

로켓 발사의 순간을 감동으로 담다 누리호 중계방송의 모든 것

박병화

KBS 중계기술국 영상감독



그림 1. 누리호 3차 발사 장면

누리호 또는 KSLV-II(Korea Space Launch Vehicle-II, 한국형발사체-II)는 대한민국 최초의 저궤도 실용 위성 발사용 로켓으로 설계, 제작, 시험 등 모든 과정이 국내 기술로 개발되었다. 누리호의 발사로 한국은 세계 11번째의 자력 우주로켓 발사국이 되었으며, 1톤 이상의 실용 위성을 궤도에 안착시킬 수 있는 7개국 반열에 올랐다.

국내 로켓 발사는 아직 생소하지만, 유튜브 등 각종 매체를 통해 해외의 우수한 로켓 발사 장면을 지켜봤기 때문에 시청자의 눈높이는 아주 높은 것이 현실이다. 기술적으로는 우리도 해외 발사체 중계 이상의 제작이 가능하다고 생각하지만, 아직은 기술 유출 등 여러 민감한 문제로 인해 카메라 설치 위치 등을 우리가 원하는 대로 하지 못하는 부분도 있어서 이에 대한 간극을 좁히는 게 가장 힘들었다. 이러한 여건 속에서도 효율적으로 운영하기 위해 KBS 중계기술국은 나로호부터 2023년 5월 25일의 누리호 3차 발사까지 POOL 제작을 맡으며 방송사, 시청자들에게 그동안 축적된 제작 경험과 노하우, 첨단 기술을 선보이며 발사 중계의 차원을 한 단계 높였다는 평가를 받았다.

필자는 누리호 2, 3차 발사 중계에 참여하여 2, 3차 발사의 차이점, 첨단 기술 및 앞서 말한 시청자들의 눈높이를 맞추기 위한 노력에 관련하여 기술할 예정이다.

광과의 전쟁 (2차 발사)

나로우주센터 과학관을 지나면 보안 시설로 외부인의 출입이 엄격하게 제한된다. 사전에 등록된 사람들만 출입이 허용되며 사전에 등록한 인원조차도 허용된 장소에만 출입이 가능할 만큼 보안 등급이 높은 곳이다. 또한 안전상의 문제로 발사대 근처에는 사람이 있으면 안 돼서 직선 거리로 2km 이상 떨어진 통제동까지 영상 및 제어 신호를 광 회선으로 전송해야 하는데, 발사대의 모든 시스템이 방송이 아닌 발사 자체에 맞춰져 있는 관계로 발사대에서 오는 광회선의 수량이나 접속 위치 등을 우리가 원하는 만큼 사용할 수 없었다. 어려운 여건 속에서 가장 효율적으로 운영하기 위해 광 전송, 원격제어 등의 설계와 한국항공우주연구원(이하 항우연)의 시스템을 활용해 리모트 프로덕션 시스템을 구축했다.

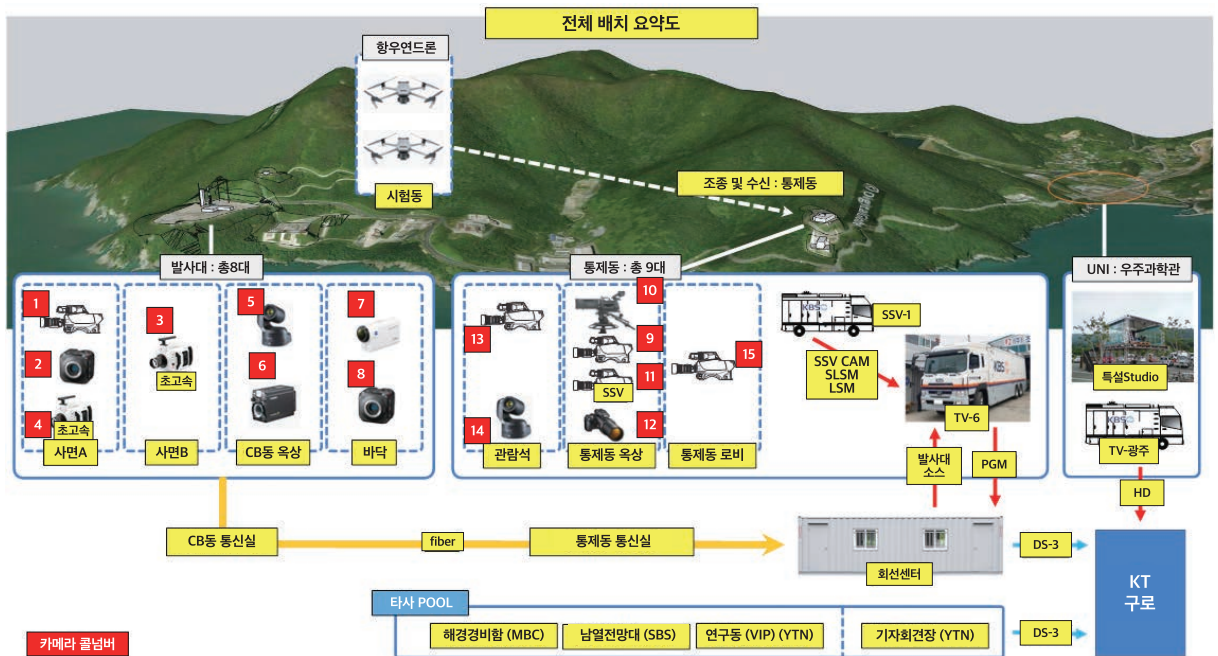


그림 2. 누리호 2차 발사 전체 배치 요약도

발사대 각 사이트에서 통제동 회선센터까지 신호를 주고받을 수 있는 이유는 항우연에서 나로호 발사 이후 누리호 발사대를 건설할 때 수백 가닥의 광을 포설했고, 방송을 위해 여분의 광을 제공하여 광 회선을 사용할 수 있었기 때문이다. 발사대 각 사이트에서 CB동 통신실로 신호가 모이고 통제동 통신실로 광이 모이는 구조이기에 원거리에서도 다양한 영상, 음향 및 제어 신호를 주고받을 수 있는 것이다. 하지만 항우연에서 미리 깔아 놓은 수백 가닥의 사진은 발사대의 사진 공개가 엄격하게 금지되어 일부만 보여주는 것에 양해를 구한다.



그림 3. 통제동 통신실 광회선센터 FDF(Fiber Distribution Frame, 광분배함) 및 발사대 사면 광 합체

① 사면 A : 100m

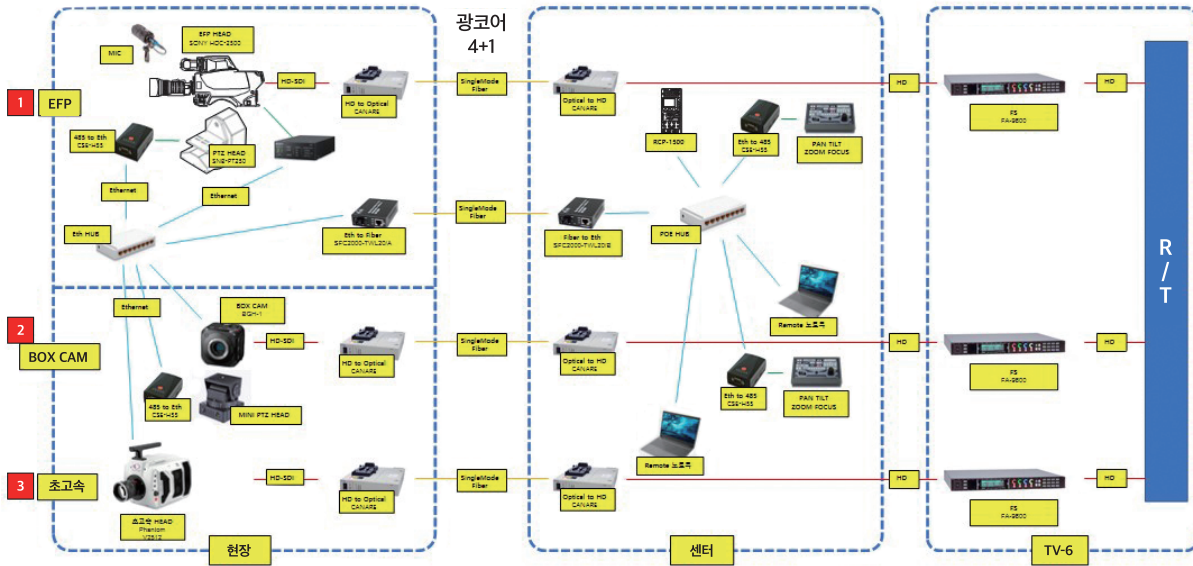


그림 4. 2차 발사 사면 A 배치도

발사대 사면 A 카메라 3대의 HD-SDI 영상 신호와 로켓 발사 수음을 위한 음향 신호를 위해서 카메라 옆에 MIC를 설치하였고, HD to Optical로 변환하여 single-mode로 전송해주었다. 카메라 3대의 제어 신호는 Ethernet to Optical로 하나로 묶어 통제동으로 보내주었으며, Optical to Ethernet으로 변환하여 미리 설정해 놓은 IP로 연결하여 각 카메라의 기능을 활용했다. 사면 A 1번 카메라의 경우 RCP, PTZF(Pan-Tilt-Zoom-Focus) remote, 2번 카메라는 노트북을 활용해 색, PTZF remote를, 마지막으로 3번 카메라의 경우 초고속 기능을 사용하였고, 영상의 품질을 높이기 위한 많은 고민을 끝에 고품질의 방송을 시청자에게 전달할 수 있었다.

② CB동 옥상 : 85m

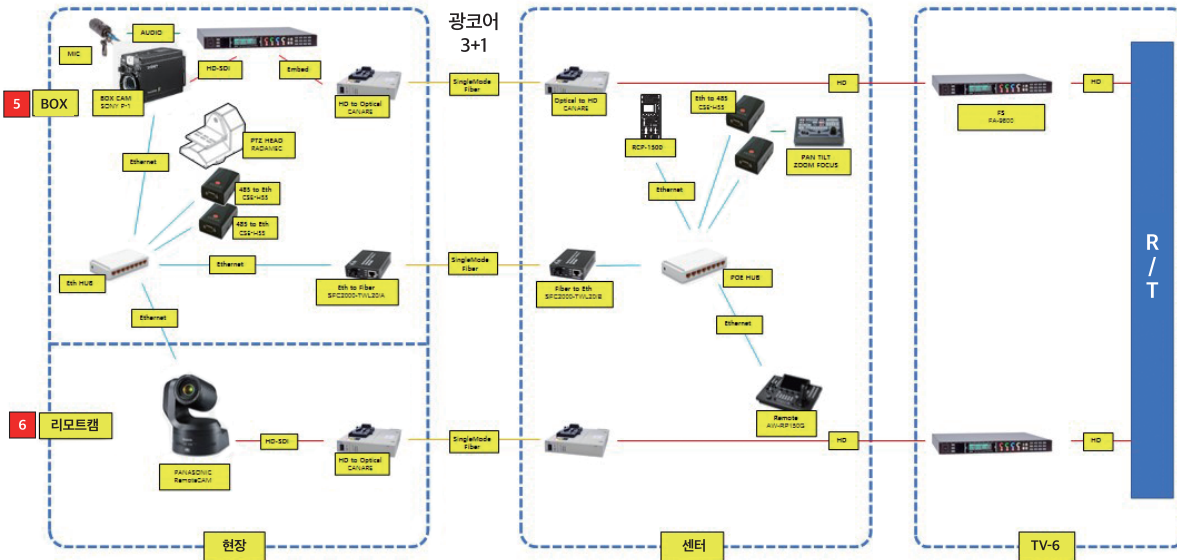


그림 5. 2차 발사 CB동 옥상



그림 7. 2차 발사 회선센터

함께 최고의 품질을 (3차 발사)

금년도 발사에 앞서 항우연 측에서는 누리호 3차 발사에 대한 국민의 관심도가 떨어져 방송국들이 방송을 원하지 않다고 생각하여 POOL 신호를 제작하려 했다. 하지만 안정적인 POOL 제작과 나로호부터 누리호 2차 발사까지 진행되었던 노하우와 위기 대처 능력을 인정받아 카메라 설치하는 항우연이, 모든 신호의 분배 및 송출은 KBS가 POOL 방송사로 회선센터와 중계차를 활용해 유연하게 방송을 제작하기로 하였다.

항우연 카메라 설치로 인해 2차 발사와 다르게 영상 신호와 제어 신호를 신경 쓸 필요가 없게 되어 현장에서의 일이 줄었고 작년과 비교하여 늘어난 영상 채널들, 소수의 인원으로 운용이 가능한 점은 장점이었다. 발사대의 항우연 카메라는 2차 발사 때 사용했던 광과 패치를 따라서 CB동을 거쳐 통제동 통신실로 도착하여 회선센터로 도착한다. Fiber to SDI 신호로 변환하여 라우터에 수용하고 업체와 항우연 방송센터로 신호를 분배했다.



그림 8. 3차 발사 회선센터

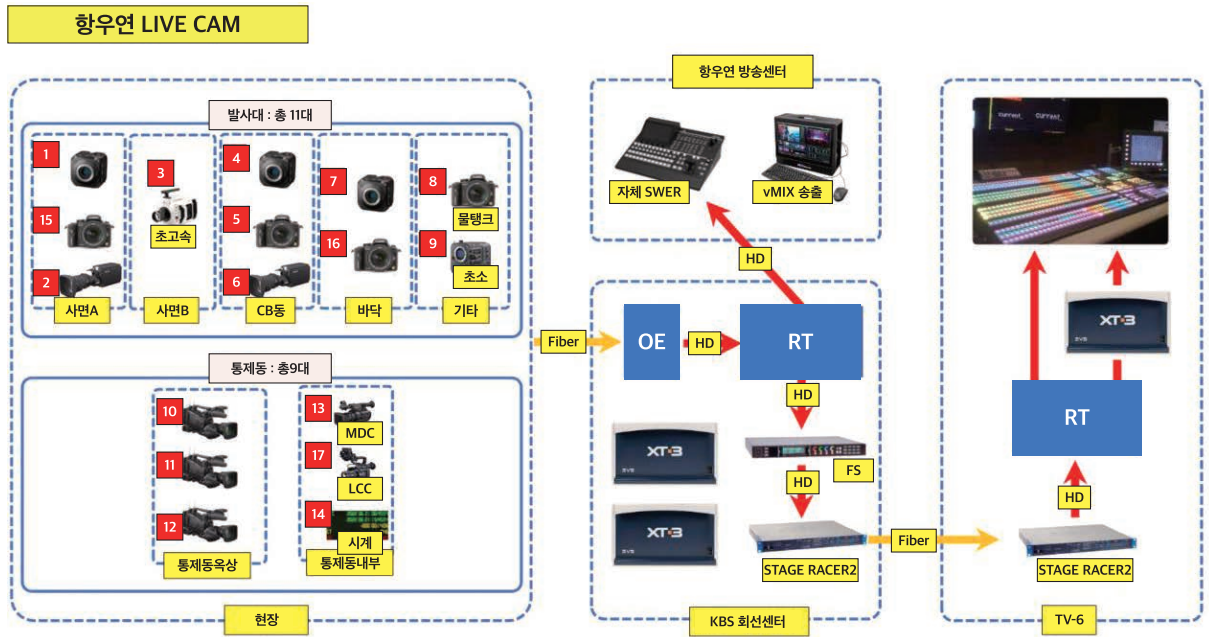


그림 9. 3차 발사 개요도

하지만 모든 카메라 소스들과 FS를 거친 Output 소스를 라우터에 수용하기 위해 이전보다 라우터의 용량이 커지게 되었고 24개의 FS, 중계차와 동기화를 위한 Sync Generator 등 사전에 더 많은 준비가 필요했다. 그리고 필자 혼자서 방송이 들어가기 전 영상 신호 20개의 FS의 Webserver에 들어가 RGB, Iris를 조작하며, 필자가 만진 영상들이 모든 방송국과 Youtube로 송출했다는 것에 자부심이 생겼지만 ‘혼자서 시청자들에게 최고의 영상 품질을 제공하지 못했나?’라는 아쉬움도 남게 되었다.

중계차-회선센터 연결 (2차 발사)

누리호 발사에서 회선센터와 중계차는 필수적인 요소였다. 회선센터는 발사대에서 오는 많은 소스를 처리해야 할 뿐 아니라 중계차의 소스를 제공, 중계차에서 받은 PGM을 안정적으로 KBS 및 타사에 제공할 의무를 갖고 있었기 때문이다. 2차의 경우 각 카메라를 원거리에서 조작하기에 운용자 공간의 필요성도 있었다. 중계차는 회선센터에서 받은 소스들을 활용해 부조정실의 역할로 POOL 제작사로서, 안정적인 방송을 제작해야 하는 것이 중요해 중계차의 역할도 컸다.

현장에서 회선센터는 통제동 2층에서, 중계차는 통제동 옆에서 운용했다. 거리가 멀어 SDI 케이블을 끌어 소스를 주고받는 것은 불가능했다. 이런 원거리의 경우 중계용 광 전송 장비를 사용하게 되는데 2차 발사 당시에는 MD, Opticom을 활용해 주/예비로 나누어 방송에 안전성을 더했다. 광 전송 장비를 통해 받은 소스는 중계차 라우터와 스위치에 넣게 되는데 TV-6호는 카메라 7대를 운용하는 차로 크지 않아 라우터와 스위치의 공간이 넉넉하지 않았다. 기존에 사용하지 않는 장비들의 Path를 활용해 효율적인 설계를 목표로 삼았고 FS를 중계차에 설치하였다. 기존의 4대의 Stand Alone 타입의 FS와 모듈형 FS 6개 이외의 10대의 FS를 임시로 설치하여 Sync 동기화뿐 아니라 HDA처럼 한 개의 Input으로 2개의 Output을 갖고 라우터와 스위치에 넣을 수 있었다.

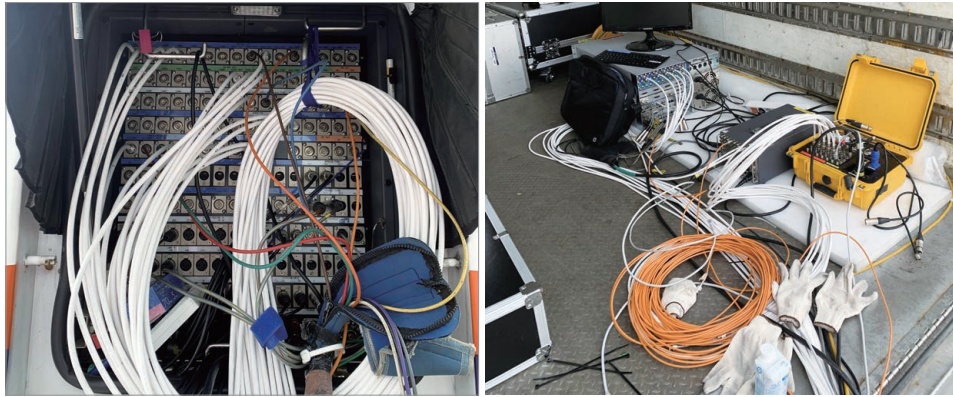


그림 10. 광전송장비와 중계차연결

중계차 LSM 운용 (2차 발사)

누리호 발사에서 설치해 놓은 카메라를 사용해 촬영하는 시간은 12초 남짓이다. 로켓은 날아가 버리면 하늘에서 사라져 버리기 때문이다. 발사 이후에는 LSM의 역할이 중요하다. 발사대뿐만 아니라 통제동 옥상, 관람석에서 하늘로 날아가는 로켓 추적, 항우연에서 제공하는 시계 데이터를, MDC에서 연구원들의 성공한 모습을 리플레이하며 타 사들이 라이브 중 편집하기 힘든 점을 고려해 모든 소스를 LSM에 넣어 운용해 제공해주었다. KBS 중계차에는 LSM이 설치되어 있어 2차 발사의 경우 중계차 1대의 LSM과 S-LSM, 여분의 LSM을 활용해 17개 채널의 소스를 활용할 수 있었다.

콜넘버	서버 위치	기종	내용
L-1	TV-6	XT-3 (HD)	6 × 2 운영 (옥상 카메라 3 및 드론 등 유동적으로 사용)
L-2	G5(발사차)	XT-3 (HD)	6 × 2 운영 (발사대 카메라 6)
L-3	SSV-2	SLSM	1 × 1 운영 (초고속 카메라 1)

표 1. LSM 운용(2차 발사)



그림 11. 2차 발사 중계차, LSM 운용

중계차 LSM 운용 (3차 발사)

누리호 3차 발사는 2차와 다르게 소스의 FS를 거쳐 중계차로 받게 되었다. 2차 때 LSM을 운용하며 TV-6호의 좁은 공간 및 멀티뷰어를 사용하는 것이 불편해 LSM 운용을 회선센터에서 했다.

콜넘버	서버 위치	기종	내용
L-1	TV-6	XT-3 (HD)	6 × 2 운영 (발사대 카메라 6)
L-2	회선센터	XT-3 (HD)	6 × 2 운영 (발사대 카메라 6)
L-3	회선센터	XT-3 (HD)	6 × 2 운영 (육상 카메라 3 및 드론 등 유동적으로 사용)

표 2. LSM 운용(3차 발사)

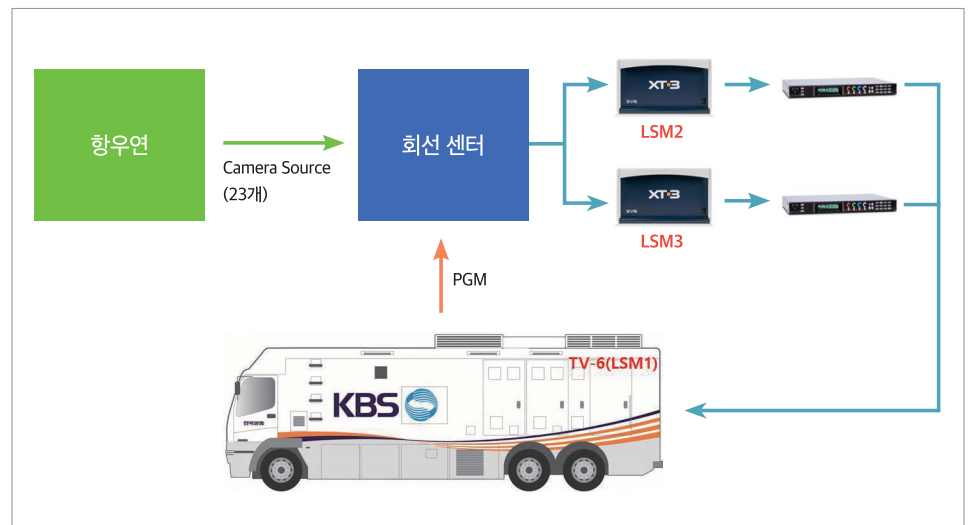


그림 12. 3차 발사 중계차, LSM 운용

중계차-회선센터 연결(3차 발사)

3차 발사는 2차 발사와 같은 위치에서 회선센터와 중계차를 운용하였다. 2차 발사와 다르게 FS를 회선센터에 구성하였다. 회선센터와 중계차의 동기를 맞추는 것이 중요한 사안이었고, 새로 들어온 광 전송 장비인 Stage Racer2를 활용해서 소스, B.B.를 주고받았다. 오디오의 경우 아날로그와 디지털로 쉽게 변경도 가능하며 Stage Racer2의 경우 장비 내 Webserver에 접근하여 Matrix를 구성해 물리적으로 연결하고 논리적으로 소스를 유연하게 사용할 수 있었다. 회선센터에서 중계차로 전송한 카메라 소스들은 2차 발사와 다르게 HDA를 활용해 라우터와 스위치에 넣어 운용하였다.



그림 13. Stage Racer2

중계기술국의 도전

KBS 중계기술국은 시청자들에게 높은 수준의 방송을 제공하기 위하여 다양한 시도 및 도전을 해오고 있다. 특히, 누리호 발사 방송에서 딥러닝 기반 AI PTZ 헤드 개발, UHD 헬기 샷이 대표적인 예이다. 딥러닝 기반 AI PTZ 헤드는 카메라 운용자 없이 원거리에서 로켓의 이미지를 인식하여 로켓을 추적하면서 로켓을 Tracking 할 수 있다. 각도와 속도 제어가 가능한 모터를 탑재한 원격 Pan/Tilt 제어 하드웨어를 3D 프린터를 사용해 제작했고, 이미지 추적을 위해 로켓 이미지를 딥러닝을 통해 교육시켰으며, 실시간 컴퓨터 비전을 목적으로 한 프로그래밍 라이브러리인 OpenCV를 활용해 Edge, Motion, 불꽃 이미지 detection을 하는 다양한 기법을 활용하였다. 90% 가까운 인식률로 실제 로켓 추적에 성공하였으나 탑재 모터의 한계인 서보 모터로 1도씩 헤드가 움직여 방송에는 사용할 수 없었다. 그러나 Stepping 모터로 교체한다면 더 부드러운 추적이 가능할 것이라는 성공적인 결과를 얻을 수 있었다.



그림 14. 하드웨어, 로켓인식 프로그램, 실제 카메라 장면

누리호 발사 장면은 대부분 밑에서 로켓을 추적하기에 단편적인 이미지처럼 보이기 쉽다. 또한 멀어지면 로켓이 점으로 보여 로켓이 사선으로 날아가는 모습을 담아낼 수 없어 시청자들에게 입체적인 로켓의 발사 장면을 제공하고자 하는 고민을 해결하고자 4K 헬기 라이브를 Youtube KBS News 별도 채널을 개설하여 라이브로 진행하였다. 누리호의 안정적인 발사를 위해 안전 공역 외곽인 외나로도항 15Km 해상에서 로켓을 포착하였으며, Youtube KBS News 에 별도 채널을 개설해 단독 4K 라이브를 진행하여 현재는 17만 건의 View를 기록 중이다.



그림 15. Youtube, UHD 누리호 헬기 추적 화면

마무리

누리호 발사 방송을 위해 고흥에 출장 간 것은 잊지 못할 경험이 돼버렸다. 일반인은 쉽게 접근할 수 없는 통제동과 발사대에 직접 가 카메라와 회선을 체크하고 실제 날아가는 로켓의 소리와 진동을 몸으로 느끼며 누구도 경험할 수 없는 느낌을 두 번이나 경험했기 때문이다. 특히 발사 이후 장비를 수거하러 발사대에 갔을 때 녹아내린 페인트와 화염에 그을린 자국들은 방송에서는 볼 수 없던 장면으로 KBS의 중계기술국 인원만 서 있을 수 있던 현장이었기 때문이기도 하다. 입사하고 2년 만에 두 번의 로켓 발사 방송은 나에게 많은 것을 가르쳐 주었다. 2차 발사 때는 설계된 중계차 용량을 초과해 극한의 사용을 위한 시스템을 설계하며 지식적인 배움을, 3차 발사 때는 회선센터의 Video Engineer로 내가 만진 모든 영상 소스가 대한민국의 모든 방송사와 Youtube에 송출되며 내 손으로 만들어 낸 장면들에 대한 자부심을 가르쳐주었다. 누리호 4차 발사부터 항우연이 POOL 제작까지 맡을 가능성이 크다. 하지만 KBS 누리호 담당자인 최호경 선배님께서 기술 자문을 담당하고 있어 앞으로도 누리호에는 KBS가 만들어 놓은 Legacy가 영원할 것으로 생각한다. 🌟



그림 16. 누리호 2, 3차 발사 참여 인원