 총 4,356건의 화재가 발생하였고 그 중 청주 시에서 1,274건의 화재가 발생하여 화재건수가 가장 많고 재산피해액도 가장 크다⁽²⁾. 이에 본 논문에서는 청주시의 교통신호제어시스템 조작에 의한 출동시간 단축에 대한 연구로 범위를 정하였다.

1.2.1 청주시 현황

2017년 12월말 기준 청주 시 인구는 846,949명, 세대수는 341,596세대로 세대당 인구수는 2.44명이며 인구밀도는 901명/km²이다. 청주 시 자동차 등록대수는 2017년 12월 말 381,390대로 차종별로 승용차 308,291대(80.8%), 승합차 115,638대(4.1%), 화물차 1,208대(3%)로 구분된다. 매년 평균 3.34%씩 꾸준하게 자동차 등록대수가 증가하고 있으며 도로 총연장은 2,032 km이다⁽³⁾.

1.2.2 연구내용

소방차 등 긴급차의 5 min 이내 현장 도착률이 낮은 주요 원인은 교통정체 및 불법주정차, 소방관서 부족으로 인한 원거리출동, 긴급차 길터주기에 대한 교육·홍보 부족 등이 있다. 화재현장 도착시간 단축방안 중 현장과의 물리적 거리로 인한 것은 소방관서 증설 외에는 다른 특별한 대안이 없으므로, 본 연구에서는 교통정체로 인한 출동지연 문제 해소를 위한 긴급차량 교통제어시스템에 대하여만 다루고자 한다. 본 연구는 충북 청주시를 대상으로 긴급차 우선신호제어 시스템을 2017년 4월부터 2018년 6월까지 1년 2개월(425일) 동

안 시범 운영한 결과를 토대로 재난현장 도착시간 단축을 분석하여 교통신호제어 시스템의 효과를 확인하고자 한다.

1.3 긴급차 우선신호체계 적용 사례

1.3.1 미국

미국의 텍사스 플레이노(Plano, Texas)는 1981년부터 1983년까지 긴급차량의 교통사고가 22차례 발생하였고 대부분이 신호교차로에서 발생하였다. 이에 당국은 높은 교통사고율을 낮추기 위해서 1984년 교통신호제어시스템을 개발하게 되었다. 텍사스의 현장제어식 시스템의 검지기들은 약 500 m를 검지하도록 세팅되어 있으며, 긴급 차량을 검지하고 신호 교차로에 접근할 때까지 20 s 이내에 작동하도록 되어 있다. 우선 신호는 긴급차량 접근 방향의 전방 신호를 녹색으로 등화하고, 다른 접근로는 모두 적색으로 등화하는 방식이다⁽⁴⁻⁶⁾.

1.3.2 일본

일본 삿포로 시는 2004년에 교통신호제어시스템을 도입하였다. 경찰본부 주도하에 소방본부가 지역종합병원과 연계하여서 도입하였다. 긴급 차량이 시스템이 구축된 노선을 주행할 때 경찰 교통관제센터에서 적색신호를 녹색신호로 바꾸고 녹색신호를 연장해준다. 구급차량이 긴급 주행할 때 통과 지점을 의료기관에게 전달하면 교통관제센터에서 교통신호를 제어하는 중앙관제식으로 긴급차량이 우선통행 하도록 한다⁽⁷⁾.

1.3.3 호주

호주의 브리즈번에서는 교통신호제어시스템을 활용하여서 Brisbane linked intersection sign system (BLISS)라는 시스템을 구축·운영하고 있다. 소방서나 긴급차량에서 긴급상황 통제 버튼을 누르면 미리 정해진 계획에 따라 각 교차로에 녹색 신호가 부여되는 방식이다⁽⁸⁾.

1.3.4 한국

2016년 5월 경기도 의왕 시에서 긴급차 우선신호제어시스템을 시범운영하였다. 이 시스템은 신호제어기를 연결한 구급차, 소방차 등 긴급차량이나 버스가 신호등이 있는 교차로 통신 영역인 100 m 내로 들어서면 차량 위치를 감지하여 신호를 제어하는 현장제어방식이다. 의왕 시 경수산업도로 5개 교차로에서 시범운영한 결과 긴급차량 통행시간이 평균 45.6% 감소한 효과가 검증되었다⁽⁹⁾.

1.4 긴급차 우선신호제어 체계 분류

1.4.1 중앙관제식

긴급차량이 출동지와 목적지를 교통관제센터에 전달하거나 교통관제센터가 긴급차량 출동에 대한 정보를 입수하

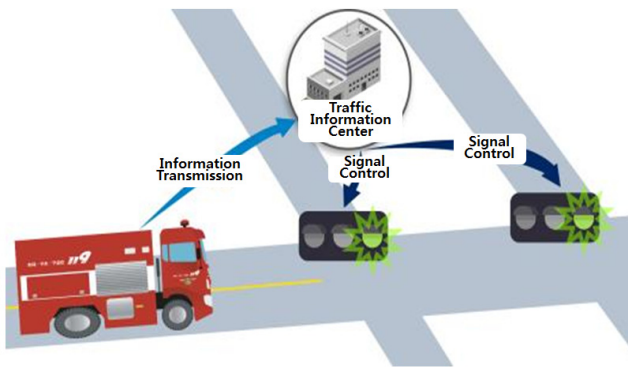


Figure 1. Traffic signal control by traffic information center.

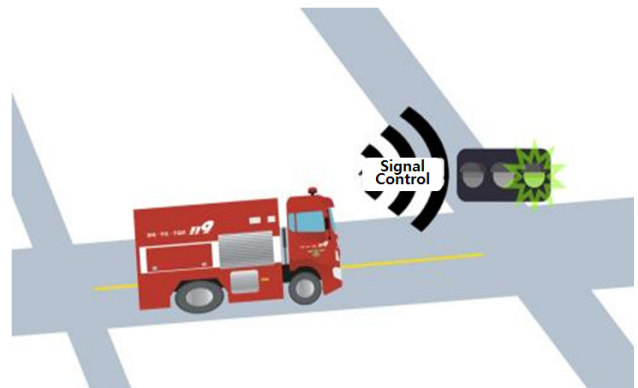


Figure 2. Traffic signal control by emergency vehicle.

면, Figure 1과 같이 교통관제센터에서 신호제어가 필요한 구간에 대하여 긴급차량 우선신호를 직접 수행하는 방식으로 현장접근 최적도로를 선정하여 출동경로를 그룹 지정하여 여러 개의 교통신호를 동시에 제어할 수 있다.

1.4.2 현장제어식

현장제어식 교통신호제어는 Figure 2와 같이 긴급차량 내 통신장치와 도로변 기지국장치가 신호를 주고받아 교통신호제어기로 전달하면, 교통신호제어기가 긴급차량 우선신호를 수행하는 방식으로 긴급차량의 진행방향에 따라 신호가 변경된다.

1.4.3 소방서 버튼 제어식

소방서 앞 버튼제어식 교통신호제어는 Figure 3과 같이 소방차가 차고지에서 긴급 출동상황에 처했을 때 119안전센터 내 버튼을 눌러서 지정된 신호등을 적색 신호로 변경하여 소방차 진입이 빠르게 이루어지도록 하는 신호제어시스템이다.

본 논문에서는 청주 시에 중앙관제식을 적용하여 실험하였다.

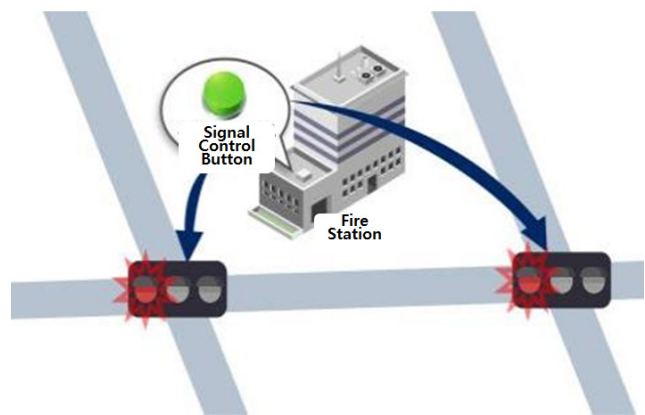


Figure 3. Traffic signal control at fire station.

지 신호제어구간만 거리를 측정하여서 기록하였다. 미통제 시간이란 우선신호제어를 미적용 했을 경우 교차로에서 교차로까지 소요되는 시간을 의미하며 통제시간이란 우선신호제어 시 소요시간이다.

2.2 5개 구간별 실험결과 및 분석⁽¹⁰⁾

2.2.1 사직대로

사직대로는 오송지구 및 세종시의 활성화, 가로수길 확장공사로 인한 정체와 지체가 반복되는 구간이다. 교차로 수는 18개소이며 편도 2차로~4차로로 구성되어있고 아파트단지, 청주공업단지, 복대가경시장, 충북대학교, 청주고등학교, 서원초등학교, 최병원, 마이크로병원 등 중요시설이 밀집해있는 청주 중심을 가로지르는 주요중심구간이다. 사직대로 119신고접수 출동 건 중에서 1.5 km이상 실험 결과만 수집하였다. 1년2개월 기간 동안 5개구간 140건 중에서 해당구간 출동건수는 17회였다. 화재·구급출동 시 신호를 미제어했을 때 거리당 소요시간은 평균 2 min 53 s이고 신호를 제어했을 때 1 min 18 s이다. 즉 사직대로는 1 km당 1 min 35 s가 단축되었다. 이는 처음속도의 45.1%로 54.9%가 단축된 것이다.

2. 긴급차 우선신호제어 실험 및 측정

2.1 현장실험 및 측정

2017년 4월부터 2018년 6월까지 1년2개월 동안 긴급차 우선신호제어를 적용한 화재·구급·구조출동 293건에 대해 날짜, 시간, 출동구간, 출동거리, 제어구간거리, 제어구간 소요시간, 단축시간을 조사하였다. 293건위 조사대상 중 교통량이 많고 긴급차가 자주 통행하는 5개 구간을 선정하여 5개 구간의 긴급차 우선신호제어 140건에 대해 효과를 분석하였다. 5개 선정구간 우선신호제어 결과는 Table 1과 같다. 출동구분은 화재, 구조, 구급으로 나뉘며 출동구간은 소방서 또는 119안전센터로부터 현장까지이다. 교통신호제어구간은 긴급차 실제출동구간 가운데 중간에 신호제어구간을 거쳐서 현장에 도착하게 되는데 교차로에서 교차로까

2.2.2 2순환로

청주의 외곽을 순환하는 구간선도로로서, 북측 시점부는 서청주IC, 롯데아울렛, 하이닉스 공장 등 대형 시설물이 있다. 서청주IC로 청주로 진입하는 차량으로 인해 도로가 혼잡하다. 서청주IC부터 모태안산부인과는 5.7 km의 구간으로 미통제소요시간이 15 min가량 소요된다. 하지만 신호제어를 통해서 10 min 단축하여 66.67%의 높은 단축률로 보였으며 1 km당 1 min 45 s가 단축되었다. 신호를 미제어 했을 때 전체 18건의 1 km당 소요시간은 2 min 58 s이며 신호를 제어했을 때 1 km당 소요시간은 1 min 20 s이다. 1 km당 1 min 38 s가 단축되었다. 이는 처음속도의 44.9%로 55.1%가 감소된 것이다.

2.2.3 모충로

청주 도심을 우회하는 도로로서 산남지구의 주거지역과 상업지역을 경유하는 이동과 접근 기능을 겸한 도로망이다. 모충로 구간은 총 23건의 신호제어 출동이 있었으며 이 구간은 충북대병원 응급의료센터까지 환자이송이 많아서 구급출동이 많다. 신호를 미제어 했을 때 거리당 소요시간은 1 km당 평균 3 min 47 s였으며 신호를 제어했을 때 거리당 소요시간은 1 km당 평균 1 min 37 s로 조사되었다. 1 km당 2 min 10 s가 단축되었다. 이는 처음속도의 42.7%로 57.3%가 감소된 것이다. 이는 5개 구간 중 가장 높은 단축값을 나타낸다.

2.2.4 단재로

단재로 구간은 도청 시내 중심가로부터 청주 남부지역

진출입노선과의 연결노선이며 도심의 확장에 따라 소통상태가 악화되고 있는 노선이다. 총 41건의 신호제어 출동이 있었으며 신호를 미제어 했을 때 1 km당 소요시간은 2 min 11 s이며 신호를 제어 했을 때 1 km당 소요시간은 1 min 4 s로 1 km당 소요시간이 1 min 7 s 단축되었다. 이는 처음속도의 48.9%로 51.1%가 단축된 것이다.

2.2.5 상당로

상당로는 남으로는 단재로, 청남로와 접하고 북으로는 충청대로와 연계되는 청주 도심부를 경유하는 구간선도로이다. 상당로 중심부는 사직대로와 접하고 있다. 가장 혼잡한 도로구간이다. 구간 내 주요시설은 충북도청, 청주시청이 있다. 신호를 미제어 한 경우 1 km당 소요시간이 3 min 27 s이고, 신호를 제어한 경우 1 km당 1 min 35 s이다. 1 km당 단축시간이 1 min 52 s이며 이는 처음속도의 45.9%로 54.1%가 단축된 것이다.

3. 결 론

본 연구는 골든타임 운영 및 확보를 위한 긴급차 우선신호제어시스템의 성과를 분석·검증하였다. 해당 구간의 거리당 소요시간이 얼마나 단축되었는지 효과분석을 수행하였고, 5개 구간 효과분석의 내용은 아래 Table 2와 같다. 140건의 우선신호제어 출동에서 신호를 제어 제어하지 않

Table 1. Execution Result Sheet of Emergency Vehicle Priority System

No.	Dispatch			Traffic Signal Control Section (Distance)	Uncontrolled Pass Time (min/km)	Controlled Pass Time (min/km)
	Date	Time	Kind			
1	17.4.06	14:30	fire	West Station~West Cheongju Crossroads (3.2 km)	2 min 30 s	1 min 33 s
2	17.4.11	16:44	fire	Bokdai Crossroads~Bongjeong Crossroads (2.8 km)	2 min 17 s	1 min 28 s
3	17.4.12	19:08	119	Sajick 119Center~Central Market (1.78 km)	2 min 30 s	1 min 33 s
Middle Omission						
138	18.6.22	10:47	119	Mipeong Passion Town~Choongbuk Univ. Hospital (3.8 km)	4 min 46 s	2 min 1 s
139	18.6.23	11:00	119	West Cheongju Bridge~Choongbuk Univ. Hospital (4.9 km)	1 min 18 s	39 s
140	18.6.26	8:41	fire	West Station~Sachang Crossroads (2.3 km)	1 min 58 s	49 s

Table 2. Average Passage Time by 5 Roads

Signal Control Section (Cases)	Uncontrolled Pass Time (min/km)	Control Pass Time (min/km)	Reduction Time (min/km)
Sajick Road (17)	2 min 53 s	1 min 18 s	1 min 37 s
2 Circulation Road (18)	2 min 58 s	1 min 20 s	1 min 38 s
Mochoong Road (23)	3 min 47 s	1 min 37 s	2 min 10 s
Danjai Road (41)	2 min 11 s	1 min 04 s	1 min 07 s
Sangdang Road (41)	3 min 27 s	1 min 35 s	1 min 52 s
Total Average (140)	3 min 3 s	1 min 23 s	1 min 40 s

은 경우 1 km당 평균소요시간은 3 min 3 s이고, 신호를 제어했을 경우는 1 km당 평균소요시간이 1 min 23 s이다. 총 평균 단축시간은 1 km당 1 min 40 s로 분석되었다. 이는 처음 속도의 45.4%이며 54.6%가 감소된 것으로 15 min 걸리던 주행을 6 min 49 s로 줄인 것이다.

화재 및 응급 상황 발생 시 긴급차량의 도착시간은 사고자의 생존율에 큰 영향을 미친다. 소방차 등 긴급차량은 골든타임 5 min 이내에 도착하는 것을 목표로 하고 있으나 5 min 이내 도착률은 60%에 불과하다. 이러한 긴급차량의 운행에 있어서 도시 내 교차로는 장애물로 작용한다. 통상 이야기하는 모세의 기적만을 기대하며 운전자의 양보운전으로 현장도착 시간을 줄이기에는 한계가 있고, 긴급차 우선 신호제어를 통한 신속한 현장도착 방안을 모색할 필요가 있다. 긴급차 우선신호제어시스템은 골든타임 확보를 위한 확실한 대안이다.

References

1. Ministry of Public Safety and Security, "Policy Material: Golden Time System", http://data.mpss.go.kr/safetys/sub05_golden.html.
2. National Fire Data System, "Trend Analysis of the Causes of Fire", http://nfd.go.kr/fd_fire_anal_0001.jsf.
3. Cheongju City, "Statistical Information", <http://www.cheongju.go.kr/stat/index.do>.
4. U.S. Department of Transportation, "Intelligent Transportation System Joint Program Office", <https://www.itsdeployment.its.dot.gov/>.
5. Global Traffic Technologies, "Traffic Signal Preemption for Emergency Vehicles: A Cross-Cutting Study", <https://www.gtt.com/project/ evp-study/>.
6. Emergency Vehicle Preemption, "Preemption System", <http://collisioncontrol.net/PreemptionSystems/>.
7. J. Lee, J. k. Lim, H. j. Lee and J. S. Choi, "Methods to Enhance Transport Safety and Emergency Response in the Transport Sector", The Korea Transport Institute, Vol. 9, pp. 33-40 (2017).
8. G. Davis, "The Politics of Traffic Light : Professional in Public Bureaucracy", Australian Journal of Public Administration (AJPA), Vol. 49, No. 1, pp. 63-74 (1990).
9. K. Y. Ko, S. Y. Park and Y. J. Jeong, "A Policy Research Service for Validation of Emergency Vehicle Priority System and Preparation of Operation Manual", Korea Road Traffic Authority, pp. 20-62 (2016).
10. Y. I. Kim, "Report on the Technical Operation of the Traffic Signal System in Cheongju, 2017", Cheongbuk Branch of the Korea Road Traffic Authority, pp. 191-213 (2017).