

高速道路資産の長期保全及び更新のあり方

中間とりまとめ

本資料は、これまでの委員会にて検討した内容について整理したもので、平成25年秋のとりまとめに向けて、検討と議論を進める中で変更を伴うものである。

平成25年 4月25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

序

東、中、西日本高速道路会社（以下、「高速道路3会社」とする）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～尼崎が開通された。以降、順次整備が進められ現在では総延長8,716 km（平成24年3月31日現在）が供用されている。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。

高速道路3会社には、このように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っている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使命がある。

高速道路3会社が管理する高速道路は、供用後30年を経過した区間が約3,200 kmとなり、橋梁・土構造物・トンネルなど高速道路資産の経年劣化が進むとともに、大型車交通の増加や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構造物の老朽化や劣化も顕在化してきている。

そこで、高速道路ネットワークにおける構造物の健全性を将来にわたって永続的に確保するため、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、本委員会が昨年11月に設立され検討を進めてきた。

これまでの委員会では、「高速道路の現状と課題、構造物の変状と維持管理の現状、検討の方向性、大規模更新及び大規模修繕の目的と定義」の審議を行い対策を要する要件について取りまとめた。

今後は、引き続き変状進行状況や社会的影響などを考慮し、対策優先順位を策定するとともに対策内容や対策時期等を検討していく予定である。

また、第三者被害防止及び点検のあり方等のソフト対策については、高速道路3会社において、「フェールセーフ対策、点検実施基準の再設定、点検の信頼性向上、点検から補修・記録までのサイクルの再構築、点検や補修及び第三者被害防止対策の確実性及び安全性を確保する設計思想の導入など」を検討し、作成された原案を受け提言に盛り込む予定である。

なお、本委員会で得られた成果は、高速道路3会社において要領・基準化を行い、現場に適用すべきものと考えている。

平成25年 4月

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

委員長 藤野 陽三

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 6
- 2-2 高速道路の課題 7
- 2-3 高速道路資産の変状状況 13
- 2-4 構造物の変状に対する従前の対応 15

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 委員会の検討範囲及び検討の視点 17
- 3-2 大規模更新と大規模修繕の目的と定義付け 20

4. 大規模更新・大規模修繕の検討

- 4-1 大規模更新・大規模修繕の必要性 22
- 4-2 検討の着目点 23
- 4-3 各種構造物の検討の考え方 24
- 4-4 変状要因の整理 27
- 4-5 変状分析 32
- 4-6 変状分析のとりまとめ 44
- 4-7 大規模更新・大規模修繕の必要要件 46
- 4-8 大規模更新・大規模修繕の必要要件のとりまとめ 56

5. 今後の予定

- 5-1 今後の予定 58

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、平成23年度末現在で延長8,716 km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1,000 kmを超える供用延長を抱え、その後、順調に整備を進め、約30年後には、7,000 kmを超える供用延長となり高速道路ネットワークの整備を着実に進めている。

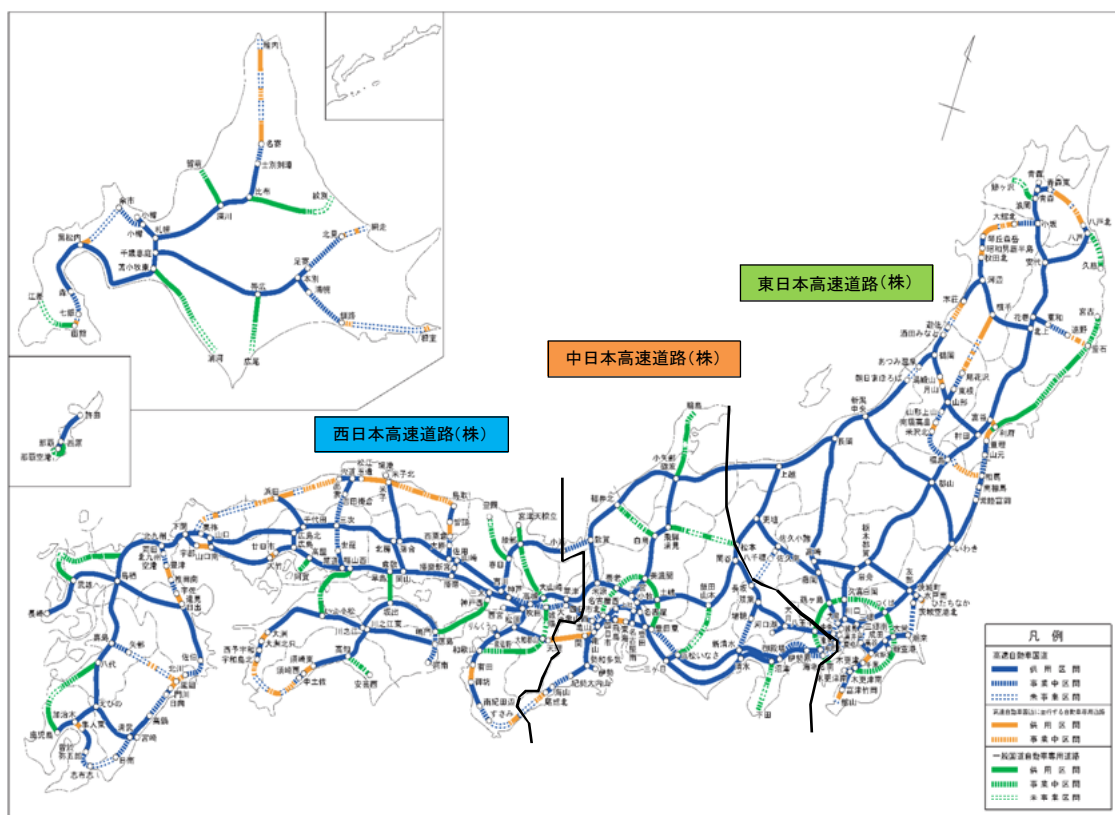


図 1.1.1 高速道路ネットワークの概要



出典：高速道路便覧

図 1.1.2 高速道路ネットワークの変遷

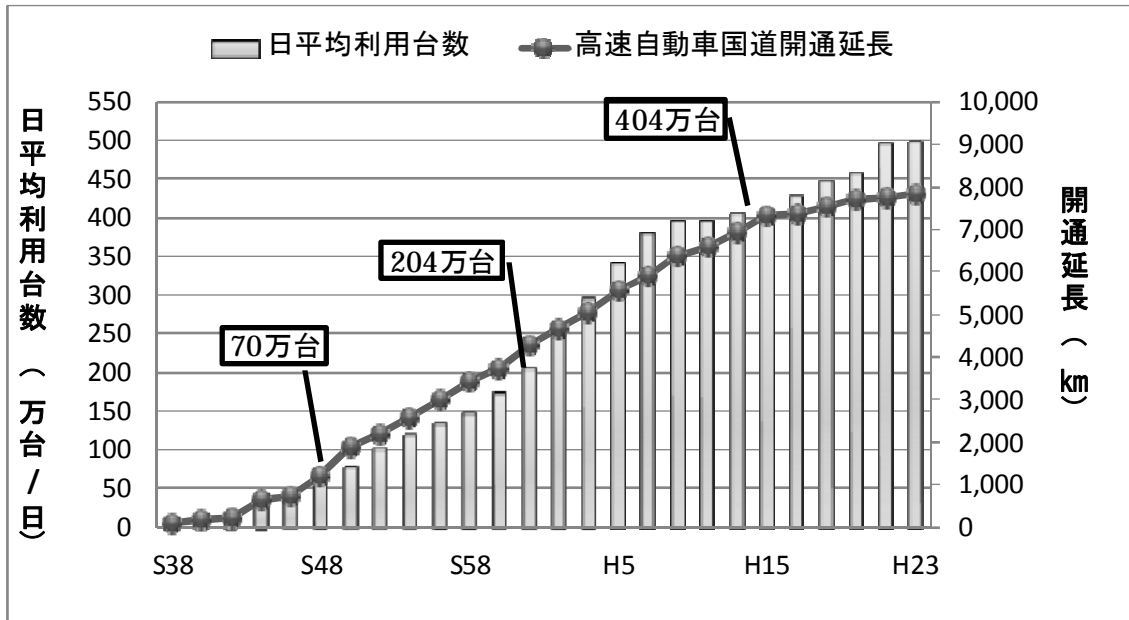


図 1.1.3 高速自動車国道供用延長と交通量

〔他に一般国道自動車専用道路等約 900km を管理
日平均利用台数は、約 200 万台〕

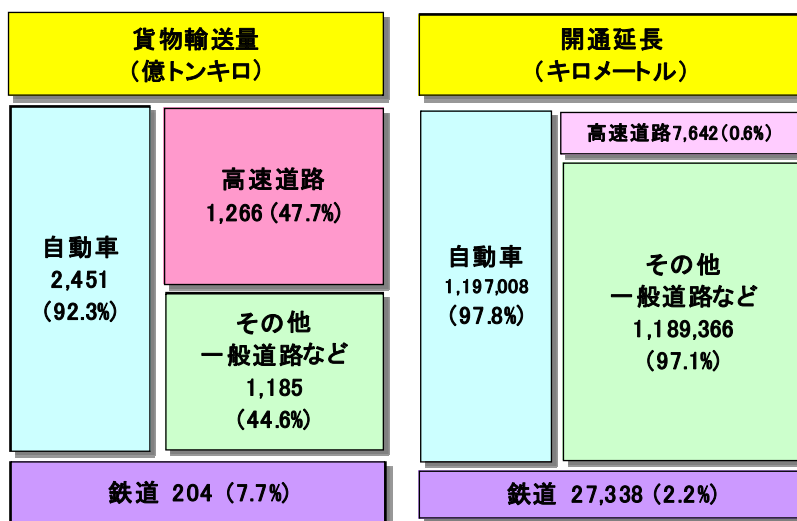
1 - 2 高速道路の社会的役割

高速道路は、我が国の経済の高度成長とその成果である豊かな暮らしを支え、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約4割短縮され、また、国内陸上輸送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 1.2.1 道路整備による日本の国土の変化（概念図）



出典：陸運統計要覧、道路交通センサス

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

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平成23年度末の供用延長は、約8,700kmであり、そのうち開通後30年以上経過した延長が約4割(約3,200km)を占めている。

また、橋梁やトンネルの構造物比率は、約25%(約2,000km)を占め、その内、橋梁は約1,200km、トンネルは約800kmとなっている。

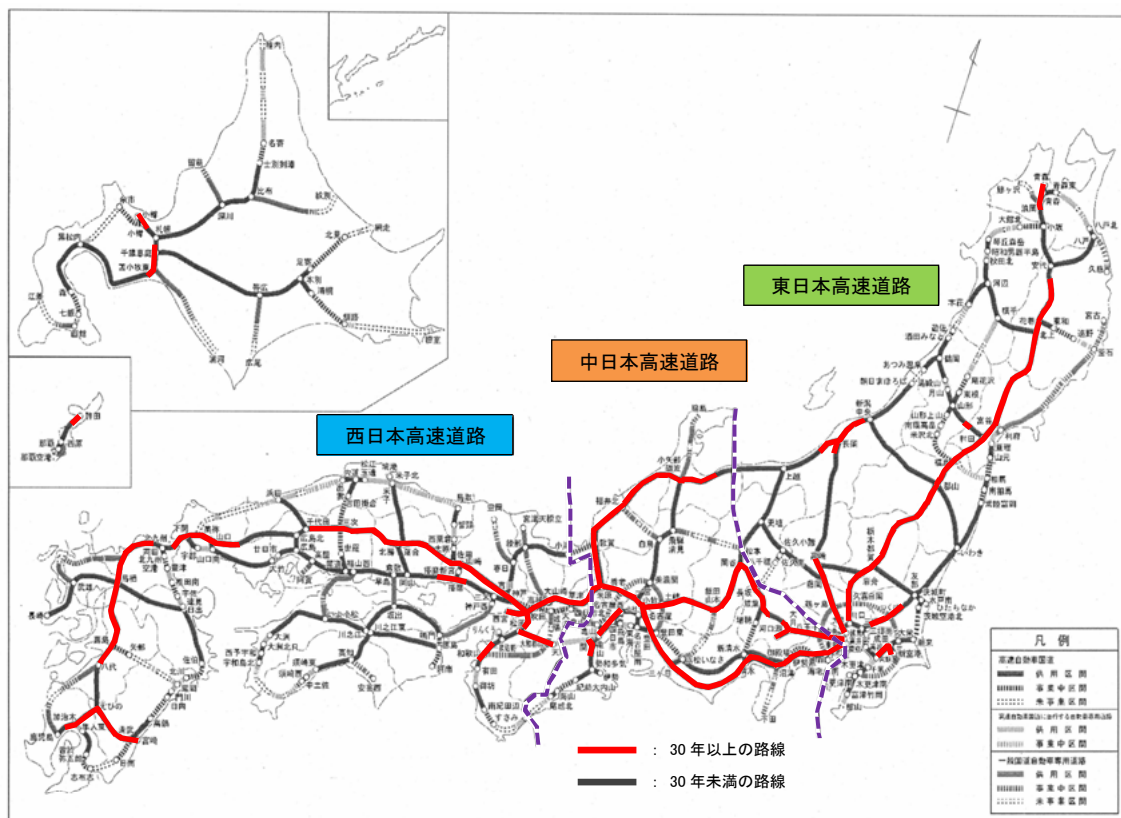
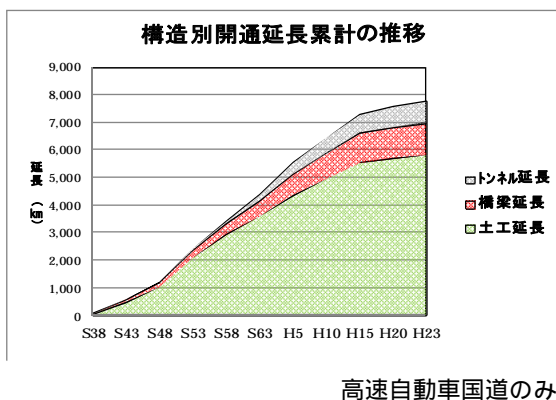
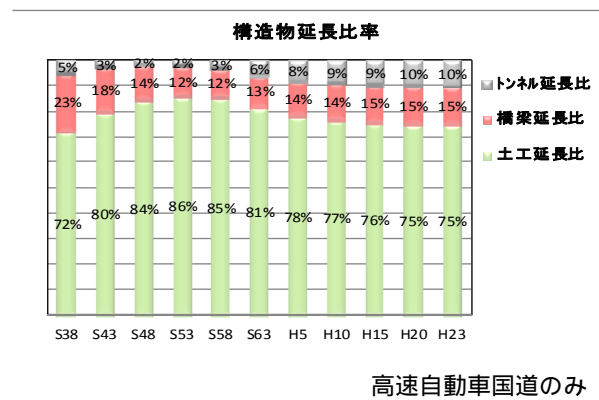


図 2.1.1 供用年数30年以上の路線 (H23年度末)



高速自動車国道のみ

図 2.1.2 構造別開通延長累計の推移



高速自動車国道のみ

図 2.1.3 構造物延長比率

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23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。また、構造物別にみると供用後30年経過している橋梁は4割、トンネルは2割を占め、経年劣化のリスクが増大することが想定される。

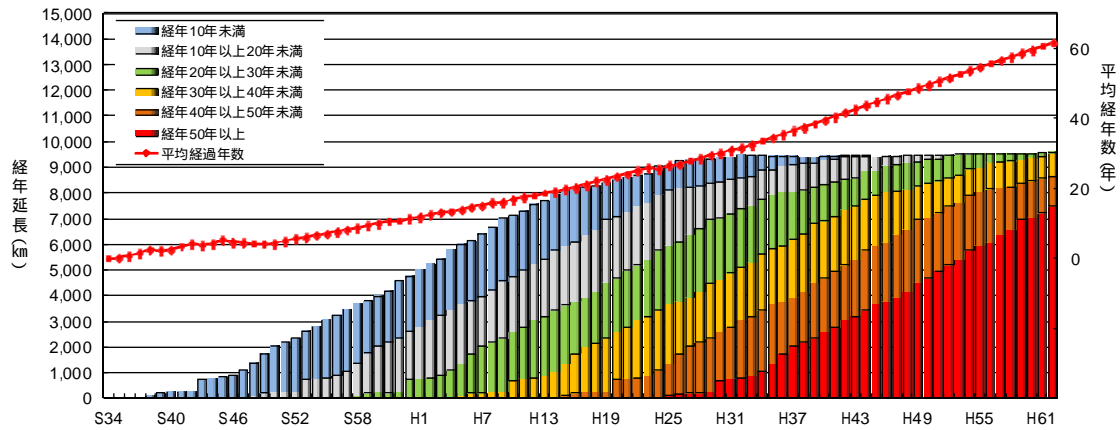


図 2.2.1 高速道路の経過年数の推移

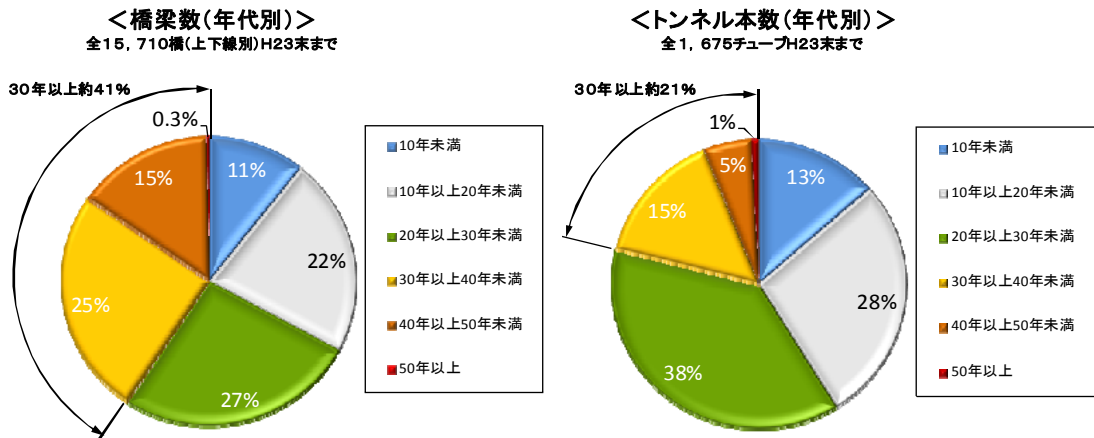


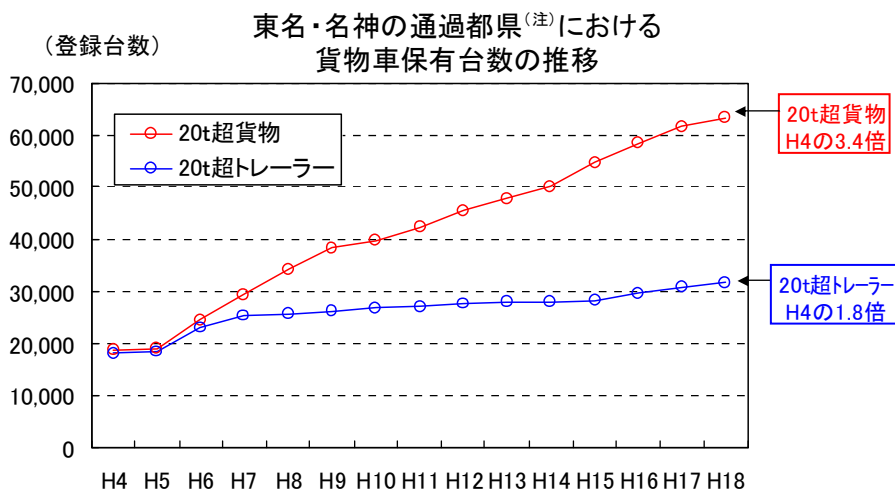
図 2.2.2 橋梁の経過年数比率

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、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、高速道路の使用環境が更に厳しいものとなっている。



出典：(財)自動車検査登録協会「諸分類別自動車保有車両数」

図 2.2.4 東名・名神の通過都県における貨物保有台数の推移

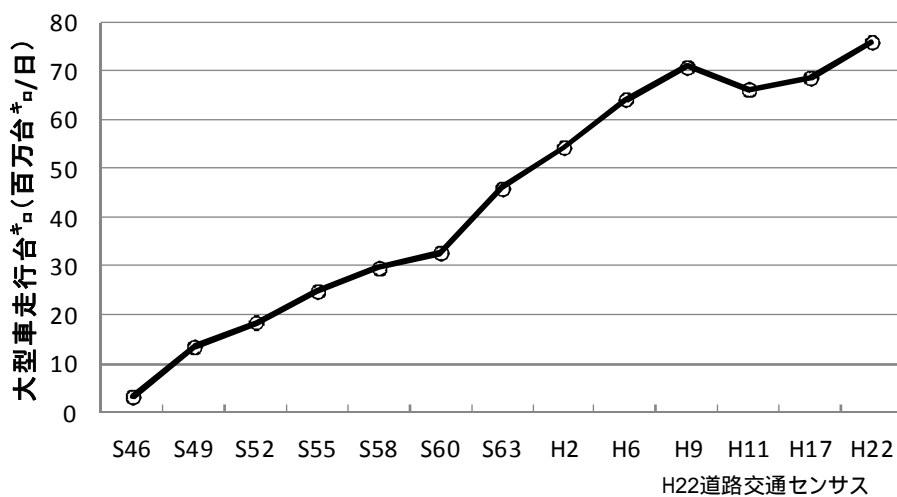


図 2.2.5 大型車走行台^{キロ}の推移

(2) 総重量違反車両の現状

本線軸重計の計測結果では、約24%が軸重を超過していること、また入口料金所取締対象車両のうち、3ヶ年平均で約15%の総重量違反車両が確認されている。

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

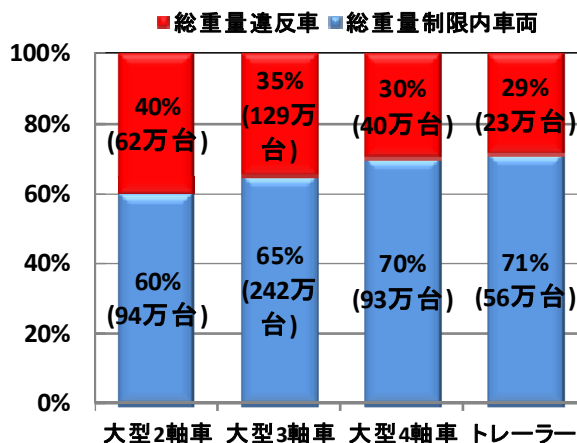


図 2.2.6 本線軸重計データ(H17)による
総重量違反 車両の割合

図 2.2.7 車種別総重量違反車両の割合
[東名・日本平の本線軸重計データ(H17)]

取締台数と総重量違反台数
(NEXCO3社)

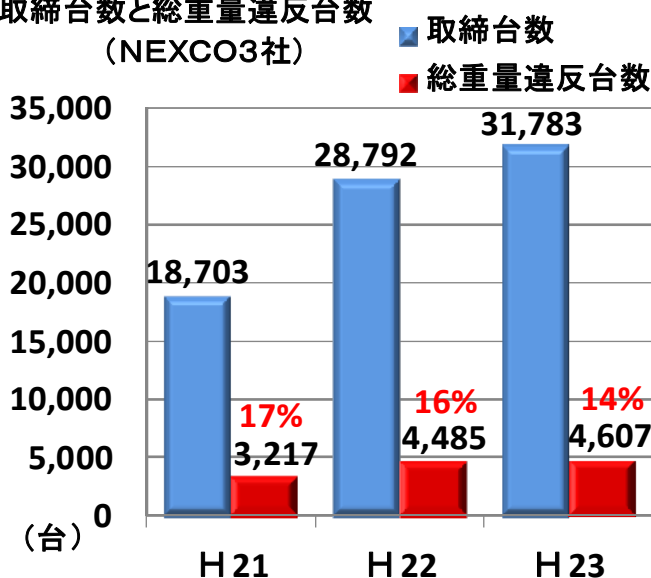


図 2.2.8 入口料金所での取締り台数

本線軸重計による総重量違反車両(制限25t)の中には、総重量約80t(年間約100台)の車両通行データも確認されている。

(3) 総重量違反車両^{※1}による構造物への影響

鋼部材の場合、自動車荷重によるダメージが応力範囲の3乗で効く。図 2.2.9 は、軸重超過車両による構造物への影響についてイメージしたものである。

累積軸重（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 5~7 t 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する。

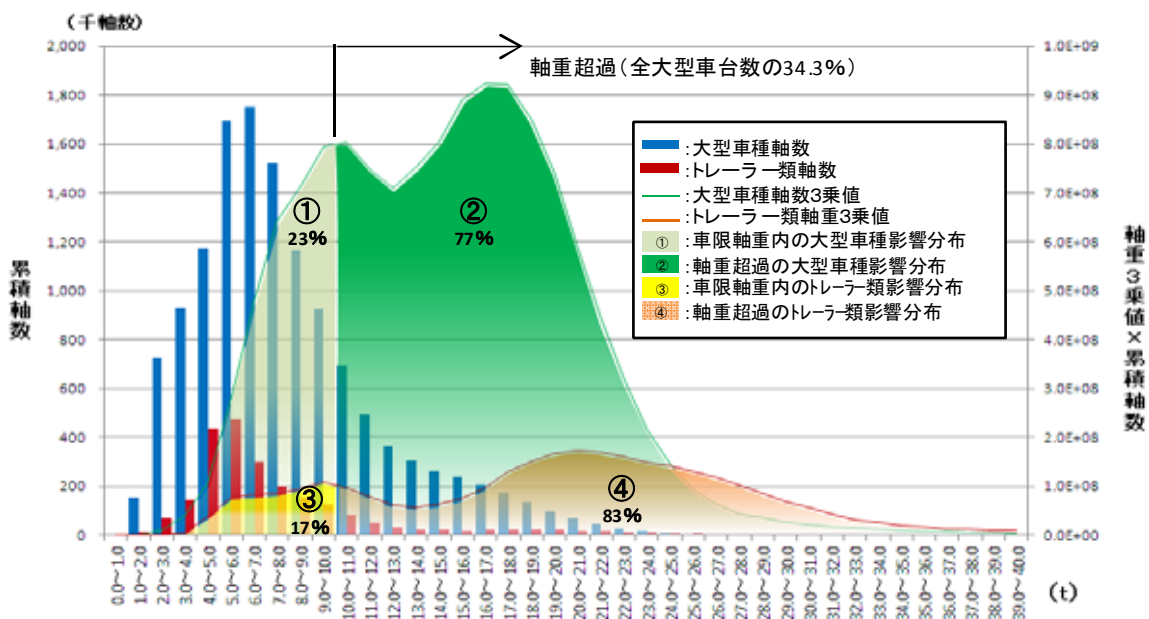
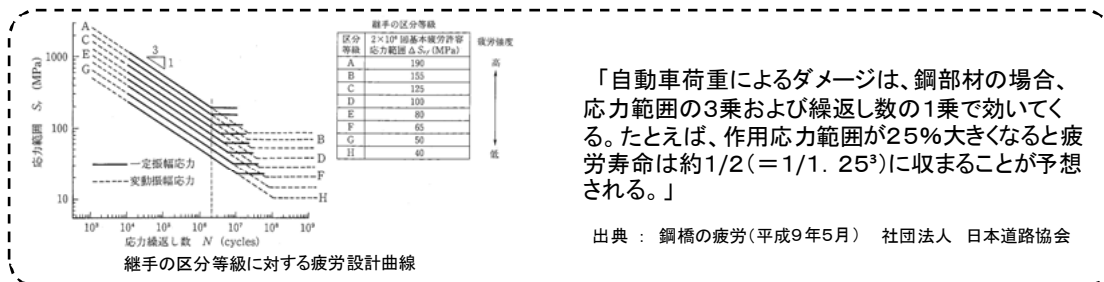


図 2.2.9 本線軸重計における累積軸数と「軸重3乗値×累積軸重」

[東名・日本平の本線軸重計データ (H17)]

※1 軸重超過車両：車限軸重（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 2.2.9 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～

高速道路の供用路線延伸や平成5年頃にスパイクタイヤが廃止された影響により、凍結防止剤（塩化ナトリウム）の使用量が増加（平均で 36t/km⇒52t/km）している。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要因となっている。

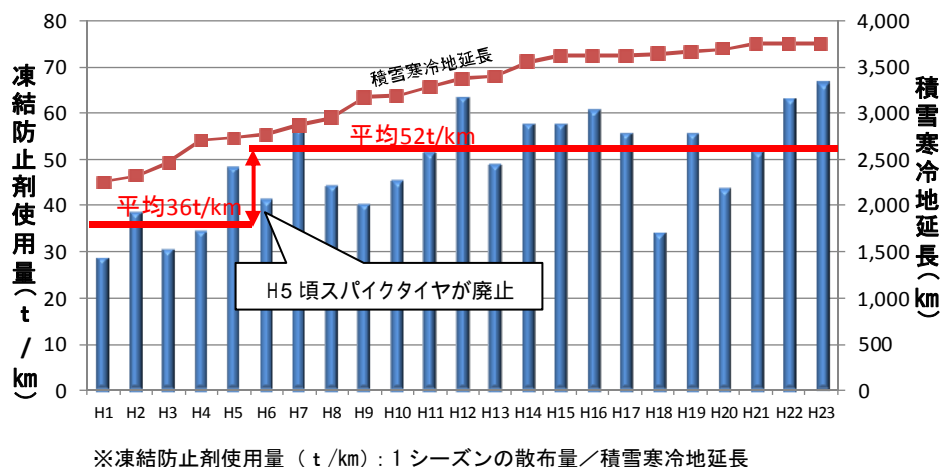


図 2.2.10 凍結防止剤使用量の推移

4. 外的環境の変化 ～異常降雨の多発等～

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おり、近年、ゲリラ豪雨に代表する異常降雨等に起因する災害発生リスクが増加している。

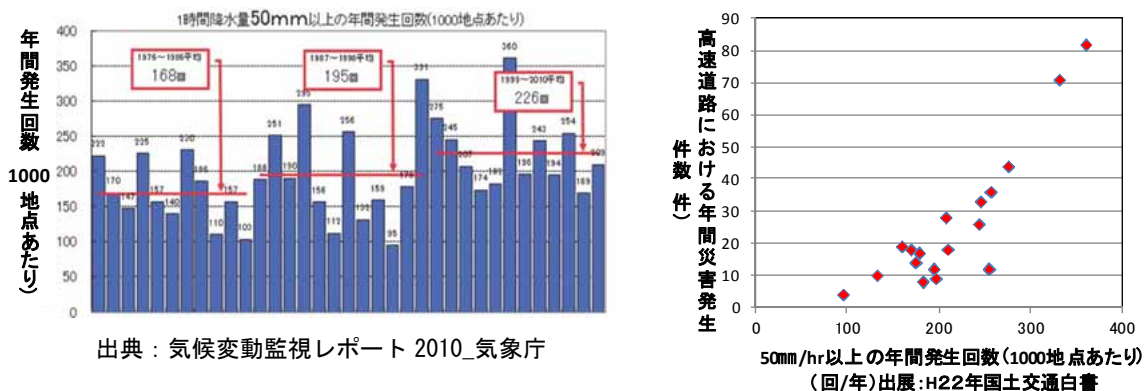


図 2.2.11 1時間降水量50mm以上の年間発生回数及び降雨災害発生件数

5. 変状リスク～地盤材料の風化・劣化、設計・施工基準の変遷、

明確なカタチで考慮しなかった変状リスク～

設計、施工基準の変遷に追随していない旧基準による構造や、建設当時には明確なカタチで考慮しなかった、PC鋼材の変状、のり面グラウンドアンカーの変状、トンネル内空の変状などの変状リスクが顕在化してきている。

■ PC鋼材の変状

The diagram on the left shows a cross-section of a concrete slab with a PC steel bar embedded. A yellow lightning bolt symbol indicates corrosion at the interface. Labels include 'PC鋼材' (PC steel bar), '張出し床版' (cantilevered slab), and 'PC鋼材突出' (PC steel bar protrusion). To the right is a photograph of a concrete structure with a protruding steel bar, labeled '突出したPC鋼棒' (protruding PC steel bar).

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

The diagram on the left shows a cross-section of a ground anchor system. Labels include 'アンカー頭部' (anchor head), '受圧板' (pressure plate), 'テンション引張り基' (tension base), '引張り筋' (tension bar), 'アンカー引張り基' (anchor base), 'アンカー体基' (anchor body base), and 'アンカー体' (anchor body). A red circle highlights the '旧タイプアンカーの主な損傷箇所' (main damage location of old type anchor). To the right is a photograph of a concrete structure with a corroded and broken ground anchor.

旧タイプアンカーは、腐食性能が低く、腐食により破断した事例。

■ トンネル内空の変状

The diagram on the left shows a cross-section of a tunnel. Blue arrows labeled '塑性圧' (plastic pressure) point inward from the sides. A red lightning bolt symbol indicates '盤ぶくれ' (caving in) at the bottom. To the right is a photograph of a tunnel road surface with a large longitudinal crack, with orange and white traffic cones placed around it.

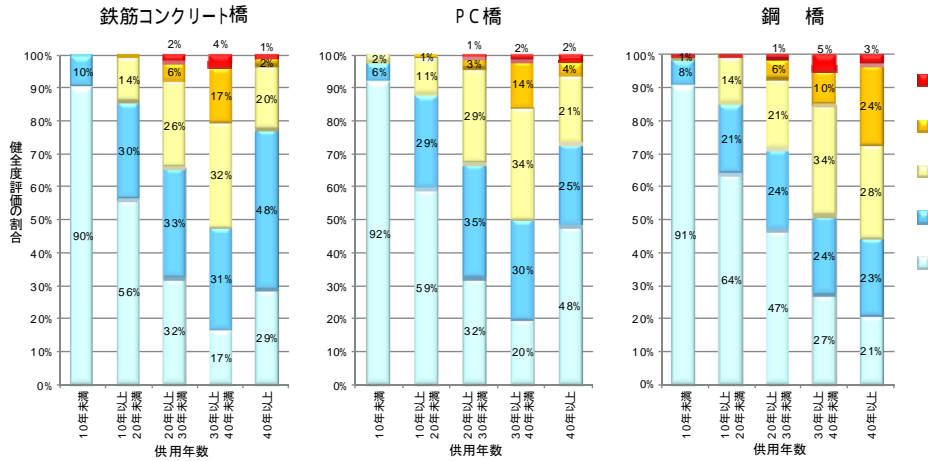
周辺地山の劣化により、トンネルに圧力が加わり、舗装路面が盛り上がることでひびわれが入った事例。

図 2.2.12 変状リスク事例

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、経過年数とともに悪化傾向となっている。

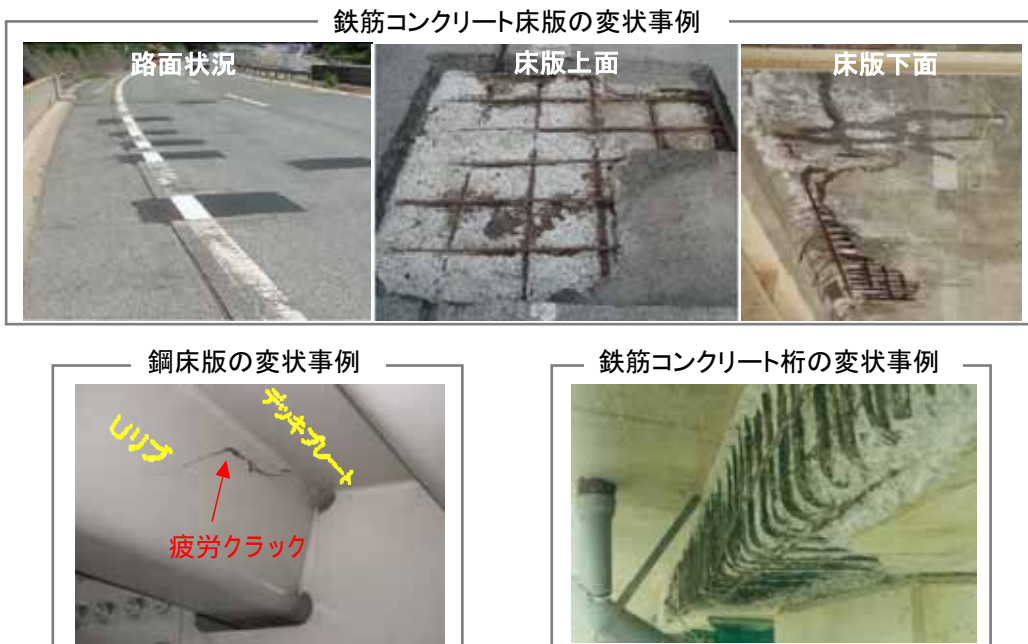


《健全度評価と指標》

健全度	変状や劣化の進行	構造物の性能
100%	問題となる変状がない	劣化の進行が見られない。
90%	軽微な変状が発生している	劣化は進行しているが、耐荷性能または走行性能は低下していない。
80%	変状が発生している	劣化がかなり進行しており、耐荷性能または走行性能の低下に対する注意が必要である。
70%	変状が著しい	耐荷性能が低下しつつあり、安全性に影響を及ぼす恐れがある。または、走行性能が低下しつつあり、使用性に影響を及ぼす恐れがある。
60%	深刻な変状が発生している	耐荷性能の低下が深刻であり、安全性に問題がある。または、走行性能の低下が深刻であり、使用性に問題がある。

図 2.3.1 橋種毎の健全度評価の割合

※鉄筋コンクリート橋・PC橋で、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によるものと考えられる。



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。

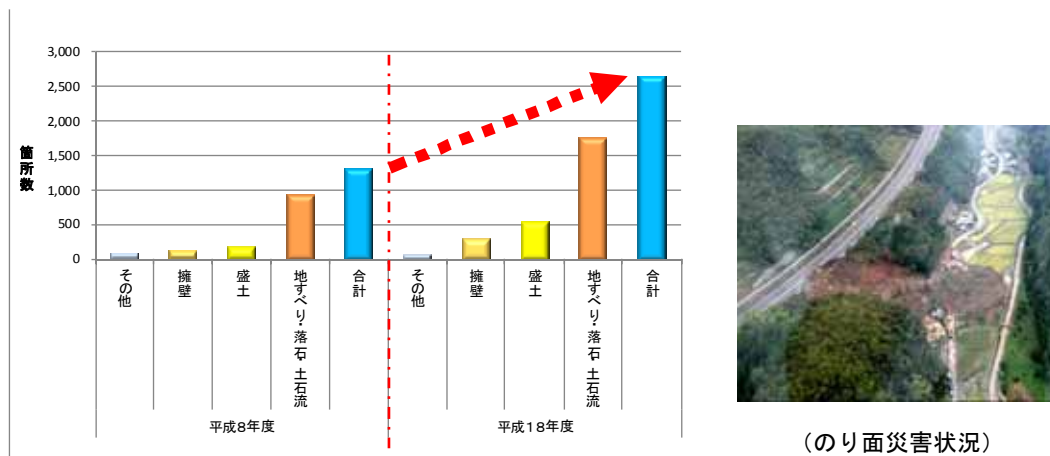


図 2.3.2 H8 及び H18 年度の「カルテ対応箇所+要対策箇所」の箇所数

※1 「道路防災総点検」は、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、更なる結果を今後の道路防災対策に反映していくためのもの。

※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、経過年数とともに悪化傾向となっている。

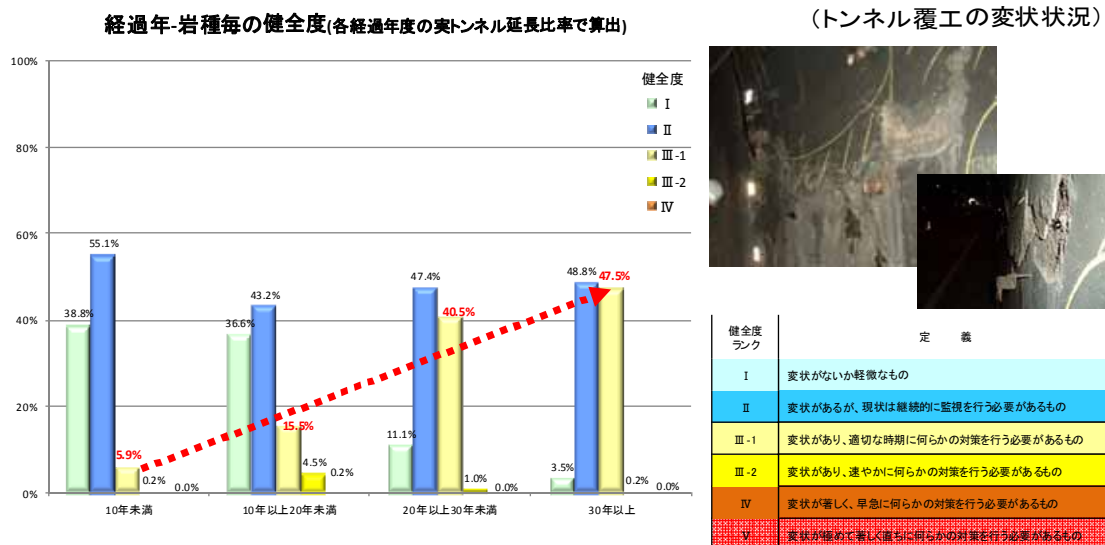


図 2.3.3 経過年毎の健全度

(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速ちに何らかの対策を行う必要があるもの

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は下記のとおりである。

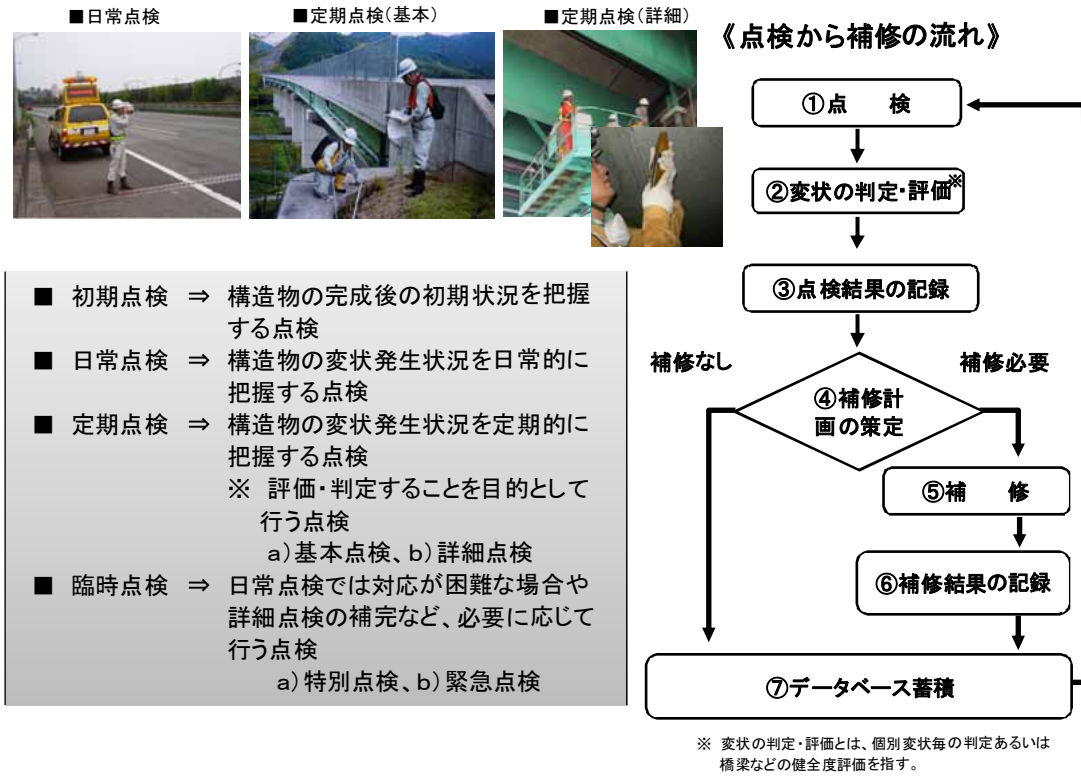


図 2.4.1 点検から補修の流れ

2. これまで行われてきた代表的な補修事例は下記のとおりである



図 2.4.2 代表的な補修事例

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 委員会の検討範囲及び検討の視点

1. 委員会の検討範囲

本委員会での検討範囲は、高速道路資産にかかる本体構造物の長期健全性確保のための方策を委員会において検討するものである。

また、第三者被害防止や点検のあり方など、付属物も含めた膨大な資産の老朽化進行に対し、安全・安心確保への対応策について、高速道路3会社で別途、検討WGを設置し原案を作成し、提言に盛り込むこととした。

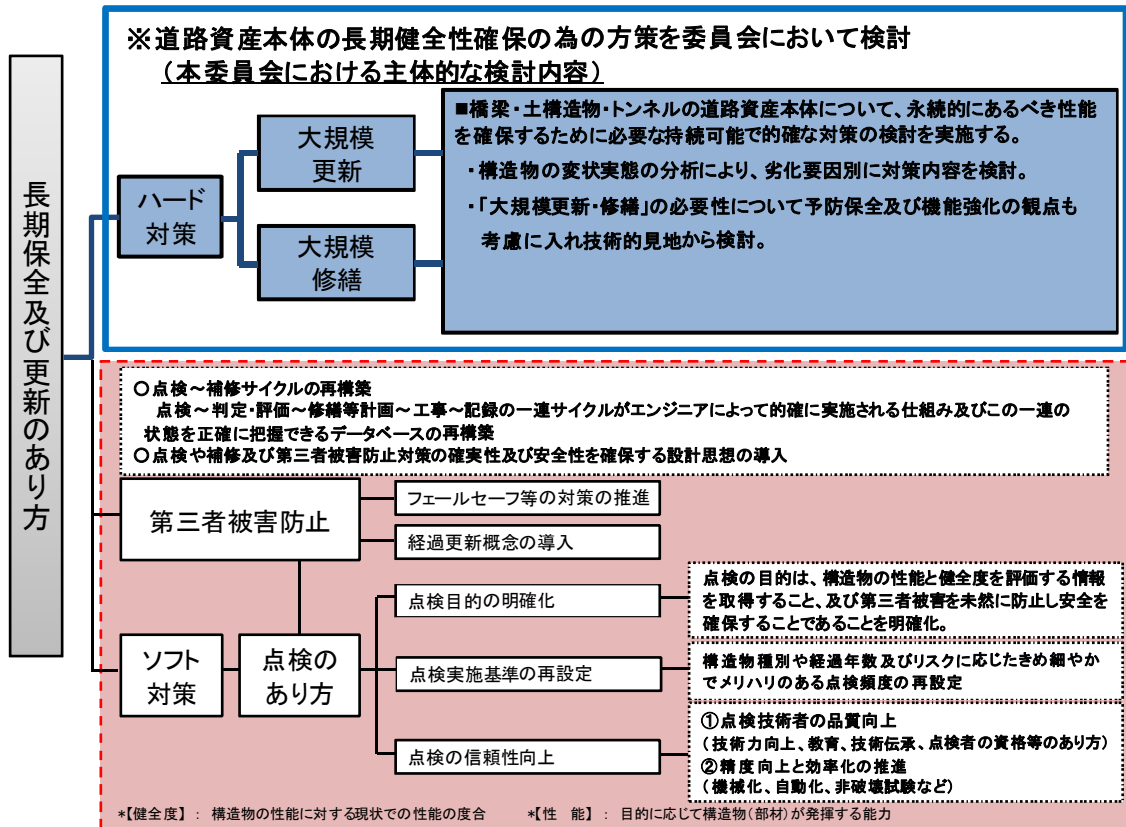


図 3.1.1 委員会の検討範囲

2. 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ためには」に視点をおき、永続的に構造物の健全性を確保するために必要な方策を検討するものである。

なお、検討にあたっては、永続的に構造物の健全性を確保するために、取り組むべき短期的な対策及び長期的な対策について検討の対象とする。

《現協定策定時の検討の視点イメージ》

高速道路資産は、独立行政法人日本高速道路保有・債務返済機構との協定期間内（平成62年まで）の健全性を確保することを前提と考えている。

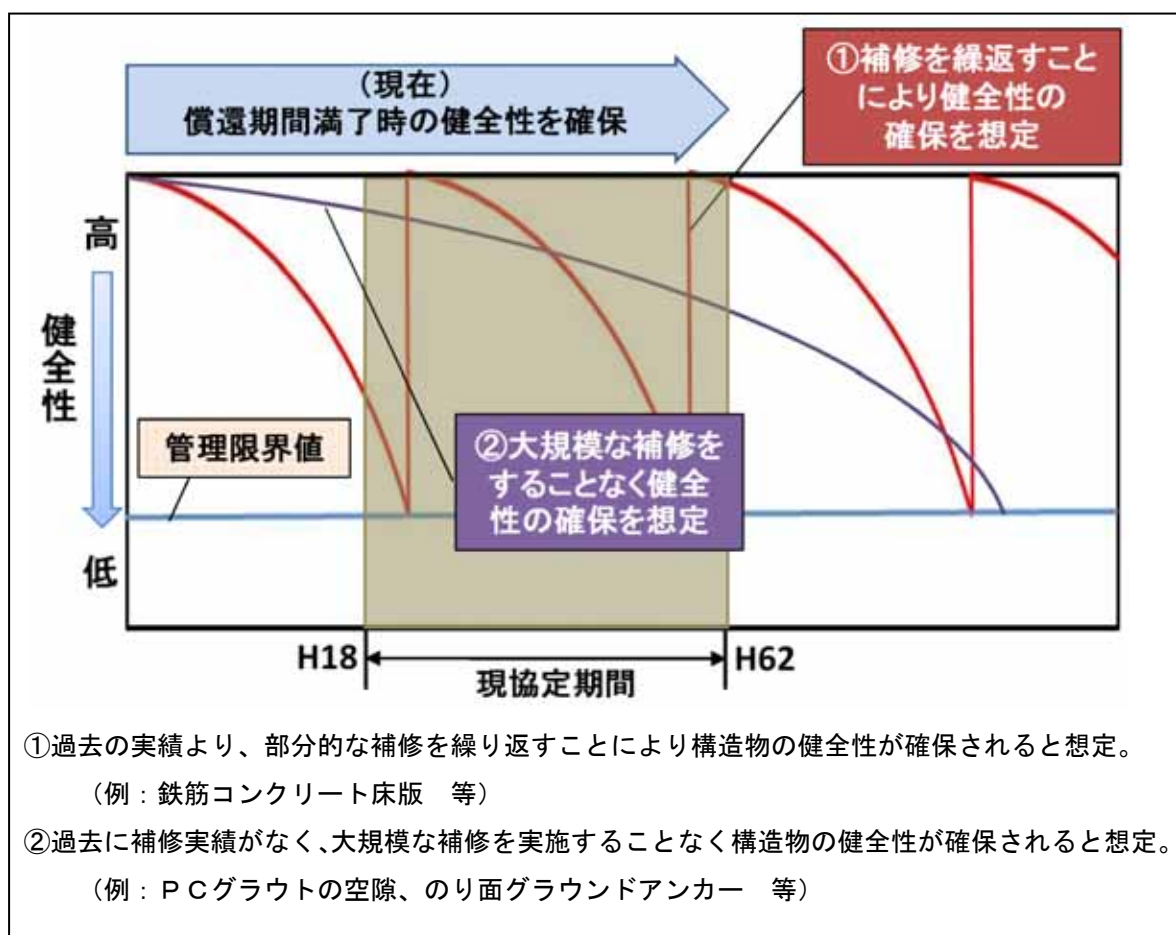


図 3.1.2 現協定策定時の検討の視点イメージ

《委員会での検討の視点イメージ（その1）》

個別の構造物の中には、厳しい使用環境などにより、これまでのような部分的な補修により健全度は回復するが、性能が建設時点まで回復しないことが想定され、ある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ものである。

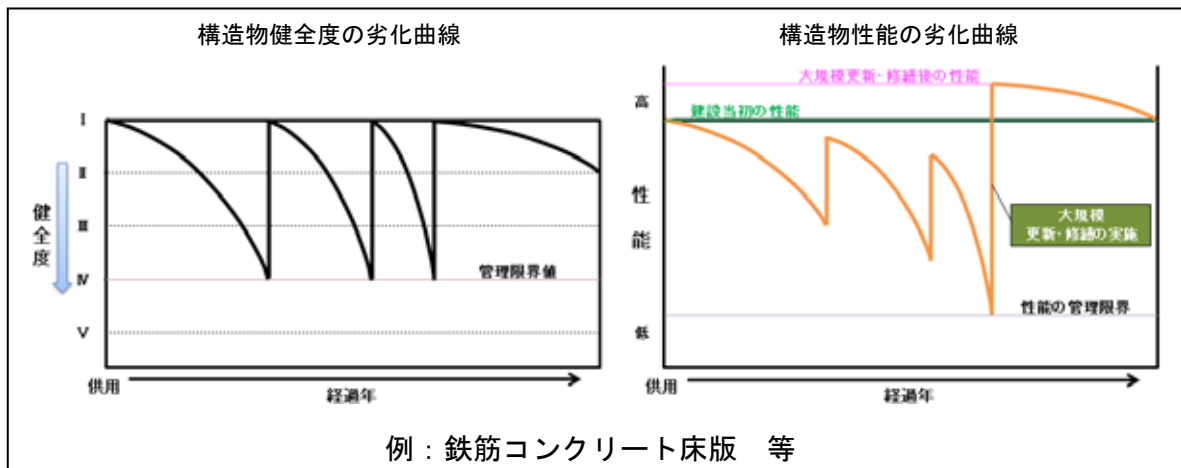


図 3.1.3 委員会での検討の視点イメージ図（その1）

※【健全度】：構造物の当初の状態に対する変状や劣化の進行及び性能の低下度合（図 2.3.1 参照）

【性能】：目的に応じて構造物（部材）が発揮する能力

《委員会での検討の視点イメージ（その2）》

個別構造物の変状事例として、長期にわたって強度低下をもたらす材料の変状や工法に起因する変状リスクなど、建設時には明確なあたりで考慮しなかった変状が顕在化することが想定され、所定の性能を維持できる期間が短縮されるため、大規模な更新または修繕が必要となることを想定したものである。

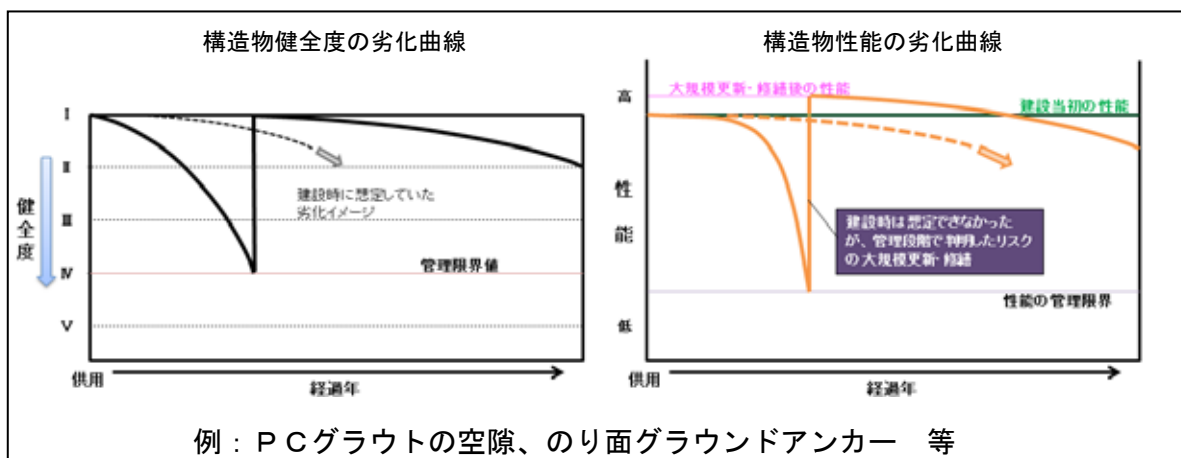


図 3.1.4 委員会での検討の視点イメージ図（その2）

3 - 2 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

高速道路の長期健全性を確保するためには、持続可能で的確な維持管理・更新を行うことが必要であり、橋梁、土構造物及びトンネルの構造物本体の長期保全及び更新のあり方について予防保全並びに機能強化の観点も考慮に入れ、技術的見地から基本的な方策を検討するものである。

2. 大規模更新と大規模修繕の定義

ここで述べる高速道路における大規模更新、大規模修繕は、工事内容により表3.2.1のとおり定義する。なお、通常修繕はこれまで一般的に行っている補修区分をイメージするため記載している。

表 3.2.1 大規模更新と大規模修繕の定義

	定義	目標性能	補修事例
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構造物を再施工することにより、構造物の機能維持と性能強化を図るもの。また、通行止や規制などにより社会的影響が長期間に及ぶもの。	最新の技術で現在の新設構造物の性能の水準と同等またはそれ以上。	【橋梁】 ・上部工架替え ・床版取替え (RC床版⇒フレキャストPC床版) 【土構造物】 ・グラウンドアンカーの再施工 【トンネル】 ・インバートの新設
大規模修繕	■損傷した構造物の一部を補修・補強することにより、性能・機能を回復すると共に、新たな損傷の発生を抑制し構造物の長寿命化を図るもの。	最新の技術で建設当初の水準を超える性能を確保。	【橋梁】 ・SFRC(鋼床版補強) ・外ケーブル補強 ・高性能床版防水 ・脱塩、電気防食 ・表面被覆 ・増桁、床版増厚 【土構造物】 ・水抜きボーリング ・砕石たて排水工 ・ふとんかご ・用排水工改良 ・本線防護対策 【トンネル】 ・覆工補強炭素繊維シート ・覆工補強ロックボルト
通常修繕	■損傷した構造物の性能・機能を保持、回復を図るもの。	健全性を建設当初の水準まで回復させる。	【橋梁】 ・断面修復 ・床版部分打換え ・塗替塗装 ・はく落防止シート ・付属物補修、取替え 【土構造物】 ・のり面防護工 【トンネル】 ・背面空洞注入 ・付属物補修、取替 ・漏水防止樋 ・はく落防止シート

4 . 大規模更新・大規模修繕の検討

4 - 1 大規模更新・大規模修繕の必要性

高速道路の本体構造物（橋梁、土構造物、トンネル）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。

- 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していたところ。
- 現状では、経年増を一因とする劣化が顕著であり、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恐れがある。
- また、構造物の延命化及び第三者被害防止の観点を踏まえた予防保全への転換が必要である。

これらのことから、今回の検討では、構造物の変状状況と変状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。

4 - 2 検討の着目点

高速道路の検討の着目点として、構造物の変状発生要因として考えられる事象について、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年以上を経過し、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 使用環境の影響／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伴に、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
近年の異常降雨の多発等により災害の発生リスクが高まっている。
- 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 明確なかたちでは考慮しなかった変状リスク
工法に起因する変状リスクなど、建設時には明確なかたちで考慮しなかった変状が顕在化している。

4 - 3 各種構造物の検討の考え方

1. 橋梁

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

- 下部工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。

- 橋台の側方流動や基礎の洗掘については、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、今後の課題とした。

- 鋼材の腐食については、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、劣化により橋梁全体を更新した事例はなく、橋梁毎ではなく部材毎、形式毎に検討を実施した。これは、床版と桁で荷重に対する挙動が違ふことや劣化メカニズムに違いがあることなどに起因するので、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 ・補強	床版取替 床版増厚
	PC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 床版増厚 脱塩
	鋼床版の変状	重交通路線で顕在化	○	疲労	補強	SFRC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
	PC桁の変状	徐々に進行	○	塩害・ASR	予防保全	脱塩 表面被覆 外ケーブル補強
		一部で確認	○	PCグラウトの空隙	要検討	要検討
	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/ゲーツ)	顕在化していない	今後の課題	洗掘	要監視	

2. 土構造物

(1) 土構造物は、盛土・切土、およ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、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。

- ・ 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	浸透水盛土対策 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	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	

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版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	膨ぶくれ	顕在化	○	地山の劣化	補強	インバート
	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	補設置	
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	

4 - 4 変状要因の整理

1. 橋梁の変状要因

分析にあたって着目した劣化要因は、大型車交通量による疲労である。大型車交通量の影響としては、「累積 10 t 換算軸数」を指標として分析した。累積 10 t 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 乗で構造物に影響すると考えて、例に示す式により 10 t 換算して求めたもの（総重量 20 t の大型ダンプの累積台数に相当）。

累積 10 t 換算軸数 = 大型車の累積交通量 × 10 t 換算軸数

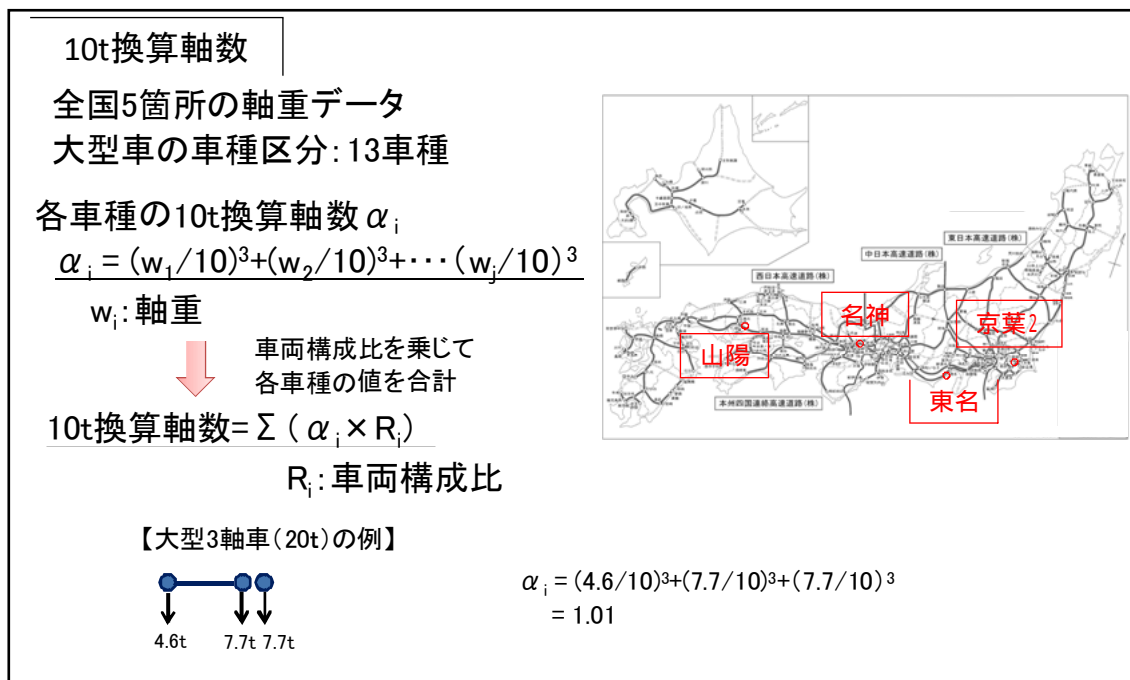


図 4.4.1 累積 10 t 換算軸数の算出

代表的な疲労損傷橋梁において、累積 10 t 換算軸数と構造物の疲労損傷の関係を分析した結果や他機関の事例などを参考にすると、累積 3000 万軸数付近で、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。

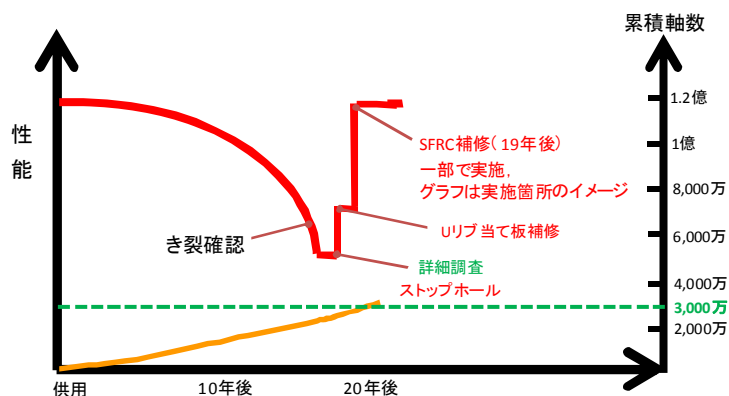


図 4.4.2 鋼床版の疲労劣化イメージ

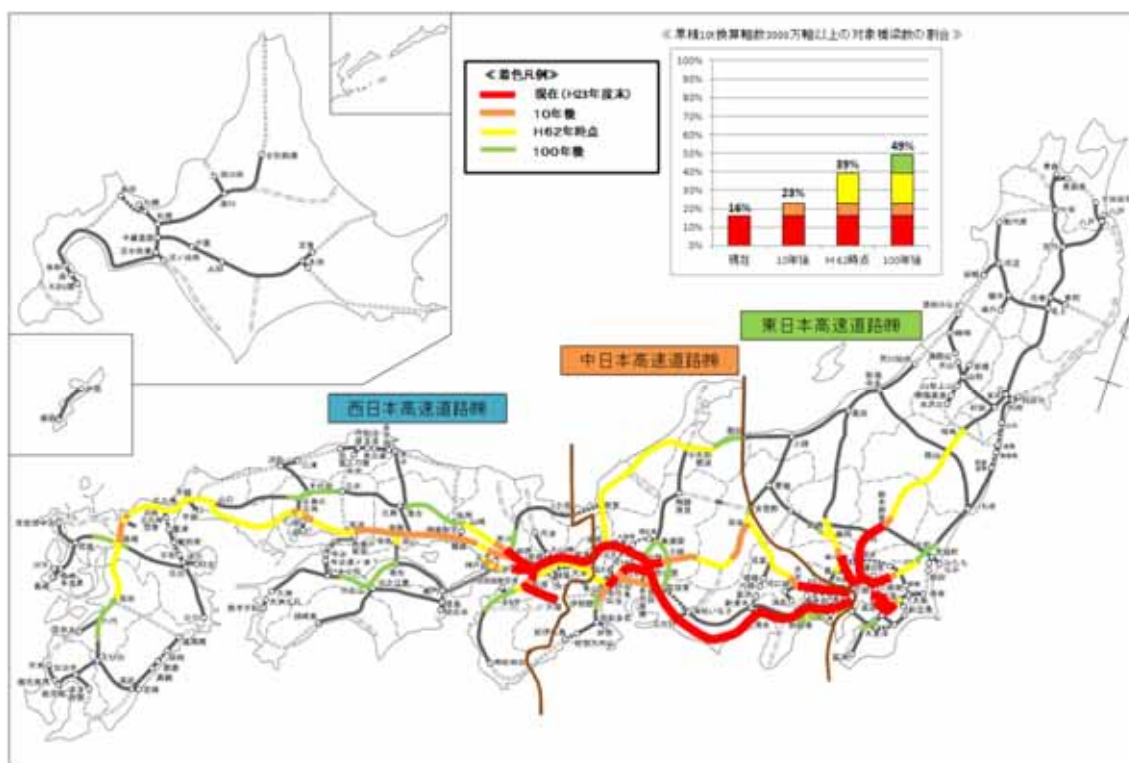


図 4.4.3 累積 10 t 換算軸数 3000 万軸以上の対象路線

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。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、海砂については、海砂を使用し、かつ昭和 61 年の塩化物総量規制より前の橋梁であるか否か、凍結防止剤については、累積の凍結防止剤散布量が 1000 t /km以上かに分けて分析をした。

また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、その可能性があるかと判定された橋梁か否かに分けて分析をした。

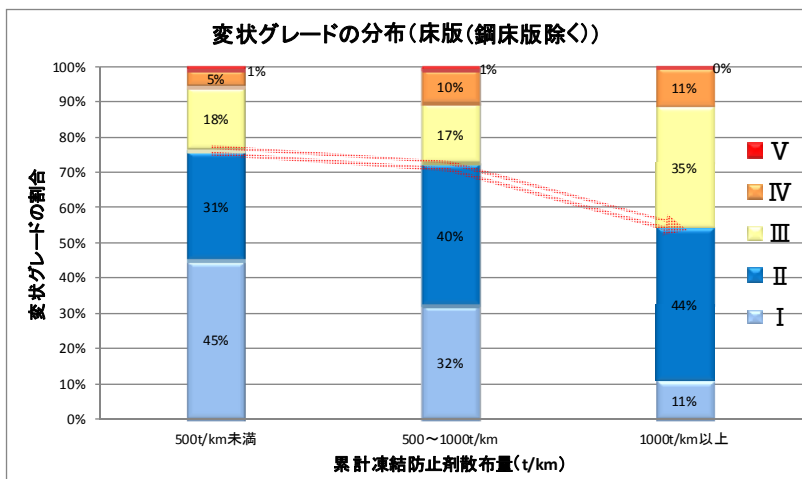


図 4.4.4 累計凍結防止剤散布量別変状グレードの分布（床版）

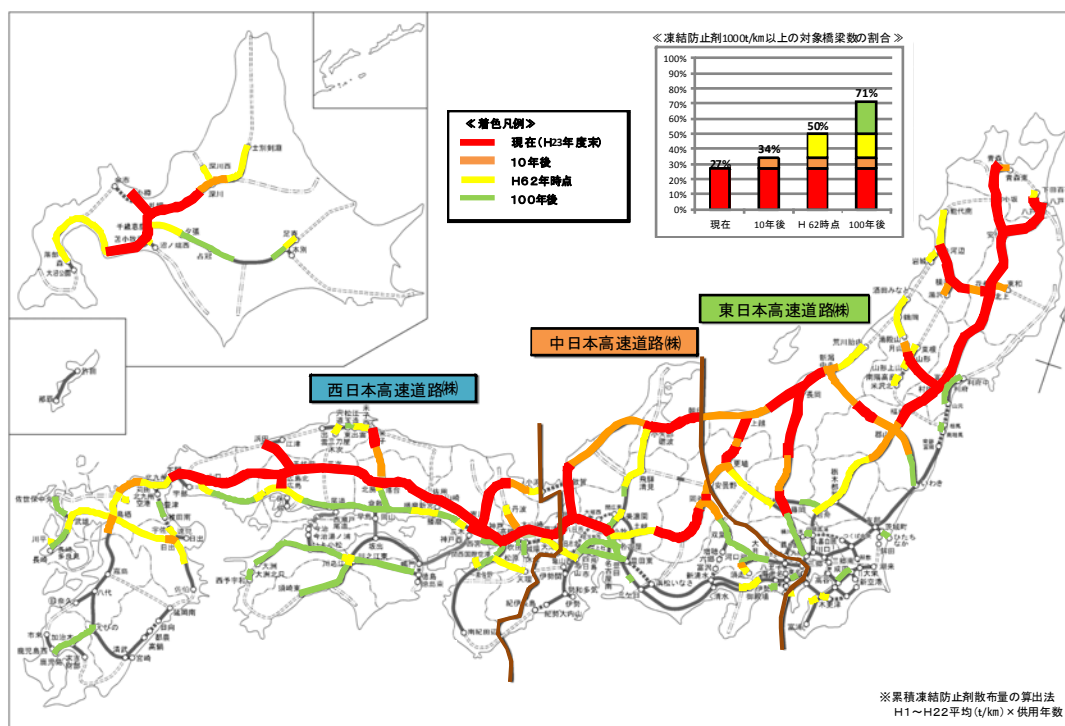


図 4.4.5 凍結防止剤の累積散布 1000 t /km以上の対象路線

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。

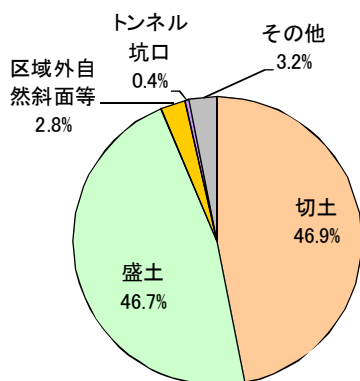


図 4.4.6 構造形態ごとの被災件数の内訳

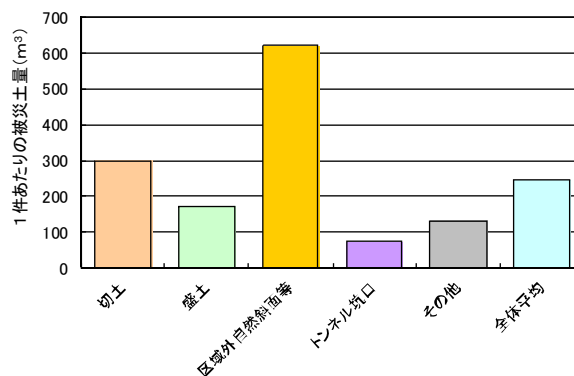


図 4.4.7 構造形態ごとの1件あたりの被災土量

変状は盛土・切土部がほとんどである。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。

以上から、盛土・切土および区域外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。

変状およ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見直しも考慮
- ・ 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進行



図 4.4.8 異常降雨に伴う崩壊



図 4.4.9 排水溝の溢水



図 4.4.10 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。

まず、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、経過年数と共に悪化傾向であった。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 4.4.11 トンネル覆工変状概念図及び変状状況写真

現在盤ぶくれ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盤ぶくれ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平成9年以前に建設されたトンネルを対策検討の対象とした。

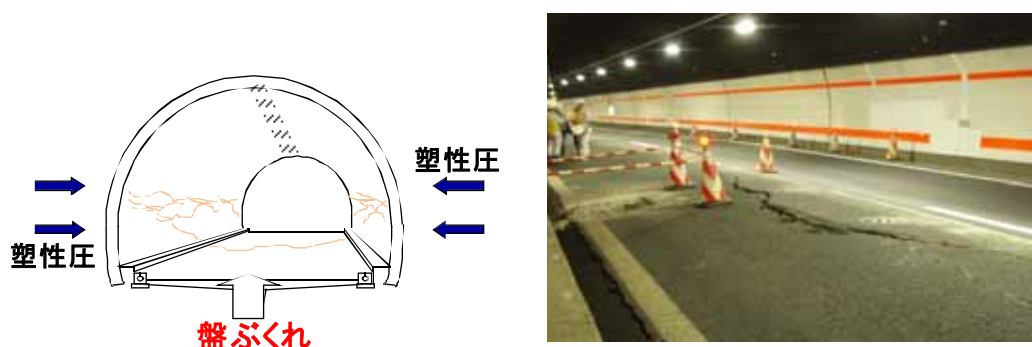


図 4.4.12 盤ぶくれ発生概念図及び盤ぶくれ状況写真

4 - 5 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の各要因及びその組合せ別に健全度を分析した。劣化要因「無」と比較し、劣化要因「有」の場合、健全度が悪化している。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、極めて悪化している。

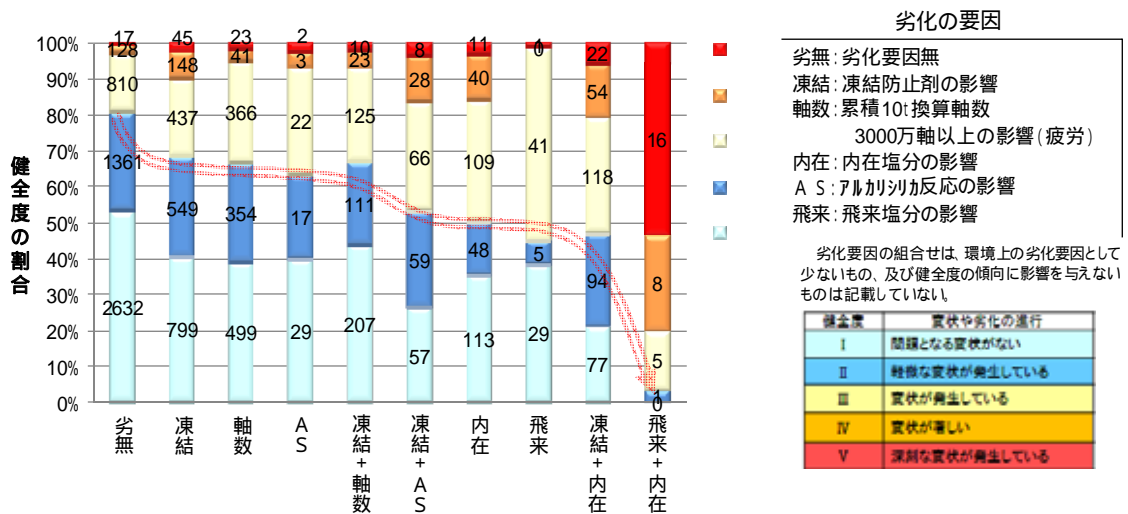


図 4.5.1 鉄筋コンクリート床版における劣化要因に対する主な健全度分布

なお、中性化は塩害等との複合劣化が確認されている。

供用年数別の健全度の推移をみると、何れかの劣化要因があると健全度が急激に悪化する傾向がうかがえる。また、劣化要因がない場合でも、永続的な健全性の維持は難しいことも分かる。

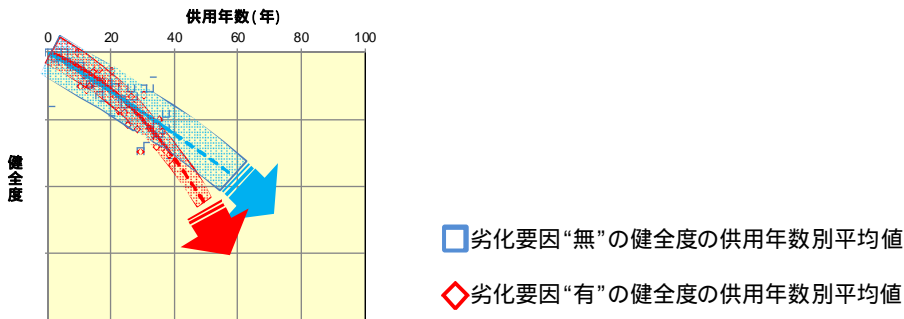


図 4.5.2 鉄筋コンクリート床版の供用年数別の健全度の推移と予測

健全度Ⅰ・Ⅱの段階で予防保全及び床版補強により耐久性を向上させ、健全性を維持することが重要である。

2) PC床版

PC床版についても、劣化要因「無」と比較し、劣化要因「有」の場合、健全度が悪化傾向にある。しかしながら、その傾向は鉄筋コンクリート床版ほど顕著ではない。

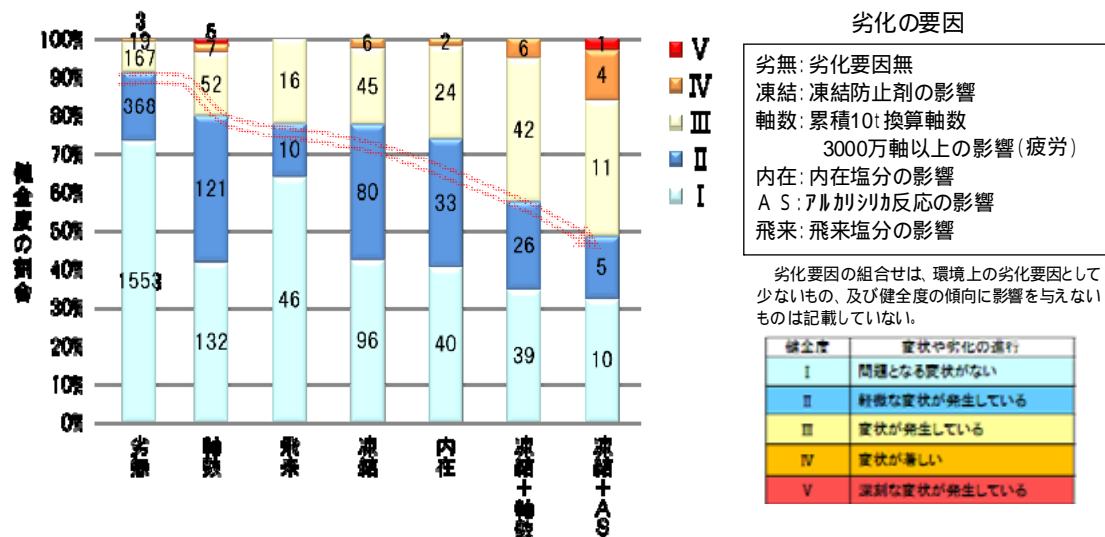


図 4.5.3 PC床版における劣化要因に対する主な健全度分布

なお、中性化は塩害等との複合劣化が確認されている。

供用年数別の健全度の推移をみると、鉄筋コンクリート床版に比べ、劣化進行が緩やかではある。しかしながら、PC構造物であることから、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り、健全なうちに予防保全を施すことが重要である。

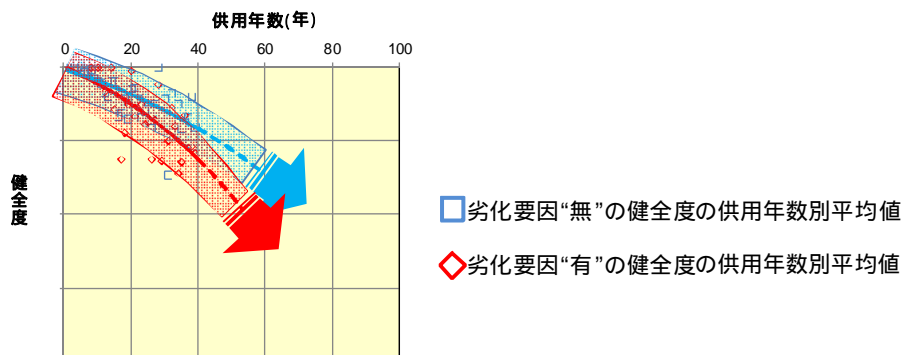


図 4.5.4 PC床版の供用年数別の健全度の推移と予測

3) 鋼床版

鋼床版については、疲労による損傷が顕在化しており、累積 10 t 換算軸数 3000 万軸以上かそれ未満かにより、健全度を分析した。劣化要因「無」と比較し、3000 万軸以上の場合、健全度が悪化している。

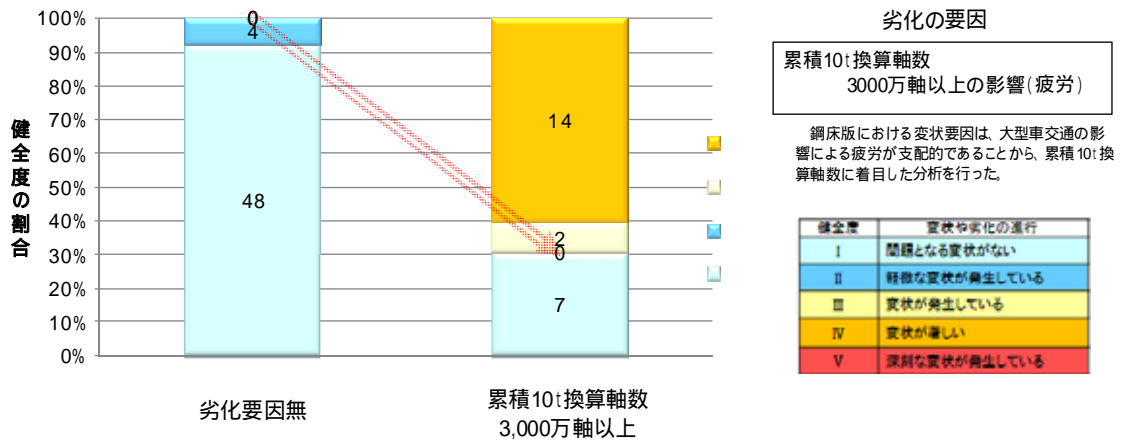


図 4.5.5 鋼床版における劣化要因に対する健全度分布

(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。劣化要因「無」と比較し、劣化要因「有」の場合、健全度が悪化している。特に「内在塩分」の影響がある場合は、現時点で 70%以上の桁で健全度がⅢ・Ⅳ・Ⅴと極めて悪化している。

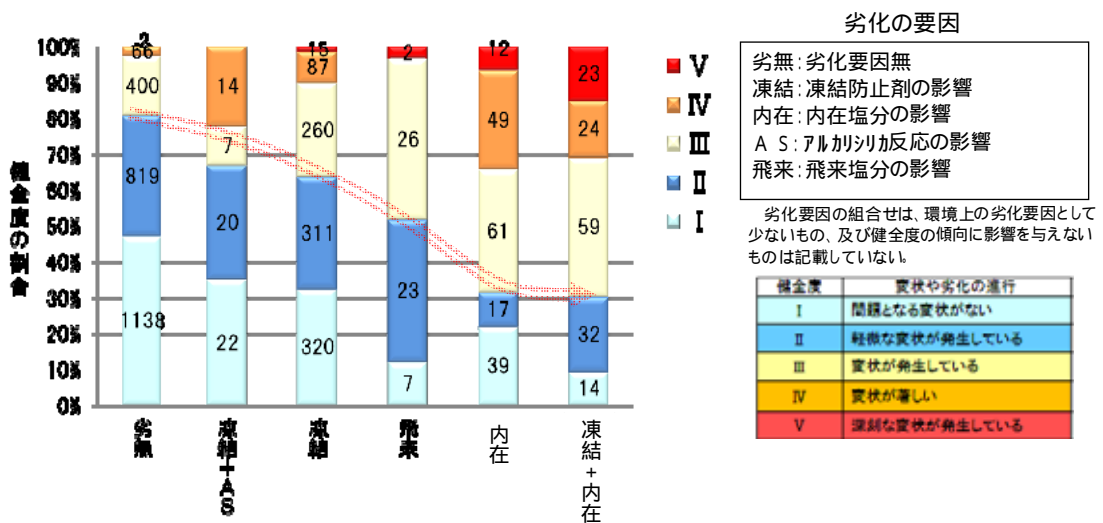


図 4.5.6 鉄筋コンクリート桁における劣化要因に対する主な健全度分布

2) PC桁

PC桁についても、劣化要因「無」と比較し、劣化要因「有」の場合、健全度が悪化傾向にある。鉄筋コンクリート桁と比べPC桁は断面修復が困難であり、健全なうちに予防保全を施すことが重要である。

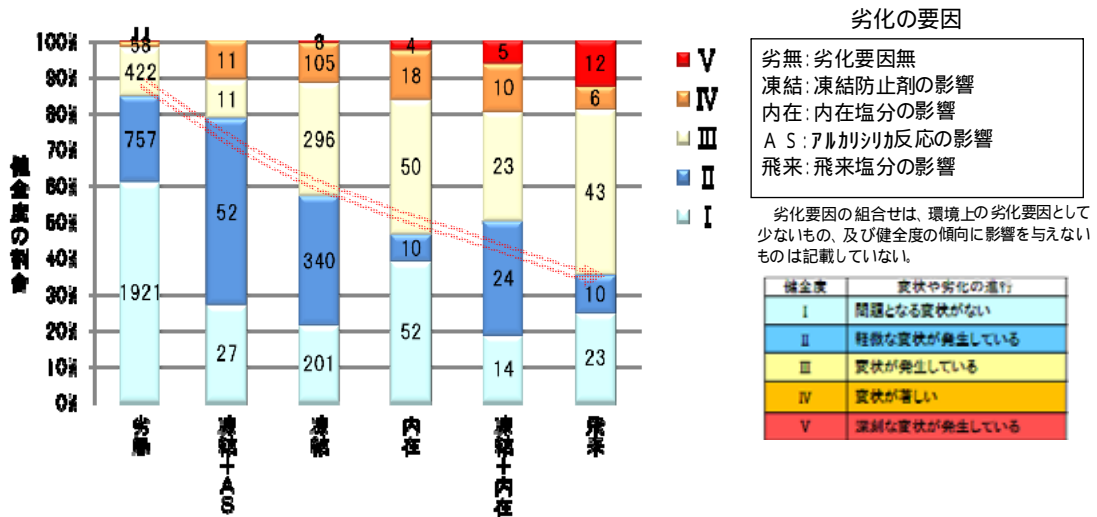


図 4.5.7 PC桁における劣化要因に対する主な健全度分布

3) 鋼桁

健全度分布から累積 10 t 換算軸数 3000 万軸を超えると、健全度低下が顕著になっている。

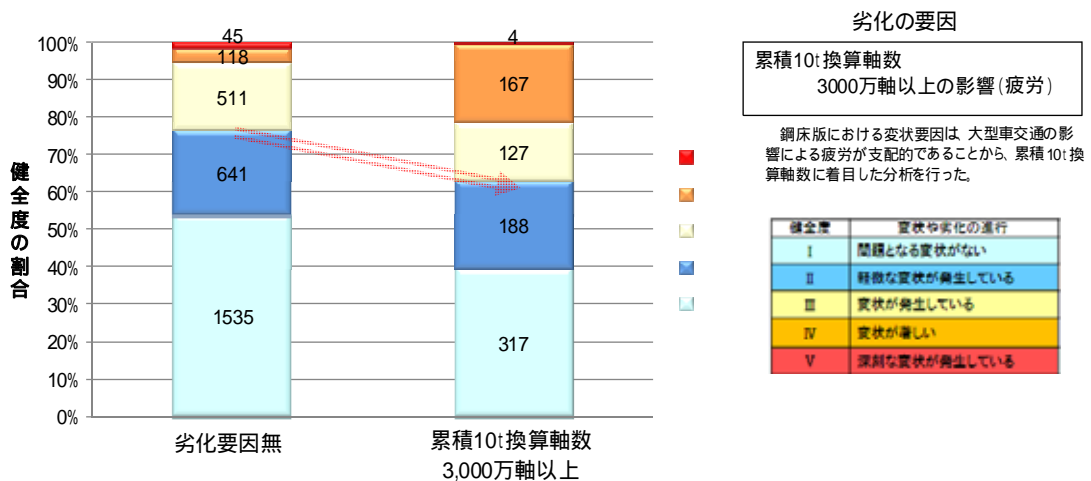


図 4.5.8 鋼桁における劣化要因に対する健全度分布

2. 土構造物

(1) 盛土・切土

1) 盛土

盛土材料による土砂災害の傾向として、被災件数は、粘性土が最も多く、次いで、まさ土、山砂、泥岩、しらすなど砂質系の材料の被災事例が多い。

また、1件あたりの被災土量は、泥岩が最も多く、次いで、まさ土、しらすとなっている。

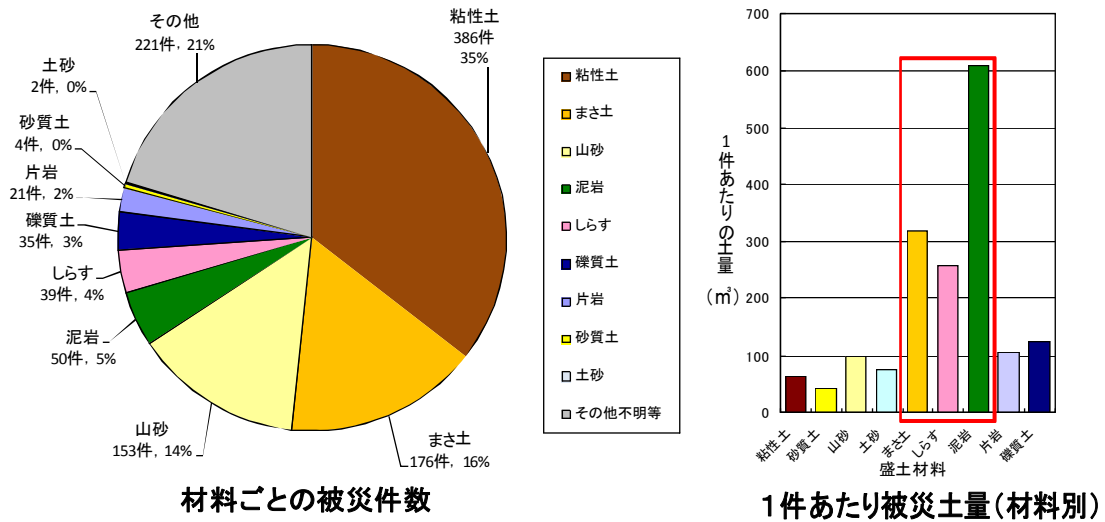


図 4.5.9 盛土材料ごとの土砂災害の傾向

3段以上の盛土のり面は、1km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大きくなる。

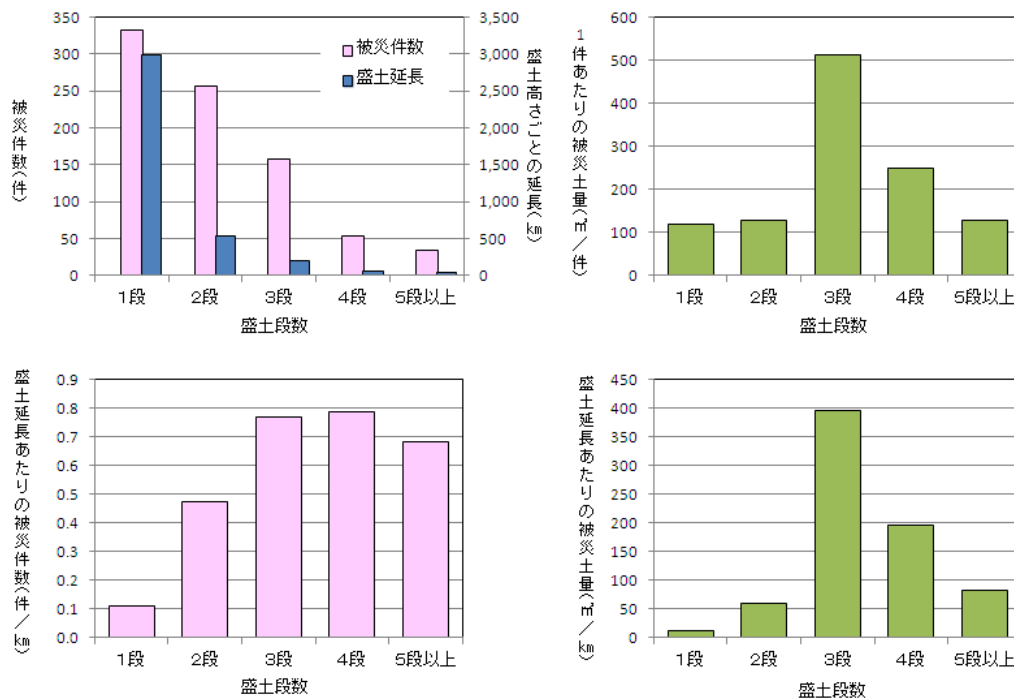


図 4.5.10 盛土段数毎の被災件数及び被災土量の傾向



図 4.5.11 4段の盛土のり面

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スレーキング（細粒化）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分かっている。

したがって、スレーキングによる圧縮沈下・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。

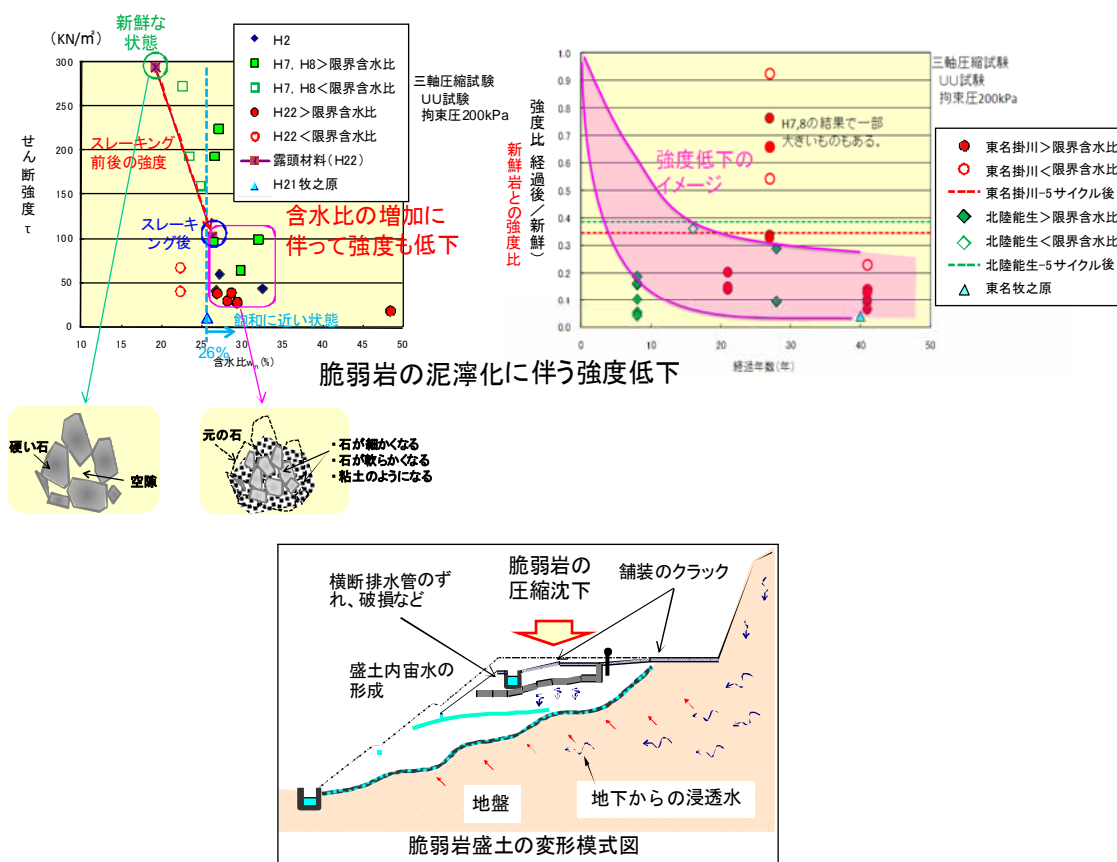


図 4.5.12 脆弱岩の泥濁化に伴う強度低下及び脆弱岩盛土の模式図

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）のグラウンドアンカー設計指針によりグラウンドアンカーの防食性の向上が図られている（新タイプアンカー）が、1991年以前に施工された旧タイプアンカーの劣化リスクは高い。旧タイプアンカーについて頭部外観調査の結果においても、劣化が進行していることが分かっている。

（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、潜在的に劣化したアンカーは、より多く存在しているものと推測される。）

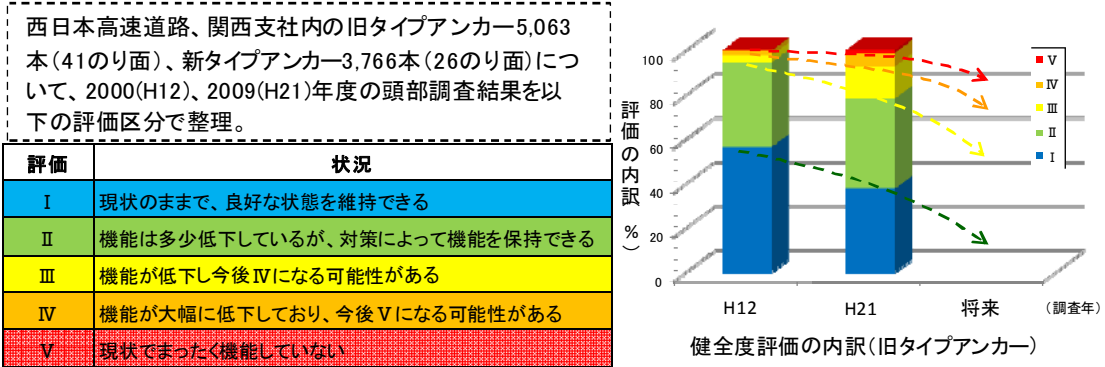
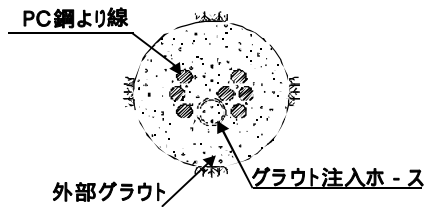


図 4.5.13 グラウンドアンカーの評価区分と健全度評価の内訳（旧タイプアンカー）

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。

旧タイプアンカー



新タイプアンカー

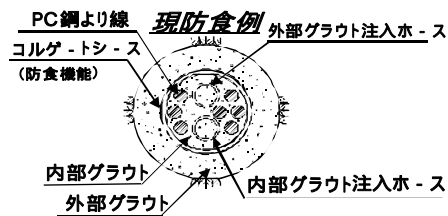


図 4.5.14 新・旧タイプアンカーの違い

グラウンドアンカーの設計は、アンカー全体の抑止力により「のり面」の安全性を保つ。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、機能しないアンカーが増えるほど崩壊リスクは増大する。

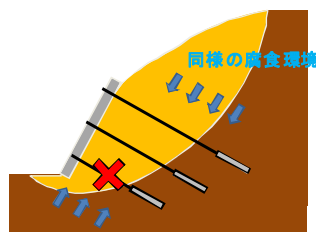


図 4.5.15 グラウンドアンカーの破断による斜面崩壊リスクの概念図

3) 盛土・切土に共通した構造物

排水構造物が直接関与した崩壊が約半数を占める。ひとつの要因として、高速道路建設当初は、排水計算より排水断面を設計しており、1982年（S57）以前は、排水溝の幅がW=0.3m未満の小断面排水溝が使用されていたことがあげられる。（W=0.3m未満の排水溝は、排水断面に余裕が無く、枯葉などの堆積により閉塞しやすく清掃の頻度も多くなること、及びのり面災害の原因のうち、排水によるものが相当多いことから、現在ではW=0.3m以上と規定している）

また、降雨災害の発生事例から排水が原因によるのり面崩壊の半数が縦溝及び集水ますなど排水の合流部である。

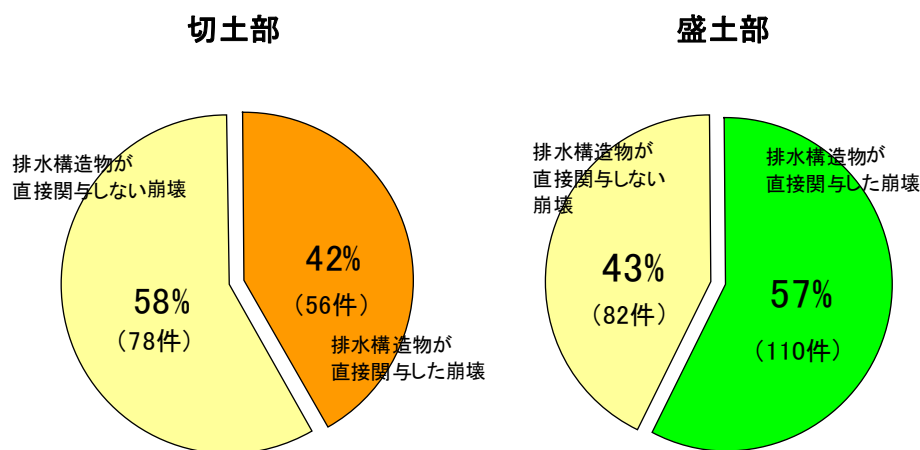


図 4.5.16 土砂災害の傾向

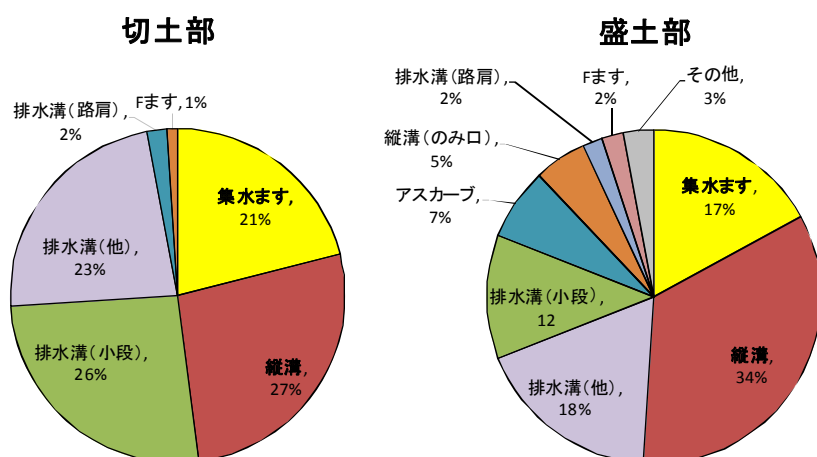


図 4.5.17 のり面崩壊の要因となった排水構造物の内訳

(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。

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）の発生件数は、昭和57年～平成3年の1.3倍（平均1,150回/年）と増加傾向にあり、高速道路においても土石流による災害の発生リスクが高まっている。

※土砂災害防止法に基づく土砂災害警戒区域等は、全国約28万箇所（土石流に対しては約10万箇所）指定されている。（2013年2月28日現在）

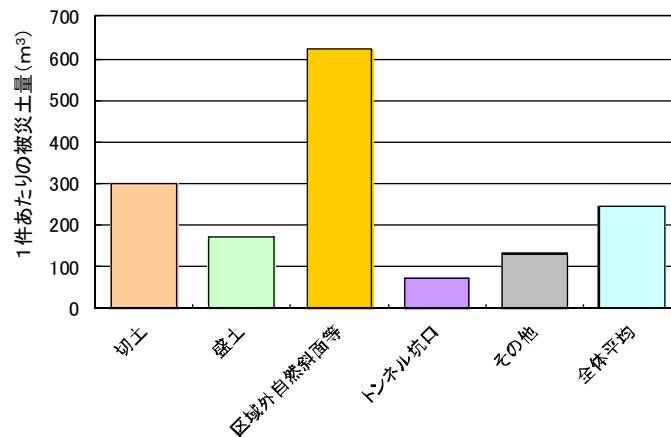


図 4.5.18 構造形態ごとの1件あたりの被災土量

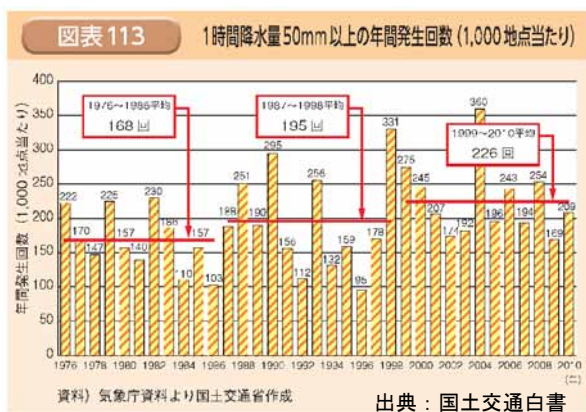


図 4.5.19 1時間降水量 50 mm以上の年間発生回数 (1000 地点当たり)

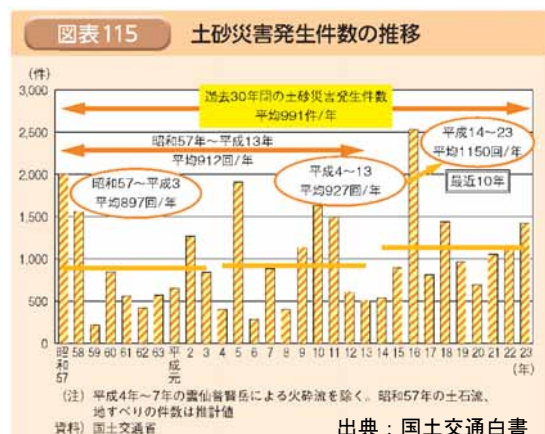


図 4.5.20 土砂災害発生件数の推移

3. トンネル

(1) トンネル本体工

盤ぶくれは、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。

盤ぶくれが発生している区間の岩種を分析した結果、長期的な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盤ぶくれの発生が顕著である。したがって、長期的に強度低下を示す岩種や膨張性を有する岩種では、将来的に盤ぶくれ発生の恐れがある。

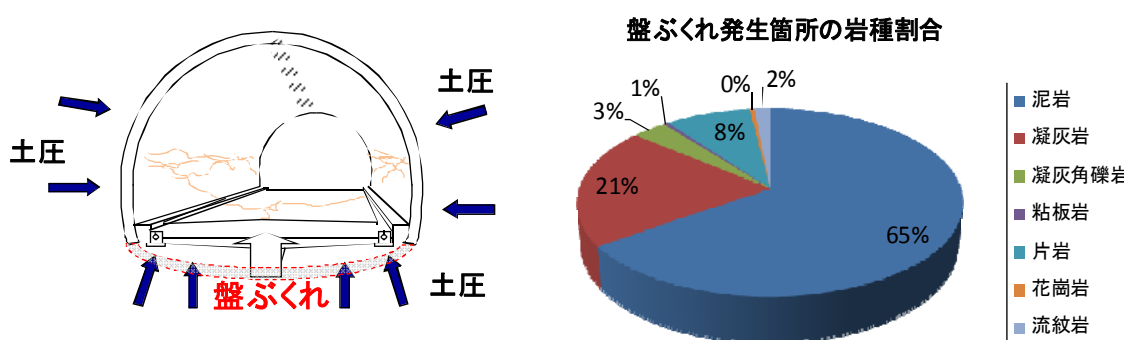


図 4.5.21 盤ぶくれ発生概念図及び盤ぶくれ発生箇所の岩種割合

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、概ね平成 10 年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地質や膨張性を有する地質の場合は、標準的にインバートを設置することとしている。

現在盤ぶくれが発生しているトンネルの地質を整理すると、現設計要領のインバート設置基準に該当する地質が延長ベースで約 9 割を占める。

岩種	延長 (m)	TN 数 (チューブ)
泥岩	4,730	11
凝灰岩	1,482	6
凝灰角礫岩	244	2
粘板岩	32	2
片岩	600	1
花崗岩	32	1
流紋岩	110	1
合計	7,230	24

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 4.5.22 盤ぶくれ発生トンネルの岩種

現在発生している盤ぶくれ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。
- ・ 盤ぶくれ発生箇所の隆起速度 数mm/年～30mm/年（実績）
- ・ 盤ぶくれによる路面隆起は、走行車両の覆工路肩部や照明等への接触が懸念される。
- ・ 盤ぶくれにより、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から地山の岩種に着目し、トンネル覆工の健全度を分析した結果、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、健全度が悪化する傾向にある。

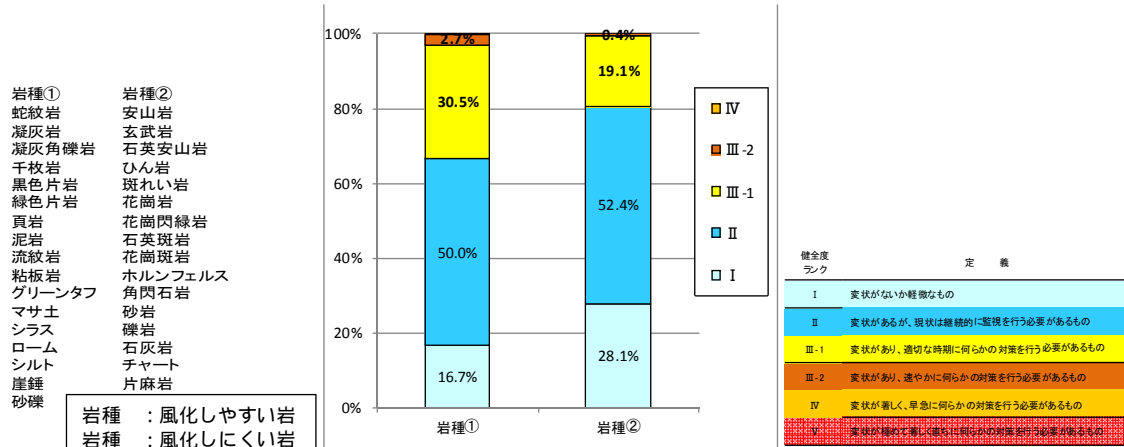


図 4.5.23 岩種区分におけるトンネル覆工健全度割合

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悪化する傾向にある。

このように、風化しやすい岩の場合は、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。

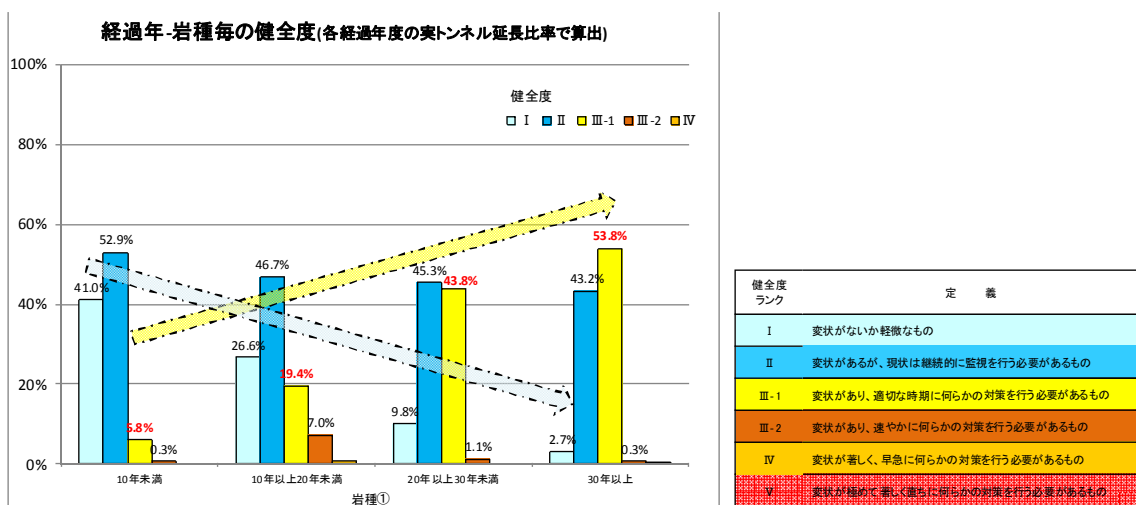


図 4.5.24 岩種①の経過年数毎の健全度割合

4 - 6 変状分析のとりまとめ

1. 橋梁

床 版	鉄筋コンクリート床版	<ul style="list-style-type: none"> 劣化要因※¹が有る場合、健全度が悪化しており、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の維持は難しい。 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。
	PC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、健全度が悪化傾向。 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、健全度の悪化が顕著。

桁	鉄筋コンクリート桁	<ul style="list-style-type: none"> 劣化要因※³が有る場合、健全度が悪化している(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。
	PC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、健全度が悪化傾向。 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、健全度が悪化。

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

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の被害件数が多い。 泥岩、まさ土、しらすを用いた盛土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(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(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劣化の進行が発生。 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(S57)以前は、小断面の排水溝を使用している。
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

トンネル 本体	トンネル本体工	<ul style="list-style-type: none"> 盤ぶくれは、強度低下や膨張性の岩種で、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悪化に対して、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 - 7 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と極めて悪化しており、早い段階で、耐久性の高いPC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、健全度が急激に悪化する傾向が想定され、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)並びに床版増厚により耐久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、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、いずれかの時期に高性能床版防水を施工し予防保全を図ることとした。

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) PC床版

劣化要因が有る橋梁は、RC床版ほど顕著ではないが、健全度が悪化傾向にあり、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、供用年数別の健全度の推移をみると、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こととした。また、PC鋼材については、今後調査の必要がある。

3) 鋼床版

累積10t換算軸数3000万軸を超えると、健全度低下が顕著になることから、既に3000万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、SFRC等による補強を行う必要がある。

現時点で、3000万軸数未満でも、何れ3000万軸数を超える橋梁も出てくるので、今後の変状の進展状況を点検・調査等実施しながら対応を検討していくこととした。

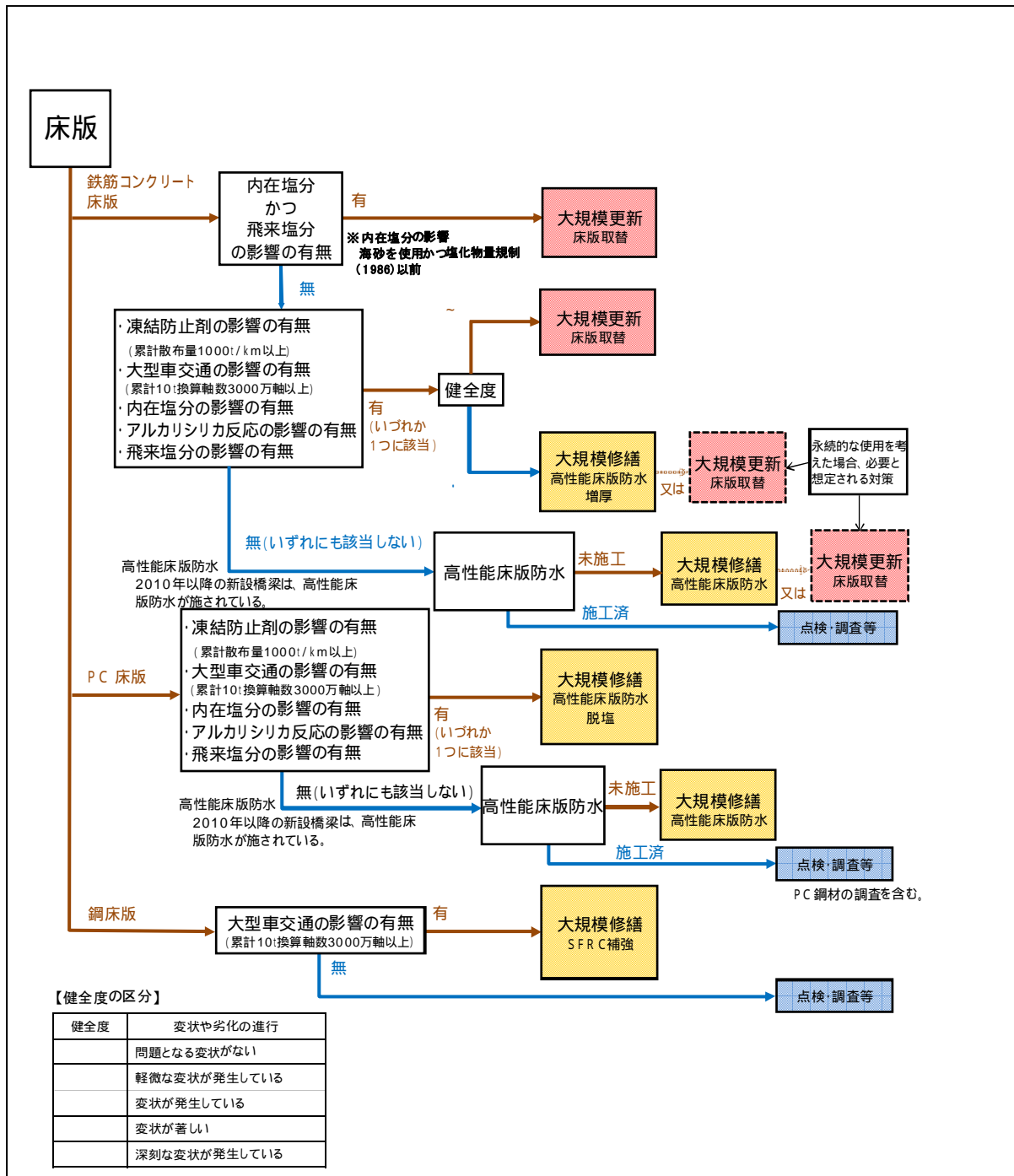


図 4.7.1 床版の大規模更新・大規模修繕の判定フロー

飛来塩分：飛来塩分とは、海岸線などで、波しぶきや潮風によってコンクリート表面に塩分が付着し、これが浸透して内部の鉄筋が腐食する劣化要因のことである。

(道路橋示方書より)

■沖縄県：全地域 ■北海道・東北・北陸：海岸より700m以内 ■その他の地域：海岸より200m以内

(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70%以上の桁で健全度がⅢ・Ⅳ・Ⅴと極めて悪化しており、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、著しい変状や深刻な変状は、現時点で1割程度であり、断面修復と併せて表面被覆による予防保全を行うこととした。

劣化要因の無い場合は、8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) PC桁

劣化要因が有る橋梁で、健全度がⅣ・Ⅴとなっているのは、現時点で1~2割である。健全なうちに、早い段階で、電気防食や表面被覆による予防保全を行い、外ケーブルによる補強が必要となることが考えられる。

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鋼材は調査を開始しており、一部でPCグラウトの空隙が確認されていることから、今後、引き続き調査を進めていくとともに、優先度の高い橋梁の要件整理と、対策の検討を早急に取りまとめる必要がある。

3) 鋼桁

累積10t換算軸数3000万軸を超えると健全度低下が顕著になることから、既に3000万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3000万軸数未満でも、何れ3000万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。

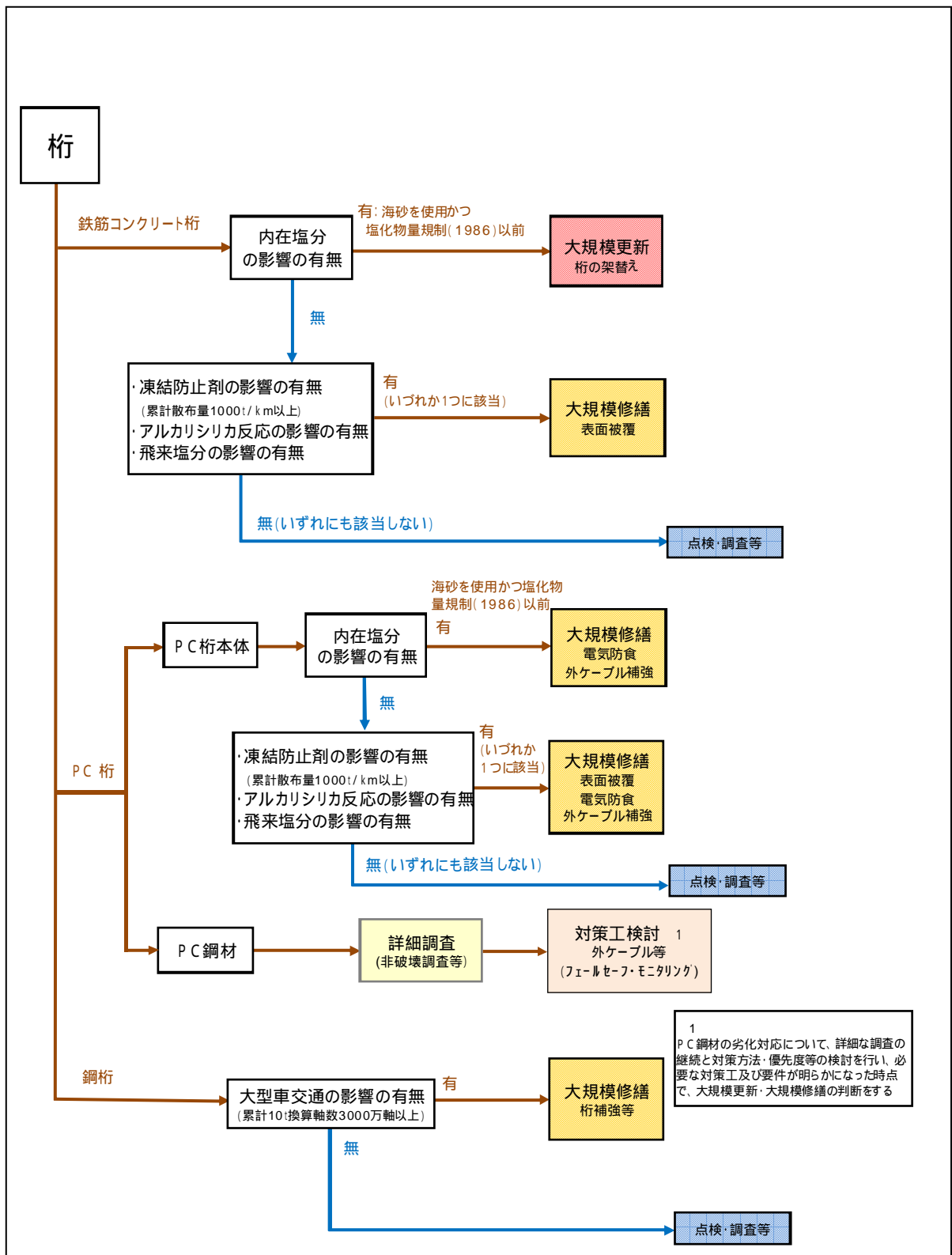


図 4.7.2 橋の大規模更新・大規模修繕の判定フロー

2. 土構造物

(1) 盛土・切土

1) 盛土

盛土内水位がある場合や、盛土高さ3段以上の場合、更に圧密沈下による補修事例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。

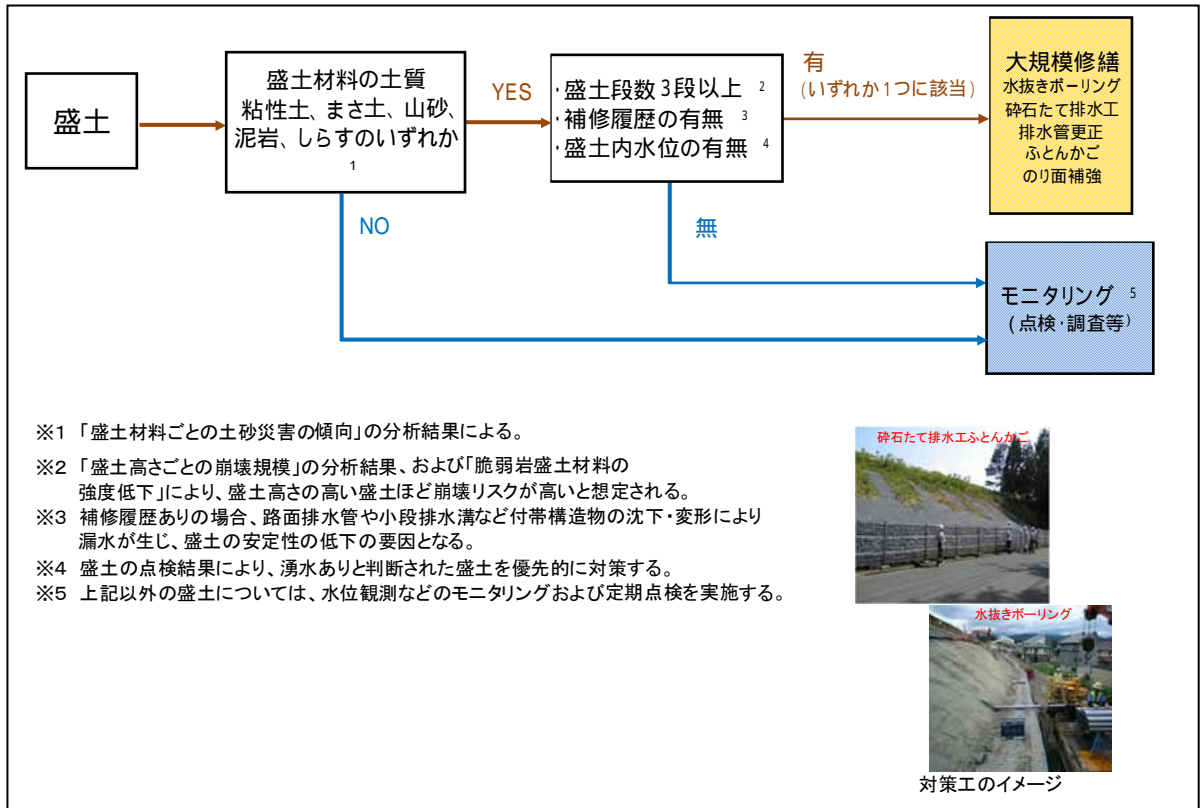


図 4.7.3 盛土の大規模更新・大規模修繕の判定フロー

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、健全なうちに防食機能を有した新タイプアンカーに更新する必要がある。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。

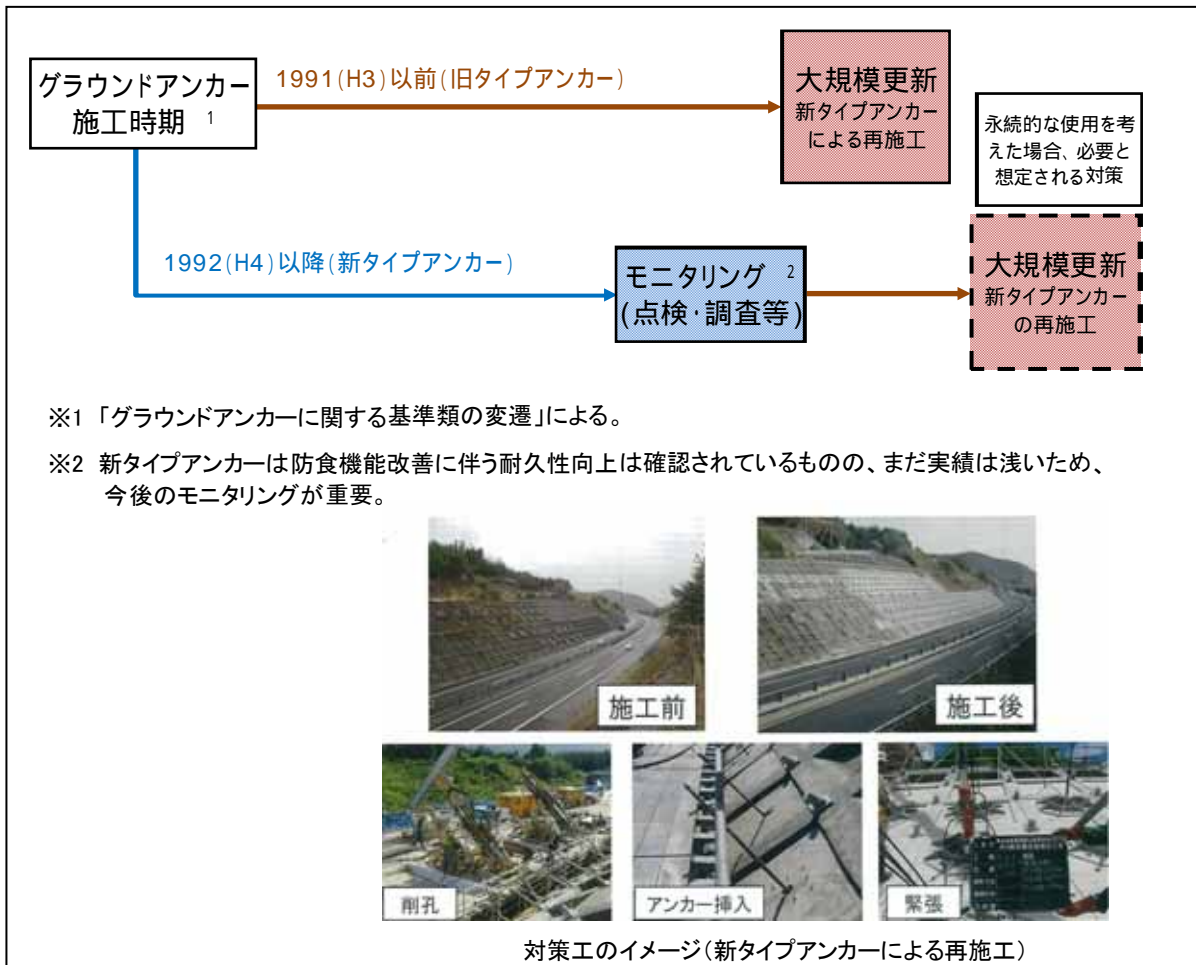


図 4.7.4 切土の大規模更新・大規模修繕の判定フロー

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。

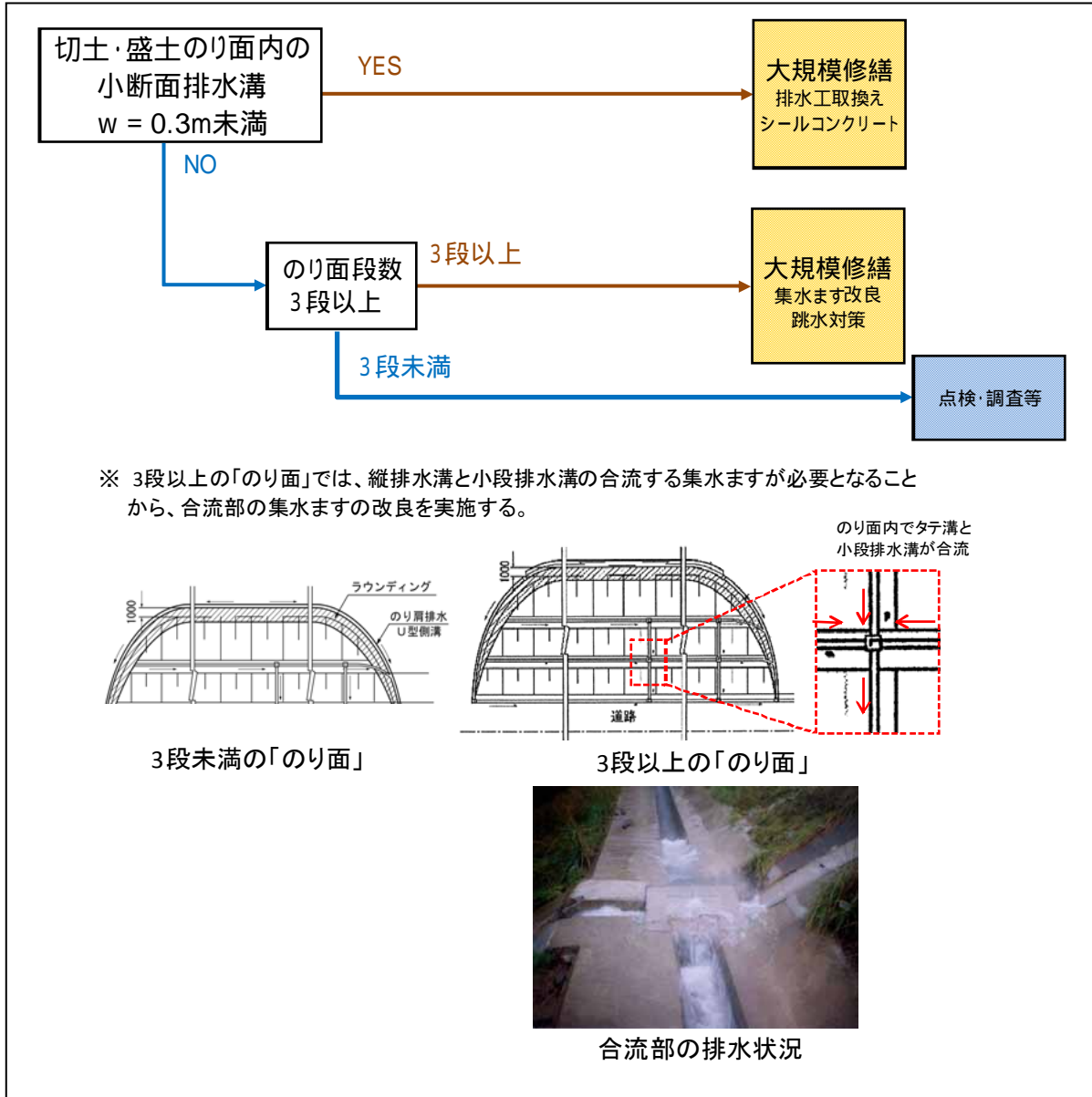


図 4.7.5 盛土・切土に共通した構造物の大規模更新・大規模修繕の判定フロー

(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、自衛手段としての本線防護工^{※2}を実施することとした。

(土石流災害防止法に基づく土石流警戒区域等は、全国約 28 万箇所[土石流に対しては約 10 万箇所]指定されている。[2013 年 2 月 28 日現在])

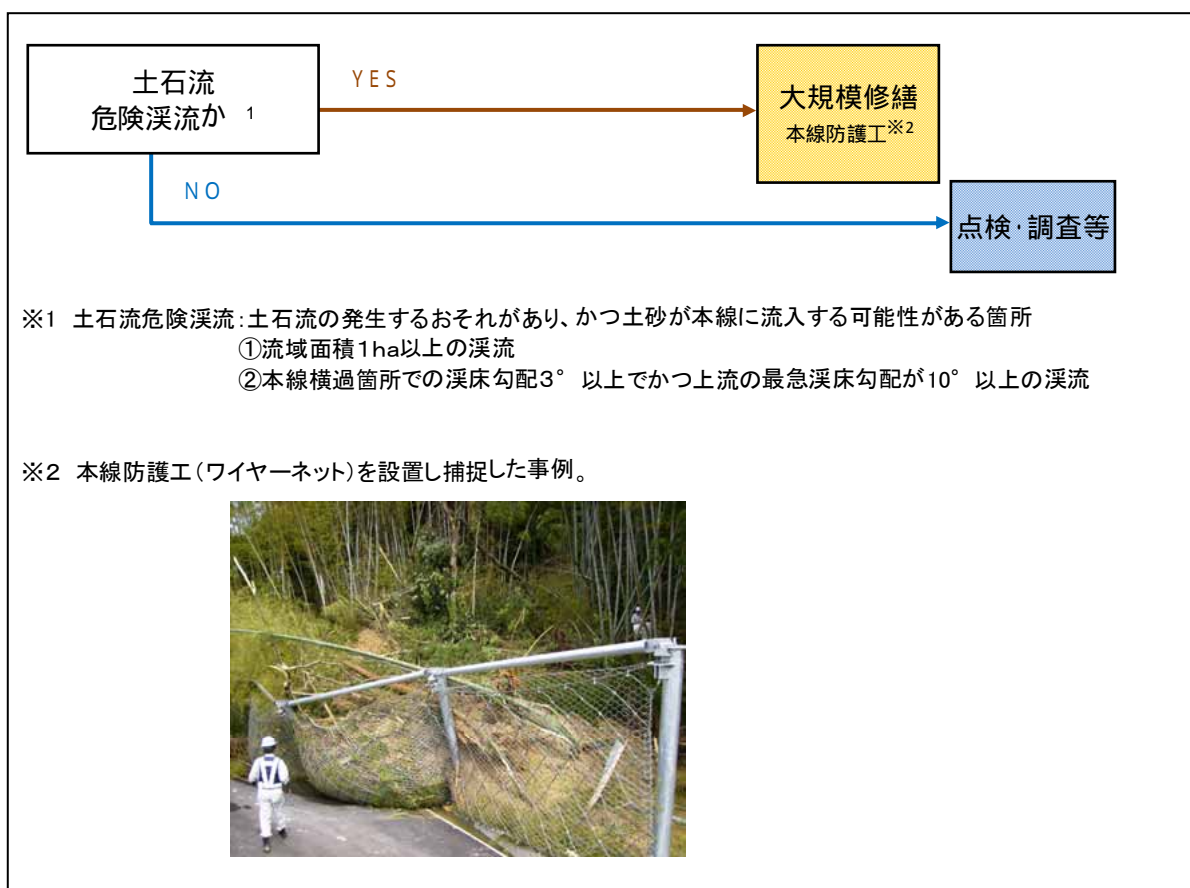


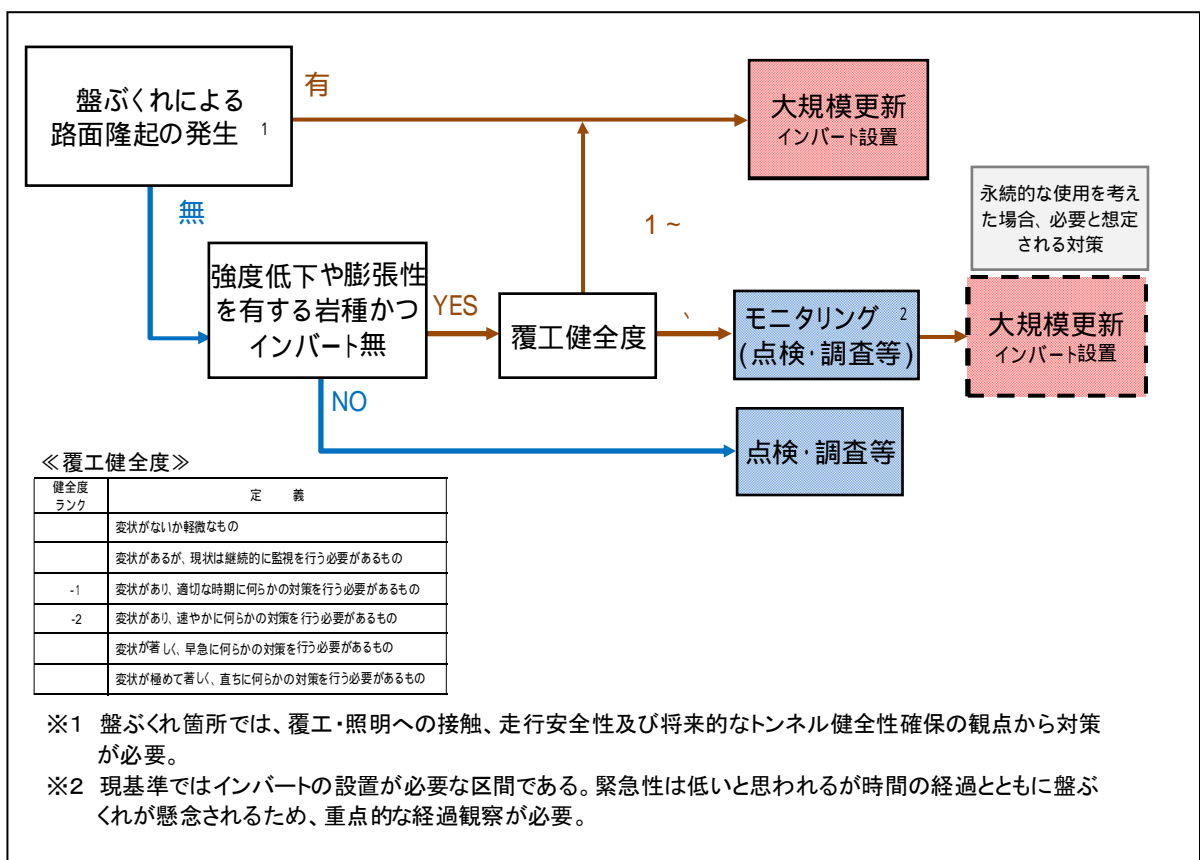
図 4.7.6 自然斜面の大規模更新・大規模修繕の判定フロー

3. トンネル

(1) トンネル本体工

盤ぶくれ対策としては、既に路面の隆起が発生しているトンネルを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以上となってくる箇所は、近い将来盤ぶくれ発生が懸念されるため対策を実施することとした。

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盤ぶくれ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。



《覆工健全度》

健全度 ランク	定 義
	変状がないか軽微なもの
	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
-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
-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
	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
	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

図 4.7.7 トンネル本体の大規模更新・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について内巻き等の対策を行うこととした。

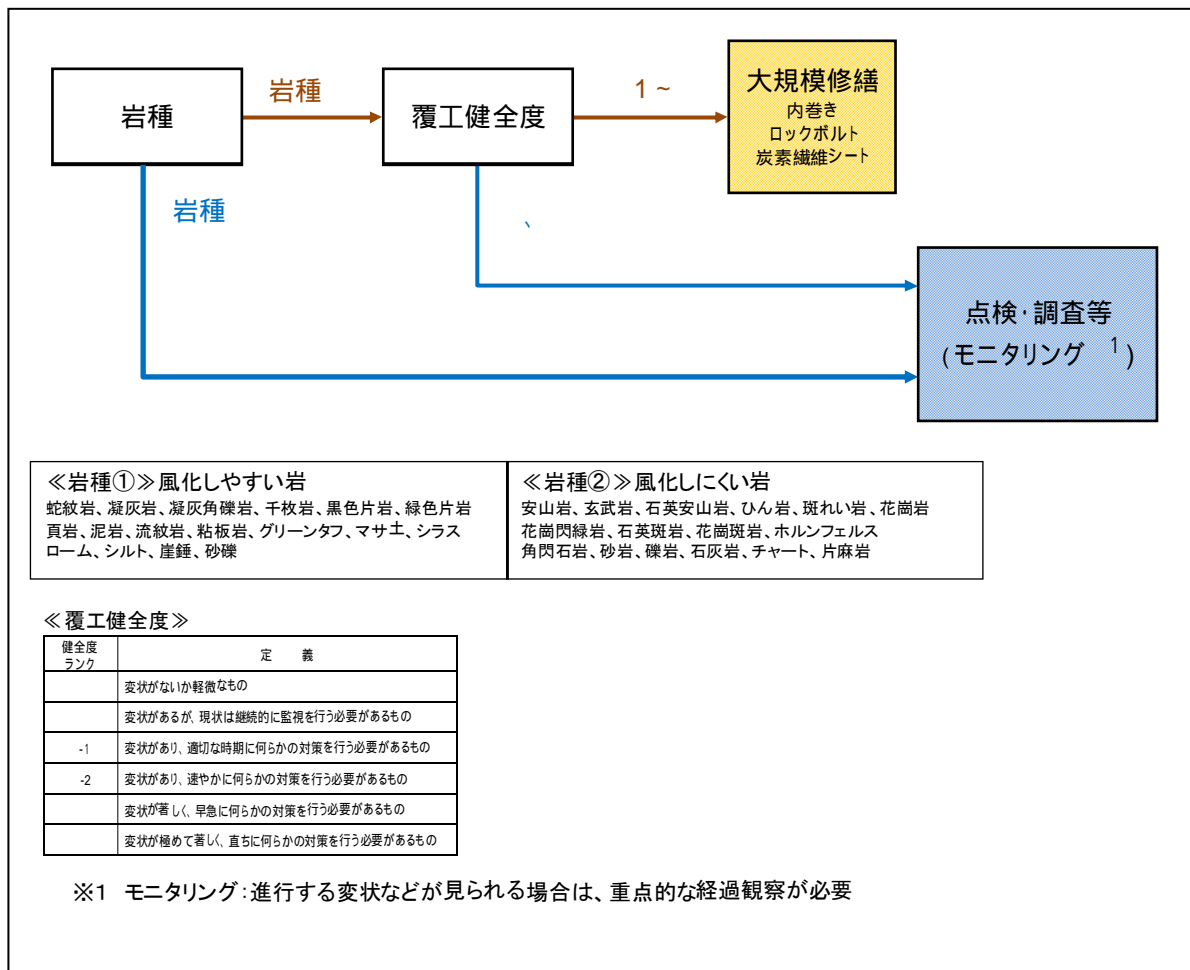


図 4.7.8 トンネル覆工の大規模更新・大規模修繕の判定フロー

4 - 8 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下記のとおり整理した。

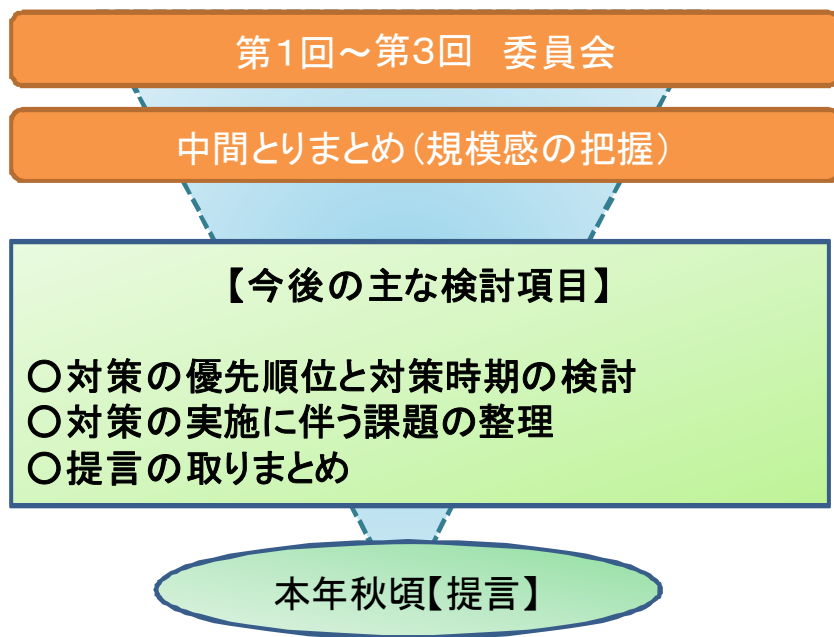
表 4.8.1 大規模更新・大規模修繕の必要要件一覧

区分	項目	必要要件			
		大規模更新	大規模修繕	今後の検討により大規模修繕等に替わり大規模更新が必要となる可能性のあるもの	
橋梁	床版	鉄筋コンクリート床版 (RC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RC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RC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RC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RC床版	同左
		PC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、PC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 (RC桁)	内在塩分の影響を受けるRC桁	左記を除く塩害の影響等を受けるRC桁	—
		PC桁	—	塩害の影響等を受けるPC桁 (PC鋼材の劣化対応は、今後検討)	—
		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	—	1992(H4)以降に施工された全ての新タイプアンカー
		盛土・切土共通	—	小断面(0.3m・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	—	危険渓流(現状把握箇所)	—
トンネル	トンネル本体	トンネル本体内	・盤ぶくれによる路面又は覆工の変状があ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～Ⅴの区間	—	左記以外の強度低下が予想される地質区間で覆工健全度がⅠ～Ⅱの区間
		トンネル覆工	—	強度低下が想定される地質区間で覆工健全度がⅢ～Ⅴの区間	—

5. 今後の予定

5 - 1 今後の予定

今後、大規模更新・大規模修繕における各種対策の優先順位や実施時期の検討を行い、社会的な影響などの課題を整理した上で、最終的な提言について本年秋を目標に取りまとめるものとする。



東日本高速道路㈱

中日本高速道路㈱

西日本高速道路㈱

《参考》

大規模更新・大規模修繕に要する概算費用

内 容	概算費用
大規模更新が必要なもの	2.0 兆円
大規模修繕が必要なもの	3.4 兆円
合 計	5.4 兆円

※舗装、道路付属物、施設設備等については検討の対象外

概算費用は、現在の損傷等を分析し、一定の知見に基づき検討したものであり、劣化メカニズムが現時点で明らかになっていないものなどについては含んでいない。

また、「大規模修繕が必要なもの」には、今後の検討により、大規模修繕から大規模更新へ替わる可能性のあるものなどが含まれており、それら全てが大規模更新となった場合は、上記に加え5.2兆円の追加費用が必要となる。

この為、今後も引き続き検討を継続するものとする。