

우주를 향한 탈출 추진기술

Robert. Allenwood
<우주과학저널리스트>

스카이 레일

지구를 일주하는 대규모 전자철도

우주를 향한 값싼 탈출방법을 만드는 아이디어는 전에 소개한 궤도 타워 만이 아니다. 그 외에도 스카이 레일, 런치루프(Launch Loop), 우주엘리베이터, 보로스시스템, 혹은 스타 브릿지등이 있는데 궤도 타워와 같은 원리를 이용하고 있다. 몇가지를 간단하게 더 소개해 본다.

스카이 레일의 개념을 그림으로 나타내 보았다. 이것은 한마디로 말하자면 지구를 일주하는 대규모 전자철도라고 할 수 있다. 이 철도는 알루미늄으로 되어있으며, 고도 200km의 적도 궤도를 따라 지구를 회전하는 것이다. 이 링이 전자기력에 의해 지지 추진되는 선형 모터가 달리는 길이 되어 페이로드를 궤도속도 또는 탈출속도까지 가속해 주는 것

이다. 지구 양쪽에서 만들어지는 두 개의 우주정거장은 지상에서는 항상 같은 장소에 정지하고 있는 것같이 보이며 우주항의 역할을 하게된다. 알루미늄 링은 정거장을 초속 7.5km의 속도로 통과하고 그 운동량으로 스테이션은 구조케이블과 송전선에 의해 지상기지와 연결되는 일종의 궤도 타워가 된다. 그러나 앞에서 기술한 타워와 비교하면 전장이 제법 짧으므로 특수한 재료를 사용하지 않고도 건설할 수 있을 것으로 본다. 페이로드는 이 타워를 이용하여 링까지 들어 올리게 된다. 그리고 이들 스테이션에는 자기 모터가 설치되어 스테이션을 통과하는 링을 재가속 시

켜준다. 자기 모터는 지상발전소에서 송전하여 운전한다. 비교적 소극적인 스카이 레일 구상에서는 연간 100만톤의 페이로드를 취급할 수 있다고 보고 있다. 이 경우 총중량 80만톤의 링을

회전시키는데 2기가와트의 전력이 필요하게 될 것이라고 한다. 두 개의 우주 정거장의 중량은 각각 2000톤이다.

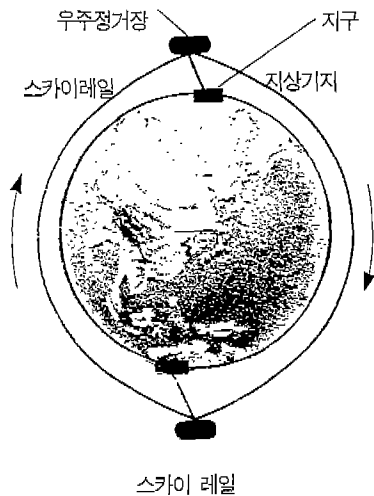
중량급의 스카이레일 구상은 연간 1억명의 여객과 대량의 화물을 처리할 수 있는 것으로 시설규모가 터무니 없이 크게 된다. 두 곳의 정거장은 각각 길이가 1km이며 중량은 10만톤이나 된다. 그리고 궤도 링 자체의 중량은 무려 4000만톤에 달할 것으로 추산되고 있다. 대량 계산해 본다면 이 궤도 링의 중량은 독일의 모든 국내 철도시설의 건설에 사용된 강철, 콘크리트, 목재등 자재의 총중량에 필적한다고 한다.

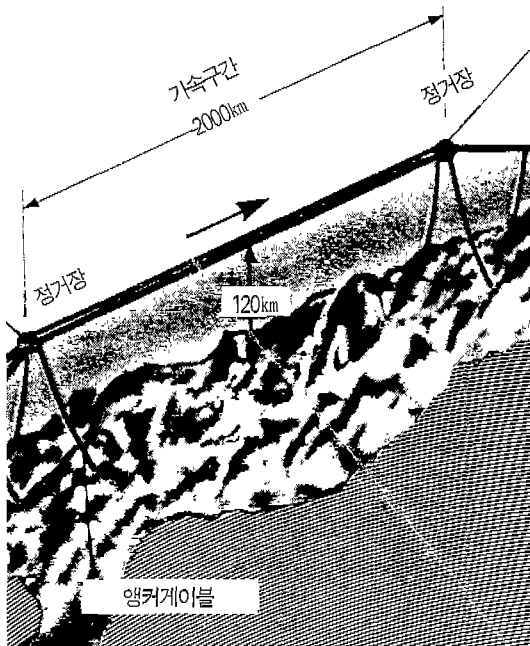
런치 루프

대기권 밖으로 나가는 초경량철도

스카이 레일과 같은 추진원리이나 시설중량을 월등히 줄일 수 있는 것이 런치 루프이다. 이것의 본체는 거대한 얇은 철판된 띠로 되어있으며 이것이 폐쇄 루프를 형성하고 있다. 그 기본구성은 다음 세가지 부분으로 되어 있다.

고도 120km의 대기권 밖에 전





런치루프

장 2000km의 활모양을 그리며 뻗는 직선부와 이것을 사이에 둔 두 개의 부분으로 후자는 10~20도의 각도로 지구를 향해서 강하하여 지상과 접하고 있다. 루프의 전장은 대략 6000km가 되며 매초 12km의 속도로 이 구간을 순환하고 있다. 페이로드는 직선부에서 가속되어 우주로 송출된다. 루프가 지상과 접하는 두지점에는 거대한 자석이 설치되어 루프를 180도로 굽히는 역할을 한다. 또 이들 지상기에는 루프를 구동하는 강력한 선형유도모터가 있고 시스템에서 페이로드를 이행하는 에너지의 손실을 보충한다. 지상에서 일어나는 부분과 가속부분이 접하는 2개소에 정거장이 설치된다. 이들 정거장은 루프에 대한 에너지의 공급은

하지 않으며 강력한 자력으로 루프를 반발하고 있다. 페이로드를 싣는 차량은 정거장에서 지상에 끌어내려진 케이블을 따라 상승하여 루프를 타고 직선부에서 목적하는 속도까지 전자가속 되는 것이다.

루프는 궤도속도를 상회하는 초고속으로 움직이고 있기 때문에 이것이 솟아오르

지 않도록 강자성에 의해 공중에 띄운 궤도를 추로 연결하게 될 것이다.

루프의 기본구조는 대단히 얇다. 철피의 폭은 5cm, 두께는 불과 2.6mm로 1m당 중량은 1kg정도 밖에 안된다. 추로하는 궤도의 중량은 1m당 1.3~5kg이며 전부를 합한 중량은 2만톤 정도가 될 것이다.

여기에 소개한 런치루프안은 5톤의 페이로드를 고도 3만km 이상의 정지궤도나 달면의 목적지에 쏘아올리는 능력을 가지고 있다. 가령 가속용 전력으로 200메가와트(20만킬로와트)를 투입하게 되면 시간당 5톤의 비율로 페이로드를 쏘아올리는 계산이 된다.

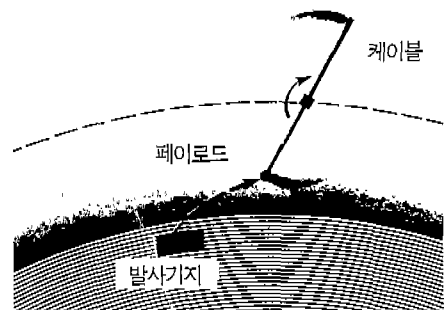
47기가와트(400만킬로와트)의 발전소를 1기 설치하면 루프의 발사 능력은 시간당 5톤의 페이로드x20개로 증강할 수가 있을 것이다.

보로 시스템

거대한 회전 케이블로 중계수송

이 장치에 대하여 로렌스 리버모어 국립연구소의 로데리크 하이데가는 다음과 같이 기술하고 있다. '로보는 거대한 회전케이블이다. 그 하단은 궤도속도보다 천천히 움직이며 상단은 그것을 상회하는 속도로 움직인다. 지구로부터 쏘아 올려지는 페이로드는 하단의 속도에 맞추어 운동하여 이것에 걸려들어 반회전후에 우주공간에서 릴리스(release) 된다. 계산상으로는 상단 속도의 두 배 속도를 획득하는 탄성충돌이다.'

대표적인 설계안에 의하면 케이블의 길이는 8,500km이며 그 질량 중심은 고도 4,250km의 주궤도를 따라 183분간에 지구를 일주한다. 케이블 자체도 122분마다 1



보로시스템

회전함으로 지구를 일주할 때마다 3회, 시간적으로는 66분마다 케이블의 한쪽 끝이 대기권의 상층에 터치다운하여 쏘아올려진 페이로드를 캐치한다.

이 보로 케이블은 기존의 재료인 케블라로 만들 수 있고 축소율을 12로하면 중량은 7,500톤이 된다. 보로는 한번에 100톤의 화물을 수송할 수가 있고 연간수송능력은 90만톤이나 된다. 터치다운시, 케이블의 선단은 1.4G로 지구에 접근하여 떨어져 간다. 오늘날의 스페이스셔틀의 우주비행사들이 견뎌내야 하는것보다 훨씬 쾌적한 승차기분이 될 것이다.

보로는 궤도 에너지를 상실하나 회전 에너지는 거의 상실하지 않는다. 이 에너지는 원리적으로는 페이로드를 투사하거나 내리거나 함으로써 회복이 된다.

보로 시스템은 태양계의 다른 천체에서는 더욱 높은 효율을 나타낸다. 예를 들면, 달에서는 같은 길이의 보로의 중량이 지구의 반인 3,700톤이 되고 20분마다 100톤의 화물을 운반하여 방출할수가 있다. 또 호성간을 지나는 공전궤도에 복수의 보로를 설치하면 이것을 중계점으로 하여 태양계내의 두 점간을 이동하는 시간이 단축될 수 있을 것이다.

로데릭 하이데는 이와 같은 로보 시스템이 비교적 가까운 장래에 실

용화될 것으로 보고 있다. 케블라제 보로와 레이저 추진을 이용한다면 기술적 리스크도 상당히 작고 싼값의 발사비용으로 운용이 가능할 것이다. 하이데는 '우주왕복선의 뒤를 이을 우주수송시스템은 우주에의 일상적인 통로를 뚫고 가는 것이 아니면 안된다' 라고 말했다.

솔라 세일
태양광압으로 운항하는 우주범선

우리가 현재 쓰고 있는 화학 로켓의 다음에 개발될 로켓은 어떤 것이 있을까? 원자력 로켓, 핵융합 로켓은 이미 알려져 있고 지금 화제가 되고 있는 것은 태양의 광압(光壓), 레이저, 반물질, 항성간 물질 같은 것을 이용하게 될 것이다.

그 중 먼저 태양광압에 관한 것부터 알아보자.

'90년 파리에서 열린 국제우주항공연맹회의에서 미국, 프랑스, 일본등 3개국은 국제우주범선경기를 열자고 제안했다.

여기서 말하는 우주범선은 태양광을 돛에 받아 그 힘으로 우주를 순항하는 태양광 범선으로 목적지는 지구로부터 38만km 떨어진 달이다.

솔라 세일, 즉 태양광 범선은 호성간 우주에 썰사이 없이 흐르는

바람인 태양이 발사하는 태양광선의 압력을 이용하여 추진하는 원리이다. 이때의 태양광압은 극히 미약하여 우리몸이 감지하지 못 할 정도이지만 태양계 주변의 우주공간에는 언제나 공짜로 그리고 무진장으로 있는 에너지인 것이다. 광압은 태양으로부터의 거리의 제곱에 반비례하여 줄어들게 되지만 광선이 미치는 한에서는 제로로 되는 일이란 없다.

지구의 공전궤도인 태양까지의 거리, 약 1억5천만km에서의 광압은 태양을 향하여 수직으로 세운 1평방km의 면에 대하여 대략 9N 정도이다. 이것은 넓이 1평방 km, 무게 1kg의 돛이 9m/sec, 즉 1G에 가까운 가속을 얻을 수 있다는 계산이다. 따라서 충분히 가벼운 돛을 만들면 추력은 적지만 연비는 공짜로 추진할 수 있게 되며 느리기 때문에 시간은 걸리지만 태양계 내부는 물론 우주를 향해서도 태양광 범선을 띄울 수가 있게 되는 것



우주 아이디어맨 로버트 포워드