

제트기보다 빠른 자기부상 진공튜브열차



김정흠 교수
고려대학교

제트비행기와 특급열차는 어느 쪽이 더 빠른가?

제트비행기와 특급열차는 어느 쪽이 더 빠를까?

그야 물론 제트비행기이다. 예컨대 지금 세계 각도시 사이를 날아다니는 대부분의 제트여객기의 순항속도(배나 비행기가 운항 중 가장 연료를 절약할 수 있는 속도, 경제속도라고도 함)는 대략 시속 900km이다.

이에 비해 현재 세계에서 가장

빠르다는 프랑스의 특급열차인 떼제베(TGV)의 순항속도는 300km이다. 그러니 제트기 쪽이 열차보다 빠를 수 밖에!

그 TGV가 현재 건설중에 있는 서울-부산간 초고속을 달리게 되면, 서울과 부산사이(도중에 대전과 대구에 정차를 한다고 해도) 약 2시간이면 주파된다.

그런 경우 서울의 시내중심지에서 부산의 시내중심지까지는 어느 쪽이 더 빠를까? 이러면 문

제가 조금 달라진다. 왜냐하면 비행기란 것은 시내중심지에서 한참이나 멀리 떨어진 공항에서 밖에 이 착륙할 수가 없기 때문이다. 그래서 서울 김포공항에서 부산 김해공항까지 1시간(실제 비행시간은 약 35분)을 걸려서 날아간다 해도 시내 중심까지 택시로 오가는 시간은 최소한 40분 $\times 2 = 80$ 분 이나 걸려 비행기 편으로는 합계 2시간 20분이나 걸린다. 그러나 새로 생길 특급열차(TGV)는 2시간 밖에 안 걸린다. 그러나 이런 식으로 따지면 속도가 느린 열차쪽이 오히려 속도가 빠른 제트여객기보다 빠를지도 모른다.

제트기보다 진짜 더 빠른 열차

그러나 이런 당치도 않은 억지 이론이 아니라 정말로 열차쪽이 제트여객기보다 더 빠른 시대가 올지도 모른다.

과학자들이 꿈꾸고 있는 자기 부상진공튜브열차인 Planetran

이 바로 그것이다. Planetran이란 Planet(행성, 즉 지구를 뜻함)란 말과 Transportation(교통기관 이란 뜻)란 말을 합쳐서 만든 것이다. 지구라는 행성위를 빠른 속도로 달리는 교통기관이란 뜻에서 지은 명칭이다. 그 순항속도는 시속 약 1만km, 그리고 이론상으로는 최고 시속 2만 8440km까지도 달릴 수가 있다.

어떤 원리에 의해 이 열차는 제트여객기보다 10배나 20배 또는 30배나 더 빨리 달릴 수가 있을까? 그리고 왜 최고시속이라는 것이 있을까? 이왕 빨라질 수 있다면 왜 시속 3만km는 불가능할까?

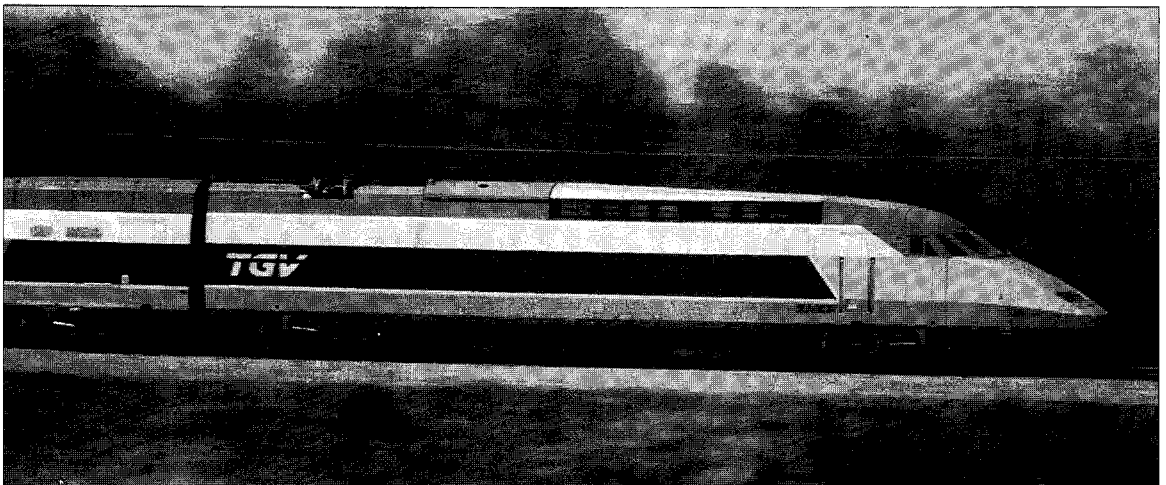
열차의 속도를 가로막는 점착의 벽

아시다시피 보통의 열차 또는 자동차는 두개의 방해요소에 의해 속도의 제한을 받는다. 그 하나는 차바퀴와 레일(철로) 사이의 마찰이고, 또하나는 공기의 저

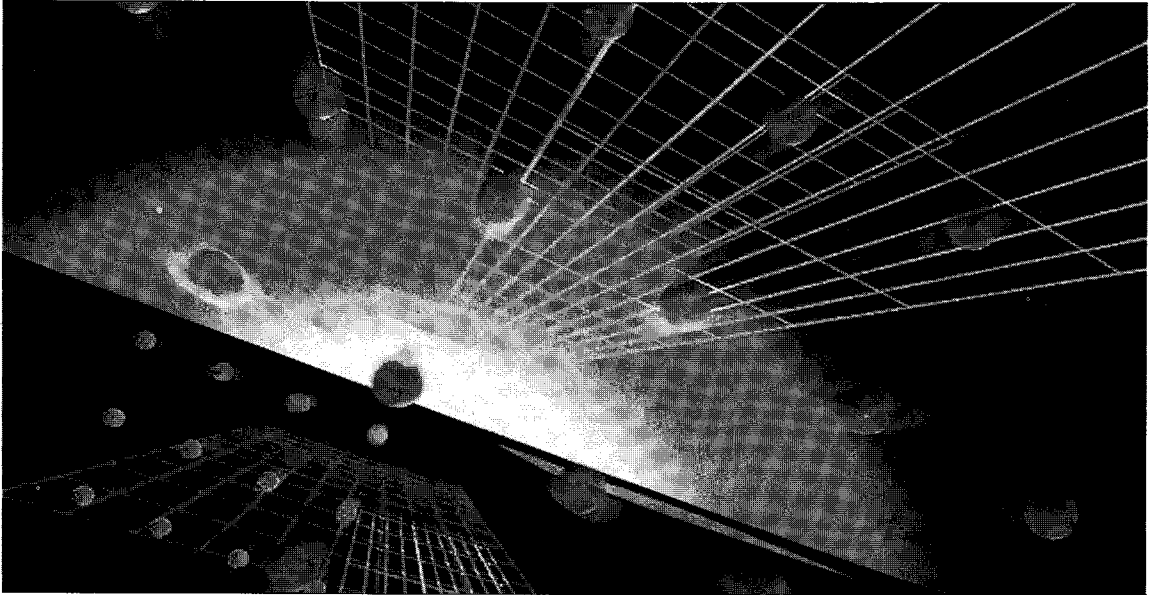
항이다.

따라서 이 두가지 요소만 없앤다면, 또는 최소화 한다면 열차나 자동차의 속도는 얼마든지 빨라질 수 있다.

현재의 철도차륜(바퀴)은 강철로 되어있는 레일위를 강철로 되어있는 차륜이 돌면서 달리게 되어 있다. 이때 레일과 차바퀴사이의 마찰계수는 클수록 좋다. 그 결과 한대의 기관차가 많은 객차(약 10량 전후)를 끌 수가 있다. 즉, 기관차가 객차를 끌 수 있는 것은 바로 이레일과 차바퀴사이의 마찰력(점착력이라고도 한다)이 있기 때문이며, 이 마찰력이 적으면 차바퀴는 공전(空轉)만 한다. 예컨대 레일과 차바퀴 사이에 기름을 치면 열차는 한치도 전진하지 못하고 그자리에서 헛돌기만 하게 된다. 그러나 이 마찰력이야 말로 사실은 기관차가 객차를 끌 수 있는 원동력이기도 하다. 쉽게 말해서 열차는 마찰력 때문에 달린다고 해도 과언은 아



▲ 세계 최고 속도를 자랑하는 프랑스의 TGV



니다.

따라서 열차 또는 자동차의 속도를 올리려고 엔진의 출력을 높이는 것은 좋지만 어느 한계 이상이 되면 차바퀴를 돌리려는 엔진의 구동력보다 마찰력(점착력)이 작아져서 열차는 헛돌게 되어 더 이상 속도를 올릴수가 없게 된다. 그 결과 레일과 차바퀴사이의 마찰력 또는 점착구동력을 이용한 구동방식으로는 속도를 올리려고 해도 곧 한계에 도달한다. 이 한계속도는 평지에서는 시속 약 350km 전후 라고 한다.

프랑스가 개발한 TGV 열차는 바로 이 한계 속도까지 도달한 열차인 것이다.

제 2의 벽은 공기 저항

자동차나 열차가 달릴 때 차창 밖으로 팔을 내밀어 보면, 팔은 엄청난 공기의 저항을 받아 뒤로

밀리게 된다. (완행열차를 제외하고 최근의 급행열차에서는 위험방지를 위해 창문을 열 수 없게 되어 있다.)

그 공기의 저항은 속도가 느릴 때는 속도에 비례하여 커지지만, 속도가 커질때는 속도의 제곱에 비례하여 급속히 커진다. 이때문에 열차는 제 2의 속도의 벽, 즉 공기저항에 따른 속도의 제한을 받는다. 그래서 자동차나 고속열차에서는 차체가 모두 유선형으로 되어있다.

물론 속도가 더 빠른 제트기에서는 바람의 저항을 막으려고 기체가 제비모양의 날씬한 유선형을 하고 있다. 그리고 그것도 부족하여 될수록 공기 저항을 줄이려고 고공을 날게 되어 있다. 예컨대 지상 1만 피트의 상공으로 올라가면 공기 밀도는 지상의 약 1/4로 줄어들어 공기 저항도 그

만큼 줄어든다. 제트기가 높이 뜨는 이유는 바로 이 공기저항의 벽을 최소화 하기 위해서 이다.

속도상승을 가로막는 제 3의 벽

사실은 이 이외도 열차의 속도상승을 가로막는 제 3의 벽도 있다.

다름아닌 집전(集電)의 벽이다. 열차가 고속화 되려면 기관차는 될수록 가벼운 동시에 속도조절이나 브레이크 등의 제어장치가 쓰기 쉬운 전동식 엔진을 써야 한다.

즉 전기 모터식이어야 한다. 그런데 열차가 전철화가 되면 필연적으로 전기를 외부에서 끌어들이는 집전장치가 필요하다. 이런 전기공급은 선로위에 매단 카테나리(懸垂)式 가선(架線)에 팬터그래프(pantograph)를 접촉시켜서 얻게 되는데 속도가 시속

350km를 넘으면 가선(架線)이나 팬터그래프의 진동으로 실용상의 한계에 부딪히게 된다. 그러나 재래식의 접촉식 구동방식을 쓰는 열차(전철)에서는 최고속도 시속 350km를 넘기가 힘들게 된다. 따라서 이 이상의 속도를 얻으려면 위의 3가지 벽을 없애주는 방식을 택할 수 밖에 없다. 그래서 착상 된 것이 이 세가지 벽을 단숨에 넘어 버릴수 있는 새 개념의 열차인 자기부상진공튜브 방식의 열차인 Planetran이었던 것이다.

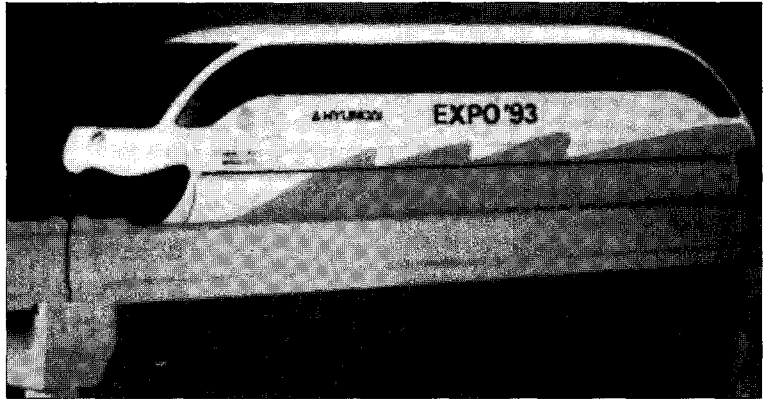
제1과 제3의 벽은 자기부상 선형 모터방식이 깬다

간선 제1의 벽은 자기부상에 의해 깰 수가 있다. 강한 전자석의 힘에 의해 열차를 레일 위 1cm 또는 10cm높이로 떠오르게 하는 것이다. 그 결과 차바퀴와 레일사이의 마찰력은 꺼져 없어진다. 동시에 점착력의 한계문제도 자연소멸이 된다.

강력한 자기력에 의해 열차를 레일위에 부상시키는데는 강력한 영구자석과 전자석이 필요하다. 이 자석은 보통의 자석을 써서도 되고(약 1cm 높이로 부상) 또는 초전도현상이라는 특수현상을 써서 열차를 10cm~15cm 높이로 떠오르게 하는 초전도 전자석을 쓸 수도 있다.

현재 이 두가지 방식은 모두가 이미 실현화가 되어 있다. 예컨대 지난 1993년의 대전 EXPO에서 실제로 손님을 태우고 시속

▼ 93 대전 엑스포의 자기부상열차



40km로 달린 자기부상열차가 바로 그것이다. 이때 문제가 되는 것은 구동력이다.

차바퀴가 공중에 떠 있음으로 차바퀴를 돌렸다고 해서 차가 전진할 수는 없다. (공중에서 헛돌 뿐). 그래서 선형모터란 것을 쓴다. 보통의 전기모터가 원통형으로 되어 있기 때문에 원통의 실내 둘레를 회전하도록 회전력을 발생시키는 바로 그 원리에 의해 이 원통형 모터를 원통면에서 원주쪽으로 칼로 잘라서 수평으로 편다면, 이 모터는 회전이 아니라 수평방향으로 끄는 힘을 발생시킬 것이다.

이것을 선형모터(linear motor)라 한다. 대전 EXPO에서 현대 자동차가 출품한 자기부상열차가 움직인 것은 바로 이 선형모터 때문이다.

다음으로 이 자기부상 선형모터카는 전기를 공급해주는 가선이나 팬터그래프가 필요 없어진다. 전자석을 만들어주는 전기는 레일위에 장치하면 되기 때문이다. 따라서 제3의 벽인 집전의

벽도 간단히 해결이 된다.

공기저항의 벽을 진공튜브로

이제 마지막 남은 것은 공기저항의 벽뿐인데, 이것은 열차로 하여금 진공으로 된 튜브(굴)속을 진행시키게 하면 된다.

진공유지에는 시설과 비용이 좀 들겠지만, 이렇게 만든 진공 튜브내를 달리는 자기부상 선형모터카는 3가지의 속도의 벽을 모두 없앨만큼 이론상 속도제한을 받지 않게 되어 시속 1만km도 2만km에도 쉽게 낼수가 있다. 다만 시속이 2만8440km를 넘으면 우주 제1속도라해서 이 기차는(만약 튜브터널이 없다면)인공위성이 되버리게 된다.

따라서 지상을 달리려면 이 우주 제1속도인 시속 2만 8440km 이하여야만 한다는 것이다. 열차가 속도를 낼 수 있는 실력이 부족해서가 아니라, 튜브 천정으로 떠올라 천정에 부딪친다는 뜻하지 않는 이유 때문이다. 이런 전철을 탄다면 세계 일주에 1시간 반이면 충분하다.