

제2장

전 선(KEC 120)

2.1 전선의 선정 및 식별	24
2.2 전선의 종류(KEC 122)	30
2.3 전선의 접속(KEC 123)	35
2.4 전로의 유도장해 방지	36

제2장. 전선(KEC 120)


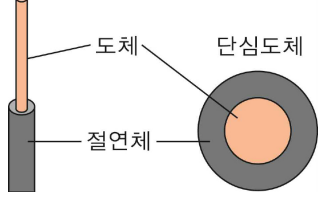
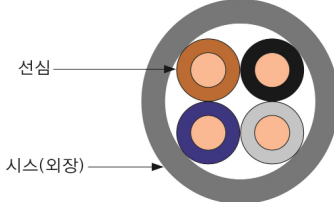


2.1 전선의 선정 및 식별

1 전선 일반 요구사항 및 선정(KEC 121.1)

전선이란(전기설비기술기준 제3조 5항) 강전류 전기의 전송을 목적으로 하는 전기도체(가공전선로의 ACSR 등의 나전선), 절연물로 피복한 전기도체(**절연전선**) 또는 절연물로 피복한 전기도체를 다시 보호 피복한 전기도체(**케이블**)이다.

[표 2.1-1] 전선의 종류

구분	나전선	절연전선(Wire)	케이블(Cable)
구조			
특징	도체만으로 이루어진 전선	도체 바깥에 피복을 한 번 입힌 전선(도체+절연물)	도체 바깥에 피복을 두 번 이상 입힌 전선 [도체+절연물+외부보호(시스)]
종류	BC, ACSR	450/750 비닐절연전선, HFIX, GV, OW, OC, DV	난연성 CV(F-CV, FR-CV, TFR-CV 등), HFCO, FR-8, PNCT, FR-CN/CO-W, TR-CN/CE-W

1) 전선의 열적성능

전선의 허용전류란 전선(절연전선, 케이블)이 정상상태에서 도체의 **최고허용온도를 초과하지 않고 연속적으로 흐를 수 있는 최대전류값**이다. 따라서 전선의 열적성능은 가장 중요한 사항이며, 열적성능은 모든 전기 제품의 공통된 규정이다.

[표 2.1-2] 도체의 최고허용온도와 절연물 및 전선의 종류

절연물의 종류	케이블의 종류	최고허용온도(℃)
PVC	450/750 비닐절연전선, VV Cable	70(일반전선)
XLPE, EPR(EP고무)	HFIX, EPR, F-CV, FR-8 Cable	90(내열전선)

2) 전선의 기본 요건

전선의 **최고허용온도**(허용전류의 중요조건), **전압강하**, **전기·기계적 응력** 등을 고려하여 설치장소의 환경조건(1~73번까지의 공사방법)에 적합한 **설치방법**을 선정한다.

3) 전선의 선정

전선은 「전기용품 및 생활용품 안전관리법」의 적용을 받는 것(**KC 제품 : 안전인증**) 또는 한국산업표준(**KS 제품 : 품질인증**)에 적합하거나 동등 이상 성능의 것을 사용하여야 하며 KS가 없는 경우에는 IEC, EN, NEC 등의 표준을 기준으로 동등 이상의 성능을 판단한다. 또한 한국산업표준인 “KS” 표시품은 의무적용 사항은 아니나 대부분 “KC” 표시품으로 시험성적서 제출 없이 적용할 수 있는 한 단계 상위의 인증제품으로 산업표준화법에 의해 국가 및 공공기관은 우선구매 대상이다.

2 전선의 식별(KEC 121.2)

1) 전선의 색상

국제표준에 따른 전선의 식별규정을 도입한 것이다. 전선의 식별 표시 목적은 공사, 유지보수의 안전 및 편의 도모, 전압측 전선 상호 및 중성선의 구별 등 오접속에 의한 사고 방지 그리고 3상 계통에서 단상부하 공급 시 상별 부하전류의 평형유지를 위한 접속 편의 등을 위해서이다. KEC 규정에 따른 전선의 식별은 [표 2.1-3]과 같다.

[표 2.1-3] 전선(교류)의 식별

〈내선규정〉			〈KEC 적용 : KS C IEC 60445〉		
상구분	색상		상구분	색상	
R	흑색		L1	갈색	
S	적색		L2	검은색(흑색)	
T	청색		L3	회색	
N	백색 or 회색		N	파란색(청색)	
접지선	녹색		보호(PE) 도체	녹색/노랑 (녹색 바탕에 노란 줄)	

※ 접지선은 분전반, 전동기 등의 외함(노출도전부)에 접속하여 고장 시 누설전류에 의한 접촉으로부터 **감전보호를 위한 감전보호용 도체**, 즉 **보호도체(PE도체, protective earth conduct)**이다.

2) 직류도체의 색상(KS C IEC 60445)

직류도체의 경우는 극성[DC L+, DC L-, M(중간도체), N(중성선도체)] 표시를 알파벳 표기에 의한 방법으로 하여야 하며, 색상 구분은 [표 2.1-4]를 적용한다.

[표 2.1-4] 직류도체의 색상(KS C IEC 60445)

상(문자)	색상	비고
L+	빨간색(적색)	
L-	하얀색(백색)	
PEM(중간도체)	파란색(청색)	
N(중성선도체)	파란색(청색)	

3) 전선의 색상 식별방법

색상 식별이 중단 및 연결 지점에서만 이루어지는 나도체, 검은색의 단심케이블(CV) 등은 전선 중단부에 색상이 반영구적으로 유지될 수 있는 도색, 밴드(충전부 보호용 튜브 또는 캡의 색상 등), 색 테이프 등의 방법으로 표시해야 한다.

(1) 검은색의 단심 케이블(CV) 등의 색상 식별

슬리브의 적용 목적은 충전부(도체, 도전부)의 감전보호 중 기본보호이다.

대부분의 단심케이블은 흑색으로 판매되므로 배선차단기(MCCB) 등 접속단자의 슬리브(튜브) 색상으로 [그림 2.1-1]과 같이 적용하여 전선의 색상을 식별할 수 있다.



[그림 2.1-1] 상별 색상구분(예)

(2) 단상회로의 색상

3상 회로에서 분기되는 단상회로의 전선 색상은 분기 전 색상과 동일한 색상으로 하며, 단상 회로의 전압선은 갈색, 검은색, 회색 중 어느 하나의 것으로 하고 중선선 및 보호도체는 상기 표에 따른다. 단, 동일 공간에서 전등, 전열의 경우 한 가지 색상을 적용하여 부하의 유형별 유지관리 등에 필요한 경우 여러 가지 색상의 적용이 가능하다.

2.2 전선의 종류(KEC 122)

1 절연전선(KEC 122.1)

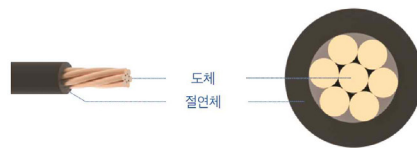
저압 절연전선은 「전기용품 및 생활용품 안전관리법」의 적용을 받는 것 이외에는 KS에 적합하거나 동등 이상의 성능을 만족하는 것으로써 450/750 V 비닐절연전선, 450/750 V 저독성 난연가교폴리올레핀절연전선(HFIX), 450/750 V 고무절연전선을 사용하여야 한다.

1) 절연전선(Wire)의 구조와 적용

- (1) 절연전선의 구조는 도체와 절연체로 이루어지며 도체의 구조에 따라 단선과 연선이 있다. 단선은 유연성 때문에 10 mm²까지만 가능하고 모두 연선을 사용하여야 한다. 국내에서는 배선기구인 콘센트, 스위치 등이 시공의 편의성 등으로 꽂음식으로 제작되며, 절연전선은 범용으로 4 mm²까지 단선으로 공급하고 있다.



[그림 2.2-1] 단선의 구조



[그림 2.2-2] 연선의 구조

- (2) 절연전선은 옥내배선용과 옥외배선용이 있다.

- ① 옥내배선용 절연전선과 모든 절연케이블은 도전율이 높은(약 100%) **연동선**이 적용된다.
- ② 옥외배선용 절연전선인 **옥외용비닐절연전선(OW)**과 **인입용비닐절연전선(DV)**은 구리의 비중이 8.92로 매우 무거워 인장강도가 큰 **경동선**(도전율 : 95%)이 적용되며, 도체가 경동선인 OW와 DV는 옥내배선공사에 사용할 수 없다.

2) 옥내배선 적용 절연전선

국내에서 적용되고 있는 옥내배선용 절연전선으로는 KS C IEC 60227-3으로 제조된 450/750 V 비닐절연전선과 내열전선으로 KS C 3341 표준에 의한 450/750 V 저독성 난연가교폴리올레핀절연전선(HFIX)을 사용하고 있다.

(1) 일반 배선용 : 450/750 V 비닐절연전선

KS C IEC 60227-3의 이 표준에는 450/750V의 일반용(옥내배선용, NR)과 300/500 V의 기기배선용(NRI)이 있다. 즉, 300/ 500 V의 제품은 조명등기구, 쇼케이스 등의 기기배선용이므로 옥내배선용으로 사용하지 않는 것이 타당하며, 450/750 V 비닐절연전선은 옥내배선용으로 주택 등 내부의 전등·전열용, 일반 동력용으로 사용 가능하다.

(2) 내열 배선용 : 450/750 V 저독성 난연가교폴리올레핀절연전선(HFIX)

450/750 V HFIX 전선은 내열전선이자 난연전선이므로 주택에서 세대 내의 전등·전열뿐만 아니라 소방법상 요구되는 복도, 지하 주차장 등의 비상조명용, 자동 화재탐지설비의 신호전달용 및 비상동력용의 내열배선 및 콘크리트 구조체 내의 내화배선으로 모두에 적용 가능한 제품이다.

- HF : 저독성 난연(Halogen Free Flame Retardant), **폴리올레핀 재료의 특성**
- I : 절연전선(Insulation Wire)
- X : 가교폴리올레핀(Cross-Linked Polyolepin), **가교에 의한 내열특성**

2 코드(KEC 122.2)

코드는 「전기용품 및 생활용품 안전관리법」에 의한 안전인증을 취득한 것을 사용한다. 코드는 이 규정에서 허용된 경우(**기구부착용 코드의 길이는 2 m 이하**)에 한하여 사용할 수 있다.

3 캡타이어케이블(KEC 122.3)

캡타이어케이블은 「전기용품 및 생활용품 안전관리법」의 적용을 받는 것 이외에는 KS C IEC 60502-1(정격전압 1 kV~30 kV 압출성형절연 전력케이블 및 그 부품-제1부 : 케이블(1 kV~3 kV))에 적합한 것을 사용하여야 한다.

[참고] 저압용 캡타이어케이블의 구분

(KS C IEC 60502-1의 적용에 따라 제2,3,4종 없어짐)

1) 캡타이어코드와 같은 구조(구, 제2종 캡타이어케이블)

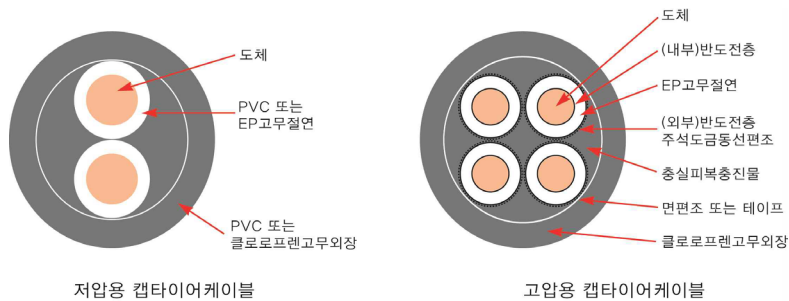
선심도체를 충실 압출 외장한 것으로 이동용으로는 부적합하다.

2) 클로로프렌 캡타이어케이블 같은 구조(구, 제3종 캡타이어케이블)

선심도체를 충실 압출한 위에 먼 테이프를 감고 클로로프렌고무를 압출 외장한

것으로 일반적으로 제3종 캡타이어케이블을 적용하는 것이 바람직하다.

- 3) “2)”의 캡타이어케이블 위에 다시 면테이프를 감고 클로로프렌고무를 입힌 것 (구, 제4종 캡타이어케이블) : 클로로프렌고무외장을 두 번 한 것이다.



[그림 2.2-3] 캡타이어케이블 구조 예

4 저압케이블(KEC 122.4)

국내 적용 저압케이블은 난연성 CV, HFCO, FR-8 케이블이 적용된다. 이들은 모두 절연체로 가교폴리에틸렌(XLPE)을 사용하므로 같은 허용전류표(90℃)를 적용한다.

1) 가교폴리에틸렌절연비닐외장케이블(CV)

F-CV, FR-CV, TFR-CV 등은 모두 난연성 CV케이블의 제조사 상품명이며, 난연성이란 불꽃이 있을 때는 타고 불꽃이 제거되면 자기소화성이 있는 전선이다. 비닐외장케이블의 대표적인 케이블로서 가교폴리에틸렌(XLPE, 절연물의 최고 허용온도 90℃)절연에 의한 내열특성을 가지며 대부분의 전력케이블로 사용되고 있다. 케이블트레이 적용 케이블의 난연화 시설조건에 따라 국내에서는 난연성 CV케이블이 생산되고 있다.

[참고] 불연 및 난연 케이블

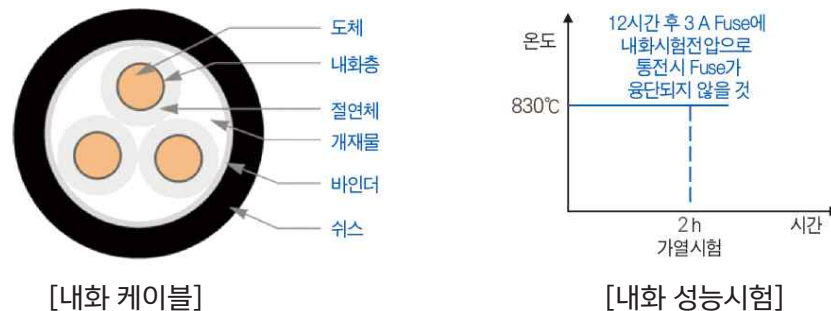
- ① 전기설비기술기준에 정한 특성을 가지는 케이블
- ② 불연케이블 : 동관 속에 동도체와 절연체로 산화마그네슘을 적용한 MI케이블이 있으나 고가이며 시공성을 고려하여, 금속관공사, 1종 금속제가요전선관 등에 의한 불연시공으로 시설하고 있다.
- ③ 난연케이블 : 난연 성능을 가지는 케이블로서 난연성 CV, HFCO가 대표적이다.
- ④ 불연성 : 불꽃이나 아크, 고열에 의하여 연소되지 않는 성질
- ⑤ 난연성 : 불꽃에서는 착화하여도 잘 연소하지 않는 것으로 자기소화성이 있다.
- ⑥ 건교부 고시 : 불연, 준불연, 난연(KS F 2271 : 난연 1~3급)

2) 저독성 난연폴리올레핀외장케이블(HFCO)

가교폴리에틸렌 절연에 의한 내열특성과 폴리올레핀 외장의 저독성 난연(Halogen Free Flame Retardant) 특성을 가진 케이블이다. CV케이블과 같은 성능의 전력케이블로 특히 화재 시 케이블 재료에 의한 **유독가스의 피해가 예상되는 대형 지하상가** 등의 적용에 적합하다.

3) 내화케이블(FR-8)

FR-8은 도체와 절연체 위에 **무기물질인 유리섬유를 감아 내화특성**을 가지는 소방법상 내화케이블이다. 절연체로 가교폴리에틸렌(XLPE)을 적용하여 평상시에도 엘리베이터 등의 비상전원공급 케이블로 사용되고 있다.

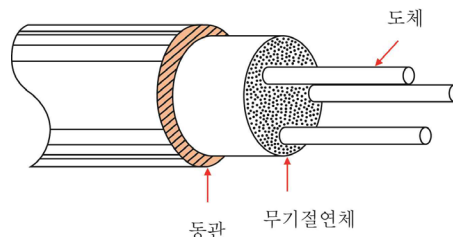


[그림 2.2-4] 내화케이블

[참고] MI케이블(Mineral Insulated Cable)

무기물절연 케이블을 의미하는 것으로 KS C IEC 60702-1(정격전압 750 V 이하 무기물 절연케이블 및 그 단말부-제1부: 케이블)에 따라 「경부하급(Light Duty Grade)」의 500 V 급과 「중부하급(Heavy Duty Grade)」의 750 V 급이 있다.

이 케이블은 동관 속에 사전에 동선 도체와 절연물로서 분말 모양의 산화마그네슘이나 기타 절연성이 있는 무기물을 충전하고 이것을 압연한 다음 열처리해서 만드는 것으로 주로 선박용으로 사용한다

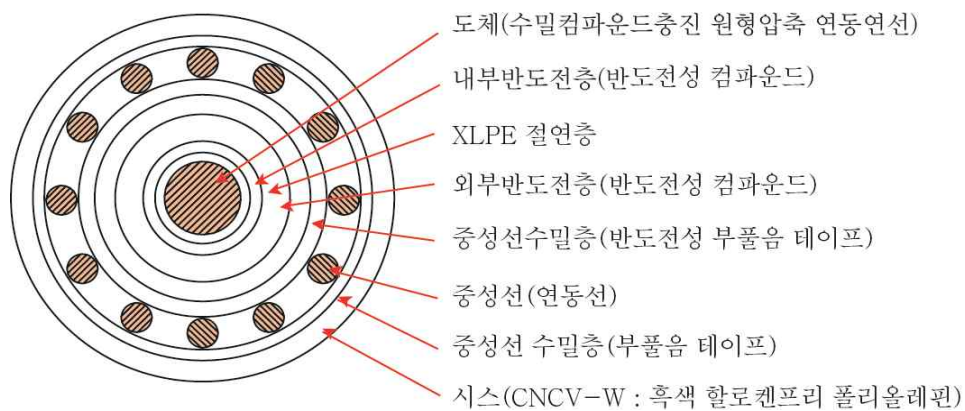


[그림 2.2-5] 무기물 절연(MI) 케이블 구조 예

5 22.9 kV-Y 지중 전력케이블용 수밀형 동심중성선 CV케이블

1) 동심중성선 CV케이블의 구조와 특성

22.9 kV-Y 선로와 같은 지락전류가 큰 직접접지계통의 배전선로에서 지중전력케이블로 수밀형 동심중성선 CV케이블이 사용되고 있다. 이 케이블은 CV케이블에 동심중성선(PEN도체 : 중성선과 보호도체 겸용, 정전차폐 역할)을 추가하여 과대한 지락전류를 흘릴 수 있도록 제작하여 지락사고로 인한 케이블의 손상을 방지하기 위한 것이다.



[그림 2.2-6] FR-CN/CO-W 케이블의 구조

2) 동심중성선 CV케이블의 적용

현재 적용되고 있는 동심중성선 CV케이블은 모세관현상에 의한 물의 침투를 방지하기 위하여 도체에 수밀 컴파운드를 처리한 수밀형이 적용되고 있다.

(1) 폴리올레핀(PO) 외피

외부도체(PEN 도체)의 아래 위에 부풀음 테이프를 넣고 흑색의 폴리올레핀을 동심원상으로 압출 피복할 것. 즉 **FR-CN/CV-W(저독성 난연전력케이블)**로 **일반 수용가의 인입용 케이블 및 한전의 공동구(전력구)에 사용**되고 있다.

(2) 폴리에틸렌(PE) 외피

폴리에틸렌 외피(외부도체까지 PE로 채운 충실형)를 적용한 **TR-CN/CE-W**와 **TR-CN/CE-W/AL** 케이블로 **한국전력공사의 지중 배전선로**에 사용되고 있다.


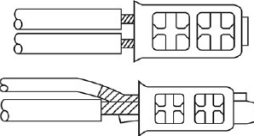
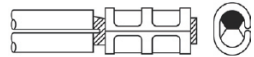

2.3 전선의 접속(KEC 123)

전선을 접속하는 경우에는 전선의 **전기저항을 증가시키지 않도록 접속**하여야 한다. 저항을 증가시키지 않기 위한 방법으로 접속 면적을 크게 하는 방법과 도전율이 높은 금속(은의 도전율 106 %)을 도금하는 것으로 버스 바의 접속부분을 은도금하는 이유이다.

1 나전선 상호 또는 나전선과 절연전선과 접속

- 1) 전선의 세기 : 인장하중을 20% 이상 감소시키지 아니할 것.
- 2) 접속부분 : **접속관 기타의 기구를 사용**할 것.([표 2.3-1] 참조)

[표 2.3-1] 접속관 기타의 기구(KEC핸드북 표 H123-1 발췌)

구분	종 류	비 고
종단 접속	나사형 전선 커넥터	 <ul style="list-style-type: none"> 전선의 피복이 커넥터 내에 있을 것 날이 있는 것은 단선과 기구선의 접속은 할 수 없다.
	링 슬리브	 <ul style="list-style-type: none"> 압착공구를 사용하여 2개소 압착
		 <ul style="list-style-type: none"> C형 전선접속기 등에 의한 접속
전선의 접속	S형 슬리브	 <ul style="list-style-type: none"> 직선 접속

2 전기부식 방지

도체에 알루미늄을 사용하는 전선과 동을 사용하는 전선을 접속하는 등 전기 화학적 성질이 다른 도체(이종금속)를 접속하는 경우에는 접속부분에 전기적 부식(이종금속접속 부식)이 생기지 않도록 할 것.

전기부식이란 화학적으로 금속이 감소하는(녹는) 현상으로 이종금속접속 부식과 외부전류유출에 의한 부식이 있다. 전기설비에서는 주로 이종금속접속에 의한 부식전위차에 의해 발생한다. **전식은 전기부식의 줄인 말**로 사용하였으나 잘못 인식하는 경우가 있어 사용하지 않는다.(2023.12.19 개정)

[참고] 이종금속접속부식 방지 대책

- 1) 서로 다른 금속인 알루미늄과 동은 전해질 용액 안에서 이온화에 의한(부식)전

위차가 생겨 알루미늄이 부식된다. 따라서 알루미늄 전선과 동전선과의 접속은 알루미늄선용의 접속 기구류(커넥터, 슬리브)를 사용하고 그 접속 부분에는 컴 파운드를 사용하여 접속 후에 그 개소에 산화 피막이 형성되어 전기저항이 증가하거나 습기 등이 들어가 습식이나 전기부식을 일으키는 것을 방지한다.

- 2) 알루미늄을 동에 비해 접속 부분을 크게 하면 전류 밀도가 낮아지는 성질(Mass Anode 원리, 부식전위가 낮은 금속이 녹는 현상으로 알루미늄이 녹는 것)이 있으므로 안전성을 확보하기 위해 동선과 알루미늄선의 사이에 알루미늄제의 스페이서를 넣고 전선 상호가 직접 접촉하지 않도록 하고 있다.

2.4 전로의 유도장해 방지

1 전자유도장해 방지(전자차폐)

전자유도는 **고장 시 큰 고장전류(단락, 또는 지락전류)로 발생한 전자력**에 의하여 이웃하는 통신선(제어선)에 유기기전력의 발생(위험전압)에 의한 인명의 위해와 전자통신장비의 파괴를 가져올 수 있다. 따라서 페리데이의 전자유도법칙에 의한 유도기전력의 차폐를 위하여 투자율이 높은 강자성체를 적용하여 자로를 구성하여 내부의 케이블을 보호하는 방식이다.

- 1) 투자율이 높은 금속(철, 니켈, 코발트, 망간)으로 제작된 **금속전선관, 강제금속 덕트 등의 강자성체**에 의한 전자적인 사항을 고려하면 된다.
- 2) 특히, 감시제어설비 등에서 신호의 일그러짐이 큰 영향을 미치는 **아날로그신호의 전송선로**는 유도장해 방지대책으로 전선과 전로재료의 선정이 중요하다.

2 정전유도장해 방지(정전차폐)

정전유도는 **평상시 선도체 전류와 선로정수의 불평형**에 의한 정전용량(케패시터)에 의하여 발생한다.

- 1) 정전유도에 의한 전류(전자의 이동)가 잘 흐를 수 있는 구리, 알루미늄 등의 도전율이 높은 도체로 차폐(셴드)한다.
 - 2) 케이블의 셴드선을 접지하여 대지로 방출시키는 방식이다.
 - 3) 접지를 전제로 차폐(셴드)케이블을 사용하면 90% 이상 방지된다.
3. **전자차폐와 정전차폐**는 특성이 완전히 다르므로 **차폐방법을 분리**하여 실시하여야 한다.

