

## 민자고속도로 통합운영방안 연구

신용석\*

한국도로공사 서해대교관리소

### Unifying the operation of Privately Funded Expressways

SHIN, Yong Suk\*

Seo-hae Grand Bridge Management Office, Korea Expressway Corporation, Chungnam Dangjin 515, Korea

#### Abstract

The Korean government has actively accepted private investments in building expressways to improve its financial status. As of 2012, 422km of 9 private expressways are under operation, and until 2016 additional 15 are planned to be built with private investments. However, on average, each private expressway is at most 37km long, which works against economies of scale in maintenance and thus leads to inefficiencies such as traffic jams, driver inconveniences, and the increase in operating costs. To resolve these problems, the present study suggested that the maintenance and tolling system should be unified across each private operator. Unifying the operation of private expressways was expected to reduce user travel times and tolls, and save operator maintenance costs. These economic effects were expected to be tantamount to hundreds of billions of dollars. The shared toll collecting system will also reduce user's delays by removing main line tollgates. This can save another hundreds of billions of dollars by ensuring driver's convenience and safety.

정부는 재정의 효율적 운영을 위해 민자 유치를 적극 추진하여 2012년 현재 9개 민자고속도로/422km가 운영중이며, 향후 24개 노선/928km로 확대·운영될 예정이다. 그러나, 평균연장이 37km에 불과한 민자고속도로들이 노선별로 요금정산과 유지관리를 시행함에 따라 이용자 불편, 도로정체, 운영비 증가 등 문제 발생하고 있다.

이러한 문제점을 해결하기 위해 단구간 민자고속도로의 통합운영을 제안한다. 통합운영으로 인해 이용객 운행시간 감소, 운영비용 절감, 민자고속도로 통행료 인하가 가능하며, 통합으로 인한 경제적인 효과는 수천억원이 될 것으로 예상된다. 또한 민자 및 재정고속도로의 요금정산 통합운영으로 중간정산영업소 정차시간 단축으로 이용객 편의 증진 및 안전운행을 도모할 수 있을 것으로 예상된다.

#### Key Words

Privately-funded Expressways, The Unification of Toll Collecting System & Maintenance System, Middle Marking, Electronic Tag, Intergrated Video System  
민자고속도로, 요금정산 및 유지관리 통합, 영업소 중간마킹, 전자 태그(TAG), 통합영상시스템

\*: Corresponding Author  
credit@ex.co.kr, Phone: +82-41-350-0300, Fax: +82-41-350-0308

# 1. 서론

## 1. 연구의 배경 및 목적

최근 정부는 예산의 효율적인 운영을 위하여 도로부문에 대한 민간자본의 유입을 적극적으로 추진중에 있다. 2012년 현재 9개의 민자고속도로가 운영 중이며, 향후 2018년 이후에는 15개 노선이 추가로 건설되어 총 24개 민자고속도로가 운영 될 예정이다.

기존의 한국도로공사가 건설 및 유지관리하는 재정고속도로와 민간자본으로 건설된 민자고속도로는 운영주체가 서로 달라 별도의 관리체계 및 영업체계를 채택하고 있다. 재정 및 민자고속도로를 경유하여 운행하는 고객들은 본선영업소의 설치로 인한 잦은 정차, 기본 통행료 이중부담 우려 및 기관마다 상이한 교통정보 제공방식 등으로 불편을 호소하고 있다. 또한 도로관리 측면에서도 상호 보완적인 체계를 유지하지 않아 중복투자로 인한 연계관리 측면에 있어 비효율성을 내포하고 있다. 향후 민자고속도로가 지속적으로 확충되고 있는 현 상황을 고려해 볼 때 연계운영 부문에 대한 논쟁이 부각될 것으로 판단된다.

따라서 본 연구를 통해 상호 연계 가능한 도로관리체계 및 영업체계의 구축을 위한 운영방안을 수립하고 궁극적으로는 이용자의 편리도모와 관리자간의 효율적인 협력체계 구축을 위한 대안을 수립하고자 한다. 특히 장래 계획이 확정되었거나 계획 중인 민자노선을 대상으로 여러가지 연계체계 대안을 검토하여 생길 수 있는 비효율과 불편을 최소화할 수 있는 기본방향을 제시하고자 한다.

## 2. 연구의 범위 및 방법

본 연구의 대상 민자사업 범위는 정부(국토해양부)에서 추진중인 민자고속도로와 한국도로공사에서 건설, 운영중인 재정고속도로이며, 민자사업의 시간적 범위는 1995년부터 2048년까지로 설정하였다. 공간적 범위는 국내 전역의 운영, 건설, 계획중인 재정 및 민자고속도로를 대상으로 하였으며 민자고속도로는 24개 노선, 재정고속도로는 전국의 모든 노선으로 설정하였다. 내용적 범위는 국내 민자도로 사업의 사업환경 및 운영실태 분

석, 민자고속도로의 세부 통합운영 시나리오 검토 및 비용분석 등으로 연구하였다.

본 연구의 수행방법은 국내 민자도로 사업의 사업환경 및 운영실태를 조사하여 문제점을 분석하였으며 통합운영의 방향을 설정하였다. 통합의 방식은 요금정산<sup>1)</sup>과 유지관리<sup>2)</sup> 통합의 두 분야로 검토하였으며 각 분야별로 민자와 민자고속도로간의 통합방안, 민자와 재정고속도로와의 통합방안으로 구분하여 총 4가지 부분에 대한 시나리오를 설정하여 통합방안을 강구하였다. 또한 민자와 민자고속도로간의 시나리오별 비용을 분석하여 통합의 최적 대안을 제시했다.

## 3. 기존 연구의 고찰

우리나라에서 민간투자사업으로 시행된 최초의 고속도로는 2000년말에 준공된 인천공항고속도로이며, 이 도로를 시작으로한 민자고속도로의 역사는 약 10여년 남짓으로 민자도로와 관련된 기존의 연구 자료는 많지 않은 것이 실정이다.

김동녕 등(2004)은 천안논산 민자고속도로와 중부 및 호남고속도로의 도로,교량,터널 등의 유지관리방안과 재해대책 등의 비교를 통하여 민자 및 재정고속도로의 효율적 연계방안을 검토하였고, 이 기본 모델을 바탕으로 전국 고속도로의 통합방안을 제시하고 있다. 또한 고속도로 관리기관간 상호 협의체를 구성하여 유지관리 통합 및 교통정보 시스템 연계방안을 제시하였다. 건설교통부(현, 국토해양부)를 중심으로 하여 한국도로공사, 민간사업시행자가 참여하는 협의체를 구성하고 ITS 관련 기술의 표준화를 통하여 한국도로공사가 운영하는 지역본부와의 인근 민자고속도로를 광역지구로 묶어 시스템을 통합하자고 제안하고 있다.

그리고 요금정산통합방안으로는 한국도로공사에 연계 구간 통행료 정산을 위한 정산센터를 설치하여 가칭 「공동요금정산체계」를 구축하자고 제안하고 있다.

이에 본 연구는 그간의 연구를 바탕으로 하여 민자고속도로의 구체적이고 실질적인 통합 방안을 제시하고 효과를 분석하여 민자고속도로의 통행료 인하 및 고속도로 이용객의 편의 증진을 그 목적으로 한다.

1) 관리주체가 상이한 고속도로간의 통행요금 정산을 위하여 시스템을 개선하거나 중복되는 정산 영업소를 없애어 통행요금 징수방식을 간소화하는 것을 말함  
 2) 관리주체가 상이한 고속도로간의 유지관리(시설물 보수 및 개량, 청소, 민원처리 등)를 하나의 기관에서 통합 관리함으로써 중복되는 인력, 장비 및 시설물의 비용절감을 통하여 유지관리 조직을 슬림화하는 것을 말함

## II. 민자고속도로 추진현황 및 문제점 분석

### 1. 민자고속도로 추진현황

민간투자사업은 1994년 「사회간접자본시설에 대한 민간자본 유치촉진법」이 제정되면서 본격적으로 시작되었다. 민간투자법 제정 이후에 추진된 사업은 크게 3기로 구분할 수 있다. 제1기는 민자유치촉진법이 제정된

1994년 8월부터 민간투자법으로 전면 개정·적용된 1998년 12월까지의 기간이며 인천공항고속도로, 천안-논산고속도로 등이 포함된다. 제2기는 민간투자법의 개정 이후로 1999년 1월부터 MRG<sup>3)</sup>가 폐지되기 이전인 2005년 12월까지로서 서울춘천고속도로, 용인서울고속도로 등의 사업 등이다. 제3기는 MRG가 폐지된 2006년부터 현재까지의 시기로 평택시흥고속도로, 인천김포고속도로 등의 사업이 포함된다. 2012년 현재 민자고속도로로는 총 9개 노선이 운영중이며, 15개 사업이 현재 건설 및 협상중으로 2018년경에는 24개의 민자고속도로가 운영될 예정이다.

<Table 1> Privately Funded Expressways

Status	Project	Length (km)	Period in Operation
Total	24 Projects	928.3	
In Operation (9)	New Airport Hiway	40.2	'00.11 ~ '30.11
	Cheonana-Nonsan	81.0	'02.12 ~ '32.12
	Daegu-Pusan	82.0	'06.01 ~ '36.01
	Ilsan-Toegyewon	36.3	'07.12 ~ '37.12
	Pusan-Ulsan	47.2	'08.12 ~ '38.12
	Seosuwon-Pyengtaek	38.5	'09.10 ~ '39.10
	Incheon Grand Bridge	12.3	'09.10 ~ '39.10
	Yongin-Seoul	22.9	'09.06 ~ '39.06
	Seoul-Chuncheon	61.4	'09.08 ~ '39.08
Under Construction (4)	Pyeongtaek-Siheung	42.6	'13.03 ~ '43.03
	Suwon-Gwangmyeong	29.5	'16.04 ~ '46.04
	Gwangju-Wonju	57.0	'16.11 ~ '46.11
	Incheon-Gimpo	28.6	'17.03 ~ '47.03
Agreement (6)	Anyang-Seongnam	21.9	60 Months
	Yeongcheon-Sangju	93.9	60 Months
	Pusan Newport 2nd	15.3	54 Months
	Guri-Pocheon	50.5	60 Months
	Oksan-Ochang	12.1	48 Months
Planing (5)	Seoul-Munsan	35.6	60 Months
	Gwangmyeong-Seoul	20.0	60 Months
	Songsan-Bongdam	18.5	48 Months
	Icheon-Osan	29.7	60 Months
	Gongju-Cheongwon	20.1	60 Months
Pocheon-Hwado	31.2	60 Months	

### 2. 문제점 분석

민자고속도로는 재정 고속도로 및 타 민자노선과의 통행요금 정산을 위하여 일반적으로 민자노선 시점과 종점부에 본선 영업소를 설치한다. 본선 영업소의 증가로 인하여 이용객들은 매번 정차하는 불편을 겪게 되며, 영업시설물 설치를 위해 투자되는 비용도 중복투자의 비효율성이 있다. 민자고속도로에 설치되는 본선 영업소는 2012년 현재 9개 노선 18개소에서 향후 2018년 24개 노선이 모두 운영되면 50개소로 증가할 예정이다. 이러한 본선 영업소 정차의 불편을 없애기 위해서는 재정 및 민자고속도로 통행요금에 대한 다자 통합정산이 가능하게 하는 이동차량의 경로추적이 필요하나, 현재 시스템으로는 차량 이동경로 추적이 고속도로 운영사 3개 기관까지만 정산이 가능한 실정이어서 이를 개선하기 위한 추후 시스템 개발이 필요하다. 이러한 본선영업소로 인한 정차 문제는 향후 24개 민자고속도로의 개통·운영 시에는 더 큰 이슈로 다가올 것이다.

또한 민자고속도로가 증가함에 따라 수도권외의 경우 단거리 구간을 2~3개 사업자가 운영·관리하는 비효율성이 나타나고 있다. 단구간을 여러 사업자가 운영할 경우 인력, 장비 등이 중복되어 통행요금 인상으로 직결된다. 현재 운영 중인 9개 민자고속도로 중 천안-논산(81km), 대구-부산(82km), 서울-춘천 고속도로(61.4km) 등 3개 노선을 제외한 6개 노선의 연장이 50km 이하이며, 수도권 민자도로의 경우 평균 관리연장이 33.3km로써 유지관리의 경제적 규모(60~90km)에 못 미치는 실정이다.

3) MRG(Minimum Revenue Guarantee) : 민간투자사업에서 사업의 완공 이후 수요 미달에 따른 손실을 국민 세금으로 보전해 주는 최소 운용수입보장제도

교통관리부문에 있어서도 교통센터, 시스템 구축 등 개별적 운영 및 유지관리로 중복투자가 우려되며 고속도로 교통시스템 통합관리라는 정부정책에도 역행할 소지가 있다. 아울러 일부 단구간 민자도로에서는 소규모 관리조직으로 터널, 교량과 같은 특정구간에서 비상상황 발생 시 신속대응의 어려움이 예상되는 등 여러 문제점이 있다.

### III. 민자고속도로 통합운영방안

#### 1. 통합운영 분석절차 및 운영비용 분석방법

통합운영 분석절차는 대상범위에 따라 민자고속도로 통합안(민자+민자)과 전체 고속도로 통합안(민자+제정)으로 구분하여 분석하였으며 절차는 <Figure 1>과 같다.

개별 민자고속도로를 통합하는 가장 큰 목적은 단구간 민자도로의 비효율(조직, 장비 등의 중복투자)을 없애고 적정규모의 유지관리 조직 구성을 통해 비용절감을 극대화하여 고속도로 이용객의 편의를 증진하는 것이다. 통합가능 여부를 판단하는 중요 인자중 하나가 적정 유지관리 범위를 설정하는 것이다.

경제적인 유지관리 범위를 설정하기 위해 해외 및 국내 사례를 조사하였다. 해외 주요 유지관리 기관별<sup>4)</sup> 관리연장을 살펴 본 결과 해외기관 1개 유지사무소의 평균 관리연장은 약 75km였으며, 우리나라의 재정고속도로

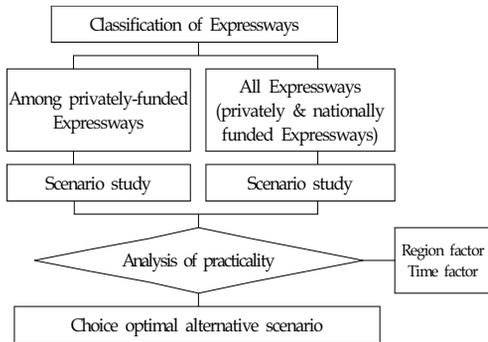
를 관리하고 있는 한국도로공사 지사의 평균 관리연장은 73km로 해외 기관과 유사한 것으로 나타났다. 해외 및 국내 기관들의 사례를 조사한 결과를 토대로 적정 유지관리 범위를 60km~90km로 판단하였다.

통합운영의 다른 중요한 인자는 노선별 개통년도에 따른 통합운영의 시기적 가능성이다. 통합 대상노선간의 접속여부와 개통시기의 유사성등이 통합운영의 효과성을 극대화 시킬 수 있기 때문이다.

민자고속도로는 통합운영으로 인해 조직이 슬림화 되고 유지관리차량 등의 중복비용이 상쇄되어 운영비가 절감된다. 본 연구에서는 시나리오별 통합 운영 시 소요 비용 산출과정을 통해 통합 전·후 운영비용을 분석하고 통합의 경제성을 분석하였다. 비용분석 항목은 시설비와 운영비로 구분하였으며 시설비용은 통합으로 인한 영업소 및 유지관리사무소의 증감을 고려하여 공사비와 용지비를 계산하였으며 건축면적은 한국도로공사 지사 건축면적 설계기준을 적용하였다. 운영 비용<sup>5)</sup>은 각 민자사업별로 제안(혹은 실시협약)된 자료를 바탕으로 법인 및 유지관리사무소, 영업소 운영조직의 인건비 및 제경비율 등을 반영하여 운영비용을 산정하였다. 법인의 조직은 현재 운영중인 부산울산고속도로(주)를 기준으로 적용하였고 유지관리사무소는 노선별 연장을 고려하여 한국도로공사 지사 조직설계 모델을 근거로 인원을 산정하였다. 인건비 및 제경비율은 시나리오의 최초 운영개시 사업이 나머지 노선을 통합한다는 전제로 시나리오별 최초 운영개시 사업 비율을 적용하였으며 통합으로 인한 절감 부분에 대하여 노선 연장 비율로 가중치를 부여했다. 또한 영업시설 증감에 따른 TCS/FTMS 등의 비용도 최초 운영개시 사업의 금액을 기준으로 산출하였으며, 유지관리장비 통합으로 인한 절감부분에 대하여는 노선 연장비율로 가중치를 부여한 비용을 배분하였다.

#### 2. 민자-민자고속도로 통합운영

앞에서 살펴본 민자고속도로의 연차별 개통시기, 지역적 연계성, 적정 유지관리범위(60km~90km) 등을 고려하여 요금정산 및 유지관리 통합 가능성을 검토하였다. (<Table 2>참조) 결과를 살펴보면 2016년 4개 시나



<Figure 1> Analysis procedure for unifying operation

4) 우리나라 민자고속도로와 비슷한 특성(민영화 등을 통해 concession(양여) 계약에 의해 유료도로를 건설, 관리)을 띠고 있는 국가의 관리기관 10곳을 선정 : 일본(중일본, 서일본, 동일본, 수도고속도로), 프랑스(SANEF, Cofiroute, ASF), 이탈리아(ATLANTIA), 포르투갈(Brisa), 브라질(CCR)  
 5) 민자사업의 특성상 운영비와 관련된 세부자료 수집이 어려운 자료는 한국도로공사에서 적용하고 있는 운영비 산출방법으로 비용을 분석하였음

<Table 2> Analysis of practicality for unifying operation

Year	Project	Toll Collecting unification	Maintenance unification
2016	New Airport Hiway+ Incheon Grand Bridge	Possible	Impossible
	New Airport Hiway+ Incheon Grand Bridge + Incheon-Gimpo	Possible	Impossible
	New Airport Hiway + Incheon-Gimpo	Possible	Impossible
	Yongin-Seoul + Anyang-Seongnam	Possible	Impossible
2018	Ilsan-Toegyewon + Seoul-Munsan + Gwangmyeong-Seoul + Suwon-Gwangmyeong	Possible	Possible
	Seosuwon-Pyeongtaek + Suwon-Gwangmyeong + Gwangmyeong-Seoul + Seoul-Munsan	Possible	Possible
	Seosuwon-Pyeongtaek + Suwon-Gwangmyeong + Gwangmyeong-Seoul	Possible	Possible
	Suwon-Gwangmyeong + Gwangmyeong-Seoul + Seoul-Munsan	Possible	Possible
	Ilsan-Toegyewon + Seoul-Munsan	Possible	Possible
	Seosuwon-Pyeongtaek + Songsan-Bongdam + Pyeongtaek-Siheung + Icheon-Osan	Possible	Possible
	Pyeongtaek-Siheung + Songsan-Bongdam	Possible	Possible
	Seosuwon-Pyeongtaek + Icheon-Osan	Possible	Possible
	Guri-Pocheon + Pocheon-Hwado	Possible	Possible
Ilsan-Toegyewon + Seoul-Munsan + Gwangmyeong-Seoul + Suwon-Gwangmyeong + Seosuwon-Pyeongtaek	Possible	Possible	

<Table 3> Analysis of operating cost

Scenario	Scenario	Estimated money (billion won)		
		Before	After	Saving
Scenario 1	Ilsan-Toegyewon + Seoul-Munsan + Gwangmyeong-Seoul + Suwon-Gwangmyeong	1,222	1,197	-25
Scenario 2	Seosuwon-Pyeongtaek + Suwon-Gwangmyeong + Gwangmyeong-Seoul + Seoul-Munsan	629	612	-18
Scenario 3	Seosuwon-Pyeongtaek + Suwon-Gwangmyeong + Gwangmyeong-Seoul	1,401	1,336	-65
Scenario 4	Suwon-Gwangmyeong + Gwangmyeong-Seoul + Seoul-Munsan	1,493	1,354	-139
Scenario 5	Ilsan-Toegyewon + Seoul-Munsan	1,071	975	-96
Scenario 6	Seosuwon-Pyeongtaek + Songsan-Bongdam + Pyeongtaek-Siheung + Icheon-Osan	578	554	-23
Scenario 7	Pyeongtaek-Siheung + Songsan-Bongdam	671	629	-41
Scenario 8	Seosuwon-Pyeongtaek + Icheon-Osan	1,268	1,156	112
Scenario 9	Guri-Pocheon + Pocheon-Hwado	1,390	1,330	-60
Scenario 10	Ilsan-Toegyewon + Seoul-Munsan + Gwangmyeong-Seoul + Suwon-Gwangmyeong + Seosuwon-Pyeongtaek	2,347	2,276	-70

리오, 2018년에 10개 시나리오가 가능할 것으로 예측되었다. 하지만 2016년 시나리오들은 모두 유지관리 통합이 불가능할 것으로 판단되어 민자고속도로가 모두 준공될 것으로 예상되는 2018년의 10개의 가상 시나리오를 현실적인 대안으로 선정하였다.

2018년의 10개의 시나리오에 대하여 본 연구에서 제시한 운영비 분석방법을 토대로 운영비용을 분석한 결과, 통합으로 인한 효과는 시나리오별로 약 50억~1,400억원이 절감될 것으로 예상되었다.(<Table 3>참조) 이러한 금액은 통합으로 인한 운영비용의 절감액만

을 산출한 것으로, 이외에도 운영비 절감을 통한 통행요금 인하, 교통수요 증가로 인한 정부 MRG 수준 경감 및 운행시간/차량운행비용/사고비용/환경오염 편익 등이 추가로 발생할 것으로 기대된다.

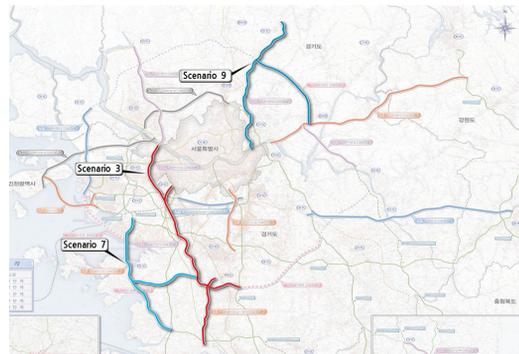
앞서 검토된 10개 시나리오는 통합 가능성에만 중점을 두어 검토한 결과여서 노선별 중복이 있다. 이런 노선별 중복을 배제하고 최적의 통합(안)을 도출하기 위해 다시 한번 개별 시나리오 노선별 개통 시기와 비용절감 효과를 고려한 운영의 효과성 등을 검토하여 다음과 같이 최적대안을 선정하였다.

1) 요금정산체계 통합운영 최적대안

요금정산 통합의 최적대안 선정방법은 고속도로 이용고객의 편리성을 증진하는데 중점을 두어 본선 영업소 정착 횟수를 최소화할 수 있는 방안을 최우선으로 하였다. 또한 통합에 따른 관리연장의 경제적 범위를 고려하였으며, 현실적으로 통합이 가능한지 여부를 검토하여 선정하였다.

(1) 「서수원-평택+수원-광명+광명-서울」 통합 시나리오

3개 노선의 총연장은 약 88km로서 본선영업소 4개소를 축소운영(당초 6개소 → 통합 2개소)이 가능하여 고속



<Figure 2> A map of the best scenario

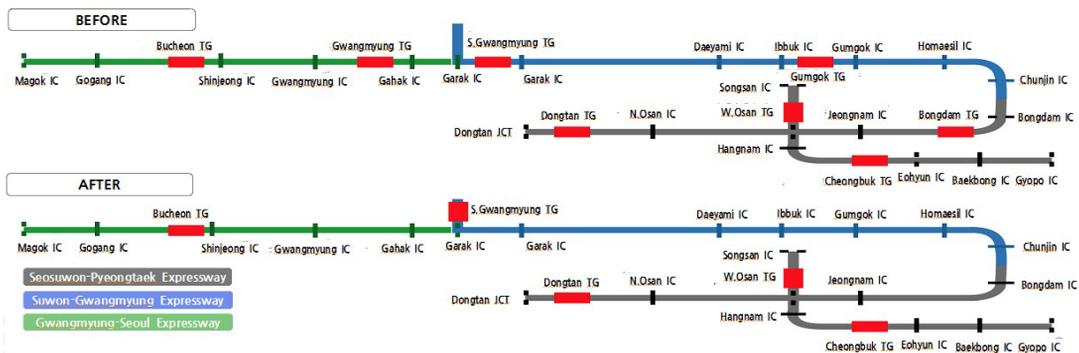
<Table 4> the best scenario of toll collecting unification

Rank	Scenario number	Scenario	Eliminated toll gate	L (km)
1	3	Seosuwon-Pyeongtaek + Suwon-Gwangmyeong + Gwangmyeong-Seoul	4EA	88.0
2	9	Guri-Pocheon + Pocheon-Hwado	1EA	77.0
3	7	Pyeongtaek-Siheung + Songsan-Bongdam	1EA	61.1

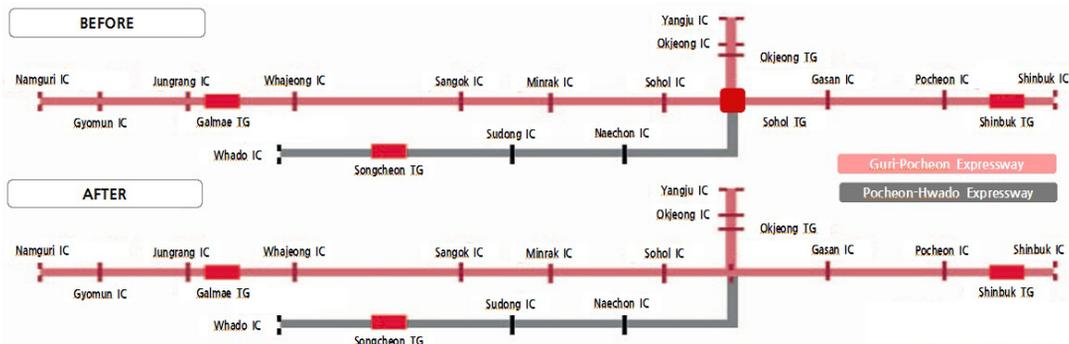
도로 이용객 정착에 따른 시간절약 및 사회적 편익효과가 가장 클 것으로 예상되는 시나리오이다. (<Figure 3>참조)

(2) 「구리-포천+포천-화도」 통합 시나리오

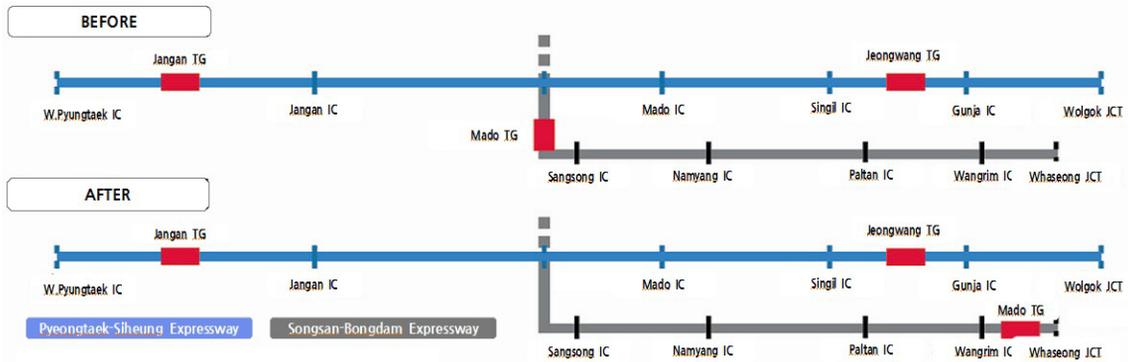
2개 노선의 총연장은 약 77km로서 통합운영시 두 노선의 교차점인 소흘JCT 영업소 삭제가 가능하며 포천화도가 준공되는 2018년경 통합이 가능할 것으로 예상된다. (<Figure 4> 참조)



<Figure 3> A diagram of the scenario 3



<Figure 4> A diagram of the scenario 9



<Figure 5> A diagram of the scenario 7

(3) 「평택-시흥+송산-봉담」 통합 시나리오

2개 노선의 총연장은 약 61km로서 통합운영시 송산봉담 고속도로 구간의 마도영업소 위치 변경(서측 시점 → 동측 종점, <Figure 5> 참조)으로 인해 송산봉담 고속도로 이용차량의 일부는 본선영업소에 정차하지 않고 노선의 통과가 가능하다.

2) 유지관리체계 통합운영 최적대안

유지관리체계 통합의 최적대안은 지역적 연계성 및 경제적 유지관리 범위를 우선 고려하였다. 최적대안 노선들은 상호간 IC/JC 등으로 연계되어 하나의 운영관리 회사에서 통합하여 유지관리가 가능하도록 검토하였다. (<Table 5> 참조) 통합 대상 노선이 연계되어야 하는 이유는 도로순찰, 제설작업, 신속한 사고복구 등 통합 유지관리의 효율 극대화를 위해 대상 노선간의 접속여부가 중요하기 때문이다. 또한 유지관리 조직이 통합되어야 하므로 현재 운영중인 민자고속도로의 현실적인 통합 가능성을 고려하였다.

<Table 5> the best scenario of maintenance unification

Ranking	Scenario number	Scenario	L (km)
1	3	Seosuwon-Pyeongtaek + Suwon-Gwangmyeong + Gwangmyeong-Seoul	88.0
2	9	Guri-Pocheon + Pocheon-Hwado	77.0
3	7	Pyeongtaek-Siheung + Songsan-Bongdam	61.1
4	5	Ilsan-Toegyewon + Seoul-Munsan	71.0

(1) 「서수원-평택+수원-광명+광명-서울」 통합 시나리오

서수원평택, 수원광명, 광명서울 고속도로의 통합운영은 현재 정부(국토해양부)에서 별도의 방침을 수립하여 통합운영을 추진중인 사업으로 통합 효과가 가장 두드러지게 나타나는 시나리오이다. 서수원평택 고속도로는 2009. 10월 개통되어 한국도로공사가 동 노선의 사업시행자인 경기고속도로(주)로부터 운영관리를 수탁받아 운영중이며, 수원광명 고속도로는 2011년 4월 착공하여 2016년 4월에 개통될 예정이다. 2017년경에는 광명서울 고속도로도 개통되어 하나의 운영관리 기관이 3개 민자고속도로를 통합하여 관리할 수 있다.

(2) 「구리-포천+포천-화도」 통합 시나리오

구리포천 고속도로는 금년 6월에 착공한 사업이며 포천화도 고속도로는 현재 협상중인 사업으로서 협상과정에서 통합을 전제로 하여 실시협약 추진하면 된다.

(3) 「평택-시흥+송산-봉담」 통합 시나리오

평택시흥 고속도로는 2008년 3월에 착공한 사업이며, 송산봉담 고속도로는 현재 제3자 공고 추진사업이다. 평택시흥 고속도로는 2007년 7월 실시협약을 이미 체결한 사업이지만 출자자 인센티브 제공 등을 통한 실시협약 변경으로 통합운영이 가능하며, 송산봉담 고속도로는 통합을 전제로 실시협약 및 제3자 공고를 추진할 수 있을 것이다.

(4) 「일산-퇴계원+서울-문산」 통합 시나리오

일산퇴계원 고속도로는 2007년 12월에 준공하여 현재 운영 중인 사업이며, 서울문산 고속도로는 2011년 협약을 체결하고 원칙적으로 일산퇴계원과 통합운영하도

록 추진되고 있다. 일산퇴계원 고속도로는 현재 운영중인 민자사업으로 실시협약 변경 등의 통합 절차상의 현실적인 어려움이 예상되지만, 서울문산 고속도로의 통합으로 인한 비용 절감분의 공유 등을 통하여 추진해 볼 수도 있을 것이다.

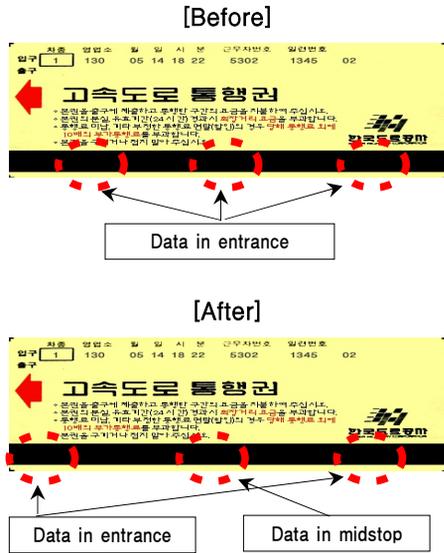
### 3. 민자-재정고속도로 통합운영

민자사업구간과 한국도로공사가 관리하는 재정도로 구간을 통합하는 방식은 민자-민자 통합과 마찬가지로 요금정산체계와 유지관리체제로 구분하여 볼 수 있다. 요금정산 통합방안은 영업소 중간마킹 시스템, 전자 TAG 시스템, 통합영상시스템 등이 있으며, 유지관리체계 통합방안은 지역적 연계성을 고려하여 24개 민자사업과 한국도로공사가 운영하는 재정도로를 검토하여 통합가능 시나리오를 설정하였다.

#### 1) 요금정산체계 통합운영 방안

##### (1) 영업소 중간마킹 시스템(종이 통행권 기록방식 개선)

현재 고속도로 통행요금 지불방식은 하이패스를 이용한 자동 지불방식과 입구영업소에서 종이통행권을 발급받아 목적지 영업소에서 정산하는 수동지불방식이 있다. 영업소 중간마킹 시스템은 기존 통행권에 경유지 정보를 추가하여 통행료를 정산하는 방안이다. 입구정보를 통행권의 3블록에 동일하게 기록하도록 한 기존 통행권을 입구정보 기록을 2블록에 기록하고, 한 블록에 중간 경유지 정보를 기록하도록 시스템을 개선하는 것이다. 고속도로 이용객은 최초 입구 영업소에서 통행권 발급 후 중간 경유지 영업소에서 통행권에 이동경로 기록 후 최종 목적지에서 일괄 정산한다. 이용자는 최종 목적지에서 기존 방식으로 통행요금을 계산하게 되고, 이때 통행요금은 중간 경유지의 이동거리에 따라 정산된다. 예를 들어 서울에서 경부선, 천안논산 고속도로를 경유하여 호남선을 이용 광주까지 가는 경우정산횟수를 3회에서 1회로 줄일 수 있다. 하지만 이 방안은 경유지 정보를 통행권에 입력하기 위해 경유지 영업소에 정차를 해야 한다는 단점이 있다.



<Figure 6> A diagram of the middle marking system

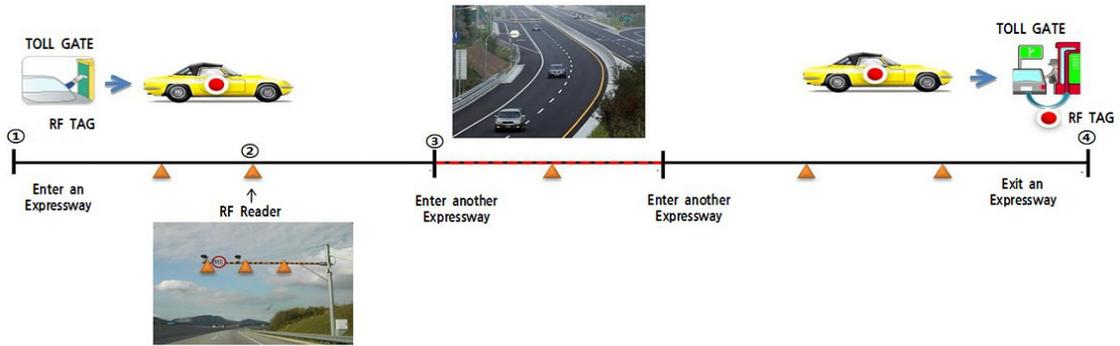
#### (2) 전자 TAG시스템

전자 TAG 시스템<sup>6)</sup>이란 RFID<sup>7)</sup>(Radio Frequency Identification)기술을 이용하여 RFID TAG를 장착한 차량이 RFID 리더기가 설치된 시설물 통과 시 차량을 인식하여 차량의 경로를 추적하는 시스템이다. 전자 TAG 시스템의 구성은 <Figure 7>과 같다.

톨게이트 진입시 하이패스 이용차량을 제외한 모든 차량에게 TAG를 발급하며, 이용객은 TAG 수취 후 고속도로를 운행하며, 고속도로에 TAG를 스캔할 수 있는 스캐너를 설치하여 TAG를 소지한 차량의 경로를 추적하게 된다. RF리더기는 민자도로 구간의 진입·진출로에 설치하게 되며 민자도로 구간의 이용 요금 집계한다. 최종 목적지 톨게이트에서 운전자는 TAG를 반납하고, 정산원은 TAG를 스캔하여 이용 요금을 정산·수납 처리한다.

국내 전체 민자 및 재정 고속도로의 요금정산 통합을 위해서는 이용차량의 경로추적이 필수적이다. 전자 TAG를 이용한 통합운영 방안은 이용차량의 경로추적이 가능한 시스템으로 전국 고속도로의 요금정산체계를 하나로 통합할 수 있는 가장 이상적인 방안이다. 본 시스템 도입시 향후 24개 민자고속도로의 중간영업소

6) 전자 TAG 시스템이란 RFID(Radio Frequency Identification)기술을 이용하여 RFID TAG를 장착한 차량이 RFID 리더기가 설치된 시설물 통과 시 차량을 인식하여 차량의 경로를 추적하는 시스템이다. RFID TAG는 내부에 배터리를 내장하고 있어 별도의 전원공급이 필요치 않아 반영구적으로 사용할 수 있다.  
7) RFID(Radio Frequency Identification)란 IC칩과 무선을 통해 식품, 동물, 사물 등 다양한 개체의 정보를 관리할 수 있는 무선 인식 기술



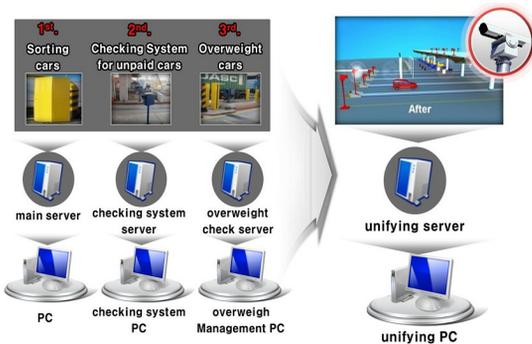
<Figure 7> A diagram of the electronic tag system

가 50개소에서 19개소로 31개소가 감소될 것으로 예상된다.

하지만, 전자 TAG 시스템 도입은 초기 과도한 시설 투입비가 발생하여 비용부담 주체 및 채원조달 방법 등의 처리가 선행되어야 한다. 또한 전자 TAG 소형화, 전자 TAG 시험방식 및 인증규격 마련 필요하며 데이터 인식오류로 인한 통행료 누수 우려 등 관련 시설의 기술개발 등의 과제가 남아 있다.

(3) 통합영상시스템

통합영상시스템이란 기존의 차종분류, 면탈, 적재불량 단속 등으로 분리되어 있던 3개의 시스템을 영상장비를 통하여 하나로 통합 관리하는 방안이다. 영업소를 통과하는 차량정보를 영상장비를 통하여 수집함으로써 통행료 수납, 차종분류, 면탈, 과적단속 등에 활용할 수 있으며 이로 인해 통행료 징수운영비 및 차로설비 통합으로 인한 통행료 수납관련 장비 유지관리비 등의 절감이 가능하다. 또한 민자고속도로의 중간정산영업소에 설치할 경우 영업소 무정차 통과가 가능하여 민자도로의 높



<Figure 8> A diagram of the Intergrated Video System

은 통행료도 인하가 기대된다. 통합영상시스템을 활용한 요금정산 방안도 전국 고속도로를 하나로 통합할 수 있는 이상적인 방법이지만, 전국 모든 영업소에 영상장비 등 통합시스템 관련 장비가 설치되어야 하며 영상장비의 인식률이 통행료 수납에 적합한 수준으로 향상되어야 하는 기술적인 과제가 남아있다.

2) 유지관리체계 통합운영 방안

2012년 현재 한국도로공사는 31개노선, 3,733km의 고속도로를 51개 지사(도로관리소 포함)가 관리하고 있다.

관리기관의 지역적 특성을 살펴보면 수도권에 위치하거나 교통량이 많은 노선을 관리하는 지사는 약 50km~70km의 비교적 단구간을 관리하고 있으며, 지방부이거나 교통량이 적은구간, 차로수가 적은 지역은 대략

<Table 6> A scenario of maintenance unification in privately & nationally funded expressways

	Scenario	L (km)
1	Pusan-Ulsan + Gyeongbu & Ulsan routes*	90.9
2	Oksan-Ochang + Jungbu routes*	93.1
3	Icheon-Osan + Gyeongbu routes*	85.3
4	Gongju-Cheongwon + Daejeon-Dangjin routes*	93.4
5	Anyang-Seongnam + Gyeongin 2nd & Seohaean & Seoul ring routes*	73.2
6	Incheon-Gimpo + Gyeongin & Seoul ring routes*	77.2
7	Pusan Newport 2nd + Namhae routes*	95.4

\*) Expressways managed by Korea Expressway Corporation

70km~100km를 1개 지사가 담당하고 있다. 이러한 한국도로공사의 유지관리 특성과 통합노선의 지역적 연계성 등을 고려하여 현실적으로 통합 가능한 7개의 시나리오를 설정하였다.

**(1) 「부산-울산+경부선 등」 통합 시나리오**

부산-울산 고속도로는 개통(2008. 12월)과 동시에 경부선과 울산선을 운영관리중인 한국도로공사 울산지사에서 통합하여 현재 시행중이다.

**(2) 「옥산-오창+중부선」 통합 시나리오**

옥산-오창 고속도로는 연계된 재정도로와 통합을 원칙으로 실시협약이 체결되었으며 중부선을 관리하는 한국도로공사의 인천지사와 통합관리가 가능하다.

**(3) 「이천-오산+경부선」 통합 시나리오**

이천-오산 고속도로는 현재 제3차 공고 추진중 사업으로 경부선을 관리하는 한국도로공사 수원지사와 통합이 가능하다. 수원지사는 현재 서수원-평택 고속도로와 통합관리 중이지만, 서수원-평택 고속도로는 추후 수원-광명, 광명-서울 고속도로와 통합 예정이므로 시기적으로도 추진이 가능할 것으로 판단된다.

**(4) 「공주-청원+대전-당진선」 통합 시나리오**

공주-청원 고속도로는 현재 착공 전 사업으로 대전-당진노선을 관리하는 한국도로공사 공주지사와 통합관리가 가능하다.

**(5) 「안양-성남+제2경인선 등」 통합 시나리오**

안양-성남 고속도로는 금년도 착공예정 사업으로, 제2경인, 서해안고속도로 및 서울외곽고속도로를 관리하는 한국도로공사 시흥지사와 통합관리가 가능하다.

**(6) 「인천-김포+경인선 등」 통합 시나리오**

인천-김포 고속도로는 금년 3월에 착공한 사업으로 경인고속도로 및 서울외곽고속도로를 관리하는 한국도로공사 인천지사와 통합관리가 가능하다.

**(7) 「부산항신항제2배후도로+남해선」 통합 시나리오**

부산항신항제2배후도로는 금년 상반기 착공예정 사업으로 남해선을 관리하는 한국도로공사 창원지사와 통합관리가 가능하다.

**IV. 결론**

1995년부터 추진된 민자고속도로는 현재 9개 사업이 운영중이며, 향후 24개 사업이 건설·운영될 예정이다. 이 경우 각 민자사업 도로구간마다 설치되는 요금소로 인해 향후 고속도로 중간의 정차 횟수가 증가하며, 이로 인해 고속도로 주행시간이 증가하게 될 것이다. 이에 따라 운영비와 유지관리비가 증가하여 결국은 고속도로 통행요금의 인상으로 연결되어 고속도로 이용객 부담으로 전가될 수 있다. 결국 이러한 민자고속도로의 문제점은 도로이용자에게 통행 불편을 가중시키고 도로운영자에게는 운영비용을 증가시켜 도로를 계획·관리하는 중앙정부의 시스템 운영 비효율성을 증가시키는 부작용을 낳게 된다.

이런 문제점을 개선하기 위하여 요금정산, 유지관리 측면에서 민자-민자, 민자-재정구간의 통합운영 방안을 제시하였으며 각 방안별로 최적의 시나리오를 분석하였다. 이러한 방안중에 필자는 특히 전국의 모든 고속도로를 하나의 요금정산체제로 묶을 수 있는 통합영상시스템이 조속히 시행될 수 있도록 제언한다. 필자도 민자고속도로를 운행하면서 가장 불편을 느꼈던 점이 통행료 정산을 위해 중간 분선영업소에서 정차하는 것이었기 때문이다. 통합영상시스템은 아직 영상장비의 인식률 수준 등 기술적인 과제와 초기 비용부담이라는 제약조건이 있지만, 주무관청(국토해양부)의 추진 의지와 공공재를 운영하는 비용부담자(한국도로공사 및 사업시행자)의 선량한 사회적 책임의식이 있다면 고속도로 이용객에게 가장 큰 혜택을 줄 수 있는 최적의 방안이라 판단된다.

민자고속도로의 운영통합은 고속도로 이용자, 운영자, 중앙정부 모두에게 상당한 편익이 발생할 것으로 기대된다. 고속도로 이용객에게는 통행시간 단축, 통행비용 절감, 민간사업시행자(운영자)에게는 사업비 절감, 인력 축소를 통한 유지관리비 절감효과가 기대된다. 또한 중앙정부는 민자도로의 통합을 통하여 도로 총 통행시간 및 비용, 환경비용, 교통사고비용 등 사회적 비용 절감 효과가 예상된다.

**REFERENCES**

1. Kim D. N.(2004), A Study of Efficient Connecting Maintenance among Privately and Nationally Funded Expressways.
2. Global Economy Industry Institute(2006), A

- Basic Survey on the Role of Maintenance for Private Funded Expressways and Present Conditions Research in Domestic and Foreign Funded Expressways.
3. Ministry of Strategy and Finance, KDI (2008), A Study on the Improvement of Laws and System for Expressways Toll Collecting.
  4. Ministry of Land, Transport and Maritime Affairs(2009), A Manual in Private Participation in Infrastructure.
  5. Korea Expressway Corporation(2011), A Manual in Private Funded Expressways.
  6. Ministry of Strategy and Finance, KDI (2006), An Actual Manual in Private Participation in Infrastructure.
  7. Ministry of Strategy and Finance(2011), A Basic Plan Guideline in Private Participation in Infrastructure.
  8. Ministry of Land, Transport and Maritime Affairs(2008), A Change Policy in Toll Collecting and Maintenance System on West Expressways.
  9. Ministry of Land, Transport and Maritime Affairs(2011), Seoul-Munsan Expressway Private Investment Projects Agreement.

- ☞ 주 작성 자 : 신용석
- ☞ 교 신 저 자 : 신용석
- ☞ 논문투고일 : 2012. 3. 5
- ☞ 논문심사일 : 2012. 4. 13 (1차)  
2012. 5. 25 (2차)  
2012. 6. 14 (3차)
- ☞ 심사판정일 : 2012. 6. 14
- ☞ 반론접수기한 : 2012. 12. 31
- ☞ 3인 익명 심사필
- ☞ 1인 abstract 교정필