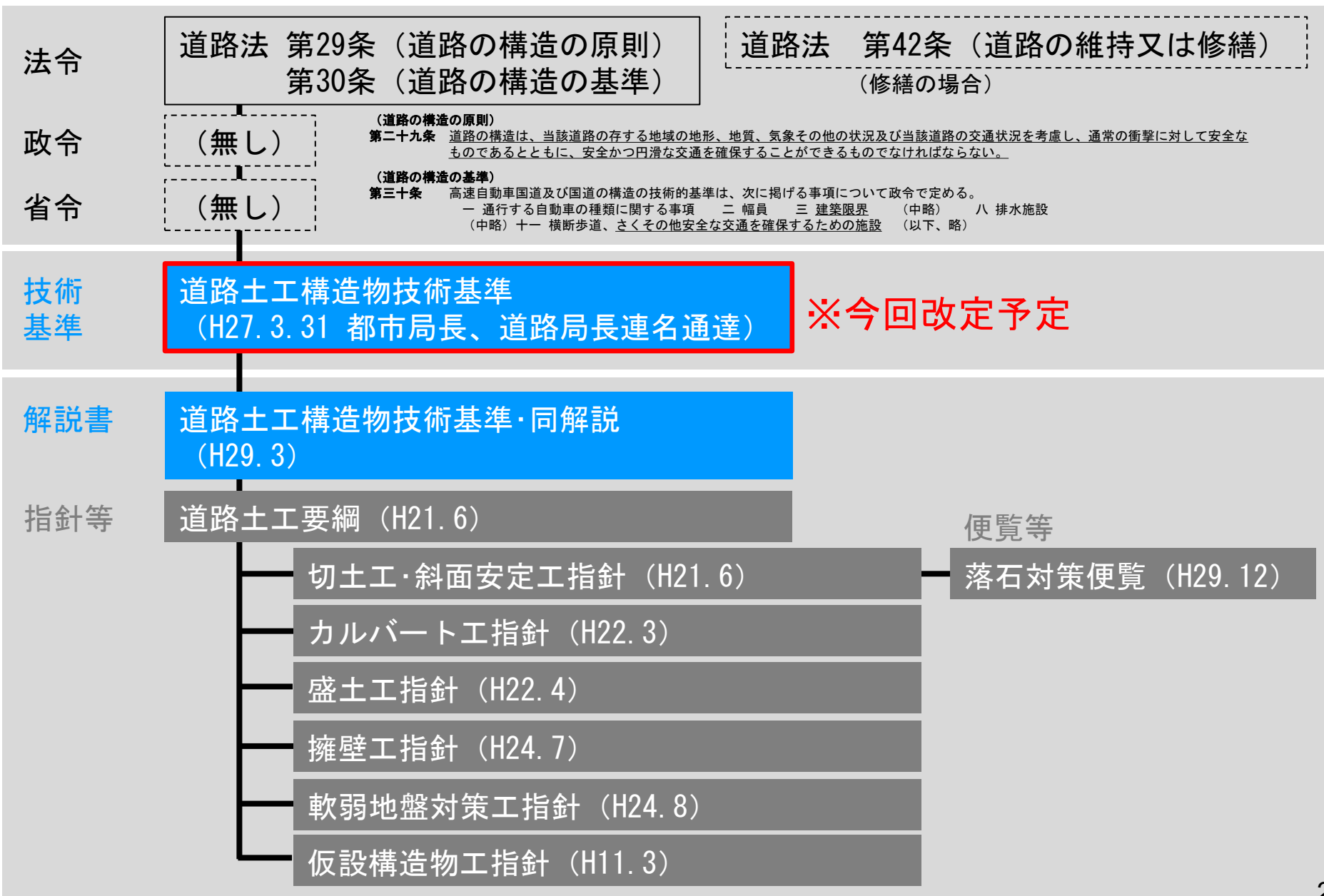


道路土工構造物技術基準の改定(案) について

道路局 国道・技術課
(技術企画グループ)

I. 道路土工構造物における法令・技術基準類の位置づけ



<令和6年能登半島地震による被害>

- 能越自動車道では沢埋め高盛土を中心に多くの盛土で被害が発生
- 国道249号沿岸部では大規模な斜面崩壊・地すべり等により道路の交通機能の途絶が多発

技術基準の方向性

(土工__能越道)

- 以下の事項を含めて技術基準の充実・整備を検討
 - ・ 地形と地質、過去の被災への対策履歴、被災リスクを踏まえ、**構造物の形式及び配置、また排水等の対策**に配慮
 - ・ **要求する性能を確実に達成するために**、より具体性のある**設計、施工、維持管理に関する技術的事項**を充実
- 土工の耐震設計にあたっては、現行基準を基本とするが、既存盛土に対しては、**重要度に応じ、適宜、修復性も含めた道路機能にかかる性能確保**に配慮し、**計画的に耐震性の照査や必要な対策**を検討すること。
- **土工構造物の形状および材質の多様性**及びそれらの**時間経過による変化**に鑑み、**多くの不確実性を内在している前提で、過去からの災害より得られる知見**を通じて、**技術基準の継続的な改善**を図ること。

(土工__国道249号沿岸部)

- 更なる調査分析を進めた上で、技術基準への反映にあたっては以下の検討
 - ・ 道路構造による対策には限界があるものもあり、**道路構造物の技術基準で達成すべき事項と路線計画の段階で配慮しておくべき事項**の整理
 - ・ **構造物を配置**する場合は、**残存する被災リスクの軽減策**について検討

※道路構造物(共通事項)の技術基準の方向性も含む

対応の方向性(案)

- 技術基準改定の視点：
道路機能を確保する観点からの性能規定の充実
- 現場で生じている課題に対する具体的な対応方策(案)：
 - I. 道路土工構造物の設計における「計画」時の配慮事項の明確化
 - II. 「不確実性」および「設計の前提条件と異なる場合」の対応方針の明確化
 - III. 基準解説、指針、便覧等の記載の充実

※ 既存盛土に関しては、新たな知見を踏まえた対策を実施中(別途、報告事項)

III. 技術基準の改定方針

大方針	小方針	基準改定での対応
現場で生じている課題に対する具体的な対応方針	I. 道路土工構造物の設計における「計画」時の配慮事項の明確化	<ul style="list-style-type: none"> ・道路機能確保のための配慮事項を考慮した道路土工構造物の配置の検討及び構造形式の選定を規定
	II. 「不確実性」及び「設計の前提条件と異なる場合」の対応方針の明確化	<ul style="list-style-type: none"> ・想定する範囲内で最も不利となる荷重の条件を考慮した設計を規定 ・必要に応じた表面排水施設及び地下排水施設の設置を規定 ・適切な計画、設計、施工及び維持管理を行うために、地質・地盤等の不確実性を考慮しつつ、事業の各段階における必要な調査の実施を規定 ・必要に応じた計画、設計及び施工方法の見直しによる性能確保を規定
	III. 基準解説、指針、便覧等の記載の充実	<ul style="list-style-type: none"> ・基準解説、指針、便覧等が分担のうえ、一体となって対応
道路機能を確保する観点からの性能規定の充実	I. 具体的な要求性能等の設定	<ul style="list-style-type: none"> ・道路機能確保の観点から要求される性能に応じた限界状態を設定 ・道路土工構造物の状態が限界状態を超えないことを照査（性能照査の方法を規定）
	II. 道路機能に応じた性能設定	<ul style="list-style-type: none"> ・各部材等に必要な耐久性を満足するよう設計することを規定 ・目的に応じた性能を満足する材料の使用を規定
	III. 新技術・新工法導入を促進する規定方法	<ul style="list-style-type: none"> ・不測の外力に対する配慮（フェールセーフ）を規定

IV. 基準改定案 「計画」時の配慮事項の明確化

【課題】

○道路周辺の地形(地すべり、沢筋が複雑に存する集水地形 等)、地質等に起因した災害に伴い、道路機能の損失に至るケースが発生。

【改定内容 と 期待される効果】

○道路土工構造物の計画において、**道路機能確保**のための配慮事項(周辺地形、地質、地域の防災計画並びに連続又は隣接する構造物等の計画との整合性等)を考慮した道路土工構造物の**配置の検討**及び **構造形式の選定**を規定。

(例) 集水地形、う回路の確保、路肩幅の確保 等を考慮した道路土工構造物の配置の検討 及び 構造形式の選定

○災害リスクの高い地形、地質等においても、連続又は隣接する構造物等の計画や地域の防災計画等に整合し、道路機能の損失が限定的になることが期待される。

▽周辺の地形、地質等に起因した道路土工構造物の崩壊、道路機能の損失

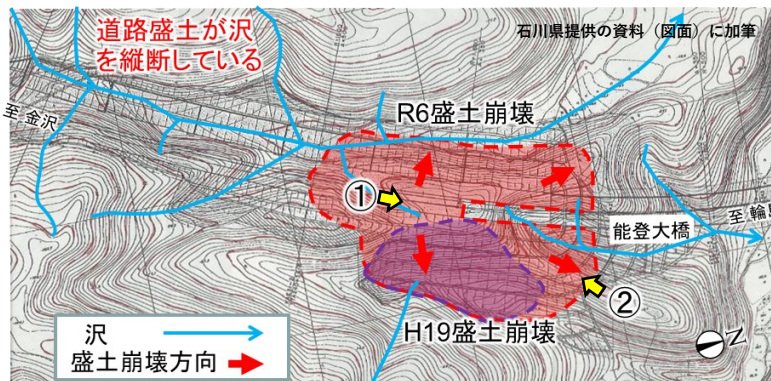


令和6年能登半島地震

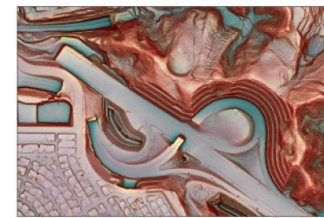
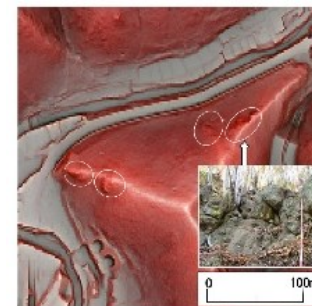


平場により道路機能の損失が限定的

▽複雑な集水地形かつう回路の確保が困難な橋台取付部において、H19の復旧箇所を含む広い範囲の盛土が崩壊した事例



▽活用可能な情報・技術等



三次元点群データによる微地形表現図(例)

【課題】

○道路土工構造物における主測線方向（一般的な標準断面）と異なる方向で盛土崩壊が発生。

【改定内容 と 期待される効果】

○地形、水理、過去の災害履歴等を考慮して、荷重の組合せは、想定する範囲内で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。また、荷重は、想定する範囲内で最も不利となる条件を考慮して作用させることを規定。

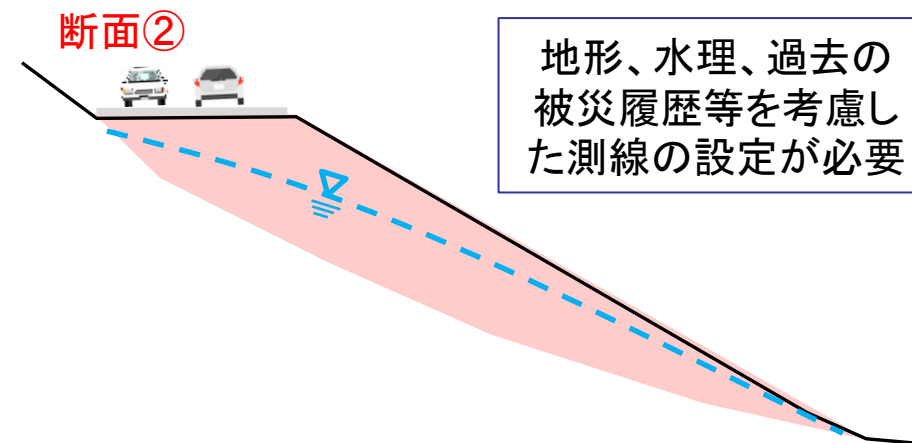
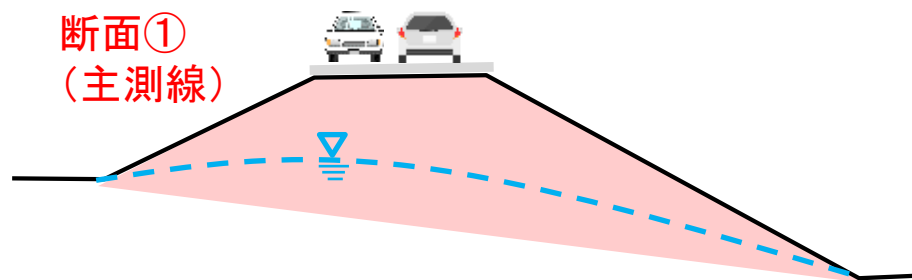
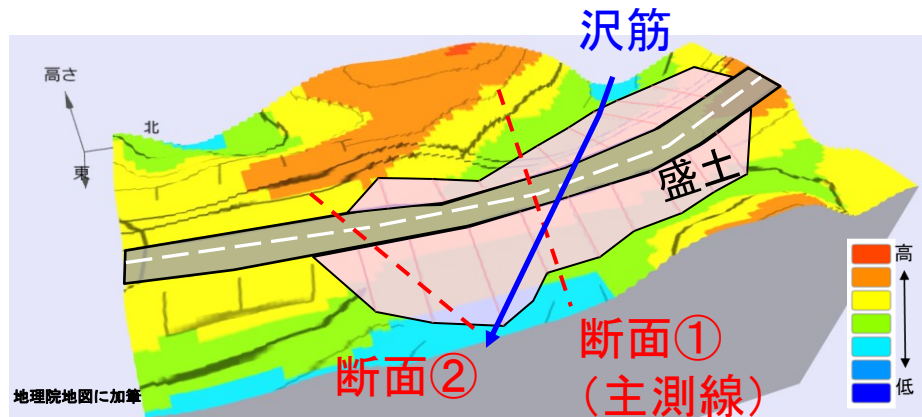
○複雑な周辺地形等の条件においても道路機能の損失が限定的になることが期待される。

想定する範囲内で同時に作用す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、供用期間中に通常想定される降雨である。



地形、水理、過去の被災履歴等を考慮した測線の設定が必要

想定する範囲内で最も不利となる条件を考慮した荷重の作用の検討例

IV. 基準改定案 必要に応じた排水施設の設置を規定

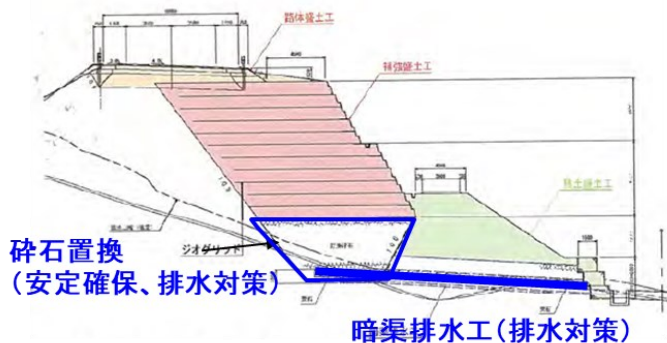
【課題】

○令和6年能登半島地震において、排水対策が強化された箇所では軽微な被害に留まった事例が確認されたが、排水対策の強化に関する具体的な対応が明確となっていない。

【改定内容 と 期待される効果】

- 必要に応じて、雨水や湧水等を速やかに排除する構造となるよう、**表面排水施設及び地下排水施設の設置を規定。**（例）谷埋め高盛土等の基礎地盤における基盤排水施設、のり尻排水施設、砕石置換等
- 排水対策を強化することにより、道路機能の損失が限定的になることが期待される。**

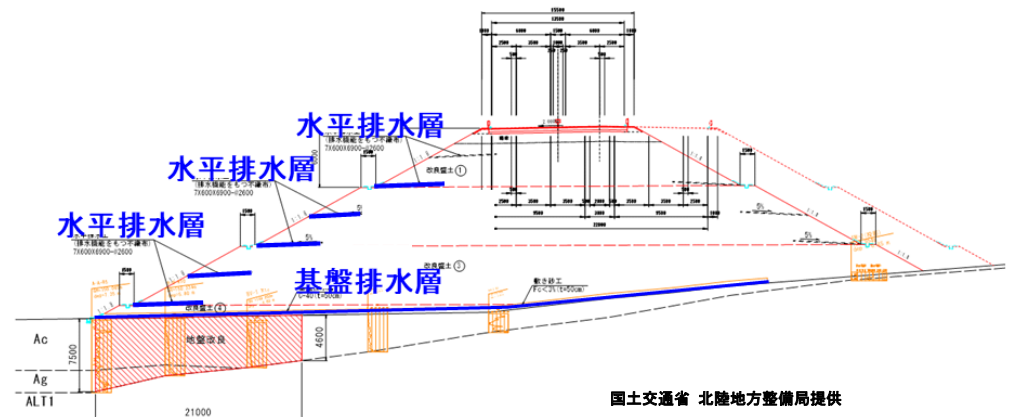
▽H19地震で崩壊した盛土の復旧で排水対策が強化され、R6地震では被害が軽微であった



平成19年3月25日 能登半島地震
能登有料道路 復旧工事記録誌（石川県）

被害が軽微だったH19能登半島地震復旧盛土の排水(例)

▽H22道路土工—盛土工指針(日本道路協会)の改定で基盤排水に関する記述を追加した効果で排水対策が強化され、被害が軽微であった



国土交通省 北陸地方整備局提供

被害が軽微だった輪島道路の盛土の排水(例)

IV. 基準改定案 不確実性低減のため各段階における必要な調査の実施を規定

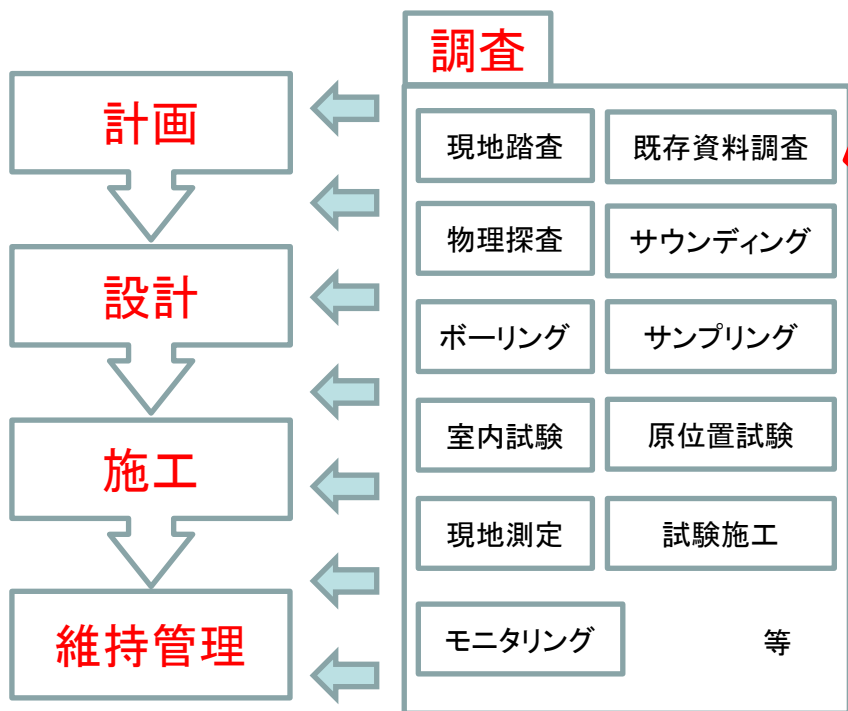
【課題】

○事業の初期段階で複雑な地盤の性状を把握することが困難な道路土工において、各段階で地質・地盤等の不確実性を低減し随時見直しの考え方が規定されていないため、実務上、適切な対応が取れず被災や不具合が発生した事例が認められる。

【改定内容 と 期待される効果】

○道路土工構造物の適切な計画、設計、施工及び維持管理を行うために、事業の各段階で地質・地盤等の不確実性低減に資する必要な調査の実施を規定。

○道路土工構造物の適切な計画・設計・施工等が可能になることで道路土工構造物の性能の確保が期待される。



下記に配慮して調査項目を適切に選定して実施

- ・調査の目的
- ・調査実施のタイミング
- ・調査の範囲
- ・個々の道路土工構造物の特性
- ・周辺地形、地質
- ・維持修繕履歴
- ・災害履歴

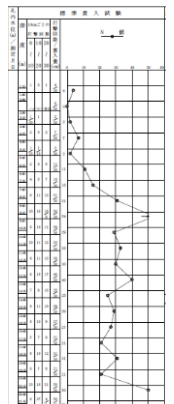
等



△変状の進行のモニタリング



△既存資料調査による周辺地質の確認



◁ボーリングによるN値の調査

IV. 基準改定案 道路機能を確保する観点からの性能規定の充実 (性能に応じた限界状態・照査) 事例 1/3

【課題】

○道路の構造物設計は、それぞれ構造物毎の要求性能及び設計方法を設定し、実施しているが、**現在の道路土工構造物技術基準**では設置目的、構造形式及び配置が異なる様々な土工構造物が道路土工構造物として一括りになっており、**具体的な性能照査の方法**が明確になっていない。

【改定内容 と 期待される効果】

- 道路機能確保**の観点から**要求される性能**(構造物の健全性・道路機能への影響等)に応じた**限界状態**を、構造物ごと、また構造物の組み合わせに応じて**きめ細かく設定**。
- 原則として想定する作用によって生じる**道路土工構造物の状態が限界状態を超えないことを照査**。(性能照査の方法を規定)
- 道路土工構造物の**構造形式、配置計画、組合せ、損傷した場合の道路機能への影響等**に応じた**限界状態を設定することにより、適切な性能照査が可能**となることが期待される。

現行基準 (H27.3.31策定)

具体的な性能照査の方法が明確化されていない。

4-3 要求性能

(1)道路土工構造物の設計に際して要求される性能(以下「要求性能」という。)は、…影響を考慮して、4-2の作用及びこれらの組合せに対して(2)から選定する。

(道路土工構造物の要求性能)

- 性能1: 道路土工構造物が健全である、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。
- 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。
- 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にならない性能。

4-4 各道路土工構造物の設計

各道路土工構造物の設計は、4-1~4-3によるほか、次に従って行うものとする。

改定案

6-3 要求性能

(1)道路土工構造物の要求性能は…を考慮して、6-2の作用及びこれらの組合せに対して(2)から選定する。

6-5 限界状態

道路土工構造物の設計にあたっては、次の限界状態を設定することを基本とする。
性能1に対する限界状態
性能2に対する限界状態
性能3に対する限界状態

6-7 各道路土工構造物の設計

各道路土工構造物の設計は、6-1~6-6によるほか、次に従って行う。

要求性能の選定

限界状態の設定

設計



(性能に応じた限界状態・照査) 事例 2/3

▽ 構造物ごとの限界状態のイメージの一例

切土の例

- 損傷の修復を容易に行い得る限界の状態
- 切土が損傷し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

カルバートの例

- カルバートの構成部材及び継手は、損傷の修復を容易に行い得る限界の状態
- カルバートが損傷して通行止め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
- カルバート及び基礎地盤は、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

盛土の例

- 盛土が損傷し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
- 盛土は、損傷の修復を容易に行い得る限界の状態
- 基礎地盤は、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

落石防護施設の例

- 防護網の構成部材は、道路空間の安全性を確保できる範囲で、塑性化等を許容する部材のみに塑性変形等が生じ、その塑性変形等の修復を容易に行い得る限界の状態
- 道路空間の安全性は確保
- 落石防護施設が損傷して通行止め等の措置を要する場合でも、道路空間の安全性を確保するとともに、応急復旧等により道路の機能を回復できる限界の状態

▽ 性能2に対する限界状態の例(盛土と擁壁の限界状態の組み合わせの一例)

- 擁壁及び背面盛土は、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
- 盛土は、損傷の修復を容易に行い得る限界の状態
- 盛土及び擁壁が損傷して通行止め等の措置を要する場合でも、応急復旧により道路の機能を回復できる限界の状態
- 擁壁の構成部材は、損傷の修復を容易に行い得る限界の状態
- 基礎地盤は、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

要求性能		性能2	
限界状態		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	
構成要素の限界状態	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	
	擁壁	擁壁、背面盛土	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
		擁壁を構成する部材	損傷の修復を容易に行い得る限界の状態
盛土		損傷の修復を容易に行い得る限界の状態	

各道路土工構造物の構成要素の損傷の程度、道路機能への影響の程度及び道路機能の回復の早さに応じて限界状態を設定

道路機能確保の観点から要求される性能(構造物の健全性、道路機能への影響等)に応じた限界状態を構造物ごと、組み合わせに応じてきめ細かく設定

性能2に対する限界状態の例 (配置計画及び損傷した場合の道路機能への影響に応じた限界状態の一例)

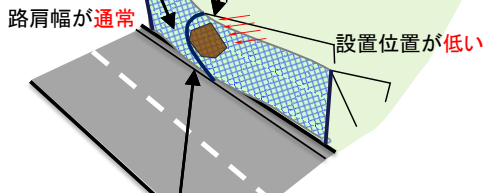
性能2に対する限界状態

道路土工構造物の損傷は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限界の状態

路肩幅: 通常の場合

道路空間の安全性は確保
(限定的な変位に留める必要)

道路の機能の一部に支障を及ぼすが、すみやかに回復

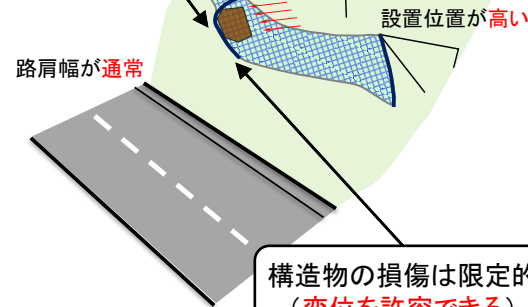


構造物の損傷は限定的
(限定的な変位に留める必要)

(道路際に設置した場合)

道路空間の安全性は確保
(変位を許容できる)

道路の機能の一部に支障を及ぼすが、すみやかに回復



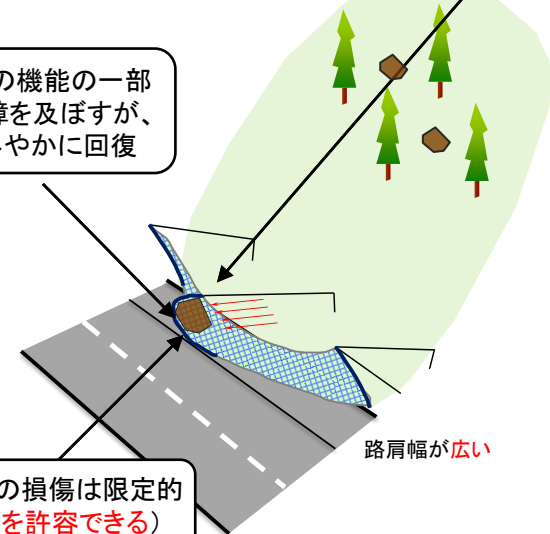
構造物の損傷は限定的
(変位を許容できる)

(道路際より高い位置に設置した場合)

路肩幅: 広い場合

道路空間の安全性は確保
(変位を許容できる)

道路の機能の一部に支障を及ぼすが、すみやかに回復



構造物の損傷は限定的
(変位を許容できる)

道路土工構造物の配置計画(施設配置)及び損傷した場合の道路機能への影響(道路の路肩幅等)に応じた限界状態を設定

IV. 基準改定案_道路機能を確保する観点からの性能規定の充実(不測の外力等に対する配慮の明示)

【課題】

○不測の外力等により、道路土工構造物の一部の機能不全等が原因となり、崩壊等の道路土工構造物の致命的な状態となった事例が発生。

【改定内容 と 期待される効果】

○道路土工構造物の設計にあたっては、崩壊等の致命的な状態となることを極力回避するため、設計で具体的に考慮されていない**不測の外力**に対する**配慮(フェールセーフを含む)**について**検討を行う**ことを規定。(例)路線計画、事前通行規制、横断排水カルバート流入口の閉塞軽減対策等、復旧が容易な構造、粘り強い構造等。

○設計で具体的に考慮されていない**不測の外力が作用した場合**にも**致命的な状態**に至りにくい道路土工構造物となることが期待される。



△土砂がカルバート流入口を閉塞し、ため池形成 → 越水による盛土崩壊

土木研究所資料4405号 https://thesis.pwri.go.jp/files/doken_shiryou_4405_00.pdf

復旧



土石流によるカルバート閉塞に起因した盛土崩壊と閉塞軽減施設設置による復旧の例

【参考】道路土工関係基準類の変遷

和暦（西暦）	地震災害	土工関係基準類	主な内容など
S58 (1983)	日本海中部地震	道路土工要綱(発刊)	○各構造物や工程ごとの分冊を総括
H2 (1990)		道路土工要綱(改定)	○「調査」落石や土石流も対象 ○「設計」U型擁壁や共同溝等の追記 ○「施工」近接施工の1節を設け、計測管理の事例追記
H7 (1995)	兵庫県南部地震		
H11 (1999)			
H16 (2004)	新潟県中越地震		
H19 (2007)	能登半島地震 新潟県中越沖地震		
H21 (2009)	駿河湾地震	道路土工要綱(改定)	○指針の再編(要綱+8指針⇒要綱+6指針) ○性能規定型設計の考え方の導入
H22 (2010)		盛土工指針(発刊)	○性能規定型設計の考え方の導入 ○盛土の排水施設および締固めに関する記述の充実
H23 (2011)	東北地方太平洋沖地震		
H25 (2013)		土木工事施工管理基準及び規格値(改定)	○締固め基準引き上げ(砂質土) 路体:最大乾燥密度の85%以上⇒90%以上 路床:最大乾燥密度の90%以上⇒95%以上
H27 (2015)		道路土工構造物技術基準(策定)	○設計において考慮すべき作用、要求性能を規定 ○設計及び施工にあたって留意すべき事項を規定
H28 (2016)	熊本地震		
R6 (2024)	能登半島地震		