

교통운영체계 선진화 방안 효과분석 연구

Study on the Effectiveness Analysis of Policies for the Advancement of Traffic Control & Operation Systems

이 철 기*
(Choul-Ki Lee)

윤 일 수**
(Il-Soo Yun)

오 영 태***
(Young-Tae Oh)

김 수 희****
(Soo-Hee Kim)

요 약

경찰청에서는 국내 교통문제를 해결하고 국제적 교통운영체계를 수립하기 위하여 “교통운영체계 선진화 방안”사업을 추진하고 있다. 본 연구는 교통운영체계 선진화 방안의 추진 효과를 분석하였으며, 그 결과 교통소통 및 교통안전측면에서 효과가 있는 것을 밝혔다. 그러나 정책에 대한 시민들의 낮은 인지도, 부적절한 현장적용 등으로 인한 교통사고의 위험 및 정체가중, 교차로 꼬리물기 위반행위 발생 등의 문제점들이 도출되었다. 현재 선진화 방안은 주로 직진우선신호, 비보호좌회전, 점멸신호 운영 등 교통신호운영 방법 개선을 위주로 추진되고 있는데, 향후 최종적으로 교통운영체계 선진화 모든 과제가 복합적으로 도입될 경우 현재 보다는 더 나은 효과를 기대할 수 있을 것이다.

Abstract

The national police agency has executed the project for the advancement of traffic control and operation systems in order to mitigate chronic traffic problems and to meet the global standards regarding the traffic control and operation systems. This study effort was initiated to evaluate the effects of various policies proposed for the advancement of traffic control and operation systems. The evaluation results indicated that the policies proposed for the advancement of traffic control and operation systems showed apparent and positive effects in terms of transportation mobility and safety. However, there have been many difficulties to overcome in order to settle down the policies proposed for the advancement of traffic control and operation systems as smooth as possible. For example, the violation of intersection passing method has been increased after the implementation of the advancement of traffic control and operation systems in majority of evaluation sites. In addition, lacks of awareness as well as improper operations of the advancement of traffic control and operation systems have caused drivers' confusions, which generated more traffic congestion and risks. Currently, the policies for the advancement of traffic control and operation systems focused on the improvements of traffic signal operations, including leading through movements and permissive left-turns. However, synergy effects may be expected if all of the policies including the improvements of traffic signal operations are executed together.

Key words : Advancement, traffic control and operation systems, effects, evaluation, policies

* 주저자 : 아주대학교 ITS대학원 교수

** 공저자 및 교신저자 : 아주대학교 환경건설교통공학부 조교수

*** 공저자 : 아주대학교 환경건설교통공학부 교수

**** 공저자 : 아주대학교 교통연구센터 연구위원

† 논문접수일 : 2011년 3월 24일

† 논문심사일 : 2011년 4월 16일(1차), 4월 25일(2차)

† 게재확정일 : 2011년 4월 26일

I. 서론

“기초법질서 확립을 위한 교통운영체계 선진화 방안(2009)”[1]에 의하면 우리나라는 교통사고 다발, 과도한 혼잡비용, 온실가스 배출과다, 빈번한 법규위반 등 우리 교통체계는 많은 문제점을 내포하고 있으며, 이러한 문제점의 주요 원인으로는 교통신호 및 도로운영체계가 불합리하고 현실에 맞지 않는다는 지적이 지속적으로 제기 되었으며, “비엔나 협약” 등 국제표준과 상이한 현행 교통체계가 교통질서 훼손의 원인이 되고 국제화를 가로막는다고 지적 하고 있다[1]. 경찰청에서는 상기의 교통문제를 해결하고 국제적 표준에 부합하여 “누구나 공감하며 준수”할 수 교통운영체계를 수립하기 위해 “교통운영체계 선진화 방안”사업을 추진하고 있다.

이에, 본 연구의 목적은 “교통운영체계 선진화 방안” 사업 중 일부 사업이 추진된 수도권 지역에 3개 도시에 대하여 선진화 실적이 가장 많은 주요 교통축 현장조사를 통해 교통환경 변화를 조사함으로써 그 효과를 평가하고, 평가 시 도출되는 미비점을 보완할 수 있는 개선방향을 제시 하도록 한다.

〈표 1〉 교통운영체계 선진화 추진전략
(Table 1) Strategic plan for the advancement of traffic control & operation systems

| 구분 | 개선과제 | 시행시기 |
|-----|--|---------------|
| 1단계 | - 시행 용이하고 국민들이 익숙해 하는 과제 • 점멸신호 확대, 신호기 위치조정 • 보행자 작동신호기 설치 및 확대 • 주말·휴일 주차허용 확대 | 2009.07.01 |
| 2단계 | - 집중홍보, 법령정비 등이 필요한 과제 • 비보호 좌회전 확대, 회전교차로 활성화 • 우측보행 확립, 지정차로제 개선 • 보행신호점멸 시작시점 조정 • 교통섬 확대, 생활도로 일방통행 운영 • 좌회전 신호보완, 자전거 신호등 설치 | 2009.10.01 |
| 3단계 | - 여문수렴, 장기홍보, 재원확보가 필요한 과제 • 직진우선 신호원칙 확립 • 신호연동시스템 개발·확대 • 무신호교차로 통행우선권 정립 • 우회전 신호등 운영, 우회전 전용차로 설치 • 도심주요도로 일방통행 확대 | 2010.01.01 이후 |

II. 기존 사례 및 연구 고찰

1. 교통운영체계 선진화 방안

경찰청에서는 우리나라의 여러 가지 교통문제 해결을 위하여 단속강화에 앞서 교통운영체계 개선을 위한 “교통운영체계 선진화방안”을 도입, 2009년 7월부터 과제를 선정하여 추진 중에 있다[1,2].

2. 평가 연구 사례

1) 수원시 ITS 효율성 분석 및 평가 연구(2006)

수원시는 전체 ITS사업측면과 더불어 개별시스템이 교통환경에 미치는 영향 정도를 평가하였다. 주요 지표 중 정량적 지표는 현장조사 및 문헌조사를 통하여 수집되었으며, 교통량, 지체시간, 링크별 평균통행속도, 통행시간, 대기행렬길이, 사고건수, 사망자수, 불법주차대수 등을 사용하였으며, 정성적 지표로는 인지도, 만족도, 필요성 등에 대하여 설문 조사를 수행하였다[3].

2) 용인시 ITS구축사업 사전·사후 평가 연구(2009)

용인시는 전체 ITS시스템의 관점 및 구축대상지역의 전반적 교통환경 변화를 분석 할 수 있는 기본 교통변수인 교통량, 통행속도, 지체를 선정하여 평가를 수행하였다[4].

3. 시사점 및 연구방향

교통운영체계 선진화 방안 사업은 동시에 모든 과제가 추진되는 것이 아니라 단계별로 서로 다른 과제들이 차별적으로 추진되고 있었으며, 기존의 교통 개선을 위한 사업의 평가사례에서는 구축대상지역에 대하여 교통환경 변화를 분석할 수 있는 정량적, 정성적 효과척도를 선정[3,4]하여 평가를 수행하였다.

본 연구에서는 과제 각각에 대한 평가를 수행하는 것이 아니라, 각 과제의 단계적 추진에 따라 일부 과제만이 추진됨에 있어 수도권 3개 도시 중 과제 전체에 대한 추진성과의 수가 가장 높은 교통축

에 한해 사업추진 사전/사후 교통환경 변화를 집중 분석할 수 있도록 평가를 수행하도록 하며, 기존의 효율성 분석 및 평가 연구에서 수행한 바와 같이 정량적 정성적 효과적도를 수립하여 적용하도록 하며, 현장조사 및 문헌조사, 설문조사를 통해 효과를 측정하도록 한다.

III. 평가 방법론

1. 평가 개요

본 연구는 수도권 도시 중 서울, 인천, 수원시를 대상으로 선진화 실적이 가장 많은 교통축을 대상으로 평가를 수행하도록 하며, 추진과제 실시 전·후에 따른 교통환경 변화와 추진과제에 대한 시민 이해 및 만족도를 평가하는데 목적을 두고 교통소통, 교통안전, 사회적(규제준수)부문에 의한 정량적 평가와 설문을 통한 정성적 평가로 나누어 실시한다. 또한, 교통문화부문의 교차로 꼬리물기는 교통운영체계 선진화 과제에 포함된 사항이 아니며, 경찰청이 별도로 추진하는 과제이나 교통문화의식수준의 평가를 위해 추가적으로 포함시키도록 한다.

2. 평가 대상범위 및 항목

대상축은 서울시, 인천시, 수원시를 대상으로 도로교통공단의 기존 조사자료가 있는 각 2개축씩을 선정하도록 하고, 각 도시의 교통축 중 교차로 수 대비 선진화 실적이 가장 많은 축을 선정한다.

효과분석을 위한 평가항목으로는 통행속도, 교통사고, 교통문화 부문의 정량적 항목과 인지도, 만족도 등 설문조사를 정성적 항목으로 선정한다.

〈표 2〉 평가대상 교통축
(Table 2) Corridors selected for evaluation

| 지역 | 구간 | 구간길이 | |
|----|-------|----------------|---------|
| 서울 | 송파대로 | 잠실대교 남단 - 북정역 | 5.78 km |
| | 동일로 | 수락검문소 - 하계역 | 5.49 km |
| 인천 | 마장로 | 새말4R - 부평4R | 5.75 km |
| | 원인재길 | 갈마산4R - 서면초교4R | 3.35 km |
| 수원 | 경수로 | 지지대교차로 - 창룡문4R | 4.48 km |
| | 남부우회로 | 세평3R - 경희대정문4R | 7.52 km |

〈표 3〉 평가지표
(Table 3) Measures of effectiveness

| 부문 | 평가지표 | 세부사항 |
|----|---------------------|--|
| 정량 | 교통소통 통행속도 | 기존 문헌(도로교통공단 조사자료), 해당 지자체 ITS 센터 자료 |
| | 교통안전 EPDO | 사고관련 지표 및 EPDO 지수 |
| | 교통문화 교차로 꼬리물기 위반 | 꼬리물기 위반 조사 방법론 수립 교차로의 꼬리물기 비율, 위반율 |
| 정성 | 설문 인지도, 만족도, 문제점 | 시민 대상 선진화 사업 관련 설문조사 |

3. 자료수집 및 평가방법

1) 교통소통 부문

대상구간의 통행속도 자료를 도로교통공단에서 정기적으로 수행하고 있는 조사 보고서 인용 및 각 지자체 ITS 센터자료를 통해 침두, 비침두 시간대 로 구분하여 수집, 비교분석한다.

2) 교통안전 부문

선진화 추진과제 중 신호기 위치 조정, 비보호좌회전 확대, 직진 우선신호 신호원칙 확립[5] 등의 도입에 따른 운영의 능력 평가를 목표로 교통축별 과거 5년간의 사고건수, 사망자수, 부상자수 자료를 수집하여 비교 평가하며, 심각도(EPDO, Equivalent Property Damage Only)¹⁾[6,7]분석도 포함한다. 또한, 사후의 기간이 1년 미만이므로 시행일 기준으로 사전사후 6개월 자료를 수집한다.

3) 교통문화 부문

교통문화 의식수준 변화 즉, 교통법규 준수 정도를 파악하기 위한 것으로 본 항목은 기존의 조사 분석사례가 전무하므로 본 연구에서 방법론을 수립, 제시하여 시험적으로 수행한다. 평가 대상축의 주요 중요교차로를 선정하고, 침두 및 비침두 시간대 꼬리물기 차량을 실측하여 꼬리물기 비율, 위반율 등 지표들을 조사한다.

1) $EPDO = 12 \times \text{사망자수} + 3 \times \text{부상자수} + 1 \times \text{물피차량수}$

4) 설문 부문_만족도, 인지도, 문제점

설문조사는 “교통운영체계 선진화 방안”의 인지도, 만족도, 필요도, 문제점 등을 조사하기 위한 것으로 3개 도시 시민, 관계공무원, 운수종사자 등을 대상으로 설문조사 및 분석을 수행한다. 평가 방법은 상기에서 제시한 각 평가 항목별로 사전사후조사를 수행하며, “ITS 업무매뉴얼 효과 분석편 및 ITS 업무요령”의 효과척도 변화량 또는 증감율을 사용한다[8,9].

$$\text{변화량} = \text{사후}MOE\text{수치} - \text{사전}MOE\text{수치} \quad (1)$$

$$\text{증감율}(\%) = \frac{\text{사후}MOE\text{수치} - \text{사전}MOE\text{수치}}{\text{사전}MOE\text{수치}} \times 100 \quad (2)$$

IV. 평가결과

1. 교통소통 부문

서울, 인천의 경우, 사전 조사자료는 도로교통공단의 연차별 통행시간조사 자료를 통해 수집하였고, 사후 조사자료는 사전 조사자료와 동일한 주행차량조사방법[10,11]으로 수집하였으며, 수원외의 경우, 교통정보센터의 구간속도 정보 자료를 인용하여 사전사후 비교 자료의 동질성을 확보하였다. 자료수집을 위한 조사는 서울, 인천의 경우 8월 3일~8월 12일까지 2주에 걸쳐 평일에만 실시하였으며, 수원의 경우 대상교통축의 공사관계로 11월 24일부터 오전 및 오후 첨두 각 2시간씩 수행하였다.

6개 교통축 전체에 대한 오전 및 오후 첨두 통행

〈표 4〉 평균통행속도 비교결과

〈Table 4〉 Comparison results of average travel speeds in kph

| | 사 전 | 사 후 | 증 감 |
|-------|------|------|-------|
| 동1로 | 21.3 | 21.5 | 0.8% |
| 송파대로 | 22.6 | 22.7 | 0.7% |
| 마장로 | 22.5 | 23.0 | 2.5% |
| 원인재길 | 20.1 | 21.7 | 7.5% |
| 경수로 | 29.7 | 32.3 | 9.1% |
| 남부우회로 | 27.6 | 26.0 | -5.9% |
| 전 체 | 24.0 | 24.5 | 2.4% |

(단위 : km/h)

속도를 비교했을 때 선진화 도입 이후 속도가 약 2.4% 증가하였으며, 경수로와 원인재길의 경우 평균 주행속도가 각각 9.1%, 7.5% 씩 증가하였으며, 남부우회로의 경우 공사중인 일부 구간이 존재하기 때문에 사전과 사후의 주행속도를 비교했을 때 약 5.9% 감소하였다.

2. 교통안전 부문

각 지방경찰청 및 경찰서의 협조하에, 교통사고 데이터베이스에서 교통사고 건수, 사고 사망자 및 부상자 수를 추출하여 수집하였고, 이를 통해 교통사고관련 지표를 산출, 분석하였다.

교통축별 분류는 사고 장소 데이터를 교통축 내 교차로명, 주요 시설명, 도로명 등을 검색어로 지정하여 사고 데이터를 수집했다.

특히, 2009년 7월에 선진화 사업이 시작되어 2009년 하반기 동안에는 선진화 사업시행을 위한 공사기간 및 변경기간 중이었으므로 교통류의 상태가 매우 불안정하다고 볼 수 있고, 가급적 사전/사후 동일한 시기의 자료를 분석하는 것이 바람직하다고 판단된다. 또한, 교통사고의 비교는 장기간의 자료를 통해 비교하는 것이 바람직하나 자료구득의 한계가 있다. 이에 본 연구에서는 2009년 상반기(1월~6월)와 2010년 상반기(1월~6월) 6개월에 해당되는 사고자료를 비교 분석하였다.

조사 대상축 전체를 대상으로 비교분석한 결과 사고 건수가 약 3.4%, 부상자 수는 약 12% 감소했으며 EPDO합 또한 약 8% 감소한 것으로 나타났다. 특히, 2010년 상반기 사망자수가 4명으로 2009년

〈표 5〉 교통사고 관련지표 비교결과

〈Table 5〉 Comparison results of traffic accident indexes

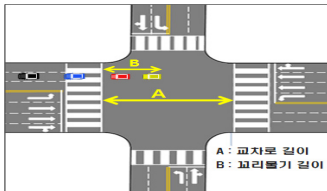
| 조사대상축 전체 | 시행 이전 6개월 / 시행 이후 6개월 값 비교 | | |
|--------------|----------------------------|---------|--------|
| | 09년 상반기 | 10년 상반기 | 비율 변화 |
| 사고건수(건) | 325 | 314 | -3.4% |
| 관할서 전체(건) | 7661 | 7584 | -1.0% |
| 사망자수(명) | 1 | 4 | 300.0% |
| 부상자수(명) | 532 | 470 | -11.7% |
| EPDO 합 | 2258 | 2086 | -7.6% |

상반기 사망자수 1명보다 3명이 늘어 비율변화가 심하게 나타났다. 이것은 교통사고 한건에 다수의 사망자가 발생하는 대형 교통사고에 해당된다.

3. 교통문화 부문

1) 꼬리물기 방법론 수립

교차로 꼬리물기 조사 시, 위반차량은 적색신호가 점등된 후 교차로에 남아있는 차량대수를 각 차로별로 조사하는데, 꼬리물기 비율, 발생율, 최대꼬리물기 비율의 3가지 항목으로 분류, 제시하였다.



〈그림 1〉 교차로 꼬리물기 개념

〈Fig. 1〉 Calculation method of the length of sneakers

$$\text{꼬리물기 비율} = \frac{\text{꼬리물기 길이}}{\text{교차로 길이}} \times 100 \quad (3)$$

$$\text{꼬리물기 발생률} = \frac{\text{꼬리물기 발생주기}}{\text{총 관찰주기}} \times 100 \quad (4)$$

$$\begin{aligned} \text{최대 꼬리물기 비율} \\ = \text{차로별 꼬리물기 길이 중 가장 큰 길이의 비율} \end{aligned} \quad (5)$$

단, 교통 법규상 녹색신호 시에도 하류부 링크에 차량이 가득 찰 경우, 교차로에 진입하지 못하도록 규정되어 있으나, 본 조사 시에는 현장조사 여건 상 적색신호를 기준으로 수행되었으며 향후 조사 시에는 상기 사항을 고려할 필요가 있다.

2) 평가 결과

본 조사는 대상축별로 중요 교차로 2개소를 선정하여 2010년 10월 21일~10월 28일까지 6일에 걸쳐 오전/오후침두, 비침두 2시간씩 실시하였으며, 대상 교차로별로 영상자료를 수집하고 실내에서 위반차량 자료를 추출하였다.

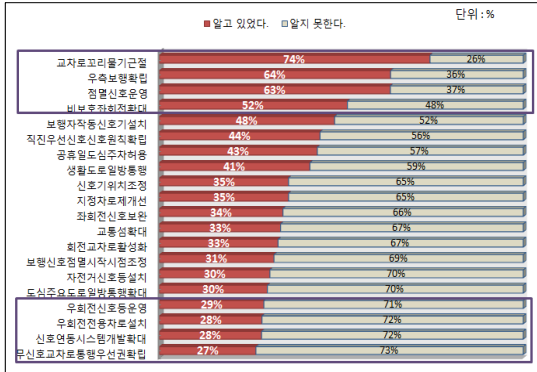
〈표 6〉 교차로 꼬리물기 위반 결과
〈Table 6〉 Violations of intersection passing method

| 도시 | 교차로 | 구분 | 전체 |
|---------|-------------------|----------|--------|
| 서울 | 상계 7, 9, 10단지 교차로 | 꼬리물기 비율 | 5.64% |
| | | 꼬리물기 발생률 | 29.89% |
| | | 최대꼬리물기비율 | 29.23% |
| | 하계역 사거리 | 꼬리물기 비율 | 4.63% |
| | | 꼬리물기 발생률 | 20.89% |
| | | 최대꼬리물기비율 | 31.48% |
| | 북정역 사거리 | 꼬리물기 비율 | 11.03% |
| | | 꼬리물기 발생률 | 52.83% |
| | | 최대꼬리물기비율 | 37.45% |
| 잠실역 사거리 | 꼬리물기 비율 | 26.02% | |
| | 꼬리물기 발생률 | 83.76% | |
| | 최대꼬리물기비율 | 58.15% | |
| 인천 | 청수 사거리 | 꼬리물기 비율 | 3.60% |
| | | 꼬리물기 발생률 | 19.83% |
| | | 최대꼬리물기비율 | 25.44% |
| | 백마장 사거리 | 꼬리물기 비율 | 12.00% |
| | | 꼬리물기 발생률 | 27.50% |
| | | 최대꼬리물기비율 | 35.56% |
| | 연수구청사거리 | 꼬리물기 비율 | 24.22% |
| | | 꼬리물기 발생률 | 13.06% |
| | | 최대꼬리물기비율 | 15.11% |
| 소금밭 사거리 | 꼬리물기 비율 | 1.30% | |
| | 꼬리물기 발생률 | 5.83% | |
| | 최대꼬리물기비율 | 22.50% | |
| 수원 | 영화초교사거리 | 꼬리물기 비율 | 4.10% |
| | | 꼬리물기 발생률 | 10.44% |
| | | 최대꼬리물기비율 | 12.00% |
| | 창룡문 사거리 | 꼬리물기 비율 | 1.15% |
| | | 꼬리물기 발생률 | 8.33% |
| | | 최대꼬리물기비율 | 15.33% |
| | 터미널 사거리 | 꼬리물기 비율 | 1.40% |
| | | 꼬리물기 발생률 | 7.39% |
| | | 최대꼬리물기비율 | 22.00% |
| 권선 사거리 | 꼬리물기 비율 | 2.07% | |
| | 꼬리물기 발생률 | 10.72% | |
| | 최대꼬리물기비율 | 22.89% | |

4. 설문조사 부문

설문조사는 2010년 11월에 3개 도시에 대하여 수행하였으며, 조사응답자는 총 1051명이었으며, 연령 대로는 20대가 57%로 가장 많았으며, 직업은 회사원이 40%로 가장 많았다. 이용 교통수단을 보면 승용차를 이용하는 시민들이 32%였으며, 대중교통을 이용하는 시민들은 64%였다.

대시민 인지도에 대한 응답으로는 처음 들었다



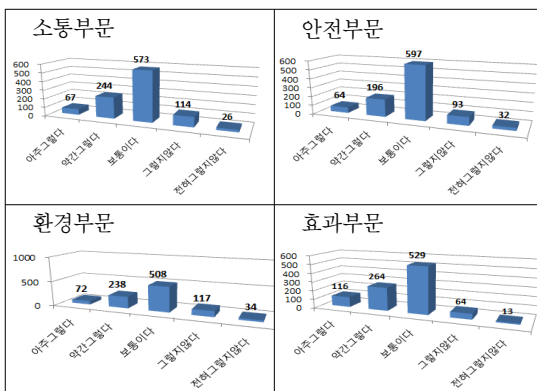
(그림 2) 인지도 결과
(Fig. 2) Survey results of awareness

는 사람과 들어보기만 했다는 응답이 총 83%로 아직까지 사업에 대해 생소하게 생각하는 시민들이 많았다.

추진 세부 과제별로 교차로 꼬리물기, 우측보행, 보행자 작동기, 직진우선신호에 대해서는 50% 이상의 높은 인지도를 보였으며, 자전거 신호등, 우회전 신호등, 우회전 전용차로에 대해서는 30% 미만의 낮은 인지도를 보였다.

대시민 만족도에 대한 응답으로 소통, 안전, 환경, 효과 부문 전반에 걸쳐 응답자의 약 80% 이상이 긍정적인 효과가 있을 것이라고 만족한다고 응답했다.

문제점으로 교통안전에 있어서 응답자의 34%가 교통운영체계 선진화 추진과제들이 교통사고 위험



(그림 3) 만족도 결과
(Fig. 3) Survey results of satisfaction

을 더욱 높일 것이라고 응답했으며, 주요 요인으로 점멸신호운영과 비보호좌회전의 확대, 회전교차로 활성화로 인해 운전자들이 교차로 통과 시 안전상의 위협을 느꼈기 때문이라고 응답했다.

또한, 교통소통에 있어서 응답자의 26%가 정체가 더 가중된다는 응답을 했으며, 주요 원인으로는 직진 우선신호 시 좌회전 대기차로가 짧아 직진차로에 영향을 주어 정체가 더 가중된다는 응답이 주요 문제점으로 나타났다.

V. 결론 및 향후 연구과제

교통운영체계 선진화 방안의 효과분석은 일부도시 국한 및 단시간의 조사의 취약점이 있었지만 교통소통 및 교통안전측면에서의 어느 정도 효과가 나타나고 있음을 알 수 있었다.

그러나, 선진화 정책에 대한 시민들의 낮은 인지도, 부적절한 교차로에서의 무리한 과제 추진으로 교통사고의 위험 및 정체가중, 교차로 꼬리물기 발생 등이 주요 문제점으로 나타났다.

이에, 다음과 같이 보완방안이 필요하다. 첫째, 현장 기하구조 및 교통패턴에 적절한 신호운영 최적화를 위한 지속적인 노력, 둘째, 현장 여건에 적절한 세부과제 선정 및 추진을 위한 지침 연구개발, 셋째, 교통운영체계 선진화 방안의 교육 및 홍보 강화, 넷째, 도로교통 규제단속 강화 등이 필요하다.

결론적으로, 현재 선진화 방안은 주로 직진우선 신호운영 과제를 중점적으로 추진하고 있으며, 일부 비보호좌회전 및 점멸신호 운영 등을 추진하고 있는데, 향후 최종적으로 교통운영체계 선진화 과제 모두가 복합적으로 도입되어 완료될 경우 현재 보다는 더 나은 효과를 기대할 수 있을 것으로 판단된다.

참고 문헌

[1] 국가경쟁력강화위원회, “기초법질서 확립을 위한 교통운영체계 선진화방안,” 2009. 4.
[2] 국가경쟁력강화위원회, “교통운영체계 선진화방

- 안 후속조치 실천계획,” 2009. 5.
- [3] 수원시, “수원시 지능형교통체계(ITS) 효율성분석 및 평가,” 2006. 8.
- [4] 용인시, “용인시지능형교통체계(ITS) 사전사후 평가용역,” 2009. 11.
- [5] 경찰청, “교통운영체계 선진화 연구,” 2010. 3.
- [6] 김경환, “교통안전공학,” 태림출판사, 2002. 9.
- [7] 강승규, “교통안전공학,” 도서출판대가, 2006. 8.
- [8] 국토해양부, “ITS 업무 매뉴얼,” 2006. 10.
- [9] 국토해양부, “ITS 업무 요령,” 2006. 10.
- [10] H. Douglas Robertson, Joseph E. Hummer and Donna C. Nelson, “MANUAL OF TRANSPORTATION ENGINEERING STUDIES,” Prentice-Hall, 1994.
- [11] Roger P. Roess, Elena S. Prassas, and William R. McShane, “Traffic engineering,” Prentice-Hall, 2004.

저자소개



이 철 기 (Lee, Choul-Ki)

1998년 2월 : 아주대학교 교통공학 박사
 1991년 2월 : 아주대학교 교통공학 석사
 2006년 3월 ~ 현 재 : 아주대학교 ITS 대학원 교수



윤 일 수 (Yun, Il-Soo)

2006년 1월 : University of Virginia 교통공학 박사
 1995년 2월 : 한양대학교 일반대학원 교통공학 석사
 1993년 2월 : 한양대학교 도시공학과 학사
 2009년 9월 ~ 현 재 : 아주대학교 환경건설교통공학부 조교수



오 영 태 (Oh, Young-Tae)

1989년 1월 : Polytechnic University 교통공학 박사
 1985년 1월 : Polytechnic Institute of New York, 교통공학 석사
 1993년 3월 ~ 현 재 : 아주대학교 환경건설교통공학부 교수



김 수 희 (Kim, Soo-Hee)

2007년 8월 : 아주대학교 교통공학 박사
 1999년 3월 : 아주대학교 교통공학 석사
 2002년 3월 ~ 현 재 : 아주대학교 교통연구센터 연구위원