

현장에서 원리로, 원리에서 진단으로

3 / 8

배선·접지·단말·품질시공

중급 · 보이지 않는 배선 품질

케이블 선정표를 읽고 입선·단말·본딩·식별·관통 마감을 연결하여, 외관상 정상 뒤에 숨은 고장 원인을 예방한다.

이 책을 사용하는 방법

배선 품질은 가려진 곳에서 결정되는 경우가 많다. 관 끝에서 생긴 작은 피복 상처, 압착 속에서 잘린 심선, 도장 위에 물린 본딩 단자는 준공 직후에는 티가 나지 않을 수 있다. 제2권의 관로 위에 실제 전원과 신호의 길을 만드는 책이다. 입선 속도보다 피복·도체·단자·감시 경로의 보존을 우선하고, 마지막에는 타인이 추적 가능한 기록을 남긴다.

학습의 도착점

케이블 선정표를 읽고 입선·단말·본딩·식별·관통 마감을 연결하여, 외관상 정상 뒤에 숨은 고장 원인을 예방한다.

표시	읽는 방법
[원리]	물리·회로 개념. 실제 단자 번호나 시공 승인값과 구별한다.
[공개 기준]	관련 공개 법령·표준의 확인 경로. 적용 시점·경과조치를 함께 확인한다.
[설계·제품 조건]	선정 제품 설명서, 승인 도면·계산서, 현장 승인 시방으로 확정한다.
[교육 예제]	임의의 수차·주소·설비로 구성한 연습. 실제 현장값이 아니다.

작업 전 경계

절연저항계는 자체 시험전압을 발생시킨다. 전자기기·감지기·모듈·서지보호장치가 연결된 상태에서 임의로 절연시험을 하지 않는다. 회로를 격리하고 제조사 허용 조건과 승인 시험계획을 확인한다.

이 교재는 일반 기술을 새로 설명한 학습자료다. 원본 사진·도면·표·양식은 재사용하지 않았다. 시공 승인이나 제조사 결선도를 대신하지 않는다. 공개자료의 확인 범위와 미확정 사항은 마지막 쪽에 밝힌다.

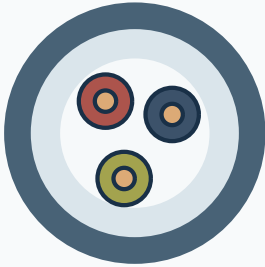
상세 목차와 학습 순서

- 01 케이블을 읽는 순서 ... 4
- 02 심선·페어·차페 ... 5
- 03 입선 전 관로 확인 ... 6
- 04 폴링 계획과 장력 ... 7
- 05 굴곡·여유·정리 ... 8
- 06 스트리핑과 심선 보호 ... 9
- 07 압착단자의 선정 ... 10
- 08 단자대와 체결 ... 11
- 09 접지와 본딩의 목적 ... 12
- 10 도장면과 본딩 단자 ... 13
- 11 문·덕트·가요부의 연속성 ... 14
- 12 통신 배선과 전력 배선 ... 15
- 13 연속성·절연 시험 ... 16
- 14 P-TOUCH와 케이블 식별 ... 17
- 15 구서·기밀·방수의 구분 ... 18
- 16 방화관통부의 원리 ... 19
- 17 관통부 시공과 변경 관리 ... 20
- 18 완료 품질의 네 가지 증거 ... 21

- 22~25 통합 실무 사례 | 26 검측·작업 인계
- 27 수차·조건 읽기 | 28 연습문제 | 29 해설
- 30~31 심화 실무 자료 | 32 핵심 용어·공개 근거

01 케이블을 읽는 순서

케이블은 도체, 절연, 필요에 따라 차폐, 외피로 구성된다. 이름만 보고 모든 성능을 판단하지 말고 승인 규격과 데이터시트를 읽는다. 내열·난연·내화는 같은 말이 아니며 요구되는 성능과 시험 조건이 다르다.



신규 케이블 단면 개념도

도체: 전류의 길
절연: 도체끼리 분리
차폐: 간섭을 줄이는 층(해당 제품)
외피: 외부 환경·마찰 보호

그림 3-01 케이블 층별 기능 | 교육용 개념도·비축척

[현장 핵심] 어떻게 적용하는가

회로의 전압·전류·통신 방식·화재 시 기능 유지 요구·환경을 확인하고 승인 케이블을 대조한다. 현물 인쇄와 납품 규격이 일치하는지 확인한다.

[정상 vs 오시공]

판단과 이유

정상

회로 목적과 요구 성능에 맞는 케이블이다.

오시공

굵기가 같다는 이유로 다른 케이블을 사용한다.

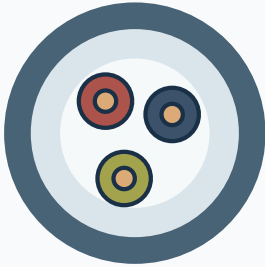
[검측자가 보는 곳]

도체 단면적·심선 수·차폐·정격·승인 규격을 확인한다.

[현장 Q&A] 피복 색이 같으면 같은 제품인가? 제품 표기와 규격으로 식별한다.

02 심선·페어·차폐

심선은 케이블 내부의 개별 도체이며 페어는 두 선을 짝지은 구성이다. 꼬임은 외부 간섭 영향을 줄이는 데 도움이 된다. 차폐는 간섭을 다루기 위한 층이지만 어떻게 접속할지는 통신 방식과 설계에 따라 달라진다.



신규 케이블 단면 개념도

도체: 전류의 길
절연: 도체끼리 분리
차폐: 간섭을 줄이는 층(해당 제품)
외피: 외부 환경·마찰 보호

그림 3-02 심선과 차폐를 구별한다 | 교육용 개념도·비촉척

[현장 핵심] 어떻게 적용하는가

페어를 유지하고 단말 직전까지 불필요하게 꼬임을 풀지 않는다. 차폐와 드레인선을 승인된 지점에 처리한다. 미사용 심선도 식별하고 절연한다.

[정상 vs 오시공]

판단과 이유

정상

페어와 차폐 처리 방식이 끝까지 일관된다.

오시공

서로 다른 페어에서 한 가닥씩 골라 통신선으로 사용한다.

[검측자가 보는 곳]

페어 대응·차폐 연속성·접지 위치·노출 길이를 확인한다.

[현장 Q&A] 차폐는 항상 한쪽만 접지하나? 시스템별 조건이 달라 일반화하지 않는다.

03 입선 전 관로 확인

입선은 완성된 관로의 내부 상태를 전제로 한다. 가공칩·물·막힘·버가 남으면 케이블이 손상될 수 있다. 관로 끝이 도면의 예상 위치와 실제로 연결되는지도 먼저 확인해야 한다.

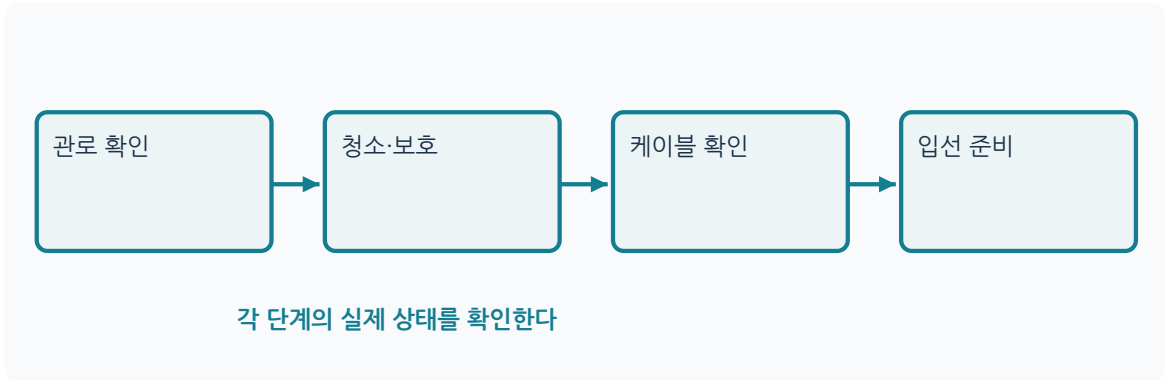


그림 3-03 관로 확인 → 청소·보호 → 케이블 확인 → 입선 준비 | 교육용 개념도·비촉척

[현장 핵심] 어떻게 적용하는가

관로 식별과 접근성을 대조하고 내부 청소·통과 가능성을 확인한다. 인입부 보호와 당김 장비를 준비한다. 함께 들어가는 케이블 구성을 확인해 반복 당김을 줄인다.

[정상 vs 오시공]	판단과 이유
정상	관로와 케이블의 준비가 함께 끝났다.
오시공	케이블을 밀어 넣으며 막힘을 확인한다.

[검측자가 보는 곳]

박스 내부·관 끝 보호·이물·관로 연속성·케이블 구성을 본다.

[현장 Q&A] 관이 새것이면 깨끗한가? 공사 중 분진·절삭칩·물 유입을 별도로 확인한다.

04 폴링 계획과 장력

당김 힘은 케이블 전체와 굴곡부에 전달된다. 길이가 길고 굴곡이 많으면 마찰과 축압이 커진다. 허용 장력은 케이블과 당김 방식에 따라 달라지며 여러 사람이 당긴다고 힘이 안전하게 분산되는 것은 아니다.

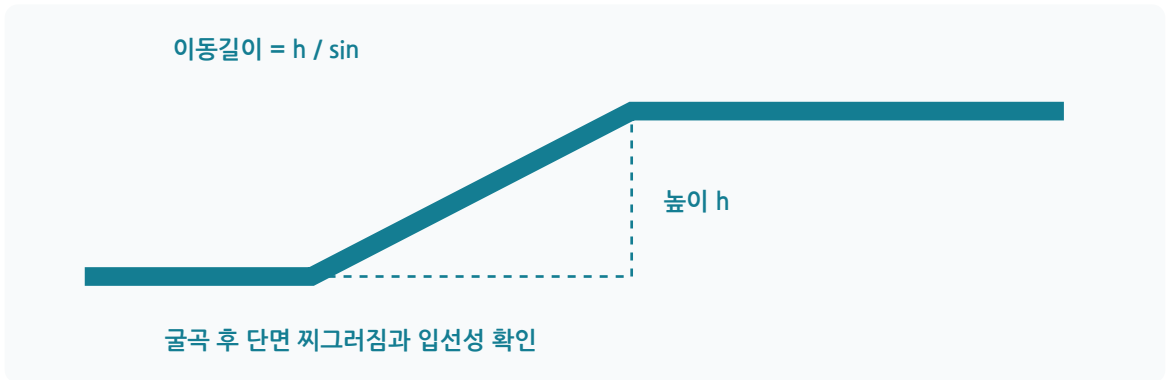


그림 3-04 굴곡부 마찰과 피복 보호 | 교육용 개념도·비축척

[현장 핵심] 어떻게 적용하는가

당김 방향, 중간 작업자 위치, 릴 회전, 롤러, 허용 윤활제를 계획한다. 정지 신호를 정하고 걸림이 생기면 즉시 멈춘다. 필요 시 장력을 계측한다.

[정상 vs 오시공]

판단과 이유

정상

케이블이 비틀리거나 모서리에 눌리지 않는다.

오시공

한쪽에서 급격히 당기며 반대쪽 꼬임을 방치한다.

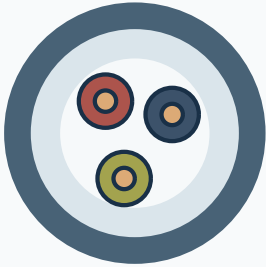
[검측자가 보는 곳]

허용 장력·굴곡 반경·당김 헤드·축압 조건과 피복 상태를 본다.

[현장 Q&A] 윤활제는 아무거나 써도 되나? 피복과 호환되는 승인 제품을 사용한다.

05 굴곡·여유·정리

케이블 여유는 점검과 단말 작업에 필요하지만 남는 길이를 과도하게 작은 고리로 감으면 굴곡 조건을 해친다. 장치 단자에 케이블 자중이 걸리지 않도록 기계적으로 지지해야 한다. 정돈은 기능을 보존하는 작업이다.



신규 케이블 단면 개념도

도체: 전류의 길
절연: 도체끼리 분리
차폐: 간섭을 줄이는 층(해당 제품)
외피: 외부 환경·마찰 보호

그림 3-05 케이블 보호는 포설 후에도 이어진다 | 교육용 개념도·비촉척

[현장 핵심] 어떻게 적용하는가

제품의 설치 중·설치 후 허용 반경을 확인한다. 단말 작업과 도어 개폐 여유를 확보하고 승인된 고정 방법으로 정리한다. 타이는 피복을 눌러 변형시키지 않게 한다.

[정상 vs 오시공]

판단과 이유

정상

도어가 열려도 선이 당기거나 접히지 않는다.

오시공

함 안에 케이블을 압축해 넣고 덮개로 누른다.

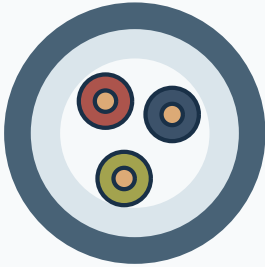
[검측자가 보는 곳]

피복 눌림·문 경첩 간섭·날카로운 타이 말단과 지지 위치를 본다.

[현장 Q&A] 여유가 많을수록 좋은가? 공간과 열·점검성·반경 조건에 맞는 적정 여유가 필요하다.

06 스트리핑과 심선 보호

피복을 벗기는 작업을 스트리핑이라고 한다. 도체 가닥이 일부 잘리면 실제 단면적이 줄고 단말 강도가 약해진다. 피복을 너무 짧게 벗기면 절연물이 접촉부에 끼고, 너무 길게 벗기면 노출 도체가 단락을 만들 수 있다.



신규 케이블 단면 개념도

도체: 전류의 길
절연: 도체끼리 분리
차폐: 간섭을 줄이는 층(해당 제품)
외피: 외부 환경·마찰 보호

그림 3-06 도체와 절연의 경계 품질 | 교육용 개념도·비축척

[현장 핵심] 어떻게 적용하는가

전선과 단자에 맞는 스트리퍼를 사용한다. 제품의 스트립 길이에 맞추고 가닥 손상을 확대 관찰한다. 손상된 부분은 승인 방법으로 재가공한다.

[정상 vs 오시공]

판단과 이유

정상

도체 손상 없이 정해진 길이가 노출된다.

오시공

칼로 깊게 긁거나 손상된 가닥을 그대로 비틀어 넣는다.

[검측자가 보는 곳]

심선 흠집·절단·벌어짐, 피복 물림과 도체 노출을 확인한다.

[현장 Q&A] 겉으로 몇 가닥 손실은 괜찮나? 임의 허용하지 말고 단말 품질 조건으로 판단한다.

07 압착단자의 선정

압착은 금속 슬리브와 도체를 정해진 변형으로 밀착시키는 접속 방식이다. 단자 종류와 도체·공구·다이스가 함께 맞아야 한다. O형 단자, Y형 단자, 페룰은 단자대 구조와 허용 조건에 따라 선택한다.

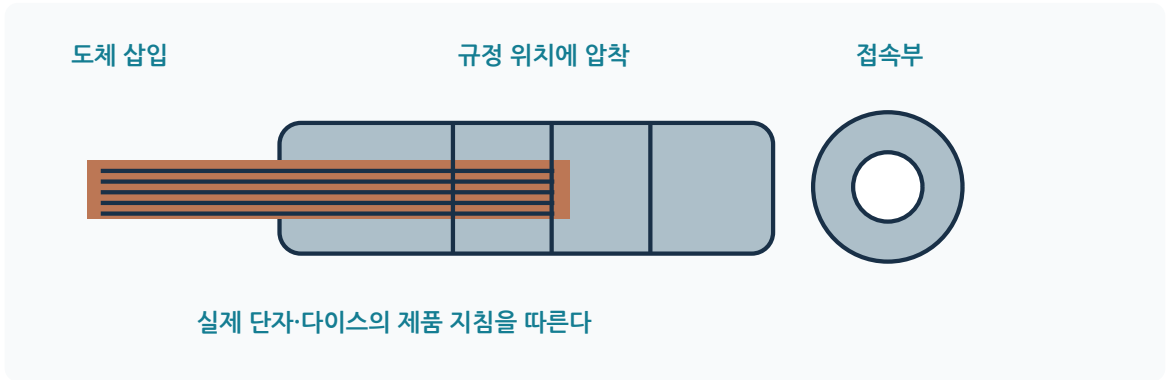


그림 3-07 단자 선정 → 피복 가공 → 압착 → 검사 | 교육용 개념도·비촉척

[현장 핵심] 어떻게 적용하는가

도체 단면적·연선 구조·재질, 단자 구멍, 접속부 요구를 확인한다. 승인된 공구와 다이스로 정해진 위치·횟수대로 압착한다. 필요 시 규정된 인장 확인을 한다.

[정상 vs 오시공]

판단과 이유

정상

도체가 끝까지 들어가고 압착 형상이 적합하다.

오시공

큰 슬리브에 선을 접어 두 겹으로 넣어 맞춘다.

[검측자가 보는 곳]

다이스 표시·도체 삽입·압착 위치·균열·절연 보호를 본다.

[현장 Q&A] 납땜을 더하면 더 안전한가? 승인되지 않은 보강은 접속 특성을 바꿀 수 있다.

08 단자대와 체결

단자대는 전선 연결을 일정한 위치에 고정하고 점검·교체를 쉽게 한다. 나사식·스프링식 등 구조에 따라 허용 도체와 가공 방식이 다르다. 단단해 보이는 외관과 전기적 접촉은 다를 수 있다.

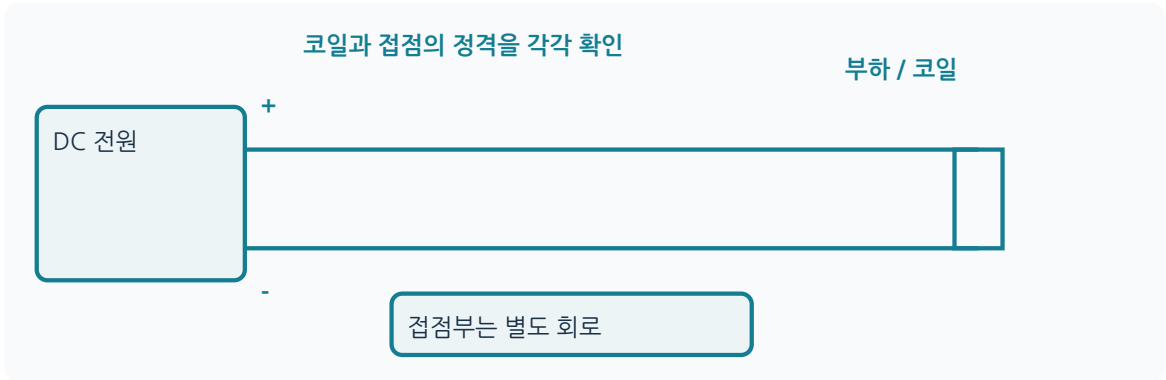


그림 3-08 단자에는 기능과 정격이 있다 | 교육용 개념도·비촉척

[현장 핵심] 어떻게 적용하는가

단자 번호를 대조하고 지정 토크나 삽입 방법을 적용한다. 선을 가볍게 확인하는 것과 제품의 공식 인장시험을 구분한다. 한 단자에 넣는 가닥 수를 확인한다.

[정상 vs 오시공]

판단과 이유

정상

금속 접촉부가 도체를 정상적으로 잡는다.

오시공

피복을 물리거나 단자 아래에 가닥이 빠져나온다.

[검측자가 보는 곳]

단자 번호·허용 도체·체결·노출·간격·도어 간섭을 본다.

[현장 Q&A] 아이마킹이 있으면 토크 합격인가? 표시는 작업 증거의 보조이며 실제 토크를 측정한 값은 아니다.

09 접지와 본딩의 목적

접지는 전기설비와 대지의 관계를 만들고, 본딩은 도전성 부분을 서로 연결하여 위험한 전위차를 줄인다. 보호도체를 통한 고장전류 경로는 보호장치가 적절히 동작하는 데 중요하다. 두 용어가 현장에서 함께 쓰여도 기능을 구별해야 한다.

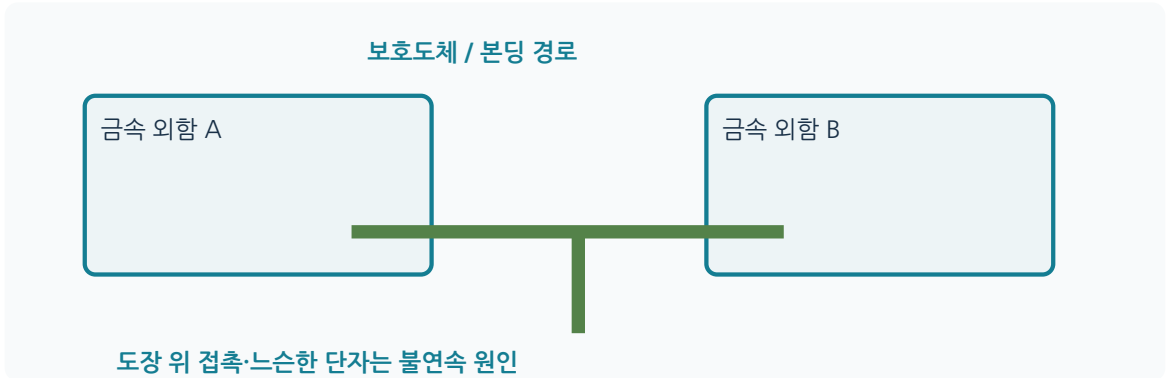


그림 3-09 본딩은 전위차를 줄이는 경로 | 교육용 개념도·비촉척

[현장 핵심] 어떻게 적용하는가

노출 금속 외함과 연결부에서 보호도체의 경로를 따라간다. 설계된 접지 계통과 본딩 상세대로 시공한다. 금속 끼리 닿아 있다는 사실만으로 연속성을 가정하지 않는다.

[정상 vs 오시공]

판단과 이유

정상

접속부까지 검증된 보호 경로가 있다.

오시공

배관이 금속이니 별도 확인 없이 접지된 것으로 본다.

[검측자가 보는 곳]

도체 규격·접촉·연속성·기계적 보호와 보호장치 관계를 본다.

[현장 Q&A] DC 회로는 접지가 필요 없나? 외함 보호와 기능·감시 조건을 설계에 따라 검토한다.

10 도장면과 본딩 단자

도장은 부식을 막지만 접촉부에서는 절연층이 될 수 있다. 본딩선이 달려 있어도 금속 접촉이 불충분하면 보호 경로가 끊긴다. 반대로 아무 곳이나 도장을 벗기면 부식과 외함 성능 문제를 만들 수 있다.

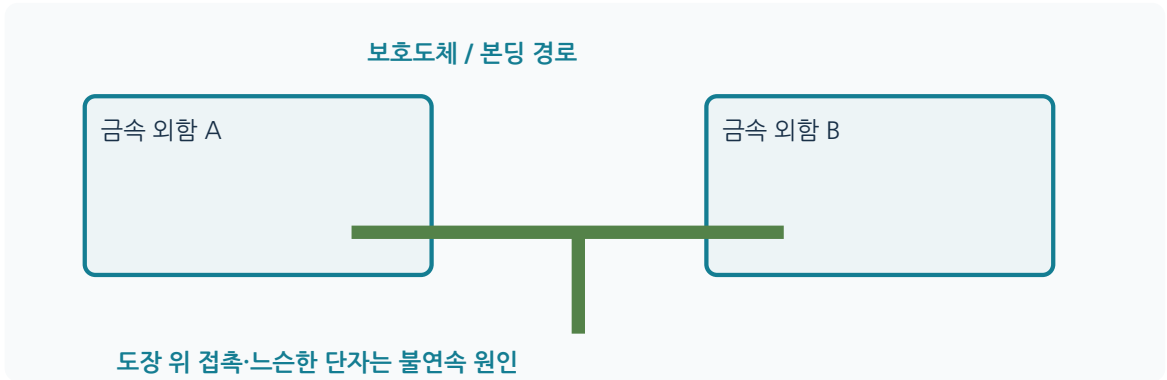


그림 3-10 도장면과 전기적 접촉의 차이 | 교육용 개념도·비촉척

[현장 핵심] 어떻게 적용하는가

지정 접지단자와 승인 접촉 구조를 이용한다. 필요한 표면 처리·와셔·체결·부식방지를 제품 지침대로 적용한다. 일반 피스를 임의 접지단자로 만들지 않는다.

[정상 vs 오시공]

판단과 이유

정상

전기적 접촉과 장기 내식성이 함께 확보된다.

오시공

도장 위에 단자를 얹고 도통 시험 없이 덮는다.

[검측자가 보는 곳]

접촉면·단자 재질·체결부 풀림·부식과 측정 결과를 확인한다.

[현장 Q&A] 가시와셔 하나면 끝인가? 지정된 조합과 실제 연속성 확인이 필요하다.

11 문·덕트·가요부의 연속성

함 도어는 경첩만으로 안정적인 보호 경로가 확보되지 않을 수 있다. 덕트 조인트와 가요 연결부도 전기적 연속성 조건을 검토해야 한다. 움직이는 부분에는 반복 굽힘과 인장에 견디는 배치가 필요하다.

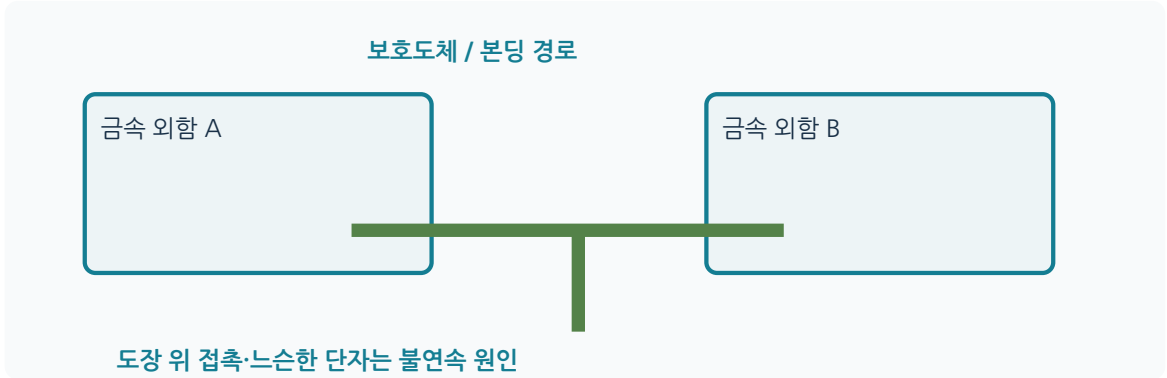


그림 3-11 움직이는 부분의 보호 경로 | 교육용 개념도·비촉척

[현장 핵심] 어떻게 적용하는가

설계에서 요구한 본딩 점퍼를 설치한다. 문을 최대 사용 각도까지 열어 선이 당기지 않는지 본다. 접속부가 금속 모서리에 닿지 않게 보호한다.

[정상 vs 오시공]

판단과 이유

정상

움직임과 점검 중에도 보호 경로가 유지된다.

오시공

도어 본딩선을 너무 짧게 만들어 문을 열 때 단자가 당겨진다.

[검측자가 보는 곳]

개폐 시험·단자 풀림·굴곡·금속 접촉·점퍼 누락을 본다.

[현장 Q&A] 모든 이음에 점퍼가 필요한가? 승인 시스템의 연속성 확보 방법으로 판단한다.

12 통신 배선과 전력 배선

전력 배선의 전류 변화는 인접 통신회로에 간섭을 줄 수 있다. 분리·차폐·꼬임·접지 방식은 회로 특성과 제품 조건에 맞아야 한다. 케이블이 정갈하게 나란히 정리되었다고 통신 품질까지 좋아지는 것은 아니다.

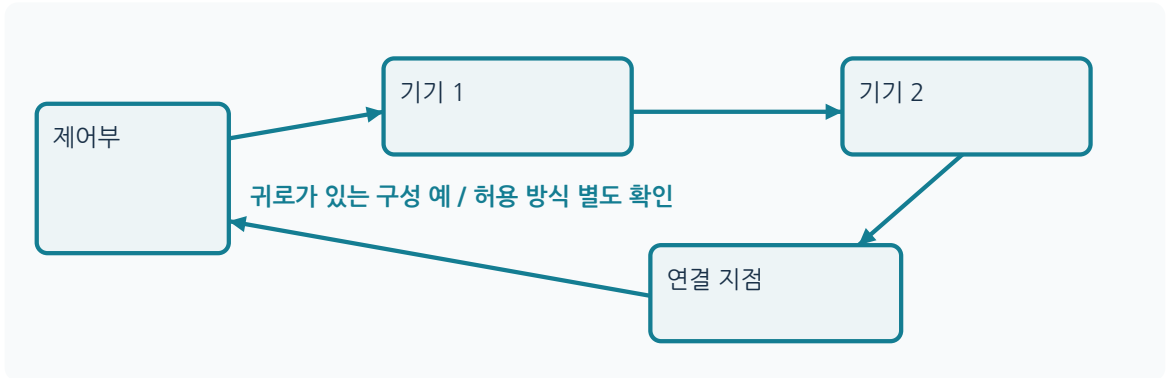


그림 3-12 전원 경로와 정보 경로 분리 | 교육용 개념도·비축척

[현장 핵심] 어떻게 적용하는가

승인된 분리 경로와 교차 방식을 따른다. 통신선을 전력선과 임의로 묶지 않는다. 접지와 차폐는 제어 시스템 전체의 조건으로 확인한다.

[정상 vs 오시공]

판단과 이유

정상

물리 배치와 전기적 조건이 함께 맞는다.

오시공

통신 장애를 줄이려고 차폐선을 여러 곳에 즉흥적으로 접지한다.

[검측자가 보는 곳]

동력선과의 경로, 접속 길이, 차폐 처리와 통신 오류 시점을 본다.

[현장 Q&A] 거리가 멀면 간섭이 없나? 길이뿐 아니라 전류 변화·접지·차폐 조건이 영향을 준다.

13 연속성·절연 시험

연속성 시험은 이어져야 할 곳이 이어졌는지, 절연 시험은 분리되어야 할 곳이 적절히 분리되어 있는지 확인한다. 시험 목적이 반대에 가깝다. 전자기기에 높은 시험전압을 가하면 정상 기기도 손상될 수 있다.

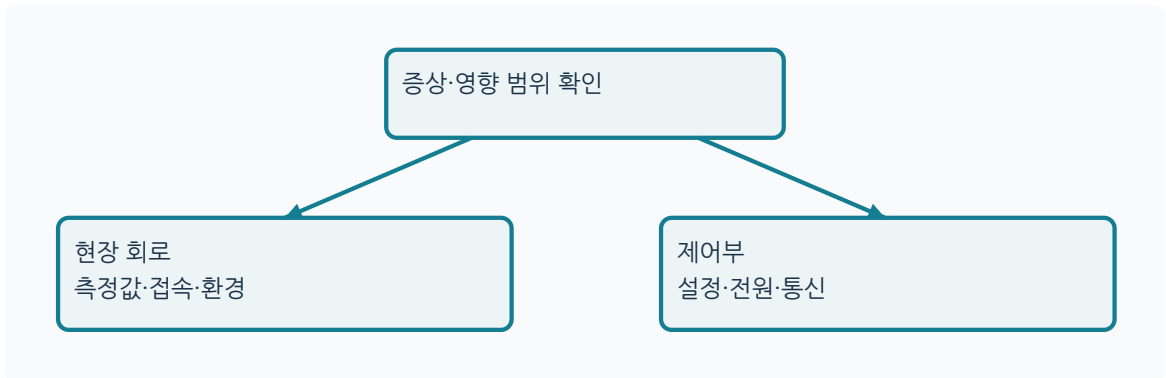


그림 3-13 시험 목적에 맞게 측정한다 | 교육용 개념도·비촉척

[현장 핵심] 어떻게 적용하는가

회로를 식별하고 격리·무전압 확인 후 연결 기기를 필요한 범위로 분리한다. 승인 시험전압·시간·판정값을 적용하고 시험 후 잔류전하를 안전하게 처리한다.

[정상 vs 오시공]

판단과 이유

정상

시험 조건과 회로 상태가 기록된다.

오시공

장치가 모두 연결된 채 절연저항계를 걸어 높은 숫자만 기록한다.

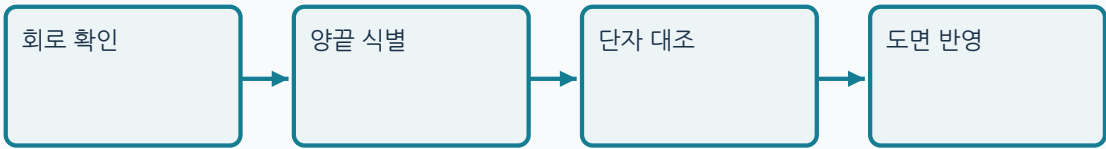
[검측자가 보는 곳]

기기 분리·계측기 상태·시험 구간·온습도·복구를 확인한다.

[현장 Q&A] 부저가 울리면 절연도 좋은가? 부저는 주로 낮은 저항 경로를 확인하므로 정반대 목적이다.

14 P-TOUCH와 케이블 식별

P-TOUCH는 현장에서 라벨 출력·부착 작업을 가리키는 말로 쓰인다. 중요한 것은 특정 브랜드나 라벨 크기가 아니라 타인이 회로를 추적할 수 있는 정보다. FROM·TO·회로명·규격·기기 식별이 서로 맞아 야 한다.



각 단계의 실제 상태를 확인한다

그림 3-14 회로 확인 → 양끝 식별 → 단자 대조 → 도면 반영 | 교육용 개념도·비촉척

[현장 핵심] 어떻게 적용하는가

양끝 라벨과 단자 번호를 도면·케이블 스케줄에 대조한다. 글자가 읽히고 접속·점검을 방해하지 않는 위치에 부착한다. 변경 때 옛 라벨을 함께 정리한다.

[정상 vs 오시공]

판단과 이유

정상

표시만 보고 양끝을 정확히 찾을 수 있다.

오시공

기존 라벨 위에 새 라벨을 일부만 붙여 두 식별이 공존한다.

[검측자가 보는 곳]

오탈자·방향·주소·케이블 실제 연결과 내구성을 본다.

[현장 Q&A] 개인 전화번호가 꼭 필요한가? 교육자료에는 넣지 않고 현장은 승인된 관리 항목만 쓴다.

15 구서·기밀·방수의 구분

구서마감은 해충·작은 동물 등의 침입을 막기 위한 마감이며 기밀·방수와 목적이 다르다. 방화 실란트를 썼다는 이유만으로 내화채움 인정구조가 되지는 않는다. 장치의 통기·배수·정비를 막는 과도한 충전도 문제다.

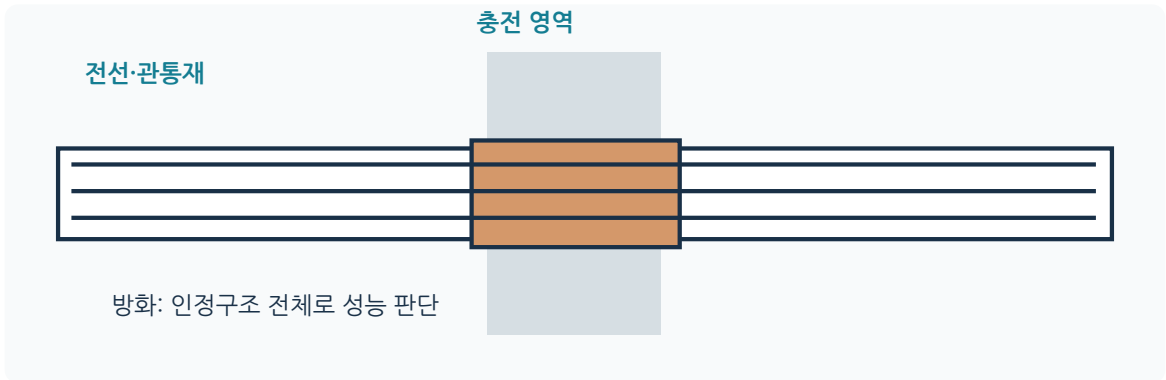


그림 3-15 마감재 이름과 시스템 성능은 다르다 | 교육용 개념도·비촉척

[현장 핵심] 어떻게 적용하는가

해당 개구부가 어떤 성능을 요구하는지 먼저 분류한다. 승인 자재와 공법으로 마감하고 케이블 피복·단자·통기구를 오염시키지 않는다.

[정상 vs 오시공]

판단과 이유

정상

목적과 요구 성능을 분리하여 충족한다.

오시공

모든 구멍을 같은 실리콘으로 막아 방수·방화·방폭 완료라고 표시한다.

[검측자가 보는 곳]

마감 목적, 제품 적합성, 배수·통기 기능, 내부 오염을 본다.

[현장 Q&A] 전선관 안을 모두 채워야 하나? 목적과 인정 상세·제품 조건으로 결정한다.

16 방화관통부의 원리

방화구획을 관이나 케이블이 통과하면 틈이 생긴다. 내화채움구조는 벽·바닥, 관통재, 충전재와 시공 조건 전체로 화재 확산을 제한한다. 제품 하나의 성능표만으로 현장 구성 전체의 성능을 보장할 수 없다.

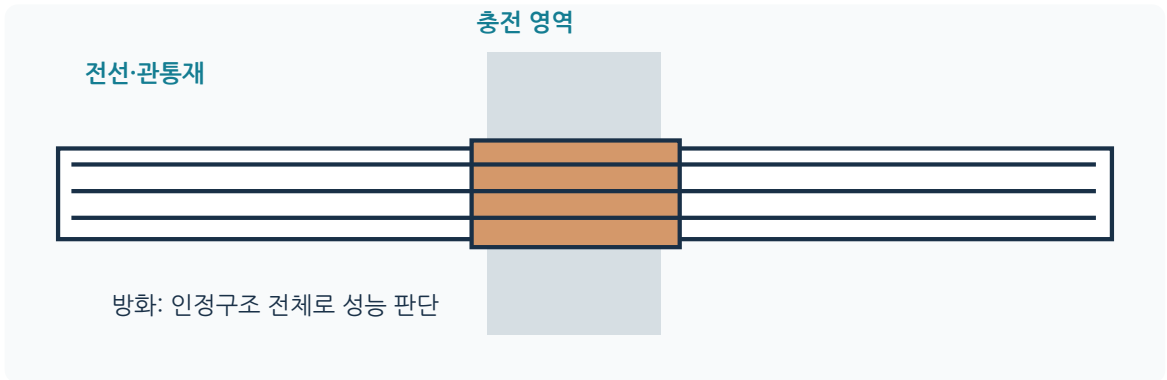


그림 3-16 방화구획과 관통재 사이의 연속성 | 교육용 개념도·비축척

[현장 핵심] 어떻게 적용하는가

벽체 종류·두께, 개구부, 관통재 종류와 수량, 틈새를 조사한다. 동일 조건의 유효한 인정 상세를 선정하고 두께·깊이·고정·양면 조건을 확인한다.

[정상 vs 오시공]

판단과 이유

정상

현물 구성이 인정된 적용 범위 안에 있다.

오시공

다른 벽체나 다른 케이블 다발에 같은 방화캡을 임의 적용한다.

[검측자가 보는 곳]

인정번호·적용 범위·시공 두께·고정·틈새·관통재 조건을 본다.

[현장 Q&A] 인정 제품이면 어떤 구멍에도 되나? 인정은 정해진 구성과 조건에 관한 것이다.

17 관통부 시공과 변경 관리

방화 마감은 케이블 추가 공사 때 쉽게 훼손된다. 덕트 커버를 열거나 관통재 수량을 늘리면 최초 인정 조건이 달라질 수 있다. 완료 사진만 남기지 말고 내부 구성과 시공 중 확인도 기록해야 한다.

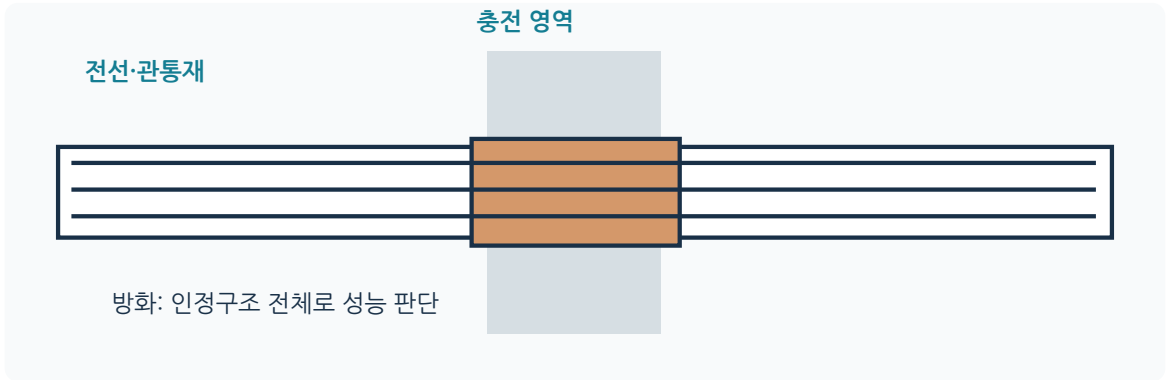


그림 3-17 추가 공사 후 성능 복구까지가 작업 | 교육용 개념도·비촉척

[현장 핵심] 어떻게 적용하는가

관통부 번호를 부여하고 시공 전·중·후를 연결해 기록한다. 추가 포설 때 임시 개방 상태를 관리하고 승인된 상태로 복구한 뒤 다시 검사한다.

[정상 vs 오시공]

판단과 이유

정상

변경 후에도 구성과 이력이 추적된다.

오시공

외부 틈만 메우고 내부 충전재·관통재 조건 변화를 확인하지 않는다.

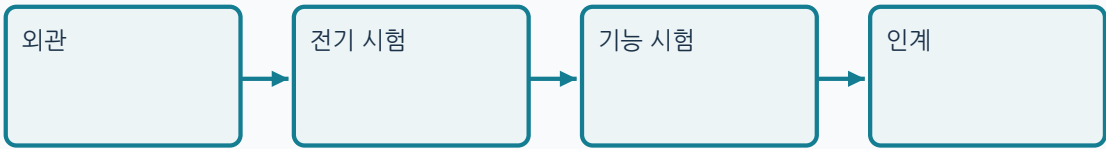
[검측자가 보는 곳]

벽 양면, 숨은 충전부, 고정, 사진 위치와 변경대장을 본다.

[현장 Q&A] 기존 마감이 삭제 상세라면? 현재 승인된 인정구조로 검토하고 임의 복제하지 않는다.

18 완료 품질의 네 가지 증거

배선 품질은 외관·전기 시험·기능 시험·기록을 함께 봐야 한다. 외관이 좋아도 주소와 단자가 틀릴 수 있고, 도통이 되어도 피복 손상이나 압착 불량일 수 있다. 서로 다른 증거를 결합하면 놓치는 부분이 줄어든다.



각 단계의 실제 상태를 확인한다

그림 3-18 외관 → 전기 시험 → 기능 시험 → 인계 | 교육용 개념도·비촉척

[현장 핵심] 어떻게 적용하는가

회로별로 외관검사와 시험 기록을 묶고 기능 확인 결과를 연결한다. 도면과 라벨을 최종 정리하고 미완료·보류 항목을 구분해 인계한다.

[정상 vs 오시공]

판단과 이유

정상

회로 한 개의 완성 상태를 여러 증거로 설명한다.

오시공

측정값 한 장으로 모든 배선 품질을 합격 처리한다.

[검측자가 보는 곳]

물리 품질·시험 조건·기능·문서가 같은 회로를 가리키는지 본다.

[현장 Q&A] 사진을 많이 찍으면 충분한가? 위치와 단계가 연결되지 않으면 증거 가치가 낮다.

통합 실무 사례 1 · 부하를 켜면 전압이 떨어진다

교육용 DC 24 V 회로의 무부하 말단 전압은 24 V다. 0.4 A 부하를 연결하면 22.72 V가 된다. 왕복 도체 저항 계산값은 3.2 이다.

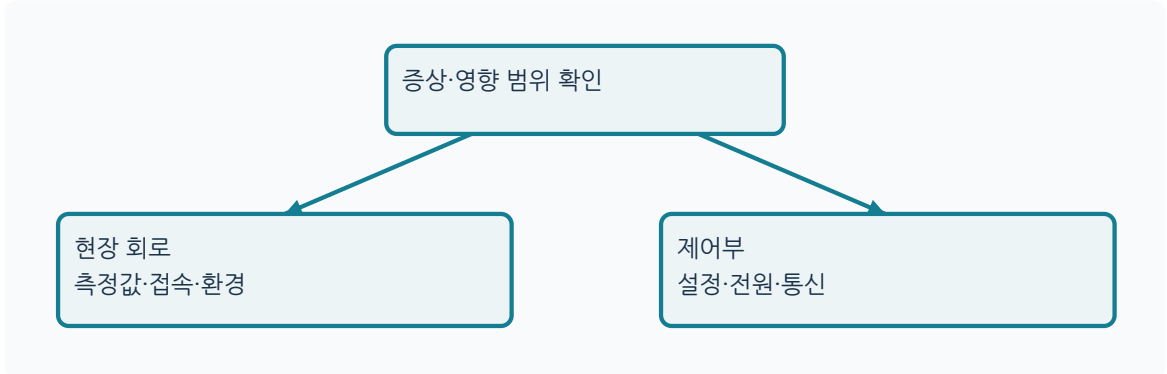


그림 3-19 관찰에서 원인 분리로 | 교육용 개념도·비촉척

1. 무부하와 부하 상태의 측정 차이를 구분한다.
2. $I \times R$ 로 예상 전압강하를 계산한다.
3. 부하 허용전압과 실제 기동 순간의 상태를 추가 확인한다.

관찰·조건	의미·다음 행동
계산 강하	$0.4 \times 3.2 = 1.28 \text{ V}$ 다.
측정과 계산 일치	선로 저항 설명과 부합하지만 접속부 국부 발열은 따로 확인한다.
무부하 24 V	부하 시 정상 작동을 증명하지 못한다.

해설 · 판단의 근거

전원장치만 교체하기 전에 부하 상태·선로·접속을 함께 본다. 정상 범위 판정은 장치의 허용 입력 조건을 사용한다.

통합 실무 사례 2 · 본딩선이 있는데 도통이 불안정하다

금속함 도어에 본딩선이 있으나 문을 움직일 때 측정값이 변한다. 단자는 도장면 위에 있고 한쪽 선은 팽팽하다.

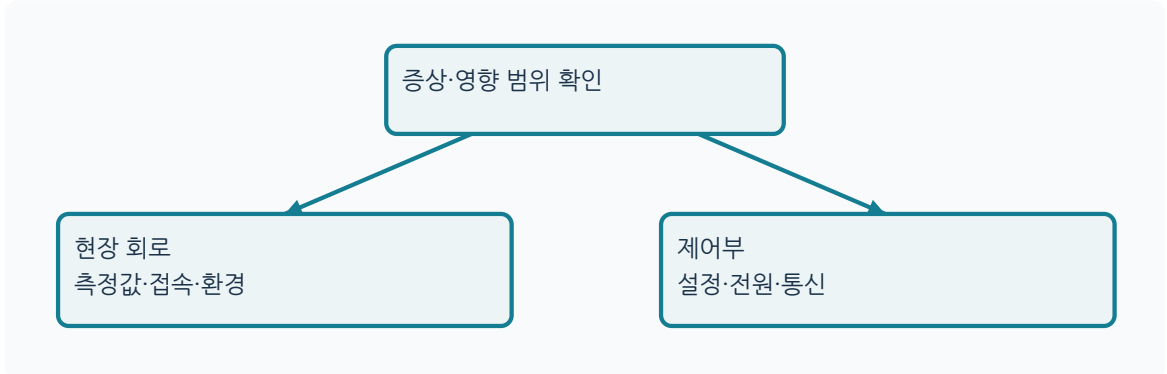


그림 3-20 관찰에서 원인 분리로 | 교육용 개념도·비촉척

1. 문을 지지해 추가 응력을 줄인다.
2. 접촉 구조와 선의 여유를 승인 상세에 대조한다.
3. 수정 후 개폐 상태에서 적합한 연속성 시험을 다시 한다.

관찰·조건	의미·다음 행동
도장면 접촉	전기적 접촉이 불안정할 수 있다.
팽팽한 선	개폐할 때 단자에 힘이 전달된다.
외관상 선 존재	연속성 확보의 증거로 충분하지 않다.

해설 · 판단의 근거

본딩은 선의 존재가 아니라 신뢰할 수 있는 연결이다. 기계적 안정성과 전기적 연속성을 동시에 확인해야 한다.

통합 실무 사례 3 · 압착 후 빠지는 심선

같은 단면적으로 주문한 단자에 연선을 압착했는데 일부가 빠진다. 사용한 다이스와 단자 제조사 조합은 확인되지 않았다.

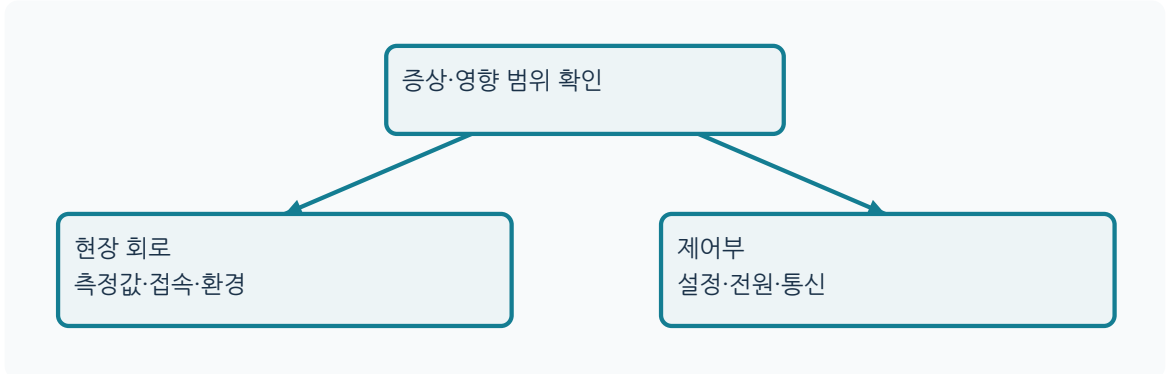


그림 3-21 관찰에서 원인 분리로 | 교육용 개념도·비촉척

1. 불량 접속을 사용하지 않고 해당 작업 범위를 식별한다.
2. 도체·단자·다이소·압착기·작업 방법을 대조한다.
3. 적합한 조합으로 재가공하고 필요한 검사 범위를 정한다.

관찰·조건	의미·다음 행동
색상 일치	단자와 공구 호환성의 충분한 근거가 아니다.
압착 흔적 존재	정확한 압축률과 유지력을 증명하지 못한다.
반복 불량	작업 방법·공구 상태를 포함해 원인을 조사한다.

해설 · 판단의 근거

당겨서 빠지는 접속은 테이프를 더 감아 해결할 수 없다. 기계적 유지와 전기적 접촉이 먼저 성립해야 한다.

통합 실무 사례 4 · 케이블 추가 후 방화마감

인정구조로 시공한 벽 관통부에 케이블 6가닥을 추가했다. 외부 틈은 막았지만 기존 충전재를 일부 제거했고 변경 사진은 없다.

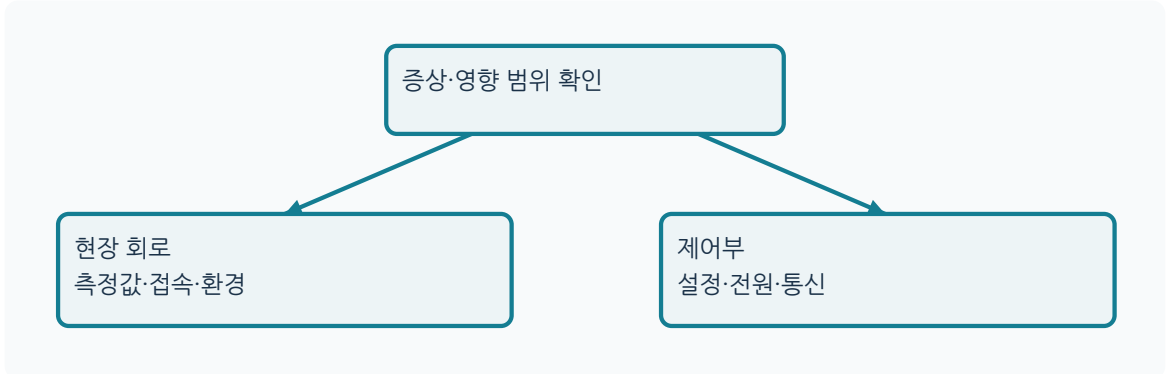


그림 3-22 관찰에서 원인 분리로 | 교육용 개념도·비촉척

1. 관통부 식별과 최초 인정 상세를 찾는다.
2. 현재 케이블 구성·틈새·충전 상태를 조사한다.
3. 적용 범위에 맞는 복구와 재검을 시행하고 대장을 갱신한다.

관찰·조건	의미·다음 행동
추가 수량	원래 충전율과 관통재 조건을 바꿀 수 있다.
겉면 밀폐	숨은 충전 깊이와 구성은 확인되지 않는다.
기록 부재	변경된 실제 상태에 대한 확인 자료를 보완한다.

해설 · 판단의 근거

방화마감의 완료는 예전에 합격했다는 사실로 유지되지 않는다. 변경 후 상태가 인정구조에 맞아야 한다.

검측과 작업 인계

배선 인계에는 케이블 양끝, 심선 기능, 단자 번호, 시험 결과가 하나의 회로로 연결되어야 한다. 표시와 측정만 따로 존재하면 어느 케이블의 결과인지 증명하기 어렵다.

확인 대상	합격 판단에 필요한 증거
케이블	규격·도체·절연·내화·내열 요구·차폐·환경 적합성.
입선	당김 경로·장력 조건·피복 손상·굴곡·잔여 길이 확인.
단말	스트립 길이, 심선 손상, 단자 호환, 압착·체결 상태.
접지·본딩	보호도체 경로, 접촉면, 움직이는 문·연결부 연속성.
시험	회로 식별·기기 분리·시험전압·계측기·판정 기준 기록.
관통 마감	벽체·관통재·개구부·충전 구성과 인정 상세의 동일성.
표시	케이블 양끝·단자·박스·기기 주소와 도면 일치.

[초보자가 자주 하는 실수]

절연 테이프가 많이 감겨 있으면 좋은 접속이라고 생각하는 것. 기계적·전기적 접속이 먼저 적합해야 한다. 테이프는 손상된 심선이나 잘못 압착한 단자를 정상으로 만들지 못한다.

기록은 작업 구간·도면 개정·기기 식별·확인 일시·측정기 식별·측정 조건·판정·조치·재검 결과가 서로 연결되어야 한다. 미확인 항목은 합격으로 표시하지 말고 보류 사유와 담당 역할을 남긴다.

[숫자로 기억하기] 조건 먼저 읽기

전압강하와 저항의 계산은 회로 판단을 돕는다. 아래 조건은 교육용으로, 현장 합격 기준은 회로·제품·적용 도서에 따라 별도로 정한다.

교육 예제 / 항목	계산·해석
편도 80 m / 0.02 /m	가는 선과 돌아오는 선이 같다면 왕복 저항은 $160 \times 0.02 = 3.2$. 접속저항은 제외한 예제다.
왕복 3.2 / 0.4 A	전압강하 1.28 V. 24 V 공급이면 부하 약 22.72 V. 부하 허용 최저전압과 비교한다.
심선 3개 / 단면적 2.5 mm ²	3C는 가닥 수, 2.5 mm ² 는 각 도체 단면적이다. 외경 2.5 mm가 아니다.
47 k ±5%	교육용 저항의 범위는 44.65~49.35 k . 회로의 정상 판정 범위와는 별개다.
2 접촉저항 / 1 A	해당 접속부 발열은 $I^2R = 2$ W. 좁은 부분에 집중되면 문제가 커질 수 있다.
0.3 측정 리드 저항	저저항 측정에서 보정하지 않으면 본딩 경로의 저항을 과대평가할 수 있다.

숫자 적용의 경계

일반 멀티미터의 부저가 울리는 것만으로 보호도체의 충분한 고장전류 경로를 증명하지 않는다. 시험 목적에 맞는 계측기·시험전류·판정 기준이 필요하다.

[연습문제] 설명할 수 있어야 한다

현장 설비를 조작하는 문제가 아니다. 종이 위에서 판단하고, 정답뿐 아니라 그렇게 판단한 근거를 한 문장씩 적는다.

01. 단면적 2.5 mm^2 와 외경 2.5 mm 는 같은가?
02. 풀링 중 걸리면 힘을 더 주면 되는가?
03. 압착단자 색상만 맞으면 충분한가?
04. 한 단자에 두 선을 함께 물려도 되는가?
05. 본딩선이 있는데 접촉면은 도장되어 있다. 합격인가?
06. DC 음극과 보호접지를 임의로 연결해도 되는가?
07. 구서 실리콘 마감은 방화관통 인정구조와 같은가?
08. 추가 케이블을 넣은 뒤 기존 방화마감을 그대로 두어도 되는가?

연습문제 해설

01. 아니다. 단면적은 도체의 넓이이고 외경은 지름이다. 피복을 포함한 케이블 외경도 별개다.
02. 멈추고 국부 막힘·굴곡·장력·피복 상태를 확인한다. 허용 장력 초과는 숨은 손상을 만든다.
03. 도체 단면적·재질·연선 등급·단자 종류·다이스와 압착 공구의 조합이 맞아야 한다.
04. 해당 단자가 그 가닥 수·도체 조합을 허용하는 경우에만 가능하다.
05. 전기적 연속성이 확보되었다고 볼 수 없다. 승인된 접촉 구조와 시험으로 확인한다.
06. 안 된다. 기능접지·보호접지·회로 기준점의 관계는 설계로 정한다.
07. 아니다. 구서·기밀·방수·내화·방폭은 서로 다른 목적과 검증 조건을 가진다.
08. 인정구조의 충전율·관통재·틈새·두께 조건과 변경 이력을 다시 확인하고 적합하게 복구해야 한다.

심화 1 · 단말 작업의 작은 차이

단말은 도체가 다음 장치로 전류를 넘기는 경계다. 케이블 선정이 좋아도 이 경계가 약하면 발열·간헐 장애가 생긴다. 압착 직후의 외관과 단자대에 체결한 뒤의 외관을 각각 확인해야 한다.

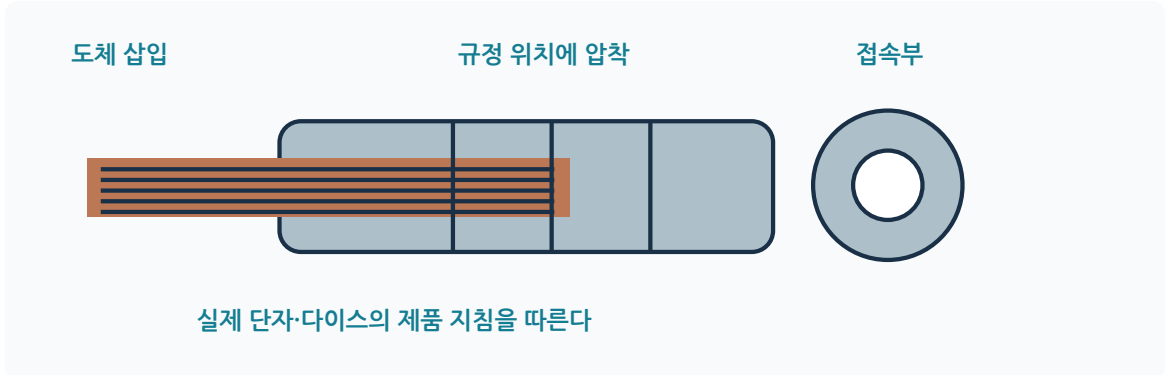


그림 3-23 삽입·압착·접속의 연속 품질 | 교육용 개념도·비촉척

작업 단계	확인할 세부 내용
자재 선택	도체 단면적·연선 등급·단자·단자대가 서로 허용되는 조합인지 확인.
피복 제거	정해진 길이, 도체 흠집·가닥 손실 없음, 절연 잔여물 없음.
압착	삽입 끝점·다이스·압착 위치/횟수·완료 표시·균열 확인.
체결	허용 가닥 수·토크·도체 노출·피복 물림·인장 여유 확인.
완료 확인	단자 번호·라벨·도어 개폐·기능과 요구 시험 결과를 연결.

심화 실무 · 적용의 경계

손상된 도체를 자르면서 길이가 부족해졌다면 억지로 당겨 결선하지 않는다. 승인된 재포설 또는 접근 가능한 적합 접속 방안을 검토한다. 선이 단자에 닿는 것과 정상 시공은 다르다.

심화 2 · 관통부 검측 한 건의 구성

방화관통부 관리번호 하나에 벽체·관통재·인정 상세·시공 사진·검사 결과를 묶는다. 여러 사진이 같은 위치라는 것을 알 수 있어야 하며, 완료 후에는 보이지 않는 깊이와 내부 구성은 시공 중 기록으로 남긴다.

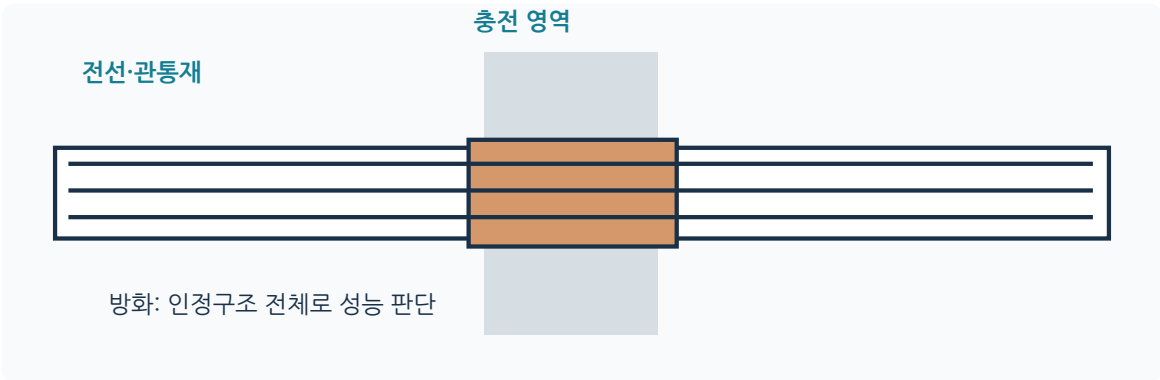


그림 3-24 관통부별 이력 연결 | 교육용 개념도·비촉척

검측 단계	필요한 증거
시공 전	벽/바닥 종류·두께·개구부 치수·관통재·인정 적용 범위.
시공 중	충전재 종류·깊이/두께·내부 구성·고정·양면 조건.
시공 후	틈새·마감·라벨·주변 손상·관통부 위치 식별.
추가 공사	추가된 케이블·개방 범위·임시 관리·변경 적용성 검토.
재검·인계	복구 구성·사진·승인·완료 일시·유지관리 안내.

심화 실무 · 적용의 경계

구서마감이나 실란트 색상만 기록하면 내화 성능의 근거가 되지 않는다. 인정구조의 적용 조건과 실제 시공이 맞는지 검측의 핵심이다. 방폭 경계가 겹치면 제7권의 별도 성능도 함께 확인한다.

핵심 용어와 근거 확인

용어	쉬운 뜻·현장 표현
입선 / 폴링	관로에 전선을 넣기 / 당겨 포설하기.
심선 / 단말	케이블 안의 개별 도체 / 연결 끝을 가공하고 접속하는 작업.
본딩 / 등전위본딩	금속 부분들을 전기적으로 연결하여 위험한 전위차를 줄이는 것.
보호도체 / PE	감전 보호를 위한 도체. 통신선이나 DC 음극과 구분한다.
눈관리 / 라벨	누가 봐도 회로·상태를 추적할 수 있게 하는 시각적 식별.

공개 근거 확인일: 2026-10-07. 아래 자료는 적용 범위·공개 기술 개념의 확인에 사용했다. 법령 웹 본문 일부는 열람 제한이 있어 세부 수치의 최신 적합성을 전부 검증했다고 주장하지 않는다. 확정하지 못한 시공 치수·시험값은 본문에서 설계·제품 조건으로 남겼다.

자동화재탐지설비 및 시각경보장치 NFTC 203 — 2026-10호 확인. 개별 현장에는 경과조치와 승인до서를 함께 적용.

[공식 자료 열기](#) ↗

건축자재등 품질인정 및 관리기준 — 현행 목록에서 2025-508호 확인. 내화채움 인장구조와 현물의 동일성을 확인.

[공식 자료 열기](#) ↗

다음 학습: 제4권에서 같은 배선이 감지기·입출력 모듈·수신기 안에서 어떤 정보로 처리되는지 배운다.