

首都高速道路における大規模更新事業について

磯部 龍太郎*

首都高速道路株式会社では、2013年1月に「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」より提言を受け、首都高速道路全線にわたる構造上、維持管理上の問題や損傷状況などを精査しながら検討を進め、首都高速道路の更新計画を策定し、2014年11月より大規模更新・大規模修繕としてその取組みに着手した。

本稿では、先行して着手した1号羽田線（東品川栈橋・鮫洲埋立部）の更新工事を中心に、大規模更新箇所として選定した5箇所の事業の進捗状況について報告する。

キーワード：大規模更新、大規模修繕、長期耐久性、維持管理性

1. はじめに

首都高速道路は、1962年の京橋～芝浦間（4.5 km）の開通に始まり、2015年度末現在で延長310.7 kmが供用している。最初の供用から50年以上が経過する現在においてもなお、首都圏の自動車交通の大動脈としての役割を担っているが、構造物の高齢化の進行や過酷な使用状況などから構造物に多数の損傷が発生している状況にある。

このような状況のなか、当社では2013年1月15日に「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・東京都市大学環境情報学部教授）より提言を受け、首都高速道路全線にわたる構造上、維持管理上の問題や損傷状況などを精査しながら検討を進め、首都高速道路の更新計画を策定し、2014年11月より大規模更新・大規模修繕として、その取組みに着手したところである。

本稿では、2014年より事業に着手している大規模更新の進捗状況について報告する。

2. 更新事業の概要

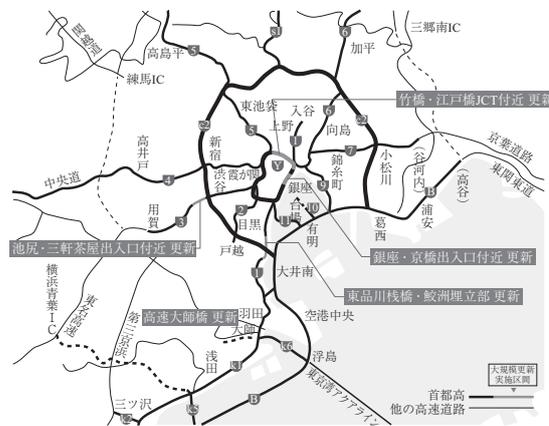
大規模更新・大規模修繕は、2014年11月17日に（独）日本高速道路保有・債務返済機構との変更協定を締結するとともに、同年11月20日に国土交通大臣から事業実施についての許可を取得して事業化している。

大規模更新・大規模修繕の実施箇所としては、首都高速

道路全線のうち、とくに重大な損傷が発見されており、対応しなければ通行止めなどに至る可能性の高い箇所を選定した。なお、重大な損傷とは、橋桁の脱落や床版の抜け落ちなど、構造上も走行安全上も道路の用に供せない状態につながる損傷である。

大規模更新とは橋梁の架替え、床版の取替えなどを行うことであり、1号羽田線の東品川栈橋・鮫洲埋立部、高速大師橋、3号渋谷線の池尻～三軒茶屋、都心環状線の竹橋～江戸橋、銀座～京橋の計5箇所（延長約8 km）を選定している。また、大規模修繕とは構造物全体の大規模な補修を行うことであり、延長約55 kmを選定している（図-1）。

	路線	対象箇所	延長	供用年度	事業年度
大規模更新	1号羽田線	東品川栈橋・鮫洲埋立部	1.9 km	S38	H26～38
		高速大師橋	0.3 km	S43	H27～35
	3号渋谷線	池尻～三軒茶屋	1.5 km	S46	H27～39
	都心環状線	竹橋～江戸橋（日本橋区間）	2.9 km	S39	H27～40
銀座～京橋（築地川区間）		1.5 km	S37	H27～40	
大規模修繕			55 km	—	H26～36
合計			63 km	—	



※この他に、大規模修繕実施箇所として55 kmを選定しています。

図-1 更新事業概要



* Ryutaro ISOBE

首都高速道路(株)
構造設計室 更新設計課

3. 大規模更新事業の進捗状況

3.1 1号羽田線（東品川栈橋・鮫洲埋立部）

首都高速道路の高速1号羽田線（東品川栈橋・鮫洲埋立部）は、1963年（昭和38年）に供用し供用後約53年を経過した延長約1.9kmの区間である（図-2）。

東品川栈橋は海上部に建設されており、橋桁と海面との空間がきわめて狭く、点検・補修が非常に困難なうえ、海水による激しい腐食環境によりコンクリートの剥離や鉄筋腐食などの重大な損傷が多数発生している（写真-1）。また、鮫洲埋立部は、鋼矢板を用いた仮設と同等の埋立て構造となっており、過去に鋼矢板などの損傷による路面の陥没などの重大な損傷が発生したこともある（写真-2）。

更新にあたっては、最新の技術的知見および技術基準の適用により更新構造物の計画立案・設計を行い、長期にわたる

耐久性を確保する。また、維持管理の容易な構造の採用や維持管理設備の設置などにより、維持管理性についても考慮する。

東品川栈橋の更新における縦断線形については、維持管理性および耐久性確保の観点から海水面から道路構造物の離隔を確保し、防災上の観点から路面高さは当該地の高潮高さ（T.P.+3.466m）を確保することとした（図-3～5）。

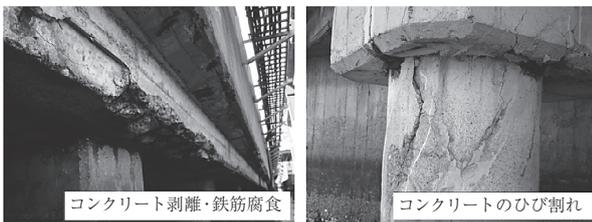


写真-1 東品川栈橋部の損傷状況

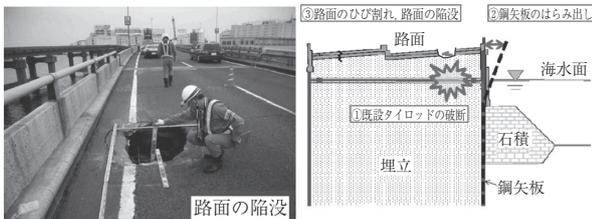


写真-2 鮫洲埋立部の損傷状況



図-3 現況のイメージ図（東品川栈橋部）



図-4 更新後のイメージ図（東品川栈橋部）



図-2 高速1号羽田線（東品川栈橋・鮫洲埋立部）更新事業位置図

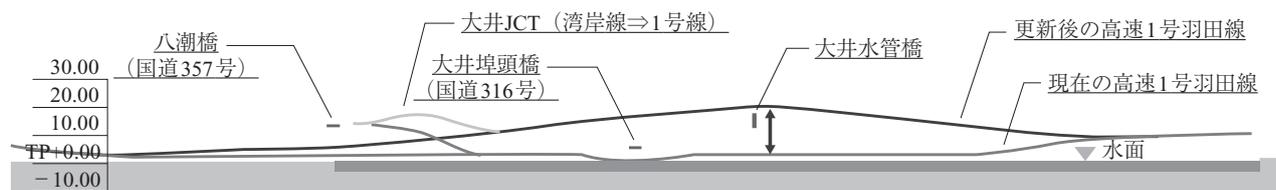


図-5 東品川栈橋・鮫洲埋立部の縦断線形計画

(1) 構造概要

延長約 1.2 km の東品川栈橋部は、鋼 6 径間連続鋼桁橋 4 橋、鋼 3 径間連続鋼桁橋 1 橋の高架橋で計画した。以下に構造部位別に概要を示す (図 - 6)。

上部工の構造形式は、主に維持管理 (点検・補修・改良など) の容易性などから鋼桁形式を採用した。また、上部工の維持管理性の向上を図るため、恒久足場として外装板を設置する。ゲルバー掛違い部についても通常よりも維持管理空間を確保すべく、桁端の切欠き形状に配慮するなど、上部工各部の維持管理性の向上を図っている。

また、主桁ウェブ厚を厚くすることで水平補剛材を設けない鋼桁構造を採用するとともに、すべての中間横桁は高力ボルト接合とし、疲労強度が低い溶接継手を少なくした構造仕様とすることで、現場工程の短縮、維持管理性および耐久性の向上を図っている。

床版工の構造形式は、耐久性・供用性を有し、床版下面のコンクリートを直接目視できることから維持管理性に優れ、現場工期の短縮も可能となるプレキャスト PC 床版を採用した。なお、ブロック単位の部材となることから、損傷時の対応や将来の改良なども比較的容易であると考えている。

橋脚の構造形式は、現場での工程短縮、施工性を考慮し鋼製橋脚を採用した。海上部という腐食環境を考慮し、高耐久性仕様の防食工法の適用により、橋脚の防食耐久性を向上させている。海上気中部は合金溶射と重防食塗装との組合せ、飛沫帯から海中部は高耐食性ステンレスライニング工法を採用した。

基礎工の構造形式は、近接構造物への影響を考慮し、基礎寸法が縮小可能な柱状体基礎とし、水上での施工実績が多く施工性・工程に優れる鋼管矢板基礎を採用した。また、上り線側基礎・下り線側基礎の段階的な半断面施工となる基礎を一体化することで、耐震設計上不利となる偏心荷重や不等沈下などの課題を回避するものとしている。施工法については、近隣住居などへの振動、騒音などの影響を考慮し、ウォータージェット併用圧入工法とした。

鮫洲埋立部については、高架構造とした場合、維持管理性に必要な海面との離隔が確保できないこと、密に配置された既設のタイロッドやグラウンドアンカーに影響を与えずに基礎の施工を行うことが困難であることなどから、高架構造は選定しないことを前提として構造形式を検討した。

高潮高さ以上への高上げ構造は、基盤面上へのリブ付 U 型セグメントと PC 合成床版 (PC 床板 + 場所打ち床版) から成るプレキャスト U 型ボックス構造を設置する方法を採用した (図 - 7)。プレキャスト構造の採用により、高品質な工場製作部材を適用するとともに、鉄筋・型枠工事など、現場での施工量削減を図っている。

また、プレキャスト部材を縦断方向に PC 鋼材で連結し、躯体に地震時挙動に応じたプレストレス力を導入することで、躯体縦断方向の耐久性を向上させている。

なお、躯体は十分な鉄筋のかぶり厚の確保、エポキシ被覆鉄筋の採用などにより、海際での耐久性を確保した。ボックス内部の空間確保や維持管理孔の設置により、ボック

ス内部の維持管理性を確保する構造とした。

プレキャスト U 型ボックス構造に対する支持力、安定性の確保および鋼矢板に代わる山留機能を確保するために、海側の既存鋼矢板背面およびボックス下の地盤を路面から必要な深さまで柱列状に地盤改良を行うものとした (図 - 7)。地盤改良工は、セメント系改良体の造成により半永久的な耐久性を確保する高圧噴射攪拌工法を基本とすることにより、タイロッドやグラウンドアンカーなどの地中支障物への影響は回避し、半断面施工時においては、隣接する供用中の下り線との境界付近に多重管式高圧噴射攪拌工法による地盤改良を先行して行い、施工時の影響を抑制することとした。

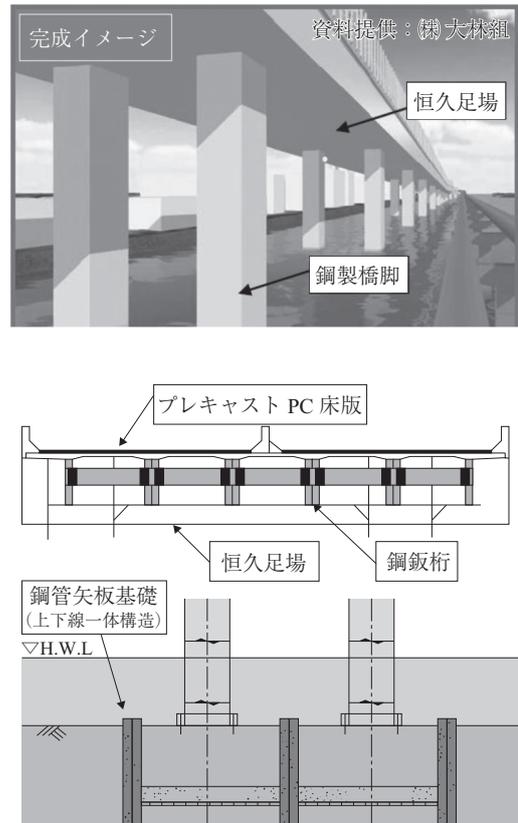


図 - 6 東品川栈橋部 (更新線) の構造概要

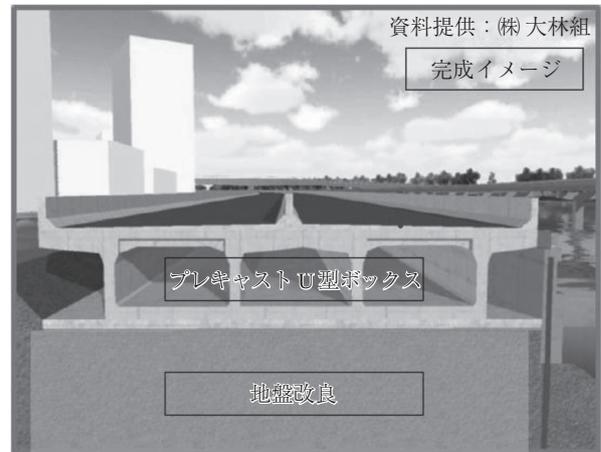


図 - 7 鮫洲埋立部 (更新線) の構造概要

(2) 施工概要

当該区間の断面交通量は約7万台/日であり、高速道路および一般道路への交通影響を極力低減するため、長期通行止めを行わないことを前提として施工計画を検討した。その結果、併設して計画されている一般道路の空間を活用し、迂回路による交通の切り回しによる段階的な施工を行うこととした。

また、2020年東京五輪の円滑な開催に支障を与えないよう、開催時(2020年7月～9月)には、損傷した現道(東品川栈橋・鯨洲埋立部)での供用はせず、また、当該区間に接続している大井JCTの渡り線(湾岸線⇒羽田線)の機能は確保することとした。

工事は大きく以下の4段階のステップで行う計画とした(図-8)。

第1ステップでは、作業ヤードを海上部に整備した後、迂回路を構築し、現道上り線の交通を迂回路に切り替える。迂回路の構築は、現道の上下線、護岸を除いた残った空間内に計画している。幅員および線形の関係から4車線の整備が不可能であるため、迂回路は2車線で整備を行う。また、大井JCTについては、迂回路および更新線の構築に支障となることから、2016年(平成28年)6月から約40ヵ月間の通行止めを実施中であり、1号線合流部から1号線交差部までを順次撤去し、迂回路構築、更新線施工などを行っていく計画である。

第2ステップでは、現道下り線の交通を供用させた状態で、上り線の造り替え(撤去および新設)を行うとともに、大井JCTを暫定的に迂回路へ接続させる。

第3ステップでは、現道下り線の交通を更新後の上り線を用いて切り替える。2020年東京五輪開催時の供用形態に該当する。その後、現道下り線の造り替え(撤去および新設)を行う。

第4ステップでは、更新後の上下線へ交通を切り替え、大井JCTを更新後の上り線へ接続させた後、迂回路などの撤去を行う。なお、工事完了は2026年度(平成38年度)を予定している。

迂回路は、更新線施工の着手の前提となるものであり全体工程に大きく影響するほか、更新線供用後に撤去するため、工程、施工性および供用期間中の耐久性・維持管理性を主眼に計画した。

迂回路上部構造は鋼連続板桁形式とし、下部構造は橋軸方向に鋼管杭を2列配列し剛性を高めたパイルベント橋脚構造を採用した(図-9)。

1号羽田線(東品川栈橋・鯨洲埋立部)の更新工事は、これまでに例のない通行止めなしで行う高速道路の更新工事であり、厳しい条件下で事業目標を達成するためには、工事のリスクを最小化する必要がある。そのため、工事の契約にあたっては、多種多様な構造、各社独自の高度で専門的なノウハウ・工法などのなかからもっとも優れた技術提案を採用するために、2014年6月に改正された「公共工事の品質確保の促進に関する法律」第18条に基づき、「技術提案を公募の上、その審査の結果を踏まえて選定した者と工法、価格等の交渉を行うことにより、仕様を確定

した上で契約する」方式(当社においては、この方式を「技術提案審査・価格等交渉方式」と呼称し、以下、同様に称す。)を試行導入した。

本工事では、技術提案審査・価格等交渉方式のうち「設計・施工一括タイプ(図-10)」を採用し、発注時の工期を14ヵ月短縮することが可能となったほか、耐久性・維持管理性の確保、近接交差構造物への安全対策、環境への配慮などにおいても優れた技術提案を採用することができた。

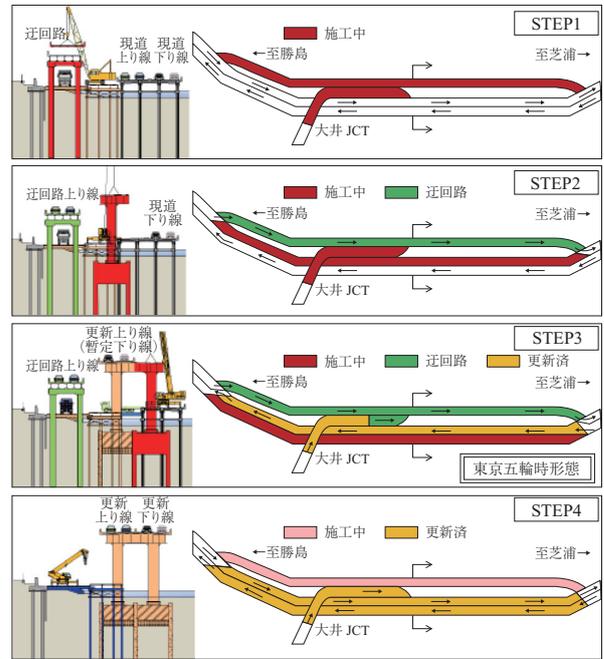


図-8 概略施工ステップ図

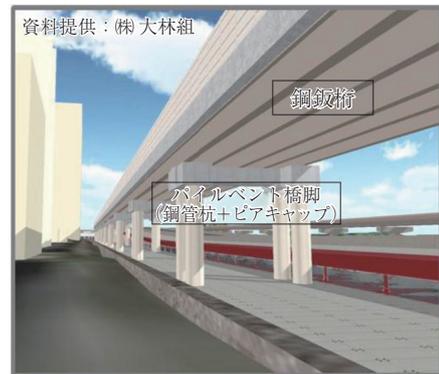


図-9 迂回路の構造概要

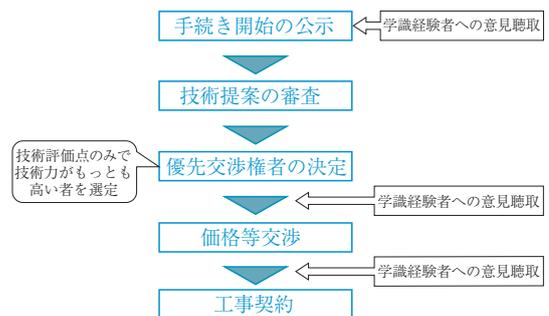


図-10 設計・施工一括タイプの手続きの流れ

3.2 1号羽田線（高速大師橋）

多摩川を渡る高速大師橋は、1968年11月に供用した3径間連続鋼床版箱桁橋である。本橋は多摩川への河積阻害を極力回避するために橋脚間隔を長支間にする必要があり、当時の最先端技術であった閉断面リブ（Y型）を用いた鋼床版を採用し、上部工の軽量化を図っている（図-11）。軽量化した剛性の低い上部工であり、橋梁全体がたわみやすい構造であることに加え、多くの自動車交通による使用状況などから、橋梁全体に多数の疲労き裂が発生している。

補修・補強はその都度実施しているものの、新たな疲労き裂があとを絶たない状況にあることから上部工を架け替えることとした。架替えにあたっては、現在の構造基準に基づき、道路幅員を16.5mから18.2mに拡幅する。また、現在の基準に基づいて上部工を設計すると、上部工の死荷重が既設を大きく上回り、下部工の耐力が不足することから上部工と合わせて下部工も更新する（図-12）。

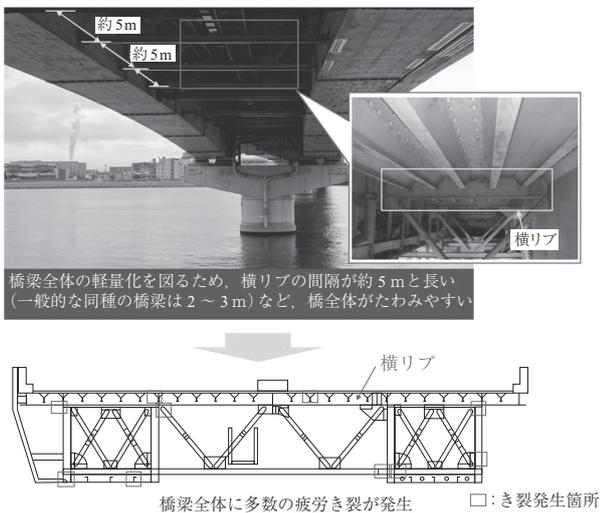


図 - 11 高速大師橋の構造概要

高速大師橋は、2016年3月に都市計画変更の告示がなされ、同年5月に更新工事の契約手続きに着手した。工事は、河川内施工であるとともに、高速道路や一般道路への影響をとくに配慮した施工となるなど、非常に難易度の高い工事のため、「技術提案審査・価格等交渉方式」を試行導入した。

なお、本方式は1号羽田線（東品川橋樑・鮫洲埋立部）の更新工事でも採用しているが、本工事では工事契約に先行して設計契約を施工予定者と締結し、施工予定者による実施設計に基づき仕様を確定したのち、その仕様に基づき工事契約の締結を行う「設計交渉・施工タイプ」を試行的に採用した（図-13）。

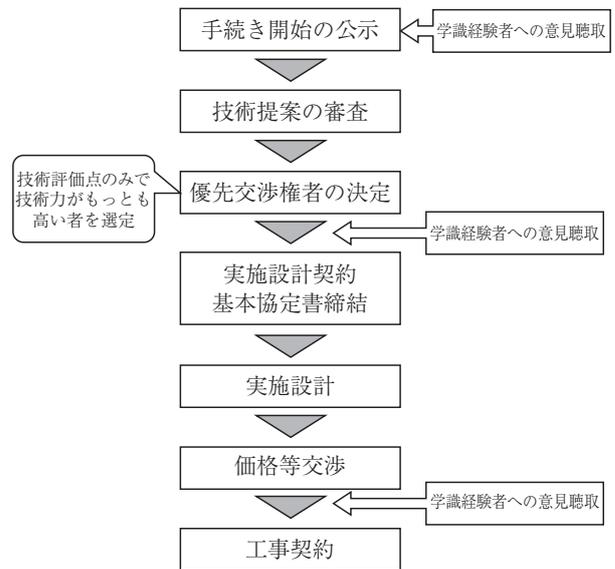


図 - 13 設計交渉・施工タイプの手続きの流れ

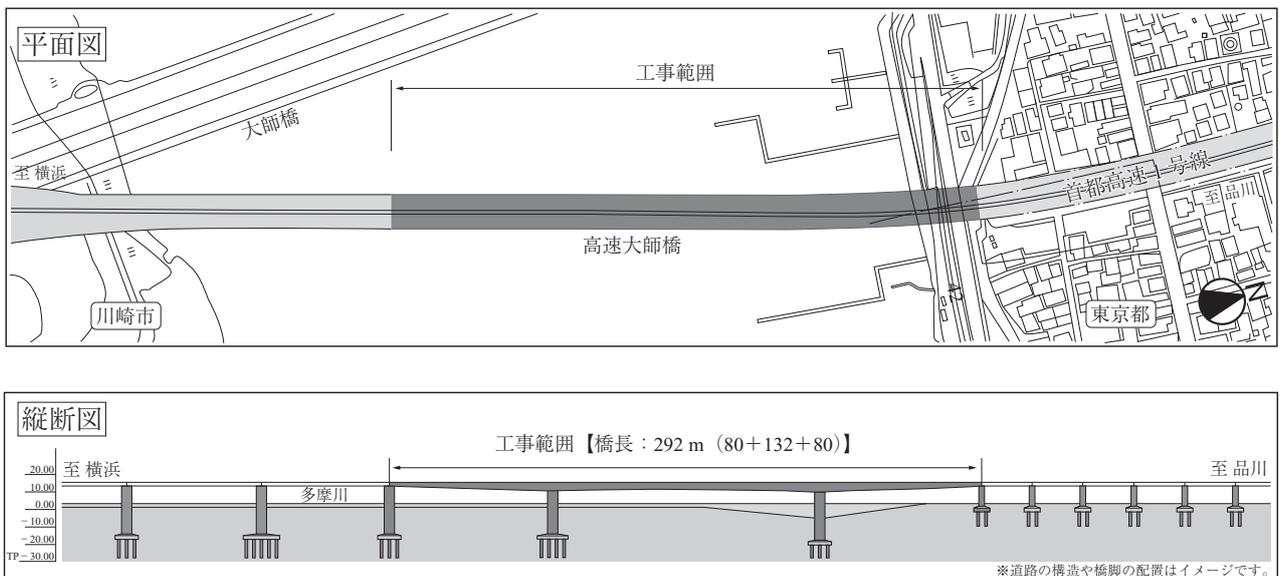


図 - 12 高速大師橋構造概要図

3.3 3号渋谷線（池尻～三軒茶屋）

東名高速に通じ、交通需要の高い3号渋谷線のうち、池尻～三軒茶屋は1971年12月に供用した区間である。共同溝および鉄道トンネルと一体構造となっており（図-14）、横梁の張出しが長いなどの構造的な特性から、コンクリート床版に亀甲状のひび割れが多数発生している（写真-3）。この区間の大規模更新にあたっては、損傷状況に鑑み、床版を取り替えることとした。

床版の取替えにあたっては、地下構造への影響を考慮し、床版の重量を増やさずに長期の耐久性が確保できるよう、コンクリート床版から鋼床版などの軽量の床版に取り替えることを考えている。施工法については、交通影響を軽減するため、交通量が比較的少ない夜間の車線規制による施工を検討している。また、当該区間については、大規模更新と合わせて付加車線を設置（別事業）することにより渋滞の緩和を図る計画としている。なお、施工期間中は、付加車線の設置などにより上部工死荷重が現況よりも増加するため、本体工事の施工に先立ち、地下構造物の補強を実施する予定である。

当該区間は、2016年3月に都市計画変更の告示がなされたところである。2020年東京五輪後の更新工事着手に向け、現在、地下構造物の影響検討および補強設計を実施中である。

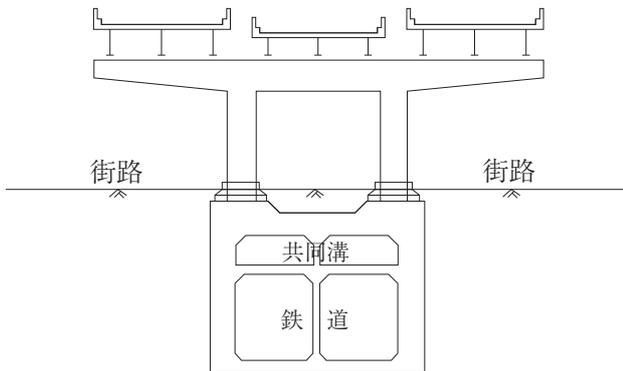


図 - 14 池尻～三軒茶屋の構造

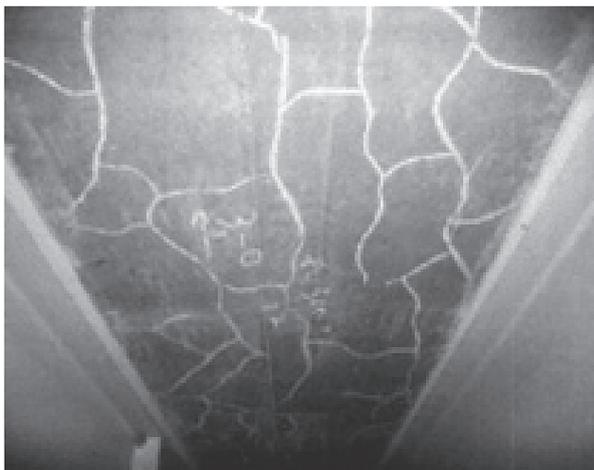


写真 - 3 コンクリート床版の損傷状況

3.4 都心環状線（竹橋～江戸橋、銀座～京橋）

都心環状線の竹橋～江戸橋と銀座～京橋はともに1964年の東京オリンピック前に供用した区間であり、構造物の高齢化や多くの自動車交通による使用状況などから構造物全体に多数の損傷が発見されている。両区間については、都市開発の動きと連携して更新事業を進めていくことを計画しており（図-15）、現在、関係機関とその実施手法などを検討しているところである。

4. おわりに

首都高速道路の更新事業は、道路の安全・安心の確保のためには不可欠なものであり、早期の実施が必要である。今回報告のとおり、大規模更新については既に現場工事に着手した区間があるなど、着々と事業を進めているところである。また、今回報告できなかったが、大規模修繕についても、鋼桁の当て板補強、鋼床版のSFRC（鋼繊維補強コンクリート）補強、RC床版の炭素繊維補強、塗装の高耐久化など、損傷、腐食その他の劣化などに対する橋梁単位の全体的な補修工事を進めている。

引き続き、お客様および沿道の方々への丁寧な説明を行い、ご理解、ご協力を得ながら事業を進めてまいりたい。

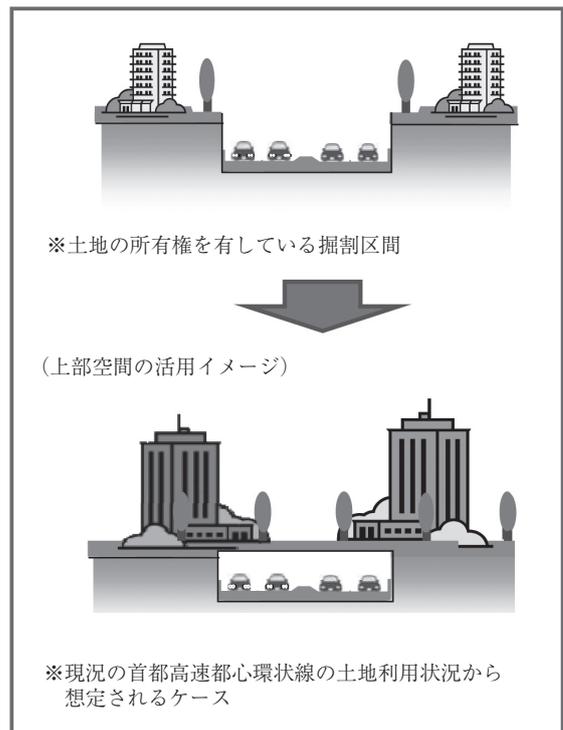


図 - 15 都心環状線（銀座～京橋）における上部空間活用イメージ

【2017年1月24日受付】