

대중교통 접근성 향상을 위한 개인용 운송장치



김정석
한국철도기술연구원
책임연구원
T.031.460.5663
jskim@krii.re.kr



서승일
한국철도기술연구원
수석연구원
T.031.460.5623
siseo@krii.re.kr



홍순만
한국철도기술연구원
원장
T.031.460.5100
thehongs@krii.re.kr

1. 서론

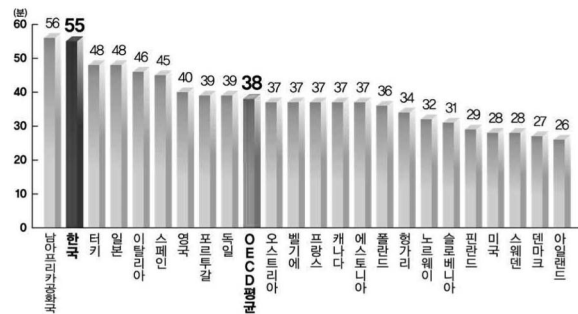
철도로 대표되는 대중교통은 우리 삶에 있어 이미 필수적인 요소가 되었다. 일상을 위한 출·퇴근은 물론이고 주말의 여가를 위한 근거리 교통수단을 넘어 이제는 국내 중·장거리 여행에 있어서도 가장 빠르고 효율적인 교통수단으로 인식되고 있다. 게다가, 최근 세계적인 기후변화로 인한 친환경 교통시스템에 대한 대중적인 관심 증가와 함께 객실 내 무선 인터넷 서비스 등 이전 보지 못한 질 높은 서비스로 인해 고속철도의 대중화가 빠르게 진행되고 있다. 하지만, 자가운전에 비해 대중교통이 갖는 근본적인 한계, 즉 '접근성' 문제는 아직도 개선해야 할 점이 많은 것이 사실이다. 뿐만 아니라, 대중교통 모드 간 '환승' 문제 역시 이용자가 느끼는 주요 불편사항 중 하나로 시급히 개선이 요구되고 있다. 따라서, 현재와 같이 철도분야에 유리한 외부환경 변화에도 불구하고 철도의 수송분담률 향상이 크게 나아지지 못하게 되는 근본 원인들에 대한 보다 획기적인 해결책 마련이 필요한 시점이다.

본 글에서는 앞서 대두된 연계환승 문제에 대한 해결책의 일환으로 검토되고 있는 개인용 운송장치에 대해 살펴보고자 한다. 먼저, 국내 대중교통의 이용 현황과 국내·외 개인용 운송장치 개발 현황을 살펴보고 이를 통해 개인용 운송장치 개발의 향후 전망에 대해 고찰해보고자 한다.

2. 국내 대중교통 이용 현황

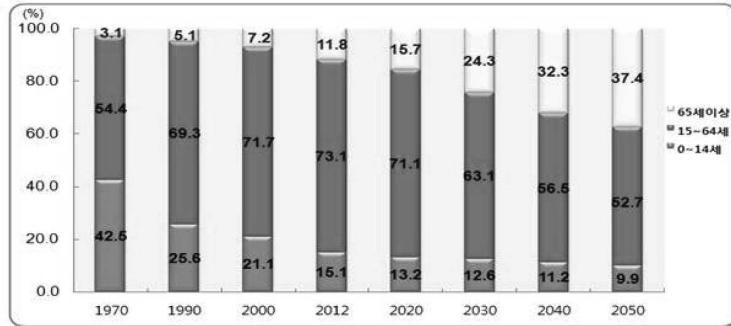
일반적으로 대중교통을 이용하게 되는 가장 큰 목적은 무엇보다 출·퇴근 목적이라 할 수 있다. 그림 1은 OECD 국가별 출·퇴근 소요시간을 나타내고 있다. 그림에서와 같이 우리나라는 OECD 국가 중 남아프리카공화국 다음으로 세계에서 2번째로 많은 출·퇴근 시간이 소요되는 나라이다. 매일 반복되는 출·퇴근에 있어 상대적으로 많은 시간이 소요되고 있어 결과적으로 매우 큰 사회적 비용을 지불하고 있으며 경제 성장에도 적지 않은 영향을 미치고 있다.

이는 최근 활발한 신도시 건설, 행정구역 확장 등으로 인해 대도시권의 광역화가 지속적으로 진행될 영향도 없지 않지만, 대중교통으로의 접근성 문제나 높은 혼잡도를 포함한 환승 불편에 따른 소요시간 증가의 영향도 무시하지



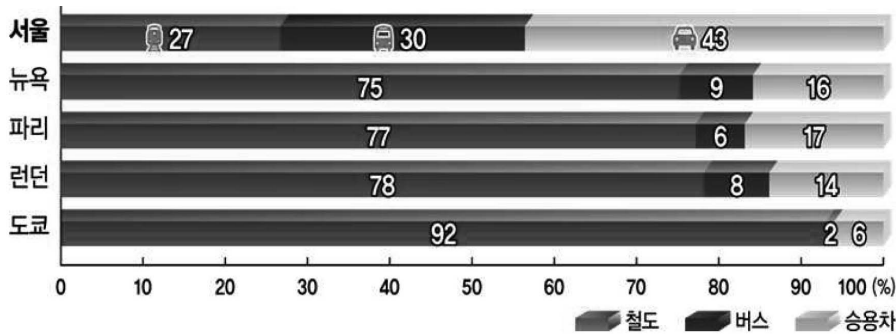
출처: OECD Family Database (2011년)

그림1. OECD 국가별 출·퇴근 소요시간



출처: 2012 고령자 통계 (통계청)

그림2. 연도 별 국내 고령자 인구 변화 전망



출처: 수도권기공통행실태조사(2006년), The four world cities transport study, C. Focas

그림3. 세계 주요 도시 교통수단별 수송 부담률 현황

못할 수준이다. 구체적으로 살펴보면, 6대 도시권(서울, 부산, 대구, 인천, 광주, 대전)의 1시간 이상 출·퇴근 인구는 1995년(134만명) 대비 2010년(236만명) 기준 약 76%가 증가하였다. 뿐만 아니라, 환승에 있어서 발생하는 불편사항은 신체활동에 자유롭지 못한 교통약자(노약자, 장애인 등)의 경우 더욱 크게 작용하게 된다. G20 회원국의 2030년 총인구 대비 고령자(65세 이상) 인구비율 추이를 보면, 우리나라의 경우 24.3%로 일본의 31.8%, 독일의 27.8%, 이탈리아의 27.3%에 이어 세계 네 번째가 될 것으로 전망된다. 이는 우리 국민 4명 가운데 1명꼴로 고령자가 되는 본격적인 고령화 시대의 도래를 의미한다. 그림 2는 작년 통계청에서 발표한 연도 별 국내 고령자 인구 변화 전

망을 나타내고 있다. 그림에서와 같이 국내 고령자 인구는 2000년 이후 본격적으로 증가하기 시작하였으며 시간이 갈수록 더욱 가속화 될 것으로 전망된다.

한편, 우리나라 철도의 높은 혼잡도나 환승 불편에 따른 영향은 철도가 갖는 주요 장점인 뛰어난 정시성에도 불구하고 철도이용 기피로까지 이어져 선진국 주요도시 대비 낮은 이용률의 주요 원인으로 작용하고 있다. 철도 이용자가 느끼는 체감 환승불편의 정도는 구체적인 수치로 직접 확인이 가능한데, 현재 수도권 전철의 환승거리²⁾는 평균 124.3m로 일본의 91m, 싱가포르 88m, 홍콩 73m에 비해 매우 긴 편이다. 그림 3은 세계 주요 도시의 교통수단별 수송 부담률 현황을 나타내고 있다. 그림에서와 같이 서울은 철

1) 전국 등록장애인 수 - 약 250만명('11. 12월 기준), 고령자(65세 이상) 비율 - 11.8%('12년 기준)
 2) 수도권 전철 환승역 - 52개, 최대 환승거리 역 - 공항철도 디지털미디어 시티역 750m





구분	Segway	Robin-M	Toyota Winglet	Electric Personal Transporter
형상				
탑재중량 (kg)	118	100	100	200
무게 (kg)	47.7	18.5	12.3(L)	-
최고속도 (km/h)	20	15	6	20
충전후 이동거리 (km)	38	20	10(L)	48
동반각 (도)	23	15	20	-
모터형식	DC serovmotor	-	DC	500W
배터리 형식	Lithium-ion	Lithium-ion, 48V, 8Ah	Lithium-ion	Lithium-ion, 24V
가격 (만원)	830	330	380	630

그림4. 개인용 운송장치 주요 제품 현황

도와 버스로 대표되는 대중교통의 수송 분담률이 57%로 주요 도시와 비교할 때 매우 낮은 수준이며, 철도만으로 국한할 경우 그 차이는 더욱 심각한 수준이 된다.

3. 개인용 운송장치 개발 현황

3.1 세그웨이

개인용 운송수단 중 가장 널리 알려진 세그웨이(Segway)는 2001년 처음 등장하였으며 출시 당시 혁명적인 운송수단으로 인식되었다. 특히, 자이로스코프와 가속도계를 기반으로 초당 100회의 자세감지를 통한 획기적인 자세 제어 기술로 더욱 유명하다. 바퀴 2개를 이용하여 주행이 가능하도록 개발되었으며 탑승자의 무게중심 변화를 감지해 전·후진 및 정지가 가능하다. 하지만, 승용차에 버금가는 높은 가격(i2모델 830만원, x2모델 1,400만원)과 최고 운행 속도(20km/h) 대비 안전장치가 미흡해 안전성에 문제³⁾가 있었으며 자세 제어에 어려움이 있는 노약자, 어린이, 장애인 등은 전혀 이용이 불가능한 점 등으로 인해 결과적으로 대중화에 실패하였다. 그 결과, 레저 및 관광목적으로 제한적으로 사용되고 있다.

이외에도 그림 4와 같이 많은 종류의 개인용 운송장치가



그림5. 성능을 강조한 개인용 운송장치 제품들



그림6. 휴대성을 강조한 개인용 운송장치 제품들

개발된 바 있다. 현재까지 개발된 제품들은 관련 시장이 본격적으로 형성되어 있지 않은 이유로 인해 주로 기업의 이미지 홍보 목적(혼다, 도요타 등)이나 레저 목적(씨티커뮤니케이션즈, 국내 제작사)으로 주로 활용되고 있으며 현재까지 대중교통의 연계환승을 위한 목적으로 제작되어 상용화된 사례는 아직 없는 실정이다.

3.2 최신 개발 방향

기존의 개인용 운송장치는 그림 5와 같이 주로 신속한 운송 목적에만 초점을 맞추어 빠른 속도 등 주로 성능 향상 위주로 개발이 진행되어 왔다. 하지만, 개인용 운송장치에 대한 최신 개발 방향은 목적으로 하는 핵심항목에 따라 개발 컨셉을 특화하는 경향이 두드러지고 있다. 예를 들면, 그림 6과 같이 무게의 경량화 또는 효율적인 디자인 채택을 통한 이동성이나 휴대성을 강조한 경우를 들 수 있다. 이러한 제품들은 초경량 신소재나 구조체를 통해 무게를 최대한 줄였으며 작은 부피로 변화가 가능한 가변 디자인을 채택하고 있다. 이를 통해, 사용하지 않을 경우에는 백팩이나 여행용 가방형태로 구조 변경이 가능해 보관이나 이동시 극도의 편리함을 제공한다. 뿐만 아니라, 그림 7과

3) 세그웨이 이용 중 절벽 추락으로 인한 사망사고 발생 (미국, '10년)



그림7. 편의성을 강조한 개인용 운송장치 제품들

같이 이용자 편리함의 극대화에 초점을 둔 제품도 새로운 수요자 층을 형성하고 있다. 이러한 제품은 대체로 교통약자(노약자, 장애인 등)를 대상으로 하는 경우가 많아 이용자의 안전성 향상을 위해 속도는 다소 느리게 설계되지만 다양한 편의장치를 함께 제공하는 경우가 많다. 해당 제품들은 그림에서와 같이 대부분 좌식 탑승을 지원하기 때문에 대체로 입식 탑승을 지원하는 타 개인용 운송장치에 비해 탑승 시 한 차원 높은 편안함을 제공한다.

한편, 개인용 운송장치의 개발과 관련한 ‘부품’ 단위의 최신 개발 동향은 다음과 같은 몇 가지 주요한 특징으로 정리할 수 있다. 가장 먼저, 동력 전달방식에 있어서의 변화를 들 수 있다. 최신 개발 제품들은 기존의 모터와 체인의 연결을 통한 동력 전달 방식에서 탈피하여 그림 8과 같이 체인이 없어 정비나 관리가 쉬운 직결모터(Direct drive motor) 방식이나 콤팩트한 디자인으로 미관이 더욱 우수한 허브모터(Hub motor) 방식이 주로 채택되고 있다. 또한, 기존의 리튬-이온(Lithium ion) 방식의 배터리에서 탈피하여 리튬-폴리머(Lithium polymer) 방식의 배터리를 채택함으로써 배터리의 용량 향상과 경량화 두 가지 목적을 동시에 달성하고 있다. 이외에도 디자인의 다양화 시도가 눈에 띄며 각 디자인의 특성에 맞게 전륜구동(Front wheel drive)과 후륜구동(Rear wheel drive)을 복합적으로 활용함으로써 설계의 자유도를 넓히고 결과적으로 이용 목적별로 맞춤형 설계가 이루어지고 있다.

3.3 철도분야 개발 동향

올해 일본 지바대학에서 도시철도를 이용하는 교통약자



그림8. 직결모터(좌) 및 BLDC 허브모터(우)

를 대상으로 하는 개인용 운송시스템을 개발한 바 있다. 그림 9와 같이 RT-Mover P-type 2로 불리는 개인용 운송장치는 무게 70kg, 최고속도 4.5km/h의 성능을 가지며, 초음파 센서나 적외선 센서를 기반으로 하는 위치정보 시스템과의 연동을 통해 효율적으로 관리가 가능하도록 설계되었다. 현재 개발된 제품은 시제품 단계로 향후 상용화를 위한 성능검증 작업을 진행 중에 있다. 단순히 개인용 운송장치의 개발을 넘어 전체적인 시스템을 구성하였다는데 큰 의미가 있으며 검증 작업이 완료되면 머지않은 미래에 철도역에서 직접 운영이 될 것으로 보인다.

한편, 일반적인 레저 목적이 아닌 대중교통 연계환승 목적의 개인용 운송장치와 관련한 국내의 연구는 현재 철도 기술연구원에서 진행하고 있는 이-비틀(e-Bittle)이 유일하다. 일본에 비해 다소 늦게 연구가 시작되어 현재 그림 10과 같은 1차 시제품⁴⁾을 개발 완료한 상황이다. 이-비틀의 경

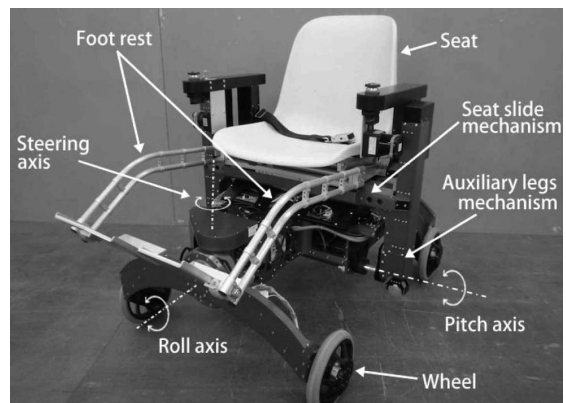


그림9. 개인용 운송장치 RT-Mover P-type 2(지바대학, 일본)

4) 이-비틀 1차 시제품 - 무게 30kg, 최고속도 16.7kph, 최대가속도 2.81kph/s, 등판능력 11% 등

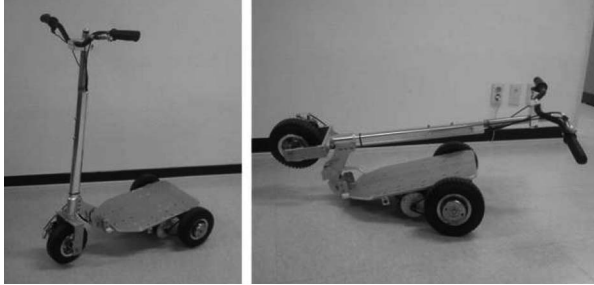


그림10. 개인용 운송장치 e-Bittle (철도기술연구원, 한국)

우 작년 10월에 열린 ‘출퇴근시간 반으로 줄이는 녹색교통 기술세미나’에서 대중교통 연계환승 시간 단축의 위한 목적으로 그 필요성이 제기되었으며, 이후 연구개발 계획 수립을 통해 올해 초부터 본격적으로 연구가 시작된 경우이다. 비교적 짧은 기간에 1차 시제품 개발을 통한 개념모델 제작 및 성능평가 관련 주요 핵심기술을 축적하였으며 지금은 보다 향상된 성능의 2차 시제품 개발을 진행 중에 있다. 1차 시제품에는 개인용 운송장치 관련 기존 기술들이 활용되었으며, 2차 시제품은 3.2절에서 언급한 최신 개발 동향을 반영하여 개발 중에 있다. 향후 개발이 완료되면 실제 철도역사에서의 시범운영 등을 거쳐 최대한 빠른 시일 내에 상용화 한다는 목표로 연구에 매진하고 있다.

4. 향후 전망

향후 우리나라를 비롯한 전 세계가 점차 고령화 사회로 진입하고 있으며 소득수준 향상으로 인한 레저 수요도 증가할 것으로 전망되고 있어 본 글에서 살펴본 개인용 운송장치 관련 시장도 빠르게 확대될 것으로 생각된다. 또한, 미래에는 개인용 운송장치가 단지 교통을 위한 이동수단에만 국한되지 않고 교통과 스포츠·레저 개념이 융합된 신개념이 장치 개발에 기능적으로 도입될 것으로 생각된다.



그림11. 미래 개인용 운송장치 개발 및 적용 전망

다. 뿐만 아니라, 점차 소형화, 모듈화 되고 있는 IT 산업의 발전에서도 영향을 받음으로써 그림 11과 같이 편의성이나 안전성 향상을 위한 목적으로 비전이나 자이로, 마그네틱 센서의 적용이나 GPS정보나 실시간 교통정보 등의 기술융합도 가능할 것으로 보인다. 더 나아가 음성인식이나 생체인식 등의 최첨단 기술과의 접목을 통한 고기능화, 그리고 사람의 운송을 넘어 카트로서의 역할을 동시에 수행할 수 있는 다기능화(multi-functional) 경향이 보다 강화될 것으로 보인다. ☺

♣ 참고 문헌

- [1] K.H. Kim (2012) A study on the development directions of transfer stations with traffic cards data-focused on Daegu city, *Journal of the Korean Society of civil engineers*, 32(6D), pp. 539-547.
- [2] J.K. Lee, S. Kim, K. Lim (2009) The guidelines for station layouts and their assessments in railroad transfer centers, *Journal of the Korean Society of civil engineers*, 29(5D), pp. 597-604.
- [3] S. Kim. (2012) Layout criteria of an access mode's on and off facility at multiple transfer centers, *Journal of the Korean Society of civil engineers*, 32(2D), pp. 95-101.
- [4] K.M. Kim, J.H. Kim, M.J. Shin, Y.G. Park (2012) A study on the level of service for station according to transfer distance, *Proceedings of the Autumn Conference of the Korean Society for Railway*, pp. 1528-1533.
- [5] S.Y. Jang, S. Han, S. Kim (2010) A study on level of service of pedestrian facility in transfer stations at urban railroad, *Journal of the Korean Society for Railway*, 13(3), pp. 339-348.