

3 耐震対策

耐震対策

●地震と建築電気設備

1995年1月17日の阪神淡路大震災により、日本は多大な被害を受けました。この地震により、電気・ガス・水道・電話といったライフラインの停止のみならず、建築電気設備も損傷し、その機能を維持することが不可能になった建物が多くありました。

さらに、2011年3月11日に発生した東日本大震災では、非構造材の落下、吊り天井の落下事故が広域にわたって発生しました。

その原因として、以下のものが挙げられます。

建築電気設備で被害を受けたものとその原因	
項目	内容
受変電設備	変圧器、配電盤類の固定ボルトの破損による転倒等
自家発電設備	固定ボルトの破損による機器の転倒及び水冷式機関の冷却水の断水、オイル等の配管の破損
蓄電池設備	電槽の破損、固定ボルトの破損による機器の移動等
幹線設備	配管、配線の支持金物、ボルトの破損及び脱落
負荷設備	照明器具の脱落、落下及び壁付器具、天井付器具の脱落、落下
その他（非構造材）	天井材の脱落、吊ボルトの脱落、制気口類の脱落、建築との取り合い部分の相互破損（平25・8・5国交通告771等）

●耐震対策

(1) 耐震基準

耐震基準には、「建築電気設備の耐震設計・施工マニュアル」（日本電設工業協会、2016）及び「自家用発電設備耐震設計のガイドライン」（日本内燃力発電設備協会編、2005）等があります。また、「建築物の耐震改修の促進に関する法律」が制定され、耐震診断、耐震改修の努力義務を課すとともに、認定制度による建築基準法上の特例や税制上の優遇措置などを行うことで、改修の促進が図られています。

さらに、建築物に設ける天井のうち「特定天井」を規制の対象として、建築基準法施行令39条3項、4項の規定が新設されています。

(2) 耐震措置の方法

耐震措置の方法は、「建築電気設備の耐震設計・施工マニュアル」等を基本とするほか、以下の措置を施すことにより耐震性の向上を図ります。

- ① 重量機器等の固定：転倒防止用固定金物の採用
- ② 重量機器と配管配線等の接続部：可とう継手の利用
- ③ 屋外からの引込部：変位吸収用ハンドホールの設置、可とう継手の利用、ケーブル余長の確保
- ④ 幹線等配管配線の支持：躯体からの固定箇所を増設、可とう接続箇所の設置
- ⑤ 照明器具等の機器類の取付け：落下防止用吊りボルトの設置

(3) 太陽光発電設備

設計手順

●太陽光発電設備の特徴

太陽光発電設備は、太陽電池を利用し、太陽光のエネルギーを直接的に電力に変換する発電方式です。発電の過程でも廃棄物を出さないクリーンなエネルギーで環境面でのメリットがあるほか、運用と保守の経費が安価なため需要が拡大しています。太陽光発電は優れた点がある反面、留意する必要がある点も多いため、これらの特徴をよく理解した上で採用を検討する必要があります。

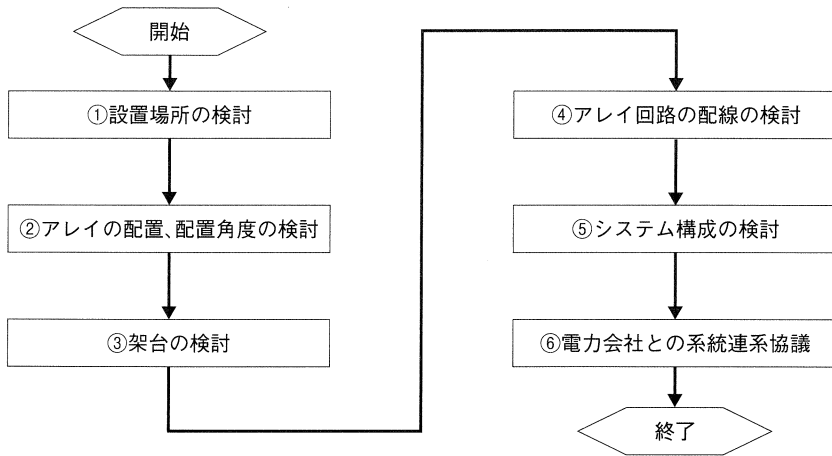
太陽光発電システムの特徴	
項 目	内 容
長 所	① エネルギー源である太陽光は無尽蔵で費用を要しない。 ② 機械的な故障が少なく、保守もほとんど要しない。 ③ 規模に関わらず発電効率が一定である。 ④ 廃棄物、温排水、排気、騒音、振動などの発生がない。 ⑤ 停電時に非常用の電源となり得る。 ⑥ 建築物の屋根や壁面にも設置可能である。
短 所	① 入射エネルギーが希薄（大容量とするには広い設置面積が必要である。）。 ② 気象条件により発電量の変化が大きい。

太陽電池の出力は直流であることと、さらに接続する負荷インピーダンスの変化によって直流電圧が変化しますので、安定した直流電圧とするためにはDC/DCコンバーターが必要となります。さらに安定した電力供給源とする場合には蓄電池の併設を行います。交流出力とする場合は、直流を交流に変換するインバーターが必要となります。

●太陽光発電設備の計画フロー

太陽光発電設備は、自然条件、特に日射条件に発電量が大きく左右されます。計画するに当たっては、設置場所の検討から、適用先や用途等により異なるシステムの検討、電力会社との系統連系協議等が必要になります。太陽光発電の計画フローを以下に示します。

【太陽光発電設備計画フロー図】




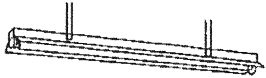

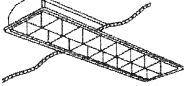

太陽光発電設備の計画フロー	
項 目	内 容
① 設置場所の検討	太陽光発電設備は、特に日射条件に発電量が大きく左右される。太陽光を有効に採光できる場所への設置が望ましい。
② アレイの配置、設置角度の検討	発電量シミュレーション、耐風圧、積雪対策、コストの検討を行いながらアレイの配置、設置角度を検討する。アレイの配置については、各自治体の消防において消火活動上必要な保守スペース、パネル間の間隔等の指導があるので留意する。
③ 架台の検討	強度的には風圧荷重、積雪荷重、地震荷重等を考慮してアレイ用の架台の計画を行う。
④ アレイ回路の配線の検討	太陽光モジュールは1枚当たりの電圧が10～15Vのため、所要の電圧が得られるよう直列回路を構成し、所要の容量を確保できるよう複数の直列回路を並列に組み合わせて配線の計画を行う。通常、アレイ架台には太陽電池回路を集電させるための集電箱が設置され、直列単位に逆流防止ダイオードが組み込まれる。配線工事は電気設備に関する技術基準を定める省令4条、電気設備の技術基準の解釈46条に沿って施工を行う。

⑤ システム構成の検討	適用例、用途によって、系統連系、逆潮流、停電時利用等の要否を検討し、システム構成を決定する。
⑥ 電力会社との系統連系協議	系統連系に当たっては、電力会社との系統連系協議が必要になる。その前提として固定価格買取制度の導入に伴い、全量売電、余剰電力売電、全て自家消費のどれかを選択することになる。そして、電力会社への逆潮流の有無、連系を行う電圧の選択、自立運転切替えの有無を選択する。系統連系する場合は系統連系保護装置等の計画が必要となる。近年、電力会社の送電系統における接続可能容量が減少し、希望どおりの連系ができない場合がある。そのため、計画段階での電力会社への事前確認が必要となる。

照明器具の選定

●照明器具の種類

照明器具は使用される場所や環境に応じて、多様な構造の器具が製作されています。代表的な照明器具の種類を以下に示します。

代表的な照明器具の種類		
種類	外観図	特徴
天井直付け灯		一般事務室などに広く用いられる。壁や天井も比較的明るくでき、施工が比較的容易である。
吊下げ型		工場、機械室など、天井が高い場所に用いられる。
天井埋込灯		一般事務室などに広く用いられる。光源と天井と明暗の度合いがやや大きい。
天井埋込灯ルーバ付		一般事務室などに広く用いられる。パソコン画面への光源の映り込みを防ぐ効果がある。
ブラケット		壁面に取り付ける構造で、階段室、洗面所、建物外壁などに用いられる。

(電気設備学会編「電気設備ハンドブック」(株)オーム社(2016)167pにより作成)

●照明器具の選定の考え方

照明器具の選定は、対象場所が照明に期待する機能と性能を勘案して行います。

対象場所が照明に期待する機能と性能とは、明るさ・雰囲気・視覚障害の許容度などです。具体的には、照明方式の選定、必要照度の設定、グレアの許容度、光源の選定、省エネルギー性などがあります。

施設照明（店舗や住宅以外）を計画する場合は効率やグレアを最重要視し、埋込型施設用蛍光灯器具を選定する場合があります。この場合、作業面全体が均一になるように照明器具は均等に等間隔に配置します。建築計画との関連でシステム天井や建築

化照明が採用されることがありますので、意匠設計と十分な打合せを行い、照明効果上の諸問題を解決することが重要です。

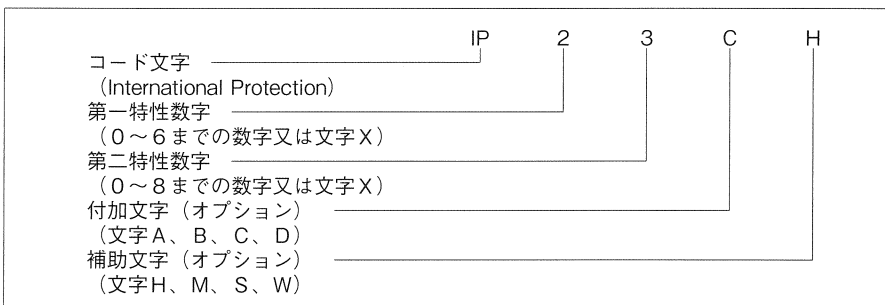
照明器具の配置は、単に照明効果を優先して決定されるのではなく、照明器具が取り付けられる場所（天井、壁、柱など）によって、同様に当該場所に取り付けられる建築や建築設備の部位、機器などとの機能要求や配置バランスを考慮して決定します。

●特殊環境における照明器具の選定

(1) 防雨防湿器具

照明器具の仕様に「防雨型・防湿型」と表現されているものがあります。これは、照明器具が水の浸入に対して保護されていることを表します。保護の程度にはいくつかの段階があり、具体的にはIPコードという記号で表示することが決められています（IEC60529、JISC0920(2003)（表1・表2・表3））。

【電気機械器具の外郭による保護等級（IPコード）の構成】



(JISC0920(2003)(4・1))

IPコードでは、電気機器のキャビネットの機能のうち、危険な箇所への接近、外来固形物の侵入及び水の浸入に対する保護の等級を規定しています。

第一特性数字で示される危険な箇所への接近に対する保護等級	
数 字	要 約
0	無保護
1	こぶしが危険な箇所へ接近しないように保護している。
2	指での危険な箇所への接近に対して保護している。
3	工具での危険な箇所への接近に対して保護している。
4、5、6	針金での危険な箇所への接近に対して保護している。

(JISC0920(2003)(表1)により作成)

第一特性数字で示される外来固形物に対する保護等級	
数字	要約
0	無保護
1	直径50mm以上の大きさの外来固形物に対して保護している。
2	直径12.5mm以上の大きさの外来固形物に対して保護している。
3	直径2.5mm以上の大きさの外来固形物に対して保護している。
4	直径1.0mm以上の大きさの外来固形物に対して保護している。
5	防じん形（じんあいの侵入を完全に防止することはできないが、電気機器の予定の動作及び安全性を阻害する量のじんあいの侵入があってはならない。）
6	耐じん形（じんあいの侵入がない。）

(JISC0920(2003)(表2)により作成)

第二特性数字で示される水に対する保護等級		
数字	保護内容	定義
0	無保護	—
1	鉛直落下	鉛直に落下する水滴によっても有害な影響を及ぼしてはならない。
2	落下 (15度偏向)	外郭が鉛直に対して両側に15度以内で傾斜したとき、鉛直に落下する水滴によっても有害な影響を及ぼしてはならない。
3	散水 (Spraying)	鉛直から両側に60度までの角度で噴霧した水によっても有害な影響を及ぼしてはならない。
4	飛まつ (Splashing)	あらゆる方向からの水の飛まつによっても有害な影響を及ぼしてはならない。
5	噴流 (Jetting)	あらゆる方向からのノズルによる噴流水によっても有害な影響を及ぼしてはならない。
6	暴噴流	あらゆる方向からのノズルによる強力なジェット噴流水によっても有害な影響を及ぼしてはならない。
7	一時的潜水	規定の圧力及び時間で外郭を一時的に水中に沈めたとき、有害な影響を生じる量の水の浸入があってはならない。
8	継続的潜水	関係者間で取り決めた数字7より厳しい条件下で外郭を継続的に水中に沈めたとき、有害な影響を生じる量の水の浸入があってはならない。

(JISC0920(2003)(表3)により作成)

(2) 高温、低温用器具

一般的な照明器具の使用周囲温度範囲は35℃までですが、高温用器具は、工場のボイラー室や店舗の厨房等で使用できるよう、温度範囲を60℃とした照明器具です。

低温用器具は冷蔵庫、冷凍庫に使用する器具をいい、周囲温度により、適合する器具を選定します。温度帯の種類には、C級（クーラー級）やF級（フリーザー級）があります。温度により光束が大きく変化するので、照度計算時には注意する必要があります。

(3) クリーンルーム用器具

クリーンルームの清浄度は、1 ft³当たりの0.5 μm以上のじんあい数により、クラス100、1,000、10,000、100,000などに分類されています（米国連邦規格Federal Standard 209b）。

計画・設計時には、清浄度に合わせて機器を選定したり、室内の気流を乱さないように器具を設置する必要があります。

クリーンルーム用照明器具は、じんあいの付着や堆積がしにくい構造、静電気によるほこりの付着の防止、気密性に優れている等の特徴があります。

(4) 耐食型器具

錆の発生しやすい各種の水処理場や、化学工場、プラント、地下通路等には、周囲環境に出る塩分、腐食性ガス、薬品等に耐えられる材質でできた耐食型器具の使用を検討します。具体的な製品としては、器具本体に耐酸・耐薬品性の高いガラス繊維強化ポリエステルを使用したり、カバーを変色しにくいアクリル樹脂製とした密閉構造とし、錆を防ぐ等の特徴を持つものがあります。

(5) 防爆器具

ア 防爆に関する規格の構成

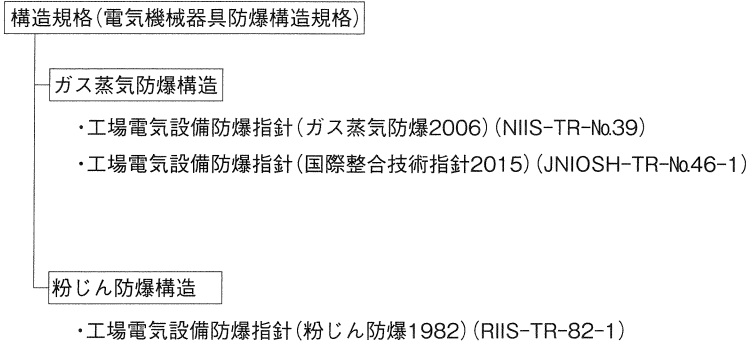
電気機器の防爆構造について定めた唯一の規格は、「電気機械器具防爆構造規格」（昭和44年労働省告示16、以下「構造規格」といいます。）です。

構造規格では、ガス蒸気防爆構造及び粉じん防爆構造の基本的要件を定めており、これを補うために、労働安全衛生総合研究所がそれぞれの防爆指針を発行しています。

また、構造規格では、「規格と関連する国際規格等に基づき製造されたものであつて、規格に適合する電気機械器具と同等以上の防爆性能を有することが試験等により確認されたものは、規格に適合しているものとみなす。」との規定があり（構造規格5）、これに基づいて、ガス蒸気防爆に関しては、国際規格（IEC規格）に基づいた規格体系が検定の基準として運用されています。つまり、実質的には2つの規格体系があります。

いずれの規格に従うかは、メーカーの方針やユーザーからの要求によって決まりますが、適用規格はいずれか一方だけでなければならず、両方の規格の一部分ずつを適用することはできません。

【防爆に関する規格の構成】



イ ガス蒸気防爆

ガス蒸気危険場所に設置する電気器具には、主に以下の防爆構造の種類があります。これらのうち、照明器具として製品化されているのは、耐圧防爆構造、安全増防爆構造です。

ガス蒸気危険場所における主な防爆構造の種類		
項 目	内 容	条 項
耐圧防爆構造 (記号 d)	容器が、その内部に侵入した可燃性ガス蒸気による内部爆発に対して損傷を受けることなく耐え、かつ、容器のすべての接合部又は構造上の開口部を通して外部の対象とする可燃性ガス蒸気の発火を生じさせることのない電気機器の防爆構造をいう。	ユーザーのための工場防爆設備ガイド(JNIOOSH-TR-NO.44(2012))
内圧防爆構造 (記号 f)	容器内の保護ガスの圧力を外部の雰囲気圧力よりも高い圧力値に保持し、かつ、容器内の可燃性ガス蒸気の濃度を爆発下限界より十分に低いレベルに希釈することによって、防爆性能を確保する電気機器の防爆構造をいう。	
安全増防爆構造 (記号 e)	正常な使用中にはアーク又は火花を発生することのない電気機器に適用する防爆構造であって、過大な温度上昇のおそれ並びにアーク及び火花の発生のおそれに対して安全性を増加し、これらの発生を阻止する手段が講じられた電気機器の防爆構造をいう。	
油入防爆構造 (記号 o)	電気機器及び電気機器の部分が油面の上方又は容器の外部に存在する爆発性雰囲気中に発火することがないような方法で、これらを油に浸す電気機器の防爆構造をいう。	

本質安全防爆構造(記号 i)	正常状態及び特定の故障状態において、電気回路に発生する電気火花及び高温部が規定された試験条件で所定の試験ガスに発火しないようにした防爆構造をいう。
----------------	---

危険場所の種類、ガスの種類に対しての発火度、爆発等級に応じて照明器具を選定します。工場電気設備防爆指針（ガス蒸気防爆2006）（NIIS-TR-NO.39）では、その危険度に応じて、危険場所を以下の3種類に分類しており、それぞれに適切な防爆構造の照明器具を設置する必要があります。

危険場所の種類		
項目	内容	条項
特別危険箇所	爆発性雰囲気通常在状態において、連続して又は長時間にわたって、若しくは頻りに存在する場所	工場電気設備防爆指針（ガス蒸気防爆 2006） （NIIS-TR-NO.39） 1411、 1412、1413
第1類危険箇所	通常の状態において、爆発性雰囲気をしばしば生成する可能性がある場所	
第2類危険箇所	通常の状態において、爆発性雰囲気が生成される可能性が小さく、又生成した場合でも短時間しか持続しない場所	

ウ 粉じん（塵）防爆

粉じん危険場所は、一般工場において、粉じん爆発または燃焼を生じるために十分な量の粉じんが空気中に浮遊するおそれがある場合、又は粉じんの堆積があつて浮遊するおそれのある場所をいいます。粉じんの性質により爆燃性粉じん、可燃性粉じんに分類されます。

粉じん危険場所の種類と定義	
項目	内容
爆燃性粉じん	空気中の酸素が少ない雰囲気又は二酸化炭素中でも着火し、浮遊状態では激しい爆発を生じる粉じんで、主に、マグネシウム、アルミニウム、アルミニウムブロンズなど
可燃性粉じん	空気中の酸素を利用して発熱反応を起こして燃焼する粉じんのことをいい、小麦粉、でんぷん、砂糖、合成樹脂、化学薬品など非導電性のものと、カーボンブラック、コークス、鉄、銅など導電性を有するもの

（岩崎電気HPにより作成）

粉じん危険場所に使用する防爆構造の種類と特徴	
項 目	内 容
粉じん防爆特殊防じん構造 (SDP)	全閉構造で、接合面の奥行を一定値以上にするか、又は接合面に一定値以上の奥行をもつパッキンを使用して、粉じんが容器内部に侵入しないような構造にしたもの。通常は爆燃性粉じん危険場所及び可燃性粉じん危険場所に使用されるが、導電性を有する可燃性粉じんがある場合などでは、必要最小限度施設とすることが望ましい。
粉じん防爆普通防じん構造 (DP)	全閉構造で、接合面の奥行を一定値以上にするか、又は接合面にパッキンを使用して、粉じんが容器内部に侵入しないような構造にしたもの。通常は可燃性粉じん危険場所に使用される。

(岩崎電気HPにより作成)