

접지설비

배석명 | 전기안전연구원 기준연구팀장

접지설비는 다른 설비에 비해서 단지 부속설비처럼 안이하게 취급하는 경우가 많다. 그러나 접지설비는 전로의 이상전압을 억제하고 지락시의 고장전류를 안전하게 대지로 흘려 인체의 보호나 화재, 기기의 손상 등의 재해를 방지하는 것뿐만 아니라 제어 기기를 안정하게 동작시키는 등의 역할을 위한 필수불가결한 설비이다.

특히 최근 전자기기의 급격한 증가에 따라 안정된 신호계를 확보하기 위한 접지설비가 다양화, 혼재화하고 있다. 접지를 하여야 할 설비에는 전력설비, 정보·통신설비(신호, 제어, 유무선통신, 컴퓨터 등), 피뢰설비(피뢰침, 피뢰도선, 가공지선 등)를 비롯하여 정전기 제거설비, 유도장해 방지설비 등 여러 가지 설비가 있다.

접지는 기본적으로 대지에 전기적 단자를 접속하는 것으로 즉, 금속 등의 도전성 물체를 대지와 전기적으로 접속하여 도전성 물체의 전위를 대지와 같은 전위 또는 전위차를 최소화시키는 것을 말한다.

금속체와 대지를 접속하는 단자의 역할을 하는 것이 접지전극(Grounding electrode)이라고 하며 보통은 지중에 매설되어 있는 도체가 사용된다. 접지전극과 접지를 하는 설비를 연결하는 도선을 접지도선 또는 접지선(Grounding conductor)이라고 한다.

따라서, 접지설비를 설계하기 위해서는 접지의 목적, 기능, 종류를 정확하게 이해하여 접지시스템을 구축함과 동시에 적절한 접지개소, 접지선, 접지극을 선정하고 시공하여야 한다.

1. 공연장 전기설비의 접지

가. 공연장 전기설비의 특수성

공연은 일단 개막하면 절대로 되돌릴 수 없다. 따라서 기기의 고장, 장치의 오동작 또는 잠음장애에 의한 사고나 고장은 절대로 용납되지 않는다.

그러나 연출공간의 각종 무대설비는 사용조건이 매우 열악한 환경에 있다. 그 특수사정을 나열하면 다음과 같다.

1) 사용조건

공연장의 전기설비는 조명, 기구, 음향 각각의 설비용량이 크고 또한 근접한 장소에 설치하기 때문에 각각의 노이즈 영향을 받기 쉽다.

공연장 전기설비는 무대진행에 따라 운용되기 때문에 각각의 설비는 일제히 동작하거나 또는 급격한 간헐동작 등이 많아 사용조건이 매우 나쁘다.

2) 무대조명설비

무대조명설비의 조광설비는 반도체위상각 제어방식이기 때문에 고조파 성분의 함유량이 대단히 많다.

무대조명설비로 사용되는 부하에는 크세논램프, HMI 등 대용량 방전등이 사용되고 있기 때문에 점등시 노이즈발생원이 많다.

무대조명제어의 조광조작 테이블이 컴퓨터화 되어 있어 전송 데이터량이 대단히 많으며 고속전송이기 때문에 제어선의 시설은 통신회선의 시설조건을 필요로 하고 있다.

3) 무대기계·기구설비

무대기구조작반은 인버터 제어에 의한 컴퓨터화가 되어 있어 전송 데이터량이 대단히 많으며 고속전송이기 때문에 제어선의 시설은 통신회선의 시설조건을 필요로 하고 있다.

무대기구설비는 최근 인버터방식에 의한 속도제어나 레벨설정 등에 의한 동시운전 등의 고도의 제어방법이 채용되는 경우가 많아지고 있다.

4) 무대음향설비

무대음향설비는 기본적으로 노이즈장해를 받기 쉬운 성질을 가지고 있다.

최근에는 앰프의 음압이 일반적으로 높은 경향이다. 특히 록 콘서트 등의 음악공연에서는 음질의 향상과 동시에 현저한 출력증강 요청이 높다. 그 때문에 음성장해 레벨을 낮게 할 필요가 있어 점점 노이즈성분에 대하여 민감해 지고 있다.

나. 계통접지

1) 목적

고압전로 또는 특별고압전로와 결합하는 변압기로서, 저압측의 중성점을 제2종 접지공사로 접지하는 목적은 고압전로 또는 특별고압전로와 저압전로의 혼촉에 의해 발생하는 이상전압의 억제 및 대지전압의 저하를 도모함과 동시에 전로의 보호장치를 확실히 동작시키는 것

이다.

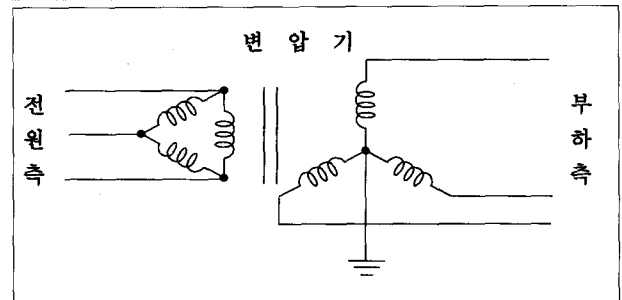
2) 시설장소

무대조명설비, 무대기구설비, 무대음향설비의 계통접지는 각 전원변압기의 이하의 장소에 시설하여야 한다.

가) 상기 설비의 고압전로 또는 특별고압전로와 저압전로를 결합하는 변압기의 저압측의 중성점에 시설하여야 한다. 다만, 저압전로의 사용전압이 300V 이하인 경우에 해당 접지공사를 변압기의 중성점에 하기 어려울 때에는 저압측의 1단자에 시행할 수 있다. (「기술기준」 제26조 1항)

나) 가)의 접지공사는 변압기의 시설장소마다 시행하여야 한다. (「기술기준」 제26조 2항)

그림 1. 전력계통의 중성점 접지방식



3) 접지의 종류

고압전로 또는 특별고압전로와 저압전로를 결합하는 변압기의 저압측의 중성점에 시설하는 계통접지는 제2종 접지공사이어야 한다. (「기술기준」 제26조 1항)

제2종 접지공사의 접지저항값의 계산은 고압전로의 혼촉시에 고압측 전로의 차단시간에 의해 다음 식과 같다. (기술기준 제21조 1항)

$$R = 150/I \text{ (2초를 초과하고 3초 이내에 차단)}$$

$$R = 300/I \text{ (1초를 초과하고 2초 이내에 차단)}$$

$$R = 600/I \text{ (1초 이내에 차단)}$$

R : 접지저항값

I : 1선 지락전류(A)

(1선 지락전류는 실측치 또는「기술기준」별표 13에서 정하는 계산식에 의해 계산한 값으로 한다.)

4) 접지선의 종류

가) 접지선의 재료

공연장 전기설비의 계통접지의 접지선은 다음에 의하여 한다.

(1) 접지선은 IV 전선 또는 이와 동등 이상의 절연효력이 있는 동전선을 사용하여야 한다. 다만, 지중 및 접지극에서 지표면상 60cm 이하의 부분, 습기찬 콘크리트, 석재, 벽돌류에 접하는 부분 또는 부식성 가스 또는 용액이 발산하는 장소에 사용하는 경우를 제외하고 알루미늄전선을 사용할 수 있다.(내선규정 140-3)

(2) 가요성을 필요로 하는 부분은 클로로프렌 캡타이어케이블(3종 및 4종에 한함), 클로로설펜화 폴리에틸

렌 캡타이어케이블(3종 및 4종에 한함) 또는 고압용 캡타이어케이블의 1심 또는 다심 캡타이어케이블이나 고압용 캡타이어케이블의 차폐 금속체를 사용하고 또한 단면적 8mm² 이상으로 고장시 흐르는 전류가 안전하게 통할 수 있는 것이어야 한다.(내선규정 140-5)

나) 접지선의 굵기

특별고압전로 또는 고압전로와 저압전로를 결합하는 변압기의 저압측 중성점에 시설하는 계통접지의 접지선의 굵기는 원칙적으로 내선규정 140-5의 표 1-18(제2종 접지공사의 접지선의 굵기)에 의하여야 한다. 이것을 표 1에 나타낸다.

다) 접지선의 표식

공연장 전기설비에 있어서의 계통접지의 접지선은 다음에 의하여 한다.

(1) 접지선은 접지선만 단독으로 배선한 경우와 같이

표 1. 제2종 접지선의 굵기

변압기 1상분의 용량			접지선의 굵기	
110V	220V	380V · 440V	동선	알루미늄
5kVA까지	10kVA까지	15kVA까지	5.5mm 이상	8mm 이상
10 "	20 "	30 "	8 "	14 "
20 "	30 "	75 "	14 "	22 "
30 "	75 "	100 "	22 "	38 "
50 "	100 "	150 "	38 "	60 "
75 "	150 "	250 "	60 "	80 "
100 "	200 "	350 "	60 "	100 "
175 "	350 "	600 "	100 "	125 "

- 주 1. 이 표의 산정의 기초는 내선규정 부록 1-6을 참고할 것.
 2. 「변압기 1상분의 용량」이라 함은 다음의 값을 말한다.
 (1) 3상변압기의 경우는 정격용량의 1/3의 용량을 말한다. 다만, 계산상 소수점으로 계산될 경우 직근 상위용량을 적용한다.
 (2) 같은 용량의 단상변압기 3대로서 Δ 결선 또는 Y결선하는 경우에는 단상변압기의 1대의 정격용량을 말한다.
 (3) 단상변압기 V결선의 경우
 ㉞ 같은 용량의 단상변압기 2대로 V결선하는 경우에는 단상변압기 1대의 정격용량을 말한다.
 ㉟ 다른 용량의 단상변압기 2대로 V결선하는 경우에는 큰 용량의 단상변압기 정격용량을 말한다.
 3. 변압기가 2뱅크 이상으로 병렬 연결되어 저압측이 1대의 차단기로 보호되는 경우 「변압기 1상분의 용량」은 각 뱅크에 대한 주 2.의 용량의 합계치로 한다.
 4. 저압측이 다선식인 경우에는 그 사용전압 중 최대전압을 적용한다. (예 : 단상 3선 220V/440V와 같은 경우는 440V를 적용한다.)

접지선인 것이 용이하게 식별될 수 있는 경우를 제외하고 녹색의 표지를 실행하여야 한다.

(2) 녹색 또는 녹색황색 모양 이외의 절연전선을 접지선으로서 사용하는 경우는 단말 및 적당한 개소에 녹색 테이프 등에 의해 접지선인 것을 표시하여야 한다. 공연장 전기설비에 있어서의 계통접지의 접지선은 녹색의 절연전선을 사용하는 것이 바람직하다.

5) 접지선의 시공

계통접지인 전로의 중성점의 접지극은 고장시에 그 근방의 대지와와의 사이에 발생하는 전위차에 의해 사람이나 가축 또는 다른 시설물에 위험을 줄 우려가 없도록 시설하여야 한다. (「기술기준」 제30조, 내선규정 140-6)

수전실, 전기실 등 이외에 제2종 접지공사의 접지선을 전주, 옥측 기타 사람이 접촉될 수 있는 장소에 시설하는 경우는 다음 각 호에 의하여야 한다.

- 가) 접지극은 지하 75cm 이상으로 하되 동결깊이를 감안하여 매설할 것
- 나) 접지선을 사람이 접촉될 수 있는 장소에 철주와 같은 금속체에 따라서 시설하는 경우는 접지극을 철주 등의 금속체의 바닥면으로부터 30cm 이상의 깊이에 매설하는 경우 이외에는 그 철주 등의 금속체의 측면으로부터 1m 이상 이격하여 접지극을 시설할 것
- 다) 접지선은 접지극에서 지표상 60cm 까지의 부분에는 절연전선, 캡타이어케이블(3중 및 4중에 한함), 클로로프렌 캡타이어케이블(3중 및 4중에 한함), 클로로설펜화 폴리에틸렌 캡타이어케이블(3중 및 4중에 한함) 또는 케이블(클로로프렌외장 케이블 또는 비닐외장 케이블에 한함)을 사용할 것
- 라) 접지선은 지표면하 75cm에서 지표상 2m까지의 부분에는 합성 수지관(2mm 미만의 합성수지제 전선관 및 콤팩인덕트관 제외) 또는 이와 동등 이상의 절연효력 및 강도가 있는 것으로 덮을 것

다. 기기접지

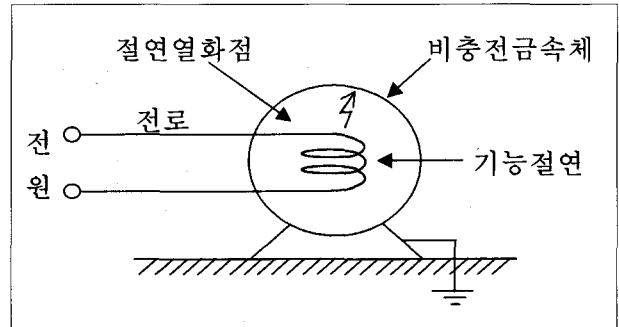
1) 목적

전기기계기구는 충전부분과 철대, 외함 등의 비충전 금속부분이 있으며 이 두 부분의 사이의 절연을 기능절연(Functional insulation)이라고 한다.

이 절연기능이 전로의 절연열화 등의 원인에 의해서 저하되면 누전 또는 지락이 발생하여 위험이 발생하는 경우가 있다.

기기접지는 누전 등에 의해 충전된 철대 등에 사람이 접촉하면 감전될 위험이 있으므로 그 안전 확보를 위하여 대지전압을 억제하고 지락 보호장치가 확실히 동작하도록 하는 것을 목적으로 한다.

그림 2. 기기접지의 개념



2) 시설장소

무대조명설비, 무대기구설비 및 무대음향설비의 기기 접지는 다음 장소에 시설하여야 한다.

가) 전기기계기구의 철대 및 금속제외함 등의 비충전 금속부분의 접지

- (1) 무대조명설비 : 조광장치(주간반, 조광기반, 조광조작테이블), 조명기기용 전원반 등 및 조명기구의 비충전 금속부
- (2) 무대기구설비: 무대기구장치(전원반, 무대기구제어반, 무대기구조작반), 전동장치 등의 비

충전 금속부

- (3) 무대음향설비: 음향장치(음향전원반, 전력증폭기, 음향조작테이블), 음향기기용 전원반 등의 비충전 금속부

나) 배선공사 및 배선기구 등의 접지

무대조명설비, 무대기구설비, 무대음향설비의 다음 각 부분

- (1) 금속관, 금속덕트부, 접속 박스
- (2) 플라이 덕트, 플로어 콘센트 박스, 벽부 콘센트 박스
- (3) 각종 접속기

3) 접지의 종류

가) 전기기계기구의 접지

공연장 전기설비로 시설되는 전기기계기구의 철대 및 금속제외함 등에는 표 2에 나타내는 접지공사를 실행하여야 한다. (「기술기준」제36조)

표 2. 전기기계기구의 사용전압 구분에 의한 접지공사의 적용

기계기구의 구분	접지공사
400V 미만의 저압용의 것	제3종 접지공사
400V 이상의 저압용의 것	특별 제3종 접지공사
고압용 또는 특별고압용의 것	제1종 접지공사

나) 저압옥내배선의 접지

저압옥내배선으로 금속관공사, 금속덕트공사, 버스덕트공사 및 케이블공사에 사용하는 케이블 랙 등의 비충전 금속부에는 표 3에 나타내는 접지공사를 실행하여야 한다.

다) 공연장 전기설비에 필요한 접지공사

상기한 기준에 근거한 공연장 전기설비에는 표 4에 나타내는 접지공사를 하여야 한다.

표 3. 저압옥내배선의 접지공사의 적용

저압옥내배선	접지공사의 종류
저압옥내배선의 사용전압이 400V 미만인 경우	제3종 접지공사
저압옥내배선의 사용전압이 400V 이상인 경우	특별 제3종 접지공사
저압옥내배선과 약전류전선이 혼재한 경우*	특별 제3종 접지공사

주 저압옥내배선과 약전류전선은 안전상 「기술기준」제215조에서 이격하는 것을 원칙으로 하고 있다. 그러나 공연장전기설비에 사용하는 기기는 원격조작에 의한 것이 많고, 그 제어용 약전류전선과 저압옥내배선이 혼재된 것이 있다. 배선공사의 시공상 저압옥내배선과 약전류전선이 동일한 금속제박스, 금속덕트 등으로 행하지 않으면 안 되는 경우는 저압옥내배선과 약전류전선과의 사이에 견고한 격벽을 설치한 박스, 덕트 등에 특별 제3종 접지공사를 실행하거나, 약전류전선에 특별 제3종 접지공사를 실행한 금속성 전기적 차폐층을 갖는 통신용 케이블을 사용해야만 하기 때문에 특별 제3종 접지공사를 필요로 한다.

표 4. 공연장 전기설비의 접지공사

무대관련설비의 종류	접지공사의 종류
무대조명설비	제3종 접지공사(특별 제3종 접지공사)
무대기구설비(사용전압 110V)	제3종 접지공사(")
(사용전압 220V)	제3종 접지공사(")
무대음향설비	제3종 접지공사(")

비고 ()안은 배선공사의 시공상, 저압옥내배선과 약전류전선이 혼재하는 경우에 필요로 하는 공사이다.

라) 기기접지의 주의사항

기기접지의 각종 접지공사는 보안접지이기 때문에 접지극은 공용(다만, 접지선은 각 설비마다 접지극 접속단자로부터 전용의 접지선으로 한다)으로 한 시공이 좋지만 6.1.4 신호회로에 관한 접지에서 서술하는 제어기능상의 접지와 혼축을 피하기 위해서 「신호회로에 관한 접지」의 접지극 및 접지선을 사용하여서는 아니 된다.

4) 접지선의 종류

가) 접지선의 재질

공연장 전기설비의 기기접지의 접지선은 다음에 의하여 한다.

(1) 접지선은 동선을 사용하여야 한다.

다만, 지중 및 접지극에서 지표면상 60cm 이하의 접지선, 습기찬 콘크리트, 석재, 벽돌류에 접하는 부분 또는 부식성 가스 또는 용액이 발산하는 장소의 접지선을 제외하고 접지선에 알루미늄선을 사용할 수 있다(내선규정 140-3).

(2) 이동하여 사용하는 무대조명기기 등의 저압의 전기기계기구의 접지선은 그 전기기계기구에 부착하는 다심 캡타이어 케이블의 1심(다만, 그 전기기계기구에 전기를 공급하는 심선과 동등 이상의 굵기를 가진 것에 한한다.)을 사용할 수 있다.

나) 접지선의 굵기

공연장 전기설비의 기기접지를 위한 특별 제3종 및

제3종 접지공사에 사용하는 접지선의 굵기는 원칙적으로 표 5에 따른다.

다) 접지선의 표식

공연장 전기설비에 있어서의 기기접지의 접지선의 표식은 다음에 의하여야 한다.

(1) 접지선은 다음 각 항을 제외하고는 녹색 표시를 하여야 한다.

- a. 접지선이 단독으로 배선되어 있어 접지선을 한 눈에 쉽게 식별할 수 있는 경우
- b. 다심케이블, 다심 캡타이어케이블 또는 다심코드의 1심선을 접지선으로 사용하는 경우로서 그 심선이 나전선 또는 황록색의 얼룩무늬 모양으로 되어 있을 경우

표 5. 공연장 전기설비의 기기접지의 접지선의 굵기(특별 제3종 및 제3종 접지공사)

접지하는 기계기구의 금속제외 함, 배관 등의 저압전로의 전원 측에 시설되는 과전류차단기중 최소의 정격전류용량	일반의 경우		이동하면서 사용하는 기계기구에 접지를 하여야 할 경우로서 가요성(可撓性)을 필요로 하는 부분에 코드 또는 캡타이어케이블을 사용하는 경우	
	동	알루미늄	단심의 굵기	2심을 접지선으로 사용하는 경우 1심의 굵기
20A 이하	1.6mm 이상 2mm 이상	2.6mm 이상	1.25mm 이상	0.75mm 이상
30A	1.6 " 2 "	2.6 "	2 "	1.25 "
50A	2.0 " 3.5 "	2.6 "	3.5 "	2 "
100A	2.6 " 5.5 "	3.2 "	5.5 "	3.5 "
150A	8 "	14mm 이상	8 "	5.5 "
200A	14 "	22 "	14 "	5.5 "
400A	22 "	38 "	22 "	14 "
600A	38 "	60 "	38 "	22 "
800A	60 "	80 "	50 "	30 "
1,000A	60 "	100 "	60 "	30 "
1,200A	100 "	125 "	80 "	38 "

- 주 1. 이 표의 과전류차단기는 인입구장치, 간선용 또는 분기용으로 시설하는 것이며, 전자개폐기와 같은 전동기의 과부하보호기는 포함하지 않는다.
2. 코드 또는 캡타이어케이블을 사용하는 경우의 2심인 것은 2심의 굵기가 동등한 것으로, 2심을 병렬로 사용하는 경우의 1심 단면적을 표시한다.
3. 이 표의 산정기준은 다음 식에 의한다.(내선규정 부록 1-6)
 $A=0.052I_n A$: 동선의 단면적(mm²)
 I_n : 과전류차단기의 정격전류(A)(내선규정 140-3, 표 1-16 참조)
4. 분전반 또는 배전반에 있어서 그 전원측에 과전류차단기가 시설되지 아니한 경우에는 분전반 혹은 배전반의 정격전류에 따라 접지선의 굵기는 내선규정 표 1-16을 적용한다.

(2) 부득이 녹색 또는 황록색 얼룩무늬 모양의 것 이외의 절연전선을 접지선으로 사용할 경우는 말단 및 적당한 개소에 녹색테이프 등으로 접지선임을 표시하여야 한다.(내선규정 140-15)

5) 접지단자의 구조

가) 전기기계기구의 철대 및 금속제외함 등의 비충전 금속부분의 접지단자 및 조광장치, 무대기구장치, 음향 장치의 접지단자는 다음 그림 3에 나타난 어느 하나의 구조로 해야 한다.

나) 배선공사 및 배선기구 등의 접지단자

배선공사에 있어서의 금속덕트, 플로어박스, 케이블 랙 등 및 콘센트박스, 조인트 박스 등의 배선기구의 접지단자는 다음 그림 4에 나타난 어느 하나의 구조로 해야 한다.

6) 접지선의 시공

공연장 전기설비에 있어서의 기기접지의 접지선은 다 음에 의해 시공해야 한다.

가) 기기접지(보안접지)의 접지극은 다른 전기설비의 접지극에서 독립한 접지극으로 하며, 노이즈 등의 장애 로부터 서로 영향을 받지 않도록 시설하여야 한다.

나) 무대조명설비, 무대기구설비, 무대음향설비의 기 기접지의 접지극은 공용으로 시설해도 좋다.

다) 공연장 전기설비의 기기접지의 접지극 및 접지선 은 피뢰침용 접지극 및 접지선으로부터 2m 이상 이격하 여 시설해야 한다.

라) 전기기계기구의 철대 및 금속제외함 등의 비충전 금속부분의 접지공사

(1) 공연장 전기설비의 전기기기용 접지선은 금속관, 금속덕트 등의 배선설비 및 콘센트 박스, 조인트

그림 3. 공연장 전기설비의 기기접지용 단자의 구조

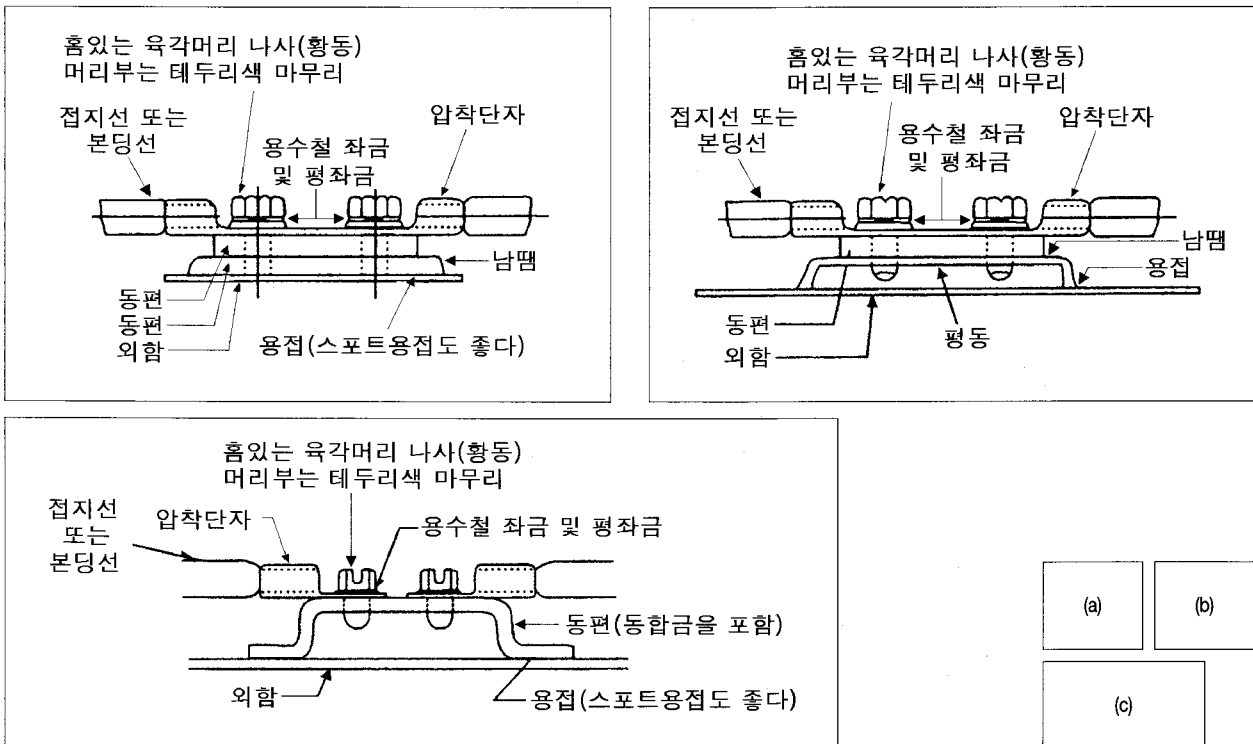
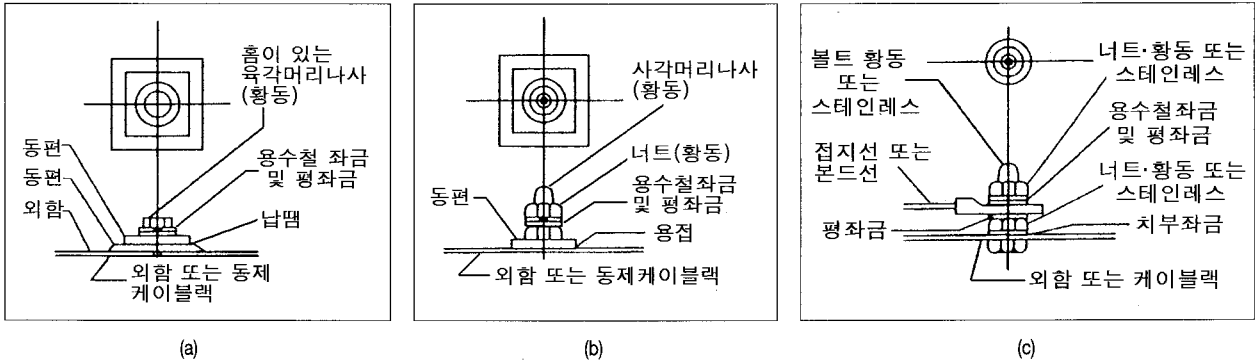


그림 4. 배선공사 및 배선기구 등의 접지단자의 구조



박스 등의 배선기구의 접지공사와는 별도로 적합한 굵기의 접지선을 종단기기까지 시공하여야 한다.

다만, 콘센트 박스, 조인트 박스 등의 배선기구의 접지공사에 접지선 전용의 배선을 적합한 굵기로 시공할 경우는 공용할 수 있다.

- (2) 무대조명설비로 사용하는 조명기구의 비충전 금속부분은 확실히 접지하는 구조(어스기구)로 되어 있기 때문에 기구코드로서 접지선을 포함하는 다심 케이블에 부착하는 접속기는 접지극이 부착되어 있는 구조를 사용하여야 한다.

또한, 콘센트는 접지선 전용의 접착극을 가지는 접지극 부착 콘센트로 되어 있어 접지선은 반드시 종단접속기까지 시설하여야 한다.

마) 금속관, 금속덕트 등의 접지공사

- (1) 각 금속관의 접속부나 플로어 박스부 및 금속덕트 등의 접속부는 본드선에 의해 접지선이 접속되도록 시공하거나, 적합한 굵기의 접지선에 의해 시공하여야 한다.
- (2) 본드선에 의한 시공의 경우, 금속관배선의 금속관과 박스 사이 또는 금속덕트 사이를 본드선으로 전기적 및 기계적으로 확실히 접속하여야 한다.

본드선의 굵기는 표 5에 의한다. 다만, 나사로 접속되는 개소 등에는 전기적으로 완전히 접속된 부분은 생략할 수 있다.(최종 말단까지의 전기저항은 2Ω 이하가 되도록 시공하여야 한다.)

- (3) 금속관배선의 본드선에 의한 접지공사의 일례를 그림 5에 나타낸다.

바) 케이블 배선공사의 접지

케이블 배선공사의 경우 접지선의 시공은 다음중 1에 의하여야 한다.

- (1) 표 5에 의해 적합한 굵기의 접지선 전용의 단심 케이블로 종단의 접속기까지 접지선을 시공하여야 한다.
- (2) 전기를 공급하는 전선이 다심케이블인 경우, 그 다심케이블중 1심을 접지선 전용으로 종단의 접속기까지 접지선을 시공하여야 한다. 이 경우의 접지선의 굵기는 전기를 공급하는 심선과 동등 이상이어야 한다.

사) 콘센트 박스 등의 접지

콘센트 박스와 배선용 금속관은 본드선에 의해 접지선이 확실히 접속되도록 시공하거나, 콘센트 박스까지 적합한 굵기의 접지선을 시공하여야 한다. 콘센트 박스

그림 5. 금속관배선의 본드선에 의한 접지공사의 시공예

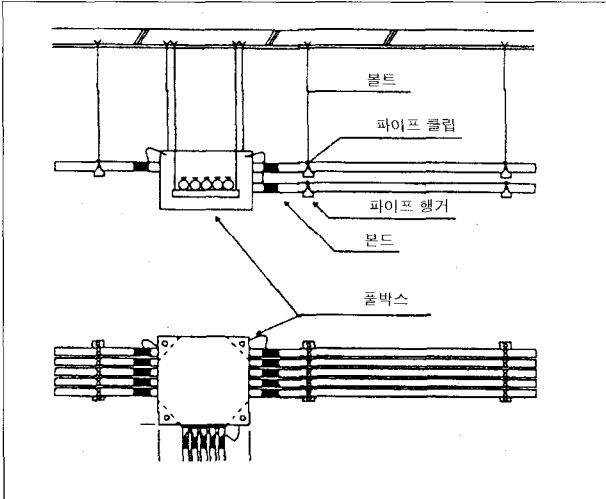
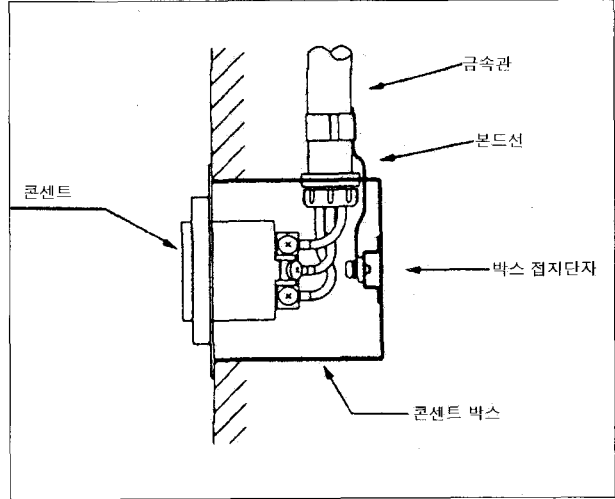


그림 6. 콘센트 박스의 접지공사의 시공예



와 금속관과의 본드선에 의한 접지공사의 일례를 그림 6에 나타낸다.

아) 플라이덕트의 접지공사

무대상부에 매달은 보더라이트 및 플라이덕트 등의 접지공사는 다음에 의하여야 한다.

- (1) 조인트 박스 및 보더라이트 또는 플라이덕트 등은 접지선 전용의 단자대를 가져야 한다.
- (2) 보더케이블은 다심케이블로 하고, 그 1심을 접지선으로 사용할 수 있는 것이어야 한다. 다만, 일체화한 금속제 조명기에 복수의 보더케이블이 시설 되는 경우에는 그 전부에 접지선을 시설할 필요는 없다.
- (3) 보더케이블의 접지선은 전기를 공급하는 심선의 굵기와 동등 이상의 굵기로 하여야 한다.
- (4) 보더라이트 및 플라이덕트 등 금속제 조명기의 연속부분은 본드선 이외의 방법으로 확실하게 접지할 수 있는 구조로 하여야 한다.
- (5) 플라이덕트에 시설되는 접속기는 접지구부착으로 하며, 그 접지구에서 플라이덕트의 단자대에 설치된 접지단자까지 적합한 굵기의 접지선을 배

선해야 한다.

- (6) 플라이덕트의 접지공사의 일례를 그림 7에 나타낸다.
- (7) 전동장치의 접지공사

무대관련설비의 전동장치의 접지는 제어반과 전동기 사이의 배선에 적합한 굵기의 접지선을 시설해야 한다. 전동장치의 접지공사의 일례를 그림 8에 나타낸다.

그림 7. 플라이덕트의 접지공사의 시공예

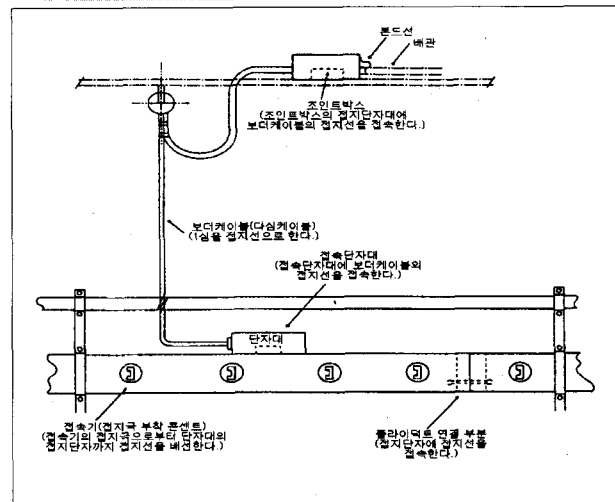
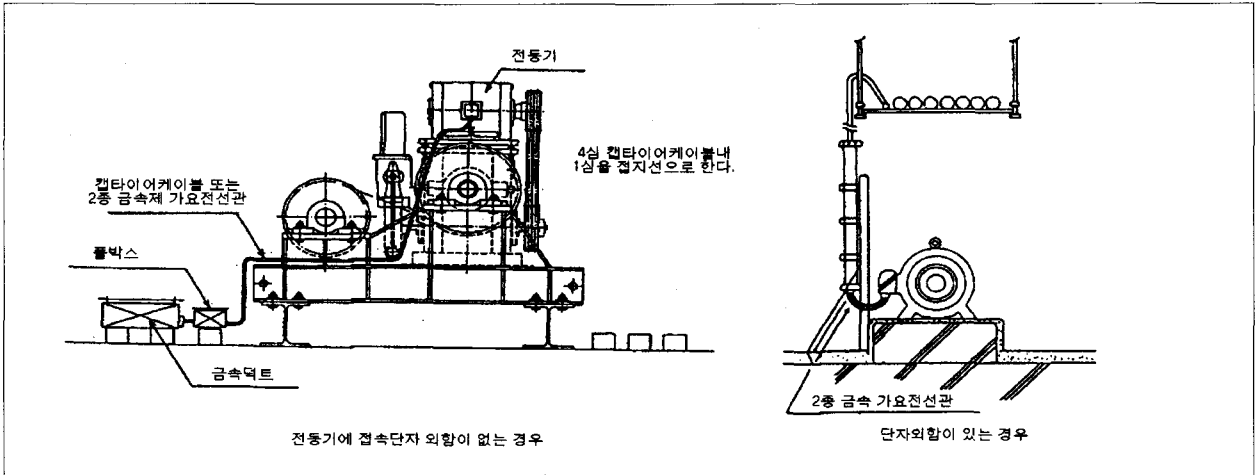


그림 8. 전동장치의 접지공사의 시공예



라. 신호회로에 관한 접지

1) 목적

공연장 전기설비에 있어서, 무대음향설비는 노이즈장해에 약하고 전위의 미세한 변동에 영향을 받기 쉬운 음성신호이며 무대조명설비 및 인버터제어에 의한 무대기구설비는 다수의 제어회로를 동시에 동작시킬 필요가 있고 매우 고속인 신호전송에 의한 컴퓨터제어이기 때문에, 기준전위의 순간 변동은 오동작의 원인이 된다.

따라서, 공연장 전기설비의 조작계통에 있어서 보안 접지와는 다른 분리독립한 신호회로에 관한 접지를 시설하며 기기 기능을 항상 정상적으로 동작시키는 것을 목적으로 한다.

2) 시설장소

공연장 전기설비의 신호회로에 관한 접지가 필요한 장소는 다음과 같다.

- 가) 무대조명설비 : 조광기반, 조광조작 테이블, 리모트 제어부 조명기기의 신호부
- 나) 무대기구설비 : 무대기구제어반, 무대기구조작반, 인버터 제어전동장치의 제어신호부

- 다) 무대음향설비 : 전력증폭기, 마이크폰, 스피커 등의 음성회로신호부

3) 접지의 조건

보안접지는 「기술기준」 및 기타 법규에 의해 규정된 안전확보를 위한 접지이지만 신호회로에 관한 접지는 노이즈장해 방지, 안정한 기준전위확보를 목적으로 하기 때문에 법규에 의한 규제는 없다. 여기서는 공연장 전기설비의 신호회로에 관한 접지에 대해 필요조건을 서술하면 다음과 같다.

가) 공연장 전기설비의 신호회로에 관한 접지의 접지선은 접지극 접속점에서 단독으로 하며 다른 설비의 접지선을 접속하여서는 아니된다.

나) 무대조명설비, 무대기구설비, 무대음향설비의 접지극은 가능하면 각각 독립한 접지극을 시설하는 것이 바람직하다.

무대조명설비의 컴퓨터제어는 고속제어(최고속도 0.1μs)를 필요로 하기 때문에, 순간의 노이즈장해라도 오동작이 발생할 우려가 있다.

무대기구설비에 있어서의 제어신호회로에 의한 오동작은 공연의 진행에 방해가 되고, 연동하여야 할 전동장

치에 지장이 생기는 것은 인명손상, 기물파손 등 대형사고의 요인이 될 우려가 있다.

또한, 무대음향설비는 신호레벨이 0.5mV 정도이기 때문에 약간의 노이즈장해에도 영향을 받을 환경에 놓여 있다. 이상으로부터 신호회로에 관한 접지의 접지극은 각각 독립한 접지극으로 하는 것이 바람직하다.

다) 신호회로에 관한 접지는 보안접지와 혼촉하여서는 안된다. 이에 대해 특히 유의할 점은 다음과 같다.

- (1) 기기의 외함 금속부와 기기내의 제어회로부는 반드시 절연시켜야 하며, 신호회로용 접지선은 보안접지된 기기의 외함금속부와 혼촉되지 않도록 배선계통을 분리하여야 한다.
- (2) 배선공사의 금속관, 금속덕트 등 및 저압육내배선과 신호용 케이블은 혼촉되지 않도록 시공하여야 하며 특히 신호용 케이블의 접지선은 건축 금속체 및 배선용 금속관, 금속덕트 등과 혼촉되지 않도록 유의해야 한다.

4) 접지의 종류

가) 접지저항값

신호회로에 관한 접지의 접지저항값은 10Ω 이하의 특별 제3종 접지공사로 해야 한다.

나) 접지극간의 간격

신호회로에 관한 접지는 안정한 전위의 확보가 목적이기 때문에, 신호회로에 관한 접지의 접지극은 다른 접지극 전위상승에 영향받지 않는 위치에 매설하는 것이 바람직하다.

이상적으로는 2개의 접지극의 간격은 무한대의 거리를 이격하지 않으면 완전한 독립이라고 말할 수 없다. 그러나, 이것은 현실적으로 불가능하며 필요로 하는 전위상승치가 허용되는 일정 범위에 있다면 목적은 달성하는 것이다.

접지극간의 이격거리는 다음 3개의 요인에 의한 것이라고 생각된다.

- (1) 발생하는 접지전류의 최대치
- (2) 전위상승의 허용치
- (3) 접지장소의 대지저항률

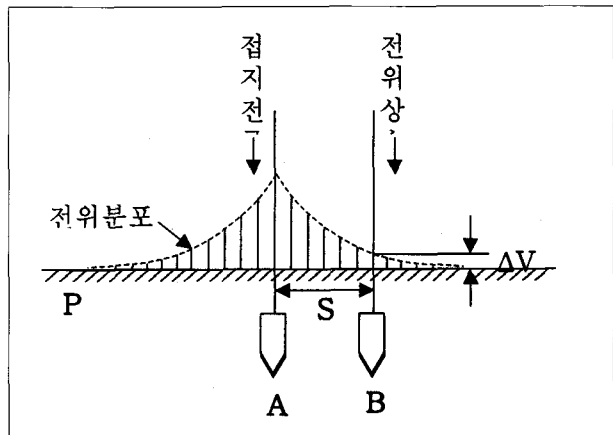
여기서 접지모델 그림 9(봉형 접지극 반경 7mm, 길이 3m인 경우)에 의해 이격거리를 계산한 값을 표 6에 나타낸다.

표 6. 독립접지의 이격거리

상정접지전류 I[A]	전위상승의 허용치 ΔV		
	2.5V	25V	50V
10	63	6	3
50	318	32	16
100	637	64	32

대지저항률 ρ=100Ω · m

그림 9. 독립접지 전극간의 전위간섭



이로부터 안정한 기준전위확보를 위한 접지극은 다른 접지극에 흐르는 접지전류의 크기와 접지극간의 이격 거리에 의해 영향을 받는 정도가 크게 다르다.

따라서, 신호회로의 접지는 보안접지(특히, 계통접지)와는 가능한 한 이격한 장소에 매설을 하여야 한다.

5) 접지선의 종류

가) 접지선의 재질

신호회로에 관한 접지는 법규에 의한 규정은 없지만 운용상 안정한 기능을 확보하기 위해서 보안접지와 동등한 접지선이 필요하다.

나) 접지선의 굵기

신호회로에 관한 접지는 주로 기준전위의 확보가 목적이기 때문에 접지선에는 거의 전류가 흐르지 않는다.

따라서, 신호회로에 관한 접지의 접지선의 굵기는 그 목적에 적합한 굵기로 할 수 있지만 기계적강도 및 내구성을 고려하여 접지극에서 조작반까지의 주접지선은 2.0mm(3.5mm²) 이상으로 하는 것이 바람직하다.

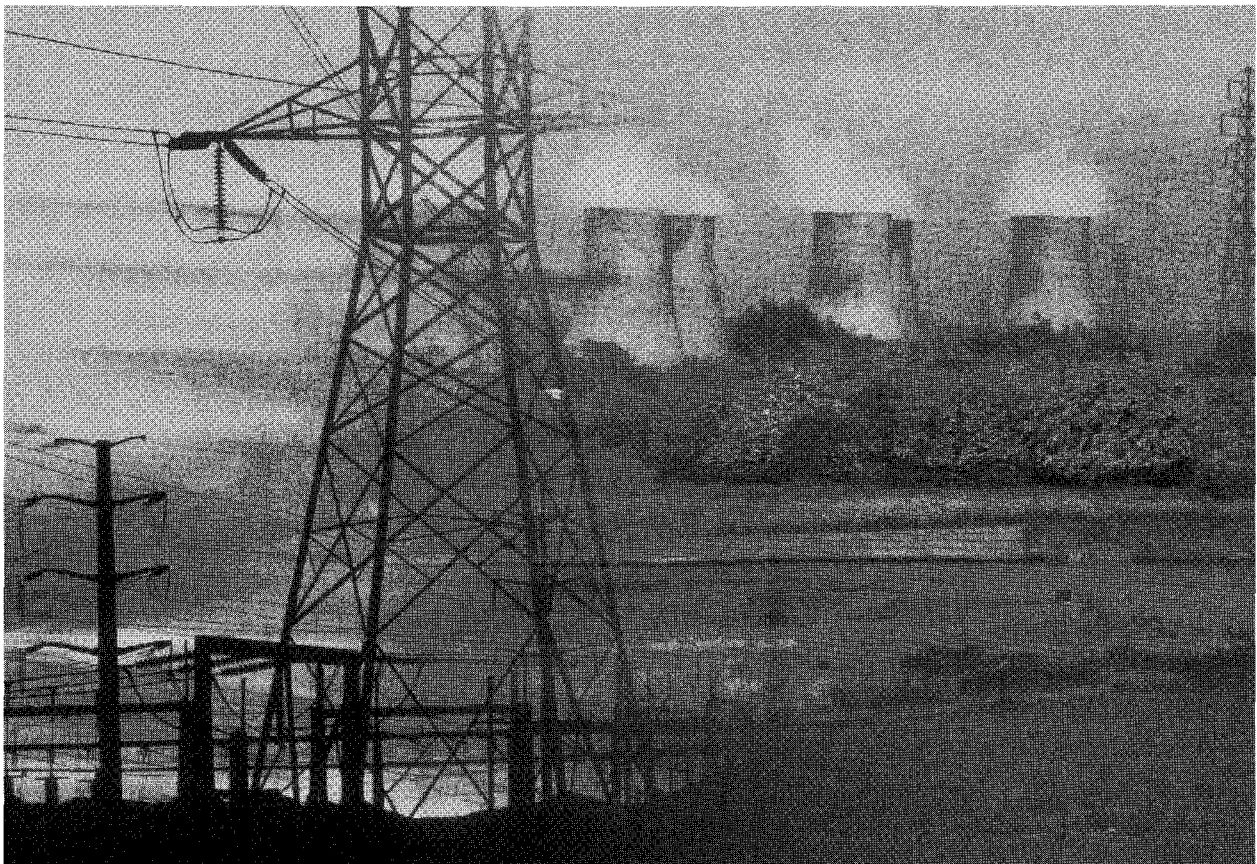
무대기구설비의 신호회로는 인버터제어이기 때문에 제어주파수가 매우 높다.(수 kHz ~ 수백 kHz)

따라서 신호회로에 관한 접지에 사용하는 접지선은 저 임피던스화가 필요하며 시설환경 등을 검토하여 결정하여야 한다.

다) 접지선의 표식

신호회로에 관한 접지는 보안접지와 계통분리하고 있기 때문에, 접지선은 보안접지와 식별 구분할 필요가 있다.

보안접지의 접지선은 내선규정에 의한 녹색 또는 황록색의 얼룩무늬 모양인 것이 규정되어 있기 때문에, 신호회로에 관한 접지의 접지선은 보안접지의 접지선 및 전압측 전선의 색과 다른 색의 전선을 사용하여야 한다.



신호회로에 관한 접지의 접지선은 신호선을 제외하고 일반적으로 전압측 전선에는 거의 사용되고 있지 않은 황색으로 하는 것이 바람직하다.

또한, 전선의 말단 및 적당한 개소에 신호회로에 관한 접지의 접지선인 것을 표시하여야 한다.

6) 접지선의 시공

신호회로에 관한 접지는 보안접지와 절연할 필요가 있기 때문에 접지극 접속단자부에서 신호회로에 관한 접지를 필요로 하는 주제어기기로의 배선은 독립한 계통으로 시공하여야 한다.

신호회로에 관한 접지는 무대조명, 무대기구, 무대음향의 각 설비에 있어서 독립한 접지계통이기 때문에 각각의 접지계통은 혼촉하지 않도록 하여야 한다.

특히, 각 시설에 병설되는 보안접지와 혼촉은 신호에 관한 접지를 독립한 의미가 없어져 제어의 오동작 또는 노이즈장해 등이 발생하는 원인이 되기 때문에 보안 접지와는 혼촉되지 않도록 하여야 한다.

마. 인버터제어식 전동기의 노이즈 필터용 접지

공연의 연출효과로서는 무대기구의 입체화, 장면변화의 고속화, 공연진행중의 무대장치의 가변 등 여러 가지 동작이 요구되므로, 무대기구설비에 있어서 속도제어나 위치설정 등 다양한 기능이 필요하다.

이러한 다기능을 필요로 하는 무대기구에는 인버터 제어방식에 의한 전동장치가 가장 우수하며, 근래에는 대부분의 공연장에서 이 방식을 채용하고 있다.

그러나 인버터 제어방식에 의한 전동장치는 주파수변환에 의한 고조파발생량이 많으므로 이로 인한 외부의 장해방지 및 외부로부터 받는 고조파에 의한 오동작 등의 장해를 방지하기 위해서 전원에 노이즈 필터를 설치하는 경우가 많다. 이 경우에 노이즈 필터에는 전용의 접지선을 필요로 한다.

노이즈 필터용 접지선에는 전동기의 운전시에는 3~10KHz(캐리어주파수)를 중심으로 수백 KHz 이상의 고주파까지의 전류가 다량의 접지전류로서 흐른다.

따라서 인버터제어식 전동기의 노이즈 필터용 접지는 신호회로에 관한 접지와는 별도로 분리하여야 한다.

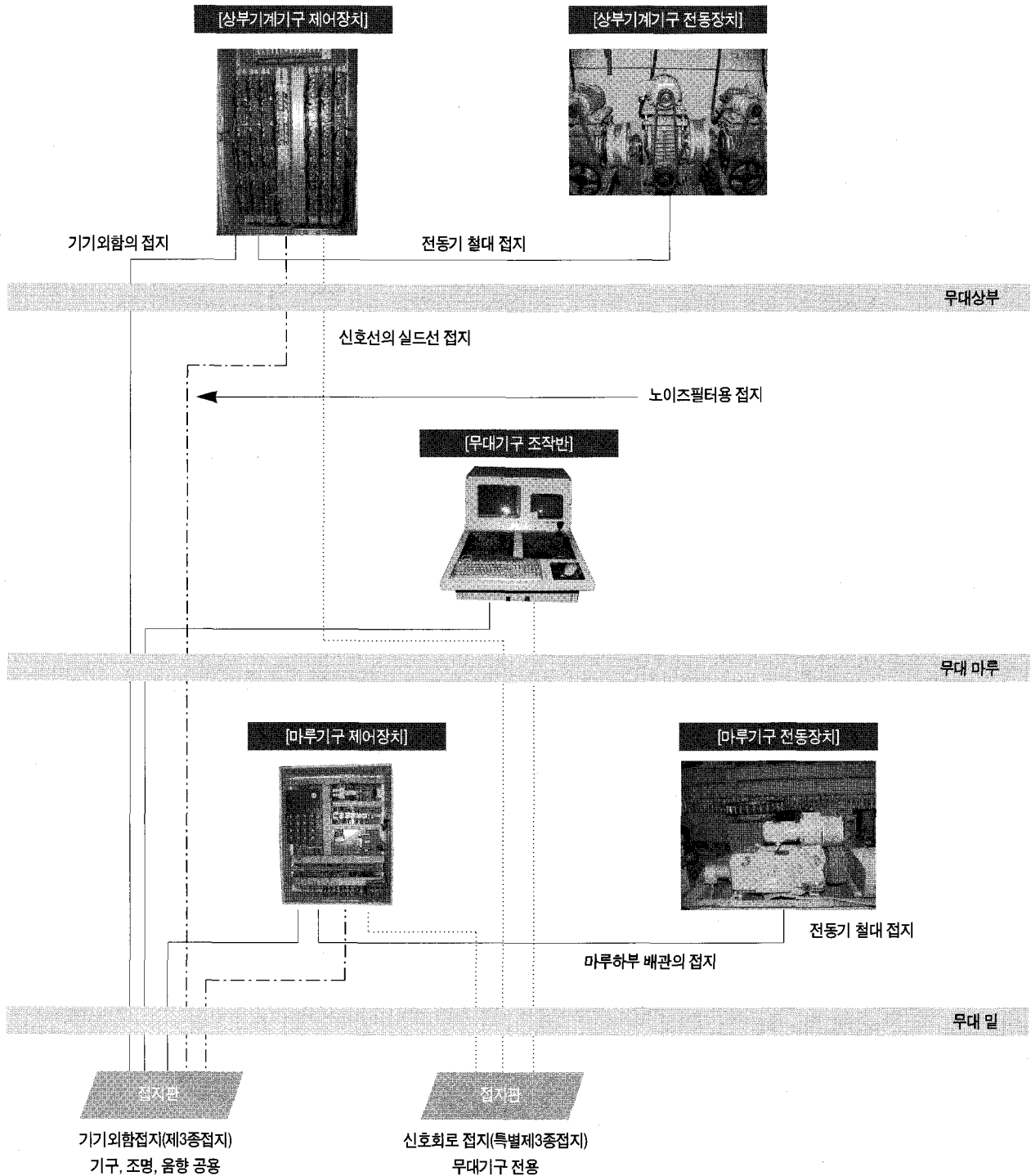
인버터제어식 전동기의 노이즈 필터용 접지에 대하여 고려하여야 할 사항을 다음에 나타낸다.

1. 인버터제어식 전동기의 노이즈 필터용 접지는 제3종 접지공사를 실행하여야 한다.
2. 인버터제어식 전동기의 노이즈 필터용 접지선은 다른 목적으로 사용하는 접지선과 공용하여서는 아니 된다.
3. 특히, 보안접지용 접지선(지락보호장치에 사용하는 접지선) 및 신호회로에 관한 접지에 사용하는 접지극, 접지선과는 분리하여야 한다.
4. 인버터제어식 전동기의 노이즈 필터용 접지의 접지극은 보안접지의 제3종 접지공사(100Ω 이하)에 의한 접지극과 공용할 수 있다.
5. 인버터제어식 전동기의 노이즈 필터용 접지의 접지극이 보안접지의 접지극과 공용인 경우에는 인버터제어식 전동기의 노이즈 필터용 접지선의 접지극의 접속점은 보안접지용 접지선 접지극의 접속점과 동일한 위치에 접속하여야 한다.
6. 인버터제어식 전동기의 노이즈 필터용 접지의 접지공사의 시공은 법규로 규정하고 있는 기기접지에 준하여야 한다.(1.3 기기접지 참조)

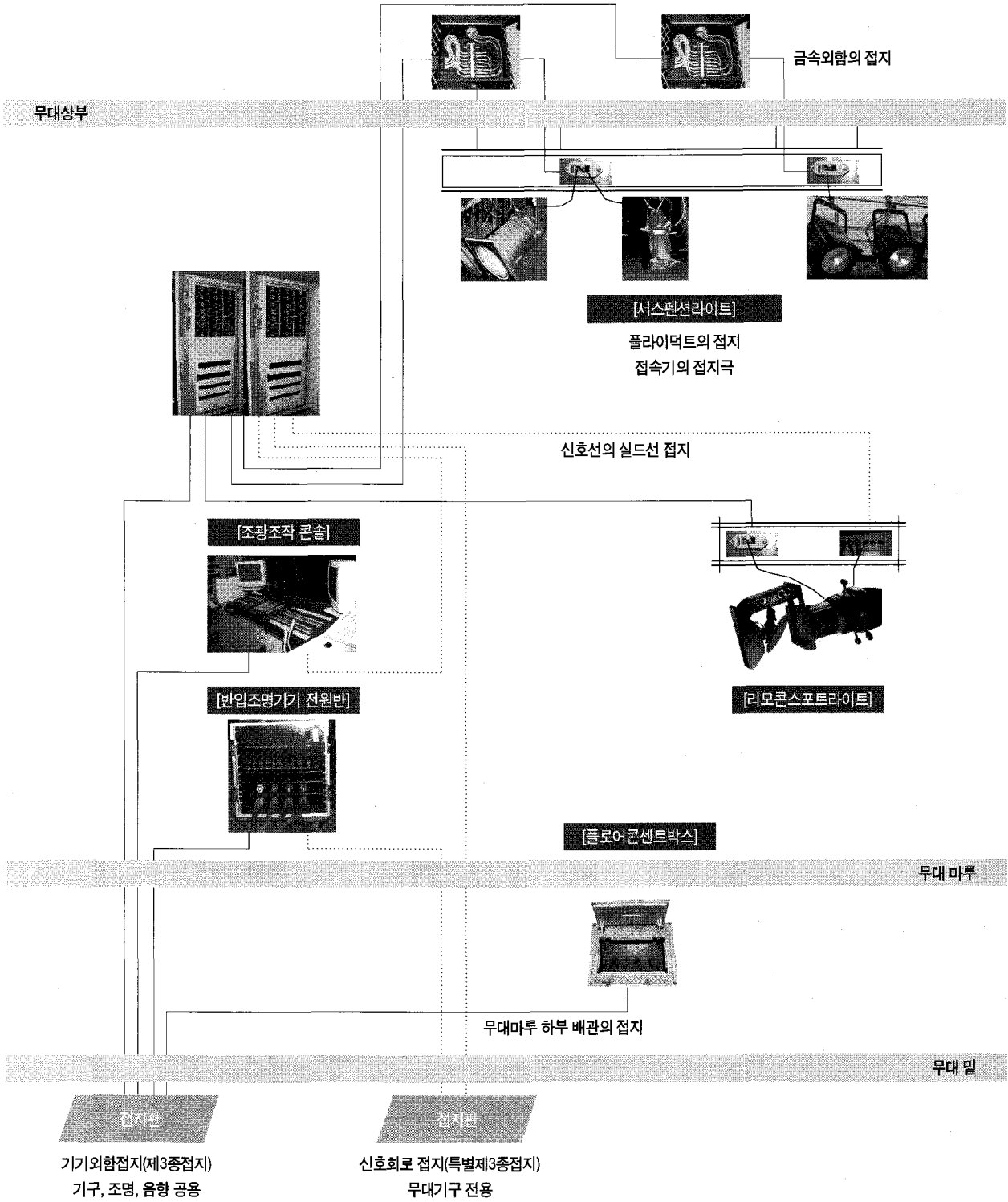
2. 공연장 전기설비의 접지계통의 개념도

공연장 전기설비의 접지계통 중 보안접지의 기기접지계통과 신호회로에 관한 접지계통 및 무대기구설비의 인버터제어식 전동기의 노이즈 필터용 접지에 있어서 각각의 접지를 필요로 한다.

가. 무대기구설비의 접지계통



나. 무대조명설비의 접지계통



다. 무대음향설비의 접지계통

