

高速道路資産の
長期保全及び更新のあり方に関する
技術検討委員会

報 告 書

平成26年 1月22日

高速道路資産の長期保全及び更新のあり方に関する 技術検討委員会

設立趣旨

東・中・西日本高速道路株式会社(以下、「高速道路3会社」と言う。)が管理する高速道路は、昭和38年7月16日に我が国最初の高速道路として名神高速道路・栗東～尼崎が開通して以降、順次整備を進め現時点で総延長 8,998 kmが供用している。利用台数は約700万台／日に達し、大型車の通行台数も約200万台／日となるなど、国民生活に欠かせない道路となっている。

また、高速道路3会社は、全国の産業や生活を支える大動脈として重要な役割を担う高速道路ネットワークの機能を将来にわたり維持し、構造物の安全性を確保する責任を負う使命を担っている。

しかしながら、供用後の経過年数が30年以上の区間が約 3,700 kmとなり、大型車交通量の増加、積雪寒冷地や海岸部を通過するなど厳しい環境条件下で橋梁・土構造物・トンネル(以下、「本体構造物」という)の老朽化や劣化が顕在化してきている。

このように、高速道路資産の補修を必要とする変状が増加しており、高速道路資産を永続的に健全な状態で保ち、安全・安心な高速交通サービスを提供するため、長期保全や更新について技術的な検討が必要となっている。

また、今後の更新などにかかる費用と償還の扱いについては、国土交通省において設置した「高速道路のあり方検討有識者委員会」(座長 寺島実郎)の中間とりまとめ(平成23年12月)においても提言がなされているところであり、その前提となる長期保全や更新に関する技術的な検討は急務であると言える。

そこで、高速道路ネットワークを将来にわたって持続可能で的確な維持管理・更新を行うため、橋梁を始めとした高速道路資産の長期保全及び更新のあり方について予防保全の観点も考慮に入れた技術的見地より基本的な方策を検討する必要があることから、「高速道路資産の長期保全及び更新のあり方に関する技術検討委員会」(以下、「本委員会」と言う。)を設立したものである。

目 次

1. 高速道路の概況と社会的役割

1-1	高速道路の概況とネットワークの変遷	2
1-2	高速道路の社会的役割	4

2. 高速道路の現状と課題

2-1	高速道路の現状	7
2-2	高速道路の課題	8
2-3	高速道路資産の変状状況	16
2-4	構造物の変状に対する従前の対応	19

3. 高速道路資産の長期保全及び更新の基本的な考え方

3-1	大規模更新と大規模修繕の目的と定義付け	21
3-2	本委員会の検討範囲及び検討の視点	22

4. 大規模更新・大規模修繕の検討

4-1	大規模更新・大規模修繕の検討概要	29
4-2	構造物の変状発生要因	30
4-3	本体構造物の検討項目	31
4-4	分析対象数量	34
4-5	変状発生要因の整理	35
4-6	変状分析	43
4-7	変状分析のとりまとめ	58
4-8	大規模更新・大規模修繕の必要要件	61
4-9	大規模更新・大規模修繕の必要要件のとりまとめ	71

5. 大規模更新・大規模修繕の実施について

5-1	大規模更新・大規模修繕の実施時期	73
5-2	大規模更新・大規模修繕の事業規模	86

6. 大規模更新・大規模修繕の実施に伴う課題

6-1	社会的な理解を得るための説明責任の履行	88
6-2	国、地方公共団体等との連携	88

6-3	社会的影響への配慮	89
6-4	高速道路機能の更なる向上	91
6-5	構造物の劣化抑制対策	91
6-6	技術開発	92
6-7	円滑な事業推進	93

<資料>

1.	点検のあり方及び第三者等被害防止対策検討結果	95
----	------------------------	----

<参考資料>

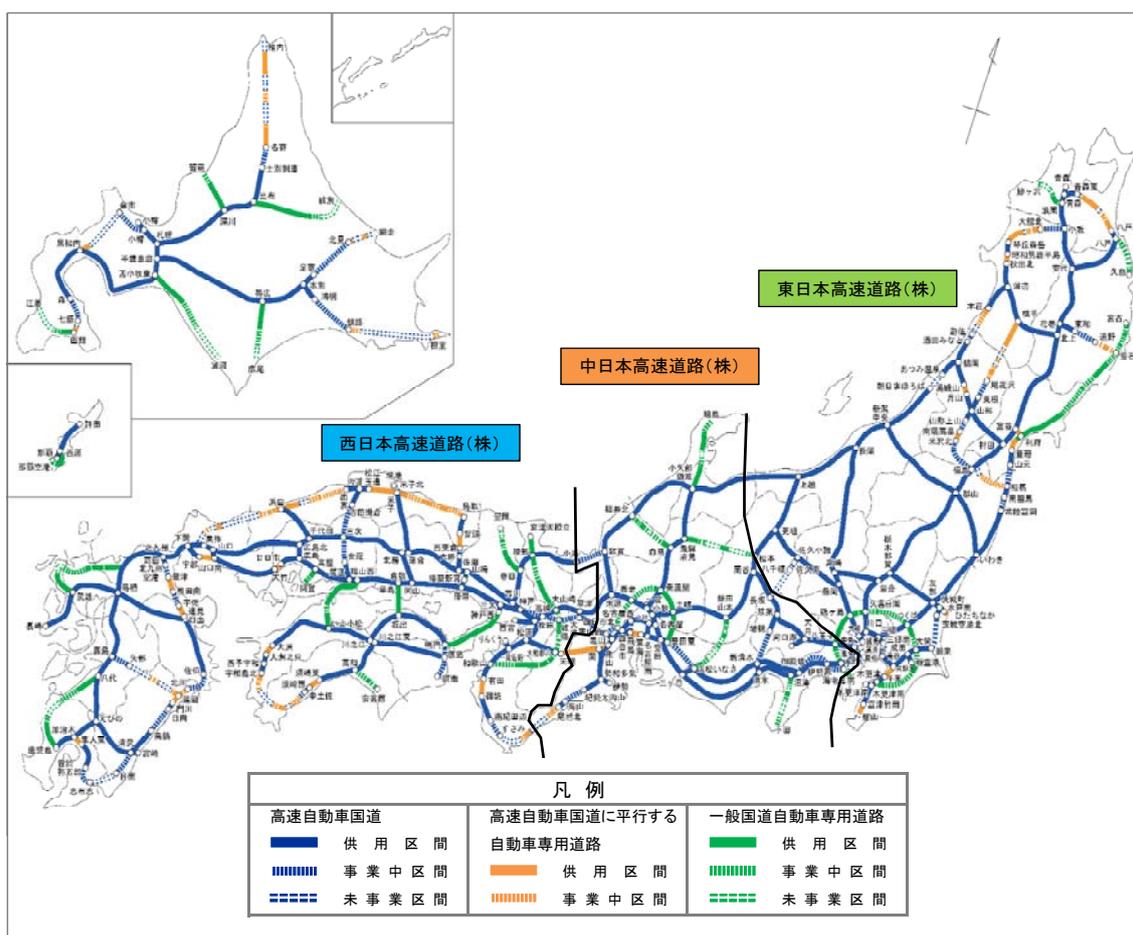
1.	大規模更新の実施箇所の例及び対策イメージ	112
2.	委員会名簿	119
3.	審議の経緯	120
4.	用語集	121

1. 高速道路の概況と社会的役割

1-1 高速道路の概況とネットワークの変遷

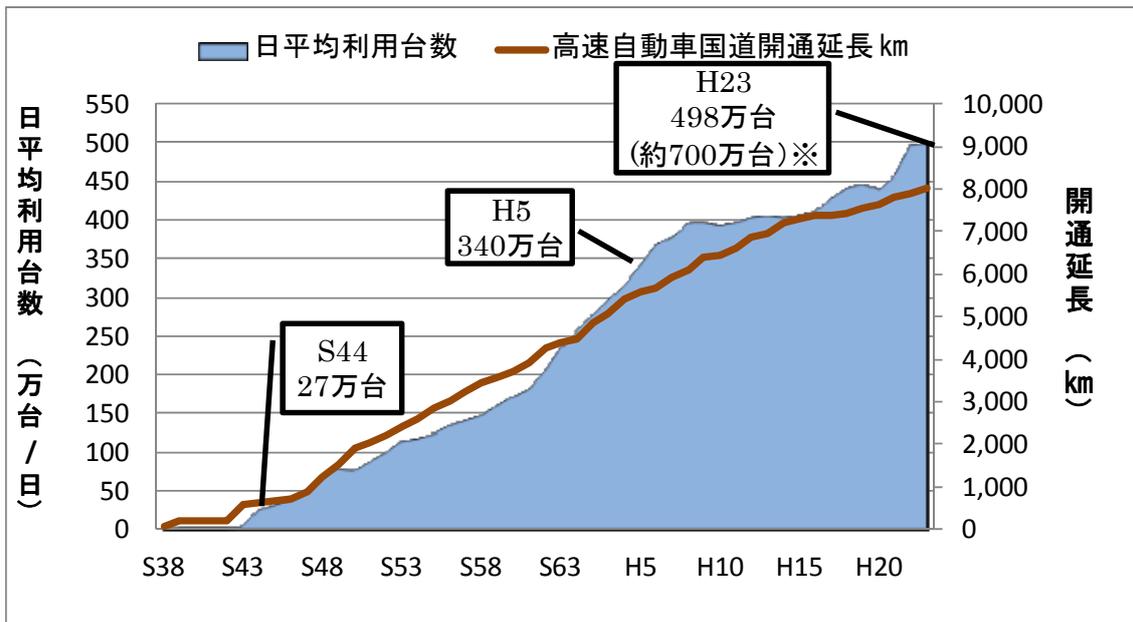
高速道路3会社が管理・運営する高速道路は、現時点で延長約9,000kmが供用しており、1日に約700万台のお客さまにご利用いただいている。

昭和38年7月16日に我が国初の高速自動車国道として名神高速道路・栗東～尼崎が開通して以降、昭和48年には、既に1,000kmを超える供用延長を抱え、その後、順調に整備を進め、約30年後の平成14年には、7,000kmを超える供用延長となり、50年を経た今日まで高速道路ネットワークの整備を着実に進めてきている(図1.1.3)。



出典: 高速道路便覧 (平成24年度)

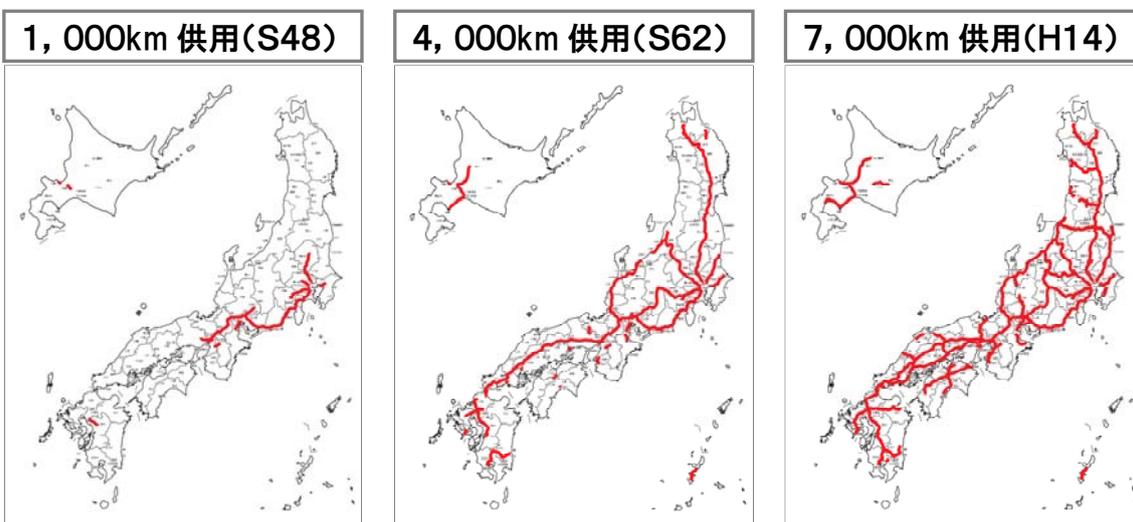
図 1.1.1 高規格幹線道路網図



出典: 高速道路便覧 (平成 24 年度)

※一般国道自動車専用道路等 (約 900km) の日平均利用台数約 200 万台を含む

図 1.1.2 高速自動車国道供用延長と交通量



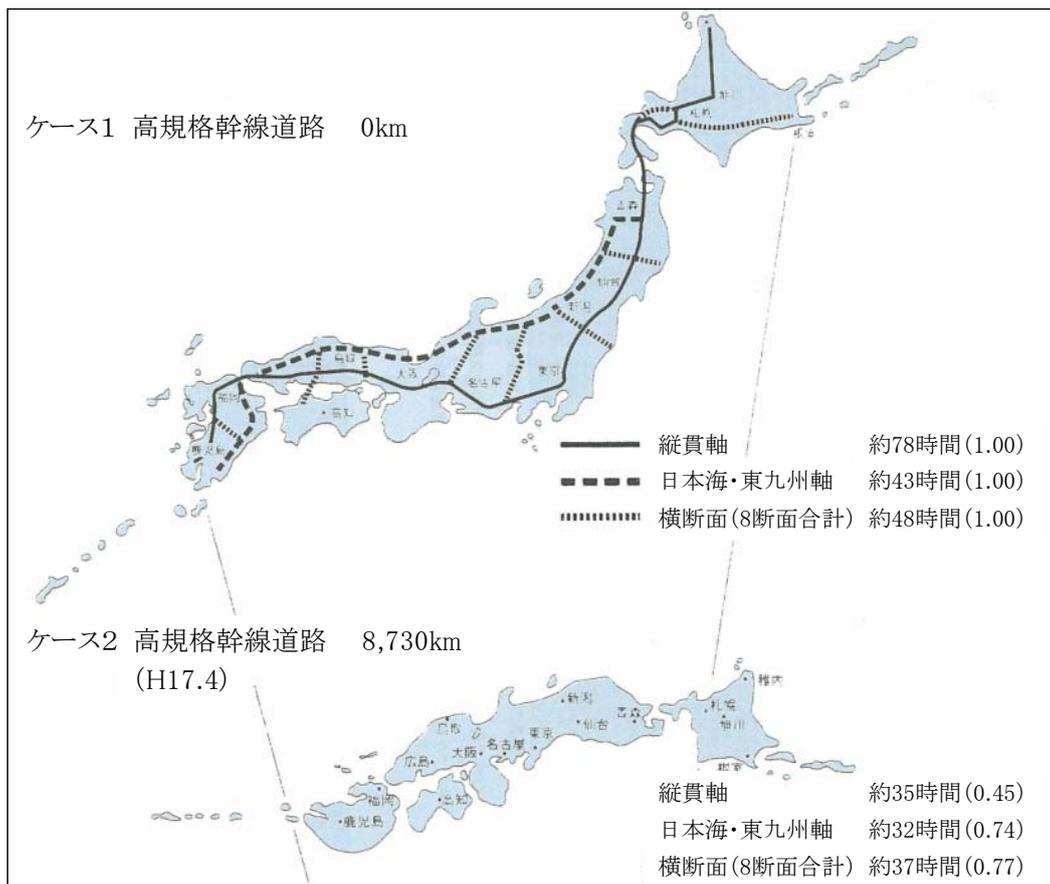
出典: 高速道路便覧 (平成 24 年度)

図 1.1.3 高速自動車国道ネットワークの変遷

1-2 高速道路の社会的役割

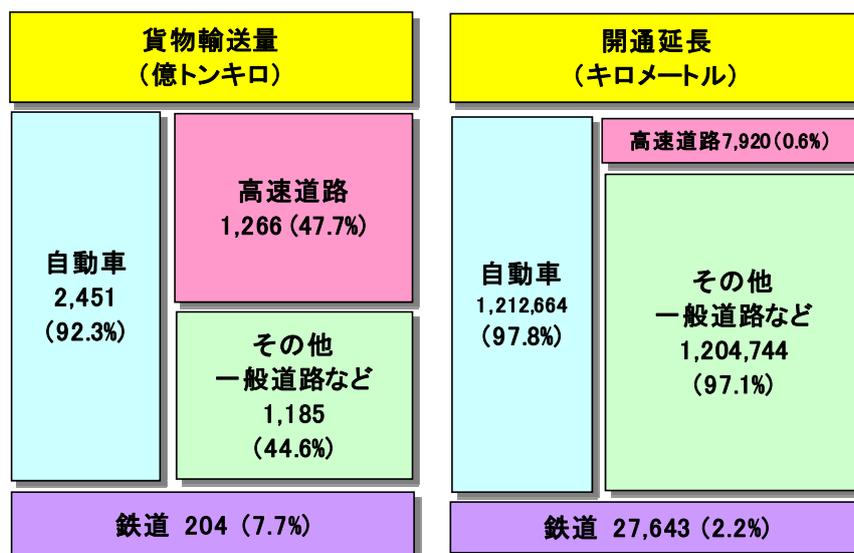
高速道路は我が国の社会経済活動を支え、その成果である豊かな暮らしとともに、人々の日常の足として、更には地域経済の発展や緊急医療、災害時の支援など、社会基盤としての様々な役割を担っている。

その一つとして、高速道路整備前後を比較すると日本国内の移動時間が大幅に短縮され（図 1.2.1）、また、高速道路の延長は全国の道路、鉄道のわずか1%にすぎないが、国内陸上貨物輸送量（トンキロ）における高速道路分担率は47.7%であり国内輸送の大動脈となっている（図 1.2.2）。



出典：高速道路便覧（平成24年度）

図 1.2.1 道路整備による日本の国土の変化（時間距離を長さで表した時間距離短縮状況の概念図）



出典: 高速道路便覧(平成 24 年度)

出典: 道路統計年報(平成 24 年度)

鉄道輸送統計調査 年報(平成 23 年度)

図 1.2.2 国内陸上輸送における高速道路分担率と開通延長

更に、東日本大震災時においてみられたように、高速道路には、大規模災害時における緊急輸送路としての役割、防災拠点あるいは自衛隊等の進出拠点としての役割、そして大津波来襲時の防波堤や緊急避難場所として住民の命を守るための機能など、新たな防災上の付加価値が期待されている。

この他にも高速道路は、経済活動、社会生活、医療、防災をはじめ国際競争力の強化、文化面などあらゆる分野において名実ともに不可欠な社会基盤となっている。

2. 高速道路の現状と課題

2-1 高速道路の現状

高速道路3会社が管理する高速道路の供用延長は現時点で約9,000kmであり、そのうち開通後30年以上経過した延長が約4割(3,700km)を占めている(図2.1.1)。

また、各構造物の延長比率は、橋梁約15%(約1,200km)、土構造物約74%(約6,000km)及びトンネル約11%(約900km)となっている(図2.1.3)。

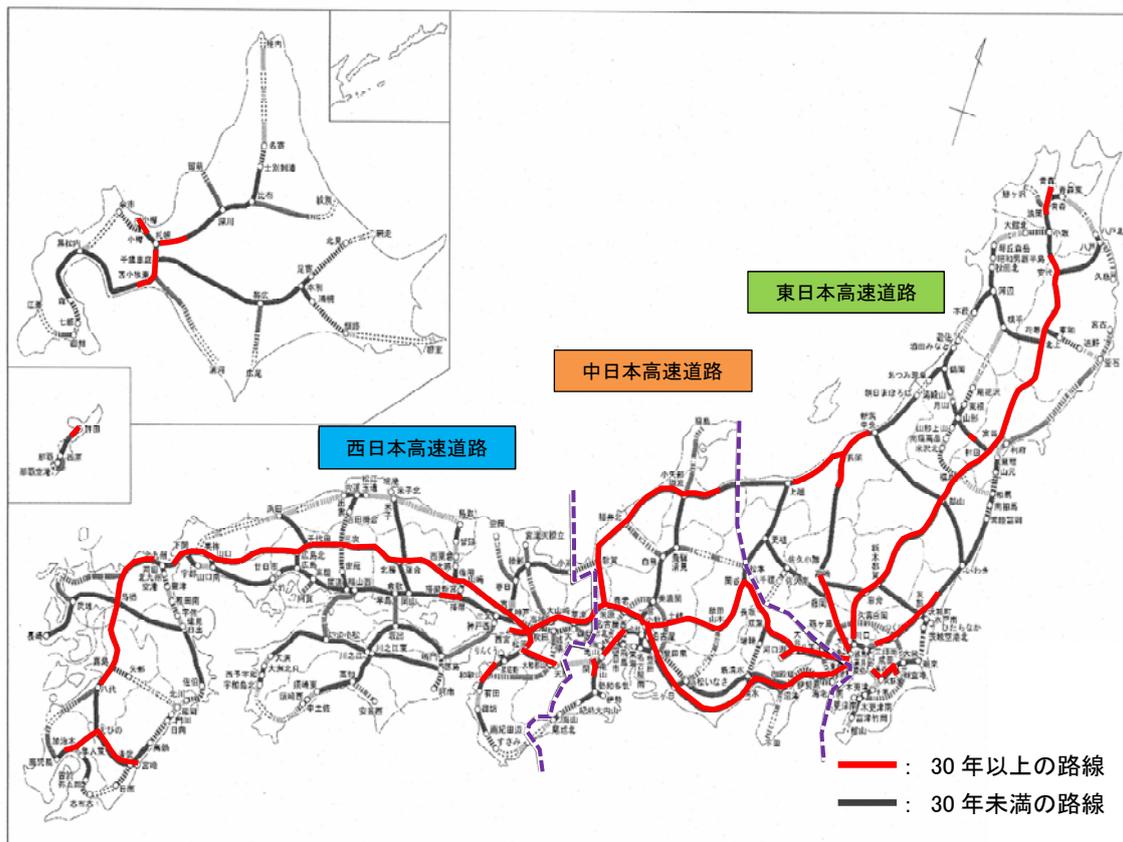
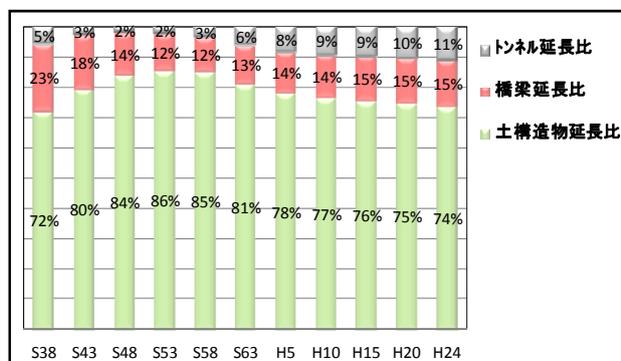
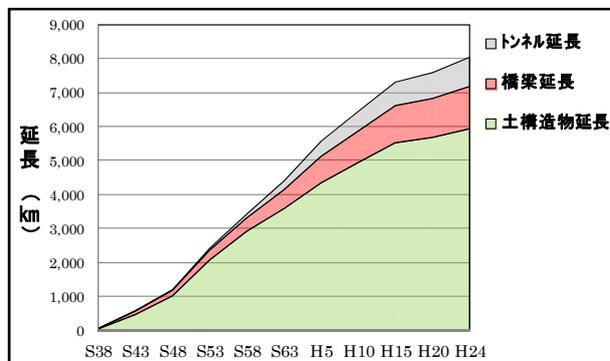


図 2.1.1 供用年数30年以上の路線 (H24 年度末)



※高速自動車国道のみ

図 2.1.2 構造物別延長比率



※高速自動車国道のみ

図 2.1.3 構造物別開通延長累計の推移

2-2 高速道路の課題

1. 経過年数の増加 ～高速道路資産の経年劣化の進行～

平成24年度末には、供用後30年以上の供用延長が約4割となり、償還期間が満了する平成62年には、供用後50年以上の供用延長が約8割となるため(図2.2.1)、経年劣化のリスクの高まりが懸念される。

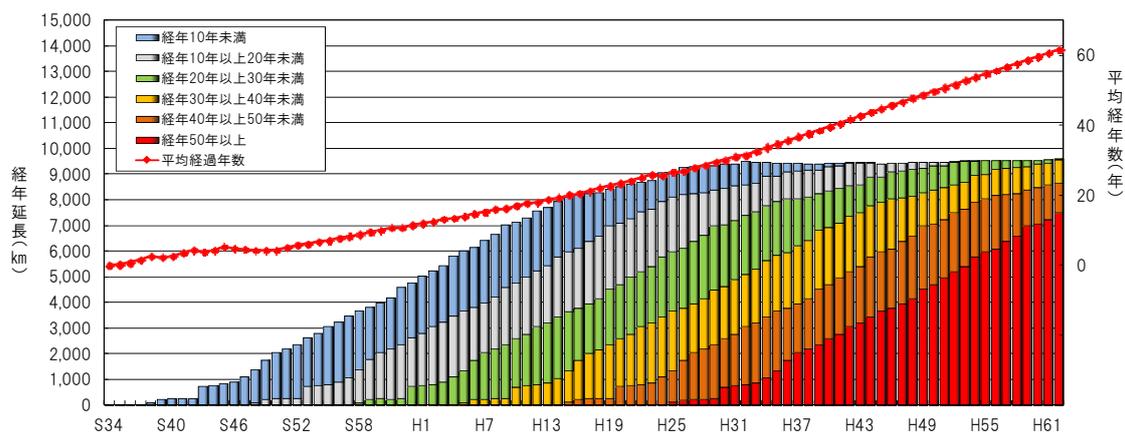


図 2.2.1 高速道路の経過年数の推移

また、橋梁やトンネルについても、供用年数に比例して30年以上経過している割合が橋梁で約4割、トンネルで約2割を占めている。

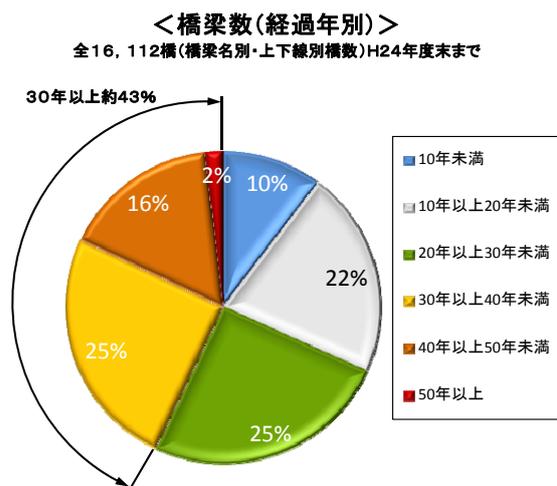


図 2.2.2 橋梁の経過年数比率

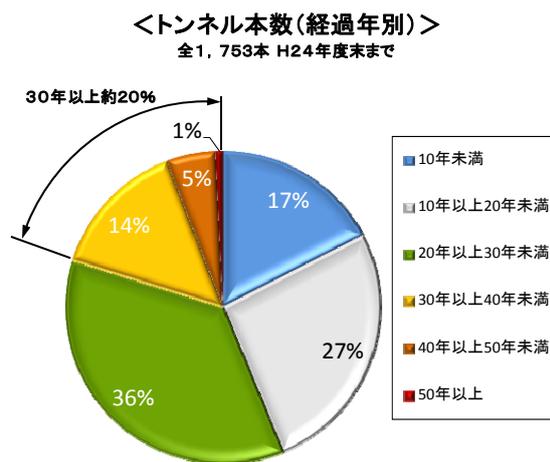


図 2.2.3 トンネルの経過年数比率

2. 使用環境の変化 ～車両の大型化並びに大型車交通の増加～

(1) 大型車交通の増加

高速道路ネットワークの拡充に伴い大型車交通が増加するとともに（図 2.2.4）、平成5年の車両制限令の規制緩和により車両の総重量が増加する傾向も見られ（図 2.2.5）、高速道路の使用環境が更に厳しいものとなっている。

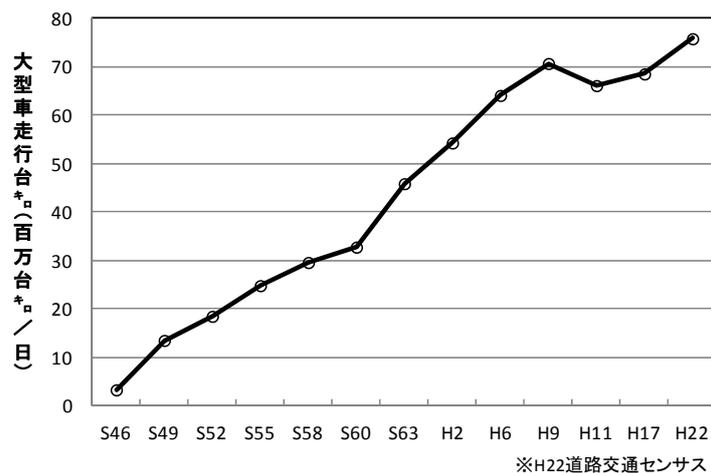
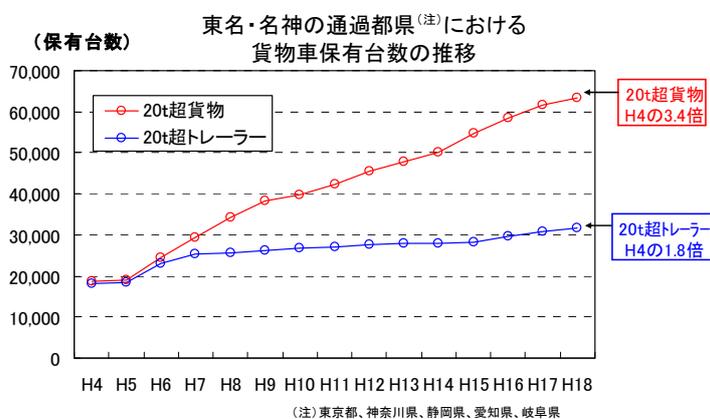


図 2.2.4 大型車走行台数の推移



出典：(一財)自動車検査登録情報協会「諸分類別自動車保有車両数」

図 2.2.5 東名・名神の通過都県における貨物保有台数の推移



図 2.2.6 大型車交通の増加状況

(2) 総重量違反車両の現状

総重量違反車両の割合は、本線軸重計による推計結果では、大型車両の約24%が総重量を超過している(表2.2.1)。図2.2.7は日本平の本線軸重計データを車種別に整理したものであるが、トレーラーなど総重量の大きい特大車も29%と高い割合となっている。本線軸重計による総重量違反車両の中には、総重量約80t超(日本平では年間約100台)の車両通行データも確認されている。

また入口料金所における取締結果では対象車両のうち、3ヶ年平均で約15%の総重量違反車両が確認されている(図2.2.8)。

表 2.2.1 本線軸重計データ(H17)による
推計の総重量違反車両の割合

道路名	地名	本線軸重計による総重量違反車両割合(%)
東名	日本平	34.3
名神	向日町	29.3
京葉	園生	20.2
京葉	海神	29.8
山陽	東広島	6.0
平均		23.9

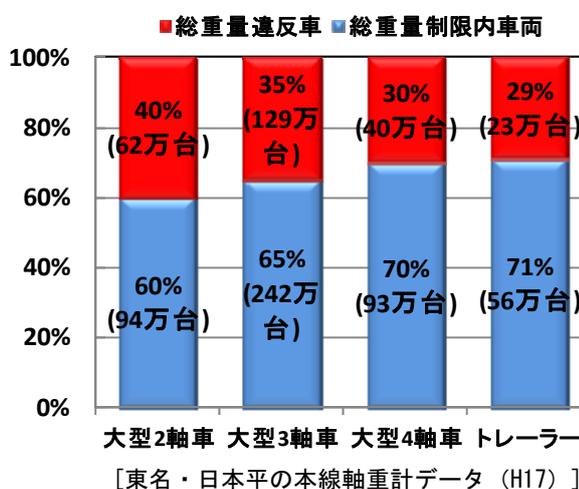


図 2.2.7 車種別総重量違反車両(推計)の割合

取締台数と総重量違反台数
(NEXCO3社)

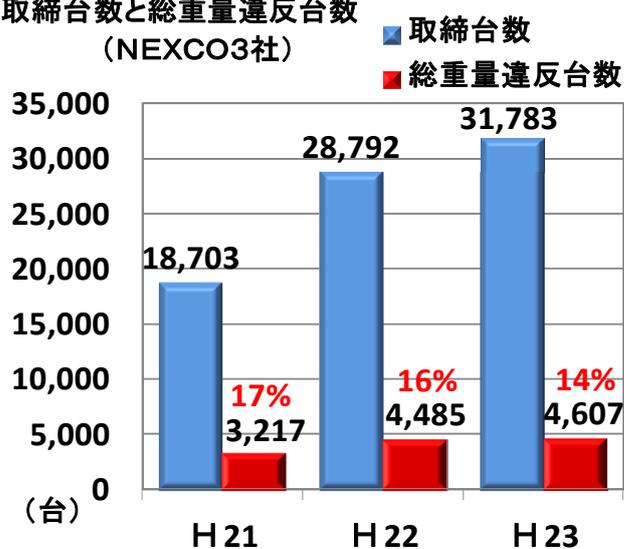
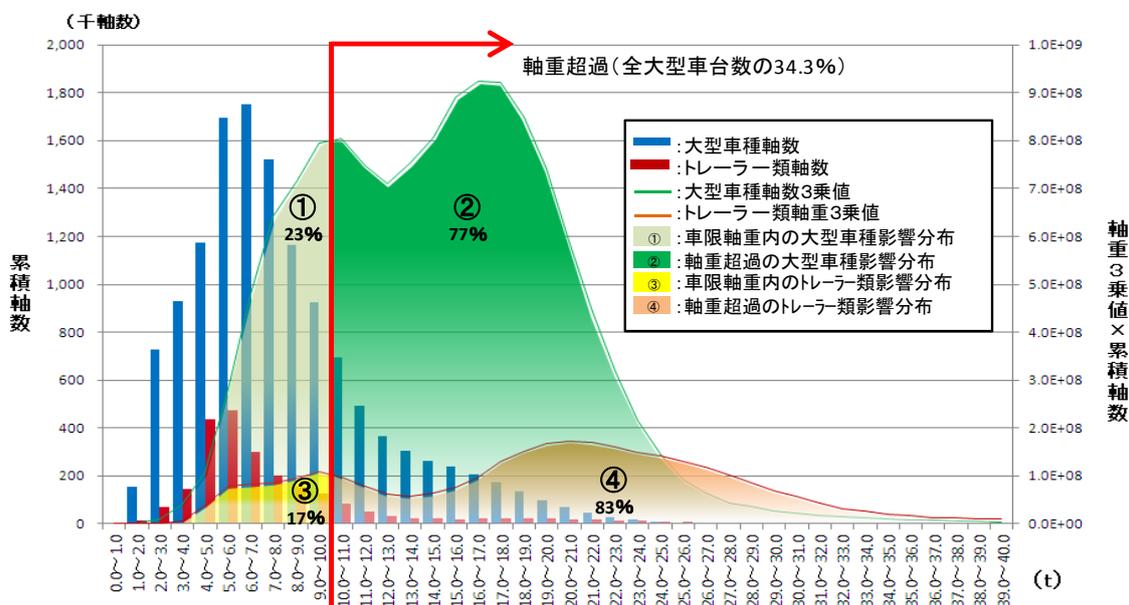


図 2.2.8 入口料金所での取締り台数

(3) 総重量違反車両による構造物への影響

重量超過車両は、橋梁に大きなダメージを与え、例えば鋼部材の疲労に着目した場合、その大きさは重量の3乗に比例することが知られている（「鋼橋の疲労（平成9年5月日本道路協会）」参照）。

図 2.2.9 は、軸重超過車両^{*1}による構造物への影響について軸重に着目して分析したものである。累積軸数（図 2.2.9 の左縦軸）のピークは、大型車では6～7 t、トレーラーでは5～6 tであり、軸重超過車両の割合は34.3%である。それに対し、影響度分布割合^{*2}で示すと、軸重超過車両の割合は、大型車で77%（図 2.2.9 の②）、トレーラーで83%（図 2.2.9 の④）となり、疲労寿命に大きく影響していると推測される。

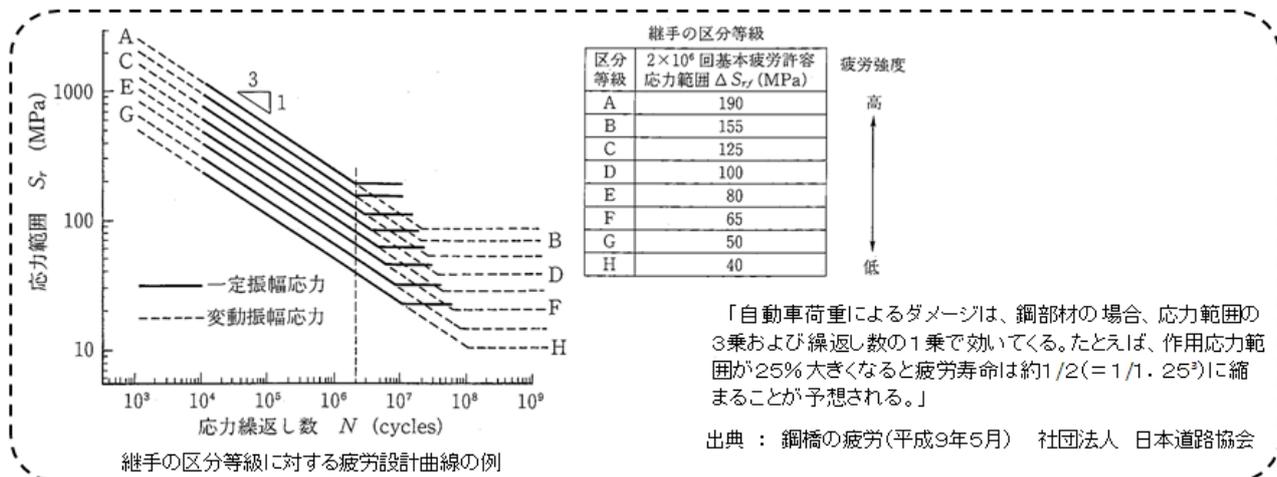


〔東名・日本平の本線軸重計データ（H17）〕

図 2.2.9 本線軸重計における累積軸数と「軸重3乗値×累積軸重」

※1 軸重超過車両：道路法に基づく車両の制限軸重（1軸あたり10t）を超過する車両

※2 影響度分布割合：「軸重3乗値×累積軸重」（図 2.2.8 の右縦軸）を積分した値に対する割合



3. 維持管理上の問題 ～積雪寒冷地の供用延長の増加～

高速道路の積雪寒冷地における供用路線の延伸や平成5年頃からスパイクタイヤが使用されなくなった（平成2年スパイクタイヤ粉じん防止法制定、平成4年4月以降罰則規定施行）影響により、凍結防止剤（塩化ナトリウム）の使用量が増加（平均で33t⇒53t）している（図2.2.10）。特に凍結しやすい高架部は、散布される量が多くなる傾向があり構造物の変状の大きな要因となっている。

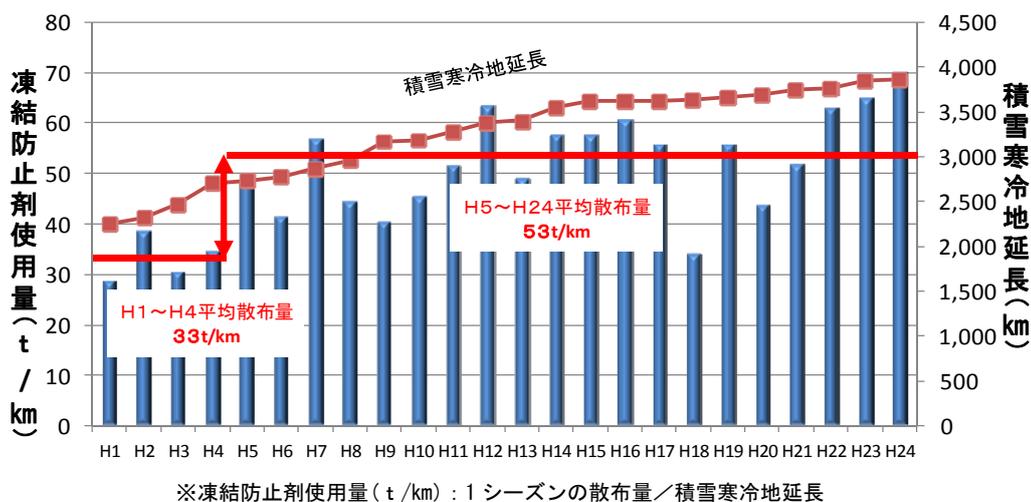


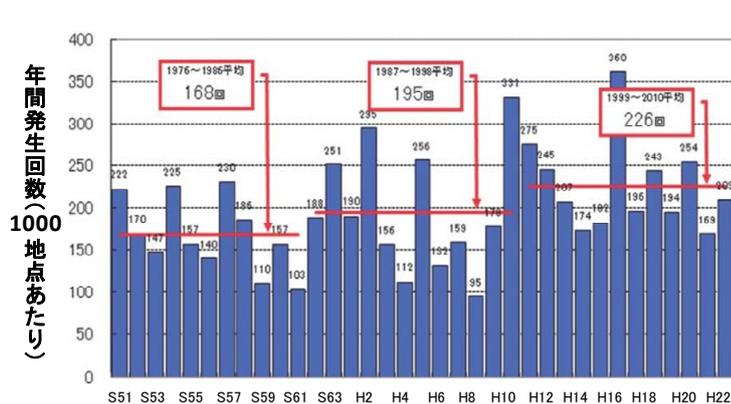
図 2.2.10 凍結防止剤使用量の推移



図 2.2.11 除雪及び凍結防止剤散布状況

4. 外的環境の変化 ～短時間異常降雨の増加等～

降雨では1時間当たり50mm以上の年間発生回数が増加している(図2.2.12)。また、一時間当たり50mm以上の年間発生回数と高速道路における年間災害発生件数は相関が認められることから、近年、高速道路における短時間異常降雨等に起因する災害発生リスクの高まりが懸念される(図2.2.13)。



出典:気候変動監視レポート2010_気象庁

図2.2.12 1時間降水量50mm以上の年間発生回数

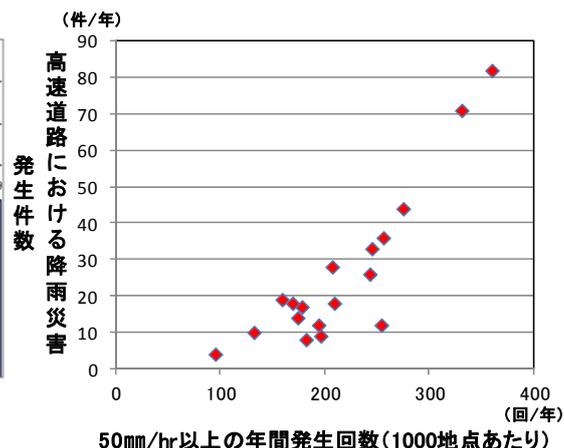


図2.2.13 1時間降水量50mm以上の年間発生回数及び降雨災害発生件数



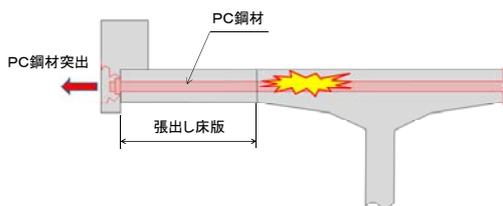
図2.2.14 短時間異常降雨の影響

5. 変状リスク～設計・施工基準の変遷、地盤材料の風化・劣化、

明確になっていなかった変状リスク～

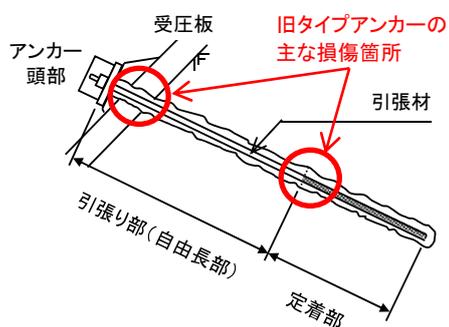
旧基準により設計施工されたこと等の理由により、これまで明確になっていなかった橋梁におけるPC鋼材の変状、切土のり面におけるグラウンドアンカーの変状、トンネル内空の変状などのリスクが顕在化してきている。

■ PC鋼材の変状



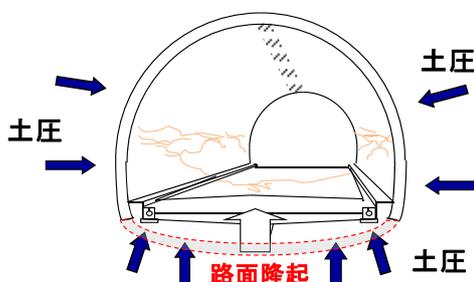
床版からの雨水等の侵入や何らかの原因でPC鋼材が腐食・破断した事例。

■ のり面グラウンドアンカーの変状



旧タイプアンカーは、防食性能が低く、腐食により破断した事例。

■ トンネル内空の変状



周辺地山の劣化により、トンネルに圧力が加わり、舗装路面が盛り上がることでひびわれが入った事例。

図 2. 2. 15 変状リスク事例

6. まとめ

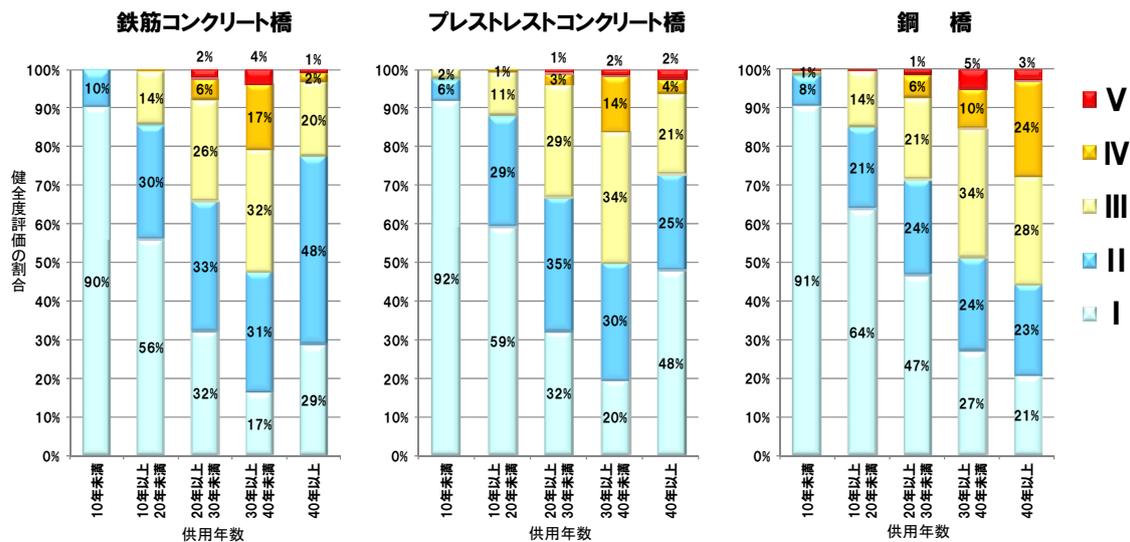
以上の課題に対応し、高速道路ネットワークの機能を長年にわたって健全に保ち、永続的に活用していくためには、これまで見込んでいた維持修繕に加え、本体構造物を再施工する大規模更新や予防保全的な観点も取り入れた大規模修繕も含め、技術的見地から基本的な方策の検討が必要である。

加えて、付属物も含めた膨大な資産の経年劣化に対し、構造物の健全度を的確に把握するための点検のあり方や確実な第三者等被害防止など、安全・安心のより一層の向上に向けた対応策の検討が喫緊の課題である。

2-3 高速道路資産の変状状況

1. 橋梁

橋梁の健全度[※]の割合は、経過年数とともに低下する傾向となっており、30年経過すると、約半数の橋梁に注意が必要な変状が発生している（図2.3.1）（鉄筋コンクリート橋・プレストレストコンクリート橋等で、40年以上の健全度が向上しているのは、補修により回復していることなどが影響している）。



健全度	変状や劣化の進行
I	問題となる変状がない
II	軽微な変状が発生している
III	変状が発生している
IV	変状が著しい
V	深刻な変状が発生している

※高速道路3会社「保全点検要領(H24)」による

図 2.3.1 橋種毎の健全度評価の割合

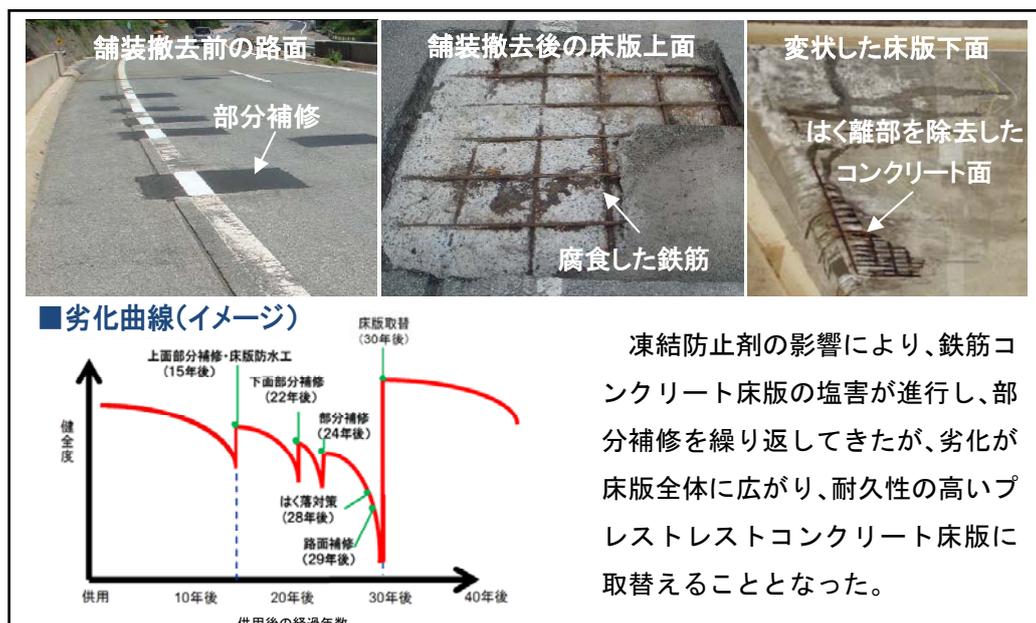


図 2.3.2 鉄筋コンクリート床版の変状事例

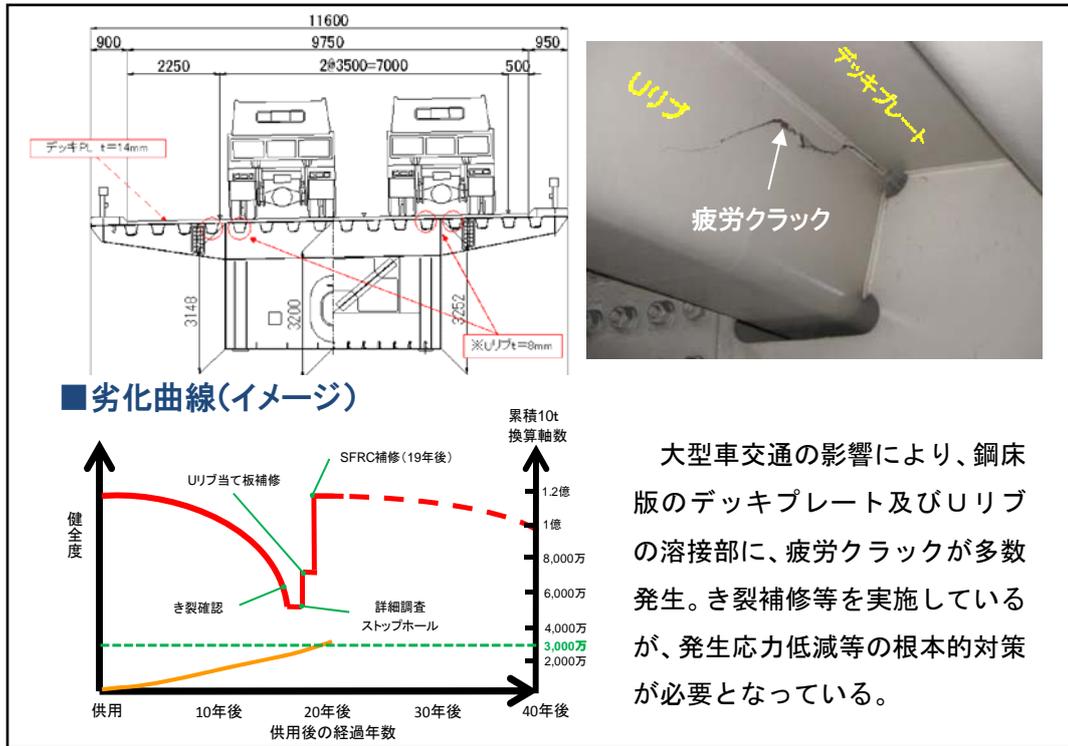


図 2.3.3 鋼床版の変状事例

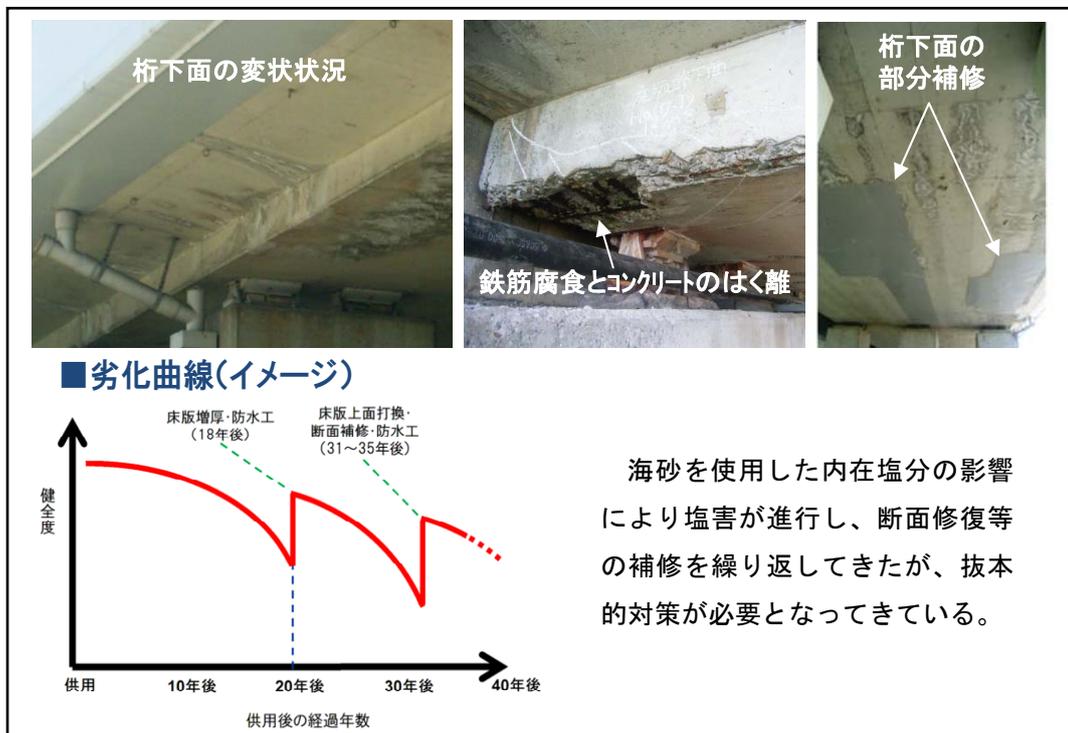
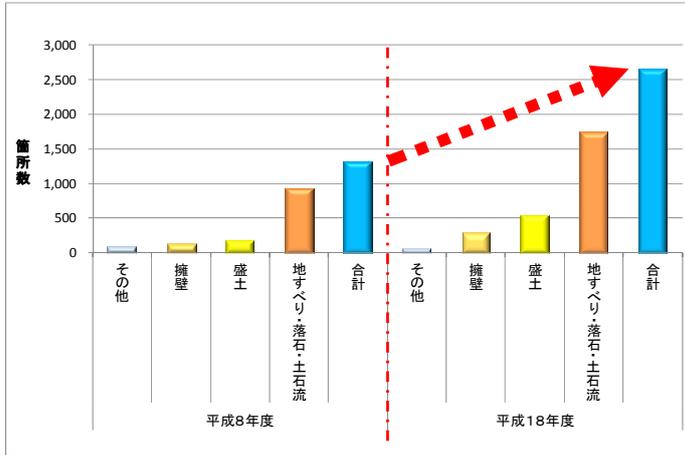


図 2.3.4 鉄筋コンクリート桁の変状事例

2. 土構造物

道路防災総点検^{※1}により道路のり面等の安定性等について点検を行った結果、「カルテ対応箇所^{※2}」及び「要対策箇所」の件数が、平成8年点検時点から平成18年点検時にかけて、約2倍に増加している（図2.3.5）。



（のり面災害状況）

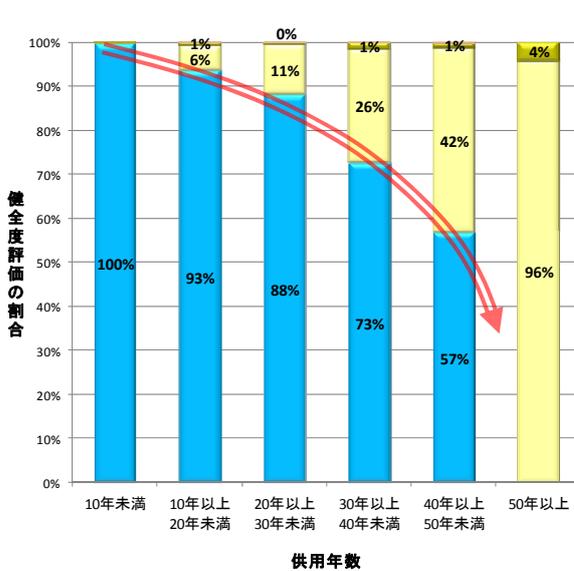
図2.3.5 H8及びH18年度の「カルテ対応箇所+要対策箇所」の箇所数

※1「道路防災総点検」は、建設省道防発第6号（平成8年8月9日）に基づき行なうもので、豪雨・豪雪等による災害を防止するため、道路法面の安定性等について詳細な点検を行い、更にもその結果を今後の道路防災対策に反映していくもの。

※2「カルテ対応箇所」は、道路防災総点検による「要経過観察箇所」。

3. トンネル

トンネル覆工コンクリートの健全度は、経過年数とともに低下する傾向となっており、40年以上経過すると半数近くの覆工コンクリートに対策が必要な変状が発生している（図2.3.6）。



（トンネル覆工の変状状況）



健全度ランク	定義
I	変状がないか軽微なもの
II	変状があるが、現状は継続的に監視を行う必要があるもの
III-1	変状があり、適切な時期に何らかの対策を行う必要があるもの
III-2	変状があり、速やかに何らかの対策を行う必要があるもの
IV	変状が著しく、早急に何らかの対策を行う必要があるもの
V	変状が極めて著しく、直ちに何らかの対策を行う必要があるもの

※高速道路3会社「保全点検要領(H24)」による

図2.3.6 経過年毎の健全度

2-4 構造物の変状に対する従前の対応

1. 道路管理の基本となる点検から補修の流れ

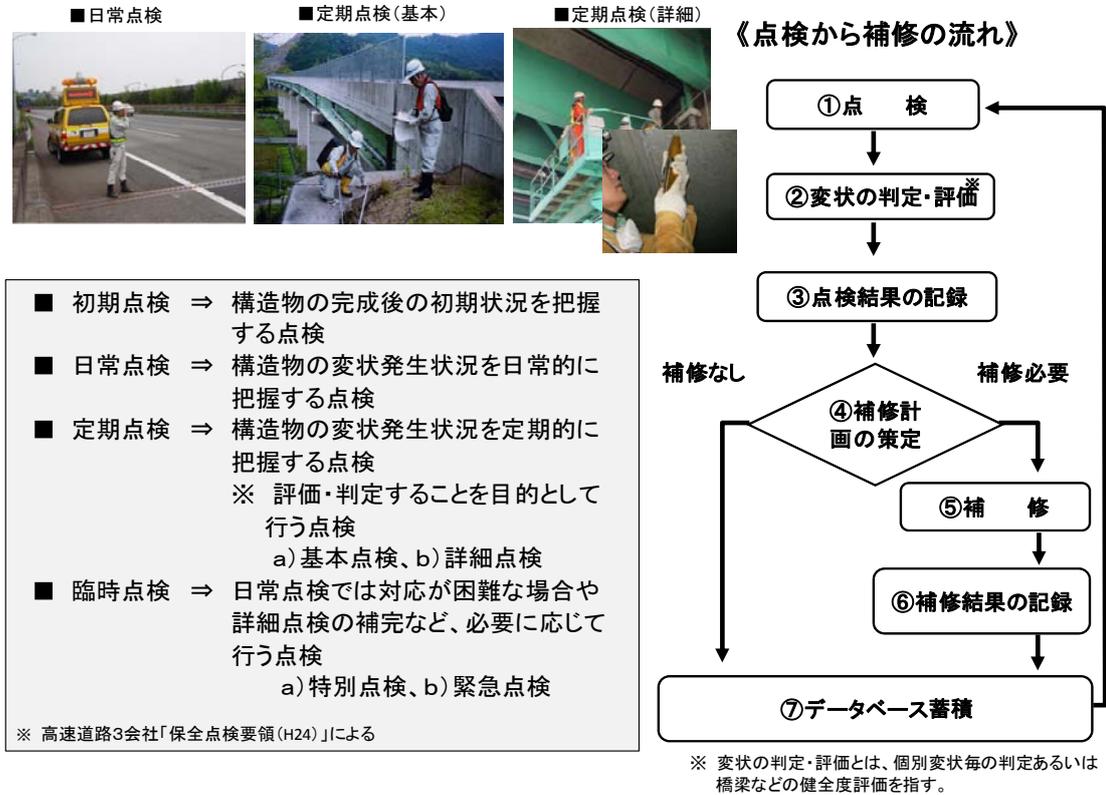


図 2.4.1 点検から補修の流れ

2. これまで行われてきた代表的な補修事例



図 2.4.2 代表的な補修

3. 高速道路資産の長期保全及び更新の 基本的な考え方

3-1 大規模更新と大規模修繕の目的と定義付け

1. 大規模更新と大規模修繕の目的

大規模更新及び大規模修繕は、本体構造物に対して、ライフサイクルコストの最小化、予防保全及び性能強化の観点を考慮し、技術的見地から必要かつ効果的な対策を講ずることにより、高速道路ネットワークの機能を長年にわたって健全に保つために行う。

2. 大規模更新と大規模修繕の定義

本委員会では、高速道路における大規模更新、大規模修繕及び通常修繕を工事内容により表 3.1.1 のとおり定義する。

表 3.1.1 大規模更新、大規模修繕及び通常修繕の定義

	定義	目標性能	標準的な交通影響	代表的な対策
大規模更新	■ 補修を実施しても、長期的には機能が保てない本体構造物を再施工することにより、本体構造物の機能維持と性能強化を図るもの	■ 最新の技術で、現在の新設構造物と同等またはそれ以上の性能を確保	長期間にわたる通行止め、または車線数減少などの通行規制をとらない、交通への影響が多大なもの。	・ 橋梁上部工(床版、桁)の架替え
大規模修繕	■ 本体構造物を補修・補強することにより性能・機能を回復するとともに、予防保全の観点も考慮し、新たな変状の発生を抑制し、本体構造物の長寿命化を図るもの	■ 最新の技術で、建設当初と同等またはそれ以上の性能を確保	車線数減少などの通行規制をとらない、通常修繕に比べ、交通への影響が大きいもの。 ただし、トンネルのインバート施工は大規模更新相当の交通への影響をとまなう。	・ 橋梁の高性能床版防水や表面被覆などの予防保全対策 ・ 盛土の排水機能強化などの安定性確保対策 ・ 最新の基準による切土のり面のグラウンドアンカーの再施工 ・ トンネルのインバート施工による補強 ・ トンネル覆工の炭素繊維補強など
通常修繕	■ 構造物の性能・機能を保持、回復を図るもの	■ 建設当初の性能を確保	車線数減少や路肩規制などの通行規制をとまなうが、原則、日々の通行規制解除が可能であり、交通への影響が小さいもの。	・ 舗装補修 ・ 橋梁床版の部分補修 ・ トンネル覆工背面空洞対策 ・ コンクリートはく落対策 など

3-2 本委員会の検討範囲及び検討の視点

1. 本委員会の検討範囲

本委員会は、高速道路ネットワークの機能を今後も永続的に活用していくことを目指し、本体構造物に対して「点検のあり方及び第三者等被害防止」及び「更なる防災・減災」の観点も視野に入れ、長期保全のあり方として大規模更新及び大規模修繕（表 3.1.1 参照）の具体化を検討するものである。

高速道路ネットワークの機能を、将来にわたって十分に発揮していくためには、図 3.2.1 に示すとおり、多岐にわたる対策を適時実施することが必要である。しかし、通常修繕については、すでに確立された方針に従って実施すること、また、巨大な海溝地震や内陸直下地震を見据えた耐震性の一層の向上や基準変更による道路機能の高度化等は、建設時点から、順次改定されてきた国の最新技術基準を適用して実施することなど、方針が明確であるとの理由から、本委員会の検討対象外としている。

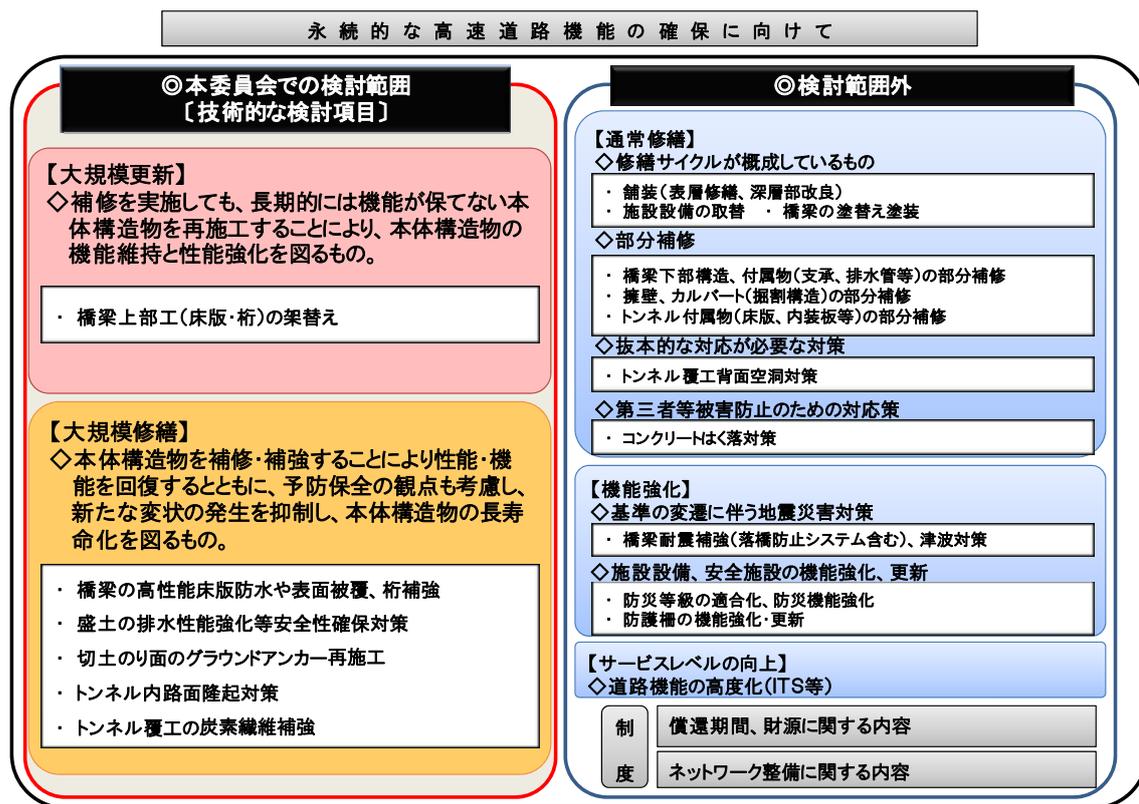


図 3.2.1 本委員会の検討範囲の概念と例示

なお、本委員会では、図 3.2.2 に示すように、本体構造物の長期保全及び更新のあり方の検討に加え、維持管理サイクルをより確実に実施するためのソフト的な対策や第三者等被害防止対策について、付属物の経過更新概念も含め、別途、高速道路3会社で検討した結果を基に議論し助言を加えることとした。

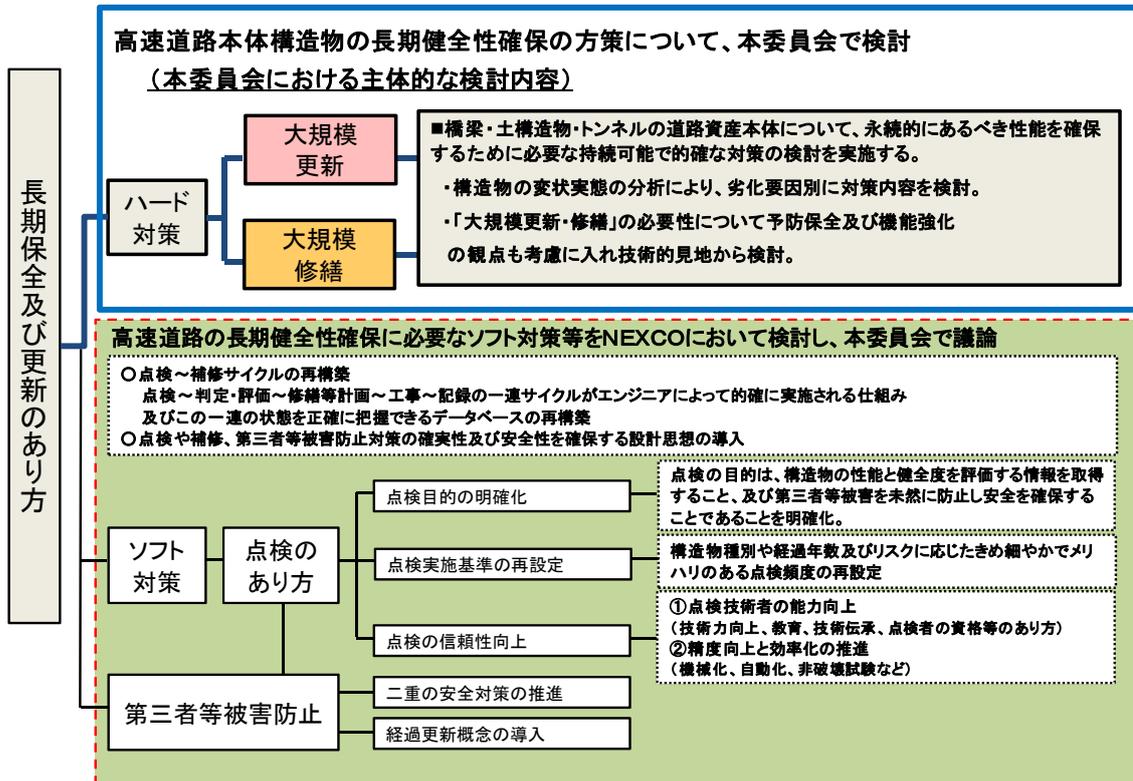


図 3.2.2 高速道路の長期健全性確保のためのソフト対策等の位置付け

2. 本委員会の検討の視点

本委員会では「永続的に高速道路資産の健全性を確保する」ことを目的とし、本体構造物の長期保全及び更新のあり方について、予防保全並びに性能強化の観点から考慮に入れ、技術的見地から必要な方策を検討するものである。

(1) 現協定策定時の健全性に関する概念

独立行政法人日本高速道路保有・債務返済機構法第十三条に基づき、高速道路3会社と独立行政法人日本高速道路保有・債務返済機構が締結している協定(全国路線網)では、図3.2.3に示すように過去の補修実績により部分的な補修を繰り返すことによって、協定期間内(平成62年まで)の高速道路の健全性は確保されることを前提としている。

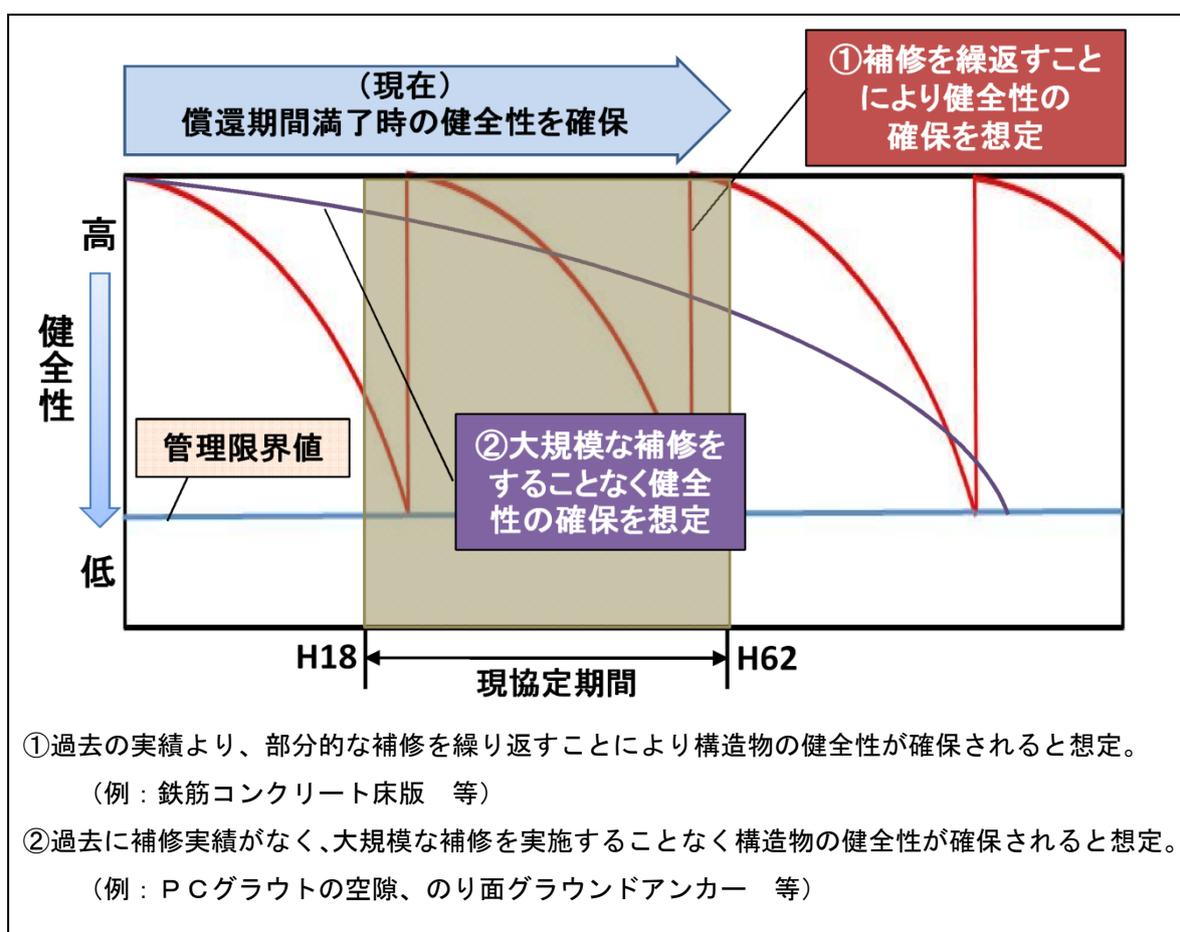


図3.2.3 現協定策定時の健全性に関する概念

今回、本委員会での検討にあたり、本体構造物の健全性・性能確保の考え方を再整理した。

(2) 橋梁の健全性及び性能に関する概念

橋梁は疲労や塩害、ASR（アルカリシリカ反応）、中性化、凍害等により劣化が進行し、年数の経過により健全度が低下する（I→Vの方向）。従来は健全度が低下した橋梁に対して、部分的な補修により健全度を回復させることを繰り返してきた。しかしながら、厳しい使用環境により、部材によっては性能が建設時点まで回復しないことや、劣化速度が速くなる事例が顕在化してきているため、適切な時期に大規模な更新または修繕が必要となることを想定した。

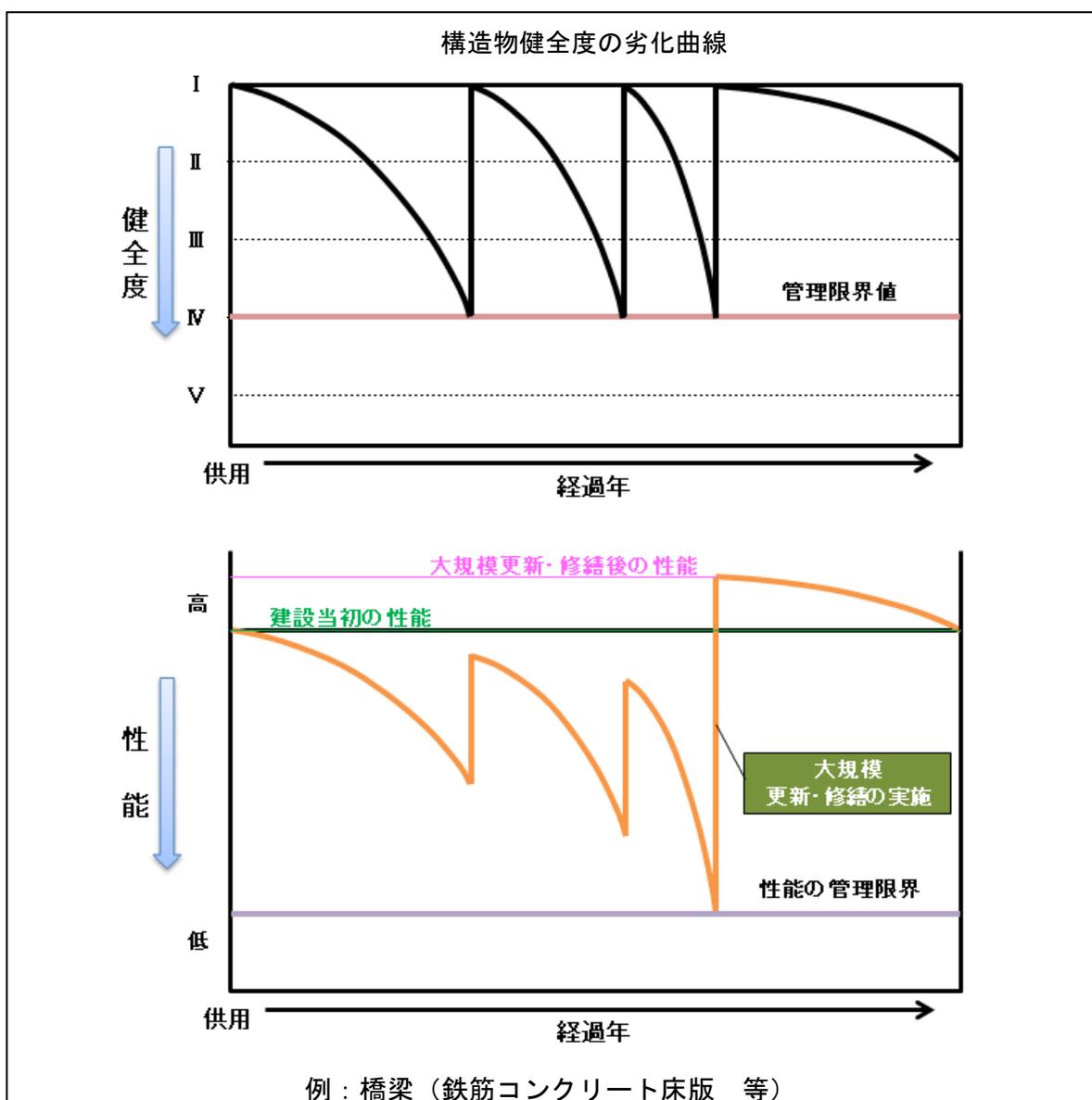


図 3.2.4 橋梁の健全性及び性能に関する概念

(3) 土構造物の健全性及び性能に関する概念

土構造物の斜面の不安定化は、以下の①～④に示すような事由により風化や変質等に伴う劣化（内的要因）と降雨や地震等の自然環境要因（外的要因）の相互作用によって発生する。また、グラウンドアンカーの変状など新たなリスクも顕在化してきている。このため、適切な時期に安定性向上のための大規模な修繕が必要となることを想定した。

- ①地盤材料によっては、掘削直後に風化・劣化が急激に進行し、その後連続的かつ漸減的な経路をたどる。
- ②外的要因による斜面安定性の変化は瞬間的かつ断続的となり、その大きさによっては元の状態に回復しないことがある。
- ③更に今後、外的要因による作用が増大することが予測される。
- ④一方、健全性は外的要因により、ゆるみ、クラックなどが発生するとこれらは蓄積し、健全性は加速度的に低下する。

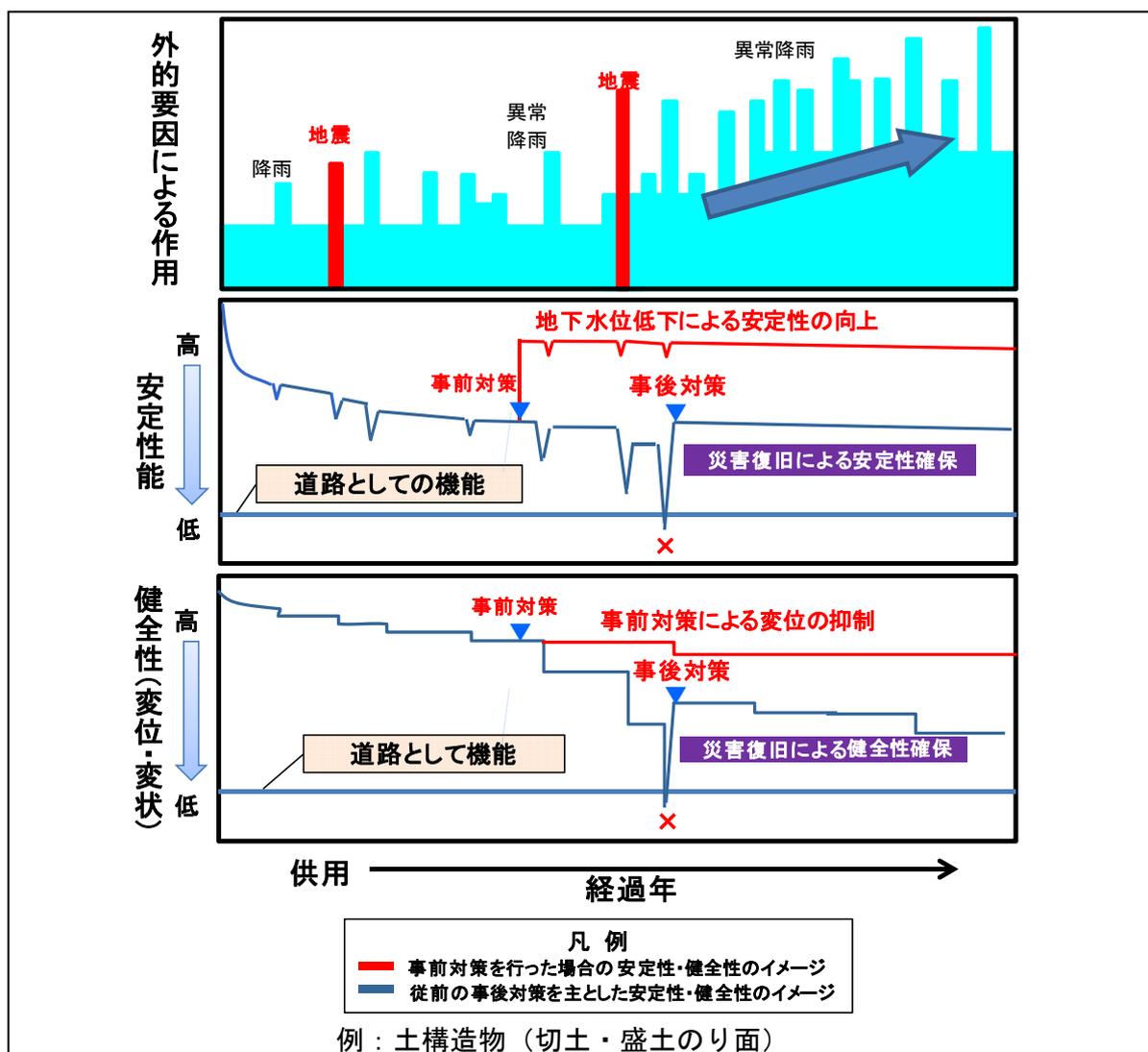


図 3.2.5 土構造物の健全性及び性能に関する概念

(4) トンネルの健全性及び性能に関する概念

トンネルの中には、周辺地山の風化・劣化による強度低下や吸水膨張により路面隆起や覆工の変状を起こすものがある。それに対してこれまでのような舗装補修や部分的な覆工の補修を繰り返しても変状が収まらず、内空保持性能が低下することが想定される。このため、適切な時期に抜本的な周辺地山の安定性向上とトンネル支保性能を高める大規模な修繕が必要となることを想定した。

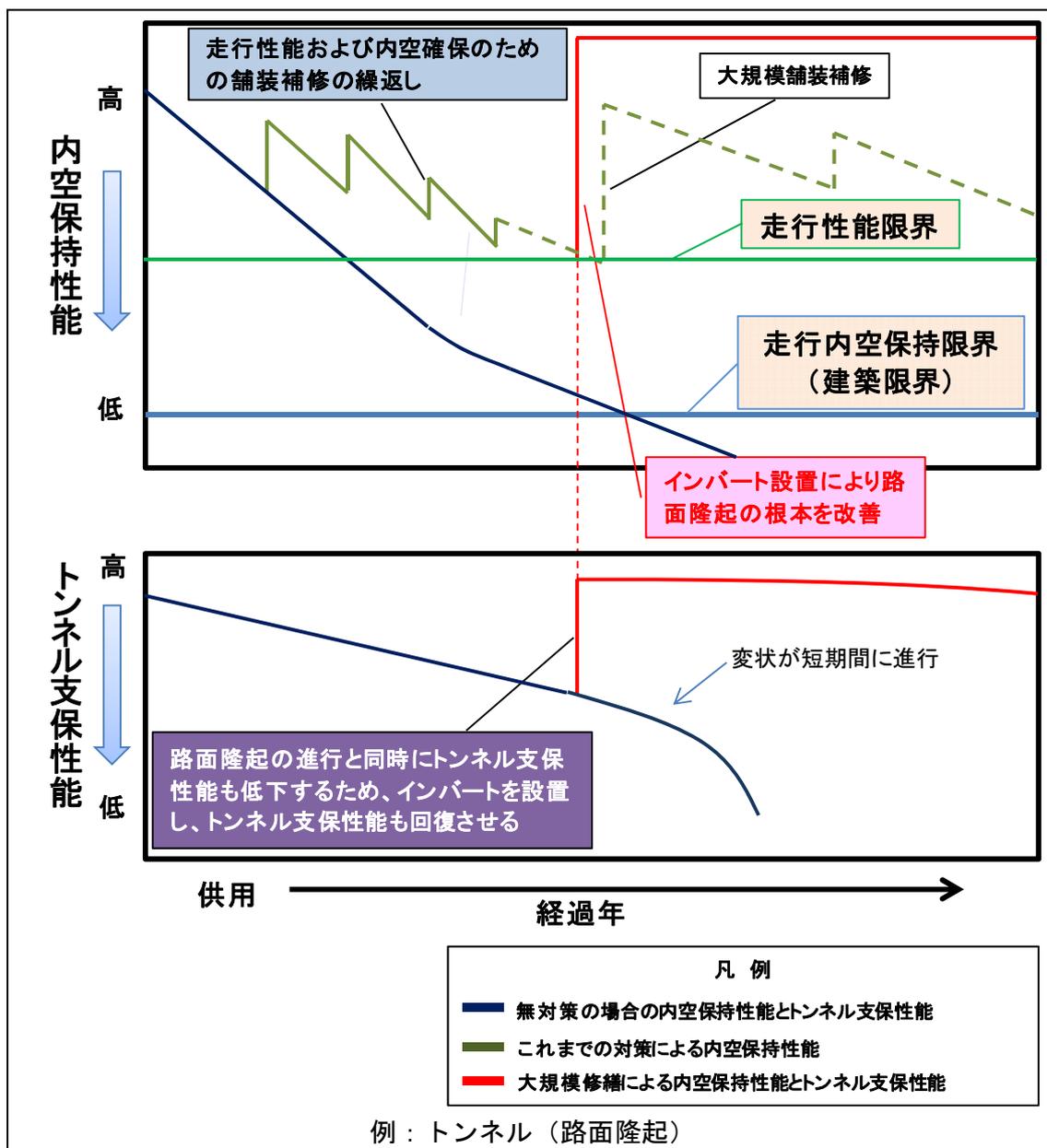


図 3. 2. 6 トンネルの健全性及び性能に関する概念

4. 大規模更新・大規模修繕の検討

4-1 大規模更新・大規模修繕の検討概要

高速道路の本体構造物は、経過年数の増大や使用環境の影響が一因とみられる劣化に伴う変状が顕著になっており、現状では、経過年数50年を迎える構造物は、極めて少ないものの、近い将来これらを要因として、更新等を必要とする構造物が増加していくものと想定される。

本委員会では、以下に示す視点から、構造物の変状状況と劣化要因の関係を分析し、構造物毎に大規模更新、大規模修繕の判断要件を整理のうえ、対策について検討した。

- これまでは、経年劣化した構造物であっても、部分的な補修（通常修繕）を繰り返すことで構造物が発揮する性能が建設当初の状態に復元すると想定
- 現状では、経年増を一因とする劣化に伴う変状が顕著であり、一定の要件に該当する構造物は、従前の知見と異なり部分的な補修（通常修繕）を繰り返しても発揮される性能は低下し、いずれ所要の性能を発揮することができなくなると予測
- また、構造物の長寿命化及び第三者等被害防止の観点を踏まえた予防保全への転換が必要

4-2 構造物の変状発生要因

本委員会での検討にあたり、構造物の変状発生要因として考えられる事象について整理した。その内容を下記に示す。

- ① 経過年数の増大
償還期間満了時の平成62年には、供用延長の約8割が経過年数50年以上となり、また経過年数が長い構造物ほど変状比率が増大傾向にある。
- ② 使用環境の変化
高速道路ネットワークの拡充により大型車交通量が増大するとともに、車両制限令の規制緩和により交通荷重も増大している。
- ③ 維持管理上の問題
毎年の凍結防止剤（塩化ナトリウム）の散布により構造物の変状リスクが高まっている。
- ④ 外的環境の変化
近年の短時間異常降雨の増加等により災害の発生リスクの高まりが懸念される。
- ⑤ 地盤材料の風化・劣化に伴う変状リスク
多様な地質が存在することから明確に強度低下のメカニズムが解明できないものの、変状リスクとして経年的に風化・劣化する地質が潜在的に影響している。
- ⑥ 設計／施工基準類の変遷
設計、施工基準の変遷に追随していない構造物が存在し、変状リスクが高まっている。
- ⑦ 明確になっていなかった変状リスク
工法に起因する変状リスクなど、これまで明確になっていなかった変状が顕在化している。

4-3 本体構造物の検討項目

1. 橋梁

(1) 橋梁は、上部構造（床版・桁）を検討対象とし、下部構造及び基礎構造並びに橋梁付属物については検討の対象外とした。

- 下部構造及び橋梁付属物については、現時点では、通常修繕で対応可能な変状状況であること、また、耐震補強については建設時点から順次改訂されてきた国の最新基準を適用して実施することなど、方針が明確であるとの理由から、本委員会の検討対象外としている。
- 下部構造（橋台）の側方流動や基礎構造の洗掘については、今後、大規模に変状が確認されれば、必要に応じて検討する必要があるが、現在のところ個別に対応可能と判断し、今後の課題とした。
- 塗装の劣化については、塗替塗装（通常修繕）を適切なサイクルで行うことにより対応しているので、検討の対象外とした。

(2) 検討は、橋梁の部位別を実施した。

過去の補修事例をみると、部材ごとに更新した事例が多く、橋梁毎ではなく部材毎、形式毎に検討を実施した。これは、部材ごとに作用荷重に対する挙動が違うことや環境要因に起因した劣化状態に違いがあることなどから、適切な対策を検討する上で妥当と判断した。

(3) 検討方法は、変状状況から劣化進行に大きく影響を与える要因を整理し、対策内容を検討した。

表 4.3.1 橋梁の検討項目一覧

構造物	事象	変状・損傷の進行等	今回の検討	変状要因	対策種別	対策工法
床版	鉄筋コンクリート床版の変状	進行	○	塩害・ASR・疲労	取替 予防保全、補強	床版取替(全面的打換え) 床版増厚、高性能床版防水
	プレストンコンクリート床版の変状	徐々に進行	○	塩害・ASR・疲労	予防保全、補強	高性能床版防水、脱塩
	鋼床版の変状	重交通路線で顕在化	○	疲労	補強	SFRG補強、き裂補修
桁	鉄筋コンクリート桁の変状	進行	○	塩害・ASR	架替 予防保全、補強	桁架替 表面被覆
	プレストンコンクリート桁の変状	徐々に進行	○	塩害・ASR	予防保全	脱塩、表面被覆
		一部で確認	○	PCグラウトの空隙	二重の安全対策 モニタリング	外ケーブル補強
鋼桁の変状	重交通路線で顕在化	○	疲労	補強	桁補強	
下部工・基礎	下部工の変状	徐々に進行	通常修繕	塩害・ASR・凍害	断面修復	
	橋台の側方変位	一部で確認	今後の課題	側方流動	要監視	
	鋼製橋脚の変状	顕在化していない	通常修繕	疲労	通常点検	
	基礎の変状 (直接/杭/ケーソン)	顕在化していない	今後の課題	洗掘	要監視	

注：着色部が検討対象

2. 土構造物

- (1) 土構造物は、盛土・切土、及び自然斜面を検討対象とし、擁壁・カルバート（掘割構造物）等の付帯構造物を検討対象外とした。
- ・ 擁壁、カルバート（掘割構造物）等の付帯構造物については、通常修繕で対応可能な変状状況であり、再施工に至る大規模更新・大規模修繕の必要性は、現時点ではないと判断した。
 - ・ 補強土壁の変状や切土の崩壊などは、地山の地質特性、風化の進行具合、降雨浸透特性など、要因が複雑なため、今後引き続き調査を行っていくこととし、今後の課題とした。
- (2) 検討は、過去の変状実態（土砂災害等の発生状況）から、部位、材料別に実施した。
- (3) 検討方法は、過去の土砂災害の発生事例及び変状の実態から、その要因を整理し、対策内容を検討した。

表 4.3.2 土構造物の検討項目一覧

構造物	事象	変状・損傷の進行等	今回の検討	変状要因	対策種別	対策工法
盛土	崩壊	近年多発傾向	○	降雨、地盤材料の風化・劣化	補修・補強	盛土浸透水対策 盛土の強度増加 付帯構造物の変形対策
		一部で発生	今後の課題	地震	補修・補強	
		一部で発生	通常修繕	長期圧密沈下	改良	
	補強土壁の変状	一部で発生	今後の課題	裏込材料の劣化	補修・補強	
切土	グラウンドアンカーの破断	一部で発生	○	鋼材の腐食	補強	アンカーの増打ち
	のり面工、補強土工の変状	一部で発生	通常修繕	材料の劣化	補修・補強	
	崩壊	近年多発傾向	今後の課題	降雨、地盤材料の風化・劣化	補強	
盛土・切土共通	表層崩壊	近年多発傾向	○	降雨	取替え 改良	地下水排水工の維持管理 集水ます、縦溝等の追加
自然斜面	土石流	近年多発傾向	○	降雨	自衛対策	簡易対策（本線防護工）
	落石	一部で発生	今後の課題	地震	自衛対策	
付帯構造物	擁壁・カルバートの変状	多発	通常修繕	コンクリートの劣化	補修	

注：着色部が検討対象

3. トンネル

- (1) トンネル本体工及びトンネル覆工を検討対象とし、トンネル内床版及び内装板などのトンネル付属物については検討の対象外とした。
- トンネル内床版及びトンネル付属物については、現時点では、通常修繕で対応可能な変状状況であり、再施工に至る大規模更新・大規模修繕の必要性は、現時点ではないと判断した。
 - トンネル覆工の背面空洞や目地部のはく落、漏水については、現時点では、通常修繕で対応可能な変状状況であり、再施工に至る大規模更新・大規模修繕の必要性は、現時点ではないと判断した。
 - トンネル本体への大規模な地すべりの影響による変状は、事象の発生が極めて少ないことから、今後の課題とした。
- (2) 検討は、トンネル内空変状に対し、部位、部材別を実施した。
- (3) 検討方法は、変状状況から劣化進行に影響を与える要因を整理し、対策内容を検討した。

表 4.3.3 トンネルの検討項目一覧

構造物	事象	変状・損傷の進行等	今回の検討	変状要因	対策種別	対策工法
本体工	路面隆起	顕在化	○	地山の劣化	補強	インパート
	地すべりによる変状	一部で発生	今後の課題	地山の劣化	補強・別線	
	覆工背面空洞化	徐々に進行	通常修繕	施工方法	補強	
覆工	覆工の変状(クラック等)	徐々に進行	○	地山の劣化	補強	内巻き ロックボルト 炭素繊維シート
	覆工の変状(目地部はく落・浮き)	徐々に進行	通常修繕	施工方法	はく落対策	
	覆工の変状(目地部漏水)	一部で発生	通常修繕	施工方法	樋設置	
床版	トンネル内舗装版の変状	顕在化していない	今後の課題	塩害・ASR・疲労	取替え	

注：着色部が検討対象

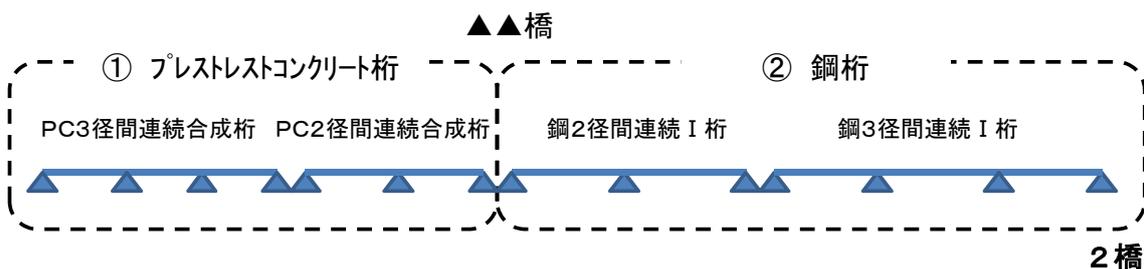
4-4 分析対象数量

高速道路3会社が管理する全国の高速道路ネットワークの機能を今後も永続的に活用していくことを念頭に、本体構造物の現状について、変状の要因分析を行うために使用した各構造物の対象数量を表4.4.1に示す。

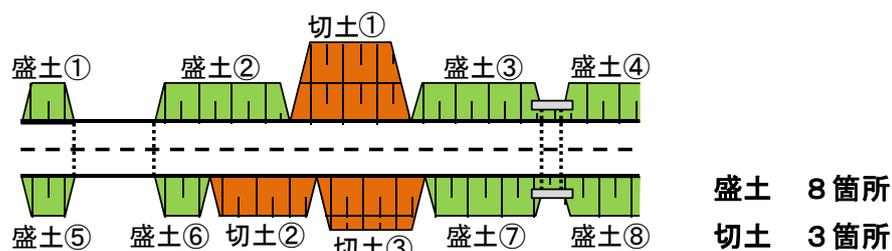
表 4.4.1 構造物別の分析対象数量 (H23 年度末時点)

区分	分析対象数量	備考	
橋梁	19,608 橋	橋梁上部工型式別 ※1 ・上下線別の橋数	
土構造物	切土	52,774 本	旧タイプアンカーの本数
	盛土・切土	117,606 箇所	上下線別盛土切土境界間の箇所数 ※2
	自然斜面	9,535 箇所	
トンネル	1,677 本	上下線別の本数	

※1 橋梁上部工型式別の橋数の数え方 (例)



※2 上下線別盛土切土境界間の箇所数の数え方 (例)



4-5 変状発生要因の整理

1. 橋梁の劣化要因

(1) 疲労

分析にあたって着目した劣化要因の一つは、大型車交通による疲労である。大型車交通の影響としては、「累積10t換算軸数」を指標として分析した。累積10t換算軸数とは、高速道路本線上の軸重計のデータを基に、計測された軸重の比の3乗で鋼構造物に影響すると考えて、次に示す式により10tに換算して累積軸数を求めたものである（総重量20tの大型ダンプトラックの累積台数に相当）。

累積10t換算軸数 = 大型車の累積交通量 × 10t換算軸数※

※10t換算軸数の算出は、図4.5.1による。

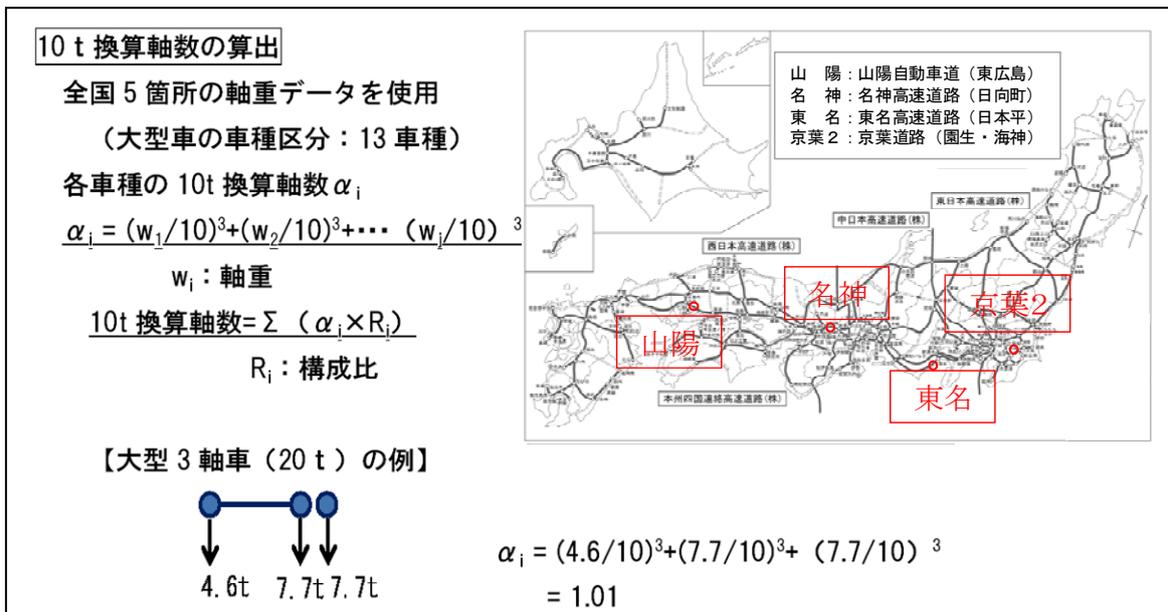


図4.5.1 10t換算軸数の算出

代表的な疲労損傷橋梁において、累積10t換算軸数と構造物の疲労損傷の関係を分析した事例や他機関の事例などを参考にすると、累積3,000万軸数付近で、疲労損傷が顕在化する傾向がみられることから、この軸数に達しているか否かで、変状分析を行った(図4.5.2)。

図4.5.3に、累積10t換算軸数3,000万軸以上の対象路線を示す。東名、名神高速道路の他、首都圏近郊、中京圏近郊、関西圏近郊の路線において現時点で3,000万軸を超えている。また、今後も次第にその範囲は広がっていく見込みである。

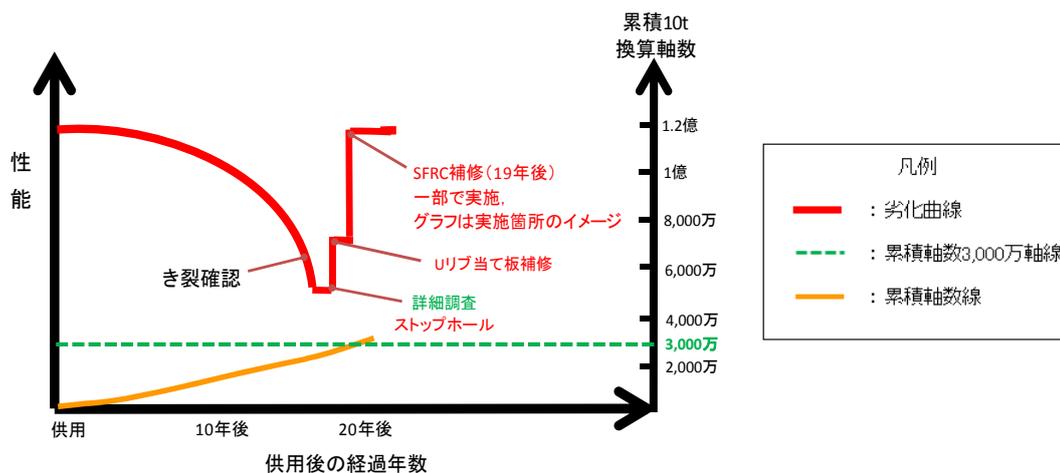


図 4.5.2 鋼床版の疲労劣化イメージ

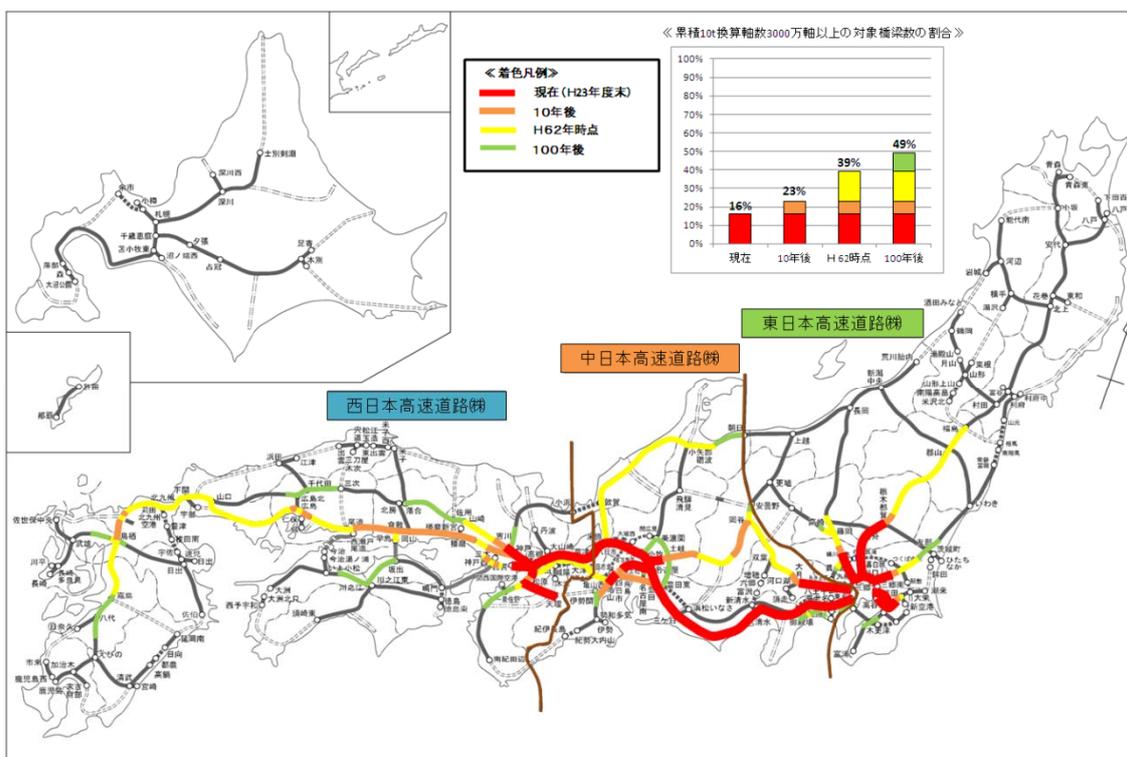


図 4.5.3 累積10t換算軸数3,000万軸以上の対象路線

(2) 塩害

塩害に関わるものとしては、「飛来塩分」「海砂使用による内在塩分」「凍結防止剤(塩化ナトリウム)」に着目した。

1) 飛来塩分

飛来塩分については道路橋示方書に規定する「塩害の影響地域」にあるか否かで分析を行った。

図 4.5.4 に飛来塩分の影響を受ける橋梁の位置を示す。北海道から九州まで沿岸部の路線に位置する。

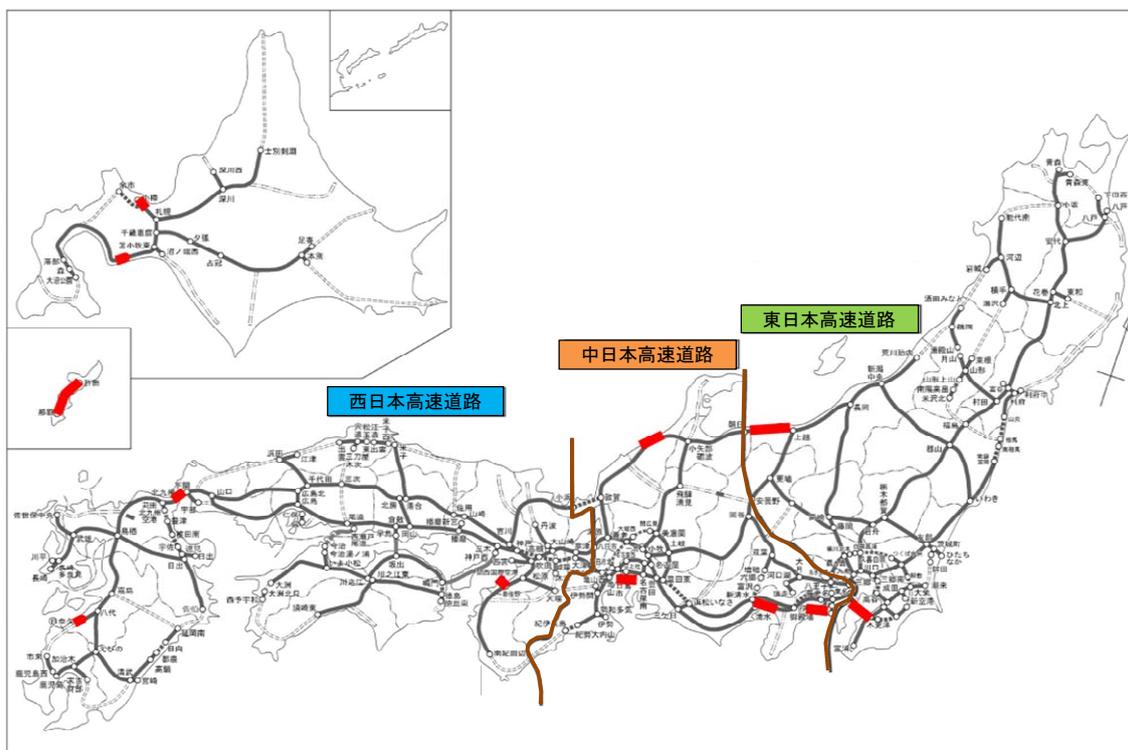


図 4.5.4 飛来塩分の影響を受ける対象路線

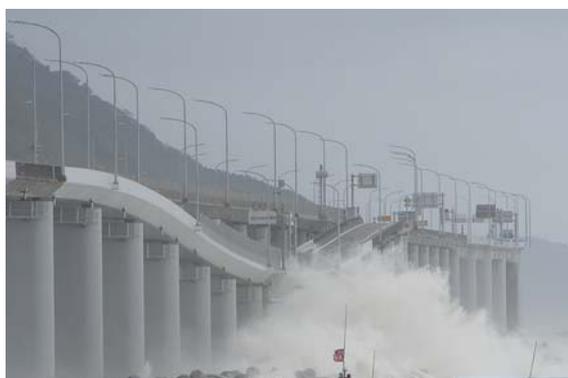


図 4.5.5 海岸線通過路線の厳しい自然環境

2) 内在塩分

内在塩分については、海砂を使用し、かつ1986年（S61）年の塩化物総量規制より前の橋梁であるか否かで分析を行った。

図4.5.6に内在塩分の影響を受ける橋梁の位置を示す。西日本に集中しており、阪和道、中国道、九州道、沖縄道に位置するが、東北地方の一部にも確認されている。

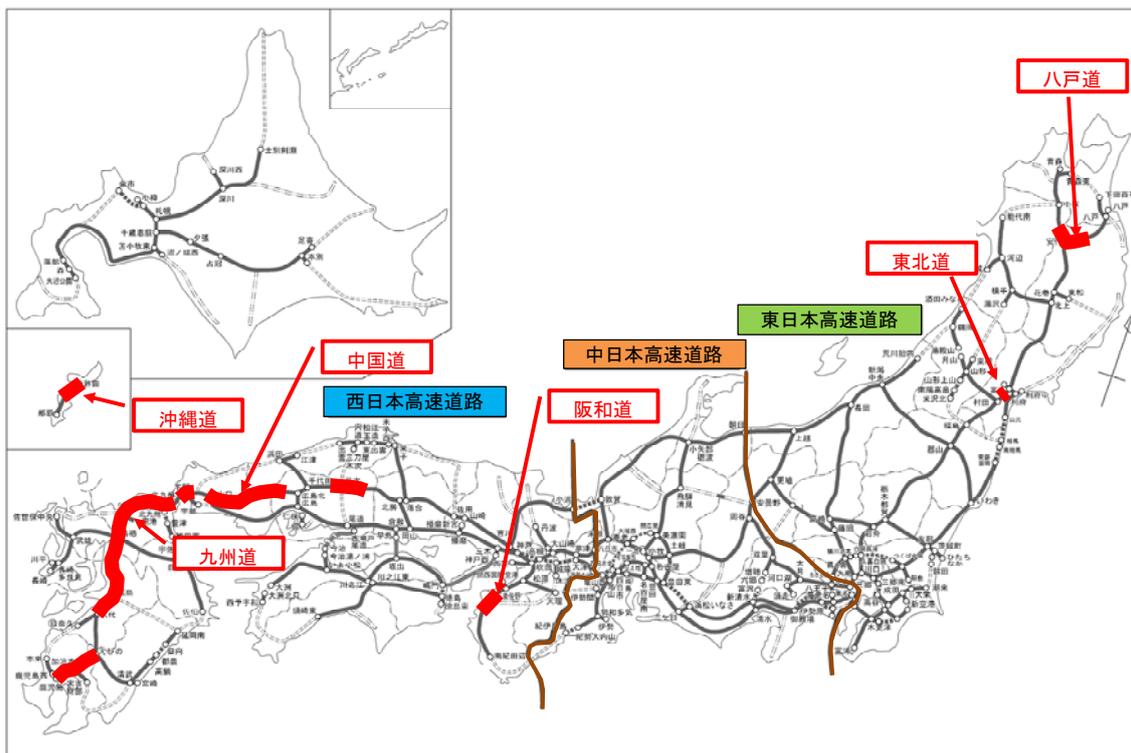


図 4.5.6 内在塩分の影響を受ける対象路線

3) 凍結防止剤

凍結防止剤については、累積の凍結防止剤散布量を各路線の1989年(H1)～2010年(H22)の平均散布量に供用年数を掛けることで算出した。この値が1,000t/km以上の路線の健全度の低下が顕著なことから、1,000t/kmを超えているか否かに分けて分析を行った(図4.5.7)。

図4.5.8に、累積1,000t/kmを超える路線を示す。北海道から東北、北陸、中部の内陸、関西の内陸、中国の内陸地方の路線がこれに該当している。今後も次第にその範囲は広がっていく見込みである。

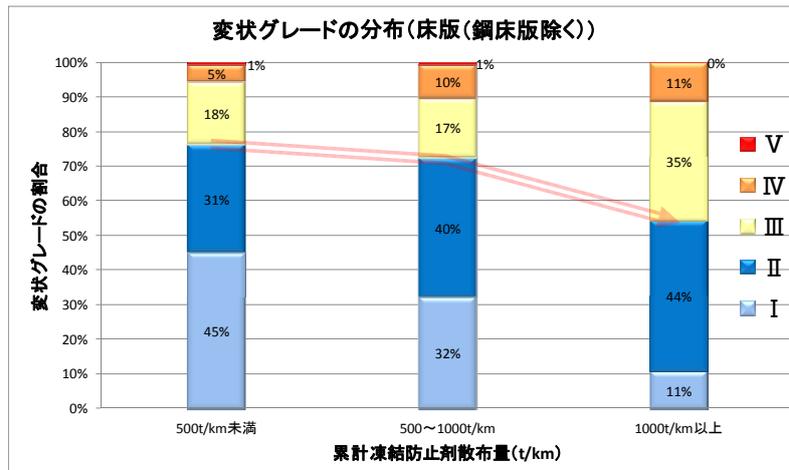


図4.5.7 累計凍結防止剤散布量別変状グレードの分布(鉄筋コンクリート及びプレレストコンクリート床版)

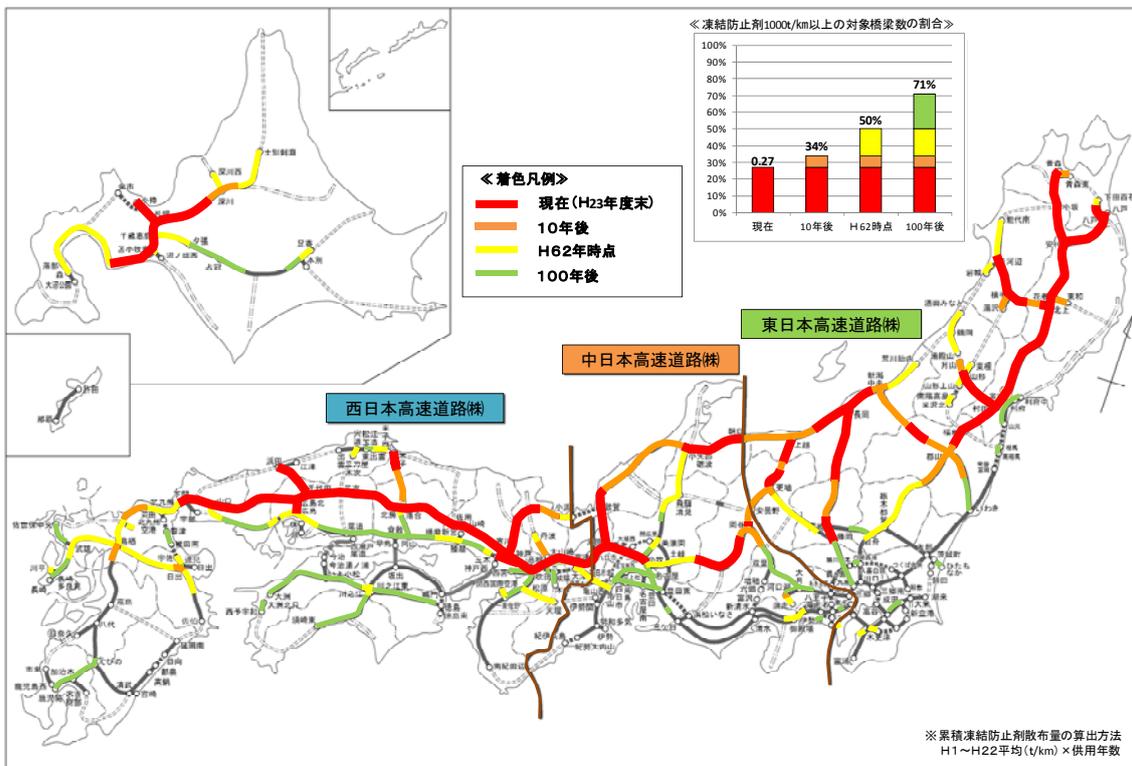


図4.5.8 凍結防止剤の累積散布1,000t/km以上の対象路線

(3) アルカリシリカ反応

アルカリシリカ反応の影響については、過去の調査により、その可能性があると判定された橋梁か否かに分けて分析を行った。

図 4.5.9 にアルカリシリカ反応の影響が懸念される橋梁がある地域を示す。

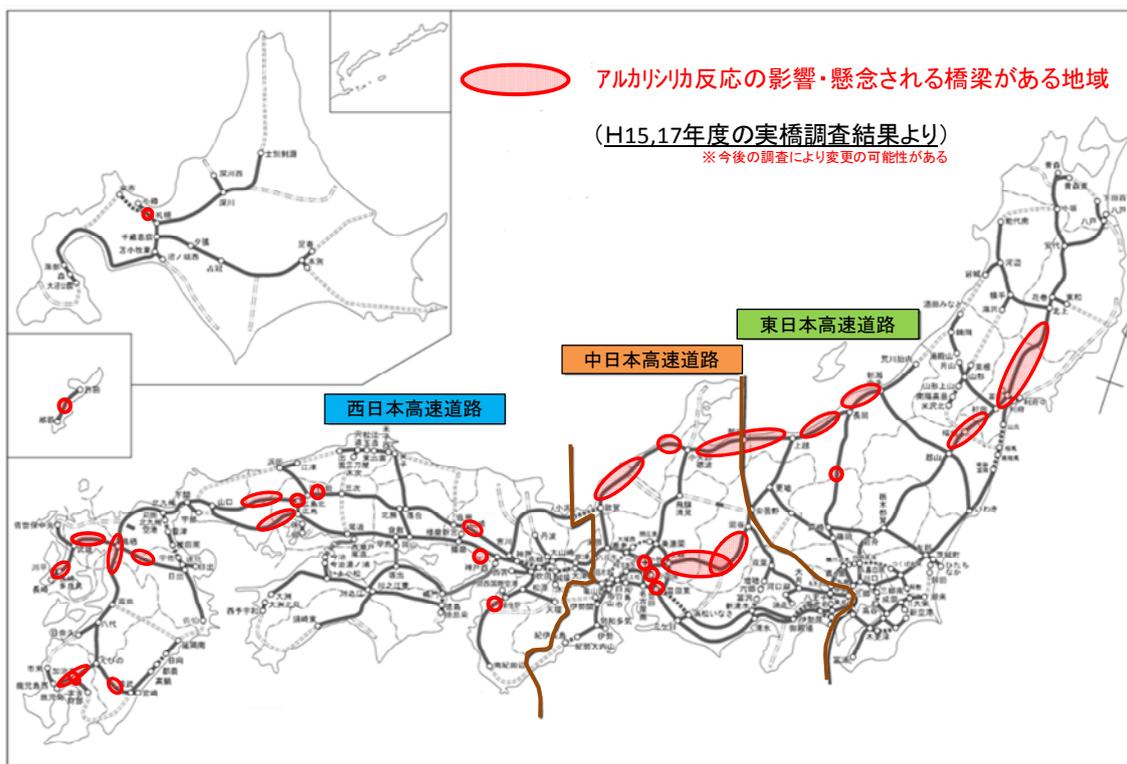


図 4.5.9 アルカリシリカ反応の影響が懸念される対象路線

2. 土構造物の変状要因

盛土、切土、自然斜面について、降雨等による変状事例から構造形態別に分析を行った。

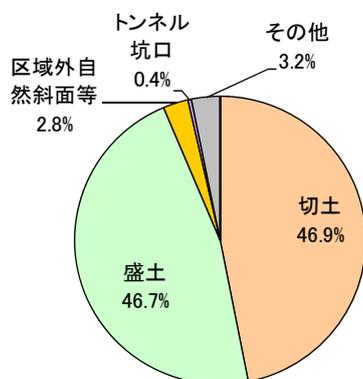


図 4.5.10 構造形態ごとの被災件数の内訳

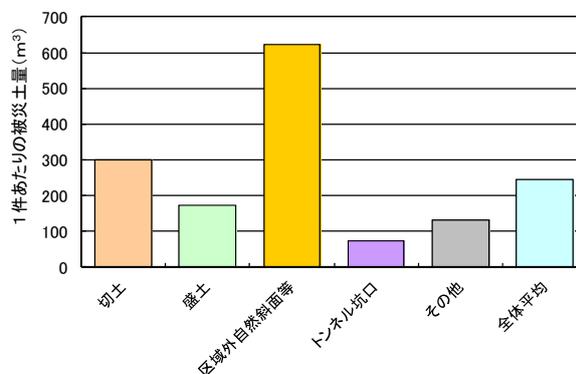


図 4.5.11 構造形態ごとの1件あたりの被災土量

変状は盛土・切土部がほとんどである（図 4.5.10）。1件あたりの被災土量は、土石流などの区域外自然斜面からの被災が最も多く、件数は少ないものの発生した場合の影響が大きいといえる（図 4.5.11）。

以上から、盛土・切土及び区域外の自然斜面等についての分析が必要となる。しかし、切土部の地山風化に伴う崩壊については、要因が複雑なため今後引き続き調査を行っていく。

変状及び土砂災害の事例を用いて、以下の事項について整理・分析を行った。

- ・ 盛土材料、盛土高さの違いによる被災傾向
- ・ スレーキングにより細粒化する脆弱岩を用いた盛土の基準類の変遷も考慮
- ・ 盛土・切土のり面排水による変状の箇所
- ・ 土石流などの土砂災害について自衛手段の方策
- ・ 新タイプ・旧タイプのグラウンドアンカーの点検結果による鋼材の劣化に伴う変状の進行



図 4.5.12 異常降雨に伴う崩壊



図 4.5.13 排水溝の溢水



図 4.5.14 旧タイプグラウンドアンカーの劣化

3. トンネルの変状要因

トンネルの変状要因は、地震等の外力の作用を除き、主として岩種に依存することが判明していることから、トンネル周辺地山の地質と変状の状態（健全度等）について分析を行った。

トンネル覆工の周辺地山の地質と覆工健全度との関連性について、全地質を対象に分析を行ったところ、覆工コンクリートの健全度は、経過年数とともに低下する傾向であった。更に、地質を風化しやすい岩種（地山強度低下を起こす可能性のある岩種）と風化しにくい岩種に分類し、覆工健全度ランクと覆工変状対策が必要な岩種の関連性を分析した。

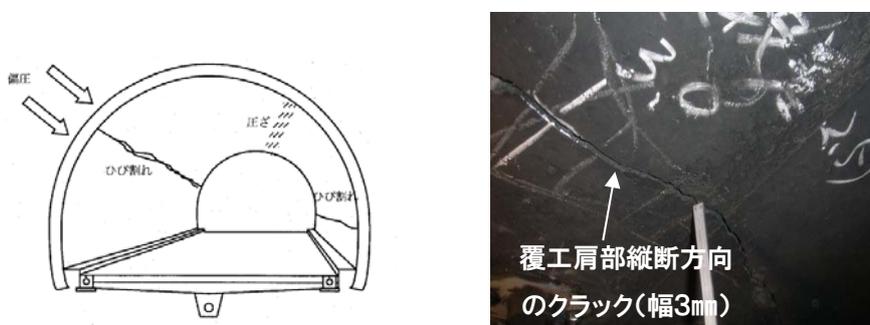


図 4.5.15 トンネル覆工変状概念図及び変状状況写真

現在路面隆起が発生している箇所について、岩種とインバートの設置の有無について分析を行った。また、現設計要領に規定される“長期的な強度低下及び膨張性により路面隆起の恐れがありインバートの設置が必要とされる岩種”について、この規定が基準化される 1997 年（H9）以前に建設されたトンネルを対策検討の対象とした。

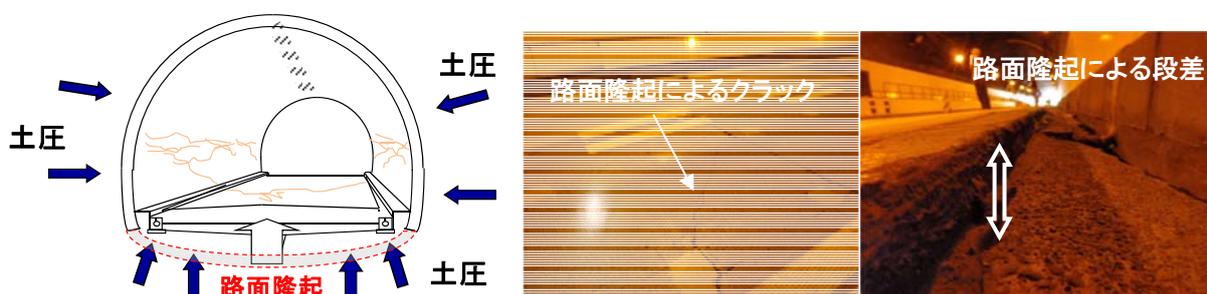


図 4.5.16 路面隆起発生概念図及び路面隆起状況写真

4-6 変状分析

1. 橋梁

(1) 床版

1) 鉄筋コンクリート床版

鉄筋コンクリート床版について、疲労、塩害、アルカリシリカ反応に関わる各要因及びその組合せ別に健全度を分析した（図 4.6.1）。劣化要因が無い「劣無」と比較し、今回着目した何れかの劣化要因がある場合、健全度が低下している。特に「内在塩分かつ飛来塩分」の影響がある場合は、現時点で95%以上の床版で健全度がⅢ・Ⅳ・Ⅴと、著しく低下している。

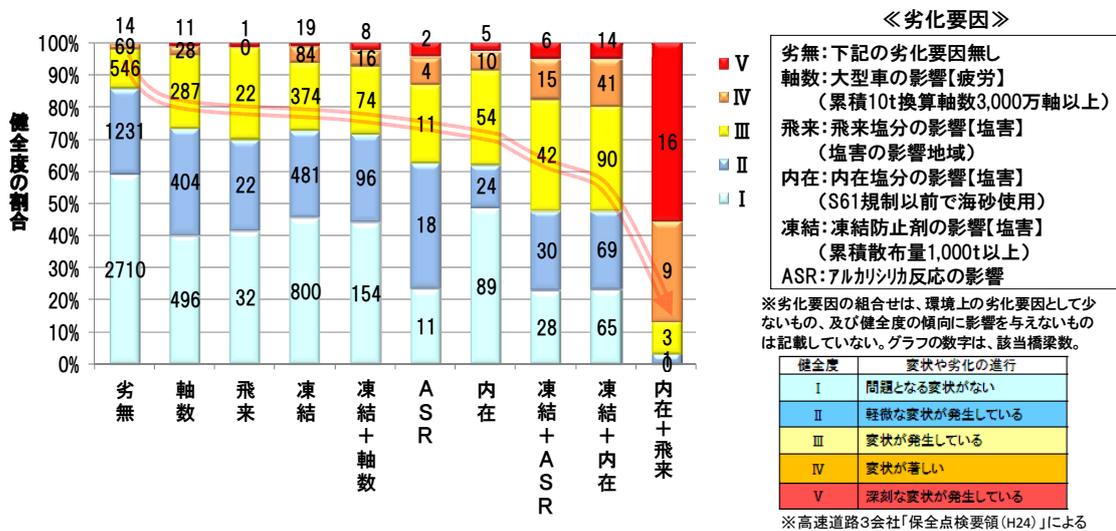


図 4.6.1 鉄筋コンクリート床版における劣化要因に対する主な健全度分布

図 4.6.2 に供用年数別の健全度の推移を示すが、劣化要因“有り”の場合、健全度が急激に低下する傾向がうかがえる。また、劣化要因が無い場合でも、永続的な健全性の維持は難しいことも分かる。

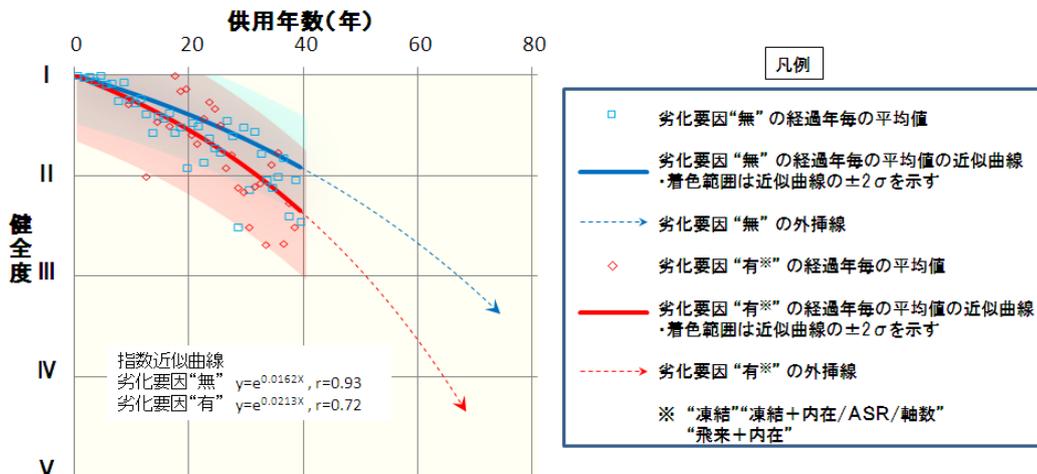


図 4.6.2 鉄筋コンクリート床版の供用年数別の健全度の推移と予測



図 4. 6. 3 鉄筋コンクリート床版の変状事例

2) プレストレストコンクリート床版

プレストレストコンクリート床版についても、劣化要因が無い「劣無」と比較し、何れかの劣化要因がある場合、健全度が低下する傾向にある（図 4.6.4）。しかし、その傾向は鉄筋コンクリート床版ほど顕著ではない。

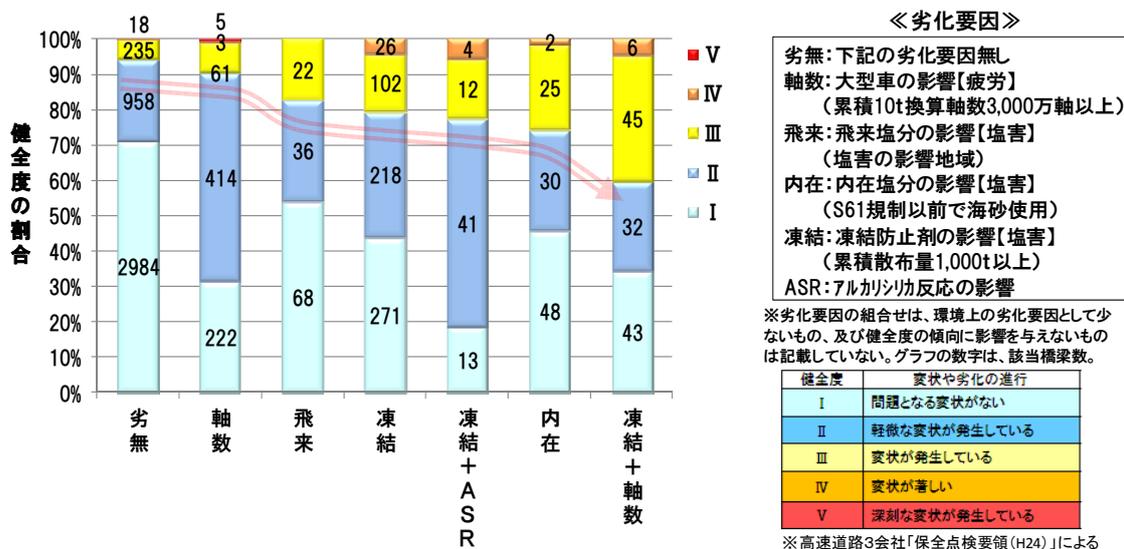


図 4.6.4 プレストレストコンクリート床版における劣化要因に対する主な健全度分布

供用年数別の健全度の推移をみると（図 4.6.5）、鉄筋コンクリート床版に比べ、劣化の進行がやや緩やかである。

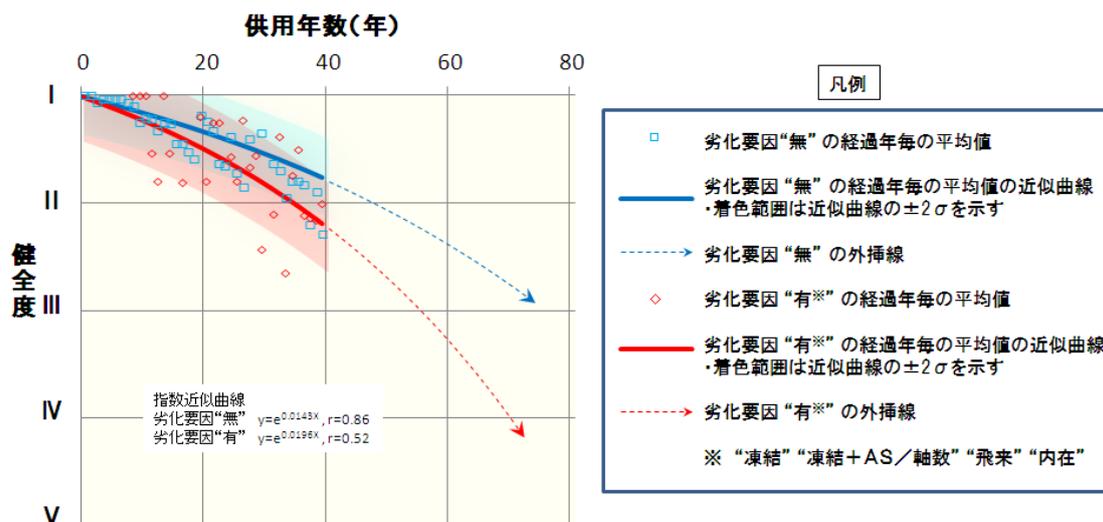


図 4.6.5 プレストレストコンクリート床版の供用年数別の健全度の推移と予測

3) 鋼床版

鋼床版については、疲労による変状が顕在化しており、累積10t換算軸数3,000万軸以上かそれ未満かに分けて、健全度を分析した(図4.6.6)。3,000万軸未満に比べ、3,000万軸以上の場合、健全度が大きく低下している。

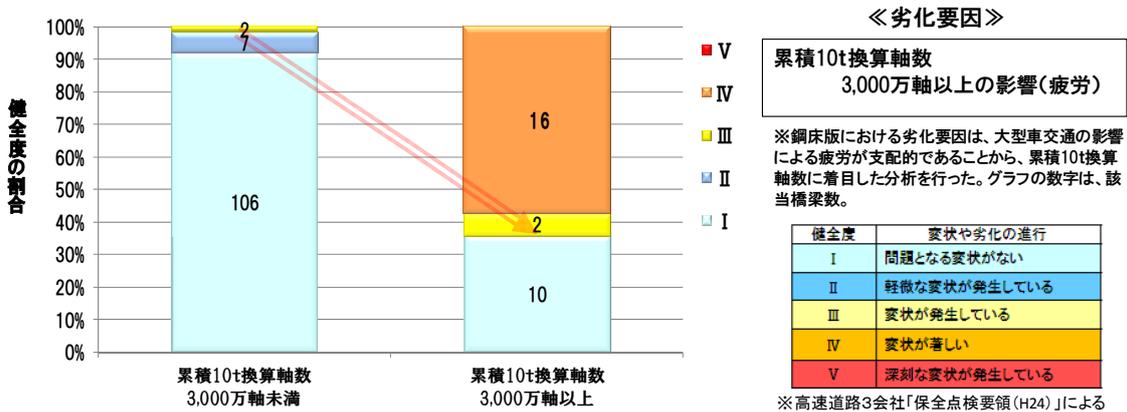


図 4.6.6 鋼床版における劣化要因に対する健全度分布

(2) 桁

1) 鉄筋コンクリート桁

鉄筋コンクリート桁について、塩害とアルカリシリカ反応の各要因及びその組合せ別に健全度を分析した(図4.6.7)。劣化要因が無い「劣無」と比較し、何れかの劣化要因がある場合、健全度が低下している。特に「内在塩分」の影響がある場合は、50%以上の桁で健全度がⅢ・Ⅳと顕著である。

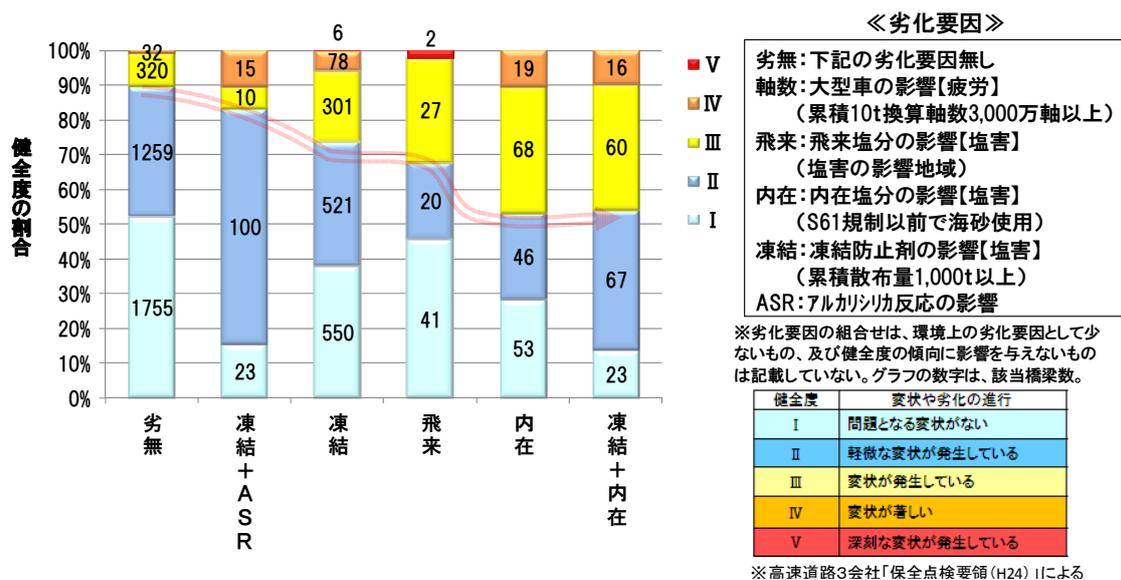


図 4.6.7 鉄筋コンクリート桁における劣化要因に対する主な健全度分布

2) プレストレストコンクリート桁

プレストレストコンクリート桁についても、劣化要因が無い「劣無」と比較し、何れかの劣化要因がある場合、健全度が低下傾向にある（図 4.6.8）。

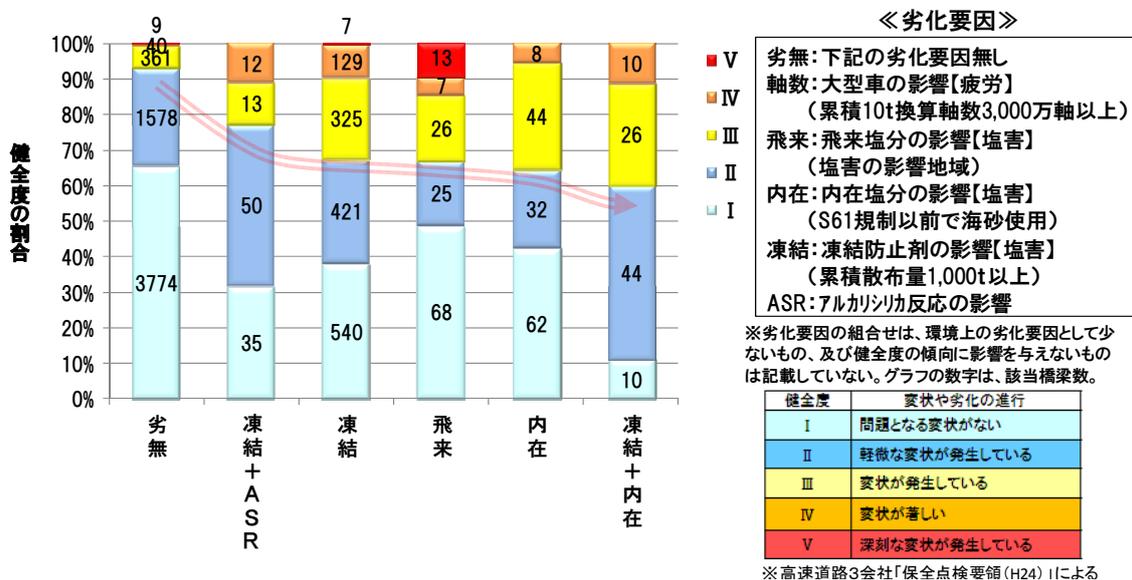


図 4.6.8 プレストレストコンクリート桁における劣化要因に対する主な健全度分布

一方、一部の橋梁でPC鋼材が腐食し破断する事例が顕在化している。このため、グラウト充填状況の調査を全国的に行ってきたが、これまでの調査したPC鋼材4,087本について分析してみると、調査箇所約2割を超える箇所でグラウト充填が十分でないものが確認され、特にPC鋼棒を使用しているものの割合が高いことが判明している（図 4.6.9）。

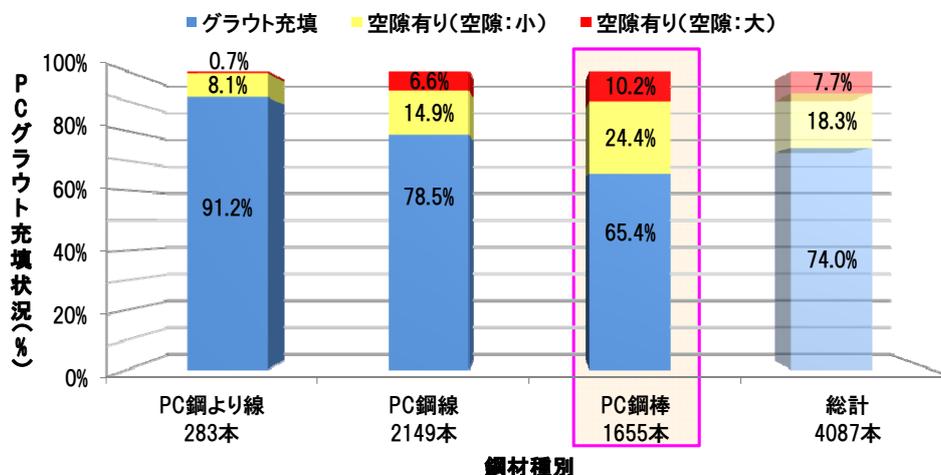


図 4.6.9 PC鋼材種別のグラウト充填状況

3) 鋼桁

鋼桁について、累積10t換算軸数3,000万軸以上か、それ未満かに分けて健全度を分析した(図4.6.10)。3,000万軸未満に比べ、3,000万軸以上の場合、健全度が低下している。

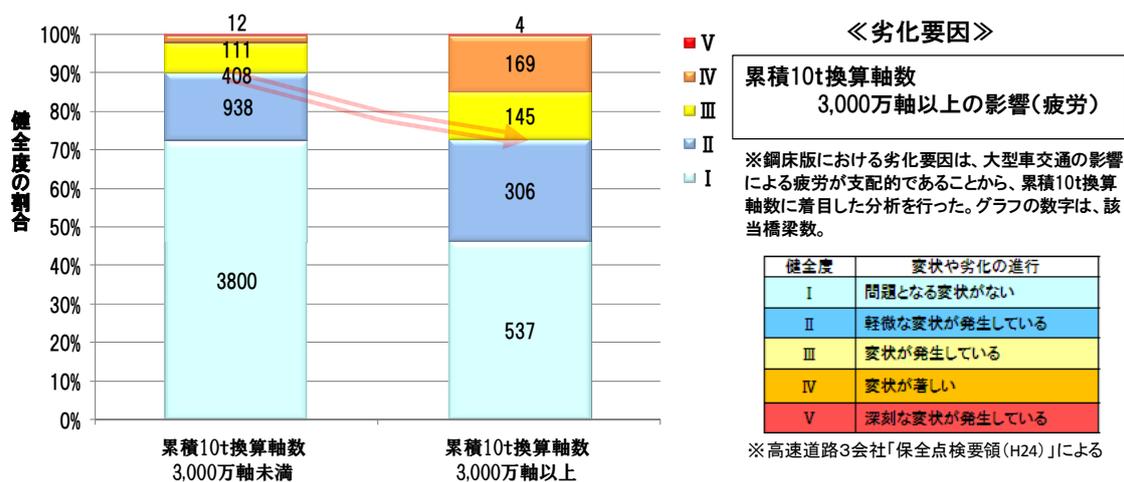


図 4. 6. 10 鋼桁における劣化要因に対する健全度分布



図 4. 6. 11 鋼桁の変状事例

2. 土構造物

(1) 盛土・切土

1) 盛土

1993年（H5）から2004年（H16）までの、約1,100件の盛土部における被災データを分析した（図4.6.12）。

盛土材料の違いによる傾向について、災害件数は、粘性土が最も多く、次いで、まさ土、山砂、しらすなどの砂質系の材料の順となり、これらの材料で全被災件数の約70%を占める。

また、1件あたりの被災土量※においては、泥岩が最も多く、次いで、まさ土、しらすの順となる。被災土量は、泥岩で約7倍、まさ土、しらすで約3倍程度、その他の材料の1件あたりの被災土量の平均値よりも多い。

したがって、これらの材料を用いた盛土は、被災件数、崩壊規模を考えると、崩壊に対するリスクが高く事前対策を検討する必要がある。

※ 1件あたりの被災土量＝盛土材料ごとの被災土量の合計÷盛土材料ごとの被災件数

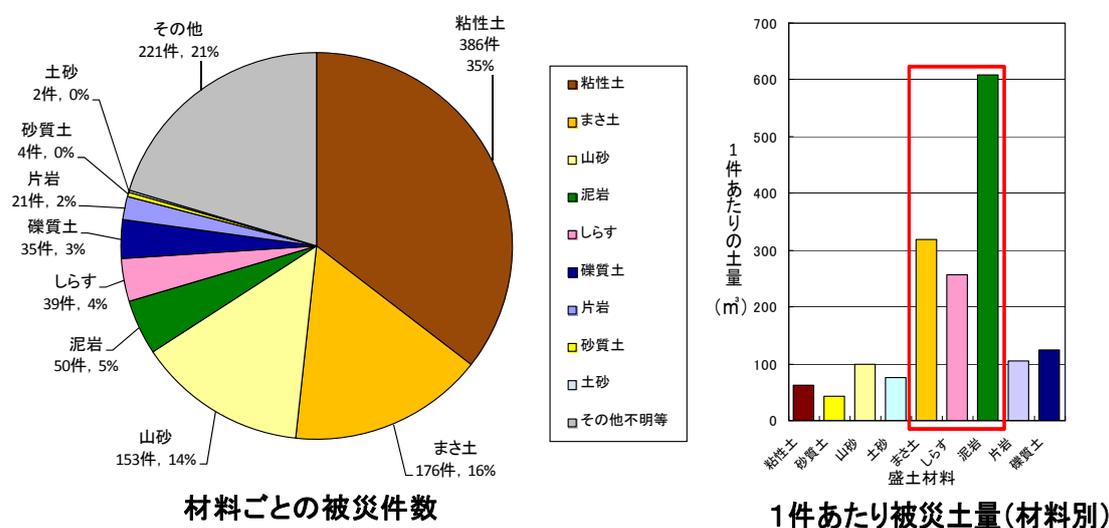


図 4.6.12 盛土材料ごとの土砂災害の傾向

同様に、盛土高さの違いによる傾向を分析した（図 4.6.13）。盛土段数（高さ）ごとの延長あたりの被災件数を比較すると、3段以上の盛土のり面において被災件数が多くなり、1段盛土の約8倍の被災確率となる。

また、1件あたりの被災土量及び盛土延長あたりの被災土量においても、3段以上の盛土の被災土量が多い傾向である。特に盛土の延長あたりの被災土量を比べると、1段盛土と3段盛土では格段の差となっている。

したがって、3段以上の盛土のり面は、1 km 当たりの被災件数も多く、崩壊規模を考えると、崩壊に対するリスクが急激に高くなることから、事前対策を検討する必要がある。

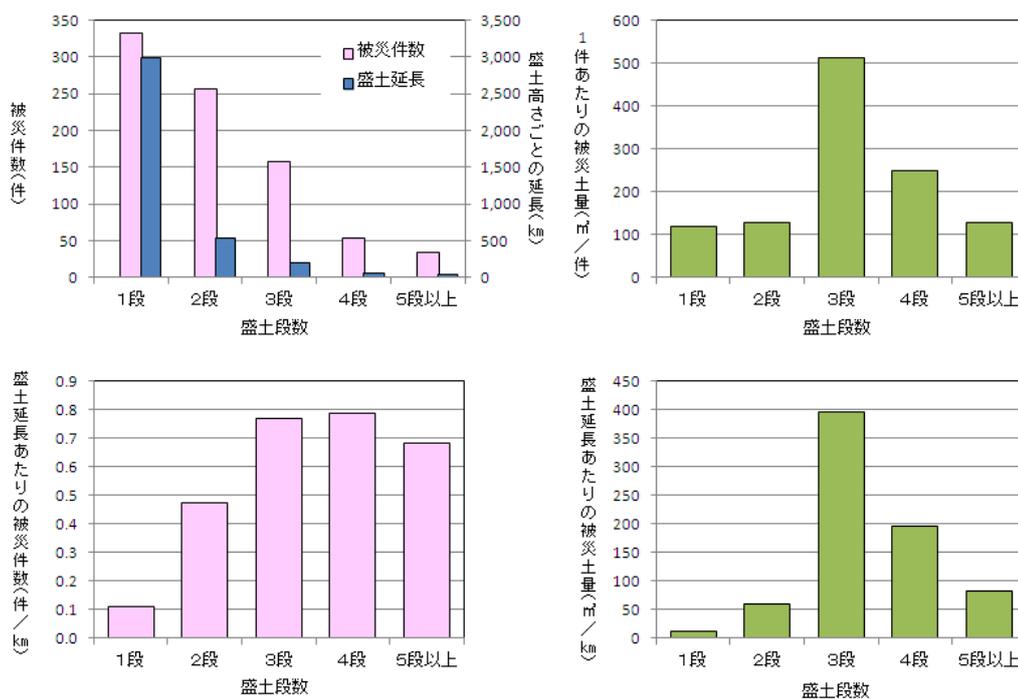


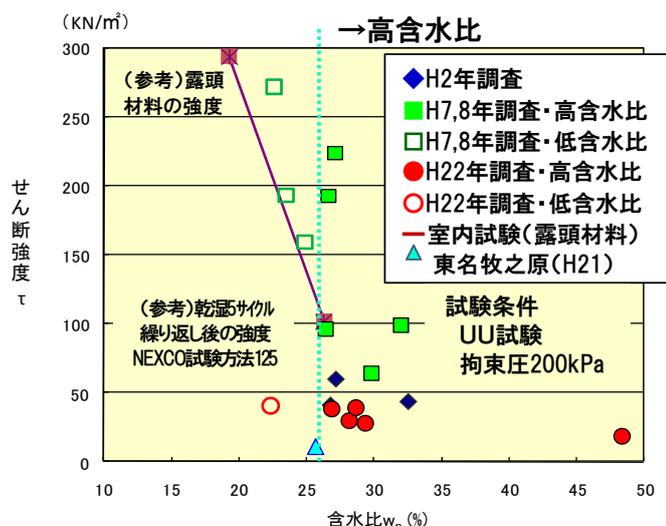
図 4.6.13 盛土段数毎の被災件数及び被災土量の傾向



図 4.6.14 4段の盛土のり面の例

脆弱岩は施工中には塊状であるが、長期にわたる乾湿の繰り返しの作用により徐々に細粒化（スレーキング）する材料である。盛土材料として、脆弱岩を使用した場合、雨水の侵入により盛土の含水比が上昇することで、徐々にスレーキングが進行するため、強度が低下する。また、スレーキングにより盛土完成後に長期間にわたり圧縮沈下が生じることがこれまでの経験により判明している。

したがって、スレーキングによる圧縮沈下及び強度低下により、排水溝など付帯工の沈下・変形が生じたり、降雨時や地震時に被害を受けることが想定される（図4.6.15）。



盛土材の含水比とせん断強度の関係

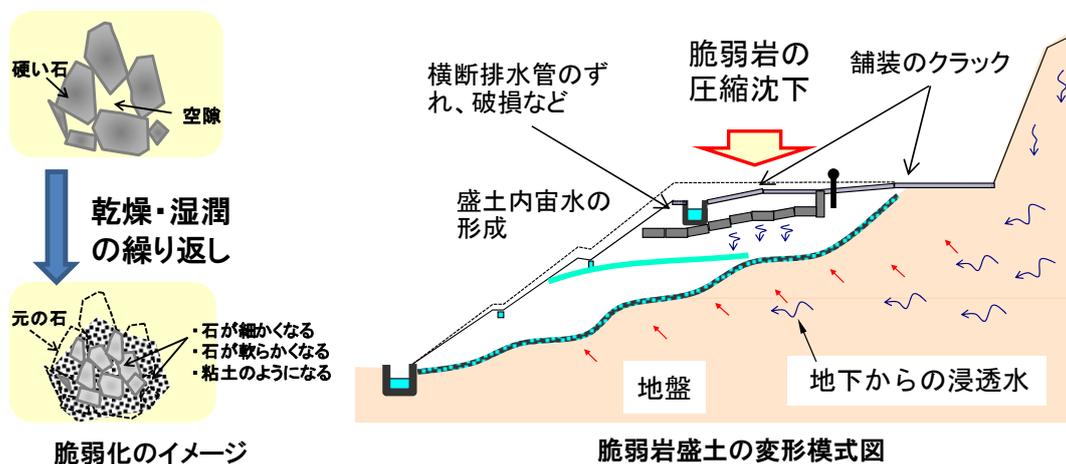


図 4. 6. 15 脆弱岩の泥濁化に伴う強度低下及び脆弱岩盛土の模式図

また、脆弱岩盛土に関する基準類の変遷から 1987 年（S62）以降に施工した脆弱岩を用いた盛土は、沈下抑制や盛土内の浸透水抑制を目的に転圧力の高い振動ローラーなどの導入により隙間を少なくする配慮がされている。したがって 1986 年（S61）以前の盛土を優先的に対応する必要がある。

2) 切土

グラウンドアンカーは、1992年（H4）「グラウンドアンカー設計指針（日本道路公団）」により防食性の向上が図られている（新タイプアンカー）が、1991年（H3）以前に施工された旧タイプアンカーの方が劣化に伴うリスクは高い（図4.6.16）。旧タイプアンカーについては頭部外観調査の結果においても、劣化に伴う変状が進行していることが分かっている（図4.6.17）。（頭部外観調査は、あくまで外観による評価のため、地中部を直接評価しているものではなく、潜在的に劣化に伴う変状が進行したグラウンドアンカーは、より多く存在しているものと推測される。）

また、新タイプアンカーについても、頭部のオイル漏れ等の軽微な変状が確認されている。

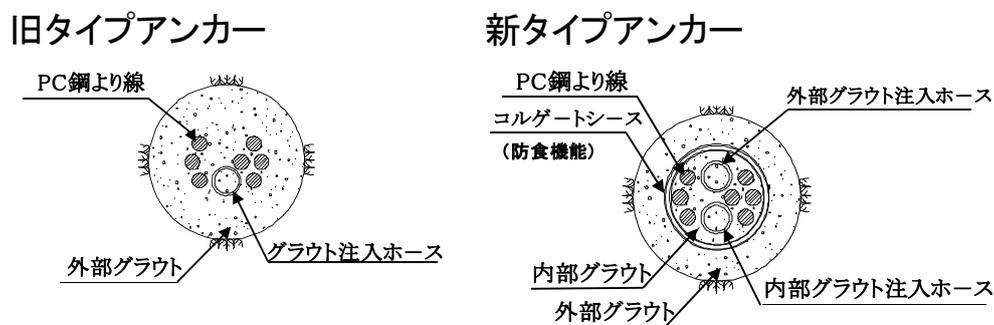


図4.6.16 旧・新タイプアンカーの違い

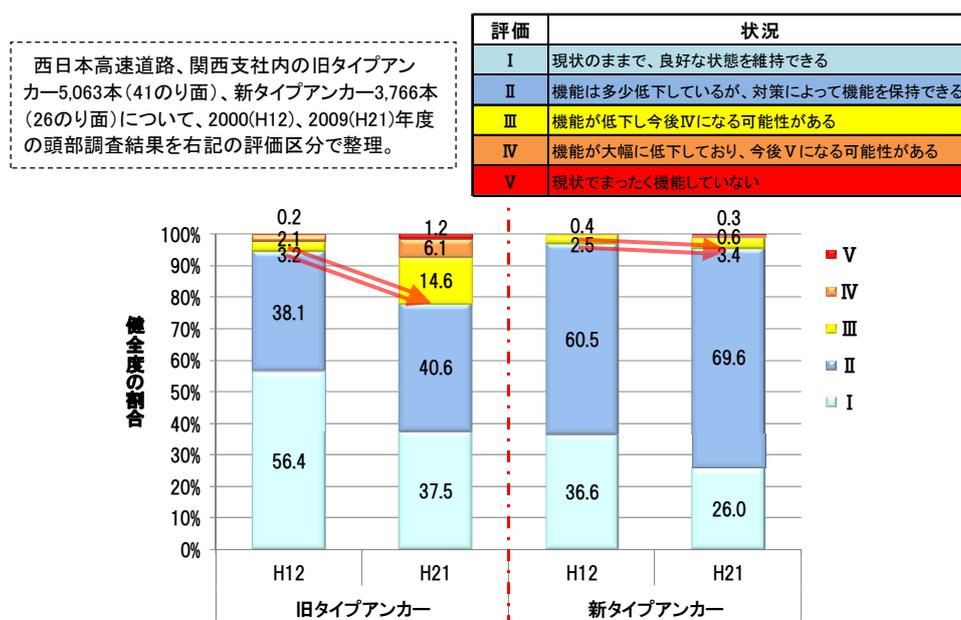


図4.6.17 グラウンドアンカーの評価区分と旧・新タイプアンカー健全度評価の比較

グラウンドアンカーは、グラウンドアンカー全体の抑止力により「のり面」の安全性を保つように設計されている。数本のアンカーが機能しなくても即崩壊に至るわけではないが、機能しないグラウンドアンカーが増えるほど崩壊リスクは増大する（図 4.6.18）。

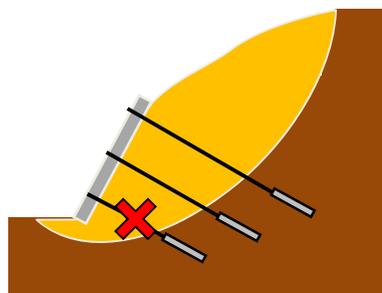


図 4.6.18 グラウンドアンカーの破断による斜面崩壊リスクの概念図

3) 盛土・切土に共通した構造物

降雨災害の発生事例を分析すると、排水構造物が直接関与した崩壊が約半数を占める（図 4.6.19）。更に、排水構造物が直接関与した崩壊のうち約半数が縦溝及び集水ますなどの合流部で発生している（図 4.6.20）。

また、もうひとつの降雨災害発生の要因として、1982年（S57）以前は、排水計算に基づき排水溝の幅が決定されており、 $W=0.3$ m未満の小断面排水溝が使用されていたことが挙げられる。なお、小断面排水溝は枯葉などの堆積により閉塞しやすく、のり面災害の原因となりやすいことから1983年（S58）以降は、排水溝の幅を $W=0.3$ m以上と規定している。

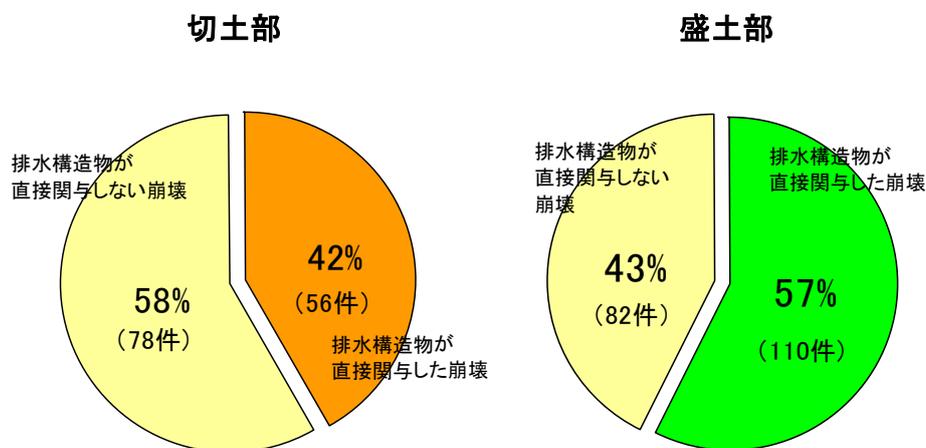


図 4.6.19 土砂災害の傾向

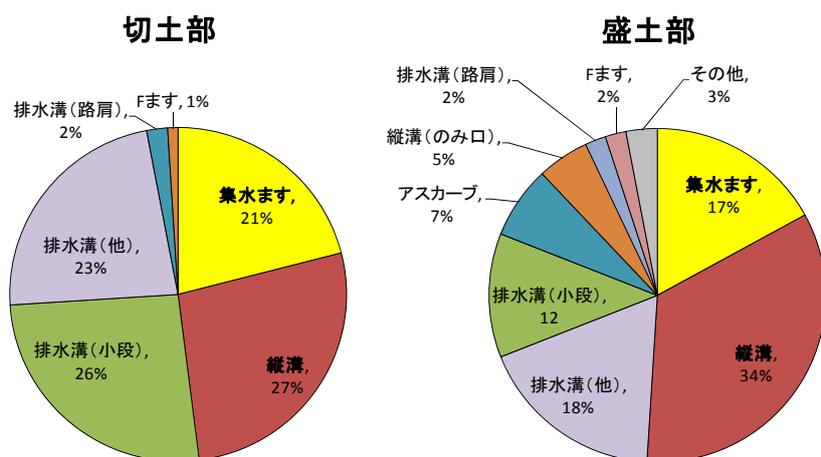


図 4.6.20 のり面崩壊の要因となった排水構造物の内訳

(2) 自然斜面

構造形態ごとの1件あたりの被災土量は、土石流などの区域外自然斜面からの被災が最も多く、件数は少ないものの発生した場合の影響が大きい(図4.6.21)。

また、最近(平成14年~平成23年)の日本全国の土砂災害(土石流、がけ崩れ、地すべり)の平均年発生件数は1,150回で、昭和57年~平成3年の約1.3倍と増加傾向にあり(図4.6.23)、高速道路においても土石流による災害の発生リスクの高まりが懸念される。

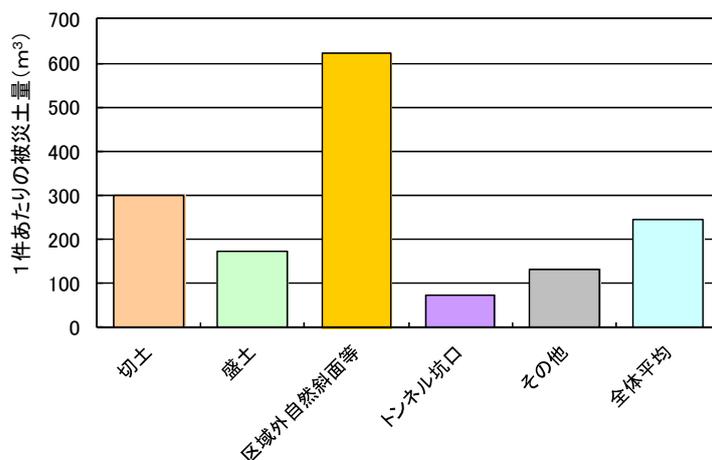
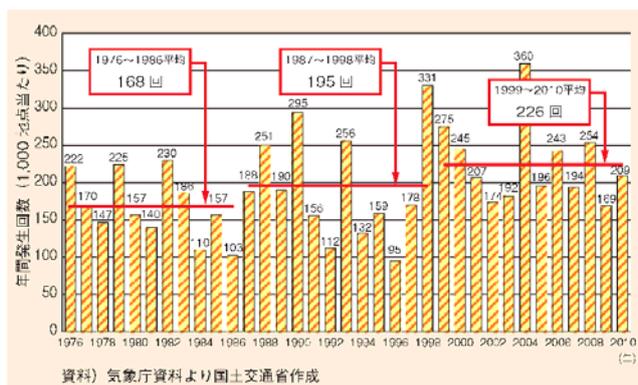
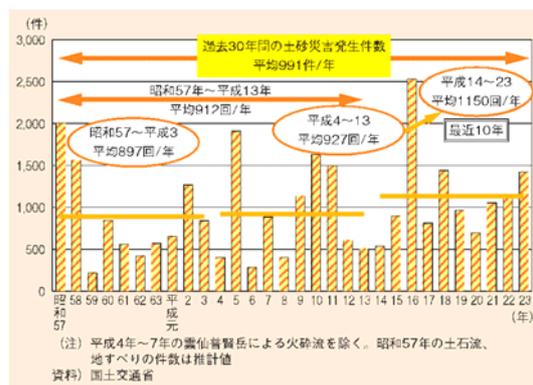


図4.6.21 構造形態ごとの1件あたりの被災土量



出典:国土交通白書(平成23年度)

図4.6.22 1時間降水量50mm以上の年間発生回数(1000地点当たり)



出典:国土交通白書(平成23年度)

図4.6.23 土砂災害発生件数の推移

3. トンネル

(1) トンネル本体工

路面隆起は、地中の湧水や地下水を起因とするトンネル周辺地山の風化・劣化による強度低下や吸水膨張により、トンネル周辺の土圧が増加し、路面の隆起や覆工のひび割れなどの変状を引き起こす現象である（図 4.6.24）。

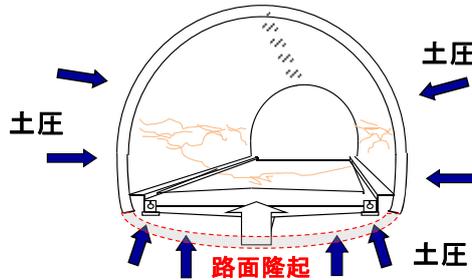


図 4.6.24 路面隆起発生概念図

路面隆起が発生している区間の岩種を分析した結果、長期的に強度低下を示す岩種や膨張性を有する岩種で、インバートが設置されていない箇所で路面隆起の発生が顕著である。したがって、このような岩種では、将来的に路面隆起の発生が懸念される。

なお、このような変状抑制には、インバートを設置することが最も効果的であることから、概ね 1998 年（H10）以降に建設されたトンネルについては、地山が長期的に強度低下を示す岩種や膨張性を有する岩種の場合は、標準的にインバートを設置することとしている。

現在路面隆起が発生しているトンネルの岩種を整理すると、現設計要領のインバート設置基準に該当する岩種が延長比で約 9 割以上を占める（図 4.6.25、表 4.6.1）。

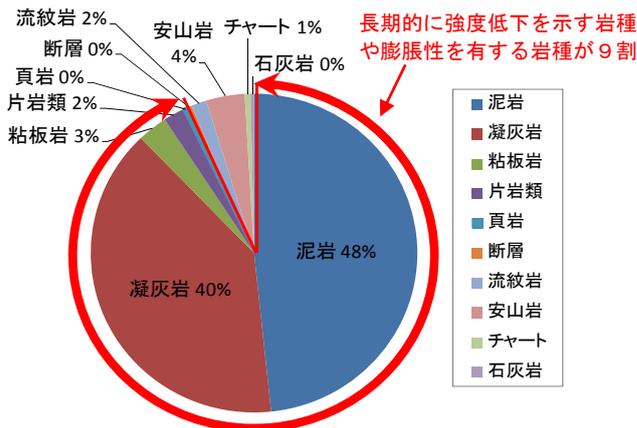


表 4.6.1 路面隆起発生トンネルの岩種

岩種	延長 (m)
泥岩	4,291
凝灰岩	3,507
粘板岩	264
片岩類	179
頁岩	42
断層	41
流紋岩	136
安山岩	339
チャート	52
石灰岩	29
合計	8,880

現設計要領で地山の強度低下や脆弱性を考慮し、インバートの設置が必要とされる岩種

図 4.6.25 路面隆起発生箇所の岩種割合

現在発生している路面隆起で問題となっているのは、以下のとおりである。

- ・ 走行路面の隆起は、快適性はもとより、安全走行を損ねる。
- ・ 路面隆起発生箇所の隆起速度 数 mm/年～30mm/年（実績）
- ・ 路面隆起により、覆工路肩部や照明等への走行車両の接触が懸念される。
- ・ 路面隆起により、周辺地山が緩み、覆工も影響を受ける。

(2) トンネル覆工

トンネル覆工の健全度を地山の岩種に着目して分析した結果、風化しやすい岩種①は、風化しにくい岩種②に比べ、変状対策が必要とされる健全度ランクⅢ-1以上の割合が高く、健全度が低下する傾向にある（図 4.6.26）。

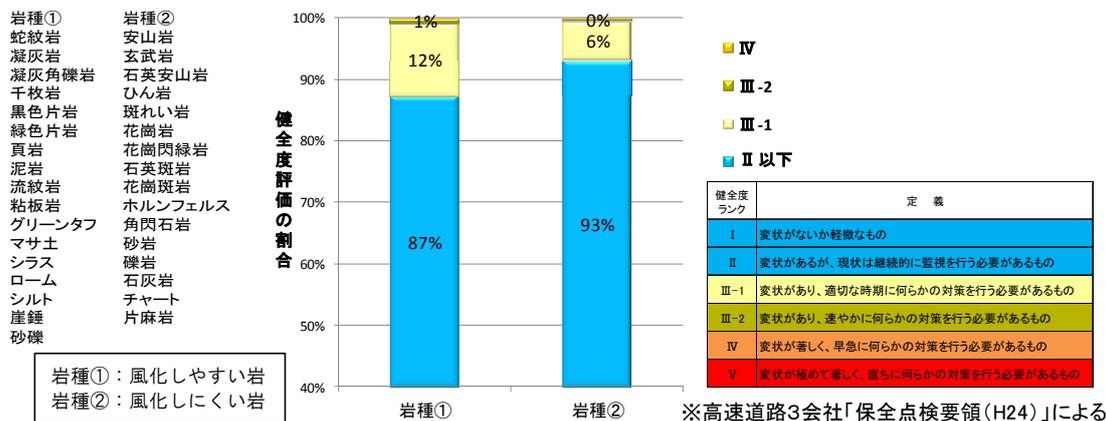


図 4.6.26 岩種区分におけるトンネル覆工健全度割合

また、岩種①については、比較的状态の良い健全度ランクⅠ・Ⅱの割合が経過年とともに低下し、健全度ランクⅢ-1以上の割合が増加していることから、時間の経過とともに健全度が低下する傾向にある（図 4.6.27、図 4.6.28）。

このように、風化しやすい岩の場合、地山中の湧水・地下水等により地山が脆弱化し、トンネル周囲の安定していた地山が緩むことにより覆工へ過度な土圧が生じ、変状が進行すると考えられる。

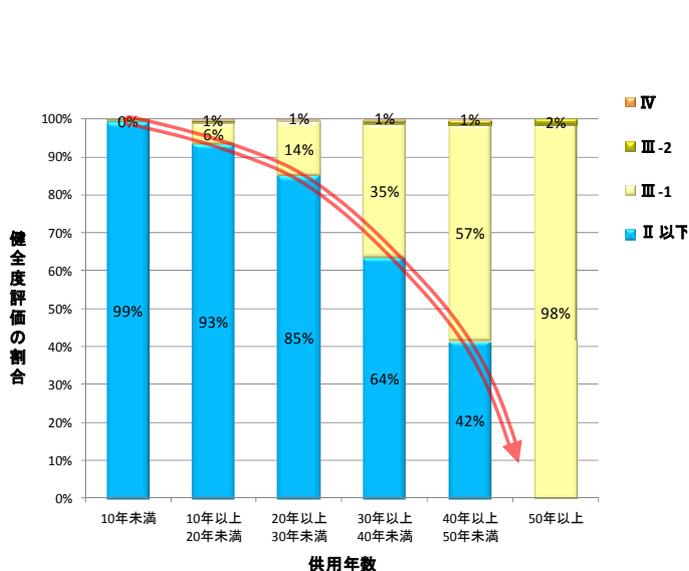


図 4.6.27 岩種①の供用年数別健全度割合

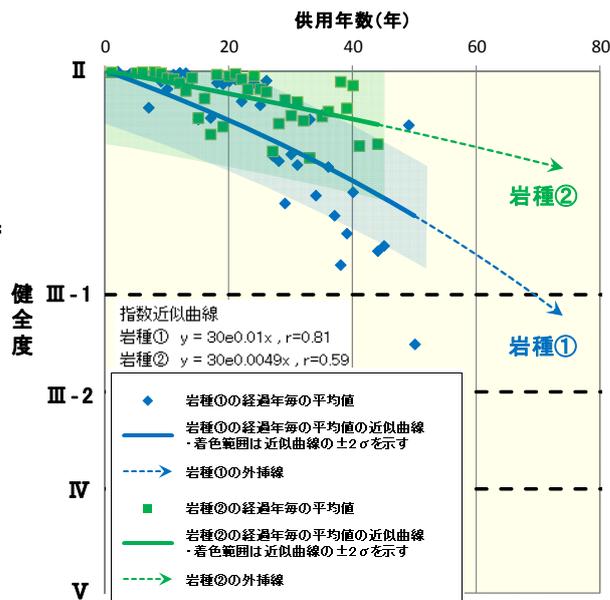


図 4.6.28 供用年数別の覆工健全度の推移と予測

4-7 変状分析のとりまとめ

1. 橋梁

表 4.7.1 橋梁変状分析のまとめ

床 版	鉄筋コンクリート床版	<ul style="list-style-type: none"> 劣化要因^{※1}がある場合、健全度が低下しており、今後も急激に進行していくことが想定される(特に内在塩分、飛来塩分の影響が大きい)。 劣化要因^{※1}が無い場合でも永続的な健全性を保つことは難しい。 健全な段階で予防保全(高性能床版防水)及び床版補強(増厚)により耐久性を向上させることが必要。
	プレストレスト コンクリート床版	<ul style="list-style-type: none"> 鉄筋コンクリート床版ほど顕著でないが劣化要因^{※1}有りの場合は、健全度が低下傾向。 劣化が進行すると断面修復が困難であり、健全なうちに予防保全(高性能床版防水)を実施することが重要。
	鋼床版	<ul style="list-style-type: none"> 劣化要因^{※2}無しと比較し、大型車交通の影響(累積10t換算軸数3,000万軸以上)をうける場合、健全度の低下が顕著。
桁	鉄筋コンクリート桁	<ul style="list-style-type: none"> 劣化要因^{※3}がある場合、健全度が低下している(特に内在塩分の影響が大きい)。 劣化要因の蓄積により、今後劣化が急激に進行することが想定され、健全なうちに予防保全(表面被覆)を実施することが重要。
	プレストレスト コンクリート桁	<ul style="list-style-type: none"> 鉄筋コンクリート桁ほど顕著でないが劣化要因^{※3}有りの場合は、健全度が低下傾向。 劣化が進行すると断面修復が困難であり、健全なうちに予防保全(表面被覆)を実施することが重要。 変状はほとんど見られないが、PCグラウトの空隙に伴う変状リスクに対する調査及び対策の検討が必要。
	鋼桁	<ul style="list-style-type: none"> 劣化要因^{※2}無しと比較し、大型車交通の影響(累積10t換算軸数3,000万軸以上)をうける場合、健全度が低下。

劣化要因

※1：内在塩分の影響、凍結防止剤の影響、飛来塩分の影響、アルカリシリカ反応の影響、大型車交通の影響

※2：大型車交通の影響

※3：内在塩分の影響、凍結防止剤の影響、飛来塩分の影響、アルカリシリカ反応の影響

2. 土構造物

表 4.7.2 土構造物変状分析のまとめ

盛土・切土	盛土	<ul style="list-style-type: none"> 粘性土、まさ土、山砂、泥岩、しらすを用いた盛土は、被害件数が多い。 泥岩、まさ土、しらすを用いた盛土では、1件当たりの崩壊規模が大きい。 3段以上の盛土については、1km当たりの被災件数も多く、崩壊規模も大きい。 雨水の侵入により盛土の強度が低下、盛土の安定性が損なわれる。 盛土に関する基準類の変遷から1986年(S61)以前は、脆弱岩盛土に対する設計基準及び施工基準がない。
	切土	<ul style="list-style-type: none"> グラウンドアンカーの基準類の変遷から1991年(H3)以前の旧タイプアンカーは、防食機能が不十分であり腐食による変状が発生。 新タイプアンカーについても、アンカー頭部の変状が確認されている。
	盛土・切土共通	<ul style="list-style-type: none"> のり面崩壊の半数は排水構造物が直接関与した崩壊である。 排水構造物の設計基準の変遷から、1982年(S57)以前は、小断面の排水溝を使用しており、排水能力が低い。
自然斜面	自然斜面	<ul style="list-style-type: none"> 土石流危険渓流について、自衛手段として土石流対策が必要。

3. トンネル

表 4.7.3 トンネル変状分析のまとめ

トンネル本体	トンネル本体工	<ul style="list-style-type: none"> 路面隆起は、強度低下や膨張性を示す岩種で、インバート未設置区間での発生傾向が顕著。 路面隆起や覆工健全度の低下に対して、早めにインバートを設置することが重要。
	トンネル覆工	<ul style="list-style-type: none"> 風化しやすい岩種で、経年とともに健全度が低下する傾向。 覆工の変状が進行すると修復が困難なため、早めに補強対策を行うことが重要。

4. 継続的な検討の必要性

以上は、現時点で顕在化している変状を基にした分析結果である。例えば、土構造物では地下水の浸食による陥没等、その事象が発生するまで容易に把握できないなど、現在の技術的知見で予見の困難な変状発生の可能性も否定できない。従って、今後の新たな知見による劣化メカニズムの解明や、新たな対策工法の開発の可能性などを考慮すると、例えば10年毎に大規模更新・大規模修繕の考え方や対象構造物を見直すことが必要である。

なお、点検及び健全度評価の結果、著しい変状が発生している構造物は、変状要因の有無に拘らず早期に必要な対策を施す必要がある。

4-8 大規模更新・大規模修繕の必要要件

1. 橋梁

(1) 床版

1) 鉄筋コンクリート床版

「内在塩分＋飛来塩分」の影響がある場合、現時点で95%以上の床版で健全度がⅢ・Ⅳ・Ⅴと著しく低下しており、早い段階で、耐久性の高いプレストレストコンクリート床版に取替えが必要である。

何れかの劣化要因があるものも、健全度が今後急激に低下することが想定され、いずれ床版取替えが必要と考えられる。このうち、健全度が比較的良好（Ⅰ・Ⅱ）な床版は予防保全（高性能床版防水）並びに床版増厚等により性能の向上を図るが、既に変状が顕在化している場合（Ⅲ～Ⅴ）は、予防保全の効果が十分期待できないと考えられることから、当面は通常修繕で維持していくものの、劣化が進行した時点で更新していくこととした。

供用年数別の健全度の推移をみると、劣化要因の無い橋梁についても、永続的に健全性を維持することは難しいことから、適切な時期に高性能床版防水を施工し予防保全を図る必要がある。

なお、平成22年4月以降は、新設の床版に高性能床版防水が施されていることから、床版の取替えは想定していない。

2) プレストレストコンクリート床版

劣化要因が有る橋梁は、鉄筋コンクリート床版ほど顕著ではないが、健全度が低下傾向にあり、早い段階で、高性能床版防水により予防保全を図る必要がある（既に内在塩分量や浸透塩分量が高い部分は、脱塩等の併用も想定している）。

劣化要因の無い場合は、現時点で9割が健全度Ⅰ・Ⅱであるが、劣化が一度進行すると鉄筋コンクリート床版に比べ断面修復が困難であることから鉄筋コンクリート床版と同様に高性能床版防水により予防保全を図る必要がある。また、PC鋼材については、一部でグラウト充填が十分でないものが確認されており、今後、点検と併せ、状況に応じて調査を実施していく必要がある。

3) 鋼床版

累積10t換算軸数3,000万軸を超えると、健全度低下が顕著になることから、既に3,000万軸数を超えている橋梁については、早期のき裂補修に加え、鋼繊維補強コンクリート（SFRC）等による補強を行う必要がある。

現時点で3,000万軸数未満でも、何れ3,000万軸数を超える橋梁も出てくるので、今後の劣化の進展状況を点検・調査等実施しながら対応を検討していく必要がある。

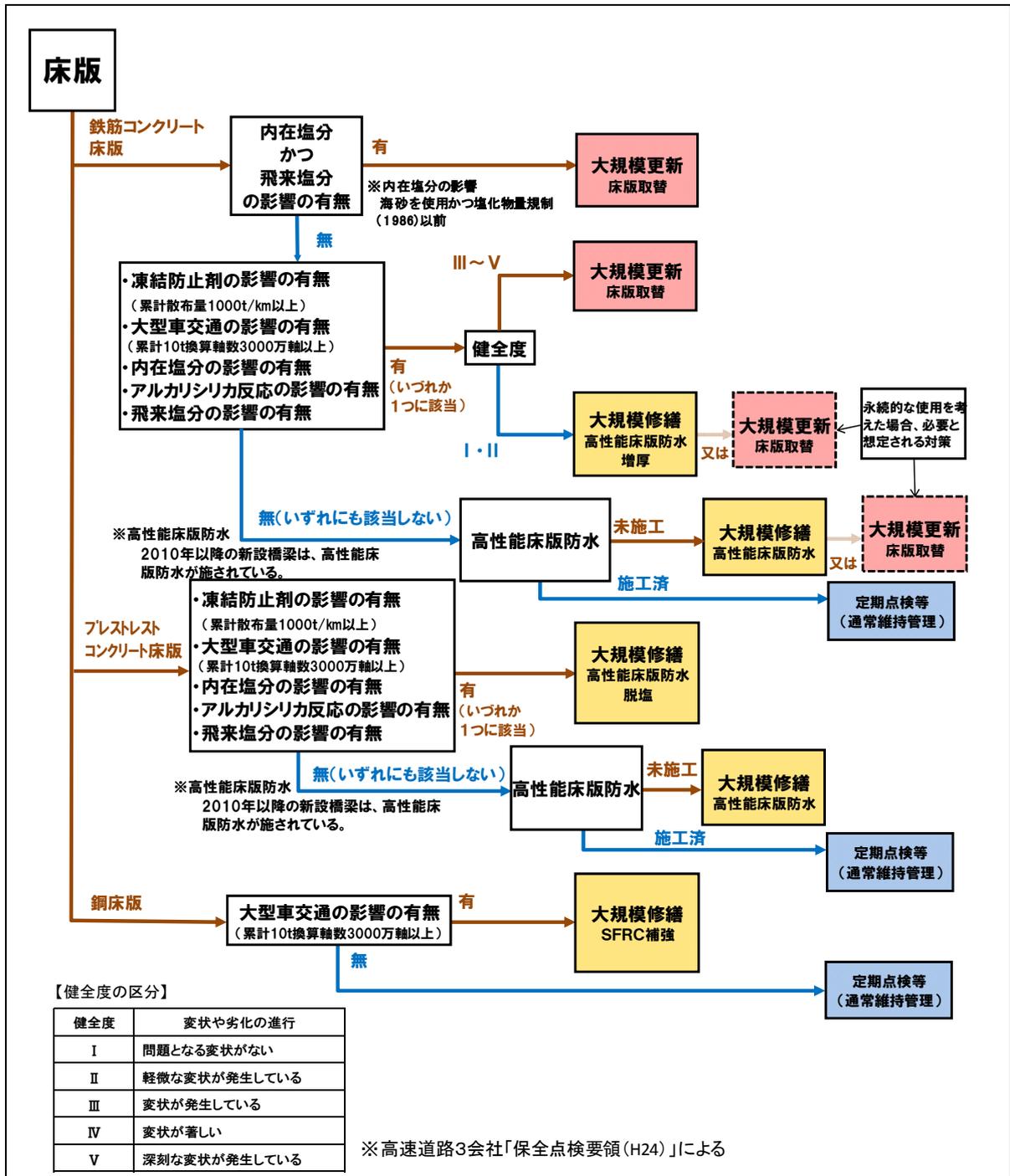


図 4.8.1 床版の大規模更新・大規模修繕の判定フロー

(2) 桁

1) 鉄筋コンクリート桁

内在塩分の影響のある場合、現時点で約50%の桁で健全度がⅢ・Ⅳと顕著に低下しており、断面修復等の通常修繕で健全性を維持して行くが、早い段階で桁の架替えが必要になると考えられる。

その他の劣化要因が有る場合は、著しい変状は、現時点で1割未満であり、断面修復と併せて表面被覆による予防保全を行う。

劣化要因が無い場合は、9割が健全度Ⅰ・Ⅱであり、今後の変状の進展状況を確認しながら、次の段階で表面被覆による予防保全を検討していく。

2) プレストレストコンクリート桁

劣化要因が有る橋梁で、著しい変状は、現時点で1割未満であり、早い段階で健全なうちに脱塩や表面被覆による予防保全を行い、必要に応じて外ケーブルによる補強が考えられる。

劣化要因の無い場合は、現時点で9割が健全度Ⅰ・Ⅱであり、今後の変状の進展状況を確認しながら、次の段階で表面被覆による予防保全を検討していく。

PC鋼材の変状対策については、詳細な調査の継続と対策方法・優先度の検討を行う。また、PC鋼材の変状リスクが比較的高い構造については、外ケーブルによる二重の安全対策等を実施する。

3) 鋼桁

累積10t換算軸数3,000万軸を超えると健全度低下がみられることから、既に3,000万軸数を超えている橋梁については、早期にき裂補修に加え、桁補強等の対策を行う。

現時点で3,000万軸数未満でも、何れ3,000万軸を超える橋梁も出てくるので、今後の進展状況を点検・調査等実施しながら対応を検討していく。

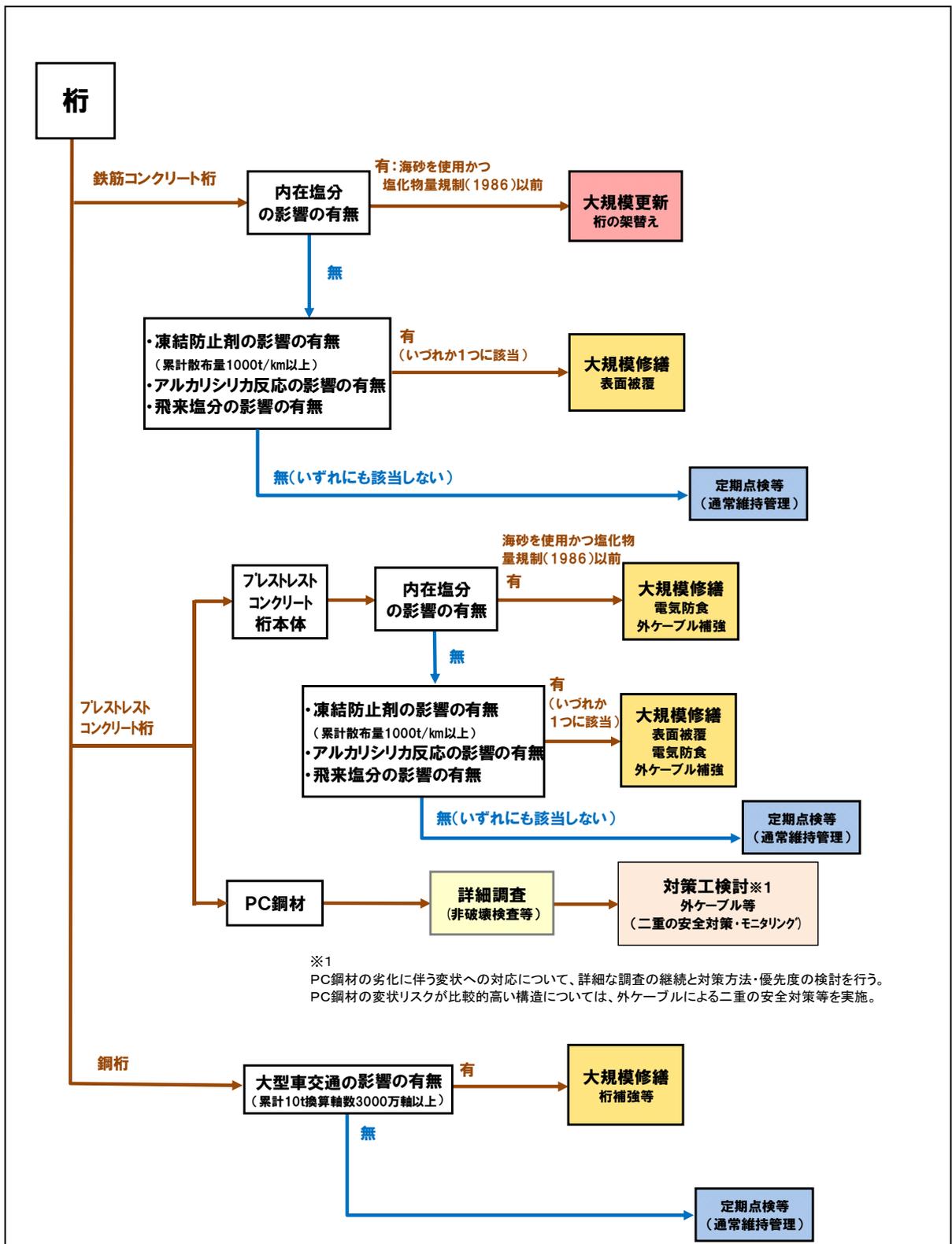


図 4. 8. 2 橋の大規模更新・大規模修繕の判定フロー

2. 土構造物

(1) 盛土・切土

1) 盛土

盛土内に水位がある場合や、盛土高さ3段以上の場合、更に盛土の圧縮沈下による補修履歴がある場合については、水抜きボーリング、砕石たて排水工、排水管更正などの対策を行う必要がある。

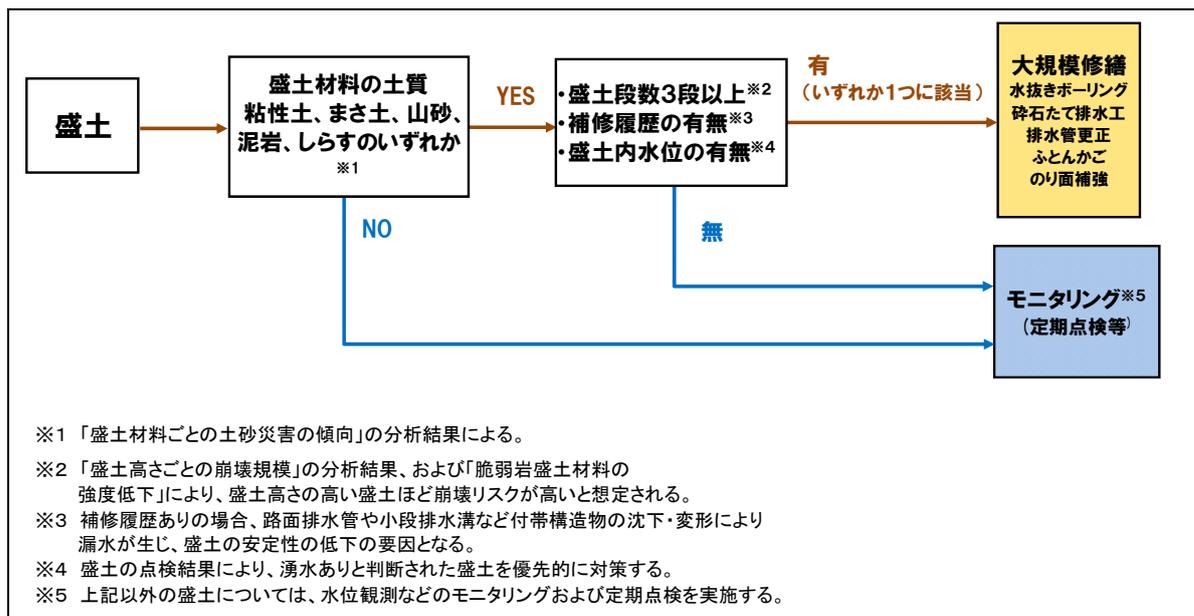


図 4.8.3 盛土の大規模修繕の判定フロー

2) 切土

旧タイプアンカーは、新タイプアンカーより鋼材の防食機能が不十分であるため、頭部外観調査でも健全度が低下傾向であり、鋼材が破断する事象が顕在化している。

したがって、このまま放置するとのり面全体の安定が確保できなくなることが想定されるため、健全うちに防食機能を有した新タイプアンカーによる再施工が必要である。なお、新タイプアンカーについても変状が見られることから、モニタリングを実施し、再施工の必要性を検討する。

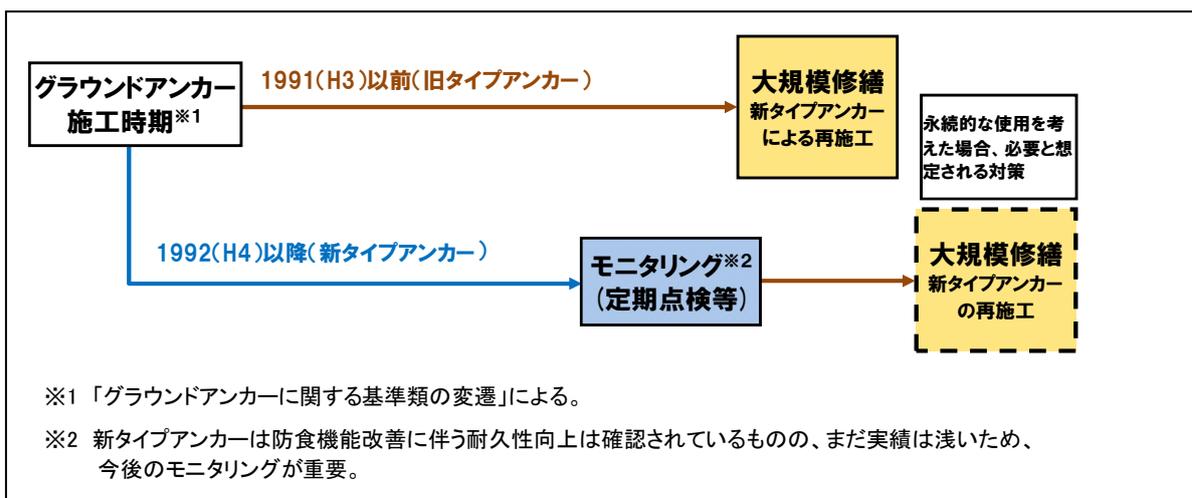


図 4.8.4 切土の大規模修繕の判定フロー

3) 盛土・切土に共通した構造物

W=0.3m未満の小断面排水溝の取り替えや3段以上ののり面に存在する排水構造物の合流部の改良などを実施する必要がある。

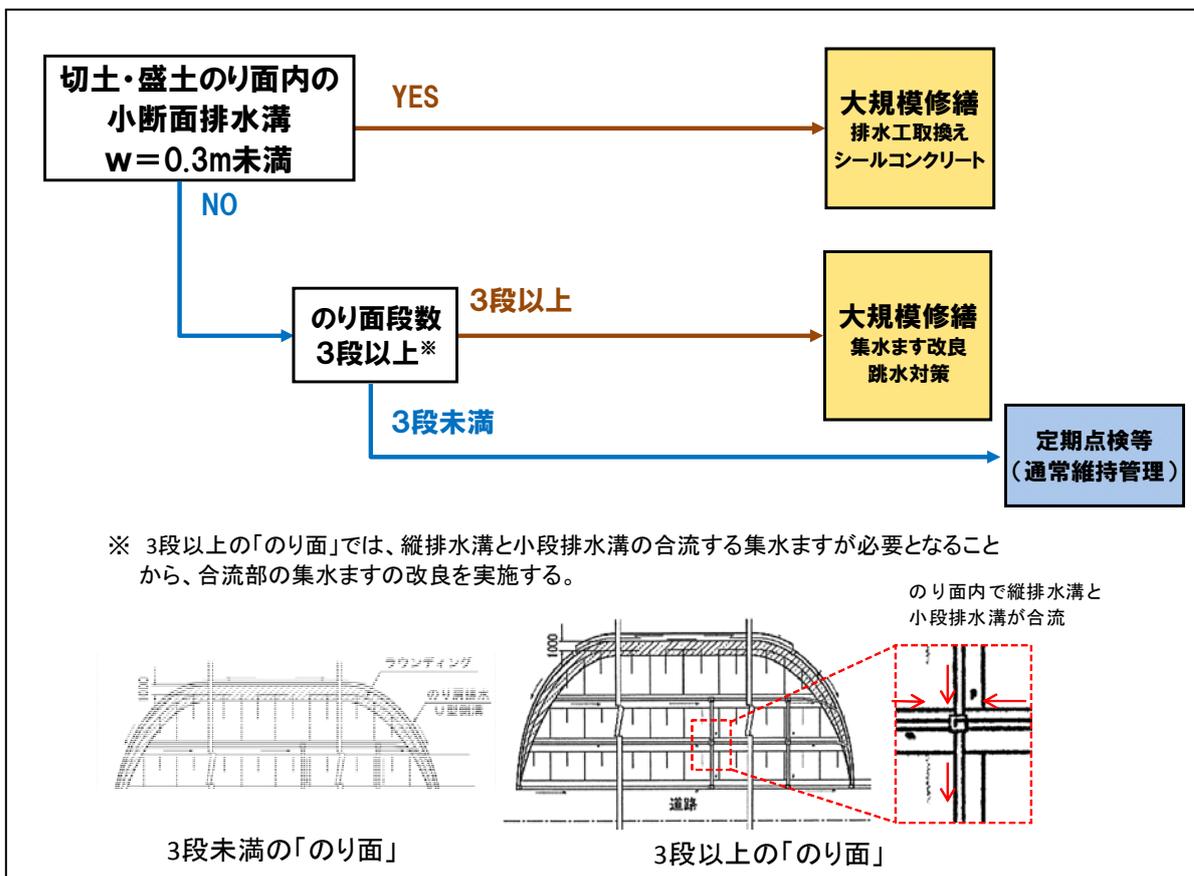


図 4.8.5 盛土・切土に共通した構造物の大規模修繕の判定フロー

(2) 自然斜面

道路区域外からの土石流災害に対して、本来は高速道路を保全対象とした砂防計画に基づき、砂防事業や治山事業との計画調整を行ない、高速道路区域外に“堰堤工”などの土石流捕捉工を実施することが最も効果的であるが、自衛手段として必要に応じ本線防護工^{※2}を設置する。

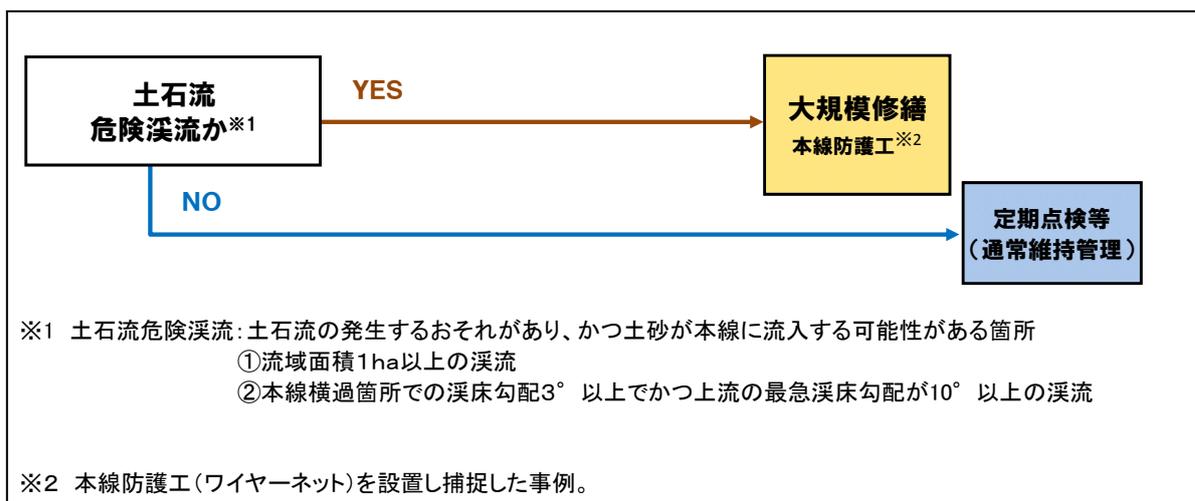


図 4.8.6 自然斜面の大規模修繕の判定フロー

3. トンネル

(1) トンネル本体工

路面隆起対策としては、既に路面の隆起が発生しているトンネルについて優先的に対策を施すこととし、また、変状がない場合でも長期的に強度低下を示す岩種や膨張性を有する岩種で、インバート未設置区間かつ健全度ランクⅢ - 1以上となっている箇所は、近い将来路面隆起の発生が懸念されるため対策を実施する。

なお、覆工健全度ランクⅡ以下の箇所でも、時間の経過とともに路面隆起の発生が懸念されるため、重点的な経過観察を実施し、インバートの設置を検討する。

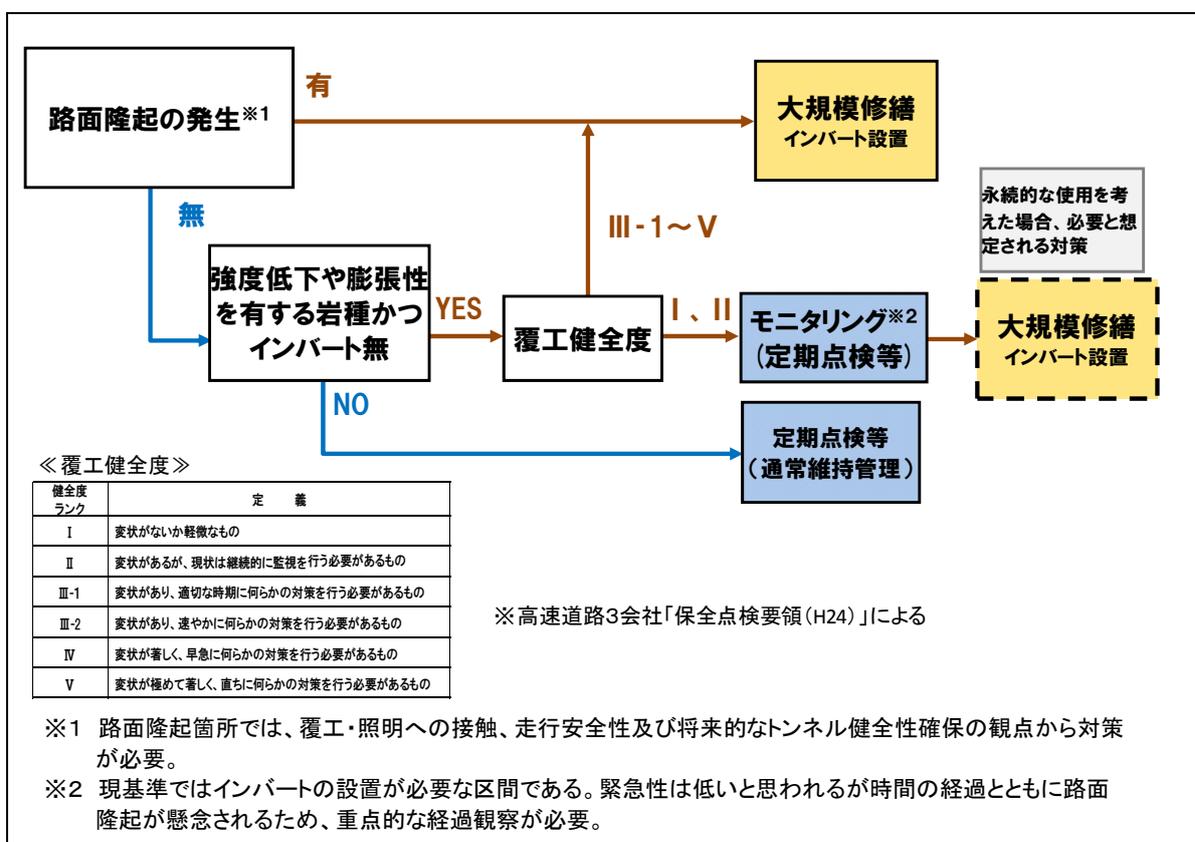


図 4. 8. 7 トンネル本体の大規模修繕の判定フロー

(2) トンネル覆工

風化しやすい岩種①については、覆工健全度ランクⅢ-1～Ⅴについて覆工コンクリート内面補強等の対策を行う。

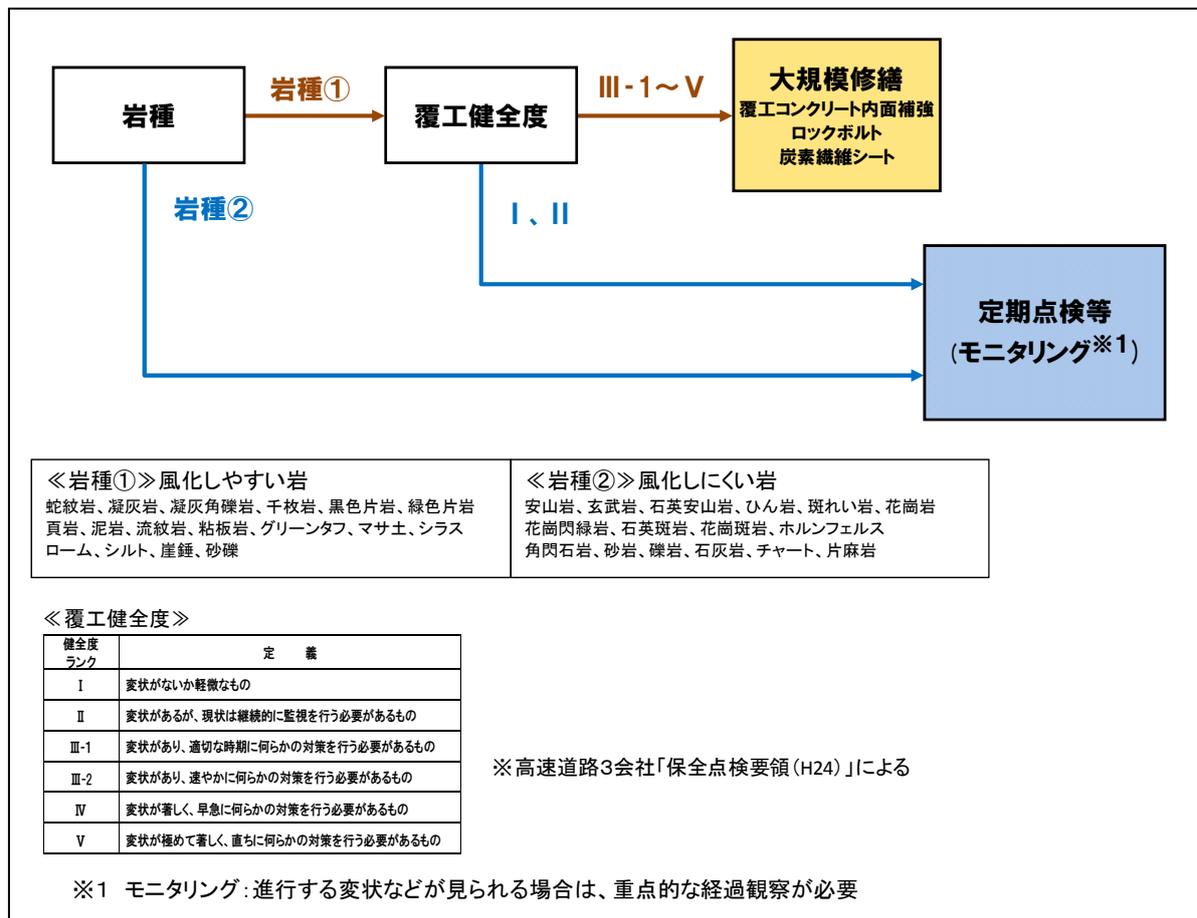


図 4.8.8 トンネル覆工の大規模修繕の判定フロー

4-9 大規模更新・大規模修繕の必要要件のとりまとめ

大規模更新・大規模修繕の必要要件を表 4.9.1 に整理した。

表 4.9.1 大規模更新・大規模修繕の必要要件一覧

区分	項目		必要要件	
			大規模更新	大規模修繕
橋梁	床版	鉄筋コンクリート床版	・内在塩分の影響を受けかつ飛来塩分の影響を受ける鉄筋コンクリート床版 ・上記以外に劣化要因(塩害または交通量の影響等)を受ける鉄筋コンクリート床版のうち、健全度がⅢ～Ⅴのもの	・劣化要因(塩害または交通量の影響等)を受ける鉄筋コンクリート床版のうち、健全度がⅠ～Ⅱのもの ・劣化要因には該当しないが、建設時点で高性能床版防水工を施工していない鉄筋コンクリート床版
		プレストレストコンクリート床版	—	建設時点で高性能床版防水工を施工した床版を除く、プレストレストコンクリート床版
		鋼床版	—	大型車交通の影響(累積10t換算軸数3000万軸以上)を受ける鋼床版
	桁	鉄筋コンクリート桁	内在塩分の影響を受ける鉄筋コンクリート桁	左記を除く塩害の影響等を受ける鉄筋コンクリート桁
		プレストレストコンクリート桁	—	塩害の影響等を受けるプレストレストコンクリート桁(PC鋼材の変状リスクが比較的高い構造を含む)
		鋼桁	—	大型車交通の影響(累積10t換算軸数3000万軸以上)を受ける鋼桁
土構造物	盛土・切土	盛土	—	粘性土・まさ土・山砂・泥岩・しらすの何れかを用了盛土で盛土段数3段以上または補修履歴、盛土内水位のある盛土
		切土	—	1991(H3)以前に施工された全ての旧タイプアンカー
		盛土・切土共通	—	小断面(w=0.3m未満)排水溝及び3段以上ののり面上の集水ます、縦排水溝
	自然斜面	自然斜面	—	土石流危険渓流
トンネル	トンネル本体	トンネル本体工	—	・路面隆起が発生している区間及びその隣接区間 ・上記以外の強度低下が想定される地質区間で覆工健全度がⅢ-Ⅰ～Ⅴの区間
		トンネル覆工	—	風化しやすい地質区間で、覆工健全度がⅢ-Ⅰ～Ⅴの区間

5. 大規模更新・大規模修繕の 実施について

5-1 大規模更新・大規模修繕の実施時期

大規模更新、大規模修繕の実施に当たっては、実施対象となる現在の資産の状態や変状の進行度などを基にした技術的要件を基本として、適切で効果的な対策実施時期を検討する必要がある。

1. 実施時期検討の範囲

対策実施時期については、本報告書4-8大規模更新・大規模修繕の必要要件に示す判定フローにより対策が必要と抽出された構造物を対象として検討を行った。

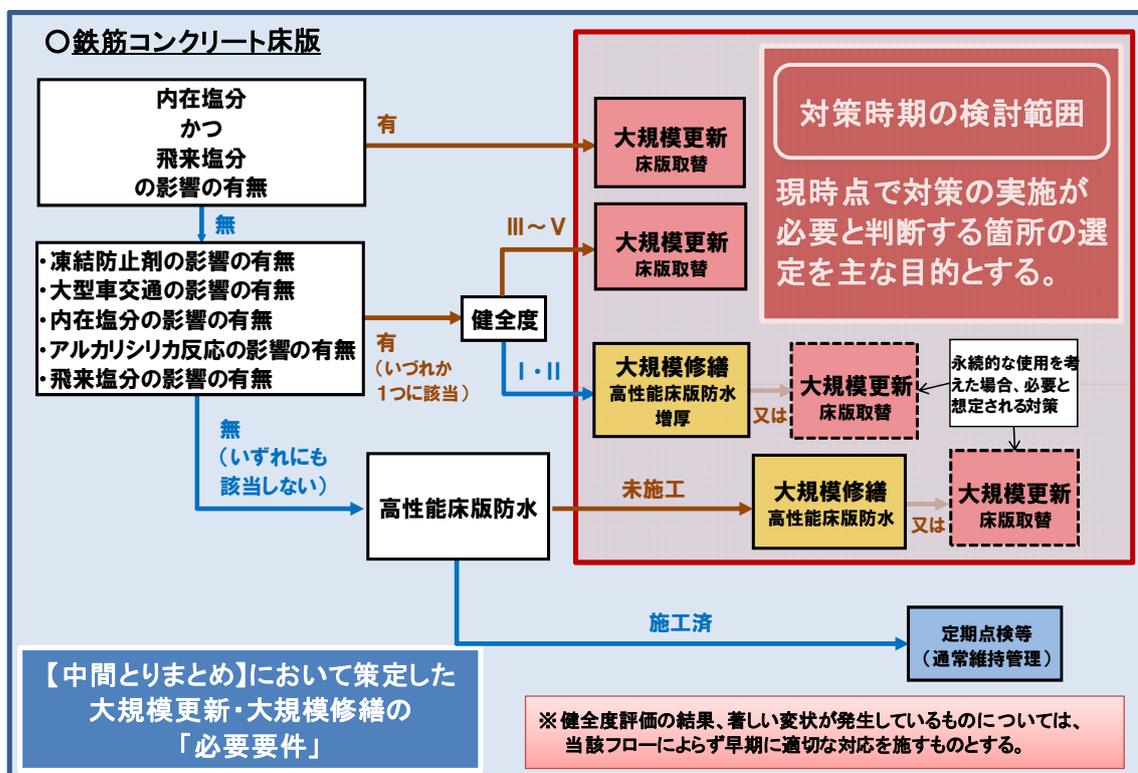


図 5.1.1 実施時期検討の範囲 (鉄筋コンクリート床版の例)

図 5.1.1 は、鉄筋コンクリート床版の大規模更新あるいは大規模修繕・判定フローの事例であるが、図中の赤枠で囲った部分が対策実施時期の検討範囲である。変状要因の影響の有無や健全度などにより大規模更新あるいは大規模修繕のそれぞれに区分された橋梁群について、要件に基づき対策の優先順位を検討し、適切な実施時期を決定するものである。

2. 対策実施時期の考え方

対策実施時期としては、図 5.1.2 に示すように、変状の進行状況の分析及び点検サイクルを踏まえて期間を15年と設定し、対策の優先度などから実施時期①から実施時期③の3つの期間に区分した。

実施時期①に、現時点で対策の実施が必要と判断したものを抽出した。

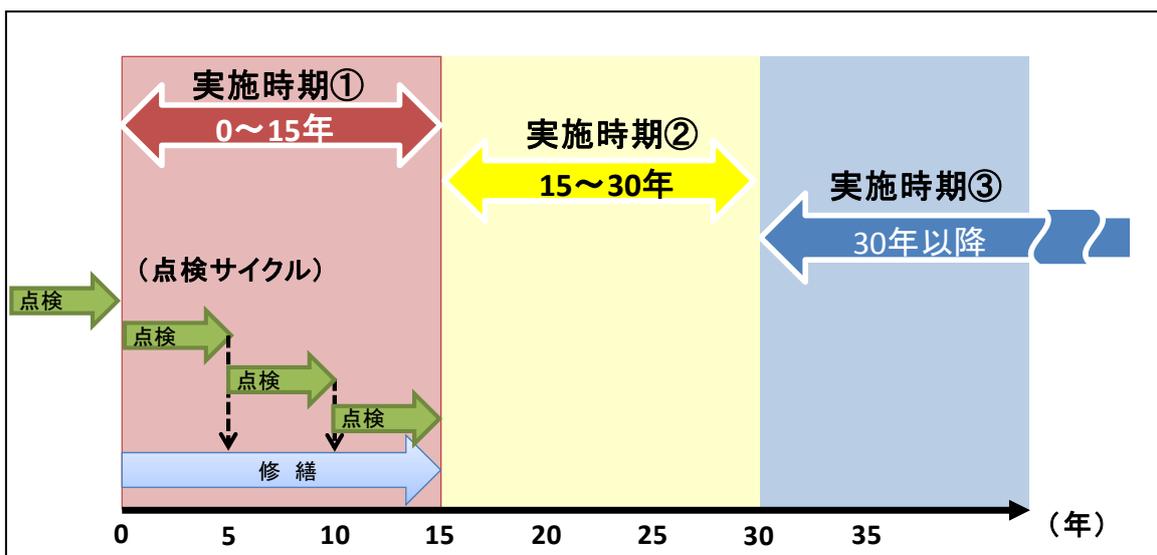


図 5.1.2 対策実施時期の期間設定

3. 実施時期検討の要件

大規模更新、大規模修繕の実施時期については、基本要件である構造物の現状（健全度や変状の程度など）の他、劣化の速度や、修復の困難性（劣化が進行した場合、補修では元の性能への復元が困難）や隣接地の状況（第三者等被害リスクを想定した変状発生による危険性など）といった細部要件を考慮して、実施時期を決定する必要がある。構造種別ごとの要件を表 5.1.1 に整理した。

表 5.1.1 大規模更新・大規模修繕の実施時期設定における要件一覧

要件	橋 梁	土構造物	トンネル
構造物の現状	○現状の健全度、変状の発生状況 ○経過年数		
性能低下要因 (変状のしやすさ)	○劣化要因の程度 (劣化の速度等)	○地形・地質 ○構造 (切土・盛土段数等)	○岩種（強度低下や膨張性を有する） (風化しやすい) ○構造（矢板工法）
修復の困難性	○構造形式 (鉄筋コンクリート、プレストレストコンクリート、鋼構造)	—	—
変状発生による危険性	—	○隣接地の状況 (第三者被害のリスク)	—

表 5.1.1 の「構造物の現状」以外の細部要件については、対策実施時期を繰り上げるための判断を行う際に検討されるものである。

図 5.1.3 には、大規模更新、大規模修繕の実施時期を決定する変状の程度を示す。

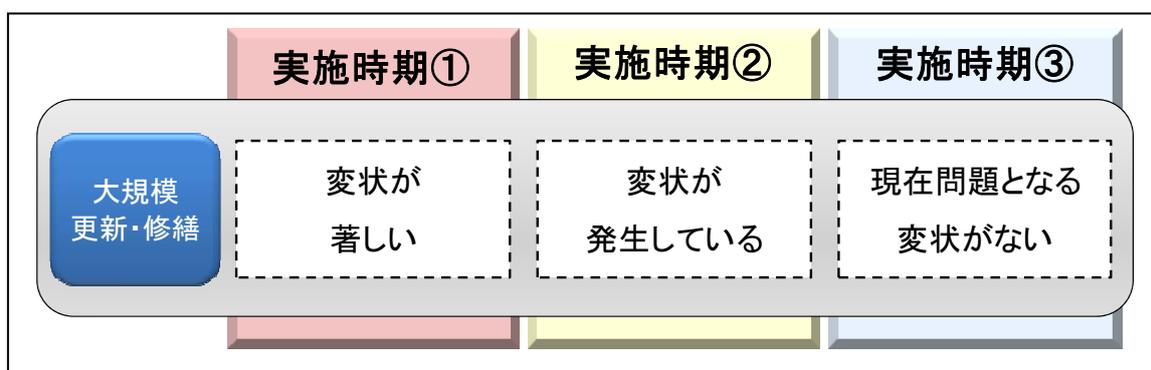


図 5.1.3 構造物の現状における実施時期検討の基本要件

4. 対策実施時期の検討の流れ

大規模更新、大規模修繕の対策実施時期の検討は、図 5.1.4 に示すように STEP 1 と STEP 2 のフローに従って行われる。

STEP 1 は、基本要件である構造物の現状により対策実施時期を判断するものであり、構造物の変状が著しいものから対策を実施することを原則とする。

なお、構造物の現状からは、「直ちに対策を行う必要はないが、永続的に健全性を確保するため、予防保全の観点から対策が必要なもの」については、「現在問題となる変状がない」場合でも実施時期②で対策を実施する。

STEP 2 は、細部要件である性能低下要因、修復の困難性、変状発生による危険性の内容により、STEP 1 で判断した対策実施時期の見直しを行うものである。例えば、構造物の劣化要因により劣化が速いと判断される場合は、実施時期②から実施時期①あるいは実施時期③から実施時期②への変更を判断する。

なお、具体的な実施計画を作成する際は、同じ実施時期内でも優先順位付けを行う必要があるが、本委員会においては図 5.1.5 に示すとおり、現状の健全度、変状の進行性及び社会的影響などの考え方の整理に留めており、具体的な検討結果までは本報告書には記載していない。具体的な優先順位付けは、詳細な実施計画策定時に点検・調査結果なども考慮し、適切に判断する必要がある。

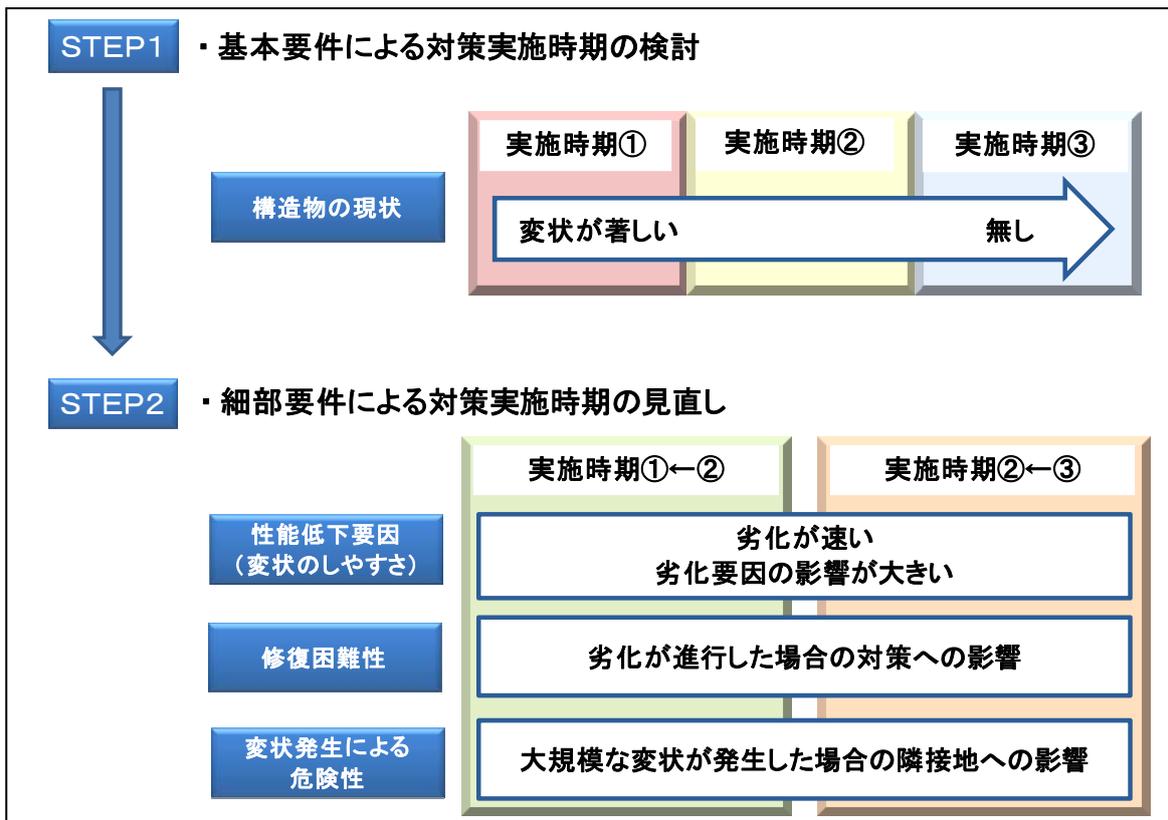


図 5.1.4 対策実施時期の検討の流れ

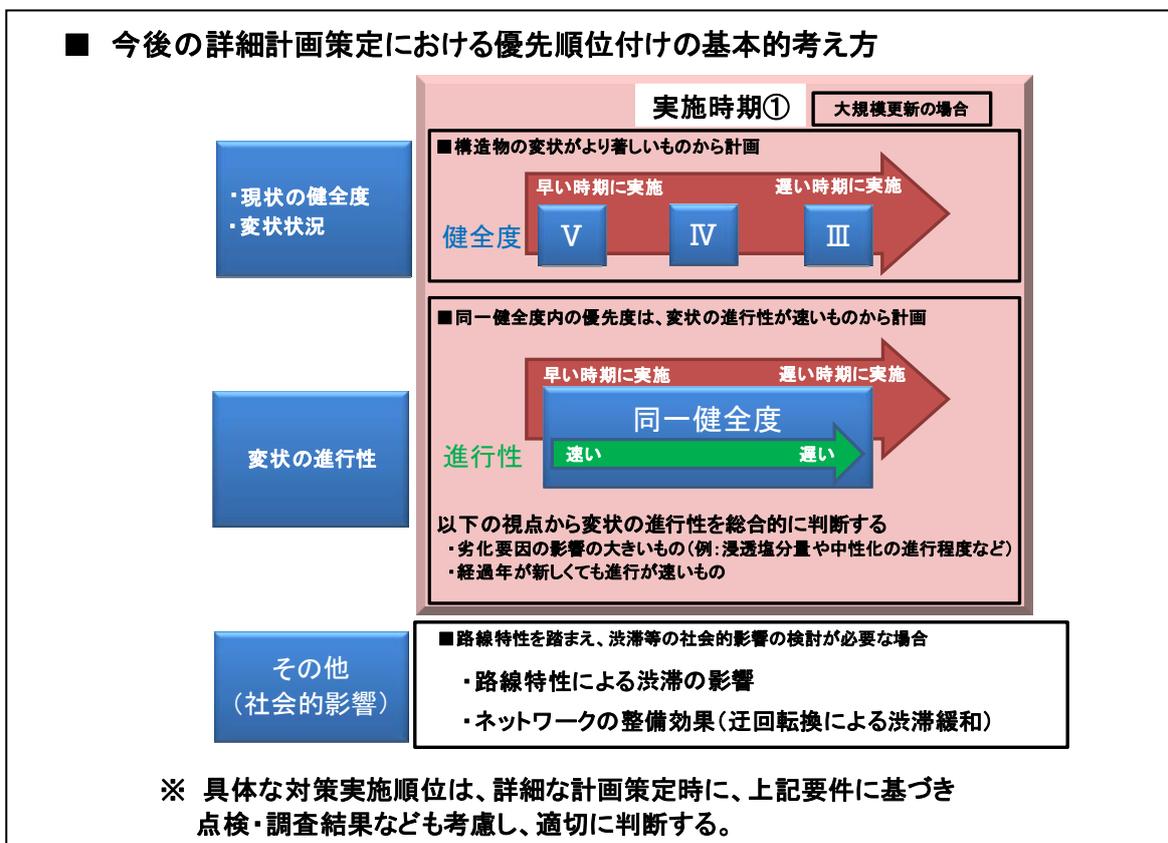


図 5.1.5 詳細計画策定における優先順位の考え方

5. 各構造物における対策実施時期の検討の流れ

各構造物における対策実施時期の検討の流れは以下のとおりである。

(1) 橋梁—大規模更新

塩害、アルカリシリカ反応、大型車交通による疲労などの劣化要因の影響が大きい鉄筋コンクリート床版や鉄筋コンクリート桁の中には、早い段階で床版の取替えや桁の架替えが必要と予測されるものがある。図 5.1.6 は鉄筋コンクリート床版の劣化要因別の劣化予測であるが、影響の大きい劣化要因がある場合、15 年程度以内で健全度ⅢからⅣに低下すると予測される。

こうした状況を考慮し、対策実施時期については、STEP 1において基本要件である構造物の現状（健全度Ⅴ～Ⅰ）により図 5.1.7 のように区分するが、STEP 2において細部要因である劣化要因の影響の程度により対策実施時期を繰り上げた。

具体的には、鉄筋コンクリート床版でこれら変状要因の影響が大きく変状が発生しているものは、実施時期を②から①に繰り上げた。また、鉄筋コンクリート桁で「内在塩分」の影響が大きく既に変状があるものは、実施時期をそれぞれ実施時期②から実施時期①へ、また変状が見られないものも実施時期③から実施時期②へ繰り上げた。

なお、個々の橋梁の詳細計画策定に当たっては、点検や詳細調査等の結果を基に実施の判断をする必要がある。

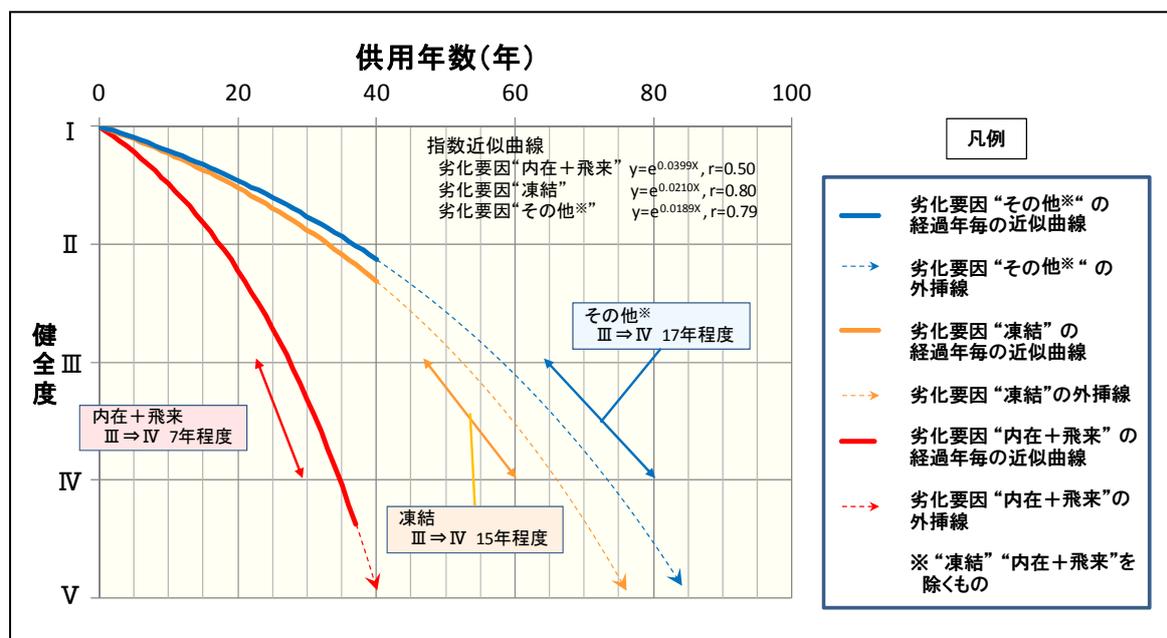
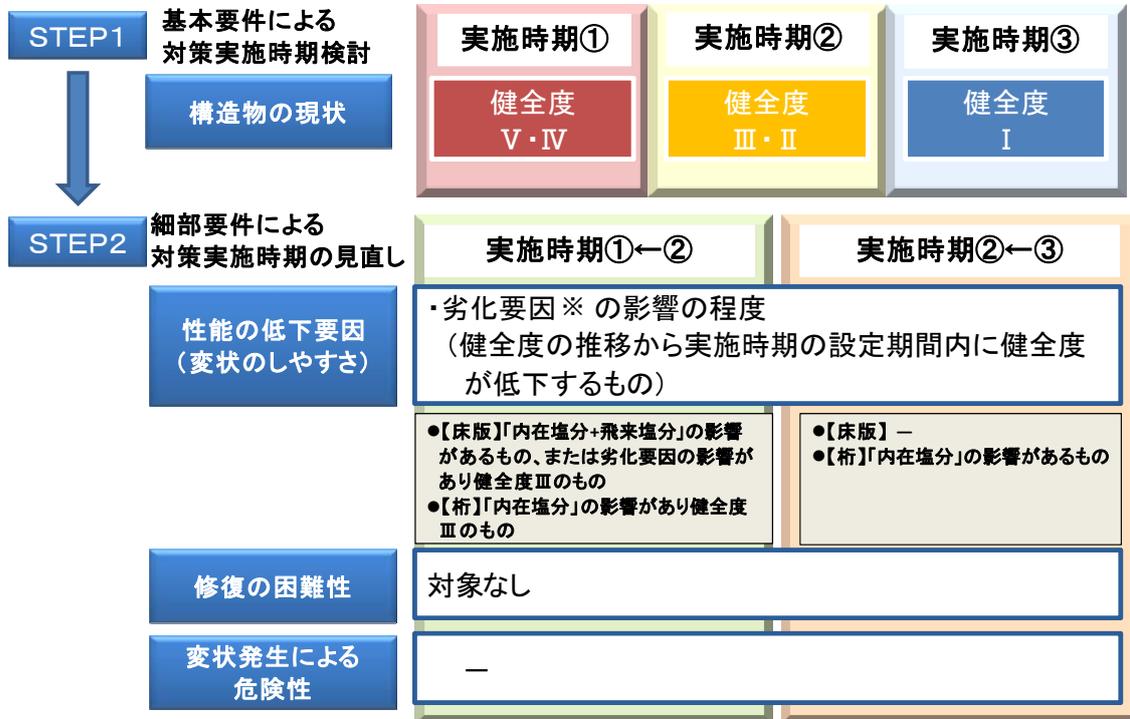


図 5.1.6 鉄筋コンクリート床版の劣化予測

大規模更新 (鉄筋コンクリート床版、鉄筋コンクリート桁)



※ 劣化要因

- ・「内在塩分」: 海砂を使用かつ塩化物量規制(1986)以前
- ・「飛来塩分」: 海岸線における塩害の影響地域
- ・「凍結防止剤」: 累計散布量1,000t/km以上の地域
- ・「大型車交通」: 累計10t換算軸数3,000万軸以上
- ・「ASR」: アルカリシリカ反応の影響

健全度	変状や劣化の進行
I	問題となる変状がない
II	軽微な変状が発生している
III	変状が発生している
IV	変状が著しい
V	深刻な変状が発生している

※高速道路3会社「保全点検要領(H24)」による

図 5.1.7 対策実施時期の検討の流れ (橋梁: 大規模更新)

(2) 橋梁—大規模修繕

対策実施時期は、STEP 1において構造物の現状（健全度Ⅴ～Ⅰ）により図 5.1.8 のように区分する。STEP 2においては、劣化の進行を未然に防ぐため早い段階で高性能床版防水や表面被覆などの予防保全対策を実施することが望まれるものについては、劣化要因の影響の程度により対策実施時期を繰り上げた。

具体的には「凍結防止剤」の影響がある鉄筋コンクリート床版、「大型車交通」の影響がある鋼床版、及び「飛来塩分」の影響がある鉄筋コンクリート桁については、予防保全の効果을期待し、実施時期を実施時期②から実施時期①へ繰り上げた。

また、PC構造物は、鉄筋コンクリート構造物に比べ劣化が進行すると断面修復などの修繕が困難であり、健全なうちに予防保全を施すことが重要であるため、劣化要因の影響の大きいPC床版、横締めPC鋼棒を使用しているPC床版、「飛来塩分」の影響の大きいPC桁については、実施時期を実施時期②から実施時期①へ繰り上げた。

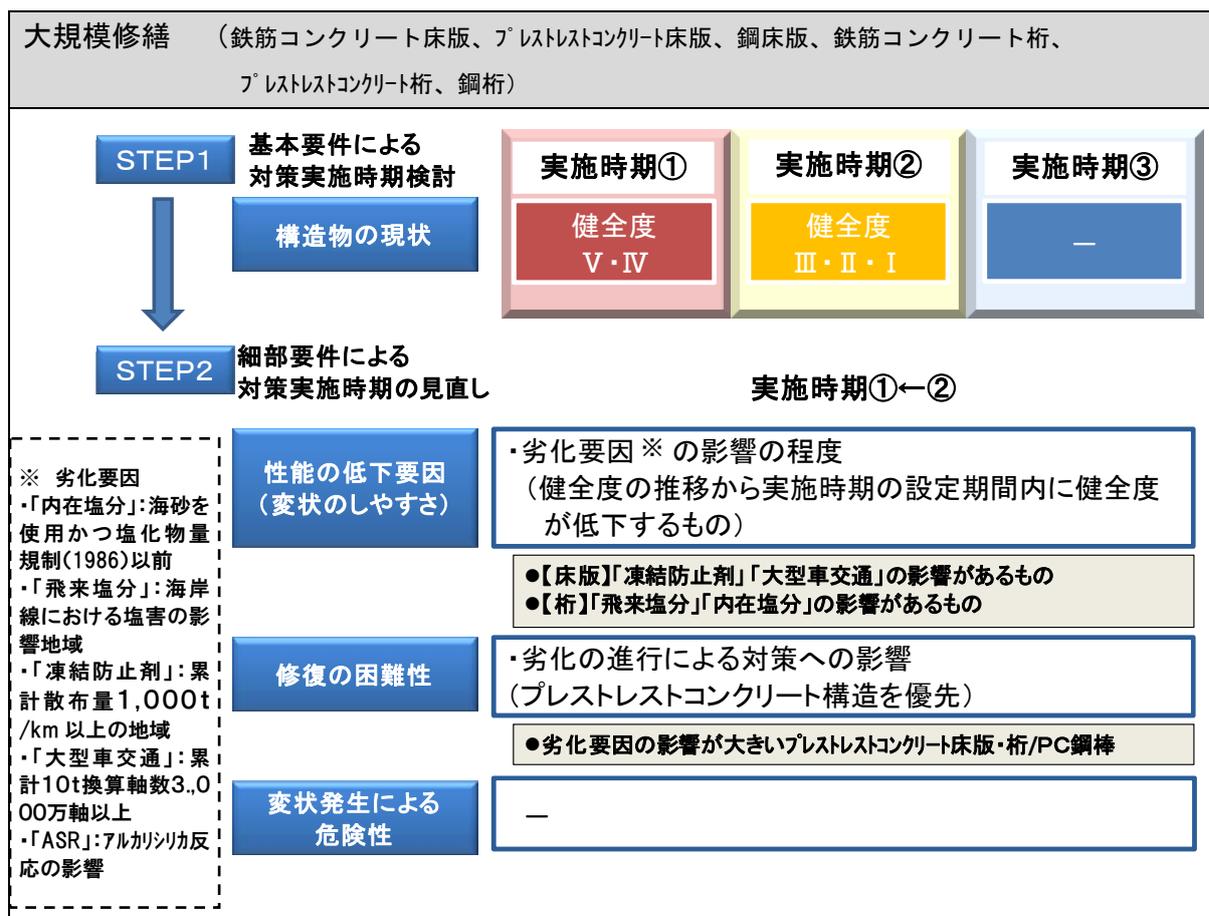


図 5.1.8 対策実施時期の検討の流れ (橋梁：大規模修繕)

(3) 土構造物—大規模修繕

1) 盛土、盛土・切土共通、自然斜面

盛土は、その材料や盛土高さ、盛土内水位の有無により、盛土内の浸透水を排除するなど対策が必要である。また、旧基準で施工された小断面の排水溝や排水溝の合流部に起因したのり面崩壊も顕著となっているため、のり面の規模により大規模な修繕が必要である。

対策実施時期はSTEP 1で、既に変状が著しいのり面は実施時期①に、盛土内に湧水があるものや過去に補修履歴があるもの、また、降雨による変状発生頻度が多いものは実施時期②に、前記以外を実施時期③に区分した。

次にSTEP 2では、盛土・切土高さが3段以上ののり面及び、盛土のり面で隣接施設があるものは、その危険性から、それぞれ実施時期②から実施時期①へ、実施時期③から実施時期②へ繰り上げることにした。

なお、土石流が発生した場合、本線への影響が大きいことから、現地条件を確認の上、土石流危険渓流と判断されたものは、実施時期①とした(図5.1.9)。

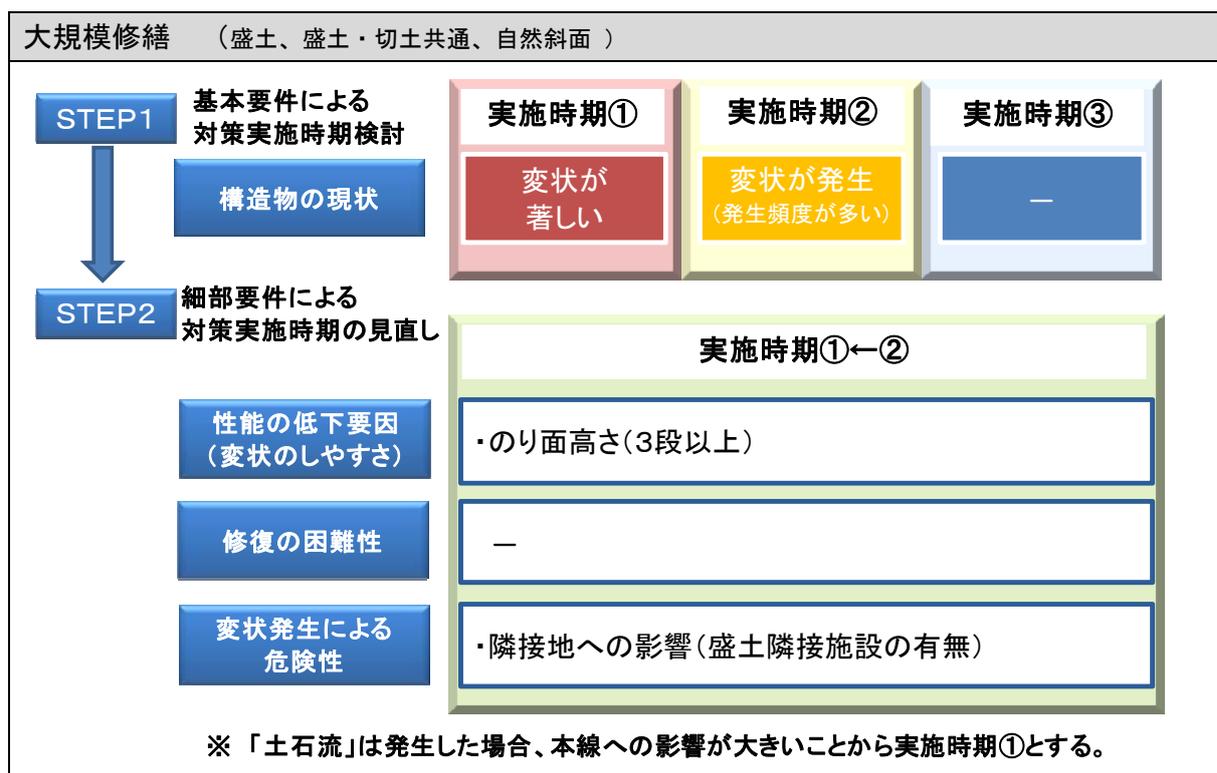


図 5.1.9 対策実施時期の検討の流れ (土構造物：大規模修繕)

2) 切土（グラウンドアンカー）

切土のり面の旧タイプアンカーは、鋼材の防食機能が不十分であるため頭部外観調査でも健全度が低下（機能損失アンカー）傾向であり（図 5.1.10）、のり面全体の安定が確保できなくなる前に新タイプアンカーによる再施工が必要である。

対策実施時期は STEP 1 で、機能損失アンカーが多数確認され斜面の安定性が懸念されるのり面は実施時期①に、機能損失アンカーが確認されたのり面は実施時期②に、機能損失がないのり面を実施時期③に区分した。

次に STEP 2 で、旧タイプアンカーは健全度が著しく低下することから実施時期②から実施時期①へ、実施時期③から実施時期②へそれぞれ繰り上げることにした（図 5.1.11）。

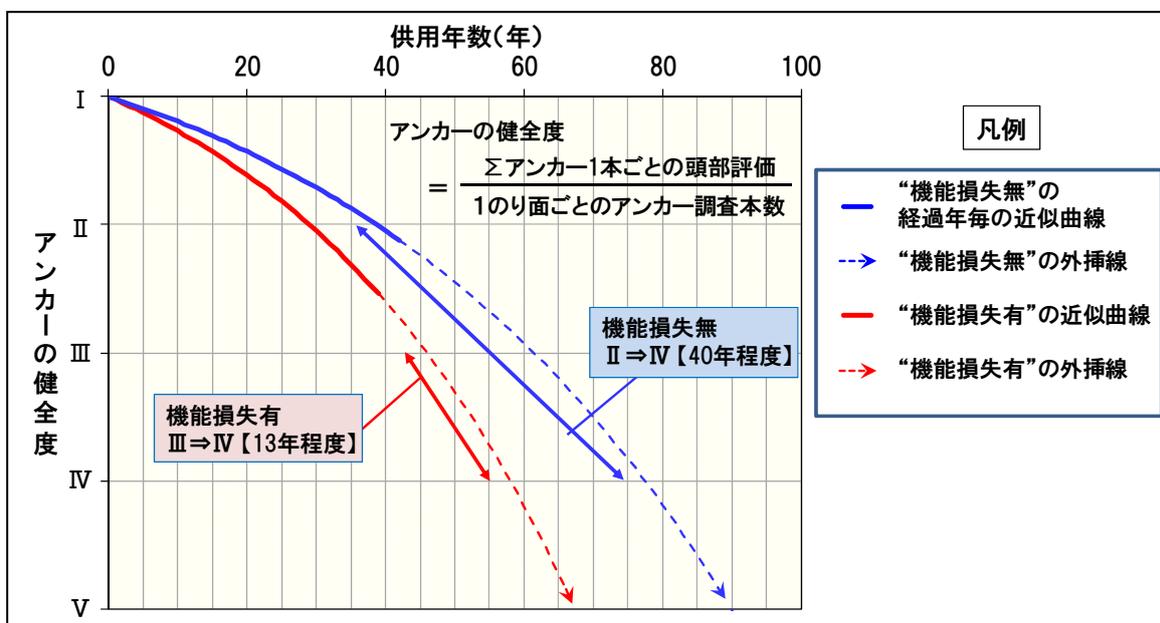


図 5.1.10 旧タイプグラウンドアンカーの変状予測

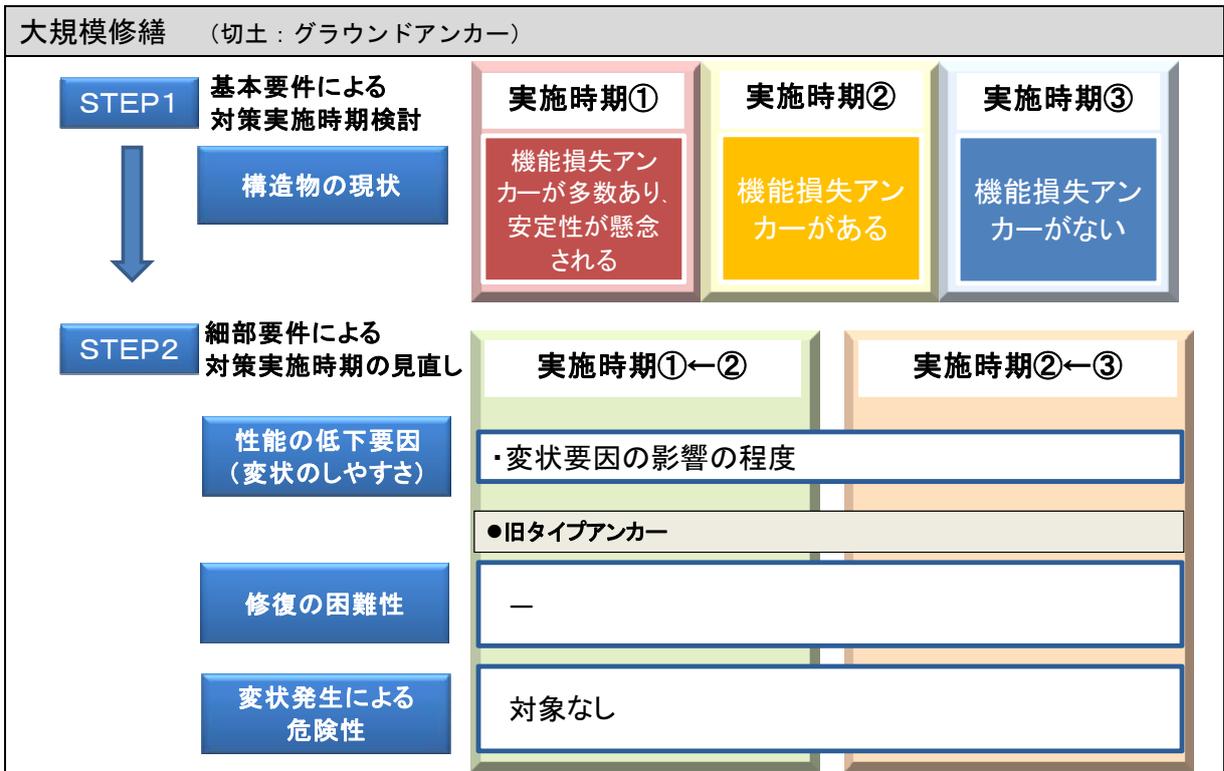


図 5.1.11 対策実施時期の検討の流れ (土構造物：大規模修繕)

(4) トンネル—大規模修繕

1) トンネル本体工

既に路面の隆起が発生しているトンネルや、変状がない場合でも長期的に強度低下を示す岩種や膨張性を有する岩種のトンネルは、インバートの設置が必要である。

対策実施時期はSTEP 1で、既に路面隆起が発生しているものを実施時期①に、路面隆起が発生していなくても、強度低下を示す岩種や膨張性を有する岩種で覆工に変状が発生している覆工健全度ランクⅤ～Ⅲ-1のものは、実施時期②に区分した。

次に、STEP 2で、路面隆起の発生要因である地山の劣化状況を覆工健全度で判定すると、覆工健全度ランクⅢ-2以上のものは、地山の劣化が進んでいるため、実施時期②から実施時期①に繰り上げた(図5.1.12)。

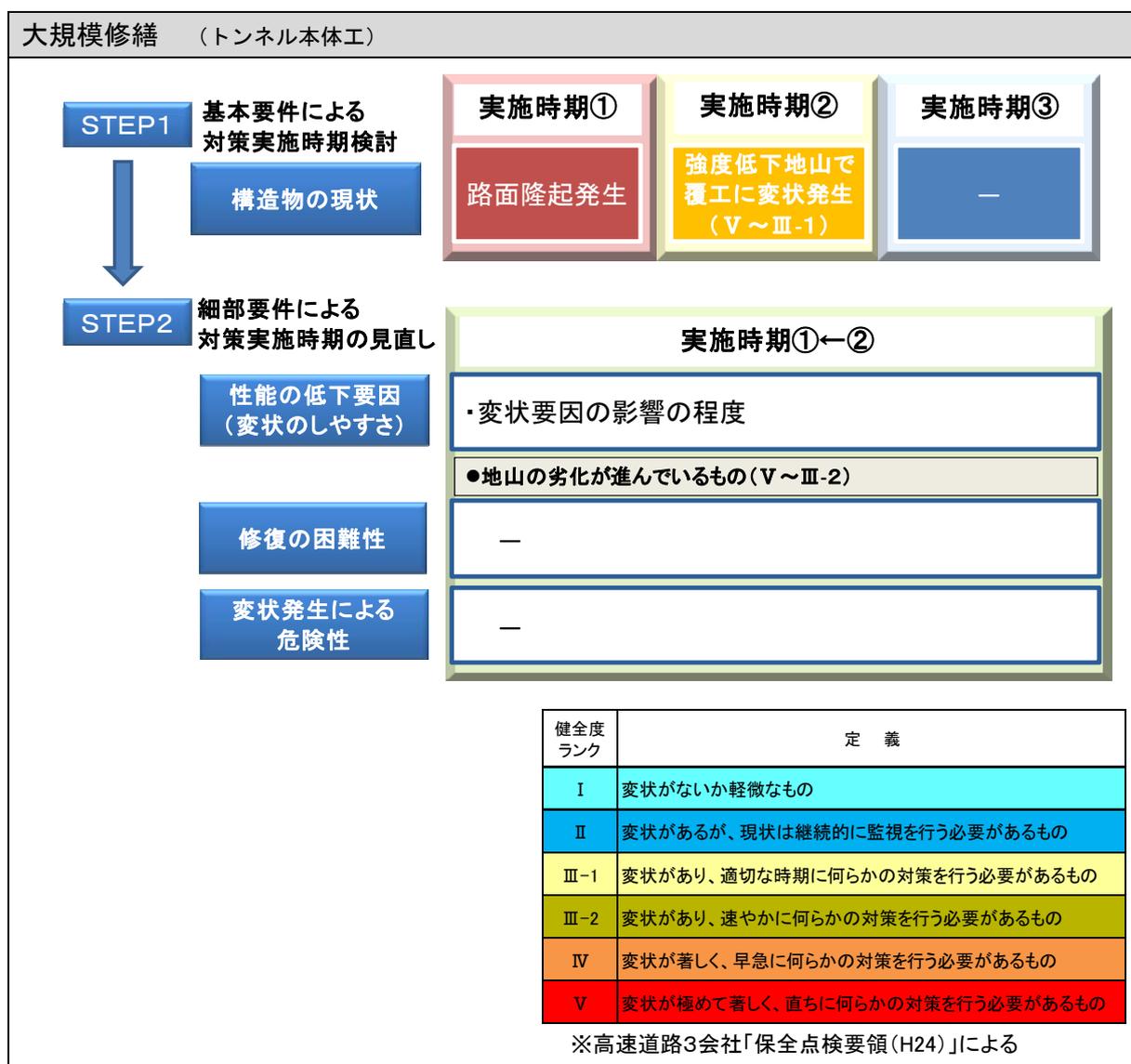


図 5.1.12 対策実施時期の検討の流れ(トンネル:大規模修繕)

2) トンネル覆工

風化しやすい岩種で覆工健全度が低下しているトンネルは、覆工コンクリートの内面補強等を実施する必要がある。対策実施時期は、STEP 1で覆工健全度により図 5.1.13 のとおり区分した。

次に STEP 2で、過去に標準とされていた矢板工法で施工されたものは、図 5.1.14 のように覆工健全度の低下が顕著であり、実施時期②から実施時期①に繰り上げた。

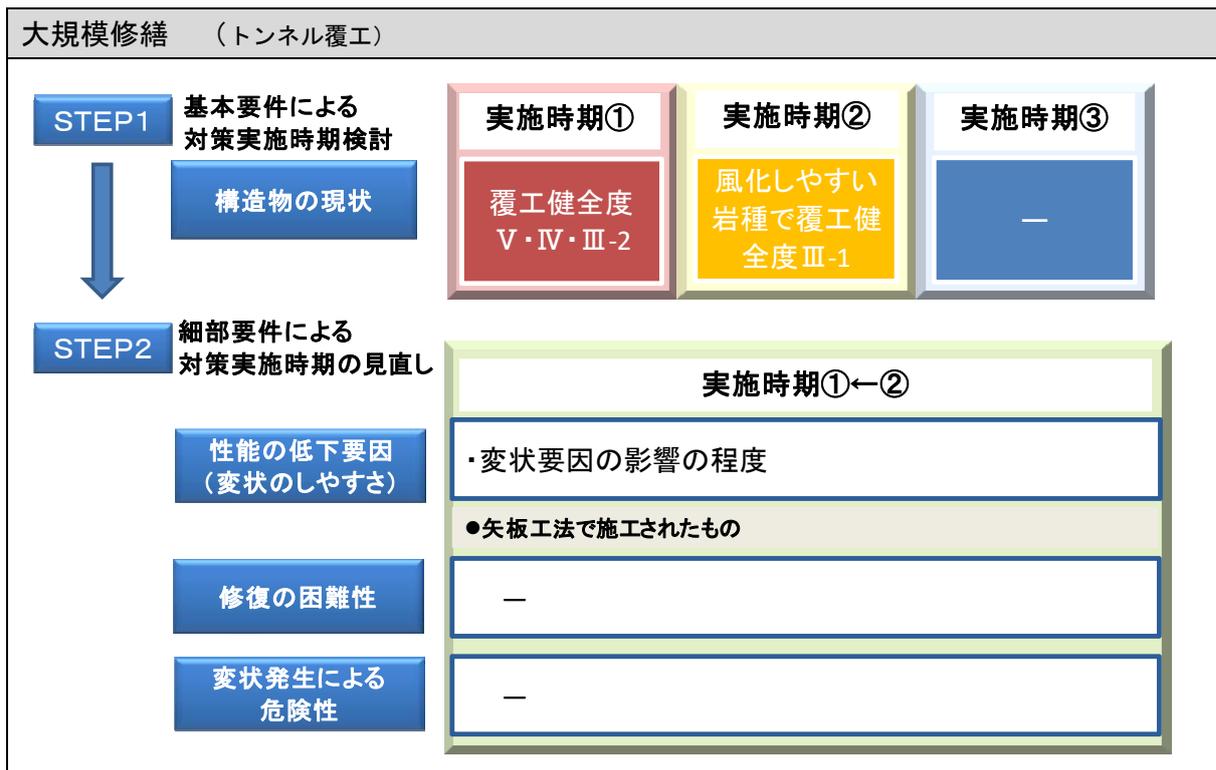


図 5.1.13 対策実施時期の検討の流れ (トンネル：大規模修繕)

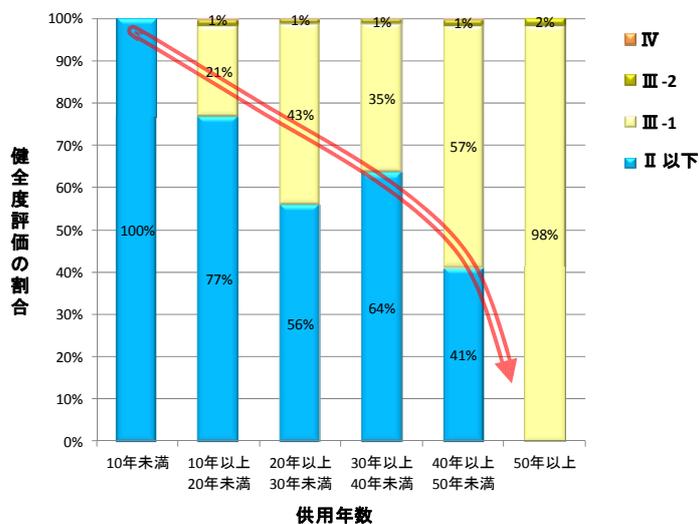


図 5.1.14 岩種①の供用年数別健全度割合 (矢板工法)

5-2 大規模更新・大規模修繕の事業規模

大規模更新及び大規模修繕が必要となる要件に基づき、現時点で大規模更新及び大規模修繕が必要と判断した事業規模は、表 5.2.1 及び表 5.2.2 に示すとおりである。

なお、この事業規模は現時点における技術的な知見に基づき検討したもので、顕在化していない変状や劣化メカニズムが明らかになっていないものなどについては含まれていないため、今後とも点検やモニタリングに係る技術の向上を図るとともに、適時見直しを実施する必要がある。

表 5.2.1 事業数量

区分	単位	総資産数量	対策必要数量	
大規模更新	km	約 20,000	約 240	1%
大規模修繕	km		約 1,870	9%

表 5.2.2 事業数量内訳

	区分	項目	主な対策	延長
大規模更新	橋梁	床版	床版取替	約 230km
		桁	桁の架替	約 10km
	小計			約 240km
大規模修繕	橋梁	床版	高性能床版防水 など	約 360km
		桁	桁補強 など	約 150km
	土構造物	盛土・切土	グラウンドアンカー 水抜きボーリング など	約 1,230km
	トンネル	本体・覆工	インバート など	約 130km
	小計			約 1,870km
合計				約 2,110km

注) 延長については、上下線別（橋梁、トンネルの暫定2車線を除く）でインターチェンジなどの道路延長も含む数量。

6. 大規模更新・大規模修繕の 実施に伴う課題

6-1 社会的な理解を得るための説明責任の履行

高速道路3会社は、管理する構造物の健全性や性能を確保することの重要性やその維持管理の困難さ、更には大規模更新や大規模修繕への投資の必要性について、その説明責任を果たすため、今後も必要な情報を正確かつ判りやすく広く社会へ説明し、広報する必要がある。

更には、道路構造物の経年劣化に対応することの重要性、及び点検・補修のための交通規制の必要性などについて、定期的にお客さまや周辺自治体など関係者への情報発信や説明の場を設けるなど、理解が得られるよう説明責任を果たす必要がある。

6-2 国、地方公共団体等との連携

大規模更新や大規模修繕を実施する場合、国及び地方公共団体等との情報の共有とコンセンサスが重要であり、交通管理者や他の道路管理者等とも十分な連携を図る必要がある。

具体的には、大規模更新や大規模修繕に伴う工事実施にあたり、高速道路本線の交通規制により渋滞の発生が予想されるため、周辺地域への迂回交通による一般国道等の混雑も予測される。このため、少なからず周辺交通にも影響を及ぼすため、大規模な高速道路本線の通行規制が伴う場合には、予め国や関係地方公共団体とも必要な情報を共有するなど連携強化が必要である。

また、長期間にわたる工事の場合には、必要十分な事前広報を行い、他路線や周辺道路への迂回を促すことから、地域の観光産業などにも影響が発生することも想定される。通行止めや長期間にわたる通行規制を伴う工事の実施にあたっては、実施時期の選定など観光行政等も含めたコンセンサスが重要である。

6-3 社会的影響への配慮

大規模更新、大規模修繕を実施していく場合、交通通行規制や車線規制による渋滞の影響も予想されることから、渋滞の影響の程度により工事や車線運用方法を検討するとともに、交通量や利用状況等の路線特性を勘案のうえ、渋滞の影響が大きい場合にはネットワークの完成による影響の軽減、迂回路となる一般道への影響及び工期短縮のための工法開発など、高速道路の利用者や周辺社会への影響を軽減するための方策を検討することが重要である。

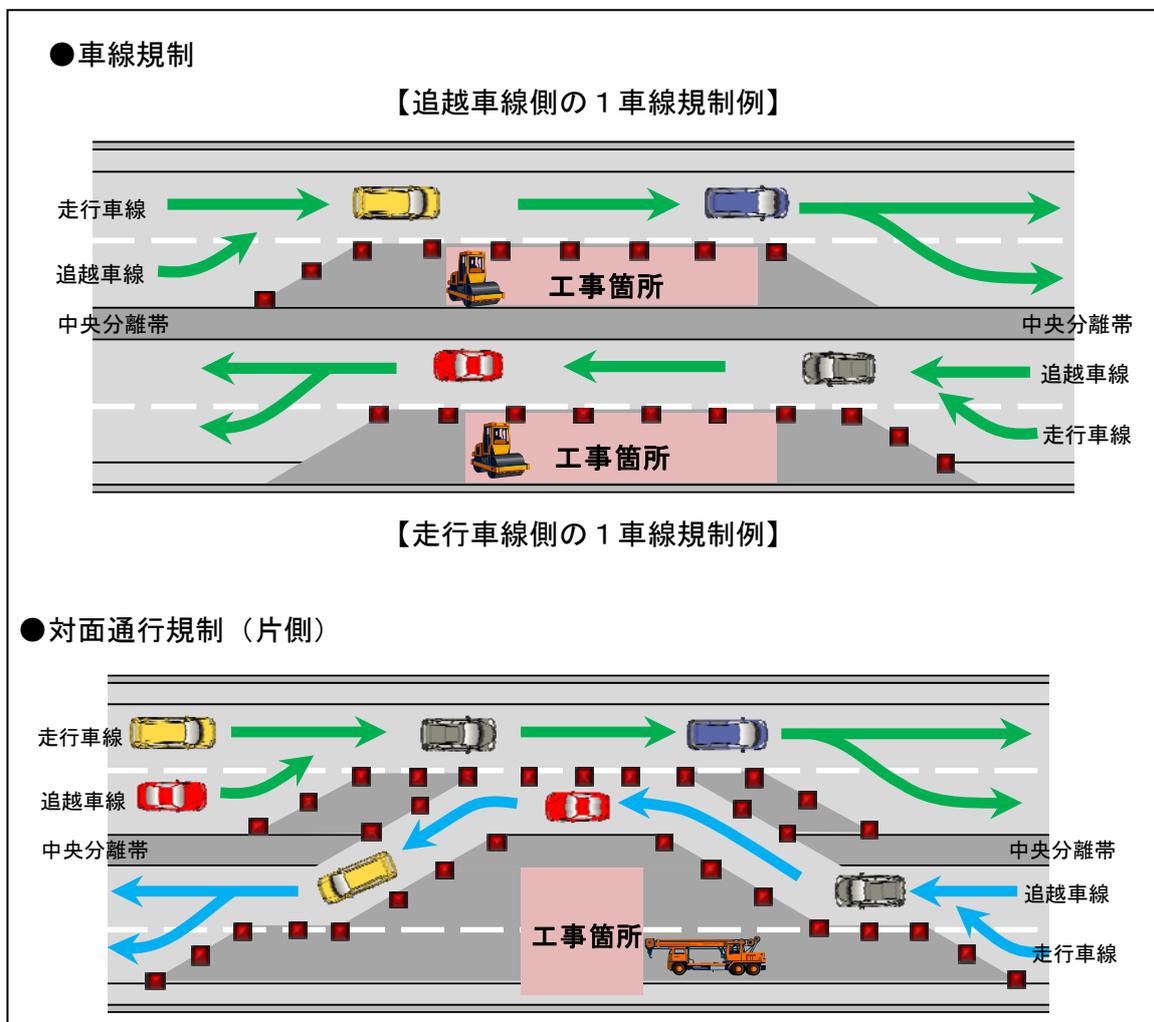


図 6.3.1 対策に必要な交通規制図

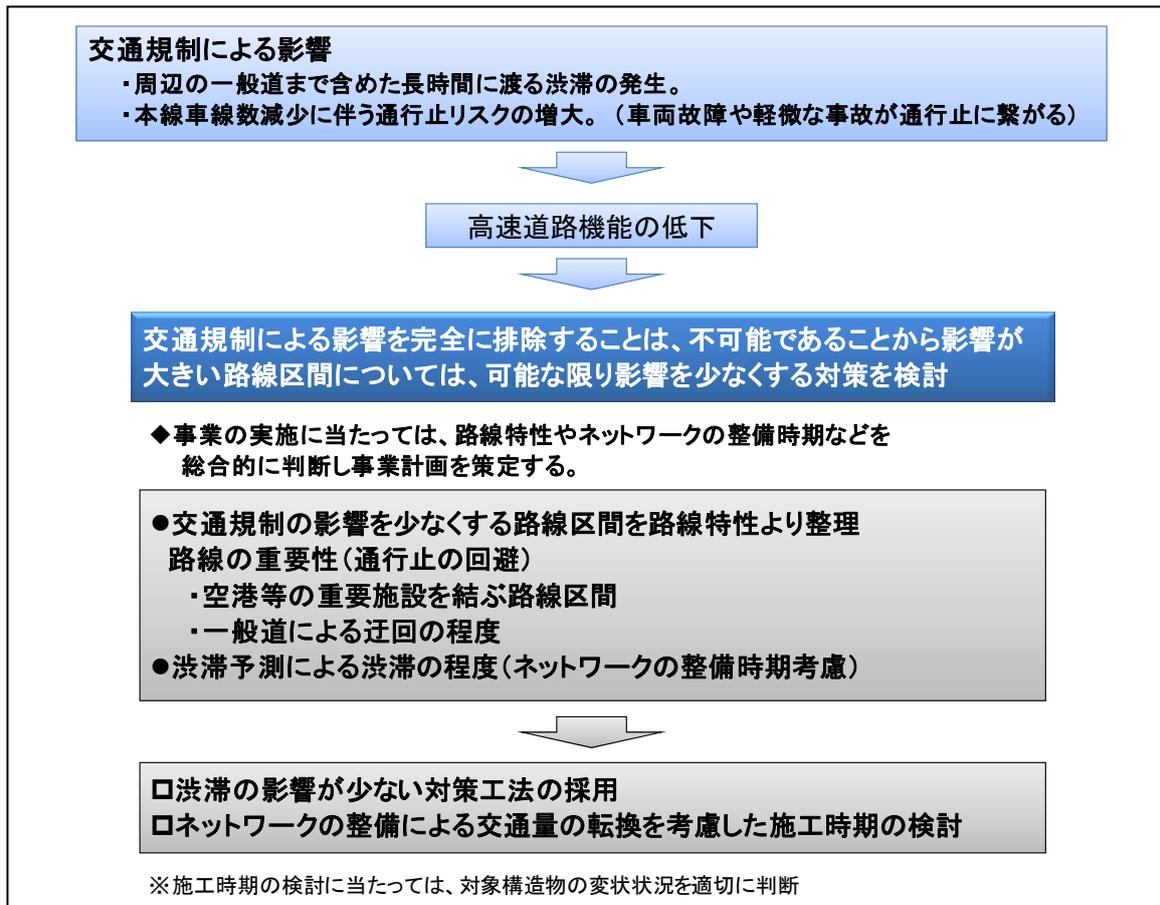


図 6.3.2 大規模更新・大規模修繕事業実施に伴う社会的影響

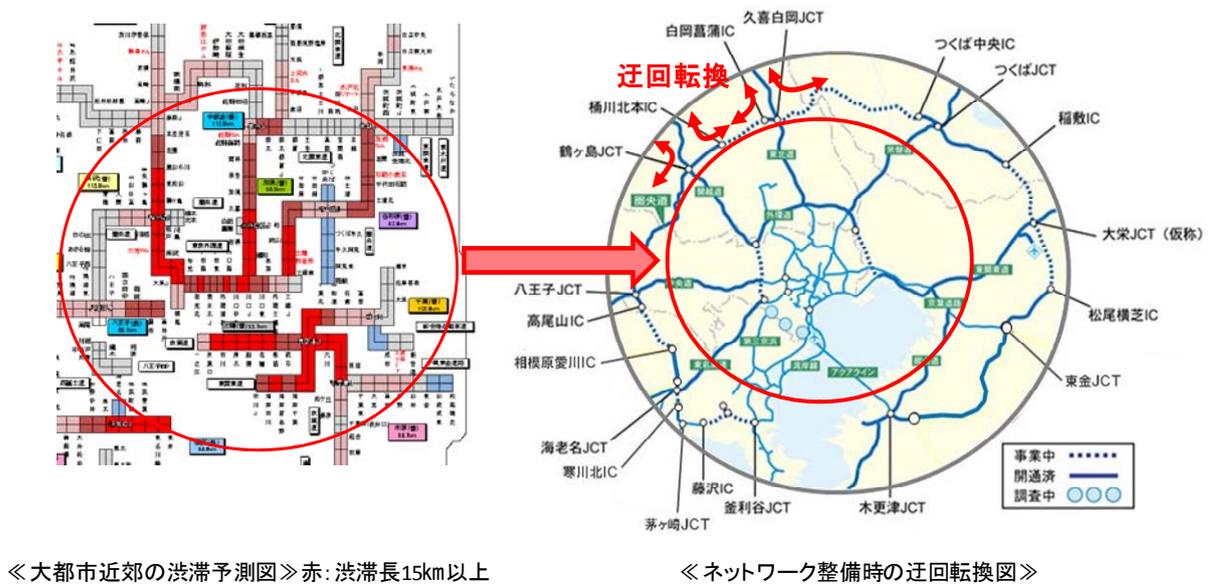


図 6.3.3 大都市近郊の迂回転換イメージ(首都圏の例)

6-4 高速道路機能の更なる向上

本委員会では、高速道路資産の長期保全に焦点をあてて検討を進めてきたが、技術のイノベーションを促進することにより、将来にわたってこれまで以上の安全、安心、快適な走行環境と高速道路機能の更なる向上を目指す必要がある。

6-5 構造物の劣化抑制対策

今後、道路構造物の長期保全に資する大規模更新、大規模修繕を計画的に進めるにあたり、特に橋梁の劣化要因の一つとなっている重量超過車両の走行を確実に抑制する取り組みは急務である。

このため、高速道路3会社はETC車の普及でより困難となっている重量超過車両の取締りを確実にを行うなど、重量超過車両の走行を効果的に抑制するための技術開発も含め必要十分な対策を講ずる必要がある。また、それらに加え、重量超過車両が構造物に与えるダメージやその影響の大きさを、物流事業者やドライバー等に広く知らしめるなど、過積載防止に取り組む必要がある。

更に、橋梁にとって塩化物は大きな劣化要因となっていることから、日常の維持管理を適切に行うとともに、劣化抑制に資する凍結防止剤や、その使用方法の改善などを含めた総合的な対策を検討していく必要がある。



図 6.5.1 総重量違反車両の取締り状況

6-6 技術開発

大規模更新や大規模修繕を合理的かつ効果的に実施するためには、既存技術の有効活用に加え新たな技術開発が重要である。必要な技術については、既存技術の評価による掘り起こしを行うとともに技術開発の促進が必要となるが、(株)高速道路総合技術研究所と高速道路3会社が連携して、必要な技術が必要な時期に適用できるよう計画的に取り組む必要がある。また、ICT技術などの積極的な活用も望まれる。

更に、点検や補修等維持管理に関わる設計基準類の高度化及び体系化、維持管理のための設計思想を踏まえた設計基準類の充実、高速道路3会社で保有すべきデータの統一なども必要である。

今後必要な技術としては、以下のとおりである。

- ①点検の信頼性向上や効率化のための非破壊検査・機械化・自動化（図 6.6.1）
- ②劣化予測技術
- ③モニタリング技術（図 6.6.2）
- ④耐久性の高い補修材料・工法（図 6.6.3）
- ⑤工期を短縮する急速施工技術（図 6.6.4） など



図 6.6.1 非破壊検査の例



図 6.6.2 モニタリング技術の例

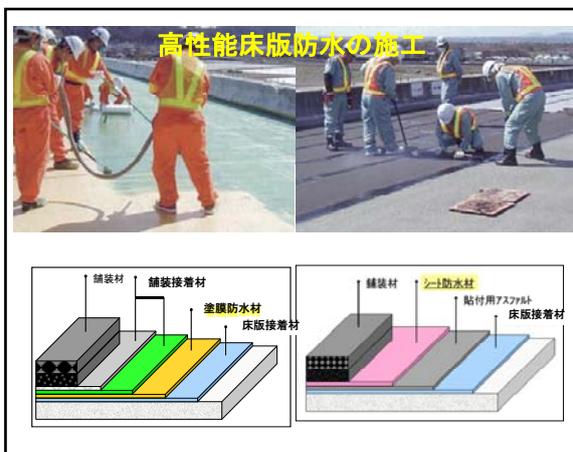


図 6.6.3 耐久性の高い補修材・工法の例



図 6.6.4 工期を短縮する急速施工技術の例

6-7 円滑な事業推進

高速道路ネットワークの機能を長期にわたって確保し、笹子トンネル天井板落下事故に類する事故を二度と起こさないため、高速道路資産の長期保全及び更新のあり方について様々な観点から検討を行ったが、これらを具体的な施策として高速道路3会社の維持管理業務に確実に反映させることが重要である。

そのためには、確実な実施のための体制及び業務システムの強化や人材の確保・育成、並びに技術者の適正な評価が必要であり、高速道路3会社における専門家の育成及び点検に係る研修・資格制度の整備などを早急に行う必要がある。

また、高速道路の安全と安心を確保し、長期にわたり機能を確保していくためには、大規模更新や大規模修繕の新たな投資やそれに付随する調査研究、技術開発等の投資が必要である。本委員会では、今回、技術的見地から基本的な方策を検討し、整理したものであり、財源については言及していない。しかし、実現にあたっては、今後、必要な財源が確保される必要がある。

一方で、国民の理解を得つつ、大規模更新や大規模修繕を長期にわたり安定的に実施するためには、コスト削減へのより一層の取り組みが必要であり、様々な観点から検討を行う必要がある。

<資料>

資料1

点検のあり方及び第三者等被害防止対策検討結果

東日本高速道路株式会社

中日本高速道路株式会社

西日本高速道路株式会社

点検のあり方等WGの目的と検討内容

目 的

WGの目的

付属物も含めた高速道路資産の進みゆく老朽化に対して、安全・安心を確保し、資産を健全な状態に確実に保全していくために、点検から補修のサイクルの再構築を図りつつ、※1第三者等被害防止として※2二重の安全対策の一層の充実や※3経過更新という新たな概念の適用の検討を行うとともに、本線構造物、設備並びに付属物の点検における現状の課題を整理し、点検の信頼性向上等に向けた点検のあり方について検討するものである。

本WGにおける用語の定義は以下のとおり

- ※1 第三者等被害防止とは、安全な本線道路交通の確保や本線外の第三者等に対する被害を未然に防止することをいう。
- ※2 ここでいう二重の安全対策とは、頭上に懸架された高速道路の設備・付属物に対し、疲労などにより障害が発生した場合にも、落下による被害が第三者等に及ばないように施す追加措置をいい、第三者等被害発生のある設備・付属物の撤去・移設、落下防止措置などの対策をいう。
- ※3 経過更新とは、高速道路の設備・付属物に対し、膨大で多様な資産の点検の困難性などを踏まえたうえで、経過年に応じた取替を行うことをいう。

■ 検討内容

- ①点検・保守～修繕・更新計画立案～修繕・更新の実施～効果検証～維持管理計画の策定見直しまでの一連のサイクルがよりの確に実施されるよう検討を行う。
- ②点検実施における現状の課題を整理し、課題の解決や点検の信頼性向上に向けた点検のあり方についての検討を行う
- ③第三者等被害防止対策の確実性及び安全性を確保するため、二重の安全対策や経過更新概念の導入といった設計思想について検討を行う。

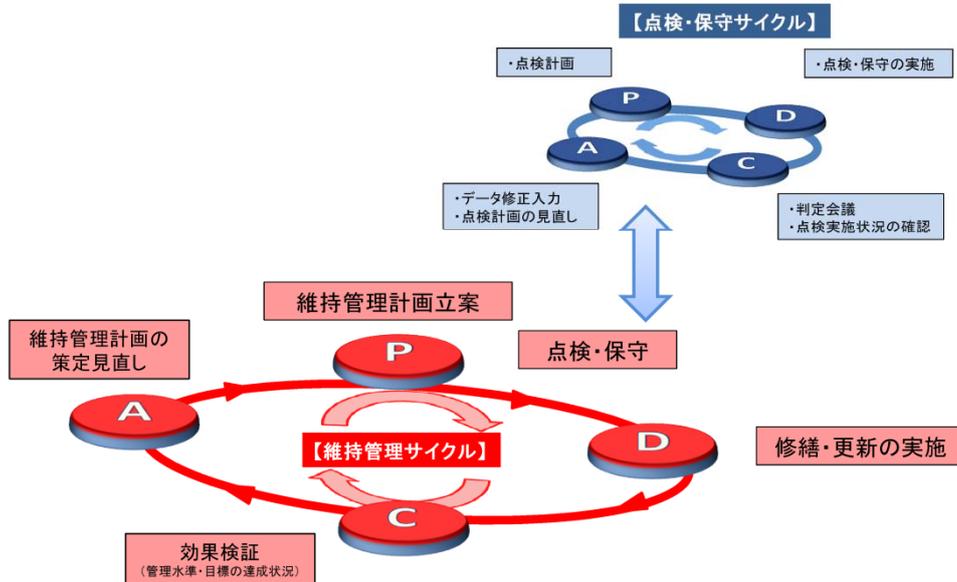
区分	項目	検討内容
維持管理サイクル	維持管理サイクルの定着化	点検・保守から修繕・更新など、事業を推進していくための施策（サイクルの明確化、意識改革・高揚、補修目標の設定と達成）
	業務の仕組みの見直し	修繕・更新につながる構造物等の評価や実施体制を確実にするための施策（点検要領の見直し、業務手順の明確化）
	データ管理の改善	点検・保守や修繕・更新など構造物等の必要な情報を確実に伝達する施策（蓄積すべきデータの整理、データの共有化、汎用性・利便性の高いシステム改造）
点検のあり方	点検目的の明確化	維持管理サイクルにおける点検の位置づけや、点検の中で実施すべき調査などの内容や整備すべき基準類の明確化
	点検実施基準の再設定	健全性・第三者等被害防止を目的とした手法や範囲の再整理、重要度や経過年数・リスクなどに応じたきめ細かなメリハリのある点検実施基準の再設定
	点検の信頼性向上	(1)精度向上と効率化の推進（点検環境整備と設計思想へ反映、非破壊検査など高度技術の整理、機械化、自動化、ICT化による効率化など） (2)点検技術者の能力向上（点検者の資格等のあり方、技術力向上、教育、技術伝承、研修施設の活用 など）
第三者等被害防止	二重の安全対策	※潜在的リスクなどに対する、本線構造物、設備並びに付属物の二重の安全対策を検討
	経過更新概念の導入	付属物に対し一定期間での資産を更新する概念の導入

※ 潜在的リスクとは、劣化していても表面化せず見過ごされているもの、点検が困難で劣化の有無を確認できていないものなどのことをいう。

維持管理サイクル

◆維持管理サイクル

着実な維持管理のためには、点検・保守～修繕・更新計画立案～修繕・更新の実施～効果検証～維持管理計画の策定見直しまでのサイクルをより確実に実施する必要がある。



◆維持管理サイクル

維持管理サイクルに対する現状の課題を解決し、サイクルを定着させるための施策について、検討を行う。

	施策	具体策
維持管理サイクルの定着化	①サイクルの明確化	・維持管理サイクルに合わせた業務実施フローを作成する。
	②意識改革・高揚	・維持管理サイクルの実施に向けた行動方針を共有する。
	③補修目標の設定と達成	・補修目標を設定するルールと達成状況のチェック方法を規定化し、説明責任の充実などに向けた検討を行う。
業務の仕組みの見直し	①点検要領の見直し	・有識者委員会により要領改訂を審議する。
	②業務手順の明確化	・3社で共有した基本となる手順原案を作成する。
データ管理の改善	①蓄積すべきデータの整理	・第三者等被害防止・健全性把握・補修実施の面から必要となるデータを検討する
	②データの共有化	・3社やグループ会社で登録するデータの形式を統一し、集計・解析ができるよう、必要なデータを統合して蓄積する仕組みを構築する。
	③汎用性・利便性の高いシステム改造	・データ入力の簡易化や補修計画立案や見える化につなげるシステム改良について検討する。

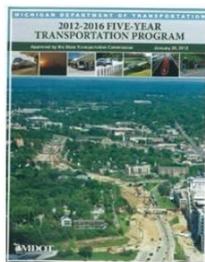
◆維持管理サイクルの定着化

- 補修目標を設定するルールと達成状況のチェック方法を規定化し、説明責任の充実などに向けた検討を行う。

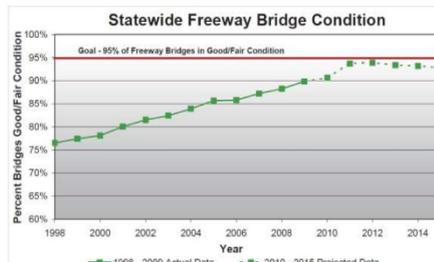
補修目標の設定や達成状況のチェック方法などの規定化にむけた検討を行い、点検補修結果については、説明責任を果たすための『分かりやすい見せ方』について、米国における説明手法などを参考とし検討を行う。

米国ミシガン州の取組み事例

- 道路構造物の健全度に関するデータを蓄積して効率的に予算を配分し、州としての目標値を設定し管理する。
- パフォーマンス指標を適切に管理・公表し、戦略的な維持管理の必要性について議会や納税者の理解を得る。
- 補修の5か年計画(5-Year Plan)を作成し中期計画、予防保全について説明する。



・5年ごとの資産状態を示したレポート

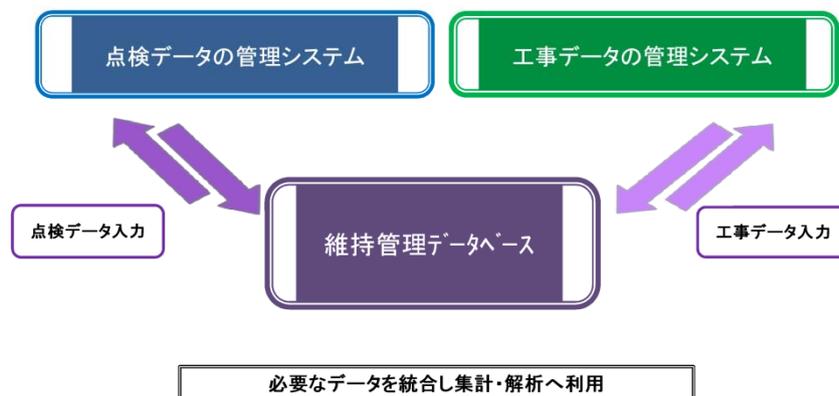


・橋梁の状態に関する中期計画

◆データ管理の改善

- 3社やグループ会社で共有するデータの形式を統一し、集計・解析ができるよう、必要なデータを統合して蓄積する仕組みを構築する。

3社やグループ会社で共有する点検データ及び工事データについては、登録するデータの形式を統一し、補修計画立案や資産状態の見える化のための集計・解析ができるよう、必要なデータを統合して蓄積する仕組みを構築する。また、点検データの管理システムについては、データ入力の簡易化したうえで、修繕・更新につながるように改善する。併せてデータ入力を確実にを行うためチェック体制を確立する。



点検のあり方

◆点検目的の明確化

点検は、維持管理サイクルの中で構造物の変状を的確にとらえることによる効率的な維持管理を遂行するための出発点とした位置づけを行い、点検の中で実施すべき調査などの内容や整備すべき基準類の明確化について検討を行う。

- 維持管理サイクルにおける点検の位置づけを明確にする。
- 潜在的リスクの顕在化を含め検討をする。
- 健全性把握のため点検と同時期に実施すべき調査内容を明確にする。
- 関係法令と施設点検の整合性を確認し点検の目的を明確にする。

◆点検目的の明確化

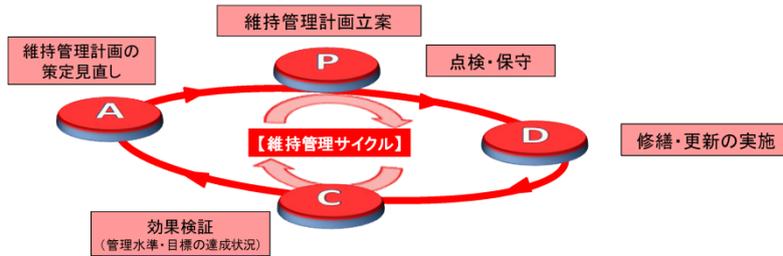
- 維持管理サイクルにおける点検目的を明確にする。

点検は、維持管理サイクルの中で、構造物の変状を的確にとらえることにより、効率的な維持管理を遂行するための出発点となる非常に重要な業務であり、単独で機能するものでなく、点検業務の評価・判定の結果を受けて行う応急対策や詳細調査、さらに対策計画立案、対策等の実施など関連する業務と連携を図りながら、維持管理業務の流れの中で適切に実施するものである。

【点検業務の具体的役割】

- 変状を的確にとらえ、中長期的な視点に立った道路構造物、設備並びに付属物の維持管理計画を策定し、早期に補修を実施
- 異常を早期に発見し、安全な本線道路交通の確保や本線外の第三者等に対する被害を未然に防止
- 変状を的確に診断・評価し、道路構造物、設備並びに付属物の性能・健全性を確保

土木点検業務に、保守という概念を新たに取り入れ、メンテナンス作業時の点検実施や、点検時の簡易措置の実施について検討を行う。



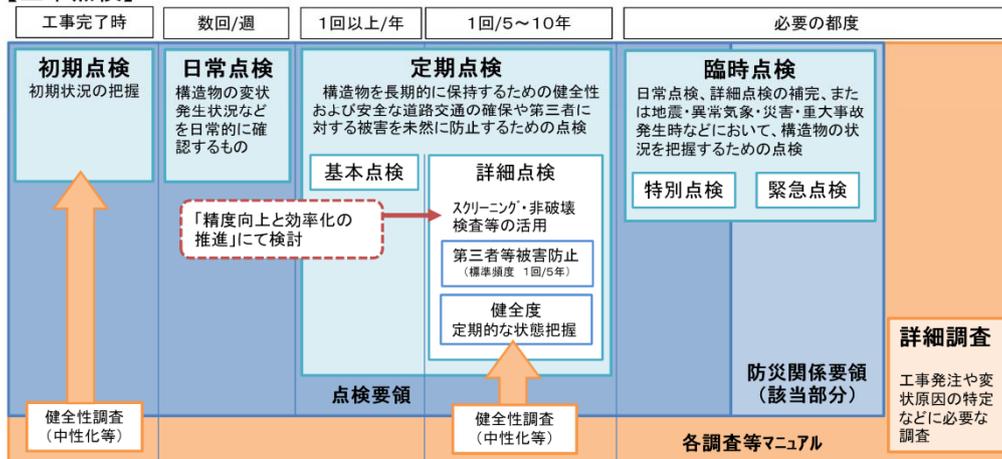
◆点検目的の明確化

- 健全性把握のため点検と同時期に実施すべき調査内容を明確にする。
(別途実施する詳細調査と区別する。)

・健全性の経年変化を的確に診断・評価するために必要な調査について、点検と同時期に実施する事を規定化し、その結果を点検記録として蓄積する。

例：中性化=フェノールフタレイン法(ドリル法)など (初期並びに詳細点検と同時期に実施)

【土木点検】

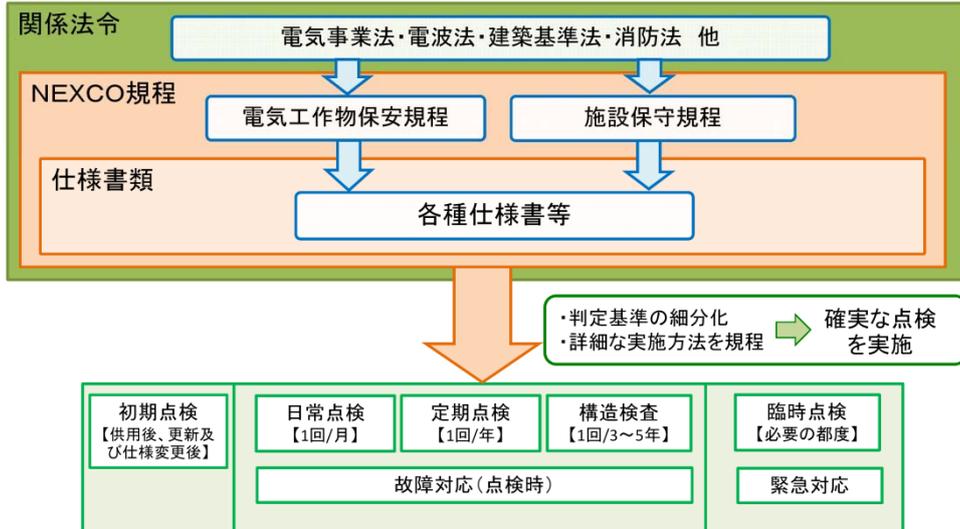


◆点検目的の明確化

- 関係法令と施設点検の整合性を確認し点検の目的を明確にする。

施設点検は、多くの関係法令に基づき実施している。この法令と各種・規程・仕様書等の整合性を確認し、体系化することで、法令順守の観点から点検内容を明確化する。

【施設点検】



◆点検実施基準の再設定

膨大な点検対象の第三者等被害を未然に防止するための確認や、性能・健全度を確実に把握していくために、きめ細かでメリハリのある点検実施基準の再設定を行う。

- 「健全性」と「第三者等被害防止」を目的とする点検手法の再整理を行う。
- 重要度(交差道路等・部材)・健全度・経過年数等に応じた頻度などの再設定
- 二重の安全対策・経過更新導入による点検実施基準の再設定
- 点検対象範囲の明確化
- よりの確な実施に向けた現行要領の表現の見直し・明確化

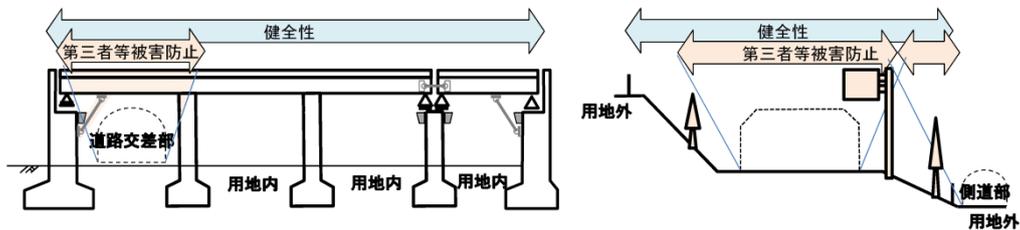
◆点検実施基準の再設定

- 「健全性」と「第三者等被害防止」を目的とする点検手法の再整理を行う。

現行要領における点検実施内容などの記載事項について、点検手法や範囲を、その目的（「健全性」と「第三者等被害防止」）に応じて区分し、再整理を行う。

【検討例】

	目的	点検手法
第三者等被害防止	コンクリート等の剥離・うき及びボルトの緩み等の変状箇所を発見し、適切な対応（除去）を行い、落下等による第三者等被害をなくす。	赤外線カメラやトンネル覆工表面計測装置などの非破壊検査にて変状箇所を効率的に特定し、落下被害防止のため叩き落としなど実施する。
健全性	構造物の現状を的確に把握し、変状の進行状況や健全性の評価を行う。	構造物の部位や変状の状態により必要な点検手法（近接目視、打音、非破壊検査など）を選択し実施する。



◆点検実施基準の再設定

- 重要度（交差道路等、部材）・健全度・経過年数等に応じた頻度などの再設定
- 二重の安全対策・経過更新導入による点検実施基準の再設定

・点検結果の集計により、高速道路の設備・付属物のリスク事象の特定と検証を行い、重要度・健全度・経過年数におけるリスク事象の検証結果から点検頻度や点検実施基準について検討を行う。
 ・点検要領の改訂については有識者委員会により審議する。

【検討例】

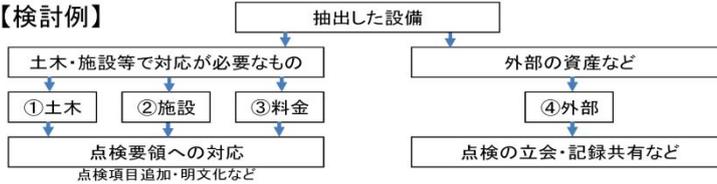
- リスク事象の特定と検証による重要度の整理及び優先順位の確認
- 二重の安全対策・経過更新の設計基準を考慮した点検実施基準の検討
- 凍結防止剤散布区間、重交通量区間に分けた健全度評価による着目点や点検レベルの検討
- 特殊橋梁などにおける重要部材や部位の特定と点検の検討
- 第三者等被害防止対策実施箇所での点検頻度や点検方法の検討
- 点検結果の照査体制の確立を検討
- 大規模更新及び修繕の対象となる構造物における補修時期までの点検やモニタリングについての検討

◆点検実施基準の再設定

● 点検対象範囲の明確化

土木構造物に付属する施設設備及び施設構造物に付属する土木設備等の抽出を行ない、抽出された設備を①～④に分類し、それぞれ実施部署を明確にした対応方法について検討する。

【検討例】



施設設備名称	土木構造物に付帯する施設設備			施設構造物に付帯する土木設備等	外部の資産など
	土工部	橋梁部	トンネル部		
道路照明設備	土留壁 遮音壁埋め込み灯具	遮音壁埋め込み灯具	-	-	-
標識照明設備	外照・内照灯具	外照・内照灯具	-	-	-
TN換気設備	-	-	ジェットファン 風路天井板	-	-
可変式道路情報板設備	-	-	-	土木標識等	-
気象観測設備	気温表示・露警戒標示 ・視程確認標示板	気温表示・露警戒標示 ・視程確認標示板	-	-	-
消雪設備	雪氷警告板	雪氷警告板	-	-	-
信号機・警告灯 その他設備	案内警告灯	案内警告灯	-	-	-
トールゲート棟	-	-	-	料金表示 案内看板等	-
その他	-	-	-	料金機械 信号灯等	跨道橋 Nシステム等



◆点検実施基準の再設定

● より的確な実施に向けた現行要領の見直し

現行点検要領の改訂にあたり、より的確な実施に向けた見直しについて検討を行う。また、実施される目視点検及び打音点検の目的や有効範囲の明記に向けた検討を行う。

【検討例】

・目的に応じた内容の明確化

項目	現行要領の表現	課題
3-1 点検の種別 (3)定期点検 (b)詳細点検	詳細点検では、 近接目視・打音 のほか、構造物の設計・施工条件や使用・環境条件などを考慮し、 必要に応じて 非破壊検査機器などを活用することにより、構造物の状態を適切かつ効率的に把握するものとする。	・「近接目視・打音」の表現 ・「必要に応じて」の表現
3-2 点検方法 (c)近接目視	可能な限り 検査路や足場などを利用して、構造物に接近または 双眼鏡 にて目視により点検する方法である。また、 必要に応じて 簡易な計測機械、器具などを使用するものとする	・「可能な限り」の表現 ・「双眼鏡」の表現 ・「必要に応じて」の表現

現行要領の見直し

・「目視」及び「打音」の定義の検討

- ・点検種別や構造物や重要部位ごとに実施する点検手法について検討を行う。
(近接目視・遠望目視の区分や打音の実施)
- ・他分野、他機関における点検実施手法の状況について調査する。

◆点検の信頼性向上《(1)精度向上と効率化の推進》

(1)精度向上と効率化の推進

健全度評価の信頼性向上のためには、精度の高い点検情報を入手する必要がある。また、限られた人員により、進みゆく老朽化に対して、膨大な点検対象の状態確認を実施し維持していくためには、高度化の推進が必須であり、これらの検討を行う。

- 点検環境の整備などによる点検困難箇所への対応と設計思想への反映
- 目的に合致する非破壊検査など必要とする高度技術の整理
- 機械化・自動化・ICT化による効率化の検討

◆点検の信頼性向上《(1)精度向上と効率化の推進》

- 点検環境の整備などによる点検困難箇所への対応と設計思想への反映

点検困難な箇所についてヒアリング・机上調査による抽出を行い、①～③までのケース別に整理を行い、対応できる方法について検討するとともに、建設及び更新等の設計条件としてフィードバックする。

【検討例】



◆点検の信頼性向上《(1)精度向上と効率化の推進》

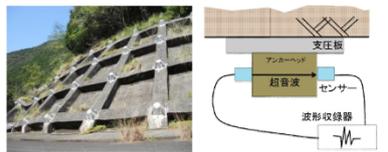
● 目的に合致する非破壊検査など必要とする高度技術の整理

第三者等被害防止及び構造物の健全度について定量的な状況の評価を行う為に、必要となる調査項目を整理し、目的と合致する非破壊検査などの高度技術を取りまとめ、技術提案や技術開発の要件を作成し、導入の検討を行う。

・第三者等被害防止及び長期保全の為に必要な定量的調査項目

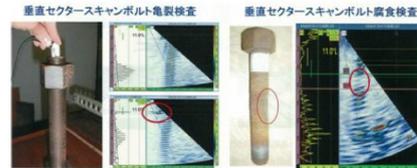
【検討例】	対象設備・構造物等	調査部位	評価内容
	のり面保護工	グラウンドアンカー	アンカーの腐食など
	大型標識等基礎	埋込み式アンカーボルト	アンカーボルトの腐食など
	鋼構造物(橋梁・支柱等)	鋼材等	鋼材の亀裂及び腐食など
	PC構造物(橋梁・トールゲート等)	PC鋼材	PCケーブルの腐食など

【グラウンドアンカー】



超音波を用いたグラウンドアンカーと施工アンカーボルトの調査システム

【埋込み式アンカーボルト】



超音波探傷器を用いた診断(フェイズドレイ)

◆点検の信頼性向上《(1)精度向上と効率化の推進》

● 機械化・自動化・ICT化による効率化の検討

点検の高度化・効率化のために、効率化が必要となる点検項目を整理し、機械化・自動化など必要技術を取りまとめ、技術提案や技術開発の要件を作成し、導入の検討を行う。

・効率化が必要な点検項目

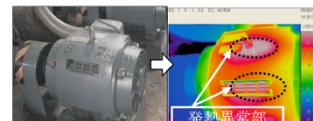
【検討例】	対象設備・構造物等	点検部位	点検内容	効率化検討	効果
	コンクリート橋	コンクリート表面	打音点検 (浮き・剥離・クラック)	赤外線カメラなどによる機械化	変状箇所の特定
	トンネル	覆工コンクリート	打音点検 (浮き・剥離・クラック)	CCDカメラによる機械化	変状箇所の特定
	受配電(電源)設備等	高圧等充電部	目視点検 (発熱異常)	赤外線カメラによる精度向上	劣化部位の判定



小型ビデオカメラや赤外線カメラを用いた点検技術



「CCDカメラ」によるトンネル覆工調査の機械化



「赤外線カメラ」を用いた点検精度向上

◆点検の信頼性向上《(2)点検技術者の能力向上》

(2)点検技術者の能力向上

点検については、健全度評価や第三者等被害防止に対する重要性や、信頼のある情報として対外的に説明する責任が増す中で、点検資格制度や研修などによる点検員の教育といった、点検の信頼性向上対策が必須であり、これらの検討を行う。

- 社員・点検員・専門技術者等の資格のあり方
- 技術力や判定精度の向上のための教育・技術伝承・研修施設の活用
- 諸外国や他分野の事例との比較検討

◆点検の信頼性向上《(2)点検技術者の能力向上》

- 社員・点検員・専門技術者等の資格のあり方

点検の技術力や信頼性を確保するため、点検実施者に対して資格制度を導入することを検討する。NEXCOにおける点検資格制度のあり方や、研修プログラム、資格付与については、有識者委員会により検討を行うものとする。これにあたり、他機関などにおける実施事例を収集し比較検討を実施する。

NEXCO3社共通の点検資格制度として設立を検討する

- NEXCOにおける点検技術者資格制度
- 技術者研修プログラムの検討
- 資格付与に関する事項

資格制度について他機関の状況や諸外国の事例を収集し比較検討する

首都高(株)

阪高(株)

JR各社

欧米諸国道路機関

・ 認定方式・付与資格内容 ・ 受験対象、受験資格、受験内容・有効期限など

◆点検の信頼性向上《(2)点検技術者の能力向上》

● 諸外国や他分野の事例との比較検討

米国の連邦道路庁(FHWA)や欧州各国の点検状況や点検技術者の教育状況などの事例を収集し、比較検討を行う。

【米国連邦道路庁での橋梁点検員資格制度】

プログラムマネージャー(Program Manager)

役割	橋梁の点検、報告、台帳作成・維持の責任者
要件	登録技術士(PE)であるか10年の橋梁点検の経験を有するもので、かつFHWA公認の「包括的橋梁点検研修コース」を修了した者

チームリーダー(Team Leader)

役割	橋梁の現地点検責任者(点検のチームリーダー)
要件	以下のa)~e)のいずれかを満足すること。 a) プログラムManagerの資格を有する b) 5年の橋梁点検の経験を有し、かつFHWA公認の「包括的橋梁点検研修コース」の修了 c) 工学技術国家資格協会のレベルⅢまたはⅣの橋梁安全点検者の資格を有し、かつFHWA公認の「包括的橋梁点検研修コース」を修了 d) 次の全てに該当する者 ①単科大学または総合大学の工学士、またはそれと同等であると工学技術認可委員会(ABET)が認めた者 ②国家工学試験協議会の工学試験に合格 ③2年の橋梁点検の経験を有する ④FHWA公認の「包括的橋梁点検研修コース」を修了 e) 次の全てに該当する者 ①単科大学または総合大学の准工学士、またはそれと同等であると工学技術認可委員会が認めた者 ②4年の橋梁点検の経験を有する ③FHWA公認の「包括的橋梁点検研修コース」を修了

Day	Module	内容
Day 1	1	Course Introduction (導入)
	2	Basic Bridge Concepts (橋梁の基本コンセプト)
	3	Fundamentals of Bridge Inspection (橋梁点検に関する基本的事項)
Day 2	4	Bridge Inspection Reporting (橋梁点検報告書の書き方)
	5	Inspection and Evaluation of Bridge Decks and Areas Adjacent to Decks (床版と及びその周辺の点検と健全度評価)
Day 3	6	Inspection and Evaluation of Common Concrete Superstructures (コンクリート上部構造の点検と健全度評価)
Day 4	-	==== Fundamentals Exam (中間試験:基礎知識) =====
	7	Inspection and Evaluation of Bearings (支承の点検と健全度評価)
	8	Inspection and Evaluation of Substructures (下部構造の点検と健全度評価)
Day 5	9	Inspection and Evaluation of Waterways (水路の点検と健全度評価)
	10	Advanced Inspection Methods of Common Bridge Materials (非破壊検査等の) 詳細な点検方法)
Day 6	11	Field Trip to Bridge Sites (橋梁現場点検研修)
Day 7	12	Inspection and Evaluation of Common Steel Superstructures (鋼上部構造の点検と健全度評価)
Day 8	13	Characteristics, Inspection, and Evaluation of Culverts (カルバートの特性、点検と健全度評価)
Day 9	14	Field Trip to Bridge Sites (橋梁現場点検研修)
Day 10	15	Inspection and Evaluation of Common Timber Superstructures (木製橋の上部構造の点検と健全度評価)
	16	Course Conclusion (研修のまとめ)
	-	Final Assessment Part I, Part II (最終試験: Part I・Part II)

「NHI 130055 包括的橋梁点検研修コース」の研修メニュー

◆点検の信頼性向上《(2)点検技術者の能力向上》

● 技術力向上のための教育・技術伝承・研修施設の活用

点検技術者の育成については、気づきといった点検ノウハウの技術伝承や、判定など技術レベルの一定化、専門的知識の学習といった技術力の向上が必要となっている。
OJTの実施、研修プログラムによる教育、産学連携や研修施設の有効活用を行い、「熟練技術の体感型学習による伝承」「実機を用いた研修施設による実践型人材育成」「産学連携による研さん型人材養成」について検討を行う。

	東日本	中日本	西日本
【土木点検】 研修施設	高崎(TTCテクニカルトレーニングセンター)	名古屋(N2U-BRIDGE)	【計画中:茨木】
【施設点検】 研修施設	高崎(TTCテクニカルトレーニングセンター)	一宮 【計画中:岐阜】	岩国、岸和田 【計画中:茨木】



橋梁点検技術の研さん・研究用施設「N2U-BRIDGE」(ニュー・ブリッジ)
:名古屋大学・NEXCO中日本



研修施設 テクニカル・トレーニングセンター(TTC)
:ナホコ東日本エンジニアリング

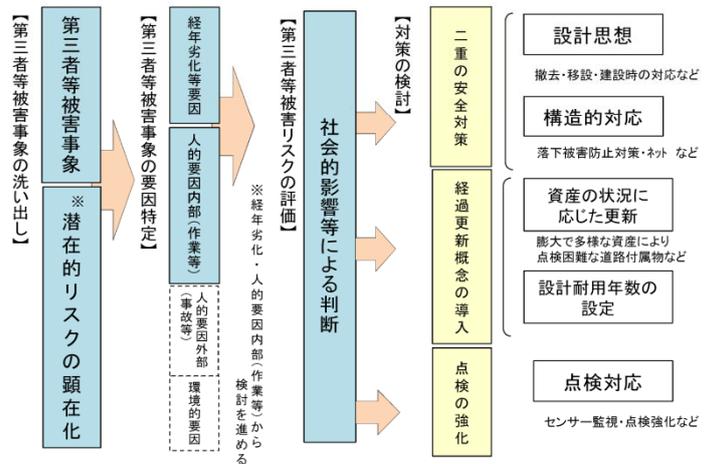
第三者等被害防止

◆ 第三者等被害防止

確実な第三者等被害防止に向けた検討

第三者等被害防止対策は、高速道路会社が通常維持管理すべき設備・付属物が、疲労等の事象により第三者等に直接被害を与えるものを対象とする。

対策にあたっては、下記のフローに従い、過去に発生した第三者等被害事象の他、現地確認や図面・設計などから想定される潜在的リスクを顕在化させ、分析した被害の想定により対策の検討を行う。



◆二重の安全対策の検討

二重の安全対策の検討方針

二重の安全対策は、第三者等被害発生要因の整理を行い、現行基準や現場における対策事例を収集整理し、対象となる構造物の安全の考え方、対象となる部材・対策工法の考え方、点検との連携などについて、統一的な方針を策定する。

二重の安全対策のポイント整理

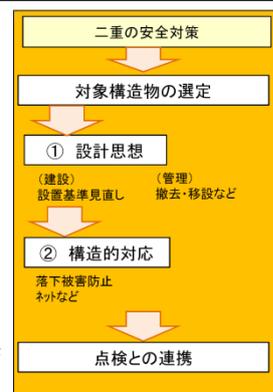
二重の安全対策を検討する為に、第三者等被害発生の恐れのある設備・付属物の撤去・移設などの設計思想、構造的対応、点検との連携の優先順位を定め、第三者等被害発生要因の整理から、対象となる構造物の対策方針や検討事項など、考え方の整理を行う。

【検討内容】

- ◆対象構造物の撤去・移設等の検討
- ◆構造的対応の検討
 - “落下等防止構造”等の設計基準「荷重(落下衝撃など)」及び「安全率」の考え方
- ◆点検との連携の検討
 - 点検必要箇所
 - モニタリング等の検討



ワイヤロープを用いた落下被害防止構造



◆経過更新概念の導入の検討

経過更新概念の導入方針

道路付属物は、膨大で多様な資産の点検の困難性などを踏まえたうえで、長寿命化(予防保全)の観点による『点検・保守から修繕・更新』サイクルのほか、経過年に応じた『取替え』の選択についても検討を行うこととする。

経過更新検討のポイント整理

経過更新を導入する為に必要な、視点・検討事項など考え方の整理を行う。

● 更新の設定に必要な情報や検討項目

○環境条件(腐食)

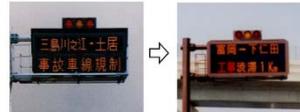


ガードレール支柱の経過更新

○陳腐化(技術基準の変遷)

電光式情報板(15可変)

LED式情報板(255可変)



道路情報板の多可変化更新

道路付属物の経過更新の検討にあたり、優先する対象物等の整理を行う。

- 構造上、変状の有無を容易に確認することができない対象物(バッテリー、アンカー等)
- 重交通路線や鉄道軌道上など、点検や補修を容易にすることができない箇所の対象物
- 設置延長が長く、すべての点検が困難な道路付属物(防護柵、遮音壁等)
- 陳腐化、社会ニーズ等に合わせた対象物(情報収集、提供設備等)

経過更新を導入する為に必要な、取替え条件・範囲の検討を行う

「点検のあり方及び第三者等被害防止対策検討WG」は、「長期保全等技術検討委員会」の提言への成果の反映を持って活動を終了するが、「点検実施基準及び資格に関する検討委員会(仮称)」を設立し具体的に検討を進めていく。

〈参考資料〉

参考資料1—大規模更新の実施箇所の例及び対策イメージ

鉄筋コンクリート床版のプレストレストコンクリート床版への取替え

いぬかみかわ
○犬上川橋（滋賀県）【橋長148m、昭和39年開通】

名神高速道路 彦根IC～八日町IC 上り線

位置図



損傷状況



これまでの補修状況

床版増厚などの部分的補修等を繰り返し実施

- H8年 床版増厚+床版防水工
- H13年 ひび割れ注入+断面修復+剥落対策
- H14年 床版部分打換 以降部分打換を実施

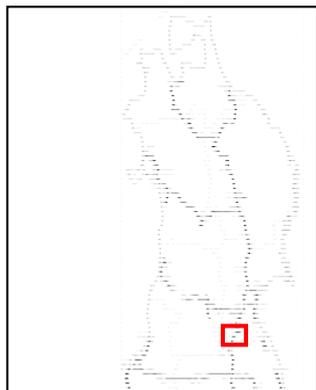


鉄筋コンクリート床版のプレストレストコンクリート床版への取替え

○^{ふくしますがわ}福島須川橋（福島県）【橋長88m、昭和50年開通】

東北自動車道 福島飯坂IC～福島西IC 上り線

位置図



損傷状況



これまでの補修状況

床版増厚などの部分的補修等を繰返し実施

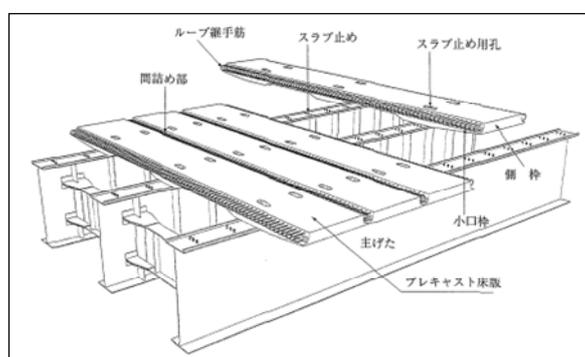
- H5年 床版増厚+床版防水工
- H15年 床版上面補修 以降部分打換を実施



鉄筋コンクリート床版の大規模更新イメージ

- 鉄筋コンクリート床版をより耐久性の高いプレストレストコンクリート床版に取替え
- 工事による交通影響を軽減させるため、対面通行規制により片側ずつ取替え

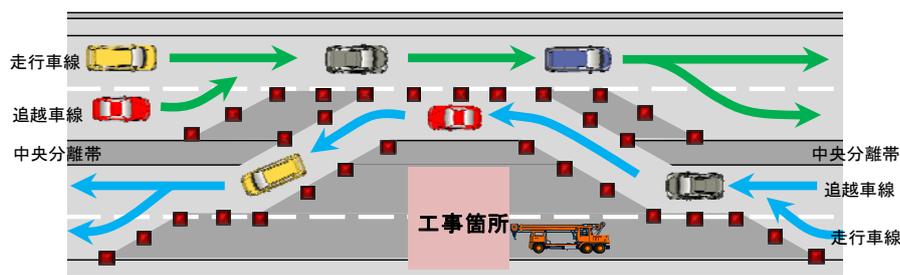
プレストレストコンクリート床版の構造



床版取替え工事のイメージ



対面通行規制のイメージ

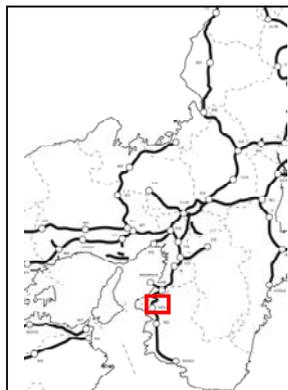


鉄筋コンクリート桁のプレストレストコンクリート桁への取替え

まつしま
○松島高架橋（和歌山県）【橋長518m、昭和49年開通】

阪和自動車道 和歌山北IC～和歌山IC 上り線

位置図



損傷状況



これまでの補修状況

損傷箇所の補修等を繰返し実施

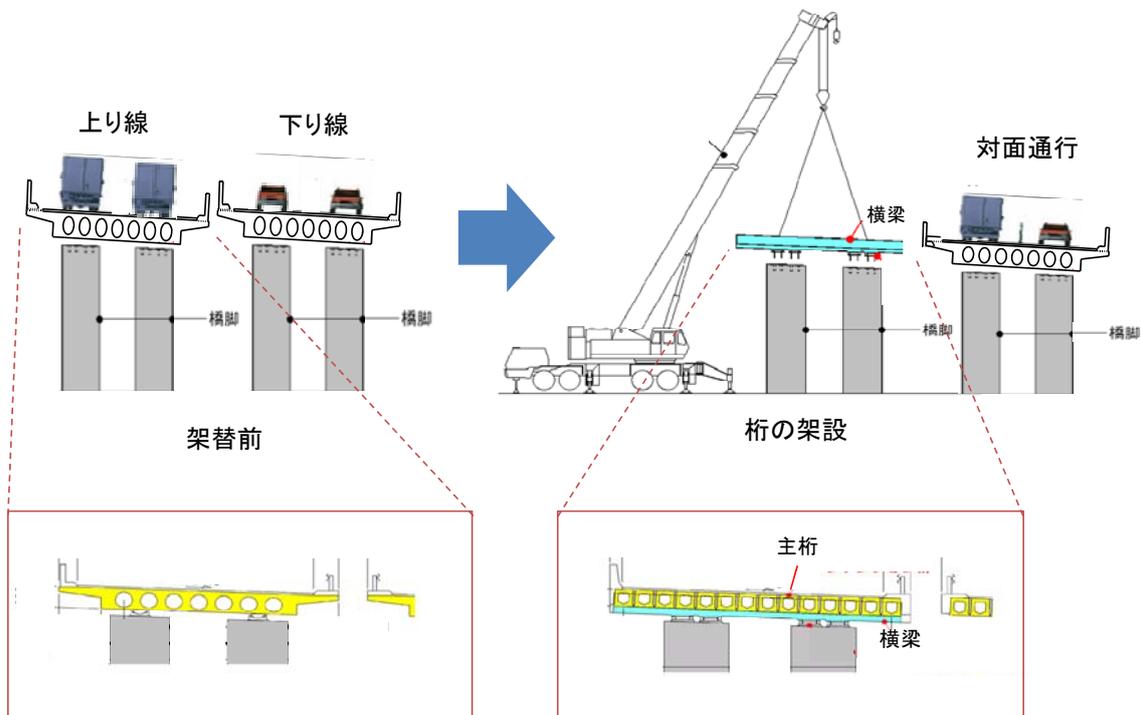
- H5年 床版上面増厚+床版防水工
- H15年 床版上面打換+床版防水工
- H21年 床版上面断面補修+床版防水工



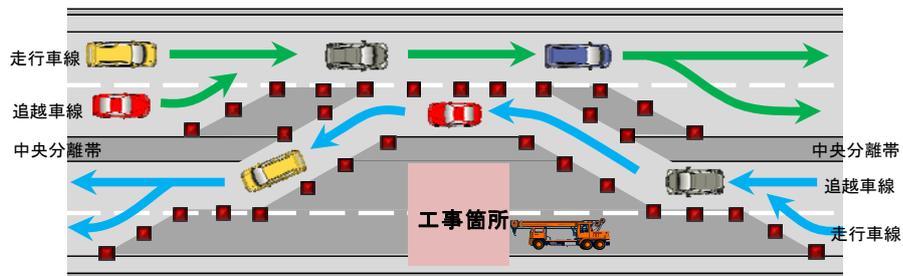
鉄筋コンクリート桁の大規模更新イメージ

- 鉄筋コンクリート桁をより耐久性の高いプレストレストコンクリート桁に架替え
- 工事による交通影響を軽減させるため、対面通行規制により片側ずつ架替え

桁架替え工事のイメージ



対面通行規制のイメージ

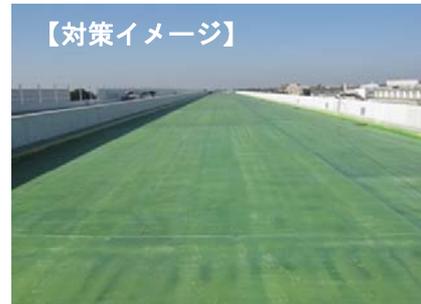
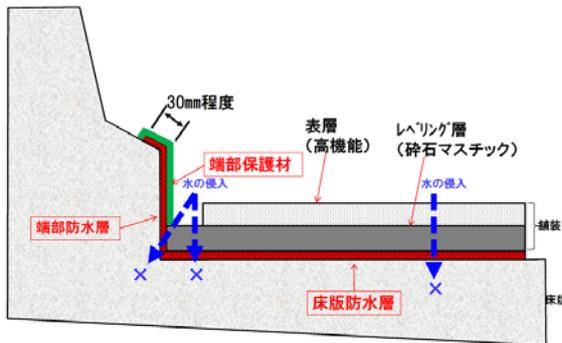


橋梁の大規模修繕イメージ

- 老朽化の進展、凍結防止剤や飛来塩分による塩害、重交通による疲労などの影響による変状が発生
 - ⇒ 橋梁の上部工造（床版、桁）で計画的かつ大規模な修繕を実施することにより、変状の進行や新たな変状の発生を抑制する

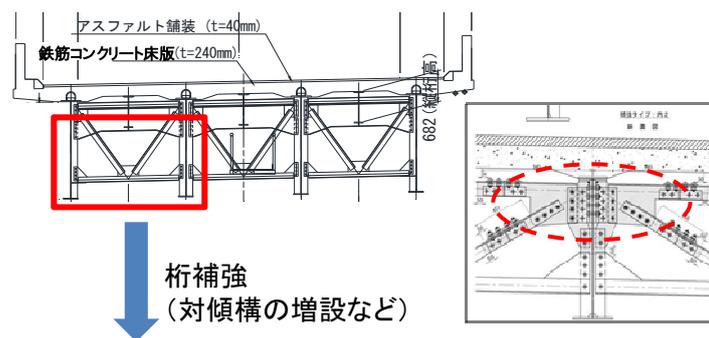
◆ 高性能床版防水

- ・ 床版を劣化させる路面からの水、塩化物イオンのコンクリートへの浸透を遮断し、劣化の進行を抑制する



◆ 桁補強

- ・ 鋼橋の疲労き裂に対して、補強部材により車両走行に伴う応力集中の緩和及び低減を図る



増設した対傾構

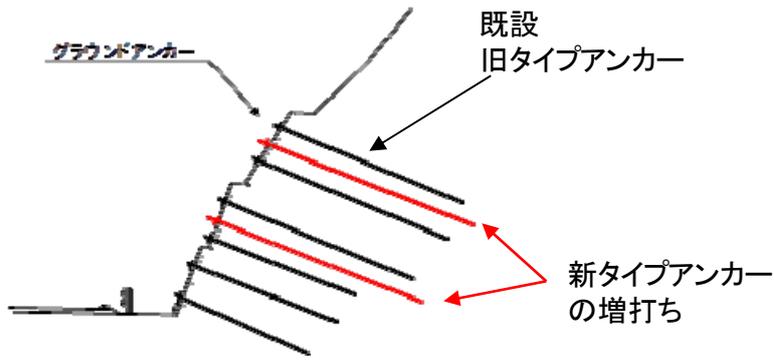
補強部材の取り付け

土構造物、トンネルの大規模修繕イメージ

- 旧基準の設計・施工による影響や地盤材料の劣化の影響による変状が発生
 - ⇒ のり面全体又はトンネル全体の長期安定性を確保するため、計画的かつ大規模な修繕を実施することにより、変状の進行や新たな変状の発生を抑制する

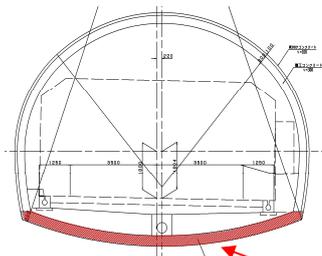
◆ グラウンドアンカー

- ・ 防食機能が不十分である旧タイプアンカーに変わり、新タイプアンカーを施工することにより切土のり面の長期安定性を確保



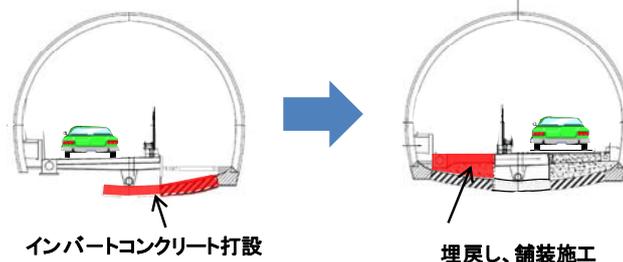
◆ インバート設置

- ・ トンネル周辺の土圧の増加に対して、インバートを設置することにより閉合構造とし安定性を向上させる



インバートの設置

片側車線規制による施工イメージ



参考資料2—委員会名簿

委員長	藤野 陽三	東京大学大学院工学系研究科総合研究機構 特任教授
委員	太田 秀樹	中央大学研究開発機構 機構教授
	宮川 豊章	京都大学大学院工学研究科 教授
	西村 和夫	首都大学東京都市環境学部 教授
	長尾 哲	東日本高速道路(株) 管理事業本部長
	吉川 良一	中日本高速道路(株) 保全・サービス事業本部長 (平成 25 年 6 月 24 日まで)
	猪熊 康夫	中日本高速道路(株) 保全・サービス事業本部長 (平成 25 年 6 月 24 日から)
	牧浦 信一	西日本高速道路(株) 保全サービス事業本部長
	(オブザーバー)	
	喜安 和秀	(独) 日本高速道路保有・債務返済機構 企画部長 (平成 25 年 9 月 4 日まで)
	土井 弘次	(独) 日本高速道路保有・債務返済機構 企画部長 (平成 25 年 9 月 4 日から)

(敬称略・順不同)

参考資料3—審議の経緯

○第1回委員会 平成24年11月7日(水)

- ・委員会設立趣旨
- ・委員会検討内容とスケジュール
- ・高速道路の現状と課題
- ・構造物の変状と維持管理の現状
- ・「長期保全及び更新の検討」の着目点と必要性

○第2回委員会 平成25年3月5日(火)

- ・委員会での検討の方向性
- ・長期保全及び更新の必要性検討の流れ
- ・対策の定義付け
- ・検討の着目点の整理
- ・変状分析と対策要件の策定
- ・今後の検討の進め方
- ・中間とりまとめに向けて

○第3回委員会 平成25年4月10日(水)

- ・変状分析結果と大規模更新・修繕の必要要件
- ・点検のあり方及び第三者等被害防止対策検討WGの設置

○第4回委員会 平成26年1月22日(水)

- ・大規模更新・修繕の実施時期の検討
- ・大規模更新・修繕の実施に伴う課題
- ・点検のあり方及び第三者等被害防止対策の検討結果の報告
- ・提言及び最終報告書

なお、第3回～第4回委員会間の約9ヵ月間において、延べ5回に渡って技術的打合せを開催し、変状分析の精緻化のための作業、対策数量の確定、対策実施時期の検討、及び対策実施に当たっての課題の整理を行った。

参考資料4—用語集

用語	意味(内容)
アスカーブ	アスファルト混合物で造られる縁石
アルカリシリカ反応	反応性骨材に含まれるシリカとコンクリート中あるいは外部から供給されるアルカリ金属との化学反応で、この反応により生成されたアルカリシリカゲルが吸水膨張するとコンクリートにひび割れを発生させる
インバート	トンネル底面の逆アーチに仕上げられたコンクリート部材
内巻き	既設のトンネル覆工の内側を補強するもの
裏込	盛土と橋台・カルバートなどの構造物の取り付け部の段差を抑制するため、特段の配慮が必要な部位
塩害	塩分によって農作物その他の植物や電気設備、鉄、コンクリート構造の施設などが害を受けること
塩化物総量規制	塩害によるコンクリート構造物の早期劣化を防止するため、コンクリート中の塩化物総量を規制するもの
堰堤工(堰堤)	貯水・治水・砂防などの目的で、河川・溪谷を横断してつくられる堤防
カルテ	診断記録
含水比	土に含まれる水分の割合を示したもので、水の質量を土の乾燥質量で除した割合
機能損失アンカー	引張り材の耐力が無くなり、グラウンドアンカーとしての機能が失われたもの
旧タイプアンカー	「グラウンドアンカー工設計施工指針」(H4年)以前の基準で施工された防食機能の低いグラウンドアンカー
グラウンドアンカー	地表面(のり面)と基盤とを高強度の引張材で連結させて斜面を安定させる構造物
経過観察	変状が確認されているものに対し、その後の点検を継続的に行うもの
経過更新	高速道路の設備・付属物を一定の経過年で取替えること
ケーソン	基礎あるいは港湾工事に用いられる箱状もしくは円筒状の構造物
健全度	高速道路3会社の保全点検要領構造物編【2012年(H24)】により定義したもので、構造物の変状に応じて区分した健全性の度合い
鋼床版	デッキプレートと呼ばれる鋼板を使用した床版
高性能床版防水	雨水や凍結防止剤等を橋梁床版へ侵入することを防ぐ目的で設置されるもので、このうちひび割れ追従性や車輪による負荷抵抗性が高いもの
小段	のり面の高さが高い場合に点検補修やのり面排水を目的として一定の高さ毎に設ける平場
コンクリートシール	排水溝周りなど雨水の浸食を防止する目的で打設する張りコンクリートのこと
再調達原価	高速道路保有・債務返済構設立時、高速道路の資産額を決定する際に、原価を改めて計算したものであり(機構設立時に、当該道路を建設するとした場合の価額)で、機構設立後の当該道路に係る資産取得については、その取得価額を加算し、処分については、その資産の取得時期に基づき、建設するとした場合の価額又は取得価額を減算して算定したもの(出典:高速道路機構ファクトブックより)
磁粉探傷	鋼材の表面欠陥を検出する工法の一つで、磁化した検査面に蛍光磁粉を吸着させて損傷部を光らせる方法
床版	自動車や人などの荷重を直接受け持つ部材
初期欠陥	施工時に発生するひび割れ、豆板、コールドジョイントなど
新タイプアンカー	「グラウンドアンカー工設計施工指針」(H4年)以降の基準で施工された防食機能の高いグラウンドアンカー
スコープ	望遠鏡や顕微鏡などの倍率などを変えて一部分を見るための器具
ストップホール	鋼構造物のき裂進展の応急的な処置方法で、き裂の先端に孔を開けて進展を防止するもの
スレーキング	乾燥した軟岩が乾燥、吸水を繰り返すことにより、細粒化する現象
脆弱岩盛土	脆弱岩を用いた盛土で、スレーキングにより長期圧縮沈下や強度低下を引き起こしやすい
脆弱岩	施工中には塊状であるが長期にわたる乾湿の繰返し作用により細粒化(スレーキング)する岩
性能	目的に応じて構造物(部材)が発揮する能力(耐久性、安全性、使用性、修復性、環境性等)
赤外線カメラ	対象物から出ている赤外線放射エネルギーを検出し、見かけの温度に変換して、温度分布を画像表示する装置
積雪寒冷地	積雪及び寒冷の度がはなはだしい地域

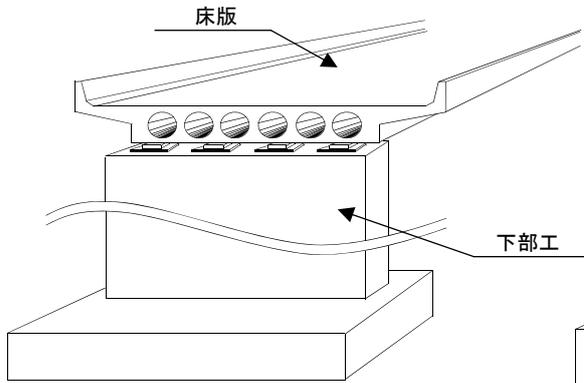
用語	意味(内容)
側方流動	軟弱地盤上に盛土をした際や、地震で地盤が液状化した際に、地盤が水平方向に移動する現象
外ケーブル	コンクリートにプレストレスを与えるPC鋼材を、コンクリート部材の外部に配置したもの
ソフト対策	高速道路資産を長期に維持するため、点検・モニタリングをはじめとしたマネジメント的な対策
損傷	地震や衝突など短時間に発生し、時間の経過によって進行しないもの
打音	所定のハンマーにより構造物を打音して構造物の状況を把握する点検手法
縦溝	道路やのり面などの水をのり戻まで導くための排水溝
炭素繊維	炭素を含んだ樹脂を繊維化し、それを高温で焼いて炭化させたもの
断面修復	コンクリートの劣化部分をハツリ除去し、新たに断面修復材にてコンクリート断面を復元すること
中性化	二酸化炭素がセメント水和物と炭酸化反応を起こし、コンクリート中のpHを低下させ、鋼材の腐食が促進される現象
チューブ	トンネルの本数単位
超音波探傷	非破壊検査法の一つで人の耳で聞くことができる音波よりも周波数の高い超音波を利用して、材料の内部の欠陥を検出する方法
泥濘化	雨・雪などで土がゆるんで支持力や強度が低下すること
デッキプレート	鋼床版における床面の鋼板のこと
電気防食	コンクリート内部の鋼材を陰極とし、コンクリート表面近傍に設けた陽極を通じて電流を流すことにより、コンクリート中の鋼材腐食に伴う劣化を防ぐ方法
トールゲート	有料道路などの通行料徴収施設
ドリル法	コンクリートの中性化深さを測定する方法で、直径10mmのドリルの削孔粉を用いて中性化深さを試験する方法
トンネル支保性能	トンネル周辺地山からの作用する力に対して、覆工等がトンネル内空断面の安定性に寄与する能力
内空保持性能	トンネルやカルバートの内側の空間を保持する性能
内在塩分	骨材に由来して打設当初よりコンクリート中に存在する塩分
内装板	トンネル壁面を明るく美観を整えることにより、前方車両の視認や、障害物の早期発見・視線誘導効果の向上・照明効果の効率化を目的とした白色系の板
二重の安全対策	頭上に懸架された高速道路の設備・付属物に対し、疲労・劣化などにより障害が発生した場合にも、落下による被害が第三者等に及ばないように施す追加措置をいい、第三者等被害発生のある設備・付属物の撤去・移設、落下防止措置などの対策
のみ口	路面や後背地からの雨水等を円滑に排水溝や排水管に導くための排水施設
ハード対策	高速道路資産を長期に維持するため、大規模更新、大規模修繕などの対策を施すこと
排水管更正	排水管の性能を改善するため、元の構造の全部または一部を用いて再生すること
背面空洞	矢板工法で構築されたトンネル覆工コンクリートの背面に存在する空洞
パフォーマンス指標	性能を評価する指標
非破壊検査	局所的な破壊を伴うことなく、構造物の内部の状態把握や外部の状態を調査する検査技術
表面被覆	劣化因子の浸入を防止する効果を有する被覆をコンクリート表面に形成させること
飛来塩分	海水が風の力により空気中に巻き上げられ、塩化物イオンを含んだ水滴、或いは水分が蒸発し塩の粒子として、陸上部に運ばれてくる塩分
フェノールフタレイン法	フェノールフタレインがアルカリ性域で赤紫色に変色することを利用して、コンクリートの中性化深さを測定する方法
覆工コンクリート	トンネル掘削後の地山をコンクリートで被覆した部分
ふとんかご	鉄線などを用いた箱状のかごの内部に、自然石、砕石などを中詰めたもの
プレストレストコンクリート	荷重によって生ずる引張応力の一部あるいは全部を打ち消すように、あらかじめ圧縮応力を加えてあるコンクリート
変状	点検により発見された何らかの原因で発生している本来あるべき姿でない状態。初期欠陥、損傷、劣化等の総称
補強土壁	盛土中に補強材を敷設することで垂直もしくは垂直に近い壁面を構築する土留め構造物
保守	正常な状態が保てるように絶えず注意すること

用語	意味(内容)
掘割	地面を掘って道を通した所
掘割方式	半地下構造のことで、原地盤より下に掘った形で作られる道路等の構造で擁壁等により両側の地盤をおさえる形式
本線軸重計	高速道路本線に設置した車両の重量を計測する装置
目地	ひびわれの抑制や施工上の都合で、構造物に設けられる少し間隔を空けた隙間・継ぎ目
目視	構造物の状況を目視により把握する点検方法
矢板工法	主に山岳トンネルにおいて過去に標準とされた施工法で、矢板をあてがいがいながら掘削していく工法
予防保全	劣化を発生あるいは顕在化させない、もしくは、性能低下を生じさせないための予防的処置
累積10t換算軸数	供用開始からの道路の使用状況を示す指標で、総重量20tの大型ダンプの累積走行台数に相当するもの
劣化	環境作用により、時間とともに進行する変状
ロープワーク	点検困難箇所へのアクセス方法の一つ
ロックボルト	ゆるみや脱落が予想される地山や岩塊を押さえつけるためのプレートを締め付ける為のボルト
CCDカメラ	光を電気信号に変換する電荷結合素子を利用したカメラのこと
ETC課金システム	有料道路を利用する際に料金所で停止することなく通過できるノンストップ自動料金収受システム
Fます	本線横断排水管と縦溝を接続する排水ますのこと
ICT技術	情報通信技術、コンピュータやネットワークに関連する諸分野における技術・産業・設備・サービスなどの総称
NATM	トンネルの工事に利用される施工法で、掘削した部分を素早く吹き付けコンクリートで固め、ロックボルトを岩盤奥深くにまで打ち込んで地山自体の保持力を利用する工法
PCグラウト	プレストレストコンクリート部材において、PC鋼材の腐食防止やコンクリートとの一体化をはかるために、ダクトとPC鋼材の間に注入する充填材料のこと
SFRC	鋼繊維をコンクリートに混合し、強度や耐衝撃性を高めた鋼繊維補強コンクリート(Steel Fiber Reinforce Concrete)
TL-20	橋の設計に用いる荷重で、平成5年まで用いられていた荷重(20t)
TT-43	特定路線の橋の設計に用いる荷重で、平成5年まで用いられていた荷重(43t)
Uリブ	鋼床版におけるデッキプレートを補強するU型の補剛材のこと

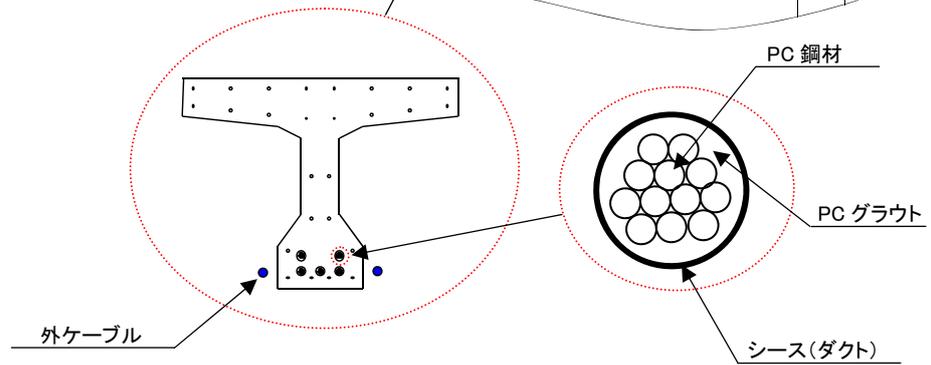
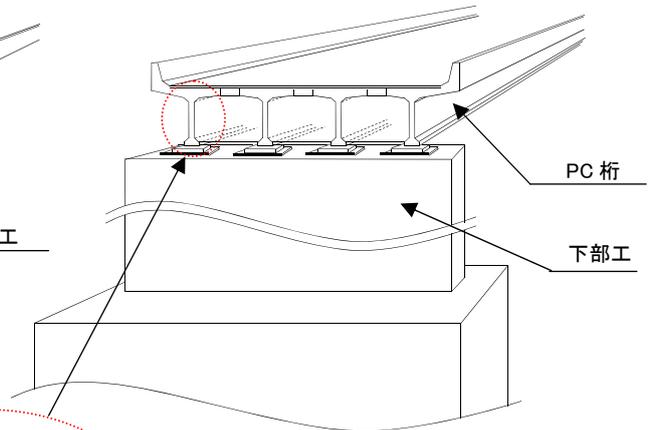
<用語集 補足>

【橋梁】

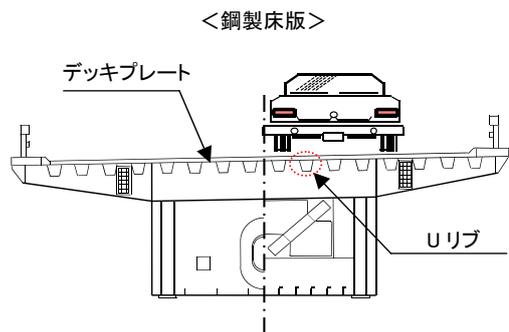
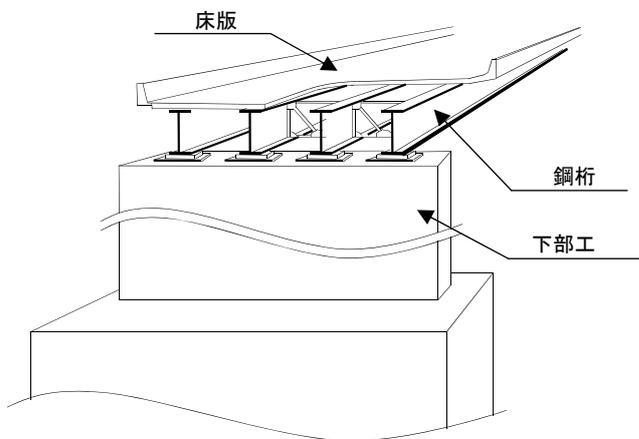
鉄筋コンクリート床版橋



プレストレストコンクリート桁橋

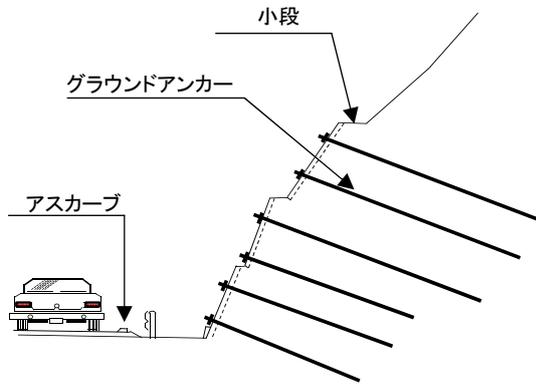


鋼桁橋

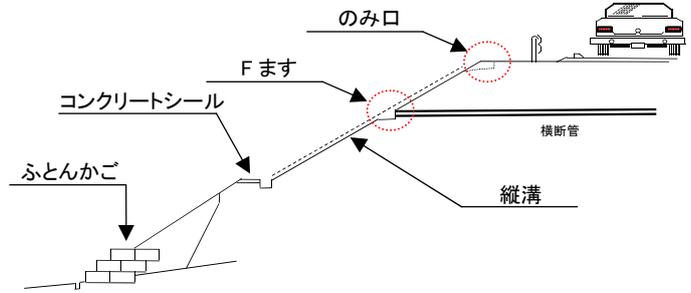


【土構造物】

切土



盛土



【トンネル】

