

한-아세안(신남방)  
스마트도시수출 거점HUB

# 스마트도시 기술 Report

No.2(제 2 호)  
2020. 12. 30  
발행일 : 수시

서울특별시 동대문구 서울시립대로 163 서울시립대 도시과학연구원 [국제도시 및 인프라 연구센터]

담당자 E-mail : kkim019@uos.ac.kr

본 Report 는 한국연구재단의 인문사회연구소 지원을 받아 최근 한-아세안(신남방) &스마트도시에 대한 정책, 사회, 경제, 도시, 기술 등 국내외 다양한 이슈를 정리한 리포트임.

## 케냐 Kenol-Sagana 도로 ETC System 적용 연구

### A Study of Introduction of Electronic Toll Collection (ETC) system for Kenol-Sagana road in Kenya

윤상훈 Yoon Sang Hoon  
홍일선 Hong Il-sun

서울시립대 국제도시과학대학원 글로벌건설학과  
서울시립대 국제도시과학대학원 글로벌건설학과



# 케냐 Kenol-Sagana 도로 ETC System 적용 연구

윤상훈 · 홍일선

서울시립대학교 글로벌건설학과

## A Study of Introduction of Electronic Toll Collection (ETC) system for Kenol-Sagana road in Kenya

Yoon Sang Hoon · Hong Ilsun

Department of Global Construction, University Of Seoul

(Received Dec 15, 2020 )

### 1. 서론

인구 증가와 도시 집중 현상이 가속화되면서 교통 혼잡, 에너지 및 자원 고갈, CO2에 의한 지구온난화 등의 여러 문제가 세계 곳곳에서 나타나고 있다. 이러한 도시 문제를 해결하고 도시생활의 질을 향상시키기 위해 지구촌 미래 도시로 급부상한 스마트시티에 대한 관심은 그 어느 때보다 높다. 그러나 우리나라를 비롯해 해외 각국에서는 이미 2010년대부터 다양한 스마트 시티 정책을 추진해오고 있다. EU의 경우 2011년 기후 변화 대응을 위한 효율적 도시모델로 스마트시티를 규정하면서 스마트시티 및 커뮤니티 혁신 파트너십(The European Innovation Partnership on Smart Cities and Communities: EIP-SCC)이 출범했다.\* 이후 유럽 내 스마트시티가 본격적으로 진행되면서 온실가스 감소, 에너지, 환경 문제 해결과 관련된 스마트시티 프로젝트들이 국가별로 추진됐다. 반면에 중국, 인도, 아세안 국가들은 급격한 도시화에 따른 도시 문제 해결과 국가 경쟁력 강화를 위하여 스마트시티 정책들을 도입했다. 북미 역시 도시 문제 해결과 함께 미래 신산업 육성을 위해 스마트시티 구축 계획을 진행하고 있다.

이렇듯 우리나라를 비롯한 세계 각국에서 스마트 시티에 대한 필요성을 무겁게 다루고 있으며 기술의 빠른 선점을 위해 빠르게 움직이고 있다. 스마트 시티

(Smart City)는 정보통신 융합 기술의 발전에 따라 최근에 주목을 받고 있으며 이에 대한 정의는 다양하다. 일반적으로는 기술적인 면에 초점을 맞추어 첨단 도시 인프라 구축과 인공지능이나 초고속통신망을 통해 자동으로 제어되고 스스로 알아서 문제를 해결 할 수 있는 똑똑한 도시를 일컫는다.\*\*

본 연구에서는 다양한 스마트 시티관련 기술 중에 ETCs\*\*\*를 국내 기술을 바탕으로 개도국에 적용하는 방안을 논의를 해보고자 한다. 이는 현재 글로벌 시장에서 높은 기술력으로 평가받는 국내 스마트 시티 기술인 ETCs의 해외 수출을 기대 할 수 있을 것이다.

### 2. 연구범위 및 방법

연구의 범위는 국내 ETCs 기술을 2020년 8월 14일 확장공사를 시작하여 4년의 공사기간으로 현재 확장공사가 진행 중인 케냐의 Kenol-Sagana 고속도로 프로젝트(이하 ‘케냐도로사업’)에 적용하는 방안에 대한 연구이다.

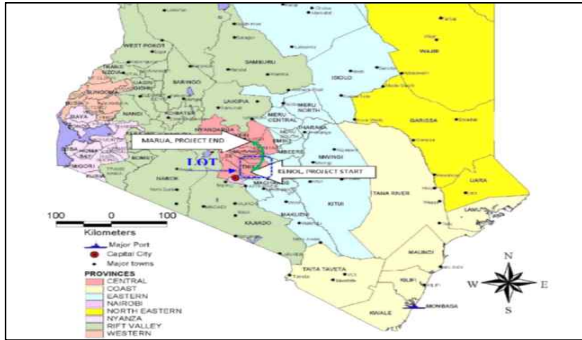
케냐 도로사업 공사명은 「Construction supervision of Kenol-Sagana-Marua Highway Improvement Project : LOT1 Dualling of Kenol-Sagana(A2)-48km」이며 연장

\*\* 문승혁, “스마트시티 발전을 위한 빅데이터 플랫폼 구축과 적용”, The Journal of the Convergence on Culture Technology (JCCT), 2020.03.04

\*\*\* Electronic Toll Collection System, 전자통행료지불 시스템

\* 2020-02 스마트 시티편 해외동향, KDI 경제정보센터

은 총 48Km로서 연간평균 일일교통량 AADT (Annual Average Daily Traffic)은 22,248대로서 도로명은 A2이며 케냐와 에티오피아를 연결하는 A2 고속도로의 Nairobi 구간에 해당한다.



<그림 5> 프로젝트 위치도

선행 문헌을 검토하여 국내 ETCs의 역사 전반적으로 알아보고 ETCs의 경제성 분석 결과를 통해 얻을 수 있는 편익과 효과에 대해서 논의하고 ETCs의 당위성과 현재 진행되고 있는 케냐 Kenol-Sagana Road에 적용하는 방안을 도출하고 그에 대한 문제점과 해결방안을 논의하겠다.

본 연구 범위인 케냐 도로는 일대일로\*중 케냐 지역에 포함되는 중요한 도로로서 케냐 고속도로국 KeNHA에서도 고속도로 기능유지를 위해 ETC 시스템을 적용한 완전폐쇄식 유료도로가 필요함을 인지하고 있다. 이를 위해 한국 Highpass ETCs의 설치에 대해 관심이 있으며 본 과업이 케냐에 전혀 없는 ETCs 시스템을 설치하는 파일럿 프로젝트로서의 의미가 있다. 또한, 진행 중인 케냐 도로 사업의 재원은 AfDB (African Development Bank)로 케냐 정부의 재정을 활용하거나 민간에 의한 ETCs 설치 재원 확보보다 추가 예산 확보에 쉬운 점도 본 연구의 실현 가능성을 높일 수 있다고 판단된다.

### 3. 기존문헌에 대한 검토

우리나라의 ITS (Intelligent Transport System)은 2000년 도에서부터 시행되었다. ITS의 정의는 국가교통체계 효율화법 제2조에 의하면 “교통 수단 및 교통시설에 대하여 전자·제어 및 통신 등 첨단 교통기술과 교통정보를 개발·활용함으로써 교통체계의 운영 및 관리를 과학화·자동화하고, 교통의 효율성과 안전성을 향상하는 교통체계를 의미”라고 정의 내리고 있다.

\* 일대일로(一帶一路)는 직역하면 하나의 띠, 하나의 길로 중국이 서부 진출을 위해 제시한 국가급 정층 전략(國家級頂層戰略) 정책이다

2000년 실행 이후 현재 한국 ITS의 현재 위치는 기술적으로는 글로벌 9위로 랭크되어있으며 ITS 서비스 순위는 글로벌 5위로 글로벌 경쟁력을 가지고 있다. 국내에서는 ITS는 고속도로는 4,407km 연장에 100% 설치가 되어 있으며 국도는 3,108km 22.7% 및 지자체 도로 7,620km 10.4% 설치되어있다. 국내는 포화상태로서 수출을 위해 노력하고 있다.

1969년에는 유인 통행료징수 시스템을 운영했던 우리나라는 1994년 기계식 통행료징수 시스템을 설치 운영했으며 이후 2007년부터는 현재 운영 중인 Hi pass 시스템을 설치하여 Toll gate에서 주행 중인 차량이 멈추지 않고 통행료를 징수하는 ETCs를 설치 운영하고 있다.

<The transition process of toll collection system in Korea>

YEAR	1969	1994	2007
STYLE	Manual system (You must stop)	Machinery system (You must stop)	ETC system (You don't need stop)
IMAGE			

\*Source : Intelligent Transport Society of Korea(ITS Korea), 2016

<그림 6> 한국 교통요금 징수 시스템 과정

2000년 국토해양부에서는 ETCs 설치에 대한 편익에 대해 검토를 수행 하였는데 ETCs 설치 기대효과로 교통혼잡에 대한 사회적 비용으로 4.59조원의 절감 효과를 기대하였으며, 교통사고가 30% 줄어드는 것으로 나타났다. 또한 배기가스는 10%절감 효과를 예상 하였다. 하지만 설치후 2년 후에 실시된 검토는 기존에 예상했던 효과보다 더 큰 결과를 나타냈다. 평균차량 속도가 15~20% 증가하였고 교통혼잡은 20% 절감되어 사회적 편익으로 11.8조원의 효과를 냈으며 교통사고는 32.5% 절감되었으며 배기가스는 국도에서는 19,000tonCO2/year/1,000km, 고속도로에서는 23,000tonCO2/year/1,000km 절감되는 결과를 나타냈다. 경제성 분석에서 평균 지체시간 감소와 평균속도 증가를 통해 연간 에너지 절감효과는 448.7억 원의 효과를 나타냈다.

<표 1> 주요도시의 지체시간 감소

< Delay time reduction effect (per a car) >			
City	Delay time (sec)	Reduced time (sec)	Reduced rate of Delay time(%)
Dae-jeon	70 → 33	37	52.9
Jeon-ju	176 → 104	72	41.1
Je-ju	596 → 406	190	31.9
Gwa-cheon	94 → 41	53	56.4

<표 2> 주요도시의 평균 속도 증가

< Speed increase effect >			
City	Average speed up (km/h)	Fuel efficiency (km/l)	Improvement rate of Fuel efficiency(%)
Dae-jeon	28.5 → 34.0	20.5 → 23.9	16.6
Jeon-ju	22.8 → 31.4	20.4 → 23.8	16.7
Je-ju	29.8 → 31.6	-	-
Gwa-cheon	28.5 → 35.8	-	-
Average	21.2% up		16.6

<표 3> 연평균 에너지 절감 효과

< Annual energy saving effect >						
category		Dae-jeon	Jeon-ju	Je-ju	Gwa-cheon	Sum
Delay reduction	Fuel saving(KL)	4.883	6.535	7.587	5.216	24.221
	Saving cost (million won)	6.185	8.262	9.587	6.592	30.626
Speed up	Fuel saving(KL)	2.479	4.339	927	3.552	11.297
	Saving cost (million won)	3.095	5.488	1.173	4.488	14.244
Sum	Fuel saving(KL)	7.362	10.874	8.514	8.768	35.518
	Saving cost (million won)	9.280	13.750	10.760	11.080	44.870

\*Source : Korean part testing research institute, 2005

배기가스 절감으로 인한 편익을 계산해보면 CO2 (이산화탄소)와 NO (산화질소) 절감으로 계산된 차량 유류비 절감은 총 123억원의 효과를 나타내고 있다.

<표 4> 1회 통과 시 배기가스 절감

< Reduction amount when one pass >					
City		Fuel use (mL)	CO2(g)	NO(g)	Cost of fuel(W)
1ton Cargo truck	Hi-pass	70.2	188.8	1,636	126
	General	94.7	254.6	2,369	170
	Reduction	24.5	65.8	0.733	44
Gasoline car	Hi-pass	62	145.4	0.017	124
	General	76.8	180.0	0.029	154
	Reduction	14.8	34.6	0.012	30

\*Source : National Institute of Environmental Research, 2011

<표 5> 연간 배기가스 절감 및 총 절감액

< Annual expected reduction >				
City	Fuel use (KL)	CO2(ton)	NO(ton)	Cost of fuel (100million won)
1ton cargo truck	1,485	3,994	44.5	27
Gasoline car	4,825	11,305	3.9	96
Total	6,310	15,299	48.4	123

\*Source : National Institute of Environmental Research, 2011

이와 같이 ETCs 의 여러 가지 효과에 대해서 알아보았다. 경제적인 편익과 환경문제 해결 등을 검토한 결과를 통해 ETCs 의 설치에 대한 당위성 확인 하였으며 이를 통해 본 연구의 프로젝트의 케냐 도로사업에 ETCs 설치 후 상기와 같은 효과를 기대 할 수 있다.

#### 4. ETS System의 적용방안

현재 케냐 도로관리청 'Kenya National Highway Authority(KeNHA)는 유료도로의 도입의 필요성을 인지하고 있으며 2020년 11월 회의시 도입의 필요성에 대하여 의견을 피력하였다.

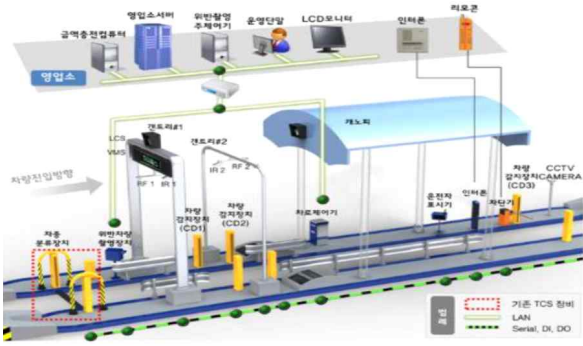
케냐는 Kenol-Sagana 등과 같은 주요도로의 경우 KeNHA가 관리하고 접속도로는 지역 County governments가 관리하며 유지관리비용 재원 마련을 위해 20ton 이상의 과적차량에 벌금을 부과하여 있는 실정이다.

본 과업도로의 적용될 ETS System의 적용을 위한 유료도로 위치를 검토한 결과, 본 과업시점부의 11km 전방 구간(Embu~Nairobi 고속도로)은 본선 좌우에 부가도로가 설치된 4차로 도로로서 이미 본선영업소 설치를 위한 차로 확장 및 톨부스 안전지대가 설치되어 있어 유료도로의 시점으로 타당하며 유료도로의 종점은 본과업도로의 종점으로 함이 타당하다고 판단된다.

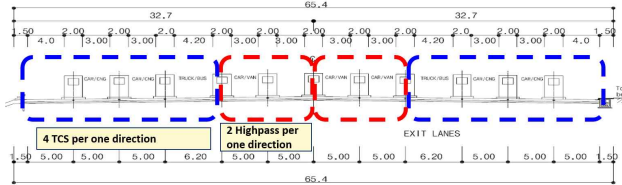


<그림 3> 메루~나이로비 고속도로상의 본선영업소 전경

ETS 시스템은 한국에 현재 적용되어 있는 하이패스 시스템을 적용하고 현지 고속도로 이용에 대한 정서를 고려하여 TCS 방식을 기본으로 2차로의 하이패스 차로를 설치하는 방안으로 검토하고자 하며 향후 단말기 보급, 후불 전자카드 도입 등 ETS시스템 적용상황에 따라 하이패스 차로를 증가시킴이 타당하다.



<그림 4> 하이패스 시스템 예시



<그림 5> 하이패스 차로 구성 예시

설치에 앞서 필요하다.

케냐의 전력은 Kenya Power에서 생산 및 관리하고 있으나 지속적인 전력공급에 문제점을 가지고 있어 도로상의 대부분의 교차로는 회전교차로를 적용하며 출퇴근 등 피크시간에는 교통경찰관의 교통통제를 통해 관리되고 있는 실정이다. 이는 지속적인 전력 공급이 필요한 ETS 시스템의 전력공급에 문제가 예상되므로 Kenya Power와의 전력공급방안에 대한 협약 등 체결이 필요하다.

현재 공용중인 폭 12m의 2차로 도로를 폭 21m의 4차로로 확장하는 사업으로 도로인프라가 부족한 케냐의 사정으로 인해 도로 주변이 고도로 발전해 있는 상황이다.



<그림 5> 기존 2차로 도로 주변의 상점

### 5. 문제점 및 해결방안

Kenol~Sagana 도로는 African Development Bank Group의 재원으로 현재 시공중(계약일 2020.8.14., 공사기간 48개월)에 있으며 공사비는 8,496백만 KES, 예비비 10%이다. 계약서에 따르면 추가 완공후 본 도로의 관리를 위한 건물, 기존도로 주변에 위치한 상점 보전방안 등이 제시되고 있어 예비비 10%를 통한 ETS 시스템 설치에 불가능한 상황이다.

본 과업도로에 ETS System을 위해 필요로 하는 사업비가 본 과업의 예비비를 초과하므로 재원확보를 위한 케냐 당국의 자체 재원 또는 AfDB와의 별도의 Trench를 통한 자금 확보가 필요하다.

한국의 경우 유도도로에 관한 법률로서 「유도도로법」과 「사회기반시설에 대한 민간투자법」이 있어 유도도로의 신설 및 개축에 대한 설치주체를 규정하고 요금부과 및 요금산정에 대한 법적근거, 유도도로 관리방안에 대해 규정하고 있다. 그러나 현재 케냐에는 유도도로가 없으며 이와 관련된 법률이 없는 상황이다.

ETS 시스템을 설치하기 위한 유도도로 관련 법령의 재정이 필요하며 케냐 정부, 고속도로 관리청 KeNHA, 케냐 법제처와의 협의를 통해 법령 재정이 유도도로

기존 2차로 Kenol~Sagana 도로 좌우에 상점 및 가옥이 위치하며 많은 부가도로 등이 있어 본 과업도로를 폐쇄식 유료도로로 함에 따라 기존도로 주변 상점 및 가옥에 대한 접근을 고려한 부가도로가 필요하며 현재 설계는 이러한 부가도로가 고려되어 있지 않아 향후 설계변경 및 재원 확보가 필요하다.

본 과업도로는 Makuya county와 Wanguru county를 연결하는 유일한 도로로 ETS System을 적용한 유료도로로 전환시 대체도로가 없어 모든 차량이 요금을 지불하여 도로를 이용하는 문제점이 발생하게 된다.

유료도로를 이용을 원하지 않는 차량의 통행을 위해 별도의 2차로 도로를 신설하여야 하며 본 과업연장이 48km임을 고려할 때 이를 위한 재원도 본 과업 공사비만큼의 재원이 필요할 것으로 판단되며 이는 사업추진

의 가장 어려움으로 예상된다.

마지막으로 예상되는 문제점은 현재 케냐에는 유료 도로가 없다는 점이다. 한국, 미국, 유럽 등 선진국의 정서는 고속도로 이용에 요금을 지불해야 한다는 점이 국민정서로 당연하나 본 과업도로가 케냐 최초의 유료 도로가 됨에 따라 캠페인 등을 통한 국민정서의 전환이 요구된다.

### 5. 결론 및 고찰

본 과업 시점부와 연결되는 4차로 도로로 운영중인 Embu~Nairobi 고속도로의 운영상황을 살펴보면 고속도로 주변으로 고도화 됨에 따라 시가지가 형성되어 있는 구간이 상당히 존재하며 보행자 횡단을 위한 횡단보도가 속도제한표지 50km/h, 과속방지턱과 함께 설치되어 있어 상습 정체 구간이 되고 있다. KeNHA 고속도로 관리청도 고속도로 본래의 기능유지 및 유지관리비용 마련을 위한 폐쇄식 ETS System을 적용한 유료도로의 필요성을 제기하고 있다.

ETS System을 적용한 유료도로의 적용을 위해서는 케냐 내부로는 유료도로의 관리·요금부과 등을 위한 관련 법령의 정비, 상점 및 가옥등을 위한 본 과업도로의 주변으로 부가도로 설치, 유료도로화에 따른 2차로 신설도로의 설치 또한 케냐 최초의 유료도로이므로 국민정서의 전환을 위한 캠페인 등이 추진 되어야 할 것으로 판단된다.

외부로는 2차로 도로 신설 등에 따라 상당한 재원이 요구되므로 케냐 정부의 자체 제원 또는 AfDB 자금을 확보하기 위한 협상과정이 요구된다.

본 과업도로 Kenol~Sagana 도로가 한국의 High-pass ETS System을 적용한 최초의 도로가 된다면 향후 케냐 내의 유료화 도로사업 추진시 국내의 근거리 전용 통신(DSRC) 시스템 업체의 해외 진출, 차량 단말기 수출을 할 수 있는 좋은 기회로 사료된다.

### References

- 1) T.H.Kim et.al,“Establishing a Mutual Cooperation Evaluation System for Overseas Construction in order to promote the joint advancement of overseas construction”, 2018.
- 2) T. H. Son, “Strategies for Large and Small Companies to enter the Overseas Construction Market together”, 2011.
- 3) M. H. Kim, “A Study on the Status of Small and Medium-sized Construction Companies' Entry into the Overseas Market and Promotion”,2005
- 4) H. P. Park, “A Study on the Performance Analysis and Expansion of Overseas Market Development Support Projects to Expand the Competitiveness of Small and Medium-sized Construction Companies”, 2016
- 5) W. Y. Jung, “Competitiveness Evaluation and Order Strategies for Joint Overseas Advancement of Large and Small Companies”,2007
- 6) S. H. Yoon, “A Study on the Competency of Small and Medium-sized Construction Companies for Overseas Construction”,2015
- 7) M. H. Km, “A Study on the Support Plan for Improving Credit Levels for the Expansion of Small and Medium-sized Construction Companies ”,2014
- 8) J. H. Km, “A Study on the Improvement of Guarantee Support System for Overseas Construction of Small and Medium-sized Enterprises”, 2016
- 9) E. S. Lee “A Study on the Improvement of Financial Support System to Promote the Overseas Advancement of Small and Medium-sized Construction Companies”, 2009
- 10) H. E. Km, “An Analysis of the Implementation Guarantee Issuing Status of Small and Medium-sized Enterprises”, 2016