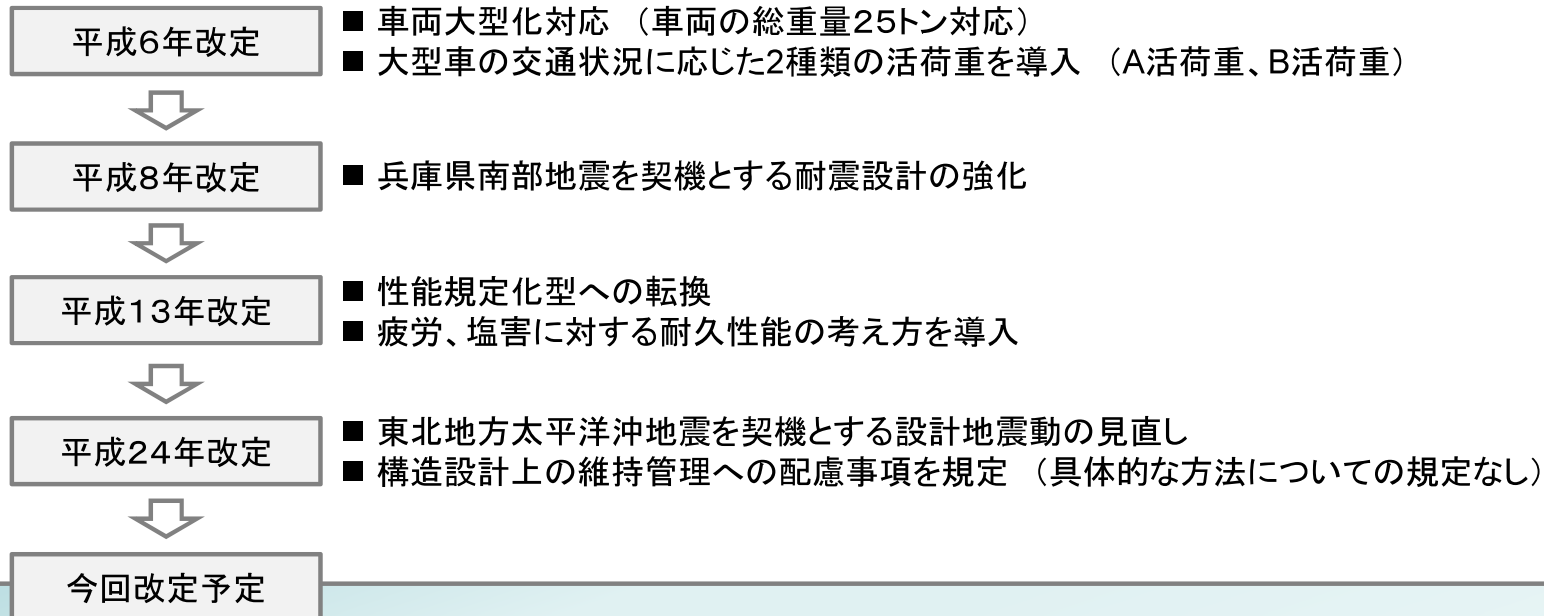


出典
社会資本整備審議会
第7回道路技術小委員会
平成29年3月10日

橋、高架の道路等の技術基準の改定について

近年の改定の経緯と今回の主な改定内容

「橋、高架の道路等の技術基準」は、地震等への対応、社会ニーズ、最新の知見や技術を踏まえて、適宜改定を行っている。



① 多様な構造や新材料に対応する設計手法の導入

- 今後、社会ニーズ、政策ニーズに応じた設計が可能となるよう、新たな設計手法を導入
⇒限界状態設計法と、これに用いる部分係数を導入

今回は②③が対象(①は次回委員会予定)

② 長寿命化を合理的に実現するための規定の充実

- 設計供用期間を明確化し、点検頻度や手法、補修や部材交換方法等、維持管理の方法を設計時点で考慮
- 耐久性確保の具体の方法を規定

③ その他の改定

- 熊本地震を踏まえた対応等

改定の背景と目的

①多様な構造や新材料に対応する設計手法の導入

- 国土交通省では平成28年を「生産性革命元年」と位置づけており、建設及び維持管理コストを削減する多様な構造や新材料の開発が期待される
- 現行基準では、これらの新技術を「評価」する観点の規定が十分とは言えない
- 必要な性能を確保しつつ、新技術の導入促進を図るため、基準の見直しが必要

多様な構造、新材料等の出現

- ・ 多様な構造や新材料に対応した基準を整備することにより、それら新技術の導入を促進



部材合理化による鋼重減



高性能鋼材 (SBHS) の開発

- 降伏強度を向上
SM570級 = 420~460N/mm²
SBHS500 = 500N/mm²
(降伏強度9~19%アップ)
- 予熱不要で、加工性、溶接性に優れる

・ 現行基準では、特殊な構造に対応できない場合があり、個別に設計を行う必要
⇒特殊な構造は採用されづらい状況

・ 現行基準では、新材料の強度や品質のばらつき等を反映することが容易でない
⇒新材料は採用されづらい状況

②長寿命化を合理的に実現するための規定の充実

- 平成26年に5年に一度の定期点検が法定化され、長寿命化の取り組みが本格化
- 現行基準は、長寿命化を合理的に実現するための規定が不十分
 - 疲労対策 (疲労設計) と塩害対策 (鉄筋かぶり) については規定しているが、その他維持管理の具体的方法について規定がない

現行基準

疲労対策 (疲労設計)

- ・ 応力振幅と繰返し回数から疲労に対する耐久性を照査

塩害対策 (鉄筋かぶり)

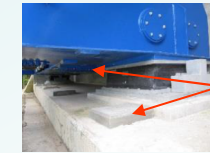
- ・ 塩害の影響度合いに応じて地域を区分し、最小かぶりを規定

維持管理に関する規定

- ・ 維持管理の確実性・容易さを要求しているが、具体の規定なし



支承交換や桁端点検の空間なし



支承交換が容易な構造の例

適切な維持管理を行うためには、設計段階から、部材交換の方法や点検の方法等を検討しておく必要がある

【多様な構造や新材料の導入促進】

■ 限界状態設計法及び部分係数設計法を導入

多様な構造や新材料等に対応しやすく、諸外国などでも運用実績を積んできている設計手法を導入

【長寿命化を合理的に実現】

■ 供用期間中に適切な維持管理ができるよう設計を行うことを規定

交換を前提とする部材は交換が容易な構造とする等、適切な維持管理ができるように設計を行うことを規定

③その他の改定事項

【熊本地震における被災を踏まえた対応】

- 下部構造は安定して上部構造を支持することを要求
- 斜面変状等を設計で考慮することを明確化

【施工に関する規定の改善】

- 落橋防止装置等の溶接不良事案を踏まえ、溶接検査の規定を明確化

【点検結果を踏まえた改善】

- 特殊な形状のPCポステン桁のひび割れ発生を踏まえ、ひび割れ防止対策を充実










【課題】

■ 現行基準では、理念として耐久性の確保、維持管理の確実性・容易さを要求しつつ、具体には疲労と塩害のみについて、100年を想定した対策を規定しているが、適切な維持管理を行う上で、網羅的に規定されているものではない。

【改定内容】

- 適切な維持管理が行われることを前提に、橋が良好な状態を維持する期間として、100年を標準とすることを規定。
- 耐久性確保の方法に応じ、維持管理に反映させることを規定。具体例として、部材交換を前提とした設計を追加。

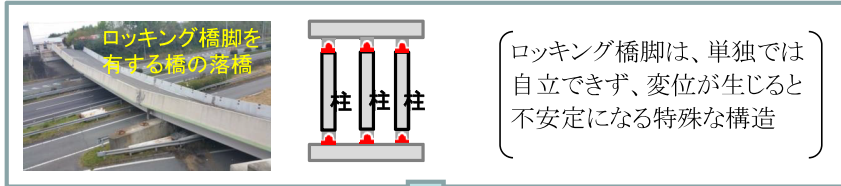
【耐久性確保の方法】

| 方法 | 具体例（H13～これまでの設計） | 具体例（今回新たに規定） |
|-------------------------|--|--|
| 1. 劣化の影響を考慮した部材寸法や構造とする | ▶ 部材の劣化を前提とした設計 【疲労対策の例】 累積損傷度を指標にした疲労照査 $\left(\begin{array}{l} \text{荷重の繰返しによる累積の影響が} \\ \text{許容値以下になるように設計} \\ \text{応力変動}^n \times \text{繰返し回数} \leq \text{許容値} \end{array} \right)$ | ■ 交換を前提とする部材は、交換がなるべく容易な構造とすること等を規定  支保交換の作業空間なし  ジャッキアップに配慮した構造 (具体例) ・支保や伸縮装置等については、交換を前提とし、交換が単に可能というだけでなく容易であること ・桁端及び支保まわりにて、点検のための空間を確保すること |
| | ▶ 部材交換を前提とした設計等 (具体的な方法は未確立) | |
| 2. 部材寸法や構造とは別途の対策を行う | ▶ 塗装等の防食方法の採用 【塩害対策の例】 コンクリート橋の鉄筋かぶりの規定 $\left(\begin{array}{l} \text{コンクリート中を塩分が浸透する早さを分析} \\ \downarrow \\ \text{供用期間中(100年)に鉄筋位置での塩分濃度} \\ \text{が基準以下となるよう、鉄筋のかぶりを設定} \end{array} \right)$ | ■ 施工・維持管理の容易さ、耐久性、部材の重要度等を考慮して、適切な防食方法を選定することを規定  重防食塗装  耐候性鋼材  コンクリート表面塗装  電気防食 |
| | ▶ 劣化させない設計 (具体的な方法は未確立) | |
| 3. 劣化の影響がないとみなせる構造とする | ▶ 劣化させない設計 (具体的な方法は未確立) | 例えば、耐食性に優れた材料の活用が期待される ■ 産学で土木用にも研究されている材料の例  ステンレス鉄筋  FRP緊張材  ステンレス鋼材 |

その他の改定事項

【熊本地震における被災を踏まえた対応】

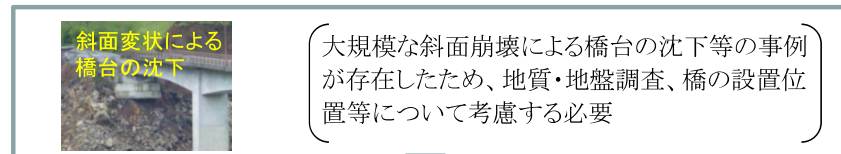
■ ロッキング橋脚を有する橋梁の落橋を踏まえ、下部構造は安定して上部構造を支持することを要求



- 支承部を用いる場合は、その破壊を想定したとしても、上部構造を支持するために下部構造が単独で自立できる構造形式とすること

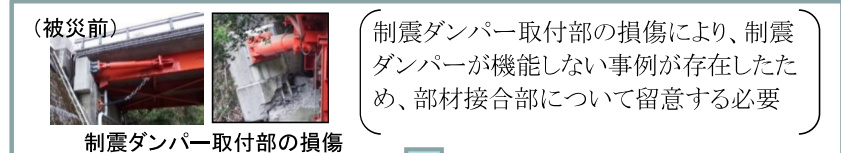
※ロッキング橋脚を有する既設橋の耐震補強では、条件によっては、下部構造を単独で自立可能な構造へと補強することができない場合もあり、その場合には支承部の破壊が橋の崩壊につながらないように個別に検討

■ 大規模な斜面崩壊等による被災を踏まえ、斜面変状等を地震の影響として設計で考慮することを明確化



- 緊急輸送道路等、道路の重要度を踏まえた検討を実施
 - 影響を受けない位置に架橋位置を選定することを標準とする
 - 影響を受ける架橋位置となる場合は、致命的な被害が生じにくくなる構造形式等とする

■ 制震ダンパー取付部の損傷事例を踏まえ、部材接合部の留意事項を明確化



- 接合部の耐荷力と接合部を有する部材の耐荷力の関係を明確にした上で、接合部を有する部材が所要の性能を発揮するようにしなければならない。

【施工に関する規定の改善】

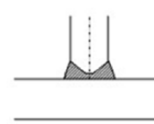
■ 落橋防止装置等の溶接不良事案を踏まえ、溶接検査の規定を明確化

- 現行基準では、引張りを受ける継手は完全溶け込み溶接を用い、主要部材については全数検査を行うことを規定
- しかし、落橋防止装置等については全数検査の適用が明記されていなかったため、不適切な検査につながった可能性

- 引張りを受ける完全溶け込み溶接は、主要部材に関わらず内部きず検査を継手全数・全長に渡って行うことを明確化

【完全溶け込み溶接】

全断面が完全に溶接されるよう、鋼材片側から溶接したのち、反対側からルート部の裏はつりを行った上で、反対側の溶接を行ったもの



（参考）

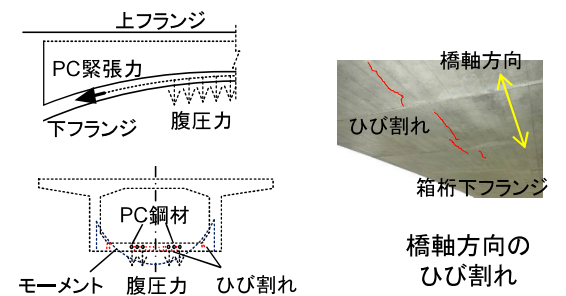
平成27年12月22日
落橋防止装置等の溶接不良に関する有識者委員会 中間報告書（抜粋）

- ①検査抽出率の見直し
「道路橋の落橋防止装置等において、完全溶け込み溶接部については、特別な理由がない限り、一律に溶接継手全長の検査を行うようにすべきである。」

【点検結果を踏まえた改善】

- 一部の橋梁で、点検や部材交換が困難な構造となっていること等を踏まえ、適切な維持管理ができるように設計を行うことを規定（再掲）
- 特殊な形状のPCポステン桁の一部でひび割れが発生していることを踏まえ、ひび割れ防止対策を充実

- ひび割れの発生には、複数の要因が関与しており、これまでも課題が認識される都度、規定の充実を図り、ひび割れ発生リスクを低減
- これまでの取り組みによりひび割れは減少しているものの、点検結果を分析したところ、PC箱桁の下フランジに橋軸方向のひび割れが見られることを確認
- 原因の一つとして考えられるのが、PC緊張力の鉛直分力（腹圧力）の影響



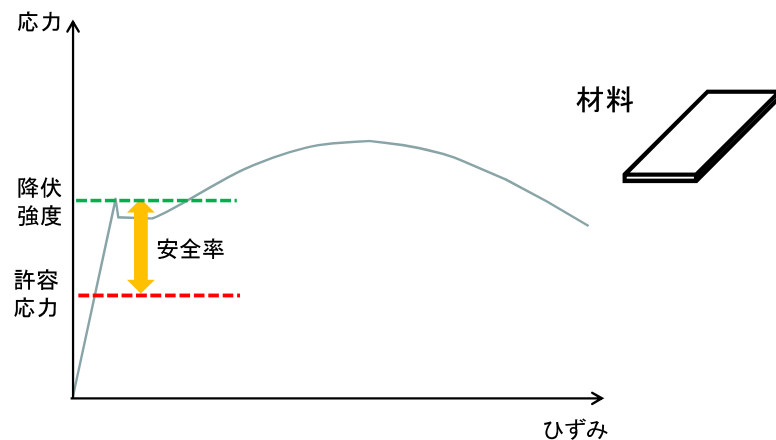
- PC箱桁のうち特殊な形状のものについて、ひび割れ発生リスクが低減されるように、PC鋼材の配置や、橋軸直角方向の鉄筋引張力の照査を新たに規定

[参考1] 限界状態設計法、部分係数設計法の概要

限界状態設計法

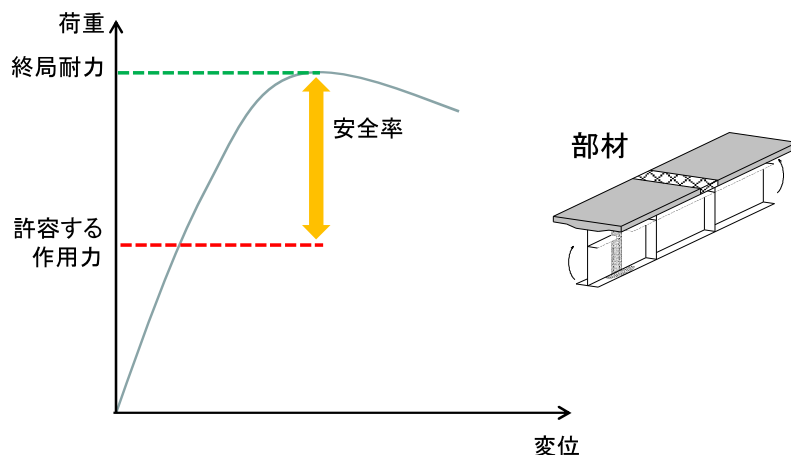
現行【許容応力度設計法】

- 部材に発生する応力を制限値(許容応力度)以下に抑える設計法



改定【限界状態設計法】

- (部材の応力のみによらず)部材単位、橋単位の限界状態を設定し、この限界状態に対して安全であることを確認する設計法



部分係数設計法

【部分係数設計法】

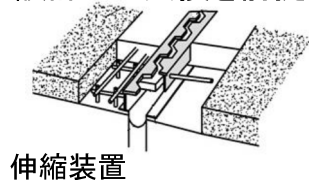
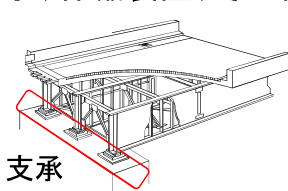
- 様々なばらつき要因を一つの安全率で考慮する「許容応力度設計法」では、多様な構造や材料、条件等への対応が困難な場合がある
- 部分係数設計法は、従来安全率を要因別に分離するものであり、多様な条件に対応したきめ細かな設計が可能

| | |
|------------------|--|
| (現行) 許容応力度設計法 | $\text{外力} < \text{抵抗力} \times \frac{1}{\text{安全率} (\geq 1.0)}$ |
| (改正) 部分係数設計法 | $\text{安全率}\alpha \times \text{外力} < \text{抵抗力} \times \frac{1}{\text{安全率}\beta}$ <p>要素毎に分解</p> <p>要素毎に分解</p> <p>車両、風、温度変化、地震等の外力、また外力の組み合わせに対して個々に安全率を設定</p> <p>材料のばらつき、解析等の精度のばらつき、座屈等に対する安全性に対して個々に安全率を設定</p> |

【参考2】部材交換に関する配慮事項の規定

交換前提の部材

■ 支承、伸縮装置、その他耐久性設計にて交換を前提とする部材



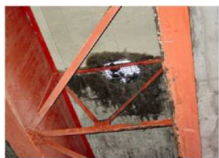
➤ 交換が容易な構造とすることを規定

交換を前提としない部材

➤ 交換を前提としないものの、床版、ケーブル類については、一部又は全体の交換等の方法について、検討しておくことを規定

■ 床版、ケーブル類 ⇒ 交換等の方法について検討

- 経験的に損傷例が少ないもの（床版、PC鋼材）
- 大型車の衝突や火災等、万一の損傷等が極めて重大な影響を及ぼす可能性が高いもの（斜材ケーブル、ハンガーケーブル）



床版損傷例

PC鋼材の腐食例

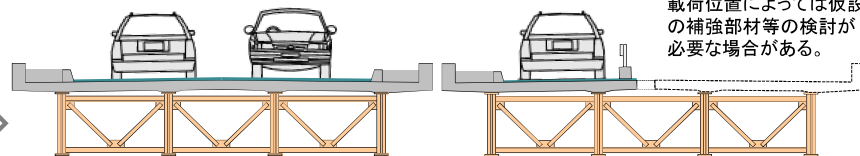
ケーブル損傷例

■ その他の主桁、アーチリブ、橋脚等 ⇒ 一般的には交換等の対象とならない



検討の着眼点

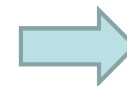
① 交換等の工程を検討し、交換の実現性や課題を確認しておく



注) 幅員や施工中の活荷重
載荷位置によっては仮設
の補強部材等の検討が
必要な場合がある。

※ 実現性や課題を確認するのみとし、必要な補強等は、施工時に対応

② 部材細部構造の工夫で実現できることはないかを確認しておく



既設橋にて、PC鋼材の腐食発生を受け、PC桁内に外ケーブルを追加配置した例

新設橋にて、ケーブル交換、追加用の予備孔を設置

参考: 米国AASHTO 2.5.2.3 Maintainability (維持管理性)

Structural system whose maintenance is expected to be difficult should be avoided. (維持管理の困難が予期される構造系は避けること)

～ 例として、床版交換、支承やジョイント交換のための事前検討が挙げられている。

熊本地震を受けた対応 技術基準類への反映

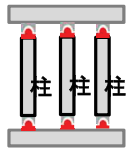
出典
社会資本整備審議会
第7回道路技術小委員会
平成29年3月10日

橋梁

- ロッキング橋脚を有する橋梁の落橋を踏まえ、下部構造は安定して上部工を支持することを規定



府領第一橋
ロッキング橋脚を有する橋の落橋



ロッキング橋脚は、単独では自立できず、変位が生じると不安定になる特殊な構造であり、補強が必要

基準へ
反映



- 下部構造は安定して上部構造を支持することを規定
- ・ 支承部を用いる場合は、その破壊を想定したとしても、上部構造を支持するために下部構造が単独で自立できる構造形式とすること

※ロッキング橋脚を有する既設橋の耐震補強では、条件によっては、下部構造を単独で自立可能な構造へと補強することができない場合もあり、その場合には支承部の破壊が橋の崩壊につながらないように個別に検討

- 大規模な斜面崩壊等による被災を踏まえ、斜面変状や断層変位等を地震の影響として設計で考慮することを規定



阿蘇長陽大橋
斜面変状による橋台の沈下

大規模な斜面崩壊による橋台の沈下等の事例が存在したため、地質・地盤調査、橋の設置位置等について考慮する必要

基準へ
反映



- 斜面変状等を地震の影響として設計で考慮することを規定
緊急輸送道路等、道路の重要度を踏まえた検討を実施
- ・ 影響を受けない位置に架橋位置を選定することを標準とする
 - ・ 影響を受ける架橋位置となる場合は、致命的な被害が生じにくくなる構造形式等とする

- 制震ダンパー取り付け部の損傷事例を踏まえ、部材接合部の留意事項を規定



南阿蘇橋（被災前）
制震ダンパー取り付け部の損傷



制震ダンパー取り付け部の損傷により、制震ダンパーが機能しない事例が存在したため、部材接合部について留意する必要

基準へ
反映



- 制震装置等の部材接合部の留意事項を規定
- ・ 接合部の耐力と接合部を有する部材の耐力の関係を明確にした上で、接合部を有する部材が所要の性能を発揮するようにしなければならない

※熊本地震で被災した南阿蘇橋の事例においては、制震ダンパーが機能を発揮できるよう、制震ダンパー取り付け部（変位制限装置）は必要な耐力を有していなければならない

トンネル

- トンネルの覆工コンクリートの被害の状況を踏まえ、山岳トンネルの耐震からの配慮事項を明確化



俵山トンネル
覆工コンクリートの崩壊

覆工の補強等により利用者被害発生の可能性を低減させる対応が必要なため、山岳トンネルの計画・調査・設計・施工・維持管理における耐震からの配慮事項を明確化

道路管理者
に周知



- 道路トンネルの耐震対策に関する留意事項
- ・ 計画・調査段階において、活断層の位置の把握に努める
 - ・ 設計段階や施工段階において、特殊条件を有する区間は十分な支保構造となるよう設計等を行う
 - ・ 維持管理段階においては、定期点検等で覆工等に変状が見られた場合は、特殊条件を有する区間において優先的に対策を実施する

土工

- 盛土崩壊の調査結果を踏まえ、盛土に関する調査計画段階における留意事項を明確化



熊本県益城町
盛土の崩壊

傾斜した脆弱な基礎地盤の崩壊により盛土が崩壊した事例が存在したため、調査計画段階において留意が必要

道路管理者
に周知



- 盛土における留意事項
- 調査計画段階において、地すべり地や崖錐と同様に、傾斜した脆弱な地層が基礎地盤となっていて不安定な場合には、必要に応じて、
- ・ 影響を受けない位置にルートを選定すること
 - ・ 地盤安定対策等の対応を検討する

盛土崩壊（国道443号熊本県益城町）の例

参考

＜当初の推定＞

□集水地形上の盛土内の水位上昇による影響で盛土が崩壊したものと想定（6/24 当小委員会で報告）



＜今回の見立て＞

□6月15日から9月5日まで地下水等を観測した結果、盛土表面から7m以上低い位置にあり、盛土内に達していないことを確認。このため、盛土内の水位上昇による影響ではないと推定

□一方、当該地区における盛土は傾斜した基礎地盤内で崩壊していることを確認

【今後の対応方針】

• 盛土の基礎地盤については、地すべり地や崖錘と同様、傾斜した脆弱な地層でも地震動で盛土と同時に崩壊することがありうることから、調査計画段階で、必要に応じて、影響を受けない位置にルートを選定することや地盤安定対策等の対応を検討することが必要である旨、各道路管理者に通知予定。



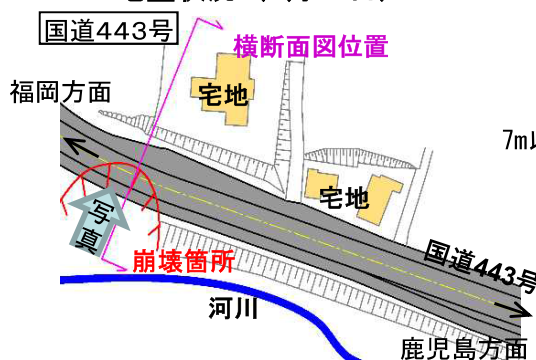
位置図



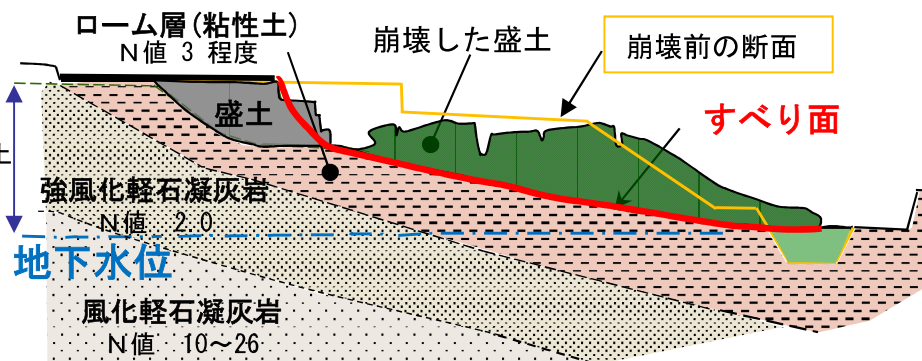
地盤状況（4月15日）



路面陥没地付近の状況（4月15日）



平面図



横断面図

道路に関する主な技術基準の制定状況

※代表的なものを記載

出典
社会資本整備審議会
第7回道路技術小委員会
平成29年3月10日

新設・改築に関する技術基準

維持・修繕に関する技術基準

橋梁

橋、高架の道路等の技術基準(改定中)

5年に一度近接目視

定期点検要領

トンネル

道路トンネル技術基準

5年に一度近接目視

定期点検要領

道路トンネル非常用施設設置基準

舗装

舗装の構造に関する技術基準

点検要領

土工

道路土工構造物技術基準

5年に一度近接目視

定期点検要領
(シェッド・大型カルバート)

点検要領(作成中)
(切土・盛土・擁壁)

附属物等

道路標識設置基準

5年に一度近接目視

定期点検要領
(門型標識・情報板)

道路照明施設設置基準

立体横断施設技術基準

5年に一度近接目視

定期点検要領(横断歩道橋)

防護柵の設置基準

(維持管理の内容を含む)

道路緑化技術基準

(維持管理の内容を含む)