

# 高速道路の大規模更新・大規模 — 修繕計画（概略）について — — 高速道路資産の長期保全および更新のあり方 —

東日本高速道路株式会社 管理事業本部 管理事業計画課

中日本高速道路株式会社 保全企画本部 保全企画チーム

西日本高速道路株式会社 保全サービス事業部 保全サービス統括課

やざき としゆき  
矢崎 敏之  
やまざき ふじお  
山崎 富士夫  
たにぐち あつし  
谷口 篤

## 1. はじめに

東、中、西日本高速道路株式会社（以下「NEXCO 3会社」という）が管理する高速道路の延長は、昭和38年の名神高速道路・栗東～尼崎間開通から50年が経過し、現時点で約9,000kmに達している。利用台数は1日約700万台に達し、うち大型車の利用台数は1日約200万台となるなど、高速道路は今やわが国の社会経済活動のみならず、国民生活において全国の産業や生活を支える大動脈として、また、災害時には緊急輸送路としての役割を担うなど国民の安全・安心な暮らしにとっても極めて重要な役割を担っている。

一方で供用後30年以上経過した延長はすでに約4割に達し、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（図-1）ため、経年劣化のリスクの高まりが懸念される。

また、重量車両および大型車交通の増加、看過できない重量超過車両の走行、スパイクタイヤ廃止に伴う凍結防止剤使用量の増加などの過酷な使用状況、さらには短

時間異常降雨等の増加などの自然環境の変化等により、特に旧基準で建設した構造物を中心に変状の増加や今までになかった新たな変状の発生などが顕在化してきている（写真-1、2）。

NEXCO 3会社では、これまでも図-2のように点検、調査、劣化予測、長期的な補修計画の策定や補修工事を実施するなど計画的な補修サイクルを確立し、長寿命化と維持管理費の最小化に努めてきたが、構造物の永続的な健全性の確保を考えた場合、部分的な補修の繰返しのみでは、やがて

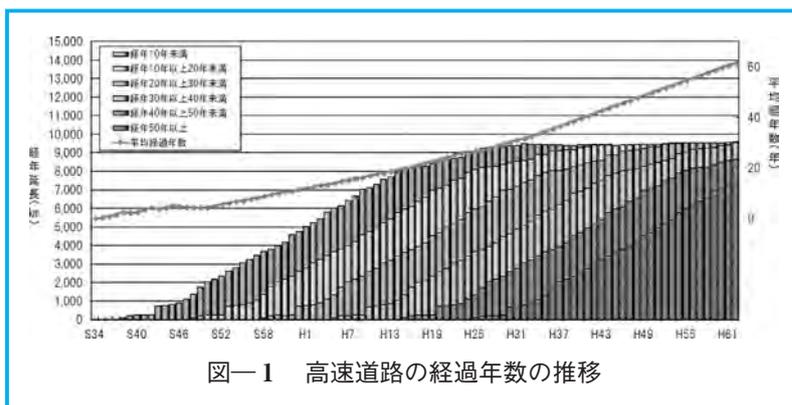


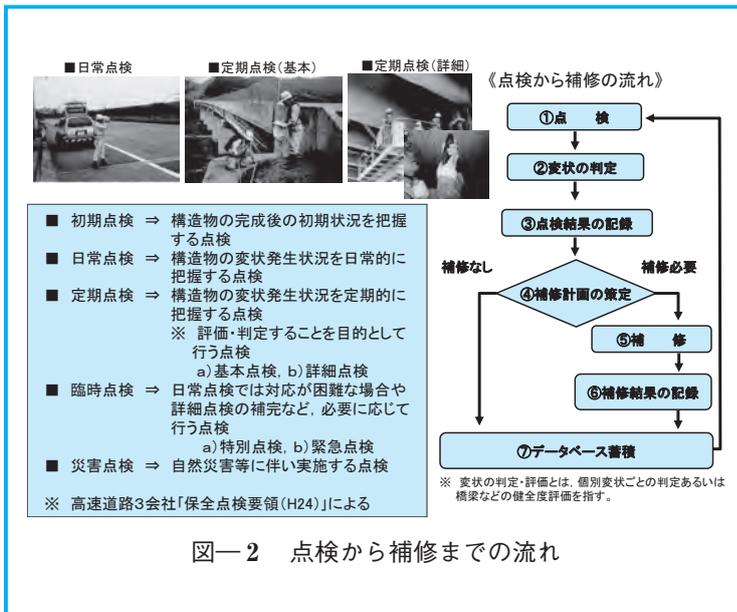
図-1 高速道路の経過年数の推移



写真-1 大型車交通の増加状況と重量違反車両の取り締まり状況



写真一 除雪および凍結防止剤散布状況



図一 点検から補修までの流れ

構造物の機能が損なわれることが分かってきた。

このような状況下、NEXCO 3 会社では、「高速道路資産の長期保全およ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 東京大学大学院工学系研究科特任教授）（以下「長期保全等検討委員会」という）」を平成24年11月に設置し、将来にわたり高速道路ネットワークの機能を確保していくために、橋梁をはじめとした高速道路資産の適切なタイミングでの維持管理・更新のあり方について検討を進め、平成26年1月に最終報告書を公表したところである。

## 2. 長期保全等検討委員会における検討概要

### (1) 高速道路の本体構造物の変状発生要因

長期保全等検討委員会での検討に当たり、構造物の変状発生要因として考えられる事象について下記のとおり整理した。

### ① 経過年数の増大

供用後の経過年数に応じ、橋梁やトンネルなど本体構造物の使用年数が増大しており、それに合わせ経年劣化も進行している。なお、現時点で30年以上経過している橋梁の割合が約4割、トンネルで約2割を占めている。

### ② 使用環境の変化（車両の大型化等）

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車両の総重量が増加傾向にある。また大型車両の約24%が総重量を超過している違反車両という実態がある。

### ③ 維持管理上の問題（凍結防止剤使用量の増加）

積雪寒冷地の供用延長の増加やスパイクタイヤ廃止の影響による凍結防止剤（塩化ナトリウム）使用量が増加している。

### ④ 外的環境の変化（短時間異常降雨の増加等）

短時間異常降雨等の増加により高速道路における災害発生リスクの高まりが懸念される。

### ⑤ その他の変状リスク

設計・施工基準の変遷に追従していない構造物の変状リスクの高まりや地盤材料の風化・劣化の影響や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。

### (2) 大規模更新・大規模修繕の必要性

高速道路の本体構造物は、経過年数や使用環境の影響が一因と見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年を超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した。

長期保全等検討委員会では、以下に示す三つの視点から、構造物の変状状況と劣化要因の関係を分析し、構造物ごとに大規模更新、大規模修繕の判断要件を整理の上、対策について検討を行った。

- ① 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（図-3）。
- ② 現状では、経年増を要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（図-4）。
- ③ また、構造物の長寿命化およ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。検討に当たっては、各本体構造物ごとに行うこととし、これまでの点検結果等による変状状況や土砂災害などの発生状況など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。各本体構造物の検討項目について表-1に示す。
- (3) 変状分析結果と大規模更新・大規模修繕の必要要件（鉄筋コンクリート床版の事例）

① 変状分析

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およびその組み合わせ別に健全度を分析した（図-5）。劣化要因がない「劣無」と比較し、いず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

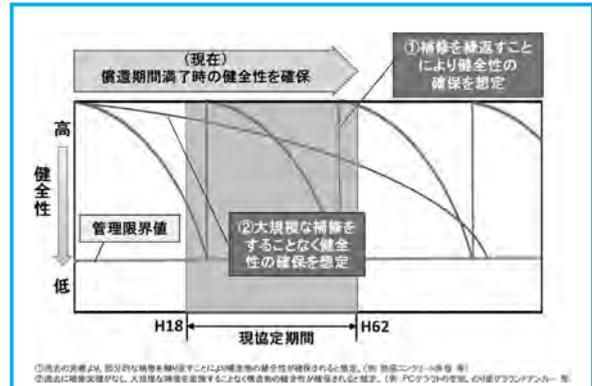


図-3 これまでの健全性に関する概念

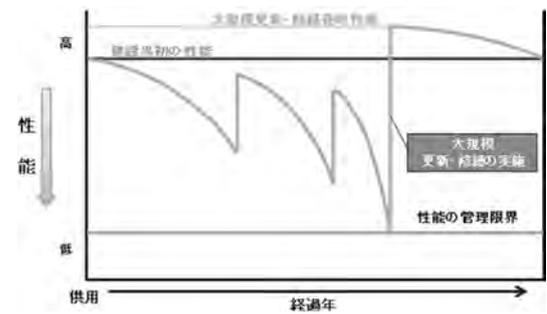


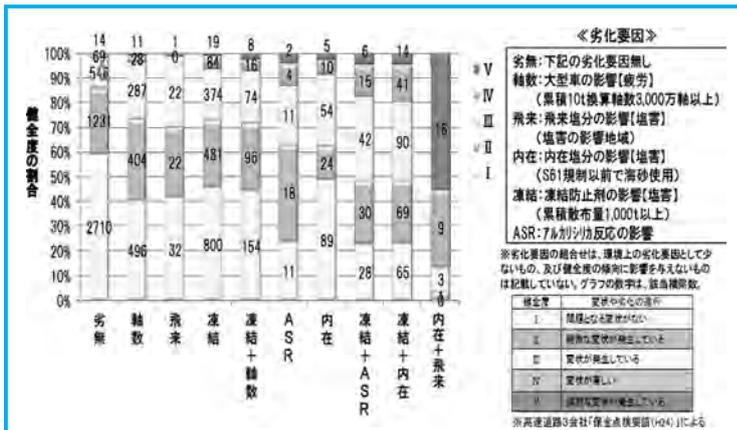
図-4 再整理した健全性および性能に関する概念（橋梁）

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。

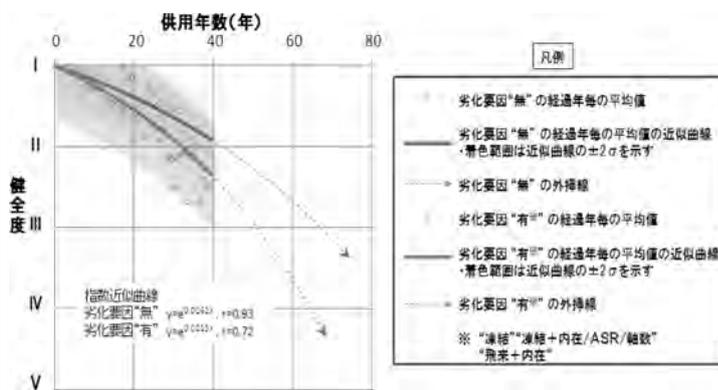
図-6に供用年数別の健全度の推移を示す。劣化要因がある場合には健全度が急激に低下する傾向がうかがえる。また、劣化要因がない場合でも永続的な健全性の維持は難しいことも分かる。

② 大規模更新・大規模修繕の必要要件

区分	構造物	事象	変状・損傷の進行等	変状要因	対策種別
橋梁	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
		プレストレスト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
		鋼床版の変状	重交通路線で顕在化	疲労	補強
	桁	鉄筋コンクリート桁の変状	進行	塩害・ASR	取替 予防保全、補強
		プレストレストコンクリート桁の変状	徐々に進行 一部で確認	塩害・ASR PCグラウトの空隙	予防保全 二重の安全対策モニタリング
		鋼桁の変状	重交通路線で顕在化	疲労	補強
土構造物	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
	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
	盛土・切土共通	表層崩壊	近年多発傾向	降雨	取替、改良
	自然斜面	土石流	近年多発傾向	降雨	自衛対策
トンネル	本体工	路面隆起	顕在化	地山の劣化	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

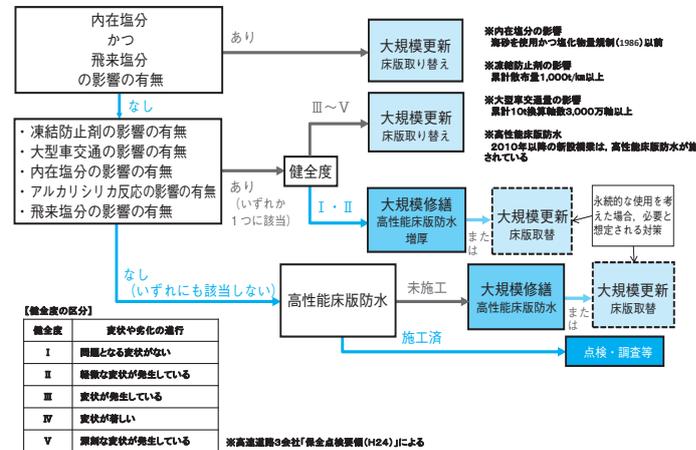


図—5 鉄筋コンクリート床版における劣化要因に対する主な健全度分布



図—6 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

○鉄筋コンクリート床版



図—7 鉄筋コンクリート床版の大規模更新・大規模修繕の判定フロー

「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、耐久性の高いプレレストコンクリート床版に取り替えが必要である。

いずれかの劣化要因があるものは、健全度が今後急激に低下することが想定され、いずれ床版取り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)ならびに床版増厚等により性能の向上を図るが、すで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、劣化が進行した時点で更新していくこととした。

また、供用年数別の健全度の推移を見ると、劣化要因のない橋梁についても、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。鉄筋コンクリート床版における大規模更新・大規模修繕の判定フローを図—7に示す。

同様に他の高速道路の本体構造物についても変状分析に基づいた判定フローと必要要件の検討を行った。整理した必要要件を表—2に示す。

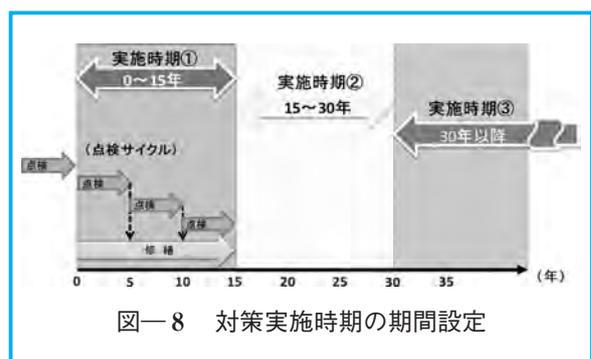
(4) 大規模更新・大規模修繕の実施時期

① 実施時期検討の考え方

大規模更新・大規模修繕の実施に当たっては、実施対象となる本体構造物の現在の状態や変状の進行度などにより適切で効果的な対策時期を検討する必要がある。

実施時期の検討に当たっては、図—8に示すとおり、変状の進行状況の分析および点検サイクルを踏まえて対策実施時期の期間設定を15年とし、表—3に示す実施時期設定に影響を及ぼす要件を整理し検討を行った。

② 実施時期検討の流れ



図—8 対策実施時期の期間設定

表—2 大規模更新・大規模修繕の必要要件一覧

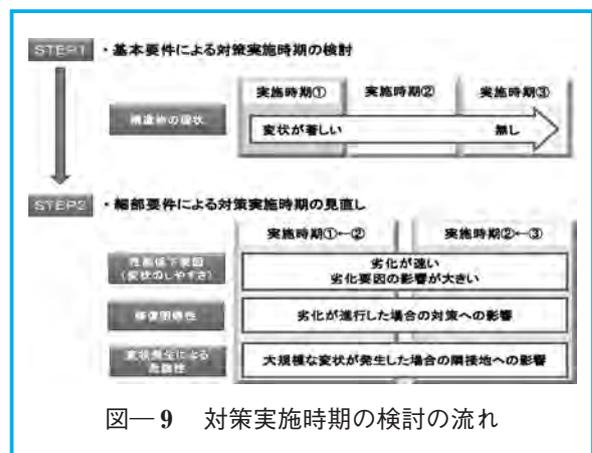
区分	項目	必要要件		
		大規模更新	大規模修繕	
橋梁	床版	鉄筋コンクリート床版	・内在塩分の影響を受けかつ飛来塩分の影響を受ける鉄筋コンクリート床版 ・上記以外に劣化要因（塩害または交通量の影響等）を受ける鉄筋コンクリート床版のうち、健全度がⅢ～Ⅴのもの	・劣化要因（塩害または交通量の影響等）を受ける鉄筋コンクリート床版のうち、健全度がⅠ～Ⅱのもの ・劣化要因には該当しないが、建設時点で高性能床版防水工を施工していない鉄筋コンクリート床版
		プレストレストコンクリート床版	—	建設時点で高性能床版防水工を施工した床版を除く、プレストレストコンクリート床版
		鋼床版	—	大型車交通の影響（累積10t換算軸数3,000万軸以上）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3,000万軸以上）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・しらすの何れかをを用いた盛土で盛土段数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）年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）排水溝および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およびその隣接区間 ・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-1～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-1～Ⅴの区間

表—3 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）	—

大規模更新・大規模修繕の対策実施時期の検討の流れを図—9に示す。

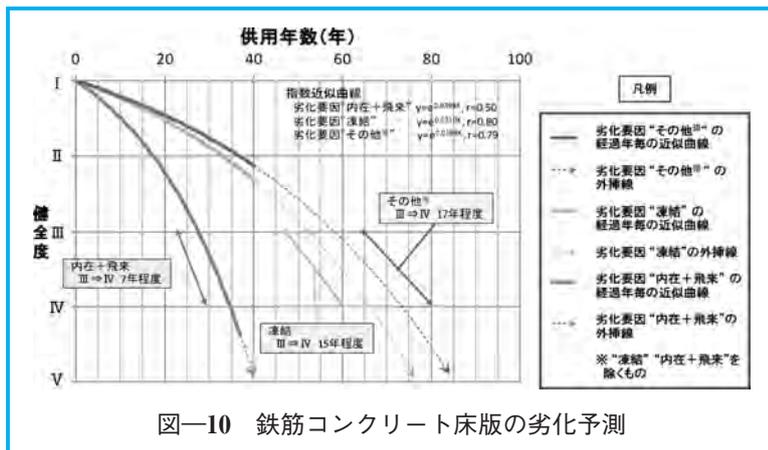
基本要件である構造物の現状により構造物の変状が著しいものから対策を実施することを原則とし、構造物の現状からは、「直ちに対策を行う必要はないが、永続的に健全性を確保するため、予防保全の観点から対策が必要なもの」については、実施時期②で対策を実施することとした。さらに細部要件である性能低下要因、修復の困難性、変状発生による危険性の内容により、構造物の劣化要因により劣化が速いと判断される場合は、基本要件で設定した実施時期を見直すこととし、図—10に示す劣化予測等を判断材料とし検討



図—9 対策実施時期の検討の流れ

を行った。

なお、具体的な実施計画を策定する際には、同じ実施時期内でも優先順位付けを行う必要がある



図一10 鉄筋コンクリート床版の劣化予測

が、現状の健全度、変状の進行性および社会的影響などを踏まえ、具体的な実施計画策定時に点検・調査結果なども考慮し、適切に判断することとした。

### (5) 大規模更新・大規模修繕の事業規模

大規模更新・大規模修繕が必要となる要件に基づき、現時点で対策が必要となる事業規模を算定した(表一4)。床版取り替えや桁の架け替えといった大規模更新対象が全体の約1%であり、高性能床版防水など長寿命化を図るために実施する大規模修繕が全体の約9%という規模となった。

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関わ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。

## 3. 大規模更新・大規模修繕計画(概略)

長期保全等検討委員会において検討・整理された内容ならびに最終提言を踏まえ、NEXCO 3会社において、当面必要となる大規模更新・大規模修繕の概略計画を策定し、平成26年1月22日に公表した(表一5)。

NEXCO 3会社が管理する高速道路は、経年数の増加とともに老朽化が進展ならびに厳しい使用環境により著し

い変状が顕在化しており、これまで実施してきた従来の修繕のみでは重大な変状に進展し通行止等が発生する恐れがあることから、重大な変状に進展する恐れのある約2,110kmについて大規模更新・大規模修繕を実施する箇所とした。

### (1) 大規模更新

大規模更新は、橋梁の主要部材の取り替えを設定し、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り替えおよび鉄筋コンクリート桁のプレストレストコ

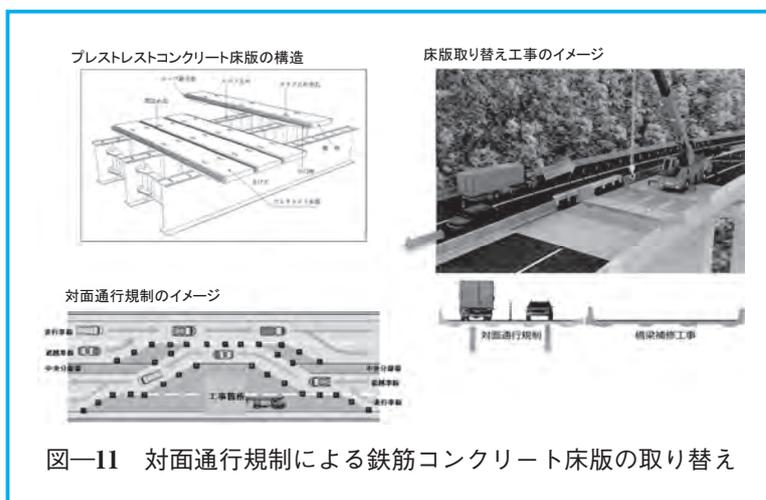
表一4 大規模更新・大規模修繕事業規模

区分	総資産数量 A (km)	対策必要数量 B	
		対策延長 (km)	率 B/A (%)
大規模更新	約20,000	約240	約1
大規模修繕		約1,870	約9

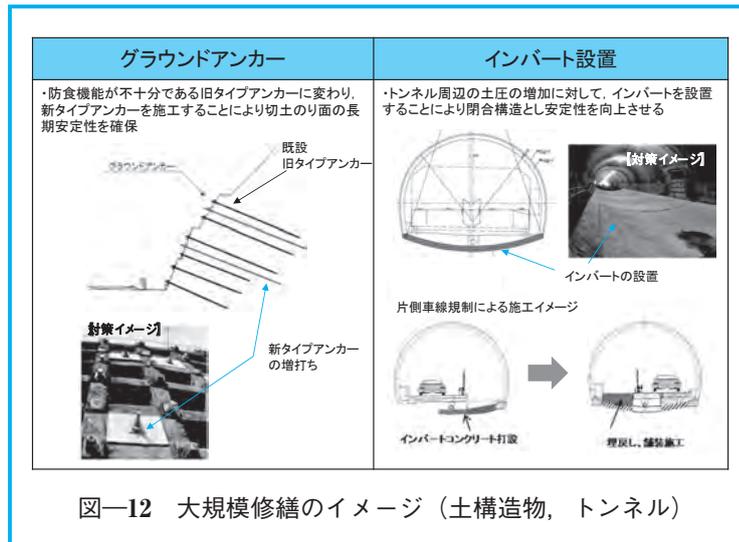
表一5 大規模更新・大規模修繕計画(概略)

区分	項目	主な対策	延長 <sup>(注)1</sup> (km)	概算事業費 <sup>(注)2</sup> (億円)	
					大規模更新
		桁	桁の架替	約10	約1,000
		小計		約240	約17,600
大規模修繕	橋梁	床版	高性能床版防水など	約360	約1,600
		桁	桁補強など	約150	約2,600
	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1,230	約4,800
	トンネル	本体・覆工	インバートなど	約130	約3,600
		小計		約1,870	約12,600
		合計		約2,110	約30,200

(注) 1. 上下線別および連絡等施設を含んだ延べ延長。  
2. 端数処理の関係で合計が合わないことがある。  
※「長期保全等検討委員会」の検討を踏まえ高速道路3会社において検討した計画(概略)



図一11 対面通行規制による鉄筋コンクリート床版の取り替え



ンクリート桁への架け替えを計画した。図-11に取り替え工事のイメージを示す。

## (2) 大規模修繕

大規模修繕は、変状の進行や新たな変状の発生を抑制するための予防保全や長期安定性を確保するための補強対策を計画した。図-12に土構造物、トンネルの対策イメージを示す。

## 4. 今後の課題（おわりに）

以上のように長期保全等検討委員会での検討、整理を踏まえ現時点での大規模更新・大規模修繕計画（概略）を公表したところであるが、今後、大規模更新・大規模修繕の事業化に向けては、さらなる調査研究や技術開発も含め、以下に示すような課題の解決に取り組む必要があることから、NEXCO 3 会社では、引き続き、国等の関係機関との連携を密にして対応を進めることとしている。

### （今後の主な課題）

・NEXCO 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、さら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分かりやすく広く社会へ説明する必要がある。また、道路構造物の経年劣化に対応することの重要性、点

検・補修のための交通規制の必要性など、定期的にお客さまや関係者へ情報を発信し、理解が得られるよう説明責任を果たすことが重要である。

- ・大規模更新および大規模修繕を実施する場合、国や地方公共団体など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などとも十分な連携を図ることが重要である。
- ・大規模更新や大規模修繕を実施する場合、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、交通量や利用状況など路線特性を勘案の上、渋滞の影響が大きい場合には、例えば、環状道路などの高速道路ネットワークの完成による渋滞の影響の軽減や、工期短縮のための工法開発など、高速道路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。

・大規模更新および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、前述の「工期短縮のための工法開発」に加え、維持管理・更新全体プロセスの効率化のためには、「点検の信頼性向上のための非破壊検査・機械化・自動化」「劣化予測技術」「ICT等を用いたモニタリング技術」「耐久性の高い補修材料、工法」など、総合的な取り組みが重要である。

・大規模更新および大規模修繕事業を確実かつ円滑に実施するためには、保全事業に関わる業務システムの強化が必要であり、具体的には、人材の確保・育成、点検に関わる研修・資格制度の整備などが重要である。

最後に本委員会でご尽力いただいた藤野陽三委員長、太田秀樹委員、宮川豊章委員、西村和夫委員に心からお礼を申し上げますとともに、多大なるご支援とご協力をいただいた国等の関係機関の皆様にもお礼を申し上げます。