

도시교통정책의 새로운 세계적 흐름과 새로운 도시교통시스템



| 서 사 범 |
삼표이앤씨(주) 기술연구소장
공학박사 · 철도기술사

I. 머리말

근년에 세계의 많은 도시에서 교통정책의 관점이 크게 변하기 시작하였다. 이것은 지체해소를 목적으로 하여 자동차중시의 관점으로부터 도시의 매력이나 활력을 창출할 목적으로 사람이나 공공교통을 중시하는 관점에서의 변화이다.

한편, 도시교통과 관련하여 지금까지 궤도계열을 중심으로 한 새로운 도시교통시스템의 안전성 평가나 노면전차, 모노레일 등을 포함한 광의의 철도시스템에서 신기술의 연구개발, 기술평가 등을 통하여 안전하면서 환경이나 사람에게 친화적인 교통시스템의 실현에 노력하여 왔다. 향후에 이산화탄소(CO₂)를 삭감하기 위하여 더욱 노력할 필요가 있으므로 공공교통기관의 이용촉진이 사회적으로 요구되고 있으며, 이와 관련하여 안전성에 대한 신뢰성을 확보하는 것이 중요하다.

본고에서는 도심 도로(道路)공간(空間)의 활용 방법이나 지방도시의 콤팩트한 도시 만들기를 목표로 하는 예 등, 도시교통정책에서의 새로운 세계적 흐름을 소개하고 공공교통의 있어야 할 자세, LRT·커뮤니티 버스 등의 새로운 도시교통시스템 및 노면전차의 세계적인 동향과 기존 도시철도의 속달(速達)성 향상시책의 유형화 등에 관하여 개략적으로 기술한다.

II. 도시교통정책의 새로운 세계적 흐름

1. 개요

자동차의 급속한 발달에 따라 교통의 편리성은 크게 향상되어 왔지만, 한편으로는 도시가 저밀도로 확대되어 도시적인 매력이나 활기를 잃어버리는 등의 현상이 세계의 많은 도시에서 생기고 있으며, 이것은 머리말에서 언급한 것처럼 도시교통정책의 관점이 바뀌는 배경으로 되고 있다.

특히, 도심부의 활력저하는 공통의 문제로 되어 있으므로 그것에 대해 유력한 대응방법의 하나로 확대되어온 것이 도심 도로(道路)공간(空間) 이용방법의 개선이다. 지금까지는 도심 도로공간의 대부분이 자동차를 위한 공간으로서 이용되어 왔지만, 도로를 단지 '통로'로서가 아닌 '도심에서 귀중한 공공(公共)공간'이라고 하는 관점에서 포착하여 도시에서 가장 유효한 매력적인 사용법을 추진하여가려고 하는 사고방식이다.

가치가 있는 도심도로의 사용법은 자동차에 점령된 사용방법인가, 도시로서의 매력을 연출하는 공간으로서 사용하는가라고 하는 관점에서의 의논이며, 이것은 단지 교통문제가 아니라 공간 활용방법의 문제이다.

이러한 관점에서 보았을 때에 도심의 도로 중에는 자동차용으로 사용하기보다도 보행자나 공공교

통용으로 이용하는 쪽이 유효하다고 생각되는 도로가 적지 않다고 하는 점이 인식되어 오고 있다.

도심 도로 공간의 사용법에 대한 이와 같은 사고방식은 1990년대 초 무렵까지 프랑스의 스트라스부르(Strasbourg)나 독일의 프라이부르크(Freiburg), 브라질의 쿠리티바(Curitiba) 등의 선진적인 도시가 시행(試行)을 시작하고 있었지만, 자동차를 위한 공간을 좁히는 정책은 아직도 회의적으로 보이고 있었다고 하며, 이들의 도시에서도 시민으로부터 반대나 염려의 목소리가 커지고 있었다고 한다. 그렇지만, 이와 같은 시책이 실제로 도심의 매력도를 높이고 활기를 가져온다고 하는 성공을 거두어왔기 때문에 큰 흐름은 변하여 왔다. 근년에는 이미 선진적인 도시만이 행하고 있는 상황이 아니라 도시의 규모에 상관없이 많은 도시의 새로운 정책으로서 정착되어 오고 있다.

또한, 이와 같은 시책은 도심공간의 활성화만을 염두에 둔 것이 아니라 도시구조 전체의 문제에 입각하는 것도 중요하다. 도심의 재활성화는 저밀도로 확산된 도시를 개선하고 콤팩트한 도시구조를 목표로 하려고 하는 도시 만들기 전체의 방향과 일치하여 큰 흐름으로 되어 있다.

2. 보행자화(步行者化)와 재배치의 세계적 흐름

도시교통정책이 전환되어온 것을 가장 상징적으로 느낄 수가 있는 것은 도심에서 보행자화(步行者化, pedestrianisation)이다. 자동차이용이 어려운 좁은 도로를 보행자를 위한 공간으로 하여온 예는 지금까지도 적지 않았지만 근년의 경향은 도심의 메인 스트리트(main street)의 보행자화이다. 또한, 이들의 도로에 접속된 작은 가로를 포함하여 면(面)적으로 보행자공간으로 넓혀오고 있는 사례도 많다. 이와 같은 시책은 유럽만으로 멈추지 않고 아시아의 많은 도시에서도 확대되고 있다.

또한, 완전한 보행자화가 아니라 보행자공간을 넓히면서 공공교통이나 자동차를 위한 공간을 새로 레이아웃(layout)하여 도로 공간의 사용법을 바꾸어가는 시책도 널리 행하여지고 있다. 도시 중의 도로를 개조하여 새로운 사용법으로 하여가는 것은 '도로 공간의 재배치(relocation)'라고 부르며, 이것도 세계적으로 큰 흐름으로 되어 있다. 이들 중에는 트램(tram; 라이트레일·light rail transit)을 도입한 도시도 많고, 트램과 보행자가 공존하는 공간(트랜싯몰·transit mall)을 만들어내고 있는 도시도 적지 않다. 도시

의 발달과정에서 자동차가 큰 역할을 수행하여온 미국에서도 도로를 보행공간이나 라이트레일이 주행하는 공간으로서 사용하기 시작하였다. 재배치하기 전의 도로는 편측 2차선이고 양측에 보도가 있다고 하는 보통의 도로단면이었지만, 그러한 단면을 재구성하여 여러 가지 새로운 도로 사용법이 시작되고 있다.

3. 도시구조와 교통전략

도심의 상업지역에 풍족한 보행자공간을 배치하는 한편으로 도심으로의 접근(access)을 위하여 취하기 시작한 것이 도심과 교외 사이에서의 편리성이 높은 공공교통을 정비하는 정책이다. 도심공간의 대부분을 점유하여왔던 자동차는 필요최소한으로 억제하고 자동차 이외의 액세스 수단을 충실하게 하여가는 전략이다.

공공교통은 자동차에 비하면 도심의 공간을 효과적으로 사용할 수 있기 때문에 교외부에서는 집약되고 콤팩트한 도시구조를 도입하여가는 힘이 있다고 하는 점이 이들 시책의 기초로 되어 있다.

공공교통을 주체로 하는 교통정책의 사고방식은 대도시에서만 성립되는 것이 아니라, 각국에서 새로이 트램을 건설하고 있는 도시 중에는 인구 20~30만 명 정도의 도시도 많은 것처럼 지방도시에서의 정책으로서도 정착되고 있다. 또한, 기존철도에서도 시설 또는 차량의 갱신이나 열차횟수의 개선, 트램의 직통(直通)화 등의 시책이 전개되고 있다.

이와 같이 근년의 도시교통정책의 방향성은 '도심의 재활성화'와 '교외의 콤팩트(compact)화'를 염두에 둔 것이며, '도심부의 보행자중시'와 '공공교통중시'가 이것을 실현하기 위한 기본시책으로 되어 있다.

4. 도시교통전략 전환의 배경

교통의 특성과 도시구조의 형성에는 밀접한 관계가 있으며, 자동차이용의 확대와 공공교통 이용의 상대적인 저하의 현상은 도시구조의 변화나 중심시가지의 활력저하 등으로 이어지는 몇 개인가의 악순환을 야기하여 왔다.

제1의 악순환은 교통시스템 중에서 생기고 있는 것으로 자동차의 보급이 진행되어 공공교통의 이용자가 감소되면 노선이나 편수도 줄어들어 불편하게 되고, 이것이 더욱 이용자 감소를 초래한다고 하는 악순환이다. 우리나라에서

도 많은 철도·버스노선에서 보이는 현상이다.

제2의 악순환은 자동차화가 진전됨에 따라서 저밀도로서 확산적으로 도시가 확대되어 가는 현상에 관계되는 것이다. 이전에는 도심이나 역의 부근에 인구가 집적되어 있었지만 자동차가 보급됨에 따라 교외에서도 자유롭게 살 수 있게 되었기 때문에 시가지는 저밀도로 확대되게 되었다. 그러나 저밀도의 시가지에서는 공공교통을 성립시키기 어렵기 때문에 도시전체의 공공교통 서비스수준이 저하되고 그것이 더욱 자동차에 의존한 확산(擴散)형 교외주택입지로 박차를 가한다고 하는 악순환이다.

더욱이, 제3의 악순환은 상업 등의 산업구조에 관련된 것이다. 도시의 중심부에 상업이나 공공시설이 집적되고 인구도 고밀도로 됨에 따라 도심이 가치가 있었지만, 자동차의 보급에 따라 교외에서도 불편이 없다고 하는 상황이 발생되어 도심의 경쟁력이 저하되었다. 그 때문에 도심의 상업시설이나 병원·공공시설 등도 교외로 이동하며, 도심에 살고 있어도 역(逆)으로 교외로 통원이나 쇼핑을 가야만 하는 등, 결국 도심부에서도 부득이 자동차에 의존하게 되어 도심의 경쟁력이 보다 한층 저하된다고 하는 현상이 발생되고 있다.

이와 같이 층층으로 생기고 있는 악순환을 단절하여갈 필요가 있지만 그에 대한 방책으로서 가장 실행가능성이 높다고 생각되는 것은 제1의 악순환을 단절하는 것이다. 제2·제3의 악순환에 직접적으로 대처하는 방법으로서 교외부에서 개발규제나 대규모점포의 입지규제 등의 방법이 있지만, 악순환의 근본원인인 자동차화의 진전에 따른 공공교통의 쇠퇴라고 하는 기본구조가 개선되지 않으면, 본질적으로 해결되지 않는다. 이와 같은 관점에서 공공교통의 편리성을 높여서 제2의 악순환을 단절하는 것이 도시 정책으로서 중시되기 시작하고 있다.

이 제1의 악순환을 멈추게 하기 위해서는 수용에 따른 서비스수준을 제공한다고 하는 관점이 아니라 선행적인 편리성 향상을 행하여 수요를 환기하여 간다고 하는 관점에 설 필요가 있기 때문에 채산을 주안으로 한 지금까지의 우리나라 교통정비의 사고방식과는 다른 발상이 필요하다. 즉, 이와 같은 역할을 담당할 노선에 대해서는 편리성 향상을 모든 교통사업자에게 맡기는 것이 아니라 도시의 측이 그 코스트부담도 포함하여 주체적으로 관여하여가지 않으면 개선의 방향으로서는 진행하기 어렵다.

5. 사회기반으로서의 공공교통의 편리성 개선

우리나라에서도 수도권 지역의 근교에서는 이전과 비교하여 운행횟수나 소요시간 등의 편리성이 향상되고 그에 따라 역의 주변이 활력을 갖고 있는 노선이 많다. 퍼텐셜(potential)이 높은 지역에서는 철도사업자 단독의 노력으로도 이와 같은 호(好)순환으로 진행되어 가는 경우도 있지만 실제로는 철도사업자 단독으로는 어려운 노선이 많다.

프랑스국철의 지역권화는 이와 같은 과제에 대응하려고 하는 것으로 철도의 활성화에 지역이 책임을 갖는 사고방식이다. 철도의 서비스수준 저하에 따라 지역의 활력이 저하되어온 점에 의거하여 정책적으로 서비스수준을 향상시키는 것이다. 지역권이 SNCF(프랑스국철)와 수송협정을 맺어 지역의 측이 서비스수준에 대한 책임을 맡는 방식이다. 일본에서도 富山시의 JR高山선에서 富山시의 부담으로 운행횟수를 늘려가는 예가 있다. 불편한 채로 그대로 있었던 로컬선로를 재(再)활성화시켜 도시 만들기의 핵으로서 살려간다고 하는 방식이며, 이와 같은 것은 우리나라도 전국적으로 많은 노선에서 가능한 방법일 것이다.

지금까지는 이와 같은 코스트의 부담을 주저하여 결국 도시가 저밀도 확산적으로 되어 도심이 공동화된다고 하는 큰 코스트증가를 초래하여 왔다. 공공교통의 문제는 당면하는 채산의 문제로 포착하는 것이 아니라 장래의 도시비전을 어떻게 그려 가는가 하는 도시구조 본연의 모습의 문제로서 지역전체가 노력하는 것이라고 포착하여야 한다.

6. 요약

근년에 환경의 관점에서 교통모드를 공공교통으로 전환하여 갈 필요성이 지적되고 있지만, 이것은 교통행동의 변화로 그치는 것이 아니다. 도시의 구조자체를 환경부화가 적은 구조로 바꾸어가는 것이야말로 중요하다. 그러기 위해서는 도심공간에서 자동차보다 효율적인 공간이용이 가능하고 교외부에서는 역의 주변에 집약된 도시를 형성시켜가는 힘을 갖고 있는 철도가 큰 역할을 수행하여야 하는 것이 기대된다.

이와 같은 철도의 사회적 역할은 차차로 이해할 수 있게 되어오고 있다고 생각되지만 우리나라에서는 아직 구체적인 정책으로서 널리 전개되기에는 이르지 않고 있다고 생각된다. 교통모드 간의 재원분배도 경직된 채로이고 라이트레일 도입 등에서도 이것을 실행하면 주변도로가 혼잡

할 것이라는 종래형의 사고방식 중에서의 의논에 시종하고 있는 듯하다. 도시교통정책을 평가하기 위한 관점자체가 크게 변화하고 있는 시대인 점을 인식하여 관점을 새로운 도시교통정책으로 향하는 것이 중요하다.

Ⅲ. 지구환경보전을 위한 새로운 도시교통시스템

1. 지속가능한(sustainable) 사회

1997년에 개최된 지구온난화방지회의에서 의결된 교토(京都)의정서에는 온실효과가스의 대표인 CO₂의 삭감률에 대하여 1990년을 기준으로 하여 2008년~2012년까지 미국 -7%, EU -8%, 일본 -6%라고 하는 값이 설정되었다. 그 후에 미국은 의정서로부터 이탈하였지만 2005년에 발효되어 러시아연방 등을 포함하여 84개국이 서명하고 있다. 한편, 2009년 12월에 덴마크 코펜하겐에서 개최된 제15차 유엔기후변화협약 당사국총회(미국 등 1백93개국 참가)에서는 당초 기대했던 의정서 수준의 합의를 이끌어내지는 못했지만 어느 정도 큰 틀에서의 접근은 이뤄졌다. 이번 회의의 주요 성과로는 '코펜하겐 합의 (COPENHAGEN ACCORD)'에서 지구의 온도 상승을 산업화 이전과 비교해 2℃ 이내로 제한하기로 한 것과 2020년까지 국가별 온실가스 감축목표와 계획을 2010년 1월말까지 제출하기로 한 점 등이다.

CO₂의 삭감은 혁신적 기술개발, 삼림에서 흡수원의 확보, 배출량 거래 등으로 부담하는 방법이 있으며, 에너지 소비에 관하여는 플러스마이너스 제로를 목표로 하고 있으나 현실에서는 대체로 증가되고 있는 추세이다. 특히, 산업분야 이외의 운수부문이나 민생부문에서 증가되고 있는 추세이다.

운수부문에서의 배출량은 예를 들어 전체의 약 20%를 점하고 그 83%가 자동차(버스, 택시를 포함하면 87%)이며, 자가용자동차에 대하여는 1990년에서 2003년 동안에 50% 정도 증가하고 있다. 이 상황을 전환하기 위해서는 자동차교통에서의 배출삭감은 당연하지만, 모달 시프트(modal shift), 공공교통기관의 이용촉진 등, 수송체계의 근본적인 변혁이 급무로 되어 있다.

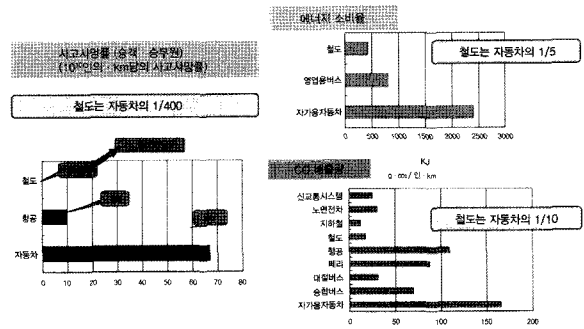


그림 1. 철도시스템의 환경과 안전 우위성

2. 철도시스템의 우위성과 새로운 교통시스템

공공교통기관은 일반적으로 환경부하성이 낮고 안전성이 높기 때문에 그 이용촉진이 장려되고 있다. 철도계열 시스템의 유용성을 통계적으로 보면 그림 1과 같이 자가용자동차에 비하여 CO₂ 배출량이 1/10, 에너지 소비량이 1/5, 승객의 사망률이 1/400 정도로서 숫자만으로 보면 철도계열 교통시스템으로 모달 시프트 하는 것만으로 환경문제, 교통사고문제에 대한 국가적 목표를 달성할 수 있음을 알 수 있다.

그렇지만, 모달 시프트는커녕 공공교통시스템의 이용촉진 자체가 아직도 불충분하다. 이것은 자가용자동차에 비하여 액세스(access)성 등의 편리성이 낮은 것에 주된 원인이 있다. 이 때문에 편리성이 높은 새로운 교통시스템의 실용화나 기존 교통시스템의 편리성 향상에 관한 기술면에서의 연구가 필요하다고 생각된다.

최근에 외국에서 추진되고 있는 새로운 교통시스템의 예를 열거하면 다음과 같다.

- ① 라이트레일(Light Rail Transit, LRT) ... 대도시~중(中) 도시
 - ② 바이모달(bi-modal) · 하이브리드(hybrid) 교통시스템 ... 중도시 대상
 - ③ 선진(先進)전동(電動)디맨드 버스(demand bus. 기본노선 외에도 이용객의 호출에 따라 일정지구 내를 운행하는 버스) ... 소도시, 대도시내 지역 대상
 - ④ 도시교통시스템의 새로운 요소기술{에코 라이드(eco-ride) 시스템, 리니어(linear) 급전시스템, 유도 집전 IPS}
- 이들에 대하여 외국에서는 신(新)에너지 · 산업기술 중

합개발기구의 위탁연구, 보조사업 등으로서 대학, 지방자치단체, 민간기업 등과 공동으로 실시하고 있다. 내용적으로는 도입효과를 예측하는 시뮬레이터(simulator)의 연구개발, 안전성을 중심으로 한 기술평가, 기술개발 등으로 되어 있다.

IV. 모들 시프트 촉진 · 에너지절약관계 기술의 연구동향

이 장에서는 지구환경보전에 대하여 공공교통으로의 모들 시프트 촉진을 주요 테마로 하여 외국에서 연구되고 있는 프로젝트의 사례를 소개한다.

1. LRV(차세대 노면전차)의 도입에 따른 에너지절약대책 기술

에너지사용합리화기술 전략적 개발 중에서 에너지유효이용 기반기술 선도연구개발의 하나로서 LRV(차세대 노면전차)의 도입에 따른 에너지절약대책 기술이 연구되었으며, 연구목적은 모들 시프트의 유효한 툴(tool)인 LRT를 보급하기 위해서는 자동차교통과의 협조가 불가결하기 때문에 도로교통에 대한 영향(체증 길이, 이동시간의 변화), 에너지, 환경(주로 CO₂, NO_x(질소산화물) 배출량)의 변화를 시뮬레이션으로 정량적으로 나타내는 것이다. 4노선 동시에 LRT노선을 도입하고 대규모의 파크 앤드 라이드(park and ride) 주차장과 트랜짓 몰(transit mall)의 설치 등과 같은 각종 교통시책을 실시한 경우의 교통류 시뮬레이션을 실시한 결과, 연간 10,000kl의 에너지삭감, 2만톤의 이산화탄소 배출량삭감의 효과가 예상되는 것으로 확인되었다(그림 2).

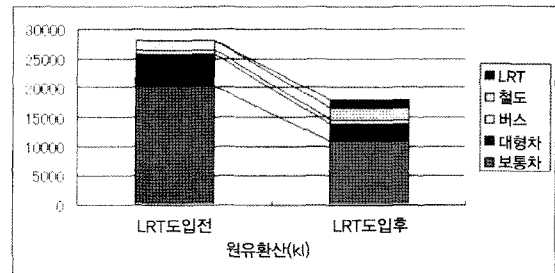
더욱이, 각종 교통시책(우선 신호, 파크 앤드 라이드 등)을 실시하면 LRT 노선을 도입함으로써 예를 들어 이동시간을 현상의 반분 정도로 하는 것도 가능하다.

2. 연결 · 분리가 가능한 바이모달 · 하이브리드 교통시스템

민생부분 등 지구온난화대책 실증모델 평가사업의 하나로서 연결 · 분리가 가능한 바이모달(bi-modal) · 하이브리드(hybrid) 교통시스템이 연구되었으며, 연구목적은 전

용궤도만을 주행하는 LRT가 아니라, 수송수요가 적은 지역에서는 버스로서 도로상을 주행하고 도심부에서는 필요에 따라 대용량, 정시성확보가 가능한 철도로서 주행하는 바이모달 교통시스템을 하이브리드 모터로 주행하는 버스형 차량으로서 개발하는 것이다(그림 3. 궤도상은 磁氣誘導식 철도의 취급).

IMTS(Intelligent Multi-mode Transportation System)의 차량, 자기유도(磁氣誘導)를 베이스로 하여 도로상은 자동차와의 혼합교통이 가능한 중앙안내방식의 일탈방지장치가 개발되고 차내의 저상화(低床化)가 가능한 휠인 모터(wheel in motor)가 개발되었다. 이들의 시스템은 종합시험에 의한 평가를 실시한 결과, 실용화할 수 있음이 확인되었



시뮬레이션영역전체로 10,250kl의 원유를 삭감할 수 있다.

환산계수	단위	계수
원유/전력	vkwh	0.254
원유/경유	kl/kl	0.9901
원유/휘발류	kl/kl	0.9100

그림 2. LRT 도입 전후의 에너지소비량 변화의 예

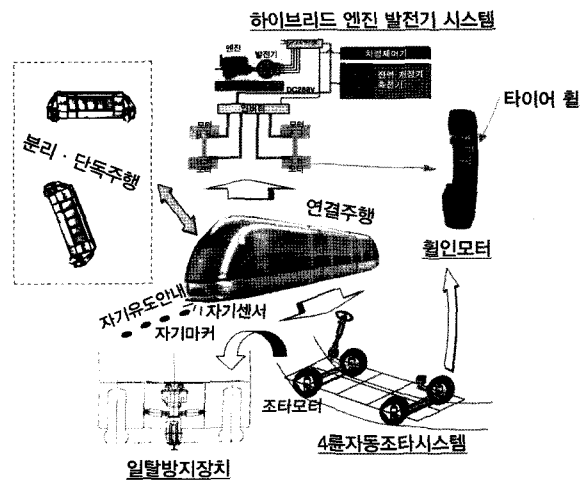


그림 3. 바이모달 · 하이브리드 교통시스템의 개요

다. 더욱이, 이 시스템이 실용화되면 모델지역에서는 연간 500 kl의 에너지삭감효과가 있을 것으로 확인되었다.

3. 선진(先進)전동(電動) 마이크로버스(microbus) 교통 시스템

민생부문 등 지구온난화대책 실증모델 평가사업의 하나로 선진전동 마이크로버스 교통시스템이 연구되었으며, 연구목적은 전동버스를 이용하여 효율적인 버스네트워크 시스템을 구축하기 위하여 디맨드(demand)시스템, 비접촉 집전시스템을 개발하는 것이다. 개발된 디맨드 시스템은 전동버스를 이용하여 휴대전화와 특정 소(小)전력 무선을 이용한 디맨드 시스템에 의한 효율적 운용과 시뮬레이터(simulator)를 이용한 주행에 따른 교통제어, 에너지절약 계산을 실시하였다.

이 프로젝트는 시험노선에 모의 정류소, 다맨드 정류소를 설치하고 전동버스를 주행시켜 모의승객에게 디맨드를 조작하게 하여 운행시킨 것이다. 그 결과, 기본적인 디맨드 기능에 따라 효과적인 버스운행이 가능하며, 이 시스템을 이용함으로써 시험지역전체에서 연간 약 700 kl의 에너지 삭감이 가능하다는 결론이 얻어졌다.

4. 도시교통시스템의 새로운 요소기술

교통시스템으로의 모들 시프트化를 추진하기 위해서는 지금까지 사용하지 않았던 신기술을 공공교통시스템에 적극적으로 적용할 필요가 있다. 외국에서는 신(新)에너지·산업기술 종합개발기구의 사업으로 이와 같은 요소기술, 시스템에 관한 안전성을 평가하고 그것의 안전한 실용화를 목표로 하고 있다.

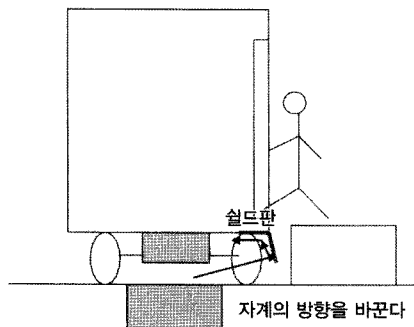


그림 4. 실드(shield)에 의한 자기저감의 예

(1) 위치에너지 이용의 하이브리드(hybrid) 에너지절약형 에코 라이드(eco-ride) 시스템

에너지사용합리화기술 전략적 개발 중에서 에너지유효 이용 기반기술 선도연구개발의 하나로서 위치에너지 이용의 하이브리드 에너지절약형 에코 라이드 시스템이 연구되었으며, 연구목적은 에너지절약형 궤도구조, 간이차량을 이용하여 위치에너지를 이용한 주행으로 에너지절약화를 도모하려는 것이다. 이에 따라 이 시스템의 안전을 확보하는 신호보안 시스템의 개발과 함께 개발되는 간이차량 시스템, 궤도구조의 안전성을 검증하고 있다. 표 1에 검토된 안전성항목의 예를 나타내지만, 차량고장 시 등의 여러 가지 해저드(hazard)를 열거하여 리스크(risk)분석이 이루어지고 있다.

(2) LRV용 비접촉 급전 리니어모터(linear motor) 가감속 장치

에너지사용합리화기술 전략적 개발 중에서 에너지유효 이용 기반기술 선도연구개발의 하나로서 LRV용 비접촉 급전 리니어모터 가감속 장치가 피지빌리티 스터디(feasibility study)되었다. 이것은 리니어모터를 추진장치로서만 이용하는 것이 아니라, 비접촉 집전장치와 겸용시킴으로써 가선(架線)리스(less)로 간단한 차량을 실현하려고 하는 것이다.

가선리스 노면전차는 배터리 등을 이용한 방식으로 개발이 진행되고 있지만, 배터리성능의 신뢰성, 차량중량의 증대라고 하는 과제가 있으므로 이 연구에서는 이러한 과제에 대하여 지상1차 방식으로 차량을 경량화하고 비접촉으로 집전하여 차상설비의 부하를 경감하는 방식의 가능성을 검토하는 것이며, 종래시스템과의 비교나 누설(漏泄)자계(磁界)의 영향 등을 검토하고 있다. 그림 4에 누설자계 저감방책을 나타내지만, 이에 따라 인체에 대한 영향이 거의 없는 교통시스템이 얻어지는 것이 확인되었다. 또한, 이 시스템의 도입으로 모델지역에서 연간 약 6,000 kl의 에너지절약효과가 전망되고 있다.

(3) 비접촉 급전장치(IPS)

지상측 코일에 고주파(수십~100 kHz 정도) 전력을 흐르게 하여 차상측 픽업(pickup)코일로 급전하는 방식(그림 5)이며, 현재는 전동버스 등을 대상으로 하여 연구·개발되고 있지만 효율향상이나 경량·소형화가 실현되고 보다 실용적으로 되면, LRT 등에서의 응용도 고려된다.

표 1. 에코 라이드(eco-ride) 시스템의 안전성 평가항목 추출 예

분류		사상(事象) 1	사상(事象) 2
차량	고장	• 차량고장 시의 정거의 가능성(파손이외에서 고려될 수 있는?)	
	파손	• 차량의 손상 등(차륜 1, 2, 3) 시의 긴급정지는 가능한가?	
	화재	• 반입 가연물(可燃物)에 의한 화재	피난 1: 연결통로로 피난 2: 연결차량으로
궤도	기상	• 적설 시의 운행저해(운휴가 간단히 발생되는가?)	
	지진	• 지진 시의 운행저해(도중에 멈추어버리는 일은 없는가?)	
	기타	• 차체로부터의 기름 등으로 인한 미끄러짐에 따른 상승저해나 운행저해 • 궤도상으로 이물(종이, 간판 등)의 비래(飛來)	
운행	정전	• 정전 시의 주행	
	추돌	• 선행차량으로의 추돌(리니어 고장, 차량고장 등)	폐색기능고장에 따른 추돌 브레이크고장에 따른 역에서의 추돌
		• 상항기술기에서의 (연결탈락 등에 의한) 역행차량에의 추돌	
		• 바람 등에 의한 최고속도초과에 대한 대책	
	저해	• 권상기(卷上機), 트래버서(traverser) 고장의 가능성	
	복구	• 트러블(trouble) 시의 복구시간	
열차에 관계되는 제한	• 착좌(着座) 정원 이상의 승차의 취급(방지방법) • 출발 시의 착좌 확인 • 주행 시의 착좌 확인 • 입석을 전제로 하는 경우의 운행제한		
역	방법	• 범죄발생 시의 대책	
	문짝(door)	• 플랫폼 도어 고장에 따른 승강저해	
	전락(轉落)	• 플랫폼 난간 부족에 따른 전락 • 플랫폼으로부터 이물 낙하	
	화재	• 역의 화재 시, 차량의 통과는 가능한가?	
	설비	• 자동개찰기 고장 시의 승객취급은? • 휠체어에 의한 승강방법	
기 타	• 트래버서(traverser) 등의 동결 등으로 인한 운휴의 가능성 • 차량으로부터 짐검통로로의 강채(降車)는 가능한가?		

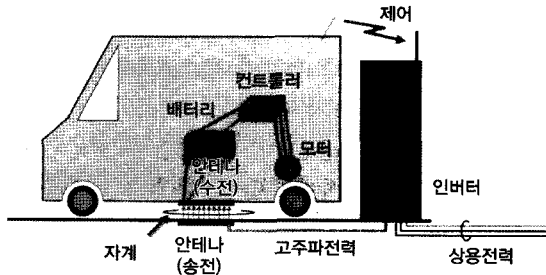


그림 5. 비접촉 급전장치(IPS)

V. 노면전차를 둘러싼 새로운 동향

1. 노면전차의 복권

1978년에 캐나다의 에드먼턴(Edmonton)에서 LRT(light rail Transit, 라이트레일트랜짓)라고 부르는 교통

시스템이 실용화되고, 1981년에 캐나다의 캘거리(Calgary)에서 처음으로 노상(路上)을 주행하는 도시교통기관이 운영을 시작하고부터 어느덧 4반세기 이상이 경과되었다. 그 동안, 노면전차 또는 LRT는 100 이상의 신설이 있었고 예전에 대부분의 노면전차를 폐지하였던 북아메리카대륙이나 프랑스, 스페인 등의 유럽 여러 나라에서는 노면전차의 건설러시(rush)가 잇따르고 있다(그림 6). 또한, 종전부터 노면전차를 활용하여 왔던 독일, 스위스 등 중유럽의 여러 국가에서도 차량, 설비 면에서의 개량은 물론 기존 철도와의 직통운전, 환경배려를 주민에게 인식시키는 할인차표의 도입 등, 소프트 면에서의 발전도 있어 그 편리성은 한층 향상되었다. 이들의 새로운 노면전차는 파크 앤드 라이드(park and ride) 설비를 갖추고 전차우선 신호가 도입되는 등, 도시 전체의 교통수요 관리(Transportation

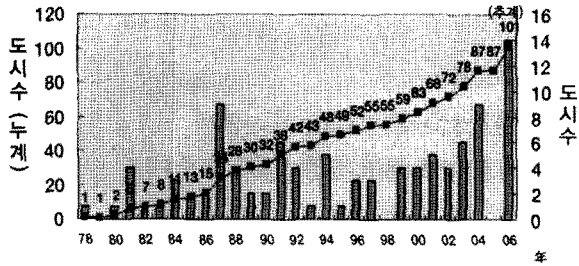


그림 6. LRT 노면전차선구간건설 도시수의 추이

Demand Management) 하에 자동차와 공존하는 도시공공교통으로서 위치를 확보하고 있다.

이와 같이 노면전차가 복권된 배경에는 지구규모의 환경문제가 심각하게 됨에 따라 자동차에 크게 의존하는 도시교통시스템이 서스테이너블(sustainable, 지속가능)하지 않다고 인식되기 시작한 점이 있다. 또한, 나라에 따라서는 실제로 도시가 붕괴되고 중심시가지가 슬럼(slum)화된 예도 있다. 다만, 그 경우에 어쩌서 노면전차인가 라고 하는 점을 정리하여 둘 필요가 있다. 그 점에 대하여 6개의 포인트를 열거할 수 있다.

(1) 여유가 있는 중량(中量)수송력—Medium Capacity Transportation

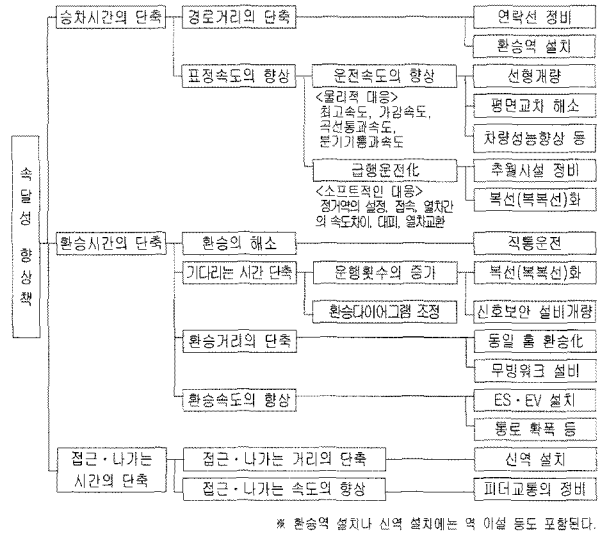
노면전차라고 하면 작고 느린 전차를 떠올리는 사람도 많지만, 여러 외국에서는 연결운전이 이루어져 수송력을 발휘하고 있으며 중규모의 도시, 대도시교외노선의 수요에 적합한 교통수단으로서 위치를 확보하고 있다.

(2) 승강의 용이—Accessibility

작금의 노면전차는 저상(低床)차라고 불리는 새로운 차량이 개발되어있어 휠체어의 이용자도, 그렇지 않는 사람도 승강이 극히 스무드(smooth)하다. 계다가, 간소한 정류소에서의 승강이기 때문에 지하철이나 신(新)교통시스템에 비하여도 편리성이 높고, 그 결과로서 중규모의 도시에서의 이동이라면 오히려 소요시간이 짧다.

(3) 고빈도와 유연성—Frequency & Flexibility

이용자에게 편리성이 높은 공공교통기관의 요건은 운행빈도이다. 특히, 시간에 제약을 받지 않는 자가용차로부터 공공교통으로 이용을 바꾸어가기 위해서는 이 점이 중요하며, 이것을 중규모의 도시에서 실현하는 것이 노면전차이다. 계다가, 노면전차는 부분적으로 지하철로서 활용할 수도 있으며, 한편으로 기존의 철도선로로 진입할 수도 있



* 환승역 설치나 신역 설치에는 역 이설 등도 포함된다.

그림 7. 속성향상책의 유형화

는 등, 네트워크로서의 유연한 확장성이 있다.

(4) 저렴한 코스트—Inexpensive

노면전차의 건설코스트는 조건에 따라 상당히 다르지만 외국의 사례에서는 1 km당 130~260억 원이라고 하는 숫자가 산출된다. 이것은 신(新)교통시스템이 km당 1,300억 원 전후이고 지하철로 되면 2,600억 원 이상으로 되는 점을 고려하면, 압도적으로 경제적인 점을 말할 필요도 없다.

(5) 가로의 환경개선—Amenity

여러 외국에서는 노면전차를 복권시킨 이유로서 노면전차에 의한 가로의 환경개선을 열거하는 케이스가 많다. 종래에 자동차를 이용하여 왔던 교외의 주민이 노면전차를 이용함으로써 중심시가지로 쇼핑을 가는 여객으로 되돌아 오고, 상점가가 활력을 되찾는다. 더욱이, 사람들이 거리로 되돌아오면 그곳에 새로운 비즈니스가 생기고 개발자(developer)도 더욱 새로운 개발을 다루게 된다. 노면전차는 현재 명량한 도시 만들기의 툴(tool)이라고 할 수 있다.

2. 향후의 과제

상기와 같이 외국에서는 노면전차의 개선이 진행되고 저상(低床)차의 도입 등, 시스템의 개선이 도모되고 있다. 종래, 행정에서 제도적인 벽, 예를 들어 속도의 규제, 차량길이의 규제 등이 문제라고 지적되는 예도 있지만, 실제로는 이러한 제도적인 벽은 운용에서 분명(clear)하게 되고

있다. 값이 싸고 편리성이 높은 시스템이라면 이용자가 있다고 하는 것은 외국의 예에서 밝혀지고 있지만, 실제로 신규의 노면전차를 건설하려고 하면, 많은 과제가 남아있다. 그래서 노면전차가 도시교통의 주역으로서 보급되어가기 위해서는 다음과 같은 네 가지의 요점이 지적되고 있다. ① 일반시민의 이해를 얻을 것, ② 재원문제, ③ 기존 교통사업자와의 조정, ④ 새로운 노면전차 사업주체의 확립, ⑤ 이들의 과제를 명량한 도시 만들기 중에서 검토하는 도시 정책이다.

VI. 기존 도시철도의 속달성 향상

한편, 도시철도가 상당히 확충되어 있더라도 사업자가 다른 노선 간 연락선의 미정비 등과 같은 네트워크상의 불비가 있으면 속달성이 손상되므로 도시철도 네트워크 기능의 충실이 요구되고 속달성 향상을 위한 연락선이나 추월시설 정비 등이 필요하게 된다.

도시철도의 속달성 향상시책은 '승차시간의 단축', '갈아타는 시간의 단축', '접근(access)·나가는(egress) 시간의 단축'에 착안하여 그림 7과 같이 유형화할 수 있다. 또한, 속달성 향상시책의 평가기준으로 되는 항목에 대하

여는 ① 소요시간(가장 기본적인 평가항목), ② 우회거리(노선고유의 성능을 평가), ③ 갈아타기 저항(소요시간으로 표현하지 않는 저항감을 평가), ④ 수요규모(사회적 필요성·우선정도를 평가), ⑤ 영향범위(정비효과의 광역(廣域)성을 평가), ⑥ 기존 스톡(stock)의 유효활용(기존 노선의 활용도를 평가) 등으로 정리할 수가 있다.

VII. 맺음말

이상으로 도시교통정책의 새로운 세계적 흐름과 함께 외국의 신(新)에너지·산업기술 종합개발을 중심으로 한 환경보전을 위한 노력 및 노면전차를 둘러싼 새로운 동향과 기존 도시철도의 속달성 향상시책의 유형화 등을 소개하였다. 외국에서는 현재 에너지절약기술을 직접 개발하기보다는 모듈 시프트를 스무드(smooth)하게 진전시키기 위한 신기술이나 시스템의 적절한 평가, 실용화로의 지원이라는 관점에서 연구가 진행되고 있는 예가 있다. 지구환경문제를 배경으로 하는 '새로운 교통시스템과 모듈 시프트', 안전하고 안심이 되는 사회를 형성하기 위한 '공공교통시스템의 안전성향상'이 필요하다. ☺