

신재생에너지 (태양광) 설비 국가 공인 자격증 시험

조민정 · 황운제 · 박래현 · 조동현 · 김종도 · 박은혜 · 강광선*

경일대학교, 신재생에너지학과, 경북 경산시 하양읍 가마실길 50, 712-701

National Certified License Tests for the Facility Management of New and Renewable Energy (Photovoltaic Cell)

Min-Jung Jo · Un-Jei Hwang · Rei-Hyan Park · Dong-Hyun Jo · Jong-Do Kim · Eun-Hye Park · Kwang-Sun Kang

Department of New and Renewable Energy, Kyungil University, 50 Gamasilgil, Hayangup Gyeongsan, Gyeongbuk 712-701

ABSTRACT: New national certified license tests for the facility management of new and renewable energy is given from this year. There are three national certified licenses including craftsman, industrial engineer and engineer. The subjects for the craftsman are photovoltaic facility for written exam and practical business of photovoltaic facility for writing exam. The subjects for the industrial engineer are theory, construction, management and law of the photovoltaic system for written exam and practical business of photovoltaic system for writing exam. The subjects for the engineer add one more subject compared with the industrial engineer, such as design of photovoltaic system. The first tests were given in september 28 in this year. The tests will be given three in 2014.

Key words: National Certified License Tests, Photovoltaic Cell, New and Renewable Energy, Facility Management

1. 서론

다음의 내용은 신재생에너지(태양광)발전설비 관련 기능사, 산업기사, 기사 자격증에 관한 내용이다. 첫 시험은 2013년 9월 28일에 시행되었고 2014년에는 3차례 시험이 시행될 예정이다. 이는 고용노동부는 2013년부터 태양광 에너지 분야에서 발전 설비기사, 발전설비산업기사 및 발전설비 기능사 등 3개 종목의 국가기술자격 시험이 신설되었다. 이는 저탄소, 녹색성장분야 인력양성 방안의 일환으로 추진되는 것으로 향후 대체에너지로 주목받고 있는 태양광발전 산업분야를 이끌 산업기술 인력을 체계적으로 육성하고자 한다.

2. 신재생에너지발전설비 자격증 시험종류

2.1 신재생에너지발전설비기능사(태양광)

태양광 발전설비에 필요한 제반사항을 파악해 실제 태양광 발전기의 시공에서부터 운영 및 유지보수에 대한 업무를 수행하는 직무로, 신재생에너지 중 태양광 분야와 관련된 숙련기능

을 가지고, 조작·운전·보수 정비·검사 또는 작업관리 및 이에 관련된 업무수행능력의 보유여부를 검정기준으로 한다. 응시자격은 현행 기능사등급 응시자격과 동일하다. 시험과목과 검정 방법은 Table 1과 같다.

합격결정 기준은 필기시험 100점 만점 기준으로 60점 이상이고, 실기시험도 100점 만점기준 60점 이상이다.

2.2 신재생에너지발전설비산업기사(태양광)

태양광발전소나 모든 건물 및 시설 등의 태양광발전시스템의 설계·인허가 및 시공·작동상태를 감리하고, 태양광설비의 시공, 감독 및 효율적 운영을 위한 유지보수·안전관리 업무 등에 대

Table 1. 신재생에너지발전설비기능사(태양광) 시험과목 및 검정방법

구분	시험과목	검정방법
필기시험	태양광발전설비	객관식 4지 택일 형 (60 문항, 1시간)
실기시험	태양광발전설비 실무	필답형 (1시간 30분)

*Corresponding author: kkang@kiu.ac.kr

Received November 29, 2013; Revised December 5, 2013;

Accepted December 11, 2013

한 보조업무를 수행하는 직무를 담당한다. 신재생에너지 중 태양광 분야와 관련된 기술기초이론에 대한 지식 또는 숙련 기능을 바탕으로 복합적인 기초기술 및 기능 업무수행 능력보유 여부를 검정한다. 응시자격은 현행 산업기사 등급 응시자격과 동일하다. 시험과목 및 검정방법은 Table 2와 같다.

필기시험 합격기준은 각과목당 40점 이상이고 전 과목 평균이 60점 이상인 경우이고, 실기시험은 100점 만점 기준 60점 이상이다.

2.3 신재생에너지발전설비기사(태양광)

태양광발전소나 모든 건물 및 시설 등의 태양광발전시스템의 설계·인허가 및 시공·작동상태를 감리하고, 태양광발전설비의 시공·감독 및 효율적 운영을 위한 유지보수·안전관리업무 등을 수행한다. 검정기준은 신재생에너지 중 태양광 분야와 관련된 기술이론 지식을 가지고 설계·시공·유지보수·안전관리 등의 업무를 수행할 수 있는 능력 보유여부를 검정한다. 응시자격은 현행 기사 등급 응시자격과 동일하다. 시험과목 및 검정방법은 Table 3과 같다.

필기시험 합격기준은 각 과목당 40점 이상이고, 전과목 평균이 60점 이상 이고, 실기시험은 100점 만점 기준 60점 이상이다.

3. 신재생에너지발전설비 자격증 시험 과목

3.1 태양광 시스템 이론

태양광발전 시스템 이론은 크게 신재생에너지 개요, 태양광

Table 2. 신재생에너지발전설비산업기사(태양광) 시험과목 및 검정방법

구분	시험과목	검정방법
필기시험	1. 태양광발전시스템이론	객관식 4지 택일 형 (80문항, 2시간)
	2. 태양광발전시스템시공	
	3. 태양광발전시스템운영	
	4. 신재생에너지관련법규	
실기시험	태양광발전설비 실무	필답형(2시간)

Table 3. 신재생에너지발전설비기사(태양광) 시험과목 및 검정 방법

필기시험	시험과목	검정방법
실기시험	1. 태양광발전시스템이론	객관식 4지 택일 형 (100 문항, 2시간 30분)
	2. 태양광발전시스템설계	
	3. 태양광발전시스템시공	
	4. 신재생에너지관련운영	
	5. 신재생에너지관련법규	
	태양광발전설비 실무	필답형(2시간)

발전 시스템 개요, 태양전지 모듈, 인버터, 관련기기 및 부품, 전기 기초이론, 전자 기초이론 등으로 나누어져 있다.

3.1.1 신재생에너지 개요

신재생에너지는 신에너지와 재생에너지를 합하여 만들어진 용어로 신에너지에는 연료전지, 석탄을 액화 또는 가스화한 에너지 및 중질잔사유를 가스화한 에너지, 수소 에너지 등이 있고, 재생에너지는 태양에너지(태양광과 태양열), 바이오에너지, 풍력에너지, 수력에너지, 해양에너지, 폐기물에너지, 지열에너지 등이 있다. 전 세계가 지금 수준으로 화석연료를 사용하면 석유는 40년, 석탄은 200년, 천연가스는 60년 정도 사용할 수 있는 양이 남아있다. 온실가스 감축, 환경오염물질(황화물, 질산화물, 미세먼지) 배출 감소와 화석연료를 대체할 친환경에너지인 신재생에너지는 21세기 성장동력으로 급부상하고 있다.

3.1.2 신재생에너지 시스템 개요

일사태양광발전은 발전기 없이 태양전지를 이용하여 태양빛을 전기에너지로 전환하는 발전방법이다. 태양광발전은 반도체로 만들어진 태양전지에 빛에너지를 투입하여 전자와 정공이 형성됨으로써 전자의 움직임으로 전기가 발생하는 원리를 이용한 것이다. 태양전지의 원리인 광전효과는 1839년 E. Becquerel이 처음으로 발견하였고, 1900년에 M. Planck에 의해 광양자 확인 및 A. Einstein에 의한 광전효과에 대한 이론 확립으로 발전하였다. 그 후 1954년 벨연구소에서 효율이 4%에 달하는 실리콘 태양전지 개발과 1980년대의 ARCO Solar사의 적극적인 태양광발전소 건설을 통하여 상용화 단계에 들어갔다. 태양광발전의 장점은 무한정, 무공해의 태양에너지를 이용하므로 연료비가 불필요하고, 대기오염이나 폐기물 발생이 없고, 필요한 장소에서 필요한 발전이 가능하고, 유지보수가 용이하며, 무인화가 가능하고, 태양전지의 수명이 길고, 운전 및 유지 관리에 따른 비용을 최소화할 수 있고, 설비의 보수가 간단하고 고장이 적으며, 발전 부위가 반도체 소자이고 제어부가 전자 부품이므로 기계적인 진동과 소음이 없는 장점을 갖고 있다. 하지만, 전력 생산량이 지역별 일사량에 의존하고, 량에 따른 발전량 편차가 심하므로 안정된 전력 공급을 위한 추가적인 건설비 보완이 필요하고, 에너지 밀도가 낮아 큰 설치면적이 필요하고, 설치장소가 한정적이며, 시스템 비용이 비싸며, 태양전지의 가격이 비싸 태양광발전 시스템을 건설하기 위해서는 많은 초기 투자가 요구되므로, 상용 전력에 비해 발전 단가가 높다는 단점이 있다.

3.1.3 태양전지 모듈

태양전지 모듈은 태양전지 셀을 직렬 및 병렬로 연결하여 태양빛을 비추면 일정한 전압과 전류를 발생시키는 장치로 용도에 따라 다양한 형태로 제작되어 있다. 태양전지 모듈은 여러 개

의 셀을 원상태 혹은 잘라서 직렬 및 병렬로 연결시키고, 셀의 손상을 방지하기 위해서 알루미늄 성형 안에 front cover/filler/solar cell/filler/back sheet의 형태로 제작하여 케이블과 배전판을 붙여서 만들어진다.

3.1.4 인버터

태양전지에서 만들어지는 전기는 직류이고, 가장 많이 쓰이는 전압은 12 V와 24 V이다. 태양전지에서 만들어지는 직류전류를 직접 사용하는 것이 가장 경제적이다. 가정용 전기는 220 V 교류이기 때문에 가정용으로 사용하기 위해서는 직류를 교류로 전환해주어야 하는데 이때 사용되는 것이 인버터이다. 직류-교류 인버터는 태양전지에서 만들어진 12 V 직류를 220 V로 전환시켜주는 장치이다. 인버터의 종류로는 계통 상호 작용형 인버터, 계통 연계형 인버터, 계통 의존형 인버터, 계통 주파수 결합형 인버터, 고주파 결합형 인버터, 단독 운전 방지 인버터, 독립형 인버터, 모듈 인버터, 변압기 없는 인버터, 스트링 인버터, 전력망 상호작용형 인버터, 전류 안정형 인버터, 전류 제어형 인버터, 전압 안정형 인버터, 전압 제어형 인버터 등 다양한 인버터가 있다. 인버터의 기능은 자동운전 정지기능, 최대전력추종 제어기능, 단독운전 방지기능, 자동전압 조정기능, 직류 검출기능, 직류 지락(grounding) 검출기능 등이 있다.

3.1.5 관련기기 및 부품

(1) 바이어스 소자와 역류방지소자

1) 바이패스소자

태양전지 셀에 그늘이 지면 그 부분의 셀은 발전하지 못하고 저항이 증가한다. 이러한 셀에 직렬로 접속된 회로에 전압이 인가되어 고저항의 셀에 전류가 흐르면 발열이 된다. 셀의 온도가 계속 높아지면 그 셀과 태양전지 모듈이 파손된다. 이러한 현상을 방지하기 위해서 전류를 우회하여 흐르게 하는 것이 바이패스소자이다.

2) 역류방지소자

이 소자는 태양전지 모듈에 다른 태양전지 회로와 축전지의 전류가 흘러 들어오는 것을 방지하기 위해 사용된다. 태양전지 모듈에 그늘이 지면 이와 병렬로 연결된 태양전지 어레이 사이에 출력전압의 불균형이 발생하고, 이 불균형 전압이 일정값 이상으로 되면, 다른 어레이에서 전류를 공급받아 전류가 인버터 방향이 아닌 모듈 방향으로 흐른다. 이러한 전류의 역류를 방지하기 위해 역류방지소자를 설치한다. 또한 태양전지 어레이에 축전지가 설치되어 있는 경우 발전을 하지 않는 시간에는 태양전지가 축전지의 부하로 되어 축전지에서 태양전지로 전류가 흐른다. 이러한 전력 손실을 막기 위해서도 역류방지소자를 사용한다.

(2) 접속함

접속함은 전기적으로 연결된 회로를 내부에 밀폐시키거나 보호할 수 있는 용기이다. 접속함은 하나 혹은 여러 개의 연결이 가능하도록 만들어져 있다.

1) 태양전지 어레이측 개폐기

태양전지 어레이를 점검·보수하거나 일부 태양전지 모듈에 이상이 생겼을 때 이 이상부분을 분리하기 위해서 설치한다. 이 장치는 태양전지가 보낼 수 있는 최대의 직류전류를 차단할 수 있는 것을 사용해야 한다. 일반적으로 mold circuit breaker (MCCB)를 사용한다.

2) 주개폐기

주개폐기는 태양전지 어레이의 출력을 한 군데로 모은 후 출력조절기(power conditioner)로 가는 회로의 중간에 삽입한다. 주개폐기는 어레이의 최대사용전압과 통과전류를 만족하는 것으로 사용해야 한다.

3) 기타 피뢰소자, 단자대, 수납함 등이 있다.

(3) 교류측 기기

교류측 기기로는 분전반과 적산전력량계가 있다

(4) 축전기

축전기의 종류로는 계통연계 시스템용 축전기, 독립형 전원 시스템용 축전기가 있다.

3.1.6 전기 기초이론

전기 기초이론으로는 회로이론과 전기 계측을 다루고 있다.

(1) 회로이론

회로 이론은 일반적인 전압, 전류 및 저항의 특성을 다루고 있다. 회로 해석은 키르히호프의 전류 및 전압 법칙, 전압-전류의 합성, 사다리꼴 회로, 휘스톤 브리지 회로를 다루고 있다.

(2) 전기계측

전기 계측은 일반적인 계측의 정의, 계측의 종류, 계측의 단위와 차원, 전압 계측, 전류 계측, 전력 계측, 저항 계측, 인덕턴스 및 정전 용량 계측, Q미터에 의한 계측, 주파수 및 파형의 계측 등을 다루고 있다.

3.1.7 전자 기초이론

(1) 전자공학의 기초

전자공학의 기초에서는 전자이론 개요, 전자의 방출, 진공 내

의 전자 운동, 고체 내의 전자 운동, 전자 회로 소자, 발전 및 변조 등을 다루고 있다.

(2) 디지털 논리회로

디지털 논리회로는 게이트 회로 및 불대수의 응용, 조합 논리 회로, 순서논리 회로, 계수기 회로를 다루고 있다.

(3) 전자계측

전자계측은 자기측정, 증폭기에 관한 측정, 디지털 계측 및 고정 계측을 다루고 있다.

3.2 태양광발전 시스템 설계

태양광발전 시스템 설계는 태양광발전 시스템 기획, 태양광발전 시스템 설계, 도면작성 등으로 나누어져 있다.

3.2.1 태양광 발전 시스템 기획

(1) 부지선정과 음영 분석

부지선정 시 고려해야 할 사항은 일사량과 일조량, 부지의 접근성 및 주변환경, 인·허가 관련 각종 규제, 전력계통 인입선 위치, 부지매입 가격 및 부대공사비용 등이다.

태양광발전소 부지선정 추진 절차는 다음과 같다. 지역 설정, 사전정보 조사, 현장조사, 지자체방문 공부확인, 토지이용 협의 및 소유자 파악, 태양광 규모 기획, 주변지역 지가조사, 소유자 협의 및 매입 결정, 매매계약 체결의 순으로 부지선정을 추진한다.

태양에너지는 대기를 통과하면서 공기분자, 먼지, 수증기 등에 의해 감소되는데 대기 중의 어느 한 점 혹은 지표의 어느 한 점에서 받는 태양복사를 일사라 한다. 반면 일조란 태양의 직사광선이 구름이나 안개 등에 가려지지 않고 지표면에 비추는 것을 말한다.

(2) 경제성 분석 및 사업 타당성조사

경제성 및 사업 타당성 조사하는 방법은 비용·편익 분석법, 순현재가치 분석방법, 내부수익률법(internal rate of return, IRR), 원가 분석방법, 공사비 산정 등을 고려해야 한다.

(3) 인·허가 사항

태양광 발전사업을 하기 위해서는 다음의 항목을 인·허가 받아야 한다. (1) 전기(발전) 사업 허가, (2) 개발 행위 허가, (3) 환경영향평가, (4) 산지 전용 허가 및 입목 벌채 허가, (5) 농지 전용 허가, (6) 사방지 지정의 해제, (7) 사도 개설의 허가, (8) 무연분묘의 개장허가, (9) 초지 전용의 허가, (10) 전기 사업용 전기설비의 공사계획 인가 또는 신고, (11) 문화재 지표조사, (12) 건축물 허가, (13) 공사물 축조 신고, (14) 자연공원의 점·사용 허가, (15) 군사시설 보호지역 사용에 관한 협의, (16) 송전용 전기설

비 이용 신청, (17) 발전회사 등록, (18) 사업용 전기설비의 사용 전 검사 등이다.

3.2.2 태양광발전 시스템 설계

(1) 태양광발전 시스템 설계 개요

태양광 발전시스템 설계 시 다음 사항을 고려해야 한다. (1) 태양광 발전시스템의 계획 절차, (2) 태양광 발전시스템 설계 시 갖추어야 할 기초자료, (3) 태양광 발전시스템 설계 순서, (4) 태양광 발전시스템 설계 시 고려사항

(2) 태양전지 어레이 설계

태양전지 어레이를 설계할 때는 어레이의 방위각과 경사각, 어레이용 가대 설계, 설치 가능한 태양전지 모듈 수 산출을 해야 한다.

(3) 태양광발전 구조물 설계

태양광 발전구조물은 용량, 설치 형태, 설치 장소에 따라 구조와 재질이 결정된다. 구조물 타입별로는 일반 건물에 설치할 때는 지붕건재형, 지붕설치형, 벽건재형, 벽설치형, 차양형, 통라이트형 등이 있고, 대지에 설치할 때는 경사고정형, 경사변동형, 단축추적형, 양축추적형 등이 있다.

(4) 태양광발전 시스템 전기설계

공공·산업용 태양광발전 시스템을 설치하는 경우 계통연계 기술 요건의 적합성, 태양전지 어레이 구성, 인버터와 접속함의 선정, 계통연계 보호장치의 선정, 시스템간의 전기적 접속 결정법 등을 고려하여 설계해야 한다.

(5) 관제시스템 설계

태양광발전 시스템의 안전을 확보하기 위하여 울타리, 담, 방범카메라 등을 설치하여 감시활동을 하는 방법시스템의 설계, 뇌서지(lightning surge)를 방지하는 피뢰소자 설계, 강풍, 지진 등으로부터 보호하기 위한 내진 설계, 화재로부터 보호하는 방화 설계, 염분이나 공해로부터 보호하기 위한 염·공해에 대한 설계가 추가되어야 하고, 시스템의 운전상태를 실시간으로 점검할 수 있는 모니터링 시스템도 설계에 포함해야 한다.

3.2.3 도면 작성

(1) 도면 기호

전기 도면 관련 기호에 맞추어 도면을 작성해야 한다.

(2) 설계도서 작성

설계도서는 공사계약에 있어서 발주자로부터 제시된 도면 및 그 시공기준을 정한 시방서류로 설계도면, 표준명세서, 특기명세서, 현장설명서 및 현장설명에 대한 질문 회답서를 총칭하여 설계도서라 한다. 시방서는 계획된 건물, 기계, 교량 등에 관

한 요구사항, 규격, 재료 등에 관한 상세한 내용으로 정의할 수 있다. 시방서의 종류는 내용상, 사용목적상, 작성방법상, 명세제한상으로 분류하고 있다.

3.3 태양광발전 시스템 시공

태양광발전 시스템 시공은 태양광발전 시스템 시공, 태양광발전 시스템 감리, 송 배전 및 변전설비 등으로 되어 있다.

3.3.1 태양광발전 시스템 시공

(1) 태양광발전 시스템 시공 준비

1) 태양광설비 시공기준

태양광설비 시공기준은 태양 전지판, 전기배선 및 접속함, 인버터 및 기타로 분류해서 고려한다. 태양 전지판 시공 기준은 모듈, 설치용량, 방위각, 경사각, 일사시간을 고려하여 설치한다. 전기 배선 접속함은 연결전선, 커넥터, 태양 전지판 배선, 태양전지판 직·병렬상태, 역류방지 다이오드, 접속반, 접지공사, 전압강하, 전기공사를 고려하여 준공한다. 또한 인버터는 제품, 설치상태, 설치용량, 표시사항을 고려하여 설치한다. 그 외에 명판, 가동상태, 모니터링 설비, 운전교육, 신청자 및 설계자, 역류방지 다이오드 용량, 모듈 사양 등도 고려하여 설치해야 한다.

2) 태양광발전 시스템 시공 절차

태양광발전 시스템의 표준 설치공사는 다음 Fig. 1과 같다.

3) 태양광발전 시스템 관련기기 반입 및 검사

공사용 자재 반입 시 기중기차를 사용하는 경우 사전에 전력회사와 협의 하에 전력 케이블 등을 보호하는 조치를 취해야 한다.

4) 태양광발전 시스템 시공 안전대책

복장 및 추락 방지와 작업 중 감전 방지대책을 세우고 작업에 임해야 한다.

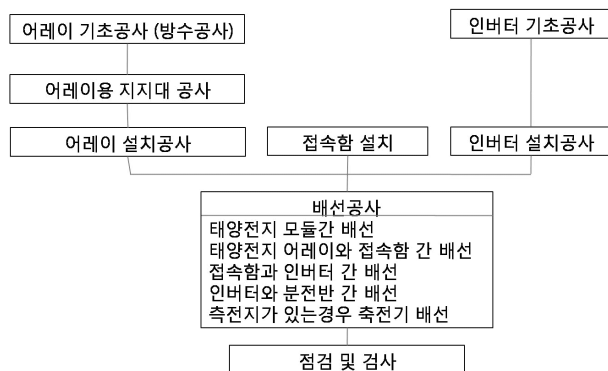


Fig. 1. 태양광 시스템의 시공 절차

(2) 태양광발전 시스템의 구성

1) 태양광발전 시스템의 구성

태양광발전 시스템의 기본 구성은 빛에너지를 전기로 전환하는 태양전지 어레이, 발전한 전기를 저장하는 축전기, 직류를 교류로 전환하는 인버터와 전력 품질 및 보호를 위한 power conditioning system이 있다.

2) 태양광발전 시스템의 분류

태양광발전 시스템은 상용 전력계통 연계 유무에 따라 독립형 태양광 시스템과 계통선 연계형 태양광 시스템이 있고, 어레이 설치 형태에 따라 추적식 어레이, 반고정형 어레이와 고정형 어레이가 있다.

(3) 배선 및 배관공사

1) 케이블

옥내 배선은 모듈 전용선, 구입이 쉽고 작업성이 편리하고 장기간 사용이 가능한 전선을 사용하고 옥외에는 UV 케이블을 사용한다.

2) 커넥터

태양전지 모듈 결선 시에는 접속 배선함 구멍에 맞추어 압착 단자를 사용하여 견고하게 전선을 연결해야 하며 접속배선 연결부위는 방수용 커넥터를 사용한다.

3) 태양전지 모듈

태양전지 모듈을 포함한 모든 충전부분은 노출되지 않도록 배선하여야 하고, 바람에 흔들리지 않도록 130 cm이내의 간격으로 단단히 고정하여 가장 많이 늘어진 부분이 모듈면에서 30 cm내에 들어오도록 하고, 출력 배선은 구별 극성별로 확인할 수 있도록 표시한다. 이외에 태양전지 모듈간 직·병렬 배선, 태양전지 모듈과 인버터간 배선, 인버터와 분전반간 배선 등이 있다. 태양전지 모듈에서 인버터 입력단 간 및 인버터 출력단과 계통연계점 간의 전압강하는 각 3%를 초과하지 말아야 한다.

4) 태양전지 어레이 검사

태양전지 모듈의 배선이 끝나면 각 모듈의 극성확인, 전압확인, 단락전류 확인, 양극과의 접지여부 등을 확인한다.

5) 인버터의 설치

신재생에너지센터에서 인증한 인증제품을 설치해야하고 해당용량이 없을 경우 국제공인시험기관(KOLAS), 제품인증기관(KAS) 또는 시험기관 등의 참고시험성적서를 받은 제품을 설치해야 한다.

6) 개폐기 및 차단기의 설치

태양전지 모듈에 접속하는 부하 측의 선로에는 그 접속함에 근접하여 개폐기와 유사한 기구를 설치해야 한다.

7) 역류방지 다이오드 설치

1대의 인버터에 연결된 태양전지 모듈의 2병렬 이상일 경우에는 역류방지 다이오드를 각 직렬군의 접속함에 설치해야 하고 이 접속함은 열을 외부로 방출할 수 있도록 환기구 혹은 방열판을 설치해야 한다.

8) 방화구획 관통부의 처리

화재가 발생할 경우 벽, 바닥, 기둥 등을 통과하는 전선배관의 관통부분에서 다른 설비로 불이 번지는 것을 막기 위해 방화구획 관통부 처리를 난연성, 내열성 물질로 처리해야 한다.

(4) 접지공사

태양광발전 설비는 누전에 의한 감전사고 및 화재로부터 인명과 재산을 보호하기 위해 전기설비기술 기준에 따라 지중 접지를 해야 한다.

3.3.2 태양광 발전시스템 감리

(1) 태양광발전 시스템 감리 개요

1) 감리 개요

공사감리란 전력시설물공사에 대하여 발주자의 위탁을 받은 감리업자가 설계도서, 그 밖의 관계 서류의 내용대로 시공되는지 여부를 확인하고, 품질관리, 공사관리 및 안전관리 등에 대한 기술 지도를 하며, 관계 법령에 따라 발주자의 권한을 대행하는 것을 말한다.

2) 시방서의 종류

시방서는 시방서의 내용, 사용목적, 사용방법, 명세제함에 따라 4가지로 분류된다. 내용상의 분류로는 일반시방서, 기술시방서가 있고, 사용 목적에 따라서는 표준시방서, 특기시방서, 공사시방서, 가이드시방서, 개요시방서, 자재생산자시방서가 있고, 작성방법상으로는 서술시방서, 성능시방서, 참조규격이 있으며, 명세제한상의 분류로는 패쇄형시방서, 개방형시방서 등이 있다.

(2) 설계 감리

1) 설계 감리의 개념

설계란 전력시설물의 설치 보수 공사에 관한 계획서, 설계도면, 설계설명서, 공사비 명세서, 기술계산서 및 이와 관련된 서류를 작성하는 것이다. 설계 감리는 기본설계 또는 실시설계가 적합하게 시행되었는지 검토 확인하는 것을 말한다. 즉 설계 감리란 전력시설물의 설치 보수공사의 계획, 조사 및 설계가 전력기

술기준과 관계법령에 따라 적정하게 시행되도록 관리하는 것을 말한다.

(3) 착공 감리

1) 행정업무

감리업자는 감리용역계약 즉시 상주 및 비상주 감리원의 투입 등 감리업무 수행 준비에 대하여 발주자와 협의하여야 하며, 계약서상 착수 일일 감리용역을 착수해야 한다. 또한 업무연락처 등을 보고해야 한다.

2) 설계도서 등의 검토 및 관리

감리원은 설계도면, 설계 설명서, 공사비 산출내역서, 기술계산서, 공사계약서의 계약내용과 해당공사의 조사 설계보고서 등의 내용을 완전히 숙지하여 새로운 방향의 공법 개선 및 예산 절감을 도모하도록 노력해야 한다. 또한 사무실 설치 및 설계도서 등의 관리, 설계도서 해석의 우선순위 등을 결정하여야 한다.

3) 공사 표지판설치

4) 착공신고서의 검토 및 보고

5) 공사관계자와 합동회의

6) 하도급 관련 사항

7) 현장 및 현지 여건조사

8) 인허가 업무 등을 준수토록 하여야 한다.

(4) 시공관리

1) 일반 행정업무

감리원은 감리업무 착수 후 빠른 시일 내에 공사의 내용, 규모, 감리원 배치인원수 등을 감안하여 각종 행정업무 중에서 최소한의 필요한 행정업무 사항을 발주자와 협의하여 결정하고, 이를 공사업자에게 통보해야 한다. 이외에도 감리 기록관리, 감리보고, 현장 정기교육, 감리원의 의견제시, 시공 기술자 교체, 제3자의 손해방지, 공사업자에 대한 지시 및 수명사항 처리, 사진촬영 및 보관 등의 업무를 수행해야 한다.

2) 품질관리 관련 감리업무

감리원은 공사업자가 공사계약문서에서 정한 품질관리계획대로 품질에 영향을 미치는 모든 작업을 성실하게 수행하는지 검사, 확인 및 관리할 책임이 있다. 또한 중점 품질관리 방안 수립, 관리방법, 성능시험 계획, 품질관리 검사 요령, 검사성과에 관한 확인 등의 업무를 수행해야 한다.

3) 시공관리 관련 관리업무

감리원은 공사가 설계도서 및 관계 규정 등에 적합하게 시공되는지 확인하고, 시공업자가 작성하여 제출한 시공계획서, 시

공 상세도 검토 확인 및 시공 단계별 검사, 현장설계변경 여건처리 등의 시공관리업무를 통해 시공목적물이 소정의 공기에 우수한 품질로 완공되도록 해야 한다. 그 이외에 금일 작업실적 및 계획서 검토 확인, 특수공법 검토, 기술검토 의견서, 주요기자재 공급원의 검토 승인, 주요 기자재 및 지급자재의 검수 및 관리, 지장물 철거확인, 현장상황 보고, 감리원의 공사 중지명령, 공상 현장 정리 등의 업무를 수행해야 한다.

4) 설계변경 및 계약금액의 조정 관련 감리업무

감리원은 설계변경 및 계약금액의 조정업무 흐름을 참조하여 감리업무를 수행한다. 기타 물가변동으로 인한 계약금액의 조정, 설계변경 계약 전 기성고 및 지급자재의 지급 업무를 수행해야 한다.

5) 공정관리 관련 감리업무

감리원은 해당 공사가 정해진 공기 내에 설계 설명서, 도면 등에 따라 우수한 품질을 갖추어 완성될 수 있도록 공정관리의 계획 수립, 운영, 평가에 있어서 공정진척도 관리와 기성관리가 동일한 기준으로 이루어질 수 있도록 감리해야 한다. 또한 공정관리 조직, 공사 진도 관리, 부진공정 만회대책, 수정 공정계획, 공정 보고 등의 업무를 수행해야 한다.

6) 안전관리 관련 감리업무

감리원은 공사의 안전 시공을 위해서 안전조직을 갖추도록 하고 안전조직은 현장 규모와 작업내용에 따라 구성하며 동시에 “산업안전보건법”에 명시된 업무가 수행되도록 조직을 편성하고, 안전관리 감리수행, 안전점검, 안전교육, 안전관리결과 보고서 검토, 사고처리를 수행해야 한다.

7) 환경관리 관련 감리업무

감리원은 공사업자에게 시공으로 인한 재해를 예방하고 자연 환경, 생활환경, 사회 경제 환경을 적절하게 관리, 보전함으로써 현재와 미래의 모든 국민이 건강하고 쾌적한 환경에서 생활할 수 있도록 “환경영향평가법”에 따라 환경영향평가 내용과 이에 대한 협의 내용을 충실히 이행하도록 해야 하고, 이에 따른 조직 편성, 환경관리책임자의 지정, 환경관리계획서 수립, 감리내용, 관리대상 비치, 환경영향 조사결과 통보 등의 업무를 수행해야 한다.

(5) 사용 전 검사

1) 법정검사

사용 전 검사는 전기사업법 제 61조의 규정에 의한 공사계획 인가 또는 신고를 필한 상용, 사업용 태양광 발전설비를 대상으로 한다. 사용 전 검사는 자가용 및 사업용 중 저압 배전계통 연계형 용량 200 kW이하를 대상으로 하며, 200 kW를 초과 시 한국

전기안전공사의 “검사업무처리방법”에 의해 발전설비검사 담당부서에서 수리한다.

2) 태양광발전 설비 검사

자가용 태양광 발전설비 사용 전 검사 항목 및 세부검사, 자가용 태양광 발전설비 정기검사 항목 및 세부검사, 사업용 태양광 발전 설비 사용 전 검사 항목 및 세부검사, 사업용 태양광발전 설비 정기검사 항목 및 세부검사로 구분하여 검사를 받는다.

(6) 기성부분 및 준공검사

1) 검사지침

감리원은 기성부분 검사원 또는 준공 검사원을 접수하였을 때는 신속히 검토, 확인하고, 기성부분 감리조서와 다음의 서류를 첨부하여 지체 없이 감리업자에게 제출해야 한다. 기성 및 준공검사는 계약에 소정 기일이 명시되지 않는 한 임명통지를 받은 날부터 8일 이내에 해당 공사의 검사를 완료하고 검사조서를 작성하여 검사 완료일로부터 3일 이내에 검사결과를 소속 감리업자에게 보고하여야 하며, 감리업자는 신속히 검토 후 발주자에게 지체 없이 통보하여야 한다.

2) 기성 및 준공검사

검사자는 해당 공사 검사 시에 상주 감리원 및 공사업자 또는 시공관리책임자 등을 입회하게 하여 계약서, 설계 설명서, 설계 도서, 그 이외 관계 서류에 따라 검사해야 한다.

3) 불합격 공사에 대한 재시공 명령

검사자는 검사에 합격되지 아니한 부분이 있을 때에는 감리업자에게 지체 없이 그 내용을 보고하고, 감리업자의 지시에 따라 책임감리원은 즉시 공사업자에게 보완시공 또는 재시공을 하게 한 후 공사가 완료되면 다시 검사 절차에 따라 검사원을 제출하여, 감리업자는 해당 검사자에게 재검사를 하게 해야 한다.

4) 준공검사 절차

감리원은 공사 완료 후 사전 시운전이 필요한 부분에 대해서는 시운전 계획을 수립하여 시운전 30일 이내에 제출하도록 하고, 이를 검토하여 발주자에게 제출해야 한다. 감리원은 시공업자에게 시운전 절차를 준비하도록 하고, 시운전에 입회하여야 한다. 또한, 예비준공검사와 준공도면을 검토 확인한다. 감리원은 공사업자가 “전기공사법” 제 24조에 따라 준공 표지판을 설치할 때는 보기 쉬운 곳에 영구적인 시설물로 준공 표지판을 설치하도록 조치해야 한다.

5) 시설물의 인수인계

감리원은 공사업자에게 해당 예비준공검사완료 후 14일 이

내에 시설물의 인수, 인계를 위한 계획을 수립하도록 하고 이를 검토해야 하고, 해당 공사와 관련한 감리기록서류를 발주자에게 인계할 문서의 목록을 발주자와 협의하여 작성한다. 또한 감리원은 발주자 혹은 공사업자가 제출한 시설물의 유지관리지침 자료를 검토하여 유지관리 지침서를 작성하고 준공 후 14일 이내에 발주자에게 제출해야 한다.

3.3.3 송·배전 및 변전설비

(1) 송·배전설비 기초

1) 개요

송전이란 좁게는 발전소에서 변전소까지 전력을 수송하는 것을 말하고, 넓게는 발전소에서 일반 가정까지 전력수송을 말한다. 배전은 전력을 수용가에 공급하는 것을 말한다. 배전을 위해 전선, 개폐기, 보안장치 등을 설치할 때 사용되는 기구를 배선기구라 한다.

2) 지지물

지지물의 종류는 목주, CP주, 철주, 철탑 등이 있다. 지지물의 최소 길이는 저압의 경우 8 m이고 고압의 경우는 10 m이다.

3) 장주

장주는 높은 전압이 위로, 전용선이 위로, 원거리가 위로가게 설치한다.

4) 지선과 지주

지선의 설치의 지지물의 강도를 보강하고, 전선로의 안전성을 증대하고, 불평형 하중에 대한 평형을 이루고, 전선로가 건조물 등과 접근할 때 보안을 위해 설치한다.

5) 풍압하중의 종류 및 적용

가공 전선로에 사용하는 지지물의 강도 계산에 적용하는 풍압하중은 갑종 풍압하중, 을종 풍압하중, 병종 풍압하중 등 3가지가 있다.

6) 철탑의 설계

송전선로 건설은 굴착, 각입, 타설, 조립, 연선, 긴선 등의 순서로 설치한다.

7) 애자장치

애자의 사용은 송전선이나 전기기기의 나선부분을 절연하고 동시에 기계적으로 유지 또는 지지하기 위하여 사용되는 절연체이다. 애자의 구비조건은 절연저항이 강하고, 기계적 강도가 크고, 절연내력이 크고, 충격파에 견디고, 경제적이어야 한다.

8) 송전선로

송전선로 안정도를 증진하기 위해서는 직렬 리액턴스를 작게 하고, 전압변동을 작게 하고, 계통을 연계하고, 고압전류를 줄이고, 중간 조상방식을 채택하고, 고장 시 발전기입출력의 불평형을 작게 한다.

9) 지중선로

지중선로의 장점은 도시의 미관에 좋고, 고장이 적고, 보안상의 위험이 적고, 재해 등에 따른 높은 신뢰도 요구에 맞고, 설비의 안정성에 유리하고, 수용밀도가 높은 지역에 대한 공급방법이다. 하지만 건설비가 비싸고 공사 및 보수가 곤란하다는 단점이 있다.

(2) 변전설비 기초

1) 변전의 의의

변전이란 발전소에서 받은 고압의 전력을 배전소에 보내기 위하여 적당한 전력으로 감압하는 것을 말한다. 변전소의 주요기능은 전압의 변성, 전력의 집중과 배분, 전기의 질 유지, 전압조정과 무효전류에 의한 손실경감, 계통설비 보호 등의 역할을 한다.

2) 변압기

변압기는 전자유도작용을 이용하여 한 권선에 공급한 교류 전력을 다른 권선에 동일한 주파수의 교류전력으로 변환하는 정지 유도장치이다.

3) 부하 시 tap 절환장치

부하 시 tap 절환장치는 송전을 멈추는 일 없이 계통의 전압을 조정하는 설비로 변압기와 일체가 된 부하 시 tap 절환변압기를 사용한다.

4) 개폐장치

변전소에서는 다수의 송전선 혹은 배전선이 변압기, 조상설비와 함께 차단기, 단로기로 구성된 개폐설비를 매체로 모선에 접속되어 전력의 연계, 집중 및 배분을 행하고 있다.

5) 조상설비

조상설비는 무효전력을 조정하여 전압조정 및 전력손실의 경감을 도모하기 위한 설비이다. 현재의 송전계통은 부하의 변동에 대해 수전산 전압을 일정하게 유지하는 정전압 송전방식이 채택되고 있다.

6) 제어장치

제어장치는 변전소의 중추신경으로 운전원이 계통 및 기기 상태를 감시하고 필요에 따라 기기 조작 및 전압, 전류, 전력 등을 계측하며, 고장 시에는 보호계전기에 의해 자동적으로 이상을

검출하여 차단기를 동작시키고 고장부분을 회로에서 분리시키기 위한 지령을 발생시키는 배전반, 계기, 계전기, 기구, 제어케이블, 제어전선, 압축공기계 등을 말한다.

7) 보호 장치

전력 계통을 뇌해, 염해, 풍수해 등의 자연재해에 의한 고장과 계통 내부에 의한 이상전압 및 기기불량에 의한 전기적 사고로부터 미연에 방지하고, 고장발생 시 파급방지를 위해 가공지선(뇌 직격을 막기 위한 접지도체 설치), 피뢰기, 보호계전장치 등 각종의 보호 장치가 설치된다.

8) 계기용 변성기

고전압, 대전류를 직접 측정 보호할 수 없기 때문에 이를 계기용 변압기, 변류기, 전압전류변성기 등 적당한 전압과 전류로 바꾸어 측정함으로써 계통 및 설비를 보호할 수 있다.

3.4 신재생에너지 관련 운영

신재생에너지 관련 운영은 태양광발전 시스템 운영, 태양광발전 시스템 품질관리, 태양광발전 시스템 유지보수, 태양광발전 설비 안전관리 등으로 구성되어 있다.

3.4.1 태양광발전 시스템 운영

(1) 운영방법 및 사업개시

1) 태양광발전 시스템 운영방법

이 시스템 운영 방법은 공통으로 시설용량 및 발전량이 있고, 관리로는 모듈, 인버터 및 접속함과 구조물 및 전선운영이 있다. 또한 설비가 가동되지 않을 경우 응급조치를 취해야 한다.

2) 사업허가증 발급방법

사업허가증 발급을 위해서는 사업허가 시 제출 서류와 사업계획서를 작성하여야 한다.

(2) 태양광발전 시스템 운전

1) 태양광발전 시스템의 구성요소

태양광발전 시스템은 태양광 모듈, power control system (PCS), balance of system (BOS)로 크게 나누어진다. 태양광 에레이는 태양전지 모듈, 지지대, 태양전지 모듈 결선회로, 접지회로 및 출력단의 개폐회로도 이에 포함된다. 어레이는 절연저항, 내전압, 낙뢰 충격이나 접지저항 등에 대한 안정성 확보와 풍하중, 적설하중에도 견딜 수 있어야 한다. 태양전지에 그늘이 지면 그 부위가 저항으로 작용하여 모듈에 악영향을 미치는데 이를 방지하기 위하여 모듈 뒷면에 bypass diode를 사용한다. 또한 스트링과 스트링 사이에 전압 불균형이 발생하여 병렬로 연결된 어레이에 악영향을 막기 위해 blocking diode를 설치한다. 축전

기에 모아둘 수 있는 전력의 용량에는 한계가 있기 때문에 충방전 컨트롤러를 사용하여 상한과 하한의 전압을 설정하여 사용해야 한다. 축전기는 납 축전기와 알칼리 축전기를 사용할 수 있다. Power control system에서 인버터는 직류전류를 교류로 전환하는데 사용이 된다. 계통 연계형인 경우 계통과 병렬운전을 하여야 하므로, 추가적으로 최고 전력점 추종, 고효율제어, 직류 제어, 고조파 억제, 계통연계 및 보호기능, 단독운전 방지, 역조류 기능, 자동운전, 정지기능 등 다양한기능이 필요하다.

2) 태양광발전 시스템 동작원리

① 계통 연계형 시스템

계통 연계형 시스템에서 태양광 발전은 에너지를 공급하기 위해서 병렬로 한국전력 등 전력 계통에 연결된다. 각각의 시스템은 작은 발전소 역할을 하여 계통에 전력을 공급한다.

② 독립형 시스템

독립형 시스템은 전력 계통과 연결되어 있지 않고, 생산된 전력을 생산된 장소에서 사용한다. 태양광 하에 생산된 전력은 축전기에 저장되어 태양이 뜨지 않은 상황에서도 에너지를 공급할 수 있게 한다.

③ 태양광발전 시스템의 운전 및 관리

태양전지 모듈이 바르게 시공되어 예상한 대로 전력이 생산되는지를 전압, 극성 측정, 단락전류의 측정, 비접지의 확인, 접지의 연속성 확인 등을 통하여 확인한다.

④ 태양광발전 시스템 운영 점검사항

태양광발전 시스템은 법적으로 발전설비이고 이를 둘러싼 주위는 발전소로 취급되어 있어 자가용 전기시설물의 경우에는 법규 등에 따라서 정기적인 점검이 의무화되어 있다. 태양전지 모듈의 일상점검은 1개월 단위로, 법정점검은 설치 후 1년 및 4년 간격으로 외관, 각부 청소, 볼트배선 등의 이완, 절연저항 측정 등을 점검하는 것이 바람직하다. 인버터 및 연계보호장치도 일상점검은 1개월 법정점검은 설치 후 1년 및 4년 간격으로 점검하는 것이 바람직하다.

⑤ 태양광발전 시스템 계측

이 시스템의 계측기나 표시장치는 시스템의 운전상태 감시, 시스템의 발전전력량 파악, 시스템의 성능을 평가하기 위한 테이터의 수집 및 시스템의 운전상황을 견학자에게 보여주고 시스템홍보 등의 목적으로 설치한다. 계측 표시에 필요한 기기로는 검출기(센서), 신호변환기(트랜스듀서), 연산장치, 기억장치 등이 있다.

3.4.2 태양광발전 시스템 품질관리

(1) 성능평가

1) 성능평가 개념

성능평가 분석은 태양광발전 시스템 전반적인 측면의 사이

트 개요, 설치 비용, 발전성능, 신뢰성 등으로 크게 분류하여 평가 분석할 필요가 있으며, 발전 성능은 시스템의 전체적 성능과 구성요소의 성능으로 분류하여 평가 분석이 필요하다.

2) 성능평가를 위한 측정요소

일반적인 성능은 시스템 성능평가 분류, 사이트 평가방법, 설치비용 평가방법, 신뢰성 평가 분석 등으로 나누어 볼 수 있다.

(2) 품질관리 기준

1) KS 기준 규격

KS 기준 규격은 결정계 태양전지 셀 분광 감도 특성 측정방법(KS C 8525), 결정계 태양 전지 모듈 출력 측정방법(KS C 8526), 결정계 태양전지 셀, 모듈 측정용 솔라 시뮬레이터(KS C 8527) 등 14개의 표준 측정법이 있다.

2) IEC 기준 규격

- ① 건축 전기설비- 제 7부-712부: 특수 설비 또는 장소에 대한 요구사항-태양전지 전원 시스템(KS C IEC 60364-7-712)
- ② 태양전지 소자-제1부: 태양전지 전류-전압 특성측정(KS C IEC 60904-1)
- ③ 태양전지 소자-제2부: 기준 태양전지 소자의요구사항(KS C IEC 60904-2) 등 32부로 나누어져 있다.

3.4.3 태양광발전 시스템 유지보수

(1) 발전설비의 유지관리

1) 점검의 종류

태양광발전 시스템의 점검은 크게 준공시 점검과 일상점검 및 정기점검의 3 가지로 구분된다.

① 시스템 준공시의 점검: 태양광발전 시스템의 공사가 완료 되면 시스템을 점검해야 한다. 점검내용은 육안점검 외에 태양 전지 어레이의 개방전압 측정, 각부의 절연저항 측정, 접지저항 측정을 해야 한다.

② 일상점검: 일상점검은 주로 육안점검에 의해서 매월 1회 정도 실시한다.

③ 정기점검: 정기점검의 주기는 법에서 정한 용량별 횟수가 정해져 있다. 100 kW이상의 경우는 격월 1회로 되어 있다. 일반 가정 등에 설치되는 3 kW 미만의 경우는 법으로 정기점검을 하지 않아도 된다.

2) 점검방법과 시험방법

① 외관검사: 태양전지 모듈의 파손이나 표면 유리 금 여부확인, 배선 케이블 점검, 접속함 인버터 점검, 축전지 및 기타 주변 기기의 점검으로 나눌 수 있다.

② 운전상황의 확인: 소리, 진동, 냄새에 주의하여 점검을 하고 운전상황을 점검 시 발전량이 평소와 크게 다르면 제작사나 전문가에게 문의해야 한다.

③ 태양전지 어레이 출력 확인: 태양광발전 어레이는 다수의 태양전지 모듈을 직렬 및 병렬로 접속하여 태양전지 어레이를 구성한다. 따라서 설치된 곳에서 접속작업을 하는 곳이 있고, 이러한 접속이 바로 되었는지 정확히 확인해야 한다.

④ 절연저항의 측정: 태양광발전 시스템의 각 부분의 절연상태는 발전하기 전에 충분히 확인할 필요가 있다. 운전 개시나 정기점검의 경우는 물론 사고 시에도 불량개소의 판정을 하고자 하는 경우에 실시한다.

⑤ 절연내압의 측정: 일반적으로 저압회로의 절연은 제작회사에서 충분한 절연유지 후에 제작되고 있다. 또한 절연저항을 측정하여 확인할 수 있는 경우가 많기 때문에 설치 장소에서의 절연내압시험은 생략되는 것이 일반적이다. 이 외에도 접지저항 측정 및 계

통연계 보호 장치의 시험 등이 있다.

Table 4. 점검을 위한 제약조건과 점검사항

	문의 개폐	커버류 분류	무정전	회로 정전	모선 정전	차단기 인출	점검 주기
일상순시점검	-	-	○	-	-	-	매일
	○	-	○	-	-	-	1회/월
정기점검	○	○	-	○	-	○	1회/ 6개월
	○	○	-	○	○	○	1회/ 3년
일시점검	○	○	-	○	○	○	-

(2) 송변전 설비의 유지관리

1) 점검의 분류와 점검주기

점검을 위해서 제약조건이 필요하며 제약조건과 점검에 대한 사항은 다음과 같다.

2) 보수점검 시 유의사항

점검 전에는 응급처치방법, 주변정리, 설비 및 기계의 안전을 확인하고, 회로도를 확인하며, 신속한 연락 유무 확인 및 무전압 상태와 안전조치를 취한다. 점검 후에는 접지선을 제거하고, 최종적으로 작업자위치, 점검을 위한 가설물 철거 여부, 공구 확인, 곤충, 쥐의 존재여부 및 점검 기록을 확인한다.

3) 공통 점검사항

금속 부분에 녹이 슬거나 도장이 벗겨진 부분은 보수점검 항목이며, 비상정지회로는 정기점검 시 동작확인 을 반드시 하고, 배전반 부근에서 건축공사 등이 있을 때는 먼지 또는 진동에 의

한 충격으로 기기에 손상이 일어나지 않도록 주의한다.

4) 일상순시 점검사항

일상순시 점검 시 배전반에 외함, 모선 및 지지물, 주회로 인입 인출부, 제어회로의 배선, 단자대, 접지 등을 점검하고, 내장 기기, 부속기기는 주 회로용 차단기, 배선차단기, 누선차단기, 단로기, 변성기, 변압기 리액터, 주회로용 퓨즈 등을 점검한다.

5) 정기점검 사항

정기점검 시는 배전반에 대해 외함, 배전반, 모선 및 지지물, 주회로 인입, 인출부, 배선, 단자대, 접지, 장치일반을 점검하고, 내장기기, 부속기기는 주회로차단기, 배선용차단기, 단로기 교류부하개폐기, 변성기, 변압기, 주회로용 퓨즈, 피뢰기, 전력용 콘덴서, 지시계기, 계전기, 조작 개폐기, 절연 개폐기, 표시등 표시기, 경보기, 시험용 단자, 제어회로용 저항기, 히터, 고압 전자 접촉기, 저압 전자 접촉기, 제어 회로용 퓨즈, 부속기기, 반외 부속기기, 예비품 등을 점검한다.

6) 처리

일상 정기점검에 의한 처리는 주기적인 청소와 볼트 조임을 해주고, 절연물을 보수해주며 부품도 필요에 따라 교체해준다.

(3) 모니터링 데이터를 이용한 유지보수 방법

1) 모니터링 설비 설치 기준

모니터링 설비의 경우 50 kW 이상의 발전설비에 대해 의무적으로 설치하도록 하였다.

2) 모니터링 시스템의 설치

모니터링 시스템은 태양광발전 시스템의 동작상태, 고장발생 유무, 시스템 종합 점검 등을 위하여 감시 및 측정할 수 있도록 소프트웨어를 구성해야 한다. 모니터링 시스템은 10 kW 미만의 태양광발전 시스템의 경우 모니터링 설비를 설치하지 않아도 된다. 전문업체들은 웹을 통해 모니터링을 한다.

3.4.4 태양광발전 설비 안전관리

(1) 태양광발전 시스템의 위험요소 및 위험관리 방법

1) 안전관리의 개요

① 예방업무: 시설물 및 작업장 위험방지, 안전장치, 보호구, 소화설비 설치 점검 정비, 안전작업 관련 훈련 및 교육, 소화 및 피난 훈련

② 긴급조치 및 일상 업무: 사고원인 및 경위조사와 대책수립, 안전관리인원 감독, 현장안전일지 등 기록의 작성 비치, 산재 관련업무, 근로자 재해사항 업무처리, 안전관리비 실행 집행 및 관리, 기타 안전보건관리규정에서 정한 사항

2) 안전관리자 선임 및 관련 법령

태양광발전 설비는 안전관리자가 선임되어야 하고, 1,000 kW 미만인 것은 안전관리 업무를 대행할 수 있으며, 그 이상의 용량인 경우 상주 안전관리자를 선임해야하며, 또한 개인이 대행할 경우 250 kW 미만까지만 안전관리업무를 대행할 수 있다. 대행 전기안전관리자의 자격은 전기안전관리업무를 전문으로 하는 자로서 자본금 및 보유하여야하는 기술인력 등 대통령령이 정하는 요건을 갖춘 자 또는 시설물관리는 전문으로 하는 자로서 분야별 기술자격을 취득한 사람을 보유하고 있는 자로 규정되어 있다.

3) 태양광발전 시스템의 안전관리 대책

태양광발전 시스템은 전기를 다루는 작업이 많고 무겁고 위험한 구조물을 다루는 업무를 하게 되므로 안전관리의 주요한 사항은 모듈 설치 시, 전선작업 설치 시, 구조물 설치 시 일어나는 추락사고, 접촉함과 인버터 연결 시, 임시 배선 작업 시 일어나는 감전사고가 많다. 이에 대해 작업자는 자신의 안전 확보와 2차 재해방지를 위해 작업에 적합한 복장을 갖추어야 한다. 태양 전지 모듈은 종류에 따라 직류 25~35 V 정도이지만 모듈을 직류에 필요한 만큼 연결하면 말단 전압은 250~450 V나 450~820 V까지의 고전압이 된다. 따라서 작업자는 감전 방지를 위해 안전 대책을 세워야 한다.

(2) 안전관리 장비

태양광발전 시스템의 안전관리 장비는 멀티미터, 클램프미터, 온도계, 적외선 온도측정기, 소화기, 안전모, 안전장갑, 방전 마스크, 휴대용 손전등 등이 있다.

3.5 태양광발전 설비 실무

태양광발전 설비 실무는 사업 인·허가, 유관기관과의 업무협약, 태양광발전사업 추진 시 기타 검토사항, 신재생에너지 관련 법규, 태양광발전사업 검토, 태양광 설비운영 및 유지보수로 구성되어 있다.

3.5.1 사업 인·허가

(1) 전기사업 허가

1) 정의

전기사업은 국민생활과 산업 활동에 필수적인 공공재산이고 막대한 투자와 상당기간의 건설 기간이 필요하므로, 전기사용자의 이익 보호와 건전한 전기산업 육성을 위해 적정한 자격과 능력이 있는 자만이 전기사업에 참여할 수 있도록 하기 위함이다.

2) 허가권자

• 3,000 kW 초과 설비 : 산업통상자원부 장관

• 3,000 kW 이하 설비 : 시·도지사

3) 관련 법령

전기사업법 제7조(사업의 허가), 제12조(사업허가의 취소),
전기사업법 제4조, 제62조

4) 허가 기준

허가 기준은 전기사업 수행에 필요한 재무능력 및 기술능력이 있고, 전기사업이 계획대로 수행될 수 있으며, 발전소가 특정 지역에 편중되어 전력계통의 운영에 지장을 초래하여서는 안 되고, 발전연료가 어느 하나에 편중되어 전력수급에 지장을 초래하여서도 안 된다. 허가 변경은 사업구역 또는 특정한 공급구역이 변경되는 경우, 공급전압이 변경되는 경우, 설비용량이 변경되는 경우 산업통상자원부 장관 또는 시도지사의 변경허가를 받아야 한다. 또한 사업 준비기간 내에 전기설비의 설치 및 사업의 개시를 하지 아니한 경우 전기위원회의 심의를 거쳐 허가를 취소한다.

(2) 개발행위 허가

1) 정의

개발행위 허가제는 국토의 이용계획 및 이용에 관한 법률에 따라 개발계획의 적정성, 기반시설의 확보여부, 주변 환경과의 조화 등을 고려하여 개발행위에 대한 허가여부를 결정함으로써 난개발을 방지함을 목적으로 한다.

2) 허가권자

시장, 군수, 구청장

3) 관련 법령

국토의 계획 및 이용에 관한 법률 제56조~ 제65조
동법 시행령 제51조~ 제61조
동법 시행규칙 제9조~ 제10조

4) 이행 보증금제도(국토의 계획 및 이용에 관한 법 제60조)

해당 지자체장은 개발행위 허가 시 기반시설의 설치 또는 필요한 용지 확보, 위해방지, 환경오염방지, 경관, 조경 등을 위해 필요성이 인정되는 경우 이행보증금을 예치하게 할 수 있다. 이행보증금의 예치금액은 총공사비의 20% 범위 안에서 결정하며, 구체적인 산정방법은 해당지자체 도시계획조례에 따른다.

위의 내용 이외에 사전 환경성 검토·협의, 산지전용 허가 및 입목 벌채 허가, 농지전용 허가, 사방지 지정의 해제, 사도개설의 허가, 초지전용의 허가, 문화재 지표조사, 건축물 허가, 공작물 축조 신고, 자연공원의 점·사용 허가, 군사시설 보호지역 사용에 관한 협의 등을 거쳐야 한다.

3.5.2 유관 기관과의 업무협의

유관기관과의 업무협의 내용은 송전용전기설비 이용신청(한국전력공사), 발전회사 등록(한국전력거래소), 사업용 전기설비의 사용 전 검사(한국전기안전공사), 발전차액 지원을 위한 설치확인(에너지관리공단) 등을 협의해야 한다.

3.5.3 태양광발전 사업 추진 시 기타 검토사항

태양광발전 사업추진 시 검토할 사항은 주민들과의 사전협의, 태양광발전 환경가이드라인을 검토 확인해야 한다.

3.5.4 신재생에너지 관련법규

신재생에너지 관련법규는 다음의 법규에 해당된다.

- 1) 신에너지 및 재생에너지 개발·이용·보급 촉진법 제1조~ 제35조
- 2) 에너지법 : 제1조~ 제20조
- 3) 에너지이용 합리화법 : 제1조~ 제78조
- 4) 저탄소 녹색성장 기본법 : 제1조~ 제64조
- 5) 전기사업법 : 제1조~ 제108조
- 6) 전기공사업법 : 제1조~ 제 46조

3.5.5 태양광발전 사업 검토

태양광발전 사업 시 검토사항은 다음과 같다.

- 1) 경제성 분석
- 2) 제도
- 3) 건물상부 RPS제도 활용 및 태양광 건립 시 수익분석
- 4) 태양광 설계의 구성도

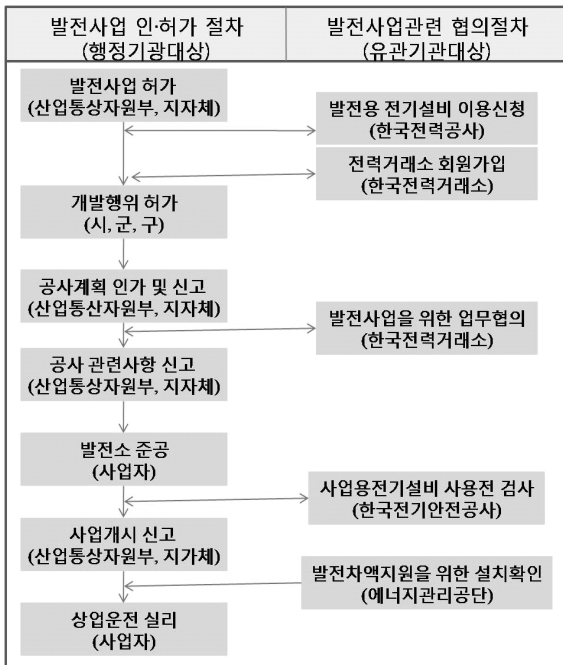


Fig. 2. 주요 인허가 및 유관기관 업무협의 흐름도

- 5) 태양광발전 시스템 분류
- 6) 용도 및 부하 산정
- 7) 태양광발전 시스템의 종류
- 8) 설치장소 및 방식 선정
- 9) 소용량 발전시스템
- 10) 인버터
- 11) 전선의 규격 및 전압강하 검토
- 12) 중·대용량 발전시스템
- 13) 시스템구성 기기용량 선정
- 14) 시공 시 감리의 절차

3.5.6 태양광 설비운영 및 유지보수

(1) 사용 전 검사 시험성적서 확인방법

공인시험은 국내공인기관(산업기술혁신촉진법 시행령 17조, 전기연구원), 국내공인시험기관(국가표준기본법 제23조, 전기연구원, 전기안전공사), 해외공인시험기관(운영요령 제36조, 시험소 상호인정기구 시험소)로부터 형식 시험성적서를 발급받아 검수시험성적서(공인시험기관), 자체시험성적서(제작사) 및 참고 시험성적서(공인시험기관)를 발급받는다. 제품인증은 제품인증기관(국가표준기본법 제21조, 한국전기연구원, 전기안전공사)으로부터 V-check마크 인증서를 발급받아 인증기관으로부터 자체시험성적서(제작사)를 발급받는다.

(2) 전기 안전공사 사용 전 검사

검사대상 범위는 신설인 경우 자가용, 사업용으로 구분하여 사용 전 검사를 받는다.

3.6 신재생에너지 관련 법규

신재생에너지 관련 법규는 신재생에너지관련법(신에너지 및 재생에너지 개발·이용·보급 촉진법, 저탄소 녹색성장 기본법), 전기관계 법규(전기사업법, 전기공사업법, 전기설비기술기준, 전기설비기술기준의 판단기준)으로 구성되어 있다.

3.6.1 신재생에너지 관련법

(1) 신에너지 및 재생에너지 개발·이용·보급 촉진법

1) 목적

신에너지 및 재생에너지 개발·이용·보급 촉진법은 신에너지 및 재생에너지의 기술개발 및 이용·보급 촉진과 신에너지 및 재생에너지 산업의 활성화를 통하여 에너지원을 다양화하고, 에너지의 안정적인 공급, 에너지 구조의 환경친화적 전환 및 온실가스 배출의 감소를 추진함으로써 환경의 보전, 국가경제의 건전하고 지속적인 발전 및 국민복지의 증진에 이바지함을 목적으로 한다.

2) 용어 정의

신에너지 및 재생에너지란 기존의 화석연료를 변환시켜 이용하거나 햇빛, 물, 지열, 강수, 생물유기체 등을 포함하는 재생 가능한 에너지를 변환시켜 이용하는 에너지를 말한다.

이외에 법령으로는, 시책과 장려, 기본계획과 연차별 실행계획, 신재생에너지 기술개발 등에 관한 계획의 사전협의, 신재생에너지 정책심의회, 사업비의 조성 및 사업의 실시, 신재생에너지 사업에의 투자권고 및 신재생에너지 이용의무화, 신재생에너지 이용 건축물에 대한 인증, 신재생에너지 공급, 신재생에너지 공급 불이행에 대한 과징금, 신재생에너지 공급인증서, 공급인증기관, 신재생에너지 설비의 인증, 신재생에너지 설비 인증의 표시, 설비인증의 취소 및 성능검사기관 지정의 취소, 수수료, 발전차액의 지원 중단 및 환수, 재정 신청, 신재생에너지 기술의 국제표준화 지원, 신재생에너지 설비 및 그 부품의 공용화, 신재생에너지 설비 설치전문기업의 신고, 청문, 관련 통계의 작성, 국유재산·공유재산의 임대, 보급사업, 신재생에너지 기술의 사업화, 재정상 조치, 신재생에너지의 교육·홍보 및 전문인력 양성, 신재생에너지 센터, 권한의 위임·위탁, 벌칙 적용 시의 공무원의 제, 벌칙 등에 대해 법을 제정 시행하고 있다.

(2) 저탄소 녹색성장 기본법

1) 목적

저탄소 녹색성장 기본법은 경제와 환경의 조화로운 발전을 위하여 저탄소 녹색성장에 필요한 기반을 조성하고 녹색기술과 녹색사업을 새로운 성장동력으로 활용함으로써 국민경제의 발전을 도모하며 저탄소 사회 구현을 통하여 국민의 삶의 질을 높이고 국제사회에서 책임을 다하는 성숙한 선진 일류국가로 도약하는 데 이바지함을 목적으로 한다.

2) 용어 정의

용어 정의는 저탄소, 녹색성장, 녹색기술, 녹색사업, 녹색제품, 녹색생활, 녹색경영, 지속가능 발전, 온실가스, 온실가스 배출, 지구온난화, 기후변화, 자원순환, 신재생에너지, 에너지 자립도 등에 대해 정의하고 있다.

이외에 저탄소 녹색성장 추진의 기본원칙, 저탄소 녹색성장의 실현을 위한 책무, 다른 법률과의 관계, 저탄소 녹색성장 국가전략, 중앙행정기관의 추진계획 수립 및 시행, 지방자치단체의 추진 계획 수립 및 시행, 추진상황 점검 및 평가, 정책에 대한 의견 제시, 녹색성장위원회, 저탄소 녹색성장의 추진, 저탄소 사회의 구현, 녹색생활 및 지속가능발전의 실현, 보칙 등을 법으로 규정하고 있다.

3.6.2 전기 관계법규

(1) 전기 사업법

전기 사업법은 총칙, 전기사업, 전력수급의 안정, 전력시장,

전력사업의 기반조성, 전기 위원회, 전기설비의 안전관리, 한국 전기안전공사, 토지 등의 사용, 보칙, 벌칙 등을 법으로 규정하고 있다.

(2) 전기공사법

전기공사법에는 총칙, 공사법의 등록, 도급 및 하도급, 시공 및 기술관리, 공사업자 단체, 감독, 보칙, 벌칙 등을 법으로 규정하고 있다.

(3) 전기설비기준

전기설비기준은 총칙, 전기공급설비 및 전기사용설비에 대해 법으로 규정하고 있다.

(4) 전기설비기술기준의 판단기준

이 장에서는 총칙, 발전소, 변전소, 개폐소 또는 이에 준하는 곳의 시설, 전선로, 전력보안 통신설비, 전기 사용 장소의 시설, 전기철도, 국제표준 도입, 지능형전력망 등에 대해 법으로 규정, 시행하고 있다.

4. 결론

위의 내용은 신재생에너지 자격고시 연구원의 혜전 출판사에서 출판된 내용을 기반으로 정리한 내용이다. 이번 국가공인 자격증 시험을 통하여 신재생에너지의 필요성 및 그에 따른 업무 수행에 많은 기여를 할 것으로 보인다.

후 기

본 자료는 도서출판 혜전 (신재생에너지자격고시연구원)에서 출판한 자료를 기초로 하였고, 경일대학교 후원으로 작성되었습니다.

References

1. 김상길, 태양광발전 실습, 태영문화사, 2012. 7.
2. 나가오 다케히코, 태양광발전 시스템의 설계와 시공, 태양광발전 협회, 오음사, 2009. 1.
3. 박용태, 태양광발전의 개요와 태양광발전소의 설계, 대우엔지니어링기술보, 제23권 제1호.
4. 박종화, 알기 쉬운 태양광발전, 문운당, 2012. 1.
5. 샘웨어기술연구소, CEMTool을 이용한 태양광발전 이해와 실습, 아진, 2012. 11.
6. 에너지관리공단 신재생에너지센터, 태양광, 북스힐, 2008. 7.
7. 유춘식, 그린에너지의 이해와 태양광발전 시스템, 연경문화사, 2009. 3.
8. 이순형, 태양광발전 시스템의 계획과 설계, 기다리, 2009. 8.
9. 이현화, 저탄소 녹색성장을 위한 태양광발전, 기다리, 2009. 1.
10. 이현화, 태양광발전 시스템 설계 및 시공, 인포더박스, 2009. 12.
11. 이형연, 김대일, 태양광발전 시스템 이론 및 설치 가이드북, 신기술, 2011. 7.
12. 지식경제부 기술표준원, 태양광발전 용어 모음(2010년 최종판), 2010.
13. 태양광발전 솔루션, 한국전력공사 예산지사 기술총괄팀, 2006. 11.
14. 태양광발전연구회, 태양광발전(알기 쉬운 태양광발전의 원리와 응용), 기문당, 2011. 6.
15. 한국전기안전공사, 태양광발전 설비 점검 검사 기술지침, 2010. 10.