

経済産業省 商務情報政策局

産業保安グループ 電力安全課 御中

令和4年度新エネルギー等の保安規制高度化事業

(発電用太陽電池設備に関する技術基準適合性調査)

報告書

令和5年3月31日

一般社団法人 構造耐力評価機構

< 目 次 >

1 はじめに.....	1
1.1 事業概要	1
1.1.1 本事業の背景及び目的	1
1.2 本事業の実施方法	1
1.2.1 土砂災害等の発生が懸念される地域に立地している設備の安全性や技術基準への適合性を確認するためのチェックリスト案の策定	1
1.2.2 チェックリスト案の設置形態別細分化	1
1.2.3 太陽電池発電設備の安全性や技術基準への適合性確認のための立入検査の同行.....	1
1.2.4 立入検査のスケジュール調整	2
1.2.5 立入検査前の設計図書に関する技術的な指摘事項のまとめ、及び立入検査後の改善計画に関する技術的な指摘事項のまとめ	2
1.2.6 全ての立入検査結果と改善計画についての概要のまとめ、及び分析結果から類型化した調査報告書の作成	3
1.3 本報告書の構成	3
1.4 用語の定義	4
2 土砂災害等の発生が懸念される地域に立地している設備の安全性や技術基準への適合性を確認するためのチェックリスト案の策定	5
3 チェックリストの設置形態別細分化	11
4 太陽電池発電設備の安全性や技術基準への適合性確認のための立入検査の同行.....	11
5 立入検査のスケジュール調整	12
6 立入検査前の設計図書に関する技術的な指摘事項のまとめ、及び立入検査後の改善計画に関する技術的な指摘事項のまとめ	14
7 全ての立入検査結果と改善計画についての概要のまとめ、及び分析結果から類型化した調査報告書の作成	14
7.1 立入検査結果の概要一覧	14
7.2 立入検査結果の類型化	15
7.3 立入検査結果のまとめ	43
8 おわりに.....	47

1 はじめに

1.1 事業概要

1.1.1 本事業の背景及び目的

2012 年に開始した再生可能エネルギーの固定価格買取制度（FIT 制度）をきっかけに、国内の太陽電池、風力発電設備等の導入が拡大し、再生可能エネルギーによる発電設備が増加の一途を辿っている。その中でも太陽電池発電設備は加速度的に増加し、その設置形態は従来の住宅の屋根設置型から地上設置型や水上設置型、傾斜地設置型など多様化してきている。一方で太陽電池発電設備の増加に伴って、強風、積雪による支持物の損壊や、豪雨による土砂流出や地盤崩壊など、公衆安全の確保に支障をきたす事例も発生している。これらの事故による社会的懸念は高まっており、太陽電池発電設備の被害低減を図ることは重要課題となっている。

このような背景のもと、本事業では昨年度事業「令和 3 年度新エネルギー等の保安規制高度化事業（発電用太陽電池設備に関する技術基準等検討調査）」で整理した太陽電池発電設備の構造的リスクの類型化をもとに土砂流出等の自然災害の発生が懸念される地域に立地し、かつ発電用太陽電池設備に関する技術基準を定める省令（令和 3 年経済産業省令第 29 号）の適合性に疑義がある設備について、公衆への安全性に対する危険性などを踏まえて現地調査を実施した。現地調査結果から得られた設備の特性や立地環境等に係る傾向等を分析することを本事業の目的とする。

1.2 本事業の実施方法

1.2.1 土砂災害等の発生が懸念される地域に立地している設備の安全性や技術基準への適合性を確認するためのチェックリスト案の策定

当機構が 2019 年度に再委託として受託した、「令和元年度 新エネルギー等の保安規制高度化事業委託調査（太陽電池発電設備に関する技術基準検討事業）」で作成した現場用チェックシートやこれまで当機構で実施してきた事故調査、破損原因調査で得られたノウハウをもとに現地調査のチェックリスト案の検討および作成を行った。

チェックリスト案は建築・土木・構造の非専門家でも使用可能な内容とし、発電用太陽電池設備に関する技術基準を定める省令（以下「太技省令」という。）での要求事項への適合性について暫定的な判断（明確な適合性違反のみ）を確認できるものとした。なお、最終的な技術的指摘事項のまとめに関しては建築・土木・構造の専門家によって精査するものとした。

1.2.2 チェックリスト案の設置形態別細分化

1.2.1 で作成したチェックリスト案を用いて現地調査を行い、新たなチェックポイントが必要であると判断した場合は、それらを盛り込みチェックリスト案の更新を行った。

立入検査対象の太陽電池発電設備の設置形態が営農型、水上型等の複数である場合はチェックリストの利便性・有効性を高めるため、設置形態別に細分化することとした。

1.2.3 太陽電池発電設備の安全性や技術基準への適合性確認のための立入検査の同行

商務情報政策局産業保安グループ電力安全課（以下、「電力安全課」という。）が選定した太陽光発電設備のうち令和 4 年 2 月末までに 280 件の立入検査に同行（現地調査）した。調査前に設

置者等から設計図書を受領した場合、予め調査ポイントを整理し、効率的・効果的な現地調査を行った。280 件の立入検査のうち 233 件の太陽電池発電設備は構造耐力評価機構（以下「SPEI」とする）が同行し、23 件は SPEI と外注先で同行して現地調査を行い、外注先に対して現地調査に関する教育を行った。残り 24 件の太陽電池発電設備については現地調査の教育を受けた外注先のみで立入検査に同行した。

調査は 1.2.1 で作成したチェックリスト案をもとに目視、寸法計測、写真撮影等を行い、後日、設計図書の事前確認結果と併せて立入検査報告書を作成した。立入検査報告書では太陽電池発電設備の支持物について技術基準の適合性を含む技術的な指摘事項を記載し、経済産業省職員（以下、「国」という。）又は独立行政法人製品評価技術基盤機構（以下、「NITE」という。）の検査員と情報共有した。電力安全課への報告は現地調査の進捗、写真等を含んだ調査概要を月毎に行うこととした。

1.2.4 立入検査のスケジュール調整

電力安全課が選定した 280 件の太陽電池発電設備へ立入検査を行うスケジュールの調整、ならびに調査データの管理は効率的に行うためにクラウドシステムを導入した。

スケジュールの調整はクラウドシステム上で以下の順序で行った。①国及びN I T E が設備 ID（事業計画認定情報）・発電所名・太陽電池発電設備の所在地等の基本情報と立入検査の候補日程（複数を推奨）、待合せ場所等の登録を行う。②その登録情報から当機構が対応日程、検査担当者（立入検査同行者）を決定する。③同システムを通して国及びN I T E に日程、検査担当者（立入検査同行者）が通知される。

調査データの管理についても同システム上で行った。国及びN I T E は設置者等から提出された構造計算書等の設計図書を登録し、当機構は立入検査同行後に立入検査報告書を登録することで相互に共有が可能である。また、国及びN I T E の検査員は自部門が担当する太陽電池発電設備についてのみ同システムにアクセス可能とし、作業は登録・参照のみとした。

1.2.5 立入検査前の設計図書に関する技術的な指摘事項のまとめ、及び立入検査後の改善計画に関する技術的な指摘事項のまとめ

立入検査の同行前にクラウドシステムに登録された設計図書を精査し、予め太陽電池発電設備の安全性や技術基準への適合性について確認した。必要に応じて、設計図書に関する技術的な指摘事項をまとめ、事前に国又はNITEの検査員に情報共有をおこなった。

立入検査同行結果の報告後、設置者等から太陽電池発電設備の改善計画が提出された場合には、改善計画の内容を精査し、不備事項や技術的な指摘事項をまとめ、国又はNITEの検査員へ提出した。

立入検査前後の設計図書及び改善計画に関する指摘事項については、対象となる太陽電池発電設備が設置された当時の技術基準や発電用太陽電池設備に関する技術基準を定める省令だけでなく、これまで SPEI で実施してきた太陽電池発電設備の構造設計、事故原因調査及び補修・補強技術に関する研究で得られた知見をもとに作成した

1.2.6 全ての立入検査結果と改善計画についての概要のまとめ、及び分析結果から類型化した調査報告書の作成

立入検査報告書および改善検査報告書でまとめた技術的な指摘事項から、支持物の仕様や設置時期別などで太陽電池発電設備の分析を行った。分析方法は昨年度に再委託で受託した「令和3年度新エネルギー等の保安規制高度化事業委託調査（発電用太陽電池設備に関する技術基準等検討調査）」を参考とし、立入検査の同行を行った280件の太陽電池発電設備における集計および類型化を行った。

1.3 本報告書の構成

本報告書は、本章「はじめに」を含め、全8章により構成される。

第2章「土砂災害等の発生が懸念される地域に立地している太陽電池発電設備の安全性や技術基準への適合性を確認するためのチェックリスト案の策定」では、建築・土木・構造の非専門家でも使用可能なチェックリスト案の作成を行う。特に本事業では土砂災害や地盤の崩壊へのリスクを評価できるように地盤関連の項目に着目してチェックリスト案をまとめる。

第3章「チェックリスト案の設置形態別細分化」では、立入検査の対象として営農型、水上型などの特殊な設置形態の太陽電池発電設備がある場合は、第2章で作成したチェックリスト案について細分化を行う。

第4章「太陽電池発電設備の安全性や技術基準への適合性確認のための立入検査の同行」では、電力安全課が選定した280件の太陽電池発電設備への立入検査の同行について実施した結果をまとめる。

第5章「立入検査のスケジュール調整」では、280件の太陽電池発電設備における立入検査の日程調整、現地同行者選定および立入検査報告書などの情報について国およびNITEと効率的に管理できるクラウドシステム内容について示す。

第6章「立入検査前の設計図書に関する技術的な指摘事項のまとめ、及び立入検査後の改善計画に関する技術的な指摘事項のまとめ」では設置者等から構造計算書等の設計図書が提出された場合は、予め安全性や技術基準への適合性についてまとめた。また、立入検査報告書提出後、設置者等から提出された太陽電池発電設備の改善計画などの設計図書についても確認し、技術的な指摘事項をまとめる。

第7章「全ての立入検査結果と改善計画についての概要のまとめ、及び分析結果から類型化した調査報告書の作成」では立入検査の同行結果および改善計画の項目を整理し、太陽電池発電設備の概要別（地域、規模、設置時期、架台種類、基礎種類など）や立入検査報告書の指摘項目別（構造計算書の有無、設計荷重の誤り、接合部の検討有無、基礎検討の有無、架台・基礎図面と実設備の相違、土砂流出、重大な指摘事項など）に類型化を行う。

第8章「おわりに」では、第1章から第7章までの内容を踏まえ、本事業のまとめを記述する。また、最後に前述の第1章~第7章に係る検討に際し作成した各種資料を別添資料として示す。

1.4 用語の定義

本報告書において使用している用語のうち、特に定義が必要と思われる用語を抽出し、その定義を表 1-1 に示す。

表 1-1 用語の定義

用語	定義
モジュール	複数の太陽電池セルを所定の出力が得られるように電氣的に接続したものを、長期間の使用に耐えられるようガラスや樹脂を用いて封止し、機械的強度を確保するとともに、固定設置するための枠等を取り付けたもの。
アレイ	複数のモジュールを機械的・電氣的に架台に設置したもの。
架台	モジュールを固定するために用いる構造体のこと。
支持物	モジュールを支える架台及び基礎の部分を示す総称。
直接基礎	モジュール等の上部構造の荷重を直接的に地盤に伝達する構造体。主に鉄筋コンクリート製の基礎のこと。
杭基礎	杭を地中に打ち込むことでモジュール等の上部構造を支持する基礎。
設計図書	アレイ配置図、架台や基礎の架構図および構造計算書などの書類の総称。
構造計算書	支持物の構造強度について計算した書類。

2 土砂災害等の発生が懸念される地域に立地している設備の安全性や技術基準への適合性を確認するためのチェックリスト案の策定

2019年度事業「令和元年度 新エネルギー等の保安規制高度化事業委託調査（太陽電池発電設備に関する技術基準検討事業）」において作成した現場用チェックシートやこれまで当機構で実施してきた事故調査、破損原因調査の実績やノウハウをもとにチェックリスト案の策定を行った。本事業では土砂災害警戒区域等に設置された太陽電池発電設備のうち、土砂流出の発生が懸念される地域に設置される太陽電池発電設備の現地調査となるため、主に土砂災害や地盤の崩壊へのリスクを評価できるように地盤関連のチェック項目を追加した。さらに、発電用太陽電池設備に関する技術基準を定める省令（令和3年経済産業省令第29号）の適合性について暫定的な判断をできるように更新した。また、設置者等から提出された構造計算書等の設計図書と実設備の整合性をより詳細にチェックできるように支持物の各部材の寸法測定に関する項目も追加した。

チェックリスト案は建築・土木・構造の非専門家でも使用可能とするため、設備の概要および作業への指示内容（表2-1）と現地での作業内容（表2-2）を簡易的に示すものとした。作業への指示内容は現地調査時にサンプル調査の対象とするアレイ（以下「代表アレイ」という。）やその位置を事前に定めるために建築・土木・構造の専門家が記述する項目であり、「事業計画認定情報 公表用ウェブサイト」や「重ねるハザードマップ※1」および設置者等から提出された構造計算書等の設計図書で得られる情報をもとにして作成することとした。また、代表アレイを明確にするために「Google Map※2」から対象となる太陽電池発電設備の衛星写真を貼付し、作業者に報告した。

現地での作業内容は寸法計測、有無の確認、写真撮影など簡易的な作業のみとした。チェックリスト案についてはチェックリスト案の使用マニュアルを作成することで標準化および平易化を行った。立入検査対象の太陽電池発電設備に関する技術的な指摘事項のまとめに関してはチェックリスト案を用いて行った現地調査結果や設置者等から提出された構造計算書等の設計図書をもとに建築・土木・構造の専門家が行うこととした。

※1 重ねるハザードマップは国土地理院が提供するハザードマップポータルサイトで全国の災害リスクや防災に役立つ情報を重ねて閲覧できる Web 地図サイト

URL : <https://disaportal.gsi.go.jp/maps/?ll=35.353216,138.713379&z=5&base=pale&vs=c1j0l0u0t0h0z0>

※2 URL : <https://www.google.com/maps>

表 2-1 チェックリスト（作業への指示内容）

内容	目的
発電設備の概要	
発電事業者名	設備の概要把握
現場名	設備の概要把握
設備 ID	設備の概要把握、選定された設備であるか確認するため
発電設備の所在地	設備の概要把握
GPS	設備位置の確認
ハザードマップの該当	設備の土砂関連ハザードの確認

発電規模	設備の概要把握	
着工日または工事計画届確認日	設備の適合法令の確認	
立入検査担当者および電話番号（METI）	立入検査日の連絡先確認	
立入検査担当者および電話番号（同行者）	立入検査日の連絡先確認	
事前に確認したい資料の有無		
工事計画届または基礎工事着工日が分かる書類	適合法令の確認のため	
位置図 （都市計画、用途地域が分かるもの）	設備の建設位置が都市計画区域内または外であるかを 確認把握するため	
造成計画（土工、排水工）	事前に設備の概要を把握するため	
配置図（レイアウト図）	代表アレイを決定するため、代表アレイを指示するた め	
架構立面図（正面、背面、側面の姿図）	代表アレイを決定するため	
架構伏図（平面図）	代表アレイを決定するため	
部品図	事前に支持物（架台）を把握するため	
接合部詳細図	事前に支持物（架台）を把握するため	
太陽電池モジュールの仕様書	立入検査後に確認するため	
構造計算書（強度計算書）	代表アレイを決定するため、立入検査後に確認するた め	
地質調査報告書（地盤調査報告書、標準 載荷試験、スクリューウエイト試験）	立入検査後に確認するため	
杭の現地試験報告書（引抜き試験、水平 載荷試験）	立入検査後に確認するため	
内容	確認結果	目的
代表的なアレイ選定（代表架構）		
代表アレイについて	定まっている、定まっていない	代表アレイを指示するため
代表アレイの台数	台数の確認	代表アレイの台数を指示するため
代表アレイ	複数ある場合はナンバーをつける	代表アレイの台数を指示するため
材種	鋼製、アルミニウム合金製	代表アレイを指示するため
アレイ面の構成	段数、列数、モジュール横、縦置き アレイ面角度の確認	代表アレイを指示するため
東 or 西立面	スパン数、柱間距離の確認	実設備との整合性を確認するため
北 or 南立面	スパン数、柱間距離の確認	実設備との整合性を確認するため
基礎	直接基礎、杭基礎の確認	代表アレイを指示するため

表 2-2 チェックリスト（現地での作業内容）

番号	評価内容	評価結果	目的
0 周辺設備の確認（入場前後に確認）			
0.01	発電所内の全景写真	(写真撮影)	設備の配置、形状等を確認するため。
0.02	発電所外の周囲の確認	(写真撮影)	設備の周辺状況や被害時の危険度等を把握するため。
0.03	標識の確認	有無の確認(写真撮影)	選定された設備であるか確認するため。FIT 法を遵守しているか確認するため。
0.04	フェンスおよび敷地強確認	有無の確認(写真撮影)	FIT 法を遵守しているか確認するため。
1 アレイの確認（代表アレイで確認）			
1.01	アレイの仕様（段数）	段数確認（写真撮影）	アレイ形状把握、設計図書との整合性確認、支持物の設計用荷重を算出するため。
	アレイの仕様（列数）	列数確認（写真撮影）	
1.02	アレイの傾斜角（南北）	傾斜角確認（写真撮影）	アレイ形状把握、設計図書との整合性確認、支持物の設計用荷重を算出するため。
	アレイの傾斜角（東西）	傾斜角確認（写真撮影）	
1.03	アレイ設置地盤の平均傾斜角（南北）	地盤の傾斜角確認（南北） (写真撮影)	アレイ形状把握、設計図書との整合性確認、支持物の設計用荷重を算出するため。
	アレイ設置地盤の平均傾斜角（東西）	地盤の傾斜角確認（東西） (写真撮影)	
1.04	アレイの最大高さ	寸法計測（写真撮影）	技術基準および太技解釈の遵守、アレイ形状把握、設計図書との整合性確認、支持物の設計用荷重を算出するため。
	アレイの最小高さ	寸法計測（写真撮影）	
1.05	架台の東または西立面	柱間寸法計測（写真撮影）	アレイ形状把握、設計図書との整合性確認するため。
1.06	架台の南立面（水下側）	柱間寸法計測（写真撮影）	アレイ形状把握、設計図書との整合性確認するため。
1.07	架台の北立面（水上側）	柱間寸法計測（写真撮影）	アレイ形状把握、設計図書との整合性確認するため。
1.08	モジュールの型番（裏側）	型番確認（写真撮影）	モジュールの強度等や設計図書との整合性確認するため。
1.09	モジュール固定金具（押え金具） 端部用（モジュール 1 枚を固定）	モジュール端からの寸法計測（写真撮影）	接合部の詳細およびモジュール仕様書に示す位置で留め付けているか確認するため。
1.10	モジュール固定金具（押え金具） 中央部用（モジュール 2 枚を固定）	モジュール端からの寸法計測（写真撮影）	接合部の詳細およびモジュール仕様書に示す位置で留め付けているか確認するため。
1.11	モジュール固定金具とパネル受の 接合部（押え金具を使用していない場合）	(写真撮影)	接合部の詳細およびモジュール仕様書に示す位置で留め付けているか確認するため。
1.12	パネル受の断面形状	幅の寸法計測（写真撮影）	設計図書との整合性確認するため。
		高さの寸法計測（写真撮影）	
		厚さの寸法計測（写真撮影）	
1.13	（パネル受-梁）の接合部	(写真撮影)	接合部の詳細および設計図書との整合性確認するため。

1.14	(パネル受-桁)の接合部	(写真撮影)	接合部の詳細および設計図書との整合性確認するため。
1.15	梁の断面形状	幅の寸法計測 (写真撮影) ----- 高さの寸法計測 (写真撮影) ----- 厚さの寸法計測 (写真撮影)	設計図書との整合性確認するため。
1.16	(梁-後柱)の接合部	(写真撮影)	接合部の詳細および設計図書との整合性確認するため。
1.17	(梁-東または西立面の筋交いまたは方づえ)の接合部	(写真撮影)	接合部の詳細および設計図書との整合性確認するため。
1.18	(梁-前柱)の接合部	(写真撮影)	接合部の詳細および設計図書との整合性確認するため。
1.19	桁の断面形状	幅の寸法計測 (写真撮影) ----- 高さの寸法計測 (写真撮影) ----- 厚さの寸法計測 (写真撮影)	設計図書との整合性確認するため。
1.20	(桁-後柱)の接合部	(写真撮影)	接合部の詳細および設計図書との整合性確認するため。
1.21	(桁-水上側の筋交い又は方づえ)の接合部	(写真撮影)	接合部の詳細および設計図書との整合性確認するため。
1.22	(桁-前柱)の接合部	(写真撮影)	接合部の詳細および設計図書との整合性確認するため。
1.23	(桁-水下側の筋交い又は方づえ)の接合部	(写真撮影)	接合部の詳細および設計図書との整合性確認するため。
1.24	後柱の断面形状	幅の寸法計測 (写真撮影) ----- 高さの寸法計測 (写真撮影) ----- 厚さの寸法計測 (写真撮影)	設計図書との整合性確認するため。
1.25	(後柱-北立面の筋交いまたは方づえ)の接合部	(写真撮影)	接合部の詳細および設計図書との整合性確認するため。
1.26	(後柱-東または西立面の筋交いまたは方づえ)の接合部	(写真撮影)	接合部の詳細および設計図書との整合性確認するため。
1.27	前柱の断面形状	幅の寸法計測 (写真撮影) ----- 高さの寸法計測 (写真撮影) ----- 厚さの寸法計測 (写真撮影)	設計図書との整合性確認するため。
1.28	(前柱-南立面の筋交いまたは方づえ)の接合部	(写真撮影)	接合部の詳細および設計図書との整合性確認するため。
1.29	(前柱-東または西立面の筋交いまたは方づえ)の接合部	(写真撮影)	接合部の詳細および設計図書との整合性確認するため。
1.30	水下側の南立面の筋交いまたは方づえの断面形状	幅の寸法計測 (写真撮影) ----- 高さの寸法計測 (写真撮影) ----- 厚さの寸法計測 (写真撮影)	設計図書との整合性確認するため。
1.31	水上側の北立面の筋交いまたは方づえの断面形状	幅の寸法計測 (写真撮影) ----- 高さの寸法計測 (写真撮影) ----- 厚さの寸法計測 (写真撮影)	設計図書との整合性確認するため。
1.32	柱脚繋ぎ梁の断面形状	幅の寸法計測 (写真撮影) ----- 高さの寸法計測 (写真撮影) ----- 厚さの寸法計測 (写真撮影)	設計図書との整合性確認するため。
1.33	その他の部材の断面形状	幅の寸法計測 (写真撮影)	設計図書との整合性確認する

		高さの寸法計測（写真撮影）	ため。
		厚さの寸法計測（写真撮影）	
1.34	その他の部材の接合部 （柱-柱、桁-桁の継手など）	（写真撮影）	接合部の詳細および設計図書との整合性確認するため。
1.35	基礎-柱脚の接合部 1	（写真撮影）	接合部の詳細および設計図書との整合性確認するため。
1.36	基礎-柱脚の接合部 2	（写真撮影）	接合部の詳細および設計図書との整合性確認するため。
1.37	架台の付帯設備 （接続箱、集電箱、PCS、ケーブル等）の有無	有無の確認（写真撮影）	アレイ形状把握、設計図書との整合性確認、支持物の設計用荷重を算出するため。
2 直接基礎の確認（代表アレイで確認）			
2.01	直接基礎の種別	種別確認（写真撮影）	直接基礎の仕様把握のため。
2.02	直接基礎の形状	縦の寸法計測（写真撮影）	設計図書との整合性確認、沈下、浮上がり及び横移動を生じない重量及び形状であるかを確認するため。
		横の寸法計測（写真撮影）	
		高さの寸法計測（写真撮影）	
2.03	根入れ深さ	寸法計測（写真撮影）	設計図書との整合性確認、横移動及び転倒を生じない重量及び形状であるか確認するため。
2.04	基礎周りの地盤侵食の有無	有無の確認（写真撮影）	直接基礎の不具合把握、抵抗力が低下しているか確認するため。
2.05	打設間隔（隣の基礎ブロックとの中心間距離）	東西方向寸法計測（写真撮影）	設計図書との整合性確認、アレイに作用する荷重算定のため。
		南北方向寸法計測（写真撮影）	
3 杭基礎の確認（代表アレイで確認）			
3.01	杭基礎の種別	種別確認（写真撮影）	設計図書との整合性確認、杭基礎の強度及び支持力算定のため
3.02	杭基礎の形状	杭径寸法計測（写真撮影）	設計図書との整合性確認、杭基礎の強度及び支持力算定のため
3.03	打設間隔	東西方向寸法計測（写真撮影）	設計図書との整合性確認、アレイに作用する荷重算定のため。
		南北方向寸法計測（写真撮影）	
3.04	杭の突出し高さ	寸法計測（写真撮影）	設計図書との整合性確認、杭頭の変位量及び柱脚の曲げモーメントを確認するため。
3.05	杭突出部の継手の有無	有無の確認（写真撮影）	接合部の詳細および設計図書との整合性確認するため。
3.06	根巻きまたはキャストインの寸法	直径・辺の寸法計測（写真撮影）	設計図書との整合性確認、基礎の強度及び支持力算定のため
		高さの寸法計測（写真撮影）	
4 地盤の確認(発電所内を全面的に確認)			
4.01	敷地外への土砂流出	有無の確認（写真撮影）	地盤の事故が発生し、設備に損傷を与える恐れがあるため。
4.02	地表面の異状（沈下、水平変位）	有無の確認（写真撮影）	地盤の事故が発生し、設備に損傷を与える恐れがあるため。
4.03	擁壁、法面保護工の異状（隆起・はらみ出し）	有無の確認（写真撮影）	地盤の事故が発生し、設備に損傷を与える恐れがあるため。

4.04	地表面の異状（き裂）	有無の確認（写真撮影）	地盤の事故が発生し、設備に損傷を与える恐れがあるため。
4.05	地表面の侵食（リル・ガリ）	有無の確認（写真撮影）	地盤の事故が発生し、設備に損傷を与える恐れがあるため。
4.06	地表面の異状（湧水）	有無の確認（写真撮影）	地盤の事故が発生し、設備に損傷を与える恐れがあるため。
4.07	法面保護工	有無の確認（写真撮影）	地盤の事故が発生し、設備に損傷を与える恐れがあるため。
4.08	法面保護工の劣化、変形、破損の有無	有無の確認（写真撮影）	地盤の事故が発生し、設備に損傷を与える恐れがあるため。
4.09	排水路の有無	有無の確認（写真撮影）	設計図書との整合性の確認するため。また、地盤の事故が発生し、設備に損傷を与える恐れがあるため。
4.10	排水路の断面形状	幅の寸法計測（写真撮影）	設計図書との整合性の確認するため。また、地盤の事故が発生し、設備に損傷を与える恐れがあるため。
		高さの寸法計測（写真撮影）	
4.11	排水路の配置（横排水）	有無の確認（写真撮影）	設計図書との整合性の確認するため。また、地盤の事故が発生し、設備に損傷を与える恐れがあるため。
4.12	排水路の配置（縦排水）	有無の確認（写真撮影）	設計図書との整合性の確認するため。また、地盤の事故が発生し、設備に損傷を与える恐れがあるため。
4.13	排水路の異状（土砂等による詰まり）	有無の確認（写真撮影）	地盤の事故が発生し、設備に損傷を与える恐れがあるため。
4.14	排水路の異状（排水路周りの洗堀・倒れ・浮き上がり）	有無の確認（写真撮影）	地盤の事故が発生し、設備に損傷を与える恐れがあるため。
4.15	排水路の異状（越水または跳水痕）	有無の確認（写真撮影）	地盤の事故が発生し、設備に損傷を与える恐れがあるため。
4.16	調整池の有無	有無の確認（写真撮影）	設計図書との整合性の確認するため。また、地盤の事故が発生し、設備に損傷を与える恐れがあるため。
4.17	調整池の異状（堆砂）	有無の確認（写真撮影）	地盤の事故が発生し、設備に損傷を与える恐れがあるため。
4.18	調整池の異状（その他）	有無の確認（写真撮影）	地盤の事故が発生し、設備に損傷を与える恐れがあるため。
4.19	敷地外への越水防止用堤体の有無	有無の確認（写真撮影）	設計図書との整合性の確認するため。また、地盤の事故が発生し、設備に損傷を与える恐れがあるため。
4.20	越水防止用堤体の劣化や変形、破損の有無	有無の確認（写真撮影）	地盤の事故が発生し、設備に損傷を与える恐れがあるため。
5 架台および基礎の損傷・異常個所の確認(発電所内を全面的に確認)			
5.01	モジュールの割れの有無	有無の確認（写真撮影）	設備（モジュール）の損傷状況を確認するため。
5.02	架台の揺れ（東西方向）	有無の確認（写真撮影）	支持物の安定性を確認するため。
5.03	架台の揺れ（南北方向）	有無の確認（写真撮影）	支持物の安定性を確認するため。
5.04	部材の曲がり	有無の確認（写真撮影）	設備（架台）の損傷状況を確認するため。

5.05	部材のへこみ	有無の確認（写真撮影）	設備（架台）の損傷状況を確認するため。
5.06	架台の腐食の有無	有無の確認（写真撮影）	設備（架台）の腐食状況を確認するため。
5.07	接合部の異状（ボルトの緩み）	有無の確認（写真撮影）	接合部の不具合状況を確認するため。
5.08	接合部の異状（接合面の滑り）	有無の確認（写真撮影）	接合部の不具合状況を確認するため。
5.09	接合部の異状（杭と柱の著しい芯ずれ）	有無の確認（写真撮影）	接合部の不具合状況を確認するため。
5.10	杭材の曲がり	有無の確認（写真撮影）	設備（基礎）の損傷状況を確認するため。
5.11	杭の著しい倒れ	有無の確認（写真撮影）	設備（基礎）の損傷状況を確認するため。
5.12	杭の腐食	杭頭部 有無の確認（写真撮影）	設備（基礎）の損傷状況を確認するため。
		地上部 有無の確認（写真撮影）	
		地際部 有無の確認（写真撮影）	
5.13	杭体周りの地盤とのすき間	有無の確認（写真撮影）	設備（基礎）の損傷状況を確認するため。
5.14	杭体周りの地盤侵食の有無	有無の確認（写真撮影）	設備（基礎）の損傷状況を確認するため。

3 チェックリストの設置形態別細分化

本事業でのチェックリスト案は傾斜地設置型を含む、地上設置型の太陽電池発電設備を対象に作成した。本年度中に実施した立入検査の同行では水上設置型、営農型（ソーラーシェアリング）の実績がないことや、建物上設置では1件のみ立入検査の同行を実施したが、屋根上に上がることができない太陽電池発電設備で、十分な調査ができなかったことから本年度では、チェックリストの細分化は実施しなかった。

次年度以降、水上型、営農型、建物上設置等の現地調査を行う場合には、確認箇所、寸法の計測箇所等の追加項目の検討を行い、必要に応じてチェックリストを設置形態別に細分化する必要がある。

4 太陽電池発電設備の安全性や技術基準への適合性確認のための立入検査の同行

令和4年5月から令和5年2月までの期間に国又はNITEが行った全国280件の太陽電池発電設備の立入検査に同行した。立入検査の実施体制を図4-1に示す。280件うち23件については、外注先であるA社（15件）およびB社（8件）とともに立入検査に同行し、現地調査を遅滞なく確実に実施するための教育を行った。最終的な立入検査の同行の内訳は当機構が233件、当機構および外注先が23件、外注先が24件（A社：5件、B社：19件）担当した。現地調査方法は本事業で作成したチェックリスト案をベースとしたスマートフォンアプリを導入し、チェック漏れを発生させないためのシステムを構築した。立入検査の同行の事前準備では国およびNITEから指定された設備IDから「事業計画認定情報 公表用ウェブサイト」を用いて太陽電池発電設備の所在地、発電出力、運転開始報告年月等の情報を抜き出し、太陽電池発電設備の位置を特定した。太陽電池発電設備の位置が特定できた時点で、「重ねるハザードマップ」を用いて立入検査対象の

太陽電池発電設備が土砂災害警戒区域および土砂災害危険箇所等（以下「土砂災害関連ハザード」という。）の内に位置するかを確認した。設置者等から提出された構造計算書等の設計図書がある場合には、その内容を確認し、予め現地調査において注目すべきチェック項目を事前に整理することで効率的・効果的な現地調査を行った。

現地調査ではチェックリスト案をベースとしたスマートフォンアプリを用いて設計図書と実設備の比較などの簡易的な計測、目視、写真撮影を行った。調査後の情報共有についてはチェックリストと現地の写真をクラウドサーバーにアップロードし、国又はNITEに情報共有した。

立入検査報告書はチェックリストでの調査結果に基づき太陽電池発電設備の概要（発電事業者名、発電所名、設備ID、所在地、発電規模、着工日（運転開始日））、立入検査の概要（検査日時、検査者、同行者）、設計図書や現地で確認した実設備に関する指摘事項、専門家からのコメントおよび現地調査の写真を記載した。立入検査報告書の作成数は基本的に設備IDごとに1本としたが、低圧分割の太陽電池発電設備や敷地内に仕様の異なる支持物が複数存在する場合において、国又はNITEの要望があれば複数の立入検査報告書を作成した。指摘事項の内容は検査対象の太陽電池発電設備の設置時点で適用されていた法令や電気設備の技術基準の解釈（以下「電技解釈」とする。）への適合性に疑義が認められる事項とした。設置日の判断については太陽電池発電設備の着工日、事業計画届の認定日および運転開始日から推定した。なお、電力安全課と協議の上、設置日以降に、法令や電気設備の技術基準の解釈などの改正なされた部分に疑義が認められる事項については、改善を推奨する事項として「推奨」欄に○を付すこととした。専門家からのコメント欄を設け、検査対象の太陽電池発電設備に対して技術的根拠に基づいた構造安全性確保のための助言についても記載した。チェックリストと現地写真の共有方法と同様に立入検査報告書についてもクラウドサーバーにアップロードし、国又はNITEに情報共有した（287件）。立入検査報告書に関する国及びNITEからの質疑については技術的根拠に基づき回答した（67件）。

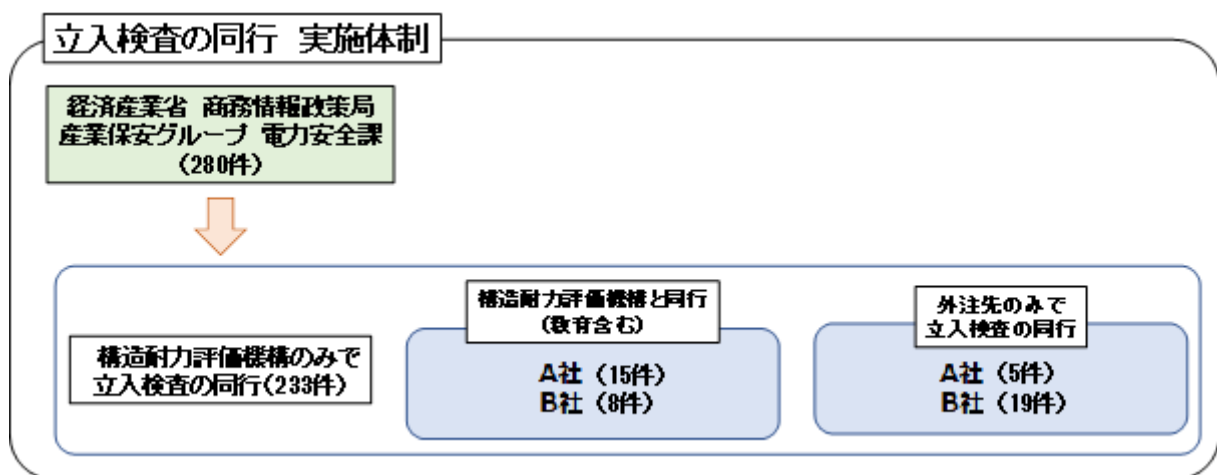


図 4-1 立入検査の同行の実施体制

5 立入検査のスケジュール調整

電力安全課が選定した 280 件の太陽電池発電設備へ立入検査を行うスケジュールの調整、ならびに調査データの管理を効率的に行うクラウドシステムを導入した。

同システムにおけるスケジュールの調整は、事前に登録された国及び NITE の検査員が設備 ID（事業計画認定情報）・発電所名・太陽電池発電設備の所在地等の基本情報に加えて立入検査の候補日程（複数を推奨）、待合せ場所等を同システムへ登録を行い、それを SPEI にて対応日程、検査担当者（現地同行者）を選定して同システムから回答を行った。

同システムにおける調査データの管理は、設置者等から提出された構造計算書等の設計図書を国及び NITE の検査員が登録することで SPEI による事前確認、ならびに事後の SPEI による立入検査報告書の共有が可能となった。

これら機能により太陽電池発電設備毎に一元化された情報が共有されることで、従来のメール、電話や郵送などによるスケジュール調整や設計図書の共有にて発生することが懸念される抜け・漏れ、認識の齟齬などを防ぐことができ、280 件の立入検査ならびに立入検査報告書の共有をスムーズに行うことができた。

また、登録された設備 ID 通知や訪問日 2 日前のリマインダーなどを担当者へメール送付する機能によって対応の抜け・漏れなどを防止できた。

その反面、同システムでは日程が変更された際に日程調整をやり直す機能を搭載していたが、日程以外にも多岐にわたる変更・修正要望が多発することは想定外であったため扱いづらい面があったことが反省点である。

表 5-1 国及び NITE の月毎における立入検査の件数

検査担当	立入検査（件数）										
	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	1 月	2 月	合計
北海道産業保安監督部	2	3	3	0	2	0	5	0	0	0	15
関東東北産業保安監督部 東北支部	1	0	2	1	8	8	5	0	0	0	25
関東東北産業保安監督部	6	6	5	5	6	11	4	3	4	0	50
中部近畿産業保安監督部	2	0	1	4	8	9	6	5	0	0	35
北陸産業保安監督署	2	0	3	2	1	2	0	0	0	0	10
中部近畿産業保安監督部 近畿支部	2	0	3	5	4	8	7	6	3	2	40
中国四国産業保安監督部	1	4	3	0	10	3	4	0	0	0	25
中国四国産業保安監督部 四国支部	1	0	0	2	3	3	4	2	0	0	15
九州産業保安監督部	1	4	5	4	2	5	3	1	0	0	25
那覇産業保安監督事務所	1	0	0	0	0	1	5	3	0	0	10
製品評価技術基盤機構	0	0	0	0	0	9	13	5	2	1	30
合計	19	17	25	23	44	59	56	25	9	3	280

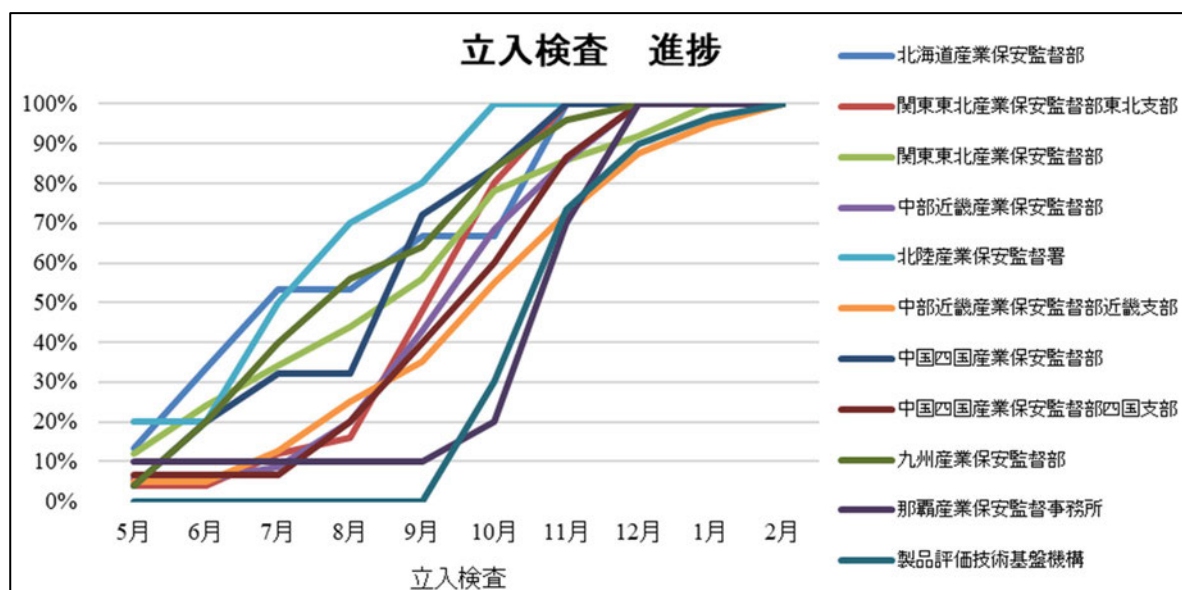


図 5-1 国及び NITE の月毎における立入検査の進捗

6 立入検査前の設計図書に関する技術的な指摘事項のまとめ、及び立入検査後の改善計画に関する技術的な指摘事項のまとめ

立入検査の同行前に設置者等から構造計算書等の設計図書の提出があった場合には、その内容を確認した上で事前情報として整理し、立入検査同行時の代表アレイ選定を行うための参考資料とした。設計図書の不備、不足については指摘事項とし、立入検査結果から得られた実設備に関する指摘事項と併せて立入検査報告書に記載した。立入検査の同行前に提出された構造計算書等の設計図書は 280 件中 123 件であった。

立入検査報告書提出後、改善計画または追加資料の提出があった太陽電池発電設備は 280 件中 32 件であった。設置者等から提出された改善計画の内容についても精査し、改善計画が十分でない場合には立入検査報告書と同様の判断基準で技術的根拠に基づき再度指摘を行い、改善提案検査報告書を国及び NITE に提出した。改善計画の多くが構造計算書の作成であったため、具体的な改善計画の提出はなかった。

7 全ての立入検査結果と改善計画についての概要のまとめ、及び分析結果から類型化した調査報告書の作成

7.1 立入検査結果の概要一覧

令和 3 年度事業で作成した「太陽電池発電設備の不適切事項の一覧」を参考にして立入検査同行結果の概要をまとめ、調査月ごとに電力安全課に報告した。調査月ごとの報告の例を図 7.1-1 に示す。報告内容は立入検査報告書に比べて簡易的なものとし「事業計画認定情報 公表用ウェブサイト」から得られる情報（事業者名、発電設備の所在地、発電出力(kW)、太陽電池合計出力(kW)、発電事業者名、事業者の住所、新規認定日、運転開始報告年月、発電所名）と立入検査報告書での設計図書および現地調査における指摘事項を記載した。また、指摘事項に関する写真についても添付した。

No.	設備ID	発電設備の所在地	検査日	検査官 所属	指摘事項(予定) 概要	別タブ 写真 有無
1	A602749G37	香川県仲多度郡まんのう町炭所東字末谷3485-1	11月1日13時0分	製品評価技術基盤機構	- 図面、構造計算書の提出がないため、架台の安全性を確認できない。 ・スクリュー杭が施工されているが、杭のスクリュー部分が地上に露出している杭がある(写真①)。露出したスクリュー一部の長さから杭の埋入れ長さは50cm以下と思われるが、現地のヒアリングでは所定の埋入れが出来なかった杭はモルタルでキャストインを施工し、重機で引抜き試験を行ったとのことである。ただし杭は水平抵抗力も求められるので、スクリュー一部の露出の大きな杭は現地載荷試験を行い、耐力を確認しておくことが望ましい。 ・雨水による地表面の侵食(リル)や排水路への土砂の堆積がみられる。将来的に調整池への土砂の堆積や排水路の機能が損なわれることも予想できることから、地盤を補修包入、排水路を定期的に清掃することを推奨する(写真②③)。	✓
2	A896040E30	和歌山県和歌山市加太山田西原2201-481	11月1日13時0分	中部近畿産業保安監督部近畿支隊	・図面、構造計算書の提出がないため、架台の安全性を確認できない。 ・東西南北方向にブレースまたは方づえがないため、架台の安全性を確認できない。	✓
3	A770637F32	島根県出雲市斐川町直江9898-14	11月1日14時0分	中国四国産業保安監督部	・風圧荷重(風圧)の計算はされているが、その他荷重の計算はされていない。当該設備の架台強度について「※アルミ製既成架台はメーカー仕様に基づくもので有り、各部材の許容荷重等の構造時の様子は省略するものとする。」と記載されているため、構造安全性が確認できない。 ・杭基礎について「※鋼管杭の引抜抵抗値は現場にて確認する。」「※鋼管杭の積載許容荷重は現場にて確認する。」と記載されているが、現場で確認した資料の提出がされていないため、杭基礎の安全性が確認できない。 ・後柱-筋交い、柱-基礎の接合部では荷重の作用方向に長孔があるため、存在応力を確実に伝える構造となっているか確認できない。	

図 7.1-1 月毎における立入検査結果の概要まとめ例

7.2 立入検査結果の類型化

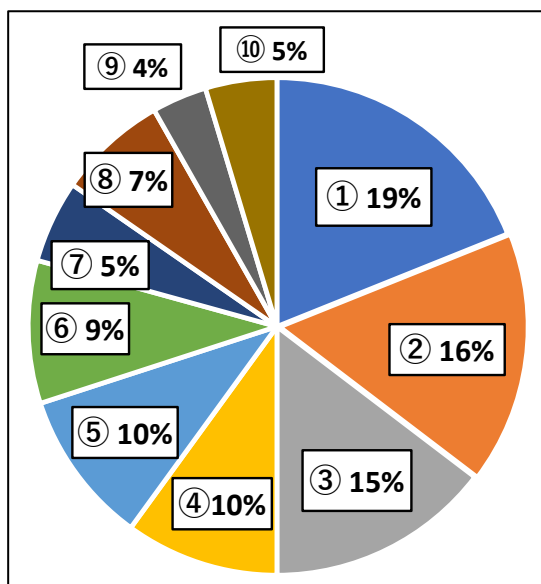
本事業で実施した立入検査の同行から太陽電池発電設備の概要に関する集計と指摘内容の分析結果による類型化を行った。設備によっては敷地内に様々な仕様の支持物も存在したが、支持物は設備 ID ごとに 1 仕様として集計および類型化を行った。

太陽電池発電設備の概要は地域、設置時期、発電規模、土砂災害関連ハザードの有無、地盤傾斜の有無、架台の種類、基礎の種類に整理および集計を行った。また、立入検査報告書の指摘事項については、i) 設計図書に関する指摘事項（構造計算書の有無、設計荷重の誤り、接合部の検討有無、基礎検討の有無など）と、ii) 現地調査に関する指摘事項（架台・基礎図面と実設備の相違、土砂流出、重大な指摘事項など）に区分し、それぞれの指摘事項を太技省令の条項別で類型化を行った。類型化の傾向から典型的あるいは特徴的な内容については考察を加えた。

設置者等から提出された改善計画については、令和 5 年 3 月 15 日時点で 32 件であった。そのうち 18 件が構造計算書の新規作成、14 件が立入検査報告書での指摘に対する構造計算書の内容修正であったため、具体的な改善の必要性の有無まで検討できておらず、改善計画に関する集計および類型化については実施できなかった。

(1) 太陽電池発電設備の概要に関する整理および集計

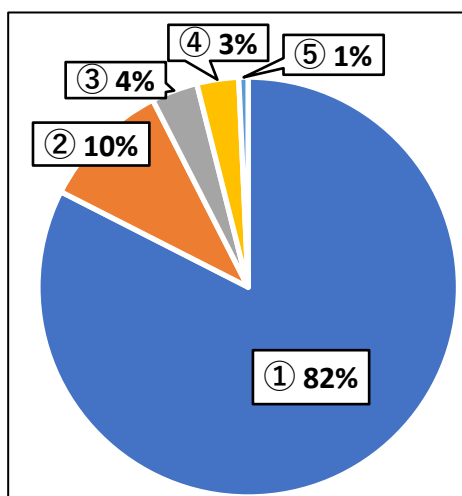
I. 地域（北海道、東北、関東、中部、北陸、近畿、中国、四国、九州、沖縄）



番号	地域	件数
①	関東	53
②	近畿	46
③	中部	41
④	中国	28
⑤	九州	28
⑥	東北	26
⑦	北海道	15
⑧	四国	20
⑨	沖縄	10
⑩	北陸	13
合計		280

- ・ 本事業で立入検査の対象となった太陽電池発電設備の設置場所別に集計を行った。
- ・ NITE 担当分の太陽電池発電設備については各地域に分配して集計を行った。

II. 設置時期



番号	設置時期	件数
①	旧 JIS @ ~2018.09	231
②	新 JIS @ 2018.10	28
③	地盤 @ 2020.02	10
④	設置環境の荷重 @ 2020.06 以降	9
⑤	太技省令 @ 2021.04	2
合計		280

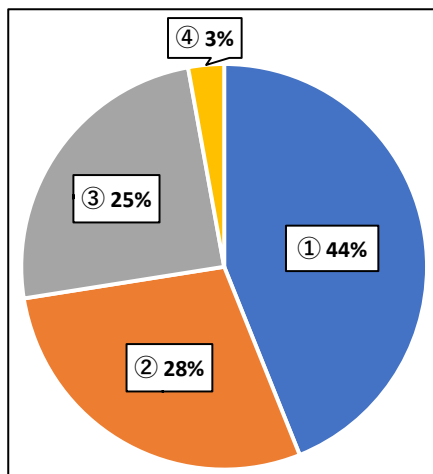
- ・ 太陽電池発電設備は構造に関する要求事項（電技解釈、太技省令）が頻繁に改正又は制定されているため、設置時期別に類型化を行った。
- ・ 各分類について以下に示す。
 - ①旧 JIS@~2018.09 : 電技解釈第 46 条第 2 項 JIS C8955(2004)の適用
 - ②新 JIS@2018.10 : 電技解釈第 46 条第 2 項第 1 号~第 7 号追加および JIS C8955(2017)の適用
 - ③地盤@2020.02 : 電技解釈第 46 条第 4 項の追加（土砂流出防止措置）
 - ④設置環境の荷重@2022.06 : 電技解釈第 46 条第 2 項第 1 号に「設置環境で想定される荷重」

の文言追加

⑤太技省令@2021.04 : 太技省令の制定

- ・立入検査対象となった太陽電池発電設備の多くが 2018 年 9 月 30 日までに設置されたもの(①)であった。これらの太陽電池発電設備は JIS C8955(2017)が適用される前に建てられたものであるため、電技解釈の要求は満たしているが実情と比較して風圧荷重の算出方法などが異なる。

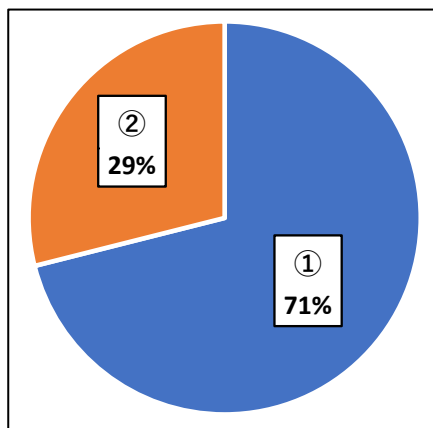
III. 発電規模 (10kW 以上~50 kW 未満, 50kW 以上~500 kW 未満, 500kW 以上~2000 kW 未満, 2000 kW 以上)



番号	発電規模	件数
①	10 kW 以上~50 kW 未満	123
②	50 kW 以上~500 kW 未満	80
③	500 kW 以上~2000 kW 未満	69
④	2000 kW 以上	8
合計		280

- ・立入検査対象となった太陽電池発電設備のうち 50%以上が 50 kW~2000 kW 未満 (②と③の合計) の設備であった。
- ・工事計画届が提出されている 2000 kW 以上の設備も立入検査対象であった。

IV. 重ねるハザードマップによる土砂関連ハザード (有、無)

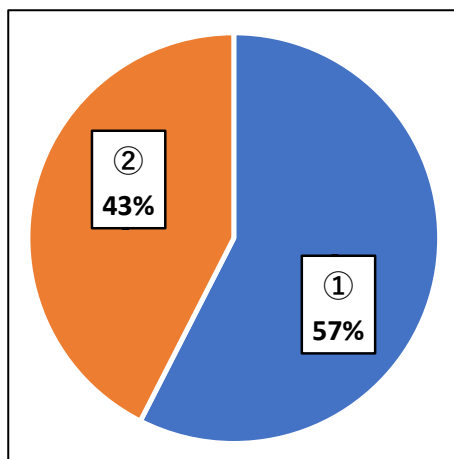


番号	ハザードの有無	件数
①	あり	199
②	なし	81
合計		280

- ・土砂関連ハザードの有無の判断については、土砂災害警戒区域 (急傾斜地の崩壊、土石流、地すべりの警戒区域または特別警戒区域) や土砂災害危険箇所 (土石流危険渓流、急傾斜地崩壊危険箇所、地すべり危険箇所) に該当する箇所に建設された太陽電池発電設備を「①あり」、該当しない箇所に建設された太陽電池発電設備を「②なし」とした。
- ・本事業では土砂流出等の自然災害の発生が懸念される地域に立地される太陽電池発電設備から選定されているため、199 件(71%)は土砂関連ハザードに該当する箇所に太陽電池発電設備が建

設されていた。

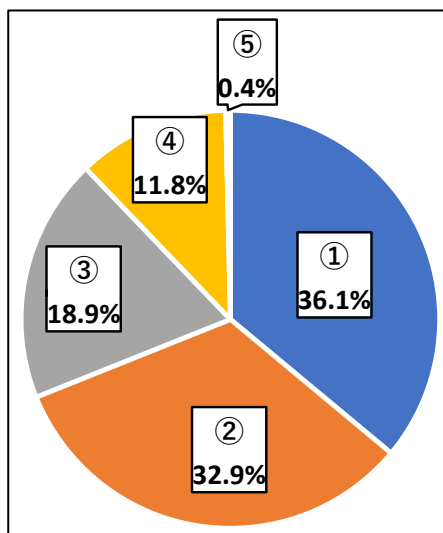
V. 地盤傾斜の有無（2°以上）



番号	地盤傾斜の有無	件数
①	あり	161
②	なし	119
合計		280

- ・地盤の傾斜の有無については、太陽電池発電設備の敷地内に2°以上の地盤傾斜がある場合を「①あり」、それ以外の場合を「②なし」とした。
- ・本事業では土砂流出等の自然災害の発生が懸念される地域に立地される太陽電池発電設備から選定されているため、161件(57%)の設備が地盤の傾斜がある箇所に建設されていた。

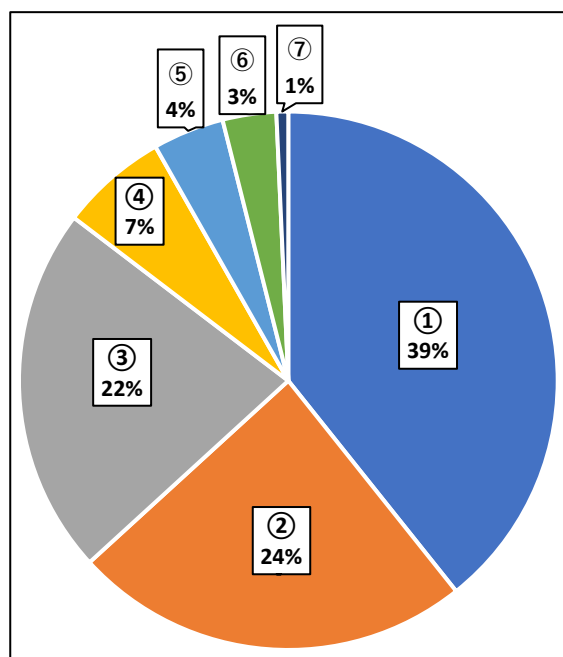
VI. 架台の種類（鋼製、アルミニウム合金製、単管製、複合、木製）



番号	架台の種類	件数
①	鋼製	101
②	アルミニウム合金製	92
③	単管パイプ	53
④	複合	33
⑤	木製	1
合計		280

- ・敷地内に複数の架台の種類がある太陽電池発電設備もあったが、本分類化では敷地内の代表的な架台についての集計を行った。
- ・鋼製（①）とアルミニウム合金製（②）はほぼ同数であり、単管パイプ（③）で組み立てられた架台は約20%、木製の架台も1件であった。
- ・複合（④）は2種類以上の材料を用いて組み立てられた架台を示し、例えば、柱材が鋼製で梁材がアルミニウム合金製のものや柱材が単管で梁材が鋼製のものなどを示す。

VII. 基礎の種類（スクリュー杭、単管杭、直接基礎、型鋼杭、鋼管杭、コンクリート杭、その他）



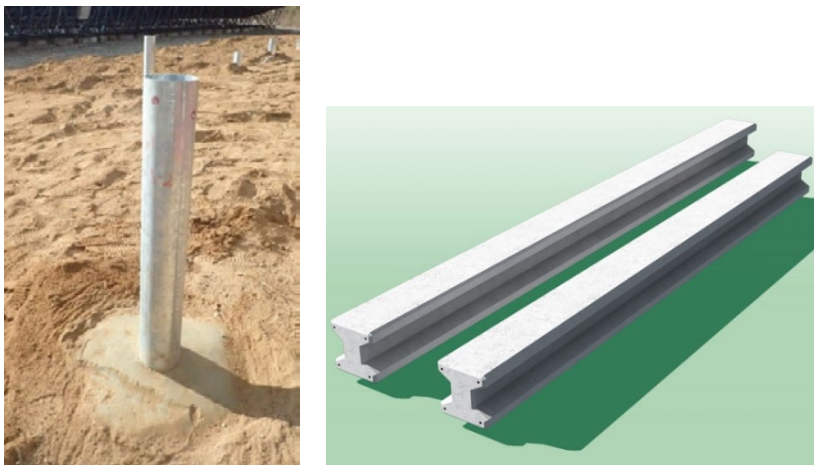
番号	基礎の種類	件数
①	スクリュー杭	110
②	単管杭	67
③	直接基礎	62
④	形鋼杭	18
⑤	鋼管杭	12
⑥	コンクリート杭	9
⑦	その他	2
合計		280

- ・直接基礎（③）よりも杭基礎（①、②、④～⑥の合計）が多く杭基礎の中でも最も割合が多いのはスクリュー杭（①）であった。
- ・その他（⑦）の2件は単管を地中に埋め込めずに設置している太陽電池発電設備と屋根設置の太陽電池発電設備であった。
- ・表 7.2-1 に分類化した杭の種類とその写真を示す。

表 7.2-1 杭の種類とその写真

杭の種類	外観写真	
①スクリュー杭 （スパイラル杭を含む小径回転圧入鋼管杭）		

杭の種類	外観写真
②単管杭	
③直接基礎 (独立基礎、東西および南北の連続基礎を含む)	  
④形鋼杭	
⑤鋼管杭 (φ48.6 より大きいもの)	

杭の種類	外観写真
⑥コンクリート杭 (キャストイン工法 による基礎も含む)	
引用元：地上設置型太陽光発電システムの設計ガイドライン 2019 年版	

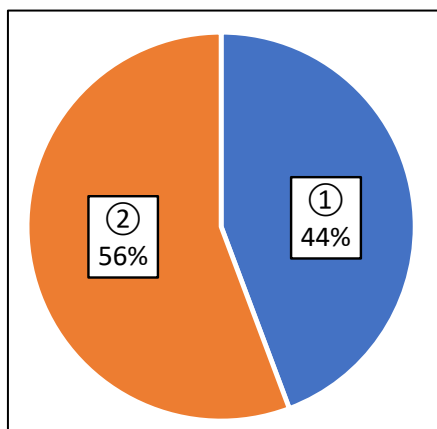
(2) 立入検査報告書の指摘項目に関する類型化

立入検査報告書の指摘項目の中でも、i) 設計図書に関する指摘事項 (I~VIII) ii) 現地調査に関する指摘事項 (I~VII) に大別し提出、指摘および相違の有無を整理した。また、それぞれ発電規模、設置時期、架台または基礎の種類別で類型化を行った。類型化の結果から典型的および特徴的な内容について考察を加えた。

i) 設計図書に関する指摘事項

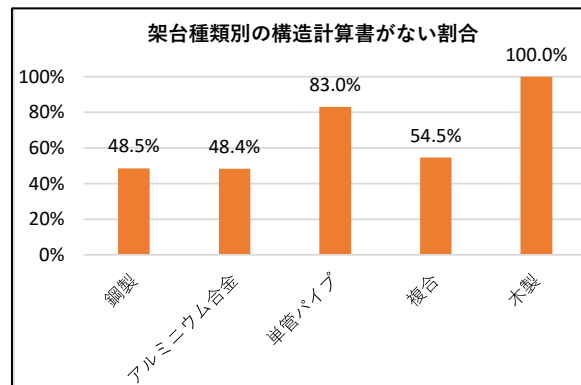
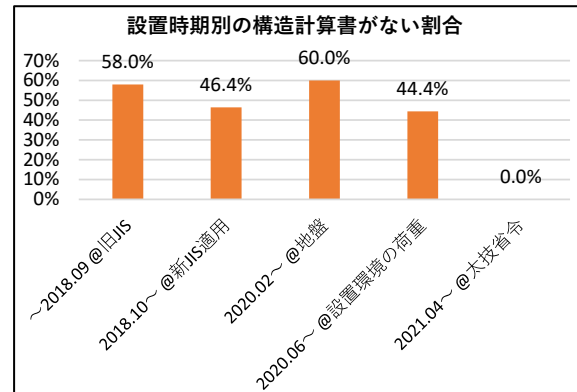
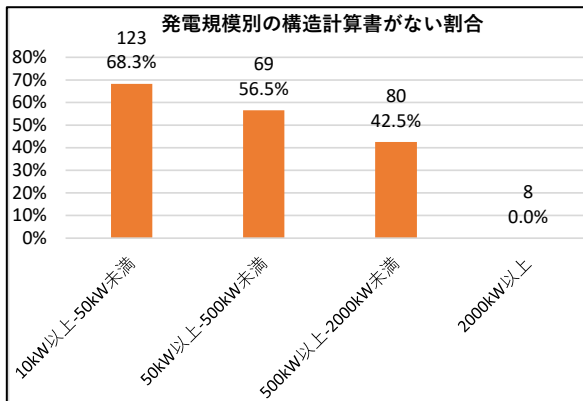
設置者等から提出された設計図書を確認し、技術的な指摘事項のまとめおよびその類型化を行った。類型化を行った対象は、I (構造計算書提出の有無) 及び VII (基礎の検討書の提出) については立入検査の同行を行った全件数 (280 件)、II~VIII (VII を除く) は構造計算書の提出があった太陽電池発電設備 (123 件) としている。

I. 構造計算書提出の有無



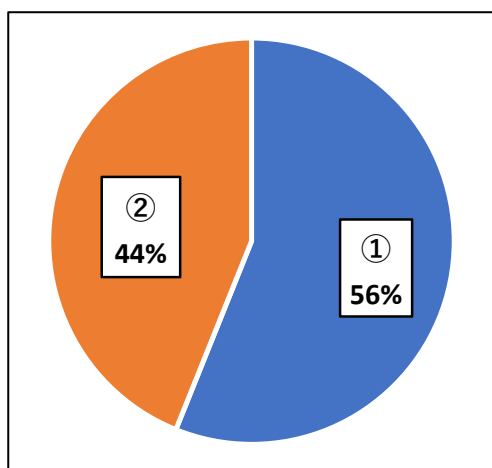
番号	構造計算書の提出	件数
①	あり	123
②	なし	157
合計		280

- ・構造計算書の提出の有無については、立入検査の同行前や同行後 1 週間以内に構造計算書の提出があった太陽電池発電設備を「①あり」とし、それ以降を「②なし」とした。
- ・本事業で立入検査対象となった太陽電池発電設備のうち、構造計算書の提出について「①あり」は 123 件(44%)であり、「②なし」は 156 件(56%)であった。



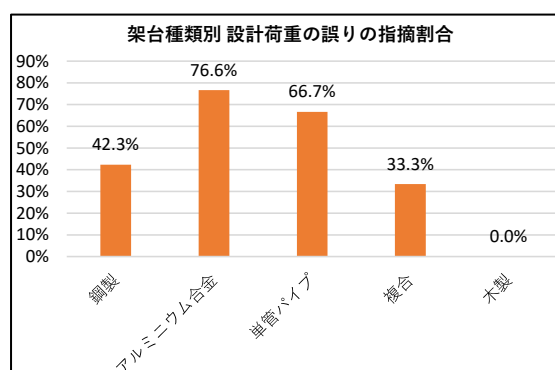
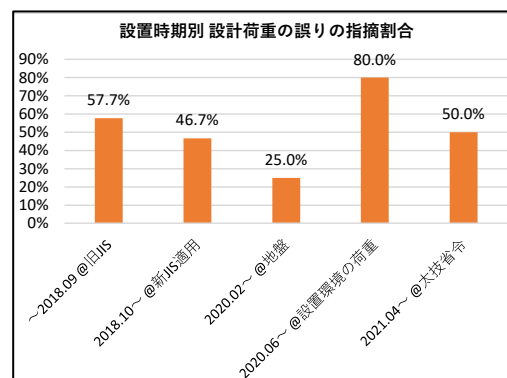
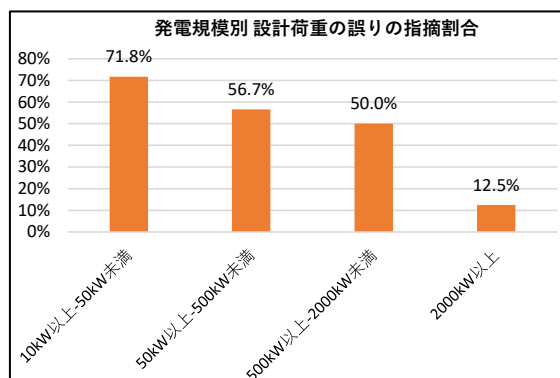
- ・ 発電規模別では出力 10kW 以上 50kW 未満の太陽電池発電設備が 68.3%の割合で架台の構造計算書が整備されておらず、発電規模が大きくなればなるほど構造計算書の整備状況がよくなる傾向が得られた。特に出力 2,000kW 以上の太陽電池発電設備では工事計画届の提出が義務付けられており、その際に構造計算書を作成しているため、全件で構造計算書の提出があったと推定される。
- ・ 設置時期別では「2021.04~@太技省令」を除いて、約 50%の割合で構造計算書の提出がない傾向が得られた。
- ・ 架台種類別ではどれも約 50%は構造計算書の提出がなかったが、特に単管パイプの架台は 80%以上の割合で構造計算書の提出がない結果が得られた。高くなった理由としては、単管パイプの架台は架構形状の自由度が高く誰でも組み立てられることや接合部の構造計算が難しいため、構造計算書などの設計図書が整備されていないと考えられる。

II. 設計荷重の誤りの指摘



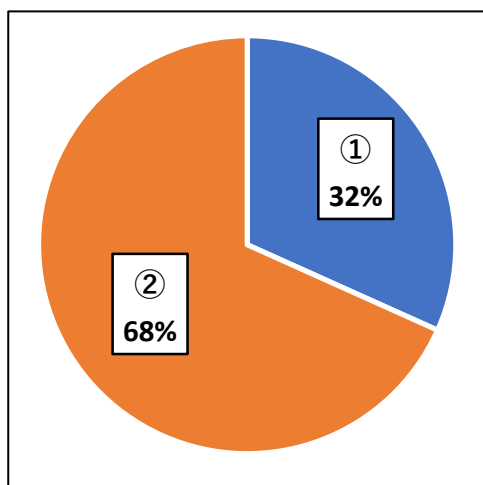
番号	設計荷重の誤りの指摘	件数
①	あり	69
②	なし	54
合計		123

- ・設計荷重の誤りに関する指摘（①）は 69 件(56%)であった。
- ・指摘内容は、固定荷重に係る指摘として、モジュール重量の誤り、付帯設備の重量が考慮されていない、風圧荷重に係る指摘として、地表面粗度区分や設計基準風速の誤り、積雪荷重に係る指摘として、垂直積雪量の誤り、地震荷重に係る指摘として、東西方向に関する検討がない等様々であった。
- ・発電所の設置場所は「多雪区域」であるが、「一般の地方」で検討している太陽電池発電設備もあった。
- ・設計荷重の算定は構造設計時の入力条件であり、当該項目に誤りがあると構造計算書の妥当性が確認できない結果となる。



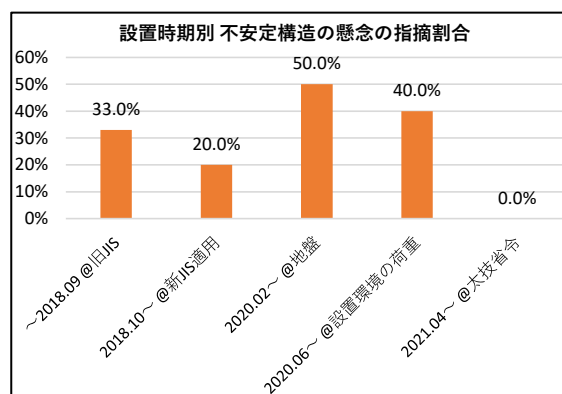
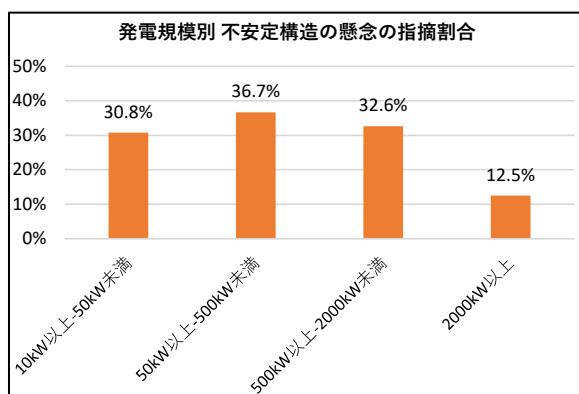
- ・発電規模別では10kW以上50kW未満の太陽電池発電設備で71.8%の割合で設計荷重に関する指摘があり、発電規模が大きくなるほど誤りが少なくなる傾向であった。
- ・設置時期別では設置時期が新しいほど設計荷重に関する誤りが多い傾向が得られた。特に2020年6月以降に設置された太陽電池発電設備で指摘が多い理由としては、電技解釈の改正により新たに「当該支持物の設置環境において想定される荷重に対し安定であること。」と規定されたが、想定される荷重（付帯設備の荷重、傾斜地による風速の増加、積雪による軒先荷重などによる荷重）の検討されていないことが原因で指摘割合が多くなったと考えられる。
- ・架台種類別ではアルミニウム合金および単管パイプで設計荷重に関する指摘が多い傾向が得られたが特に架台の種類による影響はないと考えられる。

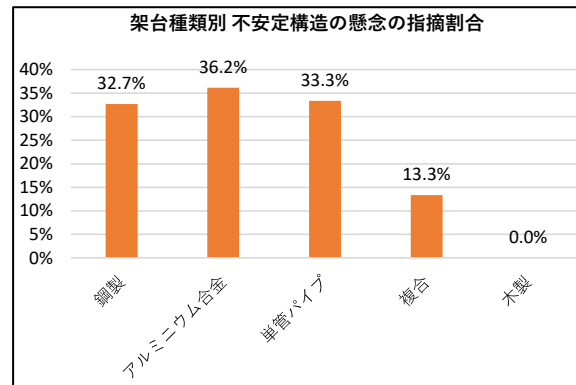
III. 不安定の懸念に関する指摘



番号	不安定構造の懸念の指摘	件数
①	あり	39
②	なし	84
合計		123

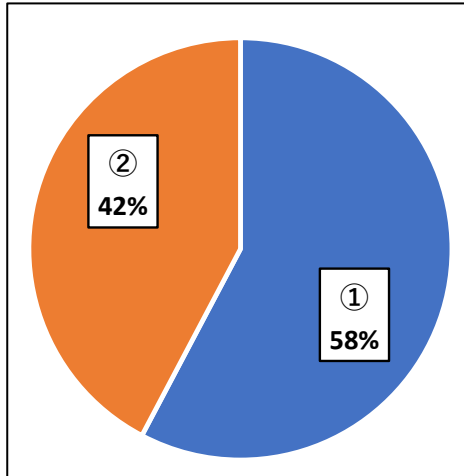
- ・構造計算書において不安定構造の懸念に関する指摘を行った太陽電池発電設備（①）は39件（32%）であった。
- ・指摘内容は、「北立面の架構について方づえや筋交いが配置されておらず、接合部はピン接合と推定されるため、支持物（架台）が安定構造であるか確認できない」等であった。





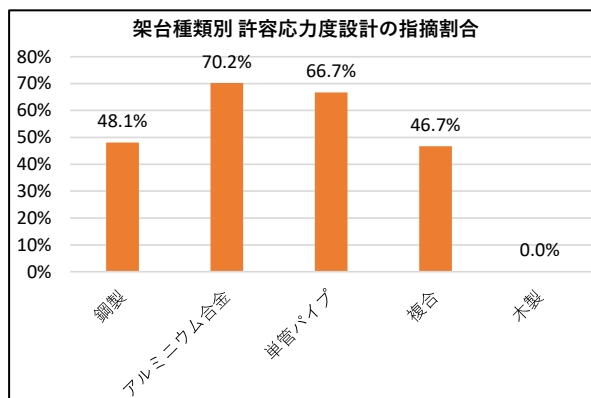
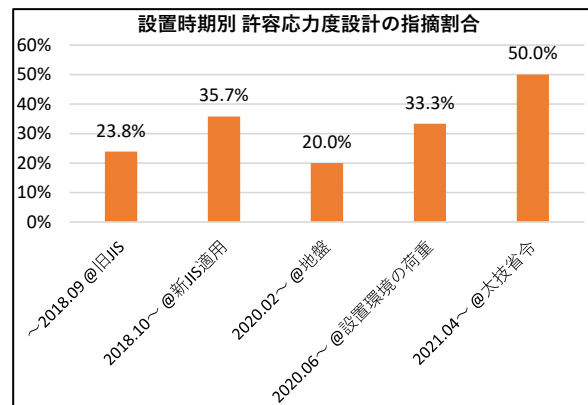
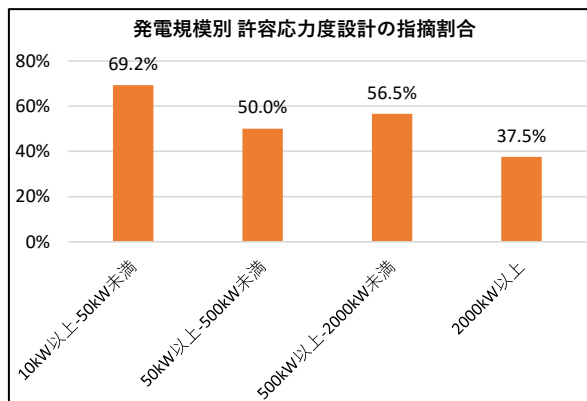
- ・発電規模別では2,000kW以上の太陽電池発電設備は工事計画届を提出する必要があるため指摘が少ない傾向が得られた(8件中1件)。
- ・設置時期別では「2020.02~@地盤」や「2020.06~@設置環境の荷重」で多い傾向であるが、特に設置時期による影響はないと考えられる。
- ・架台種類別では鋼製、アルミニウム合金、単管パイプで不安定構造の懸念に関する指摘が約30%である傾向が得られた。鋼製やアルミニウム合金ではブレースや方づえ等の斜材が配置されていない架台が多く、単管パイプでは緊結金具による接合部の固定度が確保されていないことが原因であると考えられる。

IV. 架台部材強度（許容応力度設計）に関する指摘



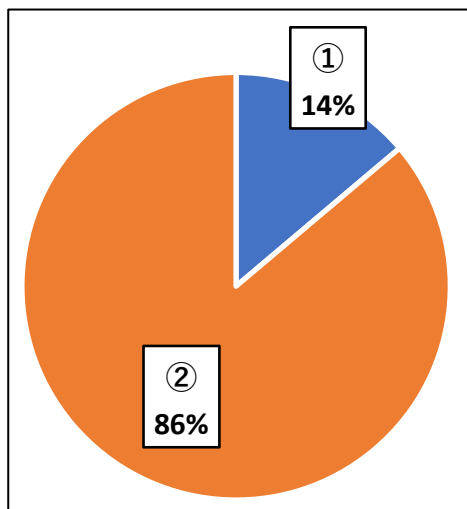
番号	許容応力度設計に関する指摘	件数
①	あり	71
②	なし	52
合計		123

- ・構造計算書において許容応力度設計に関する指摘を行った太陽電池発電設備(①)は71件(58%)であった。
- ・指摘内容としては「ねじ孔の欠損が考慮されていない」、「引張および圧縮に関する検討はされているが、曲げに関する検討がされていない」、「検定比が1.0を超えているが、検定比の結果がOKとなっている」等であった。
- ・全体的に指摘が多い傾向であったが、当該項目に関する指摘は支持物の強度に繋がるため検討漏れや検討不足は構造計算として大きな不備であると考えられる。



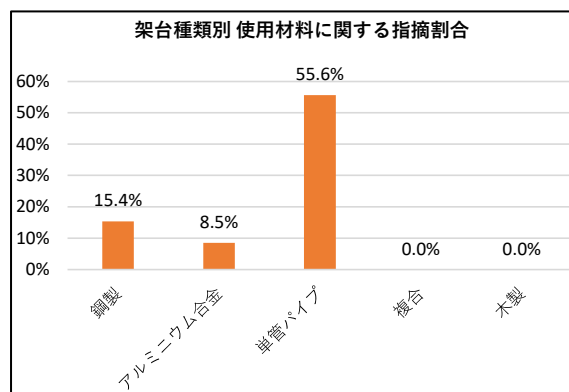
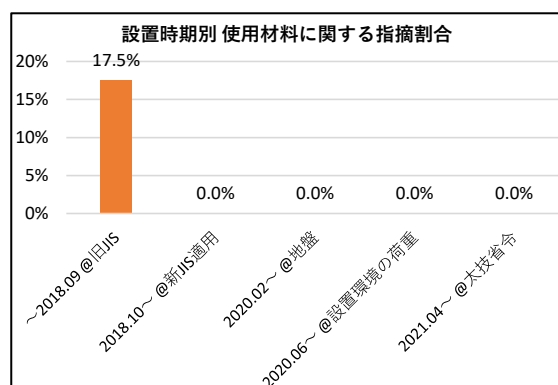
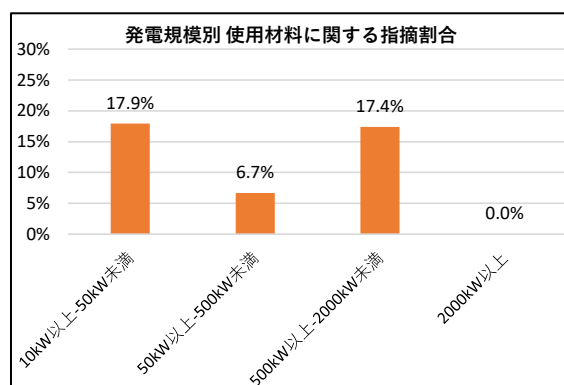
- ・発電規模別では 2,000kW以上の太陽電池発電設備では指摘が少なく、それ以外の太陽電池発電設備で指摘が多い傾向が得られた。
- ・設置時期別では「2018.10~@新 JIS 適用」以降の太陽電池発電設備で指摘が多い傾向が得られた。この理由としては電技解釈の改正により、同電技解釈の解説で「曲げ座屈、横座屈、局部座屈などが発生する恐れがあるため座屈を考慮した設計を行う必要がある。」と記載され、座屈等を考慮した設計が要求されることとなったためと考えられる。
- ・架台種類別ではアルミニウム合金で指摘が多い傾向が得られた。特にアルミ製架台の設計時に座屈等の設計を適切にしている太陽電池発電設備が少なかったことが原因であると考えられる。

V. 使用材料の明示に関する指摘



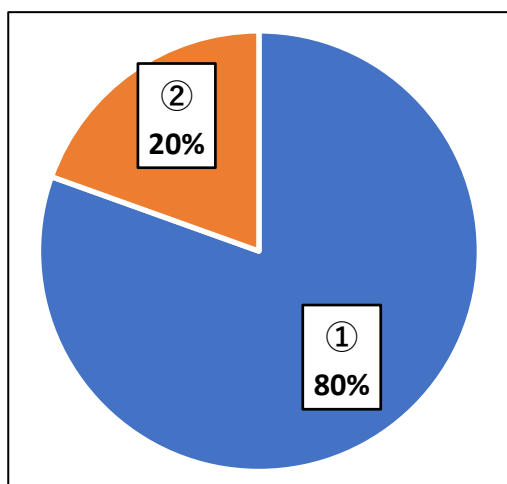
番号	使用材料に関する指摘	件数
①	あり	17
②	なし	106
合計		123

- ・構造計算書において使用材料に関する指摘を行った太陽電池発電設備（①）は 17 件(14%)であった。
- ・指摘内容としては「架台に用いている部材（鋼材またはアルミニウム合金材）やボルトの材質が示されていない」であった。



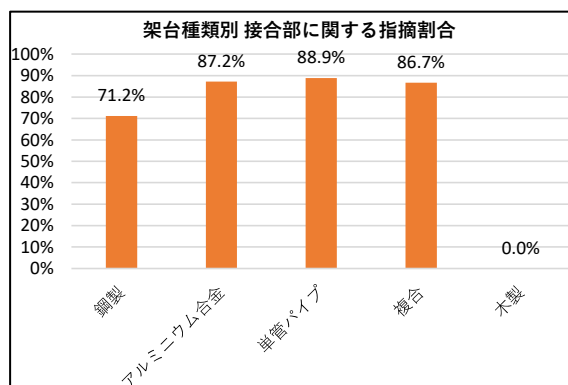
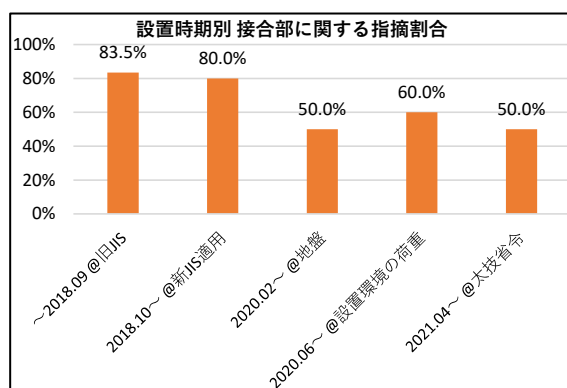
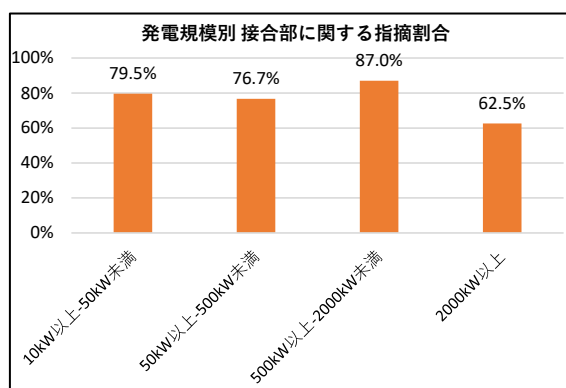
- ・発電規模別では 2,000kW 以上の太陽電池発電設備で使用材料に関する指摘がなく、それ以外の太陽電池発電設備では当該指摘が多い傾向が得られた。
- ・設置時期別では全ての指摘が「~2018.09@旧 JIS」より前に設置された太陽電池発電設備である結果が得られた。
- ・架台種類別では単管パイプが多かった。当該指摘をされた太陽電池発電設備で用いられている単管パイプは JIS で規定されている「鋼材、アルミニウム合金と同等以上の品質をもつ材料」であるか不明であったことが原因である。

VI. 接合部に関する指摘



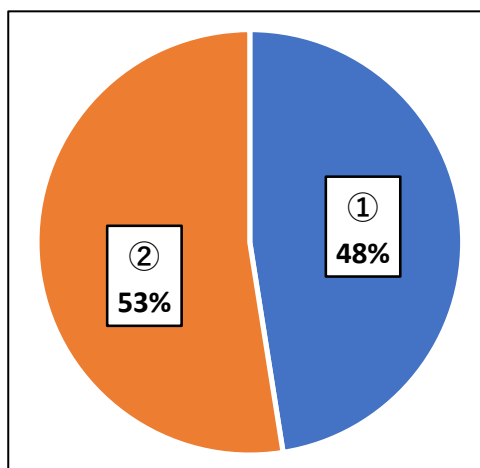
番号	接合部に関する指摘	件数
①	あり	99
②	なし	24
合計		123

- ・ 構造計算書において接合部に関する指摘があった太陽電池発電設備（①）は 99 件(80%)であった。
- ・ 指摘内容としては「接合部の検討がされていない」、「荷重が作用する方向に長孔があるがすべりに関する検討がされていない」、「載荷試験によって接合部の強度を評価しているが、評価方法や試験方法が適切でないため接合部の安全性が確認できない」、「ボルトの強度評価はしているが、接合金具の強度評価がされていない」等であった。
- ・ 構造計算書に関する指摘として最も多いのが接合部に関する指摘であった。



- ・発電規模別ではどの規模でも接合部に関する指摘は多い傾向が得られた。
- ・設置時期別ではどの時期も指摘は多いが、特に「～2018.09 @旧 JIS」で指摘が多い傾向が得られた。この理由としては JIS C8955(2004)では接合部の要求が「部材の接合は、ボルト接合、溶接接合又はこれらと同等以上の品質が得られる手段を用いなければならない。構造耐力上主要な部分である継手又は仕口は、その部分の存在応力を伝えることができる構造としなければならない。」とされているが、アルミ製架台や単管架台で頻繁に用いられる長孔や T 溝、溝ナットおよび緊結金具（単管クランプ）のような接合部では JIS C8955(2004)の要求を満たしていないと判断したことが原因である。
- ・架台種類別ではアルミニウム合金、単管パイプで指摘が多い傾向が得られた。上述したようにアルミの接合部は長孔や T 溝、溝ナット、単管の接合部は緊結金具（単管クランプ）を用いており、これらの接合部はすべりが生じる可能性があるが、構造計算書ではすべりに関する検討がされていないことが原因である。

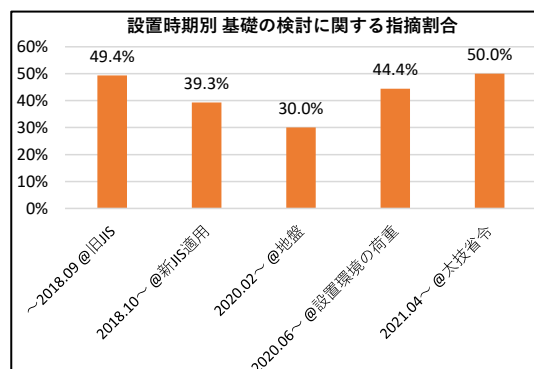
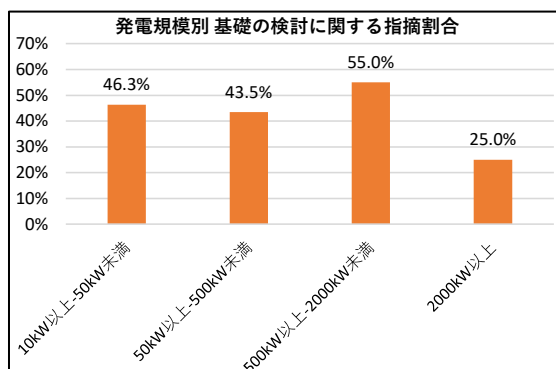
VII. 基礎に関する指摘

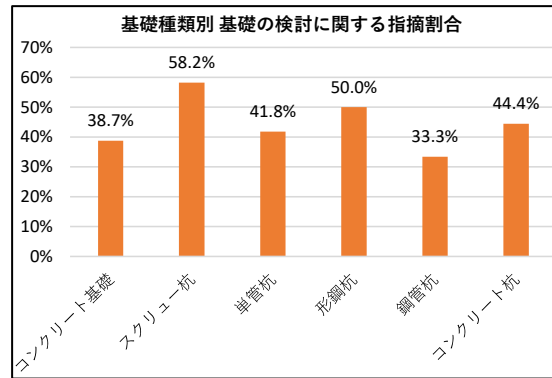


番号	基礎に関する指摘	件数
①	あり※	133
②	なし	147
合計		280

※基礎の検討書の提出がなかった太陽電池発電設備も含む。

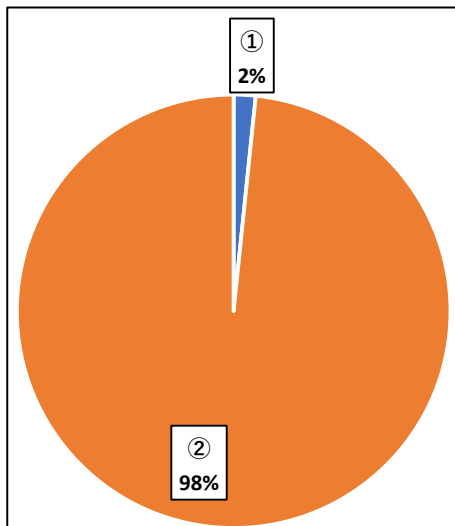
- ・基礎に関する指摘を行った太陽電池発電設備および基礎に関する検討書の提出がない太陽電池発電設備（①）は 280 件中 133 件(48%)であった。
- ・指摘内容としては「N 値を 3、土質を粘性土と記載しているが、地盤調査報告書の提出がないため、基礎の支持力算定式の妥当性が確認できない」、「基礎の浮上り、水平移動の検討がされていない」等があった。
- ・架台の構造計算書の提出はあったが、基礎の検討書の提出がない太陽電池発電設備があった。





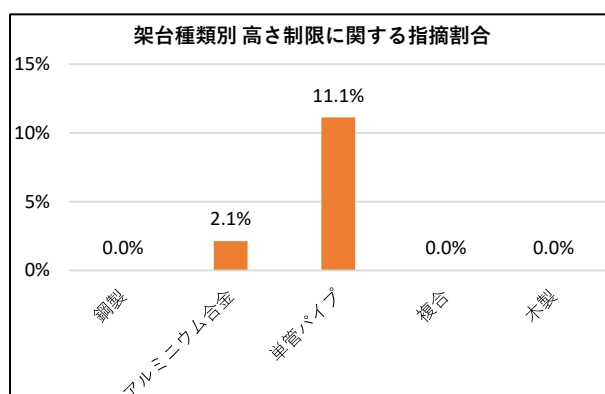
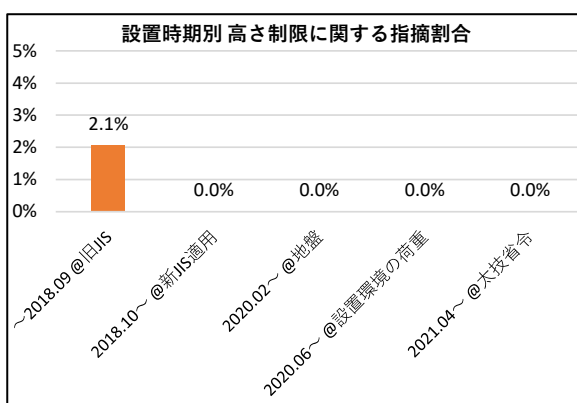
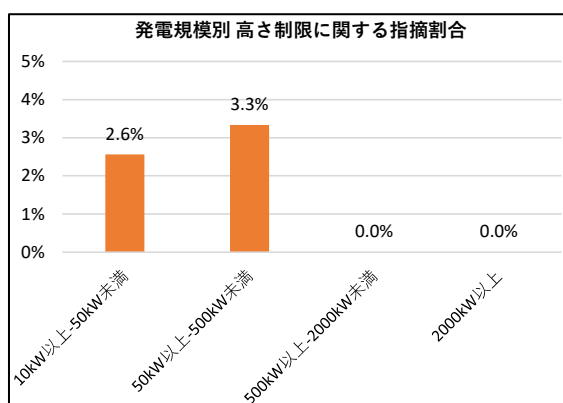
- ・発電規模別では 10kW 以上 2,000kW 未満の太陽電池発電設備で指摘が多い傾向が得られた。一方で 2,000kW 以上の太陽電池発電設備では工事計画届を提出が義務付けられているため、当該指摘が少ない傾向であったと推定される。
- ・設置時期別では「~2018.09 @旧 JIS」で指摘が多い傾向が得られた。当該時期は基礎の強度に関する要求がないため、基礎に関する検討書の提出がない太陽電池発電設備が多かったと考えられる。
- ・基礎種類別ではスクリュー杭で指摘が多い傾向が得られた。スクリュー杭は回転貫入杭に分類されるが設置者等から提出された構造計算書では打込み杭等に適用される計算式を用いていたため、当該項目の指摘が多かったと考えられる。

VIII. 高さ制限の超過に関する指摘



番号	高さ制限に関する指摘	件数
①	あり	2
②	なし	121
合計		123

- ・高さ制限に関する指摘（4 m：~2018.9, 9 m：2018.10~）を行った太陽電池発電設備（①）は 2 件（2%）であった。
- ・指摘内容は「図面でアレイ面上端の高さが 4.5m, 4.2m である」であった。
- ・当該項目の指摘があった太陽電池発電設備については JIS C 8955 での要求のほかに建築基準法の構造関連規定も要求される。

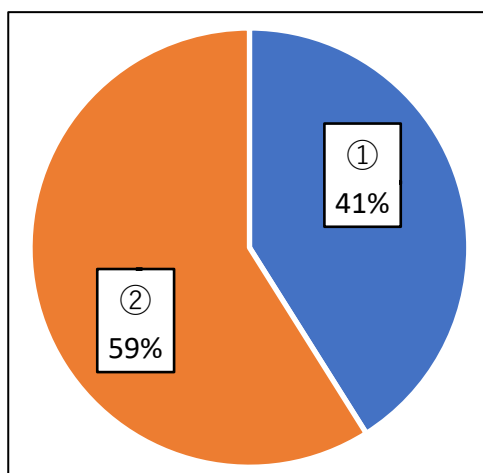


- ・ 発電規模別では工事計画届を提出しない、500kW 未満の太陽電池発電設備で指摘があったと考えられる。
- ・ 設置時期別では適応範囲を 4m としている 2018 年 9 月までの太陽電池発電設備で指摘があった。
- ・ 架台種類別ではアルミニウム合金と単管パイプで高さ制限に関する指摘があった。アルミ製架台では北海道で設置されている太陽電池発電設備で積雪を考慮し、架台高さを 4m 以上としていた。一方で単管架台では大きなアレイ（多数の段列の組合せ）を設置している場合があり、架台高さを 4m 以上となっていた。

ii) 現地調査に関する指摘事項

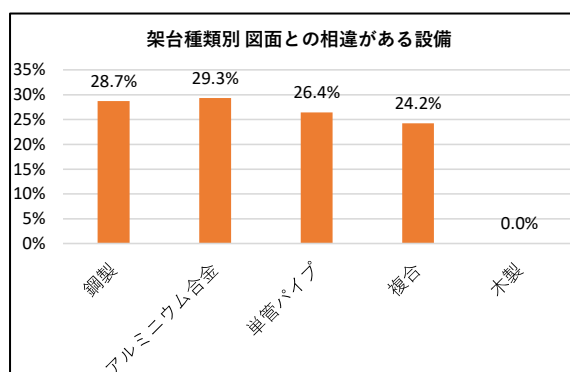
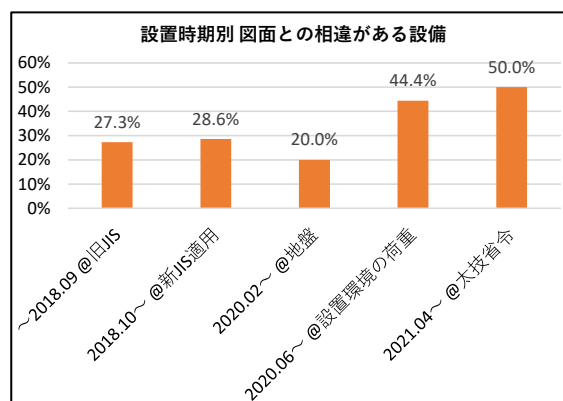
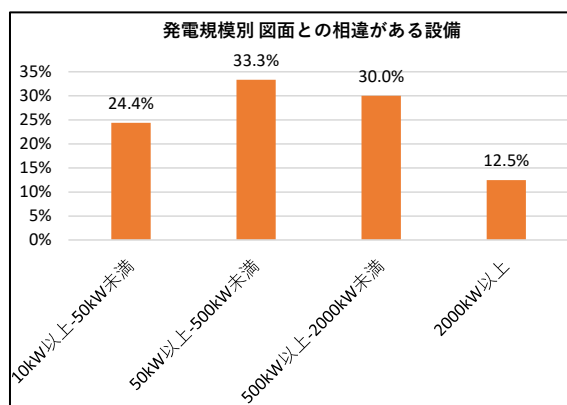
立入検査に同行した 280 件について、設計図書と実設備の比較などの簡易的な計測や目視による太陽電池発電設備の設置状況から安全性や技術基準への適合性等の技術的な指摘に関するまとめおよびその類型化を行った。以下に I~VII の項目に関する類型化を示す。

I. 実設備と図面の相違



番号	架台・基礎図面と 現地の相違	件数
①	あり	78
②	なし	112
合計		190

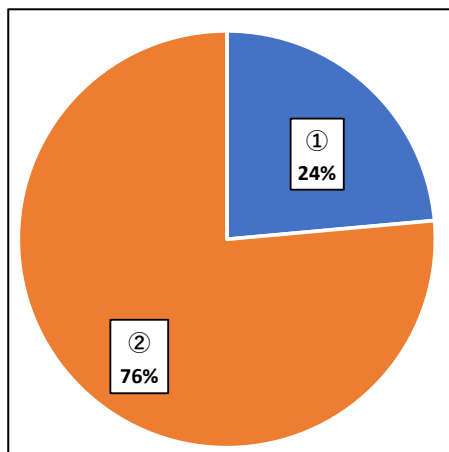
- ・図面の提出があった太陽電池発電設備(190 件)について図面と実設備で相違が「①あり」は 78 件 (41%)で「②なし」は 112 件(59%)であった。
- ・指摘内容としては「図面にある部材が実設備にはない」、「実設備にある部材が図面にはない」等であった。
- ・図面と実設備の構造が異なる場合、構造計算書における構造解析の妥当性が確認できない。



- ・発電規模別では 2,000kW 超で図面と実設備の相違がない傾向が得られた。2,000kW 超の太陽電池発電設備では工事計画届の提出が義務付けられているため、図面と実設備での相違が少なかったと推定される。

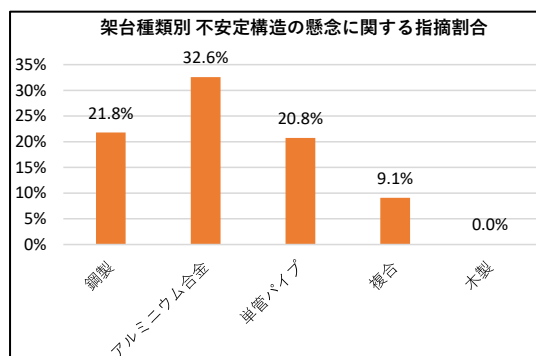
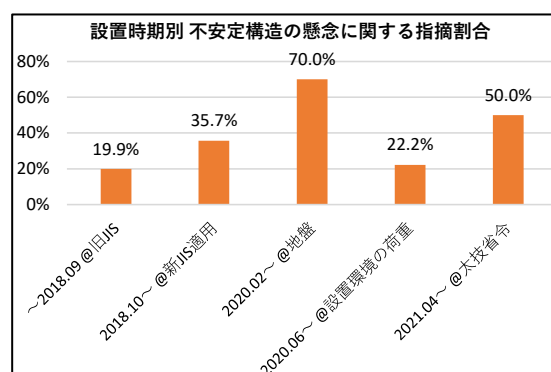
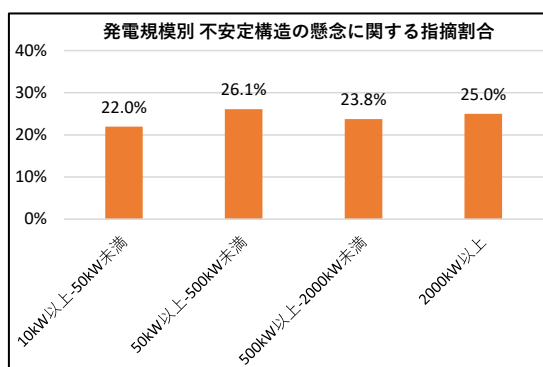
- ・設置時期別では「2020.06～@設置環境の荷重」以降で図面と実設備の相違が多い傾向が得られた。
- ・架台種類別では鋼製、アルミニウム合金、単管パイプ、複合のいずれも 25%程度相違がある傾向が得られた。

II. 不安定構造の懸念に関する指摘



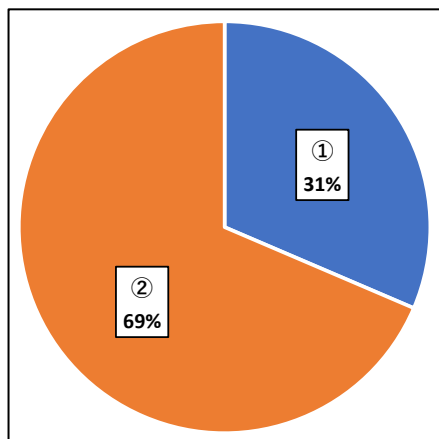
番号	不安定構造の懸念の指摘	件数
①	あり	66
②	なし	214
合計		280

- ・立入検査の同行による調査結果で不安定構造の懸念に関する指摘を行った太陽電池発電設備（①）は 66 件(24%)であった。
- ・指摘内容としては「南北立面、東西立面いずれかにおいてブレースまたは方づえが配置されていない」、「現地で支持物を手で押して揺れが生じた」などであった。
- ・当該項目の指摘があった太陽電池発電設備は積雪、強風、地震等が発生した際に倒壊する恐れがあるため、筋交いまたは方づえの追加や接合部を剛接合とすることを推奨した。



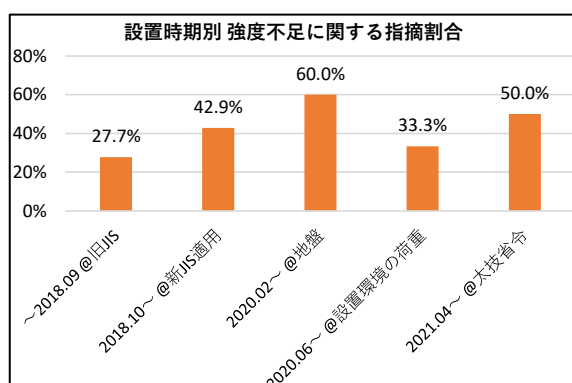
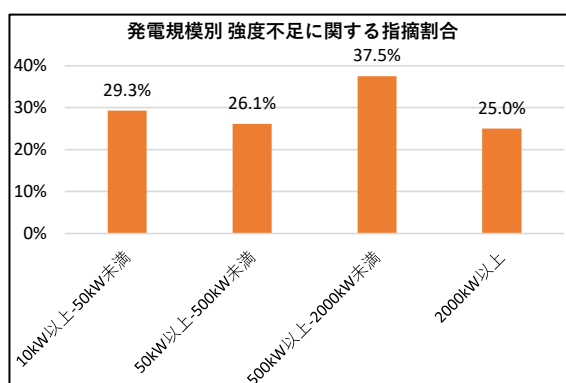
- ・発電規模別では全ての規模で不安定構造の懸念に関する指摘が約 25%である傾向が得られた。特に発電規模による特徴はないと考えられる。
- ・設置時期別では「2020.02~@地盤」で当該項目に関する指摘が多いが、特に設置時期による特徴はないと考えられる。
- ・架台種類別ではアルミニウム合金で指摘が多く、東西方向の荷重に対して抵抗するブレースや方づえ等の斜材が配置されていなかった。

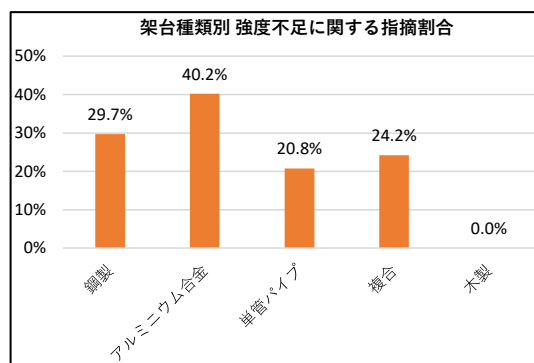
III. 架台部材強度不足（許容応力度設計）の懸念に関する指摘



番号	架台部材強度不足に関する指摘	件数
①	あり	88
②	なし	192
合計		280

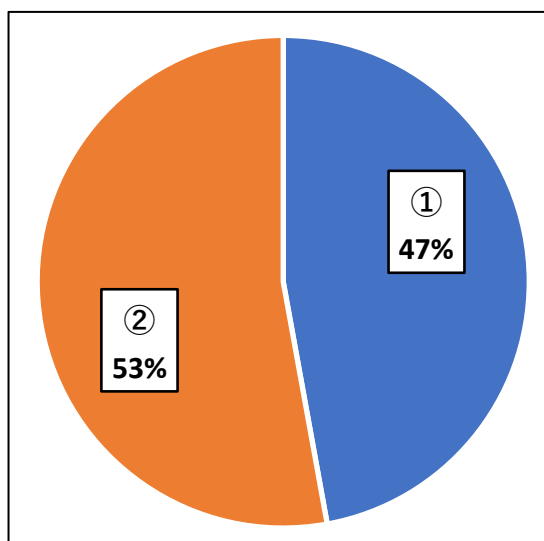
- ・立入検査の同行による調査結果で架台部材強度不足に関する指摘を行った太陽電池発電設備（①）は 88 件(31%)であった。
- ・指摘内容としては「支持物の部材で変形が確認された」、「一部の筋交い部材に目視で確認できるほどの大きなたわみが生じていた」などであった。
- ・当該項目の指摘があった太陽電池発電設備は部材の変形が生じており、架台の安全性が確認できないため、構造計算によって支持物の構造安全性を確認した上で部材の交換や必要に応じて補強を行うことを推奨した。





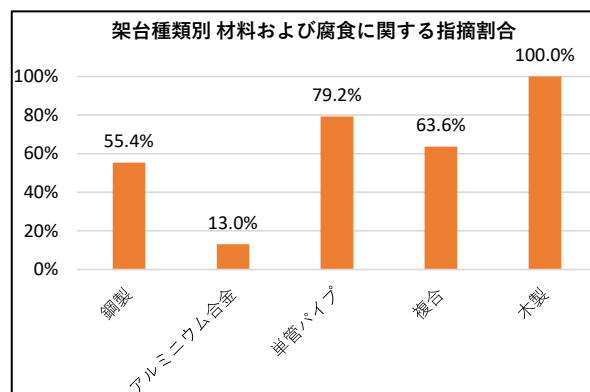
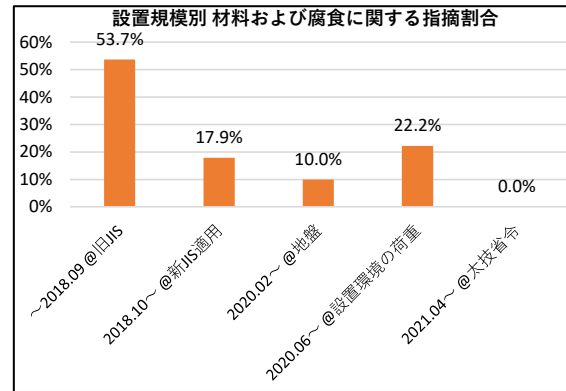
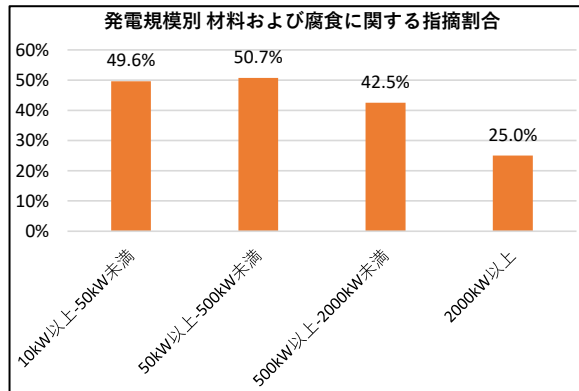
- ・発電規模別では「500kW 以上-2000kW 未満」で強度不足に関する指摘が多い傾向が得られたが、その他でも 25%以上は指摘があるため、特徴的な傾向はないと考えられる。
- ・設置時期別では「2020.02~@地盤」で指摘が多い傾向が得られた。当該項目においても設置時期による傾向は特になく考えられる。
- ・架台種類別では「アルミニウム合金」で指摘が多い傾向が得られた。アルミニウム合金では許容応力度設計が適切にされていないことが原因であると考えられる。

IV. 腐食に関する指摘



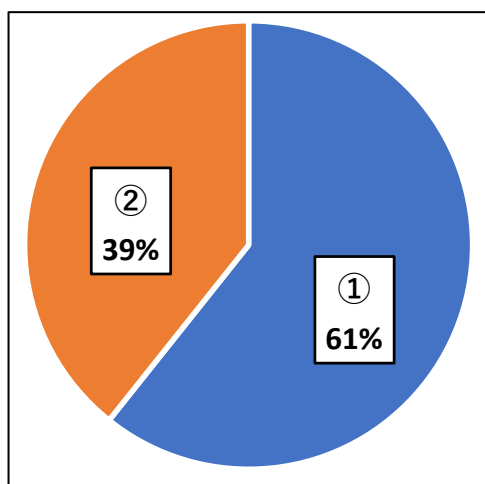
番号	腐食に関する指摘	件数
①	あり	132
②	なし	148
合計		280

- ・立入検査の同行による調査結果で腐食に関する指摘を行った太陽電池発電設備（①）は 132 件（47%）であった。
- ・指摘内容としては「架台部材または接合金具に腐食が確認できた」、「支持物の締結材で腐食が確認できた」等であった。
- ・当該項目の指摘があった太陽電池発電設備については錆を除去したうえで防食テープや塗装などによる腐食対策の措置を講じ、錆の進行を防止することを推奨した。



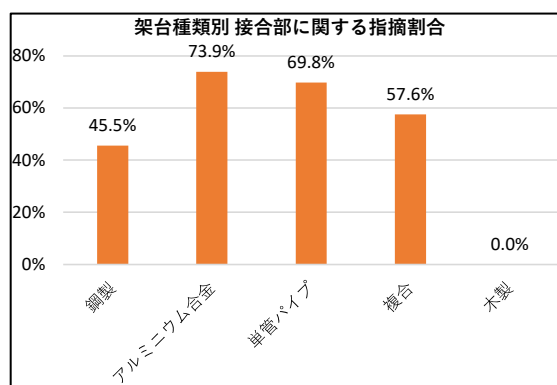
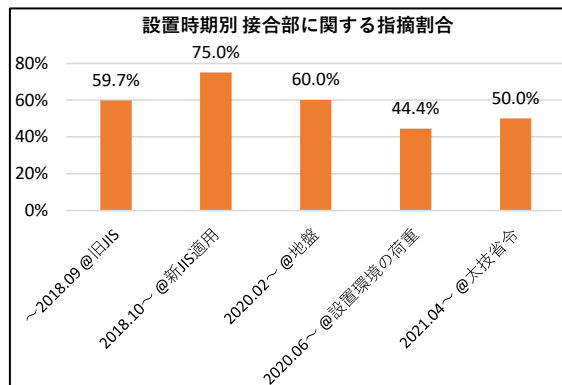
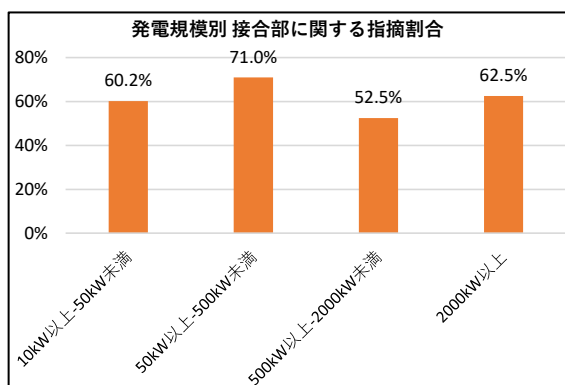
- ・ 発電規模別では 2,000kW 超の太陽電池発電設備で材料および腐食に関する指摘が少ない傾向が得られた。
- ・ 設置規模別では「~2018.09@旧 JIS」に設置された太陽電池発電設備で指摘が非常に多い傾向が得られた。初期に導入された太陽電池発電設備の多くは設置期間が長いため腐食が進行していると考えられる。またその他の太陽電池発電設備でも設置期間が長くなると腐食の問題が発生すると考えられる。
- ・ 架台種類別では単管パイプおよび鋼製で非常に指摘が多い傾向であった。複合においても指摘が多いが、腐食している箇所は鋼材や単管であった。

V. 接合部に関する指摘



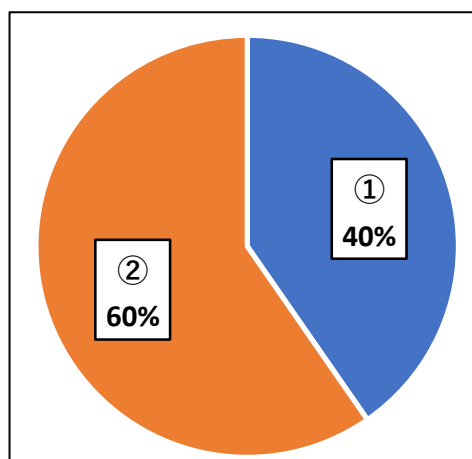
番号	接合部に関する指摘	件数
①	あり	170
②	なし	110
合計		280

- ・立入検査の同行による調査結果で接合部に関する指摘を行った太陽電池発電設備（①）は 170 件(61%)であった。
- ・指摘内容としては「接合部に長孔を用いているが荷重方向に長孔があるため、この接合部が部材の存在応力を確実に伝達できない懸念がある」、「ローレット加工部の凹凸が噛み合っていない」等であった。
- ・当該項目の指摘があった太陽電池発電設備については構造計算および载荷試験によって接合部で回転が生じないことや接合部のボルトがズレないことの確認を推奨した。また、ボルトの緩みが確認できた箇所については必要に応じて接合部の補強や締め直しを行うことも推奨した。



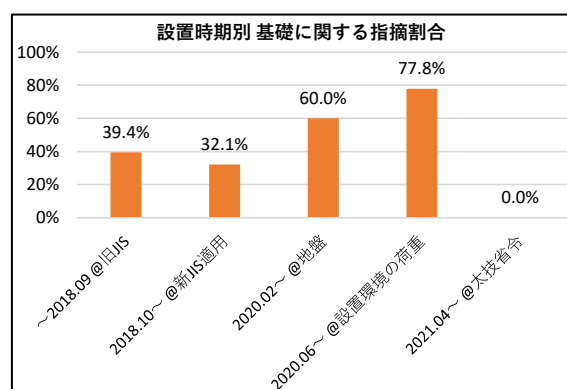
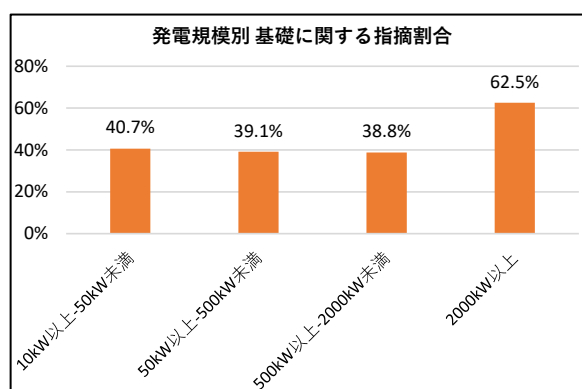
- ・発電規模別では規模による違いはないが、どの規模でも接合部に関する指摘が多い傾向が得られた。
- ・設置時期別においても全体的に接合部に関する指摘が多い傾向が得られた。
- ・架台種類別では「アルミニウム合金」、「単管パイプ」で指摘が多い傾向が得られた。アルミ製架台の接合部は長孔や T 溝、溝ナット、単管の接合部は緊結金具（単管クランプ）を用いており、接合部がずべる可能性があるため指摘事項と判断した。

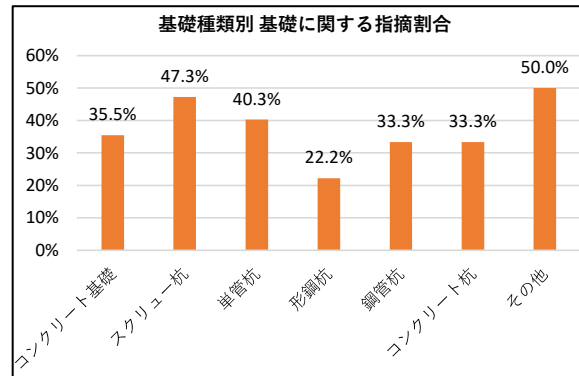
VI. 基礎に関する指摘



番号	基礎に関する指摘	件数
①	あり	113
②	なし	167
合計		280

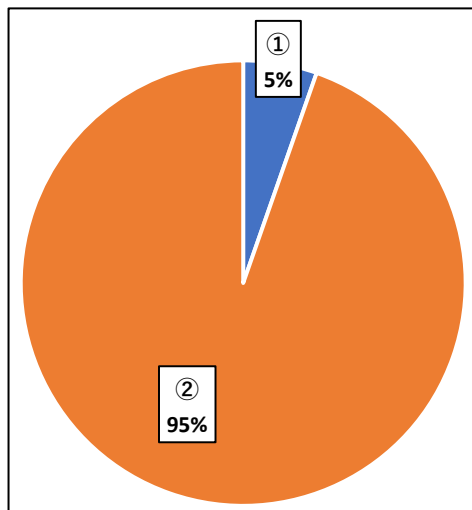
- ・立入検査の同行による調査結果で基礎に関する指摘を行った太陽電池発電設備（①）は 113 件（40%）であった。
- ・杭基礎については大部分が地中に埋まっているため、現地で目視確認可能な範囲での調査結果である。
- ・指摘内容としては「コンクリート基礎の重量不足が想定されるため、風などの浮上りに対する安全性が確認できない」、「地盤の侵食により一部のスクリー杭において羽根部が露出していた」等であった。
- ・当該項目の指摘があった太陽電池発電設備については、現在の状態で安全であることを構造計算および载荷試験で確認することを推奨した。また、必要に応じて補強を行うことも推奨した。





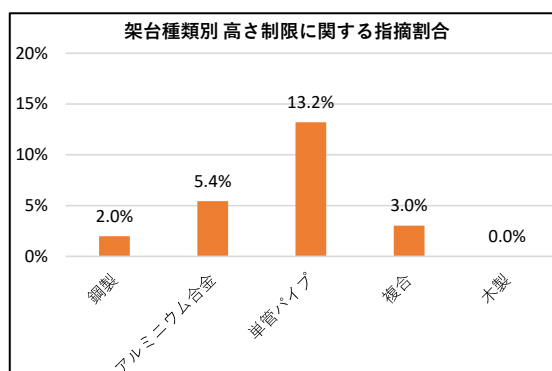
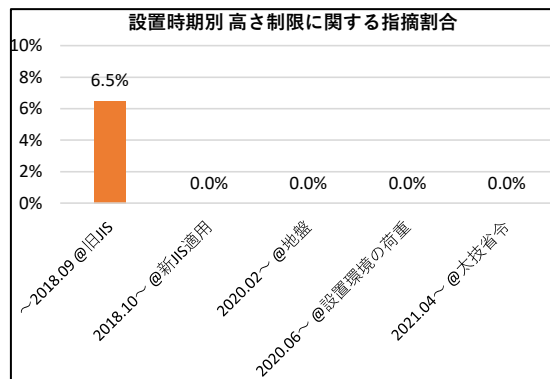
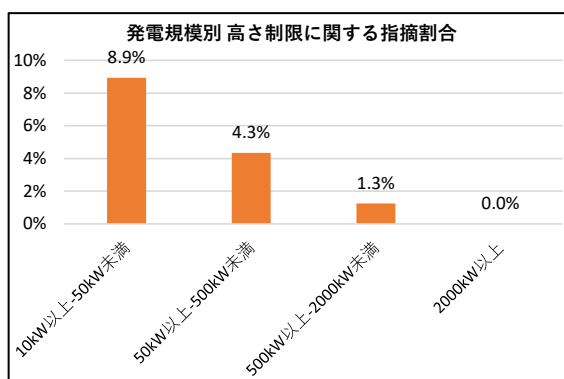
- ・発電規模別では2,000 kW以上の太陽電池発電設備で指摘の割合が多い傾向が得られた。これは2,000 kW以上の太陽電池発電設備では杭基礎周辺の地盤で侵食が生じており、設計で要求する杭の根入れ長を確保できていないことが原因であると考えられる。
- ・設置時期別では「2020.02～@地盤」、「2020.06～@設置環境の荷重」で指摘が多い傾向が得られた。当該項目において設置時期による傾向は特にはないと考えられる。
- ・架台種類別ではスクリュー杭で指摘が多い傾向が得られたが、スクリュー杭特有の指摘ではなく、地盤の侵食によってスクリュー杭の羽根部が露出していたことが原因である。

VII. 高さ制限の超過に関する指摘



番号	高さ制限に関する指摘	件数
①	あり	15
②	なし	265
合計		280

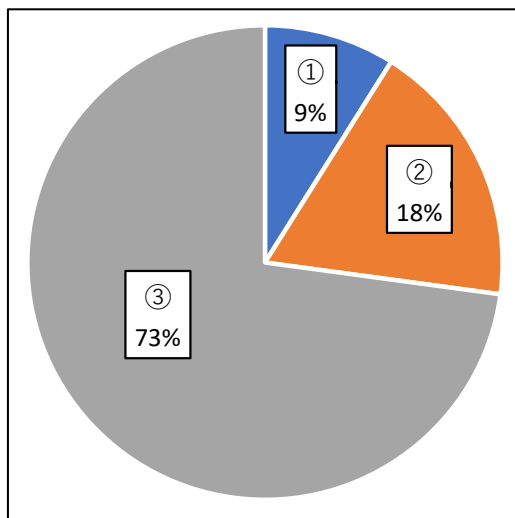
- ・立入検査の同行による調査結果で高さ制限に関する指摘を行った太陽電池発電設備（①）は15件(5%)であった。
- ・指摘内容としては「現物のアレイの最高高さは5m以上であった」、「アレイの下端から上端までの高さが4mを超えていた（5m超で計測不能）。」等であった。
- ・当該項目の指摘があった太陽電池発電設備については、JIS C 8955での要求のほかに建築基準法の構造関連規定も要求されるため、これらの要求を満たしているかについて確認することを推奨した。



- ・ 発電規模別では工事計画届の提出が義務付けられていない、2,000kW 未満の太陽電池発電設備で指摘があった。
- ・ 設置時期別では当該項目の指摘があった時期は「~2018.09@旧 JIS」のみであった。これは適応範囲が 4m であり、「2018.10~@新 JIS 適用」以降は適応範囲が 9m と緩和されていることが原因であると考えられる。
- ・ 架台種類別では「単管パイプ」で指摘が多い傾向が得られた。単管製の架台では大きなアレイ(多数の段列の組合せ)を設置している場合があり、架台高さが 4m 以上となっていた。

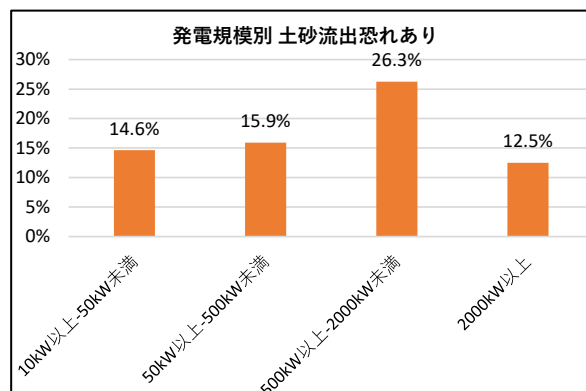
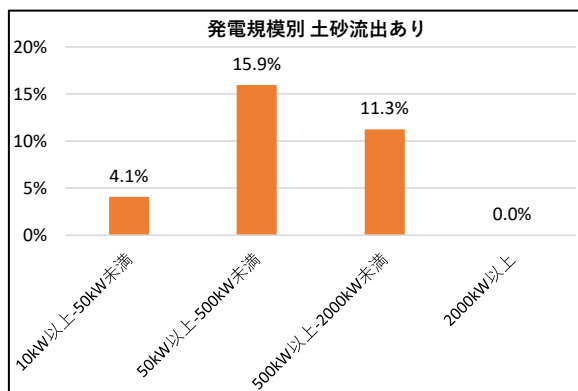
VIII. 土砂流出に関する指摘

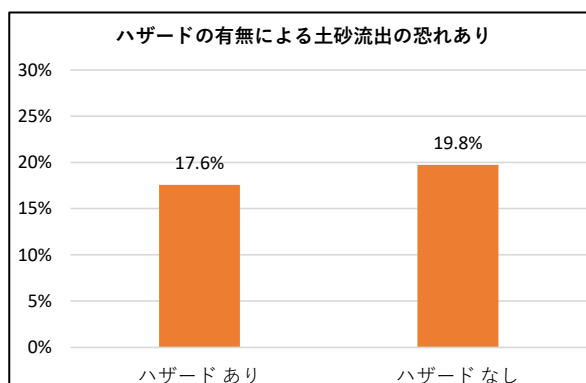
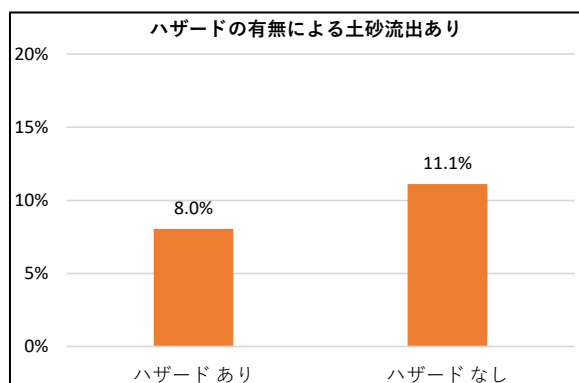
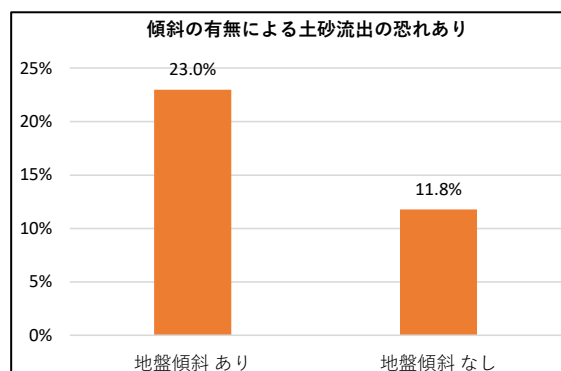
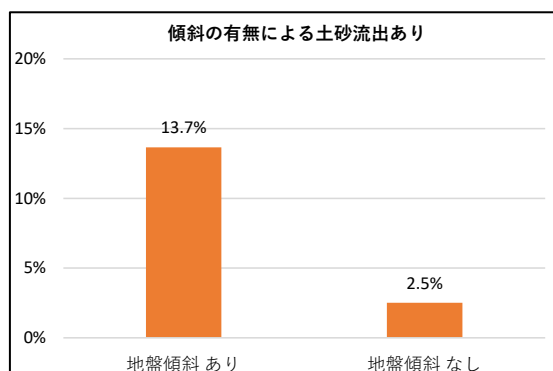
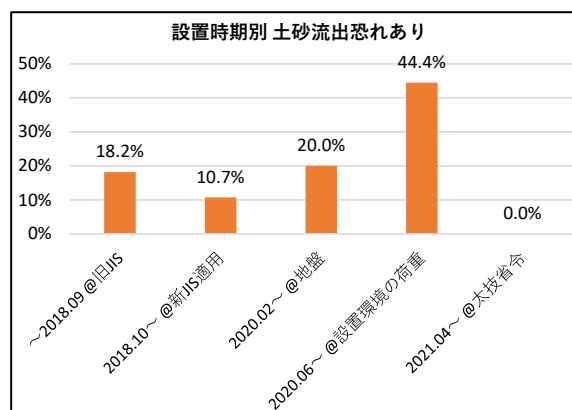
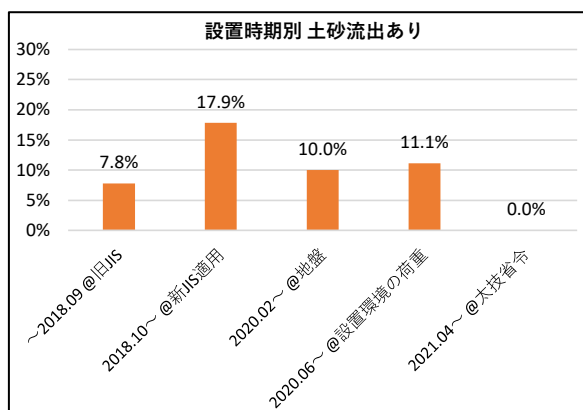
立入検査に同行した太陽電池発電設備において土砂流出の観点からも分類化を行った。「①流出あり」は目視によって敷地外への土砂流出を確認した太陽電池発電設備で、「②恐れあり」は敷地外への土砂流出は確認できなかったが、敷地内で地盤の侵食や土砂が流れている太陽電池発電設備を示す。また、当該項目については発電規模別、設置時期別のほかにも地盤傾斜別、土砂災害関連ハザード別で類型化を行った。



番号	土砂流出に関する指摘	件数
①	流出あり	25
②	恐れあり	51
③	なし	204
合計		280

- ・立入検査の同行時に土砂流出が確認できた太陽電池発電設備（①）は25件(9%)、土砂の流出は確認できなかったが、敷地内で地盤の侵食や、土砂が流れているのを確認できた太陽電池発電設備（②）は51件(18%)であった。
- ・「恐れあり」の指摘内容としては「排水溝が土砂で詰まっているため排水能力が低下している懸念がある」、「アレイ面からの落水による地盤の侵食および排水溝の劣化（堆砂、浮上がり）が発生しており、土砂の流出が懸念される」等であった。
- ・当該項目の指摘があった太陽電池発電設備については、今後、定期点検で地盤の侵食や土砂流出について確認することを推奨した。また、必要に応じて土木や地盤の専門家の指導の下、対策を講じることについても推奨した。





- ・発電規模別では2,000 kW以上の太陽電池発電設備は主任技術者が常駐しているため、土砂の流出は確認できなかった。一方で、土砂流出の恐れがある太陽電池発電設備はあった。
- ・設置時期別では「2020.06～@設置環境の荷重」で土砂流出の恐れのある太陽電池発電設備が多い傾向が得られたが特に設置時期による影響はないと考えられる。
- ・地盤傾斜の有無別では、敷地内に地盤の傾斜を有している場合は「土砂流出あり」、「土砂流出の恐れあり」の指摘が多い傾向が得られた。
- ・土砂災害関連ハザードの有無別では、「土砂流出あり」、「土砂流出の恐れあり」どちらも傾向が似ているため、当該項目は土砂災害関連ハザードの有無に大きく影響しないと考えられる。

7.3 立入検査の同行および設計図書の確認に関する指摘まとめ

「7.2 立入検査結果の類型化」から得られたデータをもとに設計図書に関する指摘事項の項目別における指摘割合を図 7.3-1 に示す。

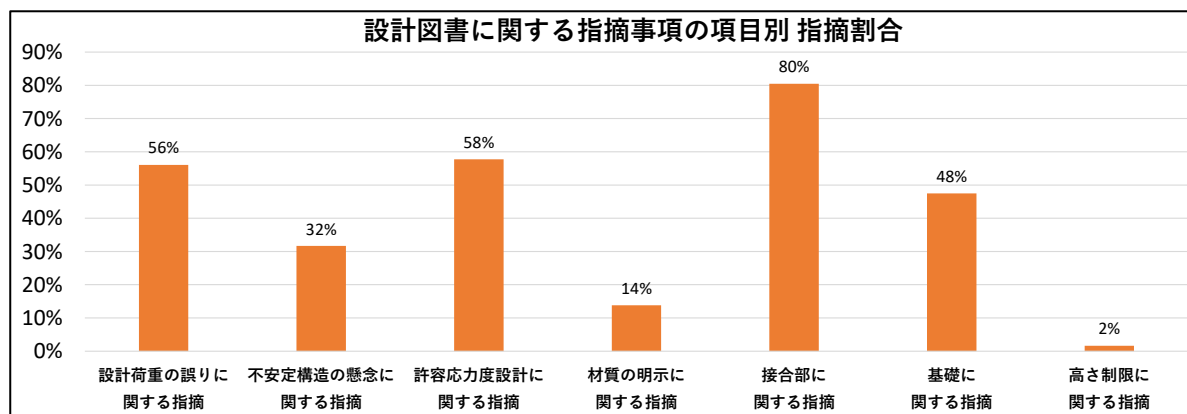


図 7.3-1 設計図書の確認における項目別の指摘割合

設計図書に関する指摘割合は「接合部に関する指摘」が 80%で特に多い傾向であることが分かった。そのほかにも「設計荷重の誤りに関する指摘」や「許容応力度に関する指摘」は約 60%以上、「基礎に関する指摘」は約 50%であった。また、これらの指摘はどれも支持物の破損事故に大きく影響するため特に注意が必要であると考えられる。それぞれの指摘内容の詳細を表 7.3-1 に示す。

表 7.3-1 設計図書の確認における指摘項目別の指摘内容

指摘項目	指摘内容
接合部に関する指摘	・長孔を用いた接合部や側方からボルト先端での押さえつける接合部では滑りが懸念されるが、構造計算書ではこれらの接合部について滑りに関する強度確認がされていない。 ・載荷試験による接合部の強度を評価しているが、評価内容が不足（設計荷重が作用した時に塑性変形や滑り（ズレ）が生じていない等）している。 ・ボルトの耐力の検討は行っているが、接合金具等の母材に関する検討がされていない。
許容応力度に関する指摘	・FEM 解析の入力条件（部材の断面、境界条件、荷重条件）が不明であり、解析結果の出力もないため、解析結果の妥当性が確認できない。したがって、断面算定についても妥当性が確認できない。 ・各部材の強度計算において座屈等による許容応力度の低減を考慮していない。 ・ねじ孔の欠損が考慮されておらず、有効断面積での検討がされていない。

	・引張および圧縮に関する検討はされているが、曲げに関する検討がされていない ・検定比が 1.0 を超えているが、検定比の結果が OK となっている。
設計荷重に関する指摘	・東西方向の風圧荷重の検討がされていない。 ・JIS C8955:2004 の(16)式では地上垂直積雪量 $Z_s=130\text{cm}$ 程度であるが、構造計算書では地上垂直積雪量 $Z_s=70\text{cm}$ となっており、積雪荷重が過小に評価されている。 ・当該区域は設計用基準風速 36m/s であるが、構造計算書では 30m/s とされ風圧荷重が過小に評価されている。 ・地表面粗度区分を III としているが、発電所の設置場所は都市計画区域外であるため II と推定されるため、風圧荷重の妥当性が確認できない。 ・架台に取り付けられている付帯設備の荷重が検討されていない。 ・地震荷重の検討がされていない。
基礎に関する指摘	・基礎の構造計算書が提出されていない。 ・杭の先端支持力を、土質：粘性土、N 値：3 または土質：砂質土、N 値：0 として算定しているが、地盤調査報告書がないため、杭の先端支持力の妥当性が確認できない。 ・直接基礎の沈下、浮上り、転倒、水平移動のいずれかが検討されていない。 ・建築基礎構造設計指針に示された打込み杭の計算式を用いているが、スクリー杭には適用できない。 ※同設計指針では回転貫入杭（スクリー杭）は適用範囲外である。 また、SWS 試験の換算 N 値についても適用範囲外である。

次に、同様に立入検査の同行結果から現地調査に関する指摘事項の項目別における指摘割合を以下に示す。

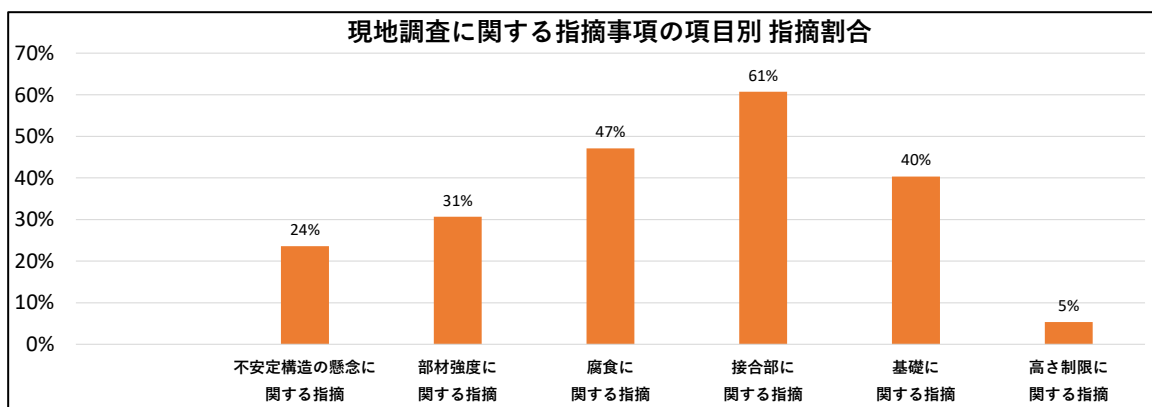


図 7.3-2 現地調査における項目別の指摘割合

現地調査に関する指摘割合は「接合部に関する指摘」が61%で特に多い傾向であることが分かった。そのほかにも「腐食に関する指摘」や「基礎に関する指摘」は40%以上であった。これらの指摘項目に加えて支持物の破損事故に大きく影響すると考えられる項目「部材強度に関する指摘」を追加し、それぞれの指摘内容の詳細を表7.3-2に示す。

表 7.3-2 現地調査における指摘項目別の指摘内容

指摘項目	指摘内容
接合部に関する指摘	・東西方向の筋交い接合部の片端が長孔で構成され存在応力を伝えることができる構造（滑りが生じる可能性がある）であるか確認できない。 ・杭と柱の接合部で大きな偏心が見られた。 ・2本のボルトで接合される箇所を1本のボルトで接合されていた。 ・柱の接合部にフィラープレート（隙間調整板）が挿入されていた。 ・基礎固定金具の接合部で金具とナットのローレット加工部において凹凸が噛み合っていないため、接合部の固定度が低下している懸念がある。 ・一部のアレイでモジュール押さえ金具のねじの緩みが確認できた。 ・一部の緊結金具（単管クランプ）が外れていた。
腐食に関する指摘	・架台部材や杭に腐食（錆）が確認できた。 ・締結材（ボルト）に腐食（錆）が確認できた。 ・雨がかり部分に流水腐食がみられた。 ・単管や緊結金具（単管クランプ）に腐食（錆）が確認できた。
基礎に関する指摘	・基礎重量が不足している懸念があり、風圧荷重によって浮き上がる可能性が考えられる。 ・直接基礎の底部周囲で地盤の侵食があったため、水平移動等の抵抗力が不足している懸念がある。 ・一部の直接基礎が沈下している。 ・地盤の侵食によって杭基礎のスクリー一部が露出しているため、鉛直支持力、引抜抵抗力、水平抵抗力が低下している懸念がある。
部材強度に関する指摘	・ブレースの端部に切欠きがあり、断面欠損しているため、設計荷重に対して許容応力度設計ができているか懸念がある。 ・筋交い上端ボルト接合部における端あきが不足している。 ・柱に曲がりが見られるが、この状態で軸力が作用すると、柱が座屈する危険性がある。 ・筋交材が目視で確認できるほどの大きなたわみが生じている。

7.4 立入検査結果のまとめ

「7.2 立入検査の類型化」による実態調査から、構造計算書の提出がない太陽電池発電設備が半数近くあることや、適切でない或いは実設備に則していない構造計算書が多いため、全ての太陽電池発電設備で実設備に則し、かつ適切に検討された構造計算書を整備することが望まれる。また、構造計算書の確認では「設計荷重」、「架構の安定・不安定」「許容応力度設計」「材質の明示」「接合部の検討」「基礎の検討」「高さ制限」に着目し、太技省令の要求事項を満たしていることを検査したが、「接合部の検討」「設計荷重」「許容応力度」「基礎の検討」の項目において適切な検討がされていないケースも多く見られたため、表 7.3-1 に記載する指摘内容を重点的に確認することが望ましい。

一方、立入検査においても同様に太技省令の要求事項を満たしていることを確認するためには、「架構の安定・不安定」「部材の寸法」「腐食」「接合部」「基礎」「高さ制限」に着目する必要がある。本事業での立入検査では「接合部」「腐食」「基礎」に関する内容で指摘事項が多く確認できたことから、表 7.3-2 に記載する指摘内容を重点的に検査することが望ましい。

他方、EPC や発電事業者に対しては、「接合部に関する指摘」、「設計荷重の誤りに関する指摘」および「許容応力度に関する指摘」等の内容について正しく理解していない可能性があるため、今後、発電用太陽電池設備に関する技術基準を定める省令及びその解釈に関する逐条解説等で具体的な検討方法を周知することが望まれる。

8 おわりに

本事業では設備の特性や立地環境等に係る傾向等を分析することを目的として土砂災害警戒区域等に設置された地上設置が太陽光発電設備のうち、土砂流出等の自然災害の発生が懸念される地域に立地し、かつ発電用太陽電池設備に関する技術基準を定める省令（令和3年経済産業省第29号）の適合性に疑義がある太陽電池発電設備について立入検査の同行を行った。

立入検査の同行にあたっては土砂災害等の発生が懸念される地域に立地している太陽電池発電設備の安全性や技術基準への適合性が効率的、効果的に確認可能なチェックリスト案を検討および作成した。チェックリスト案は建築、土木、構造の非専門家でも使用可能なものとし、チェックリスト案を用いた現地調査の結果から、太技省令の適合性の判定を行った。

立入検査の同行は当初計画のとおり280件について実施し、現地調査結果および事前に設置者等から提出された構造計算書等の設計図書の確認結果から技術的な指摘事項をまとめて立入検査報告書を作成し、所管の産業保安監督部に提出した。また、立入検査報告書提出後、設置者等から改善計画が提出された太陽電池発電設備については改善計画内容の確認を行い、技術的な不備等がある場合にはその指摘事項をまとめて報告を行った。

立入検査の同行結果から太陽電池発電設備に関して設備の特性や立地環境に係る傾向を分析するために、（1）太陽電池発電設備の概要別（地域、設置時期、発電規模、土砂災害関連ハザードの有無、地盤傾斜の有無、架台の種類、基礎の種類）や（2）立入検査報告書の指摘項目別、i) 設計図書に関する指摘事項（構造計算書の有無、設計荷重の誤り、接合部の検討有無、基礎検討の有無など）と、ii) 現地調査に関する指摘事項（架台・基礎図面と実設備の相違、土砂流出、重大な指摘事項など）に分類し、類型化を行った。類型化の結果から、構造計算書の未整備、不適切な構造計算書、実設備に則していない構造計算書の例が多いことが分かった。不適切な構造計算書においては、「接合部の検討」「設計荷重」「許容応力度」「基礎の検討」の項目の指摘が多かった。これらについては全ての太陽電池発電設備において実設備に則し、かつ適切に検討された構造計算書を整備することが望まれる。また、立入検査においても「接合部」「腐食」「基礎」に関する内容で懸念事項が多く確認できたことから、これらの箇所に着目して検査を行うことが望ましい。