

한반도 주변국의 우주발사체 발사대 현황 소개 - 러시아 및 중국 사례

강선일*†

Technical Trends of Launch Complex of Neighboring Countries of Korean Peninsula - Russia and China

Sunil Kang*

ABSTRACT

The three neighbors of Korean peninsula, Japan, China, Russia are leading countries of the world as national power and economic power. They are also leading the field of science, particularly top class in the space development. In comparison, our country, Korea, has been going on develop new launch vehicle and building new launch complex in accordance with national space program. In this paper, examining the technical trends of launch complex of Russia and China which based on Russian rocket technologies and it will make a reference for KSLV-II and future space program through this information.

초 록

한반도를 둘러싼 세 나라인 일본, 중국, 러시아는 경제력이나 국력 등에서 세계를 주도하는 나라들이다. 이들은 과학기술분야, 특히 우주분야에서 선두를 다투는 국가들이다. 그에 비해 우리는 새로운 발사체 개발이 중반에 들어섰고, 새로운 발사장 구축도 한창인 수준이다. 본 논문에서는 러시아 기술을 근간으로 하고 있는 러시아와 중국의 발사장의 현황을 알아보고, 이를 통하여 한국형발사체 발사대 구축 및 향후 기대되는 미래 발사체 구축에 참고로 삼고자 한다.

Key Words: Launch Complex(발사장), Launch Vehicle(발사체), Russia(러시아), China(중국)

1. 서 론

최근 미국에서부터 시작된 우주개발분야의 새로운 트렌드는 우리 대한민국을 포함하여 우주

개발을 준비하고 있는 모든 나라들에 많은 영향을 주고 있다. 전통적인 개념의 우주개발에 비해 혁신적인 아이디어와 시도들이 곳곳에서 성공을 거두고 있다. 어찌 보면 이러한 트렌드는 비교적 신참인 우리에게는 기회일 수도 있다. 이에 비교적 오랫동안 우주개발분야에 기술적인 선도자 자리에 있었던 러시아와 러시아 기술을 도입하

* 한국항공우주연구원 발사대팀

† 교신저자, E-mail: aerodol@kari.re.kr

였으나 최근 독자적인 우주탐사를 시도하고 있는 신흥 강국 중국의 사례를 살펴보면 우리의 나아갈 바에 대한 힌트를 얻을 수 있지 않을까 한다. 특히나 발사체분야와는 달리 발사대 분야는 중국, 러시아와 우리 발사대는 근원이 매우 유사하기에 살펴볼 가치가 있다고 생각된다.

본 논문에서는 중국 및 러시아의 많은 발사장 중 비교적 최신 발사장 사례를 발췌하여 현재 구축 중인 한국형발사체 발사대시스템과 비교하였다. 비교 대상 발사대는 아래와 같다.

- Vostochny Cosmodrome (러시아)
- Wenchang Satellite Launch Center (중국)
- 한국형발사체 발사대시스템(한국)

2. Vostochny Cosmodrome

2.1 연혁

Vostochny 발사장은 기존 Baikonur 발사장이 러시아 영내가 아닌 카자흐스탄에 위치함에 따른 여러 문제점들을 해소하고자 러시아 영토 내에 건설되는 발사장이다. 2007년 새로운 발사장 건설계획에 따라 폐쇄된 Svobodny 발사장 인근에 새로운 발사장 건설계획이 발표되었고, 2010년에는 푸틴에 의해 러시아 영내의 유인 우주선 발사를 위한 발사장 건설 계획이 공식 발표되었다. Vostochny는 지정학적으로 러시아 내 낙후지역인 동부지역에 위치하여 국토 균형발전이라는 추가적인 의도도 반영되었다고 한다.

2011년에는 약 20조 루블 규모의 투자계획이 수립되어 본격적인 발사장 건설이 시작되었고, 2015년 하반기에 Soyuz-2를 위한 발사시설이 완공되었다[1].

개발계획에 따르면 기 건설 완료된 Soyuz 발사대와 별도로 러시아의 최신 발사체인 Angara series를 위한 발사대의 추가 구축이 있을 것이다. 현재 무인형인 Angara 기본형 발사대의 구축 계획이 발표되었고, 유인 발사가 가능한 Angara heavy형을 위한 발사대도 계획에 포함되어 있다[2].

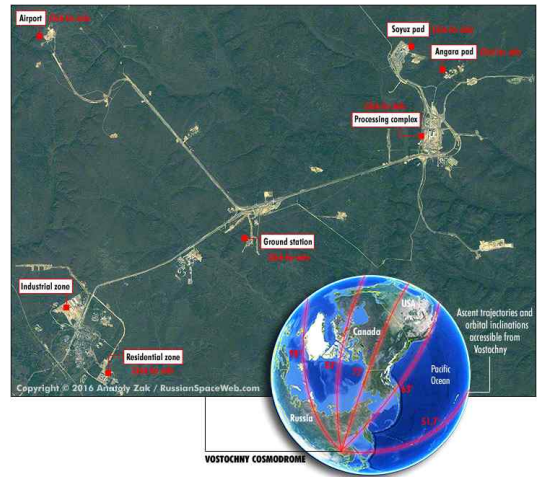


Fig. 1 Vostochny Cosmodrome[9]

2.2 주요 특징

Vostochny 발사장은 러시아의 최신 발사장이지만 운용 발사체가 1950년부터 운용 중인 Soyuz인 관계로 기존 기술들이 대거 적용되었다. Vostochny 발사장의 주요 특징은 다음과 같다.

- 위치 및 면적 : 북위 51°, 동경 128°(모스크바로부터 8000km), 총 면적 700 km²
- 시설 규모
 - Soyuz 발사체를 위한 발사시설 (발사대 및 발사운용시설, 조립 및 점검시설, 연료, 산화제 및 질소 생산 공장 등)
 - 발사통계 및 운용, 추적시설

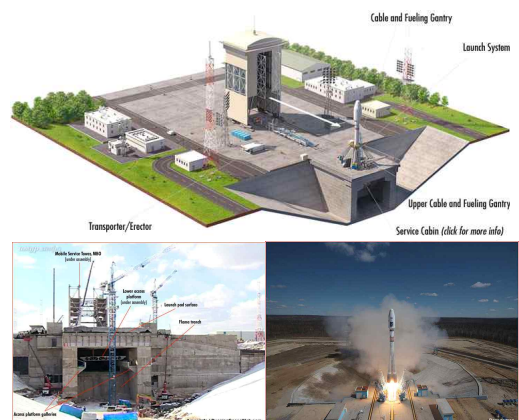


Fig. 2 Soyuz Launch Complex in Vostochny[1]

- 전력, 운송, 공항, 거주시설 등 기반시설
- Angara 발사체를 위한 발사시설 (예정)
- 목적
 - 지구정지궤도 실용위성 투입
 - 유인 우주선 발사
 - 심우주탐사
- 운용 가능 발사체
 - Soyuz series (Soyuz 2)
 - Angara series (예정)



Fig. 4 Wenchang Satellite Launch Center[5]

3. Wenchang Satellite Launch Center

3.1 연혁

최근 중국의 우주굴기는 놀라울 정도이다. 정지궤도 발사는 물론이고 미국과 러시아의 전유물이던 유인 우주탐사를 성공하는가 하면 상업적 목적의 우주 화물 운송에도 성공하고 있다. 초기 중국의 우주개발은 러시아의 기술협력에 기반한 미사일 개발계획으로부터 시작하였다. 이후 중국항천국 주도하에 독자적인 기술개발을 시도하여 많은 발전을 이루었다. 발사장의 경우 Jiuquan, Xichang, Taiyua, Wenchang의 총 4개 우주발사체 발사시설을 보유하고 있다[3]. 그중 Wenchang은 2009년 건설을 시작하여 2016년 6

월 장정 7호 발사를 시작으로 본격 운용에 들어간 최신 발사대이다. Wenchang은 약 50억위안(7.3억달러)의 비용이 소요될 것으로 추정하고 있으며, 지금까지 중국 우주 프로그램을 통하여 축적된 모든 기술을 이용하여 중국의 독자 기술로 구축된 가장 현대화 된 발사장이라 평가되고 있는데, 우주정거장 건설, 달탐사, 화성탐사 등 중국의 최신 우주계획을 수행할 목적으로 건설되고 있다. 중국의 다른 세 발사장이 모두 내륙에 위치한 반면 Wenchang은 중국 최 남단 섬인 Hainan에 위치함으로써 지정학적으로 가장 고성능의 발사운용이 가능한 특징을 가지고 있다[6].



Fig. 3 Map of Chinese Satellite Launch Center[4]

3.2 주요 특징

Wenchang Satellite Launch Center는 장정 (Chang Zheng, CZ) 5호, 7호 및 9호 발사가 가능하도록 구축 중으로 주요 특징은 다음과 같다.

- 위치 및 면적 : 북위 19°, 동경 110°(중국 최 남단 하이난 섬), 총 면적 20 km²
- 시설 규모
 - 장정 발사체를 위한 발사시설 (발사대 및 발사운용시설, 조립 및 점검시설, 연료, 산화제 및 질소 생산 공장 등)
 - 3개 발사대 (기 구축 된 장정 7호, 장정 5호 발사대와 구축 예정인 장정 9호 발사대)
 - 발사통제 및 운용, 추적시설
- 목적
 - 지구정지궤도 실용위성 투입

- 대형 위성 지구 저궤도(극궤도) 투입
- 심우주탐사
- 운용 가능 발사체
 - 장정 7호, 장정 5호
 - 장정 9호 (예정)

4. Naro Space Center

4.1 연혁

Naro Space Center는 KSLV-1 나로호 및 후속 발사체의 발사운용을 위해 구축된 시설이다. 전남 고흥군의 외나로도(북위 34°, 동경 127°)에 위치하며, 국가우주개발계획에 따라 2000년 개발 사업에 착수하였고, 2003년 기공식을 가졌다. KSLV-1 나로호는 러시아의 Angara 발사체의 변형모델을 1단으로 하고, 국내 개발한 고체로켓 형태의 2단으로 구성된 발사체이다. 나로우주센터의 발사시설(Launch Complex)은 2006년 하반기 구축을 위한 토목공사를 개시하였고, 2009년 중반기에 설비 구축을 완료하였다. 2009년 말 첫 발사를 시작으로 2010년, 2013년 총 3회의 발사 시도를 하였고, 2013년 초 세 번의 시도 끝에 위성을 궤도에 안착함으로써 발사시설로 기능을 인정받았다. 현재는 나로호의 후속 발사체인 한국형발사체 개발계획에 따라 시험발사체(Test Launch Vehicle, TLV) 발사운용을 위한 제1발사대와 한국형발사체 발사운용을 위한 제2발사대의 구축을 진행하고 있다[7].

4.2 주요 특징

Naro Space Center는 러시아와의 기술협력을 통해 초기 설계를 도입하고 이를 한국화 한 형태의 발사시설이다. 신축되는 제2발사대(한국형발사체 발사운용)는 국내 독자기술로 구축되나 발사운용 절차 등에서 러시아 기술의 흔적이 여전히 남아있다. Naro Space Center의 발사시설의 구성 및 주요 특징은 다음과 같다[7][8].

- 위치 및 면적 : 북위 34°, 동경 127°(전남 고흥군 봉래면 예내리 일원, 대한민국), 총 면적 4,950 km² (시설면적 287 km²)

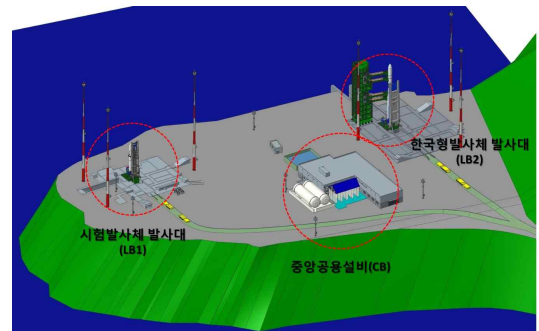


Fig. 5 Launch Facility of NARO Space Center[8]

- 시설 규모
 - 한국형발사체(KSLV-II)를 위한 1개의 발사시설(Launch Complex)
 - Angara 계열 KSLV-1 발사를 위한 발사대(LB1)와 한국형발사체(KSLV-II) 발사를 위한 발사대(LB2, 구축 준비 중)
 - 조립 및 점검시설, 연료, 산화제 및 질소 저장 및 공급시설, 추적 및 통제시설 등
- 운용 가능 발사체
 - KSLV-1 (Angara 계열)
 - KSLV-II (시험발사체, 3단형 발사체)

5. 각국 발사장의 비교

5.1 지정학적 특징

Vostochny 발사장을 제외한 나로우주센터, Wenchang 발사장은 모두 해안에 인접하여 위치하고 있다. 이는 대부분 발사장에서 유사하게 나타나는 특징인데, 발사체는 특성 상 단(stage)으로 조립되어 이송되기 때문에 발사체가 커질수록 육상 운송보다는 해상 운송이 유리하기 때문이다. 러시아는 시베리아를 제외하고 바다에 인접하지 못하기 때문에 해안 인접 발사장을 보유하지 못하고 있지만, 대신 발사장에 공항을 같이 건설하고 발달한 철도운송망을 같이 활용하는 방식으로 발사체의 이송 문제를 해결하였다.

또한 Wenchang 발사장은 적도에 가능한 한 인접하여 위치한 특징이 있다. 이는 지구정지궤도 발사 시 보다 많은 payload 탑재가 가능하기

때문이다. 나로우주센터의 경우는 아직까지 지구 정지궤도보다는 저궤도 발사를 목적으로 하므로 국토 최남단에 위치하지 않았고, 러시아의 경우 원천적으로 적도 인근에서 발사하는 것이 불가능하기 때문에 이러한 요건이 고려되지 않았다. 러시아는 대신 Sea Launch나 Kourou 발사장 건설 등으로 적도 인근 발사가 가능하게 하였다 [7].

5.2 규모 및 목적

Vostochny 발사장은 그 규모에 있어 세 발사장 중 가장 크다. 물론 Baikonur 등 러시아 기존 발사장에 비해서는 규모가 작은 편이나, 러시아의 발사장 구축 전통에 맞게 공항, 철도, 도로 등과 전력설비, 추진제 및 가스 생산설비 등을 갖추고 지원인력을 위한 배후도시까지 갖추고 있어 그 규모가 크다. 따라서 개발 계획에서 국토 균형개발 논리까지 적용된 것으로 보인다[7]. 반면 나로우주센터는 Wenchang 발사장에 비해 면적은 커 보이거나 산을 깎아 건설되었기에 발사대 등 발사시설은 매우 집약되어 있다[8]. Wenchang 발사장은 본 논문을 위해 수집된 자료로서는 크기가 약 20 km²으로 세 발사장 중 가장 작아 보이지만 이는 정확한 수치가 아닌 것으로 보인다.

Vostochny와 Wenchang은 모두 지구정지궤도에 실용급 위성을 발사하는 것을 기본 목적으로 한다. 또한 두 발사장 모두 2단계 건설 계획으로 구축 중이며, 1단계에서는 무인, 지구정지궤도 투입을 위한 발사체 운용이 가능한 설비를 갖추고 2단계에서는 유인 발사체 및 심우주 탐사에 필요한 대형 또는 확장형 발사체의 발사운용을 목표로 하고 있다[1][6].

반면 나로우주센터는 현재까지는 지구 저궤도에 실용급 위성 투입을 목적으로 하고 있다. 따라서 상대적으로 작은 발사체의 발사운용이 목적이다[7][8]. 만일 지구정지궤도에 실용위성 투입을 목적으로 하는 발사체 개발 계획이 진행된다면 새로운 발사시설이 필요할 것으로 판단된다.

5.3 발사운용 방식

발사운용방식은 Vostochny와 나로우주센터가 유사하고 Wenchang은 조금 다른 형태를 갖는다. 즉, Vostochny와 나로우주센터는 전통적으로 러시아의 발사체 운용 방식인 ‘수평조립 → 이송(수평) → 발사대에서 기립 → 발사’의 방식으로 운용된다. 이러한 방식은 Space X나 Antares 등에서도 채용하고 있는 방식으로 비교적 저 비용의 발사운용이 가능하다고 알려져 있다.

그에 비해 Wenchang은 장정 발사체의 발사운용방식인 수직조립 및 수직 이송방식(장정 6호는 수평 조립 및 이송)을 채택하고 있는 것으로 보인다(Fig. 4 참조).

지금까지 우리나라 주변 우주 강대국의 최신 발사시설 중 세 곳을 살펴보았다.

각국은 각자 특성과 heritage를 기반으로 발사장을 구축하고 있음을 알 수 있었다. 또한 과거 냉전시대에서는 구축비용이나 운용비용 보다는 목적 달성에 포커스를 맞춘 반면 최근에는 비용 대비 효용성도 중요한 고려사항임을 알 수 있었다.

현재 구축이 진행되고 있는 한국형발사체 발사시설의 경우 러시아의 최신 발사장 설계를 기반으로 하고 있으며 Vostochny나 Wenchang 발사장과 비교하여 규모나 목적은 다르지만 기술적으로 크게 뒤지지 않는 발사장임을 확인할 수 있었다.

참 고 문 헌

1. RussianSpaceWeb.com, “Vostochny C o s m o d r o m e , ” www.russianspaceweb.com/vostochny.html
2. TsENKI, Center for operation of ground-baseed infrastructure, www.russian.space
3. WIKIPEDIA, “China Space Program,” en.wikipedia.org/wiki/Chinese_space_program

4. The Economist, "Ready for Launch,"
www.economist.com/news/china
5. Xinhua Net, "China to Launch New Carrier Rocket June 25-29,"
news.xinhuanet.com/english/2016-06/22/c_135457072.html
6. China Space Report, "Wenchang Space Launch Center,"
chinaspacereport.com/facilities/wenchang
7. 강선일, 라승호, "러시아 발사장 기술동향,"
항공우주산업기술동향 제 14권 제 1호, 2016
pp.133-141
8. 강선일, 오화영, 김대래, "한국형발사체 발사
대시스템 추진제공급설비 및 화염유도로 설
계," 한국추진공학회지 제19권 제1호,
pp.76-86