

# 산악철도 도입 및 운영을 위한 현안 및 대책



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



**문형석**  
한국철도기술연구원  
신교통연구본부 책임연구원  
T.031-460-5682  
hsmun@krii.re.kr



**사공명**  
한국철도기술연구원  
신교통연구본부 책임연구원  
T.031.460.5363  
rockcore@krii.re.kr

## 1. 서론

산악지역이 많은 우리나라에는 아름다운 산과 골짜기가 어우러진 천혜의 관광지가 많고 관광지에는 리조트가 형성되어 있어 관광객들이 몰리고 있다. 평창과 지리산 지역은 다양한 산악 관광자원이 있어 오래 전부터 리조트가 형성되어 왔고, 동계올림픽이 개최되면 평창 지역에는 더 많은 관광객이 몰려 들 것으로 예상된다. 산악 관광 리조트 지역은 도로가 발달되어 승용차와 버스가 빈번하게 운행되고 있다. 그런데, 자동차 중심으로 구성된 산악 관광 지역의 교통망은 여러가지 문제점을 노출하고 있다. 먼저, 폭설과 결빙이 되면 교통이 마비되는 현상이 반복되고 있으며, 지리산 같은 지역에서는 겨울철이 되면 아예 도로를 폐쇄하고 있다. 또한 야생 동물들에 대한 로드킬(road kill)이 빈발하고 있고, 자동차의 매연은 관광지 대기오염을 증가시켜 환경을 훼손하고 있으며, 개별 승용차의 운행에 의한 에너지 소비 문제도 있다. 산악 관광지의 이러한 문제를 근본적으로 해결하기 위한 방안은 산악철도의 운행이 될 것이다.

산악철도는 폭설과 결빙에도 불구하고 급경사 지역을 운행할 수 있고, 대중교통수단으로 승용차의 운행 수율을 흡수할 수 있으며, 전기에너지의 사용으로 환경보호에 기여할 수 있다. 또한, 산악 관광지의 명물로서 자체적으로 관광객 유인 효과가 있으며, 로드킬도 줄일 수 있는 장점이 있다. 코레일에서 운행하는 V-Train이나 O-Train과 같은 협곡 관광열차가 큰 인기를 끌면서 관광용 산악철도의 잠재 수요를 확인할 수 있다. 따라서, 본 연구에서는 산악철도의

도입과 성공적인 운영을 위해 현안 사항을 짚어보고, 이에 대한 해결 방안을 모색하여 봄으로써 산악철도가 국민의 레저관광 욕구를 충족시키고, 관광지역의 경제활성화에 기여함으로써, 국가의 신성장동력이 될 수 있도록, 개발 방향을 설정하고자 한다.

## 2. 산악철도의 도입

### 2.1 자원 조달

산악철도를 도입하기 위해서는 건설과 운영이 필요한데, 건설을 위한 비용 조달이 1차적인 문제이다. 관광용 산악철도는 수요적인 측면에서 대형 차량보다는 경전철이 적합하는데, 노면 트램을 기준으로 신규노선을 건설할 시에 km당 200억원, 기존 도로 상에 건설할 시에도 km당 100억원 이상이 소요된다[1]. 20km의 노선을 생각한다면 신선의 경우 4,000억원, 기존 도로 겸용의 경우 2,000억원이 소요된다. 이와 같은 건설비를 조달할 수 있는 방안으로는 우선, 산악철도 도입을 통해 지역 경제의 활성화를 도모하려는 지자체의 자체 예산 조달을 고려할 수 있는데, 열악한 지자체의 재정 상황에 비추어 현실적으로 어려움이 많다. 다음으로는 민간사업자의 투자를 유도하고 운영 수입으로 투자액을 회수하는 방안을 고려할 수 있으나, 최근 최소운영수익 보장 문제로 대도시 경전철 운영사가 홍역을 치루고 있는 현실을 감안하여 실현 가능성이 희박한 방안이다. 중앙 정부의 재정 지원을 생각해 볼 수 있으나, 현행 법규상 대량수송 교통수단에 지원이 한정되어 있어, 관광용 산

악철도 건설에 적용하기는 곤란한 상황이다.

산악철도의 건설 재원 마련은 산악철도 도입을 위한 첫 번째 현안이다. 가능한 방안은 지자체가 일부 재원을 부담하고, 민간사업자가 투자하여 건설한 후 운영을 위한 특수 목적법인을 설립하여 운영하고 수익을 나누는 방식을 생각할 수 있다. 교통 수단보다는 관광수단으로서 문화관광 분야의 예산을 확보하는 것도 방안이 될 수 있으나 이를 위해서는 관련 규정의 개정도 필요하다.

### 2.2 경제적 타당성 확보

산악철도의 건설을 위해서는 경제적 타당성에 대한 입증 필요인데, 현행 도로철도 부문 예비타당성 조사 표준 지침[2]에 따르면, 편익 산정시에 통행시간 절감 편익이나, 도로에서 전환에 따른 편익 등의 직접 편익 산정에서 산악철도가 매우 불리하게 되어 있다. 또한, 간접 편익 항목에도 관광에 의한 다양한 수입 및 지역개발 효과 편익이 포함되어 있지 않다. 따라서, 산악철도의 경제성을 현행 지침에 따라 분석하면, 편익이 낮아서 경제성을 도저히 확보할 수 없게 된다. 이를 보완하기 위해서는 현행 표준지침에서 제시하는 편익 이외에도 관광과 관련된 다양한 편익 항목을 포함시켜 정당성을 인정 받고, 이를 토대로 경제성 분석에 착수해야 할 것이다.

## 3. 산악철도의 건설

### 3.1 환경과의 조화

산악철도는 주로 관광지에서 소요 되는데, 산악 관광지는 보통 개발이 법적으로 규제되어 있고 환경 보전에 대한



그림 2. 지리산 종주도로 급곡선

으로 고려하면서 건설을 추진해야 한다. 신규 철도와 같이 삼림을 훼손하면서 건설을 추진하기가 곤란하므로 산악철도 건설을 위해 기존 도로를 활용할 수 있는 방안이 필요하다. 이런 목적에 가장 부합되는 시스템은 저상트램이라고 할 수 있다. 매립형 궤도를 사용하면 기존 도로를 그대로 활용할 수 있고, 경전철 규모의 차량이므로 수송 용량도 적합하고, 무가선이 된다면 전차선 설치도 불필요하므로 환경 보전에 더욱 적합하다고 할 수 있다.

### 3.2 지형 및 기후조건의 극복

산악 지역에는 급경사가 곳곳에 있으므로 산악철도의 급경사 상승 능력은 필수적이다. 급경사 상승을 위해 로프웨이를 이용하는 방법, 선형동기전동기 추진 방법, 랙앤피니언(rack&pinion)을 적용하는 방법 등을 고려할 수 있으나, 기존 도로를 활용하는 저상트램에 적용할 수 있는 방법으로 랙앤피니언 방식이 가장 효율적이고 경제적이다. 국내에서 가장 험준한 산악 지역에 건설된 지리산 종주도로를 예로 들어보면, 그림 1과 같이 경사가 가장 급한 도로의 구배가 120% 수준이므로, 랙앤피니언 방식의 열차가 상승할 수 있는 최대 구배 250% 이하가 된다.

산악 지역 도로 주행을 위해 더 고려해야 할 사항은 급곡선이라고 할 수 있다. 지리산 종주도로에는 그림 2와 같이 반경 10m도 안되는 곳이 다수 있으나, 곡선을 펴기 위한 삼림 훼손도 불가하므로 급곡선 운영을 위한 트램 개발이 필요하다. 산악철도는 기존 철도와의 호환을 특별히 고려할 필요가 없기 때문에 협궤를 적용하여 차량의 소요되는



그림 1. 지리산 종주도로 구배 분포 예

곡선 반경을 최대한 줄일 필요가 있다. 개별 차륜의 독립적인 구동 방식과 조향 기능을 적용하여 회전 반경을 최소화할 필요도 있다[3]. 이러한 방법의 적용이 여의치 못하면 차량의 길이와 차축간 거리를 단축시켜서 회전 반경을 줄일 수 밖에 없다. 이 경우에는 탑승 승객과 요구 성능에 대한 조정도 함께 고려되어야 한다.

### 3.3 산악철도의 차량시스템

산악철도의 차량시스템은 도로와 겸용이 가능하도록 매립형 협궤를 주행하는 트램이 되어야 하며, 급경사와 급곡선 운행도 가능해야 한다. 이를 충족할 수 있는 차량시스템의 예는 그림 4와 같이 3모듈 1편성의 연결형 무가선 저상 트램이다[4]. 운전실이 있는 전후의 차량은 객실 바닥 높이

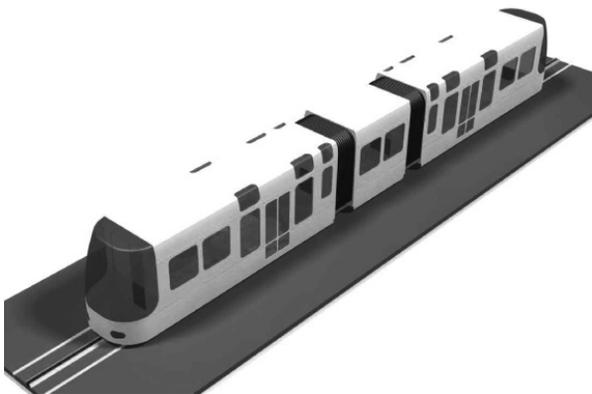


그림 3. 산악트램 조감도 예

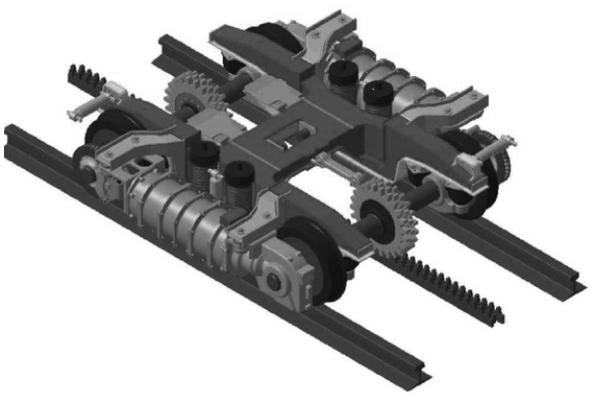


그림 4. 랙앤피니언(rack&pinion) 대차

를 낮추면서 그림 4와 같은 대차의 랙앤피니언 구동을 위해 계단형 객실로 설계하고, 중간 차량은 고상 객실로 설계하여 배터리나 승객 소화물 보관 공간으로 활용토록 하였다. 차체는 경량화를 위해 알루미늄 압출재를 적용할 수 있으나, 도로와 겸용시 빈번한 충돌 손상이 발생할 수 있어, 차체 유지보수의 편의를 위해 강재(steel)로 설계할 수 있다. 실내에서 외부 경관의 조망을 극대화하기 위하여, 실내 좌석은 차체 측 창문을 향하도록 설계되었으며, 차체 측 창문을 상부 지붕(roof)까지 확대하여 파노라마 차체로 활용토록 하였다.

## 4. 산악철도의 운영

### 4.1 자동차 겸용에 따른 대책

국내 여건상 산악철도를 건설한 구간에서 자동차의 통행을 억제한다고 해도 지역 거주민들의 필요에 의해 완전 금지는 곤란하다. 따라서, 트램과 자동차의 겸용 운행이 불가피하게 되어 이에 따른 안전 대책이 필요하다. 급경사와 급곡선 구간에서 트램과 자동차의 혼용은 대형 사고로 이어질 수 있으므로, 트램 우선 신호를 기본으로 한다. 자동차의 대기 공간을 중간에 확보하여 자동차가 대기하고 있다가, 트램이 지나가면 다음 운행까지 비는 시간에 자동차가 운행할 수 있도록 신호시스템을 구축한다.

### 4.2 산악철도 운영

산악철도 운영 수익으로 건설비용까지 부담하는 것은 현실적으로 무리가 많이 따른다. 따라서, 지자체를 중심으로 민간투자자가 공동으로 산악철도 운영을 위한 특수목적 법인을 설립하고, 운영 수입으로 인건비와 유지관리비만 분담하게 하여 투자비에 대한 장기적인 이익을 보장하게 하는 것이 필요하다. 민간투자자가 분담한 건설비는 투자로 고려하여 일정 부분 소유권을 인정하는 방안도 고려해 볼 필요가 있다. 지리산 산악철도의 경우 연간 운영비는 km당 6~7억원 수준이다. 20km의 산악철도 구간은 120~140억원 수준의 운영 수입이 확보되어야 재무적 타당성이 있는 것으로 추정된다. 1회 탑승요금을 1만원으로 하고 1인이 왕복 탑승한다고 가정하면, 연간 70만명 이상이 이용하면 재무적 타당성이 있게 된다. 현재 지리산의 연간

방문객이 300만명임을 고려하면 70만명의 산악철도 이용은 충분히 가능한 기대치라 할 수 있다.

지자체의 입장에서는 운영 수입뿐만 아니라, 동계에 폐쇄되는 도로가 열리게 되어 관광객 증가에 따른 지역 경제 활성화 효과도 얻을 수 있으므로, 산악철도 운영의 효과는 다양하다고 할 수 있다.

## 5. 결론

지금까지 산악철도의 도입 및 운영을 위한 현안과 대책을 제시하였다. 산악철도 도입의 타당성 검증시에 경제성 분석을 위한 관광 편익 항목의 추가가 필요하다. 건설비 재원 조달을 위해 국비 지원을 가능하게 할 수 있는 제도적 보완 문제를 지적하였고, 지자체와 민간투자자의 공동 출자에 의한 건설과 장기적 운영 수익 확보 방안을 제시하였다. 산악관광지 환경 보호를 위해 기존 도로에 매립형 궤도를 설치하고 무가선 저상트램이 자동차와 겸용하여 운행하는 방안을 제시하였다. 기후 및 지형 조건 극복을 위해 급경사 상승이 가능한 랙앤피니언 추진시스템을 제안하였고, 급곡선 운영을 위한 대책과 기존도로에서 자동차 겸용

을 위한 안전 신호체계 구축 방안을 제안하였다. 또한, 산악철도 운영을 위한 운영비를 추정하고 요구되는 운영수입을 추정하였다. 본 연구에서 제안한 현안과 대책을 통해 산악철도 건설과 운영을 위한 시행착오를 줄이고, 산악철도가 조속히 가시화될 수 있으리라 기대된다.

## 6. 후 기

본 연구는 국토교통부 국가R&D사업 “급구배 추진시스템 핵심기술 개발” 과제의 일부로 수행된 것입니다. ☺

### ♣ 참고문헌

1. 서승일 외(2014), “지리산 산악철도 사전 예비타당성 조사”, 한국철도기술연구원.
2. 김강수 외(2008), “도로철도 부문 사업의 예비타당성조사 표준 지침 수정 보완 연구(제5판)”, 한국개발연구원.
3. 서승일 외(2013), “급경사 운행 산악철도용 대차 기술 개발”, 철도저널, 제16권, 제3호, pp.60-63.
4. 서승일 외(2012), “산악철도 기술 현황 및 개념설계안”, 철도저널, 제15권, 제6호, pp.53-58.