

# 하이퍼 루프 (Hyperloop)와 자율주행으로 인한 미래 교통 혁명



육 동 형 국토연구원 국토인프라 연구본부  
책임연구원  
(dhyook@krihs.re.kr)

자동차 운전의 안전과 편의성 증진으로 시작된 자동차 기술의 발전은 운전자의 개입을 필요치 않는 자율주행 차량의 형태로 빠르게 진행되고 있다. 이미 각종 센싱 및 통신 기술 그리고 이로부터 정보를 받아들이고 해석하는 알고리즘의 발전으로 자율주행을 위한 하드웨어적, 소프트웨어적 여건은 상당히 준비된 것으로 알려지고 있다. 현재 자율주행의 2단계 기술인 반 자율주행 기능을 갖춘 차량이 이미 시판 중에 있으며, 100% 자율주행 차량이 시장에 도입될 날이 머지않을 것으로 판단된다. 자율주행 자동차 도입에 대한 다양한 예측에 관한 연구에 의하면 2020년~2035년을 자율주행이 도입되는 시기로 설정 하고 있는 상황이다.

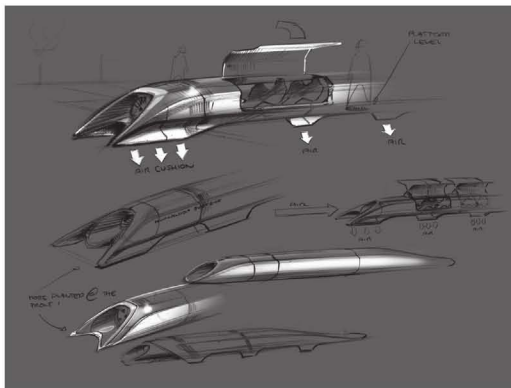
한동안 미래의 교통 혁명이 자율주행 차량에만 집중되는 사이, 고속철도를 기반한 속도개선 외에는 이렇다 할 혁신적 미래상을 제시하지 못하던 철도분야에서는 엘론 머스크 (Elon Musk)에 의해 제안된 하이퍼 루프를 통해 자율주행 차량에 버금가는 철도분야의 교통혁명에 대한 미래상이 최근에서야 제시되었다. 기술개발이 어느 정도 이루어진 자율주행 차량과는 달리, 하이퍼 루프는 이에 대한 개념과 실험정도만이 성공적일 뿐, 아직 하이퍼 루프를 위한 인프라나 시제품도 개발되지 않은 상태이다. 단지, 현재 Hyperloop One社は 3.6km 구간의 실제 시험구간 공사를 진행 중에 있으며 2017년 상반기에 시험을 예정하고 있다. 그러나 철도와 같이 정해진 pipe line을 통하는 하이퍼 루프의 경우, 주행 환경에 대한 컨트롤이 비교적 단순하여 도로 주행에서 벌어질 수 있는 매우 다양한 상황을 대처해야 하는 자율주행 차량보다는 기술발전이 매우 빠를 수 있는 잠재력이 충분하다.

하이퍼 루프는 우리나라와 같이 국토 면적이 넓

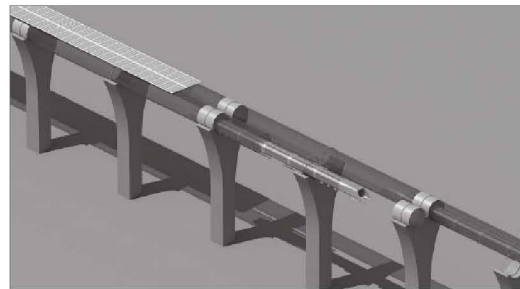
지 않은 국가에 알맞은 교통수단으로 알려져 있다. 하이퍼 루프는 하이퍼소닉(Hypersonic, 극 초음속)의 속도이동 의미의 '하이퍼(Hyper)'와 진공 터널 안에서 열차가 순환(Loop)한다는 의미의 '루프'가 합성된 용어로서, 진공에 가까운 직경 3m 안팎의 진공튜브 안의 레일에 도체판이나 코일을 깔아 자기장을 발생시키고 3-4명 혹은 20-30명의 승객을 태운 캡슐형 차량을 추진체를 이용해 1-2cm 높이에서 시속 1,200km/h 속도로 주행하는 시스템이다.

이러한 하이퍼 루프의 마음속에 가까운 속도는 상당한 중력가속도를 발생시켜 일반인들을 그러한 환경에 장시간 노출시킬 수 없는 제약으로 인해 장거리 보다는 1,500km 이내의 구간을 적정 노선 길이로 산정하고 있어, 우리나라와 같은 국토면적이 작은 국가에 철도 교통 시스템을 대체할 수 있는 적절한 교통 시스템이다.

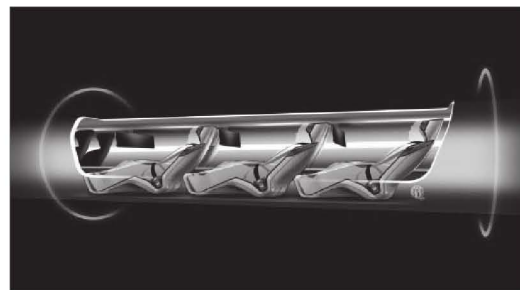
1,200km/h의 속도로 주행하는 하이퍼 루프는 통행시간 절감이 최대 장점으로 부각될 것으로 보인다. KTX의 개통으로 5시간정도 소요되는 서울~부산간 통행시간을 약 2시간 40분으로 단축한 것보다 훨씬 영향력 있는 통행시간의 절감이 예상된다. 5시간에서 2시간 40분으로 줄이는 것보다 2시간 40분에서 약 20분으로 단축하는 것은 상당한 차이가 있다. 서울~부산간 통행에 있어 현재 수도권내 출근에 소요되는 시간보다 짧은 시간으로 통행할 수 있다는 것은 통행자에게 있어 심리적인 거리가 상당히 줄어들음을 의미한다. 이와 동시에 자율주행을 통해서는 통행시간의 절감과 철도 시스템의 전유물인 정시성의 장점도 기대할 수 있을 것으로 예상된다. 자율주행은 자동주행을 통한 기존 도로의 효율적 사용이 가능한 만큼 현재 운전자들이 겪는 혼잡을 상당히 개선시키고 이에 따른 통행시간의 정시성 또한 기대된다. 자율



하이퍼 루프개념에 대한 스케치



튜브속 하이퍼 루프



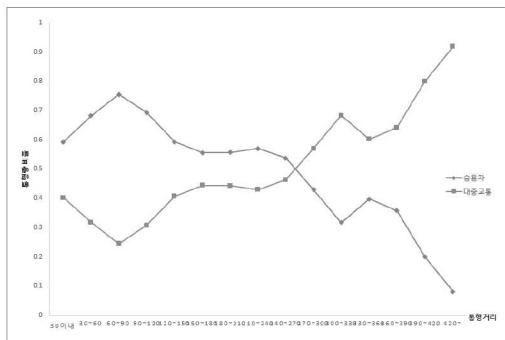
하이퍼 루프 승객 캡슐

[그림 1] 하이퍼 루프의 개념도

출처 : 4Hyperloop Alpha, google 검색

주행에 의한 용량 증대 효과 연구에 의하면, 자율주행으로 인한 기존 도로의 용량 증가를 약 1.2배~5배 정도로 예상하고 있다. 도로 유형별로 많은 편차가 있으나, 현재의 도로 용량을 효율적으로 이용함으로써 도로의 혼잡이 상당부분 줄어들게 되면 혼잡으로 인한 통행시간의 불확실성이 사라져 현재 철도와 버금가는 통행시간의 신뢰성도 가지게 되는 것이다.

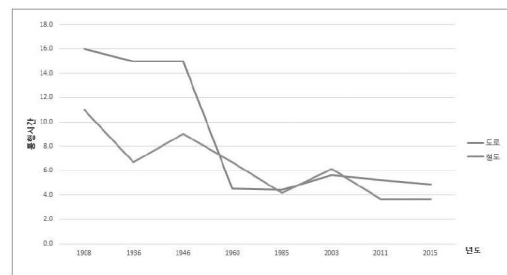
그렇다면 철도와 도로의 미래상인 하이퍼 루프와 자율주행 시스템의 경쟁이 어떠한 양상으로 전개될 것인가? 먼저 통행거리에 따른 경쟁우위의 교통수단이 하이퍼 루프의 도입으로 매우 짧은 거리에서 교차 할 것으로 예상된다. 현재 승용차와 대중교통수단의 cross over 지점이 280km 정도로 약 서울에서 대구까지의 거리인데, 이 거리가 매우 짧아질 것으로 예상된다. 미래에는 상당수의 지역간 통행이 하이퍼 루프에 더욱 의존하게 될 것이다. 지금보다 더 짧은 거리에도 하이퍼 루프를 통한 이동이 훨씬 비교 우위를 가지기 때문이며, 현재 고속철도보다 낮은 설치비용 또한 이러한 현상을 가속화 시킬 것이다.



[그림 2] 통행거리대별 승용차, 대중교통 통행량 비율  
출처 : 한국교통연구원 국가교통 DB센터 외, 2010 전국가구통행실태조사 전수화

이는 곧, 자율주행 차량의 최고 제한 속도를 높

이려는 경쟁으로 이어질 것이다. 지금까지 철도와 도로간의 통행시간 절감 경쟁은 우리나라에 철도가 도입되고 경부고속도로가 건설된 이후로 계속되어 왔다. 현재는 KTX로 인해 철도를 이용한 통행이 서울~부산간 통행에 있어 비교 우위에 있지만, 하이퍼 루프의 도입은 자율주행 시스템의 속도 증가에 상당한 자극제 역할을 할 것이다.



[그림 3] 도로와 철도의 시대별 서울 ~ 부산간 통행시간 변화  
출처 : 연합뉴스 2017, 주요 도시간 고속도로 통행시간 변화  
<http://m.yna.co.kr/kr/contents/?cid=GYH20170119000900044> 2017년 6월 30일 접속  
조남건, 정진규, 김종학, 2005, 고속철도와 국토공간구조의 변화 (I), 국토연구원  
주) 철도의 경우 접근시간 포함

타이어 마찰과 공기저항을 감내해야 하는 도로 위 차량의 최고속도가 어느 정도까지 가능할 지는 쉽게 예상되지 않으나 현재 아우토반을 기준으로 한다면 고속도로의 경우, 약 200km/h 정도는 예상 가능하다. 현재 양산되는 대부분의 자동차가 200km/h를 달성하는 데는 큰 무리가 없으나, 속도가 높아질수록 에너지 소비가 급격히 증가하므로 실질적인 권장속도인 제한속도를 200km/h로 올리는 것도 쉽지 않은 결정일 것이다. 혼잡이 없는 200km/h의 속도는 하이퍼 루프의 통행시간에는 상당히 미치지 못하지만 자율주행 차량의 최고속도가 하이퍼 루프를 통한 지역간 통행의 거리상 우위를 결정하는데 결정적 요소로 작용할 것이다.

이러한 두 수단간의 경쟁은 곧 전체적인 통행시

간의 감소를 의미한다. 지금보다 통행으로 인해 허비되는 시간이 상당히 줄어들 것이라는 것은 자연스럽게 예상할 수 있다. 통행시간의 절감뿐 아니라 통행시간이 업무를 하지 못하여 잃어버린 기회비용으로 해석되기 보다는 다음 활동에 대한 생산성 향상에 기여하는 방향으로 해석될 것이다. 또한 국토공간의 이용패턴은 지금까지와는 매우 다른 양상으로 전개될 가능성이 높다. 많은 사람들이 통행시간의 절감으로 인해 도시의 공간적 팽창을 예상하지만, 자율주행의 자동 주차 기능으로 인해 도심 주차면적이 다른 용도로 전용이 가능하여 콤팩트 도시를 예측하는 의견도 상당히 설득력이 있다. 철도와 도로의 교통혁명으로 인해 전체적인 시스템의 통행시간이 절감되는 양상은 어느 정도 예상 가능 하지만, 그로인한 국토 공간이용, 통행패턴, 교통수요의 증감은 너무 많은 요소가 결부되어 있고 이에 따른 상반된 의견이 존재하여 쉽게 예측하기 어려운 실정이다.

지금까지, 도로와 철도를 대표하는 미래 교통수단 혁신을 바탕으로 현재의 알려진 기술수준으로 예측 할 수 있는 교통 혁명을 그려 보았다. 이러한 예측을 발판삼아 현재에도 진행형인 교통 기술 개발이 우리나라에 적합한 시스템으로 도입될 수 있도록 미래 교통시스템의 기본 구상을 위한 교통 관련 연구자들의 준비된 자세가 필요할 것으로 판단되는 바, 철도학회설립의 20주년을 기념하는 특별호를 빌려 개인적 시각에서의 미래 교통혁명에 대한 의견을 제시하였다. 마지막으로, 예측이 늘 그러하듯, 앞서 기술된 미래 상황은 많은 가정을 바탕으로 하고 있다. 특히, 하이퍼 루프를 대용량 교통수단으로 가정한 것이 가장 큰 관건이다. 현재 거론되는 수송력은 1회당 최대 약 20~30명 수준인데, 일회 통과 수송력이 제한되면 운행 빈도를 늘려야 하지만 이에 대한 기술진전은 아직 요원하다.

