

グラウンドアンカー維持管理の 現状と課題

アンカー維持管理の状況

宮武 裕昭



独立行政法人土木研究所
地質・地盤研究グループ
施工技術チーム 上席研究員

1

国土交通省の取り組み

社会資本メンテナンス戦略小委員会

設置:平成24年7月31日

委員長:家田 仁
(東京大学大学院工学系研究科教授)

→平成25年5月 「今後の社会資本の維持管理・更新のあり方について」の中間答申

社会資本としての役割を持続的に発揮させるための維持管理・更新に向けて、今後目指すべき基本的な考え方

道路メンテナンス技術小委員会

設置:平成25年1月23日

委員長:三木 千壽
(東京都市大学副学長、総合研究所教授)

→平成25年6月 中間とりまとめを発表

「メンテナンスサイクル」の構築の必要性

社会資本の老朽化対策会議

設置:平成25年1月21日

議長:国土交通大臣

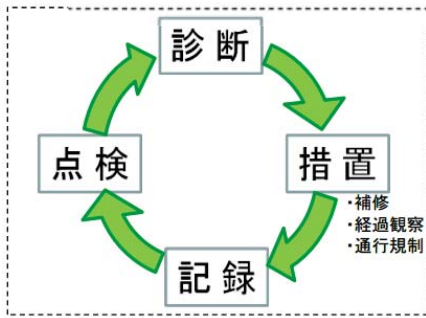
→平成25年3月 当面講ずべき措置

具体的な施策を三カ年の工程表にもとづいて実施

2

メンテナンスサイクルの構築と充実

メンテナンスサイクル



反映 ⇄ 充実

長寿命化計画



1. メンテナンスサイクルの構築

安全安心を確保するため、点検→診断→措置→記録→(次の点検)という維持管理の業務サイクルを通じて、**※長寿命化計画**等の内容を充実し、予防的な保全を効率的、効果的に進めるべき。

※予防的な修繕等による**機能の保持、回復**や**耐震補強**等により求められる機能の確保を行い、施設に求められる**性能を保持する期間を延ばすための計画**

2. メンテナンスサイクルの充実

このメンテナンスサイクルを改善あるいは充実するために、**PDCAの考え方**に基づき運用状況を評価・改善すべき。

具体的には、メンテナンスサイクルの実施に際して、各道路管理者により設定された管理水準の下で、収集・蓄積した情報を分析し、技術基準類の改善や新制度・新技術の積極的な導入等について検討し、メンテナンスサイクルのスパイラルアップを図るべき。

3

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>)

道路のメンテナンスサイクルの構築に向けて

1. 道路構造物の適切な維持管理に向けて

(1)維持管理の基本的な考え方

安全安心等を確保するため、点検→診断→措置→記録→(次の点検)の業務サイクルを通して、長寿命化計画等の内容を充実し、予防的な保全を進める**メンテナンスサイクルの構築**を図るべき

(2)メンテナンスサイクルの構築に求められる重要な視点

- ① 各道路管理者における点検の適切かつ確実な実施がなされるよう、点検の制度化を行うべき
- ② **長寿命化計画の策定**について、
 - ・高速道路や国管理の道路では、先導的に取り組むべき
 - ・地方公共団体管理の道路では、国が財政的、技術的支援で策定を促すべき

(3)メンテナンスサイクルを支える基準類のあり方

- ① 国は、各道路管理者による適切な維持管理の実現を図るため、メンテナンスサイクルの構築に必要な**基本的な事項**を法令上に位置づけるとともに、要領やマニュアル等を含む基準類全体の充実を図るべき

<基本的な事項>

- ・予防的な保全を目指した維持管理
- ・予めその頻度を定めた計画的な点検の実施
- ・構造物の健全度を一定の尺度で診断
- ・点検、診断、措置の記録の作成、保存 など

<その他重要事項(基準類全体の中で規定)>

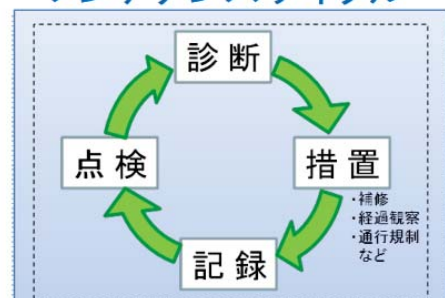
- ・点検における盲点を作らないよう、非構造部材や道路附属物も含めた構造物(橋・トンネル等)単位で点検を実施
- ・修繕等に際して、フェールセーフ構造の採用等の積極的検討や、耐震補強等による機能確保の一体的な実施 など

- ② 基準類は、定期的な見直しや事故を回避するための緊急的な見直し等にも速やかに対応できる構成とすべき

- ③ 各道路管理者は、国が示す基準類を踏まえ、個々の道路の状況を勘案し、必要な維持管理の内容を具体化するべき

4

メンテナンスサイクル



反映 ⇄ 充実

長寿命化計画

出典：第4回道路メンテナンス技術小委員会 配布資料 (<http://www.mlit.go.jp/common/000997541.pdf>)

道路のメンテナンスサイクルの構築に向けて

2. メンテナンスサイクルの充実に向けて

(1)メンテナンスサイクルの段階的な充実と確実な実施

- ① PDCAサイクルの導入により、メンテナンスサイクルに基づく維持管理を段階的に充実すべき
- ② メンテナンス分野の産業育成や大学等との連携によるメンテナンスエンジニアの育成
- ③ 地勢・気象等による共通的な課題に対し、広域的な単位で対応する専門的組織や地方公共団体支援拠点の強化
- ④ 高規格幹線道路等の重要な幹線道路については、点検の実施や長寿命化計画の策定及び措置状況を定期的に国が取りまとめる仕組み・体制の充実

(2)全国の道路構造物を対象としたデータベースの構築と活用

- ① 全国の道路構造物から得られる技術的知見を国が把握・蓄積し、基準類の見直し等に取り組むべき
- ② 技術的知見を蓄積し、技術基準類や研究開発に活かすための研究機関の体制の充実
- ③ 点検結果や構造物の健全度に関する情報の共有及び積極的な発信(見える化)により、維持管理に対する関心と国民理解の醸成

(3)不具合情報の収集と啓発の仕組みづくり

- ① 不具合情報について、速やかに収集し、各道路管理者に的確に注意喚起等を実施する体制・仕組みの充実
- ② 事故等の重大な不具合については、原因究明と再発防止策の検討を行う専門家組織を構築

(4)点検・診断等をサポートする技術開発や技術評価の推進

- ① 非破壊試験、構造物の劣化予測、長期的耐久性、ICTの活用、補修・補強等の技術開発について、産学官連携した取組の充実
- ② 民間が開発した新技術等の評価や認証制度の充実

3. 地方公共団体でのメンテナンスサイクル導入に向けた支援

- ① 総点検後の情報共有、高度な診断等、国、都道府県による技術支援体制の確立
- ② 地方公共団体の維持管理に対する集中的な財政支援

5

出典：第4回道路メンテナンス技術小委員会 配布資料 (<http://www.mlit.go.jp/common/000997541.pdf>)

メンテナンスサイクル構築における位置づけ

アンカー維持管理の状況

((独)土木研究所 地質・地盤研究グループ 施工技術チーム 上席研究員 宮武裕昭)

- ・基準・マニュアルの改正
→ 『メンテナンスサイクルを支える基準類のあり方』
- ・総点検の実施
→ 『全国の道路構造物を対象としたデータベースの構築と活用』
『不具合情報の収集と啓発の仕組みづくり』
- ・効率的な維持管理手法の研究
→ 『点検・診断等をサポートする技術開発や技術評価の推進』

高速道路におけるアンカーの維持管理の状況

((株)高速道路総合技術研究所 道路研究部 土工研究室 主任研究員 関 茂和)

- 『維持管理の基本的な考え方』
『メンテナンスサイクルを支える基準類のあり方』
『点検・診断等をサポートする技術開発や技術評価の推進』

6

メンテナンスサイクル構築における位置づけ

SAAMシステムを用いたグラウンドアンカー工の維持管理

(三重大学大学院生物資源学研究科 教授 酒井俊典)

- 『全国の道路構造物を対象としたデータベースの構築と活用』
- 『点検・診断等をサポートする技術開発や技術評価の推進』

急傾斜地におけるグラウンドアンカーの調査について

((一社)日本アンカー協会 技術委員 末吉達郎)

- 『維持管理の基本的な考え方』
- 『点検・診断等をサポートする技術開発や技術評価の推進』

アンカー維持管理と地質リスクマネジメント

((一社)全国地質調査業協会連合会/株相愛 建設事業部 主任研究員 常川 善弘)

- 『維持管理の基本的な考え方』
- 『全国の道路構造物を対象としたデータベースの構築と活用』
- 『点検・診断等をサポートする技術開発や技術評価の推進』

7

基準・マニュアルの改訂

8

道路法等の一部を改正する法律について

(平成25年5月29日可決・成立、6月5日公布)

道路の老朽化や大規模な災害の発生の可能性等を踏まえた道路の適正な管理を図るため、予防保全の観点も踏まえて道路の点検を行うべきことを明確化するとともに、大型車両の通行経路の合理化と併せた制限違反車両の取締りの強化、防災上重要な経路を構成する道路の無電柱化の促進、災害時の道路啓開の迅速化等の所要の措置を講ずる。

背景

- 高度経済成長期に集中的に整備された道路の老朽化が進行

※建設後50年以上経過した道路構造物の割合

・橋	16% (2012)	⇒ (20年後)	⇒ 65% (2032)
・トンネル	18% (2011)	⇒ (20年後)	⇒ 47% (2031)

- 重量車両の通行により道路の疲労が蓄積



(橋梁の抜け落ち)



(舗装のわだち掘れ)

- 首都直下地震や南海トラフの巨大地震等様々な災害に備えた「命の道」の確保の必要性



(東日本大震災における道路の啓開状況)



(台風による道路の被災状況の啓開状況)

9

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>)

改正の概要

1. 道路構造物の予防保全・老朽化対策

【道路の維持・修繕の充実（ハード対策）】

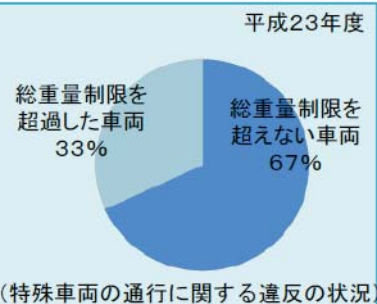
- 道路の予防保全の観点も踏まえた点検を含む維持・修繕の実施
- 国土交通大臣による点検結果の調査（技術開発等への活用）
- 一定の構造物を対象とした国土交通大臣による修繕・改築の代行



(道路構造物の点検)

【大型車両の通行の適正化（ソフト対策）】

- 大型車両の通行を誘導すべき経路を構成する道路を国土交通大臣が指定
→国土交通大臣による一部の大型車両の通行許可の迅速化
- 制限違反を繰り返す車両の使用者等に対する監督強化（立入検査等の実施）



2. 道路の防災・減災対策の強化 (略)

道路法の改正内容

○道路の予防保全の観点も踏まえた点検を含む維持・修繕の実施

(道路の維持又は修繕)

第42条 道路管理者は、道路を常時良好な状態に保つように維持し、修繕し、もって一般交通に支障を及ぼさないように努めなければならない。

2 道路の維持又は修繕に関する技術的基準その他必要な事項は、政令で定める。

3 前項の技術的基準は、道路の修繕を効率的に行うための点検に関する基準を含むものでなければならない。

※下線部分が追加される規定

○国土交通大臣による点検結果の調査（技術開発等への活用）

○国土交通大臣による「道路の維持又は修繕の実施状況」（＝点検の実施状況を含む。）に関する調査を規定

【第77条（道路に関する調査）】

11

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>)

道路法の改正内容

○一定の構造物を対象とした国土交通大臣による修繕等の代行

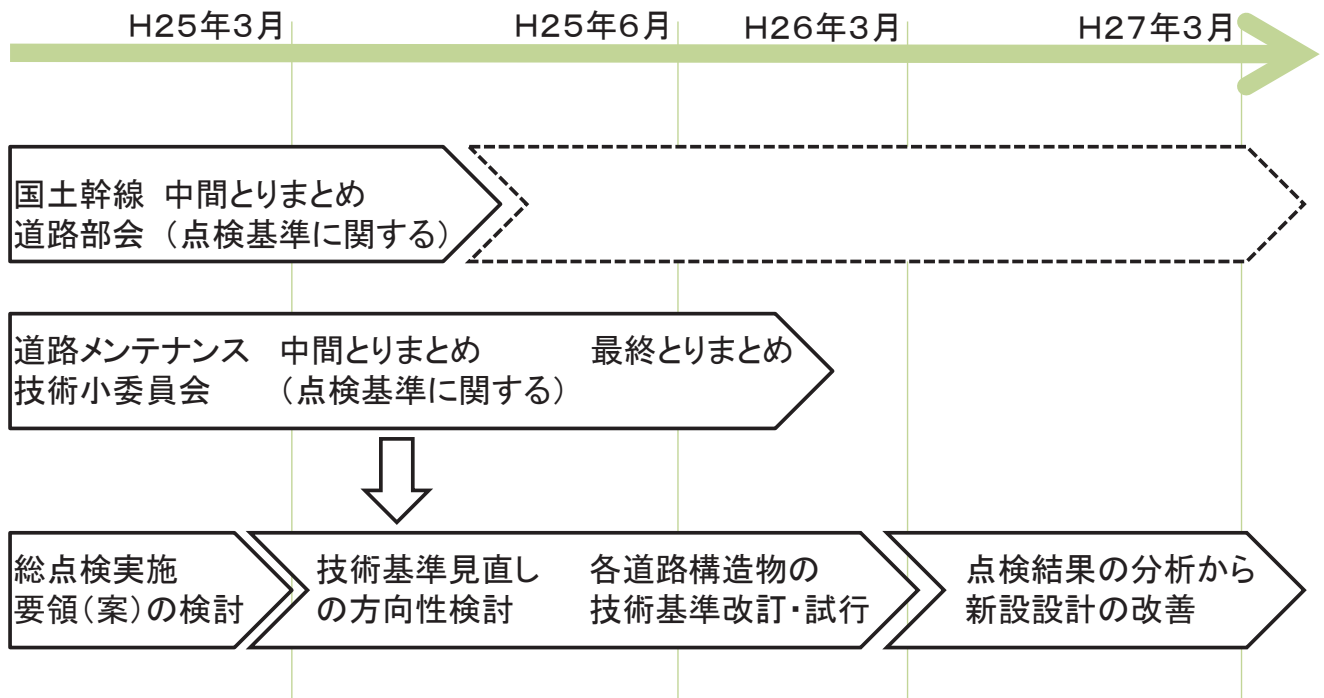
○都道府県道又は市町村道を構成する一定の構造物について、地方公共団体からの要請に基づき、国土交通大臣が修繕等を代行できる制度を規定 【第17条（管理の特例）】

※要請を受けて国土交通大臣が代行する場合の要件

- ・地方公共団体の工事の実施体制等を勘案して、必要と認められること
- ・一定の道路構造物であって、修繕等に高度の技術や機械力が必要であること 等

※費用負担割合は、補助事業として地方公共団体が実施する場合と同じ

工程表【基準・マニュアル】



13

総点検の実施

14

総点検の概要

- 目的：第三者被害を及ぼす事象を防ぐ点検の実施に当たって、最低限必要となる点検内容判定方法等を提示
- 対象：主として市町村
- 備考：主として市町村が総点検を実施する際に参考となる資料として送付

	要領の適用範囲	点検内容
橋梁	各道路管理者が必要に応じ適用 （第三者被害の影響が大きいと想定される幹線道路を主として適用するが、その他の道路にも準用できる。）	落下・転倒により橋梁下の第三者被害を及ぼす部材及び路面より上の附属施設を近接目視、打音、触診により点検。
トンネル		トンネルの覆工、坑門工、附属施設及びその取付金具を近接目視、打音、触診により点検。 第三者被害の可能性のある「変状・異常あり」を抽出。
舗装		巡回にてポットホール、路面の陥没につながる路面の変状などを点検し、応急補修。路面のひび割れ、わだち掘れ、縦断凸凹を目視評価（点検）。また、過去に陥没などが発生した箇所と同条件の路線や地下埋設物が存在する路線に対し路面陥没危険箇所調査（点検）を実施。
道路附属物（標識、照明、情報提供装置、横断歩道橋等）		道路附属物（標識、照明、情報提供装置、横断歩道橋）について損傷のおそれの高い部位を中心に目視、打音、触診により点検。箇所数が多いことから、規模が大きいもの等、倒壊、落下時に被害のおそれが高いものを優先的に実施。
法面・盛土・擁壁等（人工構造物）		道路のり面・土工構造物について、第三者被害につながる可能性が顕在化している人工構造物の顕著な老朽化、劣化、変状等を目視、打音、触診により点検。 15

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>)

総点検実施要領（案）の概要

【道路のり面・土工構造物編】

ポイント

主に市町村を対象に、点検箇所、点検方法、判定基準を参考に示すもの

1 点検の目的

道路のり面工・土工構造物における第三者被害の防止

2 点検対象

- ・のり面工（切土のり面、盛土、**グラウンドアンカー工**）
- ・斜面安定工（擁壁工、ロックシェッド、スノーシェッド、
落石防護工全般、落石予防工全般、その他斜面安定工）
- ・カルバート工

3 点検方法

目視点検、近接目視、触診や打音検査等により実施

4 点検結果等

施設ごとに判定基準を具体的に記載

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>)

グラウンドアンカーの点検方法の事例

点検方法

- ①アンカー部材の落下の危険性があるもの
- ②アンカーの機能が完全に失われていて、崩壊の危険性があるもの
- ③アンカーが破断して、部材の飛散・落下あるいは崩壊の危険性があるものを抽出することを目的に、アンカーの頭部や構造物などの変状を近接して確認する。

判定基準

以下の変状が見られるものを異常ありとする。

- ・アンカーの飛び出しが見られるもの(写真-①)
- ・支圧板または受圧板・受圧構造物の亀裂・破損が見られるもの(写真-②)
- ・アンカーの頭部キャップ及び頭部コンクリートの破損が見られるもの(写真-③)
- ・アンカー頭部や支圧板が手で押して動いてしまうもの



写真-①



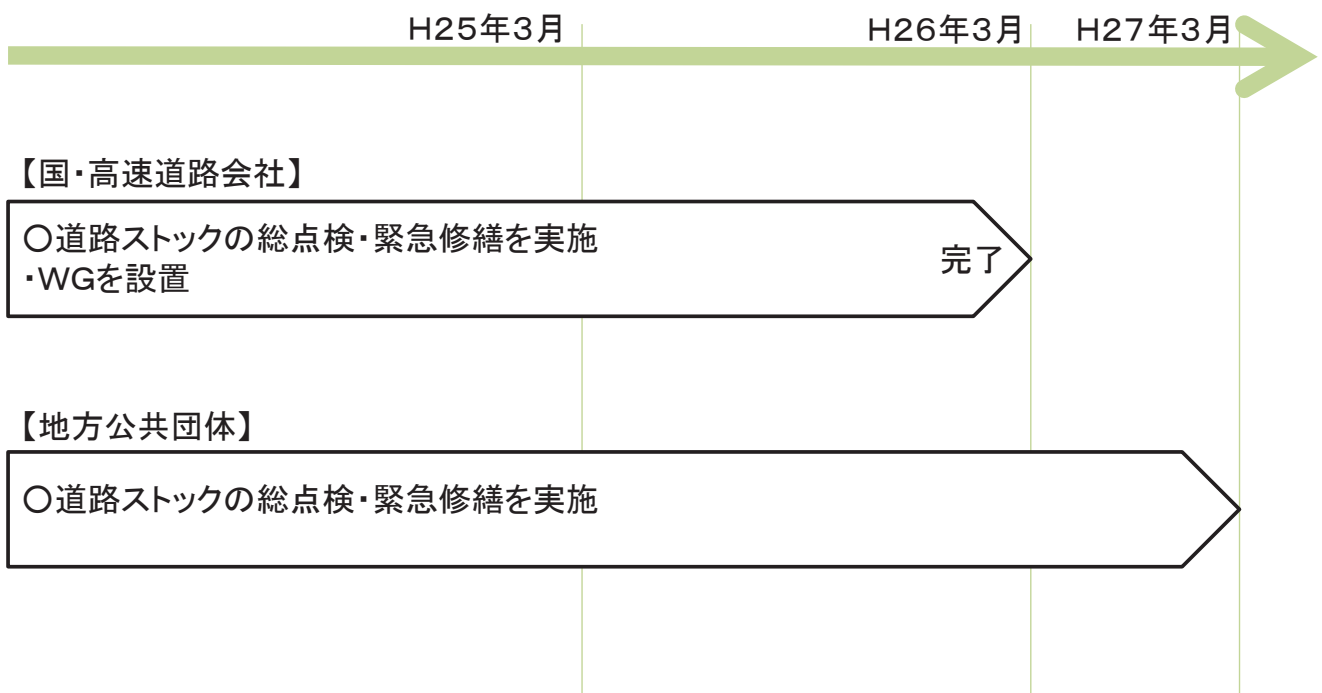
写真-②



写真-③

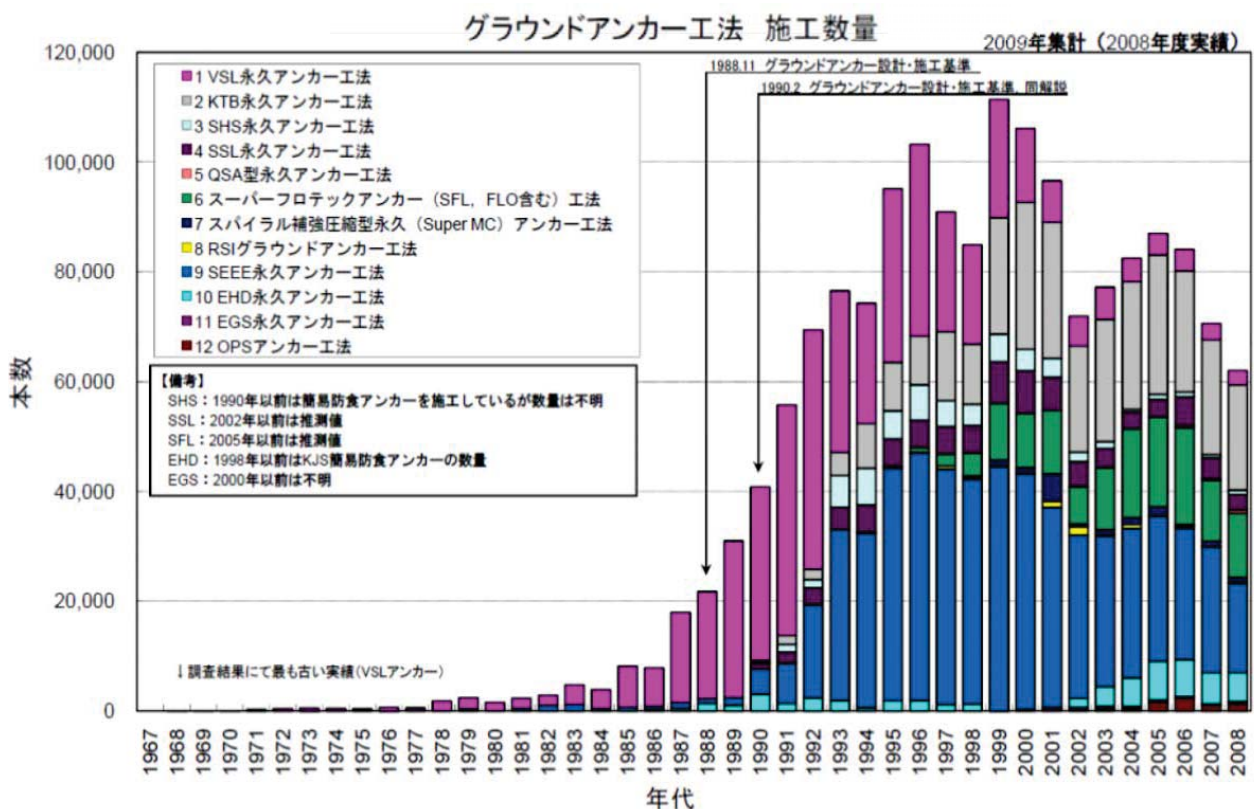
17

工程表【総点検】



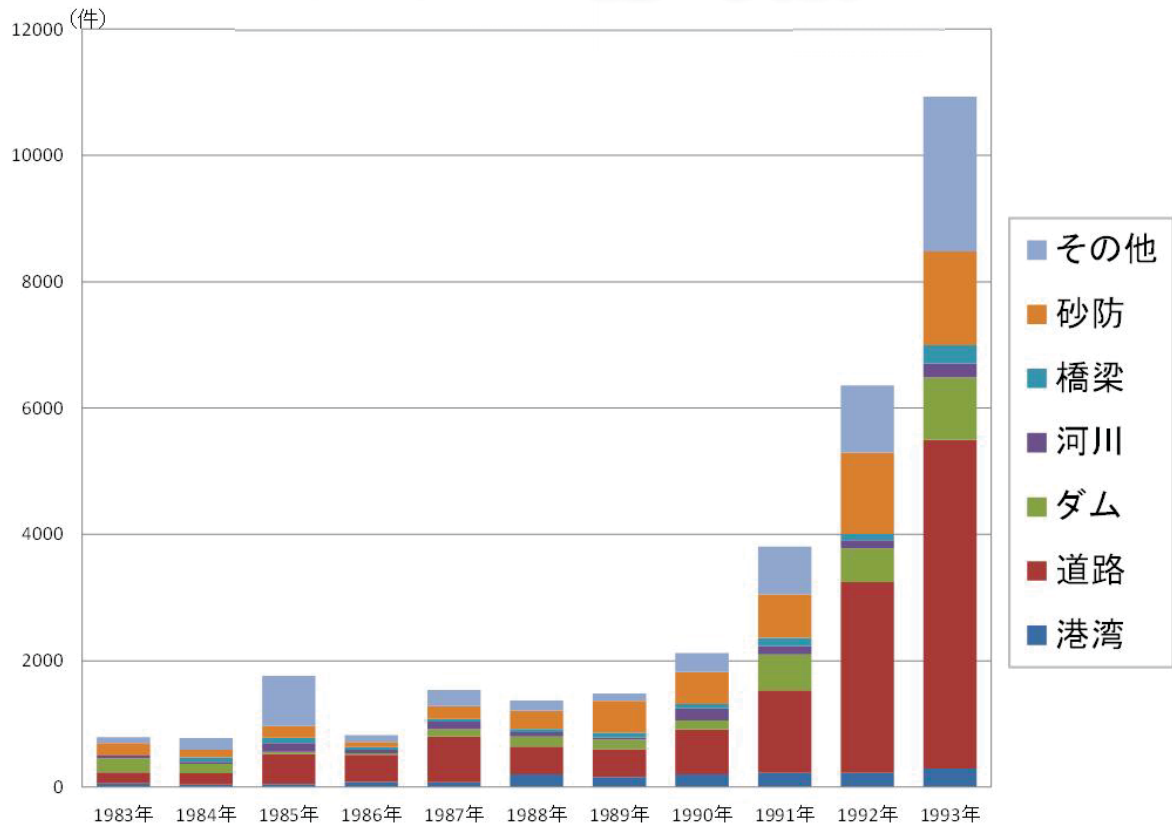
効率的な維持管理手法の研究

アンカーの施工実績



グラウンドアンカーの施工実績

アンカーの施工実績



グラウンドアンカーの施工実績

アンカーの変状事例



グラウンドアンカーの変状事例

アンカーの効率的な維持管理手法の研究

【研究の必要性】

- ・多くの道路斜面で実績を増やし変状事例も報告されてきている
→ これまで以上に効率的な維持管理を実現する必要がある

【アンカーの効率的な維持管理とは】

- ・比較的少ない費用と手間で現状把握
- ・効果的な補修・補強対策

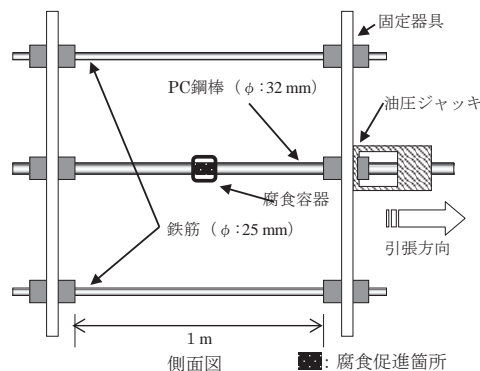
【達成目標】

- ・**グラウンドアンカーの効率的な維持管理手法の提案**
 - ①残存耐力評価方法について検討する
 - ②維持的工法の効果、性能の持続性等を定量的に明らかにする
 - ③グラウンドアンカーの増し打ちの効果について検討する

23

残存耐力評価方法について検討する

PC鋼棒の腐食試験体の作製



腐食試験体作製方法

実験条件

PC鋼棒 (B種1号)

引張強さ: 1219N/mm²

直径: 32mm

緊張力

緊張力: 388.2kN

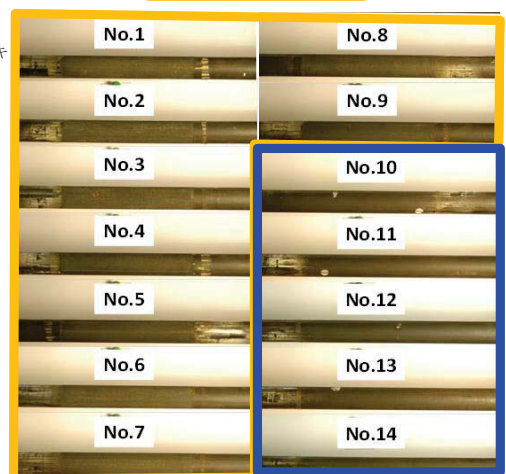
腐食促進方法

90°Cの20wt %

硝酸アンモニウム溶液

でランダムに数日間浸す

腐食促進あり



腐食促進なし

作製した腐食試験体

→PC鋼棒に緊張力を載荷した状態で腐食促進し遅れ破壊を模擬

24

残存耐力評価方法について検討する



引張り試験の様子

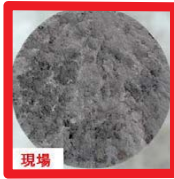
実験条件

引張り速度
約5 N/(mm²・sec)

腐食促進あり

腐食促進なし

	最大引張力 (kN)
No.1	595.0
No.2	552.8
No.3	543.2
No.4	435.8
No.5	555.4
No.6	391.8
No.7	375.2
No.8	280.4
No.9	397.2
No.10	659.2
No.11	651.8
No.12	650.8
No.13	655.6
No.14	657.6



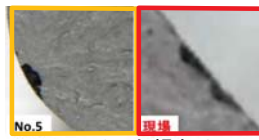
脆性破断面



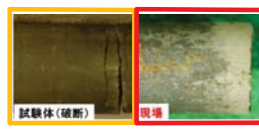
脆性破断面



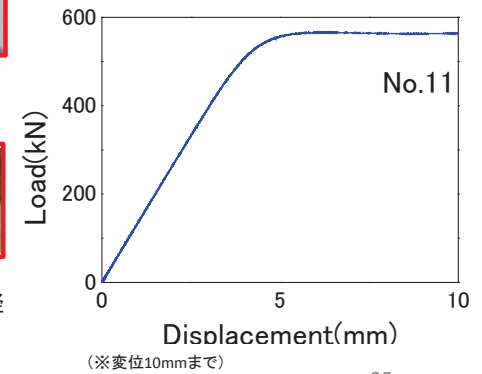
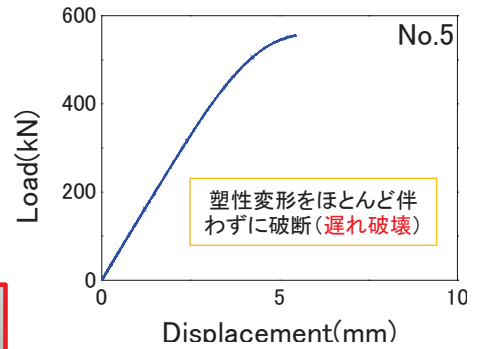
延性破断面



断面欠損あり



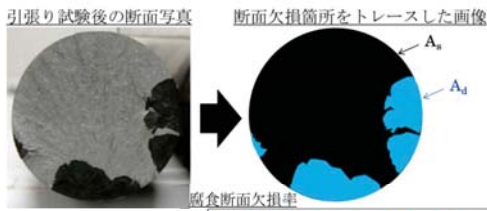
破断の形態が類似
→現場での遅れ破壊を模擬



→腐食したPC鋼棒の残存耐力を計測

残存耐力評価方法について検討する

腐食断面欠損(破壊)

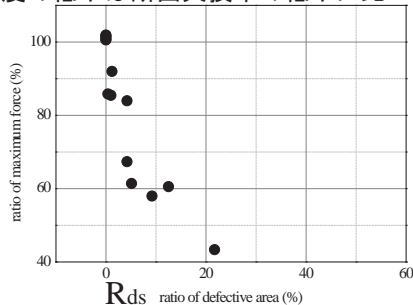


$$R_{ds} = A_d / (A_d + A_s) \times 100 (\%)$$

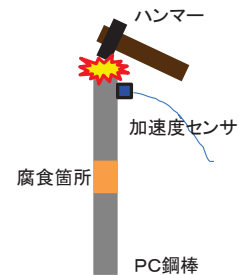
ここに
A_d: 腐食断面欠損箇所の面積
A_s: 腐食断面欠損箇所以外の面積(有効断面積)

断面欠損率と強度の関係

→強度の低下は断面欠損率の低下に比べて大きい

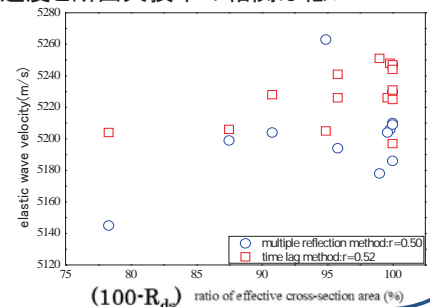


弾性波速度(非破壊)



弾性波速度と断面欠損の相関

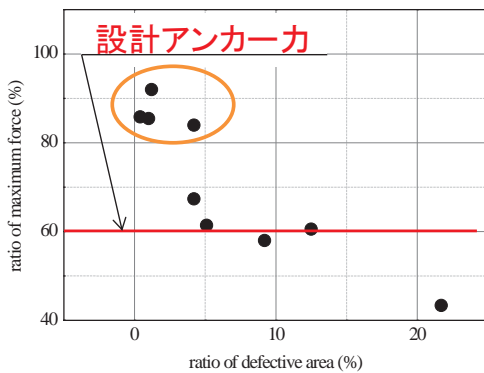
→弾性波速度と断面欠損率の相関は低い



→弾性波探査では残存耐力を評価することは困難なことを確認

アンカーの延命化を効率的に実施するには

維持的工法の効果(断面欠損率と強度の関係から)



→遅れ破壊のような急激に強度が低下する事象に対しては、初期の状態を保持することが重要

→維持的工法(防錆油の交換)によりアンカーの延命化を効率的に実施するには、アンカーの断面欠損がごくわずかなうちに実施する必要があることを示した

27

グラウンドアンカーの増し打ちの効果

【グラウンドアンカー設計・施工基準】

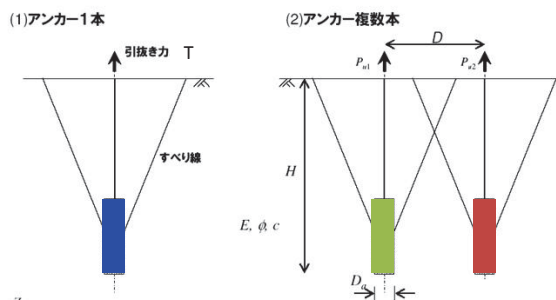
- ・グループ効果によりアンカーの極限引抜き力が減少する。
- ・アンカー体設置間隔をアンカー体直径の4倍以上、かつ1.5 m確保すればグループ効果は考慮しなくてよい。

➡ グループ効果を三次元FEMで解析

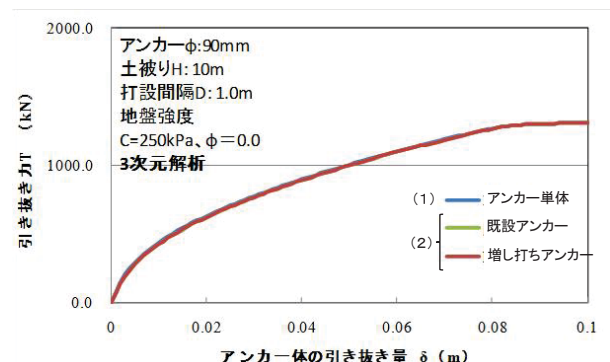
【課題】

- ・グループ効果によるアンカーの極限引抜き力減少の低減率を定量的に示し、マニュアルに反映させる。

数値解析



三次元FEM解析の結果(離隔D: 1.0m)



→基準値以下の設置間隔(設置間隔:水平に1.0m)による増し打ちアンカーの効果(引張力の低下はアンカー力に対して極わずか)を試計算

28

グラウンドアンカーの増し打ちの効果

【グラウンドアンカー設計・施工基準】

- ・(水平方向に)間隔を離して設置できない場合は、アンカー体相互の離隔を所定の値以上確保する(鉛直方向に設置位置をずらす)方法もある。

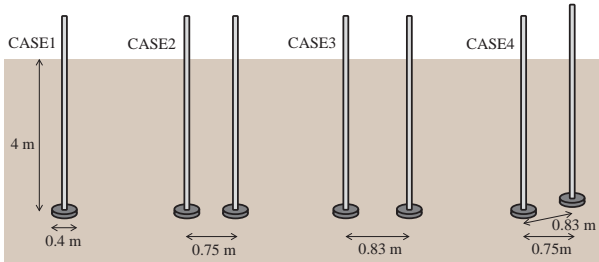
【課題】

- ・どのような配置でどの程度離せばよいかかわからない。

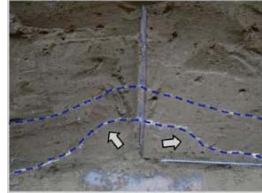


鉛直方向に設置位置をずらす方法で増し打ちアンカーの離隔を確保した場合の増し打ちの効果(極限引抜き力の低下)を実大模型実験で確認

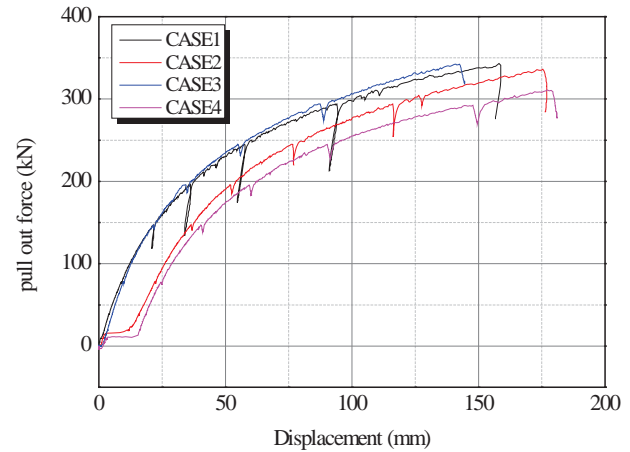
実大模型実験



アンカー周辺の地盤の移動(CASE4)



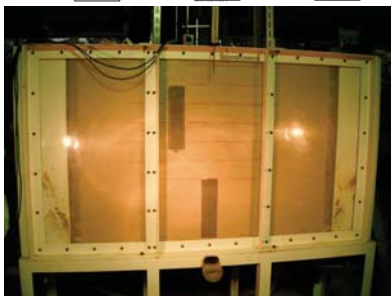
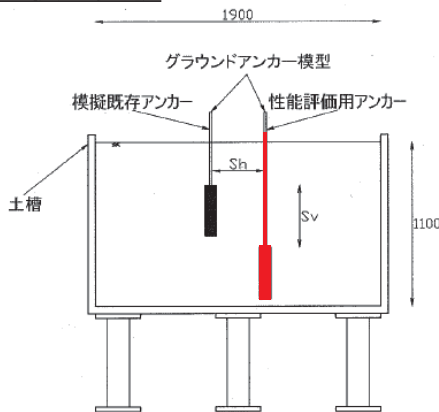
実大模型実験の結果



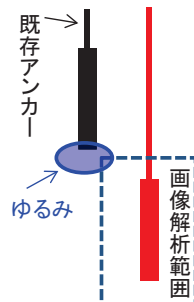
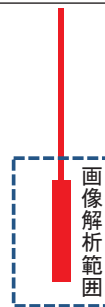
→同じ離隔でも離隔の取り方で増し打ちの効果が異なることを確認

グラウンドアンカーの増し打ちの効果

小型模型実験



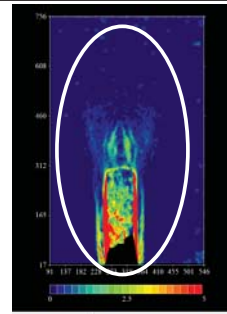
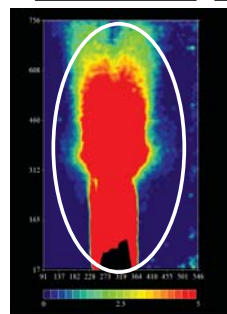
増し打ち条件



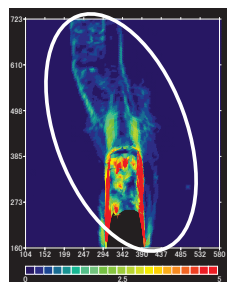
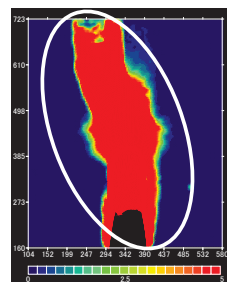
画像解析(PIV)

地盤変位

最大せん断ひずみ



単独引抜き



近接引抜き

→既存アンカーのゆるみの影響をうける

→鉛直方向に設置位置をずらす方法では、既存のアンカーのゆるみの影響を考慮

まとめ

○グラウンドアンカーについても、メンテナンスサイクルの考え方に
基づいた維持管理が必要

- ・PDCAサイクルの業務への取り込み
- ・データの蓄積
- ・メカニズムの解明

○維持管理技術の高度化

- ・残存耐力評価手法の検討
- ・増し打ちの効果に関する検証

今後の課題

- ・アンカーの健全性と斜面安定性の相関の明確化
- ・効率的な維持管理手法の開発
- ・変状事例に関するデータの蓄積と点検手法の充実