

StarRoad: 요약

StarRoad는 지상에서 우주로 이어지는 초중량급 전자기 수송 회랑 구상이다. 발상은 간단하다. 로켓에 발사용 추진제를 싣는 대신, 길이 약 2,050 km의 지하 진공 자기부상 터널 안에서 재사용 셔틀을 약 **11 km/s**까지 가속한다. **중량급 AstroLiner**는 이어서 관성으로 50~60초 만에 대기권을 통과하고, 저지구궤도를 중간 기착지로 삼지 않은 채 고에너지 궤도에 진입한다. StarRoad에서 질량은 문제가 아니라 장점이다.

이 사업은 드문 기록 경신용 발사가 아니라 궤도 발전소, 데이터 센터, 궤도 간 예인선, 조선소, 달 기반시설, 소행성 채굴 시설, 대형 산업 단지를 지속적으로 운송하는 화물 흐름을 목표로 한다.

주요 제원

- 가속기 길이: 약 2,050 km.
- 가속 터널 단면: 약 17.5 × 12.5 m(타원형).
- 진공 터널 최대 심도: 5~8 km.
- 출구 게이트웨이: **해발** 약 3,400 m.
- 출구 속도: 약 11 km/s.
- AstroLiner 크기와 형상: 길이 약 150 m, 타원형 단면 약 10 × 15 m, 극초음속 뺨기 형상.
- AstroLiner 발사 질량: 약 15,000 t.
- 기준 탑재량: 최대 약 10,000 t.
- 초기 운용: 연간 **12~24회 발사**.
- 성숙 운용: 연간 **1,000회 이상**, 이후 1,500회 이상.
- 시범 단계 발사비: kg당 80~120달러.
- 성숙 단계 목표 발사비: kg당 **1~10달러**. 네트워크가 확대되면 더 낮아질 수 있다.
- 추정 자본지출: 약 3,000억 달러.

로켓과의 근본적 차이는 StarRoad가 ‘대형 로켓’이 아니라 기반시설이라는 점이다. 철도나 전력망처럼 건설비는 높지만, 반복 운용하고 처리량을 계속 늘리도록 설계된다.

StarRoad가 해결하는 문제

우주 경제를 제한하는 것은 kg당 비용만이 아니라 처리량이다. **로켓은 더 저렴해질** 수 있지만, 탑재량이 제한되고 준비가 복잡하며 추진제, 발사장, 물류에 의존하는 개별 발사 방식이라는 점은 바뀌지 않는다.

StarRoad는 여러 문제를 동시에 해결한다.

1. **대규모 화물 흐름** — 운항당 수십·수백 톤이 아니라 수천 톤.
2. **기체에 발사용 추진제를 싣지 않음** — 가속 에너지는 지상에 둔다.
3. **고궤도 직접 접근** — 저지구궤도에서 연료 보급, 도킹, 예인이 필요 없다.
4. **기반시설형 투자 회수** — 발사 시장에만 의존할 필요가 없다.
5. **기술적 현실성** — 기존 기술 해법에 기초한다.

에너지에 기반한 자립성

StarRoad에는 지열 자을 열에너지 시스템이 포함된다. 이 시스템은 심부 터널을 냉각하고 열 상태를 안정시키는 동시에 전기를 생산한다. 약 2.5 GW급 터미널 40기에서 총 약 100 GW를 공급할 수 있다. 이 전력을 기반시설 요금으로 판매하면 연간 수백억 달러 규모의 별도 수익원이 생긴다.

두 번째 에너지 순환은 우주 태양광 발전소로 구성된다. 한 번의 발사로 약 2 GW급 발전소를 운반할 수 있으며, 높은 가동률에서는 연간 약 17.5 TWh를 생산한다. 이는 발사 자체의 시장과 추가 전력 수익원을 만든다.

대안과의 비교

개념	핵심 문제	StarRoad가 바꾸는 것
화학 로켓 / Starship	추진제 소모, 다단식 구조, 재급유, 제한된 처리량, 저지구궤도 너머의 고비용 물류	고정 설비가 가속을 담당하고, 매 운항마다 수천 톤을 고궤도로 수송
StarTram Gen2	대기 중 진공관, 공중에 매단 경로, 플라스마 창, 극단적인 외부 구조	주 경로는 지하에 있고 주변 암반이 진공을 보호하며, 고지대 지상 게이트웨이로 출구를 냄
Launch Loop	능동 동역학 루프, 지속적인 안정화, 구조 전체에 영향을 주는 고장 위험	수동적으로 보호되는 지하 기반시설, 연속 능동 지지 대신 펄스 운용
우주 엘리베이터	테더 재료의 한계, 막대한 길이, 우주 잔해와 유성체에 대한 취약성, 느린 화물 처리량	초재료가 필요 없으며 터널, 자기부상, 에너지 시스템, 중공업 기술을 사용
스카이훅 / 궤도 테더	포착 지점까지 도달하려면 여전히 로켓이 필요하고, 운항 빈도가 낮으며 궤도 역학이 복잡함	StarRoad는 중량 화물을 고에너지 궤도로 대량 수송하는 흐름을 직접 형성
SpinLaunch	극심한 가속 하중, 작은 탑재량, 필수적인 로켓 상단	StarRoad는 초중량 탑재물과 완성된 대형 구조물을 위해 설계됨
궤도 링	잠재적 처리량은 높지만 이미 성숙한 우주 산업이 필요	StarRoad는 그 산업을 만들어 내는 과도기 기반시설이 될 수 있음

핵심 장점

StarRoad의 핵심 장점은 확장 가능한 처리량이다. 궤도 링을 제외한 거의 모든 대안은 특히 질량 처리량에서 StarRoad에 뒤진다. 로켓이 저렴해져도 개별 ‘발사’에서 연간 수백만 톤의 연속 화물 흐름으로 전환하기는 어렵다. StarRoad는 처음부터 산업 회랑으로 설계된다. 초기에는 비싸지만 이후 자립하며, 성숙 단계에는 우주 경제의 기반이 된다.