

**MBC** + 김선국 · MBC TV중계부

# 중계용 특수 장비

## 역동적이고 다양한 현장을 담다

지난 호에서는 현장 제작 프로그램을 라이브로 방송하는데 사용되는 TV 중계 송출망에 대하여 알아보았다. 현장의 신호를 서울의 본사까지 송출하기 위해 사용되는 M/W, SNG, 전용회선 망의 특성과 해당 장비에 대해 소개하였다. 3가지 망을 통하여 365일 언제 어느 곳에서나 발생할 수 있는 라이브 방송을 커버하고 있다.

이번 호에서는 방송국 스튜디오에서는 보기 힘든 중계용 특수 장비에 대해 알아보기로 한다. 스튜디오와는 매우 다른 중계 현장은 스튜디오 제작에서 요구되는 사항과 매우 다르다. 크게 보면 다음과 같다.

야외 현장은 스튜디오와 달리 방송 구역이 상당히 넓다. 세종문화회관 같은 실내 공연장이나 유명 가수의 야외 특설 무대는 방송국 스튜디오보다 커버해야 하는 범위가 넓다. 축구, 야구 등과 같은 구기 종목 경기장은 그나마 괜찮다. 스키/보드 슬로프의 거리나 골프장의 넓이, 42.195km의 마라톤을 생각해보면 스튜디오의 몇 백, 몇 천배는 될 듯하다.

중계 현장은 매우 역동적인 장면이 연출되는 공간이다. 스포츠 중계에서 경기 장면에 대한 대본이란 있을 수 없고, 언제 어떤 장면이 벌어지는지 예측이 힘들다. 그래서 선수들의 역동적인 경기를 천천히 보여주기도 해야 하고 다른 각도에서 본 그림도 전달해야 한다.

중계 현장은 장비가 미리 설치된 곳이 아니다. 스튜디오처럼 카메라, 음향, 조명 등의 시설이 미리 갖추어져 있는 것이 아니라 현장에 도착하여 있는 환경 하에서 장비를 세팅해야 한다. 때로는 케이블을 설치할 수 없는 길 건너편이기도 하고 요트 위에서 그림을 촬영해야 하는 상황도 있다.

스튜디오와 다른 중계 현장의 특성에 따라 특수 제작 장비가 배치되어 있다. 그럼, 이제부터 중계 특수 장비의 세계로 함께 가보자.

### Super Slow Motion Camera



[그림 1] Sony Super Slow Camera

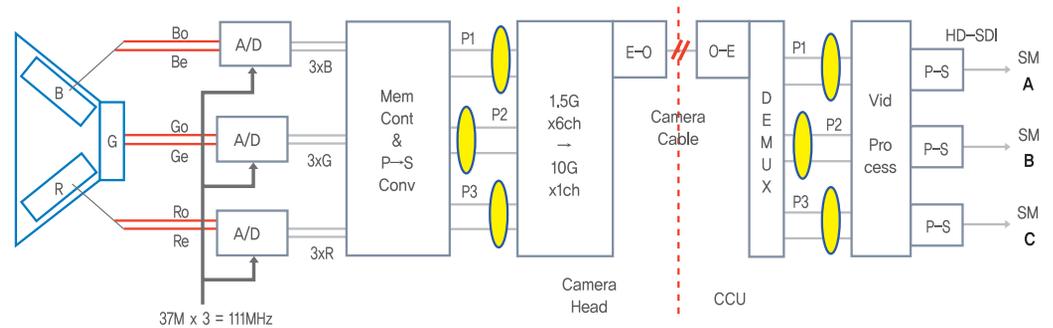


[그림 2] 일반 vs Super Camera 영상 비교

Super Slow Motion Camera(이하 SSCam)는 일반 카메라보다 3배 많은 화면을 찍을 수 있는 카메라이다. 그로인해 역동적이고 빠른 움직임을 세밀하게 재생할 수 있다. 일반 카메라는 1초에 30장(Frames)을 만들어내는 것에 비해 SSCam은 초당 90장(Frames)을 생성한다. 투수가 공 던지는 장면을 느린 그림으로 보여준다고 했을 때 초당 90Frames이 훨씬 선명한 화질을 제공하게 된다.(그림 2 참조)

### SSCam 원리

Super Slow Camera의 Block Diagram을 통해 원리를 알아보자.



[그림 3] Sony HDC-3300 Super Slow Camera Block Diagram

### R, G, B Processing

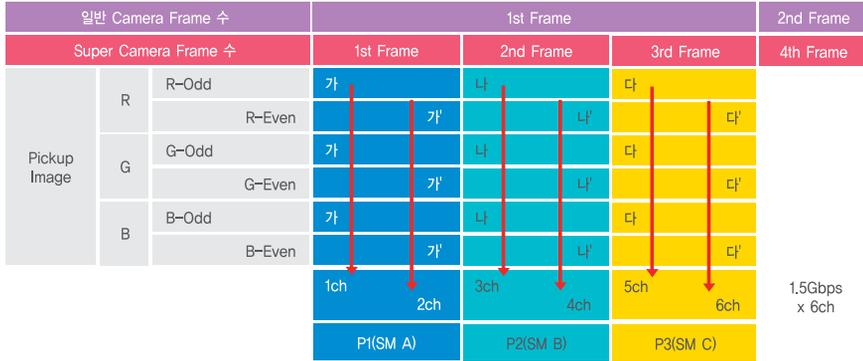
Sony사의 SSCam인 HDC-3300의 CCD는 Progressive Scanning 방식이다. 우리나라는 HD에서도 Interlace Scanning(1080i) 방식을 표준으로 하므로 R, G, B 각 채널별로 Even, Odd Field인 2CH로 처리하게 된다. 일반 카메라는 CCD에서 나오는 R, G, B 신호를 Matrix 회로를 거쳐 Y, Pb, Pr로 후속 처리하지만 SSCam은 CCD에서 발생된 R, G, B 신호 그대로를 CCU에 전달한다.

### 3배의 Sampling Frequency

CCD로 부터 전해진 R, G, B 신호는 Digital Processing을 위해 A/D Converting을 하게 되는데 이때 일반 카메라보다 3배 많은 샘플링을 하게 된다. 일반 카메라와 동일한 시간 조건에서 3배 많은 샘플링을 행함으로써 3배 많은 영상이 채워진다.

### Memory Control & P-S Converting

R, G, B로 각각 디지털화 된 신호는 Memory Controller와 Parallel to Serial Converting을 거침으로써 필드단위로 된 각 색의 조합으로 변환되고 R, G, B 각각 4:4:4의 비율, 12bit로 연속하여 나열하게 된다. 1Field(1ch)에 해당하는 Data열은 1.5Mbps 이고, 3배 Frame(P1, P2, P3)이므로 총 6개의 Field Data열이 생성된다.



[그림 4] SSCam Memory Control & P-S Converting 개념도

### Muxing 및 E-O Converting

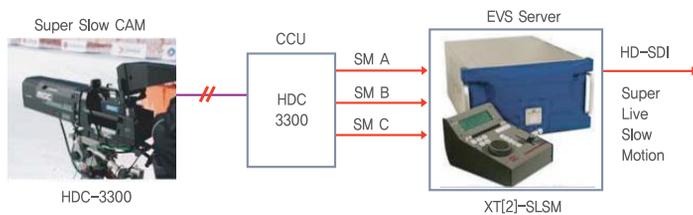
필드단위로 된 1.5Gbps 6ch는 1Core 광전송을 위하여 하나로 Muxing(10Gbps 1CH) 된다. Muxing 된 전기신호는 광신호로 (Electric to Optical Converting) 변환되어 카메라 광케이블(SMPTE 311M)을 통해 CCU(Camera Control Unit)에 전달된다.

### Slow Motion A, B, C Out

카메라 헤드에서 넘어온 광신호는 전기신호로 변환(O-E) 후 6개의 필드신호로 다시 분리(Demux)하여 각종 신호 처리를 위한 Video Processing을 거치게 된다. 최종 Processing 된 신호는 P-S를 거쳐 프레임이 각기 다른 Super Motion(SM) A, B, C의 HD-SDI 신호로 출력된다.

### Super Slow Motion(Camera + EVS Server) System

SSCam CCU의 최종 출력은 3개의 프레임(SM A, B, C)별로 구분되는 Slow Motion Out 이다. 이것만으로는 Slow Motion을 보여줄 방법이 없다. 이를 위해 3개의 프레임들 동시에 Recording 하였다가 프레임 순서대로 천천히 리플레이하여 보여주기 위해서 EVS Server가 사용된다. SSCam과 EVS Server(SLSM S/W)가 만나 비로소 Super Slow Motion System은 완성된다. EVS Server는 뒤에 따로 다룬다.



[그림 5] Super Slow Motion System 구성도

## SSCam 적용

SSCam은 빠른 움직임을 섬세하게 보여주는 데 탁월하다. 주로 스포츠에서는 역동적인 움직임을 세밀하게 다시 보여주는 데 초점을 두어 사용한다. 축구에서 거친 태클이나 슛 장면에서 쓰이고, 야구에서 투수의 손을 떠난 공의 움직임, 양궁에서 화살이 날아가는 장면 등을 리플레이 때 활용된다.

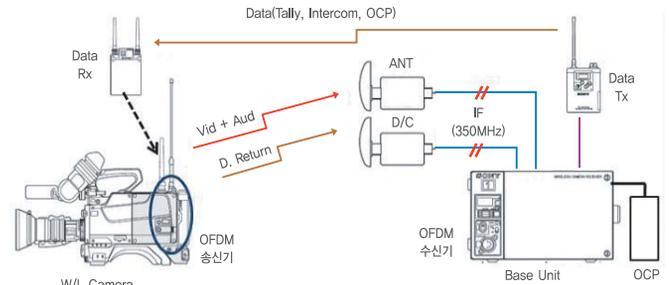
드라마에서는 세밀한 영상미를 보여주기 위해 사용하는데 '다모'에서 액션 장면이나 화살이 날아가는 장면을 촬영하였고, 머리카락을 훑날리며 오토바이를 타는 모습이나 주인공이 말 타고 달리는 세밀한 영상미를 보여주는데 사용하였다. 유리잔이 깨지거나 건물(Miniature)이 무너지는 장면에도 쓰였다.

## Wireless Camera

Wireless Camera는 라인이 아닌 무선 주파수를 매개로 하여 영상을 전송하는 장비이다. 중계 현장은 환경적인 이유로 카메라 라인을 포설하기 불가능한 곳에서도 영상을 촬영해야 할 때가 있다. 바다 위에 떠있는 요트나 큰 대로 건너편 건물 옥상 등 지리적으로 라인설치가 불가능한 곳이나, 관중석이나 육상 경기장 트랙을 넘나들며 촬영할 때 카메라 라인은 매우 불편한 존재가 된다. 이럴 때 Wireless Camera가 사용된다.

## Wireless Camera 원리<sup>1)</sup>

Wireless(이하 W/L) Camera는 일반 카메라 헤드에 무선 송수신 장비를 장착하여 그림을 전송하는데 그 시스템 구성은 [그림 6]과 같다.



[그림 6] W/L Camera 구성

## OFDM 송신기

카메라에서 촬영된 영상의 최종 신호(HD/SD-SDI)는 OFDM 송신기로 보내진다. OFDM 송신기는 카메라에서 보내진 신호의 데이터량을 줄이기 위해 압축(MPEG-2)한 후 디지털 변조(32QAM 또는 64QAM)를 행하게 된다. 변조된 신호는 무선 이동용에 적합한 OFDM(Multi-Carrier) 방식으로 송출된다<sup>2)</sup>.

## Data 수신기

Data 수신기는 카메라가 원격으로 조정되기 위한 각종 데이터를 수신하는 장치이다. 데이터 종류에는 조리개를 조절하는 IRIS, ND·CC Filter, Tally 신호 및 Cameraman이 듣기 위한 Intercom 등이 있다.

## OFDM 수신기

Camera OFDM 송신기에서 보내진 신호는 OFDM 수신기 ANT를 통해 받게 된다. 이 신호의 주파수는 GHz대<sup>3)</sup> RF 신호로 매우 높아 Cable Loss가 많게 된다. 그리하여 수신 주파수를 중간 주파수(IF)로 낮추어(Down Converter) Base Unit으로 보낸다.

1) Wireless Camera는 제조사에 따라 세부 내역은 다르지만 원리는 대동소이하여 Sony W/L Camera를 기준으로 한다.

2) Wireless Camera의 OFDM 송신기 표준은 주로 DVB-T 방식이다.

3) MBC TV 중계부에 신규 입고될 HD용 W/L Camera의 허가받은 주파수는 4.4GHz이다.

## Base Unit

Base Unit은 수신된 IF 신호로부터 HD/SD-SDI의 Baseband 신호를 추출(복조)하는 장비이다. 또한, 카메라 헤드를 원격 조정하는 OCP Panel의 Control 신호, Intercom, Tally 등의 각종 인터페이스를 처리한다.

## Data 송신기

중계차에서 원격으로 카메라를 제어하기 위한 데이터를 송신하는 장치로 주로 OCP, Tally, Intercom 신호가 전송된다. 데이터 송신용 주파수는 주로 무선 Audio MIC 및 무전기 주파수를 이용하여 보내게 되고, 디지털 변조(GMSK) 또는 FM 변조로 송출한다.

## Data Return

카메라에서 촬영된 기본 영상 및 음향 신호는 Base Unit으로 일방향 전달만 되면 그 역할은 끝난다. 그러나 촬영 신호 외에도 보내져야 할 신호가 있다. IRIS, ND · CC Filter 등 카메라 헤드의 현재 상태 및 Base Unit에서 보내진 데이터의 반영 여부 및 Cameraman이 말하는 Intercom 목소리 등에 대한 데이터이다. 이 Return용 데이터는 OFDM 송신기를 통하게 된다.

## Wireless Camera 적용

Wireless Camera가 사용되는 프로그램은 매우 많다.

- 축구 · 야구 : 관중석 Reporter 및 Interview용 Camera
- 마라톤 : 선수 측면 Shot용 오토바이 Camera
- 트라이애슬론 : 수영 종목 Pickup용 요트 위 Camera
- 골프 : 선수 Play 장면 및 이동 Follow용 Camera<sup>4)</sup>
- Sky : Start, Finish 지점에서 자유 이동용 Camera

## Airborne Camera

Airborne Camera는 항공기에 장착된 카메라로 항공 촬영용으로 사용되며, MBC 헬기 및 장착된 카메라 재원은 [표 1]과 같다.

[그림 7] MBC HD Cineflex Airborn Camera 헬기 장착



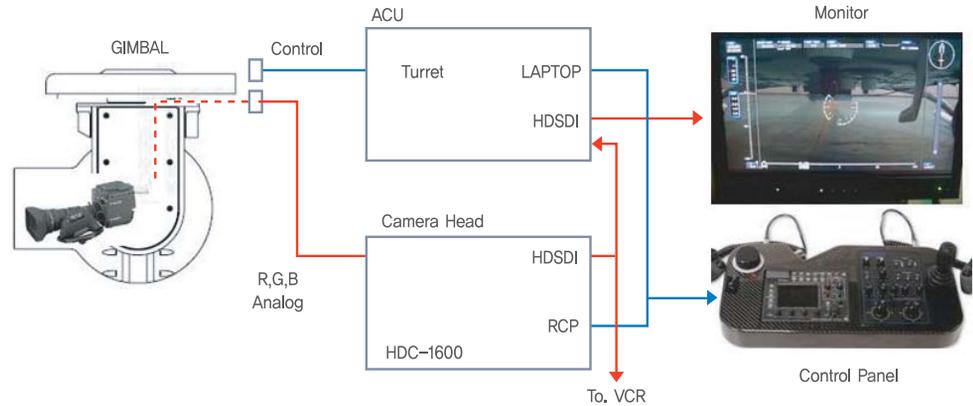
4) 넓은 골프장에서 유명선수 3~4팀을 따라 다니기 위해 Wireless Camera 4대가 동원되기도 한다.

[표 1] MBC 헬기 및 카메라 자원

구분	항목	내용
Helicopter	기종	Bell 412-EP
	탑승인원	8명(기장 2명 포함)
	비행시간	2h 30min/1회
Gyro System	Model	Cineflex T-14
	장착위치	Nose
	범위	수평 : 360°, Roll : 45° / 수직 : 20° ~ -195°
HD Camera (2008. 3)	Model(Sony)	HKC-T1500 CCD, HDC-1600
	Lens	Fujinon 42배
Live 송출	Up Link	2Path, Relay
	Down Link	2Path, MPEG-4

[표 2] MBC 헬기의 특징

구분	특징
Cineflex Gyro System	- '북극의 눈물' 에서 촬영된 동일 기종
	- Nose Mount로 좌우 360° 촬영 가능
	- 5축 Gyro System : 진동을 못 느낌
Camera System	- 1920x1080i HD 해상도
	- 1080p/720p 지원
	- Lens : Fujinon HA 42x3.5BE
Live 송출 System 구비	- 헬기 Live 방송 가능
	- MPEG-4 HD 전송(Down Link)
	- 지상 이동 Link 중계(Up Link)



[그림 8] Cineflex Gyro Camera 구성

### Gimbal

Gimbal은 Gyro System이 장착된 기구로, Gimbal 내부에 장착된 카메라가 헬기 진동에 영향을 받지 않게 한다. 또한, 헬기 내 원격조정 장치에 의해 상하(Elevation), 좌우(Azimuth) 및 회전(Roll)이 수행되는 기구이다. 내부에 Lens와 Camera CCD Block이 설치되어 있으며 영상 신호는 HD R, G, B Analog가 출력된다.

### ACU(Automatic Control Unit)

Gimbal 원격조정 Panel을 통하여 Gimbal을 제어할 수 있는 장비이다. 카메라 헤드에서 나오는 영상신호에 Gimbal의 Position 및 Zoom 상태 등을 표시하는 Char actor를 Overlay하여 모니터에 공급한다.

### Camera Head

CCD Block을 제외한 나머지 Camera Body(HDC-1600)로 Gimbal Lens에서 촬영된 최종 영상(HD-SDI)이 출력된다. 이 출력을 VCR로 녹화하거나 MPEG-4로 압축하여 M/W를 통해 생방송을 하게 된다.

5) M/W(Micro Wave) 장비는 본지 2월호, TV중계방송 2부. 중계 송출망 참조

### Airborne Camera 적용

헬기에 장착된 카메라는 매우 다양한 프로그램에서 사용되었으며 2008년 적용사례는 다음과 같다.

- 드라마 : 종합병원2, 에덴의 동쪽, 대한민국 변호사, 스포트라이트, 뉴하트, 태왕사신기
- 시사교양 : 불만제로, 네버엔딩 스토리, MBC 스페셜, 에너지절약 캠페인
- 예능 : 서태지 콘서트, 영화대상, 장애인 축제
- 스포츠 : 마라톤, 골프, 트라이애슬론, 국제요트대회, 축구, 야구
- 보도 : 시사매거진 2580, 뉴스 현장, 휴일스케치, 특집 다큐, 국군의 날 시가행진

### LSM/SLSM(EVS Server)

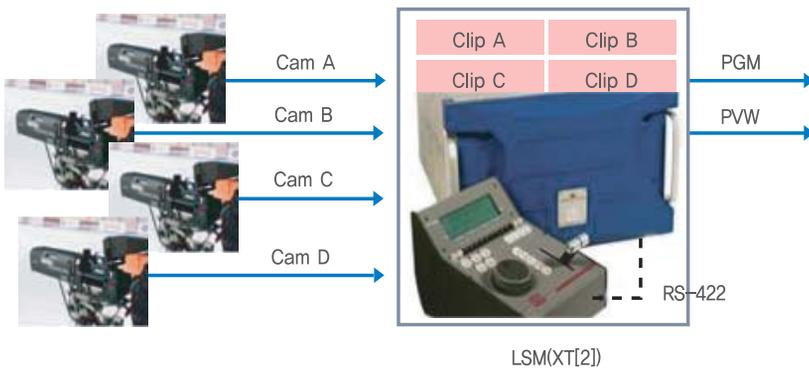
Live Slow Motion(이하 LSM<sup>®</sup>) 또는 SuperLSM(이하 SLSM) 장비는 같은 H/W(XT[2])이며 특히 스포츠 중계에 필수적인 장비이다. 축구 선수가 '슛! 골인!'하는 순간을 다양한 각도(Multi Camera)의 그림으로 천천히 리플레이하거나 선명한 리플레이를 하는데 사용되는 장비이다.

### LSM In/Out 구성 및 동작

LSM은 통상 4Inputx2Output으로 설정하여 사용한다. 장비 구동과 동시에 4대의 카메라에서 촬영된 영상은 내부 HDD Disk에 Recording 된다. 별다른 조작 없이 자동 인제스트되며 일정시간(5h30m/1CH, 총 23시간)이 지나면 처음부터 덮어쓰게(Loop 녹화) 된다. 이때 먼저 만들어 놓은 클립은 보존된다.

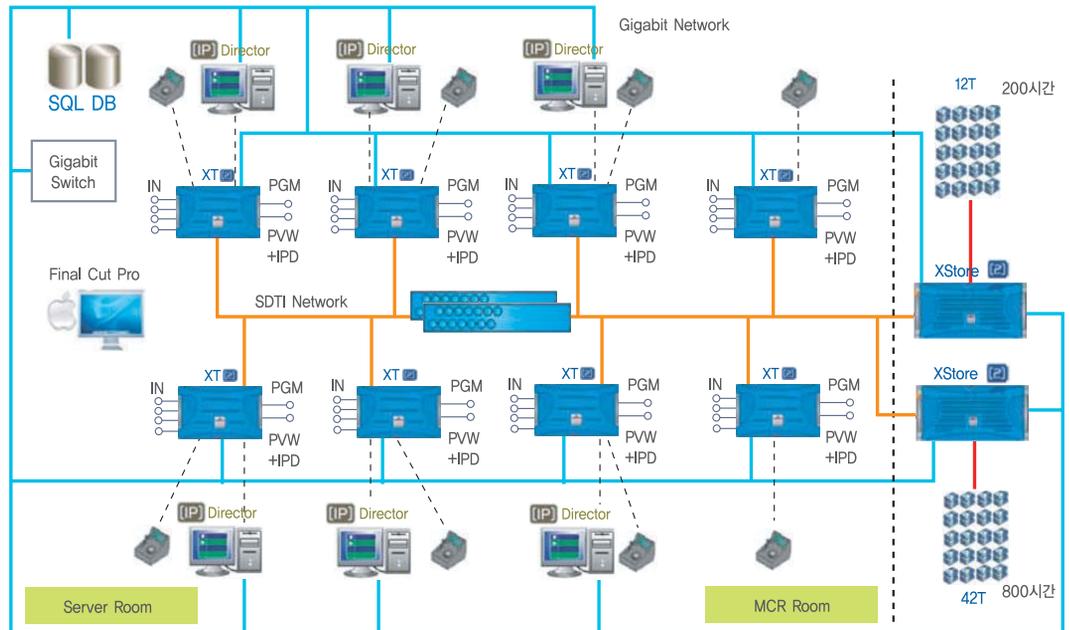
'슛! 골인!' 하는 순간에 해당하는 클립을 만들면 4대의 카메라 영상에 해당하는 4개의 클립이 동시에 생성된다. 만들어진 클립은 리플레이 순서에 맞게 플레이리스트에 클립을 위치시키면 리플레이하기 위한 준비는 끝난다. 이 과정은 숙련자의 경우 이벤트가 벌어진 후 5초 안에 끝난다. 리플레이용 화면이 나가면 바로 플레이리스트를 Slow Motion(1/3초)으로 플레이 한다.

SLSM은 같은 H/W(XT[2]) 구조를 갖고 있으며 SSCam에서 3배 프레임에 해당하는 SM A, B, C를 프레임 순서대로 리플레이 하게 된다.



[그림 9] LSM In/Out 구성

6) Live Slow Motion(LSM)이란 용어는 EVS Server에 내장된 S/W의 이름이나 통상 LSM 장비라 부름



[그림 10] 북경올림픽 현지 IBC-MBC EVS Server System 구성도

### EVS Sports Server System

LSM 장비는 단독으로 사용하면 Slow Motion용으로 사용하는 장비지만 [그림 10]과 같이 부가적인 장비를 덧붙여 Sports Server System으로 사용된다. LSM 장비가 이미 그 자체로 인제스트 및 송출하는 기능을 가진 서버지만 체계적인 데이터베이스 관리가 어렵고 아카이빙이 불가능한 단점이 있다. 그리하여 다음과 같은 장비를 덧붙이게 된다.

- IPDirector : LSM에 있는 수많은 클립을 관리하는 Browser용
- X-hub 2대 : 주로 LSM 장비간 클립을 공유하기 위한 SDTI Network용
- Gigabit Switch : 주로 LSM 장비의 클립을 아카이빙하기 위한 Gigabit Network용
- X-Store : Archiving Agent
- SQL Database : DB Server

상기와 같은 EVS Server System은 올림픽 등의 국제대회뿐만 아니라 미국의 NBA, NFL이나 월드컵 테니스 대회 등과 같이 큰 스포츠 이벤트에서 서버 시스템으로 사용되고 있다.

### EVS Server System 장점

- 빠른 리플레이가 가능하다. 방송 중 다른 경기장에서 한국선수가 메달을 획득 했을 때 짧게는 3초 만에 해당 경기장면을 다시 볼 수 있다.
- 인제스트하는 숫자 제한이 거의 없다. 40군데<sup>7)</sup> 경기장 또는 40개의 카메라라고 하더라도 중앙 스토리지가 아닌 각각의 Server(LSM) Local Storage에 인제스트 되기 때문에 네트워크에 Traffic이 발생하지 않는다.
- 앞과 같은 이유로 Remote Clip(다른 LSM에 있는)을 나의 LSM에서 Playback하는데 Traffic Jam이 발생하지 않는다.
- 기존 사용자(Sports PD 및 Operator)가 너무 익숙하다. 기존에 LSM을 사용하던 것에 IPD(Browser) 사용법만 익히면 되기 때문에 별도의 체계적인 교육이 필요 없다.

7) 북경올림픽에서 국제신호로 들어오는 경기장면은 1일 최대 40군데까지 들어오기도 했다.

### LSM 적용

LSM 장비는 모든 스포츠 경기를 중계하는데 사용된다고 해도 과언이 아니다. 야구, 축구, 농구, 골프 등 각종 스포츠에서 Slow Motion용으로 사용한다. 또한, 스포츠 중계에서 VCR Playback을 대신하여 사용된다. 최근, MBC TV 중계부에서는 예능이나 드라마 녹화시 별도의 VCR을 사용하지 않고, LSM 장비에 녹화하여 후반작업이 이루어지는 일산 드림센터로 파일을 전송하는 시험을 진행해 상당히 성공적인 결과를 얻었다<sup>8)</sup>. 향후, 몇 번의 시험을 거치면 중계 현장에서 예능 프로그램을 녹화할 때 LSM 장비가 VCR을 대체할 수 있을 것이다.

### 마치며

지금까지 중계 현장에서 역동적이고 다양한 화면을 전달하기 위한 중계 특수 장비에 대해 알아보았다. 중계 현장은 스튜디오와 달리 너무나 방송구역이 넓고, 방송 장비 설치에 많은 시간이 소요되고 설치도 어렵다. 또한, 순간순간 예측이 어려운 역동적인 현장이다.



[그림 11] W/L Cam    [그림 12] HEL Camera    [그림 13] Virtual Cam  
 [그림 14] 고배율 Lens    [그림 15] Remote Cam

8) 1시간짜리 Clip 8개를 전송하여 편집 창에 띄우는데 소요된 총 시간은 1h 30min이었다.

현장을 커버하기 위한 특수 장비로는 역동적인 그림을 세밀한 영상으로 보여줄 수 있는 Super Slow Camera가 있고, 순간에 벌어진 이벤트를 다양한 각도에서 다시 보여줄 수 있는 LSM/SLSM 장비가 있다.

골프장과 같은 넓은 필드를 총횡무진 누비며 수십 대의 카메라 역할을 하는 Wireless Camera도 살펴보았다. W/L Camera는 라인 설치가 불가능한 바다 위 요트나 마라톤 선수 측면 이동용 오토바이 등에서도 사용된다. 마라톤과 같이 긴 코스 전부를 중계하기 위해서는 항공기와 항공기 카메라가 필수적이다. 항공기 카메라는 각종 뉴스 현장을 스케치하기도 하고, 웅장한 야외세트를 촬영하는데 사용되기도 한다.

이외에도 한정된 지면관계상 다루지 못했지만 중계 특수 장비에는 다음과 같은 것이 있다.

스튜디오나 ENG 카메라보다 훨씬 배율이 높은 Standard Camera의 고배율 Lens가 있다. 고 배율 Lens가 없다면 스키나 축구 선수의 역동적인 장면을 큰 화면으로 담아내기 위해 수많은 카메라를 설치해야 할 것이며, 먼 바다에 떠있는 배나 산 너머 풍경을 촬영하기가 불가능 할 것이다.

또한, 이동차 지붕 위에 설치하여 중계차 안에서 원격 조정되는 Remote Camera도 있고, 헬기 카메라로 촬영이 불가능한 저공 상공에서 질주하는 장면을 쫓아가면서 촬영할 수 있는 Wire Camera도 최근 중계 현장에서 사용되고 있다.

방송 장비가 진화함에 따라 드넓은 중계현장에서 역동적이고 다양한 그림을 담아내기 위해서 다루어야 할 특수 장비는 이외에도 많이 있다. 스튜디오와 다른 특수 장비의 집합체, 그 중계현장은 지금도 돌아간다.

#### 참고 자료

MBC TV 중계부, 중계 직무 매뉴얼  
Sony SSCam Manual  
Sony Wireless Camera Manual  
Cineflex Gyro System Manual  
EVS Server System Manual