

하이퍼루프 및 UAM 구축에 관한 가치 중심적 비교

Value-Driven Comparison on the establishment of Hyperloop and UAM

백재욱*†, 이 호**, 송무성*

Jae-Wook Baek*†, Ho Lee**, Mu-Seong Song*

초 록 ‘4차 교통혁명’으로 등장한 신교통수단은 차량과 기체 등의 특성으로 기인하여 운행 최고 속도와 탑승정원 등에 차이를 보인다. 본 연구는 우리나라에서 하이퍼루프와 UAM의 운용·적용 및 비교를 위해 중·장거리 운행을 대상으로 구축 비용과 시간 절감효과에 따른 편익비용을 가치공학 분석법을 활용하여 제시하고자 한다.

주요어 : 하이퍼루프(hyperloop), 도심항공교통(UAM), 가치공학(VE), 버티포트(vertiport), 구축비용

1. 서론

전 세계적으로 교통에 있어서 지능화, 무인화, 클린화, 디지털화, 초고속화, 3차원화 등으로 교통인프라에 융합·확장되는 혁신적인 변화인 ‘4차 교통혁명’을 준비하고 있으며 경쟁이 가속화되고 있다. 이 중에서 신교통수단으로 등장한 자율·무인자동차, 드론(drone) 및 도심항공교통(UAM, Urban Air Mobility), 하이퍼루프(hyperloop)와 같은 초고속열차 등은 우리 모두에게 사회적 큰 변화를 가져올 것이라 기대와 확신을 낳고 있으며 신교통수단은 통행구조, 교통체계 및 물류체계에 엄청난 변화를 가져올 것이다[1].

본 연구는 하이퍼루프 및 UAM의 우리나라에서의 구축을 위해 체계적인 대안 발굴 및 선정 방법론으로 인식되는 가치공학(VE, Value Engineering) 분석방법을 적용하여 검토하고자 한다[2]. VE의 기능적인(Function) 측면을 차량·기체의 성능 향상으로 운행시간의 단축에 따른 편익의 발생으로 기대할 수 있고, VE의 비용적인(Cost) 측면을 구축에 따른 건설 비용 및 유지·운영 관리비용으로 고려하여 타 교통수단과 비교할 수 있다[2].

2. 본론



Fig. 1 하이퍼루프 운행 노선계획(안).

본 연구의 하이퍼루프 노선계획은 Fig. 1과 같이 설정되었다. 최소곡선반경 등 노선성립상 제약이 크므로 총 8개역에 대해 현재 위치를 기준으로 가정하여 직선화하였고 비교를 위해 UAM 버티포트가 위치하는 것으로 가정하였다. 본 연구에서 검토한 하이퍼루프의 운행 성능 및 구축 비용은 테슬라(Tesla)에서 제시한 Hyperloop Alpha 보고서[3]에 기초하였고, 반면에 UAM의 기체 및 버티포트에 대한

† 교신저자: 동명기술공단 (jackist@dmecc.co.kr)

* 동명기술공단 철도사업본부

** 한국교통연구원 철도교통연구본부

Table 1 경부 및 호남 라인 하이퍼루프 구축비용

| 구분 | 공종 및 규격 | 구분 | 단위 | 여객 전용 건설 | | | 여객 및 화물 겸용 건설 | | | |
|---------------|---------------|---------|--------|----------|----------|-----------|---------------|-----------|------------|-----------|
| | | | | 단가 | 수량 | 비용(억원) | 단가 | 수량 | 비용(억원) | |
| 서울 ~ 부산 | A. 공사비 | 노반 | 튜브+교각 | km | 86.21 | 226.85 | 19,556.99 | 116.82 | 226.85 | 26,501.47 |
| | | | 튜브+터널 | km | 380.12 | 128.85 | 48,978.22 | 454.96 | 128.85 | 58,621.48 |
| | | 시스템 | 정거장 | ea | 1,853.89 | 5 | 9,269.46 | 1,853.89 | 5 | 9,269.46 |
| | | | 추진장치 | km | 3.64 | 355.70 | 1,295.27 | 5.20 | 355.70 | 1,850.38 |
| | | | 진공펌프 | km | 0.26 | 355.70 | 92.52 | 0.26 | 355.70 | 92.52 |
| | B. 부대비 | A×8.1% | 식 | | | 6,414.59 | | | 7,803.16 | |
| | C. 보상비 | A×16.6% | 인허가·용지 | 식 | | 13,145.95 | | | 15,991.66 | |
| | D. 차량구입비 | | | ea | 17.65 | 70 | 1,235.37 | 19.94 | 70 | 1,395.52 |
| | E. 총사업비 | A+B+C+D | | | | 99,988.37 | | | 121,525.64 | |
| | 대전 ~ 목포 | A. 공사비 | 노반 | 튜브+교각 | km | 86.21 | 153.35 | 13,220.47 | 116.82 | 153.35 |
| 튜브+터널 | | | | km | 380.12 | 51.75 | 19,671.11 | 454.96 | 51.75 | 23,544.13 |
| 시스템 | | | 정거장 | ea | 1,853.89 | 3 | 5,561.67 | 1,853.89 | 3 | 5,561.67 |
| | | | 추진장치 | km | 3.64 | 205.10 | 746.86 | 5.20 | 205.10 | 1,066.95 |
| | | | 진공펌프 | km | 0.26 | 205.10 | 53.35 | 0.26 | 205.10 | 53.35 |
| B. 부대비 | | A×8.1% | 식 | | | 3,179.53 | | | 3,899.42 | |
| C. 보상비 | | A×16.6% | 인허가·용지 | 식 | | 6,516.08 | | | 7,991.41 | |
| D. 차량구입비 | | | | ea | 17.65 | 86 | 1,517.75 | 19.94 | 86 | 1,714.49 |
| E. 총사업비 | | A+B+C+D | | | | 50,466.83 | | | 61,746.35 | |

Table 2 UAM(기체 및 버티포트) 구축비용

| 구분 | 공종 및 규격 | 구분 | 단위 | 단가(억원) | 수량 | 비용(억원) | |
|----------|----------|--------|-------------------|--------|--------|------------|-----------|
| | | | | | | | A. 공사비 |
| | | 외관 | Skin | 식 | 218.47 | 8 | 1,747.77 |
| | | 마감 | Finishes | 식 | 105.57 | 8 | 844.53 |
| | | 운반 | Conveyance | 식 | 22.28 | 8 | 178.25 |
| | | 설비 | MEP & Low Voltage | 식 | 605.97 | 8 | 4,847.73 |
| | | 부지 | Site | 식 | 40.65 | 8 | 325.19 |
| | | 항행안전 | 버티포트×18% | 식 | 538 | 8 | 4,305.21 |
| B. 부대비 | A×20.97% | | | | | 5,918.37 | |
| C. 보상비 | A×16.6% | 인허가·용지 | | | | 4,685.03 | |
| D. 기체구입비 | | | | ea | 14.96 | 4,166 | 62,333.03 |
| E. 총사업비 | A+B+C+D | | | | | 101,159.48 | |

구축 비용은 우버 엘리베이트(Uber Elevate)에서 제시한 Connect Evolved 등[4,5]에 기초하였다. 하이퍼루프 차량은 승차정원이 28명인 관계로 중간역 경유를 통한 시·종점 운영이 아닌 버스와 동일한 역간 운행방식으로 적용하여 Table 1과 같이 구축비용을 분석하였고(최고속도 1,220km/h, 경로 간 운행간격 4분, 1일 운행시간 19시간, 총 22개 운행경로), UAM도 하이퍼루프와 동일한 수송량(35만명/일)을 구현할 수 있도록 고려하여 Table 2와 같이 '22년 기준으로 검토하였다(버티포트별 FATO 11개+Parking Pad 28개, 승차정원 4명, 최고속도 300km/h, 경로 간 이착륙간격 38초). 경로별 운행시간 차이에 따른 시간 절감효과를 편익으로 산정하여 구축비용과 대비하면 Table 3과 같으며 하이퍼루프는 UAM 대비 72% 정도 투자 대비 효과가 큰 것으로 검토되었다.

3. 결론

본 연구는 하이퍼루프와 UAM에 대해 편익 측면의 시간 절감효과와 투자비 측면의 구축비용을 비교하여 가치공학적(V=F/C)으로 검

토하였다. 가치공학적 분석법은 장래 추진 시 합리적인 의사결정방법으로 고려할 수 있다.

Table 3 가치공학적 분석결과

| 구분 | 하이퍼루프 | | UAM |
|----|---------|---------|-----------|
| | 연간 | 8,543억원 | |
| F | 40년 | DR 0.0% | 341,701억원 |
| | | DR 4.5% | 157,196억원 |
| | | 지수화 | 2,554 |
| C | 노반·버티포트 | 차량·기체 | 147,702억원 |
| | | 계 | 2,753억원 |
| | | 지수화 | 150,455억원 |
| V | 지수화 | 1.487 | 1.000 |
| | | 1.717 | 1.000 |

※ DR : Discount Rate 할인율

참고문헌

- [1] 이재훈 (2016) 기술 발전과 교통의 미래, 한국교통연구원 국제세미나 논문집.
- [2] 김광수 (2012) 원가절감 및 신제품 개발을 위한 가치공학적실무, 민영사.
- [3] Elon Musk (2013) Hyperloop Alpha(Hyperloop Preliminary Design Study Technical Section).
- [4] Uber Elevate (2016) Fast-Forwarding to a Future of On-Demand Urban Air Transportation.
- [5] Uber Elevate (2019) CONNECT EVOLVED.