

阪神高速道路株式会社 技術審議会

長期維持管理技術委員会

中間とりまとめ報告書

2023年1月27日

中間とりまとめにあたって

阪神高速道路では、「阪神高速道路の長期維持管理及び更新に関する技術検討委員会」における「阪神高速道路の長期維持管理及び更新に関する技術検討委員会 提言 平成 25 年 4 月 17 日」を受け、「阪神高速道路株式会社 技術審議会 長期維持管理技術委員会」(以下、「本委員会」という)が設けられ、対象区間の状況を検討しつつ、大規模更新・修繕事業を計画的に実施している。

この一方、5 年に 1 度の近接目視による定期点検が 2014 年度に法令化されて以降、想定以上の劣化や損傷が発見されたことや、14 号松原線喜連瓜破付近橋梁架け替え工事をはじめとする大規模更新事業等の実施を通じて、社会的影響の軽減に関する工夫の蓄積が進んだことなど、新たな知見も多々得られた。

これらを背景として、国土交通省の「社会資本整備審議会 道路分科会 国土幹線道路部会 中間答申 令和 3 年 8 月 4 日」において、①維持管理・修繕・更新への取組、②高速道路の将来像、③高速道路のサービス水準をさらに引き上げつつ良好なインフラを持続的に利用するために必要な枠組みの構築について、それぞれ整理・提言がなされた。

この中で、高速道路構造物の更新・進化の継続的な実施に関しては、長期的な見通しを的確に立てることは困難であるため、見通しが明らかになった更新・進化の需要について、一定期間毎（例えば 10 年毎）に事業計画を策定し、計画的に事業を進めることが必要とされている。

本委員会では、阪神高速道路の現況を確認しつつ、最新の知見を踏まえた更新事業等の必要性や維持管理の高度化・効率化に関する検討を行い、阪神高速道路のネットワークを将来にわたり安全に機能させていくため必要な事業規模を見積もるとともに、短期的に実施すべき具体的な取り組みをとりまとめることとした。

新たな知見としては、トンネル P C 舗装版の損傷メカニズムを解明したこと、従来点検できていなかった鋼製高欄の内部において新たな損傷が発見されたことなど、これまで永続的な対策ができていると考えていたものにも、将来更新が必要となる可能性があると判明し、土木技術の進歩に大きく寄与したものと確信している。

さらに、ここ数年間の急速な社会変化に伴い、長期維持管理のマネジメントシステムもいすれは 4 D まで進化するなど、デジタルトランスマネージメント（D X）の分野においても、アジャイルな検討スタイルになると思われるが、今

後技術革新が進むことを期待したい。

こうしたニーズの中で、新たな課題発見や解決策の検討を、阪神高速道路株式会社がフロンティアとして進めていく役割は非常に大きいと考える。

阪神高速道路の大規模更新・修繕事業は、コストや社会的影響が大きく、社会が納得できる更新ロジックを今後とも追及する必要がある。

今回の中間とりまとめを受けて、長期にわたる工事を実施する際の交通影響を踏まえつつ、必要に応じて延命措置の併用も視野に、必要な大規模更新・修繕事業を確実に実施することで、阪神高速道路という関西都市圏における重要なインフラが、老朽化のみならず災害等にも耐えうる強靭な国土の形成に向かって、100年後も日本の経済基盤を支える一助となり続けていることを期待したい。

阪神高速道路株式会社 技術審議会 長期維持管理技術委員会
委員長 小林 潔司

目 次

1. 長期維持管理技術委員会の概要	… 1
2. 阪神高速道路の状況	… 1
2.1 阪神高速道路のネットワーク整備	
2.2 阪神高速道路の供用後の経過年数	
2.3 点検・維持管理の取り組み	
2.4 損傷発見数・補修数の推移と課題	
2.5 交通規制を伴う工事における制約・取り組み	
2.6 社会影响軽減に向けた工事実施の広報展開	
2.7 現行の大規模更新・大規模修繕事業	
3. 新たな知見を踏まえた更新事業等の必要性	… 5
3.1 新たな知見と必要な対策	
① トンネル内のPC舗装における損傷と対策	
② 鋼製高欄における損傷と対策	
③ コンクリート床版における損傷と対策	
④ 鋼床版における損傷と対策	
⑤ 鋼橋(旧基準の塗装)における損傷と対策	
⑥ 狹隘部における損傷と対策	
⑦ 合理的な補修・修繕等の実施(必要な対策のパッケージ化)	
3.2 事業規模	
4. 維持管理の高度化・効率化	… 10
4.1 生産年齢人口の減少を見据えた取り組みの必要性	
4.2 アセットマネジメントの取り組み	
4.3 さらなる維持管理の高度化・効率化に向けて	
5. 先進の道路サービスへ	… 12

1. 長期維持管理技術委員会の概要

本委員会は、前身の「阪神高速道路の長期維持管理及び更新に関する技術検討委員会」を改組し、「阪神高速道路株式会社 技術審議会」の非常設委員会の1つとして2014年に設立され、大規模更新・大規模修繕事業に関する構造物の健全性評価手法（対象構造の選定手法・考え方）、維持管理システムの高度化に関する事項等を審議することを目的に、毎年開催している。

2014年度以降の主な議題は、「阪神高速道路の長期維持管理及び更新に関する技術検討委員会 提言 平成25年4月17日」に基づく大規模更新・大規模修繕事業に関する審議であったが、その間に定期点検で新たに確認された様々な損傷等に関する技術的知見についても都度審議を行ってきた。

2. 阪神高速道路の状況

2.1 阪神高速道路のネットワーク整備

阪神高速道路は、約60年前の1964年6月に1号環状線 土佐堀～湊町 2.3km を供用させてより、道路ネットワークを段階的に拡充し、現在の供用総延長は 258.1km に達している。大阪都市再生環状道路の一部など、将来のネットワーク構想において、ミッシングリンクと呼ばれる未整備区間を残しているものの、現在、1日当たりの交通量は約70万台であり、阪神都市圏の経済と暮らしを支える社会インフラの役割を担い続けている。

さらに、近年では2019年のG20大阪サミットにおける重要な都市設備としてその円滑な運営に寄与した他、多くの訪日旅行客が見込まれる2025年の大阪・関西万博においても、他の交通ネットワークとベイエリアを結ぶアクセス道路としての役割を果たすことが期待されている。

2.2 阪神高速道路の供用後の経過年数

現在の供用総延長 258.1km のうち、橋梁の比率が約8割(202.1km)、トンネルおよび土工部が各1割(32.4km、23.6km)を占める。平成27年度道路交通センサスを基にする大型車平均交通量の比較によると、阪神高速道路の大型車の利用台数は一般道路の約6倍であり、構造物にとって過酷な環境である。

こうした中、経過年数が50年を超える橋梁は約3割で、約10年後の2033年には約5割、さらにその10年後の2043年には6割超になる。構造物の老朽化は着実に進んでいる状況にあると考えられる。

2.3 点検・維持管理の取り組み

阪神高速道路では、高速道路上、路下を対象に日常点検・定期点検を実施し、

安全・円滑な交通の確保、第三者被害の未然防止に努めてきた。なお、定期点検に関しては、2014年「道路法施行規則の一部を改正する省令」および「トンネル等の健全性の診断結果の分類に関する告示」の公布・施行を受け、2014年度以降は、5年に1度のサイクルで近接目視による定期点検を強化している。

阪神高速道路の多くの構造物は、ビルや住居が近接する高密な都市内や、海上部等の近接しにくい箇所に存在していることから、橋梁点検台車や路上点検車に代表される技術開発や最新機材の導入にも取り組んできた。

さらに、日常点検・定期点検の結果報告や維持管理システムを応用することにより、例えば舗装のポットホール等のような緊急対策の必要がある損傷が発見された場合は、速やかに補修を実施し、利用者の安心・快適な状態を保持している。

2.4 損傷発見数・補修数の推移と課題

阪神高速道路では、2014年度以降、国土交通省の定期点検要領で判定区分IV(緊急措置段階)に該当する損傷は発見時に速やかに補修を実施して第三者被害の防止に努めつつ、次回の定期点検までに対策が必要とされる判定区分III(早期措置段階)の損傷の補修計画を立案し、補修を促進してきた。すなわち、2014年度以降の各年度、前年度損傷発見数を上回る数の判定区分IIIの損傷補修を実施している。

しかしながら、近年、損傷発見数が増加傾向にあり、判定区分IIIの要補修損傷数(損傷発見数と補修数との差の累積)の減少が停滞している。今後もお客様に安全・安心・快適な道路サービスを提供するためにも、補修工事を行うと同時に点検設備を設置するなど、課題を総合的に解決し、より計画的・合理的に対応することが喫緊の課題である。

2.5 交通規制を伴う工事における制約・取り組み

阪神高速道路の補修工事の実施に際しては、交通影響の懸念から平日昼間の車線規制は理解が得にくく、休日あるいは夜間工事にならざるを得ないことから、実施できる工種・工事範囲が最低限になってしまう課題を伴う。また同時に、都市内という地理的条件から、沿線住民への配慮のため騒音低減等の対応も必要となる。

こうした制約条件の中、阪神高速道路では、1973年以降、大規模な通行止めを実施することで日常の規制工事に伴う交通影響を集約し、そのメリットを適切に広報することで、高速道路の利用者をはじめ、沿線住民や関係機関等、すべてのステークホルダーにご理解・ご協力をいただいてきた。なお、2019年の3号神戸線(湊川～京橋)リニューアル工事の例では、通行止め工事は規制工事に要

する日数の93%、渋滞による遅れ時間の70%を削減できたとされている。

このような補修工事の実施方法は、工事ヤード近傍に走行車両が無く、複数工種を同時にこなすことから、構造物の老朽化対策を着実に推進する上で有効な手法の一つと考えられる。

さらに、近年は、騒音軽減のため、IHヒーターを使用した舗装撤去工法や、乾式ワイヤーソー(水平切断機械)を用いた伸縮継手撤去工法のような低騒音撤去工法を積極活用している。今後、大規模な更新工事・補修工事の推進にあたっては、制約条件下で施工可能な工種を拡げるべく、さらなる技術開発への取り組みも重要となる。

2.6 社会影響軽減に向けた工事実施の広報展開

阪神高速道路の事業広報としては、これまで、シンポジウムの開催や新聞広告、テレビCM等により、実施工事の背景および必要性を発信してきた。また、通行止めの事前・期間中は、高速道路上に設置した仮設表示板、所要時間実績やう回路検索システム等のウェブ情報、阪神圏の主要ターミナル駅のデジタルサイネージ等により、阪神高速道路のネットワーク等を活用した広域う回を促進している。さらに、近年はソーシャルメディアやホームページの特設サイトも活用し、高速道路利用者にタイムリーな情報を提供してきている。

通行止め工事の実施は、阪神都市圏の経済と暮らしに対して大きな影響を及ぼすことは否めない。工事の社会影響・交通影響を軽減するためには、高速道路利用者をはじめ、すべてのステークホルダーに対するコミュニケーションが必須かつ重要である。

2.7 現行の大規模更新・大規模修繕事業

阪神高速道路では、2022年現在、橋梁全体の架け替えや構造物・床版を新たに造り替える大規模更新を約5kmの区間で、また主要構造の全体的な補修を行う大規模修繕を約86kmの区間で実施している。

① 14号松原線 喜連瓜破付近

14号松原線の喜連瓜破付近では、橋梁の中央が剛結されていない構造(ヒンジ)の橋梁を有しており、橋桁の変形による路面の沈下が今後さらに進行するおそれがあることから、近隣自治体および学識者からなる「阪神高速14号松原線 大規模更新工事(喜連瓜破付近橋梁架替え工事)実施検討会」(2021年4月から11月に計3回開催)の検討結果を踏まえ、2022年6月より約3年間の通行止めによる架け替え工事を実施している。2020年3月に供用した6号大和川線がう回ルートの一部として機能することで、我が国で例のない長期の通行

止め工事が可能となった。工事開始後の交通分析からも、広域ネットワーク整備に伴う社会的な影響の軽減効果が再確認されている。今後も通行止めを伴うような大規模工事を実施するにあたっては、工事期間中のう回路の確保・広報に十分な配慮が必要である。

② 3号神戸線 京橋付近

3号神戸線の京橋付近も、橋梁の中央が剛結されていない構造（ヒンジ）であり、喜連瓜破付近と同様に架け替えが予定されている。周辺は神戸市の再開発エリアであり、更新工事実施にあたっては、地域のまちづくりと連携しつつ、事業を進めなければならない。現在、工事期間中の交通影響を軽減するためのう回路の設置について関係機関と協議中である。

③ 3号神戸線 湊川付近

3号神戸線の湊川付近では、下部工敷地の制約条件から、上部構造は軽量化した構造となっており、大型車交通による繰り返しの負荷の影響を受けやすく、これまで疲労き裂が多数発生していたため、上部工の架け替えが予定されている。現在、中間橋脚の先行設置により、桁の断面力を低減させ疲労耐久性の当面の確保や耐震性の向上を図っている。今後、中間橋脚の効果に関する応力モニタリングを行いつつ、架け替え時の交通影響等を考慮し、施工方法の検討を引き続き行っていく予定である。

④ 15号堺線 湊町付近

15号堺線の湊町付近は、鋼製フーチングの腐食進行が問題となり、取替工事の必要性が検討されていたが、新技術を積極的に活用した詳細調査を行いつつ健全な範囲を見極めることにより、既存構造物を活用しながら、点検や補修等の維持管理を円滑に行うことが可能な構造に造り替えることとした。この検討により、大規模更新工事に伴う社会影響・交通影響を大幅に軽減することが可能となった。現在は、2025年の大阪・関西万博博覧会までに完了予定の3基を施工中であり、残り6基についても関係機関との協議を進めつつ構造改良を推進する予定である。

⑤ 11号池田線 大豊橋付近

11号池田線の大豊橋付近は、建設時に既設橋梁を有効利用したことによる嵩上げコンクリートの死荷重等が床版や桁への負担となって損傷が発生していたため、上部工の架け替えが予定されている。現在、更新工事の実施に向け、詳細調査を行っている。

⑥ 13号東大阪線 法円坂付近

13号東大阪線の法円坂付近は、難波宮遺跡保存のため杭基礎を設けることができず短支間の鋼床版構造で建設されたため、床版や桁に疲労き裂が生じており、上部工の架け替えが予定されている。現在、更新工事の実施に向け、詳細調査を行っている。

⑦ RC床版取替・大規模修繕（リニューアル事業）

阪神高速道路では、1973年以降に実施してきた舗装打替や伸縮継手補修等の大規模通行止め工事「フレッシュアップ工事」を、2017年に「リニューアル工事」と名称変更し、同工事の機会を活用しつつ、RC床版取替および大規模修繕工事を集約して順次実施している。

特に、RC床版取替工事に関しては、新技術の開発により工期短縮を図っているものの、依然として比較的長い通行止め期間を要することから、劣化度や交通影響等を考慮し、施工方法の検討や新技術の開発を引き続き行うことが重要となる。

3. 新たな知見を踏まえた更新事業等の必要性

3.1 新たな知見と必要な対策

本委員会では、大規模更新・大規模修繕の事業化（2015年）以降の点検結果や経験から得られた、2014年度以前は想定していなかった最新の知見を踏まえ、更新事業等の必要性に関する技術的審議を実施してきた。その結果、次に記す事項に取り組む必要があると考える。

①トンネル内のPC舗装における損傷と対策

新神戸トンネル（北行：1976年5月供用、南行：1988年3月供用）は、全長約7.8kmのトンネルで、2012年10月に神戸市道路公社から阪神高速道路に移管された。新神戸トンネルの建設当時、トンネル内の照度の低下対策として明るい白色のコンクリート舗装が必要とされた。加えて、近接する中央市民病院や民家の状況から、振動・騒音の軽減に効果的な構造として、目地が少ない長い径間のプレストレストコンクリート盤による舗装（PC舗装）が採用されている。なお、現在の基準ではPC舗装は品質管理が容易なプレテンション方式のみが規定されているが、新神戸トンネルのPC舗装は現場打ちとなるポストテンション方式で建設されている。

PC舗装は、空港のエプロン舗装等に適用される等、耐久性に優れた舗装と考

えられており、2012 年の移管直後の定期点検では路面に異常は生じていなかつたが、2016 年の日常点検において、路面に顕著なひび割れが発見された。このため、損傷発見の 2 日後に車線規制を実施し、詳細調査を実施したところ、ひび割れが顕著な箇所においては、PC 鋼材が破断していることが判明した。

これは、長年の使用により、舗装・路盤間の空洞や PC 舗装のたわみ・ひび割れ等が生じ、コンクリートの剛性低下、水等の浸透による PC 鋼材の腐食等が発生した結果、PC 鋼材が破断したものと推察された。PC 鋼材の破断が生じていた箇所はアスファルト系舗装による補修を完了しているものの、PC 舗装の損傷要因の完全除去には至っておらず、路面陥没等の重大損傷が将来発生するおそれがあると考えられる。このため、鋼纖維補強コンクリート舗装や連続鉄筋コンクリート舗装等に代表される高強度・高耐久なコンクリート系舗装等で更新することが必要である。

併せて、同トンネル内に埋設された消火配管では損傷による漏水も発見されており、覆工コンクリートの修繕や換気・照明施設等の更新を含め、トンネル全体の長期的な健全性および防災上の安全性を確保する対策が喫緊に望まれる。

② 鋼製高欄における損傷と対策

通常、高欄は車両の衝突に耐えられるようにコンクリートで建設されるものであるが、阪神高速道路では大規模交差点等の長スパンとなる箇所の一部で上部工の重量低減等を目的に鋼製高欄を採用している。なお、同じ断面積と仮定して比較すると、鋼製高欄の重量はコンクリート製高欄の約 3 割程度になる。

鋼製高欄の構造としては、水等の劣化因子の内部への侵入が無いよう密閉構造としているため、これまでの鋼製高欄の維持管理においては、目視による外面点検を実施し、著しい錆汁等がある場合は点検孔を設ける等して内部点検を行ってきた。2014 年時点においては、鋼製高欄で内部腐食が確認されたものはごく一部であったため、現行の大規模更新・大規模修繕の事業箇所で橋梁の架替等と合わせて更新するものとして考えていた。

その後、2016 年度の定期点検において、3 号神戸線阿波座 JCT 付近の鋼製高欄で外面・内面の腐食が確認された。高欄補強工事を実施していた 2019 年 3 月に照明柱が転倒し、その灯具の破片が通行車両に当たる事象が発生した。その後の現場検証において、照明柱が設置されていた鋼製高欄の上面が著しく腐食していたことが判明した。これは、鋼製高欄上が滯水環境となって長い時間を持って腐食が進行した結果、転倒事象が発生したものと考えている。なお、事象発生を受けて、阪神高速道路では照明柱の基部（アンカーボルト）の劣化診断等の技術開発に取り組み、同様の事象の再発を防止とともに維持管理の更なる高度化・効率化を推進している。

他方、同様の事象発生リスクの存在を把握するため、鋼製高欄の全数の緊急点検を実施した。その結果、鋼製高欄の多くでは、密閉構造であるため水の浸入は建設時には想定していなかったが、滯水や著しい腐食・減肉・破損等の水分に起因する損傷が実際には内部で発生していることが判明した。損傷要因としては、縁石との境界部等の隙間から水が浸入した影響が考えられた。このような経緯から、鋼製高欄では水を完全に遮断できず、一度入った水が抜けないことで劣化・損傷の発生原因となることが判明した。

安全・安心・快適を今後も提供するためには、現状の鋼製高欄は軽量で排水性・耐食性を有する新たな形式の高欄に更新する必要がある。また、今後の定期点検が効率的に行えるよう、点検孔を予め設けておくことも必須であると考えている。

③ コンクリート床版における損傷と対策

阪神高速道路では、橋梁構造物の供用延長 約 202 km のうち、コンクリート床版が約 153 km を占めている。このうち、古い基準で建設した床版約 65 km は、漏水やひび割れ等の将来の第三者被害に繋がるリスクのある損傷が生じていることから、現行の大規模更新・大規模修繕の事業の中で抜本的な対策を実施することとしている。

他方、阪神高速道路では、約 10~15 年周期で損傷が発生し安全な自動車の走行に支障を及ぼしかねない舗装の補修工事を周期的に実施してきた。

そうした中、2018 年度以降、床版の取替えや舗装・伸縮継手の補修等を目的に実施したリニューアル工事において、舗装の繰り返し切削を行ってきた影響によるかぶり厚減少に伴う床版上面の鉄筋露出等の損傷が確認された。

さらに、2019 年度以降の定期点検においては、前回点検で損傷が確認されなかつた古い基準のコンクリート床版からも下面の亀甲状のひび割れや漏水損傷も顕在化している。この損傷要因としては、床版上面のコンクリートの微細なひび割れに雨水等が浸透し、大型車の累積通行の影響でコンクリートにひび割れが進展したことが考えられる。

このような損傷に対しては、かぶり厚の確保、床版の剛性の向上のため、コンクリート系材料による上面増厚が有効と考えられる。また、下面のひび割れが進展した床版に対しては、曲げ・せん断耐力の向上やはく落防止を目的に鋼板接着による対策を検討すべきである。さらに、コンクリート内への水の浸透は劣化・損傷を発生させるリスクを著しく高めることから、防水層の端部や継ぎ目、微細なひび割れ部を含めて高性能床版防水で全面的かつ確実に防水することが重要である。

④ 鋼床版における損傷と対策

阪神高速道路では、鋼床版の橋梁が約 49 km 存在する。鋼床版は、海上部や大規模交差点等の長スパンとなる箇所において、上部工の重量低減を目的に採用されてきた。阪神高速道路では、鋼床版の橋軸方向に配置される補強部材（縦リブ）として 1970 年前半まではバルブリブを採用し、1978 年に標準化した。その後、剛性が高くて鋼重を軽減できる上、溶接量や塗装面積の削減が可能な U リブの採用を始め、1985 年に標準化した。

そうした中、2003 年頃から疲労き裂が顕在化するようになった。原因として 2012 年より前の道路橋示方書では、輪荷重を直接支える部材のデッキプレート厚が 12 mm（2012 年以降の道路橋示方書では 16 mm）と薄いこともあり、過酷な重交通も影響して疲労き裂が発生したものと考えられた。疲労き裂がデッキプレート方向に進展すると路面陥没に至るおそれがあることから、疲労き裂が発生していた約 25 km を対象に 2015 年度以降、大規模更新・大規模修繕による抜本的な対策を実施している。

他方、2019 年度以降の定期点検では、鋼床版下面の溶接部からデッキプレート方向に進展する疲労き裂の新たな発生が確認されており、デッキプレート進展き裂の累積発生件数は、法令点検が始まった 2014 年時点と比べて約 2.6 倍と大きく増加していることが判明した。さらに、点検結果の分析の結果、デッキプレート進展き裂の約 99% が U リブ構造の鋼床版で生じていることが確認された。き裂が進むとデッキプレート貫通き裂に発展し、路面陥没等の発生が懸念される。

このような鋼床版の疲労き裂対策としては、鋼纖維補強コンクリート (SFRC) 舗装等による鋼床版の剛性を向上させる抜本的な対策が必要となる。この対策により、疲労原因となる鋼床版内の応力を軽減することが可能となり、疲労き裂の進行を抑制できる。また、デッキプレートの溶接止端に生じたき裂の近傍を叩くことで鋼材表面を塑性変形し、圧縮応力を導入するとともにき裂自体も閉口する衝撃き裂閉口処理 (ICR) 工法等も有効と考えられる。

⑤ 鋼橋(旧基準の塗装)における損傷と対策

阪神高速道路では、鋼橋（鋼桁の橋梁）が約 160 km 存在する。阪神高速道路の橋梁塗装は、過去より塗膜の耐候性・耐久性が改良され、2007 年からは「鋼道路橋防食・塗装便覧 平成 17 年 12 月 日本道路協会」を踏まえた重防食塗装系が標準となっている。重防食塗装は、電気化学的な防食作用を持つ下地、腐食因子の遮断性に優れた下塗り塗料、耐候性の優れた上塗り塗料の塗り重ねによって構成される塗装であり、一般的に用いられる仕様となってきている。

阪神高速道路では、2019年度以降の橋梁の定期点検結果において、古い基準で塗装していた箇所で損傷が確認されるケースが増加している傾向にあり、近い将来、塗膜や腐食した鋼材の落下により第三者被害の発生を引き起こすことが懸念される。

このため、古い塗装の鋼橋では高耐久な塗装への更新を行い、将来の事故発生を防止するとともに構造物の長寿命化を図ることが必要である。また、損傷が顕在化した鋼材・高力ボルト等の取替えを行うことで鋼橋の長期耐久性を確保することが重要と考えられる。

⑥ 狹隘部における損傷と対策

阪神高速道路は、橋梁が約8割を占め、その中の一部で橋脚構造の合理化のため、橋桁の端部を切り欠いた構造を採用している橋梁が存在する。このような切り欠き構造は、橋桁と橋脚の間が狭隘で、通気が悪く、漏水・滯水が生じやすくなることが知られている。また、桁端部は支承が設置される場所であり、大きな荷重が掛かる影響もあって、局所的に激しい損傷が発生することがある。阪神高速道路における橋梁の定期点検結果からも、損傷補修を推進しているにも関わらず、さび・腐食、コンクリートのひび割れ等の損傷数が大きく増加している傾向が判明した。損傷が進行すると、鋼材片やコンクリートの落下により第三者被害の発生を引き起こすことが懸念される。

また、近年、外観から内部を直接目視することができない狭隘な鋼箱桁橋の切り欠き構造において、ファイバースコープによる点検手法が用いられるようになった。阪神高速道路でもファイバースコープによる点検を一部実施したところ、直接目視が難しい狭隘部で箱桁表面の発錆や支承部の損傷が確認された。

こうした箇所においては、損傷した桁部材の取替・補強等によって抜本的な対策を実施することが有効である。また、今後も定期点検をサイクリックに行う上でネックとなる点検困難な箱桁切り欠き部の構造改良等を併せて検討すべきである。

⑦ 合理的な補修・修繕の実施（必要な対策のパッケージ化）

老朽化する構造物の損傷発見数は増加傾向にあり、将来発生する損傷数を減らすためには、予防保全の推進と同時に維持管理性の向上をも図ることが一層重要となる。

阪神高速道路では、これまでも舗装打替や伸縮継手補修等について、大規模通行止め工事による集約の取り組みを行ってきたが、今後はさらに足場設置・車線規制工事などのタイミングも利用して、構造物単位でパッケージ化した対策を

大規模更新・大規模修繕事業の一環として行うことで、より合理的な補修・修繕を進めることが望まれる。

3.2 事業規模

阪神高速道路の総延長約 258km のうち、約 91km で大規模更新・大規模修繕事業を実施中である。2014 年以降の点検強化等により、新たに更新が必要な箇所が約 22km 判明し、対策として約 2,000 億円の更新事業が必要となった。

また、道路は時間の経過に合わせて劣化するため、これらを除く区間においても、今回の大規模更新・大規模修繕対象と同様の構造・基準の区間等で損傷が顕在化する可能性があることから、今後の点検結果等を踏まえ、さらなる更新事業の追加を検討すべきである。

4. 維持管理の高度化・効率化

4.1 生産年齢人口の減少を見据えた取り組みの必要性

阪神高速道路では、土木構造物の点検および診断業務の技術水準と信頼性の向上、土木構造物の保全に寄与することを目的に土木構造物の点検および診断業務に従事する技術者を対象とした資格制度を 2002 年度に創設した。以降、同資格制度を運用して、道路構造物の知識とノウハウを持った点検・診断の担い手の確保を推進してきた。

しかし、我が国の建設業技能者数、建設業就業者数はともに減少傾向であり、2020 年度時点でピーク時の約 7 割程度となっている。現在、問題は顕在化していないが、生産年齢人口が減少する社会に我が国が入っていることを踏まえると、技術力のある点検員が将来不足するおそれがあると考えられる。

膨大な数の道路構造物を適切に維持管理するためには、近接目視や人手に依存している土木構造物の点検および診断を、最新技術の活用によって定量的・効率的に把握できるように取り組むことも必要である。

4.2 アセットマネジメントの取り組み

阪神高速道路では 1980 年代より、道路構造物のアセットマネジメントに取り組んできた。その成果として、1994 年度に道路構造物の資産・点検・工事情報等を一元管理する「保全情報管理システム」を開発し、運用を開始した。運用開始以降、技術者の要望や技術の進展を踏まえ「保全情報管理システム」の改良を数度実施し、道路の保全に関わる業務の効率化に取り組んできた。

また、2002～2012 年度の「技術審議会 道路資産管理システム分科会」の審議を踏まえ、「阪神高速の橋梁マネジメントシステム(H-BMS)」を構築した。「H-BMS」

は、点検データを基に作成した劣化曲線などを用いて、橋梁の劣化のマクロな把握、ライフサイクルコストの最適化等を目的に構築した橋梁に特化したアセットマネジメントシステムである。同システムにより、舗装・伸縮装置・塗装等に関する補修・修繕の費用と構造物の管理水準の推移に関する長期・短期のシミュレーションを実施した。

その後、2014 年に定期点検が法令化されたことを受けて、点検・診断業務の確実かつ円滑な実施が求められた。このため、「保全情報管理システム」の一部を基に「点検・保守管理システム」を 2016 年度に構築、運用を開始した。同システムにより、点検で発見された損傷に ID が付与され、PC 等で検索・追跡ができるようになった。加えて、同システムと連携するモバイル用の点検アプリも導入し、現場で過去の点検記録の閲覧等が可能となった。これらのシステムや機能の導入によって、点検業務の生産性が向上した。

2019 年には、業務効率化に資する ICT 技術の導入や既存システムの連携・活用発展を基本方針として開発した情報システム群「阪神高速 COSMOS」(Communication Systems for Maintenance, Operation and Service) の運用を開始した。「阪神高速 COSMOS」では、既往の各業務支援システムの保有情報を、位置情報を基に GIS を用いた 1 つのプラットフォームで可視化、重ね合わせ表示等ができる。これにより、例えば異なるシステムで管理されていた鋼床版き裂と舗装の損傷情報を GIS 画面上での同時表示して分析・原因究明することが容易になった。

上記のように、これまで阪神高速道路では、システム開発や技術導入を推進してきた。しかし、安全・安心・快適な道路を提供し続けていくためには、現状に満足することなくさらに加速して道路構造物のアセットマネジメントに取り組んでいくことが重要である。

4.3 維持管理の高度化・効率化に向けて

生産年齢人口が減少する社会を迎え、今までと同じ点検・維持管理の手法では、劣化の進行や損傷の拡大に太刀打ちできず、変わらざるを得ないというところに来ている。また、道路構造物の高齢化の進行を踏まえると、大規模更新・大規模修繕はいつか計画的にローリングして実施する体制になってくることも考えられる。

こうした課題を踏まえると、これまで培ってきた H-BMS や阪神高速 COSMOS 等の技術を基に、近年他団体でも導入が検討されている画像・点群等の時系列差分解析技術や CIM・BIM 等の 3 次元情報を時間軸で活用（4D 化）し、将来に備えて点検・維持管理をさらに高度化・効率化する必要があると考えられる。また、そ

これらの技術の活用から判明する新たな知見を基に、社会が納得できる大規模更新・大規模修繕のロジックを今後追及していくことも重要と思われる。

5. 先進の道路サービスへ

阪神高速道路は開通から約 60 年近くが経過しているが、過酷な状況下で長期にわたり構造物が利用され続けてこられたことは、完成から現在に至るまで適切に維持管理されてきた成果と言える。しかし、構造物の経年劣化は日々スピードを増しており、必要な対策を集中的かつ計画的に実施すべき時期にあると考えられる。その上で道路管理者は、法令に従った定期点検を着実に実施することにより得られる構造物の損傷等に関する新たな知見や事象、社会のニーズや技術開発の進歩などを反映しながら、計画を適切に見直しつつ、大規模更新・大規模修繕の事業を進めていく必要がある。

また、新しい基準で設計・建設された構造物や大規模更新・修繕により健全性の抜本的な回復を図った構造物についても、概ね 100 年と言われる構造物の長いライフタイムにおいては、やがて再度の大規模更新・修繕が必要となることまで想定される。

阪神高速道路株式会社においても、サステナブルな道路ネットワークを実現するため、現時点の知見や技術にとどまることなく、将来に向けた進化・改良を常に継続し、『先進の道路サービスへ』が追い求められることを期待する。

阪神高速道路株式会社 技術審議会
長期維持管理技術委員会

委員名簿

委員長 小林 潔司 京都大学 特任教授

委 員 清野 純史 京都大学 教授

委 員 森川 英典 神戸大学 教授

委 員 杉浦 邦征 京都大学 教授

顧 問 宮川 豊章 京都大学 特任教授 ○

○ 2020 年度末まで：委員長

阪神高速道路株式会社 技術審議会
長期維持管理技術委員会

審議の経緯

2020年度 第2回（2021年3月30日（火））

- ・大規模更新事業の進捗状況
- ・大規模修繕事業の進捗状況
- ・H-BMS の検討

2021年度 第1回（2022年2月2日（水））

- ・最新の知見を踏まえた更新事業等の必要性

2021年度 第2回（2022年3月29日（火））

- ・今後のH-BMSについて

2022年度第1回（2022年12月20日（火））

- ・大規模更新・大規模修繕事業の進捗状況
- ・点検結果・分析に関する報告等

2022年度第2回（2023年1月26日（木））

- ・中間とりまとめ報告書（案）