

소형궤도열차시스템 요구사항

정락교*, 김연수**, 조봉관***, 목재균****, 구동희*****
한국철도기술연구원

Requirement of Personal Rapid Transit System

Rag-Gyo, Jeong*, Yeon-Soo, Kim**, Bong-Koan***, Jai-Kyun, Mok**** Dong-Hoi, Koo*****
Krea Railroad Research Institute

ABSTRACT

새로운 도시교통 시스템을 개발하기 위하여 시스템의 적용지역 검토 후 운영자, 이용자, 공급자 측면에서의 요구사항 도출과 아울러 이를 토대로 하여 시스템 요구사항을 도출하였다. 이는 기능 및 성능으로 구분할 수 있고 하부시스템별로 기능과 성능을 할당하여 각 하부시스템의 기능과 주요 장치가 갖추어야 할 조건, 용량 등을 정의하였다. 또한 환경요구사항 및 하부시스템별 기기의 동작 조건등을 정의하여 시스템 개념을 확립하였다.

1. 시스템 적용가능지역 분석

소형궤도열차 시스템의 특징과 교통시설간의 위계를 고려해 볼 때, 지역특성과 적용 목적에 따라 적용지역의 유형을 다음과 같이 5가지로 분류할 수 있다.

- 유형1 : 대규모 교통시설간 연계가 필요한 지역으로 터미널과 같이 교통시설이 밀집되고 총화되는 지역의 교통시설간 효율적인 연계가 필요한 지역
- 유형2 : 지하철 연계를 위한 접근교통수단으로써의 역할로 지선교통체계와 간선교통체계를 연계할 수 있는 지역
- 유형3 : 주거지와 쇼핑유발지역 연계 및 대규모 쇼핑유발지역의 승용차 유입이 상대적으로 많은 지역으로 대중교통의 관점에서 차량 밀도를 낮추고 수송력을 증강시킬 수 있는 지역
- 유형4 : 중심업무지역으로서 업무지역내의 일정 범위 안에서 출·퇴근 피크시간에 교통수단을 분산시키고 업무지역간 연계가 필요한 지역
- 유형5 : 관광지 등 위락시설의 이용자와 위락시설간 연계가 필요한 지역

소형궤도열차의 도입은 대중교통시스템을 주로 이용하는 일반 이용자들에게 접근교통의 기반시설 공급을 추가함으로써 서비스의 질을 향상시키고 동시에 지역발전의 기틀을 마련할 수 있는 계기로 삼을 수 있다. 이들 적용가능지역 유형별 특성은 표1과 같으며 하부시스템의 구현시 적용지역의 유형에 따라 상호 차이점이 발생할 때는 유형 2에 주안점을 두고 다른 유형에 차이점을 검토하여 기록함으로써 향후 다른 유형의 시스템일지라도 활용이 가능하도록 시스템의 체계를 구축하여 개발할 수 있는 체계를 수립하여 수행한다.

표 1 소형궤도열차시스템의 적용가능지역 유형별 특성

구분	대규모 교통시설간 연계	지하철역 접근교통 수단	대규모 쇼핑유발 지역	업무지역/ 캠퍼스 연계교통수단	관광지 등 위락 시설 연계	
공통사항	첨두시/비첨두시 수요 차별화, 사회적 약자 고려, 보안(security) 문제, 안전성, 비상대응, 역무자동화설비					
이용자 특성	· 출발지/목적지 단순 · 특정 구간 동행 (동일 동행 형태 (O/D) 위주) · 동행발생이 단속적 (하차인원의 처리방법) · 이용자의 화물/짐 적재 공간 · 서비스의 정시성 중요	· 출·퇴근 통행의 처리 · 특정 방향으로의 수요 집중 · 첨두시 수요 집중역 발 · 수요 집중역의 환승수요 처리 · 2인 이하 동행 위주 (90%이상) · 합승 거부감 · 빈도/정시성	· 이용자의 화물/짐 고 · 역사 접근 편의시설(엘리베이터, 무빙워크) · 승용차, 택시 이용객 특성 · 여성 통행자 · 합승 거부 · 동일 목적지/다중발지 (수요 공간적 분산)	· 건물과 건물 간 직접적인 연결 · 첨두/비첨두 간 수요차이가 상대적으로 적음 · 공간적으로 균일한 수요 발생 · 빈도/정시성 모두 중요 · 캠퍼스 연계의 경우 합승에 우호적	· 공유일 수요 집중 현상의 처리 방안 · 간선교통체계와의 연결 · 정시성, 빈도보다 쾌적성 위주 · 시야, 주위 경관과의 조화 필요 · 다양한 동승 인원	
운영자 고려사항	· 사전안내 시스템 · 양방향 서비스 · 최단거리 노선설계 · 차량용량은 클수록 유리 · 24시간 운행	· 첨두시 과다한 공차운행 발생 · 지하철 운행시간과 연계 · 차량용량은 클수록 유리 · 24시간 운행	· 긴 노선연장 · 쇼핑센터와 연계한 역사 설계 · 심야시간대 이용자 안전 유의 · 24시간 운행	· 정차역 선정에 유의 · 이용자수요에 대한 적절한 운행간격 고려	· 적정처리수요 판단 및 수요보안 방안 · 수요집중시 안전대책 필요 · 어린이 안전	
기술사항	역사	다중 승강장	단일/다중 승강장	단일/다중 승강장	단일 승강장	단일 승강장
	네트워크	축형	축형/순환형	방사형	순환형	순환형
시스템	GRT ²⁾ /PRT ¹⁾	PRT/GRT	PRT	PRT	GRT/PRT	GRT/PRT

주1: PRT(Personal Rapid Transit)는 격자형 네트워크 노선 내에서 승객(3~8명)이 차량을 호출하여 승차하면, 무인운전으로 노스톱 운행

주2: GRT(Group Rapid Transit)는 일자형 노선 내에서 승객들이 차량(15~20인승)을 호출하여 승차하면 승강기와 유사하게 지정된 역에서만 정차하는 시스템

2. 시스템 요구사항 도출

2.1 적용지역 유형별 요구사항

소형케도열차시스템 도입시 적용지역 유형별 요구사항을 정한 것을 표 2에 나타내었다.

표 2 적용지역 유형별 요구사항

항 목	요구 사항
대규모 교통시설간 연계	-교통수단간 운행계획의 통합운영 필요함. -물류수송체계의 검토가 요구됨.
지하철 연계를 위한 접근교통수단	-수익성이 높은 노선은 대중교통수단간 노선 배분 및 조정절차가 필요함. -주택지역 운행시 일조권, 조망권, 소음, 사생활보호문제 발생이 가능함.
대규모 쇼핑유발지역	-건설, 운영, 관리주체 규정 필요. -개인교통수단에 준하는 쾌적성, 프라이버시가 보장되어야 함. -쇼핑센터, 멀티플렉스의 유기적인 연결이 가능하여야 함.
업무지역/캠퍼스내 연계 교통수단	-유관기관간 집적효과가 필요한 지역에 도입되는 것이 바람직함. -역사는 건축물 내부 건설이 바람직함. -역사의 건설, 운영, 유지·관리 주체에 대한 규정이 필요함.
관광지 등 위락시설간 연계	-특정일에 집중되는 통행수요의 처리가 가능하여야 함. -간선교통체계와 위락시설의 연결이 가능하여야 함. -위락시설내 시설간 연계가 가능하여야 함. -다양한 수송능력을 갖춘 차량이 요구됨.

2.2 통행 목적별 요구사항

통행목적별로 요구사항을 정리하면 표 3과 같다

표 3 통행 목적별 요구사항

항 목	요구 사항
출·퇴근 통행	-수단통행, 환승패턴을 고려하여 적절한 노선 길이 및 네트워크의 규모가 결정되어야 함. -역세권 반경은 400m~500m로 추정. -첨두시 통행수요를 감안한 운영 및 시설계획 수립이 요구됨. -역사의 용량보다 많은 차량이 역내 진입시 운영처리 방안이 요구됨. -역사 출입구와 타 교통수단의 출입구 및 정류장은 공간적 분산 배치 필요함.
업무통행	-단거리 업무 밀집지역간 연계수단

항 목	요구 사항
	으로 활용가능함. -역사는 기존 건물로 흡수되어 건설 -통행행태 분석을 통해 차량규모 산정되어야함.
기타통행(쇼핑, 친교·개인, 학원 등)	-화물(짐)수송을 위한 차량구조 고려. -이동 편의시설의 설치가 요구됨.

2.3 운영 요구사항

소형케도열차시스템의 운영자 측면에서의 요구사항을 정리하여 표 4에 나타내었다.

표 4 운영 요구사항

항 목	요구 사항
요금체계	-적용지역과 특성에 따른 요금체계 고려. -신분확인이 가능한 무인발권 방법 고려.
유고상황 및 안전대책	-유고상황에 대한 상황별 시나리오 설계 -승강장의 제한된 이용효율은 사고 위험성 내재 -비상시 승객 탈출통로와 행동요령 요구됨 -차량의 충돌, 탈선, 전복에 대한 안전대책이 필요함.
	-전체 시스템의 운행 중단시 승객 수송 계획 필요함. -입체시설이 밀집된 지역은 보행자에게 enclosure 느낌을 줄 수 있음. -자전거 거치 공간 및 이동 편의시설 검토. -가변정보안내시스템은 다양한 정보를 제고하여야 함.

2.4 기술적 요구사항

소형케도열차시스템 도입시 기술적 요구사항을 하부시스템 별로 구분하여 정의하였다.

2.4.1 역사 구조물 요구사항

무엇보다도 우선적으로 기능 및 경량화측면에서와 경제성측면에서 비용등을 종합적으로 검토하여야 하나 본 내용에서는 역사 구조물 요구사항의 운영자측면을 고려한 요구사항을 표 5에 나타내었다.

표 5 역사 및 정거장 요구사항

항 목	요구 사항
역사 및 정류장	-이용객의 안전을 고려해 일관성 있는 형태를 유지하여야 함. -차량기지, 차량대기 장소 등의 공간 확보 및 공차운영 계획이 고려되어야 함.

항 목	요 구 사 항
	-차량 회차 계획이 고려되어야 함. -고장차량 발생시 유인 공간 및 정비 공간 확보가 가능하여야 함. -역사용량에 영향을 미치는 요소별 분석을 통해 효율적인 역사 선정 필요함. -중양버스차로 버스정류장과 연계 방안 검토 필요함.

2.4.2 시스템 요구사항

환경 요구사항과 더불어 성능/안전 요구사항을 도출하였고 이와 더불어 하부시스템별로 기능을 구현하기 위한 요구조건을 도출하였다. 차량시스템에서는 성능측면에서 요구사항과 각 하부 장치가 갖추어야 할 조건을 정의하였으며 그림 1에 주행장치 구성도를 나타내었다.

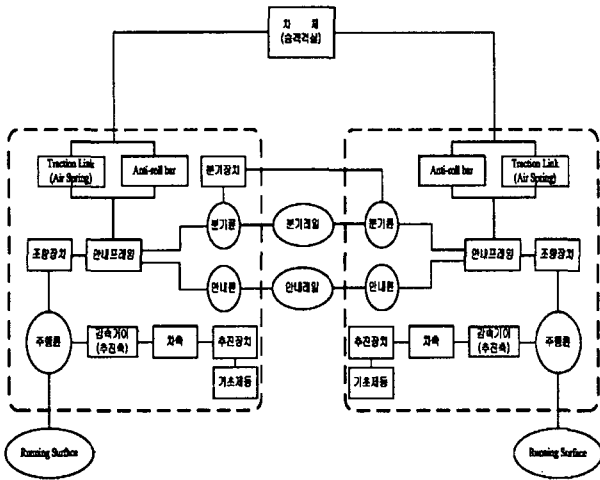


그림 1 차량시스템의 주행장치 구성도(안)

전력공급측면에서는 가능성을 포함하여 다음과 같은 요구사항을 만족하도록 하여야 하며 그림 2와 같은 개념으로 전원을 공급 한다.

- ① 유도급전 방식은 수전 전압이 낮으며, 급전 장비가 궤도와 함께 연장 설치되지 않는 특징을 가져 일반 교류급전방식에 비해 통신선 및 신호선에 대한 유도장해를 감소 시켜야 한다.
- ② 기존 전차선 방식과 비교하여 소요 동량(銅量)이 적어야 한다.
- ③ 교류급전방식의 절연 이격거리 확보의 문제를 해소하여야 한다.
- ④ 교류수전 전력을 이용한 유도급전 방식은 AC-DC 전력변환 설비 및 각 급전개소마다 고주파 전력변환설비를 구비하여야 한다.
- ⑤ 차량에 효율적 에너지 운용을 위한 Ultra-capacitor 및 배터리가 필요하므로 차량의 무게/부피의 증가를 고려한 설계가 이루어져야 한다.
- ⑥ 분기구간에서의 연장급전 및 역사와 운행 중 지속적인 연장급전이 이루어져 차량의 운행이 자유로워야 한다.

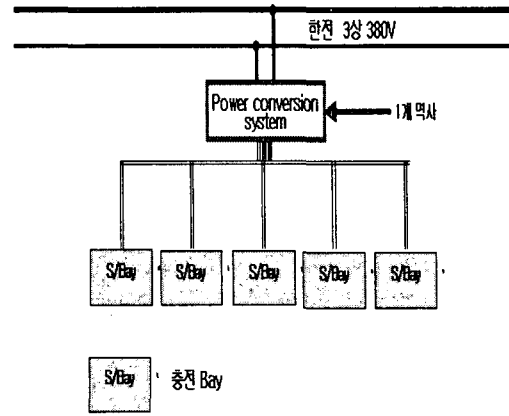


그림 2 1개 역사 유도급전 개념도

운행제어네트워크 측면에서는 네트워크 제어방식, 차량제어방식, 차량측위 방식등을 정의하였으며 그림 3과 같은 운영제어 개념을 토대로 요구사항을 도출하였다.

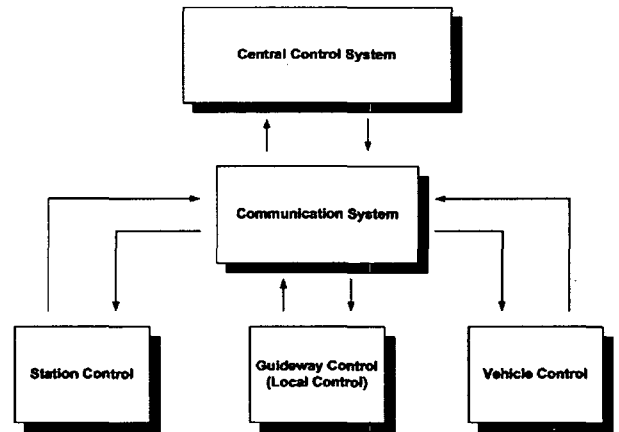


그림 3 운영제어 구조 개념

3. 결 론

소형궤도열차시스템의 요구사항 도출과 더불어 차량규모 산정이 매우 중요하다. 따라서 적용지역의 이동패턴 조사 및 목표사양이 명확히 확정되지 않음에 따라 여러 가지 시스템 사양 및 시뮬레이션을 통해 하부 구조물의 경제성을 감안하여 선정하였다. 향후 소형궤도열차시스템의 목표사양을 구체화하는 가는 과정에서 트레이드오프(Trade-off)하여 간다면 좀 더 현실적이고 타당한 시스템 요구사항이 작성될 것이다.

이 논문은 건설교통부의 연구비 지원에 의하여 연구되었음.

참 고 문 헌

- [1] "신교통 소형궤도열차 시스템 개발을 위한 기획연구", 한국철도기술연구원, 2002.
- [2] 소형궤도열차시스템 1차년도 기술개발보고서, 2006. 5.