

特殊な設置形態の太陽光発電設備の設計・施工ガイドラインの策定について

傾斜地設置型太陽光発電システムの設計・施工ガイドラインの概要解説

一般社団法人 構造耐力評価機構
理事 博士(工学) 高森 浩治

1. NEDO研究でのガイドライン策定の方針

2. 傾斜地設置型太陽光発電システム設計・施工ガイドラインの概要

3. その他のガイドラインについて

特殊な設置形態の太陽電池発電設備に関する技術基準の明確化

- NEDO（国立研究開発法人新エネルギー・産業技術開発機構）は、2019年に地上設置型の太陽電池発電設備の安全確保のためのガイドラインを策定・公表。令和3年11月には、**水上・営農・傾斜地設置型**の各設置形態別の**具体的な設計・施工方法を盛り込んだガイドライン**を策定。
- **当該ガイドラインに盛り込まれている具体的な設計・施工方法については、「発電用太陽電池発電設備に関する技術基準の解説」に取り込み**、令和3年12月20日付けで公表。

<NEDOが策定したガイドラインの技術基準への取り込み>



「発電用太陽電池設備に関する技術基準の解説」に規定

※追尾型太陽電池発電設備に係る技術基準の明確化(案)については、次回の制度WGで提示予定。

- 特殊な設置形態（傾斜地設置型・営農型・水上設置型）の『太陽光発電システムの設計・施工ガイドライン2021年版』
【NEDOのHPリンク先QRコード】



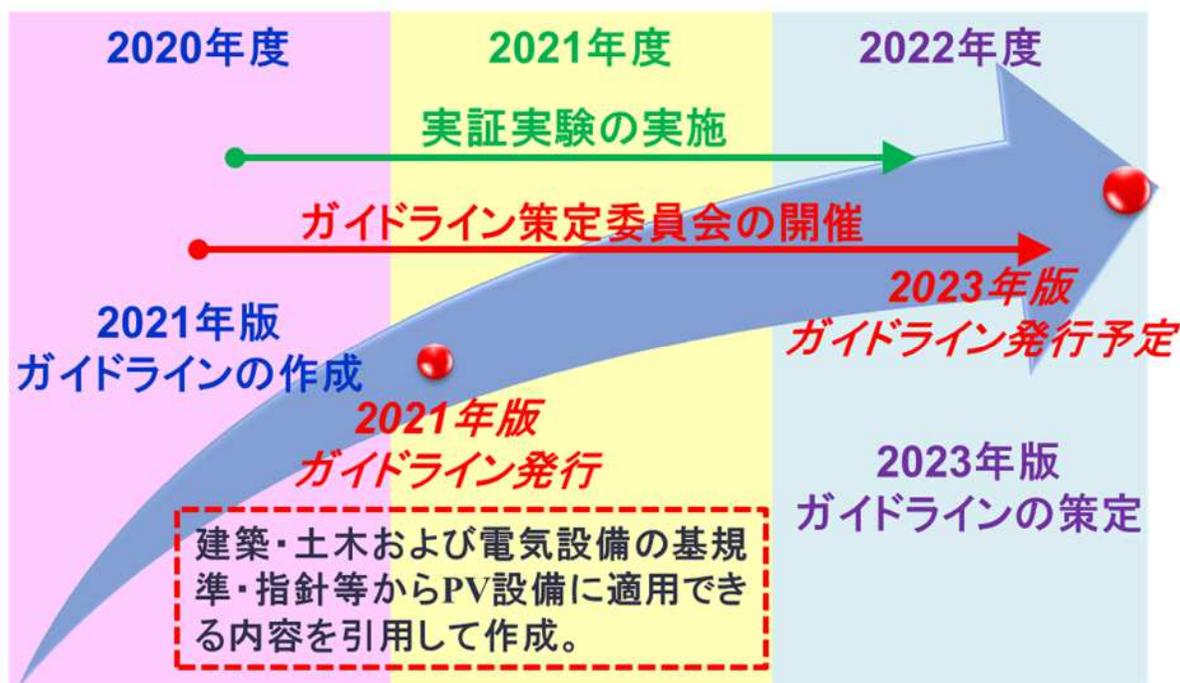
㊞

NEDO研究プロジェクトのスケジュールと策定方針

(特殊な設置形態の太陽光発電設備に関する安全性確保のためのガイドライン策定) 4

研究スケジュール:

- ガイドライン策定に関するNEDO研究は**2020年度から3年間のプロジェクト**であり、現在も進行中である。
- 太陽光発電設備の設計、施工に関する課題について**実証実験**を行い、そこで得られた知見をもとに**2023年春のガイドライン更新**を目指す。



受託事業者

- ・産業技術総合研究所
- ・構造耐力評価機構
- ・八千代エンジニアリング
- ・太陽光発電協会
- ・デロイトトーマツコンサルティング

再委託:

- ・大阪市立大学
- ・北海道科学大学
- ・防災科学技術研究所

2021年度からの追加事業者

- ・キョーラク
- ・北見工業大学

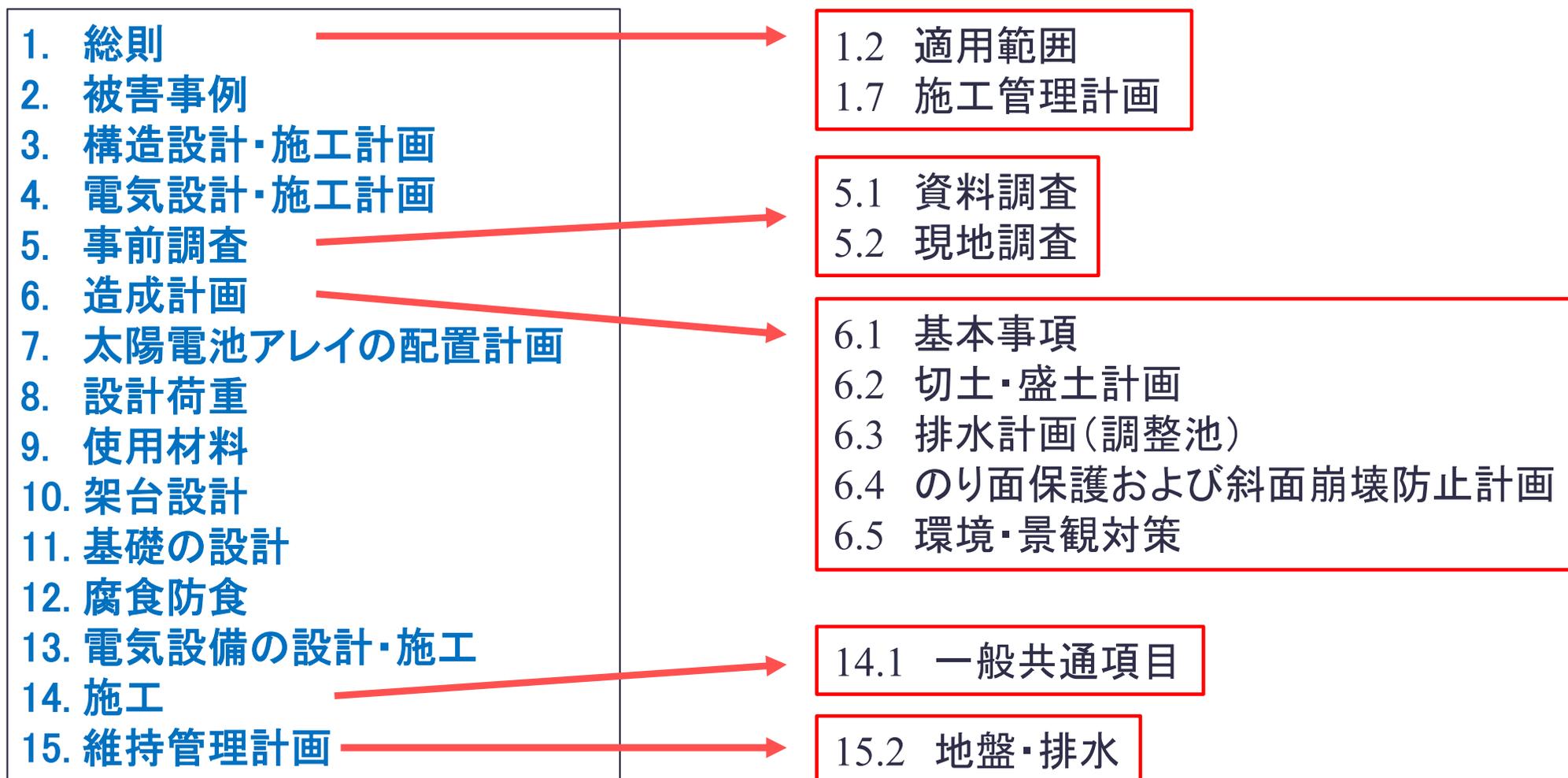
策定方針:

- 太陽光発電所の建設にあたり、**関連法令に示された要求を満足させるための設計・施工の方法や考慮事項**についてまとめる。
- 太陽光発電の普及促進に寄与するため、**安全性の確保を前提に経済性も考慮したもの**とする。

1. NEDO研究でのガイドライン策定の方針

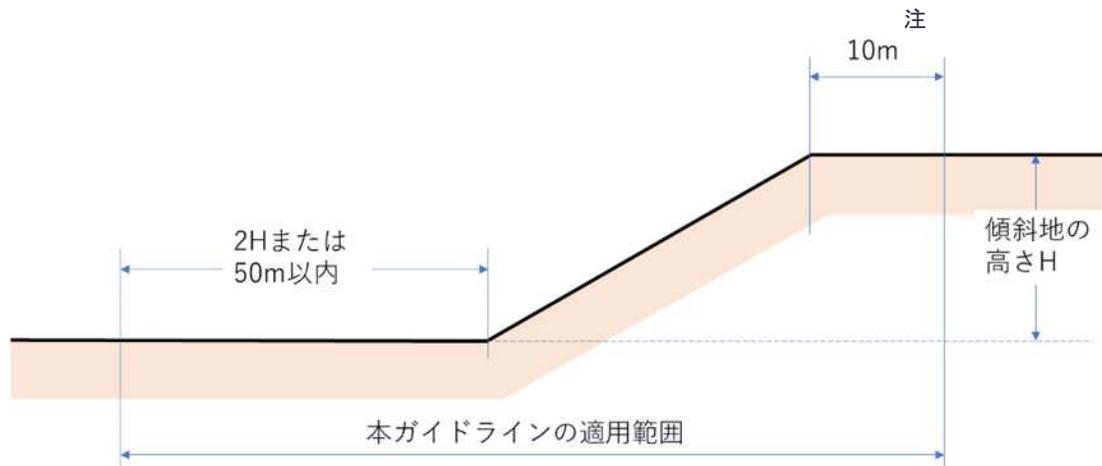
2. 傾斜地設置型太陽光発電システム設計・施工ガイドラインの概要

3. その他のガイドラインについて



1.7 適用範囲

1. 本ガイドラインは、傾斜地に設置される地上設置型の太陽光発電システムに適用する。
2. 対象とする基礎は、鉄筋コンクリート造の直接基礎または杭基礎とする。
3. 架台の構造は、鋼構造またはアルミニウム構造とする。
4. 構造設計は、許容応力度設計法に基づいて行う。
5. 太陽電池アレイの最高高さが9 mを超えるシステムおよび追尾型システムは除外する。



注: 設計用風圧荷重の設定における風速増加の検討においては法肩から8Hの範囲まで適用すること。

ガイドラインの適用範囲

※土砂災害警戒区域等における土砂災害防止対策の推進に関する法律(土砂災害防止法)に基づく土砂災害警戒区域の指定基準を参考に設定。

解説:

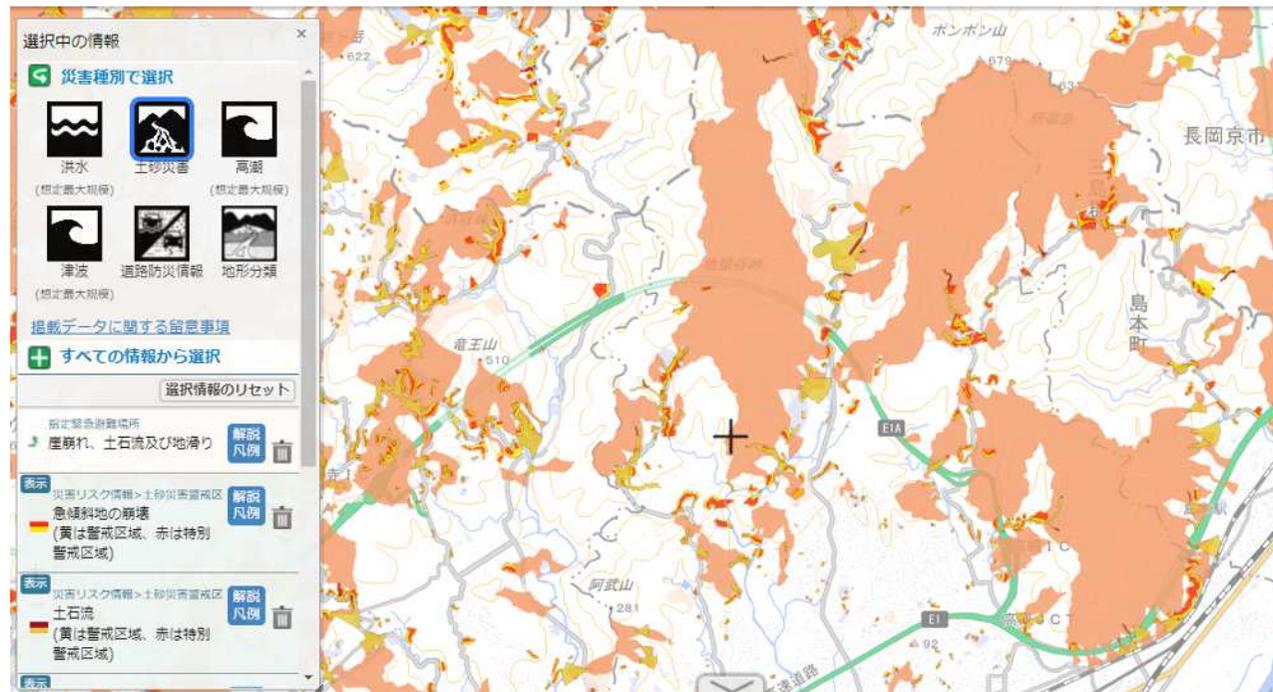
- 対象とする傾斜地の勾配と敷地面積については限定しない。
- 傾斜角30度以上で斜面の高さが5 m以上の急傾斜地に設置する場合は、本ガイドラインでの要求のほか、表面侵食、斜面崩壊、土砂流出、基礎・架台の構造安全性および施工方法について特別な配慮をした上で設置すること。
- 対象傾斜地の勾配の下限の目安は、一般的な水勾配である2~3%(1.5度程度)とする。

1.7 施工管理方針

1. 労働安全衛生法などの関係法令を遵守する。
2. のり面工、斜面安定工、排水工などの施工にあたっては、**所要の機能が確保されるように施工する。**施工中に明らかになった条件についても考慮を加え、より合理的な施工が行われるよう安全管理、品質管理、出来形管理、工程管理を行う。
3. 予め現地の状況を確認した上で、施工計画を立案し、安全性はもとより、**周辺環境への悪影響が発生しないよう施工する。**
4. 電気工事完了後、使用前の竣工試験により、計画に従って工事が行われたことおよび電気設備技術基準に適合するものであることを確認する。
5. 現地状況を踏まえた実際の施工結果を竣工図書としてとりまとめる。図化できない範囲については写真にて記録する。
6. **施工中において、災害の発生防止、環境保全に努める。**

5.1 資料調査

1. 国土地理院発行の地形図や土地条件図、**ハザードマップ**などの地図資料、既往地盤調査資料および各種文献などを用いて、基礎設計および**斜面の安定性評価に必要な地盤の情報**を収集する。
2. **人工造成地盤**の場合、その**造成時期**や**適用技術基準**、**構造**などについて可能な**限り情報収集**を行う。
3. 地域に固有な地盤条件を知る情報として、地名や植生なども調査する。
4. 排水施設の設計・施工に必要な**降水量**を調査する。



国土地理院：重ねるハザードマップ ～自由にリスク情報を調べる～

5.2 現地調査

1. 対象地を中心として周辺の観察を行い、資料調査の結果と照合しながら敷地の地盤状況を把握する。
2. 地形や造成切土・盛土などの状況から、**地盤の安全性や不同沈下の危険性**について**評価**する。
3. 斜面を対象とした**現地観察**については、**専門的な知識・技術を必要とするため、専門家の協力を得る**。

[解説]

検討に必要な基礎情報は以下の文献を参考にする。

- (公社)日本河川協会 : 建設省河川砂防技術基準(案)
- 林野庁 : 治山技術基準
- (社)日本道路協会 : 道路土工一切土工・斜面安定工指針

斜面の安定性評価には、地下水の状況や地盤工学的特性など、多岐にわたる考察が必要となるが、これらには**専門知識・技術が必要**であることから、**専門家の協力を得て調査計画立案、実施することが必要**である。

6.1 基本事項（造成計画）

1. 「**地上設置型太陽光発電システムの設計ガイドライン**」によるほか、計画地の自治体による**関連条例・施行規則**や**林地開発許可基準**についても**準拠**する。
2. 豪雨・暴風や地震などの自然災害による崩壊や地すべりなどにより、土砂や太陽光発電システムが流出し**二次災害を生じさせない**よう、事前に十分な工学的検討を行い、**安全を確保**する。
3. 気象や地形、地質などの自然条件を考慮した適切な設計条件の設定など、多岐にわたる**工学的知見**をもって**技術的判断を行う必要があるため**、必要に応じ**専門家の協力**を得る。

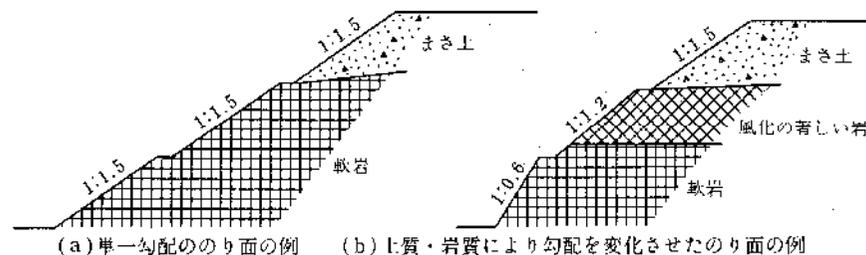


6.2 造成計画

1. 切土・盛土により斜面を改変する場合、**斜面全体の安定性を確保**するため、土質やのり高に応じて、**適切なのり面勾配を設定**するとともに**小段や排水施設を設ける**。
2. のり面の勾配やのり面途中に設ける小段については、本ガイドラインによるほか、計画地の**自治体による関連条例・施行規則に準拠**する。

表 3-5 切土法面の勾配（擁壁の設置を要しない場合）³⁻⁶⁾

法面の土質	法高	がけの上端からの垂直距離	
		①H ≤ 5m	②H > 5m
軟岩（風化の著しいものは除く）		80度以下 (約 1 : 0.2)	60度以下 (約 1 : 0.6)
風化の著しい岩		50度以下 (約 1 : 0.9)	40度以下 (約 1 : 1.2)
砂利、まさ土、関東ローム、硬質粘土、その他これらに類するもの		45度以下 (約 1 : 1.0)	35度以下 (約 1 : 1.5)



出典： 地上設置型ガイドライン2019年版、宅地防災マニュアル(国土交通省)

6.3 排水計画

1. のり面の侵食防止、斜面安定化を図ることを目的として、排水工の設置を計画する。
2. 排水工はのり面保護工とあわせて最大限の効果が得られるよう計画する。
3. 排水計画については、本ガイドラインによるほか、計画地の自治体による関連条例・施行規則に準拠する。
4. 太陽電池モジュールから流下する雨水を考慮するものとし、その流出量を評価する。
5. 排水計画については、**完成後だけでなく施工時を対象**として、濁水の流出が生じないよう環境面からの検討を加える。

[解説]

- 造成地盤だけでなく、**自然斜面においても排水工を設置する。**
- 水理計算による水路の流下能力の照査に加え、水路の線形、流速を勘案した跳水発生の可能性の検討を加え、必要に応じて対策を講じる。
- 太陽電池モジュールは降雨を浸透させることがないため**流出係数はC=1.0**となることに留意する。
- 太陽電池モジュールからの雨垂れによる地表面侵食についても適切に考慮する。
- 下流側放流先の排水能力を越え、溢水による浸水被害などが発生しないよう**必要に応じ、調整池を整備する。**

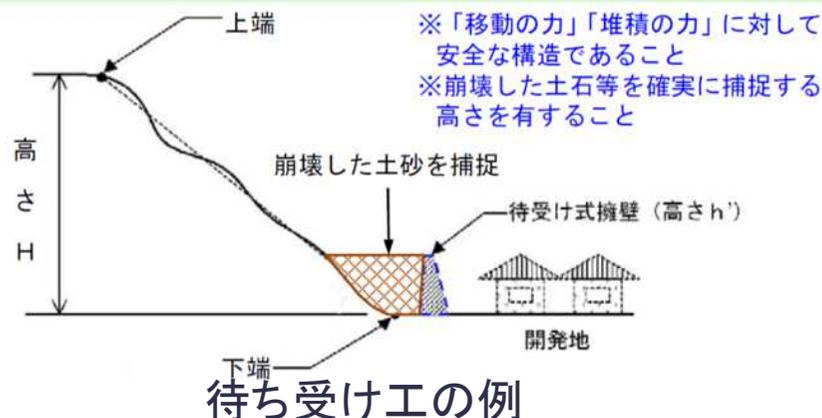
6.4 のり面保護および斜面崩壊防止計画

1. 切土、盛土によるほか、自然斜面を利用する場合、洗掘や雨裂による土砂流出を防止するため、のり面保護工を行うなど安全性を確保する。
2. 崩壊などによる災害の発生が懸念される場合、事前にのり面の安定性について工学的検討を行い、安全性を確認するとともに、必要に応じ崩壊などの防止対策を計画する。
3. 傾斜地に設置した太陽光発電システムの下流域に保全対象がある場合、待ち受け工の設置について検討を行う。

[解説]

- 洗掘、雨裂による土砂流出は1回の豪雨でも大規模な事故になることがあるので、のり面の保護を検討する。
- 切土・盛土による造成に伴うのり面保護に加え、表面が崩壊しないよう擁壁を設置することも検討する。

- 参考文献：宅地防災マニュアルの解説(宅地防災研究会)
道路工—擁壁工指針(日本道路協会)



周辺地域の安全性確保

6.5 環境・景観対策

1. 土地の安定性、濁水、反射光、景観などの周辺環境への配慮事項とその対策については、計画の段階において検討する。

表 6-1 太陽光発電に係る環境配慮事項など

配慮事項	想定されるリスク
斜面の安定性	<ul style="list-style-type: none"> のり面の崩壊が生じる。
濁水	<ul style="list-style-type: none"> 濁水の流出により、河川などの水の濁りが生じ、漁業権などの問題が生じる
騒音	<ul style="list-style-type: none"> パワーコンディショナなどから発生する騒音により、地域住民とトラブルが生じる。
反射光	<ul style="list-style-type: none"> 太陽光パネルの反射光により、地域住民とトラブルが生じる。
工事に係る粉じんなど、騒音・振動	<ul style="list-style-type: none"> 建設機械、工事用車両などによる粉じん、騒音・振動により、事業区域周辺環境への悪影響が生じる。
景観	<ul style="list-style-type: none"> 良好な景観が阻害、破壊される。
動物・植物・生態系	<ul style="list-style-type: none"> 希少な動植物の生息・生育場所の消失・縮小や生態系への悪影響が生じる。
自然との触れ合いの活動の場	<ul style="list-style-type: none"> 自然との触れ合い活動の場が消失・縮小し、地域生活の快適性・利便性に悪影響が生じる。

[解説]

➤ 参考図書:

環境影響評価条例、太陽光発電の環境配慮ガイドライン、事業計画策定ガイドライン(太陽光発電) など

14.1 一般共通項目（施工）

1. 自然条件など当該施設が置かれる諸条件を勘案して、当該施設の要求性能を満足するような方法により施工する。
2. 設計の意図するところを理解し、設計者が求める要求性能が満足されるよう施工する。
3. 対象施設を正確、円滑かつ安全に施工するために、予め施工計画を定める。また、工事の進捗や現場状況の変化により必要が生じたときは、施工計画を変更する。
4. 設計者が要求する性能を満たしていることを確認するため、施工管理を行う。また、施工管理により取得した記録・情報を維持管理計画などに反映する。
5. 実際の施工結果を竣工図書としてとりまとめる。図化できない範囲については写真にて記録する。
6. 安全に関する関係法令などにもとづき、安全確保上必要となる措置について検討を行った上で適切に安全管理を行い、事故および災害の防止に努める。

[解説]

- 土砂の流出などの災害を防止するため、気象条件の良い施工時期の選定、リスクの少ない施工方法・施工手順の検討などを行うことが必要である。



15.2 地盤・排水（維持管理）

1. 地盤・排水の維持管理計画は、以下の内容を参考に作成する。
 - 地盤および排水施設は、点検診断を行うとともに、点検診断結果をもとに**健全度評価**を行い、**必要に応じ維持補修工事を実施**する。
 - 地盤に係る点検診断は、地表流による**侵食の有無**、**地盤変状・崩壊**、**湧水の有無**、**のり面保護工**などの対策施設の**劣化・損傷**、**変状の有無**などに着目し、外観目視調査により行う。
 - 排水施設に係る点検診断は、**排水施設の劣化・損傷**、**変状の有無**、**土砂の堆積状況**などに着目し、外観目視調査により行う。

[解説]

- 斜面などの地盤については、長期間風雨などにさらされ経年変化により脆弱化していく。
- **軽微な変状を放置した場合**、そこを起点として変状連鎖により**大規模な変状に発展し**、**災害を引き起こす可能性**があることを認識する必要がある。
- 変状を早期に発見し、健全度評価を行った上で適正に維持補修工事を実施する必要があり、**設計段階から点検診断の実施方法を検討しておく**。

- 地盤・排水関連の内容の充実
 - 事前調査の**具体化**
 - のり面保護、排水関連の**内容の充実**
 - 工事中の斜面崩壊・土砂流出等の対策の**具体化**
 - 排水設計における降水量の設定の推奨
(支持物の構造設計と林地開発との整合性)
→ 支持物は再現期間50年の荷重で設計
排水設備は再現期間は30年？

- 地盤侵食関連の実証実験
 - 太陽電池アレイの先端部からの落水による影響の検証
 - 植生工の有効性の確認



2023年3月の完成を目指して作業中

斜面調査におけるポイントの例

解説	表土が崩落する。時には下層の強風化岩層を含んで滑落する。湧水が誘因になることが多い	岩の表層が風化等によって滑落する	流れ盤構造や、岩盤中の割れ目(節理、小断層、薄層)に沿って岩が滑落する。後者の場合、くさび状の崩壊も多い
模式図			
代表地質	砂質土、粘性土、崩積土、花崗岩、凝灰岩、泥岩、粘板岩、安山岩等の強風化岩	泥岩、凝灰岩、輝緑岩、風化した粘板岩、片岩	流れ盤構造を有する岩、層理、片理、節理等の発達した岩(粘板岩、結晶片岩、花崗岩)

出典:「道路土工一切土工・斜面安定工指針(平成21年度版)」,(公社)日本道路協会

切土のり面の勾配の例

出典: 宅地防災マニュアル(国土交通省)

- 廃棄に関しては触れていない。
⇒ **FIT期間だけでなく、長期安定的に運用できる設備とすることを目指す。**

1. NEDO研究でのガイドライン策定の方針
2. 傾斜地設置型太陽光発電システム設計・施工ガイドラインの概要
3. その他のガイドラインについて

- 営農設置型ガイドラインでの考慮事項
 - 30農振第78号（農振局長通知）に基づき農地転用を受けた設備が対象
 - 畜舎や園芸施設などに設置される設備は対象外
 - 簡易に撤去できる架台・基礎
 - 下部農地での営農と安全性を考慮した設備の構造設計
 - 農作業者の感電等のリスクを考慮した電気設計
 - 作付け時期と農地の保護を考慮した施工
 - 営農と発電の継続性を考慮した維持管理計画（設計時の配慮事項）
- 水上設置型ガイドラインでの考慮事項
 - ため池、湖沼などの淡水域の静水面に設置される設備が対象
 - 河川、海上は対象外
 - 暴風、波浪、積雪などに対する安全性、安定性を考慮した構造設計
 - 荷重の偏りを考慮した係留設計
 - 水上環境での腐食・腐朽を考慮した使用材料の選定
 - 水上での漏電・感電リスクを考慮した電気設計
 - 周辺環境に悪影響を与えない施工
 - 設備へのアクセスを考慮した維持管理計画（設計時の配慮事項）
 - 火災時の消火活動を考慮した緊急時対応（設計時の配慮事項）