

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

2023年1月30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

目 次

中間とりまとめの公表にあたって	1
1. 高速道路ネットワークが果たす役割	2
1-1 整備状況と利用状況	
1-2 物流面での役割	
1-3 自然災害への備え	
2. 老朽化の進展と過酷な使用環境	3
2-1 老朽化の進展	
2-2 過酷な使用環境	
3. 更新事業の取り組み状況と効果	4
3-1 更新事業の概要	
3-2 更新事業の目的と内容	
3-2-1 橋梁	
3-2-2 土構造物	
3-2-3 トンネル	
3-3 更新事業による効果	
3-3-1 橋梁	
3-3-2 土構造物	
3-3-3 トンネル	
4. 更新事業実施に伴う課題と対応	6
4-1 更新事業の社会的な理解醸成、交通規制に関する情報発信、迂回促進	
4-2 交通への影響に配慮した施工方法	
4-3 他機関との連携	
4-4 技術開発と新技術の採用	
4-5 コスト縮減への取り組み	
4-6 円滑な事業推進に向けた環境整備	
【参考】～E2A 中国自動車道（吹田 JCT～宝塚 IC 間）における取り組み事例～	
5. 新たな更新計画の必要性	11
5-1 点検技術の高度化	
5-2 新たな更新計画の必要性	
5-2-1 橋梁	
5-2-2 舗装	
5-2-3 土構造物	
6. 新たな更新計画の概要	14
7. 引き続き検討すべき課題と今後の取り組み	15
7-1 社会的影響に配慮した更新事業への取り組み	
7-2 更新計画の継続した検討	
7-3 災害リスクへの対応	
7-4 更新事業に必要な財源の確保	

中間とりまとめの公表にあたって

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」という。）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、2014年時点で老朽化対策が必要と判断された対象構造物に対し、大規模な更新又は修繕の必要性、対策工法とその適用に必要な技術的要件を整理し、2014年1月22日に提言書及び報告書を取りまとめた。

その後、第18回国土幹線道路部会（2015年1月15日）で「高速道路の更新計画」が審議され、2015年3月事業化に至った。事業化後は、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（以下「NEXCO3会社」という。）により、大規模更新・大規模修繕事業（以下「更新事業」という。）が始まり、事業化後約8年が経過した現在では、橋梁床版の取替等の工事が全国各地で本格的に展開されている。

更新事業の事業化当初は比較的交通量の少ない地方部において工事に着手された。最近では首都圏をはじめとする都市部の重交通量路線での工事にも着手されている。これらの重交通量路線において、工事による交通への支障が大きく発生した場合、その影響は計り知れない。

よって、事業の実施にあたっては、路線特性を踏まえ、社会的影響の最小化を図るため万全な対策を講ずるとともに、高速道路利用者や国民の理解を得ることにより初めて着手することが可能であることを、これまで約8年間の経験により強く認識した。

これらの難題に対して挑み、着手に至るまでに行った協議・調整、新技術・新工法、広報手法等といった全ての取り組みは本委員会の貴重なレガシーとして記録し、今後の事業計画等に応用していくべきである。

一方、2014年度から実施している5年に1度の近接目視による定期点検や点検技術の高度化を踏まえた調査等により、従来の知見にはなかった損傷のメカニズムなどが新たに確認された。

本委員会ではこれらの事項について、2020年1月28日の第5回委員会より検討を重ね、一定の成果として取りまとめるに至った。

全国に整備された高速道路ネットワークは、国民生活や社会経済活動を支える重要なライフラインとしての機能を持続することが求められている。

加えて大規模地震・豪雨・豪雪といった巨大災害の脅威により国民生活の危機が発生した時には、緊急輸送道路としての機能も強く求められている。

これらの要請に応えるため、高速道路ネットワークのより一層の強靱化・進化に向け、構造物の健全性を維持・強化するよう将来に渡って継続的に取り組むことが肝要である。

本委員会では、これらの議論の結果を踏まえ、ここに中間とりまとめを行い、公表するものである。

2023年1月30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

委員長

藤野 陽三

1. 高速道路ネットワークが果たす役割

1-1 整備状況と利用状況

1963年に我が国初の高速自動車国道であるE1 名神高速道路栗東～尼崎間が開通した後、1969年には東名高速道路の全線開通により東京～大阪間が高速道路で直結された。その後も着実に整備が進められ、2022年3月末時点で、北海道～沖縄までの全国で9,663kmの区間が開通し、約730万台/日の交通を担っている。

都市部や都市間を連絡する路線では物流の大動脈として社会経済活動を支え、地方部では観光・文化・産業の振興に貢献するなど、国民生活と社会経済活動を支える重要なライフラインに成長している。

更に、E1A 新東名高速道路・E1A 新名神高速道路の開通によるダブルネットワークの概成、E6 常磐自動車道等のミッシングリンクの解消、4車線化・6車線化といった高速道路の機能強化に資する整備が進められている。

例えば、E6 常磐自動車道については最後の未開通区間である常磐富岡 IC～浪江 IC (14.3km) が2015年3月1日に開通し全線開通した。これにより、いわき方面から仙台方面までの所要時間が約32分短縮し、観光の活性化や輸送の利便性向上などに貢献している。

地方部においては、依然として暫定2車線区間が約1,800km存在しており、対面通行に起因する速度の低下、重大事故の発生、災害時における脆弱性等の課題を抱えている。2019年9月に、時間信頼性確保、事故防止、ネットワークの代替性確保の観点から暫定2車線区間における課題の大きさの評価を踏まえ、4車線化の優先整備区間(約880km)が選定され、順次4車線化事業が事業化されている。

引き続き、ミッシングリンクの解消に向けた新規建設区間の整備や4車線化・6車線化事業を着実に進め、高速道路ネットワークの強化を図っていく必要がある。

1-2 物流面での役割

高速道路は、国内陸上貨物輸送量(トンキロ)における分担率の73%を占めており、まさに国内輸送の大動脈を担っている。2020年以降の新型コロナウイルス感染症の感染拡大に伴う行動制限下においても、宅配需要の高まりの影響もあり、高速道路を利用する大型車交通量は大きな減少を示さず、高速道路が物流ネットワークの基盤として重要な役割を担っていることを改めて認識することになった。

また、各地でインターチェンジ近郊における大型物流施設の整備が進み、貨物輸送における高速道路の役割は更に大きくなっている。

1-3 自然災害への備え

平成28(2016)年熊本地震、平成30(2018)年7月豪雨(別称:西日本豪雨)、令和2年(2020)年7月豪雨(別称:熊本豪雨)、令和4(2022)年3月福島県沖地震に代表されるように、昨今の激甚化・頻発化する自然災害時における緊急輸送道路としての役割・責任は更に大きくなっている。

平成30年7月豪雨では、中国地方の広い範囲において、前線の停滞による降雨が続き、広範囲で通行止めが生じた。特に広島県内のE2 山陽自動車道においては、切土の

り面の崩落や高速道路区域外からの土石流の流入による被災が広域で発生し、通行止め解除までに概ね8日を要したが、被災後早期に平行するE2A中国自動車道等の復旧作業を完了させ、九州と近畿圏との物流網を確保した。また、広島県内への緊急物資等輸送を支援するため、復旧作業と並行して緊急物資輸送車両の通行措置を行うなど緊急輸送道路としての役割を果たした。

NEXCO3会社では、豪雨による事前通行規制において高速道路が最大限機能を発揮するよう、従来の経験降雨に基づく確率統計的な通行止め基準から、土壌中の水分量データに基づく土壌雨量指数等を考慮した基準への見直しについて試行導入の検討を行っており、災害発生を的確に捕捉するとともに、通行止め開始及び解除のタイミングの適正化を図り、通行止め時間最小化の実現を目指している。

なお、頻発する高速道路区域外からの土石流等の災害については、発生した場合の影響が大きいことから、近年高度化されたレーザープロファイラ調査による地形データにより危険箇所抽出を進めており、有効な対策の実施に繋げる必要がある。

また、平成28(2016)年熊本地震では、支承の逸脱や路面の段差など速やかに機能回復できないレベルの損傷が発生し、緊急輸送道路として活用できるようになるまで時間を要した。そのため、耐震性能2(大規模な地震時でも軽微な損傷に留まり、速やかな機能回復が可能となる性能)を確保するため、橋桁を支える支承の補強等、大規模地震に備えた更なる耐震補強事業を推進し、高速道路の強靱化に向けた取り組みを加速させていくことが重要である。

2. 老朽化の進展と過酷な使用環境

2-1 老朽化の進展

NEXCO3会社が管理する高速道路は2022年3月時点で、約3割が供用後40年以上経過しており、10年後(2032年3月時点)はその延長が約6割となり、経過年数が長くなる区間の割合が増加していく。また、10万台/日を超える重交通量路線のうち、既にE1東名高速道路やE1名神高速道路などは供用後50年以上が経過しており、10年後にはE17関越自動車道やE3九州自動車道など他の路線も供用後50年以上に到達する。

2-2 過酷な使用環境

重量制限を超過する大型車両は橋梁をはじめとする道路構造物に大きなダメージを与えることから、国や高速道路会社が指導等を行っているところである。現在でも違反車両は多く存在し、悪質な違反者に対する刑事告発や自動軸重計による違反車両の特定、特殊車両申請のオンライン化等の対策を更に進め、引き続き指導・取締りを強化していくべきである。

また、降雪等の多様な気象状況のなか、冬期の路面確保のため、塩化ナトリウム等の凍結防止剤が使用されているが、凍結防止剤は構造物の変状の進行を早める要因の一つとして、深刻な影響を及ぼすことが知られており、維持管理上の問題となっている。冬期走行時の安全性を確保するために使用する凍結防止剤の使用量は、1993年頃にスパイクタイヤが使用されなくなって以降、徐々に増加してきている。近年では、2020年度にE17関越自動車道やE8北陸自動車道などで大規模な車両滞留が発生するなど社会的な問題も発生したことを踏まえ、予防的通行止めを実施するとともに、集中除雪を行う

など雪氷体制の強化を行っており、凍結防止剤使用量も更に増加傾向が続いている。

更に、短時間異常降雨の出現によって災害リスクが高まっている。異常気象などの外的環境が変化するなか、激甚化・頻発化する自然災害時などの過酷な使用環境においても緊急輸送道路として機能を発揮する役割・責任は大きくなっている。

3. 更新事業の取り組み状況と効果

3-1 更新事業の概要

2015年3月の更新事業の事業化後、約8年が経過し、橋梁床版の取替など全国各地で更新事業が全面的に展開されており、2022年12月時点での対象数量は表-1のとおりであり、うち約4割に着手している。

表-1 更新事業の延長（2022年12月時点）

区 分		工事概要		対策延長*
大規模更新	橋梁	床版	床版取替	224 km
		桁	桁の架替	9 km
	小計			233 km
大規模修繕	橋梁	床版	高性能床版防水 など	455 km
		桁	桁補強 など	160 km
	土構造物	盛土・切土	グラウンドアンカー 水抜きポーリング など	1,231 km
	トンネル	本体・覆工	インバート など	141 km
	小 計			1,987 km
合 計				2,220 km

※「対策延長」上下線別（橋梁、トンネルの暫定2車線を除く）及び連絡等施設を含んだ延べ延長

事業化当初は、比較的交通量が少ない地方部から着手し始めたが、現在では工事の影響が少なくなるような対策を行ったうえで、首都圏のE16 横浜横須賀道路や、E1 東名高速道路・E1 名神高速道路・E19・E20 中央自動車道・E2A 中国自動車道等の1日当たり約10万台が利用する重交通量路線にも展開している。

3-2 更新事業の目的と内容

更新事業は、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期にわたって健全に保つために行うものである。

3-2-1 橋梁

コンクリート構造物の主な劣化の要因としては、塩害、アルカリシリカ反応、疲労及び中性化などがあり、構造物の部材や部位ごとに変状の状況を分析すると、鉄筋コンク

リート床版や鉄筋コンクリート桁では、凍結防止剤（塩化ナトリウム）、大型車交通、内在塩分や飛来塩分などの影響により健全性が著しく低下することが判明した。そのため健全性が著しく低下したものについては床版の取替や桁の架替を行っている。

<代表的な対策>

- ・橋梁上部構造の（床版、桁）の架替
- ・橋梁の高性能床版防水や表面被覆などの予防保全対策

3-2-2 土構造物

過去の被災履歴から盛土、切土及び自然斜面に着目のうえ変状リスクを分析した。盛土は、盛土材料、盛土の高さ及び盛土内の浸透水の存在を勘案し、盛土内の水分を排除する必要があるため、その対策を行っている。

切土では、これまで部分的には発生していたものの、大きな問題として取り上げていなかった切土のり面のグラウンドアンカーの破断事象が顕在化していた。特に防食機能の低い旧タイプアンカーの健全性が低下していたため、防食機能を有した新タイプアンカーによる再施工などを行っている。

<代表的な対策>

- ・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

3-2-3 トンネル

路面隆起が発生しているトンネルは、地質が泥岩や凝灰岩など長期的に強度低下及び膨張性を有する岩種でインバートが未設置であるものが大部分を占めていたため、インバートを設置する対策を行っている。

覆工コンクリートの健全性は風化しやすい岩種で顕著に低下しており、特に矢板工法で施工されたトンネルではその傾向が強いことから、このようなトンネルは覆工コンクリートの内面補強等を行っている。

<代表的な対策>

- ・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

3-3 更新事業による効果

3-3-1 橋梁

古い基準で建設され、凍結防止剤や交通の繰り返し荷重等の要因により変状が発生している鉄筋コンクリート床版を、最新の技術基準に基づくプレストレストコンクリート床版に更新を行っている。更新する床版には、密実なプレストレストコンクリートを使用、また、弱点となりやすい床版同士の接合部には防錆処理された鉄筋を使用することにより塩害に対する抵抗性を高めることで、耐久性が大幅に向上した。

床版の更新に併せて、壁高欄を更新するとともに、床版上面には高性能床版防水を施工している。防護柵としての剛性の向上及び高い防水性能による橋面からの水の浸入防止により、長期にわたる床版の健全性の保持が期待できる。

これらの対策により、最新の技術基準に準拠した性能を具備することとなり、適切な維持管理が行われることを前提に、長期の耐久性を有する構造物へと生まれ変わることとなった。

床版の大規模修繕は、各種の劣化要因による変状が顕在化する前に高性能床版防水を施工することで、橋面からの水の浸入を防いで劣化の進行を抑制することが可能となった。補修をしても繰り返し発生していた橋面のポットホール（舗装のくぼみ・へこみ）の発生頻度が減少し、走行性及び安全性が向上した。

3-3-2 土構造物

NEXCO3 会社が管理する高速道路の延長のうち、約7割は土構造物である。近年増加する短時間強雨に備え、水抜きボーリングによる盛土内浸透水の排除、最新の技術基準に基づくグラウンドアンカーの再施工による切土のり面の補強等の対策は極めて重要である。

これらの対策を実施することで、豪雨による急激な地下水位の上昇を抑制することができ、切土や盛土のり面の安定性が向上する。

3-3-3 トンネル

トンネル周辺の土圧の増加により生じる路面隆起への対策として、インバートを設置して閉合構造とすることで構造的な安定性が向上し、走行安全性及び建築限界の確保が可能となる。

また、地山中の湧水や地下水等により地山が脆弱化して緩むことで生じる覆工への過度な土圧への対策として、覆工コンクリートの内面補強等を施工することでトンネル覆工の安定性が向上するとともに、はく落等による第三者被害のリスクへの対策としても機能している。

4. 更新事業実施に伴う課題と対応

更新事業の実施に伴う大規模な交通規制が、全国各地の高速道路で実施されている。

橋梁床版の取替工事等は、供用中の道路を抜本的に更新することから、休日も含めた長期間の交通規制が必要となる。また、通常の補修工事のように車線規制や夜間通行止めといった規制方法ではなく、基本的には上下線の片側に車線を切り替えての対面通行規制となるが、長期間このような状況が続くことから、工事期間中のサービスレベルが大きく低下する。

社会的影響度の大小は、工事規制による渋滞の発生頻度とその期間で大きさが決まるものであり、社会的影響度を最小化するためには、渋滞発生抑制のための交通規制計画や迂回の促進、工事規制期間の短縮を図る必要がある。

よって、更新事業の実施にあたっては、社会的影響の最小化を図る施策として、工事計画時にハード対策及びソフト対策を併せて検討している。

また、事業を円滑かつ着実に進めるためには他機関との連携や、新技術の積極的な採用と技術開発による生産性の向上、コスト縮減への取り組み、各種技術基準やマニュアル類の整備、人材育成、技術者等の担い手不足への対応等も必要である。

4-1 更新事業の社会的な理解醸成、交通規制に関する情報発信、迂回促進

NEXCO3 会社は、更新事業の着実かつ継続的な取り組みの必要性について、首都高速道路株式会社・阪神高速道路株式会社・本州四国連絡高速道路株式会社を加えた高速道路6会社で「高速道路リニューアルプロジェクト」と称し、共通のロゴマークを作成のうえ、テレビコマーシャル等の各種広告媒体を活用して広報活動を展開している。その結果、更新事業の認知度が向上してきている。

更新事業が本格的に進捗していく中で、更新事業の必要性や構造物の変状の状態、工事の困難さ等を広く社会に理解して頂くために、マスコミを対象とした更新事業の現場公開や、地元住民及び学生を対象とした見学会等を工事の進捗に合わせて積極的に開催している。また、各年度の大規模な交通規制計画については、NEXCO3 会社統一でリリースを実施し、高速道路利用者へ早期に情報発信を行うとともに、各社のホームページにおいて、更新事業に関する特設サイトを設けて、工事内容や実施時期、交通規制概要、渋滞予測等きめ細やかな広報を展開している。

また、交通規制による渋滞等の社会的影響を極力低減するため、所要時間比較情報をスマートフォンアプリ用の WEB ページや LED 情報板で提供している。更に、渋滞予測を踏まえた迂回路の案内や工事に伴い迂回路を利用した場合に、通行料金が割高とならないような料金調整を行うなどの対応を行っている。

4-2 交通への影響に配慮した施工方法

更新事業は、渋滞発生に伴う社会的影響が大きいことから、社会的影響の最小化に向け交通に与える影響を予測し、施工方法を検討したうえで実施している。

例えば、路肩や中央分離帯を活用した車線数の確保や4車線化事業と連携した別線の確保、迂回路の確保が可能な場合は終日車線規制や終日通行止めによる工程短縮等、現地条件に応じて、交通への影響に配慮した施工方法や交通規制を計画的に実施している。また、高速道路利用者の負担を少しでも軽減するため、防護柵切替車両（ロードジッパー）を活用し可能な限り弾力的に交通規制を解除することに努めている。

<交通への影響に配慮した施工の事例>

- ・既存の道路用地内で車線数を確保して渋滞を回避…………… E1 東名高速道路 用宗高架橋
- ・時間帯に応じて車線数を増減させて渋滞を削減…………… E5 道央自動車道 島松川橋
- ・代替路の設置により大幅に通行止め日数を削減…………… E20 中央自動車道 調布 IC ランプ橋
- ・ダブルネットワークを活用した迂回促進（昼夜連続車線規制）…………… E1 東名高速道路 裾野 IC～富士 IC
- ・ダブルネットワークを活用した迂回促進（終日通行止め等）…………… E2A 中国自動車道 吹田 JCT～宝塚 IC
- ・環状道路を活用した迂回促進（昼夜連続車線規制）…………… E23 東名阪自動車道 弥富高架橋
- ・4車線化工事の先行実施（暫定2車線区間トンネル工事）…………… E49 磐越自動車道 会津坂下 IC～津川 IC

4-3 他機関との連携

他の道路管理者と接続する付近では、相互の更新事業について綿密な調整が必要である。また、各地域で実施される社会的なイベントへの配慮も必要である。そのため、更新事業の実施時期及び期間については、関係する道路管理者や警察、自治体も含めた連絡・調整を実施している。

4-4 技術開発と新技術の採用

建設業の働き方改革や労働力・担い手の減少といった建設業を取り巻く環境に対応しながら、更新事業を着実に実施するためには生産性を向上する必要がある。そのため、既存技術の有効活用に加え、新たな技術の開発と新技術の積極的な採用が重要である。これまで NEXCO 3 会社は、(株)高速道路総合技術研究所（以下「研究所」という。）や大学、民間企業などと連携して、各種技術開発や新技術を現場に適用するために必要な要求性能や性能照査方法の基準化等に取り組んでいる。今後も必要な技術が必要な時期に活用できるよう、新技術の積極的な採用や、計画的な技術開発に取り組んでいく必要がある。

＜技術開発の事例＞

- ・性能を確保した上で、施工期間の短縮も可能な技術である新型グースアスファルトの開発
- ・点検の信頼性向上や効率化を目的とした非破壊検査・機械化等の活用や技術開発
- ・超高耐久や、防水性能を有するプレキャスト床版の開発
- ・プレキャスト壁高欄を採用するための要求性能と性能照査方法の基準化

4-5 コスト縮減への取り組み

国民の理解を得つつ、更新事業を継続して実施していくためには、コスト縮減への取り組みが重要である。これまで、NEXCO 3 会社では、施工計画の見直しや新技術・新工法の採用による施工期間の短縮など、コスト縮減に取り組んできた。引き続き、様々な観点から検討を行う必要がある。

＜コスト縮減の取り組み事例＞

- ・トンネルインバート設置工事において、半断面掘削から全断面掘削に施工計画を変更し、施工期間を短縮し費用を縮減
- ・防護柵切替車両（ロードジッパーシステム）を活用し、工事規制の設置撤去に係る期間の短縮・渋滞対策に要する費用を縮減
- ・施工ヤードが狭小な現場において、材料搬入から床版の据え付けまで一連作業で施工可能な床版取替システムを導入し、施工期間の短縮・規制費用等を縮減

4-6 円滑な事業推進に向けた環境整備

更新事業は、供用中の路線において、一般交通へ配慮しながら橋梁の架替などを行う技術的難易度が高い事業であることから、設計や施工を全国的に展開するにあたっては、技術基準やマニュアルなどの整備が必要である。そのため、NEXCO 3 会社及び研究所は、更新事業の実施に必要な各種技術基準やマニュアル類を定めてきた。引き続き技術開発と合わせて、現場のニーズを確認しながら進めていく必要がある。

また、人材育成という観点では、「笹子トンネル天井板崩落事故」を踏まえて、点検の信頼性向上を目的とした高速道路診断資格制度の設立や、更新事業に関する社内研修を実施しており、これらの取組みを継続していく。

一方、技術者等の担い手不足や週休 2 日制の導入等の働き方改革によって、建設業界を取り巻く環境は大きく変わってきている。発注者として、受注者など業界団体との意見交換や中期的な事業見通し等の情報発信を実施するとともに、新たな契約制度を導入するなど、事業を計画的に進められるように、引き続き入札・契約手法等の改善を図っ

ていくことにも配慮していかなければならない。

【参考】～E2A 中国自動車道（吹田 JCT～宝塚 IC 間）における取り組み事例～

当該区間は、日本万国博覧会（大阪万博）が開催された 1970 年に開通して以来、関西の交通の大動脈としての役割を果たしてきた。しかし、長年の過酷な使用環境により徐々に劣化が進行し、これまでの部分的な補修や補強では、構造物本体の長期的な安全性や耐久性の確保が困難になっていたことから、抜本的な更新が必要と判断され、2021 年 5 月から本格的に E2A 中国自動車道（吹田 JCT～宝塚 IC 間）の更新事業を開始した。

都市圏の住宅地という環境下での工事となることから、並行する E1A 新名神高速道路を迂回路として活用して、これまでは難しかった終日通行止めや終日車線規制を導入して、規制期間の短縮や施工の効率化を図りながら事業を進めている。

当該区間は、2025 年 4 月から開催される大阪・関西万博までに完了することを目標に事業を進めている。くしくも 50 年以上前のお阪万博の開催に向けて建設した路線を、現代の最新の技術で更新し 2025 大阪・関西万博を迎えることとなった。

なお、橋梁の架替については、吹田 JCT～中国池田 IC 間は 2023 年 3 月に完了予定、中国池田 IC～宝塚 IC 間は 2025 年 3 月に完了予定である。

(1) 吹田 JCT～中国池田 IC 間

吹田 JCT～中国池田 IC 間（約 10.7km）においては、6 橋（延べ延長 4.8km）を更新する。

従来の車線規制による工事では、完了まで概ね 5 年という非常に長い期間の交通規制が必要となることから、集中的に工事を実施することが可能な終日通行止め方式を NEXCO 3 会社で初めて導入した。期間の設定は正月・ゴールデンウィーク・お盆の繁忙期を避けた約 1.5 か月の終日通行止めを 6 回、計 9 か月間実施することにより、工事期間を約 2 年に短縮した。

<工程短縮を可能とした主な工法>

1000 t 吊クレーンベント工法

- ・ E2A 中国自動車道では、大阪府道 2 号中央環状線（約 10 万台/日）や、大阪モノレール、マンションが近接する環境下での工事となる。
- ・ 宮の前高架橋では、交差する幹線道路の通行止めの期間を最小化するため、日本に十数台しかない 1000t 吊クレーンによる一括架設を採用し、2 径間分を 2 夜間で架設することで工程の短縮を実現した。

ジャッキアップ工法

- ・ 終日通行止めの開始前から、更新する橋梁の高架下で新しい床版・鋼桁を組み立て、あらかじめ大型のジャッキで既設桁の直下まで持ち上げておき、終日通行止めの開始とともにトラッククレーンで既設の床版・桁を撤去した後、速やかに新しい床版・桁を所定の高さまでジャッキアップすることで工程の短縮を実現した。

<安全・安心を実現する新技術>

高耐久性鋼床版の採用

- ・床版取替については、プレストレストコンクリート床版での取替が一般的である。しかし、交差道路等の制約条件がある箇所では交差道路の通行止めが発生することから、工程短縮が可能な鋼床版桁を採用した。
- ・今回採用した鋼床版は疲労耐久性の向上を目的に、縦リブと横リブとの交差部を全面溶接することにより疲労亀裂の発生を抑制できる構造とした。

(2) 中国池田 IC～宝塚 IC 間

中国池田 IC～宝塚 IC 間 (約 5.9km) においては、5 橋 (延べ 3.6km) の橋梁を更新する。

この区間は上下線合わせて 6 車線だが 1 日約 7 万台の交通量を有していることや阪神高速道路池田線と接続していることから通行止めとした場合、周辺道路への影響が大きいため、工事中も 4 車線の通行帯を確保する形での終日車線規制方式とした。

橋梁の架替は上下 6 車線のうち 2 車線ずつ分割して行い、計 3 回の通行車線の切り替えを行いながら 6 車線分の架替工事を実施している。

<施工条件の制約への対応>

門型クレーンの導入

- ・伊丹空港の離発着区域に近い箇所ではクレーンの高さに制限が設けられていることから特別に製作した門型クレーンを用いて橋の架替を行っている。

防護柵切替車両 (ロードジッパー) の導入

- ・工事期間が長期に及ぶため、交通量が特に多くなる交通混雑期 (年末年始、GW、お盆) には、一旦、交通規制を解除して通行帯を 4 車線から 6 車線に戻すこととした。その際、規制に使用している仮設防護柵を瞬時に移動させることが可能な防護柵切替車両 (ロードジッパー) を導入することにより、交通規制形態の変更に必要な期間の大幅な短縮を実現した。

5. 新たな更新計画の必要性

5-1 点検技術の高度化

NEXCO 3 会社は、省令に基づく 5 年に 1 度の定期点検に加え、NEXCO 3 会社において制定している点検要領に基づく点検を実施している。点検結果に基づき、適切な点検・措置（修繕、更新等）・記録といった維持管理サイクルを継続しており、変状の事例を収集し、分析することで劣化に対する知見の蓄積を進めている。

また、近年では点検技術の高度化により、従来の人による目視や打音での点検から、ドローンやロボット、高解像度カメラ等を活用した点検も実施されている。加えて、電磁波レーダーや超音波探査といった非破壊調査技術が進展したことで、構造物の内部の劣化状況も把握できるようになった。（表－2）

表－2 構造物内部の劣化状況を把握するための調査技術

対象構造物	概要
橋梁 (床版)	電磁波レーダー探査 → 目視では確認不可能な舗装下の床版上面の劣化（土砂化・浮き等）の有無、床版内部のひび割れの有無、鉄筋かぶり等の状況を確認
	部分開削調査、小径削孔調査 → 舗装補修（橋面舗装の切削作業）の影響による床版上面の劣化の有無、床版厚の減少や水平ひび割れの有無を確認
橋梁 (P C 鋼材)	広帯域超音波法による調査 → 目視では確認不可能な P C 鋼材のグラウトの充填状況を確認
舗装	FWD 調査 (Falling Weight Deflectometer) → 衝撃荷重により路面のたわみ形状（たわみ曲線）を計測することで、舗装の層ごとの劣化の有無を確認
	開削調査 → 変状箇所において舗装を切り出し目視で確認することで、路盤部の詳細な劣化（ひび割れや変形）の有無を確認

5-2 新たな更新計画の必要性

定期点検による変状状況の確認や表－2 に示す詳細な調査の結果、新たな劣化事象や著しい劣化の進行が確認されてきた。これらの劣化事象について、劣化要因や劣化メカニズムを分析した結果、更新事業への追加が必要な箇所が確認された。

なお、これまで本委員会では検討の対象としていなかった舗装について、深層部の劣化メカニズムが解明され、通常修繕の範囲の対策では、構造物全体としての健全性を保つことが困難であることが判明したことから、新たに検討対象として追加している。

5-2-1 橋梁

プレストレストコンクリート橋（以下「P C 橋」という。）においては、以前より、P C 鋼棒の破断による突出事象等が発生するなど、P C グラウトの充填不足を原因とした P C 鋼材の変状（腐食・破断）が懸念されていた。

P C グラウトの充填不足の発生メカニズムは、P C グラウトの材料、施工方法及び施工機械などに関する技術水準が未熟であったことに起因するブリーディング（注入した

PCグラウト材料から水分が分離し、表面に浮き上がる現象)の発生やPCグラウトの先流れの発生などであるとされている。また、PC鋼材の変状は、凍結防止剤や飛来塩分などの影響を受けることで発生し、変状が発生するとPC橋の耐久性能や耐荷性能の低下につながる。

コンクリート内部にあるPC鋼材自体の変状の影響は、桁表面には表れにくく、これまでの目視点検を主体とする方法では、その変状を十分に把握することは困難であったが、近年の非破壊調査技術の進展により、PCグラウトの充填不足箇所の検出が可能となった。本調査の結果、PCグラウト材料などの技術基準が整備された1999年より前に建設された橋梁においては、PCグラウトの充填不足の発生が一定の割合で確認された。また、充填不足が発生している箇所では、PCグラウトによる防食効果が低下するため、環境条件によっては、PC鋼材の著しい腐食やPC鋼材が破断している事象も確認された。

なお、1999年の技術基準の整備では、PCグラウトの水分の分離が発生しづらいノンブリーディングタイプの材料の標準化や先流れを防止するための施工管理方法の標準化がなされており、1999年以降に建設された橋梁においては、PCグラウトの充填不足の発生は現時点では確認されていない。

PC橋は、PC鋼材の破断本数に応じて耐荷性能が低下するため、PCグラウトが適切にシーズ内に充填されていることが重要であり、充填不足が確認された場合は、PCグラウト再注入が必要となる。

特にPC鋼材の端部が、床版上面部に定着(上縁定着)されているPC橋では、路面からの凍結防止剤を含む雨水等の影響を受けやすく、PC鋼材の腐食が深刻化する前にグラウト再注入を実施することが重要である。既にPC鋼材の変状(腐食・破断)が著しい場合には、桁の架替えなどの対策を講ずる必要がある。

コンクリート構造物の劣化要因には、塩害、アルカリシリカ反応、大型車交通による疲労、中性化などがある。よって、鉄筋コンクリート床版における変状分析については、内在塩分や飛来塩分、凍結防止剤(塩化ナトリウム)、大型車交通による疲労を劣化要因として整理し分析を実施した。

分析結果より、内在塩分と飛来塩分の組み合わせ、凍結防止剤散布量、累計10t換算軸数、内在塩分、アルカリシリカ反応の影響を更新事業の必要要件として設定し、対象橋梁を選定、更新工事を進めてきた。

しかし、必要要件に関わらず、床版下面の剥離や鉄筋露出など、著しい変状が発生している鉄筋コンクリート床版が確認されている。

これらの橋梁を電磁波レーダー探査によりコンクリート床版表面の状況を調査したところ、劣化が進行しコンクリートが土砂化している状況であった。加えて小径削孔調査を実施したところ、床版厚の減少、床版内部の水平クラック、床版上面での高い塩化物イオン濃度が確認された。

同様の事例を収集、分析をしたところ劣化が進行している床版は、現行基準の1993年(平成5年)道路橋示方書(床版厚25cm)の適用より前に設計された床版厚の薄い橋梁であることが確認された(1972年(昭和47年)基準では床版厚22cm、1956年(昭和31年)基準では床版厚19cm)。

併せて補修履歴を調べたところ、過去に行った舗装補修により床版を切削しているこ

とが判明した。橋面の舗装補修において、2011年以前は床版を損傷させない施工方法が規定されていなかったことから、小径削孔調査により確認された床版厚の減少やひび割れは舗装補修が原因として考えられる。

また、床版上面で高い塩化物イオン濃度が確認されており、これは凍結防止剤が床版内部まで浸入していることを示している。凍結防止剤等の影響による鉄筋腐食の促進、交通の繰り返し荷重や水の影響による劣化など、塩害と疲労の複合劣化により、劣化が加速しているものと思われる。

これらの劣化が更に進行した場合、路面の陥没や床版下面の剥離・剥落などの第三者被害を引き起こすおそれがある。そのため、劣化が著しい床版については、耐久性の高いプレストレストコンクリート床版等へ取替えるなどの対策を行う必要がある。

5-2-2 舗装

従来は表層・基層に発生した変状に対して補修を繰り返し実施することで舗装の健全性が維持できると想定されてきた。しかしながら、近年、路面に土砂が吹き出す現象やひび割れの発生など、舗装の路盤部まで損傷が発生する事例がみられている。そのような場合、路盤部を局部的に同等性能の材料で補修しても、短期間で新たな変状が発生し、補修頻度が著しく高くなるといった問題が生じていた。そこで、非破壊調査（FWD 調査：Falling Weight Deflectometer）や開削調査を行い、その結果をとりまとめたところ、上層路盤の下面に、繰り返しの交通荷重による疲労ひび割れが発生していることが判明した。

この路盤部の変状は、繰り返しの交通荷重・アスファルト混合物層の厚さ・水の浸入の影響や、これに伴う路床及び路盤の脆弱化などの複合した要因により進行しており、上層路盤下面からの疲労ひび割れの発生に伴い、下層路盤の湿潤化により永久変形が発生し、変状が進行するというメカニズムが判明した。

これまで構築してきた舗装が構造的な強度低下が発生している状況であることから、舗装厚が比較的薄いなど、路床及び路盤の脆弱化が進行しやすい箇所、前述の変状が確認されている箇所については、高耐久化が必要であり、路盤の補修の材料に高弾性アスファルト混合物（HiMA：High Modulus Asphalt[※]）を用いるなど、従来よりも路盤部の高耐久化を図る対策が必要である。

※HiMA：20年ほど前から欧州をはじめ多くの国で使用実績があり、変状事例が少ないアスファルト混合物を参考に、日本の実情に合わせて改良した混合物。従来のものに比べ、疲労抵抗性、耐水性に優れ、強度が高い。

なお、現状のFWD調査は道路上で停車して測定を行うため、工事規制内で調査を行う必要があり、調査に時間を要することが課題である。舗装の健全性をより網羅的に把握していくためには、舗装表面のたわみ量を移動しながら測定できる測定車両の開発が重要である。

5-2-3 土構造物

断層や地すべりを起こしやすい地質が分布している切土のり面において、のり面の安定のため、グラウンドアンカー等の地すべり対策を繰り返し実施しても、のり面全体の変状が収まらない状況が確認された。

当該地区ではスレーキング性が高く、吸水膨張する特性を有する泥岩等の地質が分布しており、断層背面などの割れ目からの水の供給により経時的にすべり面強度が低下し、今後も地すべりが長期的に進行することが想定される。

このように地すべり対策をしても変状が収まらず、グラウンドアンカー等による標準的な工法では地すべりを抑止することができない場合は、抜本的な対策として高速道路本線上にカルバートを設置し、その上に押え盛土を構築することで、のり面全体に対して面的に変形を抑制する対策が必要である。

また、火山堆積物地質で形成される地盤上に火山堆積物が含まれる盛土を構築した箇所、路面陥没や路面下空洞・路面沈下が繰り返し発生する事例が確認された。これらに対応するため、点検や電磁波レーダーなどによる調査頻度を高めており、路面下空洞等に起因すると推察される結果が確認され次第、路面を開削して空洞等への充填を行うなどの補修を繰り返してきた。

これらの変状は、盛土内に降雨等が浸透することにより、盛土材が細粒化して移動し、原地盤の粗な部分に流出することが原因であると想定される。現在、実用化されている点検・調査手法では、空洞発生前の予兆を発見することは困難であり、事象が発生するたびに緊急通行止めを実施するなどして、補修を行っているところである。そのため、抜本的な対策として、盛土材を現在の多孔質な火山堆積物ではないものに置換えるとともに、原地盤にも細粒分流出防止対策を実施する必要がある。

6. 新たな更新計画の概要

NEXCO 3 会社が管理する高速道路 9,663km（2022 年 3 月末時点）のうち約 3,230km（約 3 割）が開通後 40 年以上経過しており、約 1,360km（上下線別の延べ延長：2,220km）で更新事業を実施中である。

今回、定期点検及び変状箇所における点検技術の高度化を踏まえた詳細調査の結果、著しい変状が確認され、新たに更新が必要であると本委員会において判断される箇所について、NEXCO 3 会社が事業規模をとりまとめたところ、約 500 km（上下線別の延べ延長：960km）、対策として約 1 兆円の更新事業が必要と判明した。（表－3）

表－3 新たな更新計画の事業規模

区分	主な対策	延長 [※]	概算事業費
橋梁	桁の架替、充填材の再注入	約 30 km 【約 50 km】	約 2,500 億円
	床版取替	約 20 km 【約 30 km】	約 4,500 億円
土工・舗装	舗装路盤部の高耐久化	約 440 km 【約 870 km】	約 2,400 億円
	切土区間のボックスカルバート化 + 押え盛土	2 箇所	約 200 億円
	盛土材の置換	約 4 km 【約 8 km】	約 400 億円
合計		約 500 km 【約 960 km】	約 10,000 億円

※【 】は上下線別の延べ延長。端数処理の関係で合計が合わない場合がある。

7. 引き続き検討すべき課題と今後の取り組み

7-1 社会的影響に配慮した更新事業への取り組み

更新事業は供用中路線での工事となることから、万全な安全対策とともに、交通規制及びそれに伴い発生する交通渋滞といった社会的影響の最小化が必須である。

特に、本格的な展開が予定されている都市部での更新事業については、2015年3月の事業化後約8年にわたる期間で得た知識と経験を総動員して挑むべきプロジェクトである。渋滞発生を抑制するための現況車線数を確保した規制計画の立案や環状道路ネットワークを活用した迂回促進策など、過去の事例を参考にしつつ、新たな発想をもって取り組む必要がある。

更新事業を円滑に進めるためには、高速道路会社のみならず関係機関や地域社会等も含めた調整を行い、社会的なコンセンサスを得る必要がある。

また、更新事業を着実に進めるために、引き続き、各種技術基準やマニュアル類の整備、人材育成に取り組むつつ技術者等の担い手不足への対応として、入札・契約手法等の改善に配慮していく必要がある。

7-2 更新計画の継続した検討

今回の新たな更新計画は、定期点検及び点検技術の高度化を踏まえた詳細調査の結果、著しい変状が確認され、新たに更新が必要となった箇所であり、同様の構造・基準の箇所等において、今後著しい変状に進行する可能性があることから、点検結果等を踏まえ、更新事業の追加を検討する必要がある。

また、今後も継続して実施していく定期点検や最新技術を用いた詳細調査により、今回の更新計画以外の新たな変状や劣化メカニズムが判明することも想定されるため、更新計画の考え方や対象構造物を見直すことも検討していく必要がある。

更に、高速道路区域外からの土石流対策や、鋼橋における鋼部材の腐食や変状に対する対策について、今後も検討を進め、本委員会で継続して議論を行う必要がある。

7-3 災害リスクへの対応

NEXCO 3 会社は日本全国を網羅する高速道路を管理しており、大規模地震や、気候変動の影響により激甚化・頻発化している水害等、直面している災害リスクは大きく、その対策として更新事業が果たす役割も大きくなっている。別途事業化されている 4 車線化事業や耐震補強事業と一体となって更新事業を進めていくことにより、高速道路の更なる進化を図るとともに、より一層の災害リスクの低減効果が期待できる。

7-4 更新事業に必要な財源の確保

新たな更新事業の実施においては、引き続き調査研究、技術開発等の投資が必要である。本委員会では、技術的知見から基本的な方策を検討し整理したものであり、今回も財源については言及していない。しかし、事業の実施にあたっては、今後、必要な財源が確保されるべきである。一方で、国民の理解を得つつ、更新事業を長期にわたり安定的に実施していくためにはコスト縮減への取り組みも重要となる。

以 上

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

委員名簿

(2023年1月30日時点)

委員長	藤野 陽三	城西大学 学長
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 学際融合教育研究推進センター インフラシステムマネジメント研究拠点ユニット 特任教授
	西村 和夫	東京都立大学 理事・学長特任補佐
	秋葉 正一	日本大学 生産工学部 教授
	八木 茂樹	東日本高速道路（株）管理事業本部長
	中井 俊雄	中日本高速道路（株）保全企画本部長
	小笹 浩司	西日本高速道路（株）保全サービス事業本部長

(敬称略・順不同)

審議の経緯

委員会（開催日）	主な審議内容
第1回委員会 （2012年11月7日）	<ul style="list-style-type: none"> ・ 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 （2013年3月5日）	<ul style="list-style-type: none"> ・ 長期保全及び更新の必要性検討の流れ ・ 対策の定義、検討の着目点の整理 ・ 変状分析と対策要件の策定
第3回委員会 （2013年4月10日）	<ul style="list-style-type: none"> ・ 変状分析結果 ・ 大規模更新・修繕の必要要件 ・ 中間とりまとめ（案）
中間とりまとめ公表 （2013年4月25日）	<ul style="list-style-type: none"> ・ 高速道路の現状と課題 ・ 長期保全及び更新の基本的な考え方 ・ 大規模更新・修繕の必要要件のとりまとめ
第4回委員会 （2014年1月22日）	<ul style="list-style-type: none"> ・ 大規模更新・修繕の実施時期 ・ 大規模更新・修繕の実施に当たっての課題 ・ 提言及び最終報告書（案）
提言・最終報告公表 （2014年1月22日）	<ul style="list-style-type: none"> ・ 高速道路の社会的役割、現状と課題 ・ 長期保全及び更新の基本的な考え方 ・ 大規模更新・修繕の検討、実施と課題

2015年3月25日	更新事業の事業化
------------	----------

<今回の中間とりまとめ内容>

委員会（開催日）	主な審議内容
第5回委員会 （2020年1月28日）	<ul style="list-style-type: none"> ・ 特定更新等工事の実施状況と課題の対応状況 ・ 定期点検一巡等を踏まえた対応
第6回委員会 （2022年3月3日）	<ul style="list-style-type: none"> ・ 更なる更新事業の必要性 ・ 新たな課題（劣化要因・メカニズム）の確認
第7回委員会 （2022年10月28日）	<ul style="list-style-type: none"> ・ 劣化要因・メカニズムの明確化 ・ 措置対象の体系化、対策工法の具体化 ・ 今後検討が必要な対策メニュー
第8回委員会 （2023年1月30日）	<ul style="list-style-type: none"> ・ 新たな更新計画の必要性 ・ 新たな更新計画の概要 ・ 引き続き検討すべき課題と今後の取り組み ・ 中間とりまとめ（案）