

건설정책리뷰 2013-08

# 금속구조물 · 창호 태양광 설치공사 시공 자격에 관한 연구

유일한

2013. 09

대한건설정책연구원

## 요 약

- 정부의 신재생에너지 보급 활성화 정책 등으로 최근 태양광설비 설치공사가 증가하면서 전문건설(금속구조물·창호)업계는 다음과 같은 문제점을 지적하고 있음.
  - 일부 사례에서 전문건설업체가 배제된 채 시공되고 있으며, 시설공사가 아닌 물품구매(현장설치도)로 발주되는 경우가 많이 나타나는 등 전문건설업체의 시공자적 역할이 다소 축소되어 있음.
  - 이러한 시공 자격의 문제는 태양광설비의 구조적·건축적 하자를 유발하는 등 개선의 필요성이 높음.
  
- 본 연구는 금속구조물·창호업계 입장에서 이러한 문제점들에 대한 개선방안을 도출하고자 다음과 같은 사항들을 고찰함.
  - 금속구조물·창호 태양광설비 현황: 관련 기술의 개요, 제도 현황, 태양광설비 보급통계, 발주 및 시공 사례 등
  - 전문건설(금속구조물·창호)업계 인식: 태양광설비 시장 전망, 발주 문제점, 합리적인 시공 자격, 전문건설업계의 책임시공 범위 등
  - 개선방안: 금속구조물·창호 태양광설비의 시공 자격 합리화를 위한 제도 개선 및 정책건의 사항 등
  
- 설문조사(232부) 및 상기의 고찰 결과 등을 토대로 금속구조물·창호 태양광설비 시공 자격 개선안을 다음과 같이 제안함.
  - 법령 개정: 등록된 전문건설업체가 금속구조물·창호의 태양광설비 시공에 참여하기 위한 법적 근거를 「건설산업기본법 시행령」 별표 1의 ‘업종별 업무내용’에 명확히 제시함.
  - 시공기준 개선: 태양광설비 시공 자격의 합리화를 위해 「신재생에너지 설비의 지원 등에 관한 지침」 별표 1의 ‘총칙’ 및 ‘태양광설비 시공기준’에 전문 시공자를 활용하도록 함.
  - 발주관행 개선: 시설공사 또는 물품구매로 발주되는 태양광설비 시공 자격(전문건설업 또는 전기공사업) 요구기준을 구체화 했으며, 시공 요소(전문공사 및 전기공사) 포함 비중을 판단해 시설공사 또는 물품구매로 발주하는 구체적 기준을 제시함.

# 목 차

1. 서 론 .....	1
2. 금속구조물·창호 태양광설비 현황 .....	2
2.1 기술의 개요 .....	2
2.2 제도 현황 .....	8
2.3 보급통계 현황 .....	13
2.4 발주 사례 .....	16
3. 문제점 및 개선방향 .....	21
3.1 문제제기 .....	21
3.2 설문조사 개요 .....	23
3.3 설문조사 결과 .....	25
3.4 개선방향 도출 .....	36
4. 정책제안 및 결론 .....	38
4.1 제도개선 및 정책건의 사항 .....	38
4.2 결론 및 향후 연구과제 .....	44
[참고문헌] .....	46
부 록: 설문조사서 .....	47

## 1. 서 론

- 태양광 발전시스템을 비롯한 신재생에너지 설비가 건축물 및 구조물에 적용되는 사례가 많아지면서, 이들 설비의 시공 자격을 두고 전문건설(금속구조물·창호)업계에서 문제점을 지적하고 있음.
  - 건축물 또는 구조물에 태양전지판 등이 부착된 태양광설비 역시 기존의 전문공사 시공방식과 크게 다르지 않기 때문에 금속구조물·창호에 설치하는 태양광설비는 전문공사로 분류되어야 한다는 것임.
  - 이러한 관점에서 금속구조물·창호 태양광설비 시공 자격은 주로 신재생에너지전문기업, 전기공사업, 그리고 금속구조물·창호공사업을 요구하고 있는 상황임.
  - 그러나 일부 사업들은 전기설비 공사로 분류되어 전문건설업체의 참여가 배제된 채 시공이 이루어지고 있으며, 시공적 요소가 많이 포함되어있음에도 불구하고 물품구매로 발주가 이루어지고 있음.
  - 이와 같은 이유 때문에 전문건설업계는 태양광설비 시공 자격을 명확히 할 필요가 있다는 문제제기를 지속적으로 하는 것임.
- 본 연구는 금속구조물·창호업계 입장에서 이러한 문제점들에 대한 개선 방안을 도출하고자 다음과 같은 사항들을 고찰하였음.
  - 금속구조물·창호 태양광설비 현황: 관련 기술의 개요, 제도 현황, 태양광설비 보급통계, 발주 및 시공 사례 등
  - 전문건설(금속구조물·창호)업계 인식: 태양광설비 시장 전망, 발주 문제점, 합리적인 시공 자격, 전문건설업계의 책임시공 범위 등
  - 개선방안: 금속구조물·창호 태양광설비의 시공 자격 합리화를 위한 제도 개선 및 정책건의 사항 등
- 본 연구는 설문조사 및 상기 고찰 결과 등을 토대로 금속구조물·창호 태양광설비 설치공사 시공 자격의 개선안을 1) 법령 개정, 2) 시공기준 개선, 3) 발주관행 개선의 3가지 측면으로 제안하였음.

## 2. 금속구조물·창호 태양광설비 현황

### 2.1 기술의 개요

- 최근 전 세계적으로 온실가스 감축과 에너지절약을 위한 신재생에너지 이용이 확산되고 있으며, 건설부문에서도 태양광 발전시스템 등 신재생에너지 설비를 설치하는 사례가 많아지고 있음.
  - 신재생에너지 설비는 태양광설비, 태양열설비, 지열설비, 풍력설비, 수력설비, 바이오(혐기성소화)설비, 폐기물에너지 회수설비, 연료전지설비 등으로 구분되고 있으나, 본 연구에서는 건물의 입면 또는 금속구조물에 주로 설치되는 태양광설비를 주요 대상으로 함.
- 태양광 발전시스템은 태양전지를 사용하여 태양에너지를 전기에너지로 직접 변환하는 자연에너지 활용형의 발전시스템으로 다음과 같은 주요 특성을 갖고 있음.<sup>1)</sup>
  - 태양광 발전은 실리콘 등의 반도체에 빛이 닿으면 전기가 발생하는 광전 효과를 응용한 태양전지를 사용하여 태양의 빛으로부터 직접 전기를 얻어 이용하는 발전기술임.
  - 태양광 발전을 위해서는 태양전지를 전면에 다수 깔아 놓은 태양광 모듈, 발생된 직류 전압을 교류로 변환시키는 인버터, 상용 전원과 접속하기 위한 계통연계장치 등을 필요로 함.
  - 최근 개발된 채광형의 투명 또는 반투명의 태양전지를 이용하면 커튼월, 개구부 옥상의 시선차단벽, 루버, 차양, 발코니 난간 등의 건물 부위와 통합하여 설치하는 것도 가능함.
  - 최근에는 태양광 모듈을 커버하는 유리나 수지필름 등에 다양한 색감과 질감 등 의장적 효과를 연출할 수 있는 제품도 생산되고 있음.
  - 태양광 발전시스템의 주요 장점과 단점은 다음의 표-1과 같이 요약될 수 있음.

1) 에너지관리공단(2010), 일반 건축물 신재생에너지 설비시스템 표준설계 가이드라인

&lt;표-1&gt; 태양광 발전의 주요 장점 및 단점

주요 장점	주요 단점
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 발전과정에서 유해물질의 배출이나 소음발생이 없음</li> <li>• 발전을 위한 연료(자원) 불필요함</li> <li>• 견고하고 내구성이 뛰어남</li> <li>• 모듈 증감에 따라 발전규모 조절 가능</li> <li>• 발전규모에 상관없이 발전효율이 일정</li> <li>• 설비의 자동화, 무인화가 용이함</li> <li>• 일사의 차폐효과도 기대할 수 있음</li> <li>• 건물의 타 재료의 일체화도 가능함</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 계절이나 기후에 따라 발전량 변화</li> <li>• 야간에는 발전이 불가능</li> <li>• 태양광 모듈의 넓은 설치면적 필요</li> <li>• 다른 발전시스템과 비교할 때 아직까지는 가격이 비싼 편임</li> </ul>

자료: 에너지관리공단(2010), 일반 건축물 신재생에너지 설비시스템 표준설계 가이드라인

- 건물에 설치하는 태양광 모듈은 건물의 입면, 지붕, 지면 및 기타 금속 구조물에 설치되며, 설치방식은 크게 1) 거치대 등 프레임에 부착하는 방식과 2) 건물일체형인 BIPV<sup>2)</sup> 방식으로 구분하고 있음.
  - 태양광 모듈의 설치위치는 다음의 분류<sup>3)</sup>와 같이 다양하나 본 연구에서는 건물의 입면과 기타 금속구조물에 설치하는 태양광 발전시스템으로 한정하여 그 유형을 1) 입면일체형(BIPV), 2) 고정차양형, 3) 가동차양형, 4) 기타 금속구조물 설치형의 태양광 발전시스템으로 분류함.<sup>4)</sup>
    - 건물 전면에 설치
    - 건물 전면 마감재로 설치
    - 온실, 아트리움 마감재로 설치
    - 캐노피로 설치
    - 차양장치로 설치
    - 불투명 또는 반투명 블라인드로 설치
    - 투명 또는 투과형 태양광 모듈의 채광용 창문으로 설치

2) Building Integrated Photovoltaic System

3) 윤종호(2005), BIPV 시스템 활용 및 설계 사례, 한국그린빌딩협의회

4) 건물지붕(경사지붕, 평지붕)에 설치하는 태양광은 별도의 연구(대한건설정책연구원(2012), 건물지붕의 태양광 등 설치공사 시공 자격에 관한 연구)를 수행한바 있으므로 본 연구의 범위에는 포함시키지 않음.

- 건물전면 보호용 처마로 설치
  - 지붕에 단순 설치
  - 지붕의 차양장치로 설치
  - 지붕 마감재로 설치
  - 방수용 지붕 마감재로 설치
  - 투명 또는 투과형 지붕재로 설치
  - 기타 금속구조물에 설치 등
- 설치방식 중 ‘거치대 등 프레임에 부착하는 방식’은 건물의 입면 및 기타 구조물에 프레임(커튼월 등)를 설치한 후, 그 프레임에 태양전지판(태양광 모듈)을 설치하는 방식이며, 거치대가 건물·구조물에 고정되는 ‘고정식’과 고정되지 않는 ‘가동식(비고정식)’으로 다시 구분할 수 있음.
- 또한, ‘BIPV 방식’은 건물입면 등에 외부마감재 대신 PV(Photovoltaic) 모듈로 건축물 마감재료를 대체하는 ‘건물일체형’의 방식이며, 태양에너지로 전기를 생산하여 소비자에게 공급하는 것 외에 건축물 외장재로 사용하여 건설비용을 줄이고 건물의 가치를 높이는 디자인적인 요소로도 쓰임. BIPV 방식은 다음과 같은 다양한 기능을 갖고 있어, 최근 많은 활용 및 기술개발이 이루어지고 있음.
- 전자기적 에너지변환 기능
  - 건축물의 형태 요소
  - 주광 조절 및 차양 기능
  - 이미지 홍보 및 색채연출 기능
- ‘입면일체형(BIPV) 태양광 발전시스템’은 외부 마감재의 후면 통풍이 가능하여 PV 설치가 유리하고, 기존(일반적인) 외장재를 PV 유리모듈로 교체하거나 비정질 PV 모듈이 접착된 금속판으로 대체 가능함.<sup>5)</sup>
- 구조적 유의사항: 일반적인 유리와는 달리 PV 유리모듈은 일사로 인한 가열로 고정(연결) 장치에 부담을 줄 수 있으며, 고정하는 다른 건축자재와의 서로 다른 열팽창에 대한 고려가 필요하고, 모듈에 물리적 하중이

5) 에너지관리공단(2010), 일반 건축물 신재생에너지 설비시스템 표준설계 가이드라인

- 가해지지 않도록 유의해야 함.
- 모듈 설치 방식: 전면과 배면 기판이 모두 유리로 구성된 투과형의 G2G (Glass To Glass) 방식 또는 전면은 유리, 배면은 불투명한 테들라 백쉬트로 구성된 불투명의 G2T(Glass To Tedlar) 방식이 주로 사용됨.
- ‘고정차양형 태양광 발전시스템’은 일반적으로 파사드에 장착되어 있는 콘솔(까치발로 버틴 선반)에 PV 모듈이 차양과 함께 고정되고, 콘솔에 전달된 하중은 파사드 구조가 받는 방식임.<sup>6)</sup>
- 구조적 유의 사항: 파사드에 설치되는 PV 차양은 간격을 두어 더운 공기가 위쪽으로 상승하며 건물외피에 냉각효과가 생기도록 하고, 파사드와 PV 차양의 간격이 없어 차양 아래에 더운 공기가 정체되지 않도록 유의해야 함.
  - 모듈 설치 방식: 다양한 차양의 형태에 따라 달라짐(전력생산량이 가장 많은 경사각을 갖도록 하고, 차양의 깊이와 투명한 정도에 따라 내부에 비치는 자연광이 다양해지는 특성을 고려).
- ‘가동차양형 태양광 발전시스템’은 개별 창호의 상부 내지 건물 전체를 위한 차양 기능을 수행하면서 전기모터를 설치해 PV 차양이 자동으로 동작할 수 있도록 함. 수평축을 따라 위아래로 또는 수직축을 따라 좌우로 태양방위와 고도에 따라 PV 모듈의 방위각이나 경사각을 조절할 수 있도록 한 방식임.
- 구조적 유의 사항: 모터에 의한 가동장치가 기상상태 및 실제 일광상황, 그리고 사용자의 요구를 적절히 고려할 수 있도록 해야 하며, PV 모듈이 차양 장치로서의 현휘(glare) 방지기능을 만족시키도록 유의해야 함.
  - 모듈 설치 방식: 다양한 차양의 형태에 따라 달라짐(고정차양형에 비해 고가지만 발전량이 30~40% 이상 증가하므로 경제성을 고려해야 하고<sup>7)</sup> 기능적인 보완을 위해 블라인드 설치가 필요하기도 함).

6) 한국건설기술연구원(2007), 건물 유형별 BIPV 표준설계, 지식경제부

7) 조한(2006), 건물통합형 태양광 시스템의 건축디자인 적용방법 연구, 대한건축학회논문집(계획계)



- ‘기타 금속구조물 설치형의 태양광 발전시스템’은 건물입면에 설치되는 입면일체형(BIPV), 차양형(고정, 가동) 이외의 다양한 금속구조물(도로, 교량, 터널 및 기타 장소에 설치하는 안전·경계·방호·방음시설물 등)에 설치되는 PV 모듈을 통칭하고 있음.<sup>8)</sup>
- 특히, PV 모듈을 건축물의 외피 마감재료로 대체하는 BIPV 기술개발이 전 세계적으로 급속히 확산되고 있으며, 우리나라는 2000년대 초반부터 BIPV의 개념이 본격적으로 도입되기 시작함.<sup>9)</sup>
  - 우리나라와 같이 제한된 대지와 건물 상황에서 태양광발전의 효율적 보급을 위해서는 건물의 지붕 및 입면에 외벽마감재 대신 PV 모듈로 대체시키는 건물일체형 태양광발전 방법이 가장 효율적일 수 있음.
  - 그러나, BIPV의 경우 발전과 동시에 건물의 외장재라는 본연의 기능을 동시에 발휘해야 하므로 건축적 통합화를 위한 각종 고려요소가 설계에 신중히 반영되어야 함.
  - PV 모듈을 건물입면 등에 설치하여 건축물 외장재로 일체화시키기 위한 다양한 고려사항(체크리스트)은 다음과 같음.

**<표-2> 건물입면 등에 태양광 모듈을 설치하기 위한 체크리스트**

구분	고려사항
설계요소와 발전성능	태양접근성(배치), 설치각도(방위/경사), 음영, 온도
건물과의 조화성	형상, 색상, PV와 건물 통합수준, 건축척도/모듈크기
배선	의장적 처리기술, 외피 관통 문제, DC와 AC의 문제
안전	파손, 도난, 번개
시공성	외피 공법, 방화, 적설하중, 풍압, 내압성, 시공순서
접근성 및 유지성	세척, 유지, 수리/교체, 도난 반달리즘
법규	제반 법규적 문제
경제성 및 부가가치	환경적 영향, 건축적 영향, 사회적 영향, 경제적 영향

8) 「건설산업기본법 시행령」 별표 1의 전문건설업종 중 금속구조물·창호공사업의 업무내용에 해당되는 건설공사

9) 윤종호(2006), 건물일체형 태양광발전(BIPV) 시스템의 설계 및 응용기술, 설비저널

- 커튼월 등 건물입면에 설치되는 PV 모듈의 요구성능은 기능적, 시공적, 재료적, 의장적 측면으로 구분될 수 있으며 다음과 같이 요약됨.

<표-3> 태양광 모듈의 주요 요구성능

구분	요구성능
기능적 성능	내풍성능, 단열성능, 차음성능, 내파손성능, 수막성능
시공적 성능	양중(부재의 운반), 부재의 접합, 가설계획, 공정관리, 안전관리 측면의 성능
재료적 성능	내화성, 내열성, 내부식성, 강도, 내진성 측면의 성능
의장적 성능	외관미, 외부 환경성 측면의 성능

자료: 이종민(2010), BIPV 보급 활성화를 위한 국내외 지원정책 현황 분석, 대한설비공학회

- 상기와 같은 요구성능을 갖는 PV 모듈을 건축물에 설치하기 위한 시공 측면의 중점 고려사항(유의사항)은 다음과 같이 제시되고 있음.<sup>10)</sup>
  - 건축물의 용도, 여건, 설치조건에 따라 PV 모듈의 적용 방법은 다양하게 변화하므로 건축물의 최초 설계시점부터 전문업체에 의해 적절하게 시공 고려사항을 반영하여야 함.
    - PV 모듈 설치면에 음영이 발생하지 않도록 입면 형태와 디자인 고려
    - 건축 기본성능인 기밀성, 수밀성, 내풍압성, 단열성 등을 위해 모듈 타입, 부착방법을 선택
    - 최고 전기 효율을 위해 DC 케이블의 최적 이동경로와 접속반, 인버터 위치 등의 충분한 검토
  - 현장에서는 원활한 시공을 위하여 건축시공, 전기, 설비, 통신(모니터링) 분야의 담당자들과 작업 이전에 충분한 검토가 이루어져야 함.

10) 이경주(2011), 건축물 용도별 BIPV 설계 및 시공사례, 한국태양에너지학회지

## 2.2 제도 현황

- 태양광 발전시스템 등 발전설비 설치공사는 「전기공사업법」에 근거를 두고 전기공사의 일환으로 주로 시행되고 있음.
  - 법 제2조(정의)에서 “전기공사”란 전기설비 등을 설치·유지·보수하는 공사 및 이에 따른 부대공사로서 대통령령으로 정하는 것을 말한다고 규정하고 있음.
  - 따라서, 전기공사의 종류는 「전기공사업법 시행령」 별표 1에 따라 발전설비공사, 건축물의 전기설비공사, 구조물의 전기설비공사, 전기설비의 설치를 위한 공사 등으로 구분되고 있음.
  - 법 제3조(전기공사의 제한 등)는 전기공사는 (전기)공사사업자가 아니면 도급받거나 시공할 수 없다(다만, 대통령령으로 정하는 경미한 전기공사는 그러하지 아니함)고 규정함.
  - 여기에서 경미한 전기공사란 소켓, 접속기, 개폐기 등의 보수 및 교환에 관한 공사, 전력량계 또는 퓨즈를 부착하거나 떼어내는 공사, 전압이 600볼트 이하이고 전기시설 용량이 5킬로와트 이하인 단독주택 전기시설의 개선 및 보수공사 등 매우 경미한 공사에만 한정되고 있음.

### 전기공사업법 시행령 제2조(전기공사)

- ① 「전기공사업법」(이하 “법”이라 한다) 제2조제1호에 따른 전기공사는 다음 각 호의 공사(저수지, 수로 및 이에 수반되는 구조물의 공사는 제외한다)로 한다.
1. 발전·송전·변전 및 배전 설비공사
  2. 산업시설물, 건축물 및 구조물의 전기설비공사
  3. 도로, 공항 및 항만의 전기설비공사
  4. 전기철도 및 철도신호의 전기설비공사
  5. 제1호부터 제4호까지의 규정에 따른 전기설비공사 외의 전기설비공사
  6. 제1호부터 제5호까지의 규정에 따른 전기설비 등을 유지·보수하는 공사 및 그 부대공사
- ② 제1항제1호부터 제5호까지의 규정에 따른 전기공사의 종류는 별표 1과 같다.

- 상기와 같이 「전기공사업법」에 따라 시행되는 태양광 등 설치공사는 「신에너지 및 재생에너지 개발·이용·보급 촉진법」 11)에 따라 사업비 지원 및 인증을 받고 있음.
  - 법 제2조(정의)에서 “신재생에너지 발전”이란 신재생에너지를 이용하여 전기를 생산하는 것을 말하며, “신재생에너지 설비”란 신재생에너지를 생산하거나 이용하는 설비로서 산업통상자원부령으로 정하는 것을 말한다고 규정하고 있음.
  - 산업통상자원부령인 시행규칙 제2조에 따라 신재생에너지 설비에는 태양에너지(태양광, 태양열)설비 등이 포함되며 이를 설치하기 위한 부대설비도 포함되고 있음.
  - 법 제22조(신재생에너지 설비 설치전문기업의 신고 등)는 신재생에너지 설비의 설치를 전문으로 하려는 자는 자본금·기술인력 등 대통령령으로 정하는 신고기준에 따라 산업통상자원부장관에게 신고하여야 하며, 산업통상자원부장관은 전문기업에게 신재생에너지 보급사업을 위한 설치 및 보수에 드는 비용을 일부를 지원할 수 있다고 규정함.
  - 신재생에너지전문기업의 신고기준은 동법 시행령 별표 7에 따라 태양에너지의 경우 1) 자본금 또는 자산평가액 1억원 이상, 2) 건설, 기계, 전기·전자, 환경·에너지 분야의 기사 2명 이상 확보해야 함.

<b>[별표 7] 신재생에너지전문기업의 신고기준</b>	
1. 태양에너지	가. 자본금 또는 자산평가액 1억원 이상 나. 「국가기술자격법」에 따른 건설, 기계, 전기·전자, 환경·에너지 분야의 기사 2명 이상 ----- (중 략) -----
11. 에너지원이 두 종류 이상인 경우	가. 자본금 또는 자산평가액 1억원 이상 나. 「국가기술자격법」에 따른 건설, 기계, 재료, 화학, 전기·전자, 안전관리(가스기사), 환경·에너지 분야의 기사 3명 이상

11) 이 법은 신에너지 및 재생에너지의 기술개발 및 이용·보급 촉진과 신에너지 및 재생에너지 산업의 활성화를 통하여 에너지를 다양화하고, 에너지의 안정적 공급, 에너지 구조의 환경친화적 전환 및 온실가스 배출의 감소를 추진함으로써 환경의 보전, 국가경제의 건전하고 지속적인 발전 및 국민복지의 증진에 이바지함을 목적으로 함(법 제1조, 2010.4.12 전문개정).

- 신재생에너지 사업의 시행 및 지원에 관한 세부적 사항은 「신재생에너지 설비의 지원 등에 관한 규정」(산업통상자원부 고시 제2013-11호) 및 「신재생에너지 설비의 지원 등에 관한 지침」(에너지관리공단 신재생에너지센터 공고 제2013-3호)에서 정하고 있음.
- 산업통상자원부 고시인 「신재생에너지 설비의 지원 등에 관한 규정」은 태양광 등 신재생에너지 설비의 설치와 관련하여 주로 다음과 같은 사항들을 규정하고 있음.
  - 신재생에너지 설비 지원사업은 크게 “보급사업”과 “금융지원사업”으로 구분됨. 보급사업은 사업에 소요되는 해당 비용의 일부를 정부가 보조하는 사업을 말하며, 금융지원사업은 신재생에너지 설비의 설치·생산 등에 소요되는 비용을 정부가 융자 등의 방법으로 지원하는 사업을 말함.<sup>12)</sup>
  - 보급사업과 금융지원사업의 신청절차와 보조금 지원단가 등은 신재생에너지센터의 장이 매년 정하여 공고하거나 별도로 정하여 운용토록 하고 있음.
  - 보급사업과 금융지원사업 외에도 “설치의무기관”<sup>13)</sup>으로 지정된 경우 관련 규정에 따라 신재생에너지 설비를 설치·보급한 후 이를 확인받도록 하고 있음.
  - 신재생에너지 설비 설치의 “참여기업”은 보급사업에 참여가 가능하도록 평가·선정된 기업이라고 규정하고 있으며, “시공자”라 함은 「신에너지 및 재생에너지 개발·이용·보급 촉진법」에 따른 신재생에너지 설비 설치 전문기업 또는 동법 제13조 규정에 의해 인증 받은 신재생에너지 설비를 생산하는 제조기업으로 규정함.
  - 신재생에너지 설비의 에너지원별 시공기준과 모니터링 설비 설치기준 등은 신재생에너지센터의 장이 구체적으로 정하도록 하고 있으며, 시공기

12) 보급사업에는 주택지원사업, 보급자리주택 보급사업, 건물지원사업(비주택), 지역지원사업 등이 있으며, 금융지원사업의 지원 내용에는 신재생에너지 설비의 생산자금, 운전자금, 시설자금이 포함될 수 있음.

13) 설치의무기관이란 「신에너지 및 재생에너지 개발·이용·보급 촉진법」에 의거해 건축물의 용도로 연면적 1천 제곱미터 이상의 건축물을 신축·증축·개축하려는 경우 해당 건축물의 설계시 산출된 예상 에너지사용량 대비 일정비율 이상을 신재생에너지를 이용하여 공급되는 에너지로 대체하도록 해당 설비를 의무적으로 설치해야 하는 기관을 말함.

- 준 등을 위반할 경우 별표 3의 규정에 따라 위반행위별로 최소 1년 이상에서 최대 5년까지 해당 업체의 사업 참여를 제한하고 있음.
- 신재생에너지 설비를 설치한 시공자가 설비 소유주에게 무상으로 하자보증을 해야 하는 보증기간은 에너지원별로 별도로 정해져 있으며, 주요 설비의 하자보증기간은 다음과 같음.
    - 태양광, 풍력, 소수력 발전설비: 3년
    - 태양열, 지열 이용설비: 3년
    - 지열 이용설비 중 개방형의 경우: 5년
    - 기타 신재생에너지 설비: 3년
  - 에너지관리공단 신재생에너지센터에서 공고하고 있는 「신재생에너지 설비의 지원 등에 관한 지침」은 태양광 등 신재생에너지 설비 설치와 관련된 다음과 같은 세부적 사항들을 규정하고 있음.
    - 신재생에너지 설비의 원별 보조금 지원단가는 시장조사와 가격예측 등을 통해 산정한 설비별 가격에 설비의 경제성과 생산량을 고려한 “보조금 지원 지수”를 적용하여 산정토록 하고 있으며, 보급사업 중 지역지원사업의 보조금은 설비가격의 50% 범위 내에서만 지원되도록 정하고 있음.
    - 신재생에너지 설비의 참여기업(시공자) 선정을 위한 평가는 기술인력, 시공실적, 신용등급, 품질, 사후관리 실적 등을 심사하며, 배점 및 세부 심사기준은 사업의 특수성을 감안하여 조정할 수 있음.
    - 별표 1에서 정하고 있는 신재생에너지 설비 원별 시공기준의 총칙은 다음의 사항을 주요하게 포함시키고 있음.
      - 신재생에너지 설비를 중·장기적으로 보급·주관하고자 하는 공공기관은 수요처의 특성에 맞게 본 시공기준을 보완·보강하여 준용·적용할 수 있음.
      - 본 시공기준 적용이 어려운 경우에는 사업계획 검토승인 당시의 주관부서 처리방침 또는 설계시방서에 준하여 적용
      - 시공자·설계자가 본 시공기준에 규정된 재료(재질) 및 시공방법 외에 다른 방안을 제시하는 경우 동등 이상의 방안을 제시하여야 함.

- 태양광설비의 시공기준은 다음과 같은 주요 사항들을 포함시키고 있음.
  - 태양전지판: 제품, 설치용량, 방위각, 경사각, 일사시간 등에 관한 기준
  - 지지대 및 부속자재: 설치상태, 기초 및 연결부위, 용접 및 볼트, 방식 처리 및 녹방지 등에 관한 기준
  - 전기배선 및 접속함: 연결전선, 배선, 접지, 전기공사 등에 관한 기준
  - 인버터: 제품, 설치상태, 설치용량, 표시사항 등에 관한 기준
  - 모니터링 설비의 설치 및 가동상태 확인 등에 관한 기준 등
  - 건물일체형 태양광시스템(BIPV)에 관한 설계 및 시공 등에 관한 기준
- 건물일체형 태양광시스템(BIPV) 시공기준은 다음과 같은 주요 사항들을 포함시키고 있음.<sup>14)</sup>
  - BIPV란 태양광 모듈을 건축물에 설치하여 건축 부자재의 역할 및 기능과 전력생산을 동시에 할 수 있는 시스템으로 창호, 스펀드럴, 커튼 월, 이중파사드, 외벽, 차양시설, 아트리움, 싱글, 지붕재, 캐노피, 테라스, 파고라 등을 범위로 함.
  - BIPV는 전력생산 및 부자재 기능을 동시에 고려해 건축물의 형상과 조화를 이루면서 동시에 지역의 방위각 및 경사각 변화에 따른 발전량 분포를 참고하여 발전량을 극대화할 수 있는 위치를 선정해야 함.
  - 「건축물의 설비기준 등에 관한 규칙」(국토교통부령) 및 「건축물 에너지절약 설계기준」(국토교통부 고시)에 의해 단열이 필요한 BIPV와 연결된 건축물 부위에는 열손실 방지대책을 설계 및 시공시 반영해야 함.
  - 모듈 온도 상승에 의한 모듈 등 건축 부자재 파괴를 방지하고 발전량 저감을 최소화할 수 있도록 모듈 배면으로의 태양일사 유입을 최소화 하거나 모듈 배면에 통풍이 가능한 방안을 설계, 시공시 반영해야 함.
  - 특히, 내부 공기량이 적은 스펀드럴 등의 부위에 설치되는 경우 백쉬트 방식을 적용하거나, G2G 방식의 경우 모듈의 셀 대비 유리면적 비율 축소, 일사획득계수가 낮은 BIPV 창호 적용 등 실내로의 태양 일사 유입을 최소화해야 함.

14) BIPV 시공기준의 경우 종전에는 BIPV에 대한 개념(정의) 외의 구체적 사항이 없었으나, 최근 개정된 지침(2013.3.12)에는 보다 상세한 시공기준이 포함됨.

- 방수 기능은 외부의 비 또는 눈을 차단하는 것으로 모듈은 물론 모듈 외의 건축외피와 모듈 사이의 접합부위 및 모듈간의 접합부위를 밀실하게 처리해야 함.
- 상기에서 언급한 설치의무기관(공공기관 등)의 신재생에너지 보급사업 외에 여러 가지 제도에서 태양광 등 신재생에너지 설비의 설치를 장려 또는 의무화하고 있는 추세임.
  - 「친환경건축물 인증기준」(국토교통부 고시 제2011-851호): 공공기관에서 건립하는 연면적의 합계가 1만제곱미터 이상인 공공건축물은 친환경인증 취득을 의무화하고, 특히 청사나 공공업무시설은 우수등급 이상을 법제화하고 있음. 민간의 경우 건축물 인허가 시에 친환경 인증기준을 인허가조건에 명시하여 준 의무화를 함.
    - 인증 심사기준의 에너지 부문에서 신재생에너지 시설의 설치 비율에 따라 점수를 부여하고 있음.
  - 「건축물 에너지절약 설계기준」(국토교통부 고시 제2013-149호): 건축물 인허가시 건축, 기계, 전기 각 분야별 에너지절약 관련 필수항목과 선택항목인 에너지성능지표검토서(EPI)로 구분하여 EPI가 최소 60점 이상이 확보되도록 의무화하고 있음.
    - 서울시(녹색건축물 설계기준) 등 일부 지자체의 경우 EPI 점수를 86점 이상 요구하고 있어 신재생에너지 설비의 설치를 중요시함.
  - 이 밖에도 지자체 등에서 가이드라인을 통해 신재생에너지 사용을 전체 건축물 에너지사용량의 일정비율 이상 권장사항으로 요구하는 추세임.<sup>15)</sup>

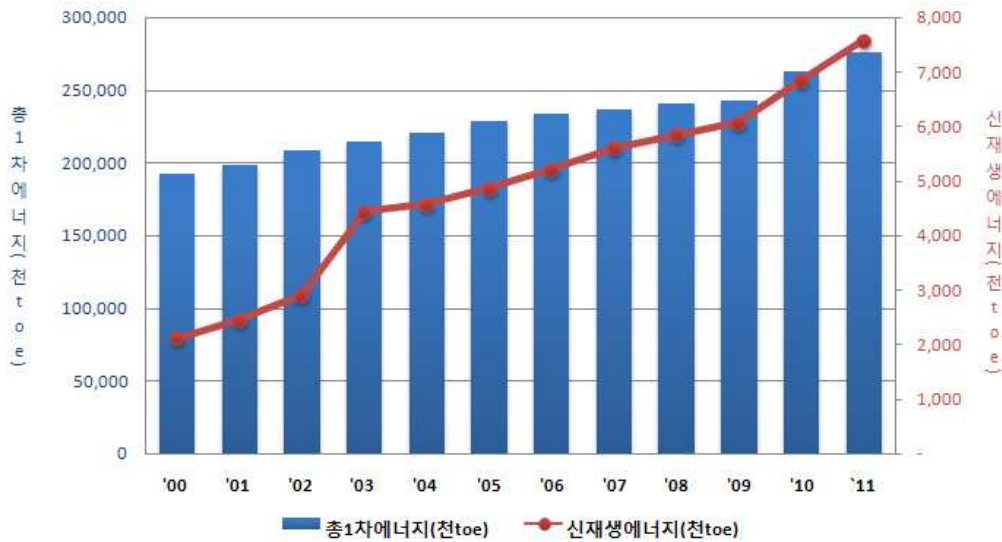
## 2.3 보급통계 현황

- 에너지관리공단 신재생에너지센터에서 「신에너지 및 재생에너지 개발·이용·보급 촉진법」 제25조(관련 통계의 작성 등)에 근거하여 매년 제공하고 있는 국내 신재생에너지 통계자료를 통해 태양광설비의 보급 현황 및 전망 등을 살펴봄.<sup>16)17)</sup>

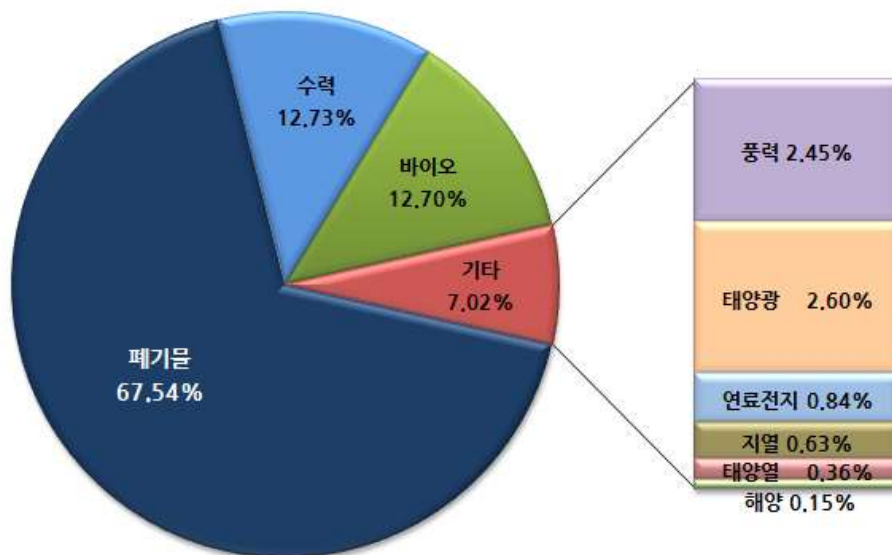
15) 조대성(2012), 건물일체형 태양광발전시스템(BIPV)의 설계 및 시공시 고려사항, 건설기술 쌍용



- 2011년 1차 에너지 대비 신재생에너지 공급비중은 2.75로 매년 꾸준히 증가(연평균 7% 이상 증가)하고 있으며, 정부는 2030년까지 신재생에너지 공급비중을 11%까지 확대한다는 목표를 갖고 있음.
- 2011년 신재생에너지 원별 공급비중은 폐기물에너지가 전체의 67.54%로 가장 높았고, 수력(12.73%), 바이오(12.70%), 태양광(2.60%)의 순으로 높게 나타남.



[그림-1] 1차 에너지 대비 연도별 증가 추이

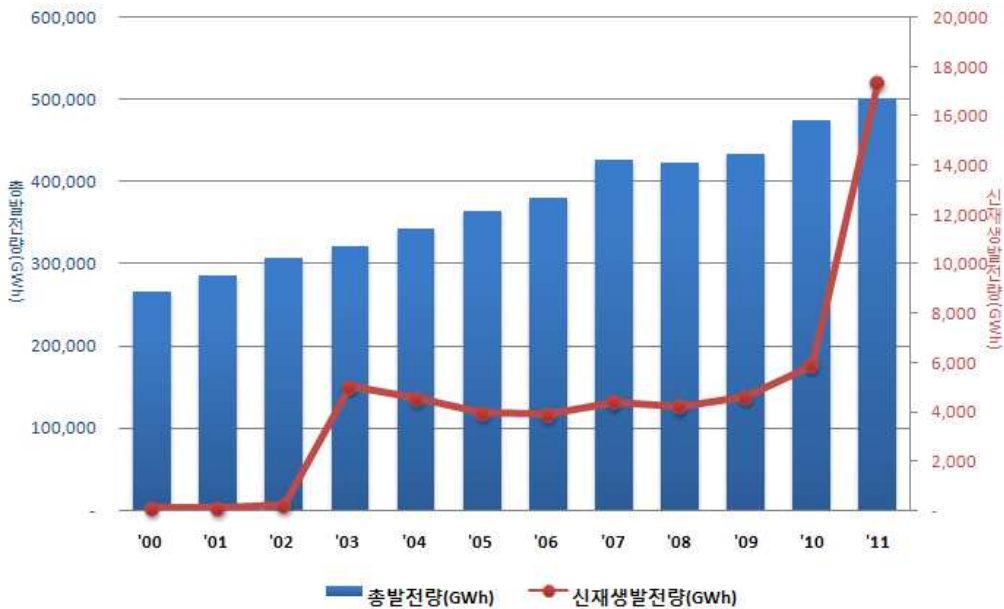


[그림-2] 2011년 신재생에너지 원별 공급비중

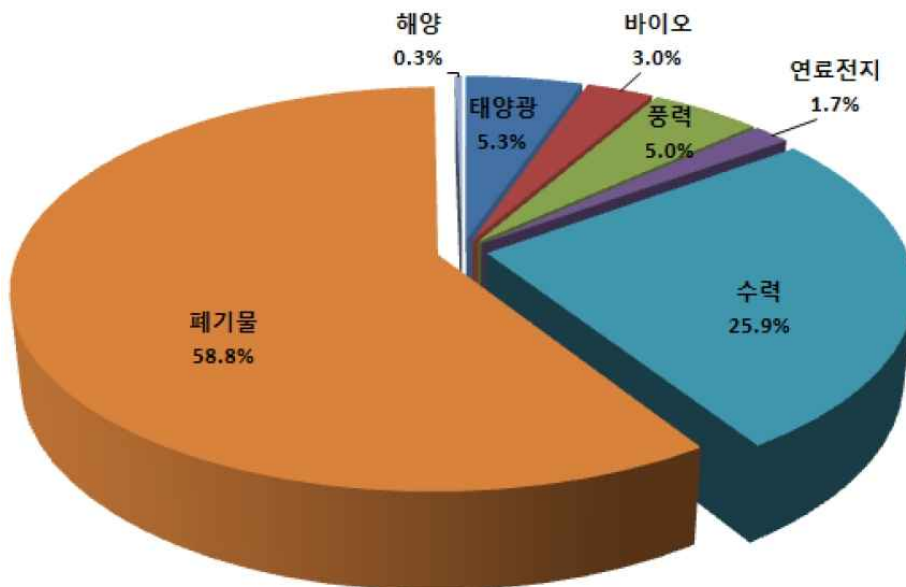
16) 에너지관리공단(2012), 2011년 신재생에너지 보급통계

17) 에너지관리공단(2013), 신재생 건축물인증 및 설치의무화 설명회 자료

- 발전부문의 국내 총발전량 대비 신재생에너지 발전량은 최근 들어 급증 추세를 보이고 있으며, 2011년 신재생에너지 원별 발전량 비중은 태양광이 전체의 5.3%를 차지해 폐기물, 수력에 이어 세 번째로 높음.



[그림-3] 총발전량 대비 연도별 증가 추이(발전부문)



[그림-4] 2011년 신재생에너지 원별 발전량 비중

- 2011년 태양광설비 설치 용도별로는 발전사업용이 전체의 54.53%를 차지했으며, 가정용(21.96%)과 공공시설(11.13%)이 그 뒤를 이음.

<표-4> 2011년 태양광 발전설비 설치용량

구분	가정용	공공 시설	교육 시설	사회 복지 시설	산업 시설	상업 시설	발전 사업용	기타	[합계]
용량 (kW)	17,307	8,772	3,951	2,582	1,287	247	42,983	1,689	78,818
비중 (%)	21.96	11.13	5.01	3.28	1.63	0.31	54.53	2.14	100.00

자료: 에너지관리공단(2012), 2011년 신재생에너지 보급통계

- 상기에서 살펴본 바와 같이 신재생에너지 보급이 매년 꾸준히 증가하고 있고, 그 중 발전부문의 증가율이 최근 급증함. 태양광은 폐기물, 수력, 풍력과 함께 발전설비의 주요 에너지원이 되고 있으며, 정부도 2030년 신재생에너지 공급비중 11% 목표 달성을 위해 태양광 에너지공급량을 현재(2011년 기준) 대비 7배(연평균 15.3%씩 증가)로 증가시킬 계획을 잡고 있어 태양광 발전설비 시장은 지속 성장할 가능성이 높음.<sup>18)</sup>
  - 현재에는 태양광 발전설비 보급이 발전사업용과 가정용에 다소 집중되어 있으나, 향후 다양한 건축물 및 산업시설로 확대될 수 있을 것임.

## 2.4 발주 사례

- 조달청 나라장터에 최근 입찰공고 된 태양광 시설공사 또는 물품구매 (현장설치도) 사례의 입찰공고서, 설계설명서 및 시방서, 내역서 등을 검토하여 실제 발주 현황을 파악하였음.<sup>19)</sup>
  - 태양광 발전시스템 물품구매 발주 사례는 다음의 표-5와 같이 공사유형 및 지역 등을 고려하여 다양하게 6건의 사례를 검토함.
  - 시설공사로 발주된 태양광 발전시스템은 다음의 표-6과 같이 모두 3건의 사례를 검토함.

18) 에너지관리공단(2013), 신재생 건축물인증 및 설치의무화 설명회 자료

19) 금속구조물·창호공사업과 관련된 태양광 발전시스템에 한정하여 조달청 발주 현황을 검토한 것임.

&lt;표-5&gt; 태양광 물품구매 발주 사례

공고/입찰명	수요기관	추정가격	업종제한
건물일체형 BIPV 태양광발전 구매설치 (현장설치도)	대구광역시 OO구	226,510,000원	신재생에너지전문기업 + 전기공사업 + 금속·창호공사업
OO컨벤션센터 건립 전기공사 BIPV 및 PV 구매 및 설치	광주광역시	857,755,800원	신재생에너지전문기업 + 전기공사업 + 금속·창호공사업
OO체험교육관 전기공사-태양광발전 (현장설치도)	부산광역시 OO구	48,158,000원	신재생에너지전문기업 + 전기공사업 + 금속·창호공사업
OO초등학교 교사신축 태양광발전 구매설치 (현장설치도)	경상북도 OO교육지원청	416,727,273원	수의우선구매 (특허보유업체)
OO경기장 전기공사 태양광발전 구입 (현장설치도)	울산광역시	701,972,727원	신재생에너지전문기업 + 전기공사업 + 금속·창호공사업
OO문화원 신축공사 BIPV 구입 및 설비공사 (현장설치도)	경기도 OO시	125,358,000원	신재생에너지전문기업 + 전기공사업

자료: 조달청 나라장터

&lt;표-6&gt; 태양광 시설공사 발주 사례

공고/입찰명	수요기관	추정가격	업종제한
OO관리동 태양광 시스템 설치공사 (전기 + 소방)	SH공사 OO사업단	353,010,000원	신재생에너지전문기업 + 전기공사업 + 금속·창호공사업 + 전문소방시설공사업
OO의료원 신축 태양광 발전설비 설치공사	충청남도개발 공사	326,870,000원	신재생에너지전문기업 + 전기공사업
OO단지 지붕 안전난간(태양광) 설치공사	SH공사	74,840,000원	금속·창호공사업

자료: 조달청 나라장터

- 상기의 사례를 비롯해서 최근 발주되고 있는 금속구조물·창호 태양광 발전시스템 시설공사 및 물품구매 사례들을 검토한 결과 다음과 같은 일반적인 발주 특성이 파악됨.
  - 금속구조물·창호공사와 관련된 태양광 발주는 시설공사보다 물품구매로 발주되는 경우가 빈번함.
  - 물품구매로 발주되는 사례들은 거의 대부분 물품의 구매뿐 아니라 설계 도면 및 시방서에 따라 현장 설치까지 포함(현장설치도)하고 있는 것으로 나타남.
  - 주 공종(해당 공종)은 금속구조물·창호공사와 전기설비공사가 복합되어 있는 것으로 보고 있음.
    - 일부 사례는 전기설비공사 비중을 100%로 보는 경우도 있고, 경우에 따라서는 금속구조물·창호공사 비중을 100%로 보는 경우도 있었으나, 전반적으로는 복합공종으로 간주하는 것으로 파악됨.
  - 따라서, 발주 사례들의 입찰공고 내용 중 업종제한(투찰가능업종 및 허용업종) 사항은 다음과 같음.
    - 물품구매의 경우 대부분 「신에너지 및 재생에너지 개발·이용·보급 촉진법」에 의한 신재생에너지전문기업(업종코드 4660),<sup>20)</sup> 「전기공사업법」에 의한 전기공사업(업종코드 0037), 「건설산업기본법」에 의한 금속구조물·창호공사업(업종코드 1440)을 모두 등록한 자로 제한하고 있음.
    - 일부 물품구매(현장설치도)는 신재생에너지전문기업과 전기공사업을 등록한자로 제한하고 있음.
    - 시설공사 발주는 업종제한이 명확하지 않게 혼재되어 있으며, 일부는 전기공사업과 금속구조물·창호공사업 등록을 동시에 요구하고 있고, 일부는 전기공사업 또는 금속구조물·창호공사업 하나만을 요구하는 경우도 있음.
    - 또한, 소수 사례이지만 전문소방시설공사업(업종코드 0040)을 동시에 요구하거나, 특허보유업체와 수의계약하는 경우도 있음.

20) 신재생에너지전문기업으로 등록되어야만 법규에 따라 정부(에너지관리공단)의 보조금 지원을 받을 수 있음.

- 상기의 사례들은 발주기관에서 제시한 시방서를 적용하며, 시방서에 포함되지 않은 사항에 대하여는 관련 법규 및 국토교통부 발행 전기공사 및 기타 표준시방서를 따르도록 하고 있음.
  - 하자보증은 관련 규정에 따라 물품납품 또는 시공 완료 후 3년으로 하고 있으며, 공인기관에서 발급한 하자보증증권으로 증빙토록 하고 있음.
  - 태양광 발전시스템 발주 사례의 일반적인 공사비내역서 구성은 다음과 같음.
- 금속구조물·창호 등에 설치하는 태양광 발전시스템의 일반적 구성요소(시공 요소)는 다음과 같으며, 실제 발주 사례의 내역서 구성은 표-7과 같이 요약됨.
- 태양전지판: 태양광 모듈
  - 프레임 및 부속자재: 태양전지판 지지용 프레임(커튼월 등), 볼트체결 및 용접, 기초 콘크리트, 방수/방식처리 등
  - 전기 배선 및 접속함: 연결전선, 배관, 배선함, 접속반, 접지공사 등
  - 인버터: 옥내 또는 옥외용 인버터, 보호용 외함
  - 모니터링 장치: 태양광 성능계측설비

<표-7> 금속·창호 태양광설비의 주요 공사비내역

사례-1(물품구매)	사례-2(시설공사)
1. BIPV 설치공사 : 태양전지판, 접속반, 인버터, 플랜트전공 등 2. BIPV 전기설비공사 : 전선관, 접지용전선, 난연케이블, 내선전공, 저압케이블공 등 3. BIPV 창호설치공사 : 멀리언 C/W, 패스너, 부속자재, Glass 구조용 코킹, 시공인건비 등 4. BIPV 모니터링 설치공사 : 컴퓨터, 소프트웨어, 통계패키지, WEB BOX 등	1. 전기공사 : 전선관, 난연케이블, 내선전공 등 2. 태양전지판 모듈 설치 : PV 모듈, 접지용전선, 플랜트전공 등 3. 계통연계형 인버터 설치 : 인버터, 플랜트전공 4. 접속반 설치 : 접속반(DC), 플랜트전공 5. 모니터링 설치 : 모니터링 시스템, 통신설비공 등 6. PV용 지지대 설치 : H빔, ㄷ형강, LS철판, 현장설치 등

- 상기와 같은 내역들로 구성되는 금속구조물·창호 태양광 발전시스템의 일반적인 시공절차(공정)<sup>21)</sup> 및 설치확인 현장점검사항(체크리스트)<sup>22)</sup>은 표-8과 같이 요약될 수 있음.

<표-8> 태양광설비의 주요 시공절차 및 현장점검사항

시공절차		현장점검사항	
구분	Activity	항목	Checklist
1. 설계 및 구매	1.1 제작 의뢰 1.2 모듈 설계 1.3 도면 설계 1.4 부자재 구매 1.5 부자재 입고	1. 태양 전지판	1.1 모듈 제품 및 성적 1.2 설치용량 1.3 방위각, 경사각 1.4 모듈 음영발생 여부
	2. 생산	2.1 BIPV 모듈 생산 2.2 BIPV 모듈 시험의뢰 2.3 공장 검수 2.4 인버터 생산 2.5 인버터 시험의뢰 2.6 인버터 입고 및 설치 2.7 모니터링 장치 제조	2. 지지대
3. BIPV			3.1 BIPV 부위 단열기준 3.2 모듈 온도상승 방지 (일사 유입, 통풍 등) 3.3 BIPV 부위 방수상태
4. 전기 배선			4.1 모듈 배선상태 4.2 접속함 내부 설치상태 4.3 접지공사(위치 등) 4.4 피뢰설비(위치 등)
3. 설치	3.1 커튼월 Unit 반입/시공 3.2 입면 BIPV 입고/설치 3.3 옥탑 BIPV 입고/설치 3.4 모듈 결속 작업 3.5 전기 배선/배관 작업 3.6 모니터링 장치 설치	5. 인버터	5.1 인버터 사양 5.2 설치상태(옥내/옥외) 5.3 인버터 입력전압 5.4 인버터 표시사항
4. 작동 및 검사	4.1 사용 전 성능 테스트 4.2 사용 전 안전 검사	6. 기타	6.1 모니터링 설비(작동) 6.2 통합명판 부착상태 6.3 전력량계 가동상태 6.4 운전교육 관련사항 등

21) 현재 금속구조물·창호업체가 시공 중인 OO신축공사 현장(서울시)의 BIPV 커튼월 공정표를 요약하여 제시함.  
22) 「신재생에너지 설비의 지원 등에 관한 지침」의 별지 제30호 서식(태양광설비 설치확인 현장점검표) 내용을 요약하여 제시함.

### 3. 문제점 및 개선방향

#### 3.1 문제제기

- 정부의 신재생에너지 개발·보급·이용 촉진 등에 관한 정책(공공부문의 의무화 및 민간부문의 자발적 유도)으로 태양광설비에 대한 관심 또한 높아지고 있음. 특히, 최근 발전부문의 신재생에너지 공급이 크게 확대되고 있어 BIPV 등 태양광 발전시스템 설치가 중·장기적으로 지속 확대될 것으로 전망됨.
- 그러나, BIPV 등 태양광 발전시스템의 실제 발주 사례를 보면 시설공사 보다는 주로 물품구매(현장설치도)로 발주되고 있으며, 일부 사례에서는 전기공사업체에게만 시공 자격을 주고 있기 때문에 시공부문 하자발생 등의 우려가 제기됨.
  - 커튼월 등의 금속구조물·창호공사에 태양광 발전시스템이 설치되더라도 기본적인 시공과정은 종전 금속구조물·창호공사와 크게 다를 것이 없으므로, 태양광설비 시공에도 등록된 전문건설업자의 참여는 반드시 필요하다고 볼 수 있음.
- 이와 같이 최근 신재생에너지 설비의 발주 사례가 많아지고, 앞으로도 다양한 기술개발 및 건축물への 적용이 활발해질 것이 예상됨에 따라 태양광 등 설치공사 시공 자격 등에 관해 다음과 같은 문제제기를 해 볼 필요성이 존재함.<sup>23)</sup>
  - 금속구조물·창호 관련 태양광설비 시장의 지속적인 확대 문제
    - 신재생에너지 이용 촉진 등에 관한 정책으로 태양광설비 발주가 어느 정도 속도로 확대될 것인지의 여부
    - 시장의 확대가 예상된다면 선호되는 태양광설비의 형태(BIPV, 차양형,

<sup>23)</sup> 문제제기는 금속구조물·창호공사를 수행하고 있는 업종의 전문건설업체 입장에서 해당 시공부위에 설치되는 태양광설비 발주에 한정해서 제기하는 것임.



- 기타 금속구조물 설치형 등)는 주로 어떤 것인지의 여부
- 현재 시행되고 있는 금속구조물·창호 태양광설비의 발주 및 시공 자격에 관한 문제
    - 태양광설비 발주가 주로 시설공사보다 물품구매(현장설치도)로 발주되어도 괜찮은지 여부
    - 전문건설업체의 참여 없이 전기공사업체만으로 태양광설비가 시공되어도 무방한지 여부
    - 전문건설업체가 반드시 주된 시공자로 참여하여야만 하는 태양광설비의 형태(BIPV, 차양형, 기타 금속구조물 설치형 등)는 주로 어떤 것인지의 여부
  - 건축물 등의 태양광설비 시공시 전문건설업체 미 참여에 따라 발생할 수 있는 문제점은 주로 무엇인지의 문제
    - 구조안전의 문제 발생에 대한 우려
    - 단열의 문제 발생에 대한 우려
    - 방수의 문제 발생에 대한 우려
    - 태양광 모듈과 기타 건축마감재 등과의 연결부위 하자 발생에 대한 우려 등
  - 금속구조물·창호 태양광설비의 합리적인 시공 자격 부여를 위해 어떠한 형태로 업종제한을 해야 하는지의 문제
    - 신재생에너지전문기업(태양에너지) + 전기공사업체
    - 신재생에너지전문기업(태양에너지) + 금속구조물·창호공사업체
    - 신재생에너지전문기업(태양에너지) + 전기공사업체 + 금속구조물·창호공사업체
  - 금속구조물·창호 태양광설비 공사항목 중 전기공사업체가 아닌 전문건설업체가 주도적으로 시공하여야 할 공사항목은 무엇인지의 문제<sup>24)</sup>
    - 모듈 설계 및 도면 설계
    - 부자재 제작 의뢰 및 구매
    - 태양광 모듈 및 인버터 성능 검수

24) 실제 금속구조물·창호 태양광설비 시공 사례(표-8)의 공정분석 내용을 토대로 10단계 공사항목으로 제시함.

- 프레임(커튼월 등) 및 부속자재 시공
- 태양광 모듈 설치
- 인버터 설치
- 모듈 결속 작업
- 전기 배선 및 배관 작업
- 모니터링 장치(계측설비) 설치
- 사용 전 성능 테스트 및 안전 검사

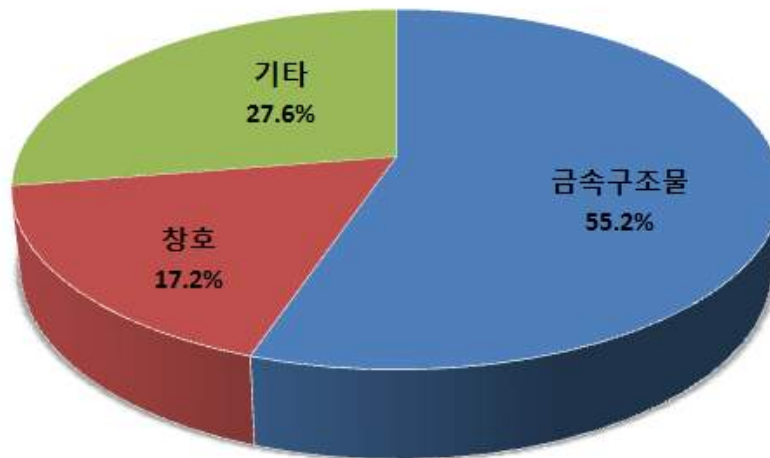
### 3.2 설문조사 개요

- 상기 3.1절과 같이 도출된 문제제기 사항들에 대해 전문건설업계를 대상으로 의견조사를 수행하여 앞으로의 개선방향과 정책건의 사항을 도출하고자 함.
- 「금속구조물·창호 태양광 설치공사 시공 자격에 관한 의견조사」라는 제목으로 수행된 본 설문조사의 개요는 다음과 같음.
  - 설문기간
    - 2013. 7. 25 ~ 8. 2 (1주일간)
  - 설문대상
    - 대한전문건설협회 금속구조물·창호공사협회 소속 전체 회원사  
(※ 1개 업체당 1부씩 설문)
  - 설문방법
    - 팩스 및 이메일을 통한 설문
  - 설문문항
    - 금속구조물·창호에 설치하는 태양광설비의 현황 및 문제점, 시공 자격 등에 관한 11개 문항으로 구성<sup>25)</sup>
- 본 조사는 모두 232부의 응답된 설문서를 회수하여 결과 분석에 활용하

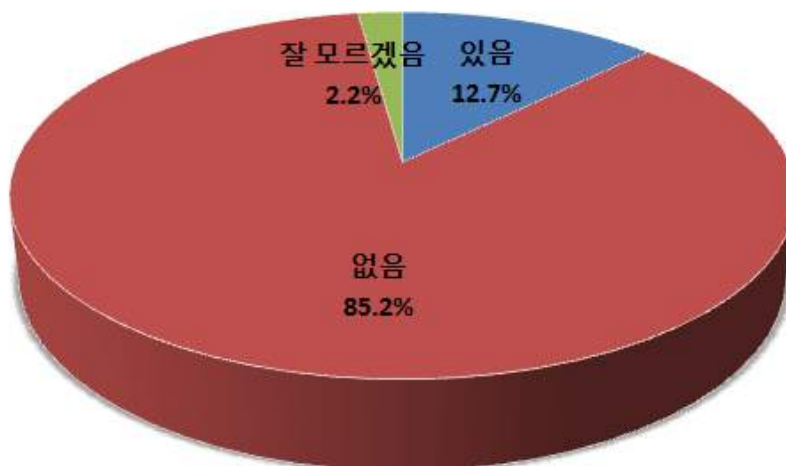
25) 설문문항의 자세한 사항은 부록의 「설문조사서」 참조

였으며, 자세한 응답자 정보는 다음과 같이 나타남.

- 설문에 응답한 업체들의 주력 시공분야는 금속구조물공사가 55.2%(128개사), 창호공사가 17.2%(40개사)였으며, 금속구조물과 창호공사를 비교적 균등하게 수행하고 있는 업체는 27.6%(64개사)인 것으로 나타남.
- 이들 응답 업체 중 태양광 발전시스템 시공경험이 있는 업체는 전체의 12.7%(29개사)에 불과하였고, 85.2%(195개사)는 태양광 시공경험이 없는 것으로 나타남.
- 설문 응답자들의 업무경력은 20년 이상이 전체의 31.7%, 20년 미만에서 10년 이상이 37.0%, 10년 미만은 전체의 31.3%인 것으로 집계됨.

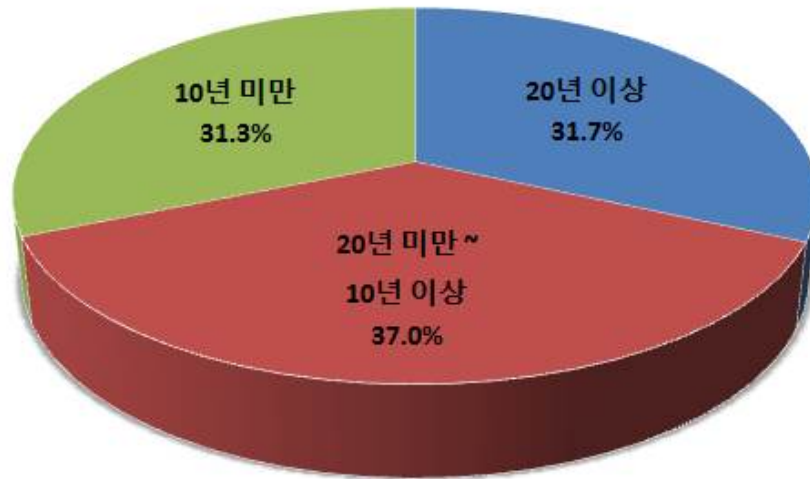


[그림-5] 설문 응답 업체의 주력 시공분야<sup>26)</sup>



[그림-6] 설문 응답 업체의 태양광 시공경험

26) '기타'라고 표시한 응답은 금속구조물과 창호를 비교적 균등하게 수행하고 있는 업체들을 나타냄.



[그림-7] 설문 응답자의 업무경력

### 3.3 설문조사 결과

- 이와 같은 응답자들이 제시한 설문조사 결과는 1) 시장 전망, 2) 태양광 설비 발주의 문제점, 3) 태양광설비 시공 자격, 4) 전문건설업체의 책임 범위로 구분하여 분석함.

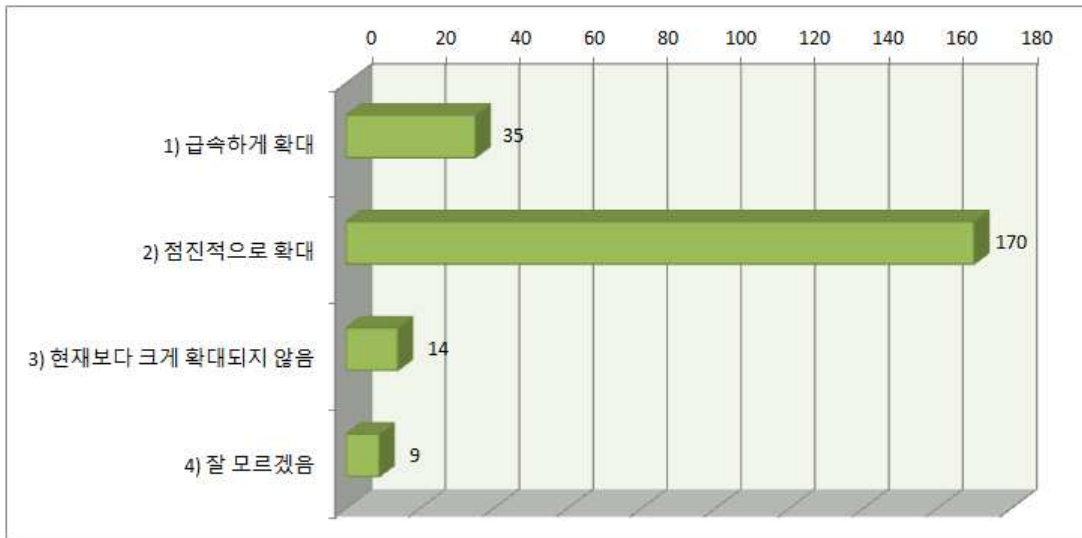
#### (1) 시장 전망

- 정부의 신재생에너지 이용 촉진 등에 관한 정책에 따라 향후 금속구조물·창호에 설치하는 태양광설비의 발주가 지속적으로 확대될 것인지에 대한 조사결과는 표-9와 같음.
  - 점진적으로 확대될 것이라는 응답이 전체의 74.6%를 차지하였고, 여기에 급속하게 확대될 것이라는 응답까지 포함시킬 경우 전체의 90.0%가 확대될 것이라는 응답을 하였음.
  - 금속구조물 위주 업체나 창호/기타 업체, 그리고 태양광 시공경험이 있는 업체나 없는 업체의 응답 결과에 차이가 나타나지 않았음.
  - 따라서, 전문건설업계는 신재생에너지 이용 촉진 등에 관한 정책이 지속적으로 확대되어 건축물 등에 태양광설비를 설치하는 공사가 확대될 것 이라는데 이견을 갖지 않음.

<표-9> 금속구조물·창호 태양광설비 발주 확대 전망

(단위: 응답수, (%))

구 분	주력 시공분야		전 체
	금속구조물	창호/기타	
1) 급속하게 확대될 것이다	20 (15.9)	15 (14.7)	35 (15.4)
2) 점진적으로 확대될 것이다	95 (75.4)	75 (73.5)	170 (74.6)
3) 현재보다 크게 확대되지 않을 것이다	5 (4.0)	9 (8.8)	14 (6.1)
4) 잘 모르겠다	6 (4.8)	3 (2.9)	9 (3.9)
[합 계]	126 (100.0)	102 (100.0)	228 (100.0)



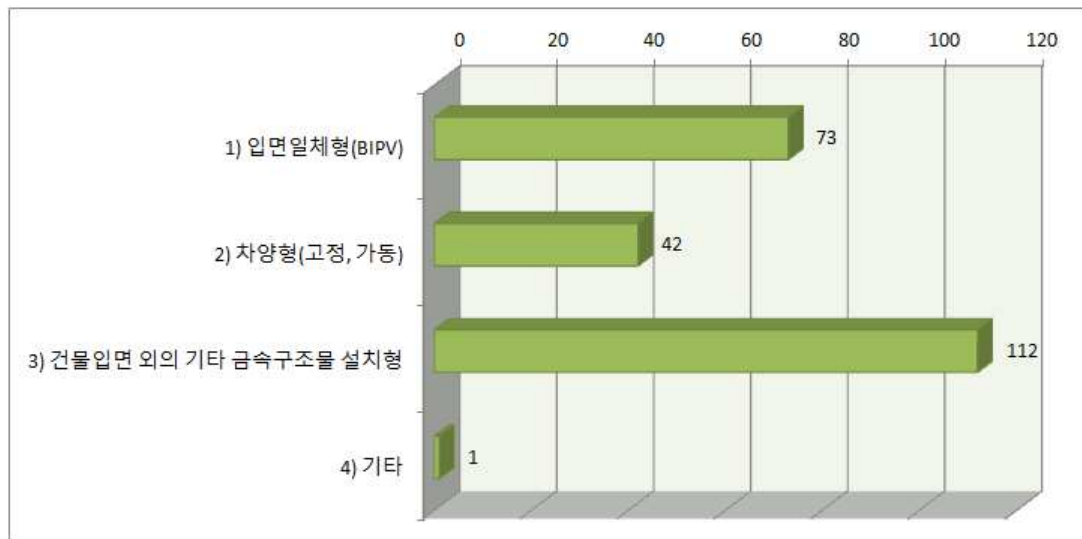
- 금속구조물·창호에 설치하는 태양광설비는 앞으로 주로 형태가 비교적 많이 선호될 것인지에 대한 조사결과는 표-10과 같음.
  - 전문건설업계는 앞으로 건물입면 외의 다양한 금속구조물에 설치하는 태양광 발전시스템(49.1%)이 가장 선호될 것이라고 응답하였으며, 그 다음으로 입면일체형 태양광 발전시스템(32.0%), 고정 또는 가동형의 차양형 태양광 발전시스템(18.4%)이 선호될 것이라고 응답함.
  - 주력 시공분야에 따른 차이는 크게 없었으나, 금속구조물 위주 업체들은 앞으로도 금속구조물에 설치하는 태양광 발전시스템이 입면일체형보다는 좀 더 선호될 것이라는 의견을 보였고, 반대로 창호 위주 업체들은 입면

일체형이 더 선호될 것이라는 응답도 상당히 많이 함.

<표-10> 금속구조물·창호 태양광설비의 선호 형태

(단위: 응답수, (%))

구 분	주력 시공분야		전 체
	금속구조물	창호/기타	
1) 입면일체형 태양광 발전시스템 (BIPV)	30 (23.8)	43 (42.2)	73 (32.0)
2) 차양형(고정, 가동) 태양광 발전 시스템	25 (19.8)	17 (16.7)	42 (18.4)
3) 건물입면 외의 기타 금속구조물에 설치하는 태양광 발전시스템	70 (55.6)	42 (41.2)	112 (49.1)
4) 기타	1 (0.8)	0 (0.0)	1 (0.4)
[합 계]	126 (100.0)	102 (100.0)	228 (100.0)



## (2) 태양광설비 발주의 문제점

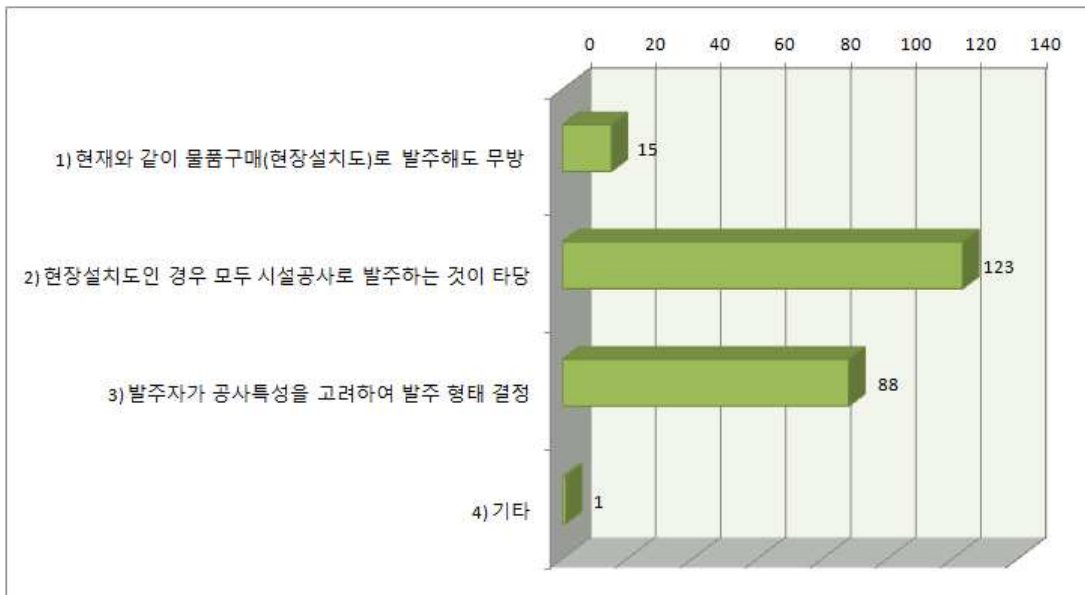
- 현대 금속구조물·창호에 설치하는 태양광설비의 발주는 ‘시설공사’보다 ‘물품구매’로 발주되는 경우가 더 많은 것으로 파악됨. 발주 사례를 조사 해본 결과 물품구매로 발주되더라도 대부분 이들 물품의 시공까지 포함 하는 현장설치도 조건으로 발주가 되고 있었음. 이와 같은 발주 형태의 문제점에 대해 전문건설업계는 어떻게 생각하고 있는지의 조사결과는 다음의 표-11과 같음.

- 대부분의 전문건설업체는 물품구매(현장설치도)로 발주되는 것은 문제가 있다고 인식하고 있으며, 현장설치도인 경우 모두 시설공사로 발주해야 한다(54.2%)고 응답하거나, 발주자가 공사특성을 고려하여 발주 형태를 결정해야 한다(38.8%)는 응답을 함.
- 비록 응답자의 수가 소수이기는 하지만, 태양광 시공경험이 있는 업체들은 현장설치도인 경우 모두 시설공사로 발주해야 한다(71.4%)는 의견이 더욱 강했던 것으로 나타남.

<표-11> 현행 발주 형태(시설공사, 물품구매)의 문제점

(단위: 응답수, (%))

구 분	태양광 시공경험		전 체 27)
	있음	없음	
1) 현재와 같이 물품구매(현장설치도)로 발주해도 무방함	1 (3.6)	13 (6.8)	15 (6.6)
2) 현장설치도인 경우 모두 시설공사로 발주하는 것이 타당함	20 (71.4)	98 (51.0)	123 (54.2)
3) 발주자가 공사특성을 고려하여 발주 형태를 결정토록 함	7 (25.0)	80 (41.7)	88 (38.8)
4) 기타	0 (0.0)	1 (0.5)	1 (0.4)
[합 계]	28 (100.0)	192 (100.0)	227 (100.0)



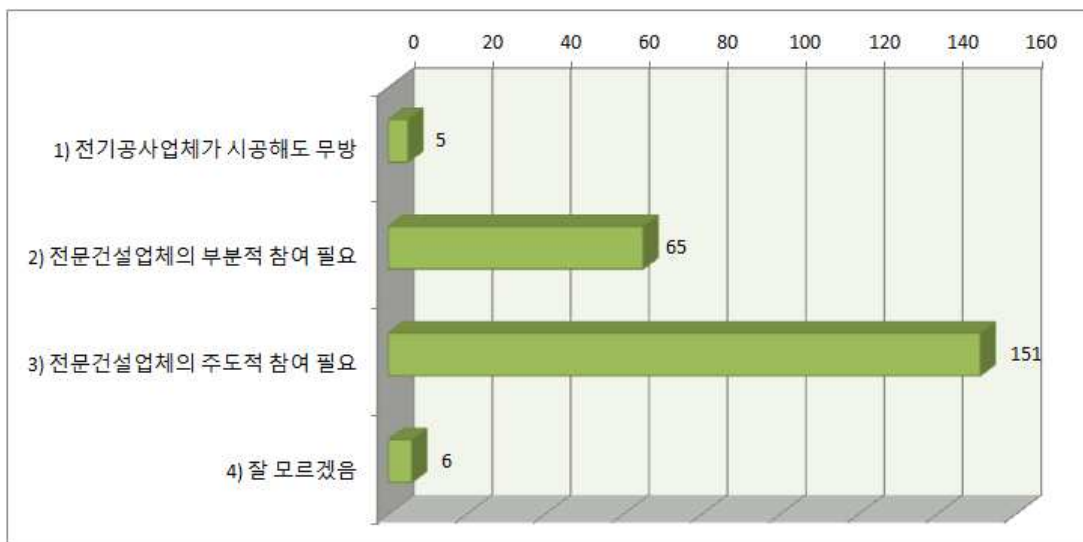
27) 전체 집계는 태양광 시공경험이 '있음' 또는 '없음'이 아닌 '잘 모르겠음'으로 응답한 경우까지 포함시킨 것임.

- 건축물 등에 설치하는 일부 태양광설비 사업은 신재생에너지전문기업(태양에너지)으로 신고 된 전기공사업체만으로 시공되는 경우가 있음. 태양광설비 시공에 등록된 전문건설업체의 참여가 반드시 요구된다는 문제제기에 대한 응답은 표-12와 같이 나타남.
  - 전기공사업체가 시공해도 무방하다고 응답한 업체는 거의 없으며(2.2%), 대부분 전문건설업체의 주도적인 참여가 필요하거나(66.5%), 적어도 부분적인 참여는 필요하다고(28.6%) 응답함.
  - 금속구조물 위주 업체나 창호/기타 업체, 그리고 태양광 시공경험이 있는 업체나 없는 업체의 응답 결과도 거의 유사함.

<표-12> 전문건설업체의 태양광설비 시공참여 문제

(단위: 응답수, (%))

구 분	주력 시공분야		전 체
	금속구조물	창호/기타	
1) 전기공사업체가 시공해도 무방함	2 (1.6)	3 (2.9)	5 (2.2)
2) 전문건설업체의 부분적인 참여가 필요함	33 (26.4)	32 (31.4)	65 (28.6)
3) 전문건설업체의 주도적인 참여가 필요함	86 (68.8)	65 (63.7)	151 (66.5)
4) 잘 모르겠음	4 (3.2)	2 (2.0)	6 (2.6)
[합 계]	125 (100.0)	102 (100.0)	227 (100.0)



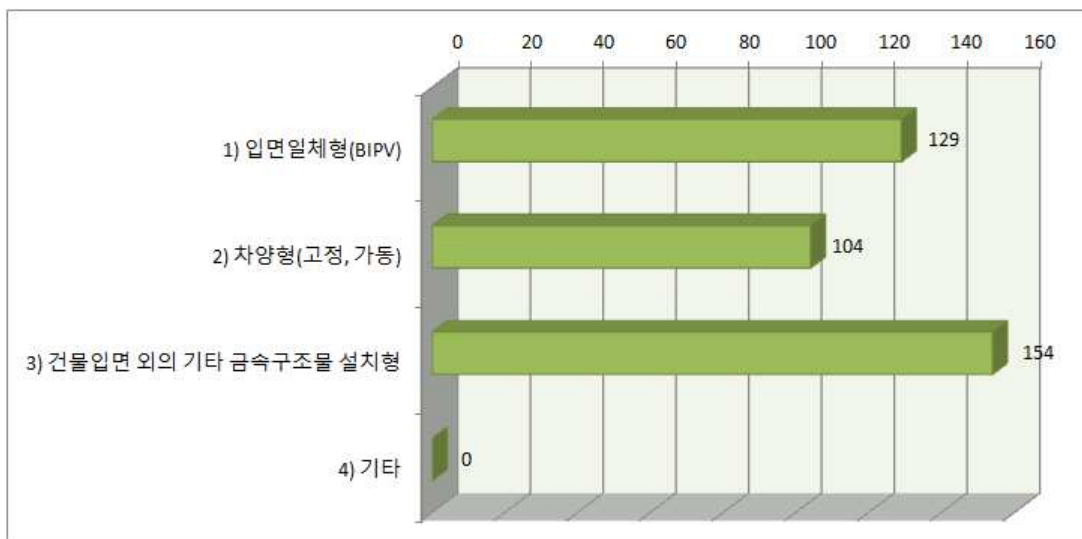


- 등록된 전문건설업체가 태양광설비 시공에 반드시 주된 시공자로 참여해야 한다면, 주로 어떤 금속구조물·창호 태양광설비에서 더욱 그런지에 대해 전문건설업체는 표-13과 같은 인식을 갖고 있음.
  - 전반적으로 응답의 차이가 크지는 않았으나, 기타 금속구조물에 설치하는 태양광설비 공사에서 다소 높은 응답(39.8%)을 보였고, 다음으로는 입면 일체형(33.3%), 차양형(26.9%)의 순서로 응답이 나타남.
  - 주력 시공분야별로 보면 각자가 속한 부문(금속구조물, 창호(BIPV))에서 보다 주된 참여가 필요하다는 응답을 한 것으로 나타남.

<표-13> 전문건설업체의 주된 참여가 필요한 공사<sup>28)</sup>

(단위: 응답수, (%))

구 분	주력 시공분야		전 체
	금속구조물	창호/기타	
1) 입면일체형 태양광설비(BIPV) 설치 공사	68 (30.4)	61 (37.4)	129 (33.3)
2) 차양형(고정, 가동) 태양광설비 설치 공사	61 (27.2)	43 (26.4)	104 (26.9)
3) 건물입면 외의 기타 금속구조물에 설치하는 태양광설비 설치 공사	95 (42.4)	59 (36.2)	154 (39.8)
4) 기타	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)
[합 계]	224 (100.0)	163 (100.0)	387 (100.0)



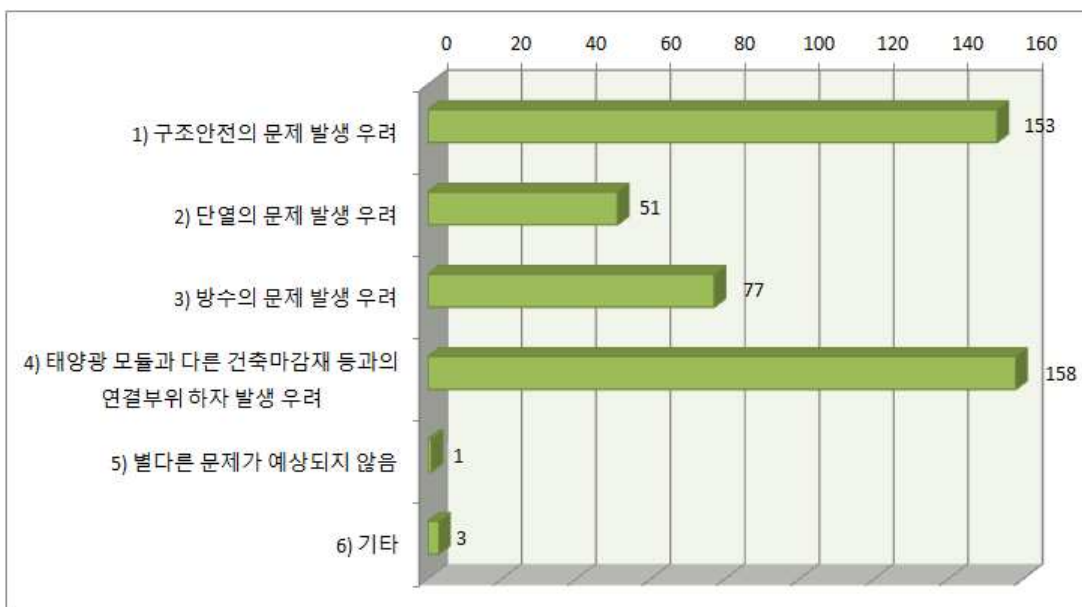
28) 본 설문항목은 복수응답이 가능한 방식으로 조사한 항목임.

- 금속구조물·창호에 설치하는 태양광설비 시공시 전문건설업체 미 참여에 따른 주요 문제점은 무엇이라고 생각하는 것인지에 대한 조사결과는 표-14와 같음.

<표-14> 태양광설비 시공시 전문건설업체 미 참여에 따른 문제점<sup>29)</sup>

(단위: 응답수, (%))

구 분	주력 시공분야		전 체
	금속구조물	창호/기타	
1) 구조안전의 문제 발생 우려	93 (40.3)	60 (28.3)	153 (34.5)
2) 단열의 문제 발생 우려	19 (8.2)	32 (15.1)	51 (11.5)
3) 방수의 문제 발생 우려	28 (12.1)	49 (23.1)	77 (17.4)
4) 태양광 모듈과 다른 건축마감재 등과의 연결부위 하자 발생 우려	87 (37.7)	71 (33.5)	158 (35.7)
5) 전문건설업체가 시공하지 않아도 별다른 문제가 예상되지 않음	1 (0.4)	0 (0.0)	1 (0.2)
6) 기타	3 (1.3)	0 (0.0)	3 (0.7)
[합 계]	231 (100.0)	212 (100.0)	443 (100.0)



29) 본 설문항목은 복수응답이 가능한 방식으로 조사한 항목임.

- 전문건설업체 미 참여에 따른 문제점으로는 태양광 모듈과 건축마감재 등과의 연결부위 하자 발생에 대한 우려(35.7%) 및 구조안전 문제 발생에 대한 우려(34.5%)가 가장 높게 나타남.
- 반면, 별다른 문제가 없을 것이라는 응답은 전체의 0.2%에 그치고 있어 전문건설업체의 미 참여에 대한 문제의식이 큰 것으로 파악됨.
- 주력 시공분야별로는 금속구조물 위주 업체는 구조안전의 문제 발생에 대한 우려(40.3%)가 보다 높았고, 창호 위주의 업체는 연결부위 하자 발생에 대한 우려(33.5%)가 보다 높았음.
- 이와 같이 각자가 속한 세부업종(공종)에 대한 우려가 상대적으로 크게 나타났다는 것은, 태양광설비 시공에 있어 전문건설업체의 참여가 매우 중요하다는 인식을 크게 한다는 것임.

### (3) 태양광설비 시공 자격

- 금속구조물·창호 태양광 발전시스템 각 유형별로 어떤 자격(업종제한)을 갖춘 업체가 해당 시공에 참여하는 것이 가장 합리적이라고 생각하는지에 대한 조사결과는 다음의 표-15 ~ 표-17과 같이 나타남.
  - 입면일체형, 차양형, 기타 금속구조물 설치형 모두 신재생에너지전문기업(태양에너지)으로 등록된 금속구조물·창호공사업의 시공 자격을 요구해야 한다고 응답한 업체가 최소 55% 이상으로 나타남.
  - 또한, 상기 3가지 유형 모두 전기공사업과 금속구조물·창호공사업의 시공 자격을 동시에 요구해야 한다는 의견도 최소 30% 이상임.
  - 따라서 전문건설업계는 금속구조물·창호 태양광설비 시공에 반드시 금속구조물·창호업체의 참여가 필요하지만, 경우에 따라 전기공사업체도 함께 시공에 참여해야 한다는 의견을 갖고 있는 것으로 파악됨.
  - 특히, 금속구조물 위주 업체는 건물입면 외 기타 금속구조물에 설치하는 태양광설비의 경우 신재생에너지전문기업으로 등록된 금속구조물·창호공사업의 시공 자격만으로 충분하다는 의견(71.5%)임.
  - 반면, 창호 위주 업체는 차양형(고정, 가동)의 경우 전기공사업 시공 자격도 반드시 동시에 요구되어야 한다는 의견(54.9%)이 많았음.

&lt;표-15&gt; 입면일체형(BIPV) 태양광설비의 합리적 시공 자격

(단위: 응답수, (%))

구 분	주력 시공분야		전 체
	금속구조물	창호/기타	
1) 신재생에너지전문기업(태양에너지) + 전기공사업 + 금속·창호공사업	47 (37.6)	43 (42.2)	90 (39.6)
2) 신재생에너지전문기업(태양에너지) + 전기공사업	3 (2.4)	1 (1.0)	4 (1.8)
3) 신재생에너지전문기업(태양에너지) + 금속·창호공사업	75 (60.0)	58 (56.9)	133 (58.6)
4) 기타	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)
[합 계]	125 (100.0)	102 (100.0)	227 (100.0)

&lt;표-16&gt; 차양형(고정, 가동) 태양광설비의 합리적 시공 자격

(단위: 응답수, (%))

구 분	주력 시공분야		전 체
	금속구조물	창호/기타	
1) 신재생에너지전문기업(태양에너지) + 전기공사업 + 금속·창호공사업	42 (33.6)	56 (54.9)	98 (43.2)
2) 신재생에너지전문기업(태양에너지) + 전기공사업	1 (0.8)	2 (2.0)	3 (1.3)
3) 신재생에너지전문기업(태양에너지) + 금속·창호공사업	82 (65.6)	44 (43.1)	126 (55.5)
4) 기타	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)
[합 계]	125 (100.0)	102 (100.0)	227 (100.0)

&lt;표-17&gt; 금속구조물 설치형 태양광설비의 합리적 시공 자격

(단위: 응답수, (%))

구 분	주력 시공분야		전 체
	금속구조물	창호/기타	
1) 신재생에너지전문기업(태양에너지) + 전기공사업 + 금속·창호공사업	34 (27.6)	36 (35.3)	70 (31.1)
2) 신재생에너지전문기업(태양에너지) + 전기공사업	1 (0.8)	14 (13.7)	15 (6.7)
3) 신재생에너지전문기업(태양에너지) + 금속·창호공사업	88 (71.5)	52 (51.0)	140 (62.2)
4) 기타	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)
[합 계]	123 (100.0)	102 (100.0)	225 (100.0)

#### (4) 전문건설업체의 책임 범위

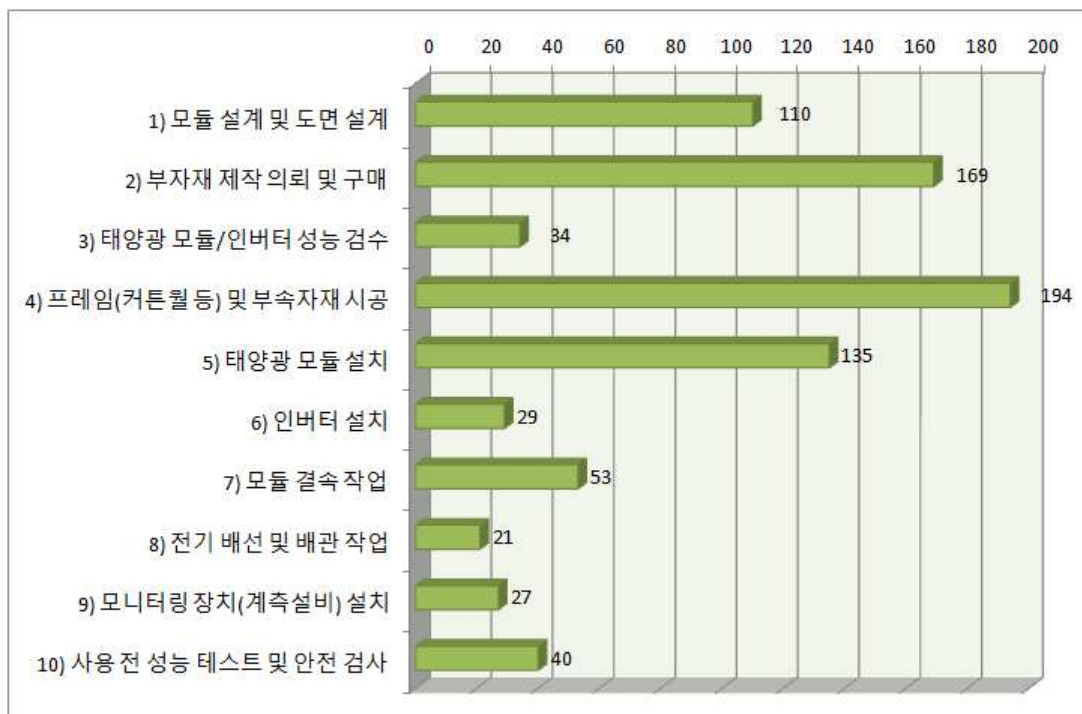
- 금속구조물·창호 태양광설비 시공은 건축공사 및 전기공사 등에 관계된 세부 공사항목들을 포함시키고 있음. 이러한 세부 공사항목 중 전기공사업체가 아닌 전문건설업체가 책임시공을 해야 할 항목은 무엇인지에 대한 조사결과는 표-18과 같이 나타남.<sup>30)</sup>
  - 전문건설업체는 다음과 같은 4가지의 금속구조물·창호 태양광설비 공사항목을 등록된 전문건설(금속구조물·창호)업체가 주도적으로 수행해야 할 항목으로 응답함.
    - 프레임(커튼월 등) 및 부속자재 시공: 23.9%
    - 부자재 제작 의뢰 및 구매: 20.8%
    - 태양광 모듈 설치: 16.6%
    - 모듈 설계 및 도면 설계: 13.5%
  - 다음과 같은 3가지 공사항목은 응답률이 4% ~ 10%에 해당하는 항목으로 등록된 전문건설업체와 전기공사업체가 공동 또는 분담하여(공사특성에 따라 선택적으로) 수행해야 할 항목이라고 볼 수 있음.
    - 모듈 결속 작업: 6.5%
    - 사용 전 성능 테스트 및 안전 검사: 4.9%
    - 태양광 모듈/인버터 성능 검수: 4.2%
  - 반면, 다음의 3가지 공사항목은 응답률이 4% 미만인 항목으로 전문건설업체의 주된 시공영역으로 보기 어려우며, 전기공사업체가 수행해야 할 항목이라 할 수 있음.
    - 전기 배선 및 배관 작업: 2.6%
    - 모니터링 장치(계측설비) 설치: 3.3%
    - 인버터 설치: 3.6%
  - 이와 같은 응답은 주력 시공분야별(금속구조물, 창호/기타) 응답 및 태양광 시공경험 여부(있음, 없음)에 따른 응답에서도 거의 차이가 없이 동일하게 나타나고 있음.

30) 본 설문은 10가지의 보기(태양광설비 공사항목) 중 전문건설업체가 주도적으로 시공해야 할 항목을 최대 5개 까지 선택 가능하도록 설문조사를 하였음.

&lt;표-18&gt; 건문건설업체가 주도적으로 시공해야 할 항목

(단위: 응답수, (%))

구 분	태양광 시공경험		전 체
	있음	없음	
1) 모듈 설계 및 도면 설계	17 (15.2)	87 (13.0)	110 (13.5)
2) 부자재 제작 의뢰 및 구매	24 (21.4)	140 (21.0)	169 (20.8)
3) 태양광 모듈/인버터 성능 검수	1 (0.9)	33 (4.9)	34 (4.2)
4) 프레임(커튼월 등) 및 부속자재 시공	26 (23.2)	161 (24.1)	194 (23.9)
5) 태양광 모듈 설치	17 (15.2)	114 (17.1)	135 (16.6)
6) 인버터 설치	6 (5.4)	21 (3.1)	29 (3.6)
7) 모듈 결속 작업	7 (6.3)	45 (6.7)	53 (6.5)
8) 전기 배선 및 배관 작업	4 (3.6)	16 (2.4)	21 (2.6)
9) 모니터링 장치(계측설비) 설치	6 (5.4)	18 (2.7)	27 (3.3)
10) 사용 전 성능 테스트 및 안전 검사	4 (3.6)	32 (4.8)	40 (4.9)
[합 계]	112 (100.0)	667 (100.0)	812 (100.0)



### 3.4 개선방향 도출

- 관련 제도 및 현황 분석 등을 통해 제기한 문제점들에 대하여 전문건설 업체들을 대상으로 의견조사를 수행한 결과에 근거해 다음과 같은 금속 구조물·창호 태양광설비 시공에 관한 주요 개선방향을 도출함.
  - 발전부문 신재생에너지설비 시장이 최근 들어 크게 확대되고 있고, 향후 태양광 발전시스템 시장도 지속 성장할 전망이므로 금속구조물·창호에 설치하는 태양광설비 시공 자격에 관한 논란이 커지지 않도록 이를 제도적으로 분명히 규정할 필요가 있음.
    - 「신재생에너지 설비의 지원 등에 관한 규정 및 지침」에 태양광설비 시공 자격을 규정
    - 「건설산업기본법 시행령」 별표 1(건설업의 업종과 업무내용)의 “금속 구조물·창호공사업” 업무내용에 태양광설비를 포함
  - 이와 같이 태양광설비의 시공 자격을 제도적으로 분명히 하지 않을 경우, 시공적 요소가 많이 포함되어 있는 태양광설비 발주가 물품구매로 발주되는 등의 여러 가지 문제가 발생함.
    - 최근의 발주 사례를 보면 금속구조물·창호 관련 태양광설비 발주는 시설공사보다 물품구매로 발주되고 있음.
    - 물품구매로 발주된 대부분의 사례는 ‘현장설치도’ 조건으로 발주되어 실제 시공업무를 포함하고 있음.
    - 그러나, 일부 발주 사례는 ‘전기공사업’ 시공 자격만을 요구하고 있어 구조적/건축적 하자에 대한 우려가 높음.
  - 따라서 금속구조물·창호 태양광설비의 설치는 시설공사로 규정되는 것이 타당하며, 물품구매 발주는 제한적으로 활용되어야 함.
    - 시설공사로 발주되는 태양광설비는 등록된 전문건설(금속구조물·창호)업자의 참여가 의무화되어 할 것임.
    - 물품구매로 발주되는 경우에는 ‘현장설치도’ 조건을 포함시키지 말고, 물품만을 납품하는 형태가 되어야 할 것임.
    - 불가피하게 ‘현장설치도’ 조건으로 발주가 된 경우에는 반드시 등록된

전문건설업자가 시공할 수 있도록 조치해야 할 것임.

- 발주자가 공사특성을 고려해 시공 자격을 별도로 규정하더라도 아래의 항목들은 전기공사업자가 아닌 등록된 전문건설업자가 주도적으로 시공 또는 시공관리를 하도록 해야 함.
  - 금속구조물·창호 태양광설비의 모듈 설계 및 도면 설계
  - 금속구조물·창호 태양광설비의 부자재 제작 의뢰 및 구매
  - 금속구조물·창호 태양광설비의 프레임(커튼월 등) 및 부속자재 시공
  - 금속구조물·창호 등에 부착되는 태양광 모듈 설치
  - 기타 필요로 하는 시공 요소



## 4. 정책제안 및 결론

### 4.1 제도개선 및 정책건의 사항

- 금속구조물·창호에 설치하는 태양광 발전시스템 설치공사 시공 자격의 합리화를 위한 제도개선 및 정책건의 사항을 1) 법령 개정, 2) 시공기준 개선, 3) 발주관행 개선의 3가지로 제안함.

#### (1) 법령 개정

- 등록된 전문건설업체가 금속구조물·창호의 태양광설비 시공에 참여하기 위한 법적 근거를 「건설산업기본법 시행령」 별표 1의 업종별 업무내용상에 명확히 할 필요성이 있음.
  - 창호 등 건물입면에 설치하는 태양광설비는 기타 건축마감재 등과 밀접하게 연계하여 시공해야 하고, 여러 가지 방수·단열 및 연결부위의 하자 발생이 우려되기 때문에 등록된 전문건설업체의 참여가 반드시 요구되고 있음.
  - 뿐만 아니라, 건물입면 외의 다양한 금속구조물에 설치하는 태양광설비 역시 구조적·건축적 하자 발생이 우려되기 때문에 반드시 등록된 전문건설업체가 시공을 담당해야 함.
  - 전문건설업체의 업종별 업무내용은 건산법 시행령 별표 1에서 규정하고 있으며, 태양광설비가 설치되는 금속구조물·창호 부분은 '7. 금속구조물·창호공사업'에 해당됨.
  - 따라서, 별표 1의 '7. 금속구조물·창호공사업' 업무내용에 태양광설비 설치공사와 관련된 내용을 추가하는 제도개선이 필요함.
  - 이와 같이 제도를 개정한다면 다른 법령들에 의해 저촉되지 않을 경우에만해 금속구조물·창호공사업체들은 해당되는 태양광설비 공사에 참여할 수 있는 법적 요건을 갖추게 되는 것임.
  - 금속구조물·창호 태양광설비 시공 자격을 명확히 하기 위한 법령 개정안을 다음의 표-19와 같이 제안함.

<표-19> 건산업 별표 1(건설업의 업종과 업종별 업무내용) 개정안<sup>31)</sup>

구분	건설업종	업무내용	건설공사의 예시
전문 공사를 시공 하는 업종	7. 금속구조물· 창호공사업	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 창호공사: 각종 금속재·합성수지·유리·태양전지판 등으로 된 창 또는 문을 건축물 등에 설치하는 공사</li> <li>- 금속구조물공사                             <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ 금속류 구조체를 사용하여 건축물의 천장·벽체·칸막이 등을 설치하는 공사</li> <li>◦ 금속류 구조체를 사용하여 도로, 교량, 터널 및 기타의 장소에 안전·경계·방호·방음·집광시설물 등을 설치하는 공사</li> <li>◦ 각종 금속류로 구조물 및 공작물을 축조하거나 설치하는 공사</li> </ul> </li> <li>- 온실설치공사: 농업·임업·원예용 등 온실의 설치공사</li> </ul>	<p>창호공사, 발코니창호공사, 외벽유리공사, 커튼월창호공사, 태양광창호공사, 배연창·방화문설치공사, 자동문·회전문설치공사, 승강장스크린도어설치공사, 유리공사 등</p> <p>천정·건식벽체·강제벽체·경량칸막이 등의 공사</p> <p>가드레일·가드케이블·표지판·방호울타리·웬스·낙석방지망·낙석방지책·방음벽·방음터널·교량안전점검시설·버스승강대·도로교통안전시설물·<b>금속구조물태양광</b> 등의 공사</p> <p>굴뚝·탱크·수문설치·셔터설치·옥외광고탑·격납고도어·사다리·철재프레임·난간·계단 등의 공사</p> <p>농업·임업·원예용 등 온실설치공사와 부대설비공사</p>

주: 굵은 글자체로 밑줄 친 부분이 기존 조문에 추가되는 내용임.

31) 본 표는 「건설산업기본법 시행령」 별표 1에 제시된 다른 업종은 모두 생략하고, 해당 업종인 ‘7. 금속구조물·창호공사업’만 표현한 것임.

## (2) 시공기준 개선

- 금속구조물·창호 등에 설치하는 태양광설비는 「신에너지 및 재생에너지 개발·이용·보급 촉진법」에 근거를 두고 사업이 시행되고 있으며, 하위 제도인 「신재생에너지 설비의 지원 등에 관한 규정 및 지침」에서 관련 시공기준 등을 정하고 있음. 따라서 태양광설비 시공 자격의 합리화를 위해서는 아래와 같은 시공기준 개선이 요구됨.
  - 태양광설비 등이 정부의 보조금 지원을 받기 위해서는 상기의 법과 규정, 지침을 준수해야 하며, 상기 규정(산업통상자원부 고시 제2013-11호)에서 “시공자”란 신재생에너지전문기업 또는 인증 받은 신재생에너지 설비를 생산하는 제조업자라고 규정함.<sup>32)</sup>
  - 상기의 법과 규정은 모든 부문의 신재생에너지 설비에 공통적으로 적용되는 제도이지만, 관련 지침(에너지관리공단 신재생에너지센터 공고 제 2013-3호)에서는 각각의 신재생에너지 설비 원별로 별도의 세부사항들을 정하고 있음.
  - 따라서, 전문건설업체가 사업의 특성 등에 따라 일부 건설공사의 성격이 강한 신재생에너지 사업에 주된 시공자로 참여하기 위해서는 세부 지침에서 별도의 시공기준 및 자격을 명확히 규정해야 함.
  - 태양광설비의 시공기준은 「신재생에너지 설비의 지원 등에 관한 지침」 별표 1의 2번 항목으로 제시되어 있으며,<sup>33)</sup> 각각의 세부 요소별로 구체적인 시공기준을 제시하고 있음.
  - 금속구조물·창호 태양광설비의 시공 자격을 명확히 하기 위해서는 우선 별표 1의 ‘총칙’에 전문 시공자 활용을 위한 근거조항을 추가할 필요성이 있고, 세부적인 시공에 관한 지침은 ‘태양광설비 시공기준’ 상에 제시할 수 있을 것임.
  - 금속구조물·창호 태양광설비의 시공기준 개선 및 구체화를 위한 개정안을 다음의 표-20과 같이 제안함.

32) 실질적인 신재생에너지 설비의 시공은 시공업자 또는 제조업자가 수행한다고 할 수 있음. 제조업자는 관련 설비를 생산하는 자이며, 시공업자는 신재생에너지전문기업으로 등록된 전문건설업자 또는 전기공사업자 등이라고 할 수 있음.

33) 별표 1(신재생에너지 설비 원별 시공기준)의 1번 항목은 모든 신재생에너지 설비에 공통 적용되는 ‘총칙’이며, 2번 항목은 ‘태양광설비 시공기준’임

<표-20> 신재생에너지 설비 시공기준 개선안<sup>34)</sup>

구분	항목	내용(시공기준)
1. 총칙	나. 공통 적용 기준	<p>가) 신재생에너지 설비 중, 보급 정책에 수반되는 태양광(집광채광), 태양열, 지열, 풍력, 수력, 연료전지, 및 목재펠릿보일러 설비 등에 대해 규정한다.</p> <p>나) ~ 마) (생략)</p> <p><b>바) 소유자는 현장조건과 사업특성 등을 고려해 신재생에너지 설비 설치에 적합한 전문 시공자(설계자)를 활용해야 하며, 신재생에너지센터(주관부서)는 이를 위한 시공자(설계자)의 자격 등을 별도로 정할 수 있다.</b></p>
2. 태양광 설비 시공기준	가. 태양전지판	<p>1) 모듈 센터에서 인증한 태양전지 모듈을 사용하여야 한다. 단, 건물일체형 태양광시스템의 경우 ----- (이하 생략) -----</p> <p><b>6) 전문 시공자의 활용</b> <b>센터의 장은 시공의 특성 등을 고려해 필요하다고 인정하는 경우 규정 제18조(시공자) 제1항에도 불구하고 건설산업기본법 시행령 제7조에 따른 업종에 등록된 전문건설업체에게 태양전지판 시공과 이와 관계된 시공의 일부 또는 전부를 맡기도록 조치할 수 있다.</b></p>
	나. 지지대 및 부속자재	<p>1) 설치상태 바람, 적설하중 및 구조하중에 견딜 수 있도록 설치하여야 한다. 건축물의 방수 등에 문제가 없도록 설치하여야 하며 ----- (이하 생략) -----</p> <p><b>4) 전문 시공자의 활용</b> <b>센터의 장은 시공의 특성 등을 고려해 필요하다고 인정하는 경우 규정 제18조(시공자) 제1항에도 불구하고 건설산업기본법 시행령 제7조에 따른 업종에 등록된 전문건설업체에게 지지대 및 부속자재 등 시공의 일부 또는 전부를 맡기도록 조치할 수 있다.</b></p>

(다음 페이지에 표 계속)

34) 본 표는 「신재생에너지 설비의 지원 등에 관한 지침」 별표 1의 “1. 총칙”과 “2. 태양광설비 시공기준” 내용 중 개정이 필요한 일부 부분만 발췌하여 제시하고 있음.

<표-20> 신재생에너지 설비 시공기준 개선안 - 표 계속

구분	항목	내용(시공기준)
2. 태양광 설비 시공기준	마. 기 타	1) 명판 가) 모든 기기는 용량, 제작자 및 그 외 기기별로 나타내어야할 사항이 ----- (이하 생략) ----- 5) 건물일체형 태양광시스템(이하 BIPV) 가) 건물일체형 태양광시스템(BIPV)이란 태양광 모듈을 건축물에 설치하여 건축 부재자의 역할 및 기능과 전력생산을 동시에 할 수 있는 시스템으로 창호, 스펀드럴, 커튼월, 이중파사드, 외벽, 차양시설, 아트리움, 싱글, 지붕재, 캐노피, 테라스, 파고라 등을 범위로 한다. 건물일체형 태양광 시스템은 전력생산 및 부재자의 기능을 동시에 고려하여 건축물의 형상과 조화를 이루면서 동시에 지역의 방위각 및 경사각 변화에 따른 발전량 분포를 참고하여 발전량을 극대화할 수 있는 위치를 선정하여야 한다. 나) 신청자(소유주, 발주처 등을 포함), 설계자 및 시공자는 다음의 사항을 준수하여 설계·시공하고 감리원은 확인하여야 한다. ① 건축물의 설비기준 등에 관한 규칙(국토교통부령) 및 건축물 에너지절약 설계기준(국토교통부고시)에 의해 ----- (이하 생략) ----- <b>다) 건축적 특성이 강하거나 구조안전의 중요성이 크다고 인정되는 BIPV의 경우 건설산업기본법 시행령 제7조에 따른 업종에 등록된 전문건설업체가 시공에 참여할 수 있도록 해야 한다.</b>

주: 굵은 글자체로 밑줄 친 부분이 기존 조문에 추가되는 내용임.

(3) 발주관행 개선

- 금속구조물·창호 태양광설비 발주의 주요 문제점 중 하나는 상당수의 발주가 시설공사가 아닌 물품구매로 발주되고 있다는 것임. 이는 제도적인 개선보다 발주관행의 개선이 요구되는 사안임.
- 금속구조물·창호 태양광설비의 발주는 크게 1) 시설공사, 2) 현장설치도

- 조건의 물품구매, 3) 단순 물품구매의 3가지 유형으로 구분할 수 있음.
- 상기 유형 중 실제로 많은 발주가 이루어지고 있는 현장설치도 조건의 물품구매는 시방 및 설치조건이 시설공사와 다를 바가 없음.
  - 따라서, 시공적인 요소가 많이 포함되어 있는 태양광설비를 물품구매로 발주하는 관행은 여러 가지 품질저하 및 하자발생 등의 문제를 야기할 수 있으므로 이에 대한 개선이 필요함.
  - 아울러, 상기 유형 중 단순 물품구매를 제외한 시설공사 및 현장설치도 조건의 물품구매는 관련 법령에 의해 등록된 전문건설업체가 시공할 수 있도록 발주해야 할 것임.
  - 금속구조물·창호 태양광설비의 발주관행 개선방안<sup>35)</sup>을 다음의 표-21과 같이 제안함.

<표-21> 금속구조물·창호 태양광설비 발주관행 개선방안

구분	현행	개선안
시설공사	- 시공 자격(전문건설업 또는 전기공사업) 요구기준 불명확	- 전문공사의 성격이 70% 이상일 경우 전문공사로 분류 - 전기공사의 성격이 70% 이상일 경우 전기공사로 분류 - 전문공사 또는 전기공사가 최소 30% 이상이며, 두 공사가 복합된 경우 전문공사와 전기공사의 시공 자격 함께 요구
물품구매 (현장 설치도)	- 시공 요소(전문공사 및 전기공사) 포함 비중에 상관없이 발주기관 판단에 따라 물품구매로 발주	- 시공 요소가 20% 이상 포함되었을 경우 상기 개선안과 같이 시설공사로 발주 - 시공 요소가 20% 미만일 경우 물품구매(현장설치도)로 발주
단순 물품구매	- 제조업자가 물품(태양전지판 등)을 현장에 납품	- 현행과 같음(단순한 물품의 납품으로 한정하며, 설치는 제외)

주: 시공 자격 중 “신재생에너지전문기업” 요건은 생략하고 표현하였음.

35) 이 발주관행 개선방안은 중앙정부 및 지방자치단체, 조달청, 교육청, 정부투자기관, 지방 공기업 등 공공발주기관에서 태양광설비 발주시 적용할 것을 권장하는 개선방안임.

## 4.2 결론 및 향후 연구과제

- 정부의 신재생에너지 보급 활성화 정책 등으로 태양광 발전을 비롯한 발전부문 신재생에너지 설비를 건축물·구조물에 설치하는 사례가 증가하고 있으며, 이로 인해 태양광설비의 발주 및 시공 자격에 대한 문제 제기가 나타나고 있음.
  - 금속구조물·창호 태양광설비를 발주함에 있어 일부의 사례는 전문건설업체가 배제된 채 신재생에너지전문기업으로 등록된 전기공사업체가 전체 공사를 수행하고 있음.
  - 또한, 상당수의 사례는 시공적 요소가 많이 포함되어 있음에도 불구하고 시설공사가 아닌 물품구매(현장설치도)로 발주되고 있음.
  - 즉, 전문건설업과 전기공사업의 시공 자격을 함께(동시에) 요구하더라도 전문건설(금속구조물·창호)업체의 시공자적 역할이 다소 축소되어 있다는 지적이 나타나고 있음.
- 이러한 문제점들 때문에 본 연구는 금속구조물·창호 태양광설비의 발주 문제점을 개선하고 시공 자격을 명확하게 하기 위한 제도개선 및 정책건의 사항을 도출하였음.
  - 첫째, 법령 개정안을 제안함. 등록된 전문건설업체가 금속구조물·창호의 태양광설비 시공에 참여하기 위한 법적 근거를 「건설산업기본법 시행령」 별표 1의 ‘업종별 업무내용’에 명확히 제시한 것임.
  - 둘째, 시공기준 개선안을 제안함. 태양광설비 시공 자격의 합리화를 위해 「신재생에너지 설비의 지원 등에 관한 지침」 별표 1의 ‘총칙’ 및 ‘태양광설비 시공기준’에 전문 시공자를 활용하도록 함.
  - 셋째, 발주관행 개선방안을 제안함. 시설공사 또는 물품구매로 발주되는 태양광설비의 시공 자격(전문건설업 또는 전기공사업) 요구기준을 구체화했으며, 시공 요소(전문공사 및 전기공사) 포함 비중을 판단해 시설공사 또는 물품구매로 발주하는 구체적 기준을 제시한 것임.

- 본 연구는 금속구조물·창호 태양광설비 설치공사의 시공 자격에 관한 문제제기와 함께 3가지의 제도개선 및 정책건의(법령 개정, 시공기준 개선, 발주관행 개선) 사항을 제안했으나, 본 연구가 제안한 방안이 정책적으로 채택되고, 앞으로 금속구조물·창호 태양광공사에 전문 시공자의 역할이 명확해지기 위해서는 다음과 같은 보다 심도 있는 연구과제가 수행되어야 할 것임.
  - 금속구조물·창호 태양광설비 시공에 있어 건축공사와 전기공사의 명확한 영역 구분에 관한 기술적 연구
  - 실제 다수의 사례조사를 통한 태양광설비 시공 및 물품구매·납품 과정의 구체적 문제점 도출 및 하자유형 분석 연구
  - 금속구조물·창호 태양광설비의 효율적 시공을 위한 전문건설업체와 전기공사업체의 협업모델 개발 연구
  - 금속구조물·창호를 포함한 태양광설비 전반의 발주 시스템 및 시공 자격 개선에 관한 연구
  - 태양광설비를 포함한 다양한 신재생에너지 설비의 발주 시스템 및 시공 자격 개선에 관한 연구 등

- 유일한, 연구위원([ihyu71@ricon.re.kr](mailto:ihyu71@ricon.re.kr))



## 참 고 문 헌

1. 대한건설정책연구원(2012), 건물지붕의 태양광 등 설치공사 시공 자격에 관한 연구
2. 산업통상자원부·에너지관리공단(2013), 신재생에너지 설비의 지원 등에 관한 규정 및 지침
3. 윤중호(2005), BIPV 시스템 활용 및 설계 사례, 한국그린빌딩협의회
4. 윤중호(2006), 건물일체형 태양광발전(BIPV) 시스템의 설계 및 응용기술, 설비저널
5. 이경주(2011), 건축물 용도별 BIPV 설계 및 시공사례, 한국태양에너지학회지
6. 이종민(2010), BIPV 보급 활성화를 위한 국내외 지원정책 현황 분석, 대한설비공학회
7. 에너지관리공단(2010), 일반 건축물 신재생에너지 설비시스템 표준설계 가이드라인
8. 에너지관리공단(2012), 2011년 신재생에너지 보급통계
9. 에너지관리공단(2013), 신재생 건축물인증 및 설치의무화 설명회 자료
10. 조대성(2012), 건물일체형 태양광발전시스템(BIPV)의 설계 및 시공시 고려사항, 건설기술 쌍용
11. 조한(2006), 건물통합형 태양광 시스템의 건축디자인 적용방법 연구, 대한건축학회논문집(계획계)
12. 한국건설기술연구원(2007), 건물 유형별 BIPV 표준설계, 지식경제부
13. 조달청, 나라장터 국가종합전자조달 시스템 <<http://www.g2b.go.kr>>

## 부록: 설문조사서

## 금속구조물·창호 태양광 설치공사 시공 자격에 관한 의견조사

안녕하십니까?

금속구조물·창호공사협회와 대한건설정책연구원은 전문건설협회 회원사들의 시장창출과 권익증진 등을 위하여 「**금속구조물·창호 태양광 설치공사 시공 자격에 관한 연구**」를 수행하고 있습니다. 최근 신재생에너지 설비 설치사업이 증가하면서 건축물과 구조물에 태양광설비 등을 설치하는 발주가 많아지고 있는데, 이러한 사업들이 산업통상자원부(전, 지식경제부)의 사업비 지원을 받음에 따라 **전기공사협회**와 **신재생에너지 설비 설치전문기업** 신고를 한 업체가 대부분의 납품 및 시공을 담당하는 경우가 많았습니다.

최근 들어 발주가 많아지고 있는 건물의 외벽 또는 커튼월에 일체형으로 설치하는 **건물 일체형 태양광시스템(BIPV)** 및 기타 **금속구조물 등에 설치하는 태양광시스템**의 경우 일부 전문건설업(금속구조물·창호공사업) 등록을 시공 자격으로 요구하고 있기는 하나, 「건설산업기본법 시행령(별표1)」에서 정하고 있는 업종별 업무내용에 이와 같은 태양광시공 부분이 누락됨에 따라 일부 사업들은 전문건설업체의 참여가 배제되고 있는 상황입니다. 이에 본 연구는 건물의 구조, 단열, 방수 등에 영향을 미치는 금속구조물·창호 태양광 설치 공사에 **등록된 전문건설업자의 참여**가 반드시 요구된다는 사안에 대해 많은 현장 전문가들을 대상으로 의견조사를 하고자 합니다.

본 의견조사에 귀하의 적극적인 협조를 부탁드립니다. 이 조사표에 기재된 내용은 통계법 제33조 등에 의거 비밀이 보장되며 통계 목적 이외의 사용은 금지되어 있음을 알려드립니다.

귀사와 귀하의 앞날에 무궁한 발전이 있으시기를 진심으로 기원합니다.

### <제출 및 문의>

- ♣ 설문지 제출 기간 : 2013년 8월 2일
- ♣ 설문지 제출 방법 : 팩스, 이메일, 우편
- ♣ 문 의 처 :

### < 응답자 정보 >

※ 해당번호에 꼭 체크(✓) 바랍니다.

회사의 주력분야	① 금속구조물	② 창호	③ 기타
태양광 시공경험	① 있음	② 없음	③ 잘 모르겠음
응답자 업무경력	① 20년 이상	② 20년 미만 ~ 10년 이상	③ 10년 미만

■ 다음은 현황 및 문제점에 관한 질문입니다. 해당번호에 체크(√) 또는 기입 바랍니다.

1. 신재생에너지 이용 촉진 등에 관한 정책에 따라 향후 금속구조물·창호에 설치하는 태양광설비의 발주가 지속적으로 확대될 것으로 생각하십니까?
  - ① 급속하게 확대될 것이다.
  - ② 점진적으로 확대될 것이다.
  - ③ 현재보다 크게 확대되지는 않을 것이다.
  - ④ 잘 모르겠다.
  
2. 금속구조물·창호에 설치하는 태양광설비는 주로 어떤 형태가 많이 선호될 것이라고 생각하십니까?
  - ① 입면일체형 태양광 발전시스템(BIPV)
  - ② 차양형(고정, 가동) 태양광 발전시스템
  - ③ 건물입면 외의 기타 금속구조물에 설치하는 태양광 발전시스템
  - ④ 기 타( )
  
3. 현재 금속구조물·창호에 설치하는 태양광설비의 발주는 ‘시설공사’보다 ‘물품구매(현장설치도)’로 발주되는 경우가 더 많습니다. 앞으로의 발주 형태는 어떠해야 한다고 생각하십니까?
  - ① 현재와 같이 물품구매(현장설치도)로 발주해도 상관없다.
  - ② 현장설치도인 경우에는 모두 시설공사로 발주하는 것이 타당하다.
  - ③ 발주자가 공사특성을 고려하여 물품구매(현장설치도) 또는 시설공사 여부를 결정하도록 한다.
  - ④ 기 타( )
  
4. 건축물 등에 설치하는 태양광설비는 신재생에너지전문기업(태양에너지)으로 신고된 전기공사업체만으로 시공하는 경우도 있습니다. 전문건설업체의 참여가 반드시 요구된다고 생각하십니까?
  - ① 전기공사업체가 시공해도 무방하다.
  - ② 전문건설업체의 부분적인 참여가 필요하다.
  - ③ 전문건설업체의 주도적인 참여가 필요하다.
  - ④ 잘 모르겠다.
  
5. 다음 중 전문건설업체(금속구조물·창호)가 반드시 주된 시공자로 참여하여야만 하는 태양광설비 공사는 무엇이라고 생각하십니까? (※ 복수응답 가능)
  - ① 입면일체형 태양광설비(BIPV) 설치 공사
  - ② 차양형(고정, 가동) 태양광설비 설치 공사
  - ③ 건물입면 외의 기타 금속구조물에 설치하는 태양광설비 설치 공사
  - ④ 기 타( )

6. 건축물 등의 태양광설비 시공시 전문건설업체 미 참여에 따른 문제점은 무엇이라고 생각하십니까? (※ 복수응답 가능)

- ① 구조안전의 문제 발생이 우려될 수 있다.
- ② 단열의 문제 발생이 우려될 수 있다.
- ③ 방수의 문제 발생이 우려될 수 있다.
- ④ 태양광 모듈과 다른 건축마감재 등과의 연결부위 하자 발생이 우려될 수 있다.
- ⑤ 전문건설업체가 시공하지 않아도 별다른 문제가 예상되지 않는다.
- ⑥ 기 타( )

▣ 다음은 개선방향에 관한 질문입니다. 해당번호에 체크(✓) 또는 기입 바랍니다.

7. 입면일체형 태양광설비(BIPV)의 가장 합리적인 시공 자격은 무엇이라고 생각하십니까?

- ① 신재생에너지전문기업(태양에너지) + 전기공사업 + 금속구조물·창호공사업
- ② 신재생에너지전문기업(태양에너지) + 전기공사업
- ③ 신재생에너지전문기업(태양에너지) + 금속구조물·창호공사업
- ④ 기 타( )

8. 차양형(고정, 가동) 태양광설비의 가장 합리적인 시공 자격은 무엇이라고 생각하십니까?

- ① 신재생에너지전문기업(태양에너지) + 전기공사업 + 금속구조물·창호공사업
- ② 신재생에너지전문기업(태양에너지) + 전기공사업
- ③ 신재생에너지전문기업(태양에너지) + 금속구조물·창호공사업
- ④ 기 타( )

9. 건물입면 외의 기타 금속구조물에 설치하는 태양광설비의 가장 합리적인 시공 자격은 무엇이라고 생각하십니까?

- ① 신재생에너지전문기업(태양에너지) + 전기공사업 + 금속구조물·창호공사업
- ② 신재생에너지전문기업(태양에너지) + 전기공사업
- ③ 신재생에너지전문기업(태양에너지) + 금속구조물·창호공사업
- ④ 기 타( )

10. 다음의 금속구조물·창호 태양광설비 공사항목 중 전기공사업체가 아닌 전문건설업체가 주도적으로 시공하여야 할 항목은 무엇이라고 생각하십니까? (※ 최대 5개 항목까지 선택 가능)

- ① 모듈 설계 및 도면 설계
- ② 부자재 제작 의뢰 및 구매
- ③ 태양광 모듈/인버터 성능 검수

- ④ 프레임(커튼월 등) 및 부속자재 시공
- ⑤ 태양광 모듈 설치
- ⑥ 인버터 설치
- ⑦ 모듈 결속 작업
- ⑧ 전기 배선 및 배관 작업
- ⑨ 모니터링 장치(계측설비) 설치
- ⑩ 사용 전 성능 테스트 및 안전 검사

11. 기타 의견이나 건의사항이 있으시면 자유롭게 적어주시길 바랍니다.

- 끝까지 응답하여 주셔서 감사합니다 -