

「道路土工構造物技術基準・同解説」 について

日本道路協会
道路土工委員会



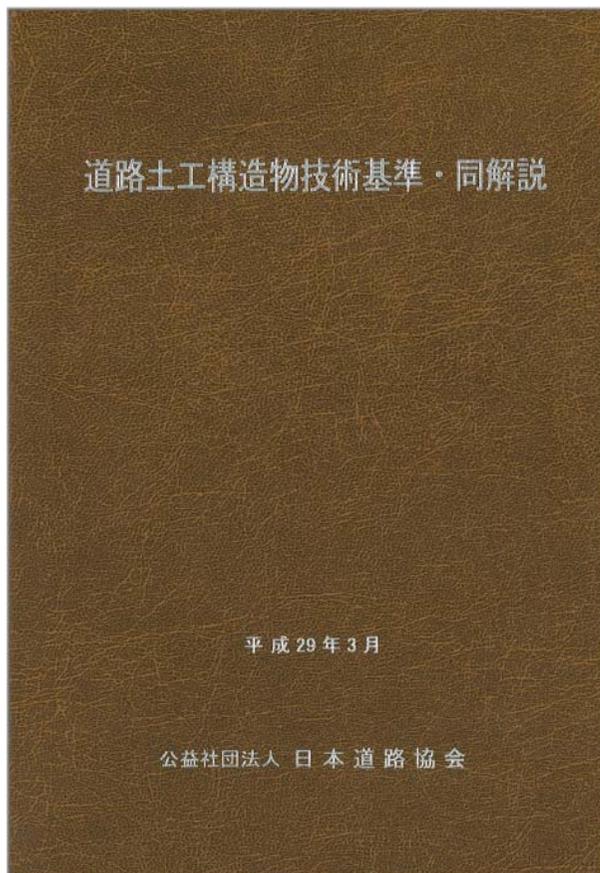
社団法人

日本道路協会

道路土工委員会

Japan Road Association

道路土工構造物技術基準・同解説



○平成27年3月に国土交通省が道路土工構造物技術基準を制定

○これを受け、道路管理者、学識者、設計・施工の実務者、研究機関等からなる日本道路協会道路土工委員会及び総括小委員会が、基準の解説書（同解説）としてとりまとめたもの

○平成29年3月発刊

○100頁

基準・同解説のポイント

○「道路土工構造物技術基準・同解説」

基準の解説書としてとりまとめたもの。「道路土工要綱」基本編の内容について、基準の制定に伴う用語の見直しや記述内容の修正を行ったものを参考とした。道路土工要綱に記述がなかった事項については新たに追加。

○基準と従来の道路土工指針の適用範囲の相違点

・道路土工構造物技術基準

道路土工構造物を**新設又は改築**する場合の一般的技術基準

・道路土工指針

新設又は改築に限らず**日常の点検や災害等における応急復旧や補修といった維持管理(自然斜面含む)も対象**

○道路土工構造物の設計

従来の**道路土工指針に記載された手法は、その適用範囲内において基準制定後も変わらず適用が可能。**

道路土工構造物技術基準(4-1節)

「道路土工構造物の設計は、理論的で妥当性を有する方法や実験等による検証がなされた方法、これまでの経験・実績から妥当とみなせる方法等、適切な知見に基づいて行うものとする。」

道路土工要綱(2-4節)

「設計は、論理的な妥当性を有する方法や実験等による検証がなされた手法、これまでの経験・実績から妥当と見なせる手法等、適切な知見に基づいて行うものとする。」

基準・同解説の構成

○道路土工構造物技術基準

○道路土工構造物技術基準・同解説

第1章 総則

第2章 用語の定義

第3章 道路土工構造物に関する基本的事項

第4章 道路土工構造物の設計

4-1 設計に際しての基本的事項

4-2 作用

4-3 要求性能

4-4 各道路土工構造物の設計

4-4-1 切土・斜面安定施設

4-4-2 盛土

4-4-3 カルバート

第5章 道路土工構造物の施工

第6章 記録の保存

付録(用語の説明)

総則

第1章 総則

この技術基準は、道路法(昭和27年法律第180号)第29条及び第30条を適用して、道路土工構造物を新設し、又は改築する場合における一般的技術基準を定めるものである。

○道路土工構造物技術基準

・道路法に基づいて定められた、道路土工構造物を**新設又は改築**する際の**一般的技術基準**

○一般的技術基準

・**道路の通常の機能を確保し、通常の自然的・外部的条件**のもとで構築される道路土工構造物に対応する技術基準

・一般的道路利用とは異なる機能を必要とするもの、局地的大雨、津波、断層変位及び人為的な事故や災害といった**通常の自然的・外部的条件とは異なる条件**にあるものは、本基準で考慮している条件と異なるために、**本基準の規定をそのまま適用することが必ずしも妥当といえない場合がありうる。**

・このような条件で道路土工構造物を新設又は改築する場合は、本基準で定める基本的な事項の趣旨を参考にしつつ、個別に検討を行う必要がある。

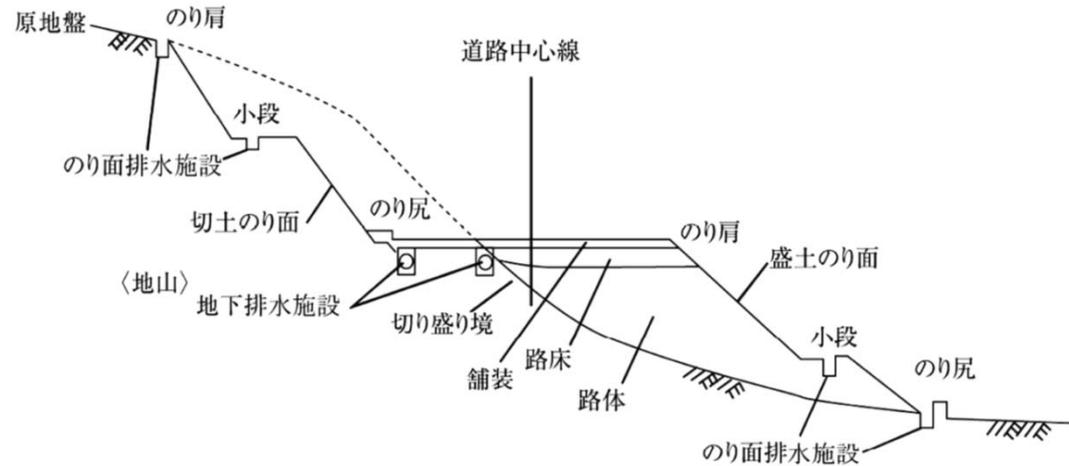
○新設又は改築

・**修繕、災害復旧工事等は対象としていないが**、本書で記載する基本的な事項の多くは修繕、災害復旧工事等にも適用でき、この観点から、これらの場合にも**技術的に準用⁴することが可能**である。

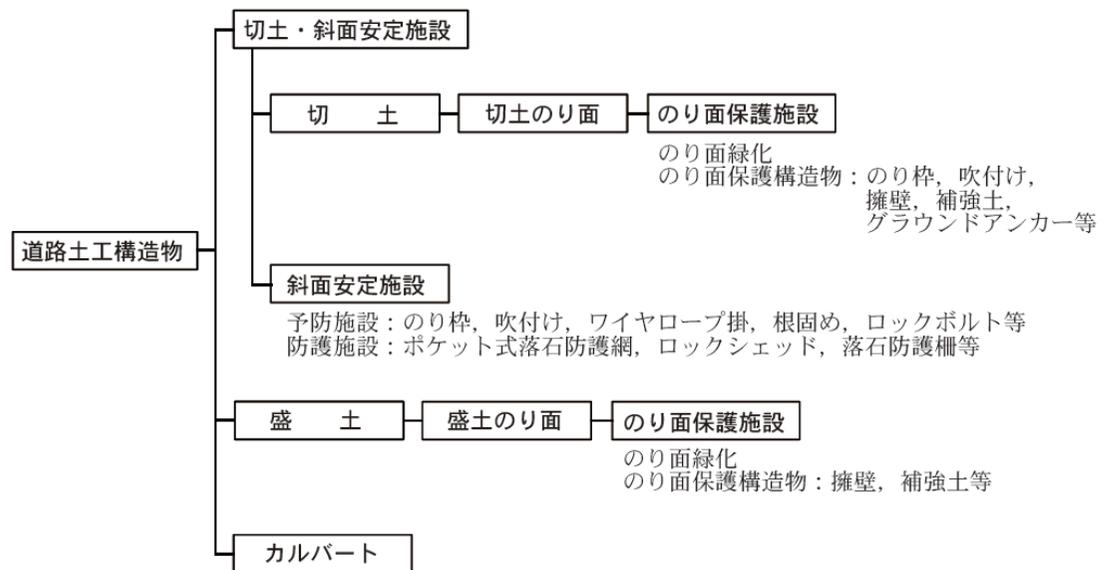
用語の定義

1-2 用語の定義

- (1) 道路土工構造物
- (2) 路床
- (3) 地山
- (4) 切土
- (5) 盛土
- (6) のり面
- (7) 自然斜面
- (8) 斜面安定施設
- (9) カルバート



解図2-1 盛土部及び切土部の断面と代表的な部位の名称



解図2-2 道路土工構造物の体系

用語の説明

その他、関連する用語を付録（巻末）に記載

- | | |
|----------|--------------------|
| (1) 崩壊 | (9) 原地盤、基礎地盤 |
| (2) 落石 | (10) 排水、排水施設 |
| (3) 岩盤崩壊 | (11) のり面保護、のり面保護施設 |
| (4) 地すべり | (12) 擁壁 |
| (5) 土石流 | (13) 小段 |
| (6) 軟弱地盤 | (14) 裏込め |
| (7) 路体 | (15) 埋戻し |
| (8) 舗装 | |

道路土工構造物に関する基本的事項

第3章 道路土工構造物に関する基本的事項

(1) 道路土工構造物は、その構造形式及び交通の状況及び当該道路土工構造物の存する地域の地形、地質、気象その他の状況を勘案し、当該道路土工構造物に影響する作用及びこれらの組合せに対して十分安全なものでなければならない。

(2) 道路土工構造物の新設又は改築にあたっては、使用目的との適合性、構造物の安全性、耐久性、施工品質の確保、維持管理の确实性及び容易さ、環境との調和並びに経済性を考慮しなければならない

(3) 道路土工構造物の調査及び計画にあたっては、当該地域及びその周辺の地形、地質、環境、気象、水理、景観、過去の点検状況、維持修繕及び災害履歴、個々の道路土工構造物の特性、使用する材料、対象とする災害、連続又は隣接する構造物等がある場合はその特性並びに維持管理の方法を考慮しなければならない

本章では、道路土工構造物に関する基本的な方針が規定されている。すなわち、第4章で規定される設計及び第5章で規定される施工の両者に共通する理念に相当するものである。

- (1) 道路土工構造物全般に関する基本的事項
- (2) 新設又は改築を行う際の基本的事項
- (3) 計画及び調査における基本的事項

指針各編

- 2章 ○○工の基本 7
- 3章

道路土工構造物に関する基本的事項

第3章 道路土工構造物に関する基本的事項

(1) 道路土工構造物は、その構造形式及び交通の状況及び当該道路土工構造物の存する地域の地形、地質、気象その他の状況を勘案し、当該道路土工構造物に影響する作用及びこれらの組合せに対して十分安全なものでなければならない。

道路土工構造物は、計画及び設計の前提となる条件の設定に対して実際の現場において生じる不確実性が大きいという特徴を有している。

調査、設計、施工及び維持管理の各段階を通じて段階的に不確実性を低減していくことが重要。

基礎地盤の例

- ・ 調査段階でのボーリング
- ・ 施工段階で露出した地盤の確認
- ・ 供用後の道路土工構造物や周辺の変形等

} 様々な段階
様々な手段
(調査、設計変更、点検・補修)
の組合せにより不確実性を低減

道路土工構造物に関する基本的事項

第3章 道路土工構造物に関する基本的事項

(1) 道路土工構造物は、その構造形式及び交通の状況及び当該道路土工構造物の存する地域の地形、地質、気象その他の状況を勘案し、当該道路土工構造物に影響する作用及びこれらの組合せに対して十分安全なものでなければならない。

道路土工構造物の構造形式の特徴

- ・ 特に切土・斜面安定施設については、供用中の点検、補修及び補強を通じて段階的に不確実性を低減していくことが重要
- ・ 想定される一つの災害発生源に対して、複数の道路土工構造物を配置し、機能を組み合わせることによって安全性を確保する。
- ・ 道路土工構造物のみで安全かつ円滑な交通を確保しようとすることは現実的ではない
- ・ 施工中に予測し得ない状況(崩壊等)が生じることに備えて、影響を抑制するような設計上の配慮と施工上の対策を講じておくことが重要。
- ・ 予期せぬ事態に遭遇した場合は、調査の追加、設計の変更、施工方法の変更等の臨機の処置が重要

道路土工構造物に関する基本的事項

第3章 道路土工構造物に関する基本的事項

(1) 道路土工構造物は、その構造形式及び交通の状況及び当該道路土工構造物の存する地域の地形、地質、気象その他の状況を勘案し、当該道路土工構造物に影響する作用及びこれらの組合せに対して十分安全なものでなければならない。

気象・地質

- ・ 道路土工構造物は水の作用の影響を大きく受けることから、排水は極めて重要
→ 道路土工要綱 共通編 第2章 排水

第4章 雨水貯留浸透施設

各指針 の 排水施設 の項目

例：盛土工指針 第4章 設計

4-9 排水施設

第5章 施工

5-5 盛土施工時の排水

5-7 排水工の施工

第6章 維持管理

6-3 排水施設の維持管理

- ・ 落石、岩盤崩壊、地すべり、土石流等の発生源への抜本的対策が困難な場合
→ 事前通行規制等の安全確保

- ・ 道路土工構造物では防げないような規模の大きな災害 → 道路改築の視点も¹⁰必要

道路土工構造物に関する基本的事項

第3章 道路土工構造物に関する基本的事項

(2) 道路土工構造物の新設又は改築にあたっては、使用目的との適合性、構造物の安全性、耐久性、施工品質の確保、維持管理の確実性及び容易さ、環境との調和並びに経済性を考慮しなければならない

道路土工構造物の新設又は改築にあたっては、他の道路構造物と同様に設計において常に以下について考慮することが重要である。

- (1) 使用目的との適合性
- (2) 構造物の安定性
- (3) 耐久性
- (4) 施工品質の確保
- (5) 維持管理の確実性及び容易さ
- (6) 環境との調和
- (7) 経済性

道路土工構造物に関する基本的事項

第3章 道路土工構造物に関する基本的事項

(3) 道路土工構造物の調査及び計画にあたっては、当該地域及びその周辺の地形、地質、環境、気象、水理、景観、過去の点検状況、維持修繕及び災害履歴、個々の道路土工構造物の特性、使用する材料、対象とする災害、連続又は隣接する構造物等がある場合はその特性並びに維持管理の方法を考慮しなければならない

道路は、路線の重要度等に応じた道路の機能とそのおかれている自然的・外部的条件により定まる要求性能をもとに、多種多様な道路構造物が選定され組み合わせられることにより形成される。要求性能に見合った一貫性のある道路ネットワークを形成するためには、調査及び計画の段階において以下の事項に留意することが重要である。

1) 道路土工構造物の調査及び計画の基本

- ・ 調査の詳細は「道路土工要綱」共通編
第1章 調査方法とその活用
- ・ 計画段階において、大規模な被災が想定される場合、基礎地盤の安定の確保が困難な場合は路線の選定・変更、構造の変更等に反映。
- ・ 計画段階での資料調査、地形判読、現地踏査等が重要。
→大規模な切土、沢部や断層破碎帯、土壤汚染等の回避も検討

道路土工構造物に関する基本的事項

第3章 道路土工構造物に関する基本的事項

(3) 道路土工構造物の調査及び計画にあたっては、当該地域及びその周辺の地形、地質、環境、気象、水理、景観、過去の点検状況、維持修繕及び災害履歴、個々の道路土工構造物の特性、使用する材料、対象とする災害、連続又は隣接する構造物等がある場合はその特性並びに維持管理の方法を考慮しなければならない

2) 当該地域およびその周辺の地形、地質

道路土工構造物の調査及び計画にあたっては、地盤の力学的性質等に着目した詳細な調査、試験、設計等を行うのに先だって、それらを含む広い範囲の地形、地質的な観点からの広い視野で評価を行うことが重要である。

◎基礎地盤の安定性を含めた道路土工構造物全体の安定性

・・・熊本地震の事例

河岸段丘地形に広範囲に堆積した火山性堆積物からなる
基礎地盤の変形

→ボーリング調査等の微視的な詳細調査では把握・対応が困難

◎切土の安定 時間の経過の認識が重要

◎軟弱地盤 事前の把握予測は困難。工事中・工事後の実挙動を重視
周辺地形などにより複雑な現象が発生するので地形判読が重要

道路土工構造物に関する基本的事項

第3章 道路土工構造物に関する基本的事項

(3) 道路土工構造物の調査及び計画にあたっては、当該地域及びその周辺の地形、地質、環境、気象、水理、景観、過去の点検状況、維持修繕及び災害履歴、個々の道路土工構造物の特性、使用する材料、対象とする災害、連続又は隣接する構造物等がある場合はその特性並びに維持管理の方法を考慮しなければならない

3) 気象、水理

◎考慮すべき水の作用・影響

- ・ 降雨
- ・ 融雪
- ・ これらによる表流水
- ・ 湧水
- ・ 地下水
- ・ 水圧
- ・ 浮力
- ・ 流水による浸食
- ・ カルバート、擁壁の裏込め土の吸い出し
- ・ 洗掘等の基礎地盤への影響 等

◎排水の詳細は「道路土工要綱」共通編

- 第2章 排水
- 第3章 凍上対策
- 第4章 雨水貯留浸透施設

道路土工構造物に関する基本的事項

第3章 道路土工構造物に関する基本的事項

(3) 道路土工構造物の調査及び計画にあたっては、当該地域及びその周辺の地形、地質、環境、気象、水理、景観、過去の点検状況、維持修繕及び災害履歴、個々の道路土工構造物の特性、使用する材料、対象とする災害、連続又は隣接する構造物等がある場合はその特性並びに維持管理の方法を考慮しなければならない

4) 環境や景観

- ・ 大規模な切土や盛土は計画の段階で検討
- ・ リサイクル、土壌汚染対策への配慮

5) 過去の点検状況維持修繕及び災害履歴

- ・ 道路土工構造物の性能については、類似する構造、条件の変状事例等からの類推が有効。
→ 近隣の被災事例、当該箇所の変状履歴、維持修繕実績等が重要

6) 個々の道路土工構造物の特性

- ・ 個別の道路土工構造物の特性に加え、組み合わせて適用される場合の相互の影響に留意

道路土工構造物に関する基本的事項

第3章 道路土工構造物に関する基本的事項

(3) 道路土工構造物の調査及び計画にあたっては、当該地域及びその周辺の地形、地質、環境、気象、水理、景観、過去の点検状況、維持修繕及び災害履歴、個々の道路土工構造物の特性、使用する材料、対象とする災害、連続又は隣接する構造物等がある場合はその特性並びに維持管理の方法を考慮しなければならない

7) 使用する材料

- ・ 主たる材料である土砂や岩石が品質の良否を左右する。
- ・ 計画・調査・設計の段階での特定は困難であるが可能な範囲で把握に努める

8) 対象とする災害

道路土工構造物の計画においては、対象とする災害の形態と規模を明確にすることが重要である。

- ・ 対象とする災害に適合した構造物の選定が必要。
例： のり面緑化・吹き付け
→ 劣化防止。のり面の安定が前提。
不安定なのり面の安定化の効果は期待できない
- ・ 道路土工構造物の機能の限界。

道路土工構造物に関する基本的事項

第3章 道路土工構造物に関する基本的事項

(3) 道路土工構造物の調査及び計画にあたっては、当該地域及びその周辺の地形、地質、環境、気象、水理、景観、過去の点検状況、維持修繕及び災害履歴、個々の道路土工構造物の特性、使用する材料、対象とする災害、連続又は隣接する構造物等がある場合はその特性並びに維持管理の方法を考慮しなければならない

9) 連続又は隣接する構造物等の特性

- ・ 特性の異なる道路構造物が連続する場合には、特性の相違が弱点にならないように配慮 → 必要に応じて対策
- ・ 盛土等の大規模な崩壊、道路土工構造物が対象とする災害以上の規模の災害が発生した場合の隣接する施設等（例えば家屋）への影響も考慮
- ・ 道路土工構造物の機能が損なわれていない場合でも、連続隣接する施設に影響が及ぶ場合がある。（軟弱地盤における微少な沈下変形等）
- ・ 河川・水路の付け替えによる基礎地盤への影響・・・熊本地震の事例
- ・ 道路土工構造物設置後に発生する影響
 - 周辺の開発等による水関係の状況の変化、埋設物による影響
- ・ 構造的な不連続部分が弱点となる場合が多い
 - 片切り片盛り、切り盛り境 等 （特に水の影響）

道路土工構造物に関する基本的事項

第3章 道路土工構造物に関する基本的事項

(3) 道路土工構造物の調査及び計画にあたっては、当該地域及びその周辺の地形、地質、環境、気象、水理、景観、過去の点検状況、維持修繕及び災害履歴、個々の道路土工構造物の特性、使用する材料、対象とする災害、連続又は隣接する構造物等がある場合はその特性並びに維持管理の方法を考慮しなければならない

10) 維持管理の方法

道路土工構造物は、設計の段階における予測の不確実性が大きいので、調査、計画、設計、施工及び供用中の点検・補修・補強を通じて段階的に不確実性を低減していくことが基本となる。

- ・ 維持管理の目的：
 - ① 耐久性の保持
 - ② 軽微な変状の検知
 - ③ 診断と対策の実施による不確実性の低減
 - ・ ・ ・ 設計時に想定したものと異なる条件が実際に発生している場合に対策を講じることにより、道路土工構造物の性能を保持

設計の基本

4-1 設計に際しての基本的事項

(1) 道路土工構造物の設計は、使用目的との適合性及び構造物の安全性について、4-2の作用及びこれらの組合せ並びに4-3の要求性能を満足するよう行わなければならない。

道路土工構造物の設計にあたっては、第3章に示した事項を考慮する必要がある。第3章(2)に示した事項のうち、**使用目的との適合性**、**構造物の安全性**については、4-2の作用及びこれらの組合せに応じて適切な荷重を設定したうえで、4-3の要求性能を満足するよう行わなければならないことが規定されている。

第3章 道路土工構造物に関する基本的事項

(2) 道路土工構造物の新設又は改築にあたっては、他の道路構造物と同様に**設計において常に以下について考慮**することが重要である。

- 1) 使用目的との適合性
 - 2) 構造物の安全性
 - 3) 耐久性
 - 4) 施工品質の確保
 - 5) 維持管理の確実性及び容易さ
 - 6) 環境との調和
 - 7) 経済性
- } 要求性能を満足するように設計を行う

設計の方法

4-1 設計に際しての基本的事項

(2) 道路土工構造物の設計は、理論的で妥当性を有する方法や実験等による検証がなされた方法、これまでの経験・実績から妥当とみなせる方法等、適切な知見に基づいて行うものとする。

これまでの経験・実績から妥当とみなせる方法であると考えられる方法としては、切土や盛土の標準的なのり面勾配（以下「標準のり面勾配」という。）等があるが、これらの方法については一般に適用できる規模や材料等の条件が定められており、適用にあたってはこれらの条件に適合している必要がある。

特に近年は新しい技術の開発や経済性等を考慮し、高盛土をはじめとする規模の大きな道路土工構造物が建設されることもある。これらの設計にあたっては、これまでの経験・実績から妥当とみなせる方法を適用できるかどうかについて、その方法の内容、道路土工構造物の規模、使用する材料、施工及び維持管理といった事項を考慮したうえで慎重に判断し、必要に応じてより適切でより信頼性の高い設計手法を適用する。

設計の方法

4-1 設計に際しての基本的事項

補強土壁や分割型のアーチカルバートのように従来の道路土工構造物に比べて高度な設計技術が必要となる新しい形式の道路土工構造物が開発、導入される事例も増えてきている。これらの道路土工構造物については、構造が複雑であり、従来の道路土工構造物とは異なる形式の損傷が発生している事例もある。このような新しい形態の道路土工構造物において、既往の適用事例や類似する形式の構造物の損傷事例等から従来の道路土工構造物では想定していないような破壊形態が懸念される場合には、従来と異なる破壊形態についても照査を行う必要がある。

▼補強土壁の補強材の破断



▼PCaカルバートの接合部の損傷



構造上重要な部分の損傷の場合は、大がかりな復旧が必要(大規模化、長期化)

設計の前提条件

4-1 設計に際しての基本的事項

(3) 道路土工構造物の設計にあたっては、その**施工の条件**を定めるとともに、**維持管理の方法**を考慮しなければならない。

道路土工構造物の**安全性及び耐久性は、設計のみならず施工の良し悪し及び維持管理の程度に大きく依存する**。このため、設計にあたっては**設計で前提とする施工及び施工管理の条件**を定めるとともに、**維持管理の方法を考慮する必要がある**。

例えば、**盛土の設計**においては、要求性能を確保する観点から**使用する材料や締固め度等の施工における具体的な条件を明示するとともに、その盛土に対して供用中にどのような手段や頻度で点検を行うか、地震等による被災時にどのような手段で調査を行うのかなどを考慮する必要がある**。

近年は(2)で述べたように従来の道路土工構造物に比べて規模が大きい又は構造が複雑な新しい形式の道路土工構造物が開発されている。このような道路土工構造物では、従来一般的に行われてきた方法での維持管理が困難な場合や、万一損傷が発生した際に短期間で復旧することが難しい場合もある。このため、設計において各道路土工構造物の構造特性に合致した**施工の条件**を定めるとともに、各道路土工構造物の構造特性に合致した**維持管理の方法**を考慮する必要がある。



点検用通路を設置した事例



高所作業車による点検
(通行規制あり)

常時の作用、降雨の作用

4-2 作用

道路土工構造物の設計にあたっては、次の作用を考慮することを基本とする。

- (1) 常時の作用
- (2) 降雨の作用
- (3) 地震動の作用
- (4) その他の作用

(1) 常時の作用

常時の作用としては、**死荷重、活荷重等、常に道路土工構造物に作用すると想定される作用**を考慮する必要がある。

(2) 降雨の作用

降雨の作用としては、**供用期間中に通常想定される降雨に基づく作用**を考慮する必要がある。降雨の作用は、雨水や湧水等をすみやかに排除するための道路土工構造物における**表面排水施設、地下排水施設の設計等**で考慮する必要がある。これらの設計においては、**地域の降雨特性、道路土工構造物の立地条件、路線の重要性、事前通行規制との併用等を考慮し、近傍のテレメータの雨量値等当該地域における雨量履歴等を参考に適切に降雨の作用を設定する必要がある。**

降雨の作用

4-2 作用

(2) 降雨の作用（続き）

- ・ 路面や小規模なり面等の一般的な表面排水施設では、供用期間中に通常経験する降雨として確率年が3年程度の降雨強度を設定するのがよい。
- ・ 長大なり面等から流出する水を排除する道路横断排水施設、平坦な都市部で内水排除が重要な場所の道路横断排水施設等、重要な排水施設においては、計画交通量に応じて確率年が5～10年程度の降雨強度を設定するのがよい。
- ・ 道路管理上、構造上重要性の高い沢部の盛土等の道路横断排水施設については30年程度とするのがよい。
- ・ 地下排水施設については通常、地下水浸透量の定量的な予測が難しいため、既往の実績や現地状況の調査結果から十分と思われる排水能力を持つよう配慮する必要がある。

解表4-1 道路区分による選定基準（参考）

道路の種別 計画交通量 (台/日)	高速自動車国道 及び 自動車専用道路	一般国道	都道府県道	市町村道
	10,000以上	A	A	A
10,000～4,000	A	A, B	A, B	A, B
4,000～500	A, B	B	B	B, C
500未満	—	—	C	C

注) う回路のない道路については、その道路の重要性等を考慮して、区分を1ランク上げてよい。

解表4-2 排水施設別採用降雨確率年の標準（参考）

分類	排水能力の高さ	降雨確率年	
		(イ)	(ロ)
A	高い	3年	10年以上(ハ)
B	一般的		7年
C	低い		5年

注) (イ) は路面、小規模なり面等の一般の道路排水施設に適用する。

(ロ) は長大なり面等から流出する水を排除する道路横断排水施設、平坦な都市部で内水排除が重要な場所の道路横断排水施設等、重要な排水施設に適用する。

(ハ) 道路管理上、構造上重要性の高い沢部の盛土等の道路横断排水施設については30年程度とするのがよい。

地震動の作用、その他の作用

4-2 作用

(3) 地震動の作用

- ・ 地震動の作用としては、**レベル1地震動**及び**レベル2地震動**の2種類の地震動を考慮する必要がある。
- ・ ここで、**レベル1地震動**としては、**生じる可能性の比較的高い中程度の強度の地震動**を想定している。
- ・ **レベル2地震動**としては、**発生頻度が低いプレート境界型の大規模な地震によるタイプⅠの地震動及び発生頻度が極めて低い内陸直下型地震によるタイプⅡの地震動**の2種類を考慮する。タイプⅠ地震動は大きな振幅が長時間繰り返して作用する地震動であるのに対し、タイプⅡ地震動は継続時間は短い**が極めて大きな強度を有する地震動**であり、その地震動の特性が異なることから、両方の地震動を耐震設計で考慮する必要がある。

(4) その他の作用

その他の作用としては、風、雪、落石、斜面崩壊、岩盤崩壊、地すべり、土石流、コンクリートの乾燥収縮の影響、地盤変位の影響、洗掘、温度変化の影響、凍上、塩害、酸性土壌中での腐食や劣化の影響等があり、**構造物の特性、設置箇所等の条件によって適切に選定し、考慮する必要がある。**

道路土工構造物の要求性能

4-3 要求性能

(2) 道路土工構造物の要求性能

道路土工構造物の要求性能は、**安全性**、**使用性**及び**修復性**の観点から定義されている。

安全性とは、想定する作用による道路土工構造物の崩壊によって**道路交通等に致命的な影響を及ぼすことのないようにするための性能**をいう。

使用性とは、想定する作用による**軽微な変形や損傷に対して道路土工構造物が本来有すべき通行機能、避難路や救助・救急・医療・消火活動・緊急物資の輸送路としての機能等を維持できる性能**をいう。

修復性とは、想定する作用によって生じた**損傷を容易に修復できる性能**をいう。

なお、ここで使用する「**致命的な影響**」とは、**道路の通行機能等が長期間にわたり確保できない状況**を言う。

性能1は、…**安全性**、**使用性**及び**修復性**のすべてを満たすものである。道路土工構造物の場合、長期的な沈下や変形、降雨や地震動の作用により軽微な変形が生じることがある。このため**性能1**は、道路土工構造物が**通常の維持管理程度の補修により、道路としての通行機能を確保**…

性能2は、…**安全性**及び**修復性**を満たすものであり、**道路土工構造物が応急復旧程度の作業によりすみやかに補修され、道路としての通行機能が回復できることを意図している**。なお、すみやかな補修を行うためには、道路土工構造物に損傷が生じた場合に**損傷箇所が点検しやすいこと、損傷箇所を修復しやすいこと等が必要であることに留意する必要がある**。

性能3は、…**使用性及び修復性は満足できないが、安全性を満たすものであり、道路土工構造物の大規模な崩壊によって道路交通等に致命的な影響を与えないことを意図している**。

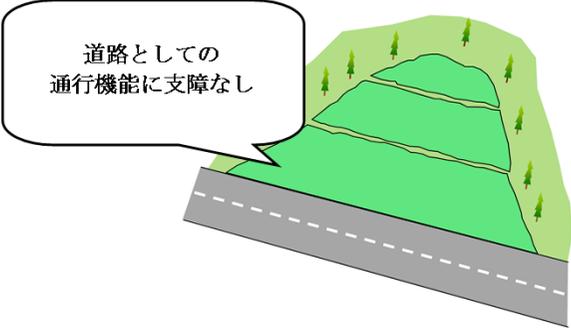
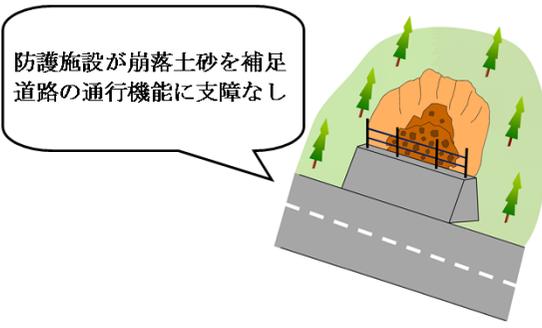
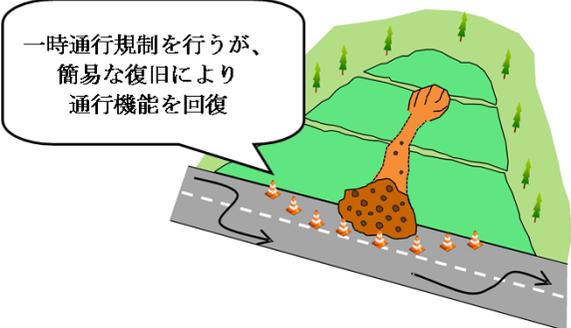
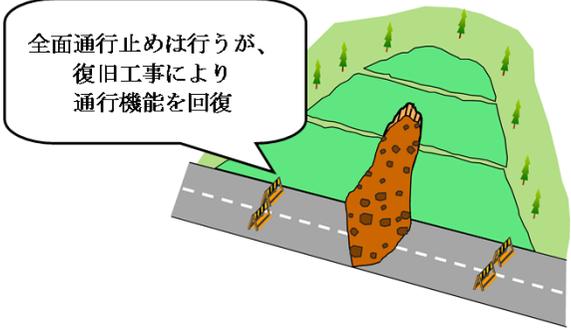
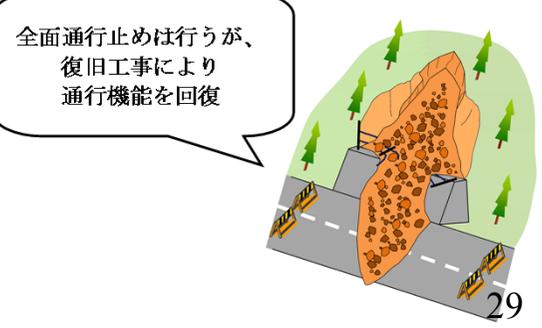
道路土工構造物の要求性能

4-3 要求性能

道路土工構造物は多種多様であり、・・・損傷した場合に道路としての通行機能に与える影響も、構造物の種類、設置目的、現地条件等により大きく異なる。

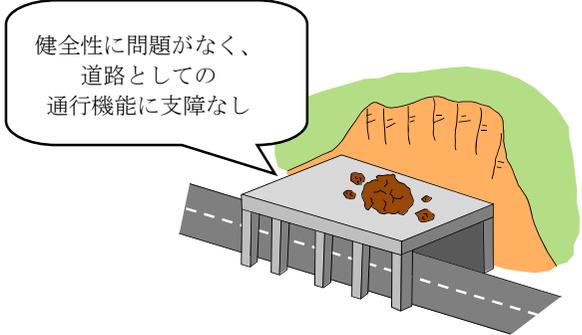
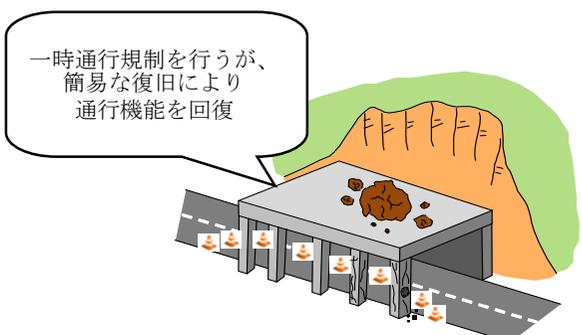
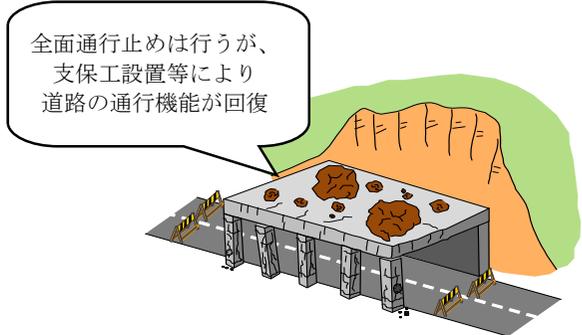
このため、道路土工構造物の要求性能は、当該道路土工構造物の損傷の程度ではなく、通常の自然的・外部的条件のもとで発生する災害等に対して、道路としての通行機能にどの程度の支障を及ぼすのか、現地条件や道路管理者の管理体制、復旧体制等を考慮してどの程度でその通行機能を修復ができるかという尺度で定める必要がある。

要求性能設定のイメージ

性能	切土	斜面安定施設
<p>性能1 道路土工構造物は健全である、又は、道路土工構造物は損傷するが、当該道路土工構造物の存する区間の道路としての機能に支障を及ぼさない性能</p>	 <p>道路としての通行機能に支障なし</p>	 <p>防護施設が崩落土砂を補足道路の通行機能に支障なし</p>
<p>性能2 道路土工構造物の損傷が限定的なものにとどまり、当該道路土工構造物の存する区間の道路の機能の一部に支障を及ぼすが、すみやかに回復できる性能</p>	 <p>一時通行規制を行うが、簡易な復旧により通行機能を回復</p>	 <p>一時通行規制を行うが、簡易な復旧により通行機能を回復</p>
<p>性能3 道路土工構造物の損傷が、当該道路土工構造物の存する区間の道路の機能に支障を及ぼすが、当該支障が致命的なものとならない性能</p>	 <p>全面通行止めは行うが、復旧工事により通行機能を回復</p>	 <p>全面通行止めは行うが、復旧工事により通行機能を回復</p>

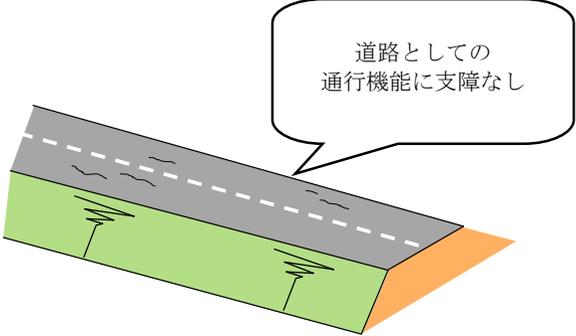
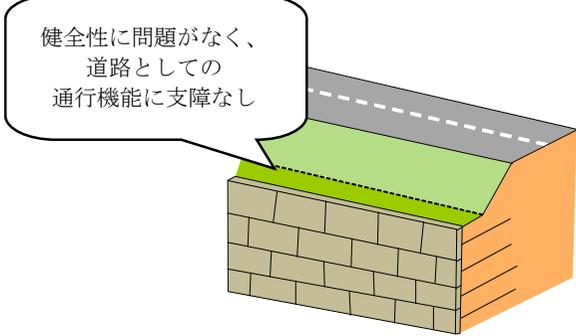
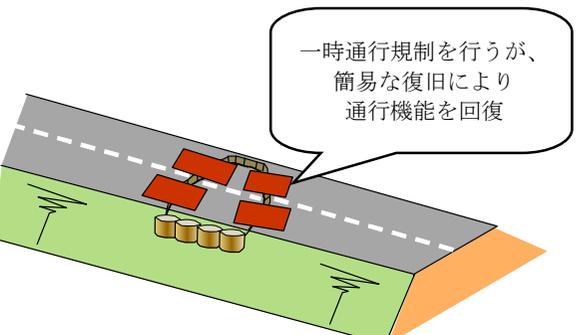
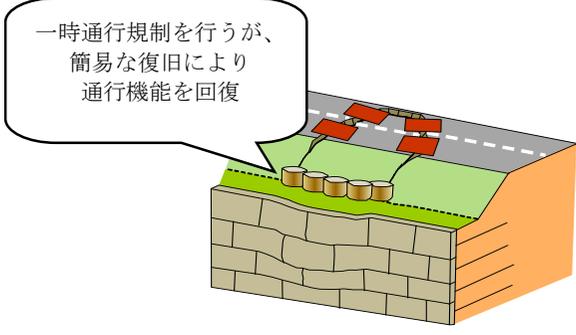
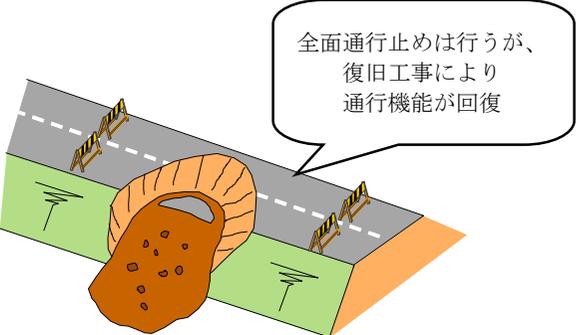
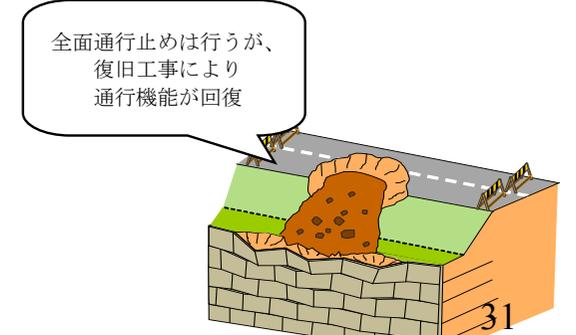
※要求性能の設定作業をイメージしたものであるが、道路土工構造物の損傷と性能の関係を一義的に表したものではない

要求性能設定のイメージ

性能	斜面安定施設(ロックシェッド・スノーシェッド)
<p>性能1 道路土工構造物は健全である、又は、道路土工構造物は損傷するが、当該道路土工構造物の存する区間の道路としての機能に支障を及ぼさない性能</p>	<p>健全性に問題がなく、道路としての通行機能に支障なし</p> 
<p>性能2 道路土工構造物の損傷が限定的なものにとどまり、当該道路土工構造物の存する区間の道路の機能の一部に支障を及ぼすが、すみやかに回復できる性能</p>	<p>一時通行規制を行うが、簡易な復旧により通行機能を回復</p> 
<p>性能3 道路土工構造物の損傷が、当該道路土工構造物の存する区間の道路の機能に支障を及ぼすが、当該支障が致命的なものとならない性能</p>	<p>全面通行止めは行うが、支保工設置等により道路の通行機能が回復</p> 

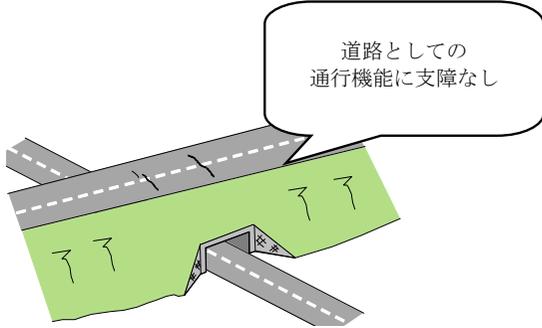
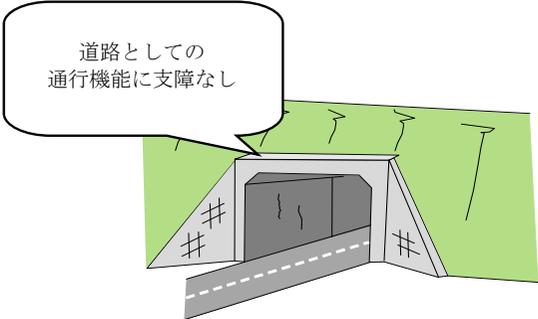
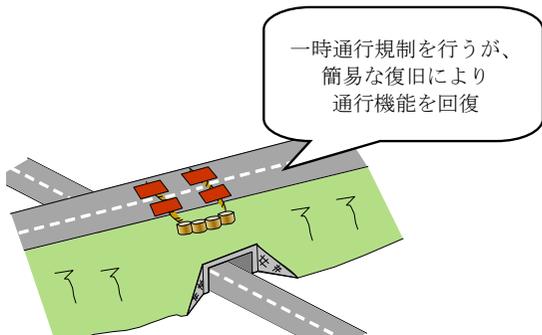
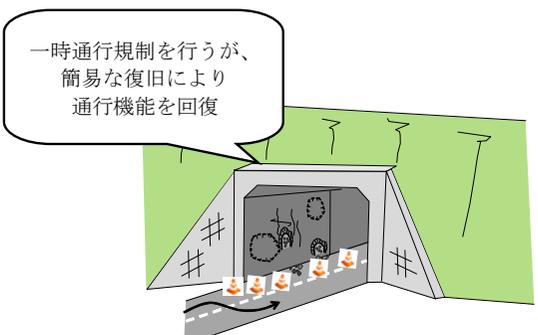
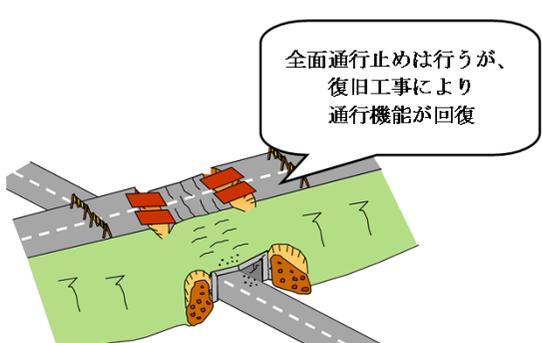
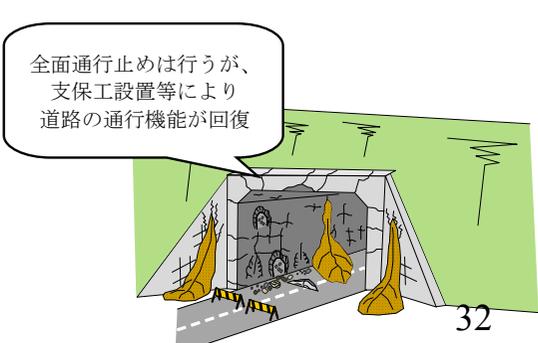
※要求性能の設定作業をイメージしたものであるが、道路土工構造物の損傷と性能の関係を一義的に表したものではない

要求性能設定のイメージ

性能	盛土	盛土(補強土壁)
<p>性能1 道路土工構造物は健全である、又は、道路土工構造物は損傷するが、当該道路土工構造物の存する区間の道路としての機能に支障を及ぼさない性能</p>		
<p>性能2 道路土工構造物の損傷が限定的なものにとどまり、当該道路土工構造物の存する区間の道路の機能の一部に支障を及ぼすが、すみやかに回復できる性能</p>		
<p>性能3 道路土工構造物の損傷が、当該道路土工構造物の存する区間の道路の機能に支障を及ぼすが、当該支障が致命的なものとならない性能</p>		

※要求性能の設定作業をイメージしたものであるが、道路土工構造物の損傷と性能の関係を一義的に表したのではない

要求性能設定のイメージ

性能	カルバート(上部道路)	カルバート(内空道路)
<p>性能1 道路土工構造物は健全である、又は、道路土工構造物は損傷するが、当該道路土工構造物の存する区間の道路としての機能に支障を及ぼさない性能</p>	 <p>道路としての通行機能に支障なし</p>	 <p>道路としての通行機能に支障なし</p>
<p>性能2 道路土工構造物の損傷が限定的なものにとどまり、当該道路土工構造物の存する区間の道路の機能の一部に支障を及ぼすが、すみやかに回復できる性能</p>	 <p>一時通行規制を行うが、簡易な復旧により通行機能を回復</p>	 <p>一時通行規制を行うが、簡易な復旧により通行機能を回復</p>
<p>性能3 道路土工構造物の損傷が、当該道路土工構造物の存する区間の道路の機能に支障を及ぼすが、当該支障が致命的なものとならない性能</p>	 <p>全面通行止めは行うが、復旧工事により通行機能が回復</p>	 <p>全面通行止めは行うが、支保工設置等により道路の通行機能が回復</p>

※要求性能の設定作業をイメージしたものであるが、道路土工構造物の損傷と性能の関係を一義的に表したのではない

作用と要求性能の組合せ

4-3 要求性能

道路土工構造物の作用と要求性能の組合せを解表4-3に例として示す。解表4-3の要求性能は、従来から道路土工指針において例示されているもので、一般的な道路土工構造物ではこれが採用されることが多い。

解表4-3 道路土工構造物の作用と要求性能の組合せの例

想定する作用		重要度	
		重要度 1	重要度 2
常時の作用		性能 1	性能 1
降雨の作用※		性能 1	性能 1
地震動の作用	レベル1 地震動	性能 1	性能 2
	レベル2 地震動	性能 2	性能 3

※本表における降雨の作用は、4-2(2)に示した供用期間中に通常想定される降雨である。

重要度の区分

4-3 要求性能

(3) 道路土工構造物の重要度の区分は、次のとおりとする。

重要度1：下記(ア)、(イ)に示す道路土工構造物

(ア) 下記に掲げる道路に存する道路土工構造物のうち、当該道路の機能への影響が著しいもの

- ・ 高速自動車国道、都市高速道路、指定都市高速道路、本州四国連絡高速道路及び一般国道
- ・ 都道府県道及び市町村道のうち、地域の防災計画上の位置づけや利用状況等に鑑みて、特に重要な道路

(イ) 損傷すると隣接する施設に著しい影響を与える道路土工構造物

重要度2：(ア)及び(イ)以外の道路土工構造物

重要度の区分は、地震時等の初動対応において道路が担う輸送路としての役割の重要性に鑑み、道路種別と、道路土工構造物が損傷した場合の道路としての通行機能への影響や隣接する施設に及ぼす影響等の重要性を勘案して設定されている。・・・

1) 地域の防災計画上の位置づけ

地域防災計画における緊急輸送道路等、道路土工構造物の存する区間の道路が災害後の救援活動、復旧活動等の緊急輸送を確保するために必要とされる度合い

2) 他の構造物や施設への影響度

道路土工構造物が被害を受けたとき、その損傷が他の構造物や隣接する施設等に影響を及ぼす度合い

3) 利用状況及び代替性の有無

交通量等の利用状況や、道路土工構造物が損傷し当該区間の道路が通行機能を失ったとき直ちに他の道路等によってそれまでの機能を維持できるような代替性の有無

4) 機能回復の難易度

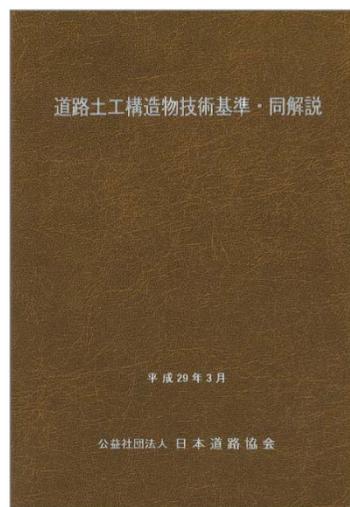
道路土工構造物が被害を受けた後に、その機能回復に要する時間等

各道路土工構造物の設計

4-4 各道路土工構造物の設計

本基準の4-1(2)では、道路土工構造物の設計に関して、以下のように規定されている。
「道路土工構造物の設計は、理論的で妥当性を有する方法や実験等による検証がなされた方法、これまでの経験・実績から妥当とみなせる方法等、適切な知見に基づいて行うものとする。」
これは、従来の道路土工要綱の2-4(2)における次の記述と同一の主旨となっている。
「設計は、論理的な妥当性を有する方法や実験等による検証がなされた手法、これまでの経験・実績から妥当と見なせる手法等、適切な知見に基づいて行うものとする。」
したがって、従来の道路土工指針に記載された手法は、その適用範囲内において本基準制定後も変わらず適用が可能であると考えられる。このことから、各道路土工構造物の設計にあたっては、本基準を原則とし、あわせて道路土工指針を参考とするとよい。

道路土工構造物
技術基準・同解説(H29.3)



道路土工要綱 (H21.6)



- 道路土工一切土工・斜面安定工指針
- 道路土工盛土工指針
- 道路土工カルバート工指針
- 道路土工擁壁工指針
- 道路土工軟弱地盤対策工指針

各道路土工構造物の設計

4-4 各道路土工構造物の設計

本基準における設計では性能規定の考えを基本とし、道路土工構造物に要求される事項を満足する範囲で、これまでにない材料、構造、解析手法等を採用することができる。

しかし、道路土工構造物の安定性を調査、試験及び工学的計算の結果に基づいて定量的に評価し得る場合は多くなく、既往の経験・実績等に照らして総合的に判断しなければならないことが多い。

このため、道路土工構造物の設計では個々の道路土工構造物の特性に応じた経験的技術が重視されてきた。盛土や切土の標準のり面勾配はその一例である。これは、所定の適用範囲のもとで、かつ適切な排水施設の設置と適切な施工等を前提に、我が国の自然環境のもとで交通に大きな支障となる被害が避けられる構造をこれまでの実績に照らして設定されたものである。したがって、降雨、地震等の作用についても、通常の自然的・外部的条件の範囲内において考慮されているものと考えることができる。このような経験的技術はこれまでどおり適用が可能であると考えられる。

各道路土工構造物の設計

4-4 各道路土工構造物の設計

近年は設計及び施工技術の進展に伴って、道路土工構造物は、従来の適用範囲を超える規模の高い盛土及び長大切土が構築されたり、規模の大きな補強土壁、カルバート等が道路下に建設されたりすることも増えている。

また、重要な諸施設が近接する場合にもこのような道路土工構造物が設置されるなど、その適用が拡大している。

こうした新しい技術の適用や従来の適用範囲を超えた道路土工構造物の新設又は改築にあたっては、

- ① 構造物の特性に応じてより適切で信頼性の高い解析手法を適用する、
- ② 解析に用いるパラメータは調査に基づいて材料の性状や調査の特性を把握したうえで吟味して設定する、
- ③ ICT (Information and Communication Technology) を用いた情報化施工等の適用により
施工中の変形挙動等を確認することを検討する、

といった対応が必要となる。

各道路土工構造物の設計

4-4 各道路土工構造物の設計

道路土工構造物の設計においては、土中の水の排除が重要である。実際に近年になっても道路土工構造物に関連する災害の多くは、規模を問わず水に関連するものの割合が高い。第3章で述べたようにリサイクルの観点から多少の不良土であっても建設発生土を利用するケースが多くなっているなど、従来に比べると道路土工構造物に透水性の悪い土質材料を使用することが多くなっている。

道路土工構造物の新設又は改築において、排水施設の重要度は増大していると考えられることから、4-4-1~4-4-3の各項において、排水施設の設計に関する項目を特に定めている。

■大雨による法面崩落



奄美大島豪雨による切土法面崩落
→復旧に3日(H22.10 奄美市)

■排水不良に起因する法面崩落



(風水害)
台風の大雨による盛土法面崩落(H11.8)
→地下排水構造物の分断が一因
復旧に1ヶ月



(地震)
能登半島地震による盛土法面崩落(H19.3)
→地下排水構造物未施工が原因
復旧に6ヶ月

切土・斜面安定施設の設計

4-4-1 切土・斜面安定施設

- (1) 常時の作用として、少なくとも死荷重の作用を考慮する。
- (2) 斜面安定施設については、(1)のほか、斜面安定施設の設置目的に応じて斜面崩壊、落石・岩盤崩壊、地すべり又は土石流による影響を考慮する。

(1) 切土・斜面安定施設の設計における照査の基本的考え方

1) 切土・斜面安定施設の設計の考え方

4-3において道路土工構造物の要求性能が示されており、切土・斜面安定施設の設計にあたっては、原則として要求性能に対して切土・斜面安定施設の限界状態を設定し、想定する作用に対する切土・斜面安定施設の状態が限界状態を超えないことを照査することが基本となる。ただし、既往の経験・実績や近隣又は類似地質・土質条件の切土・斜面安定施設の施工実績・災害事例等から要求性能を満足すると考えられる仕様等については、仕様等を決めるもととなった既往の経験・実績の範囲から決まる適用範囲においてはこれを活用してよい。ただし、適用範囲を外れる場合や、既往の事例から想定する各作用により変状が想定されるような条件の場合においては、十分に調査して工学的計算を行う、あるいは施工時に動態観測を行いその状況に応じて設計や施工方法を変更するなどの配慮を行うのが現実的である。なお、例えば擁壁のように照査方法が確立されている斜面安定施設についてはそれに従う。

切土・斜面安定施設の設計

4-4-1 切土・斜面安定施設

- (1) 常時の作用として、少なくとも**死荷重の作用を考慮**する。
- (2) 斜面安定施設については、(1)のほか、斜面安定施設の**設置目的に応じて斜面崩壊、落石・岩盤崩壊、地すべり又は土石流による影響を考慮**する。

(1) 切土・斜面安定施設の設計における照査の基本的考え方

1) 切土・斜面安定施設の設計の考え方(続き)

地山は所定の材料によって構成される構造物に比べてより**大きな不均質性を有することから**、切土・斜面安定施設については**理論的な設計計算による照査が難しい場合が多い**。そのため、その設計にあたっては、**地質・土質調査、周辺の地形・地質条件、過去の災害履歴及び同種のり面の実態等の調査並びに技術的経験等に基づき総合的な検討を行う必要がある**。さらに、施工段階の地山条件等の確認・記録を行うとともに、**供用中の点検等により変状の有無を確認し、変状が見られる場合はその原因を究明し、要求性能を満足できるよう適切に補強等を行うことを基本とする**。

切土・斜面安定施設の設計

4-4-1 切土・斜面安定施設

- (1) 常時の作用として、少なくとも死荷重の作用を考慮する。
- (2) 斜面安定施設については、(1)のほか、斜面安定施設の設置目的に応じて斜面崩壊、落石・岩盤崩壊、地すべり又は土石流による影響を考慮する。

(1) 切土・斜面安定施設の設計における照査の基本的考え方

2) 想定する作用と荷重

切土・斜面安定施設の設計にあたっては、以下の荷重から想定する作用、切土・斜面安定施設の設置地点の諸条件、形式等によって適切に選定する必要がある。

i) 死荷重

- ・地山や施設の単位堆積重量を適切に評価して設定
- ・切土の地山の死荷重 = 地山の自重 ⇒ 斜面安定問題(経験的方法又は安定計算により設計)

ii) 土圧(設置目的、設置条件に応じて考慮)

- ・背面土圧
- ・崩壊した土砂、落石、岩盤、土石流等の堆積の影響による土圧
⇒ 5) 各斜面安定施設の設計の考え方で記述

切土・斜面安定施設の設計

4-4-1 切土・斜面安定施設

- (1) 常時の作用として、少なくとも**死荷重の作用を考慮**する。
- (2) 斜面安定施設については、(1)のほか、斜面安定施設の**設置目的に応じて斜面崩壊、落石・岩盤崩壊、地すべり又は土石流による影響を考慮**する。

(1) 切土・斜面安定施設の設計における照査の基本的考え方

2) 想定する作用と荷重

切土・斜面安定施設の設計にあたっては、以下の荷重から想定する作用、切土・斜面安定施設の設置地点の諸条件、形式等によって適切に選定する必要がある。

2) 想定する作用と荷重(続き)

iii) 水圧

- ・地盤条件や地下水位の変動等を考慮して設定

iv) 降雨の影響

以下の影響を考慮

- ・表流水
- ・地山への浸透水

事前に把握することは難しいことが多い

その場合は施工時又はその後の点検の状況に応じて、施工方法や構造の変更等により対応

- ・降雨強度は地域の降雨特性、切土・斜面安定施設の特性、照査項目等を考慮して設定

切土・斜面安定施設の設計

4-4-1 切土・斜面安定施設

- (1) 常時の作用として、少なくとも**死荷重の作用を考慮**する。
- (2) 斜面安定施設については、(1)のほか、斜面安定施設の**設置目的に応じて斜面崩壊、落石・岩盤崩壊、地すべり又は土石流による影響を考慮**する。

(1) 切土・斜面安定施設の設計における照査の基本的考え方

2) 想定する作用と荷重

切土・斜面安定施設の設計にあたっては、以下の荷重から想定する作用、切土・斜面安定施設の設置地点の諸条件、形式等によって適切に選定する必要がある。

2) 想定する作用と荷重(続き)

v) 地震の影響(切土・斜面安定施設の特性、照査項目等を考慮して適切に設定)

地山や斜面安定施設の振動応答に起因する慣性力、地震時土圧等

vi) その他(設置目的、条件等に応じて考慮)

・落石ないし岩盤崩壊による衝撃力

・土石流の流体力

・雪荷重、風荷重、温度変化、凍上、塩害

等

切土・斜面安定施設の設計

4-4-1 切土・斜面安定施設

- (1) 常時の作用として、少なくとも**死荷重の作用を考慮**する。
- (2) 斜面安定施設については、(1)のほか、斜面安定施設の**設置目的に応じて斜面崩壊、落石・岩盤崩壊、地すべり又は土石流による影響を考慮**する。

(1) 切土・斜面安定施設の設計における照査の基本的考え方

2) 想定する作用と荷重(続き)

荷重の組合せは、**同時に作用する可能性が高い荷重の組合せのうち、最も不利となる条件**を考慮して設定し、想定する範囲内で**切土・斜面安定施設に最も不利となるように作用させる**。

切土・斜面安定施設の設計

4-4-1 切土・斜面安定施設

- (1) 常時の作用として、少なくとも**死荷重の作用を考慮**する。
- (2) 斜面安定施設については、(1)のほか、斜面安定施設の**設置目的に応じて斜面崩壊、落石・岩盤崩壊、地すべり又は土石流による影響を考慮**する。

(1) 切土・斜面安定施設の設計における照査の基本的考え方

3) 切土・斜面安定施設の限界状態と照査の考え方

i) 照査の基本的考え方

切土・斜面安定施設の設計にあたっては、要求性能に応じた切土・斜面安定施設の限界状態を設定し、**想定する作用によって生じる切土・斜面安定施設の状態が限界状態を超えない**ことを照査する必要がある。

ii) 限界状態

① 性能1に対する限界状態

- ・切土・斜面安定施設に軽微な変状が生じた場合でも、平常時における点検及び補修、また地震時等における緊急点検及び緊急措置により、道路としての機能を確保できる限界の状態

② 性能2に対する限界状態

- ・切土・斜面安定施設に損傷が生じ、通行止め等の措置を要する場合でも、応急復旧等により道路の機能を回復できる限界の状態

切土・斜面安定施設の設計

4-4-1 切土・斜面安定施設

- (1) 常時の作用として、少なくとも**死荷重の作用を考慮**する。
- (2) 斜面安定施設については、(1)のほか、斜面安定施設の**設置目的に応じて斜面崩壊、落石・岩盤崩壊、地すべり又は土石流による影響を考慮**する。

3) 切土・斜面安定施設の限界状態と照査の考え方

ii) 限界状態(続き)

③ 性能3に対する限界状態

- ・切土・斜面安定施設が対象とする斜面等の大規模な崩壊によって道路自体が失われたり、隣接する施設等への甚大な影響が生じたりするのを防止できる限界の状態

なお、各限界状態に対応した変形量等の許容値は切土・斜面安定施設の立地条件や特性等によって異なるため、切土・斜面安定施設の構造形状、想定される被災パターンと修復の難易、立地条件と周辺への影響、道路の社会的役割等を総合的に勘案して定めるのがよい。既往の経験・実績に基づく仕様等を適用する場合には、変形量による照査を行わないのが一般的であるが、不安定な切土のり面の場合には動態観測等により、変形量の許容値を設定し対策を行うことも考えられる。

切土・斜面安定施設の設計

4-4-1 切土・斜面安定施設

- (1) 常時の作用として、少なくとも**死荷重の作用を考慮**する。
- (2) 斜面安定施設については、(1)のほか、斜面安定施設の**設置目的に応じて斜面崩壊、落石・岩盤崩壊、地すべり又は土石流による影響を考慮**する。

(1) 切土・斜面安定施設の設計における照査の基本的考え方

3) 切土・斜面安定施設の限界状態と照査の考え方

iii) 照査方法

照査は、切土・斜面安定施設の形式、想定する作用、限界状態に応じて適切な方法に基づいて行う。この際、切土・斜面安定施設の設計を、**既往の経験・実績に基づく仕様等の適用又は工学的計算による切土・斜面の安定性の照査のいずれで行うかは、対策方法における工学的な原理、構造形式、切土・斜面の地盤条件等により判断**する。なお、地震動の作用に対しては、斜面安定施設のうち、**大規模な待ち受け擁壁やロックシェッド等の規模が大きい防護施設については、地震動の作用に対する照査を行う**。一方、これまでの実績から降雨等に対する対策がある程度地震対策としても効果があると考えられる施設、また、地震動よりも崩土等の衝撃力等が支配的となるような防護施設では、一般に地震動の作用に対する照査を省略してもよい。

切土・斜面安定施設の設計

4-4-1 切土・斜面安定施設

- (1) 常時の作用として、少なくとも**死荷重の作用を考慮**する。
- (2) 斜面安定施設については、(1)のほか、斜面安定施設の**設置目的に応じて斜面崩壊、落石・岩盤崩壊、地すべり又は土石流による影響を考慮**する。

(1) 切土・斜面安定施設の設計における照査の基本的考え方

4) 照査における既往の経験・実績の適用

i) 切土のり面

切土に必要な性能を確保できると考えられる仕様の一つとして、「道路土工一切土工・斜面安定工指針」に示す、**標準的なのり面勾配**(以下「**標準のり面勾配**」という)がある(解表4-4)。標準のり面勾配は、既往の**数多くの施工実績や経験に基づき**、地山の地質・土質及び切土高に応じて定められている。標準のり面勾配は、**地山に特に問題がないと判断される場合**に適用できる。この場合、地質・土質調査、周辺の地形・地質条件、過去の災害履歴及び同種のり面の実態等の調査並びに技術的経験等に基づき総合的な検討を行い、のり面勾配と必要なのり面保護施設を計画する必要がある。このような仕様の**適用条件を満足しその適用範囲内で設計され、かつ条文(3)(4)の規定を満足する切土は、施工時の地山の状況の確認、供用中の変状の有無の確認及び変状が生じた場合の補修、補強が行われることを前提に**、解表4-3に例示した重要度Ⅰの要求性能を満足すると考えてよい。

切土・斜面安定施設の設計

4-4-1 切土・斜面安定施設

- (1) 常時の作用として、少なくとも**死荷重の作用を考慮**する。
- (2) 斜面安定施設については、(1)のほか、斜面安定施設の**設置目的に応じて斜面崩壊、落石・岩盤崩壊、地すべり又は土石流による影響を考慮**する。

(1) 切土・斜面安定施設の設計における照査の基本的考え方

4) 照査における既往の経験・実績の適用

i) 切土のり面(続き)

ただし、標準のり面勾配は、例えば次に示す条件の場合には適用できないことがあるため、必要に応じて、要求性能に対する照査を行うほか、のり面勾配の変更を行うか、のり面保護構造物、のり面排水施設等による対策を講じる。

- ① 地すべり地の場合 ② 崖錐、崩積土、強風化斜面の場合
- ③ 砂質土等、特に侵食に弱い土質の場合
- ④ 泥岩、凝灰岩、蛇紋岩等の風化が速い岩の場合 ⑤ 割れ目の多い岩の場合
- ⑥ 割れ目が流れ盤となる場合 ⑦ 地下水が多い場合 ⑧ 積雪・寒冷地域の場合
- ⑨ 地震の被害を受けやすい地盤の場合
- ⑩ 既往の経験・実績の範囲を超える長大のり面の場合

切土・斜面安定施設の設計

4-4-1 切土・斜面安定施設

- (1) 常時の作用として、少なくとも**死荷重の作用を考慮**する。
- (2) 斜面安定施設については、(1)のほか、斜面安定施設の**設置目的に応じて斜面崩壊、落石・岩盤崩壊、地すべり又は土石流による影響を考慮**する。

(1) 切土・斜面安定施設の設計における照査の基本的考え方

4) 照査における既往の経験・実績の適用

ii) 斜面安定施設

斜面安定施設には、災害形態に応じて斜面崩壊対策、落石・岩盤崩壊対策、地すべり対策、土石流対策等の施設があり、災害を予防する予防施設と防止する防護施設に大別される。

予防施設には、対象とする災害の発生を抑制するために、侵食や風化を防止又は抑制する対策、不安定な土塊等を安定化させる対策がある。予防施設のうち侵食や風化を防止又は抑制する対策の設計にあたっては、供用中に**点検、監視等により対策効果が維持されていることを確認するとともに、予防施設に変状等が生じた場合には必要に応じて通行規制や補修、補強等が行われることを前提に、既往の実績により効果が確認されている方法に基づいて行うことができる。**また、不安定な土塊等を安定化させる対策の場合は、**不安定な土塊等の安定を確保するように設計を行い、かつ**条文(5)の規定を満足する施設は所定の性能を満足すると考えてよい。****

切土・斜面安定施設の設計

4-4-1 切土・斜面安定施設

- (1) 常時の作用として、少なくとも**死荷重の作用を考慮**する。
- (2) 斜面安定施設については、(1)のほか、斜面安定施設の**設置目的に応じて斜面崩壊、落石・岩盤崩壊、地すべり又は土石流による影響を考慮**する。

(1) 切土・斜面安定施設の設計における照査の基本的考え方

4) 照査における既往の経験・実績の適用

ii) 斜面安定施設(続き)

防護施設の設計にあたっては、**常時及び降雨の作用、必要に応じて地震動の作用等に対して構造物の安定等を確保**する。さらに、対象とする崩壊等の道路交通機能への影響を抑止又は抑制するために、防護施設が対象とする崩壊等を捕捉又はその運動エネルギーを減衰するように設置したうえで、**想定する崩壊等の影響による衝撃荷重等によって生じる防護施設の状態が要求性能に応じた限界状態を超えないことを照査**する。防護施設の設計は、**理論的で妥当性を有する方法や実験等による検証がなされた方法、これまでの経験・実績から妥当とみなせる方法等、適切な知見に基づいて行う。**

切土・斜面安定施設の設計

4-4-1 切土・斜面安定施設

- (1) 常時の作用として、少なくとも**死荷重の作用を考慮**する。
- (2) 斜面安定施設については、(1)のほか、斜面安定施設の**設置目的に応じて斜面崩壊、落石・岩盤崩壊、地すべり又は土石流による影響を考慮**する。

(1) 切土・斜面安定施設の設計における照査の基本的考え方

5) 各斜面安定施設の設計の考え方

i) 斜面崩壊対策施設

- ・自然斜面の表層部の土砂の崩壊に対する対策
- ・予防施設

崩壊発生源における斜面の風化、侵食又は崩壊発生を抑止

設計にあたっては、予想される崩壊の発生位置・範囲、崩壊深さ等を十分な調査により推定し、それをもとに施設の範囲・配置や必要抑止力等を決定

・防護施設

崩壊により発生した崩土の運動を停止又はその方向を変化させて道路や通行車両を防護

設計にあたっては、予想される崩壊の発生位置、崩壊範囲、崩壊深さ、崩土の堆積範囲、土圧、衝撃力等を十分な調査により推定し、それをもとに施設、範囲・配置や必要抑止力等を決定

崩壊が小規模かつ発生位置と道路面との比高差が小さい ⇒ 堆積土圧を考慮

道路山側に平地があつて崩土の運動速度が小さくなる ⇒ 堆積土圧を考慮

崩壊が大規模又は発生位置と道路面との比高差が大きい ⇒ 堆積土圧及び衝撃力を考慮

切土・斜面安定施設の設計

4-4-1 切土・斜面安定施設

- (1) 常時の作用として、少なくとも**死荷重の作用を考慮**する。
- (2) 斜面安定施設については、(1)のほか、斜面安定施設の**設置目的に応じて斜面崩壊、落石・岩盤崩壊、地すべり又は土石流による影響を考慮**する。

(1) 切土・斜面安定施設の設計における照査の基本的考え方

5) 各斜面安定施設の設計の考え方

i) 斜面崩壊対策施設(続き)

・防護施設(続き)

待ち受け擁壁: 以下の項目を考慮して設計

- a) 堆積土砂等の土圧に対する安定性
- b) 崩土等の衝撃力に対する安定性
- c) 崩壊土量に対する空き容量の大きさ

なお、地震動の作用に対しては、斜面崩壊対策施設のうち、**大規模な待ち受け擁壁等の規模が大きい防護施設については、地震動の作用に対する照査**を行う。一方、**通常の斜面崩壊対策施設については、通常の点検及び降雨時・地震時の緊急点検を通じて補修が行われることを前提**にして、**常時及び降雨の作用に対して所定の要求性能に対する照査を行えば、地震動の作用に対しても性能を満足していると考えてよい。**

切土・斜面安定施設の設計

4-4-1 切土・斜面安定施設

- (1) 常時の作用として、少なくとも**死荷重の作用を考慮**する。
- (2) 斜面安定施設については、(1)のほか、斜面安定施設の**設置目的に応じて斜面崩壊、落石・岩盤崩壊、地すべり又は土石流による影響を考慮**する。

(1) 切土・斜面安定施設の設計における照査の基本的考え方

5) 各斜面安定施設の設計の考え方

ii) 落石・岩盤崩壊対策施設

・落石対策

予防工：発生源の除去、及び落石予防施設による固定及び発生抑止

防護工：落石防護施設による落石被害防止

・落石防護施設の設計

対象とする落石を捕捉又はその運動エネルギーを減衰するように配置

想定する落石の作用によって生じる落石防護施設の状態が要求性能に応じた限界状態を超えないことを照査(安定性、部材の強度、変形等)

設計は、**理論的で妥当性を有する方法、実験等による検証がなされた方法、これまでの経験・実績から妥当と見なせる方法等、適切な知見に基づいて行う。**

切土・斜面安定施設の設計

4-4-1 切土・斜面安定施設

- (1) 常時の作用として、少なくとも**死荷重の作用を考慮**する。
- (2) 斜面安定施設については、(1)のほか、斜面安定施設の**設置目的に応じて斜面崩壊、落石・岩盤崩壊、地すべり又は土石流による影響を考慮**する。

(1) 切土・斜面安定施設の設計における照査の基本的考え方

5) 各斜面安定施設の設計の考え方

ii) 落石・岩盤崩壊対策施設(続き)

なお、地震動の作用に対しては、落石防護施設のうち、**大規模な待ち受け擁壁やロックシェッド等の規模が大きい落石防護施設については、地震動の作用に対する照査**を行う。一方、**通常の落石防護施設については、通常の点検及び降雨時・地震時の緊急点検を通じて補修が行われることを前提**にして、**常時及び降雨の作用に対して所定の要求性能に対する照査を行えば、地震動の作用に対しても性能を満足していると考えてよい。**

切土・斜面安定施設の設計

4-4-1 切土・斜面安定施設

- (1) 常時の作用として、少なくとも**死荷重の作用を考慮**する。
- (2) 斜面安定施設については、(1)のほか、斜面安定施設の**設置目的に応じて斜面崩壊、落石・岩盤崩壊、地すべり又は土石流による影響を考慮**する。

(1) 切土・斜面安定施設の設計における照査の基本的考え方

5) 各斜面安定施設の設計の考え方

ii) 落石・岩盤崩壊対策施設(続き)

岩盤崩壊対策には、**回避**による対策、**岩盤崩壊対策施設**による対策及び**監視**による暫定的な対策がある。**大規模な岩盤崩壊の発生が予測される箇所を道路が通過する場合には、岩盤崩壊の到達範囲外を通過することが望ましい**。ただし、岩盤崩壊対策施設により対策可能と判断された場合には、不安定岩塊の除去や固定化等の予防工を主体とし、必要に応じて斜面途中や道路際への防護施設の設置又は両者の組合せによる対策を検討する必要がある。ただし、これらの対策が完了するまでの間や、対策施設により抜本的に対策することが困難な場合には、可能な限りの対策を施したり、目視点検や計器等を用いた監視を行ったり、緊急時に避難や通行止めを講じるなどの暫定的な対処をする場合もある。防護施設を設置する場合の照査については落石防護施設の照査の考え方に準じる。

切土・斜面安定施設の設計

4-4-1 切土・斜面安定施設

- (1) 常時の作用として、少なくとも**死荷重の作用を考慮**する。
- (2) 斜面安定施設については、(1)のほか、斜面安定施設の**設置目的に応じて斜面崩壊、落石・岩盤崩壊、地すべり又は土石流による影響を考慮**する。

(1) 切土・斜面安定施設の設計における照査の基本的考え方

5) 各斜面安定施設の設計の考え方

iii) 地すべり対策施設

地すべり対策は、計画路線の選定に際して、**地すべりの発生するおそれのある地域を避けることが基本**であるが、**やむを得ずこれらの地域に道路を建設しなければならない場合は、必要な調査を行って適切な地すべり対策施設の検討を行う**。なお、供用中に**地すべり活動が活発化した場合には、通行規制等ソフト対策の実施及び対策施設の再検討が不可欠**である。

- ・抑制工：地形、地下水状態等の自然条件を変化させて地すべり活動を停止又は緩和
頭部排土
地すべり抑制施設(抑え盛土、地表水排除施設、地下水排除施設)による対策
- ・抑止工：構造物のもつ抑止力により、地すべりの一部又は全部を停止
地すべり抑止施設(杭、グラウンドアンカー等)による対策

切土・斜面安定施設の設計

4-4-1 切土・斜面安定施設

- (1) 常時の作用として、少なくとも**死荷重の作用を考慮**する。
- (2) 斜面安定施設については、(1)のほか、斜面安定施設の**設置目的に応じて斜面崩壊、落石・岩盤崩壊、地すべり又は土石流による影響を考慮**する。

(1) 切土・斜面安定施設の設計における照査の基本的考え方

5) 各斜面安定施設の設計の考え方

iii) 地すべり対策施設(続き)

地すべり対策の設計にあたっては、対象とする地すべりの安定性の照査を行う。一般に地すべりの安定性の照査では、地すべりの安定確保に必要な対策施設の規模を決定するために、**地形判読、現地踏査、ボーリング調査、パイプひずみ計・孔内傾斜計観測、地下水観測等の十分な調査結果に基づいて対象とする地すべりブロックを設定したうえで、地すべりブロックごとに安定計算を行う。**地すべりブロックの設定にあたっては、地すべり発生の可能性のある平面的範囲、すべり面の深さ、すべりの方向を想定する必要がある。地すべり対策施設の設計は安定計算の結果により求まる地すべりブロックの滑動力を考慮して行う。このとき、**通常の点検及び降雨時・地震時の緊急点検を通じて補修が行われることを前提**にして、**常時及び降雨の作用に対して所定の要求性能に対する照査を行えば、地震動の作用に対しても性能を満足していると考えてよい。**

切土・斜面安定施設の設計

4-4-1 切土・斜面安定施設

- (1) 常時の作用として、少なくとも**死荷重の作用を考慮**する。
- (2) 斜面安定施設については、(1)のほか、斜面安定施設の**設置目的に応じて斜面崩壊、落石・岩盤崩壊、地すべり又は土石流による影響を考慮**する。

(1) 切土・斜面安定施設の設計における照査の基本的考え方

5) 各斜面安定施設の設計の考え方

iv) 土石流対策施設

土石流対策の計画・設計にあたっては、土石流による道路の被災形態を考慮する必要がある。

土石流対策の基本的な考え方

① 道路構造で土石流を回避できるか検討

十分なクリアランスを持つ橋梁やカルバート(道路面が溪流より高い場合)

土石流覆工構造物(道路面が溪流より低い場合)

② 道路構造単独での対応が困難な場合には土石流対策施設(砂防堰堤等)による対応を検討(道路構造による対応との併用を含む)

③ 大規模な自然斜面や溪流で構造物のみでは土石流に対処し得ない場合は、通行規制等の手段を活用し、道路交通の安全確保に努める

切土・斜面安定施設の設計

4-4-1 切土・斜面安定施設

- (1) 常時の作用として、少なくとも**死荷重の作用を考慮**する。
- (2) 斜面安定施設については、(1)のほか、斜面安定施設の**設置目的に応じて斜面崩壊、落石・岩盤崩壊、地すべり又は土石流による影響を考慮**する。

(1) 切土・斜面安定施設の設計における照査の基本的考え方

5) 各斜面安定施設の設計の考え方

iv) 土石流対策施設(続き)

土石流対策の設計にあたっては、静水圧、堆砂圧(土圧)及び土石流流体力を考慮する必要がある。このとき、**通常**の点検及び**降雨時・地震時**の緊急点検を通じて補修が行われることを前提にして、**常時及び降雨**の作用に対して**所定の要求性能に対する照査**を行えば、**地震動**の作用に対しても性能を満足していると考えてよい。ただし、一定規模以上の砂防えん堤については、上記に加えて揚圧力、**地震時動水圧及び地震時慣性力**を考慮し、**常時及び降雨**の作用と**地震時**の作用のそれぞれに対して照査を行う。土石流対策施設の設計及び照査の方法については「**土石流・流木対策設計技術指針解説**」及び「**河川砂防技術基準(案)・同解説設計編Ⅱ**」を参考とするとよい。

切土・斜面安定施設の設計

4-4-1 切土・斜面安定施設

(3)切土のり面は、**のり面の侵食や崩壊を防止**する構造となるよう設計する。

(2)切土のり面の保護

切土のり面は、道路の**要求性能に適合した切土の安定性を確保するための形状及び十分な強度を保持する構造**とする必要がある。そのため、**切土完了後の降雨等の外的要因に対し、のり面の侵食や崩壊等の防止**のため、のり面保護施設について十分な検討を行う。

のり面保護施設はのり面緑化とのり面保護構造物に大きく分けられ、のり面緑化はさらに植生と、植生を施工するためのネット、のり枠等の緑化基礎に分けられる。

のり面保護施設の選定は、**のり面の長期的な安定確保**を第一に考え、**現地の諸条件や環境を把握し、各工種の特徴(機能)**を十分理解したうえで、**経済性や施工性及び維持管理を考慮**して行う。

のり面緑化は、のり面の植物を繁茂させることによって、**雨水による侵食の防止、地表面の温度変化の緩和、寒冷地での土砂のり面での凍上による表層崩壊の抑制**を図るものである。さらに、周辺の自然環境と調和のとれた植生を成立させることで**自然環境の保全**を図ったり、植物による**修景**あるいは**生物多様性の保全**等を目的として行ったりするものである。

切土・斜面安定施設の設計

4-4-1 切土・斜面安定施設

(3)切土のり面は、**のり面の侵食や崩壊を防止**する構造となるよう設計する。

(2)切土のり面の保護(続き)

のり面保護構造物には、**のり面の風化や侵食又は表層崩壊の防止を目的としたもの、さらには深層部に至る崩壊の防止を目的としたもの等各種あり**、一部の構造物は植生のための基盤の安定を図りことを目的に、緑化基礎として用いられることもある。その選定にあたっては、**切土部の調査により明らかになった地山条件や切土条件を考慮して、適切な工種を選定**することが重要である。また、のり面保護構造物においても、できる限り周辺の環境及び景観との調和や保全に配慮することが必要である。

のり面保護構造物の設計にあたっては、のり面の長期的な安定を図るため、**経験的方法又は適切な荷重等を設定**して、使用材料、形状寸法や必要な品質等を検討する必要がある。

切土・斜面安定施設の設計

4-4-1 切土・斜面安定施設

(3)切土のり面は、**のり面の侵食や崩壊を防止**する構造となるよう設計する。

(2)切土のり面の保護(続き)

のり面保護構造物のうち、擁壁、地山補強土、杭、グラウンドアンカー等は、ある程度の土圧やすべり土塊の滑動に対する抑止力を有することから、岩盤、土塊の崩壊防止及び安定を図る目的で設置される。これらの構造物を設計する場合には**調査結果に基づいた崩壊の深さ、地下水位、荷重、土塊の滑動力等を設定し、その荷重や滑動力に対抗できるように構造物の使用材料、形状寸法、構造物断面や必要な品質等を設計する必要がある**。このとき、**通常**の点検及び**降雨時・地震時**の緊急点検を通じて補修が行われることを**前提**にして、擁壁を除くのり面保護構造物は常時及び降雨の作用に対して所定の要求性能に対する照査を行えば、地震動に対しても性能を満足していると考えてよい。擁壁の設計については「**道路土工－擁壁工指針**」等を参考とするとよい。

切土・斜面安定施設の設計

4-4-1 切土・斜面安定施設

(3)切土のり面は、**のり面の侵食や崩壊を防止**する構造となるよう設計する。

(2)切土のり面の保護(続き)

上記を除くのり面保護構造物(吹付け、のり枠等)は、風化、侵食、表層崩壊、岩盤表面からの岩片のはく離等の発生を除去又は軽減する目的で設置される。これらの構造物を設計する場合は、一般に**経験的手法**にて使用材料、形状寸法、必要な品質等を決定する場合が多い。これらは**土圧や滑動力が働くような不安定な箇所に適用できるものではないため、将来の状況変化によって土圧や滑動力が生じた場合には、別途対策施設を設計する必要がある。**また、例えば**土圧や滑動力が作用するような不安定な箇所に吹付けやのり枠を適用するなど、のり面保護構造物の適用を誤ると後になって構造物自体が変形して性能低下や道路の機能への支障を生じることがあるので注意する必要がある。**

切土・斜面安定施設の設計

4-4-1 切土・斜面安定施設

(4)切土は、**雨水や湧水等を速やかに排除**する構造となるよう設計する。

(3)切土のり面における排水

切土のり面の崩壊は**表流水や地下水等の作用が原因**となることが極めて多い。したがって、通常の切土のり面では、のり面の侵食を防止して安定を図るほか水圧による不安定化を防ぐため、(2)で述べたのり面保護に加えてのり面排水を併用する必要がある。

切土のり面の排水施設は、降雨や融雪により隣接地からの**り面や道路各部に流入する表流水**、隣接する地帯から浸透してくる**地下水又は地下水面の上昇等**、水によるのり面や道路土工構造物の不安定化及び道路の脆弱化の防止を目的とし、表流水、湧水等によるのり面の侵食や崩壊を防止するのに十分な効果を発揮するよう計画・設計する必要がある。

切土・斜面安定施設の設計

4-4-1 切土・斜面安定施設

(4)切土は、**雨水や湧水等を速やかに排除**する構造となるよう設計する。

(3)切土のり面における排水

i)表流水

のり面侵食の防止には、のり面を流下する水を少なくする必要がある。そのため、**必要に応じてのり肩排水溝、縦排水溝、小段排水溝等を設置**するとよい。小段に集まる水の量が少ない時には小段排水溝を設けない場合もあるが、一度小段に集まった**水が局所的に集まってのり面を流下することのない**ように小段に下り勾配をつけるなどの配慮が必要である。

しらす、まさ土、山砂等の侵食に弱い土ののり面排水施設は、のり肩、小段及び縦排水のいずれも十分な余裕を持った断面とし、これら**排水施設から水があふれたり漏水等が生じないようにする必要がある**。また、**排水施設周辺ののり面は芝、草地などとし裸地のままにしないようにし、素掘りの溝は避ける**。

のり面に植生を施工した直後で植生が十分に活着していないときには、のり面の侵食や植生基盤の脱落(すべり)が生じやすいので、特に排水が支障なく行われるようにする必要がある。

切土・斜面安定施設の設計

4-4-1 切土・斜面安定施設

(4)切土は、**雨水や湧水等を速やかに排除**する構造となるよう設計する。

(3)切土のり面における排水

i)表流水(続き)

排水施設を計画する際は、切土に**接続する自然斜面からも表流水が流入しないよう**、のり肩に排水施設を設置すること等によって水の流下する方向を変えて、のり面崩壊の防止を図る必要がある。また**長大のり面では降雨時にのり面を流下する水が下部ではかなりの量になる**ので、表流水による侵食を防ぐために**小段に排水施設を設け、表流水を排除する必要がある**。また、**のり肩や小段の排水施設から水があふれるのを防止するため、縦排水施設の設置を検討**する。表流水排水施設を計画する際の降雨の作用に対する考え方は4-2(2)による。

(参考) 4-2(2) 降雨の作用(抜粋)

- ・ **路面や小規模なのり面等の一般的な表面排水施設**では、供用期間中に通常経験する降雨として確率年が**3年程度**の降雨強度を設定するのがよい。
- ・ **長大なのり面等から流出する水を排除する道路横断排水施設、平坦な都市部で内水排除が重要な場所の道路横断排水施設等、重要な排水施設**においては、計画交通量に応じて確率年が**5～10年程度**の降雨強度を設定するのがよい。

切土・斜面安定施設の設計

4-4-1 切土・斜面安定施設

(4)切土は、**雨水や湧水等を速やかに排除**する構造となるよう設計する。

(3)切土のり面における排水

ii) 湧水等

のり面の湧水は、地下水や地中に浸透した雨水や融雪水が原因である。切土により地下水脈を分断すると、切土のり面上部の自然斜面から浸透した雨水や融雪水により湧水が発生し、のり面に悪影響を及ぼすことがある。のり面の湧水は、のり面を侵食するおそれのあるほか、場合によっては湧水の流出する地層に沿って滑り面が形成され、のり面崩壊の原因となる。一般に、切土部と盛土部の境界は地下水位が高く、かつ地表面からの浸透水が集まるので湧水が多い。

のり面からの湧水の有無、量を知るため、切土にあたって地下水位の位置や透水層が切土のり面に出る可能性の有無とその傾斜を調べる必要がある。しかしながら、**事前の調査のみによって地下水の状態を把握しきることは難しく、切土を進めていくと思わぬ所から湧水が確認されることもあるので、十分注意しながら施工を進めて、その状況に応じて設計や施工方法の変更等により対処していかなければならない。**なお、不安定と考えられる切土等の場合は、**地下水位を計測することにより、降雨時の水位を設定し安定計算を行うなど設計に反映させる方法も考えられる。**湧水を排水するものには、のり面じゃかご、地下排水溝、水平排水孔等がある。

切土・斜面安定施設の設計

4-4-1 切土・斜面安定施設

(4)切土は、**雨水や湧水等を速やかに排除**する構造となるよう設計する。

(3)切土のり面における排水

ii)湧水等(続き)

切土面より常時湧水のある箇所又は降雨時や融雪時に湧水が生じるおそれのある箇所には、**水平排水孔又は排水を考えたのり面保護施設、例えば湧水をためない開放型ののり枠等を選定**する必要がある。この場合、水平排水孔を設ける場合は小段排水溝に直結させ、のり面内への流入を防ぐとよい。また、吹付けの場合は、吹付け**背面に湧水等がたまるのを抑制するために適切な間隔で排水孔を設ける**。擁壁、コンクリート張、ブロック積み等の**壁状の構造物の場合も同様に、背面に湧水等がたまるのを抑制するために排水孔等の適切な排水対策が必要**である。擁壁の場合は例えば「道路土工－擁壁工指針」等を参考とするとよい。

切土を進めていく過程で初めは地下水位が高く、多量の湧水があっても工事の進行に伴って急激に流量が減少することがある。この反対に掘削時期がたまたま乾燥期にあったために湧水は存在しないが、降雨・融雪のたびに激しい湧水が生じる地層もある。このような現象は**破碎帯、断層及び雨水・融雪水による地下水の供給を受けやすい透水層等を含む地層**で発生することが多く、あらかじめ排水孔を設けるなど、湧水により土砂が洗い流されることや、地下水位上昇に伴う**のり面の不安定化を防ぐ処置**をしておくことが必要である。

切土・斜面安定施設の設計

4-4-1 切土・斜面安定施設

(4)切土は、**雨水や湧水等を速やかに排除**する構造となるよう設計する。

(3)切土のり面における排水

iii)流末処理

表面排水、地下排水いずれの場合も、**排水の流末は、周辺に影響を及ぼさないよう適切に処理**する必要がある。

山間部の道路の排水は、**極力河川又は排水路まで導くよう計画・設計**すべきである。この場合それぞれの**管理者と事前に協議**する必要がある。

市街地の道路の排水は、一般に**下水道施設に放流**される。したがって、その処理にあたっては、**下水道管理者と十分調整**を取る必要がある。

切土・斜面安定施設の設計

4-4-1 切土・斜面安定施設

(4)切土は、**雨水や湧水等を速やかに排除**する構造となるよう設計する。

(3)切土のり面における排水

iv)凍上

寒冷地における切土のり面は、**冬期間の凍上現象や融雪期の凍結融解作用及び春先の融雪水の影響を受けて崩壊**することがあるので、十分な検討を行い、**必要な対策を設計**する必要がある。また、のり尻や小段部に設置される側溝や排水ます等ののり面排水施設が**凍上現象により持ち上げられたり、側壁部に凍上力が作用して破損したり**することがあるので、埋設する箇所の**地盤の凍上性や冬期間の積雪条件等を考慮して、必要な対策を講じる**必要がある。側溝等では切込砂利等の凍上抑制層により凍上被害を防止する方策もとられるが、切土のり面の排水施設では洗掘を起こしやすくなることがあるので注意が必要である。排水容量の大きい縦排水溝を設ける場合に、管路を用いて埋設し、土砂等で被覆することにより凍上被害を防止する例もある。凍上対策の詳細については「道路土工要綱」「道路土工一切土工・斜面安定工指針」等を参考とするとよい。

切土・斜面安定施設の設計

4-4-1 切土・斜面安定施設

(5) 斜面安定施設は、**雨水や湧水等を速やかに排除**する構造となるよう設計する。

(4) 斜面安定施設における排水

斜面安定施設は、立地条件や構造により、雨水や湧水等が施設の安定性に大きく影響するものとし、ないものがある。例えば落石防護網や落石防護柵等はそれ自体が雨水や湧水をためる構造ではないため、特に排水施設は必要ない。一方、斜面崩壊対策や落石防護柵基礎として用いられることが多い**擁壁のような壁状の構造物は背面に雨水や湧水がたまりやすいため、適切な排水対策が必要**である。

地すべり対策においては、排水施設は地すべり対策施設そのものに含まれるものであり、地表水排除施設及び地下水排除施設が該当する。土石流対策施設は、それ自体が土石流を捕捉・流下させる施設であるため、溪流に集まった雨水の排水を同時に行っていると考えられる。斜面安定施設における排水の詳細については「道路土工一切土工・斜面安定工指針」等を参考とするとよい。

盛土の設計

4-4-2 盛土

- (1) 常時の作用として、少なくとも死荷重の作用及び活荷重の作用を考慮する。
- (2) 盛土のり面は、のり面の侵食や崩壊を防止する構造となるよう設計する。
- (3) 盛土は、雨水や湧水等を速やかに排除する構造となるよう設計する。
- (4) 路床は、舗装と一体となって活荷重を支持する構造となるよう設計する。
- (5) 盛土の基礎地盤は、盛土の著しい沈下等を生じないよう設計する。

盛土の設計

4-4-2 盛土

(1) 常時の作用として、少なくとも死荷重の作用及び活荷重の作用を考慮する。

(1) 盛土の設計における照査の基本的な考え方

1) 盛土の設計の考え方

4-3において道路土工構造物の要求性能が示されており、盛土の設計にあたっては、原則として要求性能に対して盛土の限界状態を設定し、想定する作用に対する盛土の状態が限界状態を超えないことを照査することが基本となる。ただし、既往の経験・実績や近隣又は類似土質条件の盛土の施工実績・災害事例等から要求性能を満足すると考えられる仕様については、その適用範囲においてはこれを活用してよい。ただし、適用範囲を外れる場合や、既往の事例から想定する各作用により変状・被害が想定されるような条件の場合においては、工学的計算を適用するよう配慮する必要がある。

盛土の設計

4-4-2 盛土

(1) 常時の作用として、少なくとも死荷重の作用及び活荷重の作用を考慮する。

2) 想定する作用と荷重

盛土の設計にあたって想定する作用には、**常時の作用**、**降雨の作用**、**地震動の作用**及び**その他の作用**がある。その他の作用については、盛土の設置条件によって、**凍上等の環境作用**、**河川やため池での水圧**や**浸透水の作用**等を考慮する必要がある。

盛土の設計にあたっては、以下の**荷重**から**想定する作用**、**盛土の設置地点の諸条件**、**形式等**によって**適切に選定**する必要がある。

i) 死荷重

ii) 活荷重

iii) 降雨の影響

降雨による表流水や地山からの浸透水の影響を考慮。それらを設定するための降雨強度は地域の降雨特性、盛土の特性、照査項目等を考慮して適切に設定。

iv) 地震の影響

盛土の振動応答に起因する慣性力(以下「慣性力」という。)、液状化の影響

v) その他

水辺に接した盛土や地下水位が高い場合には水圧・浮力・洗掘を、寒冷地の盛土では凍上の影響を考慮

盛土の設計

4-4-2 盛土

(1) 常時の作用として、少なくとも死荷重の作用及び活荷重の作用を考慮する。

2) 想定する作用と荷重(続き)

荷重の組合せは、同時に作用する可能性が高い荷重の組合せのうち、最も不利となる条件を考慮して設定し、想定する範囲内で盛土に最も不利となるように作用させる。

解表4-5 想定する作用における荷重の組合せの例

想定する作用		考慮する荷重
常時の作用	施工時	死荷重 (+活荷重) ※1
	供用時	死荷重 (+活荷重) ※1
降雨の作用※2	供用時	死荷重+降雨の影響
地震動の作用	レベル1地震動	死荷重+地震の影響
	レベル2地震動	死荷重+地震の影響

※1: ()内のものは盛土への影響や施工条件等を踏まえて必要に応じて考慮する。

※2: 降雨の作用に関してはこの他に表面排水施設の設計も行う。本表における降雨の作用は、4-2(2)に示した供用期間中に通常想定される降雨である。

盛土の設計

4-4-2 盛土

(1) 常時の作用として、少なくとも死荷重の作用及び活荷重の作用を考慮する。

3) 盛土の限界状態と照査の考え方

i) 照査の基本的な考え方

盛土の設計にあたっては、要求性能に応じた盛土の限界状態を設定し、想定する作用によって生じる盛土の状態が限界状態を超えないことを照査する必要がある。盛土の要求性能に応じた限界状態、照査の考え方及び照査項目の例を、解表4-6に示す。

ii) 限界状態

①性能1に対する盛土の限界状態

性能1に対する盛土の限界状態は、盛土が健全である、又は、盛土は損傷するが、当該盛土の存する区間の道路としての機能に支障を及ぼさない範囲内で適切に定める

②性能2に対する盛土の限界状態

性能2に対する盛土の限界状態は、盛土の損傷が限定的なものにとどまり、当該盛土の存する区間の道路の機能の一部に支障を及ぼすが、すみやかに回復できる範囲内で適切に定める

③性能3に対する盛土の限界状態

性能3に対する盛土の限界状態は、盛土の損傷が、当該盛土の存する区間の道路の機能に支障を及ぼすが、当該支障が致命的なものとならない範囲内で適切に定める

各限界状態に対応した変形量の許容値：盛土の形式、想定される被災パターンと修復の難易⁷⁷、立地条件と周辺への影響、道路の社会的役割等を総合的に勘案して定める

盛土の設計

4-4-2 盛土

(1) 常時の作用として、少なくとも死荷重の作用及び活荷重の作用を考慮する。

3) 盛土の限界状態と照査の考え方(続き)

解表4-6 盛土の要求性能に対する限界状態と照査項目(例)

要求性能	盛土の限界状態	構成要素	構成要素の限界状態	照査項目	照査手法
性能1	盛土が健全である、又は、盛土は損傷するが、当該盛土の存する区間の道路としての機能に支障を及ぼさない限界の状態	基礎地盤	基礎地盤の力学特性に大きな変化が生じず、盛土及び路面から要求される変位にとどまる限界の状態	変形	変形照査
				安定	安定照査
性能2	盛土の損傷が限定的なものにとどまり、当該盛土の存する区間の道路の機能の一部に支障を及ぼすが、すみやかに回復できる限界の状態	基礎地盤	復旧に支障となるような過大な変形や損傷が生じない限界の状態	安定	安定照査
				変形	変形照査
性能3	盛土の損傷が、当該盛土の存する区間の道路の機能に支障を及ぼすが、当該支障が致命的なものとならない限界の状態	基礎地盤	隣接する施設等へ甚大な影響を与えるような過大な変形や損傷が生じない限界の状態	変形	変形照査
				盛土	カルバートの耐力が大きく低下し始める限界の状態

盛土の設計

4-4-2 盛土

(1) 常時の作用として、少なくとも死荷重の作用及び活荷重の作用を考慮する。

3) 盛土の限界状態と照査の考え方(続き)

iii) 照査方法

照査は、盛土の形式、想定する作用、限界状態に応じて適切な方法に基づいて行う。この際、盛土本体の設計を、既往の経験・実績に基づく仕様の適用、又は工学的計算による盛土の安定性の照査のいずれで行うかは、基礎地盤や盛土の条件等により判断する。

また、盛土の安定性及び耐久性は、設計のみならず施工の良し悪し、維持管理の程度に大きく依存する。したがって、設計にあたっては、設計で前提とする施工及び施工管理の方法を定めるとともに、維持管理の方法を考慮する必要がある。特に、盛土材料の力学特性は土質及び締固めの程度が大きく影響するため、設計で前提とする強度等の力学特性が発揮されるよう、盛土材料の土質を定めるとともに、適切な締固め及び品質管理の条件を定める必要がある。

盛土の設計

4-4-2 盛土

(1) 常時の作用として、少なくとも死荷重の作用及び活荷重の作用を考慮する。

4) 照査における既往の経験・実績の適用

盛土に必要な性能が確保できると考えられる仕様の一つとして、「道路土工—盛土工指針」に示す、**標準のり面勾配**がある。標準のり面勾配は、既往の数多くの施工実績や経験に基づき、盛土材料及び盛土高に応じて定められている(解表4-7)。標準のり面勾配は、**基礎地盤の安定性が十分にあり、基礎地盤からの地下水の浸透のおそれがない場合**や、地下水の浸透に対しすみやかに排出する**排水対策を十分に行い**、かつ水平方向に薄層に敷き均し**密実に転圧**され、解表4-8、解表4-9の**締固め管理基準値を満足**する盛土で、**必要に応じて侵食の対策**(土羽土、植生、簡易なりのり枠、ブロック張等によるのり面保護)を施した場合に適用できる。このような仕様の適用条件を満足しその適用範囲内で設計され、かつ条文(2)～(5)の規定を満足する盛土は、解表4-3に例示した**重要度1の要求性能を満足**すると考えてよい。

盛土の設計

4-4-2 盛土

(1) 常時の作用として、少なくとも死荷重の作用及び活荷重の作用を考慮する。

4) 照査における既往の経験・実績の適用(続き)

解表4-7 盛土材料及び盛土高に対する標準のり面勾配の目安

盛土材料	盛土高 (m)	勾配	摘要
粒度幅の広い砂(S)、礫及び細粒分混じり礫(G)	5 m以下	1:1.5～1:1.8	基礎地盤の支持力が十分にあり、浸水の影響がなく、解表4-8及び解表4-9に示す締固め基準値を満足する盛土に適用する。 ()内の記号は地盤材料の工学的分類の代表的なものを参考に示した。 標準のり面勾配の範囲外の場合は安定計算を行う。
	5～15 m	1:1.8～1:2.0	
分級された砂(SG)	10 m以下	1:1.8～1:2.0	
岩塊(ずりを含む)	10 m以下	1:1.5～1:1.8	
	10～20 m	1:1.8～1:2.0	
砂質土(SF)、硬い粘質土、硬い粘土 (洪積世の硬い粘質土、粘土、関東ローム等)	5 m以下	1:1.5～1:1.8	
	5～10 m	1:1.8～1:2.0	
火山灰質粘性土(V)	5 m以下	1:1.8～1:2.0	

注) 盛土高は、のり肩とのり尻の高低差をいう。

盛土の設計

4-4-2 盛土

(1) 常時の作用として、少なくとも死荷重の作用及び活荷重の作用を考慮する。

4) 照査における既往の経験・実績の適用(続き)

盛土及び盛土周辺地盤の条件が以下の①②のいずれかに該当する場合には、常時の作用に対して、さらには必要に応じて降雨の作用及び地震動の作用に対する安定性の照査を行う。

→盛土構造(盛土材料の使用区分等)、地下排水施設、のり面勾配、のり面保護施設及び締固め管理基準値を検討

①盛土周辺の地盤条件

- ・軟弱地盤や地すべり地のように不安定な場合(ゆるい砂質地盤が液状化する場合を含む)。
- ・降雨や浸透水の作用を受けやすい場合(ただし、排水対策を十分に行い、標準のり面勾配の範囲内であれば省略可)
- ・盛土が水際であり、盛土が不安定あるいは侵食されるおそれがある場合(例えば、池の中の盛土、川沿いの盛土)

②盛土自体の条件

- ・盛土高やのり面勾配が標準値を超える場合
- ・盛土材料が特殊土からなる場合

盛土の設計

4-4-2 盛土

(1) 常時の作用として、少なくとも死荷重の作用及び活荷重の作用を考慮する。

4) 照査における既往の経験・実績の適用(続き)

締固め管理基準値に関しては、解表4-8、解表4-9を**管理基準値の目安としつつ、設計で前提とする強度等の力学特性が発揮されるよう定める必要がある。**

解表4-8 日常管理の基準値の目安(路体) 解表4-9 日常管理の基準値の目安(路床及び構造物との接続部)

区分	仕上がり 厚さ	管理基準値				施工 含水比
		土砂区分	締固め度 Dc (%)	空気間隙率 v _a (%)	飽和度 S _r (%)	
土砂	30 cm以下	粘性土	— (※1)	10以下	85以上	(※2)
		砂質土	90以上 (A、B法) (※3)	—	—	
岩塊	試験施工 により決 定	試験施工により決定				

施工 部位	仕上がり 厚さ	管理基準値			施工 含水比
		土砂区分	締固め度 Dc (%)	空気間隙 率 v _a (%)	
路床	20cm以下	粘性土	—	8以下	最適含水比付近
		砂質土	95以上(A、B法) 90以上(C、D、E法) (※1)	—	
構造物 接続部	20~30cm	粘性土	—	8以下	
		砂質土	95以上(A、B法) 90以上(C、D、E法) (※1)	—	

なお、構造物接続部のうち、道路橋のように**構造物側の基準類で別途目安等が示されている場合には、これを満足する必要がある。**また、必要に応じて基礎地盤の処理を検討することが必要である。

盛土の設計

4-4-2 盛土

(1) 常時の作用として、少なくとも死荷重の作用及び活荷重の作用を考慮する。

i) 常時の作用に対する盛土の安定性の照査の基本的な考え方

以下に従い常時の作用に対する盛土の安定性の照査を行い、かつ条文(2)～(5)の規定を満足する盛土は、常時の作用に対して性能1を満足すると考えてよい。

既往の経験・実績に基づく仕様の適用範囲を超える盛土については、常時の作用に対する盛土の安定性の照査を行う必要がある。なお、標準のり面勾配をその適用範囲において用いる場合には、入念な締固めと十分な排水施設を設置することを前提に、常時の作用に対する照査を行ったものとして考えてよい。

常時の作用に対する安定性の照査においては、施工中・供用中における常時の作用に対し、施工時、供用時において盛土及び基礎地盤がすべりに対して安定であるとともに、変位が許容変位以下であることを照査する必要がある。このとき、許容変位は、上部道路及び隣接する施設から決まる変位を考慮して定める。常時の作用に対するすべりに対する安定の照査は、円弧すべり法によって安定を照査することにより行ってよい。変位の照査については、常時の作用による圧密、変形の影響を考慮して、盛土及び基礎地盤の沈下及び変形について照査を行う。この際、盛土材料、盛土の基礎地盤の土質、湧水、地形等の条件を十分に考慮する必要があるが、前述の①及び②に示した盛土及び基礎地盤に該当するような問題がない場合は、盛土自体の沈下に対しては圧縮性の低い材料を用い、十分な排水対策及び適切な締固め管理を行うことで、盛土自体の変形、沈下等の変位の照査を省略できる。

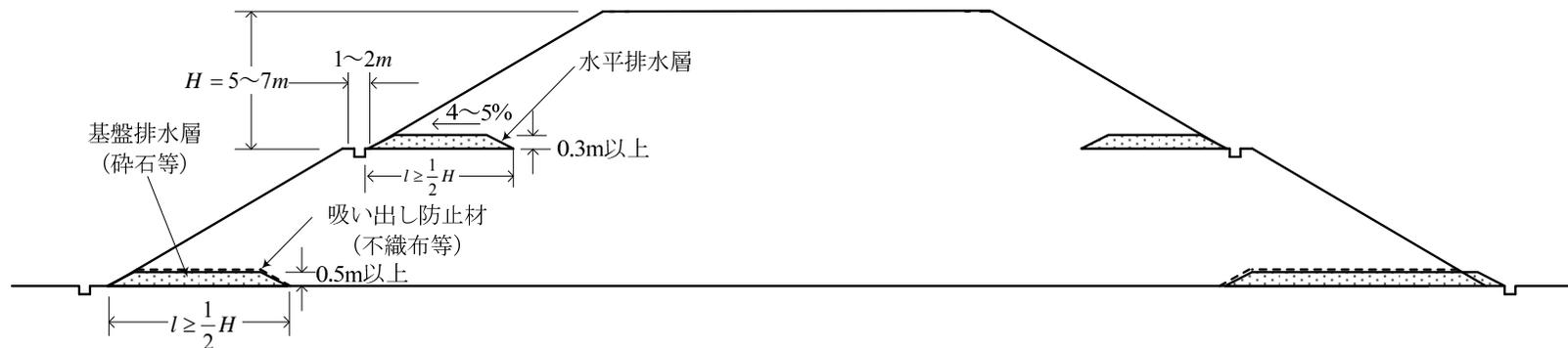
盛土の設計

4-4-2 盛土

(1) 常時の作用として、少なくとも死荷重の作用及び活荷重の作用を考慮する。

ii) 降雨の作用に対する盛土の安定性の照査

標準のり面勾配を適用した盛土又は常時の作用に対する安定性の検討を行った盛土で、解図4-3に示すような排水施設を設置し、かつ条文(2)～(5)の規定を満足する盛土については、降雨の作用に対する盛土の安定性の照査を行わなくても、降雨の作用に対して性能1を満足すると考えてよい。...



解図4-3 標準のり面勾配を適用した場合の盛土の排水施設の例

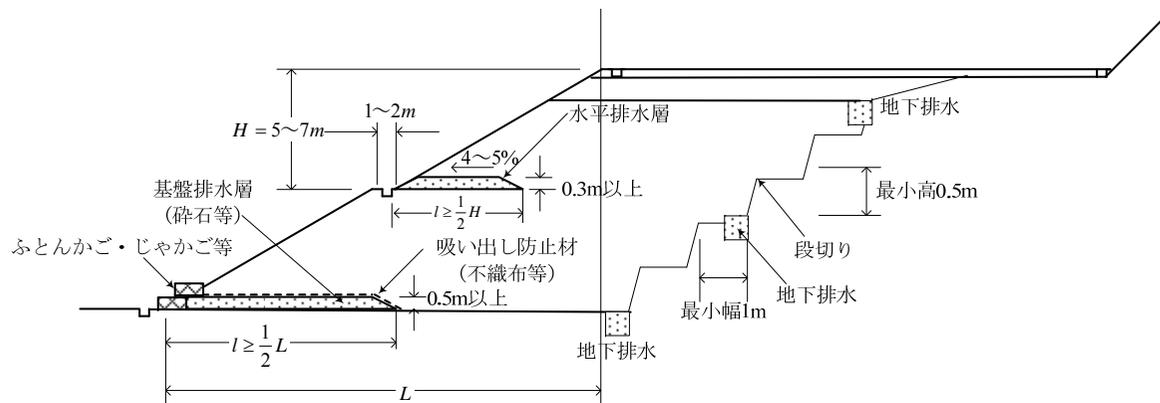
盛土の設計

4-4-2 盛土

(1) 常時の作用として、少なくとも死荷重の作用及び活荷重の作用を考慮する。

ii) 降雨の作用に対する盛土の安定性の照査(続き)

……ただし、地下水位の高い箇所に設置された盛土、長大のり面を有する高盛土、片切り片盛り、腹付け盛土、傾斜地盤上の盛土、谷間を埋める盛土、切り盛り境界部の盛土では、降雨時に盛土が崩壊することが多く、このような箇所の盛土については降雨の作用に対する盛土の安定性の照査を行う必要がある。一方で、降雨の作用に対する盛土の安定性には、のり面を流下する雨水や、のり面や地山からの盛土への浸透水が大きく影響するが、これらの評価については不明確な点が多い。このため、一般的には入念な締固めを行い、かつ表面排水施設、解図4-4に示すような地下排水施設等の十分な排水施設を設置することにより、降雨の作用に対する盛土の安定性の照査を満足すると考えてよい。



解図4-4 降雨や浸透水の作用を受けやすい盛土の排水施設の例

盛土の設計

4-4-2 盛土

(1) 常時の作用として、少なくとも死荷重の作用及び活荷重の作用を考慮する。

ii) 降雨の作用に対する盛土の安定性の照査(続き)

降雨の作用に対する盛土の安定性の照査を行う場合には、降雨の作用、浸透水等の作用に対して盛土及び基礎地盤がすべりに対して安定であることを照査する。降雨の作用に対する安定性の照査は、降雨の作用による浸透流を考慮して円弧すべり法等によってすべりに対する安定を照査することにより行ってよい。

盛土の設計

4-4-2 盛土

(1) 常時の作用として、少なくとも死荷重の作用及び活荷重の作用を考慮する。

iii) 地震動の作用に対する盛土の安定性の照査

地震動の作用に対する盛土の安定性の照査にあたっては、基礎地盤の処理、排水処理、締固め等の入念な施工が行われる前提のもとで、標準のり面勾配を適用した盛土、又は常時の安定性照査及び必要に応じて降雨に対する安定性照査を行った盛土で、かつ条文(2)～(5)の規定を満足する盛土については、大きな被害が想定される盛土を除き、地震動の作用に対する安定性の照査を行わなくても、解表4-3に例示した要求性能を満足すると考えてよい。これは、盛土は既往の経験・実績から基礎地盤の処理、排水処理、十分な締固め等の入念な施工が行われていれば、被害は限定的であること、また一般に修復性に優れていることを考慮したものである。

ただし、レベル1地震動に対して性能1、レベル2地震動に対して性能2を要求される盛土のうち、盛土や周辺地盤の特性や隣接する施設等の条件から極めて著しい影響を与えるおそれのある盛土については、レベル2地震動に対する性能2の照査を行うのがよい。

大きな被害が想定される盛土

軟弱地盤や傾斜地盤上の高盛土、谷間を埋める高盛土、片切り片盛り部の高盛土、切り盛り境界部の高盛土、著しい高盛土、過去の被災履歴のある箇所盛土、旧河道・埋立地及び水辺に接した箇所等で、基礎地盤にゆるい砂質土層が厚く堆積し、液状化による大規模な被害が生じやすい盛土等

盛土の設計

4-4-2 盛土

(1) 常時の作用として、少なくとも死荷重の作用及び活荷重の作用を考慮する。

iii) 地震動の作用に対する盛土の安定性の照査(続き)

地震動の作用に対する盛土の安定性の照査においては、地震動レベルに応じて盛土及び基礎地盤がすべりに対して安定であること、又は変位量が許容値以下であることを照査する必要がある。このとき、許容変位は、上部道路への影響、損傷した場合の修復性及び隣接する施設への影響を考慮して定める。

レベル1地震動の作用に対する性能1の照査及びレベル2地震動の作用に対する性能2の照査は、地震の影響を考慮した円弧すべり法によって盛土及び基礎地盤のすべりに対する安定を照査することにより行ってよい。

盛土の設計

4-4-2 盛土

(2) 盛土のり面は、のり面の侵食や崩壊を防止する構造となるよう設計する。

(2) 盛土のり面の保護

盛土のり面は、道路の要求性能に適合した盛土の安定性を確保するための形状および十分な強度を保持する構造とする必要がある。このため、盛土のり面は、降雨の作用や地震動の作用等の外的要因に対し、侵食や崩壊を防止あるいは抑制する構造とする必要がある。

・盛土のり面

盛土の標準のり面勾配: のり面の安定性確保に必要な最急勾配を示したもの

・小段

のり面には、のり肩から垂直距離5～7 m程度下がるごとに幅1～2 m程度の小段を設ける。のり面の侵食防止、のり面を流下する水の流速を抑える、小段に排水施設を設けてこれを排除する機能、維持管理における点検スペース

・のり面保護施設

表流水によるのり面の侵食(軽微な表層崩壊を含む)を防止するためのもの
盛土本体の安定を確保し、のり面の崩壊を防止するためのもの

盛土の設計

4-4-2 盛土

(2) 盛土のり面は、のり面の侵食や崩壊を防止する構造となるよう設計する。

(2) 盛土のり面の保護(続き)

○のり面緑化

のり面に植物を繁茂させることによつてのり面の表層部を根で緊縛して雨水による侵食を防止し、周辺の自然環境と調和のとれた植生を成立させることで自然環境の保全を図つたり、植物による修景を目的として行つたりするものである。

○のり面保護構造物

- ・のり面の風化、侵食又は表層崩壊の防止を目的としたもの
のり面の安定性や盛土の土質条件等を考慮して選定する必要
- ・深層部に至る崩壊の防止を目的としたもの(擁壁・杭・グラウンドアンカーを併用した現場打ちコンクリート枠等)

ある程度の土圧抗力やすべり土塊の滑動力に対する抑止力を期待するため、安定性等の盛土の性能確保に必要な照査を行う

盛土の設計

4-4-2 盛土

(2) 盛土のり面は、のり面の侵食や崩壊を防止する構造となるよう設計する。

(2) 盛土のり面の保護(続き)

擁壁の設計にあたっては、要求性能に応じた擁壁の限界状態を設定して、想定する作用によって生じる擁壁の状態が限界状態を超えないことを照査

○これまでの経験・実績から妥当とみなせる方法

- ・例えば、通常のブロック積み擁壁やこれに準じた構造の大型ブロック積み擁壁等
- ・工学的計算は行わず、擁壁の壁高と勾配の関係から定まる仕様に基づいてその構造を決定
- ・ただし、壁高や背面からの土圧が小さい箇所に設置するなど、適用条件を限定

○補強土壁

- ・山岳部や用地条件の厳しい場合において他の構造物と連続して設置される適用事例が多く、同じ高さの盛土よりも高い耐震性を有する
- ・一方で、万一変状が生じた場合の修復性が劣る場合もあり、補強土壁に変状が生じた場合の修復方法等を考慮し、要求性能に応じた補強土壁の限界状態を適切に設定する必要がある。

擁壁の経験・実績に基づく仕様等については「道路土工－擁壁工指針」による

盛土の設計

4-4-2 盛土

(3) 盛土は、雨水や湧水等を速やかに排除する構造となるよう設計する。

(3) 排水施設の設計

・・・排水施設の設計にあたっては、降雨、地表面の状況、土質、地下水の状況、既設排水路系統等を十分調査して排水能力を決定し、現地条件に応じた適切な施設を選定する。

・表面排水施設

盛土の安定性を確保し、滞水により通行車両に対し支障とならないよう、路面、のり面及び道路隣接地から盛土内に流入する降雨や融雪水を盛土外にすみやかに排除する構造とする必要がある。

・横断排水施設

流出水を集めこれらを適切に下流に導くことができるように適切に設計流量を計算し、必要な内空断面を確保することが重要である。

・地下排水施設

既往の工事实績や現地状況の調査結果から異常降雨時や経年変化も想定し十分な排水施設を配置する必要がある。

盛土の設計

4-4-2 盛土

(4) 路床は、舗装と一体となって活荷重を支持する構造となるよう設計する。

(4) 路床の設計

路床は、舗装を直接支えるほぼ均一な厚さ約1 mの土の層であり、その**支持力は舗装の厚さを決定する基礎**となる。その役割は、上部の舗装と一体となって交通荷重を支持するとともに、交通荷重を均一に分散して路体に伝えることである。したがって、路床の構造と舗装の設計が個々に独立したものではなく一体として合理的なものとなるよう留意し、路床の構築にあたっては、**舗装から要求される支持力、剛性を満足するよう実施**する必要がある。

このため、路床は、**良質な土質材料**を用いて、**入念な締固め**を行い、舗装設計から求められる支持力を有し、変形量が少なく、また、水が浸入しても支持力が低下しにくい構造とする必要がある。締固め管理については、一般に解表4-9を目安としてよい。

...

また、**寒冷地**において、路床土が凍上性の土質の場合には、**凍結深さまで凍上を起こしにくい材料で置き換える**か、または**凍上を発生させない対策**を講じる必要がある。凍上対策工法の選定にあたっては、**経済性、施工性、耐久性**等を勘案して適切な対策を選定するよう留意する必要がある。

盛土の設計

4-4-2 盛土

(5) 盛土の基礎地盤は、盛土の著しい沈下等を生じないように設計する。

(5) 基礎地盤の設計

盛土の安定を確保するため、又は盛土の有害な沈下を抑制するため、必要な場合には盛土の基礎地盤について適切な処置を施す必要がある。表層部に軟弱層が存在する場合等では、表層部の除去、地盤改良等の対策を考慮する必要がある。地すべり地、急崖地等で盛土の基礎地盤となる斜面に変状が生じると考えられる場合には、必要に応じて4-4-1に従い斜面安定対策の検討を行う必要がある。

特に軟弱地盤上の盛土はすべりに対する安定、沈下、変形が問題となる。(1)に示した盛土のすべりに対する安定、沈下、変形等の安定性の照査の結果、安定性が満足できない場合、又は通常の施工に支障を生じるような場合には、軟弱地盤対策等の適用を検討する必要がある。軟弱地盤上の盛土の設計にあたっては、地盤調査結果を十分に活用するとともに、軟弱地盤上の盛土及び地盤の挙動予測の不確実性に配慮した設計を行う必要がある。また、必要に応じて試験施工を実施し、施工にあたっては情報化施工により、正確な地盤挙動の把握に努めるとともに、場合によっては設計の見直しを行うなどの対応を図る必要がある。

盛土の設計

4-4-2 盛土

(5) 盛土の基礎地盤は、盛土の著しい沈下等を生じないように設計する。

(5) 基礎地盤の設計(続き)

飽和したゆるい砂質土地盤では、地震動の作用による地盤の液状化により地盤のせん断強さが大きく失われる場合があるので注意が必要である。特に、水際線付近や傾斜した基盤では地盤の液状化に伴う大変形が生じることがあるため注意が必要であり、必要に応じて(1)に示した地震時の照査を行う。

また、河川の付替え等を伴い、のり尻付近に新しい河道を設けるような盛土では、基礎地盤に大きな偏荷重が作用しやすく、地震動により基礎地盤に著しい変状が生じることがあるため注意が必要である。

対策工の検討にあたっては、対策を必要とする理由や目的を十分踏まえたうえで、対策工法の原理、対策効果、施工方法、周辺環境に及ぼす影響及び経済性等を総合的に検討し、適切な対策工法を選定する必要がある。

カルバートの基本

4-4 各道路土工構造物の設計

4-4-3 カルバート

(1) 常時の作用としては、少なくとも**死荷重の作用、活荷重の作用及び土圧の作用**を考慮する。

(1) カルバートの設計における照査の基本的な考え方

1) カルバートの設計の考え方

4-3において道路土工構造物の要求性能が示されており、カルバートの設計にあたっては、原則として**要求性能**に対して**カルバートの限界状態**を設定し、**想定する作用に対するカルバートの状態が限界状態を超えない**ことを照査することが基本となる。ただし、既往の経験・実績、類似の構造形式や土質条件の施工実績・災害事例等から**要求性能を満足すると考えられる仕様等**については、その**適用範囲**においてはこれを活用してよい。ただし、適用範囲を外れる場合や、新たな構造形式を適用した場合、既往の事例から想定する各作用により変状・被害が想定されるような条件の場合においては**個別の検討**を行う必要がある。

詳細は、「道路土工—カルバート工指針(平成21年度版)」(以下、カルバート工指針)

4-1-3 カルバートの要求性能, 4-1-5 カルバートの限界状態, 4-1-6 照査方法,
1-3-1 カルバートの種類と適用, 4-1-1 設計の基本 を参照。

カルバートの基本

(1) カルバートの設計における照査の基本的な考え方

2) 想定する作用と荷重

カルバートの設計にあたって**想定する作用には、常時の作用、地震動の作用、その他の作用がある。**その他の作用については、カルバートの設置条件、種類等によって、凍上、塩害の影響、酸性土壌中での腐食等を考慮する必要がある。

カルバートの設計にあたっては、以下の荷重から想定する作用とカルバートの設置条件、種類等によって適切に選定する必要がある。

- i) 死荷重
- ii) 活荷重・衝撃
- iii) 土圧
- iv) 水圧及び浮力
- v) 地盤変位の影響
- vi) 地震の影響
- vii) その他

カルバートの設置条件、種類に応じて温度変化の影響及びコンクリートの乾燥収縮の影響等を適切に考慮する必要がある。

荷重の組合せは、**同時に作用する可能性が高い荷重の組合せのうち、最も不利となる条件を考慮して設定し、荷重は想定する範囲内でカルバートに最も不利な断面力又は変位が生じるように作用させる。**一般的な荷重の組合せは次のとおりである。

- ① 死荷重+活荷重・衝撃+土圧（+水圧及び浮力）
- ② 死荷重+土圧（+水圧及び浮力）
- ③ 死荷重+土圧+地震の影響（+水圧及び浮力）

常時の作用に対しては①及び②、地震動の作用に対しては③の組合せについて設計を行えばよい場合が多い。

詳細は、カルバート工指針 4-1-2 想定する作用, 4-2 設計に用いる荷重 を参照。

カルバートの基本

(1) カルバートの設計における照査の基本的な考え方

3) カルバートの限界状態と照査の考え方

i) 照査の基本的な考え方

カルバートの設計にあたっては、**要求性能に応じたカルバートの限界状態を設定し、想定する作用によって生じるカルバートの状態が限界状態を超えないことを照査**する必要がある。すなわち、**現地の条件や用途に応じた構造形式や規模を選定**のうえ、カルバートの構成要素ごとに要求性能に応じて限界状態を設定し、2)の想定する作用によって生じるカルバートの状態が限界状態を超えないことを照査する必要がある。カルバート本体、上部道路及び内空道路の要求性能に応じた限界状態と照査の考え方及び照査項目の例を示すと、解表4-10のとおりである。

ii) 限界状態

① 性能1に対するカルバートの限界状態

カルバートの長期的な沈下や変形、地震動の作用等による軽微な損傷を完全に防止することは現実的ではない。このため、性能1に対するカルバートの限界状態は、**道路の安全性、使用性及び修復性をすべて満足する観点**から、カルバートや上部道路に軽微な亀裂や段差が生じた場合でも、平常時における点検及び補修、また地震時等における緊急点検及び緊急措置により、道路としての機能を確保できる限界の状態として設定すればよい。

② 性能2に対するカルバートの限界状態

性能2に対するカルバートの限界状態は、**道路の安全性及び修復性を満足する観点**から、カルバートに損傷が生じて通行止め等の措置を要する場合でも、応急復旧等により道路の機能を回復できる限界の状態として設定すればよい。

カルバートの基本

③ 性能3 に対するカルバートの限界状態

性能3に対するカルバートの限界状態は、道路の使用性及び修復性は失われても、安全性を満足する観点から、カルバートの大規模な崩壊によって道路自体が失われたり、内部空間や隣接する施設等への甚大な影響が生じるのを防止できる限界の状態として設定すればよい。

解表4-10 カルバートの要求性能に対する限界状態と照査項目(例)

要求性能	カルバートの限界状態	構成要素	構成要素の限界状態	照査項目	照査手法
性能1	カルバートが健全である、又は、カルバートは損傷するが、当該カルバートの存する区間の道路としての機能に支障を及ぼさない限界の状態	カルバート及び基礎地盤	カルバートが安定であるとともに、基礎地盤の力学特性に大きな変化が生じず、かつ基礎地盤の変形がカルバート本体及び上部道路に悪影響を与えない限界の状態	変形	変形照査
			安定	安定照査・支持力照査	
		カルバートを構成する部材	力学特性が弾性域を超えない限界の状態	強度	断面力照査
		継手	損傷が生じない限界の状態	変位	変位照査
性能2	カルバートに損傷が限定的なものにとどまり、当該カルバートの存する区間の道路の機能の一部に支障を及ぼすが、すみやかに回復できる限界の状態	カルバート及び基礎地盤	復旧に支障となるような過大な変形や損傷が生じない限界の状態	変形	変形照査
			安定	支持力照査	
		カルバートを構成する部材	損傷の修復を容易に行い得る限界の状態	強度・変形	断面力照査・変形照査
		継手	損傷の修復を容易に行い得る限界の状態	変位	変位照査
性能3	カルバートの損傷が当該カルバートの存する区間の道路の機能に支障を及ぼすが、当該支障が致命的なものとならない限界の状態	カルバート及び基礎地盤	隣接する施設等へ甚大な影響を与えるような過大な変形や損傷が生じない限界の状態	変形	変形照査
			安定	支持力照査	
		カルバートを構成する部材	カルバートの耐力が大きく低下し始める限界の状態	強度・変形	断面力照査・変形照査
		継手	継手としての機能を失い始める限界の状態	変位	変位照査

詳細は、カルバート工指針
4-1-3 カルバートの要求性能、
4-1-5 カルバートの限界状態
を参照。

カルバートの基本

(1) カルバートの設計における照査の基本的な考え方

3) カルバートの限界状態と照査の考え方

iii) 照査方法

カルバートの照査では、**照査手法とカルバートを構成する要素の限界状態**に応じて応力度、断面力、安全率、残留変位等の照査指標及びその許容値を適切に設定し、**想定する作用に対して照査指標が許容値以下となることを照査する必要がある。**

照査に際しては、カルバートの種類、想定する作用及び限界状態、必要となる地盤調査、必要とされる精度等を考慮して、**適切な照査方法を選定する必要がある。**照査にあたっては、カルバートは盛土又は地盤によって囲まれているため、カルバートと地盤の関係、カルバート周辺及び基礎地盤の条件等を考慮した手法を用いる。

詳細は、カルバート工指針 **4-1-6 照査方法**、**4-1-5 カルバートの限界状態** を参照。

カルバートの基本

iii) 照査方法（続き）

地震動の作用に対する照査方法としては、大きく分けて、構造物の地震時挙動を動学的に解析する動的照査法と、地震の影響を静学的に解析する静的照査法に大別される。一般に、動的照査法は地震時の現象を精緻にモデル化し、詳細な地盤調査に基づく入力データと高度な技術的判断を必要とする。一方、静的照査法は現象を簡略化して、比較的簡易に実施することが可能であるが、静的荷重へのモデル化や地震時挙動の推定法等については適用条件があり、すべての形式のカルバートや地盤条件に対して適用できるものではない。また、カルバートのような盛土又は地盤中に設けられる地中構造物では、一般に、カルバート周辺の盛土及び地盤の慣性力や挙動が影響する。周辺盛土・地盤の影響の考え方として地震時土圧を考慮する手法と盛土及び地盤の変位を考慮した手法がある。後者については、地盤の変形を考慮した応答変位法や近年地下構造物の耐震設計への適用事例が多い応答震度法を始めとするFEM系静的解析手法等がある。ただし、地盤定数の設定や適用条件について、十分な検討を行うことが重要である。また、限界状態としてカルバートの塑性化を考慮する場合には、塑性化を考慮できる手法により照査を行うのがよい。

これらの照査や条件を満たすため、要求される強度、施工性、耐久性、環境適合性等の性能を満足するための品質を有し、その性状が明らかな材料を用いる。

具体的な設計・照査の手法は、論理的で妥当性を有する方法や実験等による検証がなされた方法、これまでの経験・実績から妥当とみなせる方法等、適切な知見に基づいて行う。

詳細は、カルバート工指針 4-1-6 照査方法, 4-2-8 地震の影響, 4-2-9 地盤変位の影響, 4-4 使用材料 を参照。

カルバートの基本

(1) カルバートの設計における照査の基本的な考え方

4) 照査における既往の経験・実績の適用

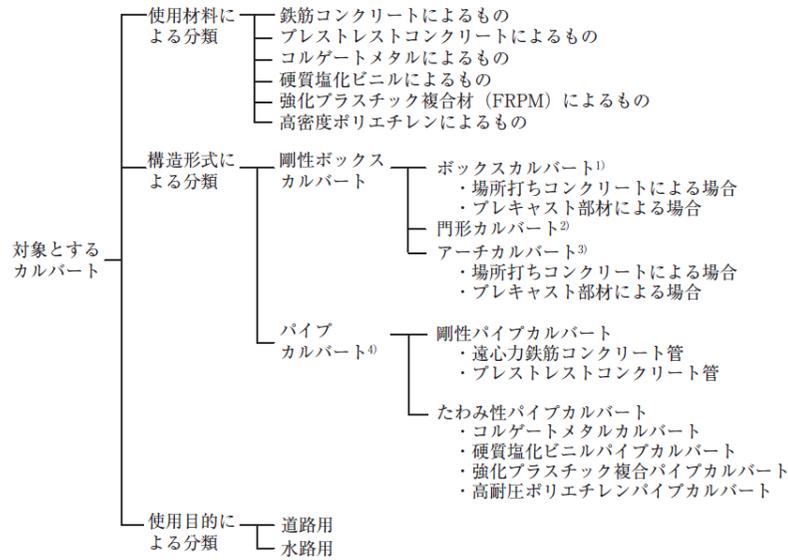
解図4-5に示す構造形式で開削工法により設置され、かつ解表4-11に示す適用範囲内であるとともに、以下の条件を満たすカルバートを「**従来型カルバート**」と呼ぶ。

- i) 裏込め・埋戻し材料は土質材料であること
- ii) カルバートの縦断方向勾配が10%程度以内であること
- iii) 本体断面にヒンジがないこと
- iv) 単独で設置されること
- v) 直接基礎により支持されること
- vi) 中柱によって多連構造になっていないこと
- vii) 土かぶり50cm以上を確保すること

ここで、**剛性ボックスカルバート**は、矩形（ボックス型・門形）ないし頂部がアーチ形の内空断面を有する比較的剛性の高い構造のカルバートである。**パイプカルバート**は一般に円形の内空断面を有するもので、**剛性パイプカルバート**は鉛直土圧に対するたわみ量が小さい構造体である。これに対し、**たわみ性パイプカルバート**は、薄肉でたわみ性に富む構造体であり、鉛直土圧によってたわむことによりカルバートの両側の土砂を圧縮し、そのとき反力として生じる水平土圧を受けることによってカルバートに加わる外圧を全周に渡りわたり均等化して抵抗するものである（解図4-6参照）。

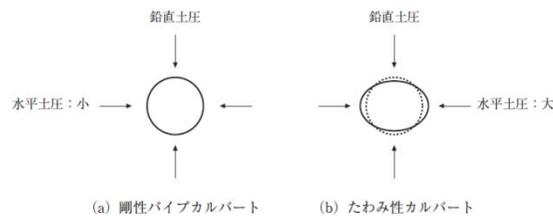
従来型カルバートに対するこれまでの経験・実績から妥当とみなせると考えられる方法に、**慣用設計法**がある。**従来型カルバート**は、「道路土工—カルバート工指針」に示す慣用設計法により設計され、かつ条文（2）、（3）の規定を満足すれば、解表4-3に例示した重要度1の要求性能を満足すると考えてよい。

カルバートの基本



1) ボックスカルバート 2) 門形カルバート 3) アーチカルバート 4) パイプカルバート

解図4-5 従来型カルバートの種類



解図4-6 剛性パイプカルバートとたわみ性パイプカルバートの特性の違い

解表4-11 従来型カルバートの適用範囲

カルバートの種類		項目	適用土かぶり (m) ^{※1}	断面の大きさ (m)
剛性ボックスカルバート	ボックスカルバート	場所打ちコンクリートによる場合	0.5~20	内空幅B:6.5まで 内空高H:5まで
		プレキャスト部材による場合	0.5~6 ^{※2}	内空幅B:5まで 内空高H:2.5まで
	門形カルバート		0.5~10	内空幅B:8まで
	アーチカルバート	場所打ちコンクリートによる場合	10以上	内空幅B:8まで
プレキャスト部材による場合		0.5~14 ^{※2}	内空幅B:3まで 内空高H:3.2まで	
剛性パイプカルバート	遠心力鉄筋コンクリート管	0.5~20 ^{※2}	3まで	
	プレストレストコンクリート管	0.5~31 ^{※2}	3まで	
たわみ性パイプカルバート	コルゲートメタルカルバート		(舗装厚+0.3)または0.6の大きい方~60 ^{※2}	4.5まで
	硬質塩化ビニルパイプカルバート(円形管(VU)の場合) ^{※3}		(舗装厚+0.3)または0.5の大きい方~7 ^{※2}	0.7まで
	強化プラスチック複合パイプカルバート		(舗装厚+0.3)または0.5の大きい方~10 ^{※2}	3まで
	高耐圧ポリエチレンパイプカルバート		(舗装厚+0.3)または0.5の大きい方~26 ^{※2}	2.4まで

※1:断面の大きさ等により、適用土かぶりの大きさは異なる場合もある。

※2:規格化されている製品の最大土かぶり

※3:硬質塩化ビニルパイプカルバートには、円形管(VU, VP, VM), リブ付き円形管(PRP)があるが、主として円形管(VU)が用いられる。

詳細は、カルバート工指針

1-3-1 カルバートの種類と適用, 4-1-1 設計の基本,
第5章 剛性ボックスカルバートの設計,
第6章 パイプカルバートの設計 を参照。

カルバートの基本

(1) カルバートの設計における照査の基本的な考え方

4) 照査における既往の経験・実績の適用（続き）

慣用設計法におけるカルバートの構成要素ごとの照査項目，照査手法の例を解表4-12，解表4-13に示す。

従来型カルバートの設計にあたっては，解表4-12，解表4-13に示すとおり，**カルバート及び基礎地盤の変形と安定，カルバートを構成する部材の強度，継手の変位を照査する必要がある。**

カルバートの設計は，横断方向，縦断方向（構造物軸方向）について行うが，基礎地盤が良好で，継手間隔が10～15 m以下の場合，さらに剛性ボックスカルバートでは横断方向の主鉄筋に見合う配力鉄筋を配置すれば，縦断方向の検討を省略できる。しかし，**継手間隔が15m以上となる場合や，カルバートの縦断方向に荷重が大きく変化する場合，基礎地盤が軟弱な場合又はカルバートの縦断方向に沿って地盤条件が急変するなど不同沈下が生じる可能性が高い場合は，縦断方向の検討を行う。**縦断方向の検討は，**継手部の変位量及び止水性，カルバート本体の縦断方向の部材の安全性等**について，カルバートの構造形式，荷重条件，地盤条件等を踏まえて適宜検討する必要がある。

解表4-12 従来型剛性ボックスカルバートの照査項目及び照査手法の例

構成要素	照査項目	照査手法	従来型の剛性ボックスカルバートの照査項目 ^{※)}			摘要
			ボックスカルバート	門形カルバート	アーチカルバート	
カルバート及び基礎地盤	変形	変形照査	△	△	△	基礎地盤に問題がない場合には省略可
	安定	安定照査・支持力照査	△	○	△	門形カルバート以外の従来型剛性ボックスカルバートで基礎地盤に問題がない場合には省略可
カルバートを構成する部材	強度	断面力照査	○	○	○	門形カルバート以外の従来型剛性ボックスカルバートでは地震動の作用に対する照査は省略可
継手	変位	変位照査	×	×	×	カルバート工指針に示す継手構造を採用した従来型剛性カルバートでは省略可

※) ○：実施する，△：条件により省略可，×：一般に省略可

解表4-13 従来型パイプカルバートの照査項目及び照査手法の例

構成要素	照査項目	照査手法	従来型のパイプカルバートの照査項目 ^{※)}		摘要
			剛性パイプカルバート	たわみ性パイプカルバート	
カルバート及び基礎地盤	変形	変形照査	△	△	基礎地盤に問題がない場合には省略可
	安定	安定照査・支持力照査	△	△	
カルバートを構成する部材	強度	断面力照査	○	○	従来型パイプカルバートでは地震動の作用に対する照査は省略可
継手	変位	変位照査	×	×	カルバート工指針に示す継手構造を採用した従来型パイプカルバートでは省略可

※) ○：実施する，△：条件により省略可，×：一般に省略可

カルバートの基本

(1) カルバートの設計における照査の基本的な考え方

4) 照査における既往の経験・実績の適用（続き）

カルバート及び基礎地盤の変形と安定の照査では、作用する荷重に対して安定であることを照査するとともに、カルバートが地下水位以下に設置される場合には、浮上がりに関する検討を行うことを基本とする。ただし、カルバート及び基礎地盤の安定性に関する照査は、門形カルバート以外の従来型カルバートで、基礎地盤が良好であり、設計で前提とした施工が行われる場合には、省略できる。従来型カルバートでカルバート及び基礎地盤の安定性の照査を行う場合であっても、基礎地盤が良好な場合には、圧密沈下等による基礎地盤の沈下がカルバートに及ぼす影響は少ないため、基礎地盤の変形の照査を省略できる。

部材の強度の照査は、構造形式ごとに作用する荷重に対し、最も不利となる条件を考慮し、部材に生じる断面力が許容値以下であることを、許容応力度法により照査する。また、温度変化及びコンクリートの乾燥収縮の影響については土かぶりが薄いなどの理由から必要な場合、地盤変位の影響については、地盤の不同沈下によりカルバートに悪影響を与えるおそれがある場合に考慮する必要がある。従来型カルバートを構成する部材の設計にあたっては、上述の部材の強度の照査に加えて、構造物に損傷が生じないための措置、構造上の弱点を作らない配慮、弱点と考えられる部分の補強方法、施工方法等を考慮し、設計に反映させる。

継手部については、基礎地盤や基床部の条件、地下水位、気象条件、カルバートの種類及び長さ、土かぶり、基礎形式、上げ越し量、設計で想定される沈下量等を考慮し、適切な構造形式、遊間を設定する必要がある。従来型カルバートの継手については、作用する荷重に対して継手に損傷が生じないことを確認する必要があるが、経験・実績から機能について把握されている継手構造を採用する場合には変位の照査を省略できる。

カルバートの基本

(1) カルバートの設計における照査の基本的な考え方

4) 照査における既往の経験・実績の適用（続き）

なお、**従来型カルバートの地震動に対する照査は、門形カルバートを除き、省略できる。**門形カルバートについてはレベル1地震動の作用に対する照査を行えば、レベル2地震動に対する照査を省略できる。これらは、①既往の剛性ボックスカルバートの被災事例によると、大きな被害が生じた事例はないこと、②剛性ボックスカルバートは橋脚等の地上に突き出した構造物と比較して周辺地盤の挙動の影響が大きく、カルバート自身の慣性力の影響が少ないこと、③剛性ボックスカルバートは不静定次数の高いラーメン構造であり、部分的な破壊がカルバート全体の崩壊につながる可能性は低いこと等を考慮したものである。ただし、**門形カルバート以外の従来型の剛性ボックスカルバートであっても、カルバートが地下水位以下に埋設され、周辺地盤の液状化の発生が想定される場合には、必要に応じて液状化に伴う過剰間隙水圧を考慮して浮上がりに対する検討を行う。**

詳細は、カルバート工指針 **第5章 剛性ボックスカルバートの設計**、**第6章 パイプカルバートの設計** を参照。

カルバートの基本

(2) カルバート裏込め部は、雨水や湧水等を速やかに排除する構造となるよう設計する。

(2) 裏込め部の排水及び締固め

剛性ボックスカルバートの裏込め部は、カルバート前後の盛土や上部道路の路面の沈下に影響する。裏込め部の含水比上昇は、供用後では盛土の沈下、施工中では締固めができなくなるなど、施工への支障となる。そのため、カルバートの裏込め部は雨水や湧水等をすみやかに排除する構造となるよう設計及び施工を適切に実施する必要がある。こうした配慮は、従来型カルバート及びそれ以外のカルバートのいずれにおいても、設計で想定した性能を確保するための前提となる。

カルバートの裏込め・埋戻しには、締固めが容易で、圧縮性が小さく、透水性があり、かつ水の浸入によっても強度の低下が少ないような安定した材料を用い、沈下や液状化を起こさないよう十分に締固めを行う必要がある。なお、締固め管理基準値の目安は解表4-9に示している。パイプカルバートの場合、管底部直下に設けられる基床部と管面との間にくさび状の隙間ができるため、隙間の部分（管底側部）は突き棒等を用いて十分に締め固める。裏込め部には必要に応じて地下排水溝を設置する、カルバート本体の側壁やウイングに水抜き孔を設けるなど、施工中から供用中までを通じて排水には十分に配慮することが重要である。

また、裏込め部に流入した雨水や湧水がカルバート内空に流入することなく、すみやかかつ適切に排水されなければならない、カルバート相互の一体性や継手部の止水性を確保する必要がある。

詳細は、カルバート工指針 5-7 場所打ちボックスカルバートの設計、7-2 剛性ボックスカルバートの施工、4-4-4 裏込め・埋戻し材料、第6章 パイプカルバートの設計、7-3 剛性パイプカルバートの施工、7-4 たわみ性パイプカルバートの施工 を参照。

カルバートの基本

(3) カルバートの基礎地盤は、カルバートの著しい沈下等を生じないように設計する。

(3) 基礎地盤の設計

解表4-10に示したとおり、基礎地盤について要求性能に応じて変形と安定の照査を行う。基礎地盤に関する照査項目としては、変形照査、安定照査等がある。

門形カルバート以外の従来型カルバートで基礎地盤に問題がない場合は、解表4-12及び解表4-13に示したように基礎地盤に関する各照査を省略できる。

カルバートの基礎形式は、カルバートと裏込め部の間に不同沈下が生じるのを防ぐ観点から、カルバートと周辺地盤が一体となって挙動する直接基礎が望ましい。

対策をせずに直接基礎を適用することが困難な場合は、設置箇所の地形や地盤条件、環境条件、施工条件及びカルバートの構造形式等を総合的に検討し、適切な基礎地盤対策を選定する必要がある。

詳細は、カルバート工指針 3-3-1 カルバートの構造形式及び基礎地盤対策の選定を参照。

カルバートの基本

(3) 基礎地盤の設計（続き）

軟弱地盤にカルバートを設置する場合は、上げ越しにより施工時以降の沈下に対応する、もしくはプレロード工法により残留沈下量がカルバートの機能上支障とならない沈下量となってからカルバートの施工を行う。地表近くに軟弱層がある場合は、良質材料での置換えや土質安定処理を行う。地下水位が高い場合には、置換え材が液状化しないよう注意を払う必要がある。やむを得ず、杭基礎のような大きな沈下量を許容しない基礎地盤対策とする場合は、周辺盛土及び地盤の沈下に伴う鉛直土圧の増加と道路面の不同沈下について十分な検討と対策を行う。

その他、地下水位以下に施工されるカルバートについては、浮上がりに対する安定の照査を行う。

これらの基礎地盤対策の設計に用いる土の設計定数は、土質試験及び原位置試験等の結果を総合的に判断し、施工条件も十分に考慮して設定する必要がある。

詳細は、カルバート工指針 3-3-1 カルバートの構造形式及び基礎地盤対策の選定、5-3 剛性ボックスカルバートの安定性の照査、3-2 調査事項、4-3 土の設計諸定数を参照。

施工の基本

第5章 道路土工構造物の施工

(1) 道路土工構造物の施工は、設計において定めた条件が満たされるよう行わなければならない。

道路土工構造物の施工の基本は、目的の道路土工構造物が所要の機能及び品質を持つように設計図書で示される道路の形状及び品質を現地の地形、地質等に整合させながら適格に築造することである。

設計は、設計を実施した段階で多くの不確実性を含んだものである点に留意。

・・・第3章

「調査、設計、施工及び維持管理の各段階を通じて段階的に不確実性を低減していくことが重要。」

例：

盛土材料

・・・設計の段階では土取り場が未確定であったり、土取り場は確定していても試験を行うことができず、物性が未確定なことがある。

基礎地盤

・・・事前のボーリング調査では検知し得ない地層地形が存在することがある。

→→臨機の対応により整合

施工の基本

第5章 道路土工構造物の施工

(1) 道路土工構造物の**施工**は、**設計において定めた条件**が満たされるよう行わなければならない。

道路土工構造物の**主たる材料となる土砂や岩石等**は営力によって生成されたもので、**その性状は複雑多様であり、しかも不均質性や不確実性を多く内包**する。したがって、道路土工構造物は外形的な寸法だけを再現するように施工したとしても、求められる品質は保証されない。

こうした材料の**不均質性と不確実性への対処**として、道路土工構造物の設計においては、**外形的な形状に加えて、維持管理の方法を考慮のうえ施工条件を定めることで、その品質を担保**することが基本である。例えば盛土の施工における**まき出し厚、締固め層厚、密度等の管理値**はこうした条件にあたるものである。

道路土工構造物の場合、対象となる地盤や材料となる土砂や岩石等の性状は複雑多様であることから、**事前調査では完全な条件の把握は難しく**、また、施工は自然の気象条件下で行われるため、**温度変動や降雨による浸透水等の影響を強く受けながらの作業**である。そのため、**予期せぬ事態に遭遇**することも少なくない。

このため、**施工管理において当初の設計条件を確認することが重要**であるとともに、**必要に応じて施工の段階で調査を追加して設計や施工方法を変更するなど、臨機の処置**をとることが特に大切である。こうした変更は、場合によっては計画に立ち返っての対応が必要となる場合もある。特に

- ・地すべり地形のように道路土工構造物の対象とする**災害に関わる情報**や
- ・軟弱地盤の存在のように道路土工構造物の**基礎地盤に関する情報**、
- ・湧水の存在のような**水に関する情報**は、

道路土工構造物の設計の前提条件に影響を与えることがあり、対応を誤ると大きな事故につながるため、留意が必要である。

品質の確保

第5章 道路土工構造物の施工

(2) 道路土工構造物の施工にあたっては、**十分な品質の確保に努め、環境への影響にも配慮しなければならない。**

近年は、建設リサイクルの観点から多少の不良土であっても現場周辺から発生する建設発生土を使用するケースが多くなってきており、使用する材料が当初の設計で前提とした条件と異なる場合もある。その場合には締固め方法や締固め管理基準を見直す、安定処理等を行うなど、**施工の段階で対応が求められることもある。**・・・こうした**条件の変化は事前に予測することは難しい。**そのため、**施工の段階で条件の変化に的確に対応するためにも設計の前提条件を明確に定めておくことが重要である。**

解表5-1 使用する土質材料が変わった場合に留意すべき点の例

土質材料が変わった場合の着目点	留意すべき点の例
土質分類	道路土工構造物には、使用可能な土の分類に制約が設けられている場合がある。使用する土が当初の想定と異なる分類となった場合、必要に応じて使用の適否を判断するための土質試験を行ったり、道路土工構造物の設計の見直しをしたりすることがある。場合によっては道路土工構造物の構造形式の変更が必要となることもある。安定処理によって道路土工構造物への使用の適否が変わる場合がある。 粘性土系の材料となった場合に、土の含水比が高くなると締固めが困難となるため、安定処理が必要となる場合がある。
単位体積重量	単位体積重量が変化すると擁壁、カルバート等の道路土工構造物に作用する土圧や荷重が変化する場合がある。道路土工構造物を軟弱地盤上や地すべり頭部に構築する場合、盛土や裏込め材の重量が沈下やすべりを誘発することがあり、そのような場合には沈下やすべり抑止の対策又は土の軽量化改良を行うことがある。
強度特性 (強度定数)	せん断抵抗角、粘着力といった土の強度定数が変わると道路土工構造物に作用する土圧が変わる場合がある。安定性が低下する場合には、形式・形状の変更や安定処理が必要となる場合がある。
透水性 (透水係数)	土の透水係数が低下すると、排水の追加の検討が必要となる場合もある。また、土の安定処理により透水係数が低下する場合もある。
土の含有物質	土が特定の物質を含有している場合に、材料を使用できる箇所・部位に制限が必要となる場合がある。 材料のpHや化学物質の含有によって、周辺環境や道路土工構造物の部材に影響が及ぶ場合があり、中和などの処理や遮断処理が必要となる場合がある。

この他にも粒度分布や含水比等のさまざまな性状が施工に影響を及ぼす

品質の確保

第5章 道路土工構造物の施工

(2) 道路土工構造物の施工にあたっては、**十分な品質の確保に努め、環境への影響にも配慮し**なければならない。

円滑な工事の推進を期するためには、災害の防止並びに**周辺の自然環境及び社会環境**(例えば振動、騒音、大気汚染等)に対して**十分に配慮**して施工を進める必要がある。

記録の保存

第6章 記録の保存

道路土工構造物の維持管理に必要となる記録は、当該道路の機能を踏まえ、適切に保存するものとする。

道路土工構造物は、調査、計画、設計及び施工の各段階において不確実性を有するため、維持管理の段階においてさまざまな対策を講じてその機能を維持しつつ、段階的に不確実性を低減・・・さまざまな変状を契機として対策を実施することで性能をさらに高めていくということも行われる。

記録の必要性：

第3章 道路土工の基本

「調査、設計、施工及び維持管理の各段階を通じて段階的に不確実性を低減していくことが重要。」

- ・・・新たな情報を得たことによる設計・施工の変更
- ・・・構造物等に発生した変状から得られる知見 → 記録の必要性

どの段階で、どの不確実性をどのように低減したのか
低減できなかった不確実性は次の段階で解消。

何がわかっていて、何がわかっていないかを記録する
「知之爲知之、不知爲不知、是知也。」論語 為政篇二

記録の保存

第6章 記録の保存

道路土工構造物の維持管理に必要となる記録は、当該道路の機能を踏まえ、適切に保存するものとする。

道路土工構造物を的確に維持管理していくためには、調査、計画、設計、施工及び既往の維持管理に関するさまざまな情報に鑑みることが必要である。

- ・そのためには、地形、地質、土質等のデータに加え、設計及び施工時の情報並びに点検結果、
- ・被災履歴、補修補強履歴等の維持管理上必要となる情報を保存し、活用していくことが重要である

。災害による損傷等については、過去の被災履歴、対策の実態、地形・地質情報等を踏まえて災害危険箇所を把握し、必要に応じて防災管理基図（道路防災マップ）等を整備し、道路区域及び周辺斜面の範囲からの災害への対応や、状況に応じて維持管理の重点化等を検討することが望ましい。

さらに、施工及び維持管理の過程で発生した事象について情報を取得し、又は対応を講じた場合には、その内容のみならず対応等を行った経緯や判断の根拠も重要な情報となる。

これらの記録は、道路の重要性等の条件に鑑みて、期間、内容、様式等を設定し適切に保存する。維持管理に必要な情報は調査、計画、設計、施工及び維持管理の各段階において多くの異なる主体によって分担して取得されるものである。長期間の確実な記録の保存のためには、維持管理のための様式を定めて管理することが効率的である。