

12GHz The New Frontier

(Exploring 4K Cable Technology)

글.
윤남용 Belden Korea 전략기획이사

우리나라는 지난 5월 31일부로 KBS, MBC 그리고 SBS에서 세계 최초로 4K UHD(12G-SDI, -40dB@1/2clock, ST2082-1) 지상파 방송을 시작하였다. 이는 기존 HD(HD-SDI, -20dB@1/2clock, SMPTE 292M(SMPTE 372M) 방식에 비해 8배, 그리고 2K(3G-SDI -20dB@1/2clock, SMPTE 424M)에 비해 4배의 고화질을 전송할 수 있는 방식이다.

	HD-SDI	3G-SDI	6G-SDI	12G-SDI(4K)
Formula	-20dB@1/2clock	-20dB@1/2clock	-40dB@1/2clock	-40dB@1/2clock
Data Rate	1.5Gb/s	3.0Gb/s	6.0Gb/s	12.0Gb/s
SMPTE Spec	ST 292	ST 424	ST 2081-1	ST 2082-1

4K UHD 지상파 방송을 제작, 전송하기 위하여 국내 지상파 방송사들은 기존 HD-SDI 제작환경에서 4K UHD 제작환경으로 변화를 가하고 있으며 방송장비 제작사들 또한 많은 변화를 이루고 있다 할 수 있다. 이에 각 방송장비 제작사들은 명암을 세밀하게 분석해 사람의 눈과 유사하게 자연스러운 영상을 보여주는 기술 즉 HDR(High Dynamic Range) 기술을 개발하게 되었으며 그동안은 한 화면에 많은 화소를 집어넣어 선명도를 높여왔는데 UHD에 와서는 800만 화소까지 발전하였다. 그러나 UHD는 빛 재현도가 낮다는 단점이 있다. 사람의 눈으로 보는 풍경의 밝기는 암흑인 0니트에서 4만 니트까지 광대한데 기술적 제약으로 100니트가 넘어가면 이를 화면에 담아내기 어려웠다. 이러한 제약을 보완한 것이 HDR 기술이며, 하드웨어 성능의 향상과 용량이 큰 영상도 압축하여 전송해 표현할 수 있는 빛의 범주를 1,000니트까지 늘릴 수 있게 되었고, 이에 따라 어두운 곳은 더 어둡게, 밝은 곳은 더 밝게 표현하는 것이 가능해졌다.

방송장비 제작사 및 방송사의 이러한 노력을 실현하기 위하여는 이처럼 고도화된 기술을 적용하여 제작된 신호를 시청자들에게 얼마나 전달해 줄 수 있느냐가 가장 큰 관건이며 케이블 제조사들은 각 관계사들의 노력에 대한 보답을 4K UHD Cable solution으로 답하고 있다

날로 급변하는 4K UHD 제작, 전송환경에 관련하여 많은 사용자가 어떤 전송방식을 사용하여야 하는지 고민을 가지고 있다. IP, 12G-SDI, 3G-SDI QUAD 또는 Fiber 각 모든 전송방식이 사용자의 Needs에 맞는 장점과 단점을 가지고 있으며 어떠한 한 가지의

방식이 완벽하다 할 수 없다. 때로는 사용자가 원하는 주 방식을 사용하기 위하여 복합방식(Hybrid Solution)을 사용할 수밖에 없는 상황이 생기기도 한다. 이에 각 방식에 대한 장, 단점에 대하여 알아보기로 하자.

Fiber Optic Cable

Fiber Optic Cable 방식은 위 3가지 방식 중 신호전송에 있어서는 가장 효율적인 방식이라 할 수 있다. Fiber Optic의 경우 신호의 전송거리 그리고 대역폭(Bandwidth)에 대한 제약이 거의 없기 때문이다. 이는 4K뿐만이 아니라 앞으로 다가올 8K에 대해서도 전송방식에 대하여는 가장 큰 이점을 가지고 있다고 볼 수 있다. 또한 Single Mode Fiber Optic Cable의 경우 가격 또한 Multi Mode Fiber Optic Cable 가격과 거의 대등하게 내려와 있다. 단 문제는 변환이다. 잘 아는 바와 같이 Fiber를 사용하기 위하여는 전자신호(Electron Signal)를 광신호(Photon Signal)로 변환을 해 주어야 한다. 이는 출력(TX)과 입력(RX) 모든 단자에 변환기를 장착하여야 한다는 이야기이며 이 변환기의 가격이 상당한 비중을 차지하는바 가장 비싼 방식이라 할 수 있는 것이 최대의 단점이다. 만약 누군가가 Fiber Amplifier 또는 Fiber Splitter 그리고 Optical Circuitry를 저렴하게 개발한다면 역만장자가 될 수도 있을 것이다.

IP Copper Twisted Pair Data Cable



IP Copper Twisted Pair Data Cable의 경우 Fiber Optic 방식에 비하여 거리 및 대역폭에 대한 단점은 있으나 가격 및 시스템 간편성에 있어서 뛰어난 장점을 가지고 있다 할 수 있겠다. 모든 신호를 data화 처리하여 전 시스템을 networking화 할 수 있다는 점 또한 장점일 것이다. 그러나 이 또한 단점이 현재 data cable의 경우 전송할 수 있는 대역폭이 10GHz라 12G 신호를 전송하기 위하여는 압축을 해야 한다는 점이다. 그 예로 TICO Compression을 이용하여 12GHz를 3GHz로 4:1 압축하여 3개의 12GHz TICO 신호를 사용하고 나머지 1GHz를 Audio, Control 또는 metadata로 사용을 한다는 점이다.

10GXS(좌), 10GX(우)

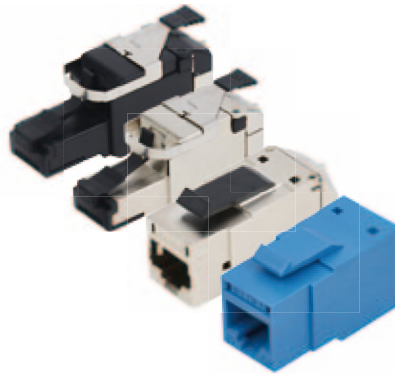
기존 Cat6A Cable은 Alien Crosstalk를 줄이기 위해 각 twisted pair의 공간을 분리하고 그사이의 공간을 넓게 하여 다른 data cable보다 굵기가 굵을 수밖에 없었다. 하지만 Belden 10GXS Category 6A cable의 경우 cable 내부 twisted pair 내부의 공간을 최소화하고 각 twisted pair 간에 생기는 Alien crosstalk를 흡수하여 각 pair에 영향을 주지 않는 특화된 Layer(Shield 아님)를 사용하여 기존 data cable에서 흔히 생기는 Alien crosstalk 현상을 개선하고 작업공간을 기존 Cat6A 대비 약 30% 절감할 수 있다.



REVConnect



REVConnect Tool



Cat 6a Connector & Plug

또한 IP 사용자의 Needs를 반영하여 시스템 신뢰성, 작업편리성 그리고 호환성을 갖춘 새로운 RJ45 Connector인 REVConnect 등도 선 보이고 있다. 이는 현재 5%까지 발생하는 RJ45 재작업의 불량률을 1% 이내로 감소시킬 수 있으며 하나의 전용 툴로써 기존 작업시간의 50%를 줄일 수 있으며 REVConnect 기술은 RJ45 모듈 : UTP Jacks(Cat 5e through 10GX), Shielded jacks(Cat 5e through 10GX), 그리고 10GX Shielded와 Unshielded Field Mountable Plug, 10GX Cat 6A, Cat6+을 사용할 수 있다. 4K IP 전송을 위한 모든 Solution을 제공하며 이 모든 작업은 하나의 Tool로써 작업이 이루어진다.

Coaxial Solution

Formula	-30dB@ ½ clock		-20dB@ ½ clock		-20dB@ ½ clock		-40dB@ ½ clock		-40dB@ ½ clock		-40dB@ ½ clock	
Data Rate	270 Mb/s		1.5 Gb/s		3.0 Gb/s		3.0 Gbps		6 Gb/s		12 Gb/s	
SMPTE Std	ST-259M		ST-292M		ST-424M		ST-425		2081-1		2082-1	
Application	SD-SDI		HD-SDI		3G-SDI		3G-SDI		6GHz 4K		12GHz 4K	
Cable Part #	Ft.	m	Ft.	m	Ft.	m	Ft.	m	Ft.	m	Ft.	m
1855A	766	233	214	65	149	45	298	91	203	62	110	34
4855R	800	244	221	67	155	47	310	94	215	66	148	45
1505A	1082	330	301	92	209	64	418	127	285	87	192	59
4505R	1079	329	307	94	217	66	433	132	302	92	208	63
1694A	1338	408	370	113	255	78	510	155	346	105	227	69
4694R	1397	426	386	118	270	82	540	165	375	114	258	79
1794R	1702	519	469	143	319	97	637	194	432	132	286	87
4794R	1716	523	480	146	329	100	659	201	449	137	321	98
7731A	2091	637	582	177	390	119	780	238	529	161	347	106
4731A	2091	637	582	177	390	119	780	238	529	161	117	117

Belden cable transmission distance Chart

4K 12GHz Single coaxial cable을 소개하기 전 한 가지 설명을 할 내용이 있다. 간혹 몇몇 사용자는 기존의 Digital cable은 12GHz를 전송할 수 없다고 생각을 하지만 이는 그렇지 않다. 모든 동축케이블은 4K UHD 12GHz 신호를 전송할 수 있다. 다만 12GHz에

특화된 케이블과 비교하여 전송거리 및 Return Loss 등 특성이 떨어질 뿐이다. 또한 특정 케이블의 경우, Braiding Shield가 95% 적용되어 Flexibility(유연성)가 떨어진다는 의견이 있으나, 보다 안정적인 신호의 전송이 가능하다는 장점을 갖고 있다.

Cable은 하나의 Water Pipe라 할 수 있다. 이는 Cable 제작사에서 제공하는 data, 가령 4694R 케이블의 12GHz Safety Zone 전송 거리는 79M라 할지라도 신호를 출력하는 장비의 출력 LEVEL이 12GHz의 기준에 미치지 못한다면 그 전송거리는 짧아질 수밖에 없다는 이야기이다. 예를 들면 수압이 높으면 물줄기가 멀리 나아가는 이치와 같다.

이번 KOBA에서 SMPTE 기준을 능가하는 RL(Return Loss)를 보장하는 12G-SDI 전용 케이블들도 많이 선보였다. Belden의 4K 12GHz cable은 신호의 전송률을 높이기 위해 모든 중심도체(Center Conductor)에 은도금을 적용하고 있으며, 신호 전송의 속도(Velocity of Propagation)를 86%까지 올리기 위하여 질소 함유량을 66.51%까지 올린 Foam HDPE 가스발포 Dielectric을 사용하기도 한다. 또한 가장 특화된 기술 중의 하나인 Duofoil®bonded to the core + tinned copper braid shield 95% coverage(Duofoil®로 중심도체 dielectric에 foil이 접착되어 있으며 braiding shield가 95%로 구성되어 있다.)로 이루어져 있다. 단 실간 배선을 위한 케이블의 경우에는 Duofoil®bonded to the core + tinned copper braid shield 95% coverage에 Beldfoil® shorting fold를 적용하였다. 이는 4855R, 4505R, 4694R의 구조에 Noise reduction을 위하여 Jacket(외피) 내부에 Foil shielding을 한 번 더 적용하는 것이다. 이는 보다 안정적인 방식으로 제작사의 노력이 들어있는 신호를 안정적으로 시청자들에게 보여주 고자 하는 노력의 일환이다.

4K 장비의 경우 장비단자(Receptacle)가 HD BNC(mini BNC), DIN 그리고 Normal 75Ω Type과 같이 장비마다 각각 다른 Receptacle을 가지고 있다. 이는 각 장비의 후부(Rear Panel)의 Connector 조밀도에 따라 결정된다고 할 수 있겠다. 예를 들어 Router 또는 분배기(amplifier)와 같이 많은 입출력이 요구되는 장비는 거의 HD BNC 또는 DIN TYPE으로 이루어져 있으며 비교적 장비후부(Rear Panel)의 입, 출력이 적은 장비, 예를 들어 Camera CCU, Monitor 등은 Normal 75Ω type의 Receptacle을 사용하고 있다. 만약 Router, Amplifier에 75Ω type Receptacle을 사용한다면 장비의 크기는 현재 크기보다도 약 2배 이상은 커질 것이다. 이에 4K Coaxial cable 과 조합을 맞추어 4K 12G SDI 75Ω Type BNC Connector(3 Piece Type, 1 Piece Type)도 출시되어 사용할 수 있다.

서두에서도 이야기하였듯이 어느 것이 가장 완벽한 Solution 인지는 각 사용자의 설계 의도와 각 사용자의 환경에 맞추어 적절하게 사용을 하는 것이라 할 수 있겠다. 📺