

首都高速道路の大規模更新・修繕
及び機能強化に関する技術検討委員会

中間とりまとめ報告書

2022年12月21日

目 次

| | |
|-------------------------------------|------|
| 1. はじめに | … 1 |
| 1-1. 技術検討委員会の設立趣旨 | … 1 |
| 1-2. 中間とりまとめ報告書の公表にあたって | … 2 |
| 2. 首都高が果たす役割 | … 4 |
| 2-1. 安全で円滑な交通を確保するネットワーク | … 4 |
| (1) 交通の状況 | |
| (2) コロナ禍による交通の変化 | |
| (3) 東京 2020 オリンピック・パラリンピック競技大会のレガシー | |
| 2-2. 首都圏の国際競争力や安全・安心を支えるネットワーク | … 5 |
| (1) 経済活動を支える首都高ネットワーク | |
| (2) 大規模災害時の緊急輸送道路ネットワーク | |
| 3. 首都高が直面する課題への挑戦 | … 6 |
| 4. 大規模更新・修繕事業の取り組み状況と効果 | … 7 |
| 4-1. 大規模更新・修繕事業の着手の経緯 | … 7 |
| 4-2. 各事業の概要 | … 7 |
| (1) 大規模更新事業 | |
| (2) 大規模修繕事業 | |
| 4-3. 事業実施により確認された効果 | … 9 |
| (1) 大規模更新事業（東品川栈橋・鮫洲埋立部） | |
| (2) 大規模修繕事業 | |
| 4-4. 事業実施上の工夫 | … 12 |
| (1) 事業の必要性の発信 | |
| (2) 社会的な影響の低減 | |
| (3) 新たな技術開発と専門技術者の育成 | |
| (4) まちづくりとの連携 | |

| | |
|-------------------------------------|--------------|
| 5. 新たな大規模更新・修繕事業の必要性 | … 1 4 |
| 5-1. 加速する経年劣化 | … 1 4 |
| 5-2. 通常修繕による繰り返し補修・補強の限界 | … 1 4 |
| 5-3. 主構造の損傷に関する新たな知見と事象 | … 1 4 |
| (1) 海底トンネル | |
| (2) 橋梁 | |
| 6. 新たな大規模更新・修繕の基本的な考え方 | … 2 0 |
| (1) 大規模更新・修繕による構造物の性能強化 | |
| (2) 大規模修繕による補修・補強等のパッケージ化 | |
| (3) 大規模更新・修繕による事後保全型から予防保全型への本格的な移行 | |
| (4) 大規模更新と合わせた機能強化 | |
| 7. 主構造の抜本的な対策 | … 2 2 |
| (1) 海底トンネル | |
| (2) 橋梁 | |
| (3) 概算費用 | |
| 8. 既存ネットワークの活用 | … 2 6 |
| (1) 現状と課題 | |
| (2) 機能強化の必要性 | |
| (3) 交通マネジメントの検討 | |
| 9. 引き続き検討すべき課題 | … 2 9 |
| (1) 抜本的対策のさらなる具体化 | |
| (2) う回誘導のあり方 | |
| (3) DX（デジタル・トランスフォーメーション）の推進 | |
| (4) 構造物の長期的な健全性の確保 | |
| 10. おわりに | … 3 1 |

1. はじめに

1-1. 技術検討委員会の設立趣旨

首都高速道路（株）（以下、会社という）では、2013年1月「首都高速道路構造物の大規模更新のあり方に関する調査研究委員会」（委員長 涌井史郎）から、大規模更新・修繕の基本的な考え方や必要性、課題について提言を受けた。その後、2014年6月に道路法等が改正され、大規模更新・修繕事業を計画的に実施するため、料金徴収期間が15年延長された。

これを受け、会社においては、大規模更新5箇所と大規模修繕約55kmの事業に着手し、通常の修繕のみでは致命的な損傷に進展し、通行止め等が発生するおそれのある箇所について、抜本的な対策を講じるとともに、累積の未補修損傷数をピーク時の約5割まで減少させる等、一定の成果を上げてきたところである。一方、首都高速道路（以下、首都高という）では、開通から50年以上を経過した路線の占める割合が、2023年1月時点では30%、20年後の2043年1月には67%に及ぶ見込みである。

また、部分的な補修・補強を繰り返しても構造物全体の健全性が十分に回復しない事例や点検困難箇所における損傷が明らかになる等、新たな課題が発生している。

さらに、新型コロナウイルス感染症拡大に伴う交通量減少下においても、東名高速と繋がる3号渋谷線や中央道と繋がる4号新宿線等、交通が集中する箇所の渋滞が解消されない等、現在の首都高ネットワークにおける限界も明らかになった。

このような首都高をはじめとした高速道路を取り巻く状況を踏まえ、2021年8月「社会資本整備審議会道路分科会国土幹線道路部会」（部会長 朝倉康夫）において、中間答申が取りまとめられ、高速道路の機能を将来にわたり維持、継続するためには、大規模更新・修繕事業の拡充が不可欠であること、特に首都圏等の適切な回路がない路線・区間においては、回路がないことが大規模更新・修繕事業を実施する際の支障となりかねないこと等の課題等が提言された。

本委員会は、これらの首都高の現状や新たに得られた知見等を踏まえながら、首都高ネットワークを将来に亘って安全に機能させていくため、大規模更新・修繕事業及び機能強化について具体的に実施すべき取り組みを検討するため設立したものである。

1-2. 中間とりまとめ報告書の公表にあたって

首都高は1962年の京橋～芝浦間4.5kmの初開通以来、60年の時間を経て、総延長約327kmの首都圏ネットワークに成長し、現在まで累計180億台以上の交通を運んできた。

いまま首都高は1日約100万台の交通を担い、首都圏の暮らしや社会経済活動を支えるとともに、大規模災害時には全線が緊急輸送道路としての役割を果たす等、社会インフラとしての重要性は極めて高い。

首都高は、次の50年、100年も今までと変わらずに、会社の基本理念でもある「ひと」「まち」「暮らし」を支える使命を担うとともに、自動運転やカーボンニュートラル等、これからの新しい交通社会に対応した『過去の半世紀とは違う姿』を打ち出していく必要がある。

会社は、2014年度に事業化した東品川栈橋・鮫洲埋立部や日本橋区間の地下化等、構造物を造り替えることで健全性の回復を図る大規模更新5箇所と、構造物全体に対して徹底的な補修・補強を行うことで造り替えと同等の健全性の回復を図る大規模修繕約55kmの事業を着実に進めてきた。

事業の実施にあたっては、半世紀以上にわたる建設・維持管理により得られた知見や、民間の技術力を活用し、構造物の長期耐久性の確保や維持管理性の向上を図るとともに、長期通行止めによる社会的影響を軽減するため、都市内の様々な制約下においてう回路を設置する等、様々な工夫を凝らしてきた。

また、日本橋区間の地下化事業においては、日本橋川周辺のまちづくりと一体となって取り組み、地域のさらなる魅力向上に貢献する等、首都高の大規模更新・修繕の取り組みが、単に構造物の健全性を元に戻すだけには収まらず、まちづくりなど社会経済にも大きな効果をもたらしていると認識を新たにしました。

一方、2014年度から全ての橋梁やトンネル等において実施している5年に1度の近接目視による法定点検等により、羽田トンネルや荒川湾岸橋等の構造物において、従来の知見にない損傷メカニズムや想定を上回る損傷が判明したことから、新たな大規模更新・修繕等の取り組みについて検討が必要である。

会社は大規模更新・修繕の実施を通じて、構造物の健全性を抜本的に回復し、適切な維持管理のもと100年の長期耐久性の確保を目指す予防保全型の対応へ舵を切り始めた。

いまここで手を緩め、損傷を都度補修・補強する事後保全型の対応に戻れば、構造物の経年劣化が急速に加速し、補修・補強すべき損傷に手が回らない悪循環に陥り、第三者被害の発生リスクの高まりと首都高利用者の安全・安心な道路サービスの提供に大きな影響が及ぼされるとの危機感のもと、本委員会は具体的に実施すべき大規模更新・修繕及び機能強化について議論を深めてきた。

日本にとって重要な社会インフラである首都高を長期に亘って健全な状態に保ち、次世代に繋いでいく使命を全うすべく、ここに中間とりまとめ報告書を公表するものである。

2. 首都高が果たす役割

2-1. 安全で円滑な交通を確保するネットワーク

(1) 交通の状況

1962年の京橋～芝浦間 4.5km の初開通以降、会社は人々の暮らしや社会経済活動を支えるため、60年にわたり首都高ネットワークの新設や維持管理を行ってきた。現在、約 327km のネットワークを毎日約 100万台の車が利用し、その総走行距離は約 2,100 万 km（地球 530 周分の距離に相当）となっている。

2015年の中央環状線全線開通により、中央環状線内側の渋滞が約 40%減少し、新宿から羽田空港までの所要時間が約 40分から半減する等、大きなネットワーク効果がもたらされている。その後も 2017年に横浜北線、2020年に横浜北西線が開通し、首都圏ネットワークがさらに進化してきた。一方、湾岸線や中央環状線及びその外側の放射路線については、依然として慢性的な渋滞が発生している状況である。

(2) コロナ禍による交通の変化

新型コロナウイルス感染症拡大によって、コロナ禍前の 2019年度と比較して、コロナ禍の 2020年度は乗用車が約 7%、バスが約 61%、タクシーが約 51%と交通量が減少し、人間活動の停滞とそれに伴う交通量の減少を経験した。一方、トラック等は約 4%の減少に留まるなど、首都高はコロナ禍においても物流交通を担う役割を果たすことにより、ステイホーム等の新しい生活様式を下支えしてきた。

コロナ禍で交通量が減少した 2020年 4月第 2週においては、コロナ禍前の 2019年度と比較して交通量が約 2割減、渋滞損失時間が約 7割減となった一方、3号渋谷線や 4号新宿線等の交通が集中する箇所は渋滞が依然として残り、問題が浮き彫りとなった。

(3) 東京 2020 オリンピック・パラリンピック競技大会のレガシー

東京 2020 オリンピック・パラリンピック競技大会の開催にあたっては、組織委員会等からの要請に基づき大会関係者及び観客の安全で円

滑な輸送を実現し、大会の成功に大きく貢献した。

大会期間中の交通への影響を軽減するため、関係機関が連携して交通マネジメントを展開した。具体的には、交通行動の変化による交通需要低減を図るための TDM（交通需要マネジメント）、入口閉鎖や本線料金所流入制限等により交通集中の緩和を図る TSM（交通システムマネジメント）、料金施策（ロードプライシング）を実施した。

大会期間中の首都高の交通量は、基準となる日交通量から最大 3 割程度の減少となることが目標として設定された。各種施策の実施によりこの目標を達成し、大会関係者等の安全で円滑な輸送を実現するとともに、料金上乘せ対象となった普通車等の交通量が減少し、料金施策による交通需要調整の有効性も確認された。

2-2. 首都圏の国際競争力や安全・安心を支えるネットワーク

(1) 経済活動を支える首都高ネットワーク

首都高は、利用交通の約 40%が貨物車であり、東京 23 区内を発着する貨物輸送量の約 28%を担うなど、首都圏の物流を支える重要な路線となっている。また、1962 年の開通以降、首都高ネットワークがもたらす 1 都 4 県（東京、茨城、埼玉、千葉、神奈川）の経済効果（域内総生産）は、2020 年までの累積で約 360 兆円にのぼり、2020 年の 1 年間で約 12 兆円（1 都 4 県の域内総生産の約 1 割、クウェート一国の GDP に相当する額）の押し上げ効果を創出している。

首都高ネットワークは羽田空港、東京シティエアターミナル、鉄道駅等の交通拠点と直結し、モーダルコネクトの強化に貢献するとともに、2022 年 5 月にオープンした川口ハイウェイオアシスは、地域との交流拠点として機能することが期待されている。

(2) 大規模災害時の緊急輸送道路ネットワーク

首都高は、全線が緊急輸送道路に指定されている。災害発生時には、避難や救助、物資供給等の応援活動のために、緊急車両の通行を確保すべき重要な路線となっており、基幹インフラとしての役割を担っている。首都直下地震発生の際には、都心に向けた八方向毎に優先啓開ルートを設定し、一斉に道路啓開を実施する計画である。

3. 首都高が直面する課題への挑戦

首都高は、首都圏道路網の骨格を形成する3環状9放射の高速道路ネットワークの中核に位置し、空港や港湾、物流拠点等の重要な施設とアクセスする等、日本の社会経済活動を牽引する極めて重要な社会インフラである。

一方、日本の社会インフラとして先頭を走ってきた首都高は、都市内の様々な制約下に建設されてきたことから、高架橋やトンネル等の構造物の占める割合が総延長の約95%と他に例がないほど高い。

首都高は1日100万台の交通を担い、特に大型車交通量が東京23区的一般道と比べて約5倍と多い等、構造物の寿命に与える影響という点では世界的に見ても過酷な状況にあり、構造物に多数の損傷が顕在化するという大きな課題に直面している。

また、首都高を通行する過積載の車両が構造物に損傷を与えることから、適切な利用を促していくことも必要である。

構造物の経年劣化が急速に進展している中で、今後、首都高の使用環境が大きく変化することは考えられず、通常の修繕のみでは致命的な損傷に進展し、深刻な第三者被害や通行止め等の発生が引き起こされるリスクが高まっている。

例えば、2008年8月に5号池袋線で発生したタンクローリー火災事故においては、橋梁の桁や床版、橋脚等に甚大な損傷が生じ、通行止めとなる状況となった。その結果、首都高ネットワークで広範囲に亘り激しい渋滞が発生するとともに、首都高だけではなく一般道路においても東京23区全域で渋滞が増加するなど、首都高の1箇所通行止めが社会的にも極めて大きな影響を引き起こしたことを重く受け止めるべきである。

様々な課題を短期間に解決することは困難であるが、首都高という極めて重要な社会インフラを守り抜き、次世代に引き継いでいくためには、会社は今までに蓄積されてきた知見や技術等の英知を結集して挑戦し続けなければならない。

限られた財源の中において、より効率的に構造物の健全性を回復し、長期に亘り健全な状態を維持するための第一歩として、会社は大規模更新・修繕事業というこれまでにない規模のプロジェクトに2014年度から初めて着手した。

4. 大規模更新・修繕事業の取り組み状況と効果

4-1. 大規模更新・修繕事業の着手の経緯

2005年2月に設置された「首都高速道路構造物の大規模改築のあり方に関する調査研究委員会」（委員長 中村英夫）では、同年9月に健全な構造物を次世代に引き継ぐため、構造物の適切な管理を行うことはもちろんのこと、場合によっては改築や更新を図ることが必要となることに留意すべきであるとの結論を得た。

さらに、2012年3月に設置された「首都高速道路構造物の大規模更新のあり方に関する調査研究委員会」（委員長 涌井史郎）においては、2013年1月に大規模更新・修繕の基本的な考え方、それらの実施の必要性および課題が提言された。

その後、2014年6月の道路法等の改正により、会社は料金徴収期間を15年延長し、大規模更新・修繕事業の計画的な実施と財源の安定的な確保が可能となったことから、首都高の総延長約327kmのうち2割にあたる約64kmが大規模更新・修繕事業の対象区間として2014年度に事業化した。

4-2. 各事業の概要

（1）大規模更新事業

大規模更新は、橋梁の架け替えや床版の取り替え等、構造物を新たに造り替えることにより、通常の修繕のみでは致命的な損傷に進展し、通行止め等が発生するおそれのある構造物の全体または主構造について、健全性の抜本的な回復による長期耐久性の確保や維持管理性の向上を図る事業である。

① 東品川栈橋・鮫洲埋立部

延長約1.9km、開通1963年。京浜運河内に造られた栈橋構造と埋め立て構造からなる区間。海面に接するような厳しい環境にあり、主構造である床版や主桁においてコンクリートはく離や鉄筋腐食等、構造物の安全性に直結する損傷で、早期の補修・補強を必要とする重大損傷が多数発生している。

このため、工事中の長期通行止めによる交通への影響を軽減するう

回路を設置した上で、海水面から一定の離隔を確保した位置に新しい構造物への造り替えを行う。また、橋梁に常設することで点検や補修・補強が円滑となる恒久足場を備えることにより、長期耐久性の確保や維持管理性の向上を図る。

② 高速大師橋

延長約 0.3km、開通 1968 年。東京と神奈川を結ぶ多摩川に架かる区間。多摩川の流れを阻害しないよう橋脚の間隔が長く、軽量な上部構造としたことで橋梁全体がたわみやすいことから、進展すれば深刻な第三者被害や長期間に及ぶ通行止め等が発生するおそれのある疲労き裂が構造物全体に約 1,200 箇所発生している。

このため、2 週間の通行止めにより架け替えを実施し、疲労き裂が発生しにくい構造に造り替えを行う。また、東品川栈橋・鮫洲埋立部と同様に恒久足場を備えることにより、長期耐久性の確保や維持管理性の向上を図る。

③ 竹橋・江戸橋 JCT 付近（日本橋区間地下化事業）

延長約 3.3km（うち、日本橋区間地下化事業は約 1.8km）、開通 1964 年。都心部の渋滞解消のために日本橋川上に造られた区間。鋼桁の切欠き部を中心に発生している疲労き裂、コンクリート床版のひび割れなど、主構造に多数の重大損傷が発生している。日本橋川周辺のまちづくりと一体となって地下構造へ造り替えることにより、まちの魅力のさらなる向上に貢献する。

④ 池尻・三軒茶屋出入口付近

延長約 1.5km、開通 1971 年。都心と東名高速を結ぶ、国道 246 号上に造られた区間。過酷な使用状況により、通行車両の荷重を直接支持する床版にひび割れ等、主構造に多数の重大損傷が発生している。耐久性の高い床版への造り替えを行う。

⑤ 銀座・京橋出入口付近（築地川区間）

延長約 1.5km、開通 1962 年。首都高の初開通区間の一部。掘割部で道路両側の土圧を支えるコンクリート擁壁の鉄筋腐食やコンクリートはく離等の重大損傷が発生している。道路上部空間の活用等まちづくりと連携した造り替えを行う。

(2) 大規模修繕事業

大規模修繕は、通常の修繕のみでは致命的な損傷に進展し、深刻な第三者被害や通行止め等が発生するおそれのある構造物の全体または主構造について、橋梁単位で徹底的な補修・補強を実施し、健全性の抜本的な回復による長期耐久性の確保や維持管理性の向上を図る事業である。

具体的には、鋼床版の補強やコンクリート床版下面の炭素繊維補強、高力ボルト（F11T）の取り替え、鋼桁の疲労損傷対策、塗装の高耐久化、恒久足場設置等を行う。大規模修繕の対象箇所は、首都高の各路線に点在し、その合計延長は約 55km に及ぶ。

4-3. 事業実施により確認された効果

大規模更新・修繕を実施した箇所においては、これまでの建設・維持管理により得られた知見や、近年における技術の進歩の反映、さらに民間の技術力等の活用により、構造物全体の健全性を大幅に回復した。

道路橋示方書（平成 29 年改定）においては、橋梁が良好な状態を維持する期間として 100 年を標準とし、その間適切な維持管理を行うことが規定されたところである。

大規模更新・修繕の実施により、経年劣化した構造物はその健全性を抜本的に回復し、適切に維持管理することにより概ね 100 年の長期耐久性を確保可能な構造物に変貌を遂げた。

一方、長期に亘り健全な状態を維持するためには、大規模更新・修繕を実施した構造物であっても 5 年に 1 度の法定点検や補修・補強等の適切な維持管理が不可欠であり、恒久足場の設置はこれら維持管理を円滑なものにした。

また、大規模更新・修繕は長期間の交通規制を伴う工事が必要となるため、う回路の設置や集中的な工事の実施が社会的な影響の軽減に繋がることを確認した。

以下に大規模更新事業（代表事例として東品川栈橋・鮫洲埋立部）と大規模修繕事業の実施により確認された主な効果を記す。

(1) 大規模更新事業（東品川栈橋・鮫洲埋立部）

東品川栈橋・鮫洲埋立部は、橋梁の床版下面が海水面に接するような厳

しい環境にあり、塩害による床版や主桁のコンクリートはく離、鉄筋腐食等の損傷が進展する一方、足場の設置や船の進入が難しく、点検や補修・補強等が困難な箇所である。このため、海水面から一定の離隔を確保した位置に造り替えを行う大規模更新を実施している。

造り替えにあたっては、交通量が約6万台/日（2021年度平日平均）と重交通を担う路線であることから、工事中の長期通行止めによる交通への影響を軽減するためのう回路を設置した。

また、東京2020オリンピック・パラリンピック競技大会の開催前に、景観にも十分に配慮しながら、う回路（上り線）と造り替えた更新上り線（暫定下り線）を開通させ、激しく劣化した構造物の使用を停止させることを目標として事業を進めてきた。

民間の技術力や地元住民の理解、関係機関の協力により、2016年2月の現場着手から4年4ヶ月という短期間でその目標を達成した。

事業実施にあたっては、海上にある橋脚が厳しい塩害環境に置かれていることから、錆びにくいステンレス鋼を橋脚に巻き付ける対策や、通常行う塗装に加えて、錆びにくい金属を吹き付ける金属溶射により、腐食を抑制する対策を実施した。また、コンクリート中の鉄筋の腐食は耐久性に直結するため、錆びに強いエポキシ樹脂素材で被覆された鉄筋を採用し、長期耐久性の確保を図った。

さらに、大規模更新後にも必要な点検や補修・補強等を海上において円滑に行えるよう恒久足場を設置して維持管理性の向上を図った。

現在は、更新下り線の構築を進めているところであるが、東京モノレールに非常に近接していることから、モノレールの運行に支障を生じさせないよう桁架設をはじめとする難易度の高い工事を着実に進めている。

（2）大規模修繕事業

大規模修繕事業は、対象区間約55kmの約8割（2021年度末時点、契約額ベース）が完了し、2024年度中の事業完了を目指して工事を着実に進めている。

① 長期耐久性の確保を目的とした主な対策

経年劣化した橋梁において、点検等により発見された損傷を部分的に補修・補強しても、その時点で損傷が確認されていなかった別の箇所において同じ原因で類似の損傷が発生し、結果として橋梁単位で見れば構造物全

体の健全性が元の状態に戻らない場合がある。

このため、以下に記した代表的な補修・補強等により、従来から抱える損傷や課題を橋梁単位で集中的に解決することにより、構造物全体の健全性の抜本的な回復を図り、新たな損傷を抑え、第三者被害の発生リスクや維持管理コストを低減し、長期耐久性の確保を図ることができた。

(i) 鋼床版の補強 (SFRC 補強)

鋼板部材で構成されている鋼床版には、大型車の通過等によって荷重が繰り返し作用し、デッキプレートとトラフリブの溶接部に疲労き裂が発生している。このため、既設舗装の一部を鋼繊維補強コンクリート (SFRC) に置き換えることにより、鋼床版のき裂の進行が抑制されるとともに耐久性が向上した。

(ii) コンクリート床版の補強 (炭素繊維シート補強)

日々の過酷な通行状況によって、コンクリート床版の下面等にひび割れや漏水等が発生している。このため、コンクリート床版に炭素繊維シートを格子状に接着することで、ひび割れが拘束され、コンクリート床版の耐久性が向上した。また、格子状に接着し、シート未接着部を窓のように設けることにより、点検時に床版面を目視で確認できるよう維持管理性にも配慮した工夫を凝らしている。

(iii) 鋼桁の補強

鋼桁に車両の通行による繰り返し荷重が加わることで、鋼桁の主桁と横桁の交差部等に疲労き裂が発生している。このため、疲労き裂が発生している箇所等に対して、鋼板部材等で補強することにより、鋼桁の耐久性が向上した。

② 維持管理性の向上を目的とした主な対策

重交通を担う一般道路の交差点や鉄道、河川上等は施工時間に厳しい制約があり、足場設置そのものが困難である。これらの場所については、大規模修繕と合わせて、長期耐久性を備えた恒久足場を設置した。恒久足場の維持管理等については新たな課題として挑戦が必要であるが、構造物にとってみれば点検や補修・補強等を円滑に行うことが可能になるとともに、交通規制の削減により、首都高や一般道路における工事渋滞の緩和等、道

路サービスの向上が可能となった。

さらに、恒久足場の設置は構造物にとってみれば紫外線や腐食環境等の外的劣化因子から保護されるため、長期耐久性の確保がより確実なものとなることが期待できる。また、周囲の環境と調和するよう景観性にも配慮することが可能となった。

4-4. 事業実施上の工夫

大規模更新・修繕事業は、会社にとって初めての取り組みであり、以下に記す様々な工夫を凝らしながら、事業の着実な推進を図る努力をしている。

(1) 事業の必要性の発信

構造物における損傷の現状をはじめ、維持管理の重要性や困難さ、大規模更新・修繕事業の必要性について広く社会に理解いただくため、マスコミを対象とした大規模更新・修繕事業の現場公開や地元住民を対象とした親子見学会等を、工事の進捗が一定程度進んだ節目節目で開催している。

また、パンフレット「SHUTOKO RENEWAL PROJECT」の作成や、首都高ホームページにおいて大規模更新・修繕事業に関する特設サイトを設け、YouTube等を活用した積極的な広報展開を実施している。

(2) 社会的な影響の低減

大規模更新・修繕の工事における長期の交通規制に伴う社会的影響を極力低減するため、ビッグデータを活用した交通シミュレーション等により、交通に与える影響を予測し、う回路の設置及びう回案内等の広報展開を図るとともに、民間の技術力を活用した工期の短縮に努めてきた。

また、首都高専用の道路交通情報アプリ mew-ti (ミューティ) による首都高利用者への道路交通情報の即時提供や、SNS等を活用した情報提供サービスを強化する等、サービスの向上に努めている。

(3) 新たな技術開発と専門技術者の育成

大規模更新・修繕事業を効率的に実施し、現時点で健全な構造物をより長期に亘って維持できるよう、新たな技術開発と合わせて、点検・診断に関する専門的な技術を有する人材の育成が重要である。

これまでも、都市内特有の作業環境や構造物の損傷状況等を踏まえ、点検、補修・補強技術の開発に取り組んできた。特に PDCA サイクルを総合的に管理するプラットフォームを構築し、点検・診断の効率化や高度化を図ってきた。2017 年には、GIS（地理情報システム）を基盤とする総合プラットフォームとして、インフラの効率的な維持管理をトータルに支援・実現する「スマートインフラマネジメントシステム（i-DREAMs®）」を開発、運用している。

また、2020 年には、鋼橋等の疲労き裂を対象とした点検訓練シミュレータを首都高グループと東京都市大学が共同で開発した。これは VR 技術により、実現場と同じ条件を再現しながら、疲労き裂の発生部位や発生原因を学習可能とするための教育システムであり、点検・診断方法に関する専門的な技術を有する人材の育成に寄与している。

(4) まちづくりとの連携

日本橋川周辺は、国家戦略特区の都市再生プロジェクトに位置付けられ、多くの再開発計画が立ち上がり、新しいまちづくりが進められている。会社はこれらまちづくりと一体となって日本橋区間地下化事業に取り組み、立体道路制度を活用して建物の地下にトンネルを整備すること等により、地域の魅力のさらなる向上に貢献している。

事業実施にあたっては、国や東京都を始めとする地方公共団体等との連携や協力体制が不可欠である。日本橋区間の地下化にあたっては、日本橋周辺のまちづくりと連携し、国や東京都、中央区、千代田区、会社の関係者が計画案について検討することを目的とした首都高日本橋地下化検討会が 2017 年 11 月に設置され、事業スキーム等のとりまとめや関係者が協力して取り組むこと等の確認がなされた。

5. 新たな大規模更新・修繕事業の必要性

5-1. 加速する経年劣化

大規模更新・修繕の事業開始前の5年平均（2004-2008年度）と事業開始後の5年平均（2014-2018年度）を比較すると、事業実施により補修・補強数は約25,000件から約51,400件の2.1倍に増加している。一方、新規損傷発見数も約33,100件から約43,400件の1.3倍に増加していることから、構造物の経年劣化は加速している。

補修・補強が必要な損傷のうち、重大損傷は事業開始前の5年平均（2009-2013年度）と事業開始後の5年平均（2014-2018年度）を比較すると、橋梁はキロ当たり発見損傷数が11.1件から12.4件の1.1倍、トンネルは1.8件から2.8件の1.6倍に増加している。特に橋梁では鋼桁のクラックが1.7倍、トンネルでは構造目地からの漏水が3倍と想定以上に増加している。

5-2. 通常修繕による繰り返し補修・補強の限界

都市内の様々な制約下においては、発生した損傷をその都度補修・補強する事後保全型の対応を基本とせざるを得ない。

通常修繕により補修・補強した箇所については、部分的に健全性が回復するものの、同じ原因により類似の損傷が別の箇所においても発生し、構造物全体で見れば、健全性の回復が見込めず、時間の経過とともに損傷の発生と補修・補強の間隔が短くなり、その健全性が徐々に低下する。

構造物の健全性が限界に近づき、補修・補強しても回復しない場合、または損傷の発生と補修・補強が繰り返され、交通規制の回数や時間が増加し、社会的な影響が大きくなる等の場合には、大規模更新や大規模修繕を実施し、構造物全体の健全性を抜本的に回復させるとともに予防保全型の対応に移行すべきである。

5-3. 主構造の損傷に関する新たな知見と事象

2014年度からは、全ての橋梁やトンネル等の道路構造物について5年に1度の近接目視による法定点検を実施してきたところである。近接目視による法定点検一巡目を経て、以下の①～④の従来の知見にない損傷メカ

ニズム等の新たな知見や想定を上回る損傷となっている事象等が判明している。これらの課題は、2014年度に大規模更新・修繕事業を開始した際には想定していなかったものである。

なお、構造物の経年劣化については、立地環境や建設時の施工、その後の維持管理の状況等のほか、開通後の使用環境や気象条件、被災履歴等、様々な要因に依存するため、単に建設からの経過年数をもって直ちに大規模更新・修繕が必要になるというわけではないことから、経年劣化を正確に想定するための技術の向上が必要であることを改めて認識したところである。

- ① 羽田トンネルは、道路階及びダクト階においてトンネルの継ぎ目にある構造目地からの漏水に含まれる海水が鉄筋コンクリート内部に浸入し、鉄筋消失等の重大損傷が増加していること。繰り返し補修・補強を実施しているが、漏水による緊急の交通規制が増加傾向であること。
- ② 荒川湾岸橋等の1971年（昭和46年）基準適用の下塗りが鉛丹さび止め系、塩化ゴム系の塗装仕様が使用されている鋼橋では、橋梁全体の広範囲に及ぶ塗膜はく離や、鋼材腐食、部材破断等の重大損傷が発生していること。
- ③ 1972年（昭和47年）より前の基準が適用されたコンクリート床版では、床版上面における鉄筋かぶりの消失等による剛性低下、床版下面の補強部材のはく離や腐食等の重大損傷が急速に進展していること。
- ④ 特殊な構造を採用した支承部において、外側から見る事ができない狭隘空間内部の状態をファイバースコープにより点検した結果、支承の変形や腐食等のこれまで発見できなかった重大損傷が確認されていること。

詳細について以下に記す。

（1）海底トンネル

（i）羽田トンネル

首都高の海底トンネルは5箇所あり、羽田トンネル（延長約300m、1964年8月開通）、東京港トンネル（延長約1.3km、1976年8月開通）、空港北

トンネル(延長約1.4km、1993年9月開通)、多摩川トンネル(延長約2.2km、1994年12月開通)、川崎航路トンネル(延長約2.0km、1994年12月開通)である。

このうち、羽田トンネルは開削、ケーソン、沈埋の3つの工法を海底部に採用した首都高初の海底トンネルである。

2014年度から始まった5年に1度の近接目視による法定点検の結果、塩分を含む漏水による鉄筋腐食に起因する重大損傷の発見数が158件(2009-2013年度)から297件(2014-2018年度)の約1.9倍に想定以上の増加をしていることが判明した。また、漏水によって走行安全性が確保できず緊急規制に至った回数とその規制時間は、2013年度には3回、約5.5時間であったが、2021年度には7回、約15.0時間にまで増加し、重大損傷の増加が利用者にも影響を及ぼしている。

これら状況を踏まえ、継続的に詳細調査を行ってきた結果、道路階では漏水が確認されている構造目地部に設けられたΩ鋼板等において塩害による想定を上回る損傷が発生していることや、ダクト部では構造部材である中床版の鉄筋が塩害により全面的に損傷していることが確認されている。

中床版上面の塩化物イオン濃度は鋼材の腐食発生限界を大きく上回り、鉄筋消失やコンクリートはく離等が急速に進展していることも判明した。

現在も構造目地部からの漏水は継続しており、トンネルの劣化が急速に進展している。羽田トンネルは、陸上部の開削トンネルと同じ構造目地が唯一採用されている海底トンネルであることから、海水を含む相当量の漏水が発生しているものと考えられ、適切な維持管理により当面の安全は確保されているものの、直ちに抜本的な対策が必要である。

その際、羽田トンネルは上下線合わせて約9万台/日(2021年度平日平均)の交通が利用していることから、長期の交通規制や通行止めが必要となる場合は、社会的な影響を考慮した上で、う回路を設ける等の対策が必要である。

なお、羽田トンネル以外の海底トンネルについても引き続き適切な維持管理を行うとともに、今後の法定点検の結果等を踏まえ、抜本的な対策の必要性について検討すべきである。

(2) 橋梁

(i) 鋼橋

首都高の全橋梁約 245km のうち鋼橋は約 206km を占めている。2014 年度から始まった 5 年に 1 度の近接目視による法定点検の結果、早期の補修・補強を必要とする塗膜はく離や鋼材の腐食、破断等の重大損傷の発見数がキロ当たり 9.4 件（2009-2013 年度）から 13.2 件（2014-2018 年度）と約 1.4 倍に想定以上の増加をしていることが判明した。

鋼橋の代表事例である荒川湾岸橋は、今から 44 年前の 1978 年 1 月に開通（47 年前の 1975 年 4 月に完成）した荒川河口付近を横断する橋長 840m のトラス橋である。約 1,700 に及ぶ部材で構成されていること、開通後に架橋された国道 357 号、鉄道に近接していること等から、維持管理に必要な点検や補修・補強が困難な構造物のひとつである。

2010 年に実施した点検通路からの目視点検や一部ロープを用いて接近した目視点検では、健全であることを確認していた。しかし、2017 年から 2018 年に亘って実施された 1 回目の法定点検や、現在実施中の 2 回目の法定点検において 2020 年に従来の点検手法に加えて点検用ロボットや点検用ドローン、昇降式全方位カメラを補助的に導入し、鋼材に塗られた塗膜が下地からはく離する事象に起因したトラス部材や鋼製橋脚の腐食、ガセットプレートや高力ボルトの腐食・破断が想定以上に進展していることが判明した。

これら状況を踏まえ、塗膜付着試験による下塗りの付着力を確認したところ、1971 年（昭和 46 年）基準適用の下塗りが鉛丹さび止め系、塩化ゴム系の塗装仕様の場合、下地との付着力がほとんど喪失していることが確認された。

荒川湾岸橋は、河口付近に位置し、飛来塩分の影響を受けやすいため、塗膜が下地から広範囲に亘って剥がれ落ちると、急速に鋼材腐食が進展する可能性が高いことから、適切な維持管理により当面の安全性は確保されているものの、直ちに抜本的な対策が必要である。

その際、荒川湾岸橋は上下線合わせて約 15 万台/日（2021 年度平日平均）の交通が利用しているが、上下流側に国道 357 号、下流側に鉄道があり、う回路を新たに設ける等の対策は困難であることに留意が必要である。

荒川湾岸橋以外の鋼橋約 205km においても、1971 年（昭和 46 年）基準適用の塗装仕様を採用している箇所があることから、適切な維持管理により当面の安全は確保されているものの、下地から広範囲に塗膜がはく離する事象が発生し、鋼材や高力ボルトの腐食が進展している。また、塗膜や高力ボルトの落下に伴う深刻な第三者被害の発生を引き起こすおそれがある。

このため、法定点検の結果等を踏まえ、橋梁単位で損傷が顕在化してい

る区間については直ちに抜本的な対策が必要である。なお、それ以外の区間についても引き続き適切な維持管理を行うとともに、今後の法定点検の結果等を踏まえ、抜本的な対策の必要性について検討すべきである。

なお、1981年（昭和56年）基準が適用された下塗りがエポキシ系の塗装仕様については、下地から塗膜がはく離する事象は現時点において確認されていない。

（ii）コンクリート床版

コンクリート床版は約202kmを占めており、首都高の主要な床版形式である。これまで、舗装打換え時に床版上面を防水するとともに、床版下面については、1956年（昭和31年）基準適用（T荷重8.0tf、床版厚16cm以下（首都高は設計上18cm以下で建設）、鉄筋かぶり20mm、配力鉄筋は主鉄筋の25%以上）の床版は、1972年（昭和47年）基準適用（T荷重9.6tf、床版厚20cm以上、鉄筋かぶり30mm、配力鉄筋は主鉄筋の70%以上）に対して床版が薄く、鉄筋量も少ないことから、鋼板接着や縦桁増設、炭素繊維シート等による補強により、床版の大幅な延命化を図ってきた。

2014年度から始まった5年に1度の近接目視による法定点検の結果、1972年（昭和47年）以降設置してきたコンクリート床版下面の鋼板等の補強部材については、はく離や腐食によるボルト抜け等の重大損傷の発見数が32径間（2009-2013年度）から117径間（2014-2018年度）の約3.6倍に想定以上の増加をしている。

これは、走行車両による繰り返し荷重により、床版の剛性低下とたわみの増大が生じ、床版下面と鋼板等の接着面がはく離するとともに、その隙間に雨水が浸入、腐食・膨張することにより、鋼板等のボルト抜けが生じているものと考えられる。

また、近年実施された舗装打換え工事において、床版上面の鉄筋露出が広範囲かつ連続して発生していることが確認されている。7号小松川線においては、過去50年間で4回の舗装打換えにより、床版上面が約25mm消失していることが確認された。これは、舗装打換えのたびに床版上面が舗装切削機によって薄く切削され、一部区間においては、かぶりの消失により、鉄筋が露出や切断する等の損傷が生じているものと考えられる。

コンクリート床版のうち、1972年（昭和47年）より前の基準のコンクリート床版については、走行車両による繰り返し荷重と床版上面の切削により、床版の剛性低下とたわみの増大が生じ、床版下面の鋼板等のはく離や腐食によるボルト抜け等の重大損傷をさらに進展させ、床版の抜け落ち

や鋼板等の落下等、深刻な第三者被害の発生を引き起こすおそれがある。

このため、法定点検の結果や損傷・補修状況等を踏まえ、橋梁単位で損傷が顕在化している区間については直ちに抜本的な対策が必要である。

なお、それ以外の区間についても引き続き適切な維持管理を行うとともに、今後の法定点検の結果等を踏まえ、抜本的な対策の必要性について検討すべきである。

(iii) 支承部

首都高は、都市内の様々な制約下において建設されていることから、高架下における街路の建築限界を確保するため、支承部の桁高を低くすることが可能なゲルバー構造や桁端切欠き構造を多く採用している。

一方、このような桁端部を切り欠いた構造を採用することにより、外側から内部を直接目視することができない狭隘な空間を有し、支承取り替え等の補修も困難な構造となっている。これは、紫外線や雨水が直接当たらない構造のため、建設当時は劣化を想定することが困難であり、支承取り替えについても想定されていなかったと考えられる。

支承本来の機能を失っても交換ができない箱桁については、目視による確認が可能な範囲の支承に変形や腐食等の変状が確認された。このため、2019年にファイバースコープによる点検を試行し、外側から見る事ができない狭隘空間内部の状態を点検したところ、同様に支承の変形や腐食等の重大損傷が発生していることが確認された。

適切な維持管理により当面の安全は確保されているものの、支承の重大損傷が主構造である主桁に疲労き裂やコンクリートのひび割れ等を誘発し、構造物の安全性を脅かすとともに、落橋に直結する深刻な損傷が発生するおそれがある。

このため、法定点検の結果等を踏まえ、橋梁単位で損傷が顕在化している区間については直ちに抜本的な対策が必要である。なお、それ以外の区間についても引き続き適切な維持管理を行うとともに、今後の法定点検の結果等を踏まえ、抜本的な対策の必要性について検討すべきである。

6. 新たな大規模更新・修繕の基本的な考え方

大規模更新・修繕によって、建設当時よりも長期耐久性や維持管理性に優れた新たな技術等を活用し、コストを上げずに構造物の価値と機能を高めていくことが重要である。また、抜本的な対策が必要となった主構造のみを対象とした補修・補強をするだけでなく、橋梁単位で従来から抱える損傷や課題を集中的に解決する取り組みが重要である。

新たな大規模更新・修繕事業の実施にあたっては、以下に記す基本的な考え方のもとに今後も引き続き展開を図るべきである。

(1) 大規模更新・修繕による構造物の性能強化

大規模更新・修繕は、構造物の安全性と長期耐久性の確保に加え、その前提となる維持管理の確実性と容易さの観点でのリスクの軽減、第三者被害発生リスクの低減、地震等の大規模災害時におけるリスクの軽減など、首都高ネットワークに対する利用者の信頼と安心の向上に繋がる「構造物の性能強化」を合わせて実施すべきである。

具体的には、単に構造物を元の状態に戻すのではなく、劣化や災害の影響を受けにくい構造への改変、構造物の劣化や災害に対する点検や補修・補強等のための構造物への接近を行い易い構造への改変など、橋梁単位で長期に亘る信頼性の向上を図るべきである。

例えば、支承部の構造改良や恒久足場の設置等により、劣化や災害に対する点検を迅速に行えることや、補修・補強工事に伴う交通規制の回数や時間を削減することは、常時に道路サービスの向上と都市内の様々な制約下における円滑な維持管理の向上を図るものであり、かつ、地震等の大規模災害時に緊急車両の通行を妨げることがないように構造物の弱点を抜本的に改良するものである。

これら実施にあたっては、構造物ごとに現有の性能を評価した上で、リスク軽減の観点から性能強化を図るための効率的・効果的な対策の方針を検討するプロセスを踏むべきである。

(2) 大規模修繕による補修・補強等のパッケージ化

橋梁の大規模修繕は、都市内の様々な制約等の中、仮設足場を設置して工事を集中的に行う必要がある。また、抜本的な対策が必要となった主構

造とは別の損傷が、同一の橋梁で発見された場合や事後保全型の対応をしている損傷が存在する場合は、当該主構造のみを対象とした補修・補強をするだけでは、大規模修繕の効果を十分に発揮できない。

このため、塗装の高耐久化やコンクリート橋脚のはく落防止、恒久足場の設置等の必要な対策をパッケージ化して、橋梁単位で従来から抱える損傷や課題を集中的に解決することが合理的かつ経済的であるとともに、新たな損傷の発生を抑え、構造物全体の長期耐久性の確保や維持管理性の向上を最大限に図ることが重要である。

また、Uリブを有する鋼床版におけるデッキプレート進展き裂や、狭隘空間の支承と同様に点検困難箇所である鋼製高欄において、内部腐食による健全性の低下が報告されており、深刻な損傷に至る前に抜本的な対策を行う必要がある。

(3) 大規模更新・修繕による事後保全型から予防保全型への本格的な移行

経年劣化が進展する構造物については、従来の知見にない損傷メカニズムや想定を上回る損傷が判明している。これらの状況を踏まえると、次の50年、100年においても構造物の健全性やサービス水準を確保するためには、大規模更新・修繕の歩みを止めることはできない。都市内の様々な制約下における維持管理では、損傷を都度補修・補強する事後保全型の対応から脱却しづらい状況であり、今までも橋梁の架け替えまでには至らないよう予防保全型の対応について努力はしてきたが、維持管理コスト縮減の観点からより積極的な予防保全型の対応へ本格的に移行するためには、抜本的な対策としての大規模更新・修繕の実施が不可欠である。

(4) 大規模更新と合わせた機能強化

大規模更新は、通常の修繕よりも長期の交通規制を伴う工事が必要であることから、う回路の設置や集中的な工事の実施等により、社会的な影響の軽減を図るべきである。

また、単に元の状態に造り替えるのではなく、耐久性の高い構造物への造り替えと合わせて、対象箇所における交通課題等を総合的に解決するために、走行性や安全性の向上、渋滞対策等の機能強化を図ることが重要である。

7. 主構造の抜本的な対策

従来の知見にない損傷メカニズム等の新たな知見や想定を上回る損傷となっている事象が判明している主構造について、「5. 新たな大規模更新・修繕事業の必要性」、「6. 新たな大規模更新・修繕の基本的な考え方」を踏まえ、以下の①～④の抜本的な対策について検討を行った。

- ① 羽田トンネルは、中床版の造り替えやトンネル躯体の再劣化防止対策等により健全性の抜本的な回復と長期耐久性の向上を図るとともに、工事中はう回路を確保し、首都高利用者の負担軽減と社会的な影響の軽減を図る。
- ② 荒川湾岸橋等の1971年（昭和46年）基準適用の下塗りが鉛丹さび止め系、塩化ゴム系の塗装仕様で使用されている鋼橋は、既存塗膜を除去し高耐久仕様で橋梁全体を塗り替えるとともに、深刻な腐食箇所は補強等を実施し、健全性の抜本的な回復と長期耐久性の向上を図る。
- ③ 1972年（昭和47年）より前の基準が適用されたコンクリート床版は、床版上面補強により、基層部分を補強材に置き換え、床版厚の増加と床版剛性の向上を図り、健全性の抜本的な回復と長期耐久性の向上を図る。
- ④ 特殊な構造を採用した支承部は、支承部における弱点を排除するとともに、狭隘空間の解消と近接目視を可能とする桁連続化やI桁化による抜本的な構造改良を図る。

詳細について以下に記す。

（1）海底トンネル

（i）羽田トンネル

トンネル躯体の抜本的な対策にあたっては、重交通かつ狭隘な空間であるという過酷な条件のもとで塩化物イオンの浸透程度に応じて、中床版の造り替え等を行うとともに、塩分を含む漏水が生じている開削区間の構造目地部に設けられたΩ鋼板はステンレス鋼等に取り替えるべきである。

止水材の注入により漏水は止めるべきであるが、完全に止めることは困難なため、排水樋の設置や取り替えにより、導水機能の確保と漏水制御を

図るべきである。また、漏水の影響を受けやすい部位は、トンネル躯体内面に繊維シート等による被覆補強を行い、コンクリートの劣化因子を遮断すべきである。

トンネル躯体のせん断耐力が鉄筋腐食等により不足していることから、躯体のせん断補強を実施するとともに、第三者被害発生リスクを解消するため、コンクリートの脆弱部をはつり撤去した上で、頂版や側壁の断面修復やはく落防止、ひび割れ補修を実施すべきである。

トンネル躯体の抜本的な対策にあたっては、本体構造物だけではなく、構造目地等からの塩分を含む漏水により、腐食・損傷が想定以上に発生している附属施設物（排水ピット部、視線誘導塗装、排水溝等）や防災施設（消火配管、排煙ダンパー用モータ等）を耐塩害仕様、高耐食性仕様へ更新し、トンネル機能の維持と長期耐久性の向上を図る必要がある。

また、近年甚大化・頻繁化する豪雨等に備え、水没の恐れがある地下階に設置された受変電設備や防災制御盤等の附属施設物は、移設や嵩上げ、止水扉設置等の浸水対策が必要である。

羽田トンネルのさらなる抜本的な対策にあたっては、当該箇所が従来から抱える課題も含めて総合的に解決する取り組みが必要である。

羽田トンネルは、約9万台/日（2021年度平日平均）の交通が利用していることから、抜本的な対策に伴う長期通行止めは社会的影響が大きいため、工事中はう回路の確保が必要である。その際、運用停止中の羽田可動橋を含む羽田トンネルバイパスの空間や構造物の一部を活用し、工事中のう回路とすることを検討すべきである。その際、本線とう回路が接続する分合流部の安全性確保等に留意が必要である。

工事後は、う回路を上り本線として運用することにより、上り線を高架構造、下り線をトンネル構造とする運用の見直しと合わせて、上下6車線化を図ることを検討すべきである。

上り線については、機能強化の観点から、現状の2車線を空港西入口の合流部を起点に3車線化することで、将来的な需要増も考慮した羽田トンネルを先頭とする渋滞の解消に備えるべきである。

また、現状の上下線合わせて4車線のトンネル内を3車線の下り線専用とすることで、空間的な余裕が確保され、通行止めを伴う点検や補修・補強回数を大幅に低減できるなど、首都高利用者の負担軽減や維持管理性の向上が期待される。

さらに、これら上下6車線化の取り組みにより車両事故による火災発生等のリスクが低下し、防災機能の強化と相まってトンネル内の安全性の向上が期待される。

(2) 橋梁

(i) 鋼橋

鋼橋の抜本的な対策にあたっては、1971年（昭和46年）基準適用の鉛丹さび止め系、塩化ゴム系の塗装仕様について、下地から塗膜がはく離する事象が顕在化していることから、既存塗膜を除去した上で、高耐久仕様の塗装により橋梁全体を塗り替えるべきである。

特に荒川湾岸橋については、これら対策と合わせて、腐食・破断している高力ボルトの交換を実施するとともに、深刻な腐食箇所は部材交換や補強すべきである。また、トラス橋で部材数も多く、また国道や鉄道の橋梁に近接し、維持管理に必要な点検や補修・補強が困難な構造物であることから、点検通路を新たに追加設置し、維持管理性の向上を図るべきである。

(ii) コンクリート床版

コンクリート床版の抜本的な対策として、舗装打換えにより切削され鉄筋かぶりが不足している床版の上面を増厚し、基層部分を補強材に置き換えることにより、床版厚の増加と長期耐久性を確保すべきである。

また、はく離や腐食によるボルト抜け等が生じた床版下面の鋼板等については、はく離部の樹脂注入や腐食部の塗装塗替え等を行うべきである。

コンクリート床版の抜本的な対策を可能とした床版上面補強は、既設床版を床版上面の増厚により、床版取替と同等の耐久性に向上させる技術である。新材料PCM（超速硬ポリマーセメントモルタル）の開発により、既設床版との一体化を可能とした。

なお、7号小松川線においては、過去50年間で4回の舗装打換えにより、床版上面が約25mm切削・消失している事例が確認されていることから、床版上面の増厚による対策後は100年で床版上面が50mm切削されたとしても、現在の基準である鉄筋かぶり30mm相当を確保することが可能である。

(iii) 支承部

ゲルバー構造や桁端切欠き構造の外側から内部を直接見ることができない狭隘な空間に設置された支承については、支承の圧壊や桁の移動が拘束される固着などの重大損傷により、支承本来の機能を失っても支承の取

り替えができない。また、支承部は耐震や疲労上の観点から弱点となっており、主構造である主桁にき裂やひび割れが生じると構造物の安全性を脅かすとともに、落橋等の懸念から長期の交通規制や通行止め等、道路サービスの提供に大きな影響を及ぼしかねない。

さらに、地震等の大規模災害時に損傷が発生した場合、支承部が弱点となり、段差等の発生により緊急車両の通行を妨げる可能性が高い。

これら支承部のもつ弱点を踏まえれば、支承の重大損傷を要因とする支承部の応力増加による耐久性への懸念は排除すべきである。

このため、桁連続化や桁端部の I 桁化により、支承部における弱点を排除するとともに、外側からの点検が困難な狭隘空間の解消と支承の取り替えや近接目視を可能とする抜本的な構造改良を図るべきである。

(3) 概算費用

首都高の総延長約 327km のうち、約 64km で大規模更新・修繕事業を実施中である。

これまでの議論を踏まえ、2014 年度からの点検強化等により、損傷が顕在化し、新たに大規模更新・修繕が必要な箇所は、羽田トンネルや荒川湾岸橋等の約 22Km、概算費用は約 3,000 億円となった。

構造物は時間の経過とともに劣化が進展するため、これらを除く約 241km については、新たに大規模更新・修繕が必要となった箇所と同様の構造や基準を採用している箇所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、大規模更新・修繕事業の追加について検討すべきである。

8. 既存ネットワークの活用

首都高は、東京の都心部やその周辺市街地における自動車交通の混雑を改善するために計画され、半世紀以上の時間を経て、より広域的なネットワークを形成してきた。

2015年には、都心部を通過する交通をう回・分散させ、都心部の交通渋滞の解消を目的とする中央環状線が全線開通した。その後も2017年には横浜北線、2020年には横浜北西線がそれぞれ開通し、東名高速や第三京浜と首都高ネットワークとの連結により、横浜北西部と横浜都心や湾岸エリアとの連携が強化される等、ネットワークの強化や交通集中への対策を着実に進めてきた。

さらに渋滞対策として、堀切・小菅 JCT 間や板橋・熊野町 JCT 間の車線数の増設、上り勾配での速度低下対策としてエスコートライトの設置、首都高利用者へ道路交通情報の即時提供サービス等を実施してきた。

(1) 現状と課題

これらの取り組みにより、中央環状線及びその内側の渋滞は大幅に改善したものの、渋滞や混雑が集中する区間が、都心環状線周辺から中央環状線周辺に移行し、その結果、中央環状線外側の放射路線については依然として渋滞が課題となっている。

これは、中央環状線外側の放射路線が、東京都心と郊外を連絡する機能に加えて、首都圏の広域的な拠点間を連絡する機能の双方を担い、交通負荷が極めて大きいことにある。

特に中央環状線の西側区間は、東名高速と繋がる3号渋谷線、中央道と繋がる4号新宿線の交通量が多く、交通集中による渋滞が発生していることに加え、両路線を連絡する高速道路ネットワークが不完全であるため、相互に代替・補完機能を発揮しがたく、ネットワークとしてはいまだ脆弱な状況である。

また、新型コロナウイルス感染症拡大に伴う交通量減少下においても、3号渋谷線、4号新宿線では交通が集中する時間帯及び箇所において渋滞が発生していることから、長期の交通規制を伴う大規模更新・修繕工事においても、社会的な影響が大きくなることが懸念される。

(2) 機能強化の必要性

中央環状線の西側区間については、広域的なう回誘導を行うとともに、3号渋谷線及び4号新宿線が相互に代替・補完機能が発揮できるよう、それぞれ必要な箇所では付加車線設置や合流部改良等の機能強化を行うことを組み合わせて対応することが望ましい。

中央環状線の西側区間の広域的なう回先として、横浜北線・横浜北西線を活用して、神奈川・湾岸エリアへ交通を誘導させることが有効と考えられる。このため、その経路上にあるボトルネックへの対策が必要である。特に、ボトルネックとなりやすいジャンクション部については、う回交通による交通流の変化を予測・評価し、必要に応じて分合流の円滑化を図るための機能強化対策を実施すべきである。

また、羽田トンネルについても、神奈川・湾岸エリアにおけるう回の経路上にあることから、構造物の造り替えと合わせて、車線数の増加と線形改良による急曲線区間や分合流部の改良、側方空間の拡幅による狭小な路肩区間の解消を実施し、交通容量の拡大や走行安全性の向上を図るべきである。

既存ネットワークの機能強化にあたっては、将来的な開発による交通需要の変化や、首都圏の広域道路ネットワークにおけるミッシングリンク解消による交通状況の変化を十分に踏まえた上で、交通容量の不足が見込まれるボトルネック区間を特定し、車線数の増加等による交通容量の拡大、サグ部や合流部の改良による走行速度や安全性の向上等を図るべきである。

(3) 交通マネジメントの検討

首都圏の広域道路ネットワークを最大限活用し、交通のう回・分散により交通集中を緩和させるためには、交通マネジメントに取り組む必要がある。具体策の検討にあたっては、東京2020オリンピック・パラリンピック競技大会における交通マネジメントの経験や教訓を参考にすべきである。

交通需要マネジメントとして、利用者に対し、広域的な経路変更を促すことを目的とした経路情報の提供や、利用日時の変更を促すことを目的とした混雑日や混雑時間帯に関する情報の提供を様々なコミュニケーションツールを活用して行う必要がある。

さらに、利用時間帯や経路の分散を促すためのインセンティブ施策として、機動的料金の導入に向けた具体的な検討を進めるべきである。また、

入口部における流入調整など、交通管理者と道路管理者が連携した交通システムマネジメントの取り組みについても、その影響を踏まえつつ検討していくことが重要である。

9. 引き続き検討すべき課題

(1) 抜本的対策のさらなる具体化

海底トンネルについては、トンネル躯体内部における腐食状況を把握するため、漏水量の季節・気温変動や損傷箇所のモニタリング等の経過観察を行い、どのような維持管理が望ましいか議論が必要である。

特に羽田トンネルについては、構造や運用等についてさらに具体化を図り、単に構造物を元の状態に戻すのではなく、世界の玄関口のひとつである羽田空港とのアクセスルートに相応しい景観への配慮や新たなニーズ等について議論が必要である。

また、鋼橋については、腐食しやすい部位を高耐久な仕様の塗装に塗り替えたとしても、再劣化する可能性が高い場合は、単に構造物を元の状態に戻すのではなく、維持管理性の向上を考慮したディテールの改善や高耐久な材料への取り替え等について議論が必要である。

(2) う回誘導のあり方

大規模更新・修繕は長期間の交通規制や通行止めを伴う工事が必要となるが、既存ネットワークにおいてう回可能な代替ルートを如何に確保するかが課題となっている。このため、う回誘導の検討にあたっては、3号渋谷線及び4号新宿線の機能強化、首都圏の広域道路ネットワークにおけるミッシングリンクの解消、羽田トンネルの抜本的な対策による6車線化、神奈川・湾岸エリアにおけるボトルネック対策、交通マネジメント等、これら様々な取り組みをどのような時間軸で組み合わせて進めていくべきかについて議論が必要である。

(3) DX（デジタル・トランスフォーメーション）の推進

デジタル技術の活用により、構造物の健全性の評価が可能となれば、今後より一層、投資効果を踏まえた大規模更新・修繕への取り組みに繋がっていく。取り組みの一例として、コンクリート床版のかぶり厚不足を電磁波レーダ探査車により検出する技術の実現に向けて、検証が行われているところであるが、年単位を要する調査とデータ整理の時間短縮やコスト縮減が課題となっている。

また、現時点で健全な構造物について、経年劣化に関する知見をデータとして蓄積・分析する新しい技術に果敢にチャレンジしながら、その有効性を適宜検証することにより構造物の維持管理や将来の大規模更新・修繕のタイミング等のマネジメントを高度化していく取り組みも重要である。

今後の大規模更新・修繕や維持管理等の取り組みに活かしていくため、人間がどのような考え方で構造物の損傷を補修・補強してきたかを伝承していくアナログ的な思考はそのままに、デジタル技術の積極的な導入と、それに伴う管理技術の抜本的な見直しや高度化（トランスフォーメーション）を目指すDXの推進について議論が必要である。

（４）構造物の長期的な健全性の確保

2014年度から全ての橋梁やトンネル等について5年に1度の法定点検を実施し、2018年度までに一巡したところである。

今後も継続する法定点検や新たな点検技術の開発と活用により、現時点で分かっていない最新の知見が判明することも想定される。このため、構造物の劣化や補修・補強部分の劣化に関する知見を蓄積しつつ、将来の交通ニーズ等の変化も見据えながら、構造物の長期的な健全性の確保と今後の大規模更新・修繕のあり方について引き続き議論が必要である。

10. おわりに

首都高は開通から60年が経過しているが、過酷な状況下で長期に亘り利用されてきた構造物は、完成から現在に至るまで適切に維持管理されてきた賜物である。しかし、構造物の経年劣化は今も待ったなしに進展していることから、新たな大規模更新・修繕事業は躊躇なく、集中的かつ計画的に実施すべきである。

その上で、5年に一度の法定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、新たな点検技術の開発や技術の進歩を反映しながら、必要に応じて大規模更新・修繕の見直しを進めていく必要がある。

また、見直しにあたっては、今後の自動運転やカーボンニュートラル等の新しい交通社会のデザインを反映するとともに、周辺地域におけるまちづくりの起爆剤として持続可能な社会に貢献しうる取り組みとすることについても検討することが重要である。

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は、常に最新の知見を踏まえつつ、適切に維持管理をすることにより、概ね100年の長期耐久性を確保できると考えられる。特に大規模更新・修繕を実施した構造物については、損傷の発生と補修・補強のサイクルが建設当時よりも大きく改善されることが妥当であろう。

これら必要な大規模更新・修繕を繰り返していくことにより、いずれ首都高の構造物の全体が、一定程度健全な状態になるものと考えられる。

一方、現在の基準で設計・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であっても、超長期的に見れば経年劣化は避けられないことから、やがて再度の大規模更新・修繕が必要となることは想定しておくべきであり、常に最新の知見や技術力を活用しながら、構造物の健全性を長期に亘って維持できるよう、会社は最大限の努力を継続していくことが必要である。

委員名簿

| | | | |
|--------|-------------|------------|-----------------------------|
| 委員長 | まえかわ 前川 | こういち 宏一 | 横浜国立大学大学院都市イノベーション研究院 教授 |
| 委員 | いさご 砂金 | のぶはる 伸治 | 東京都立大学大学院都市環境科学研究科 教授 |
| | いしだ 石田 | てつや 哲也 | 東京大学大学院工学系研究科 教授 |
| オブザーバー | おねやま 小根山 | ひろゆき 裕之 | 東京都立大学大学院都市環境科学研究科 教授 |
| | しらと 白戸 | まさひろ 真大 | 国土交通省 国土技術政策総合研究所 室長 |
| | むらこし 村越 | じゅん 潤 | 東京都立大学大学院都市環境科学研究科 教授 |
| | もりもと 森本 | つとむ 励 | 日本高速道路保有・債務返済機構 理事 |

首都高速道路株式会社

| | | |
|-------------|---------------|------------------|
| まえだ 前田 | のぶひろ 信弘 | 首都高速道路（株）代表取締役社長 |
| てらやま 寺山 | とおる 徹 | 代表取締役専務執行役員 |
| どい 土井 | ひろつぐ 弘次 | 取締役常務執行役員 |
| なかじま ○中島 | やすお 泰雄 | 常務執行役員 |
| へんみ 邊見 | たかお 隆士 | 常務執行役員 |
| ○つるた 鶴田 | かずひさ 和久 | 執行役員 |
| すがわら 菅原 | さとし 聡 | 執行役員 |
| ○なみかわ 並川 | けんじ 賢治 | 執行役員 |
| かこ 加古 | そういちろう 聡一郎 | 執行役員 |
| ○わたなべ 渡辺 | まなぶ 学 | 執行役員 |
| うえた 植田 | まさとし 雅俊 | 執行役員 |
| いぬい 乾 | すすむ 晋 | 執行役員 |

○印は令和4年6月28日迄の委員

審議の経過

- 第1回 2021年12月22日（水）
 - ・ 首都高速道路の現状
 - ・ 新たに得られた知見と課題に基づく今後の対応策

- 第2回 2022年1月28日（金）
 - ・ 羽田トンネル 現場視察

- 第3回 2022年2月18日（金）
 - ・ 審議を踏まえた今後優先的に検討すべき追加対策（案）
 - ・ 羽田トンネルの抜本的な対策の実施に向けた検討
 - ・ 橋梁の抜本的な対策の実施に向けた検討
 - ・ 将来の大規模更新・修繕工事に備えた機能強化の検討
 - ・ 中間とりまとめ（案）

- 2022年3月8日（火）
 - ・ 中間とりまとめ公表

- 第4回 2022年5月13日（金）
 - ・ 荒川湾岸橋 現場視察

- 第5回 2022年9月20日（火）
 - ・ 審議を踏まえた追加対策（案）
 - ・ 羽田トンネルの抜本的な対策の実施に向けた検討
 - ・ 橋梁の抜本的な対策の実施に向けた検討
 - ・ 今後の大規模更新・修繕工事に備えた機能強化の検討

- 第6回 2022年12月13日（火）
 - ・ 中間とりまとめ報告書（案）

- 2022年12月21日（水）
 - ・ 中間とりまとめ報告書公表