

# メンテナンスサイクルに対応した グラウンドアンカーの維持管理手法に関する研究



国立研究開発法人 土木研究所  
地質・地盤研究グループ 施工技術チーム

総括主任研究員 近藤益央

## 道路土工構造物の位置づけ（法・政令）

国土交通省資料

### ○道路法

#### ○第29条（道路の構造の原則）

道路の構造は、当該道路の存する地域の地形、地質、気象その他の状況及び当該道路の交通状況を考慮し、通常の衝撃に対して安全なものであるとともに、安全かつ円滑な交通を確保することができるものでなければならない。

#### ○第30条（道路の構造の基準）

高速自動車国道及び国道の構造の技術的基準は、次に掲げる事項について政令で定める。  
八 排水施設  
十一 横断歩道橋、さくその他安全な交通を確保するための施設

### ○道路構造令

#### ○第26条（排水施設）

道路には、排水のため必要がある場合においては、側溝、街渠、集水ますその他の適当な排水施設を設けるものとする

#### ○第33条（防雪施設その他の防護施設）

2（前略）落石、崩壊、波浪等により交通に支障を及ぼし、又は道路の構造に損傷を与えるおそれがある箇所には、さく、擁壁その他の適当な防護施設を設けるものとする。

## 道路土工構造物の位置づけ（通達）

国土交通省資料

○道路の主要構造物の新設・改築の基準（通達）の一つとして、道路土工構造物技術基準を新規に制定

### 新設・改築に関する基準

橋梁	橋、高架の道路等の技術基準【H24】
	道路トンネル技術基準【H元】
	道路トンネル非常用施設設置基準【S56】
トンネル	舗装の構造に関する技術基準【H13】
	電線等の埋設物に関する設置基準【H11】
舗装	道路土工構造物技術基準【H26 新規制定】
土工	立体横断施設技術基準【S53】 *
	道路標識設置基準【H26】 *
	道路照明施設設置基準【H19】 *
	道路緑化技術基準【H26】 *
附属物等	

\*新設、改築の基準に一般的な内容として一部点検、維持管理に係る記述有り 【 】は制定または改正年度

## グラウンドアンカーの不具合事例（湧水関係）



### 支圧板周辺部の湧水処理

支圧板周辺部に汚れのある箇所では湧水を確認。支圧板周辺に顕著な汚れがない箇所でも湧水が確認された。

作用する湧水への対応不十分

## 基準のポイント 要求性能を明確化

国土交通省資料

### 第4章 道路土工構造物の設計 4-3 要求性能

- 道路土工構造物の要求性能は、(3)に示す重要度の区分に応じ、かつ、当該道路土工構造物に連続又は隣接する構造物等の要求性能に影響を考慮して、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は、安全性、使用性及び修復性の観点から次のとおりとする。  
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  
性能2:道路土工構造物の損傷が限定的なものとどまり、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とならない性能
- 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、一般国道  
・都道府県道、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

性能を、道路土工構造物の損傷による、道路の機能への支障及び修復性に応じ、3段階に明確化

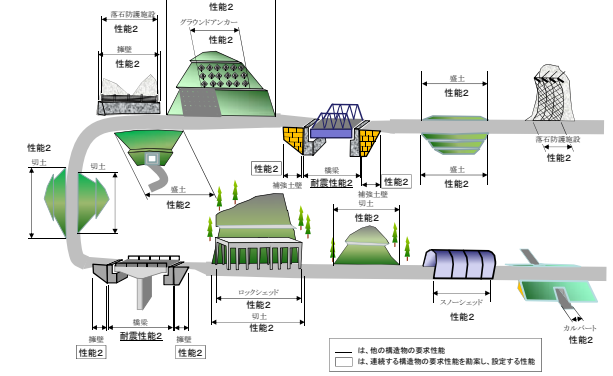
## 基準のポイント 連続する構造物等との整合

国土交通省資料


### ○連続・隣接する構造物との要求性能の整合のイメージ

作用:地震動(レベル2)

重要度1:一般国道・主要地方道イメージ




**アンカー構造物が他の構造物と連続又は隣接する事例**



アンカー斜面  
のり枠  
落石防護擁壁

隣接


・設計にあたって、  
守るべき道路機能が同一なので  
想定する災害に一貫性があるかどうか



アンカー  
盛土

隣接


**アンカー構造物が他の構造物と連続又は隣接する事例**



アンカー斜面  
トンネル

連続

・設計にあたって、  
ネットワークとして機能するので、  
機能の一貫性があるかどうか



アンカー斜面  
トンネル  
のり枠

連続

隣接

**基準のポイント 維持管理の方法を考慮**

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。

切土のり面(グラウンドアンカー)      高所作業車による点検  
(通行規制あり)




点検用通路を設置した事例

**基準のポイント 維持管理の方法を考慮**

**グラウンドアンカー維持管理のフロー**  
(維持管理マニュアルp.19)

```

    graph TD
      A[予備調査] --> B[初期点検]
      B --> C[日常点検]
      B --> D[定期点検]
      B --> E[異常時点検]
      C --> F[健全性調査]
      D --> F
      E --> F
      F --> G[対策]
      G --> C
      G --> D
      G --> E
  
```

予備調査: 既存資料収集、周辺条件の把握など

初期点検: アンカーの現状把握

健全性調査: 頭部詳細調査(頭部露出調査)、リフトオフ試験、頭部背面調査、維持性能確認試験、残存引張り力のモニタリング など

対策: 耐久性向上対策、補修・補強、更新、緊急対策、応急対策

**基準のポイント 設計条件との適合、記録保存を明確化**

国土交通省資料

**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。

**第6章 記録の保存**

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



設計条件と施工条件の適合を明確化するとともに、維持管理に必要な設計・施工時の記録の保存を明確化し、損傷や災害が発生した場合における補修設計等に反映

**記録の保存**

**維持管理上特に重要な情報**

- ・ 施工中に発見された弱点への対処  
→ 供用中の被災の要因となる可能性大
- ・ 日常の点検の記録  
→ いつ(何が原因で)被災が発生したのか  
どの程度の速度で進行しているか
- ・ 完成時の位置・形状  
→ 被災の形態

## 土工構造物における メンテナンスサイクルの確立の方向

- 道路構造物については、個々の道路環境(自然特性、道路利用状況、構造特性等)を踏まえて、道路管理者が定期的に点検・診断を行い、**安全性及び維持管理の効率性の確保を目的とする予防的な保全**による維持管理を基本とすべきである。
- 劣化のシミュレーションができる程度に構造物の劣化現象がモデル化できていない構造物や、シナリオ作成のための知見の蓄積が十分でなく、研究開発及びアセットマネジメントシステムが形成されていない構造物については、**各構造物の特性を踏まえつつ、早期の知見形成等に向け検討する必要がある。**

出典：道路メンテナンス技術小委員会中間とりまとめ  
(<http://www.mlit.go.jp/common/001000089.pdf>)

## 土工構造物の維持管理の視点

- 老朽化の視点
  - 構造物の性能が何らかの要因により低下することによる被害発生への対応
  - 予防保全的な対応に有効
- 防災の視点
  - 構造物に被害を及ぼす誘因の発生への対応
  - 誘因を発見した場合でも対応が困難
    - 規模・対象が大
    - メカニズムが不明確

## 老朽化の視点

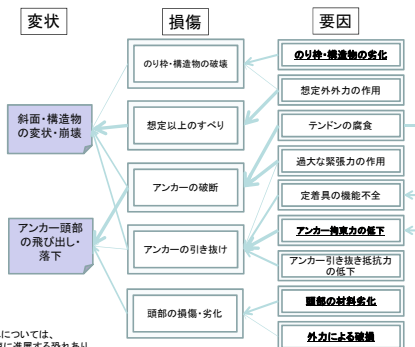
- 前提
    - 構造物への作用が安定していること
    - 構造物の性能が明確であること
  - 実態
    - 作用の不確実性
      - 水の影響
    - 性能の不確実性
      - 材料、施工、応答の不確実性
- 多くの土工構造物は前提が成立しにくい

参考文献：ストック総点検の手引き(平成25年2月 国交省道路局) 等

## 防災の視点

- 土工構造物に被害を及ぼす誘因に着目
  - 土工構造物の特性
    - 複数の構造物の組合わせで道路の安全を確保
    - 多くの不確実性を含む(土圧・すべり)
    - 不確実性に対して大きな安全余裕で対応している
- 個々の構造物にのみ着目するのではなく、大きな視点で災害誘因を発見し、対応する。

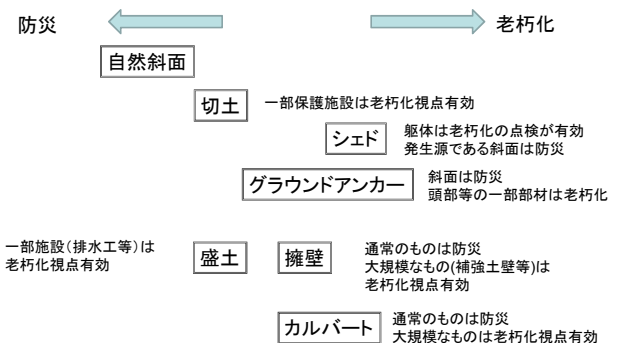
## 損傷と要因



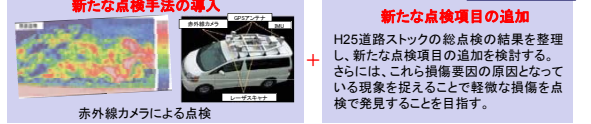
※アンカー頭部飛び出しについては、鋼棒タイプの場合は急速に進展する恐れあり  
※想定外外力、過大な緊張力は、構造物の変状として徴候が出る場合あり

(グラウンドアンカー維持管理マニュアル<sup>2)</sup>に追加)

## 2つの視点の関係



メンテナンスサイクルに対応したグラウンドアンカーの維持管理手法に関する研究  
①グラウンドアンカーの損傷要因(要因)を見つけるための点検の高度化



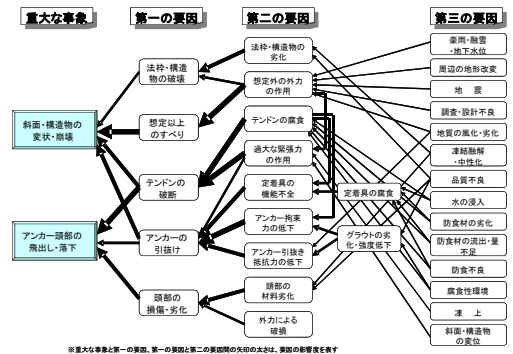
→総点検等で異常のある箇所を中心に現場報告書の整理や追加調査を実施し、損傷の要因を見つけるための点検の精緻化・新たな点検項目の追加・新たな点検手法の導入を検討

メンテナンスサイクルに対応したグラウンドアンカーの維持管理手法に関する研究

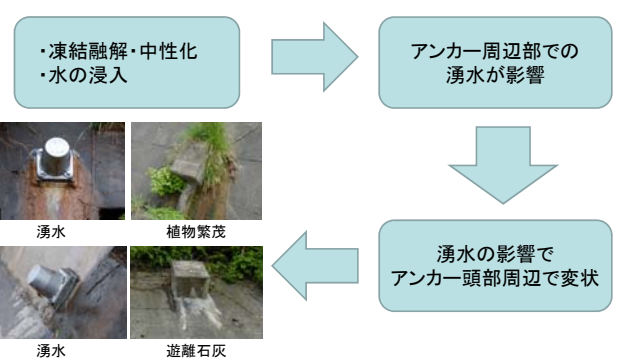
各調査・試験の使用機器(例)

調査・試験名称	調査方法	調査項目	主な使用機器	仮設など	備考
頭部詳細調査	頭部目視調査	浮上り、破損状況 遊離石灰	ハンマー		緊張り解除前
	頭部露出調査	鋼材、定着具の腐食状況 防錆油の充填・変質状況	電動ピンク スパンなど	電力設備 はつりカスなど飛散防止	〃
防錆油性状調査	目視調査 専門試験場	防錆油の性状	各種試験装置		緊張り解除前 緊張り解除後
超音波探傷試験	専門試験場	PC鋼材の探傷	超音波探傷器 探触子、ペンション アイソクタインダー	電力設備	緊張り解除前 緊張り解除後
リフトオフ試験		残存引張り力 変位特性	センターホールジャッキ ジャッキキューブ、アン ションバーなど特殊治具 変位測定装置	電力設備 アンションなど飛散防 止	緊張り解除前
頭部背面調査	緊張り解除	-	センターホールジャッキ ジャッキキューブ、アン ションバーなど特殊治具 変位測定装置	電力設備 アンションなど飛散防 止	緊張り解除後
	目視調査	PC鋼材の腐食状況 支圧板背面調査 防錆油の充填状況			緊張り解除後
アンカー維持性 信頼性試験	緊張り解除後 1サイクル確認 試験	アンカー耐力 変位特性	センターホールジャッキ ジャッキキューブ、アン ションバーなど特殊治具 変位測定装置	電力設備 アンションなど飛散防 止	〃

メンテナンスサイクルに対応したグラウンドアンカーの維持管理手法に関する研究



メンテナンスサイクルに対応したグラウンドアンカーの維持管理手法に関する研究



メンテナンスサイクルに対応したグラウンドアンカーの維持管理手法に関する研究

湧水が原因とされる問題が深刻化する前に湧水の有無を把握

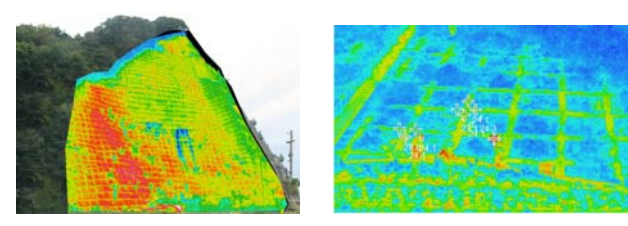


**仮説**  
陰等の影響を受けない箇所であれば、アンカーキャップの上下左右の4点のコンクリート表面温度は同じ。背面に水が溜まっていたり、表面を湧水がなれていれば、コンクリート表面温度に差が生じると仮定

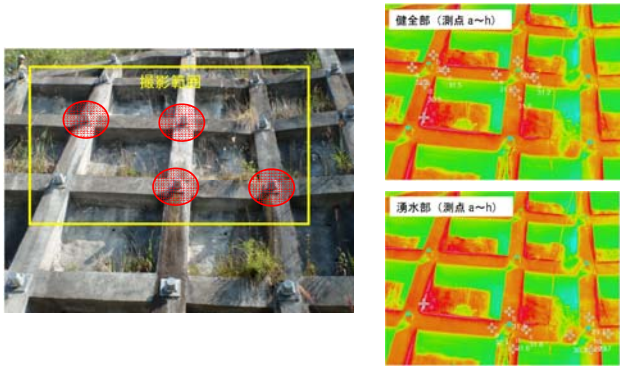
メンテナンスサイクルに対応したグラウンドアンカーの維持管理手法に関する研究

吹付のり面の空洞化探査では、2計測時間以上の表面温度差を面的に評価して空洞化箇所を判定。カメラを固定して1日単位の撮影が必要。

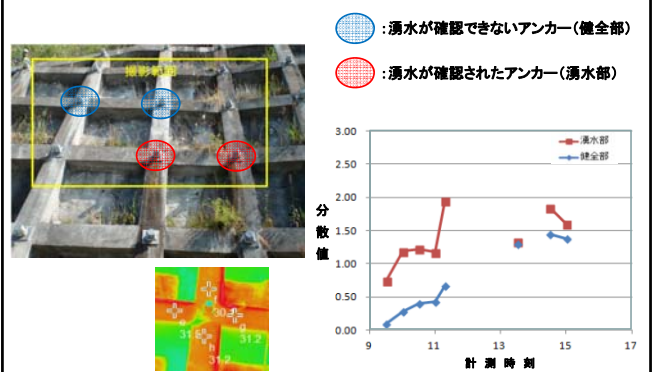
アンカー部の湧水有無の判定では、キャップ周辺のコンクリート表面温度で湧水の有無を判定。温度変化を調べるのではないことから連続撮影が不要。



メンテナンスサイクルに対応したグラウンドアンカーの維持管理手法に関する研究



メンテナンスサイクルに対応したグラウンドアンカーの維持管理手法に関する研究



メンテナンスサイクルに対応したグラウンドアンカーの維持管理手法に関する研究

②グラウンドアンカーの損傷を検知する健全性調査の高度化

**非破壊検査**

マイクロ点検手法を用いて健全性を調査

実大の模擬実験や現地計測を実施し、検知した損傷程度と実際の損傷程度を比較し、検知技術の適用性を検討

**頭部背面調査**

工業用内視鏡 (CCDカメラ) を用いた背面調査 (動画、静止画を撮影可能)

メンテナンスサイクルに対応したグラウンドアンカーの維持管理手法に関する研究

各調査・試験の使用機器 (例)

調査・試験名称	調査方法	調査項目	主な使用機器	仮設など	備考
頭部詳細調査	頭部目視調査	浮上り、破損状況 腐蝕状況	ハンマー		緊張力解除前
	頭部露出調査	鋼材、定置具の腐食状況 防錆塗の剥離・劣化状況	電動ドリル スベアなど	電力設備 はつりカスなど飛散防止	〃
防錆油性状調査	目視調査 専門試験機	防錆油の性状	各種試験装置		緊張力解除前 緊張力解除後
超音波探傷試験		PC鋼材の探傷	超音波探傷器 探傷剤、パルソン ブラスターライナー	電力設備	緊張力解除前 緊張力解除後
リフトオフ試験		後方引張り力 変位特性	センサーホールジャッキ または特殊ジャッキ 変位量測定装置	電力設備 テンションなど飛散防止	緊張力解除前
頭部背面調査	緊張力解除		センサーホールジャッキ ジャッキキューブ、テン ションキューブなど特殊器具	電力設備 テンションなど飛散防 止	
	目視調査	PC鋼材の腐食状況 定置具背面調査 防錆塗の劣化状況			緊張力解除後
アンカー維持性 能確認試験	緊張力解除後 1サイクル確認 試験	アンカー耐力 変位特性	センサーホールジャッキ ジャッキキューブ、テン ションキューブなど特殊器具 変位量測定装置	電力設備 テンションなど飛散防 止	〃

メンテナンスサイクルに対応したグラウンドアンカーの維持管理手法に関する研究

頭部背面調査

頭部背面部における tendon の腐食状況、防錆剤の充填状況、地下水等の進入状況等を直接目視により点検する。

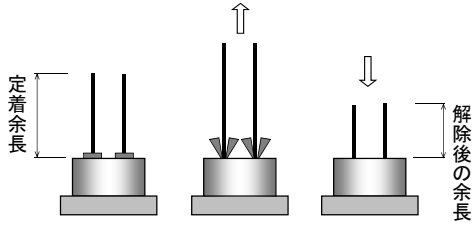


メンテナンスサイクルに対応したグラウンドアンカーの維持管理手法に関する研究



メンテナンスサイクルに対応したグラウンドアンカーの維持管理手法に関する研究

頭部背面調査の問題点



メンテナンスサイクルに対応したグラウンドアンカーの維持管理手法に関する研究

頭部背面調査の問題点

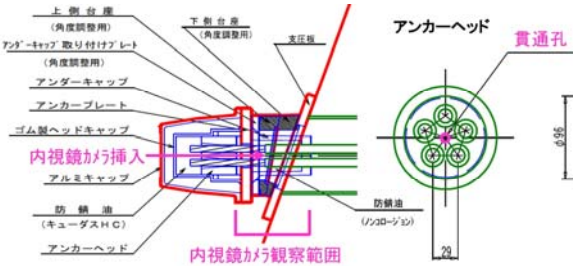


緊張力を解除しても十分な余長があり、テンドンが引き込まれる心配がない。

十分な余長がないため、緊張力を解除するとテンドンが引き込まれ、再緊張ができない。

メンテナンスサイクルに対応したグラウンドアンカーの維持管理手法に関する研究

新たな頭部背面調査法



メンテナンスサイクルに対応したグラウンドアンカーの維持管理手法に関する研究

新たな頭部背面調査法



メンテナンスサイクルに対応したグラウンドアンカーの維持管理手法に関する研究

新たな頭部背面調査法

