

# DEA를 이용한 교통사고 잦은 곳 개선사업 효율성 측정방안 연구

김형규 · 이수범\* · 엄대룡\* · 원동욱 · 신소명

서울시립대학교 교통공학과 · \*도로교통공단 경기도지부  
(2017. 7. 4. 접수 / 2017. 8. 29. 수정 / 2017. 10. 18. 채택)

## A Study on Measuring Efficiency Improvement of Improvement Project at Black Spot by DEA

Hyung Kyu Kim · Soo Beom Lee<sup>†</sup> · Dae Lyoung Eom<sup>\*</sup> · Dong Uk Won · So Myoung Shin

Department of Transportation Engineering, University of Seoul

<sup>\*</sup>Road Traffic Authority

(Received July 4, 2017 / Revised August 29, 2017 / Accepted October 18, 2017)

**Abstract** : Over the past 30 years, the business effects of the improvement project at black spot have been decreasing since 2010, with a reduction in the amount of government spending, coupled with proposing a uniform improvement plan. In order to promote more efficient improvement projects, it is necessary to evaluate the efficiency of local governments and improve the business methods of local governments with low efficiency. However, more sophisticated efficiency analysis methods are needed. Because in previous studies have been limited to the analysis of effects before and after the project through the simple before-after analysis. For this purpose, this study analyzed the efficiency of improvement project at black spot by local governments in Gyeonggi-do using DEA to compare and analyze efficiency in various fields. As a result, Goyang, Seongnam, Paju, Hanam and Yangju showed high efficiency local governments. For local governments with low efficiency, the improvement projects to improve efficiency were divided into civil engineering work, structure work, pavement work, additional work and transportation work, and the appropriate construction ratios of each local government were analyzed and presented.

**Key Words** : DEA, black spot, traffic accidents, traffic safety, efficiency evaluation

### 1. 서론

#### 1.1 연구의 배경 및 목적

교통사고 잦은 곳 개선사업은 1987년 ‘교통안전 종합대책’의 일환으로 추진되어 지자체별로 연간 7건이 상의 교통사고가 발생하는 위험지점을 선정하여 개선 공사를 진행하고 있다.

이 사업은 개선공사 이후 평균 교통사고 발생건수가 26.5%, 사상자수가 30.7% 감소하는 등 교통시설 개선 측면에서 교통사고 감소의 가장 효과적인 방법으로 알려져 있다.

하지만, 2010년 이후 국비지원액이 축소되고 개선사업이 진행된 지역의 사망자수 감소율이 과거 '02년 58.0%에서 현재 '15년 31.3%로 개선효과가 저하되고 있는 상황이다. 이는 개선계획 수립시 지자체별 인구규모, 재정

상황 등을 반영하지 못하고 단순히 교통사고 유형에 따라 획일적인 개선 공사방식을 제시하기 때문이다.

보다 효율적인 개선사업 진행을 위해서는 사업 효율성이 높았던 지자체를 기준으로 기 수행된 개선사업의 유형 및 특성을 분석하고 효율성이 낮았던 지자체에 반영함으로써 한정된 재원하에 최대의 효율을 이끌어 낼 수 있는 있도록 유도하여야 하지만, 지금까지의 교통사고 잦은 곳 개선사업관련 연구는 지점별 개선에 따른 종합적인 교통사고 감소 효과에 대한 연구 중심으로 진행되어 지점별 개선안에 대한 효율성 측정이 이루어지지 않은 상황이다.

이를 위해 본 연구에서는 교통사고 잦은 곳 개선사업이 진행된 기초지자체들을 인구규모 및 재정상황을 기준으로 그룹화한다. 또한 각 그룹별 최적의 사고 잦은 지점 개선사업 방식을 선정하기 위하여 지자체별 개선사업에

<sup>†</sup> Corresponding Author : Soo Beom Lee, Tel : +82-2-6490-5662, E-mail : mendota@uos.ac.kr  
Department of Transportation Engineering, University of Seoul, 163 Seoulsiripdearo, Dongdaemun-gu, Seoul 02504, Korea

진행된 개선공사방식을 세분화하여 효율성을 추정한다.

### 1.2 연구 범위

#### 1.2.1 시간적 범위

교통사고 잦은 곳 개선공사 효율성 분석의 시간적 범위는 2004년부터 2013년까지 공사가 완료된 지점에 대하여 경기도 교통사고 잦은 곳 기본개선계획 자료를 이용하여 구축하였다.

교통사고건수는 공사가 완료된 시점의 전·후 1년간을 기준으로 각각의 지점별로 산정하였으며, 2013년도에 공사가 완료된 지점의 개선 후의 교통사고자료는 2014년에 발생한 교통사고이기에 인구수는 2014년을 기준으로 하였다.

#### 1.2.2 공간적 범위

경기도 지자체 31개 중 시간적 범위동안 시행된 공사개소수가 2개 이하인 지자체 3개(군포시, 의왕시, 과천시)를 제외한 28개 지자체를 대상으로 하였으며, 자족도시의 기준인 인구 30만을 기준으로 그룹화 하였다. 안건혁(1995)에 따르면, 자족도시란 인구규모에 어울리는 도시기능을 보유하고 적절한 경제활동과 도시 기반시설을 확보함으로써 지속적 성장의 잠재력과 화력을 갖춘 도시를 뜻한다. 이러한 자족도시는 기반시설(교통인프라) 또한 자족성이 있어야 하기에 인구수를 그룹화의 기준으로 하였다.

Table 1. Local Government to be analyzed

Population(2014)	Local Government
More than 30 million	Suwon, Goyang, Seongnam, Yongin, Anyang, Bucheon, Ansan, Namyangju, Hwaseong, Pyeongtaek, Uijeongbu, Paju, Siheung, Kimpo, Gwangmyeong, Gwangju
Less than 30 million	Hanam, Icheon, Osan, Yangju, Guri, Anseong, Pocheon, Dongducheon, Yeosu, Yangpyeong, Gapyeong, Yeoncheon

### 1.3 연구 방법

연구방법으로는 항만운영, 대학경영, 기업경영 등 다양한 분야에서 효율성을 비교·평가하는 DEA(Data Envelopment Analysis)를 이용하여 기초지자체별 개선안에 따른 효율성을 인구규모별로 분류하여 비교하고 효율성이 높은 기초지자체를 기준으로 효율성이 떨어지는 기초지자체의 교통사고 잦은 곳 개선사업 개선공사방식의 개선방향을 제시한다.

본 연구의 구성은 1장 서론에 이어 2장에서 국내·외 DEA이론과 연구들에 대하여 검토하고 본 연구의 차별성 및 분석방법론을 제시하며, 제3장에서 기초지

자체별 DEA 적용 결과를 분석한다. 제4장에서는 교통사고 잦은 곳 개선사업의 특성을 고려한 효율성 실증 분석을 진행하고 결과를 해석하여 지자체 그룹별 교통사고 잦은 곳 개선공사 효율성 개선방안을 제시한다.

## 2. DEA 이론 및 선행 연구고찰

### 2.1 DEA(Data Envelopment Analysis) 이론

DEA모형은 복수의 투입물과 복수의 산출물에 대하여 DMU(Decision Making Unit, 의사결정개체)들의 상대적 효율성을 평가하기 위한 방법으로 1978년 최초로 제안되었으며, 특히, 유사한 사업(서비스)을 제공하는 조직의 효율성을 평가하는데 효과적이다.

DEA모형의 장점은 복수의 투입물을 활용하여 바람직한 산출물을 생산하기 위한 의사결정개체들의 종합적 효율수치를 제공함에 따라 각각의 DMU 중 효율성이 가장 우수한 DMU가 어디인지를 평가할 수 있으며, 비효율적인 DMU는 효율적인 DMU가 되기 위하여 필요한 투입물의 종류 및 투입량을 분석할 수 있다.

현재 다양한 연구들에 의해 다수의 모형들이 개발되었지만 이중 CCR(Charnes Cooper Rhodes)모형과 BCC(Banker Charnes Cooper)모형이 효율성을 계산하는 선형계획법 모형으로 주로 사용되어 지고 있다.

CCR모형은 1978년 Charnes 등이 개발한 모형으로 주어진 산출물을 생산하기 위해 최소의 생산 투입요소를 사용한 DMU와 그 이외 DMU와의 상대적 비율로 기술효율성을 측정하는 모형이다.

DMU 수준에서 다수의 투입물과 산출물을 단일의 포괄적인 척도로 전환시키는 기법에 기초하는 선형계획법으로 수식은 투입물( $X_n$ )의 선형적 배합에 대하여 산출물( $Y_n$ )의 선형적 배합비율을 극대화시키는 가중치( $V_n, Z_n$ )를 선택하기 위한 방식으로 만들어진다. 식(1)과 식(2)는 이러한 설명을 수학적으로 보여주며, DMU별 투입물, 산출물의 비를 통해 효율성을 평가한다.

$$\text{Maximize } E_k = \frac{\sum_{n=1}^j Y_{kn} V_{kn}}{\sum_{i=1}^j X_{kn} Z_{ki}} \quad (1)$$

$$\text{Subject to } E_k = \frac{\sum_{n=1}^j Y_{kn} V_{kn}}{\sum_{i=1}^j X_{kn} Z_{ki}} \leq 1, n = 1, 2, \dots, s \quad (2)$$

$$V_{kn} \geq \epsilon, i = 1, 2, \dots, m$$

$$Z_{kn} \geq \epsilon, i = 1, 2, \dots, l$$

$Y_{kn}$  :  $n$ 번째 DMU가 사용한  $n$ 번째 산출물의 양  
 $X_{kn}$  :  $n$ 번째 DMU가 사용한  $n$ 번째 투입물의 양  
 $V_{kn}$  : 산출물  $r$ 에 대한 가중치  
 $Z_{ki}$  : 투입물  $i$ 에 대한 가중치

BCC모형은 1984년 Banker 등이 CCR모형과 동일하게 선형계획법 모형으로 이루어져 있지만 규모의 가변수익을 가정한 것에서 차이가 있다. 즉, 규모의 효과를 제거한 순수기술효율성을 분석하기 위한 것으로 다음 Fig. 1과 같다<sup>1)</sup>.

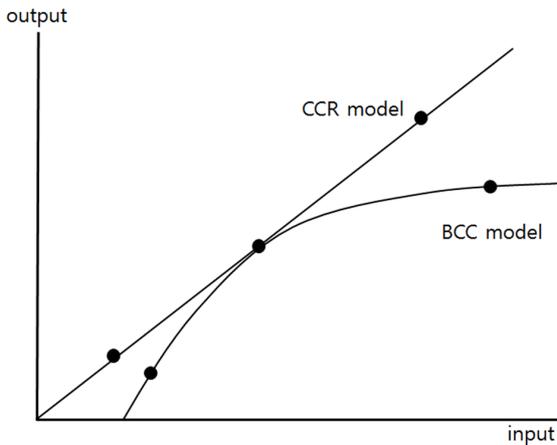


Fig. 1. CCR model and BCC model.

문경주<sup>2)</sup>는 BCC모형이 규모에 대한 수익체증 또는 체감곡선을 나타내어 다양한 규모의 수익성을 가정하여 순수기술효율성을 도출할 수 있다고 정의하고 있다. 종합해보면 CCR 모형은 규모의 효과를 고려하지 않는 기술적 효율성을 판단하며, BCC 모형은 규모에 대한 수익가변을 가정하기 때문에 순수기술효율성을 판단한다.

## 2.2 선행 연구 고찰

### 2.2.1 교통사고 잦은 곳 개선공사의 효과 분석사례

교통사고 잦은 곳 개선사업과 관련하여 사업 시행이후 효율성 분석보다는 사전·사후 비교분석(Before and After Study) 위주의 효과 분석 연구가 2000년대 초반부터 진행되었다.

장영채<sup>3)</sup>는 2002년부터 2004년까지의 개선사업 지점 중 교통섬 설치에 대한 사고감소효과를 사전·사후 분석하여 41.1%의 감소효과가 나타났다고 제시하였으며, 지점을 특별광역시도, 시도 등 도로종류별로 구분하여 효과를 제시하였다.

김용석<sup>4)</sup>은 2004년 전국의 교통사고 잦은 곳 개선사

업 지점을 대상으로 개선 전후 1년간의 사고감소효과를 포아송분포를 이용하여 유의성 검증을 진행하였으며, 전체적으로 발생건수는 55.2%, 사망자수는 45.5% 감소 효과가 나타났다고 제시하였다.

### 2.2.2 DEA이론을 이용한 효율성 분석사례

DEA이론은 교통분야에서 정책, 행정의 우선순위 및 인력규모 산정 등에 이용되었다.

홍석진<sup>5)</sup>은 전문가 설문조사자료에 대한 DEA분석을 수행하여 종합교통체계, 교통서비스, 경쟁력, 지속가능 등에 대한 우선적인 교통정책 추진방향을 제시하였으며, 최영출<sup>6)</sup>은 전국 경찰서별 교통인력에 대한 효율성을 분석하여 각 경찰서별 효율적인 인력규모를 제시하였다.

한진석<sup>7)</sup>은 서울시 간선버스노선의 효율성에 대한 분석을 진행하여 노선거리, 차량대수, 정류장개수, 배차간격, 운영비에 따른 효율성을 분석하여 노선별 효율성 개선을 위한 개선방안을 분석하였다.

김용남<sup>8)</sup>은 전라북도 내 14개 시·군에 대한 도로포장율, 예산 대비 교통사고 감소 효율성을 분석하여 효율성이 높은 지자체와 낮은 지자체로 구분하였다.

### 2.2.3 선행 연구와의 차별성 및 분석방법론 정립

DEA는 병원, 은행, 대학, 경찰서 등 특정된 업무를 독립적으로 수행하는 기관에 대한 경영측면의 연구에서 주로 사용되어 교통분야에서 사용된 경우가 많지 않았다.

교통사고 감소 효과와 같은 안전성측면의 효율성분석은 DEA를 진행하였지만, 효율성에 따른 지자체만 구분하였지, DMU별 효율성 향상방안까지는 제시하지 못하였다.

교통사고 잦은 곳 개선공사 관련 연구에서도 개선사업 중 공사방식까지 세분화하지 못하였다.

이에 본 연구에서는 교통사고 잦은 곳 개선공사를 공사방식에 따라 세분화하여, 교통사고 감소효과에 대한 DEA를 진행한다. 또한, DMU별 효율성 향상방안을 제시하여 각 지자체별 효율적인 교통사고 잦은 곳 개선공사 방식을 제시한다.

분석을 위해 교통사고 잦은 곳 개선공사의 DEA 투입요소와 산출요소는 Table 2와 같이 구분하였다. 투입요소는 공사방식별로 토목공사, 구조공사, 포장공사, 부대공사, 교통공사 각각의 시행지점 수로 구성하며, 산출요소로는 지자체별 공사를 시행한 지점의 사고감소건수의 합으로 구성한다.

공사방식 구분은 경기도 교통사고 잦은 곳 기본개선

Table 2. Input Variable and Output Variable

Variable-name		Unit
Input Variable	Civil engineering work	Number
	Structure work	Number
	Pavement work	Number
	Additional work	Number
	Transportation work	Number
Output Variable	Number of Traffic Accident Reduction	Accident

Table 3. Contents of improvement by type of construction

Sort	Contents of improvement
Civil engineering work	Break of ASP, Pavement demolition, Cut, Fill, Demolition of boundary stone, etc.
Structure work	Installation of overpass, underground bridge and bridge, Installation of security fence, etc.
Pavement work	Pavement packing, ASP packing, Skid proof pavement, etc.
Additional work	Bust stop, Tubular Marker, etc.
Transportation work	Traffic lights, Traffic signs, Cat's eye system, Lane painting and removal, Speed bump, etc.

계획 자료의 지점별 공사구분 기준을 기초로 Table 3 과 같이 분류하였다.

DEA모형 선정은 지자체별 공사하는 개소수가 증가 할수록 사고감소건수 또한 증가하여 선형계획법 모형을 따르기에 CCR모형을 사용하였다. 이와 더불어 교통사고 잦은 곳 개선공사는 지점별로 우선순위에 따라 최대 4개의 설계내역에 따른 공사를 실시하기에 산출 요소인 사고감소건수는 한계가 있다고 판단하였다. 즉, 산출을 일정화 하였을 때 최소한의 투입으로 최대한의 효과를 낼 수 있는 투입지향적 모형으로 분석하였다.

### 3. DEA 적용결과

#### 3.1 기술통계

기술통계란 수집한 데이터를 요약하여 설명하는 통계기법이다. 수집한 경기도 28개 지자체의 교통사고 잦은 곳 개선사업에 대한 투입 및 산출변수의 기술통계량은 Table 4와 같다.

인구 30만 이상 그룹과 인구 30만 이하 그룹간에 교통공사 평균 지점 수에서 큰 차이를 나타냈으며, 토목공사 평균 지점은 차이가 없었다. 평균 총 공사개소수도 인구 30만 이상 그룹이 43.63지점으로 인구 30만 이하 그룹 평균 34.07건보다 1.25배 높았다.

평균 사고감소건수 역시 인구 30만 이상 그룹이 34.94건으로 인구 30만 이하 그룹 19.25건보다 1.81배 높은 것으로 나타났다.

Table 4. Descriptive statistics

Variable		Max	Min	Average	Standard deviation		
More than 30 million	Input	civil	20	2	10.00	5.15	
		structure	13	2	5.81	2.63	
		pavement	8	2	4.63	1.93	
		additional	5	0	1.44	1.41	
		transportation	42	8	21.75	9.24	
	Output	No. Traffic Accident Reduction	89	10	34.94	19.66	
	Less than 30 million	Input	civil	28	1	10.58	7.32
			structure	10	0	4.00	3.44
			pavement	11	1	3.58	2.66
			additional	3	0	0.83	0.99
transportation		34	7	15.08	8.10		
Output	No. Traffic Accident Reduction	42	1	19.25	13.57		

#### 3.2 DEA-CCR 모형 적용 결과

지자체별 개선 공사 유형에 따른 사고건수 감소 효율성은 Table 5의 Objective Value값으로 1에 근접할수록 효율적인 공사 유형을 선정하여 개선사업을 시행한 것으로 판단할 수 있다.

같이 인구 30만 이상 집단에서는 고양시와 성남시 및 파주시가 Objective Value값이 1로 효율적인 공사 유형을 선정하여 개선사업을 시행한 것으로 나타났으며, 인구 30만 미만 집단에서는 하남시와 양주시가 효율적으로 나타났다.

반대로 Objective Value값이 1미만으로 비효율적인 공사 유형을 선정하여 개선사업을 진행한 지자체에 대해서는 효율적인 개선사업 수행을 위한 Projection값을 Table 5와 같이 제시하였다.

여기서 Projection 값은 비효율적인 DMU(지자체)를 효율적인 DMU로 개선시키기 위해 비효율적인 DMU와 효율적인 DMU를 비교한 내용<sup>9)</sup>으로 각 지자체별로 효율성이 1이 되기 위하여 투입요소의 적정량을 알려주는 지표이다.

인구 30만 이상 지자체의 평균 효율성은 0.590로 인구 30만 이하 지자체의 평균 효율성 0.612보다 낮아 공 효율성이 낮게 나타났다.

사고감소효과 대비 필요한 총 공사 개소수도 DEA결과 인구 30만 이상 지자체는 평균 19.20지점인데 비해 실제 공사개소수는 43.63지점으로 과투자대고 있는 것으로 나타났으며, 인구 30만 이하 지자체도 필요한 총 공사 지점은 16.93지점인데 비해 실제 공사개소수는 34.07건으로 초과 투자되고 있는 것으로 나타났다.

Table 5. Efficiency by Local Government and Value of PROJECTION

Population (2014)	Local Government	Objective Value	PROJECTION						Peer Group	Reference count
			Civil	Structure	Pavement	Additional	Transportation	No. Traffic Accident Reduction		
More than 30 million	Suwon	0.653	3.484	3.920	3.267	0.823	19.139	70	Goyang, Paju	0
	Goyang	1	4	5	4	1	24	89	Goyang	10
	Seongnam	1	5	3	2	0	19	45	Seongnam	6
	Yongin	0.337	1.348	1.685	1.348	0.337	8.090	30	Goyang	0
	Anyang	0.944	1.889	1.133	0.756	0	7.178	17	Seongnam	0
	Bucheon	0.169	0.449	0.562	0.449	0.112	2.697	10	Goyang	0
	Ansan	0.360	1.079	1.348	1.079	0.270	6.472	24	Goyang	0
	Namyangju	0.514	1.798	2.247	1.798	0.449	10.787	40	Goyang	0
	Hwaseong	0.397	1.124	1.404	1.124	0.281	6.742	25	Goyang	0
	Pyeongtaek	0.325	3.471	1.952	2.278	0.603	11.148	36	Goyang, Paju	0
	Uijeongbu	0.422	3.222	1.933	1.289	0	12.244	29	Seongnam	0
	Paju	1	16	2	7	2	23	45	Paju	3
	Siheung	0.522	2.461	2.107	1.566	0.242	11.486	35	Goyang, Seongnam	0
	Kimpo	0.694	2.556	1.533	1.022	0	9.711	23	Seongnam	0
	Gwangmyeong	0.509	0.764	0.955	0.764	0.191	4.584	17	Goyang	0
Gwangju	0.596	2.667	1.6	1.067	0	10.133	24	Seongnam	0	
Avg	0.590	3.207	2.024	1.925	0.394	11.651	35	-	-	
Less than 30 million	Hanam	1	3	1	1	0	7	13	Hanam	11
	Icheon	0.649	9.728	1.204	3.243	0	15.564	34	Hanam, Yangju	0
	Osan	0.385	1.154	0.385	0.385	0	2.692	5	Hanam	0
	Yangju	1	6	0	2	0	7	18	Yangju	9
	Guri	0.148	0.887	0.085	0.296	0	1.331	3	Hanam, Yangju	0
	Anseong	0.799	9.593	2.056	3.198	0	18.386	37	Hanam, Yangju	0
	Pocheon	0.610	10.979	2.266	3.660	0	20.739	42	Hanam, Yangju	0
	Dongducheon	0.231	0.231	0.077	0.077	0	0.538	1	Hanam	0
	Yeoju	0.318	1.909	0.318	0.636	0	3.341	7	Hanam, Yangju	0
	Yangpyeong	0.565	6.785	0.162	2.262	0	8.481	21	Hanam, Yangju	0
	Gapyeong	0.823	9.048	1.214	3.016	0	14.805	32	Hanam, Yangju	0
	Yeoncheon	0.818	4.909	0.818	1.636	0	8.591	18	Hanam, Yangju	0
	Avg	0.612	5.352	0.799	1.784	0	9.039	19	-	-

#### 4. 개선사업의 효율성 실증분석 및 결과해석

##### 4.1 효율성 실증분석 방법

DEA는 효율성이 높은 DMU를 기준으로 투입변수의 상대적인 부족분 또는 초과분을 제시하는 방법이다.

하지만 교통사고 잦은 곳 개선사업은 공공의 안전을 위해 불특정 다수의 교통사고 발생을 예방하고 감소시키기 위한 목적을 가지고 시행되기 때문에 산출요소(사고감소건수) 대비 모든 투입요소(공사지점)가 비효율적인 지자체에서 초과되는 것으로 나타난다.

이러한 공익의 안전을 위한 개선사업은 DEA결과에서 제시하는 Projection 값에 맞춰 공사지점을 감소시키는 것보다는 지자체 규모별로 효율적인 공사방식을 제시하는 것이 바람직할 것이다.

효율적인 공사방식 제시를 위하여 먼저 비효율적으로 개선공사를 실시한 지자체가 효율적으로 개선공사를 실시하기 위해서 얼마만큼 투입량을 증감시켜야 하는지를 분석하며 방법은 식 (3)과 같다.

다음으로 식 (4)를 이용하여 비효율적 지자체에 대한 평균을 제시한다.

$$x_i(\%) = \frac{projection_i - \sum_{지점수_i} 지점수_i}{\sum_{지점수_i} 지점수_i} \times 100 \quad (3)$$

(i = 토목, 구조, 포장, 부대, 교통공사)

$$x_i^*(\%) = \frac{\sum_{비효율적지자체} x_i}{\sum_{비효율적지자체}} \quad (4)$$

**Table 6.** Change rate by type of construction to be efficient for inefficient local government (Unit : %)

	Civil	Structure	Pavement	Additional	Transportation
More than 30 million	-74.29	-70.53	-68.54	-78.56	-53.06
Less than 30 million	-56.83	-77.66	-56.16	-100.00	-51.81

식 (3), (4)에 의해 제시된 비효율적 지자체의 평균 공사별 증감율은 Table 6과 같이 모든 공사방식에 대한 지점 수 감소가 요구된다.

앞서 언급한 바와 같이 공익 안전사업의 DEA모형의 한계점을 보완하고 교통사고 잦은 지점 개선사업의 효율적인 공사방식을 제시하기 위하여 식 (5), (6), (7)을 이용하여 시행한 총 개소수는 유지한 채 효율적인 개선사업시의 공사종류별 개소수를 분석한다.

$$a_i = \sum \text{비효율적지자체의 지점수}_i \times x_i^* \quad (5)$$

$$Y_i = \frac{a_i}{\sum \text{비효율적지자체}} \quad (6)$$

$$y_i(\%) = \frac{Y_i}{\sum Y_i} \times 100 \quad (7)$$

#### 4.2 효율성 실증분석 결과

식 (3)-(7)까지의 효율성 실증분석 방법을 이용하여 도출된 지자체 규모별 효율적 개선사업을 하기 위한 공사 비율은 Table 7과 같다.

Table 8은 지자체별로 비효율적인 지자체가 분석기간 동안 실시한 공사종류별 개소수와 Table 7의 값을 적용하여 공사종류별 개소수의 이상치를 나타낸 것이다.

그룹별로 비교해보면 인구 30만 이상 지자체는 상대적으로 교통공사의 비중을 높여 교통사고 잦은 지점

**Table 7.** The percentage of construction that inefficient local government should apply for efficient construction (Unit : %)

	Civil	Structure	Pavement	Additional	Transportation
More than 30 million	16.14	11.38	8.93	1.99	61.56
Less than 30 million	31.97	6.59	11.00	0.00	50.44

**Table 8.** Current value and Ideal value for the number of sites by construction type

(Unit : Number of sites)

	Local Government	Civil		Structure		Pavement		Additional		Transportation	
		Current value	Ideal value	Current value	Ideal value						
More than 30 million	Suwon	9.00	10.33	6.00	7.28	5.00	5.71	4.00	1.28	40.00	39.40
	Yongin	13.00	8.72	5.00	6.14	6.00	4.82	1.00	1.08	29.00	33.24
	Anyang	2.00	2.42	3.00	1.71	2.00	1.34	0.00	0.30	8.00	9.23
	Bucheon	7.00	6.46	9.00	4.55	3.00	3.57	5.00	0.80	16.00	24.62
	Ansan	9.00	6.13	6.00	4.32	3.00	3.39	2.00	0.76	18.00	23.39
	Namyangju	11.00	7.75	7.00	5.46	8.00	4.28	1.00	0.96	21.00	29.55
	Hwaseong	12.00	6.30	5.00	4.44	3.00	3.48	2.00	0.78	17.00	24.01
	Pyeongtaek	20.00	12.43	6.00	8.76	7.00	6.87	2.00	1.54	42.00	47.40
	Uijeongbu	13.00	9.69	13.00	6.83	5.00	5.36	0.00	1.20	29.00	36.94
	Siheung	5.00	6.46	9.00	4.55	3.00	3.57	1.00	0.80	22.00	24.62
	Kimpo	12.00	5.49	5.00	3.87	3.00	3.03	0.00	0.68	14.00	20.93
	Gwangmyeong	4.00	4.04	4.00	2.84	6.00	2.23	2.00	0.50	9.00	15.39
Gwangju	18.00	7.59	5.00	5.35	7.00	4.20	0.00	0.94	17.00	28.93	
Less than 30 million	Icheon	17.00	16.94	7.00	10.51	5.00	5.83	0.00	0.00	24.00	26.73
	Yangju	3.00	1.80	2.00	2.99	2.00	1.65	1.00	1.00	8.00	8.57
	Guri	6.00	6.71	4.00	1.38	2.00	2.31	0.00	0.00	9.00	10.59
	Anseong	12.00	18.22	10.00	3.76	11.00	6.27	1.00	0.00	23.00	28.75
	Pocheon	28.00	25.26	10.00	5.21	6.00	8.69	1.00	0.00	34.00	39.85
	Dongducheon	1.00	5.12	3.00	1.05	2.00	1.76	2.00	0.00	8.00	8.07
	Yeosu	10.00	7.99	1.00	1.65	2.00	2.75	0.00	0.00	12.00	12.61
	Yangpyeong	17.00	12.79	2.00	2.64	4.00	4.40	2.00	0.00	15.00	20.18
	Gapyeong	11.00	13.75	7.00	2.83	4.00	4.73	3.00	0.00	18.00	21.69
	Yeoncheon	13.00	10.23	1.00	2.11	2.00	3.52	0.00	0.00	16.00	16.14

개선공사를 시행하여야 하며, 인구 30만 이하 지자체는 교통공사와 토목공사의 비중을 높여 개선공사를 시행하여야 하는 것으로 나타났다.

세부적으로 살펴보면 인구 30만 이상인 지자체 중 가장 비효율적으로 나온 부천시의 경우 토목공사, 구조공사, 부대공사의 경우 각각 0.54개소수, 4.45개소수, 4.30개소수만큼 적게 공사를 시행하고, 포장공사와 교통공사를 각각 0.57개소수, 8.62개소수만큼 공사를 많이 시행하는 것이 바람직하다고 판단된다. 마찬가지로 인구 30만 미만인 지자체 중 가장 비효율적으로 공사를 시행한 구리시는 구조공사를 2.62개소수 적게 시행하고, 토목공사와 포장공사, 교통공사를 각각 0.71개소수, 0.31개소수, 1.59개소수만큼 많이 시행하는 것이 바람직하다고 나타났다.

### 4.3 결과해석

인구 30만 이상 지자체는 상대적으로 교통공사의 비중을 높이고, 인구 30만 이하 지자체는 교통공사와 토목공사의 비중을 높여야 하는 것으로 분석되었는데, 이는 그룹별 교통사고특성과 연관하여 해석할 필요가 있다.

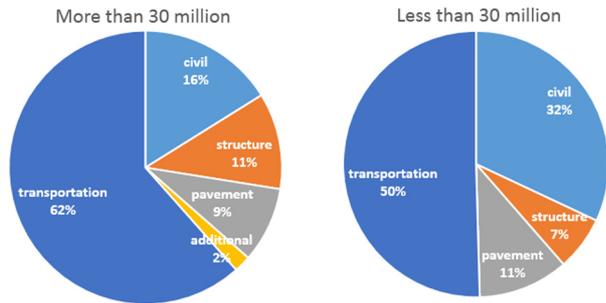


Fig. 2. The percentage of construction that inefficient local government should apply for efficient construction.

교통공사의 경우 신호 및 시인성관련 개선 중심으로 시행되는데 사고통계데이터(TAAS)<sup>10</sup>를 분석해보면 2011년부터 2015년까지의 인구 10만명당 횡단 중 보행 사고가 인구 30만 이상 지자체는 31.49건, 인구 30만 이하 지자체는 27.56건으로 30만 이상 지자체가 더 높았다. 야간(20시~06시) 교통사고 발생건수도 30만 이상 지자체는 114.63건으로 30만 미만 지자체 112.13건 보다 많이 발생하여 30만 이상 지자체의 신호 및 시인성 관련 교통공사 비율 증가가 필요하다는 점을 시사한다.

토목공사는 도로면 포장, 종단경사 완화, 가각처리 등 도로기하에 따른 차량단독사고나 과속사고 감소를 예방하기 위한 공사 중심을 진행된다. 사고통계데이터

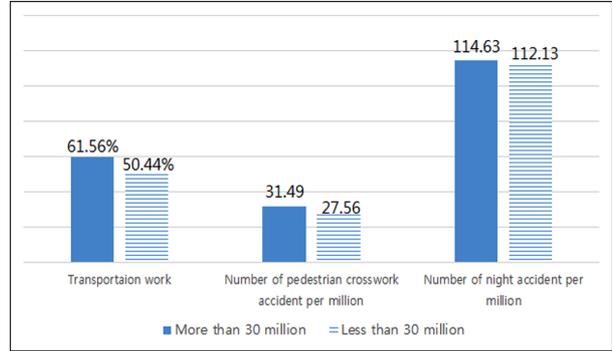


Fig. 3. Characteristics of accident related to transportation work.

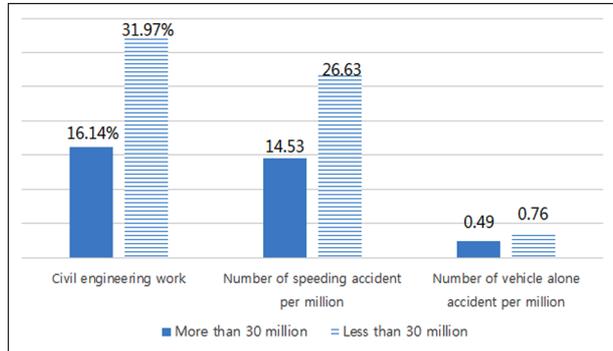


Fig. 4. Characteristics of Accident Related to civil engineering work.

(TAAS)<sup>10</sup>를 분석해보면 2011년부터 2015년까지의 인구 10만명당 차량단독사고 인구 30만 이하 지자체가 평균 26.63건으로 30만 이상 지자체 14.53건 보다 많이 발생하였고, 과속사고 역시 30만 이하 지자체가 0.76건으로 30만 이상 지자체 0.49건보다 높게 나타나 인구 30만 이하 지자체의 토목공사 비율 증가가 필요하다는 결과를 뒷받침 해준다.

## 5. 결론

본 연구는 DEA를 이용하여 지자체별 교통사고 잦은 곳 개선사업의 효율성을 측정하기 위해 2004년부터 2013년까지 공사가 완료된 지점을 대상으로 분석하였다. 투입요소는 분석기간 동안 지자체별로 시행된 토목, 구조, 포장, 부대, 교통공사의 지점수이며, 산출요소는 지자체별 공사를 시행한 지점의 사고감소건수의 합으로 하였다.

분석 결과에 따르면 고양시, 성남시, 파주시 등이 개선사업을 효율적으로 실시한 것으로 나타났다. 하지만 비효율적인 지자체에 대해서는 단순히 Projection 값을 적용할 수 없는 모형적 한계가 존재하였다.

따라서 효율성 실증분석 방법을 적용하여 비효율적 지

자체가 효율적인 개선사업을 실시하기 위한 공사 비율을 분석 적용하였다. 결과에 따르면 30만 이상인 지자체에서는 개선공사를 실시할 때 토목과 교통 공사의 지점수를 각각 16%, 62% 정도로 실시하여야 한다. 이와 다르게 30만 미만인 지자체는 토목공사와 교통공사의 지점수를 32%, 50% 정도로 실시하여야 한다는 인구규모별 지자체의 효율적인 개선공사 방식을 제시할 수 있었다.

향후 다음과 같은 한계점을 보완할 경우 지자체 그룹이 아닌 지자체별로 세부적인 효율성 측정 및 개선 방식을 제시할 것으로 예상된다.

첫째, 공사에 따른 비용을 측정하지 못하였다. 공사 지점과 실시하는 공사에 따라 비용이 다르기에 공사종류별 비용을 투입요소로 하고자 하였으나 자료수집이 어려워 지점수로 투입요소를 하였다. 즉, 공사별 소요된 비용과 총 비용을 고려함으로써 예산을 고려한 결과를 도출할 필요가 있다.

둘째, 배수공사를 고려하지 못한 측면에서 한계를 가지고 있다. 교통사고 잦은 곳 개선계획 보고서는 개선사업 종류를 6가지(토목공사, 배수공사, 구조물공사, 포장공사, 부대공사, 교통공사)로 나누었으나, 개선내역에서 배수공사에 해당하는 공사는 분류하기에 어려움이 있어 제외하였다. 즉, 배수공사를 고려하여 효율적인 교통사고 잦은 곳 개선사업의 공사 비율을 도출할 필요가 있다.

셋째, 본 연구에서는 분석 기간 동안 기초지자체별로 개선사업을 실시한 지점에 대하여 통합적으로 분석하다보니, 지점별에 대한 특성을 고려하지 못한 측면에서 한계를 가지고 있다. 즉, 지점별 교통안전의 기본이 되는 교통량 및 속도 등을 고려할 필요가 있다. 이러한 보완이 이루어진다면 교통사고 잦은 곳 개선사업을 지자체에서 실시할 때 지점별 세분화된 분석이 가능할 것이며 공사지점별 우선순위 산정 등 활용도를 더 높일 수 있을 것으로 판단된다.

**감사의 글:** 본 연구는 국토교통부 교통물류사업 「도로변 수직구조물 충돌사고 및 도로 작업자 위험도 경감기술 개발(17TLRP-C096228-03)」과제의 연구비지원으로 수행되었습니다.

## References

- 1) R. D. Banker, A. Charnes and W. W. Cooper, "Some Models for the Estimation of Technical and Scale Efficiencies in Data Envelopment Analysis", *Management Science*, Vol.30, No.9, pp.1078-1092, 1984.
- 2) K. J. Moon, "Measuring and Evaluating the Efficiency of Public Libraries: The Case of 21 Public Libraries in Busan", *Korean Society and Public Administration*, Vol. 20, No. 2, pp.59-92, 2009.
- 3) Y. C. Jang and T. S. Ryu, "Effectiveness Analysis of Traffic Island at Black Spots, Proceedings of the KOR-KST Conference, Vol. 2006, No.4, 2006.
- 4) Y. S. Kim, D. S. Soo and Y. I. Lee, "Effectiveness Analysis of Improvement Project at Black Spot", *Proceedings of the KOR-KST Conference*, 2007.
- 5) S. J. Hong, J. H. Oh and H. G. Ha, "Determining Priority of Transport Policies with a Focus on Data Envelopment Analysis with Ranked Voting Data", *Journal of Korean Society of Transportation*, Vol. 21, No. 5, pp. 49-58, 2003.
- 6) Y. Ch. Choi and J. H. Hong, "Applying DEA Technique to Estimation of the Optimal number of Traffic Policemen in Police Stations", *Korean Comparative Government Review*, Vol.14, No.2, pp. 355-376, 2010.
- 7) J. S. Han, H. L. Kim and S. Y. Go, "A DEA(Data Envelopment Analysis) Approach for Evaluating the Efficiency of Exclusive Bus Routes", *Journal of Korean Society of Transportation*, Vol. 27, No. 6, pp. 45-53, 2009.
- 8) Y. N. Kim and T. Y. Jang, "Relative Efficiency among Cities and Counties in Chonbuk Province on Traffic Accident by Data Envelopment Analysis", *KSCE 2012 Convention Program*, pp. 9-12, 2012.
- 9) C. H. Lee, J. K. Kim, S. J. Hwang and J. W. Jeon, "An Analysis of Efficiency of Superior Appraisal Corporations Using DEA", *The Korea Contents Society*, Vol.10, No.12, pp.290-299, 2010.
- 10) TAAS, Traffic Accident Analysis System(<http://taas.koroad.co.kr>)