

IEC 60364(건축전기설비)

IEC는 International Electrotechnical Commission(국제전기표준회의)의 약자로 전기 관계의 국제 표준화를 목적으로 설립된 국제단체로서 각국을 대표하는 표준화 기관으로 구성되어 있다. IEC의 소재지는 제네바 비정부 기구이며 스위스 민법 제60조에 따른 사단법인이다.

해설 _ 한찬호 기술사 / (주)천일E&C

413.2.5

전위(電位)가 전도될 우려가 있는 도전부가 절연 외함을 통과해서는 안된다. 절연 외함에 절연재 나사를 사용한 경우 이것을 금속 나사와 교환했을 시에 절연 외함의 절연성을 손상시키는 물질이어서는 안된다.

<비고> 기계적 연결부 또는 접속부(예 : 불박이 장치의 조작핸들)가 절연 외함을 통과해야 하는 경우에는 고장시 감전에 대한 보호의 기능이 손상되지 않는 방법으로 배치해야 한다.

413.2.6

절연 외함의 뚜껑이나 문을 공구 또는 열쇠를 사용하지 않고도 열 수 있다면, 개방했을 때 접근이 가능한 전체 도전부를 작업자가 무의식적으로 접촉하는 것을 방지하기 위해 보호등급 IP2X 이상이 절연 장벽의 후부에 두어야 한다. 이러한 절연 장벽은 공구를 사용해서만 제거 할 수 있어야 한다.

413.2.7

절연외함으로 둘러싸인 도전부를 보호선에 접속해서는 안 된다. 단, 전원회로가 외함을 관통하는 전기기기의 다른 품목들을 사용하기 위해 외함을 관통할 필요가 있는 보호선을 접속하기 위한 준비를 할 수 있다. 외함의 내부에서는 이들 도체 및 단자는 모두 충전부로 간주하여 절연하고 그 단자에 적절하게 표시를 해야 한다.

관련 기기의 규격에서 특별히 규정하지 않는 한 노출도전부

와 중간부를 보호선에 접속해서는 안된다.

413.2.8

외함은 이러한 방법으로 보호하고 있는 기기의 기능에 악영향을 미쳐서는 안된다.

413.2.9

413.2.1.1에 제시된 기기의 설치(예 : 고정, 도체의 접속 등)는 해당 기기의 규격에 따라 보호기능을 손상하지 않는 방법으로 실시해야 한다.

413.3 절연 장소

<비고> 이 보호수단은 충전부의 기본절연 고장으로 인해 서로 다른 전위가 발생할 우려가 있는 부분에 대한 동시접촉을 방지하는 것을 목적으로 한다.

다음 조건을 모두 만족할 경우 0종기기의 사용을 인정한다.

413.3.1

노출도전부는, 충전부의 기본절연 고장으로 인해 서로 다른 전위가 발생할 우려가 있는 경우, 통상의 환경에서 인체가 다음과 같은 부분에 동시에 접촉하지 않도록 배치해야 한다.

- a) 두 개의 노출도전부
- b) 하나의 노출도전부와 계통의 도전부

413.3.2

절연장소에서는 보호선이 없어야 한다.

413.3.3

이러한 절연구간에 절연성 바닥 및 벽이 있고 다음 중 하나 또는 그 이상이 적용된 경우에는 413.3.1을 충족한다.

- a) 노출도전부 사이의 간격뿐만 아니라 노출 도전부와 계통의 도전부 사이의 적절한 간격. 두 부분간의 거리가 2m 이상인 경우는 적절한 간격으로 보아도 무방하다. 접촉 범위를 벗어나면 두 부분간의 거리를 1.25m로 줄여도 무방하다.
- b) 노출도전부와 계통의도전부 사이에 유효한 장애물의 삽입. 장애물에 의해 거리가 a)에 제시된 값을 초과한 경우에 삽입된 장애물은 충분히 유효하다. 삽입된 장애물은 대지 또는 노출도전부에 접촉해서는 안된다. 또한 장애물은 가능한 한 절연재료로 구성되어야 한다.
- c) 계통의 도전부의 절연 또는 절연처리. 절연은 충분한 기계적 강도를 가지고 2000V 이상의 시험전압을 견디는 것이어야 한다. 누설전류는 통상 사용조건에서 1mA 이하이어야 한다.

413.3.4

IEC 60364-6에 규정된 조건하에서 절연성 바닥과 벽의 저항은 각 측정점에서 다음 값 이상이어야 한다.

- 설비의 공칭전압이 500V 이하의 경우 : 50kΩ
- 설비의 공칭전압이 500V를 초과한 경우 : 100kΩ

〈비고〉 어떠한 점에서도 저항이 규정값 미만인 경우 그 바닥과 벽은 감전에 대한 보호의 측면에서 계통외 도전부로 보아야 한다.

413.3.5

배치는 영구적이어야 하며 그 배치를 무효하게 해서는 안된다. 또한 이동형 또는 휴대형 기기를 사용하는 경우에는 확실한 보호가 이루어져야 한다.

〈비고〉 1. 전기설비가 충분히 관리되고 있지 않다면 차후 추가 도전부(예 : 이동형이나 휴대형 1종기기 또는 금속 수도관 등의

계통외 도전부)가 삽입될 경우 위험이 발생할 수 있으므로 주의가 필요하다. 이 경우는 413.3.5에 부합하지 않는다.

- 2. 바닥 및 벽의 절연이 습기의 영향을 받지 않도록 하는 것이 중요하다.

413.3.6

계통외 도전부가 외부적으로 해당 장소에 전위를 야기하지 않도록 조치를 취해야 한다.

413.4 비접지 국부 등전위 접속에 의한 보호

〈비고〉 비접지 국부 등전위 접속은 위험한 접촉전압의 발생을 방지하는 것을 목적으로 한다.

413.4.1

등전위 접속 전선은 동시에 접근이 가능한 모든 노출도전부 및 계통외 도전부를 상호 접속해야 한다.

413.4.2

비접지 국부 등전위 접속 계통은 노출도전부 또는 계통외 도전부를 통하여 대지에 직접 전기적으로 접촉해서는 안된다.

413.4.3

특히 대지로부터 절연된 도전성 바닥이 비접지 등전위 접속 계통에 접속되어 있는 경우에는 등전위 장소 내에 있는 사람이 위험한 전위차에 노출되지 않도록 주의해야 한다.

413.5 전기적 이격

〈비고〉 개별회로의 전기적 이격은 회로의 기본절연 고장으로 인해 노출도전부가 충전되고 거기에 접촉함으로써 감전전류가 흐르는 것을 방지하는 것을 목적으로 한다.

413.5.1

전기적 이격을 통한 보호는 413.5.1.1에서 413.5.1.5까지의 모든 요구사항 및 다음 규정에 적합해야 한다.

- 하나의 장치에 공급되는 경우 (413.5.2 참조)

- 두개 이상의 장치에 공급된 경우 (413.5.3 참조)

<비고> 회로의 공칭전압(V)과 배선 계통의 길이(m)의 곱이 100,000를 넘지 않는 것이 바람직하다. 배선 계통의 길이는 500m를 넘지 않는 것이 좋다.

413.5.1.1

회로는 다음과 같은 이격 전원에서 공급되어야 한다.

- 절연변압기(검토 중) 또는
- 상기 절연변압기와 동등한 안전등급을 갖는 전원(예 : 동일 절연 권선을 갖는 전동발전기. 하나의 전원 계통에 접속하는 이동형 전원)

<비고> 특히 높은 시험전압에 견디는 성능은 필요한 절연등급을 보장하는 방법으로 인식되고 있다.

하나의 전원 계통에 접속하는 이동형 전원은 413.2에 따라 선정하여 설치해야 한다.

고정형 전원은 다음 중 하나이어야 한다.

- 413.2에 따라 선정, 설치한 것
- 413.2의 조건을 충족하는 절연으로 출력을 입력 및 외함으로부터 이격한다. 이러한 전원이 복수의 기기에 공급될 경우에는 해당 기기의 노출도전부를 전원의 금속 외함에 접속해서는 안 된다.

413.5.1.2

전기적으로 이격된 회로의 전압은 500V 이하이어야 한다.

413.5.1.3

분리시킨 회로의 충전부는 어떠한 부분에서도 다른 회로 또는 대지와 접속되어서는 안 된다. 지락 위험을 방지하기 위해, 특히 가요성 케이블과 코드와 같은 부분이 대지로부터 절연되어 있는지 각별히 주의를 기울여야 한다.

배치는 절연변압기의 입력과 출력 간의 전기적 이격을 보장하는 것이어야 한다.

<비고> 전기적 이격은 계전기, 접촉기, 보조 개폐기와 같은 전기기기의 충전부와 다른 회로 사이에 특히 필요하다.

413.5.1.4

가요성 케이블과 코드는 기계적 손상을 받기 쉬운 부분 전

체에 걸쳐 육안으로 확인할 수 있어야 한다. 그 유형에 대한 세부사항은 아직 검토중이다.

413.5.1.5

이격 회로에서는 개별 배선 계통을 사용하는 것이 바람직하다. 이격 회로와 다른 회로에 동일 배선 계통의 전선사용이 불가피한 경우에는 금속 외장이 없는 다심케이블이나 절연성 전선관, 덕트 혹은 트렁킹에 넣은 절연도체를 사용해야 한다. 이 경우에 정격전압은 여기서 발생할 우려가 있는 최대전압 이상이어야 하며 각 회로는 과전류에 대해 보호되어야 한다.

413.5.2

장치의 단일 품목에 전원을 공급할 경우, 이격 회로의 노출도전부는 다른 회로의 보호선 또는 노출도전부에 접속해서는 안 된다.

<비고> 이격 회로의 노출도전부가 고의로 또는 우연히 다른 회로의 노출도전부에 접촉할 우려가 있는 경우 감전에 대한 보호는 단순히 전기적 이격에 의한 보호뿐만 아니라 다른 회로의 노출도전부가 필요로 하는 보호수단에 더 이상 의존하지 않는다.

413.5.3

손상과 절연사고로부터 이격회로를 보호하기 위한 예방조치가 취해진 경우에는 413.5.1.1에 적합한 전원으로 413.5.3.1에서 413.5.3.4까지의 모든 요구사항이 충족된다면 복수의 장치에 공급할 수 있다.

<비고> 413.5.2의 비고 참조

413.5.3.1

이격 회로의 노출도전부는 절연된 비접지 등전위 접속 전선을 통해 상호 접속해야 한다. 이러한 도체는 다른 회로의 보호선이나 노출도전부 또는 기타 계통의 도전부에 접속해서는 안 된다.

<비고> 413.5.2의 비고 참조

413.5.3.2

모든 콘센트는 413.5.3.1에 따라 설치한 등전위 접속 계통에 접속해야 할 보호접점을 갖추고 있어야 한다.

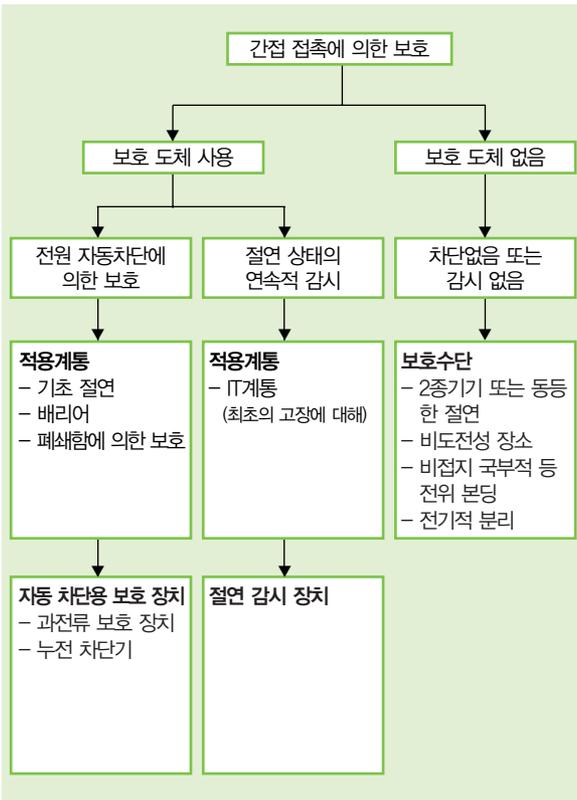
413.5.3.3

2중기기에 사용할 경우를 제외하고 모든 가요성 케이블은 등전위접속용 도체로서 사용하기 위한 보호선을 갖추고 있어야 한다.

413.5.3.4

두개의 노출도전부에 영향을 미칠 수 있는 두 가지 고장이 발생하고 극성이 서로 다른 도체로부터 전원이 공급되는 경우, 보호 장치는 [표 41A]에 제시된 시간 이내에 전원을 확실히 차단할 수 있어야 한다.

간접접촉보호 해설
[IEC 60364-4-41의 413]



[그림 413-1] 간접 접촉에 대한 감전보호의 체계

1. 간접 접촉 보호의 체계

간접 접촉 보호란 전원 자동 차단에 의한 보호, 2중 기기 사용에 의한 보호, 비도전성 장소에 의한 보호가 규정되어 있다. 이 적용 체계를 나타내면 [그림 413-1]과 같다.

2. 간접접촉보호

1) 전원의 자동 차단에 의한 보호(IEC 60364-4-41의 413.1) 절연 고장시 전원을 자동적으로 차단하는 목적은 그 때 발생하는 위험한 접촉 전압을 제거해 사람과 가축이 감전되는 것을 방지하는 것이다. 이 목적을 확실하게 달성하기 위해 다음과 같은 접지 계통의 종류와 보호 장치의 종류 및 특성과의 협조가 필요하다.

- 전원접지 : 전원의 공급원(변압기) 접지시스템
- 전기기기 접지 : 시스템의 배전 계통 안의 보호 도체를 통해 접지하거나 단독으로 접지 전극에 직접 접속하는 상태
- 보호장치 종류(예 : 과전류 차단기, 누전차단기)와 그 동작 특성이 조건을 만족 여부

(1) 공통적 조건

전원 자동 차단에 의한 보호를 검토하는 경우의 공통적 조건은 다음과 같다.

① 보호 접지

노출 도전성 부분은 각 접지 계통(TN, TT, IT)별로 정해진 조건에 따라 보호 도체에 접속해야 한다. 동시에 접근 가능한 노출 도전성 부분은 위와 같은 보호 도체에 개별, 그룹 또는 한꺼번에 접속해야 한다.

② 허용 접촉 전압의 한계값과 전원 차단

교류 50V(실효값) 또는 직류 120V(리플프리)를 초과하는 접촉 전압이 생리학상 유해한 영향을 미치는 시간이 지속되지 않도록 전기 회로 또는 전기 기기의 충전부와 노출도전성부분 또는 보호 도체와의 사이에 교류 50V(실효값)를 초과하는 접촉전압이 발생할 경우는 그 전원을 자동적으로 차단하여야 한다.

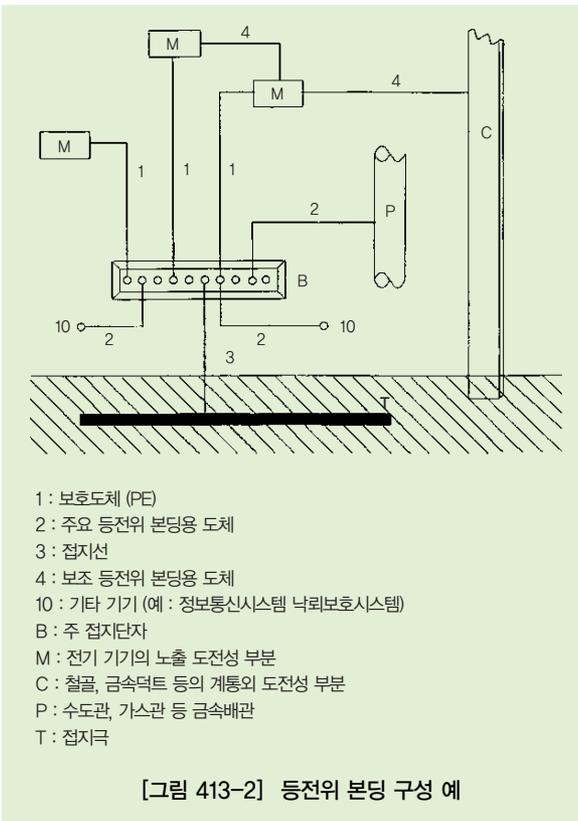
[그림 41-2]는 인체 통과 전류와 통전 지속 시간의 관계를 나타낸 것이다. 이 그림의 I_{c} 곡선 좌측과 아래쪽 범위에서 동작(차단)하는 보호 장치를 사용할 필요가 있다.

[그림 41-3]은 인체 통과 전류를 접촉 전압으로 환산한 것이다. 이 경우 최대 허용 접촉전압은 50V 이다.

허용 접촉 전압의 한계값은 특별한 환경 조건에서 위의 경우보다 낮은 값을 요구하는 경우가 있다. 전원 자동 차단에 의한 상세한 내용은 IEC 61200-413(감전의 자동 차단에 의한 간접 접촉 보호 수단의 설명서)을 참조한다.

2) 등전위 본딩(IEC 60364-4-41의 413.1.2)

① 등전위 본딩



각 건축물에서는 전원 인입구에서 다음의 도전성 부분을 주요 등전위 본딩 도체에 접속해야 한다.

- 주 보호 도체
- 주 접지선 또는 주 접지 단자
- PEN 도체(TN-C 계통의 경우)
- 수도관
- 가스관
- 중앙 난방 설비 및 공조 설비

- 건물 구조의 금속 부분, 기타 금속 배관

[그림 413-2]에 등전위 본딩 구성 예를 나타낸다.

등전위 본딩은 접근 가능한 도전성 부분간에 동시에 접촉한 경우에도 위험한 접촉전압이 발생하지 않도록 하기 위한 전기적 접속이다.

위와 같은 도체 부분은 바꾸어 말해 전기 기기 금속제 외함의 노출 도전성 부분 또는 건물내 도전성 구조물과 배관 등의 계통의 도전성 부분이다.

등전위 본딩은 안전성과 보호면에서 대지 전위에 가까운 전위여야 한다.

② 주요 등전위 본딩

(-) 주요 등전위 본딩은 건축물 내부에 전기설비 안전상 상당히 중요하다. 계통의 도전성 부분을 설비의 주접지 단자에 접속함으로써 등전위 영역이 형성된다. 주택 설비와 같은 소형 설비에서는 일반적으로 이런 등전위 영역이 1개의 영역으로 구성된다. 이로써 대형설비(예를 들어 공장, 대형 사무실 빌딩, 병원, 고층 빌딩)에서 수많은 등전위 영역이 생기는 경우가 있다. 또한 1개의 전원설비로 수많은 건물에 전기를 공급하는 경우 주요 등전위 본딩은 개별적인 건물 인입구에 공사되며 각 건물 내에 개별적인 등전위 영역을 형성한다.

(-) 등전위 영역을 형성하는 목적은 계통의 도전성 부분간 또는 계통의 도전성 부분과 노출 도전성 부분과의 접촉 전압을 가능하면 줄이는 것이다. 등전위 본딩 접속으로 이 모든 부분이 동일한 전위가 되거나 적어도 동일한 정도의 전위가 되는 것으로 여겨진다.

(-) 지락고장시 이 영역의 주접지 단자는 대지 전위 이상의 수 볼트 전압으로 되는 경우가 많다. 이 단자에 접속되어 있는 모든 계통의 도전성 부분과 노출 도전성 부분도 동일한 전위가 되는 것으로 여겨지며 등전위 영역 내에 있는 사람에게는 감전 위험이 없다.

(-) 주요 등전위 본딩은 접지 계통 종류에 관계없이 전기설비에서의 감전 위험을 줄이는 효과가 있다.

즉, 접지계통(TN, TT, IT)에 따라 각각 주요 등전위 본당의 중요도가 달라진다.

③ 보조 등전위 본당

(ㄱ) 설비 또는 일부에서 자동 차단 조건(IEC 60364-4-41의 413.1.1.1 참조)이 만족되지 않는 경우 보조 등전위 본당을 실시해야 한다(그림 413-2의 "4"로 나타났다. 그러나 보조 등전위 본당을 실시했다고 해서 전원 차단 필요성이 배제되는 것은 아니다.

(ㄴ) 보조 등전위 본당을 목욕탕 또는 수영장과 같은 특수한 장소에서 실시하는 경우 추가 조건이 필요한 경우가 있다.

이 보조 등전위 본당 시스템에는 다음과 같은 설치 장소에 노출과 동시에 접근 가능한 모든 도전성 부분을 포함하는 것으로 한다.

- i) 고정 기기의 노출 도전성 부분
- ii) 계통의 도전성 부분(배관, 덕트)
- iii) 콘크리트에 철근을 사용하고 있으면 그 주요 철근
- iv) 모든 기기와 콘센트의 보호 도체

(ㄷ) 예를 들어 TN 계통과 IT 계통의 회로가 길어 보호 장치가 규정 시간 내에 동작하기에 고장 루프 임피던스가 너무 높은 경우에는 보조 등전위 본당이 필요한 경우가 있다.

(ㄹ) 건축 전기 설비에서는 접지가 필요한 각종 설비가 있으며 IEC 에서는 이 설비에 관해서도 규격화하고 있다(예를 들어 IEC 61024-1 건축물의 낙뢰 보호)

3) TN 계통에서의 보호(IEC 60364-4-41의 413.1.3)

TN 계통에서 고장이 발생한 경우 자동 차단에 의한 간접 접촉 보호를 하기 위해

- 차단 시간
 - 보호 도체 접지
 - 보호장치 종류
- 에 대해 규정하고 있다.

① 자동 차단 조건

설비내의 상 도체와 보호 도체 또는 노출 도전성 부분 사이에서 임피던스를 무시할 수 있는 정도의 고장이

발생한 경우(이 경우 추정 접촉 전압이 가장 높아진다) 정해진 시간 이내에 전원을 자동 차단하도록 보호 장치 특성과 도체의 단면적을 선정할 필요가 있다. 다음 조건식을 만족하는 경우는 이 요구사항에 적합하다.

$$Z_s \times I_a \leq U_0$$

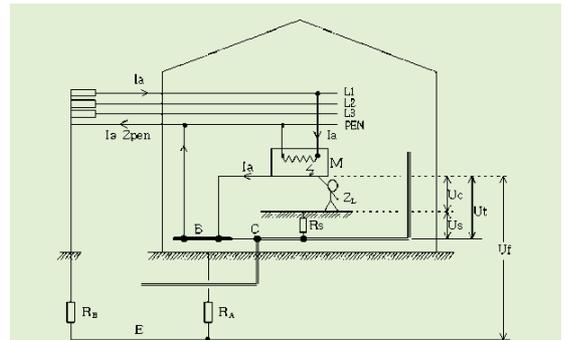
여기에서, Z_s : 고장 루프 임피던스

I_a : 정해진 시간(IEC 60364-4-41의 표 41A)내에 보호 장치를 자동 차단하는 전류

U_0 : 공칭 대지 전압(교류 실효값)

② 고장 루프 임피던스

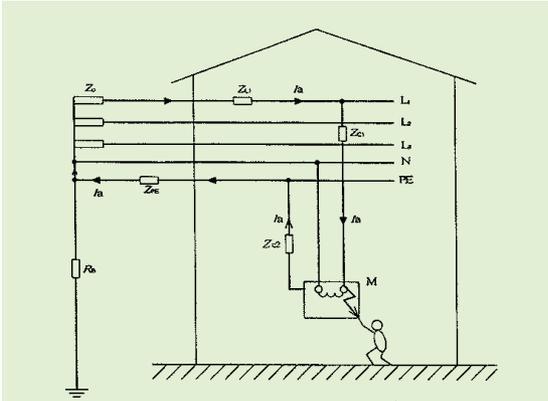
고장 루프는 전원, 고장점까지의 상 도체 및 고장점과 전원간의 보호도체로 구성된다. 이 루프의 전체 임피던스가 고장 루프 임피던스가 된다. TN 계통에서는 [그림 413-3] 및 [그림 413-4]처럼 고장 루프



- 주) L1, L2, L3 : 상도체
- M : 노출 도전성 부분
- Ra : 설비의 노출 도전성 부분 접지 저항
- Uc : 접촉 전압
- U1 : 추정 접촉 전압
- E : 대지(정의는 IEC 826-04-01)
- Rb : 사람이 접촉하는 표면 또는 설비의 기준점
- B(주요 등전위 본당점)에 연결된 계통 외 도전성 부분간의 저항
- PEN : PEN 도체
- Ia : 고장전류
- Rb : 전원 중성점 접지 저항
- Zl : 인체 임피던스
- Us : Ra를 뛰어넘는 전압 강하
- U1 : 고장전압

- 주) Rb는 사람이 이런 계통의 도전성 부분과 접촉 했을 때 0 이 될 가능성이 있다.
- C : 보호도체 및 주접지 단자와 연결된 계통의 도전성 부분
- B : 기준점(예를 들어 주요 등전위 본당)

[그림 413-3] TN 계통의 고장 루프 구성



L1, L2, L3 : 상도체
 PE : 보호도체
 M : 노출 도전성부분
 Ia : 고장전류
 RB : 전원중성점 접지저항
 ZL1+ZC1 : 상도체 임피던스
 Z0 : 전원변압기 임피던스
 ZPE+ZC2 : 보호도체 임피던스

- 주) 1. 고장 루프는 전원, 고장점까지의 상도체 및 고장점과 전원간의 보호 도체로 구성된다.
 이 루프의 전 임피던스가 고장 루프 임피던스(Z_s)가 된다. Z_s 는 다음 식과 같다.
 $Z_s = Z_{L1} + Z_{C1} + Z_{C2} + Z_{PE} + Z_0$
 2. 고장 루프 임피던스에 계통의 접지저항 RB는 포함하지 않는다는 것에 유의한다.

[그림 413-4] N-S 계통의 고장 루프 구성

임피던스로서 계통의 접지 저항이 포함되지 않는 점에 주의할 필요가 있다.

③ 차단 시간

[표 413-1] TN 계통에서의 최대 차단 시간
 (IEC 60364-4-41의 표 41A)

| U ₀ (V) | 차단시간(초) |
|--------------------|---------|
| 120 | 0.8 |
| (220) | (-) |
| 230 | 0.4 |
| 277 | 0.4 |
| 400 | 0.2 |
| 400 초과 | 0.1 |

주) U₀ : IEC 60038(1983) 표준 전압에 기초하는 공칭 대지 전압 (교류 실효 값)

2. 이 표의 적용시 해당 전로에 사용하는 운전 전압을 기준으로 그 대지 전압으로 바꾸어 읽는 것으로 한다.

(ㄱ) 일반 회로의 최대 차단 시간은 [표 413-1]과 같이 규정한다.

(ㄴ) 거치형 기계에만 전기를 공급하는 분기회로에 대해 5초를 초과하지 않는 차단 시간이 인정된다.

(다만, 조건에 따라 등전위 본딩 등 추가조치가 필요 : 그림 413-2 참조).

(ㄷ) 차단 시간은 추정 접촉 전압 크기(바꾸어 말하면 인체에 흐르는 전류)와의 관계로 규정해야 한다. 그러나 추정 접촉 전압 산정은 수많은 파라미터가 관계하므로 곤란하다. 따라서 각종 조사 검토를 거쳐 실제적 방법으로 표 413-1처럼 대지전압에 대해 차단 시간이 정해진다. 이 방법은 수많은 국가의 풍부한 경험을 통해 감전으로부터 충분히 보호하는 것으로 확인되어 있다. 상세한 내용은 IEC 61200-413(감전의 자동 차단에 의한 간접접촉 보호 수단의 설명서)을 참조한다.

④ 보호장치 종류

(ㄱ) 보호기는 TN-S 계통의 경우는 과전류 차단기 또는 누전 차단기, TN-C 계통의 경우는 과전류 차단기를 사용할 수가 있다. 그리고 TN-C-S 계통에서 누전 차단기를 사용할 경우는 보호 도체와 PEN 도체와의 접속은 누전 차단기의 전원측에 하여야 한다.

(ㄴ) 과전류 차단기를 사용한 경우에 상기 “①” 및 “③”의 조건에 적합하지 않을 경우는 보조 등전위 본딩을 적용하든지 또는 누전 차단기를 사용하여 보호하여야 한다.

* (주) IEC를 적용하는 여러 외국에서는 TN 계통의 보호 장치로 과전류 차단기를 많이 이용하고 있다.

계속