

4장 전기철도설비

(400 통칙)

401 전기철도의 일반사항

401.1 목적

4장은 전기철도 차량운전에 필요한 직류 및 교류 전기철도 설비의 기술사항을 규정하는 것을 목적으로 한다.

401.2 적용범위

1. 4장은 직류 및 교류 전기철도 설비의 설계, 시공, 감리, 운영, 유지보수, 안전관리에 대하여 적용하여야 한다.
2. 4장은 다음의 기기 또는 설비에 대해서는 적용하지 아니한다.
 - 가. 철도신호 전기설비
 - 나. 철도통신 전기설비

402 전기철도의 용어 정의

4장에서 사용하는 용어의 정의는 다음과 같다.

1. 전기철도: 전기를 공급받아 열차를 운행하여 여객(승객)이나 화물을 운송하는 철도를 말한다.
2. 전기철도설비: 전기철도설비는 전철 변전설비, 급전설비, 부하설비(전기철도차량 설비 등)로 구성된다.
3. 전기철도차량 : 전기적 에너지를 기계적 에너지로 바꾸어 열차를 견인하는 차량으로 전기방식에 따라 직류, 교류, 직·교류 겸용, 성능에 따라 전동차, 전기기관차로 분류한다.
4. 궤도: 레일·침목 및 도상과 이들의 부속품으로 구성된 시설을 말한다.
5. 차량: 전동기가 있거나 또는 없는 모든 철도의 차량(객차, 화차 등)을 말한다.
6. 열차: 동력차에 객차, 화차 등을 연결하고 본선을 운전할 목적으로 조성된 차량을 말한다.
7. 레일: 철도에 있어서 차륜을 직접지지하고 안내해서 차량을 안전하게 주행시키는 설비를 말한다.
8. 전차선: 전기철도차량의 집전장치와 접촉하여 전력을 공급하기 위한 전선을 말한다.
9. 전차선로: 전기철도차량에 전력을 공급하기 위하여 선로를 따라 설치한 시설물로서 전차선, 급전선, 귀선과 그 지지물 및 설비를 총괄한 것을 말한다.
10. 급전선: 전기철도차량에 사용할 전기를 변전소로부터 전차선에 공급하는 전선을 말한다.
11. 급전선로: 급전선 및 이를 지지하거나 수용하는 설비를 총괄한 것을 말한다.

12. 급전방식: 변전소에서 전기철도차량에 전력을 공급하는 방식을 말하며, 급전방식에 따라 직류식, 교류식으로 분류한다.
13. 합성전차선: 전기철도차량에 전력을 공급하기 위하여 설치하는 전차선, 조가선(강제 포함), 행어이어, 드로퍼 등으로 구성된 가공전선을 말한다.
14. 조가선: 전차선이 레일면상 일정한 높이를 유지하도록 행어이어, 드로퍼 등을 이용하여 전차선 상부에서 조가하여 주는 전선을 말한다.
15. 가선방식: 전기철도차량에 전력을 공급하는 전차선의 가선방식으로 가공방식, 강제 방식, 제3레일방식으로 분류한다.
16. 전차선 기울기: 연결하는 2개의 지지점에서, 레일면에서 측정한 전차선 높이의 차와 경간 길이와의 비율을 말한다.
17. 전차선 높이: 지지점에서 레일면과 전차선 간의 수직거리를 말한다.
18. 전차선 편위: 팬티그래프 집전판의 편마모를 방지하기 위하여 전차선을 레일면 중심수직선으로부터 한쪽으로 치우친 정도의 치수를 말한다.
19. 귀선회로: 전기철도차량에 공급된 전력을 변전소로 되돌리기 위한 귀로를 말한다.
20. 누설전류: 전기철도에 있어서 레일 등에서 대지로 흐르는 전류를 말한다.
21. 수전선로: 전기사업자에서 전철변전소 또는 수전설비 간의 전선로와 이에 부속되는 설비를 말한다.
22. 전철변전소: 외부로부터 공급된 전력을 구내에 시설한 변압기, 정류기 등 기타의 기계 기구를 통해 변성하여 전기철도차량 및 전기철도설비에 공급하는 장소를 말한다.
23. 지속성 최저전압: 무한정 지속될 것으로 예상되는 전압의 최저값을 말한다.
24. 지속성 최고전압: 무한정 지속될 것으로 예상되는 전압의 최고값을 말한다.
25. 장기 과전압: 지속시간이 20 ms 이상인 과전압을 말한다.

(410 전기철도의 전기방식)

411 전기방식의 일반사항

411.1 전력수급조건

1. 수전선로의 전력수급조건은 부하의 크기 및 특성, 지리적 조건, 환경적 조건, 전력조류, 전압강하, 수전 안정도, 회로의 공진 및 운용의 합리성, 장애의 수송수요, 전기사업자 협의 등을 고려하여 표 411.1-1의 공칭전압(수전전압)으로 선정하여야 한다.

표 411.1-1 공칭전압(수전전압)

공칭전압(수전전압) (kV)	교류 3상 22.9, 154, 345
-----------------	----------------------

2. 수전선로의 계통구성에는 3상 단락전류, 3상 단락용량, 전압강하, 전압불평형 및 전압왜형을, 플리커 등을 고려하여 시설하여야 한다.
3. 수전선로는 지형적 여건 등 시설조건에 따라 가공 또는 지중 방식으로 시설하며, 비상시를 대비하여 예비선로를 확보하여야 한다.

411.2 전차선로의 전압

전차선로의 전압은 전원측 도체와 전류귀환도체 사이에서 측정된 집전장치의 전위로서 전원공급시스템이 정상 동작상태에서의 값이며, 직류방식과 교류방식으로 구분된다.

1. 직류방식: 사용전압과 각 전압별 최고, 최저전압은 표 411.2-1에 따라 선정하여야 한다. 다만, 비지속성 최고전압은 지속시간이 5분 이하로 예상되는 전압의 최고값으로 하되, 기존 운행중인 전기철도차량과의 인터페이스를 고려한다.

표 411.2-1 직류방식의 급전전압

구분	지속성 최저전압 [V]	공칭전압 [V]	지속성 최고전압 [V]	비지속성 최고전압 [V]	장기 과전압 [V]
DC (평균값)	500 900	750 1,500	900 1,800	950 ⁽¹⁾ 1,950	1,269 2,538

(¹) 회생제동의 경우 1,000 V의 비지속성 최고전압은 허용 가능하다.

2. 교류방식: 사용전압과 각 전압별 최고, 최저전압은 표 411.2-2에 따라 선정하여야 한다. 다만, 비지속성 최저전압은 지속시간이 2분 이하로 예상되는 전압의 최저값으로 하되, 기존 운행중인 전기철도차량과의 인터페이스를 고려한다.

표 411.2-2 교류방식의 급전전압

주파수 (실효값)	비지속성 최저전압 [V]	지속성 최저전압 [V]	공칭전압 [V] ⁽²⁾	지속성 최고전압 [V]	비지속성 최고전압 [V]	장기 과전압 [V]
60 Hz	17,500 35,000	19,000 38,000	25,000 50,000	27,500 55,000	29,000 58,000	38,746 77,492

⁽²⁾ 급전선과 전차선 간의 공칭전압은 단상교류 50 kV(급전선과 레일 및 전차선과 레일사이의 전압은 25 kV)를 표준으로 한다.

(420 전기철도의 변전방식)

421 변전방식의 일반사항

421.1 변전소 등의 구성

1. 전기철도설비는 고장 시 고장의 범위를 한정하고 고장전류를 차단할 수 있어야 하며, 단전이 필요할 경우 단전 범위를 한정할 수 있도록 계통별 및 구간별로 분리할 수 있어야 한다.
2. 차량 운행에 직접적인 영향을 미치는 설비 고장이 발생한 경우 고장 부분이 정상 부분으로 과급되지 않게 전기적으로 자동 분리할 수 있어야 하며, 예비설비를 사용하여 정상 운용할 수 있어야 한다.

421.2 변전소 등의 계획

1. 전기철도 노선, 전기철도차량의 특성, 차량운행계획 및 철도망건설계획 등 부하특성과 연장급전 등을 고려하여 변전소 등의 용량을 결정하고, 급전계통을 구성하여야 한다.
2. 변전소의 위치는 가급적 수전선로의 길이가 최소화 되도록 하며, 전력수급이 용이하고, 변전소 앞 절연구간에서 전기철도차량의 타행운행이 가능한 곳을 선정하여야 한다. 또한 기기와 시설자재의 운반이 용이하고, 공해, 염해, 각종 재해의 영향이 적거나 없는 곳을 선정하여야 한다.
3. 변전설비는 설비운영과 안전성 확보를 위하여 원격 감시 및 제어방법과 유지보수 등을 고려하여야 한다.

421.3 변전소의 용량

1. 변전소의 용량은 급전구간별 정상적인 열차부하조건에서 1시간 최대출력 또는 순시 최대출력을 기준으로 결정하고, 연장급전 등 부하의 증가를 고려하여야 한다.
2. 변전소의 용량 산정 시 현재의 부하와 장래의 수송수요 및 고장 등을 고려하여 변압기 뱅크를 구성하여야 한다.

421.4 변전소의 설비

1. 변전소 등의 계통을 구성하는 각종 기기는 운용 및 유지보수성, 시공성, 내구성, 효율성, 친환경성, 안전성 및 경제성 등을 종합적으로 고려하여 선정하여야 한다.
2. 급전용변압기는 직류 전기철도의 경우 3상 정류기용 변압기, 교류 전기철도의 경우 3상 스코트결선 변압기의 적용을 원칙으로 하고, 급전계통에 적합하게 선정하여야 한다.

3. 차단기는 계통의 장래계획을 감안하여 용량을 결정하고, 회로의 특성에 따라 기종과 동작책무 및 차단시간을 선정하여야 한다.
4. 개폐기는 선로 중 중요한 분기점, 고장발견이 필요한 장소, 빈번한 개폐를 필요로 하는 곳에 설치하며, 개폐상태의 표시, 채정장치 등을 설치하여야 한다.
5. 제어용 교류전원은 상용과 예비의 2계통으로 구성하여야 한다.
6. 제어반의 경우 디지털계전기방식을 원칙으로 하여야 한다.

(430 전기철도의 전차선로)

431 전차선로의 일반사항

431.1 전차선 가선방식

전차선의 가선방식은 열차의 속도 및 노반의 형태, 부하전류 특성에 따라 적합한 방식을 채택하여야 하며, 가공방식, 강제방식, 제3레일방식을 표준으로 한다.

431.2 전차선로의 충전부와 건조물 간의 절연이격

1. 건조물과 전차선, 급전선 및 전기철도차량 집전장치의 공기절연 이격거리는 표 431.2-1에 제시되어 있는 정적 및 동적 최소 절연이격거리 이상을 확보하여야 한다. 동적 절연이격의 경우 팬터그래프가 통과하는 동안의 일시적인 전선의 움직임을 고려하여야 한다.
2. 해안 인접지역, 공해지역, 열기관을 포함한 교통량이 과중한 곳, 오염이 심한 곳, 안개가 자주 끼는 지역, 강풍 또는 강설 지역 등 특정한 위험도가 있는 구역에서는 최소 절연이격거리보다 증가시켜야 한다.

표 431.2-1 전차선과 건조물 간의 최소 절연이격거리

시스템 종류	공칭전압 (V)	동적(mm)		정적(mm)	
		비오염	오염	비오염	오염
직류	750	25	25	25	25
	1,500	100	110	150	160
단상교류	25,000	170	220	270	320

431.3 전차선로의 충전부와 차량 간의 절연이격

1. 차량과 전차선로나 충전부 간의 절연이격은 표 431.3-1에 제시되어 있는 정적 및 동적 최소 절연이격거리 이상을 확보하여야 한다. 동적 절연이격의 경우 팬터그래프가 통과하는 동안의 일시적인 전선의 움직임을 고려하여야 한다.
2. 해안 인접지역, 공해지역, 안개가 자주 끼는 지역, 강풍 또는 강설 지역 등 특정한 위험도가 있는 구역에서는 최소 절연이격거리보다 증가시켜야 한다.

표 431.3-1 전차선과 차량 간의 최소 절연이격거리

시스템 종류	공칭전압(V)	동적(mm)	정적(mm)
직류	750	25	25
	1,500	100	150
단상교류	25,000	170	270

431.4 급전선로

1. 급전선은 나전선을 적용하여 가공식으로 가설을 원칙으로 한다. 다만, 전기적 이격거리가 충분하지 않거나 지락, 섬락 등의 우려가 있을 경우에는 급전선을 케이블로 하여 안전하게 시공하여야 한다.
2. 가공식은 전차선의 높이 이상으로 전차선로 지지물에 병가하며, 나전선의 접속은 직선접속을 원칙으로 한다.
3. 신설 터널 내 급전선을 가공으로 설계할 경우 지지물의 취부는 C찬넬 또는 매입전을 이용하여 고정하여야 한다.
4. 선상승강장, 인도교, 과선교 또는 교량 하부 등에 설치할 때에는 최소 절연이격거리 이상을 확보하여야 한다.

431.5 귀선로

1. 귀선로는 비절연보호도체, 매설접지도체, 레일 등으로 구성하여 단권변압기 중성점과 공통접지에 접속한다.
2. 비절연보호도체의 위치는 통신유도장해 및 레일전위의 상승의 경감을 고려하여 결정하여야 한다.
3. 귀선로는 사고 및 지락 시에도 충분한 허용전류용량을 갖도록 하여야 한다.

431.6 전차선 및 급전선의 높이

전차선과 급전선의 최소 높이는 표 431.6-1의 값 이상을 확보하여야 한다. 다만, 전차선 및 급전선의 최소 높이는 최대 대기온도에서 바람이나 팬터그래프의 영향이 없는 안정된 위치에 놓여 있는 경우 사람의 안전측면에서 건널목, 터널, 교량, 과선교 등을 고려하여 궤도면상 높이로 정의한다. 전차선의 최소높이는 항상 열차의 통과 게이지보다 높아야 하며 전기적 이격거리와 팬터그래프의 최소 작동높이를 고려하여야 한다.

표 431.6-1 전차선 및 급전선의 최소 높이

시스템 종류	공칭전압(V)	동적(mm)	정적(mm)
직류	750	4,800	4,400
	1,500	4,800	4,400
단상교류	25,000	4,800	4,570

431.7 전차선의 기울기

전차선의 기울기는 해당 구간의 열차 통과 속도에 따라 표 431.7-1을 따른다. 다만 구분장치 또는 분기 구간에서는 전차선에 기울기를 주지 않아야 한다. 또한, 궤도면상으로부터 전차선 높이는 같은 높이로 가선하는 것을 원칙으로 하되 터널, 과선교 등 특정 구간에서 높이 변화가 필요한 경우에는 가능한 한 작은 기울기로 이루어져야 한다.

표 431.7-1 전차선의 기울기

설계속도 V (km/시간)	속도등급	기울기(천분율)
$300 < V \leq 350$	350킬로급	0
$250 < V \leq 300$	300킬로급	0
$200 < V \leq 250$	250킬로급	1
$150 < V \leq 200$	200킬로급	2
$120 < V \leq 150$	150킬로급	3
$70 < V \leq 120$	120킬로급	4
$V \leq 70$	70킬로급	10

431.8 전차선의 편위

1. 전차선의 편위는 오버랩이나 분기 구간 등 특수 구간을 제외하고 레일면에 수직인 궤도 중심선으로부터 좌우로 각각 200 mm를 표준으로 하며, 팬터그래프 집전판의 고른 마모를 위하여 지그재그 편위를 준다.
2. 전차선의 편위는 선로의 곡선반경, 궤도조건, 열차속도, 차량의 편위량, 바람과 온도의 영향 등을 고려하여 최악의 운행환경에서도 전차선이 팬터그래프 집전판의 집전범위를 벗어나지 않아야 한다.
3. 제3레일방식에서 전차선의 편위는 차량의 집전장치의 집전범위를 벗어나지 않아야 한다.

431.9 전차선로 지지물 설계 시 고려하여야 하는 하중

1. 전차선로 지지물 설계 시 선로에 직각 및 평행방향에 대하여 전선 중량, 브래킷, 빔 기타 중량, 작업원의 중량을 고려하여야 한다.
2. 또한 풍압하중, 전선의 횡장력, 지지물이 특수한 사용조건에 따라 일어날 수 있는 모든 하중을 고려하여야 한다.
3. 지지물 및 기초, 지선기초에는 지진 하중을 고려하여야 한다.

431.10 전차선로 설비의 안전율

하중을 지탱하는 전차선로 설비의 강도는 작용이 예상되는 하중의 최악 조건 조합에 대하여 다음의 최소 안전율이 곱해진 값을 견디어야 한다.

1. 합금전차선의 경우 2.0 이상
2. 경동선의 경우 2.2 이상
3. 조가선 및 조가선 장력을 지탱하는 부품에 대하여 2.5 이상
4. 복합체 자재(고분자 애자 포함)에 대하여 2.5 이상
5. 지지물 기초에 대하여 2.0 이상
6. 장력조정장치 2.0 이상
7. 빔 및 브래킷은 소재 허용응력에 대하여 1.0 이상
8. 철주는 소재 허용응력에 대하여 1.0 이상
9. 브래킷의 애자는 최대 만곡하중에 대하여 2.5 이상
10. 지선은 선형일 경우 2.5 이상, 강봉형은 소재 허용응력에 대하여 1.0 이상

431.11 전차선 등과 식물사이의 이격거리

교류 전차선 등 충전부와 식물사이의 이격거리는 5 m 이상이어야 한다. 다만, 5m 이상 확보하기 곤란한 경우에는 현장여건을 고려하여 방호벽 등 안전조치를 하여야한다.

435 전기철도의 원격감시제어설비

435.1 원격감시제어시스템(SCADA)

1. 원격감시제어시스템은 열차의 안전운행과 현장 전철전력설비의 유지보수를 위하여 제어, 감시대상, 수준, 범위 및 확인, 운용방법 등을 고려하여 구성하여야 한다.
2. 중앙감시제어반의 구성, 방식, 운용방식 등을 계획하여야 한다.
3. 전철변전소, 배전소 등의 운용을 위한 소규모 제어설비에 대한 위치, 방식 등을 고려하여 구성하여야 한다.

435.2 중앙감시제어장치 및 소규모감시제어장치

1. 전철변전소 등의 제어 및 감시는 전기사령실에서 이루어지도록 한다.

2. 원격감시제어시스템(SCADA)는 열차집중제어장치(CTC), 통신집중제어장치와 호환되도록 하여야 한다.
3. 전기사령실과 전철변전소, 급전구분소 또는 그 밖의 관제 업무에 필요한 장소에는 상호 연락할 수 있는 통신 설비를 시설하여야 한다.
4. 소규모감시제어장치는 유사시 현지에서 중앙감시제어장치를 대체할 수 있도록 하고, 전원설비 운용에 용이하도록 구성한다.

(440 전기철도의 전기철도차량 설비)

441 전기철도차량 설비의 일반사항

441.1 절연구간

1. 교류 구간에서는 변전소 및 급전구분소 앞에서 서로 다른 위상 또는 공급점이 다른 전원이 인접하게 될 경우 전원이 혼촉되는 것을 방지하기 위한 절연구간을 설치하여야 한다.
2. 전기철도차량의 교류-교류 절연구간을 통과하는 방식은 역행 운전방식, 타행 운전방식, 변압기 무부하 전류방식, 전력소비 없이 통과하는 방식이 있으며, 각 통과방식을 고려하여 가장 적합한 방식을 선택하여 시설한다.
3. 교류-직류(직류-교류) 절연구간은 교류구간과 직류 구간의 경계지점에 시설한다. 이 구간에서 전기철도차량은 노치 오프(notch off) 상태로 주행한다.
4. 절연구간의 소요길이는 구간 진입 시의 아크 시간, 잔류전압의 감쇄시간, 팬터그래프 배치간격, 열차속도 등에 따라 결정한다.

441.2 팬터그래프 형상

전차선과 접촉되는 팬터그래프는 헤드, 기하학적 형상, 집전범위, 집전판의 길이, 최대 넓이, 헤드의 왜곡 등을 고려하여 제작하여야 한다.

441.3 전차선과 팬터그래프간 상호작용

1. 전차선의 전류는 열차속도, 열차중량, 차량운행간격, 선로기울기, 전차선 가선방식 등에 따라 다르고, 팬터그래프와 전차선간에는 과열이 일어나지 않도록 하여야 한다.
2. 정지시 팬터그래프당 최대전류값은 전차선 재질 및 수량, 집전판 수량 및 재질, 접촉력, 열차속도, 환경조건에 따라 다르게 고려되어야 한다.
3. 팬터그래프의 압상력은 전류의 안전한 집전에 부합하여야 한다.

441.4 전기철도차량의 역률

1. 441.2에서 규정된 비지속성 최저전압에서 비지속성 최고전압까지의 전압범위에서 유도성 역률 및 전력소비에 대해서만 적용되며, 회생제동 중에는 전압을 제한 범위 내로 유지시키기 위하여 유도성 역률을 낮출 수 있다. 다만, 전기철도차량이 전차선로와 접촉한 상태에서 견인력을 끄고 보조전력을 가동한 상태로 정지해 있는 경우, 가공 전차선로의 유효전력이 200 kW 이상일 경우 총 역률은 0.8보다는 작아서는 안된다.

【비고】 정지구간을 포함하여 전기철도차량의 전체 이동간 평균 λ 값의 계산은 유효전력 $W_P(\text{MWh})$ 및 컴퓨터 시뮬레이션 또는 실측된 무효전력 $W_Q(\text{MVarh})$ 로부터 도출된다.

$$\lambda = \sqrt{\frac{1}{1 + \left(\frac{W_Q}{W_P}\right)^2}}$$

표 441.4-1 팬터그래프에서의 전기철도차량 순간전력 및 유도성 역률

팬터그래프에서의 전기철도차량 순간전력P(MW)	전기철도차량의 유도성 역률 λ
$P > 6$	$\lambda \geq 0.95$
$2 \leq P \leq 6$	$\lambda \geq 0.93$

- 역행 모드에서 전압을 제한 범위 내로 유지하기 위하여 용량성 역률이 허용되며, 411.2에서 규정된 비지속성 최저전압에서 비지속성 최고전압까지의 전압범위에서 용량성 역률은 제한 받지 않는다.

441.5 회생제동

- 전기철도차량은 다음과 같은 경우에 회생제동의 사용을 중단해야 한다.
 - 전차선로 지락이 발생한 경우
 - 전차선로에서 전력을 받을 수 없는 경우
 - 411.2에서 규정된 선로전압이 장기 과전압 보다 높은 경우
- 회생전력을 다른 전기장치에서 흡수할 수 없는 경우에는 전기철도차량은 다른 제동 시스템으로 전환되어야 한다.
- 전기철도 전력공급시스템은 회생제동이 상용제동으로 사용이 가능하고 다른 전기철도차량과 전력을 지속적으로 주고받을 수 있도록 설계되어야 한다.

441.6 전기철도차량 전기설비의 전기위험방지를 위한 보호대책

- 감전을 일으킬 수 있는 충전부는 직접접촉에 대한 보호가 있어야 한다.
- 간접 접촉에 대한 보호대책은 노출된 도전부는 고장 조건하에서 부근 충전부와 유도 및 접촉에 의한 감전이 일어나지 않아야 한다. 그 목적은 위험도가 노출된 도전부가 같은 전위가 되도록 보장하는데 있다. 이는 보호용 본딩으로만 달성될 수 있으며 또는 자동급전 차단 등 적절한 방법을 통하여 달성할 수 있다.
- 주행레일과 분리되어 있거나 또는 공동으로 되어있는 보호용 도체를 채택한 시스템에서 운행되는 모든 전기철도차량은 차체와 고정 설비의 보호용 도체 사이에는 최소 2개 이상의 보호용 본딩 연결로가 있어야 하며, 한쪽 경로에 고장이 발생하더라도 감전 위험이 없어야 한다.

4. 차체와 주행 레일과 같은 고정설비의 보호용 도체 간의 임피던스는 이들 사이에 위험 전압이 발생하지 않을 만큼 낮은 수준인 표 441.6-1에 따른다. 이 값은 적용전압이 50 V를 초과하지 않는 곳에서 50 A의 일정 전류로 측정하여야 한다.

표 441.6-1 전기철도차량별 최대임피던스

차량 종류	최대 임피던스(Ω)
기관차	0.05
객차	0.15

(450 전기철도의 설비를 위한 보호)

451 설비보호의 일반사항

451.1 보호협조

1. 사고 또는 고장의 파급을 방지하기 위하여 계통 내에서 발생한 사고전류를 검출하고 차단장치에 의해서 신속하고 순차적으로 차단할 수 있는 보호시스템을 구성하며 설비계통 전반의 보호협조가 되도록 하여야 한다.
2. 보호계전방식은 신뢰성, 선택성, 협조성, 적절한 동작, 양호한 감도, 취급 및 보수 점검이 용이하도록 구성하여야 한다.
3. 급전선로는 안정도 향상, 자동복구, 정전시간 감소를 위하여 보호계전방식에 자동재폐로 기능을 구비하여야 한다.
4. 전차선로용 애자를 섬락사고로부터 보호하고 접지전위 상승을 억제하기 위하여 적절한 보호설비를 구비하여야 한다.
5. 가공 선로측에서 발생한 지락 및 사고전류의 파급을 방지하기 위하여 피뢰기를 설치하여야 한다.

451.2 절연협조

변전소 등의 입, 출력 측에서 유입되는 뇌해, 이상전압과 변전소 등의 계통 내에서 발생하는 개폐서지의 크기 및 지속성, 이상전압 등을 고려하고 각각의 변전설비에 대한 절연협조는 표 451.2-1 또는 표 451.2-2를 적용한다.

표 451.2-1 직류 1.5 kV 방식의 절연협조 대조표

항목			변전소용	전차선로용
회로 전압		공칭 (kV)	1.5	1.5
		최고 (kV)	1.8	1.8
뇌 임펄스 내전압 (kV)			12	50
피뢰기의 성능(ZnO)	정격 전압 (kV)		2.1	2.1
	동작 개시 전압 (kV)		2.6 이상	※ 9 이상
	제한 전압 (kV)	(2 kA)	4.5 이하	-
		(3 kA)	-	25 이하
		(5 kA)	5 이하	28 이하
	임펄스 내전압 (kV)		45	50
전차선 애자의 성능	현수 애자 (kV)		교류 주수 내전압	45
	180mm 2개 연결		뇌 임펄스 내전압	160
	장간 애자 (kV)		교류 주수 내전압	65
			뇌 임펄스내전압	180
주) 전차선로용 피뢰기는 ZnO형, 갭(Gap) 부착이며, ※는 방전 개시전압을 나타낸다.				

표 451.2-2 교류 25 kV 방식의 절연협조 대조표

항목				변전소용	전차선로용
회로 전압		공칭 (kV)		25	25
		최고 (kV)		29	29
뇌 임펄스 내전압 (kV)				200	200
피뢰기의 성능(ZnO)	정격 전압 (kV)			42	42
	동작 개시 전압 (kV)			60	60
	제한 전압 (kV)	(5 kA)		128	128
		(10 kA)		140	140
	내전압 (kV)	교류		70	70
		임펄스		200	200
전차선 애자의 성능	현수 애자 250 mm 4개 연결 (kV)			교류 주수 내전압	160
				뇌 임펄스 내전압	445
	장간 애자 (kV)			교류 주수 내전압	135
				뇌 임펄스 내전압	320

451.3 피뢰기 설치장소

1. 다음의 장소에 피뢰기를 설치하여야 한다.

가. 변전소 인입측 및 급전선 인출측

나. 가공전선과 직접 접촉하는 지중케이블에서 낙뢰에 의해 절연파괴의 우려가 있는 케이블 단말

2. 피뢰기는 가능한 한 보호하는 기기와 가깝게 시설하되 누설전류 측정이 용이하도록 지지대와 절연하여 설치한다.

451.4 피뢰기의 선정

피뢰기는 다음의 조건을 고려하여 선정한다.

1. 피뢰기는 밀봉형을 사용하고 유효 보호거리를 증가시키기 위하여 방전개시전압 및 제한전압이 낮은 것을 사용한다.

2. 유도뢰서지에 대하여 2선 또는 3선의 피뢰기 동시동작이 우려되는 변전소 근처의 단락 전류가 큰 장소에는 속류차단능력이 크고 또한 차단성능이 회로조건의 영향을 받을 우려가 적은 것을 사용한다.

(460 전기철도의 안전을 위한 보호)

461 전기안전의 일반사항

461.1 감전에 대한 보호조치

1. 공칭전압이 교류 1 kV 또는 직류 1.5 kV 이하인 경우 사람이 접근할 수 있는 보행표면의 경우 가공 전차선의 충전부뿐만 아니라 전기철도차량 외부의 충전부(집전장치, 지붕도체 등)와의 직접접촉을 방지하기 위한 공간거리가 있어야 하며 그림 461.1-1에서 표시한 공간거리 이상을 확보하여야 한다. 단, 제3레일방식에는 적용되지 않는다.

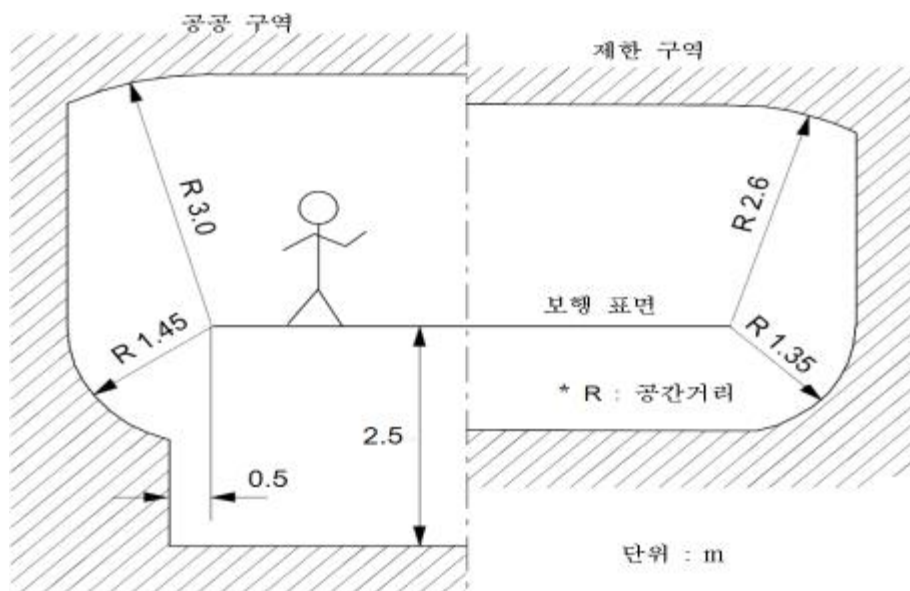


그림 461.1-1 공칭전압이 교류 1 kV 또는 직류 1.5 kV 이하인
경우 사람이 접근할 수 있는 보행표면의 공간거리

2. 제1에 제시된 공간거리를 유지할 수 없는 경우 충전부와 직접 접촉에 대한 보호를 위해 장애물을 설치하여야 한다. 충전부가 보행표면과 동일한 높이 또는 낮게 위치한 경우 장애물 높이는 장애물 상단으로부터 1.35 m의 공간 거리를 유지하여야 하며, 장애물과 충전부 사이의 공간거리는 최소한 0.3 m로 하여야 한다.
3. 공칭전압이 교류 1 kV 초과 25 kV 이하인 경우 또는 직류 1.5 kV 초과 25 kV 이하인 경우 사람이 접근할 수 있는 보행표면의 경우 가공 전차선의 충전부뿐만 아니라 차량외부의 충전부(집전장치, 지붕도체 등)와의 직접접촉을 방지하기 위한 공간거리가 있어야 하며, 그림 461.1-2에서 표시한 공간거리 이상을 유지하여야 한다.

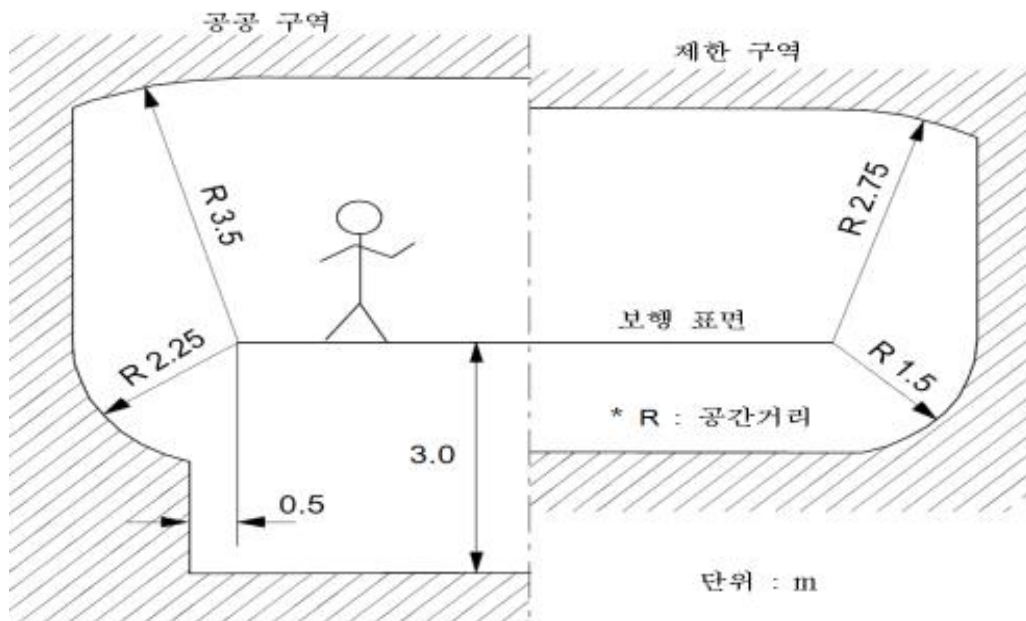


그림 461.1-2 공칭전압이 교류 1 kV 초과 25kV 이하인 경우 또는 직류 1.5 kV 초과 25 kV 이하인 경우 사람이 접근할 수 있는 보행표면의 공간거리

4. 제3에 제시된 공간거리를 유지할 수 없는 경우 충전부와 직접 접촉에 대한 보호를 위해 장애물을 설치하여야 한다.
5. 충전부가 보행표면과 동일한 높이 또는 낮게 위치한 경우 장애물 높이는 장애물 상단으로부터 1.5 m의 공간 거리를 유지하여야 하며, 장애물과 충전부 사이의 공간거리는 최소한 0.6 m로 하여야 한다.

461.2 레일 전위의 위험에 대한 보호

1. 레일 전위는 고장 조건에서의 접촉전압 또는 정상 운전조건에서의 접촉전압으로 구분하여야 한다.
2. 교류 전기철도 급전시스템에서의 레일 전위의 최대 허용 접촉전압은 표 461.2-1의 값 이하여야 한다. 단, 작업장 및 이와 유사한 장소에서는 최대 허용 접촉전압을 25 V(실효값)를 초과하지 않아야 한다.

표 461.2-1 교류 전기철도 급전시스템의 최대 허용 접촉전압

시간 조건	최대 허용 접촉전압(실효값)
순시조건($t \leq 0.5$ 초)	670 V
일시적 조건($0.5\text{초} < t \leq 300\text{초}$)	65 V
영구적 조건($t > 300\text{초}$)	60 V

3. 직류 전기철도 급전시스템에서의 레일 전위의 최대 허용 접촉전압은 표 461.2-2의 값 이하여야 한다. 단, 작업장 및 이와 유사한 장소에서 최대 허용 접촉전압은 60 V를 초과하지 않아야 한다.

표 461.2-2 직류 전기철도 급전시스템의 최대 허용 접촉전압

시간 조건	최대 허용 접촉전압
순시조건($t \leq 0.5$ 초)	535 V
일시적 조건($0.5\text{초} < t \leq 300$ 초)	150 V
영구적 조건($t > 300$ 초)	120 V

4. 직류 및 교류 전기철도 급전시스템에서 최대 허용 접촉전압을 초과하는 높은 접촉 전압이 발생할 수 있는지를 판단하기 위해서는 해당 지점에서 귀선 도체의 전압강하를 기준으로 하여 정상 동작 및 고장 조건에 대한 레일전위를 평가하여야 한다.
5. 직류 및 교류 전기철도 급전시스템에서 레일전위를 산출하여 평가 할 경우, 주행레일에 흐르는 최대 동작전류와 단락전류를 사용하고, 단락 산출의 경우에는 초기 단락전류를 사용하여야 한다.

461.3 레일 전위의 접촉전압 감소 방법

- 교류 전기철도 급전시스템은 461.2의 2에 제시된 값을 초과하는 경우 다음 방법을 고려하여 접촉전압을 감소시켜야 한다.
 - 접지극 추가 사용
 - 등전위 본딩
 - 전자기적 커플링을 고려한 귀선로의 강화
 - 전압제한소자 적용
 - 보행 표면의 절연
 - 단락전류를 중단시키는데 필요한 트래핑 시간의 감소
- 직류 전기철도 급전시스템은 461.2의 3에 제시된 값을 초과하는 경우 다음 방법을 고려하여 접촉전압을 감소시켜야 한다.
 - 고장조건에서 레일 전위를 감소시키기 위해 전도성 구조물 접지의 보강
 - 전압제한소자 적용
 - 귀선 도체의 보강
 - 보행 표면의 절연
 - 단락전류를 중단시키는데 필요한 트래핑 시간의 감소

461.4 전식방지대책

1. 주행레일을 귀선으로 이용하는 경우에는 누설전류에 의하여 케이블, 금속제 지중관로 및 선로 구조물 등에 영향을 미치는 것을 방지하기 위한 적절한 시설을 하여야 한다.
2. 전기철도측의 전식방식 또는 전식예방을 위해서는 다음 방법을 고려하여야 한다.
 - 가. 변전소 간 간격 축소
 - 나. 레일본드의 양호한 시공
 - 다. 장대레일채택
 - 라. 절연도상 및 레일과 침목사이에 절연층의 설치
 - 마. 기타
3. 매설금속체측의 누설전류에 의한 전식의 피해가 예상되는 곳은 다음 방법을 고려하여야 한다.
 - 가. 배류장치 설치
 - 나. 절연코팅
 - 다. 매설금속체 접속부 절연
 - 라. 저준위 금속체를 접속
 - 마. 궤도와의 이격거리 증대
 - 바. 금속관 등의 도체로 차폐

461.5 누설전류 간섭에 대한 방지

1. 직류 전기철도 시스템의 누설전류를 최소화하기 위해 귀선전류를 금속귀선로 내부로만 흐르도록 하여야 한다.
2. 심각한 누설전류의 영향이 예상되는 지역에서는 정상 운전 시 단위길이당 컨덕턴스 값은 표 461.5-1의 값 이하로 유지될 수 있도록 하여야 한다.

표 461.5-1 단위길이당 컨덕턴스

전인시스템	옥외(S/km)	터널(S/km)
철도선로(레일)	0.5	0.5
개방 구성에서의 대량수송 시스템	0.5	0.1
폐쇄 구성에서의 대량수송 시스템	2.5	-

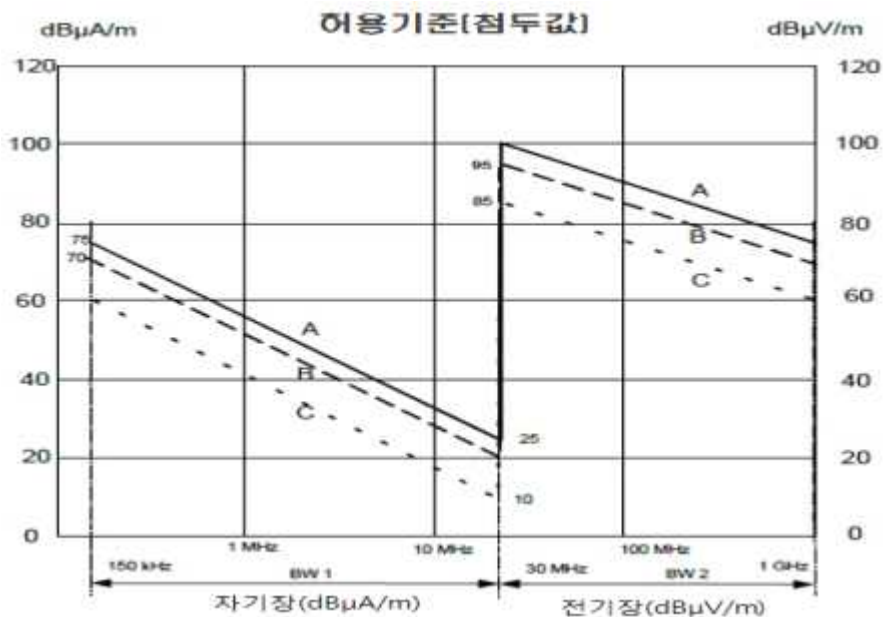
3. 귀선시스템의 종 방향 전기저항을 낮추기 위해서는 레일 사이에 저저항 레일본드를 접합 또는 접속하여 전체 종 방향 저항이 5% 이상 증가하지 않도록 하여야 한다.
4. 귀선시스템의 어떠한 부분도 대지와 절연되지 않은 설비, 부속물 또는 구조물과 접

속되어서는 안 된다.

5. 직류 전기철도 시스템이 매설 배관 또는 케이블과 인접할 경우 누설전류를 피하기 위해 최대한 이격시켜야 하며, 주행레일과 최소 1 m 이상의 거리를 유지하여야 한다.

461.6 전자파 장애의 방지

1. 전차선로는 무선설비의 기능에 계속적이고 또한 중대한 장애를 주는 전자파가 생길 우려가 있는 경우에는 이를 방지하도록 시설하여야 한다.
2. 제1의 경우에 전차선로에서 발생하는 전자파 방사성 방해 허용기준은 궤도중심선으로부터 측정안테나까지의 거리 10 m 떨어진 지점에서 6회 이상 측정하고, 각 회 측정한 첨두값의 평균값이 「전자파적합성 기준」에 따르도록 하며, 사용 전원별 기준은 그림 461.6-1에 적합하여야 한다.



A : 교류 25 kV
B : 직류 1.5 kV
C : 직류 750 V 도체레일

그림 461.6-1 전자파 방사성 방해 허용기준

461.7 통신상의 유도 장애방지 시설

교류식 전기철도용 전차선로는 기설 가공약전류 전선로에 대하여 유도작용에 의한 통신상의 장애가 생기지 않도록 시설하여야 한다.

5장 분산형전원설비

(500 통칙)

501 일반사항

501.1 목적

5장은 전기설비기술기준(이하 “기술기준” 이라한다)에서 정하는 분산형전원설비의 안전성능에 대한 구체적인 기술적 사항을 정하는 것을 목적으로 한다.

501.2 적용범위

1. 5장은 기술기준에서 정한 안전성능에 대하여 구체적인 실현 수단을 규정한 것으로 분산형전원설비의 설계, 제작, 시설 및 검사하는데 적용한다.
2. 5장에서 정하지 않은 사항은 관련 한국전기설비규정을 준용하여 시설하여야 한다.

501.3 안전원칙

1. 분산형전원설비 주위에는 위험하다는 표시를 하여야 하며 또한 취급자가 아닌 사람이 쉽게 접근할 수 없도록 351.1에 따라 시설하여야 한다.
2. 분산형전원 발전장치의 보호기준은 212.6.3의 보호장치를 적용한다,
3. 급경사지 붕괴위험구역 내에 시설하는 분산형전원설비는 해당구역 내의 급경사지의 붕괴를 조장하거나 또는 유발할 우려가 없도록 시설하여야 한다.
4. 분산형전원설비의 인체 감전보호 등 안전에 관한 사항은 113에 따른다.
5. 분산형전원의 피뢰설비는 150에 따른다.
6. 분산형전원설비 전로의 절연저항 및 절연내력은 132에 따른다.
7. 연료전지 및 태양전지 모듈의 절연내력은 134에 따른다.

502 용어의 정의

1. “풍력터빈”이란 바람의 운동에너지를 기계적 에너지로 변환하는 장치(가동부 베어링, 나셀, 블레이드 등의 부속물을 포함)를 말한다.
2. “풍력터빈을 지지하는 구조물”이란 타워와 기초로 구성된 풍력터빈의 일부분을 말한다.
3. “풍력발전소”란 단일 또는 복수의 풍력터빈(풍력터빈을 지지하는 구조물을 포함)을 원동기로 하는 발전기와 그 밖의 기계기구를 시설하여 전기를 발생시키는 곳을 말한다.
4. “자동정지”란 풍력터빈의 설비보호를 위한 보호장치의 작동으로 인하여 자동적으로 풍력터빈을 정지시키는 것을 말한다.

5. “MPPT”란 태양광발전이나 풍력발전 등이 현재 조건에서 가능한 최대의 전력을 생산할 수 있도록 인버터 제어를 이용하여 해당 발전원의 전압이나 회전속도를 조정하는 최대출력추종(MPPT, Maximum Power Point Tracking) 기능을 말한다.
6. 기타 용어는 112에 따른다.

503 분산형전원 계통 연계설비의 시설

503.1 계통 연계의 범위

분산형전원설비 등을 전력계통에 연계하는 경우에 적용하며, 여기서 전력계통이라 함은 전기판매사업자의 계통, 구내계통 및 독립전원계통 모두를 말한다.

503.2 시설기준

503.2.1 전기 공급방식 등

분산형전원설비의 전기 공급방식, 측정 장치 등은 다음에 따른다.

가. 분산형전원설비의 전기 공급방식은 전력계통과 연계되는 전기 공급방식과 동일할 것

나. 분산형전원설비 사업자의 한 사업장의 설비 용량 합계가 250 kVA 이상일 경우에는 송배전계통과 연계지점의 연결 상태를 감시 또는 유효전력, 무효전력 및 전압을 측정할 수 있는 장치를 시설할 것

503.2.2 저압계통 연계 시 직류유출방지 변압기의 시설

분산형전원설비를 인버터를 이용하여 전기판매사업자의 저압 전력계통에 연계하는 경우 인버터로부터 직류가 계통으로 유출되는 것을 방지하기 위하여 접속점(접속설비와 분산형전원설비 설치자 측 전기설비의 접속점을 말한다)과 인버터 사이에 상용주파수 변압기(단권변압기를 제외한다)를 시설하여야 한다. 다만, 다음을 모두 충족하는 경우에는 예외로 한다.

가. 인버터의 직류 측 회로가 비접지인 경우 또는 고주파 변압기를 사용하는 경우

나. 인버터의 교류출력 측에 직류 검출기를 구비하고, 직류 검출 시에 교류출력을 정지하는 기능을 갖춘 경우

503.2.3 단락전류 제한장치의 시설

분산형전원을 계통 연계하는 경우 전력계통의 단락용량이 다른 자의 차단기의 차단용량 또는 전선의 순시허용전류 등을 상회할 우려가 있을 때에는 그 분산형전원 설치자가 전류제한리액터 등 단락전류를 제한하는 장치를 시설하여야 하며, 이러한 장치로도 대응할 수 없는 경우에는 그 밖에 단락전류를 제한하는 대책을 강구하여야 한다.

503.2.4 계통 연계용 보호장치의 시설

1. 계통 연계하는 분산형전원설비를 설치하는 경우 다음에 해당하는 이상 또는 고장

발생 시 자동적으로 분산형전원설비를 전력계통으로부터 분리하기 위한 장치 시설 및 해당 계통과의 보호협조를 실시하여야 한다.

가. 분산형전원설비의 이상 또는 고장

나. 연계한 전력계통의 이상 또는 고장

다. 단독운전 상태

2. 제1의 “나”에 따라 연계한 전력계통의 이상 또는 고장 발생 시 분산형전원의 분리시점은 해당 계통의 재폐로 시점 이전이어야 하며, 이상 발생 후 해당 계통의 전압 및 주파수가 정상 범위 내에 들어올 때까지 계통과의 분리상태를 유지하는 등 연계한 계통의 재폐로방식과 협조를 이루어야 한다.
3. 단순 병렬운전 분산형전원설비의 경우에는 역전력 계전기를 설치한다. 단, 「신에너지 및 재생에너지 개발·이용·보급촉진법」 제2조 제1호 및 제2호의 규정에 의한 신·재생에너지를 이용하여 동일 전기사용장소에서 전기를 생산하는 합계 용량이 50 kW 이하의 소규모 분산형전원(단, 해당 구내계통 내의 전기사용 부하의 수전계 역전력이 분산형전원 용량을 초과하는 경우에 한한다)으로서 제1의 “다”에 의한 단독운전 방지기능을 가진 것을 단순 병렬로 연계하는 경우에는 역전력계전기 설치를 생략할 수 있다.

503.2.5 특고압 송전계통 연계 시 분산형전원 운전제어장치의 시설

분산형전원설비를 송전사업자의 특고압 전력계통에 연계하는 경우 계통안정화 또는 조류억제 등의 이유로 운전제어가 필요할 때에는 그 분산형전원설비에 필요한 운전제어장치를 시설하여야 한다.

503.2.6 연계용 변압기 중성점의 접지

분산형전원설비를 특고압 전력계통에 연계하는 경우 연계용 변압기 중성점의 접지는 전력계통에 연결되어 있는 다른 전기설비의 정격을 초과하는 과전압을 유발하거나 전력계통의 지락고장 보호협조를 방해하지 않도록 시설하여야 한다.

(510 전기저장장치)

511 일반사항

이차전지를 이용한 전기저장장치(이하 “전기저장장치”라 한다)는 다음에 따라 시설하여야 한다.

511.1 시설장소의 요구사항

1. 전기저장장치의 이차전지, 제어반, 배전반의 시설은 기기 등을 조작 또는 보수·점검할 수 있는 충분한 공간을 확보하고 조명설비를 설치하여야 한다.
2. 전기저장장치를 시설하는 장소는 폭발성 가스의 축적을 방지하기 위한 환기시설을 갖추고 제조사가 권장하는 온도·습도·수분·분진 등 적정 운영환경을 상시 유지하여야 한다.
3. 침수의 우려가 없도록 시설하여야 한다.
4. 전기저장장치 시설장소에는 기술기준 제21조제1항과 같이 외벽 등 확인하기 쉬운 위치에 “전기저장장치 시설장소” 표지를 하고, 일반인의 출입을 통제하기 위한 잠금장치 등을 설치하여야 한다.

511.2 설비의 안전 요구사항

1. 충전부분은 노출되지 않도록 시설하여야 한다.
2. 고장이나 외부 환경요인으로 인하여 비상상황 발생 또는 출력에 문제가 있을 경우 전기저장장치의 비상정지 스위치 등 안전하게 작동하기 위한 안전시스템이 있어야 한다.
3. 모든 부품은 충분한 내열성을 확보하여야 한다.

511.3 옥내전로의 대지전압 제한

주택의 전기저장장치의 축전지에 접속하는 부하 측 옥내배선을 다음에 따라 시설하는 경우에 주택의 옥내전로의 대지전압은 직류 600 V 까지 적용할 수 있다.

- 가. 전로에 지락이 생겼을 때 자동적으로 전로를 차단하는 장치를 시설할 것
- 나. 사람이 접촉할 우려가 없는 은폐된 장소에 합성수지관배선, 금속관배선 및 케이블 배선에 의하여 시설하거나, 사람이 접촉할 우려가 없도록 케이블배선에 의하여 시설하고 전선에 적당한 방호장치를 시설할 것

512 전기저장장치의 시설

512.1 시설기준

512.1.1 전기배선

전기배선은 다음에 의하여 시설하여야 한다.

- 가. 전선은 공칭단면적 2.5 mm² 이상의 연동선 또는 이와 동등 이상의 세기 및 굵기의 것일 것.
- 나. 배선설비 공사는 옥내에 시설할 경우에는 232.11, 232.12, 232.13, 232.51 또는 232.3.7의 규정에 준하여 시설할 것.
- 다. 옥측 또는 옥외에 시설할 경우에는 232.11, 232.12, 232.13 또는 232.51(232.51.3은 제외할 것)의 규정에 준하여 시설할 것.

512.1.2 단자와 접속

- 1. 단자의 접속은 기계적, 전기적 안전성을 확보하도록 하여야 한다.
- 2. 단자를 체결 또는 잠글 때 너트나 나사는 풀림방지 기능이 있는 것을 사용하여야 한다.
- 3. 외부터미널과 접속하기 위해 필요한 접점의 압력이 사용기간 동안 유지되어야 한다.
- 4. 단자는 도체에 손상을 주지 않고 금속표면과 안전하게 체결되어야 한다.

512.1.3 지지물의 시설

이차전지의 지지물은 부식성 가스 또는 용액에 의하여 부식되지 아니하도록 하고 적재하중 또는 지진 기타 진동과 충격에 대하여 안전한 구조이어야 한다.

512.2 제어 및 보호장치 등

512.2.1 충전 및 방전 기능

1. 충전기능

- 가. 전기저장장치는 배터리의 SOC특성(충전상태: State of Charge)에 따라 제조자가 제시한 정격으로 충전할 수 있어야 한다.
- 나. 충전할 때에는 전기저장장치의 충전상태 또는 배터리 상태를 시각화하여 정보를 제공해야 한다.

2. 방전기능

- 가. 전기저장장치는 배터리의 SOC특성에 따라 제조자가 제시한 정격으로 방전할 수 있어야 한다.
- 나. 방전할 때에는 전기저장장치의 방전상태 또는 배터리 상태를 시각화하여 정보를 제공해야 한다.

512.2.2 제어 및 보호장치

- 1. 전기저장장치를 계통에 연계하는 경우 503.2.4의 1 및 2에 따라 시설하여야 한다.
- 2. 전기저장장치가 비상용 예비전원 용도를 겸하는 경우에는 다음에 따라 시설하여야 한다.
 - 가. 상용전원이 정전되었을 때 비상용 부하에 전기를 안정적으로 공급할 수 있는 시설을 갖출 것

나. 관련 법령에서 정하는 전원유지시간 동안 비상용 부하에 전기를 공급할 수 있는 충전용량을 상시 보존하도록 시설할 것

3. 전기저장장치의 접속점에는 쉽게 개폐할 수 있는 곳에 개방상태를 육안으로 확인할 수 있는 전용의 개폐기를 시설하여야 한다.

4. 전기저장장치의 이차전지는 다음에 따라 자동으로 전로로부터 차단하는 장치를 시설하여야 한다.

가. 과전압 또는 과전류가 발생한 경우

나. 제어장치에 이상이 발생한 경우

다. 이차전지 모듈의 내부 온도가 급격히 상승할 경우

5. 212.3.4에 의하여 직류 전로에 과전류차단기를 설치하는 경우 직류 단락전류를 차단하는 능력을 가지는 것이어야 하고 “직류용” 표시를 하여야 한다.

6. 기술기준 제14조에 의하여 전기저장장치의 직류 전로에는 지락이 생겼을 때에 자동적으로 전로를 차단하는 장치를 시설하여야 한다.

7. 발전소 또는 변전소 혹은 이에 준하는 장소에 전기저장장치를 시설하는 경우 전로가 차단되었을 때에 경보하는 장치를 시설하여야 한다.

512.2.3 계측장치

전기저장장치를 시설하는 곳에는 다음의 사항을 계측하는 장치를 시설하여야 한다.

가. 축전지 출력 단자의 전압, 전류, 전력 및 충방전 상태

나. 주요변압기의 전압, 전류 및 전력

512.2.4 접지 등의 시설

금속제 외함 및 지지대 등은 140의 규정에 따라 접지공사를 하여야 한다.

515 특정 기술을 이용한 전기저장장치의 시설

515.1 적용범위

20 kWh를 초과하는 리튬·나트륨·레독스플로우 계열의 이차전지를 이용한 전기저장장치의 경우 기술기준 제53조의3제2항의 “적절한 보호 및 제어장치를 갖추고 폭발의 우려가 없도록 시설” 하는 것은 511, 512 및 515에서 정한 사항을 말한다.

515.2 시설장소의 요구사항

515.2.1 전용건물에 시설하는 경우

1. 515.1의 전기저장장치를 일반인이 출입하는 건물과 분리된 별도의 장소에 시설하는 경우에는 515.2.1에 따라 시설하여야 한다.

2. 전기저장장치 시설장소의 바닥, 천장(지붕), 벽면 재료는 「건축물의 피난·방화구조 등의 기준에 관한 규칙」에 따른 불연재료이어야 한다. 단, 단열재는 준불연재료 또

는 이와 동등 이상의 것을 사용할 수 있다.

3. 전기저장장치 시설장소는 지표면을 기준으로 높이 22 m 이내로 하고 해당 장소의 출구가 있는 바닥면을 기준으로 깊이 9 m 이내로 하여야 한다.
4. 이차전지는 전력변환장치(PCS) 등의 다른 전기설비와 분리된 격실(이하 515에서 ‘이차전지실’)에 설치하고 다음에 따라야 한다.
 - 가. 이차전지실의 벽면 재료 및 단열재는 제2의 것과 같아야 한다.
 - 나. 이차전지는 벽면으로부터 1 m 이상 이격하여 설치하여야 한다. 단, 옥외의 전용 컨테이너에서 적정 거리를 이격한 경우에는 규정에 의하지 아니할 수 있다.
 - 다. 이차전지와 물리적으로 인접 시설해야 하는 제어장치 및 보조설비(공조설비 및 조명설비 등)는 이차전지실 내에 설치할 수 있다.
 - 라. 이차전지실 내부에는 가연성 물질을 두지 않아야 한다.
5. 511.1의 2에도 불구하고 인화성 또는 유독성 가스가 축적되지 않는 근거를 제조사에서 제공하는 경우에는 이차전지실에 한하여 환기시설을 생략할 수 있다.
6. 전기저장장치가 차량에 의해 충격을 받을 우려가 있는 장소에 시설되는 경우에는 충돌방지장치 등을 설치하여야 한다.
7. 전기저장장치 시설장소는 주변 시설(도로, 건물, 가연물질 등)로부터 1.5 m 이상 이격하고 다른 건물의 출입구나 피난계단 등 이와 유사한 장소로부터는 3 m 이상 이격하여야 한다.

515.2.2 전용건물 이외의 장소에 시설하는 경우

1. 515.1의 전기저장장치를 일반인이 출입하는 건물의 부속공간에 시설(옥상에는 설치할 수 없다)하는 경우에는 515.2.1 및 515.2.2에 따라 시설하여야 한다.
2. 전기저장장치 시설장소는 「건축물의 피난·방화구조 등의 기준에 관한 규칙」에 따른 내화구조이어야 한다.
3. 이차전지모듈의 직렬 연결체(이하 515에서 ‘이차전지랙’)의 용량은 50 kWh 이하로 하고 건물 내 시설 가능한 이차전지의 총 용량은 600 kWh 이하이어야 한다.
4. 이차전지랙과 랙 사이 및 랙과 벽면 사이는 각각 1 m 이상 이격하여야 한다. 다만, 제2에 의한 벽이 삽입된 경우 이차전지랙과 랙 사이의 이격은 예외로 할 수 있다.
5. 이차전지실은 건물 내 다른 시설(수전설비, 가연물질 등)로부터 1.5 m 이상 이격하고 각 실의 출입구나 피난계단 등 이와 유사한 장소로부터 3 m 이상 이격하여야 한다.
6. 배선설비가 이차전지실 벽면을 관통하는 경우 관통부는 해당 구획부재의 내화성능을 저하시키지 않도록 충전(充填)하여야 한다.

515.3 제어 및 보호장치 등

1. 낙뢰 및 서지 등 과도과전압으로부터 주요 설비를 보호하기 위해 직류 전로에 직류

서지보호장치(SPD)를 설치하여야 한다.

2. 제조사가 정하는 정격 이상의 과충전, 과방전, 과전압, 과전류, 지락전류 및 온도 상승, 냉각장치 고장, 통신 불량 등 긴급상황이 발생한 경우에는 관리자에게 경보하고 즉시 전기저장장치를 자동 및 수동으로 정지시킬 수 있는 비상정지장치를 설치하여야 하며 수동 조작을 위한 비상정지장치는 신속한 접근 및 조작이 가능한 장소에 설치하여야 한다.
3. 전기저장장치의 상시 운영정보 및 제2호의 긴급상황 관련 계측정보 등은 이차전지실 외부의 안전한 장소에 안전하게 전송되어 최소 1개월 이상 보관될 수 있도록 하여야 한다.
4. 전기저장장치의 제어장치를 포함한 주요 설비 사이의 통신장애를 방지하기 위한 보호대책을 고려하여 시설하여야 한다.
5. 전기저장장치는 정격 이내의 최대 충전범위를 초과하여 충전하지 않도록 하여야 하고 만(滿)충전 후 추가 충전은 금지하여야 한다.

(520 태양광발전설비)

521 일반사항

521.1 설치장소의 요구사항

1. 인버터, 제어반, 배전반 등의 시설은 기기 등을 조작 또는 보수점검할 수 있는 충분한 공간을 확보하고 필요한 조명설비를 시설하여야 한다.
2. 인버터 등을 수납하는 공간에는 실내온도의 과열 상승을 방지하기 위한 환기시설을 갖추어야하며 적절한 온도와 습도를 유지하도록 시설하여야 한다.
3. 배전반, 인버터, 접속장치 등을 옥외에 시설하는 경우 침수의 우려가 없도록 시설하여야 한다.
4. 태양전지 모듈을 지붕에 시설하는 경우 취급자에게 추락의 위험이 없도록 점검통로를 안전하게 시설하여야 한다.
5. 태양전지 모듈의 직렬군 최대개방전압이 직류 750 V 초과 1500 V 이하인 시설장소는 다음에 따라 울타리 등의 안전조치를 하여야 한다.
 - 가. 태양전지 모듈을 지상에 설치하는 경우는 351.1의 1에 의하여 울타리·담 등을 시설하여야 한다.
 - 나. 태양전지 모듈을 일반인이 쉽게 출입할 수 있는 옥상 등에 시설하는 경우는 “가” 또는 341.8의 1의 “바”에 의하여 시설하여야 하고 식별이 가능하도록 위험 표시를 하여야 한다.
 - 다. 태양전지 모듈을 일반인이 쉽게 출입할 수 없는 옥상·지붕에 설치하는 경우는 모듈 프레임 등 쉽게 식별할 수 있는 위치에 위험 표시를 하여야 한다.
 - 라. 태양전지 모듈을 주차장 상부에 시설하는 경우는 “나”와 같이 시설하고 차량의 출입 등에 의한 구조물, 모듈 등의 손상이 없도록 하여야 한다.
 - 마. 태양전지 모듈을 수상에 설치하는 경우는 “다”와 같이 시설하여야 한다.

521.2 설비의 안전 요구사항

1. 태양전지 모듈, 전선, 개폐기 및 기타 기구는 충전부분이 노출되지 않도록 시설하여야 한다.
2. 모든 접속함에는 내부의 충전부가 인버터로부터 분리된 후에도 여전히 충전상태일 수 있음을 나타내는 경고가 붙어 있어야 한다.
3. 태양광설비의 고장이나 외부 환경요인으로 인하여 계통연계에 문제가 있을 경우 회로분리를 위한 안전시스템이 있어야 한다.

521.3 옥내전로의 대지전압 제한

주택의 태양전지모듈에 접속하는 부하측 옥내배선(복수의 태양전지모듈을 시설하는 경우에는 그 집합체에 접속하는 부하 측의 배선)의 대지전압 제한은 511.3에 따른다.

522 태양광설비의 시설

522.1 간선의 시설기준

522.1.1 전기배선

1. 전선은 다음에 의하여 시설하여야 한다.

- 가. 모듈 및 기타 기구에 전선을 접속하는 경우는 나사로 조이고, 기타 이와 동등 이상의 효력이 있는 방법으로 기계적·전기적으로 안전하게 접속하고, 접속점에 장력이 가해지지 않도록 할 것
- 나. 배선시스템은 바람, 결빙, 온도, 태양방사와 같이 예상되는 외부 영향을 견디도록 시설할 것
- 다. 모듈의 출력배선은 극성별로 확인할 수 있도록 표시할 것
- 라. 직렬 연결된 태양전지모듈의 배선은 과도과전압의 유도에 의한 영향을 줄이기 위하여 스트링 양극간의 배선간격이 최소가 되도록 배치할 것
- 마. 기타 사항은 512.1.1에 따를 것

2. 단자와 접속은 512.1.2에 따른다.

522.2 태양광설비의 시설기준

522.2.1 태양전지 모듈의 시설

태양광설비에 시설하는 태양전지 모듈(이하 “모듈”이라 한다)은 다음에 따라 시설하여야 한다.

- 가. 모듈은 자중, 적설, 풍압, 지진 및 기타의 진동과 충격에 대하여 탈락하지 아니하도록 지지물에 의하여 견고하게 설치할 것
- 나. 모듈의 각 직렬군은 동일한 단락전류를 가진 모듈로 구성하여야 하며 1대의 인버터(멀티스트링 인버터의 경우 1대의 MPPT 제어기)에 연결된 모듈 직렬군이 2병렬 이상일 경우에는 각 직렬군의 출력전압 및 출력전류가 동일하게 형성되도록 배열할 것

522.2.2 전력변환장치의 시설

인버터, 절연변압기 및 계통 연계 보호장치 등 전력변환장치의 시설은 다음에 따라 시설하여야 한다.

- 가. 인버터는 실내·실외용을 구분할 것
- 나. 각 직렬군의 태양전지 개방전압은 인버터 입력전압 범위 이내일 것
- 다. 옥외에 시설하는 경우 방수등급은 IPX4 이상일 것

522.2.3 모듈을 지지하는 구조물

모듈의 지지물은 다음에 의하여 시설하여야 한다.

- 가. 자중, 적재하중, 적설 또는 풍압, 지진 및 기타의 진동과 충격에 대하여 안전한 구조일 것
- 나. 부식환경에 의하여 부식되지 아니하도록 다음의 재질로 제작할 것
 - (1) 용융아연 또는 용융아연-알루미늄-마그네슘합금 도금된 형강
 - (2) 스테인리스 스틸(STS)
 - (3) 알루미늄합금
 - (4) 상기와 동등이상의 성능(인장강도, 항복강도, 압축강도, 내구성 등)을 가지는 재질로서 KS제품 또는 동등이상의 성능의 제품일 것
- 다. 모듈 지지대와 그 연결부재의 경우 용융아연도금처리 또는 녹방지 처리를 하여야 하며, 절단가공 및 용접부위는 방식처리를 할 것
- 라. 설치 시에는 건축물의 방수 등에 문제가 없도록 설치하여야 하며 볼트조립은 헐거움이 없이 단단히 조립하여야 하며, 모듈-지지대의 고정 볼트에는 스프링 와셔 또는 폴립방지너트 등으로 체결할 것

522.3 제어 및 보호장치 등

522.3.1 어레이 출력 개폐기

- 1. 어레이 출력 개폐기는 다음과 같이 시설하여야 한다.

- 가. 태양전지 모듈에 접속하는 부하측의 태양전지 어레이에서 전력변환장치에 이르는 전로(복수의 태양전지 모듈을 시설한 경우에는 그 집합체에 접속하는 부하측의 전로)에는 그 접속점에 근접하여 개폐기 기타 이와 유사한 기구(부하전류를 개폐할 수 있는 것에 한한다)를 시설할 것
- 나. 어레이 출력개폐기는 점검이나 조작이 가능한 곳에 시설할 것

522.3.2 과전류 및 지락 보호장치

- 1. 모듈을 병렬로 접속하는 전로에는 그 전로에 단락전류가 발생할 경우에 전로를 보호하는 과전류차단기 또는 기타 기구를 시설하여야 한다. 단, 그 전로가 단락전류에 견딜 수 있는 경우에는 그러하지 아니하다.
- 2. 태양전지 발전설비의 직류 전로에 지락이 발생했을 때 자동적으로 전로를 차단하는 장치를 시설하고 그 방법 및 성능은 IEC 60364-7-712(2017) 712.42 또는 712.53에 따를 수 있다.

522.3.3 상주 감시를 하지 아니하는 태양광발전소의 시설

상주감시를 하지 아니하는 태양광발전소의 시설은 351.8에 따른다.

522.3.4 접지설비

- 1. 태양전지 모듈의 프레임은 지지물과 전기적으로 완전하게 접속하여야 한다.

2. 수상에 시설하는 태양전지 모듈 등의 금속체는 접지를 해야하고, 접지시 접지극을 수중에 띄우거나, 수중 바닥에 노출된 상태로 시설하여서는 아니 된다.
3. 기타 접지시설은 140의 규정에 따른다.

522.3.5 피뢰설비

태양광설비의 외부피뢰시스템은 150의 규정에 따라 시설한다.

522.3.6 태양광설비의 계측장치

태양광설비에는 전압과 전류 또는 전압과 전력을 계측하는 장치를 시설하여야 한다.

(530 풍력발전설비)

531 일반사항

531.1 나셀 등의 접근 시설

나셀 등 풍력발전기 상부시설에 접근하기 위한 안전한 시설물을 강구하여야 한다.

531.2 항공장애 표시등 시설

발전용 풍력설비의 항공장애등 및 주간장애표지는 「항공법」 제83조(항공장애 표시등의 설치 등)의 규정에 따라 시설하여야 한다.

531.3 화재방호설비 시설

500 kW 이상의 풍력터빈은 나셀 내부의 화재 발생 시, 이를 자동으로 소화할 수 있는 화재방호설비를 시설하여야 한다.

532 풍력설비의 시설

532.1 간선의 시설기준

1. 간선은 다음에 의해 시설하여야 한다.

가. 풍력발전기에서 출력배선에 쓰이는 전선은 CV선 또는 TFR-CV선을 사용하거나 동등 이상의 성능을 가진 제품을 사용하여야 하며, 전선이 지면을 통과하는 경우에는 피복이 손상되지 않도록 별도의 조치를 취할 것

나. 기타 사항은 512.1.1에 따를 것

2. 단자와 접속은 512.1.2에 따른다.

532.2 풍력설비의 시설기준

532.2.1 풍력터빈의 구조

기술기준 제169조에 의한 풍력터빈의 구조에 적합한 것은 다음의 요구사항을 충족하는 것을 말한다.

1. 풍력터빈의 선정에 있어서는 시설장소의 풍향(風況)과 환경, 적용규모 및 적용형태 등을 고려하여 선정하여야 한다.

2. 풍력터빈의 유지, 보수 및 점검 시 작업자의 안전을 위한 다음의 잠금장치를 시설하여야 한다.

가. 풍력터빈의 로터, 요 시스템 및 피치 시스템에는 각각 1개 이상의 잠금장치를 시설하여야 한다.

나. 잠금장치는 풍력터빈의 정지장치가 작동하지 않더라도 로터, 나셀, 블레이드의 회

전을 막을 수 있어야 한다.

3. 풍력터빈의 강도계산은 다음 사항을 따라야 한다.

가. 최대풍압하중 및 운전 중의 회전력 등에 의한 풍력터빈의 강도계산에는 다음의 조건을 고려하여야 한다.

(1) 사용조건

(가) 최대풍속

(나) 최대회전수

(2) 강도조건

(가) 하중조건

(나) 강도계산의 기준

(다) 피로하중

나. “가”의 강도계산은 다음 순서에 따라 계산하여야 한다.

(1) 풍력터빈의 제원(블레이드 직경, 회전수, 정격출력 등)을 결정

(2) 자중, 공기력, 원심력 및 이들에서 발생하는 모멘트를 산출

(3) 풍력터빈의 사용조건(최대풍속, 풍력터빈의 제어)에 의해 각부에 작용하는 하중을 계산

(4) 각부에 사용하는 재료에 의해 풍력터빈의 강도조건

(5) 하중, 강도조건에 의해 각부의 강도계산을 실시하여 안전함을 확인

다. “나”의 강도 계산개소에 가해진 하중의 합계는 다음 순서에 의하여 계산하여야 한다.

(1) 바람 에너지를 흡수하는 블레이드의 강도계산

(2) 블레이드를 지지하는 날개 축, 날개 축을 유지하는 회전축의 강도계산

(3) 블레이드, 회전축을 지지하는 나셀과 타워를 연결하는 요 베어링의 강도계산

532.2.2 풍력터빈을 지지하는 구조물의 구조 등

기술기준 제172조에 의한 풍력터빈을 지지하는 구조물은 다음과 같이 시설한다.

1. 풍력터빈을 지지하는 구조물의 구조, 성능 및 시설조건은 다음을 따른다.

가. 풍력터빈을 지지하는 구조물은 자중, 적재하중, 적설, 풍압, 지진, 진동 및 충격을 고려하여야 한다. 다만, 해상 및 해안가 설치시는 염해 및 파랑하중에 대해서도 고려하여야 한다.

나. 동결, 착설 및 분진의 부착 등에 의한 비정상적인 부식 등이 발생하지 않도록 고려하여야 한다.

다. 풍속변동, 회전수변동 등에 의해 비정상적인 진동이 발생하지 않도록 고려하여야 한다.

2. 풍력터빈을 지지하는 구조물의 강도계산은 다음을 따른다.

가. 제1에 의한 풍력터빈 및 지지물에 가해지는 풍하중의 계산방식은 다음 식과 같다.

$$P = CqA$$

P : 풍압력(N)

C : 풍력계수

q : 속도압(N/m²)

A : 수풍면적(m²)

(1) 풍력계수 C 는 풍동실험 등에 의해 규정되는 경우를 제외하고, [건축구조설계기준]을 준용한다.

(2) 풍속압 q 는 다음의 계산식 혹은 풍동실험 등에 의해 구하여야 한다.

(가) 풍력터빈 및 지지물의 높이가 16 m 이하인 부분

$$q = 60 \left(\frac{V}{60} \right)^2 \sqrt{h}$$

(나) 풍력터빈 및 지지물의 높이가 16 m 초과하는 부분

$$q = 120 \left(\frac{V}{60} \right)^2 \sqrt[4]{h}$$

V 는 지표면상의 높이 10 m에서의 재현기간 50년에 상당하는 순간최대풍속(m/s)으로 하고 관측자료에서 산출한다. h 는 풍력터빈 및 지지물의 지표에서의 높이(m)로 하고 풍력터빈을 기타 시설물 지표면에서 돌출한 것의 상부에 시설하는 경우에는 주변의 지표면에서의 높이로 한다.

(3) 수풍면적 A 는 수풍면의 수직투영면적으로 한다.

나. 풍력터빈 지지물의 강도계산에 이용하는 지진하중은 지역계수를 고려하여야 한다.

다. 풍력터빈의 적재하중은 컷아웃 시, 공진풍속 시, 폭풍 시 하중을 고려하여야 한다.

3. 풍력터빈을 지지하는 구조물 기초는 당해 구조물에 제1의 “가”에 의해 견디어야 하는 하중에 대하여 충분한 안전율을 적용하여 시설하여야 한다.

532.3 제어 및 보호장치 등

532.3.1 제어 및 보호장치 시설의 일반 요구사항

기술기준 제174조에서 요구하는 제어 및 보호장치는 다음과 같이 시설하여야 한다.

가. 제어장치는 다음과 같은 기능 등을 보유하여야 한다.

- (1) 풍속에 따른 출력 조절
- (2) 출력제한
- (3) 회전속도제어
- (4) 계통과의 연계
- (5) 기동 및 정지
- (6) 계통 정전 또는 부하의 손실에 의한 정지
- (7) 요잉에 의한 케이블 꼬임 제한

나. 보호장치는 다음의 조건에서 풍력발전기를 보호하여야 한다.

- (1) 과풍속
- (2) 발전기의 과출력 또는 고장
- (3) 이상진동
- (4) 계통 정전 또는 사고
- (5) 케이블의 꼬임 한계

532.3.2 주전원 개폐장치

풍력터빈은 작업자의 안전을 위하여 유지, 보수 및 점검 시 전원 차단을 위해 풍력터빈 타워의 기저부에 개폐장치를 시설하여야 한다.

532.3.3 상주감시를 하지 아니하는 풍력발전소의 시설

상주감시를 하지 아니하는 풍력발전소의 시설은 351.8에 따른다.

532.3.4 접지설비

1. 접지설비는 풍력발전설비 타워기초를 이용한 통합접지공사를 하여야 하며, 설비 사이의 전위차가 없도록 등전위본딩을 하여야 한다.
2. 기타 접지시설은 140의 규정에 따른다.

532.3.5 피뢰설비

기술기준 제175조의 규정에 준하여 다음에 따라 피뢰설비를 시설하여야 한다.

가. 피뢰설비는 KS C IEC 61400-24(풍력발전기-낙뢰보호)에서 정하고 있는 피뢰구역(Lightning Protection Zones)에 적합하여야 하며, 다만 별도의 언급이 없다면 피뢰레벨(Lightning Protection Level: LPL)은 I 등급을 적용하여야 한다.

나. 풍력터빈의 피뢰설비는 다음에 따라 시설하여야 한다.

- (1) 수뢰부를 풍력터빈 선단부분 및 가장자리 부분에 배치하되 뇌격전류에 의한 발열에 용손(溶損)되지 않도록 재질, 크기, 두께 및 형상 등을 고려할 것
- (2) 풍력터빈에 설치하는 인하도선은 쉽게 부식되지 않는 금속선으로서 뇌격전류를 안전하게 흘릴 수 있는 충분한 굵기여야 하며, 가능한 직선으로 시설할 것
- (3) 풍력터빈 내부의 계측 센서용 케이블은 금속관 또는 차폐케이블 등을 사용하여 뇌유도과전압으로부터 보호할 것
- (4) 풍력터빈에 설치한 피뢰설비(리셉터, 인하도선 등)의 기능저하로 인해 다른 기능에 영향을 미치지 않을 것

다. 풍향·풍속계가 보호범위에 들도록 나셀 상부에 피뢰침을 시설하고 피뢰도선은 나셀프레임에 접속하여야 한다.

라. 전력기기·제어기기 등의 피뢰설비는 다음에 따라 시설하여야 한다.

- (1) 전력기기는 금속시스케이블, 내뢰변압기 및 서지보호장치(SPD)를 적용할 것
- (2) 제어기기는 광케이블 및 포토커플러를 적용할 것

마. 기타 피뢰설비시설은 150의 규정에 따른다.

532.3.6 풍력터빈 정지장치의 시설

기술기준 제170조에 따른 풍력터빈 정지장치는 표 532.3-1과 같이 자동으로 정지하는 장치를 시설하는 것을 말한다.

표 532.3-1 풍력터빈 정지장치

이 상 상 태	자동정지장치	비 고
풍력터빈의 회전속도가 비정상적으로 상승	○	
풍력터빈의 컷 아웃 풍속	○	
풍력터빈의 베어링 온도가 과도하게 상승	○	정격 출력이 500 kW 이상인 원동기(풍력터빈은 시가지 등 인가가 밀집해 있는 지역에 시설된 경우 100 kW 이상)
풍력터빈 운전중 나셀진동이 과도하게 증가	○	시가지 등 인가가 밀집해 있는 지역에 시설된 것으로 정격출력 10 kW 이상의 풍력 터빈
제어용 압유장치의 유압이 과도하게 저하된 경우	○	용량 100 kVA 이상의 풍력발전소를 대상으로 함
압축공기장치의 공기압이 과도하게 저하된 경우	○	
전동식 제어장치의 전원전압이 과도하게 저하된 경우	○	

532.3.7 계측장치의 시설

풍력터빈에는 설비의 손상을 방지하기 위하여 운전 상태를 계측하는 다음의 계측장치를 시설하여야 한다.

- 가. 회전속도계
- 나. 나셀(nacelle) 내의 진동을 감시하기 위한 진동계
- 다. 풍속계
- 라. 압력계
- 마. 온도계

(540 연료전지설비)

541 일반사항

541.1 설치장소의 안전 요구사항

1. 연료전지를 설치할 주위의 벽 등은 화재에 안전하게 시설하여야 한다.
2. 가연성물질과 안전거리를 충분히 확보하여야 한다.
3. 침수 등의 우려가 없는 곳에 시설하여야 한다.

541.2 연료전지 발전실의 가스 누설 대책

“연료가스 누설 시 위험을 방지하기 위한 적절한 조치”란 다음에 열거하는 것을 말한다.

- 가. 연료가스를 통하는 부분은 최고사용 압력에 대하여 기밀성을 가지는 것이어야 한다.
- 나. 연료전지 설비를 설치하는 장소는 연료가스가 누설되었을 때 체류하지 않는 구조의 것이어야 한다.
- 다. 연료전지 설비로부터 누설되는 가스가 체류할 우려가 있는 장소에 해당 가스의 누설을 감지하고 경보하기 위한 설비를 설치하여야 한다.

542 연료전지설비의 시설

542.1 시설기준

542.1.1 전기배선

1. 전기배선은 열적 영향이 적은 방법으로 시설하여야 한다.
2. 기타사항은 512.1.1에 따른다.
3. 단자와 접속은 512.1.2에 따른다.

542.1.2 연료전지설비의 재료

1. 기술기준 제109조에서 “안전한 화학적 성분 및 기계적 강도를 가지는 것”은 605.1.1을 준용한다.
2. 기술기준 제109조에서 “압력을 받는 부분”에 대한 정의는 605.1.2를 준용한다.
3. 605.2 내지 605.6, 610.2 내지 610.6과 615.2는 해당하는 경우 연료전지설비에 준용할 수 있다.

542.1.3 연료전지설비의 구조

1. 기술기준 제110조에서 “안전한 것”이란 연료전지 설비에 속하는 용기 및 관에서는 605.10내지 605.30(보일러와 관련된 부분 제외)에 규정한 구조로 되어 있고 610.53의 내압 및 기밀과 관련되는 성능을 가지는 것을 말한다.

2. 기술기준 제110조에서 규정하는 “허용응력”은 KS B 6750 “부표 1”, “부표 2” 및 ASME Sec II, Part D Table 1A, 1B에 규정하는 수치로 한다.
3. 내압을 받는 용기구조는 610.9내지 610.29를 준용한다.
4. 내압시험은 연료전지 설비의 내압 부분 중 최고 사용압력이 0.1 MPa 이상의 부분은 최고 사용압력의 1.5배의 수압(수압으로 시험을 실시하는 것이 곤란한 경우는 최고 사용압력의 1.25배의 기압)까지 가압하여 압력이 안정된 후 최소 10분간 유지하는 시험을 실시하였을 때 이것에 견디고 누설이 없어야 한다.
5. 기밀시험은 연료전지 설비의 내압 부분중 최고 사용압력이 0.1 MPa 이상의 부분(액체 연료 또는 연료가스 혹은 이것을 포함한 가스를 통하는 부분에 한정한다.)의 기밀시험은 최고 사용압력의 1.1배의 기압으로 시험을 실시하였을 때 누설이 없어야 한다.

542.1.4 안전밸브

1. 기술기준 제111조에서 규정하는 “과압”이란 통상의 상태에서 최고사용압력을 초과하는 압력을 말한다.
2. 기술기준 제111조에서 규정하는 “적당한 안전밸브”는 제3의 요구사항 외에 605.32내지 605.37 및 610.36의 규정을 준용할 수 있다.
3. 안전밸브의 분출압력은 아래와 같이 설정하여야 한다.
 - 가. 안전밸브가 1개인 경우는 그 배관의 최고사용압력 이하의 압력으로 한다. 다만, 배관의 최고사용압력 이하의 압력에서 자동적으로 가스의 유입을 정지하는 장치가 있는 경우에는 최고사용압력의 1.03배 이하의 압력으로 할 수 있다.
 - 나. 안전밸브가 2개 이상인 경우에는 1개는 상기 1.에 준하는 압력으로 하고 그 이외의 것은 그 배관의 최고사용압력의 1.03배 이하의 압력이어야 한다.

542.2 제어 및 보호장치 등

542.2.1 연료전지설비의 보호장치

연료전지는 다음의 경우에 자동적으로 이를 전로에서 차단하고 연료전지에 연료가스 공급을 자동적으로 차단하며 연료전지내의 연료가스를 자동적으로 배기하는 장치를 시설하여야 한다.

가. 연료전지에 과전류가 생긴 경우

나. 발전요소(發電要素)의 발전전압에 이상이 생겼을 경우 또는 연료가스 출구에서의 산소농도 또는 공기 출구에서의 연료가스 농도가 현저히 상승한 경우

다. 연료전지의 온도가 현저하게 상승한 경우

542.2.2 연료전지설비의 계측장치

연료전지설비에는 전압과 전류 또는 전압과 전력을 계측하는 장치를 시설하여야 한다.

542.2.3 연료전지설비의 비상정지장치

기술기준 제113조에서 규정하는 “운전 중에 일어나는 이상”이란 다음에 열거하는 경우를 말한다.

가. 연료 계통 설비내의 연료가스의 압력 또는 온도가 현저하게 상승하는 경우

나. 증기계통 설비내의 증기의 압력 또는 온도가 현저하게 상승하는 경우

다. 실내에 설치되는 것에서는 연료가스가 누설 하는 경우

542.2.4 상주 감시를 하지 아니하는 연료전지발전소의 시설

상주감시를 하지 아니하는 연료전지발전소의 시설은 351.8에 따른다.

542.2.5 접지설비

1. 연료전지에 대하여 전로의 보호장치의 확실한 동작의 확보 또는 대지전압의 저하를 위하여 특히 필요할 경우에 연료전지의 전로 또는 이것에 접속하는 직류전로에 접지공사를 할 때에는 다음에 따라 시설하여야 한다.

가. 접지극은 고장 시 그 근처의 대지 사이에 생기는 전위차에 의하여 사람이나 가축 또는 다른 시설물에 위험을 줄 우려가 없도록 시설할 것.

나. 접지도체는 공칭단면적 16 mm² 이상의 연동선 또는 이와 동등 이상의 세기 및 굽기의 쉽게 부식하지 아니하는 금속선(저압 전로의 중성점에 시설하는 것은 공칭단면적 6 mm² 이상의 연동선 또는 이와 동등 이상의 세기 및 굽기의 쉽게 부식하지 않는 금속선)으로서 고장 시 흐르는 전류가 안전하게 통할 수 있는 것을 사용하고 또한 손상을 받을 우려가 없도록 시설할 것.

다. 접지도체에 접속하는 저항기·리액터 등은 고장 시 흐르는 전류를 안전하게 통할 수 있는 것을 사용할 것.

라. 접지도체·저항기·리액터 등은 취급자 이외의 자가 출입하지 아니하도록 설비한 곳에 시설하는 경우 이외에는 사람이 접촉할 우려가 없도록 시설할 것.

2. 기타사항은 140의 규정을 적용한다.

542.2.6 피뢰설비

연료전지설비의 피뢰설비는 150의 규정을 적용한다.