

## PRT (Personal Rapid Transit) 소개 및 국·내외 사업현황

Introduce of Personal Rapid Transit & Market Status



강중구

세계적인 생태계의 보고이자 철새도래지이며, Ramsar 습지로 지정된 순천만 지역에 승용차 통행을 억제하여 매연, 소음, 불빛 등으로부터 생태계를 보전하고 동시에 교통편의성 증대를 통한 지역관광 활성화를 위하여 2014년 4월 4.6km(복선)의 순천 PRT 노선을 성공적으로 개통하였다. 영국 히드로공항 PRT (영국 ATS社 ULTra PRT 시스템)에 이은 세계 2번째 상업운행PRT 노선으로 세계최초로 도시지역에 설치되어 세계적인 관심이 집중되고 있으며, 지역의 랜드마크로 지역민과 관광객의 사랑을 받고 있다.

국내 최초의 PRT 노선의 개통에 즈음하여 PRT 시스템의 특성을 소개하고 세계 PRT 사업 현황, 연구개발 동향 등을 소개하고자 한다. 친환경, 지속가능개발이 전세계적인 화두인 가운데, 그에 발 맞추어 세계 각국은 대중교통 및 보행자, 친환경교통 중심의 교통정책을 앞다투어 추진하고 있다. 이 글을 읽는 분들께, 도심 친환경 대중교통 체계의 하나의 대안으로, 또한 세계 교통시장 공략

을 위한 산업으로서의 PRT시스템에 대하여 고민할 수 있는 계기가 되기를 희망한다.

### PRT 란?

PRT(Personal Rapid Transit)는 국내에서 소형궤도차량, 무인궤도택시 등으로 표현되기도 하지만 아직 명확한 국내 명칭은 정되지 않았으며, 유럽 및 미주지역에서는 애플의i-Pod에 빗대어 작고 귀여운 혁신적인 교통수단이라는 의미로 Pod-Car라는 명칭으로도 불린다.

선형 또는 순환형의 단일 경로를 정해진 시간 계획에 따라 운행하는 기존의 철도시스템과는 다르게 4-8인 정도가 탑승 가능한 소형의 무인 자동운전 차량이 승객의 요청에 의해 배차되어 Network 형태의 노선에서 목적지에 도달하기 위한 여러 경로 중 최적의 경로를 선택하여 목적지까지 무정차로 운행하는 신교통 시스템이다. 승객은 원하는 시

점에 항상 차량을 이용할 수 있으며, 동일목적지 승객집단이 차량을 독점하므로 개인의 Privacy를 보장받을 수 있다.

또한 소형, 경량의 구조물은 도시 미관에 미치는 영향을 최소화 하고, 공장에서 미리 생산하여 현장 조립이 가능하므로 건설기간을 크게 줄일 수 있어 공사 기간 중에 환경, 교통에 미치는 영향을 최소화 할 수 있다. 전기를 동력원으로 사용하기 때문에 배출가스가 없고, 소음이 적으며 전용 주행로를 이용하여 무정차 운행 함으로서 차량의 지체/정체의 문제에서 벗어날 수 있는 장점을 가지고 있다.

### 왜 PRT 인가?

도시철도는 높은 공공성으로 인하여 대도시 및 신도시 교통 계획 시 적합한 교통수단으로 고려되어 왔으나, 운영경제성 및 기술상의 이유로 새로운 서비스에 대한 다양한 요구를 적극적으로 수용하지 못하는 한계를 드러내고 있다. 도시철도 시스템의 과도한 초기 투자비는 각 지방자치단체 및 중앙 정부에서 도시철도시스템 도입을 주저하게 만드는 장벽으로 작용하고 있으며, 이에 대한 대안으로 상대적으로 초기투자비용이 적은 신 교통시스템의 도입이 경량전철을 중심으로 적극 추진되고 있다. 대중교통시스템은 공공재이지만 예산상의 제약 및 경제성의 문제로 인하여 한계를 가지게 된다. 노선의 우회거리 증가, 환승불편성 등은 전체적인 대중교통 서비스 질 저하를 초래하여 승용차 이용자를 대중교통으로 효과적으로 흡수하지 못하는 큰 원인으로 작용하고 있다. 승용차 등 도로 교통수요의 꾸준한 증가는 엄청난 사회적 비용을 초래하여 국가 경쟁력 약화의 원인으로 작용한다. 2014년 4월 발표된 한국교통연구원의 예측에 따르면 2015년 우리나라 교통혼잡 비용은 GDP의 2.16%(33조 4천억원)에 이를 정도로 엄청난 액수이며, 이러한 혼잡비용 외에도 각종 오염물질의 배출로 인한 환경비용, 교통사고로 인한 의료비용 등의 사회적 비용을 감안하면 국가적 손실은 막대하다.

이러한 도시교통문제는 세계적인 이슈이며 이를 해결하기 위해 신 교통시스템 개발을 위한 활동이 크게 증가하고 있다. EU의 경우 EDICT (Evaluation and Demonstration of Innovative City Transportation)와 같은 지원 프로그램을 통하여 신 교통시스템의 개발을 지원하고 있다. 신 교통시스템은 현재의 대중교통 시스템이 해결하지 못하는 문제들을 해결할 수 있으면서 기존의 시스템보다 향상되고, 발전된 서비스 기대를 충족해야 한다. 이런 면에서 PRT는 철도가 갖는 정시성, 안전성, 신뢰성에 승용차가 갖는 접근성, 편의성, Privacy 서비스 제공이 가능한 대중교통시스템의 대안이다.

이용자관점에서 살펴보면 양질의 도시교통수단인 승용차 또는 택시는 door-to-door 서비스를 제공하며, 무정차 운행이 가능한 대신에 교통정체 문제에서 자유로울 수 없고 주차비를 포함한 상당한 수준의 운영, 유지비가 요구된다. 지하철 또는 경량전철과 같은 기존의 전통적인 노선철도(Line-haul) 시스템은 교통정체에서 어느 정도 자유롭고 대량수송이라는 큰 장점에도 불구하고, 높은 혼잡률, 낮은 접근 편의성, 환승불편성 등의 단점이 있다.

PRT의 경우 차량 및 궤도가 소형/경량이고 회전 반경이 최소 10m로 도로가 좁고, 복잡한 도시 지역에서도 시스템 설치와 운영이 가능하고, 정거장 간격을 300-400m 내외로 배치할 수 있어 도시철도나 간선버스의 지선(Feeder) 시스템으로서 뛰어난 접근성을 제공한다. 또한 정해진 배차 및 운행간격에 따라 운행되는 기존의 대중교통과는 달리 수요대응형서비스(On-demand Service)를 제공해 승객의 대기시간을 최소화 할 수 있는 것 또한 강점이다.

PRT는 엘리베이터와 유사한 이용자 인터페이스를 통해 서비스할 수 있는데, 승객이 많지 않은 시간에는 지선에 위치한 역사에서 빈 차량들이 이용자를 기다리게 되며, 승객의 수요가 몰리는 출/퇴근 시간에는 가까운 곳에 위치한 빈 차량을 호출

표 1. PRT 시스템의 장점

주요 특징	장점
소형/경량의 간결한 시스템	투자비 절감, 짧은 공사기간
On-demand system	이용자 편익 증대, 운영비 절감
높은 서비스 수준	자가용 이용자와 경쟁, 교통약자 편익성 증대
목적지까지 무정차 운행	네트워크 용량 증대, 이용자 편익 증대
네트워크 운행	서비스 면적 증가, 네트워크 효율화
24시간 무인 운영	이용자 편익 증대, 운영비 절감
노선의 확장 용이	투자비 절감

제공하고, 노선 상에 빈 차량이 적을 경우 차량기지에서 차량을 증파하여 이용자들의 서비스 수요에 대응한다. 이러한 대응을 통하여 승객이 몰리는 첨두시에도 큰 혼잡 없이 대부분의 승객들이 PRT를 이용할 수 있다. 원하는 시점에 차량을 호출하여 목적지까지 동일 목적지 집단(Party)이 차량을 점유중간 정류장정차나 승·하차 없이 무정차로 운행하여 사생활, 시간활용에 민감한 현대사회의 성향에 부합된 서비스를 제공한다.

운영자 관점에서 보면 시스템의 설치비용이 기존 지하철의 1/10, 경량전철의 1/3 정도로 저렴하면서 무인 자동운전으로 운영되기 때문에 운영경제성이 증가하고, 승객이 없는 시간에도 지속적으로 차량을 운행할 필요가 없으므로 효율적 운행이 가능하다. 또한 도시의 신규 개발이나 교통환경의 변화로 인하여 신규 노선의 추가나 기존노선의 변경이 필요한 경우에 도중설이나 이설이 용이하다.

### 국내·외 PRT 시스템현황

PRT에 대한 활발한 연구는 1960년대 미국에서부터 시작되었다. LA를 포함한 몇 개의 도시를 대상으로 PRT 네트워크 설계가 검토되었으며 서스펜션 장치 및 선형유도모터(LIM : Linear Induction Motor)를 차량의 구동장치로 이용하는 방법도 당시에 최초 제안되었다.

1970년 세계 최초로 West Virginia의 Morgantown에 West Virginia 대학의 학생통학 및 지역



그림 1. Morgantown GRT

사회 교통수단으로 소형레도열차 시스템이 개발, 건설되었으며, 1975년 세계 최초의 실용 운영을 시작한 바 있다. 그러나 이 시스템은 차량 하나 당 20인 이상의 다수 승객이 탑승하고 선로도 단순화되어 있어 무정차 운행, 수요대응운행 등의 서비스를 제공하는PRT 시스템이라기 보다는 GRT(Group Rapid Transit)의 일종으로 볼 수 있다. 미국 이외에도 영국의 Cabtrack, 독일의 Cabintaxi, 프랑스의 Aramis 등의 형태로 PRT의 개발이 진지하게 진행되었다.

1993년 미국의 Raytheon Company는 PRT 2000 이라는 PRT 시스템의 특허를 사들여 일리노이 주정부의 교통당국으로부터 PRT 시스템의 시범 운행에 대한 허가를 얻어내고 1995년 Rosemont 지역에 시험선을 건설하여 시험운행을 완료하였으나, 군수산업이 주력사업이었던 관계로 2000년 동서 냉전의 종식에 따른 회사의 구조 조정으로 관련

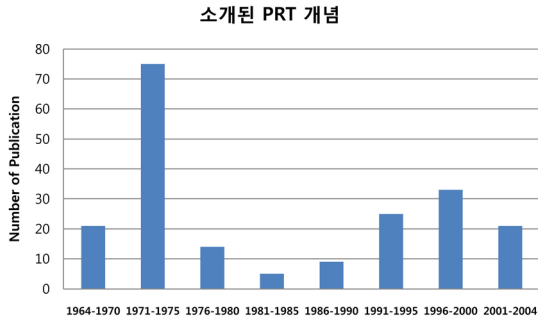


그림 2. 연도별 PRT 관련 연구

사업을 전면 보류함으로써 사업권과 시험선 시설이 York PRT에 매각된 뒤 개발이 중단되었다.

70년대를 정점으로 20세기 말 침체기를 겪었던 PRT 개발 노력은 각국 정부의 예산 삭감 등을 이유로 장기간 보류되었으나, 2000년대에 들어서면서 도심 교통 문제를 해결하기 위한 방안으로써 저비용 고효율 궤도교통시스템의 적용을 긍정적으로 검토하는 추세에 힘입어 시스템 개발 움직임이 활발하게 재개되고 있다.

1990년대 말, 영국의 Bristol 대학에서 출발한 ATS(Advanced Transport Systems, 2008년 ULTra 사로 개명)사에서 개발한 PRT 시스템인 ULTra(Urban Light Transport)는 Cardiff시에 1km의 시험선을 건설하여 2003년 완공하였으며, 2003년 이래 1,000회 이상의 시험운행을 거쳐 정부의 지원아래 2011년 Heathrow 국제공항에 상업노선 건설을 완료하고 운행 중에 있다. 기

존 주차장을 외곽으로 이전하여 토지이용효율을 높이고 주차장과 터미널 간 약 1.8km를 차량 16대가 운행되는 PRT 노선으로 연결하였다.

그 밖에 스웨덴, 노르웨이, 오스트레일리아 등 각 국에서 PRT 시스템의 개발을 진행하려는 노력이 점점 구체화되고 있으며 제어방식, 시스템 구성, 기본요소 기술에서 다양한 양식의 PRT 개념 연구가 진행되고 있다. 각 국 정부에서도 미래교통 수단으로서 PRT 시스템의 개발 가능성 및 적용 타당성을 심도 있게 연구하고 있다.

국내에서는 1990년대 초우보 엔지니어링(PRT Korea)에서 PRT 시스템의 타당성 조사 및 사업화를 추진하였으나, 사업화에는 성공하지 못하였다. 하지만 POSCO가 2002년부터 PRT 시스템의 연구개발에 착수하여 2014년 순천 PRT 상업 운행 노선을 성공리에 개통하여 운행 중에 있다.

다양한 구조 및 서비스 개념을 가진 PRT 시스템이 학계의 연구 단계를 넘어서 시스템 개발회사 및 국가 간 과제의 형태로서 소규모의 시험선 검증 후 상업노선을 건설하는 단계에 진입하고 있으며, 업무단지 및 공항 등을 중심으로 PRT 도입을 위한 Feasibility Study 등이 활발하게 진행되고 있다. 국내의 PRT 관련 연구개발 활동도 그 동안 학계를 중심으로 부분적으로 진행되었던 추진 장치나 네트워크 시뮬레이션 등 기초 연구를 넘어서 시



그림 3. Heathrow Airport PRT



그림 4. 다양한 PRT Concept

스텝 개발 및 상용화를 목적으로 하는 민간기업의 참여가 본격화 되고 있는 추세다.

### 순천 PRT (SkCube)

순천시는 수려한 경관과 생태적 가치로 인하여 연간 200만명 이상이 방문하는 순천만 지역의 생태와 자연환경을 보전하면서, 순천만을 국내 최고의 생태관광의 명소화할 수 있는 지속가능한 개발의 필요성을 절감한다.

2013순천만정원박람회(현재 순천만정원)가 확정되자 순천만 지역에 화석연료를 사용하는 자동차의 진입을 최대한 억제하여 그 불빛과 소음, 매연 등으로부터 철새와 습생식물을 보호하고, 방문객의 이동편의성 또한 보장할 수 있는 친환경교통수단의 도입이 가장 시급한 이슈로 떠올랐다.

국내 기술로 개발된 첨단 친환경교통수단인 PRT

는 순천만의 친환경이미지를 제고하고 나아가서는 세계적 생태관광의 명소로 자리매김하는데 기여할 수 있을 것이라는 판단과 순천만이라는 천혜자원과 영속적으로 운영될 순천만정원으로부터 지속적인 이용객의 유입이 기대되어 PRT의 Reference Site로 삼기에 부족함이 없었다.

이렇게 시작된 순천 PRT 노선은 순천만정원을 기점으로 순천만 인근 순천문학관까지 4.6km를 복선으로 연결한다. 최대 40대의 차량이 운행되며, 차량의 승차정원은 8인이다. 현존하는 세계 최대규모의 PRT 노선으로 시간당 최대 약 1,000명을 수송할 수 있으며, 오전 09:00부터 19:00까지 10시간 동안 운행된다. POSCO와 순천시간의 민간투자사업협약에 의거 ㈜백터스의 기술로 건설되고, 기술을 공급받은 운영회사인 ㈜순천에코트랜스가 30년동안 설비를 소유하고 운영하게 되며, ㈜순천에코트랜스는 POSCO에서 순천 PRT 운영을 목적으로 설립한 운영사이다.



그림 5. 순천 PRT (SkyCube) 노선도



그림 6. 순천 PRT 운행모습

사업 초기, PRT 노선 건설을 위하여 국내 철도 및 도시철도관련 법령 및 기준을 준용하여 사업을 추진하려 하였으나, 기존 철도시스템과 PRT는 시스템이나 운영특성이 상이하여, 이러한 어려움은

지방자치단체 및 중앙정부에서 받아들여져 제도운송법 특별건설승인 절차에 따라 사업자가 제시한 설비 및 안전기준에 대하여 교통안전공단이 검토하고, 검토된 기준에 대하여 국토해양부 제도심의

위원회의 심의/승인을 득하여 사업을 추진하였다. 승인된 기준은 순천시에 통보되어 사업승인을 위한 기준으로 적용되었다.

순천 PRT 시스템은 완전자동무인운전되며, 관제실에서 모든 설비를 원격모니터링하고 제어한다. 제어, 통신, 전력 통합관제 시스템을 구축하여 시스템 효율을 극대화 하였으며, 최소한의 인원으로 관제업무가 가능한 장점을 보유한다.

순천 PRT 차량은 2중대차 구조를 채택하여 보다 뛰어난 승차감과 작은 회전반경 구현이 가능하도록 하였으며, 최고속도는 50km/h이다. 차량은 냉/난방 시스템을 제공하고, 비상상황을 대비한 응급통화장치 및 개별차량 CCTV를 운용하고 있으며, 비상시 승객의 탈출이 가능하도록 도어 비상 개방 핸들을 제공하고 있다.

또한 순천시 PRT는 해외 경쟁 PRT 시스템과는 달리 비동기식(Asynchronous) 분산제어방식을 채택하고 있어 해외 PRT 전문가들로부터 대규모 네트워크노선 운행에 가장 적합한 시스템으로 평가 받고 있다.

### 참고문헌

이준호, 정락교, 신경호, 김용규 (2008), 미래형 신교통시스템에 대한 고찰, 한국철도기술연구원 철도웹진.

JE Anderson (2001), State of art of PRT.

Jorgen Gustafsson, Jung-Gu Kang (2011), Design Considerations for Capacity in PRT Networks, ASCE.

Vectus Ltd. (2013), Vectus 시스템 소개자료.

Wayne D. Cottrell (2006), Critical Review of The Personal Rapid Transit Literature, TRB.