

고속도로에서의 혼잡통행료 도입방안 검토

이 정 윤	한국도로교통협회 선임연구원
이 기 영	한국도로공사 도로교통기술원 책임연구원
장 명 순	한양대학교 교통시스템공학과 교수

요 약 -

도로에 있어 교통량이 일정한 수준을 초과하여 증가되는 경우 통행시간과 운행비용이 과도하게 증대되는 혼잡현상이 발생하게 된다. 이러한 혼잡은 경제적 관점에서 추가분의 통행자가 기존 이용자의 통행비용을 증가시키는 유형으로 해석되고 있고, 이에 대한 대응으로 많이 사용되어 왔던 방법이 개별 통행자에게 다른 이용자들의 통행비용 증가분에 상응하는 요금을 혼잡통행료로서 부과하는 방법이다.

이와 같은 혼잡통행료는 국내의 경우 도심부로 진입하는 특정 도로에 국한하여 시행되는 것을 일반적인 것으로 인식하고 시행해왔으나(서울시 남산1, 3호 터널) 국외의 경우에는 환경보호 및 수요조절 측면에서 고속도로까지 확대 시행하고 있는 사례를 찾아볼 수 있다. 이에 본 연구에서는 국내의 고속도로 요금체계 현황에서 혼잡 통행료의 도입방안 및 가능성을 검토하고자 한다.

고속도로의 현행 통행료 부과 방법 및 제도를 고려할 때 통행요금에 혼잡통행료를 도입할 경우 1) 시간대별 차등요금제, 2)폐쇄식 및 개방식 구간에서의 차등요금제, 3)노선별, 구간별 차등요금제, 4)요일별, 계절별 차등요금제를 고려할 수 있다. 현재의 고속도로에서 혼잡통행료를 도입할 경우 현행 이부요금제의 주행요금에 혼잡통행료 개념을 도입하는 것이 타당할 것으로 검토된다. 시간대별 차등요금제는 그 시간대를 주간(06시~24시)과 야간(24시~06시)으로 구분함이 타당할 것으로 판단되고 폐쇄식 구간의 경우 혼잡도를 고려한 주행요금을 이용거리에 비례하여 부과하며 개방식 구간의 경우 최단 이용거리를 기준으로 혼잡도를 고려한 주행요금을 부과하는 것이 타당할 것으로 판단된다. 또한 혼잡도를 고려한 주행요금을 부과하는데 있어 노선별, 구간별 차등을 두는 것이 바람직할 것으로 기대된다. 그러나 요일별 차등요금제는 주 5일 근무제가 확산됨에 따라 증가하는 비업무 승용차의 통행에 의해 고속도로의 비효율적인 운영이 발생할 경우를 제외하고는 적용하지 않는 것이 타당할 것으로 검토된다.



I. 서론

교통시설, 특히 도로에서는 교통량이 일정한 수준을 초과하여 증가되는 경우 통행시간과 운행비용이 과도하게 증대되는 혼잡현상이 발생하게 된다.

이러한 혼잡은 경제적 관점에서 추가분의 통행자가 기존 이용자의 통행비용을 증가시키는 유형으로 해석되고 있다.

이에 대한 대응방안으로서 개별 통행자에게 다른 이용자들의 통행비용 증가분에 상응하는 혼잡통행료를 부과하는 방법이 시행되고 있고, 이러한 혼잡통행료는 교통체계 전체의 효율성을 높이는 유용한 대안으로서 교통경제학계에서 널리 받아들여지고 있는 실정이다.

이와 같은 혼잡통행료는 국내의 경우 도심부로 진입하는 특정 도로에 국한하여 시행되는 것을 일반적인 것으로 인식하여 왔고, 실제로 국내 혼잡통행료 징수 사례로서 교통혼잡을 감소시키기 위한 목적으로 도심부(서울시 남산1, 3호 터널)에서만 적용하고 있는 실정이다.

그러나 국외의 경우에는 환경보호 및 수요조절 측면에서 고속도로까지 확대 시행하고 있는 사례를 찾아볼 수 있다.

미국의 경우에는 캘리포니아 SR 91 고속도로, 샌디에고 I-15 등에서 통행료에 혼잡통행료 개념을 도입하여 적용하고 있으며, 캐나다의 경우에는 토론토 북부지역을 동서로 연결하는 Ontario Highway에서 통행료에 혼잡통행료 개념을 도입하여 적용하고 있다.

이에 본 연구에서는 국내의 고속도로 요금체

계 현황에서 혼잡 통행료의 도입방안 및 가능성을 검토하고자 한다.

II. 고속도로에 혼잡통행료 개념을 도입한 외국사례

1. 미국

1) 캘리포니아 SR 91 고속도로

- 미국 LA시내와 교외를 연결하는 연장 10마일(약 16km)의 도로로 기존의 고속도로와 중간이 접속되어 있음
- 인건비를 절약하기 위해 ETC방식의 통행료 징수체계를 도입하고 있음
- 방향별, 시간대별로 통행료 수준을 차별적으로 적용하며, 동쪽 방향의 경우 교통량이 증가하는 오후시간의 통행요금이 높고, 도심으로 향하는 서쪽방면의 경우에는 오전시간의 통행요금이 높음
- 요일 및 시간대, 통행방향에 따라 최저 1달러에서 5.50달러까지 다양한 요금체계를 갖추고 있으며, 이용자가 적은 심야 시간대에는 최저요금율, 도로가 혼잡한 출·퇴근 시간대에는 최고요금율을 적용하고 있음
- SR 91 고속도로의 혼잡통행료 징수 체계는 요일 및 노선에 따른 가격차별화 보다는 출·퇴근 시간대(즉, 교통량이 일시적으로 증가하는 시간대)의 교통혼잡을 완화시키기 위해 적용되었음을 유추할 수 있음.
- 또한, 주말의 경우에도 오전시간보다 오후 시간대의 요금을 높게 책정하여 통행료를

부과하고 있음

- 3인 이상이 탑승한 자동차의 경우 50%를 할인해주는 제도를 시행하고 있음

2) 샌디에고 I-15 고속도로

- I-15번 고속도로는 13km 연장의 다인승 전용차로제(HOV Lane)를 유료 다인승 전용차로제로 변경하여 시행하고 있음
- 버스와 카풀 차량에 대해서는 무료통행 할 수 있는 권한을 부여함
- 1인승 승용차도 요금을 지불하면 통행이 가능
- 진입로에 설치된 가변전광판을 통해 현재의 요금수준에 대한 정보를 제공
- 실질적인 통행료는 실시간으로 변하는 교통수요에 기초하고 있으며, 교통혼잡이 발생되면 혼잡이 심화될수록 통행료를 더 높게 부과함
- 요금은 일정한 주행속도 유지를 위해 혼잡 정도에 따라 최저 50센트에서 최고 4달러 까지 차등 부과하고 있음
- 평일에는 교통량이 일시적으로 증가하는 출·퇴근 시간대에 통행요금을 높이 부과하고 있으며, 금요일 저녁시간대와 주말 및 휴일에는 시간대 구분을 차별적으로 적용하여 요금을 부과하고 있음
- 특히, 주말 시간대에는 오전 10시부터 오후 7시까지 최고 요금을 부과하고 있음
- 징수된 요금의 일부는 대중교통(직행버스 서비스 등) 개선사업에 투자되며, 시민들의 반응도 적극적임

2. 캐나다 - Ontario Highway(407 Express Toll Route)

- 캐나다 토론토 북부지역을 동서로 연결하는 도로로 총 연장은 108km 임
- 혼잡통행료의 개념을 도입하여 통행료를 징수함
- 진입시간 기준으로 요금을 환산하고 차종별, 시간대별로 다양한 요금을 부과함
- 차종을 Light, Heavy Single Unit, Heavy Multiple Unit 3가지로 구분하여 적용하고 있음
- 고속도로 이용자들의 특성(회원, 비회원)에 따라 진입시간별로 피크시간대와 비피크시간대로 구분하여 이용거리에 따라 요금을 적용하고 있음

III. 혼잡도에 근거한 통행료 체계의 경제적 이론

교통수요가 많은 공간 및 시간에서 교통량을 공간적·시간적으로 분산시켜 사회비용을 최소화하기 위한 경제적 기법의 기본원리는 혼잡비용을 부과하는 방법이라 할 수 있다. 혼잡비용을 부과하게 되는 이론적 배경은 다음과 같이 설명될 수 있다.

도로에서 추가로 유입하는 차량은 기존에 있는 차량의 흐름을 방해하여 교통체증을 가중시키게 된다. 하지만 새로이 유입하는 차량은 자신으로 인하여 생긴 체증의 정도로 개인비용(예 : 통행시간)을 감당할 뿐, 자신으로 인하여 발생하

는 체증으로 다른 차량에 대한 추가비용, 즉 사회비용(한계비용)을 책임지지 않는다.

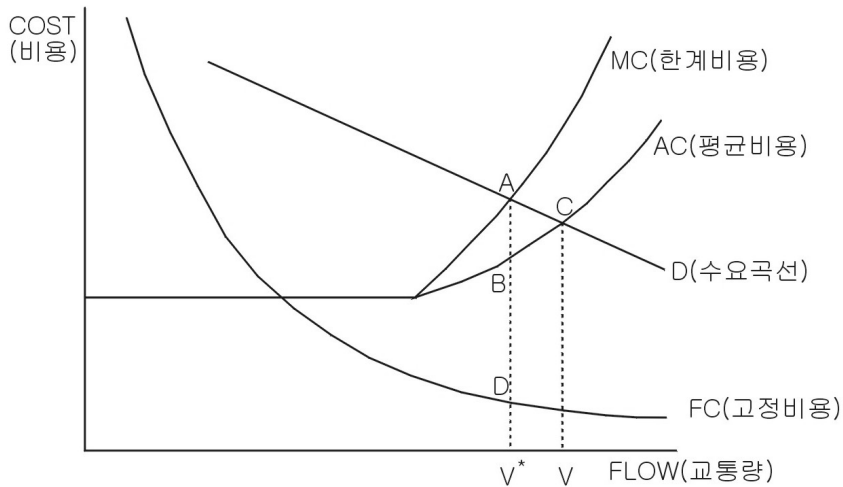
다시 말해서 교통체증으로 인한 외부비경제(externality)가 발생하게 되는 것이다.

이러한 사회비용을 어느 누구도 책임을 지지 않기 때문에 실제로 각자가 지불하는 비용은 사회비용보다 작게 되어 많은 통행을 유발시키게 된다. 그러므로 적정한 양의 통행수요를 유도하기 위해서 정부는 사회비용과 개인비용의 차액을 통행료로 징수하여 교통량을 적정하게 공간적·시간적으로 분산시키고자 하는 것이다.

이것을 도표로 설명하면 [그림 1]과 같으며 혼잡비용은 한계비용과 평균비용의 차액으로 정의할 수 있다.(그림에서 AB)

만일 혼잡비용을 통행료로 부과하지 않았을 경우에는 C에 해당하는 비용을 각자 지불하기 때문에 V만큼의 교통량이 유발되며 혼잡비용을 통행료로 부과하였을 경우에는 A에 해당되는 비용을 각자 지불하게 되어 V*의 교통량이 유발되게 된다. 여기서 교통혼잡비용을 부과하였을 때 가 더 적은 교통량을 유발시킴을 알 수 있다.($V^* < V$)

이렇게 혼잡비용으로 정부가 거두어들인 수입이 도로건설 및 유지에 투자된 비용 D보다 많을 경우는 교통시설이 사회에서 요구하는 정도보다 훨씬 부족함을 의미하며, 과도한 체증으로 인한 잉여 수입은 다시 교통시설에 재투자되어야 하는 당위성이 있는 것이다. 이렇게 교통시설에 대



(주) 고정비용=교통시설의 차량당 건설 및 운영비용
 평균비용=이용자의 개개인이 부담하는 비용(예, 운행비, 시간 등)
 한계비용=교통량의 증가로 인해 초래되는 사회비용 증가분

[그림 1] 한계비용과 평균비용의 비교

한 투자가 형성되면 기존의 교통시설의 용량이 증가하여 [그림 2]와 같이 될 것이다.

아래의 도표에서 점선은 과거 교통용량에서의 한계비용(MC)과 평균비용(AC)을 나타내며 실선은 새로이 건설된 도로에 의해 용량이 증가된 상태에서의 한계비용(MC')과 평균비용(AC')을 나타낸다. 부족한 교통시설에 잉여 통행료 수입을 지속적으로 투자할 경우 A'B'와 D' 같은 상태(즉, 통행료와 대당 평균 도로건설·유지비가 동일하게 되는 경우)에 이르게 된다. 이러한 상태가 바로 최적 교통시설 투자규모가 되는 것이다.

이러한 통행료 산출을 고속도로 통행요금체계 분석 및 개선방안(장명순, 1992)에서 사용되었던 미국 연방도로교통청공식(BPR)을 근거로 한 양대학교의 서선덕 교수가 제안한 Link Performance Function 수식을 이용하여 검토

하기로 하겠다.

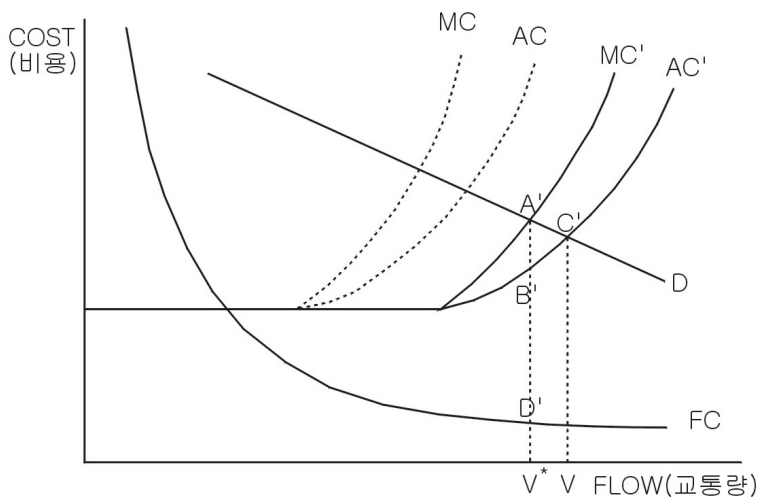
$$T(\text{통행시간}) = T_0(1 + 0.91(V/C)^3)$$

- 기본구간 : 10km
- 자유교통류 속도 하에서 주행시간(T_0) : 0.1 시간(100km/h)
- V : 1일 교통량 (혹은 시간 교통량)
- C : 1일 용량 (혹은 시간교통용량)

$$VOC(\text{운행비용}) = VOC_0(0.98 + 0.12(V/C)^3)$$

- VOC : 차량운행비용
- VOC_0 : 자유교통류 상태 가정시의 운행비용

앞의 식은 각 차량에 대한 통행시간 및 운행비의 평균비용(AC)을 나타내는 것이며, 통행시간 및 운행비에 대한 한계비용(MC)과 혼잡비용은



[그림 2] 한계비용의 재투자에 따른 교통량의 변화



다음과 같은 방법으로 산출할 수 있다.

1. 통행시간에 대한 혼잡비용

각각의 차량에 대한 통행시간에 교통량을 곱하면 전체 차량들의 총 통행 시간이 되며 이를 수식으로 나타내면 다음과 같다.

$$F = T \cdot V = T_0(1 + 0.91(V/C)^3) \cdot V$$

$$= T_0 \cdot V + 0.91T_0 \left(\frac{V^4}{C^3}\right)$$

- 기본구간 : 10km
- 자유교통류 속도 하에서 주행시간(T_0) : 0.1 시간(100km/h)
- V : 1일 교통량 (혹은 시간 교통량)
- C : 1일 용량 (혹은 시간교통용량)
- F : 전체 교통량에 대한 총 통행시간

이렇게 산정된 총 통행시간을 교통량으로 미분한 값이 통행시간에 대한 한계비용이 되며 이를 수식으로 표현하면 다음과 같이 된다.

$$\frac{\partial F}{\partial V} = (T_0 + 4 \times 0.91T_0(V/C)^3) = MC_1$$

- MC_1 : 통행시간에 대한 한계비용

통행시간에 대한 혼잡비용을 산출하기 위해 한계비용에서 평균비용을 빼면 다음과 같이 정리된다.

$$TOLL_1 = MC_1 - AC_1$$

$$= T_0 + 4 \times 0.91T_0(V/C)^3 - T_0 - 0.91T_0(V/C)^3$$

$$= 3 \times 0.91T_0(V/C)^3 = 2.73T_0(V/C)^3$$

- $TOLL_1$: 통행시간에 대한 혼잡비용
- MC_1 : 통행시간에 대한 한계비용
- AC_1 : 통행시간에 대한 평균비용

앞의 식의 단위는 시간이므로 돈의 단위로 전환하기 위해 시간가치를 곱하여야 하고 이는 다음과 같이 표현된다.

$$TOLL_1 = 2.73T_0(V/C)^3 M \quad (M : \text{시간가치})$$

- $TOLL_1$: 통행시간에 대한 혼잡비용

2. 운행비에 대한 혼잡비용

각각의 차량에 대한 운행비에 교통량을 곱하면 전체 차량들의 총 운행비용이 되며 이를 수식으로 나타내면 다음과 같다.

$$H = VOC \cdot V = VOC_0(0.98 + 0.12(V/C)^3) \cdot V$$

$$= 0.98VOC_0 \cdot V + 0.12VOC_0 \left(\frac{V^4}{C^3}\right)$$

- VOC : 차량운행비용
- VOC_0 : 자유교통류 상태 가정시의 운행비용
- V : 1일 교통량 (혹은 시간 교통량)
- H : 전체 교통량에 대한 총 운행비용

이렇게 산정된 총 운행비용을 교통량으로 미분한 값이 운행비에 대한 한계비용이 되며 이를

수식으로 표현하면 다음과 같이 된다.

$$\frac{\partial H}{\partial V} = (0.98VOC_0 + 4 \times 0.12VOC_0(V/C)^3) = MC_2$$

- MC_2 : 운행비에 대한 한계비용

운행비에 대한 혼잡비용을 산출하기 위해 한계 비용에서 평균비용을 빼면 다음과 같이 정리된다.

$$\begin{aligned} TOLL_2 &= MC_2 - AC_2 \\ &= 0.98VOC_0 + 4 \times 0.12VOC_0(V/C)^3 \\ &\quad - 0.98VOC_0 - 0.12VOC_0(V/C)^3 \end{aligned}$$

$$TOLL_2 = 0.36VOC_0(V/C)^3$$

- $TOLL_2$: 운행비에 대한 혼잡비용
- MC_2 : 운행비에 대한 한계비용
- AC_2 : 운행비에 대한 평균비용

여기서 전체 혼잡비용(TOLL)은 통행시간에 대한 혼잡비용($TOLL_1$)과 운행비에 대한 혼잡비용($TOLL_2$)의 합이며 이를 수식으로 정리하면 다음과 같다.

$$\begin{aligned} TOLL &= TOLL_1 + TOLL_2 \\ &= 2.73T_0(V/C)^3M + 0.36VOC_0(V/C)^3 \\ &= (V/C)^3 \cdot (2.73T_0M + 0.36VOC_0) \end{aligned}$$

- TOLL : 전체 혼잡비용
- $TOLL_1$: 통행시간에 대한 혼잡비용
- $TOLL_2$: 운행비에 대한 혼잡비용

IV. 국내 고속도로에서의 혼잡통행료 도입 방안 및 가능성 검토

고속도로 이용자의 통행에 대한 가치는 통행목적에 따라 달라지며, 통행목적은 이용자들마다 제각기 다르므로, 혼잡통행료를 부과하고 적용하는 방식은 일반적이고 합리적인 형태를 고려하여 적용할 필요가 있다. 따라서 고속도로에 혼잡통행료를 도입할 경우 앞에서 제시한 혼잡비용의 개념에 의거하면 다음과 같은 방안을 고려할 수 있다.

- (1) 시간대별 차등요금제
- (2) 폐쇄식 및 개방식 구간에서의 차등요금제
- (3) 노선별, 구간별 차등요금제
- (4) 요일별, 계절별 차등요금제

한국도로공사에서는 이전 요금체제인 최저요금체에서 현행 이부요금제(Two-part tariff)로 요금체제를 전환하여 시행하고 있다. 이부요금제(Two-part tariff)는 기본요금과 주행요금(변동요금)으로 구분되는데, 기본요금은 고속도로의 이용거리와는 무관하게 부과되고, 주행요금은 고속도로의 이용거리에 비례하여 부과하는 방식이다. 따라서 혼잡도를 고려한 통행요금을 이부요금제에 도입할 경우 주행요금에 사회비용 개념을 도입하여 적용시키는 것이 논리적으로 타당할 것으로 검토된다.

1. 시간대별 차등요금제

시간대별 차등요금제도는 교통수요가 많은 시간대와 교통수요가 적은 시간대의 통행분포에



따른 가격정책으로 교통수요를 적절히 시간적으로 분산시켜 효율적 도로이용을 유도하는데 그 목적이 있다. 특히 화물차의 경우에는 야간에 통행료 할인제도를 도입할 경우 화물 도착시간이 중요하지 않은 화물의 경우 야간 수송을 유도함으로써 주간 화물교통량을 줄여 교통소통에 기여하고 야간 수송으로 수송비 절감을 도모하는 장점이 있는 것이다. 또한 주간의 화물 교통량의 수를 줄임으로써 교통류의 구성이 균일화(Homogeneous)되고 속도와 서비스 수준이 증가되면서 단위시간당 처리할 수 있는 교통량이 늘게 되면 통행료의 수입도 증대되는 동시에 이용자의 편익도 증대되는 장점을 갖고 있어 바람직한 제도라고 볼 수 있다.

시간대별 차등요금제를 적용함에 있어 고려되어야 할 사항은 첫째, 하루를 몇 시간대로 구분하느냐 하는 점과 둘째, 각 시간대의 통행료 수

준을 어떻게 책정하느냐 하는 점이다.

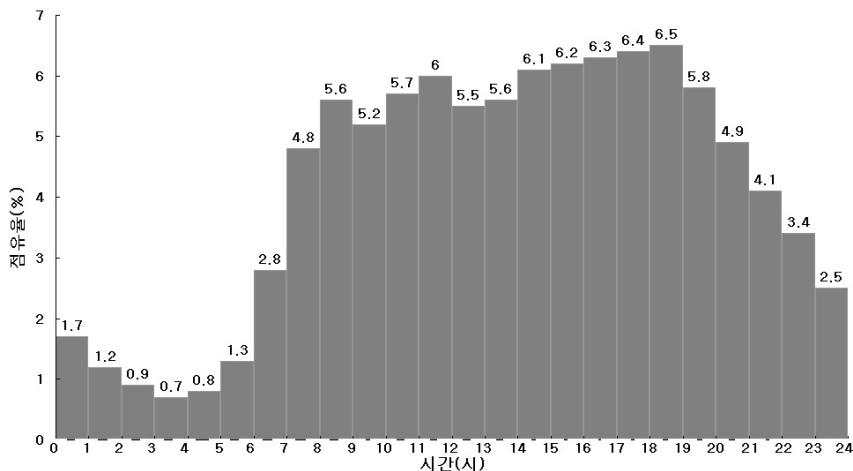
1) 시간대별 구분

하루를 24시간대로 나누어 실시간으로 각 고속도로 구간별로 혼잡도를 고려하여 통행료를 책정하여 부과하는 방안은 수동식 통행권 발부로는 불가능하고 ETC(Electronic Toll Collection system)가 완전히 도입될 경우 이에 대한 적용이 가능할 것으로 판단된다.

따라서 현재의 영업체제를 고려할 때 주간과

〈표 1〉 주·야간별 교통량 점유율

	주간(06시~24시) (%)	야간(24시~06시) (%)	계 (%)
교통량 점유율	93.4	6.6	100



자료 : 한국도로공사 내부자료

[그림 3] 시간대별 교통량 점유율

〈표 2〉 현행 통행료와 주·야간 혼잡도 고려 시 통행료의 비교

(승용차(1종) 기준), (단위: 원/km)

차로	현행주행요금 (원/km)	주간혼잡도를 고려한 주행요금		야간혼잡도를 고려한 주행요금	
		서비스수준 D		서비스수준 B	
		v/c=0.83	v/c=0.66	v/c=0.50	v/c=0.31
4차로	39.1	173.1	87.1	37.8	9.0

야간으로 양분하는 방안이 합리적이라 판단되며 교통량의 구성비로 분석할 때 주간은 06시~24시, 야간은 24시~06시가 타당하다고 분석된다.

2) 주·야간별 통행료 수준

〈표 2〉는 주·야간별 혼잡도를 고려할 때 승용차 기준 4차로 고속도로에 대한 주행요율을 앞에서 제시한 사회비용(한계비용)이론을 근거로 산출하여 제시한 것이다. 여기서 혼잡도를 고려한 주행요율을 산출하는 예에서는 시간가치비용과 운행비용을 산출하는데 있어 한국개발연구원의 도로부문사업의 예비타당성조사 표준지침 연구(제3판)에서 제시된 승용차 한 대 당 시간가치비용(M) 9697원/hr을 적용하였고, 고속도로의 자유속도를 100km/hr(KHCM 근거)로 설정하였다.

이 경우 자유교통류 상태의 운행비용(VOC₀)은 105.74원/km, 이에 따른 주행시간은 0.01hr/km이다. 승용차의 시간가치비용은 업무와 비업무의 평균치이고 운행비용은 유류비, 엔

진오일, 타이어비, 유지관리비, 감가상각비를 고려한 수치이다.

〈표 2〉는 혼잡도를 고려한 통행요금을 주행요율에 적용할 경우의 간단한 예일 뿐이다. 물론 그 적용 방향에 대한 큰 변화는 없겠지만 현실적으로 이를 적용 시에는 고속도로의 각 구간에 대한 시간대별 포화도(v/c ratio)를 관측함과 동시에 현재와 장래의 논리적인 시간가치비용과 운행비용에 대한 연구가 수반되어 적용될 필요가 있다.

주간 혼잡도는 서비스 수준 D를 기준으로 이때의 상한선과 하한선의 포화도(v/c ratio)를 한국도로용량편람에 따라 0.83과 0.66으로 구분하였다. 주간 혼잡도 고려시 v/c=0.83인 경우에는 4차로 고속도로의 평균 통행료는 승용차를 기준으로 km당 173.1원으로서 현행요금의 약 4.4배에 해당되는 수준이다.

v/c=0.66인 경우에는 4차로 고속도로의 평균 통행료는 승용차를 기준으로 km당 87.1원으로 현행요금의 2.2배에 해당하는 수준이다.

야간의 혼잡도는 서비스 수준 B를 기준으로 B의 상한선과 하한선으로 포화도(v/c ratio)를 한국



도로용량편람에 따라 0.50과 0.31로 구분하였다.

야간 혼잡도 고려시 $v/c=0.50$ 인 경우에는 4차로 고속도로의 평균 통행료는 승용차를 기준으로 km당 37.8원으로서 현행 주행요율의 약 97% 정도 되는 수준이다.

$v/c=0.31$ 인 경우에는 4차로 고속도로의 평균 통행료는 승용차를 기준으로 km당 9원으로서 현행요금의 23.6%에 불과한 수준으로 분석되었다.

이와는 달리 통행료의 급격한 변화를 피하기 위하여 서비스 수준 D의 높은 통행료 수준과 서비스 수준 B의 낮은 통행료 수준을 병합하여 주·야간에 공히 적용할 수 있는 서비스 수준을 근거로 통행료를 산출하는 대안이 모색될 수도 있다.

이는 서비스 수준 D와 서비스 수준 B의 중간인 서비스 수준 C에서의 통행료 수준으로 고려될 수 있다. <표 3>은 서비스 수준 C의 $v/c=0.58$ 을 기준으로 할 때 산출된 통행료를 제시한 것이다.

즉, $v/c=0.58$ 을 기준시 4차로 고속도로의 승

용차 기준 통행료는 59.1원으로 현행요금의 151%에 해당하는 수준이다.

이와 같은 분석을 기준으로 할 때 현행 통행료 수준은 혼잡도를 고려한 통행료 수준과 비교시 매우 낮은 수준임을 알 수 있다.

고속도로 통행요금에 혼잡통행료의 도입을 고려시 고속도로의 서비스 수준을 분석하여 그 서비스 수준이 떨어지는 구간에 있어서는 주간 통행요금에 있어 서비스수준 C를 기준으로 산출된 4차로 고속도로의 승용차 기준 통행료인 km당 59.1원까지 상향조정도 고려해볼 필요가 있을 것으로 검토된다. 야간의 통행료는 서비스 수준 B($v/c=0.50\sim 0.31$)의 평균값인 $[(37.8+9.0)/2]$, 현행주행요율의 약 60% 수준] 23.4원 정도가 현실성이 있는 것으로 판단된다.

참고로 주간 통행료 수준이 39.1원에서 59.1원으로 상향 조정되는 경우에도 우리나라의 승용차 기준 통행료는 일본, 프랑스, 이탈리아의 평균 통행료인 km당 약 100원의 59.1% 수준에 불과한 것이며, 야간의 경우에는 23.4%에 불과하다는 사실에 주목할 필요가 있겠다.

<표 3> 현행 통행료와 혼잡도 고려시 통행료의 비교

(승용차(1종) 기준), (단위: 원/km)

차로	현행주행요율(1) (원/km)	주간혼잡도를 고려한 주행요율(2)	
		서비스수준 C	(2)/(1) (%)
		$v/c=0.58$	
4차로	39.1	59.1	155

2. 폐쇄식 및 개방식 구간에 대한 차등요금제

현재 고속도로의 영업체제는 폐쇄식 구간과 개방식 구간으로 나누어진다. 폐쇄식 구간에서는 이용거리에 따라 주행요금을 부과할 수 있는 영업조건을 갖추고 있다.

따라서 폐쇄식 구간의 경우 시간대별 차등요금제에서 언급한바와 같이 혼잡도를 고려한 km당 통행요금을 주행요율로서 적용이 가능할 것으로 판단된다. 개방식 구간에서는 이전 요금 체제인 최저요금제의 경우 1종 승용차의 경우 주행거리가 20km를 넘지 않는 구간에서는 최저요금(1100원)외에 주행요금을 받지 않았기 때문에 20km이하의 단거리 이용차량에 대해 혼잡도를 고려한 통행요금을 징수하는 것이 사실상 어려웠지만 현재 실시하고 있는 이부요금제의 경우 기본요금과 함께 이용 거리에 비례해서 요금을 부과하는 주행요금 개념이 도입됨에 따라 혼잡도를 고려한 통행요금을 주행요율에 적용하는 것이 용이하다고 할 수 있겠다.

개방식 구간은 단거리 이용 교통이 많으므로 앞에서 분석된 바와 같이 혼잡도의 지표인 서비스 수준 C의 $v/c=0.58$ 을 기준으로 산정되는 혼잡통행료를 이부요금제에서 책정된 주행요율에 적용하여 부과할 수 있겠다. 또한 혼잡도를 고려한 통행료의 할증 규모는 외국의 경우 2.2~2.5 수준이므로 이를 초과하지 않는 범위에서 혼잡도를 고려한 주행요율을 결정하는 것이 타당하다 할 수 있다. 따라서 주행거리에 혼잡도를 고려한 $v/c=0.58$ 에서의 통행요금 59.1원/km를

주행요율로 적용하고 각 개방식 구간의 최단 이용거리의 평균치인 6.5km를 일률적으로 주행거리로 보게 된다면 개방식 구간에서의 기본요금을 제외한 혼잡도를 고려한 주행요금은 약 400원이 된다. 이렇게 되면 한국도로공사가 현재 운영중인 개방식 구간의 이부요금제에서 기본요금이 640원이므로 여기에 혼잡도를 고려한 주행요금 400원을 더하면 개방식 구간의 요금은 1040원이 되겠다. 이는 현행의 옥계와 토평을 제외한 일반적인 개방식 구간의 요금수준인 800원~900원의 약 1.15~1.3배정도 되는 요금수준이다.

개방식 구간에서 혼잡통행료의 도입을 고려함에 있어 특히 제고되어야 할 현행 제도는 출퇴근 할인제도라 할 수 있겠다. 이는 혼잡도를 고려한 통행요금 징수에 있어서 근본적인 원리를 위배하는 제도라 할 수 있으므로 혼잡도를 고려한 통행요금을 적용할 경우 반드시 폐지되어야 할 제도라 할 수 있겠다.

3. 노선별, 구간별 차등요금제

노선별, 구간별의 시간대에 따른 혼잡도는 상이하므로 혼잡도를 기준으로 통행료를 부과하는 방법에 있어 노선별, 구간별 차등요금제는 타당한 방안이라 할 수 있다. 특히 혼잡도에 근거한 통행료 이론에 의해 v/c ratio가 높은 구간이나 노선에는 통행료를 차등 부과하여 교통량의 분산을 도모함으로써 효율적인 고속도로 이용을 도모할 수 있는 것이다.

노선별, 구간별 차등요금제는 매우 합리적인

방안이나 통행료에 차별을 두는 경우에는 이용자가 그 배경을 충분히 이해하려 하지 않을 뿐더러 이해하기 어렵기 때문에 특정노선 또는 특정구간의 통행료가 비싸다는 점에 대해 불만을 가질 소지가 있어 통행료 체계의 관리상 그 실행을 유보하여 왔던 것이 사실이다.

그러나 현재 고속도로의 연장이 증가함에 따라 고속도로의 단거리 이용 교통량이 증가하는 경향이 지속되고 있고 이는 고속도로의 일부 구간에 과도한 혼잡을 가져오는 결과를 초래하고 있으므로 노선별, 구간별 차등요금제의 도입으로 교통량의 분산을 도모하는 것이 더 이상 유보할 일이 아니라 할 수 있다.

실례로 고속도로 요금제도 및 영업체제 개선 방안 연구(2000)에 의한 수도권지역의 노선별, 구간별 혼잡도를 살펴보면 서울외곽순환선의 경우 평균 v/c 는 0.82로 서비스 수준 D인 것으로 분석되고 있고, 이 중에서 구리IC와 송파IC구간에서는 서비스 수준 F상태가 집중되어 있는 것으로 분석되고 있다.

경부선의 수도권구간인 경우 서비스수준 F로 심각한 혼잡을 보이고 있으며, 경인선의 경우 신월IC~부천IC 구간에서 서비스 수준 F를 보이고 있고 서인천IC~가좌IC 구간에서도 서비스 수준 F를 보이고 있다. 반면에 제 2경인선의 경우 v/c 가 0.39~0.72로 서비스 수준 A~C상태를 보이고 있으며, 안산선의 경우 평균 v/c 가 0.53으로 서비스 수준 B상태, 서해안선의 경우 v/c 가 0.70으로 서비스 수준 C상태, 중부선의 경우 v/c 가 0.34로 서비스 수준 A상태를 보이는 것으로 분석되고 있다.

이와 같이 수도권 지역의 각 노선, 구간에 따른 v/c 를 살펴보더라도 각 노선별, 구간별 혼잡도는 매우 상이하다. 따라서 이러한 노선별, 구간별 혼잡도를 고려한 차등요금제를 도입해야할 필요성은 충분히 타당하다고 분석된다.

4. 요일별, 계절별 차등요금제

요일별, 계절별 차등요금제는 주중 교통과 주말 교통이 통행목적, 교통량 등에 차이가 생기는 것을 고려하여 주말 교통에 대하여 할증하는 방안과 계절별로 특정일(예: 명절)에 교통량이 집중되지 않도록 수요관리 측면에서 할증하는 방안에 대한 개념을 포함하고 있다.

그러나 주말 교통 중 일부는 대중교통과 생산 활동에 종사하는 화물차량으로 구성되어있고 주말의 통행료 할증으로 얻는 이익이 과다한 할증으로 인한 이용객의 불만을 상쇄되고도 남을 만큼 크지 않기 때문에 에너지 파동 등과 같은 국가적 에너지 절약이 필요한 경우를 제외하고는 시행치 않는 방안이 타당하다고 판단된다. 다만, 점차 확산되어가고 있는 주 5일 근무제의 영향으로 인한 주말 비업무 교통의 증가에 대해서는 차종별로 구분한 혼잡도를 고려한 할증제도를 고려할 필요가 있을 것으로 판단된다.

V. 결론 및 향후 연구과제

1. 결론

시간대별 교통 수요의 변화로 인한 고속도로

효율성의 저하를 개선하고 상대적으로 교통량이 적은 시간대의 고속도로 이용을 촉진하여 생산성을 제고하기 위해서는 시간대별 혼잡도에 근거하여 시간대별 차등 요금제의 시행이 필요하며 시간대는 주간(06시~24시)과 야간(24시~06시)으로 구분함이 타당할 것으로 분석된다

혼잡도를 고려한 통행요금을 부과하는데 있어서 혼잡비용을 기본요금에 일률적으로 부과하는 방법보다는 혼잡도에 기여하는 이용거리에 비례하여 주행요금에 부과하는 것이 타당할 것으로 판단된다. 이러한 요금부과 방법을 적용할 경우 현재 한국도로공사에서 운영중인 이부요금제는 요금체계가 기본요금과 주행요금으로 분리되어 있다는 측면에서 혼잡도를 고려한 통행요금의 적용이 용이할 것으로 판단된다.

폐쇄식 구간의 경우 이용거리에 따른 주행요금의 부과가 가능하므로 이용거리에 비례하여 혼잡도를 고려한 주행요금을 부과하는 것이 개방식의 경우보다 용이하며, 이용거리에 따른 주행요금 부과가 어려운 개방식의 경우에는 평균 이용거리를 기준으로 주행요금을 부과 시 발생하는 단거리 이용차량들의 불만을 고려할 때 각 영업소의 최단이용거리를 기준으로 혼잡도를 고려한 주행요금을 부과하는 것이 좋을 것으로 기대된다.

또한, 혼잡도를 고려한 통행요금을 부과하는데 있어 전체 고속도로에 대하여 일률적으로 적용하는 방안보다는 혼잡도를 고려하여 노선별, 구간별 차등을 두어 요금을 부과하는 방안이 현실적으로 타당한 것으로 분석된다.

요일별 차등 요금제는 주말 교통 중 일부는 대

중교통과 생산 활동에 종사하는 화물 차량들로 구성되어 있고 주말의 통행료 할증으로 얻는 이익이 과다한 할증으로 인한 이용객의 불만을 상쇄하고도 남을 만큼 크지 않기 때문에 에너지 파동 등과 같은 국가적 에너지 절약이 필요한 경우를 제외하고는 그 적용이 타당하지 않을 것으로 판단된다.

다만 주 5일 근무제가 확산됨에 따라 증가하는 비업무 승용차의 통행에 의한 고속도로의 비효율적인 운영이 발생될 경우 차종별 차등 요금부과 방안을 고려할 필요가 있을 것으로 사료된다.


혼잡도를 고려한 통행요금을 부과시 한국도로공사가 회수해야 할 변동비를 제외한 수입은 고속도로의 혼잡에 의해 발생하는 비효율적인 운영을 피하기 위한 추가공급시설에 대한 투자비용으로서 사용하는 것이 혼잡비용 부과에 대한 당위성 측면에서 타당할 것이다.

2. 향후 연구과제

고속도로 통행요금에 혼잡비용을 도입함에 있어 가장 문제가 되는 것은 법적 근거가 미비하다는 것이다. 고속도로 통행요금은 유료도로법에 그 근거를 두고 있고 혼잡통행료는 도시교통정비촉진법에 그 근거를 두고 있다. 따라서 고속도로 통행요금에 혼잡통행료를 도입할 경우 우선적으로 법적 근거를 마련할 필요가 있으며 이에 대한 연구가 필요하다.

또한 합리적인 혼잡도를 고려한 통행요금을 부과하기 위해서는 고속도로에서의 업무 및 비



업무 차량의 시간가치비용과 차량에 따른 운행 비용 등에 대한 연구와 고속도로의 각 노선, 구간에 따른 시간대별 혼잡도에 대한 연구가 반드시 수반되어야 할 필요가 있다. 

참 고 문 헌

1. 교통개발연구원(2000), “고속도로 요금제도 및 영업체제 개선방안 연구”.
2. 장명순(1992), “고속도로 통행요금체계 분석 및 개선방안”, 한양대학교 생산공학논문집, Vol.1 No.1, pp.187~205.
3. 한국개발연구원(2001), “도로부분사업의 예비 타당성조사 표준지침 연구(제3판)”.
4. 한국산업개발연구원(2002), “고속도로 통행요금제도의 장기발전방향 수립”.
5. Chesher, A. and Harrison, R.(1987), “Vehicle Operating Costs: Evidence from Developing Countries”, World Bank.
6. Wohl, M. and Hendrickson, C.(1984), “Transportation Investment and Pricing Principles”, John Wiley and Sons, Inc..