

이더넷 케이블 종류와 특성

김 의 래 / 태영전자(주)

LAN과 케이블

LAN이란?

LAN(Local Area Network)은 한정된 공간 또는 지역 내 분산 배치된 컴퓨터, 대용량 기억 장치, 프린터, 검사 장치 및 다른 Network와의 장치 등을 고속(1Mbps-1.3Gbps)로 연결하는 수단을 의미한다.

LAN 전송 배선로의 선정

1) LAN System 구축에 따른 배선로는 각종 정보 기기의 공유 및 정보 서비스의 대형화, 광대역 상호 분배 및 서비스의 등의 제반 조건을 고려하여 선정한다.

2) 전송 매체에 따라 사용되는 케이블 구분

구분	케이블류
Twisted Pair 케이블	UTP, FTP, SSTP...
동축 케이블	RG Type Coaxial 케이블
광 Fiber 케이블	Glass or Plastic Fiber
무선(Wireless)	

3) 케이블의 특징 비교

구분	장점	단점
UTP 케이블 (100Ω 비차폐형 꼬임)	1. 경쟁적인 가격(저렴) 2. 설치 용이 (시간/비용 절감) 3. 호환성 4. 유연성	1. 사용 거리/포설 조장 한계 (최대 100m)
동축 케이블 (75Ω 동축 케이블)	1. UTP 보다는 큰 대역 2. 짧은 거리	1. 고가 가격 2. 케이블 유연성 저하 3. 케이블 설치 및 처리 불편
광케이블 (50/125μm)	1. 우수한 매체 2. 광 대역 3. 대용량 전송용이4. 좁은 공간 대용량화	1. 관련 설비 고가 2. 설치 어려움

4) UTP 선정 배경

지난 10여 년간 정보 기기 및 부품의 발달과 더불어 통합 배선 System 적용시 케이블 매체별 특징에 의거한 바와

같이 UTP를 이용한 통합 배선 system이 광범위하게 사용되고 있다.

이의 이점은 아래와 같이 널리 사용되고 있다.

- ① 타 케이블 매체보다 가격이 저렴
- ② 현장에서 임의 절단/ 사용 설치가 용이함.
- ③ 유지 보수를 위한 자재 구입용이/ 일정 지식 습득 시 비숙련자도 사용용이
- ④ 사무 자동화 및 광범위 인터넷 구축 배선(안전, 정보(security)보안, 에너지 관리 등) 동시 적용용이
- ⑤ 이블 및 기기에 대한 지속정인 개선이 이루어지고 있다.

LAN 케이블의 분류

LAN 케이블은 차폐 Type 유무에 따라 대분류되고, 난연 등급(NEC Code)과 주파수 특성에 따른 Category(Cat 3, 5, 5e 및 6)로 세분화되며 다음(뒷페이지)과 같다.

차폐 유무에 따른 케이블

1) 비차폐 Type 케이블

① UTP(Unshielded Twisted Pair) 케이블

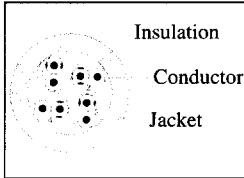
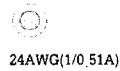


그림 1 UTP 25Pairs 구조

주: 절연 도체의 경우
일반적인 LAN 케이블:
Solid(單線) 도체 사용



24AWG(1/0.51A)

Patch Cord :
유연성(Flexibility)
요구로 연선(Stranded)
도체 사용.



24AWG(7/0.203A)

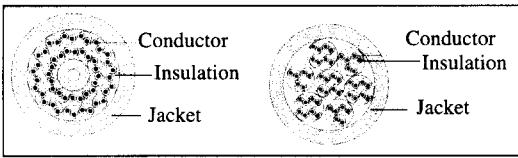


그림 2 UTP 23Pairs 구조

UTP Cat.5 25Pairs의 구조는 상기 그림의 두 구조가 세계적으로 제조되고 있다.

UTP 케이블 구조(참고)

Category	Type	Size	완성외경(약)	비고
Cat. 5	CM	24AWG x 4Pairs	5.1mm	
Cat. 5e	CM	24AWG x 4Pairs	5.1mm	
Cat. 6	CM	24AWG x 4Pairs	6.0mm	중심+형 개재 사용
Cat. 5	CM	24AWG x 25Pairs	12.2mm(A)	태영전자 구조
			14.5mm(B)	

주) 25Pairs 경우

심선 Pair의 구조에 따라 외경 변화가 있다.

UTP 케이블의 국제적인 표준은 Max 25Pairs까지만 표준화가 되어있다.

따라서 외국 경우는 수평 또는 수직용 배선 케이블은 25pair을 사용한다.

② 옥외용 UTP

옥외용의 자켓은 내후성 및 사용 환경적 특성을 고려한 자켓 재질을 사용한다.

이 옥외용 제품의 구조는 기존 UTP와 같거나 사용

환경 여구에 따라 구조가 차이가 있을 수 있다.

단, 옥외용은 내후성을 고려하여 자켓 재질이 흑색(Black) 색상인 PVC 또는 PE를 주로 사용한다.

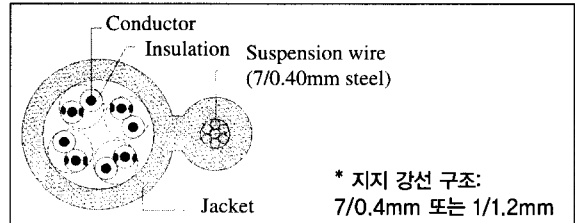


그림 3 옥외 가공용 UTP 4Pairs 구조

* 지지 강선 구조:
7/0.4mm 또는 1/1.2mm

최근 농어촌 또는 벽지에 널리 사용되고 있는 가공(架空) 옥외 UTP의 구조를 보면 그림3의 구조를 갖는다.

이 옥외용 UTP는 지지용으로 강선을 보강한 type으로 전주(電柱)와 전주 간 또는 전주와 건물 및 가정 간으로 가공 인입되는 LAN 케이블로 UTP Cat 5의 특성을 갖는다.

2) 차폐 Type 케이블

차폐 type 케이블은 차폐의 재질 또는 차폐 구조에 따라 제품명의 표기가 다소 차이가 있다. 여기서는 통상적인 Type에 대해 소개한다.

① FTP(또는 F-UTP : Foil shielded-Unshielded Twisted Pair) 케이블

공동 차폐로 AL/PS tape(AL/Mylar tape)로 차폐된 구조

② STP(또는 ScTP : Shielded Twisted Pair) 케이블

공동 차폐로 AL/PS tape 위에 석도선 편조에 의한 이중 차폐 Type의 구조

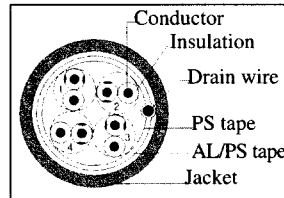


그림 4 FTP 4Pairs 구조

③ SSTP(Shielded - Shielded Twisted Pair) 케이블

차폐 구조가 개개 차

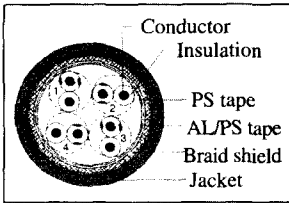


그림 5 STP 4Pairs 구조

폐와 공동 차폐 Type의 구조를 가지며, 공동 차폐는 AL/PS Tape에 의한 것과, AL/PS tape 위에 석도 편조한 구조의 케이블

사용 주파수에 따른 케이블

사용 주파수에 따른 케이블은 Category 1~6으로 분류되며 그 분류에 따른 용도는 다음 표1과 같다.

Category별 전기적 특성 표준이 다르며, 이의 특성치는 표1을 참조한다.

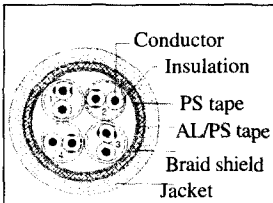


그림 6 최 외층에 석도 편조한 구조

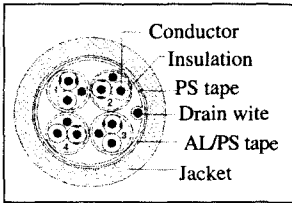


그림 7 최 외층에 AL/PS tape로 차폐한 구조

난연 등급에 따른 케이블

난연에 따른 구분은 Plenum과 Non-plenum Type으로 구분되며 그에 따른 케이블은 CMP, CMR, CM, CMX로 분류되며 표 2와 같다.

구분	Cable Type	용도	난연 적용 표준
Plenum Cable	CMP	천정용 Duct 없이 사용	UL 910 CSA FT6
Non-Plenum Cable	Riser Cable	수직 포설용	UL 1666
	General Purpose Cable	일반 수평용	UL 1685(VTFT)
	Limited use (Dwellings)	제한적 사용	UL 1581(VW-1)

주) * 1. CM : Communication Cables의 약호

2. 제품 Type 별 난연 등급은

CMP > CMR > CM > CMX

3. 국내에서는 Plenum 혹은 Non-Plenum의 케이블 용도에 대한 법적 규제가 없어 주로 CM type의 케이블을 적용하여 사용한다.

Cable Category(*)	Category 3 (Class C)	Category 5 (Class D)	Category 5e (Class D)	Category 6 (Class E)
Bandwidth	16MHz	100MHz	100MHz	250MHz
적용 Standard	- ANSI/TIA/EIA - 568 B2 - ISO/IEC 11801 - NEMA WC63.1	- ANSI/TIA/EIA - 568 B2 - ISO/IEC 11801 - NEMA WC63.1 - NEMA WC63.1	- ANSI/TIA/EIA - 568-B2 - IEEE 802.3ab - ISO/IEC 11801 - NEMA WC63.1	- ANSI/TIA/EIA - 568-B2 - ISO/IEC 11801 - ISO/IEC 11801
용도	- 4 Mbps Token Ring - 52 Mbps ATM - 10 Base T - 100 Mbps TP PMD 외	- 16 Mbps Token Ring - 155 Mbps ATM - 100Base T - 100 Mbps TP PMD - 1000Base T (Gigabit Ethernet)	- 16 Mbps Token Ring - 155 Mbps ATM - 100Base T - 1000Base T (Gigabit Ethernet) 및 그 이상	- 16 Mbps Token Ring - 622 Mbps ATM - 1.2Mbps ATM
비고		Category5 특성 포함하여 다음 요구 ① 반사손실 ② 근단누화(3dB) ③ PS-ELFEXT		

* 특기 사항 Category 표기 : TIA/EIA 568A에 의거 Class 표기 : ISO/IEC 11801에 따른 표기임.

UTP 케이블의 설치 및 배선

배선 System 구조

UTP의 수평 배선 및 간선에 대한 개략의 통합 배선 System(Structured wiring)은 개략 아래의 그림과 같다.

1) 간선 및 배선 구조

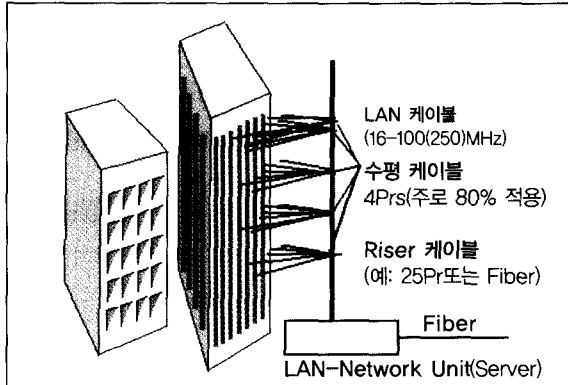


그림 8 간선 및 배선 structured wiring

2) 수평 배선과 최대 사용 거리

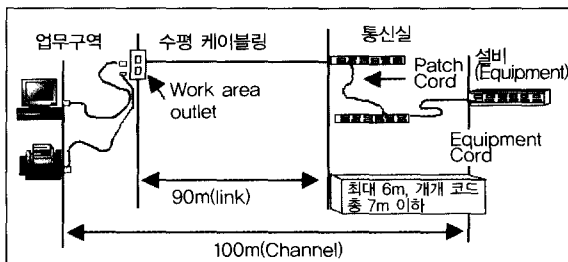


그림 9 수평 배선 System 구조도

수평 배선의 설치에 따른 케이블 최대 설치 거리는 그림9와 같다.

즉,

- ① 각 케이블 범주(Category)에서 업무구역(Work area)까지의 최대 수평거리 90m
- ② 수평 배선의 각종 코드 총 길이는 10m 이하
- TC(Telecommunication Closet : 통신실)에서 하나의 코드 길이는 최대 6m, 2개의 Patch cord는 최대 7m

- Work Area에서 Patch cord 길이는 최대 3m

All patch cord + Jumper wires + Equipment Cord \geq 10m

③ 전 수평 배선의 길이는 100m

UTP 케이블의 인출구

100Ω UTP 케이블의 인출구는 8핀의 모듈러 잭 (RJ45 : ISO 8877 규격) 표준 EIA/TIA 568A & 568B에 따라 그림과 같이 차이가 있으며, 이의 접속 방식을 혼용 사용하고 있다.

한 예로 Crossover 케이블이 필요시, 한끝단은 568A, 그 반대편 끝단에는 568B의 표준을 따른다.

인출구 연결시 UTP의 대연(꼬인선)의 피치 풀림은 다음의 치수를 초과하지 않아야 한다.

- Category 5 : 13 mm 이하
- Category 3 : 26 mm 이하

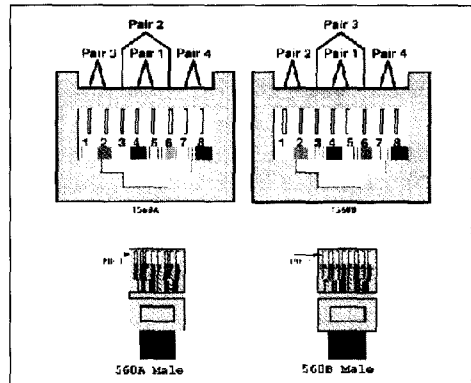


그림 10 568A와 568B의 차이

LAN 케이블의 전기적 특성

24AWG UTP의 산업 표준과 전기적 특성
LAN 케이블의 Category별 표준과 전기적 특성 값은 다음 표3과 같다.

표 3 Category별 전기적 특성표

CATEGORY	INDUSTRY STANDARDS	FREQ UENCY	ATTEN dB/100M (MAX)	CHARACTERISTICS IMPEDANCE OHMS		NEXT dB(MIN)	PS-NEXT dB(MIN)	STRUC. RETURN LOSS dB(MIN)	RETURN LOSS dB(MIN)	PS-ELFEXT dB(MIN)
				MIN	MAX					
Category 3	ANSI/TIA/EIA 568 B2 ANSI/ICEA S-90-661 NEMA WC63.1 ISO11801	772KHz	2.2	87	117	43	-	-	-	-
		1MHz	2.6	85	115	41	-	12	-	-
		4MHz	5.6	85	115	32	-	12	-	-
		8MHz	8.5	85	115	28	-	12	-	-
		10MHz	9.7	85	115	26	-	12	-	-
		16MHz	13.1	85	115	23	-	10	-	-
Category 5	ANSI/TIA/EIA 568 B2 ANSI/ICEA S-90-661 NEMA WC63.1 ISO11801	772KHz	1.8	86	117	64	-	-	-	-
		1MHz	2.0	85	115	62	-	23	-	-
		4MHz	4.1	85	115	53	-	23	-	-
		8MHz	5.8	85	115	48	-	23	-	-
		10MHz	6.5	85	115	47	-	23	-	-
		16MHz	8.2	85	115	44	-	23	-	-
		20MHz	9.3	85	115	42	-	23	-	-
		25MHz	10.4	85	115	41	-	22	-	-
		31.25MHz	11.7	85	115	40	-	21	-	-
		62.5MHz	17.0	85	115	35	-	18	-	-
Category 5e	ANSI/TIA/EIA 568A-5 ANSI/ICEA S-90-661 NEMA WC63.1 ISO11801	772KHz	1.8	86	117	67	64	-	20.0	63.0
		1MHz	2.0	85	115	65	62	-	23.0	60.8
		4MHz	4.1	85	115	56	53	-	24.5	48.7
		8MHz	5.8	85	115	51	48	-	25.0	42.7
		10MHz	6.5	85	115	50	47	-	25.0	40.8
		16MHz	8.2	85	115	47	44	-	25.0	36.7
		20MHz	9.3	85	115	45	42	-	25.0	34.7
		25MHz	10.4	85	115	44	41	-	23.6	32.8
		31.25MHz	11.7	85	115	43	40	-	21.5	30.9
		62.5MHz	17.0	85	115	38	35	-	20.1	24.8
Category 6	ANSI/TIA/EIA 568 B2 ANSI/ICEA S-90-661 NEMA WC63.1 ISO 11801	772KHz	1.8	87	117	76	74	-	-	67.0
		1MHz	2.0	85	115	74	72	-	20.0	64.8
		4MHz	3.8	85	115	65	63	-	23.0	52.7
		10MHz	6.0	85	115	59	57	-	23.5	44.8
		16MHz	7.6	85	115	56	54	-	25.0	40.7
		20MHz	8.5	85	115	54	52	-	25.0	38.7
		31.25MHz	10.7	85	115	51	49	-	23.6	36.8
		62.5MHz	15.5	85	115	47	45	-	21.5	34.9
		100MHz	19.9	85	115	44	42	-	20.1	24.8
		200MHz	29.2	78	122	40	38	-	18.0	18.7
250MHz	33.0	78	122	38	36	-	17.3	-		

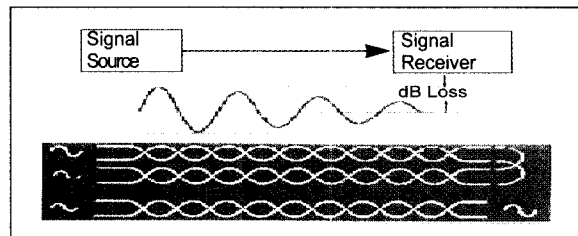
주요 전기적 특성의 이해

전기적 특성중 제반 중요 감쇄량, 근단 누화, 전력합 근단누화 및 감쇄 대 근단 누화 차의 특성에 대해 알아 보면 다음과 같다.

1) 감쇄량(Attenuation)

전송 선로의 송신측에 주어진 전력이 수신단에 도달 할 때까지 전송선로의 각종 저항 인자에 의해 신호가

약해지는데 이의 신호 손실을 감쇄량(dB)이라 한다.



UIP 7000000000000000

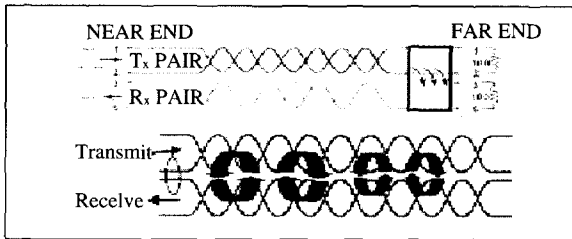
이의 특성은 도체의 구조 및 사용 재질에 따라 영향을 받으며 입력 전압(V_{1N})과 출력 전압(V_{1F})에 의한 비로 다음과 같다.

$$\text{감쇄량} = 20\text{Log}_{10}(V_{1F}/V_{1N}) \text{ (dB)}$$

2) 근단 누화

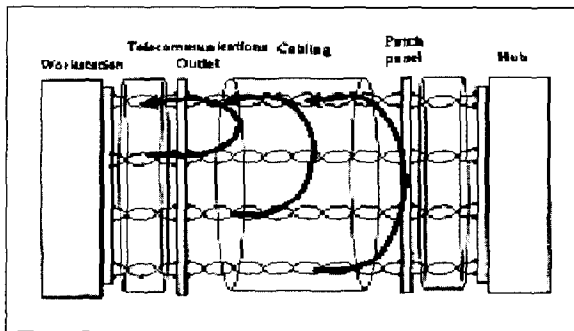
임의 회선에 신호가 전송되고 있을 때 인근 송단측에 유도되는 현상으로, 회선의 길이에 반비례하며, 전송 품질이 떨어지면 잡음, 누화등과 같은 현상이 나타난다. 이의 손실은 근단에 있는 페어에 원치 않는 신호 측정치의 입출력간의 누화로 다음 계산식과 같다.

$$\text{Next} = 20\text{Log}_{10}(V_{2N}/V_{1N}) \text{ (dB)}$$



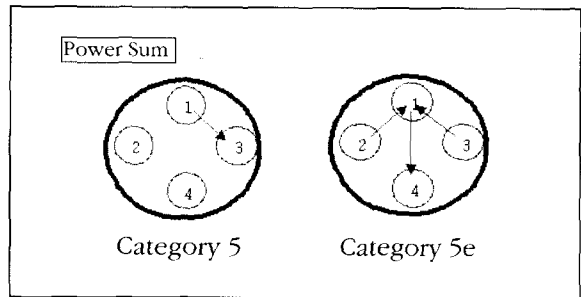
3) 전력합 근단 누화(PS NEXT: Power Sum Near End Crosstalk)

임의 회선에서 신호가 전송되고 있을 때 인근 회선 이외에 다수의 회선에 의한 누화가 미친다.



이 원치 않는 유도 또는 간섭되는 누화의 전력의 합을 말하는데 이는 Category 5e급 이상 케이블에서 더욱 중요하다.

Power-Sum의 특성을 간략히 도시하면 아래와 같이 Category 5에서는 인접 Pair간 영향을 미치나 Category 5e에서는 전Pair에 의한 영향을 측정한다.

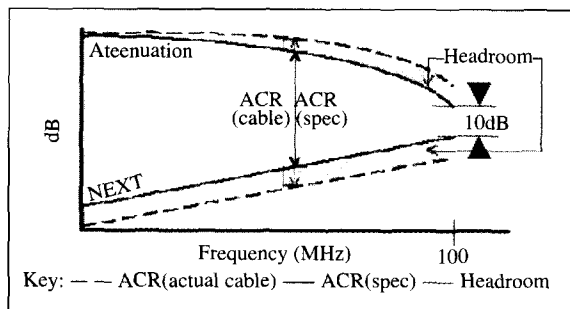


4) 감쇄대 근단 누화의 비(ACR: Attenuation to Next Ratio)

케이블에서의 신호는 감쇄 특성과 아울러 근단누화 특성에 의한 노이즈가 동시 영향을 받는다. 따라서 이 특성간의 차를 ACR이라 한다.

$$\text{ACR} = \text{NEXT} - \text{Attenuation (dB)}$$

이 특성의 값에 의해 대역폭을 결정한다. Category 5 경우 100MHz에서 10dB의 값을 갖는다.



UTP 4Pairs의 전기적 특성 시험 성적서

TAI YOUNG ELECTRONICS CO., LTD.

Cable type : UTP Cat5
 Size : 24AWG
 Test Equip. : KPA-Hr/kr
 Lot number : 2002.05.31
 Remark : W9/BL,OR,GN,BN

TEST REPORT
 Spec. No: S000 Meas. No: 1253

Customer : TAIYOUNG
 Tester : FT KIM
 Cable length : 102.00
 Temperature : 24.0

HF-Page: 7
 Date: 31.09.02

Attenuation

Frequency MHz	Pair 1 dB	Pair 2 dB	Pair 3 dB	Pair 4 dB
1.00	1.08	1.94	1.93	1.91
4.00	3.89	5.75	5.80	5.86
10.00	6.19	8.93	8.97	9.10
16.00	7.49	10.55	10.73	10.77
20.00	8.89	12.49	12.73	12.75
25.00	9.99	13.54	13.82	13.83
30.00	11.00	14.51	14.81	14.82
31.25	11.22	14.73	15.02	15.04
62.50	16.05	19.29	19.73	19.80
80.00	18.30	21.40	21.95	22.10
100.00	20.59	23.56	24.30	24.59

1.00	1.08	1.94	1.93	1.91
4.00	3.89	5.75	5.80	5.86
10.00	6.19	8.93	8.97	9.10
16.00	7.49	10.55	10.73	10.77
20.00	8.89	12.49	12.73	12.75
25.00	9.99	13.54	13.82	13.83
30.00	11.00	14.51	14.81	14.82
31.25	11.22	14.73	15.02	15.04
62.50	16.05	19.29	19.73	19.80
80.00	18.30	21.40	21.95	22.10
100.00	20.59	23.56	24.30	24.59

NEXT(Near End CrossTalk)

Frequency MHz	1-2 dB	1-3 dB	1-4 dB	2-3 dB	2-4 dB	3-4 dB
1.00	86.05	104.38	92.77	84.00	96.51	86.74
4.00	76.73	86.83	87.70	78.93	78.82	77.16
10.00	77.44	80.50	74.60	63.63	84.89	77.44
16.00	70.78	83.41	72.94	67.32	75.07	71.25
20.00	78.77	66.75	71.97	78.97	66.94	72.04
25.00	65.98	69.82	67.94	65.14	84.94	61.33
30.00	42.89	64.91	64.91	64.13	63.55	61.48
31.25	68.87	66.47	65.88	64.99	65.44	78.56
62.50	63.20	74.95	68.28	47.92	72.24	55.92
80.00	46.56	73.06	66.52	45.33	43.82	54.35
100.00	59.05	62.05	59.77	53.25	61.15	64.57

1.00	86.05	104.38	92.77	84.00	96.51	86.74
4.00	76.73	86.83	87.70	78.93	78.82	77.16
10.00	77.44	80.50	74.60	63.63	84.89	77.44
16.00	70.78	83.41	72.94	67.32	75.07	71.25
20.00	78.77	66.75	71.97	78.97	66.94	72.04
25.00	65.98	69.82	67.94	65.14	84.94	61.33
30.00	42.89	64.91	64.91	64.13	63.55	61.48
31.25	68.87	66.47	65.88	64.99	65.44	78.56
62.50	63.20	74.95	68.28	47.92	72.24	55.92
80.00	46.56	73.06	66.52	45.33	43.82	54.35
100.00	59.05	62.05	59.77	53.25	61.15	64.57

Characteristic Impedance(Input)

Frequency MHz	Pair 1 Ohm	Pair 2 Ohm	Pair 3 Ohm	Pair 4 Ohm
1.00	103.44	105.05	104.38	103.95
4.00	99.78	100.86	100.45	100.14
10.00	97.91	99.50	100.13	99.75
16.00	98.05	99.85	99.17	99.03
20.00	98.45	99.98	99.26	99.70
25.00	98.47	98.83	98.78	99.66
30.00	98.17	97.92	98.85	99.28
31.25	98.62	98.63	98.91	98.20
62.50	99.34	99.49	100.45	100.35
80.00	98.43	102.20	102.21	100.44
100.00	98.54	101.19	102.16	99.63

1.00	103.44	105.05	104.38	103.95
4.00	99.78	100.86	100.45	100.14
10.00	97.91	99.50	100.13	99.75
16.00	98.05	99.85	99.17	99.03
20.00	98.45	99.98	99.26	99.70
25.00	98.47	98.83	98.78	99.66
30.00	98.17	97.92	98.85	99.28
31.25	98.62	98.63	98.91	98.20
62.50	99.34	99.49	100.45	100.35
80.00	98.43	102.20	102.21	100.44
100.00	98.54	101.19	102.16	99.63

UTP 케이블 종류와 특성

엠블럼 제도

목적과 구분

- 1) 제도 목적
 - 구내 정보통신 설비의 고도화 추진
 - 초고속 정보 통신의 활성화
- 2) 대상 건물
 - 주거용 : 아파트 및 공동 주택단지
 - 업무용 : 6층 이상 또는 연면적 3,300㎡ 이상인 건물
- 3) 구분
 - 1등급, 2등급, 3등급 및 준 3등급으로 구분된다.



심사 기준

- 1) 1, 2, 3 등급에 대해서는 배선·배관설비, 통신실 환경등 구내 정보 통신 기반시설에 대해 심사

- 2) 준3등급에 대해서는 광통신 기술 활용 및 1.5Mbps의 서비스 제공 여부에 대해 심사

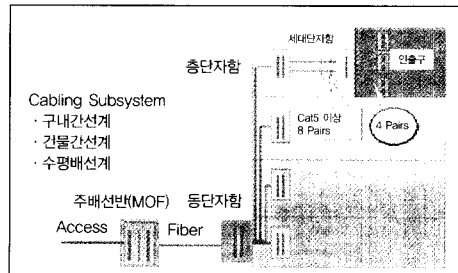


그림 14 엠블럼 1등급 APT 사례

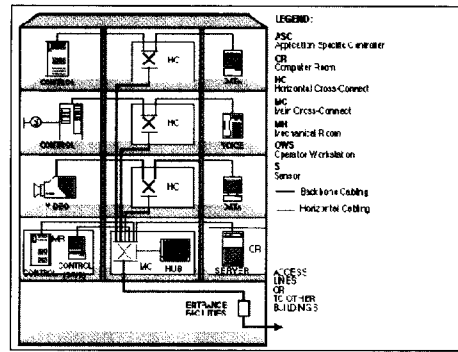


그림 15 통합 배선 사례

표 4 주거용/업무용심사 기준(요약)

		1등급	2등급	3등급	
주거용	배선방식	성형 배선			
	케이블	구내배선계	광케이블	Cat.3 이상	Cat.3 이상
		건물간선계	Cat.5 이상	Cat.5 이상	Cat.3 이상
		수평배선계	Cat.5 8Pr 이상	Cat.5 4Pr 이상	Cat.3 4Pr 이상
	접속자재 등급	배선 케이블과 동등 성능 이상			
	인출구	실별 인출구 수	2개 이상	1개 이상	1개 이상
인출구 형태		8핀 모듈러 잭	8핀 모듈러 잭	8핀 모듈러 잭	
링크성능	Class D(100MHz) 이상	Class C(16MHz) 이상	Class B(1MHz) 이상		
업무용	배선방식	성형 배선			
	케이블	구내배선계	광케이블	광케이블 또는 Cat.5 이상	Cat.3 이상
		건물간선계	광케이블	광케이블 또는 Cat.5 이상	Cat.3 이상
		수평배선계	광케이블 1조 및 Cat.5 8Pr 이상	Cat.5 8Pr 이상	Cat.3 8Pr 이상
	접속자재 등급	배선 케이블과 동등 성능 이상			
	인출구	단위면적당인출구 수	3개 이상	2개 이상	2개 이상
인출구 형태		8핀 모듈러 잭	8핀 모듈러 잭	8핀 모듈러 잭	
링크성능	Class D(100MHz) 이상	Class D(100MHz) 이상	Class C(16MHz) 이상		