

친환경 모빌리티 반영한 교통사업 편익분석으로 환경·운영비용 절감 기초자료 제시와 적용 예시

서울시, 교통환경오염 줄이고 시민에게 친환경 교통수단 제공 위한 정책 가속화

도로를 운행하는 차량에서 나오는 탄소를 감축하는 일은 이 시대의 중요한 과제가 되었다. 2018년 기준 전체 탄소 배출의 13.5%는 수송부문이 차지하고 이 중 97%가 도로에서 발생하기 때문이다. 정부는 도로에서 발생하는 환경오염을 줄이기 위해 2004년 친환경자동차법을 제정하여 하이브리드차, 전기차, 수소전기차 보급을 지원해 왔으며, 2021년 제4차 친환경 자동차 기본계획에서 신차 판매 중 친환경차 비중을 2025년 50%, 2030년에는 80%까지 확대하는 목표를 발표했다.

서울시는 총 탄소 배출량에서 수송부문의 비율이 19.2%로 높아 전기·수소 충전 인프라 확충과 친환경차 보급에 노력해 왔으며, 그 결과 서울시 전체 등록차 중 친환경차 등록대수가 2022년 기준 8.0%로 상승했다. 특히 서울시는 2025년까지 승용차와 버스를 지원하는 것과 더불어 신규 배달용 이륜차와 택배 화물차를 100% 전기차로 전환할 계획이며 도시 내 단거리 통행수단인 전기자전거, 전기 킥보드 등 개인형 이동장치 증가와 함께 도심항공교통의 상용화도 앞두고 있다. 이처럼 서울시는 교통으로 인한 환경오염을 줄이고 시민에게는 다양한 교통수단을 제공하기 위한 정책을 시행하고 있다.

서울시 교통사업평가, 내연기관차만 분석해...친환경차 고려한 편익 분석 필요

도로 신설과 확장, 주차장, 도로공간재편 등 교통사업에 대한 경제적 타당성을 평가할 때 지형과 같은 현장에 대한 자연환경과 도로 네트워크, 이동수단 특성, 통행량과 같은 교통현황, 사회경제적 환경 자료와 같은 기초자료를 근거로 경제성을 분석한다. 이러한 분석방법에서는 해당 교통사업이 시행됨에 따른 차량운영비용, 운행 중 발생하는 소음과 대기오염비용 등의 변화를 분석하여 수단별 차량운영비용 절감, 환경비

용 절감과 같은 편익을 추정한다.

서울시는 자동차 중심의 도로공간을 버스, 보행, 자전거 이용자가 쾌적하게 이용할 수 있도록 버스전용차로 설치, 보행 공간 확장, 자전거전용도로 설치 등 도로공간재편 사업을 추진해 왔다. 또한 불법주차를 해소하고 시민의 안전과 생활환경을 향상시키기 위한 주차장 사업도 다수 수행되고 있으며, 여기에 친환경 교통수단은 확대되고 있다. 하지만 친환경 교통수단은 기존의 내연기관 교통수단과 구동 원리, 작동부품 등에서 여러 차이가 있고 도로 주행 시에 발생하는 비용이 내연기관차와 다르기 때문에 내연기관에 기반하는 현재의 경제성분석 지침으로는 친환경 모빌리티를 고려한 교통사업의 편익 산출에 한계가 있다. 이러한 사업을 평가하기 위해서는 친환경차의 보급 환경에 부합하는 편익 산정방법으로 개선이 필요하다.

환경비용 쟁점 있지만 현재 편익산정 개선한, 친환경차 반영의 편익분석 꼭 필요

친환경차 운행을 고려한 교통사업 편익을 산정하는 경우 환경비용에 대해 몇 가지 쟁점이 있다. 특히 전기차의 환경오염 비용 산정 시에는 주행 중에 발생하는 오염물질만을 고려하고 있는데 차량 및 동력원의 생산과 폐기 등 전 과정에서 발생하는 오염물질도 고려하여야 한다는 의견이 많다. 전기 배터리 생산 및 폐기과정에서 다량의 온실가스가 발생하고, 화력발전에 의한 전력 생산과정에서도 대기오염이 발생하기 때문이다. 그러나 교통사업의 편익 산정은 도로개설 등 사업 시행 전·후 자동차 운행변화에 따른 비용 절감을 산정하기 때문에 생산 및 폐기과정이 고려되지 않는다.

이 연구에서 친환경 모빌리티는 친환경자동차법에서 정의하고 있는 하이브리드차, 전기차, 전기수소자동차와 전기를 동력원으로 하는 개인형 이동장치를 말한다. 하이브리드차를 제외한 친환경차는 주행 중 대기오염물질을 배출하지 않으며, 하이브리드차의 대기오염 배출량도 50km/h 이하의 도시 내 통행속도에서는 차량의 절반 이하이다. 따라서 내연기관의 환경오염 비용 원단위를 적용하고 있는 현재의 편익 산정방법은 반드시 개선이 필요하다.

이 연구는 편익분석에 필요한 친환경차 비용 원단위 기초자료와 산정방법 제안해

친환경 모빌리티의 운행을 고려한 교통사업의 운행비용과 환경비용 원단위를 내연기관차와 비교하면서 비용 원단위 기초자료와 산정방법을 제시하였다.

[표 1] 편익항목 및 비용 원단위 산정

구분	내연기관 비용 원단위		친환경 모빌리티를 고려한 비용 원단위 요약	원단위 개선		
통행시간 절감	· (분석방법) 교통량×통행시간×업무/비업무 시간가치		· 내연기관차과 동일	×		
	· 업무/비업무 시간가치					
운행비용 절감	· (분석방법) 교통량×연장×운행비용 원단위		· 유류비: Transportaion Research Part D의 속도별 전력소모량을 분석한 연구결과 적용 · (전기·수소) 전력소모량×충전요금 · 엔진오일비: 하이브리드 차종에 한해 내연기관과 동일하게 설정 · 전기 및 전기수소전기차 발생하지 않음 · 내연기관과 동일 · 유지관리비: 아르곤국립연구소에서 제시된 친환경차 유지관리 항목별 비용을 적용	○		
	· 유류비: 연료소모량×유류비	예비타당성조사 지침 (설문조사 결과에 따른 지출비용)				
	· 엔진오일비				· 감가상각비: 내연기관차가격×감가율	○
	· 타이어마모비				· 내연기관과 동일	×
	· 유지관리비				· 유지관리비: 아르곤국립연구소에서 제시된 친환경차 유지관리 항목별 비용을 적용	○
대기오염비 용 절감	· (분석방법) 교통량×연장×대기비용 원단위		· 하이브리드차의 대기오염별 배출계수(환경부) · 전기 및 수소차는 PM2.5 발생(한국기계연구원) · 물질별 대기오염비용 원단위는 내연기관과 동일	○		
	· CO, NOx, VOC, PM2.5, CO ₂ 의 대기오염배출계수 · 물질별 대기오염비용 원단위 적용					
소음비용 절감	· (분석방법) 소음도(dB)×연장×소음비용 원단위		· 소음예측식에서 내연기관의 엔진구동계, 배기계 소음비율 제외(일반식) · 「국립환경과학원」의 소음예측식 적용(도로단에서 10m 이내 지역) · 소음비용 원단위는 내연기관과 동일	○		
	① 일반도로 소음예측식 활용 방식(국립환경과학원) · 일반도로 소음예측식(일반식) 적용 · 방음벽의 설치비용을 토대로 산정한 소음비용 원단위 적용					
소음비용 절감	② 3차원 소음예측 모형(KHTN, 한국도로공사) 활용 · 조건(포장, 차종, 속도)의 등가소음도 산정 · 개인이 1년동안 건강한 삶을 영위할 수 있을 때의 지불가능 금액으로 산정된 소음비용원단위 적용		· 소음예측식에서 내연기관의 엔진구동계, 배기계 소음비율을 제외하여 등가소음도에 반영 · 소음비용 원단위는 내연기관과 동일	○		
수질오염 개선	· (분석방법) 수질오염물질 배출 원단위×피해비용 원단위×교통량×연장×차로수×차로너비		· 도로 비점오염 발생량과 친환경모빌리티와 관련된 연구가 부재하여 이 연구에서 제외	×		
	· 수질오염물질 배출 원단위는 오염총량관리기술지침(환경부) 적용 · 수질오염 피해비용 원단위는 오염총량 초과 부과금 적용					
사고비용 절감	· (분석방법) 교통량×연장×교통사고비용 원단위		· 내연기관과 동일	×		
	· km당 교통사고 발생비용					

친환경차 반영한 편익산정, 내연기관만 고려할 때보다 환경비용 ↓, 운행비용 ↑

이 연구에서 제안한 하이브리드차, 전기차, 수소전기차의 환경비용과 운행비용 원단위를 도로개선, 주차장, 도로공간재편 사업의 편익 분석에 적용해 보았다. 서울시 중구와 강남구 권역을 영향권으로 하는 도로개선 사업에서 친환경차를 고려하니 내연기관만 고려할 때와 비교하여 대기오염비용과 소음비용은 감소하고, 운행비용은 증가하였다. 현재 보급 비율인 하이브리드차 6%, 전기차 2%를 반영하니 도로 확장사례에서 총 편익은 내연기관 운행만 고려할 때보다 강남구 1.0%, 중구 1.5% 높아졌고, 친환경차 비중이 30% 높아지면 강남구 9.7%, 중구 10.7%의 편익 증가가 나타났다. 도로공간재편 사업은 이 연구의 의견조사를 바탕으로 산정한 도로환경 개선효과를 지불용으로 분석하거나 보행자가 개인형 이동장치를 이용할 때 발생하는 접근시간 감소를 편익으로 산정하였다. 또한 개인형 이동장치 이용자의 편의성을 편익으로 산정하였다. 주차장 사업은 친환경 모빌리티를 고려한 교통사업의 환경비용과 운행비용 원단위를 적용하여 주차차량과 주행차량의 차량운행비용, 대기오염비용 절감 편익을 산정하였다. 앞서 도로개선 사업의 사례와 유사하게 차량운행비용은 소폭 증가하나 대기오염비용은 감소하는 것으로 분석되었는데 총 편익은 내연기관 운행만 고려하였을 때보다 0.5%, 친환경차 비중 30%일 때는 4.3% 증가하였다.

친환경차 편익산정 연구, 신뢰받는 편익분석으로 정착하려면 후속 연구 지속 필요

이 연구는 하이브리드차, 전기차, 수소전기차의 도로에서의 대기오염비용과 소음비용 원단위, 운행비용의 원단위를 정립하고 서울시에 예시적으로 적용해 보았다. 이러한 연료별 차종에 따른 원단위는 친환경 모빌리티 이용이 많아지거나 하이브리드차, 전기차, 수소전기차의 보급이 많아지면 타당성조사에서 그 특성이 반영될 것이다. 그러나 전기차는 본격적으로 보급된 기간이 짧고 수소전기차는 현재 이용이 미미하여 편익 산정에 활용할 수 있을 정도의 충분한 자료들이 축적되지 않았다. 앞으로 관련되는 연구를 기대한다.

그럼에도 앞으로 도래하는 친환경 모빌리티 교통환경에 대비하여 편익 산정 연구를 수행한 것은 도심 내 교통사업의 합리적인 편익 산정방법을 통해 서울시 교통정책의 신뢰성 향상에 도움이 되고자 했기 때문이다. 한편 이 연구의 환경비용은 차량 주행 중 발생비용으로 고려되어 전 주기적 분석(LCA)을 통해 연료 생산과정에서 발생하는 사회적비용에 대한 논의로 이어지길 기대한다.