

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（参考資料）

2022年12月21日

『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』設立

- 開通から50年以上経過した路線が全体の30%を占める首都高構造物の現状や、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

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）
⇒大規模更新・修繕の基本的な考え方や必要性、課題等が提言

2014年 6月

道路法等改正
⇒計画的に大規模更新・修繕を実施するため、料金徴収期間を15年延長

首都高の現状

2014年11月

大規模更新 5箇所
大規模修繕 約55km **に着手**

一定の
成果

・累積の未補修損傷数がピーク時の約 5 割まで減少

新たな
課題

・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
・構造物の狭隘空間等、点検困難箇所における損傷が判明

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（2021年8月4日）

高速道路の機能を将来にわたり維持、継続するための課題等が提言

- ✓ 大規模更新・修繕事業の拡充が不可欠であること
- ✓ 特に首都圏等においては、う回路がないことが大規模更新・修繕事業実施の支障となりかねないこと

2021年12月

『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』の設立
委員長 前川 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）

『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』審議の経緯

- 本委員会では、抜本的な対策が必要な箇所として「羽田トンネル」や「荒川湾岸橋」等の橋梁について審議
- 第6回委員会において、これまでの審議内容を踏まえた「中間とりまとめ報告書（案）」について審議・公表
- 本委員会は、今後も継続開催予定

第1回委員会 [2021年12月22日]	・新たに得られた知見と課題に基づく今後の対応案 等
第2回委員会 [2022年 1月28日]	【現場視察】 高速1号羽田線 羽田トンネル
第3回委員会 [2022年 2月18日]	・今後優先的に検討すべき追加対策案 ・中間とりまとめ（案） 等
中間とりまとめ公表 [2022年 3月 8日]	・新たに得られた知見を踏まえた追加対策案の整理 ・今後の議論の方向性
第4回委員会 [2022年 5月13日]	【現場視察】 高速湾岸線 荒川湾岸橋
第5回委員会 [2022年 9月20日]	・羽田トンネルの抜本的な対策案 ・橋梁の抜本的な対策案 ・今後の大規模更新・修繕工事に備えた機能強化の検討 等



【第1回】委員会後記者会見



【第2回】羽田トンネル現場視察

第6回委員会 [2022年12月13日]	中間とりまとめ報告書（案）
--------------------------------	----------------------

→ **中間とりまとめ報告書 公表**



【第4回】荒川湾岸橋現場視察

第7回以降	・羽田トンネルや橋梁等の抜本的対策のさらなる具体化 ・広域的なう回誘導のあり方 ・DX（デジタル・トランスフォーメーション）の推進 ・構造物の長期的な健全性の確保 等
--------------	--

首都圏道路ネットワークの形成

- 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
- 現在も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続けている

1970年のネットワーク

- A 1962年**
首都高初の開通
[① 京橋 - ② 芝浦間]
- B 1967年**
③ 都心環状線全線開通
- C 1968年**
④ 横羽線開通
[羽田 - 東神奈川間]

ネットワーク図 凡例

- 首都高 新規開通区間
- 首都高 開通済区間
- ほか 開通区間

建設中の一ノ橋JCT

かつてのパトロールカー（1970年代）

1988年のネットワーク

- D 1971年**
⑦ 小松川線全線開通
E14 京葉道路と接続
- E 1971年**
③ 渋谷線全線開通
E1 東名高速と接続
- F 1976年**
④ 新宿線全線開通
E20 中央道と接続
- G 1985年**
⑥ 三郷線全線開通
E6 常磐道と接続
- H 1987年**
⑤ 川口線全線開通
E4 東北道と接続

3号渋谷線開通式

補修工事の様子（1990年代）

2022年のネットワーク

- I 1989年**
⑧ 横浜ベイブリッジ開通
- J 1993年**
⑪ レインボーブリッジ開通
- K 2001年**
⑨ 湾岸線全線開通
- L 2015年**
② 中央環状線全線開通
- M 2017年**
⑦ 横浜北線開通
- N 2018年**
⑩ 晴海線開通 [晴海 - 豊洲間]
- O 2020年**
⑤ 横浜北西線開通

中央環状品川線開通式

建設中のレインボーブリッジ

首都高の
総延長と利用台数

※2022年3月末時点

総延長
約327km

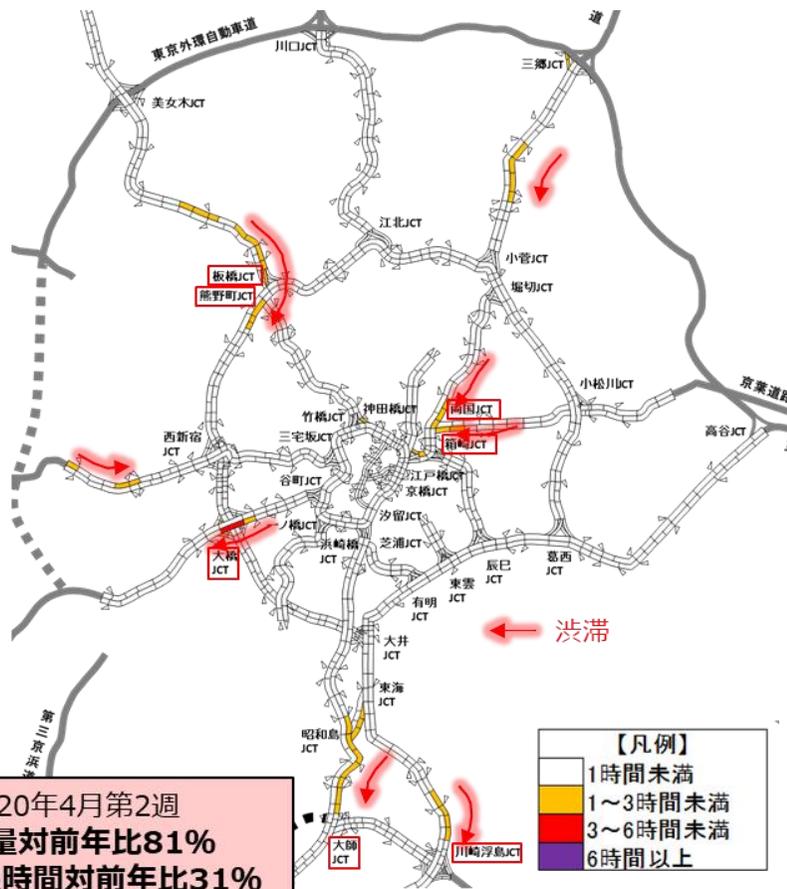
1日に
約100万台
が利用

開通から
累計180億台
以上が利用

コロナ禍による交通変化

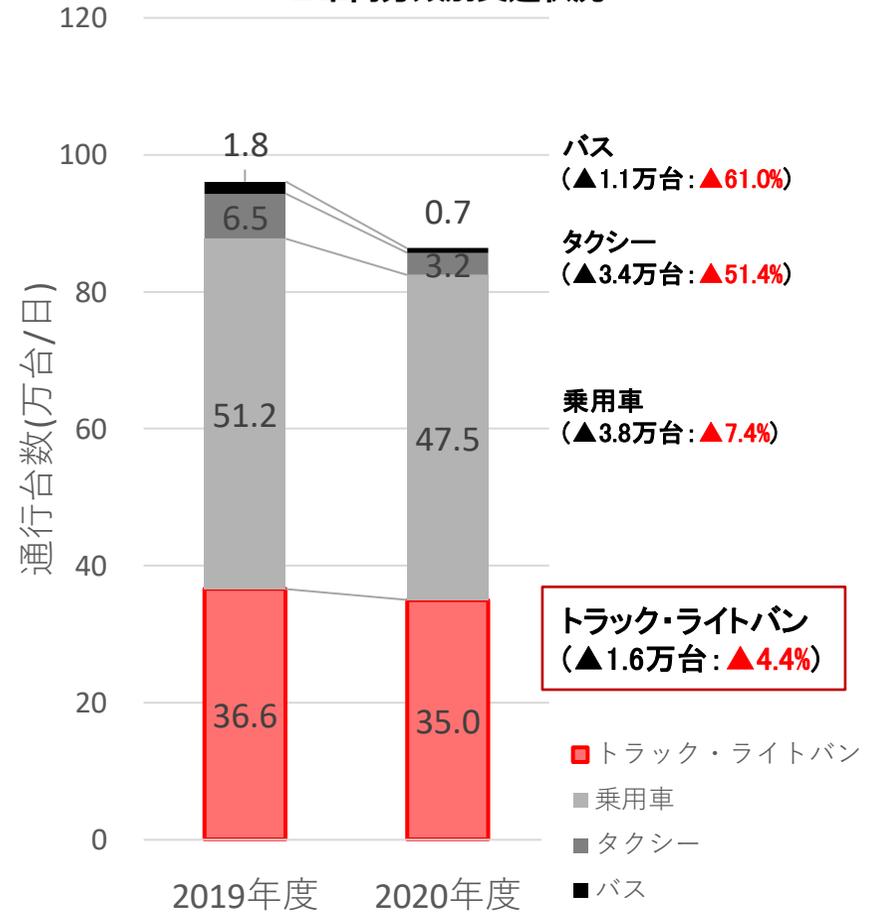
- 2020年春の緊急事態宣言下、前年同時期と比較して大幅に交通量が減少する中においても、相対的に交通需要が大きい箇所では渋滞が発生
- バス・タクシー等の交通量が大きく減少する一方、トラック・ライトバンは約4%の減少に留まる等、首都高はコロナ禍においても物流交通を担う役割を果たすことにより、ステイホーム等の新しい生活様式を下支え

■ 区間別渋滞発生時間図



2020年4月第2週
 交通量対前年比81%
 渋滞損失時間対前年比31%

■ 車両分類別交通状況



※車両分類別交通量はETCデータによる集計
 ※端数処理により合計値が合わないことがある

交通マネジメントの必要性

- 大規模更新・修繕事業の実施にあたっては、社会的影響を最小化するため、広域的なう回・分散を目的とした交通情報の提供や、時間分散を目的とした混雑日、混雑時間帯の提供等により、う回路への誘導を実施
- う回誘導のみでは十分に影響を軽減できない場合には、国民生活や経済活動への影響も考慮しつつ、交通需要マネジメントや交通システムマネジメントを実施するとともに、料金施策等を活用した交通需要の抑制についても検討

■ 道路交通情報提供サービス

・SNS等を活用した情報提供強化

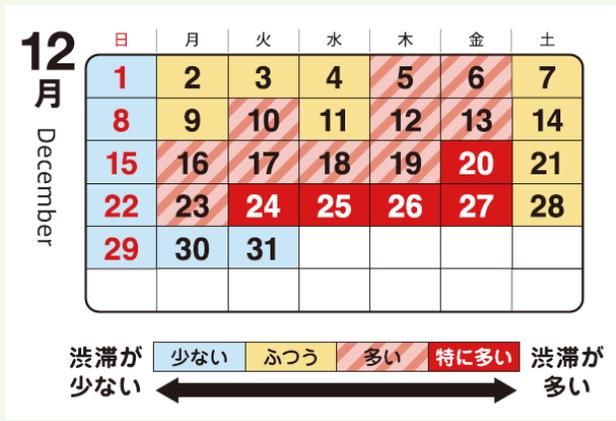
リッチメニューの追加 (LINE)

出入口間所要時間 (LINE)

事故詳細・迂回案内、通行止め解除見込み配信 (Twitter)

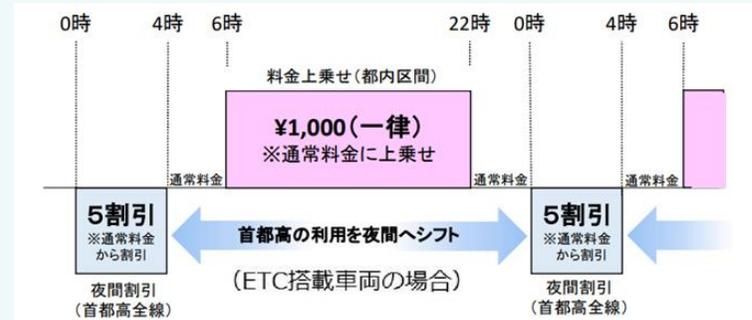
※冬期には積雪注意喚起、計画的通行止め、滞留車両への情報提供などを実施

・渋滞予想カレンダーによる交通分散の促進



■ 東京2020オリンピック・パラリンピック競技大会時における交通システムマネジメント

・料金施策による夜間割引と料金上乘せ



・大会期間における交通状況



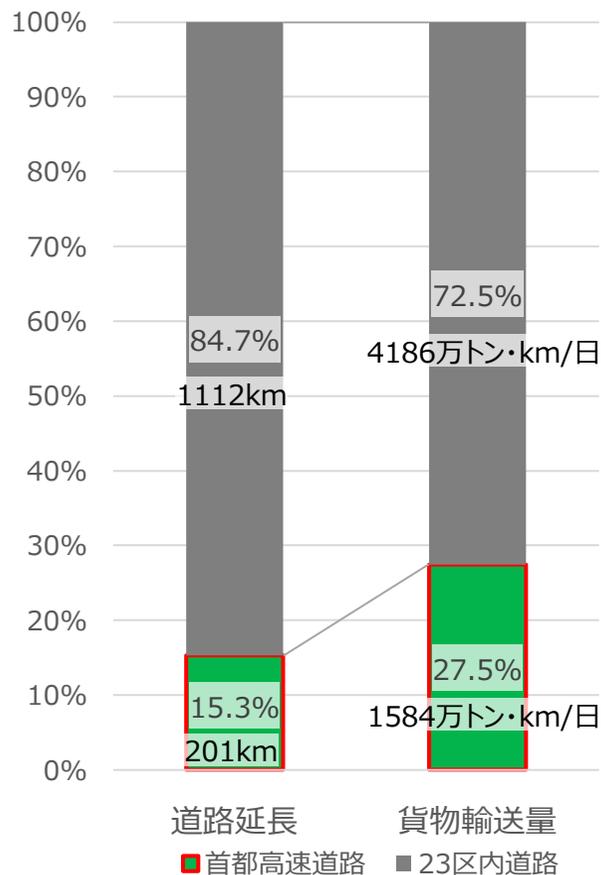
- 大会関係者及び観客の安全で円滑な輸送を実現するため、関係機関が連携し以下の取組みを実施
 - ・交通需要低減を図るためのTDM (交通需要マネジメント)
 - ・入口閉鎖や本線料金所流入制限等により交通集中緩和を図るTSM (交通システムマネジメント)
 - ・料金施策による交通需要調整

○ 上記の取組みにより計画目標を概ね達成し、大会期間中の円滑な輸送により大会の成功に貢献

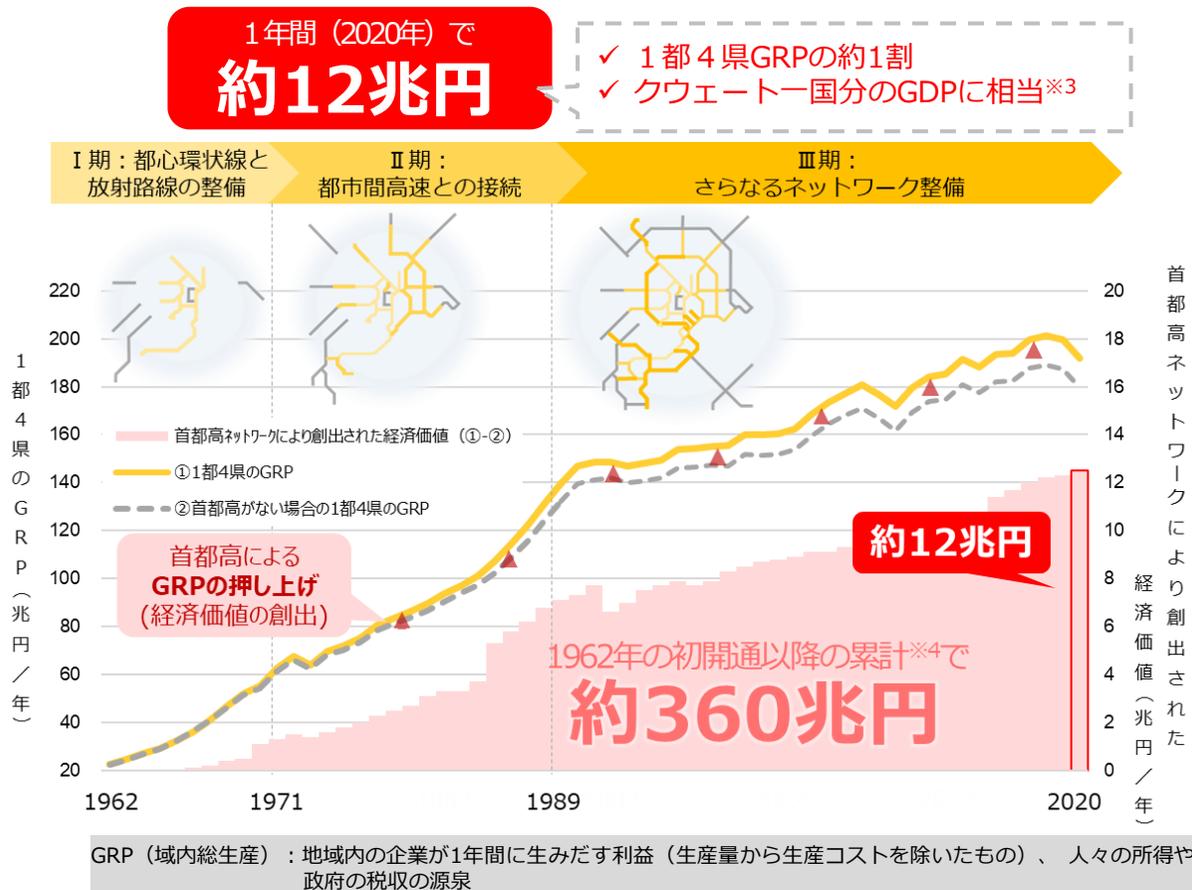
首都圏の社会経済活動に貢献

- 東京23区内における道路（国道・都道）のうち首都高の延長は約15%である一方で、東京23区を発着する貨物輸送量の約28%が首都高を利用
- 首都高ネットワークの整備は、移動・輸送の円滑化をもたらし、生産性向上を通じた経済成長に貢献
⇒1962年の開通以降の累計で約360兆円、直近1年間（2020年）では約12兆円のGRP（域内総生産）を押し上げ

■ 23区内道路(国道・都道)の延長及び貨物輸送量割合



■ 首都高によって、1都4県※1で創出された経済価値（GRP変化額）※2



出典：(道路延長、走行台キロ)平成27年度道路交通センサス(国土交通省)
(貨物輸送量)第30回首都高速道路交通起終点調査(平成30年度)データ及び
平成27年度道路交通センサスマスターデータから23区内で発着する貨物車類(軽貨物車・小型貨物車・普通貨物車)で独自に集計

※1 首都高利用の約9割が1都4県内（東京都、神奈川県、埼玉県、千葉県、茨城県）に起終点を持つ利用
※2 神戸大学大学院 小池淳司教授・筑波大学 堤盛人教授・首都高速道路株式会社により、マクロ計量経済モデルを用いて、各年の首都高あり/なしの場合のGRPの差を算出した結果を合計して経済効果として計測
※3 2020年のGDP（為替レートは2020年12月時点）
※4 本算定は首都高60周年にあたって行われたものであり、2022年時点で算定可能な2020年（現在のネットワーク完成時点）までの累計

災害時に果たす首都高の役割

- 首都高は全線が緊急輸送道路に指定
- 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



■ 大震災発生直後から実施

⇒ 第一次交通規制 (道路交通法)

消防、警察、自衛隊等の**緊急車両**以外は通行不可

■ 被害状況及び道路状況を勘案した上で実施

⇒ 第二次交通規制 (災害対策基本法)

災害応急対策に従事する車両以外は通行不可

※ 緊急自動車及び災害対策基本法に基づく標章を掲示している車両

(事例) 災害時における活用状況イメージ



規制状況 (防災訓練時)

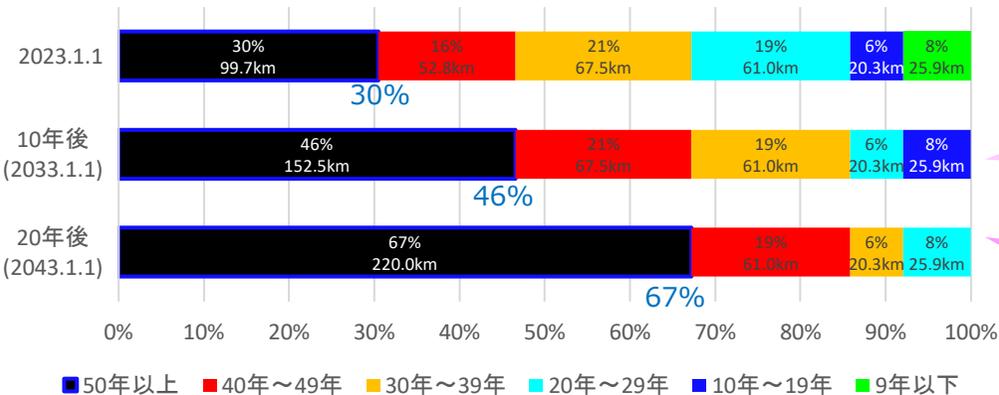


自衛隊車両の通行 (防災訓練時)

首都高が直面する課題

- 開通後50年が経過した路線の割合は、現在の30%から10年後には46%、20年後には67%に達する見込み
- 首都高の大型車の交通量は一般道と比較して約5倍で、世界的に見ても過酷な使用状況
- 首都高全線の約95%が高架橋やトンネルなどの構造物であり、点検が難しい箇所や、交通規制への影響など、都市部特有の維持管理上の制約も複数存在

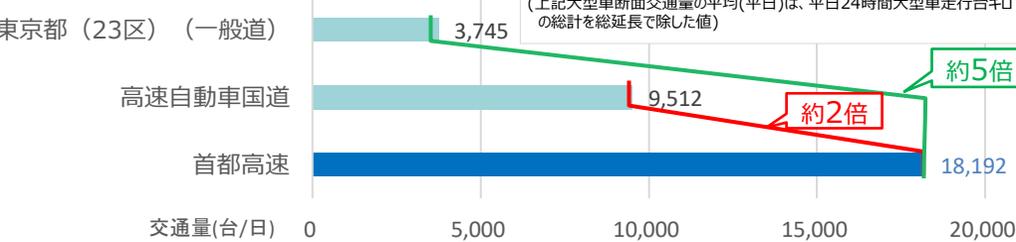
■首都高路線の経過年数の構成比



10年後
46%
20年後
67%

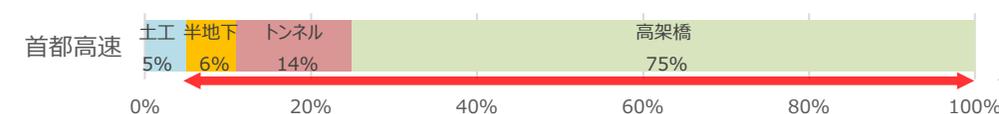
■大型車の断面交通量比較*

*出典：平成27年度道路交通センサスより
 ・首都高速道路における大型車断面交通量の平均(平日)
 ・東京23区内の一般道(都道)における大型車断面交通量の平均(平日)
 ・日本全国の高速自動車国道における大型車断面交通量の平均(平日)
 (上記大型車断面交通量の平均(平日)は、平日24時間大型車走行台キロの総計を総延長で除した値)



大型車の交通量は一般道と比較すると**約5倍**

■構造物比率



高架橋やトンネルなどの構造物が全延長の**約95%**

■首都高各路線の経過年数



現在の大規模更新・修繕事業の実施箇所

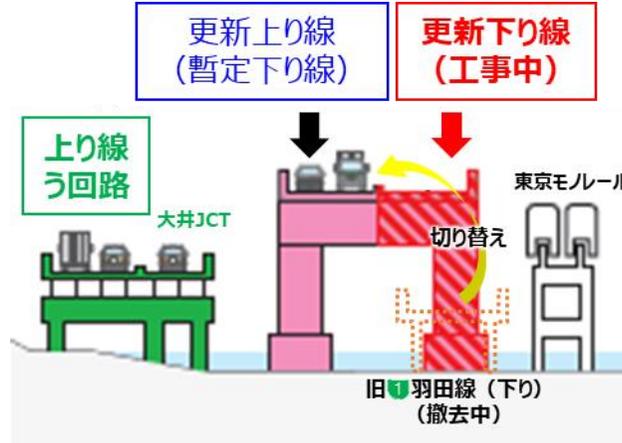
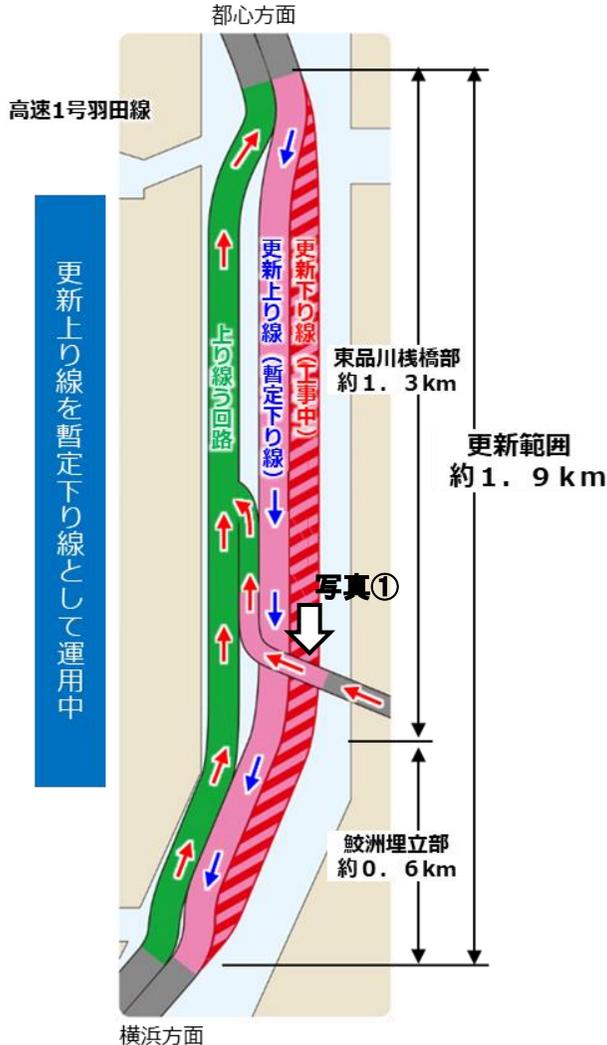


区分	路線	対象箇所	延長	事業年度
大規模更新 (5箇所)	1号羽田線	東品川棧橋・鮫洲埋立部	1.9km	2014~2028年度
		高速大師橋	0.3km	2015~2025年度
	3号渋谷線	池尻・三軒茶屋出入口付近	1.5km	2015~2027年度
	都心環状線	竹橋・江戸橋JCT付近	3.3km	2015~2040年度
		銀座・京橋出入口付近	1.5km	2015~2028年度
		合計	8.5km	
大規模修繕		3号渋谷線、4号新宿線 他	55km	2014~2024年度

【大規模更新】東品川栈橋・鮫洲埋立部

- 長期耐久性の確保や維持管理性の向上を図るため、海水面や交差構造物等から一定の離隔を確保した位置に造り替えを行う
- 交通影響を軽減するため、う回路を設置し交通流を確保しながら施工（2017年9月にう回路完成）
- 2020年6月に更新上り線が完成し、下り線（暫定）として運用中
- 現在、旧羽田線（下り）の撤去工、更新下り線の橋脚架設工及び橋桁架設工等を実施中

延長：約1.9km
 開通：1963年



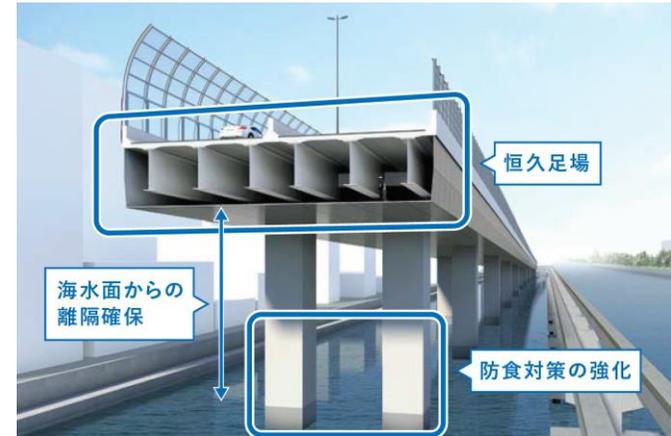
現在の工事ステップ（東品川栈橋部）



更新前の状況（東品川栈橋部）



写真① 現在の状況（更新下り線 橋桁架設工）



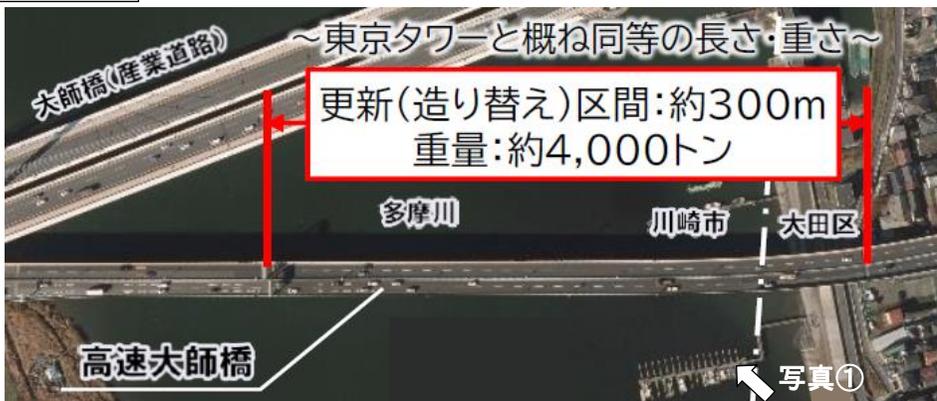
完成イメージ

【大規模更新】 高速大師橋

- 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く多数の疲労き裂が発生していることから、構造物の長期的な安全性を確保するため、橋梁の造り替えを行うもの
- 大ブロック橋桁の水上運搬及び橋桁移動設備上での新設橋の組み立てが完了
- 現在、新設橋の高欄・舗装・遮音壁等の附属施設物工を実施中
- 2023年5月下旬から2週間通行止めにより既設橋及び新設橋を河川上で移動する架け替えを実施予定

延長：約0.3km
開通：1968年

事業内容

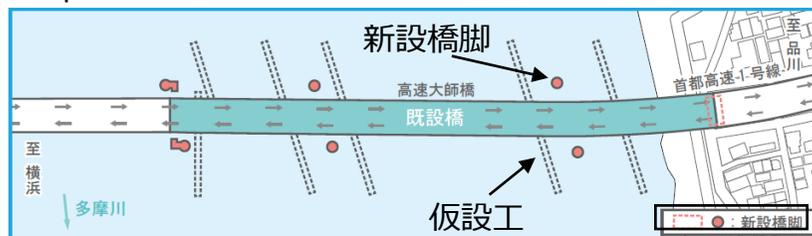


現況 (写真①)

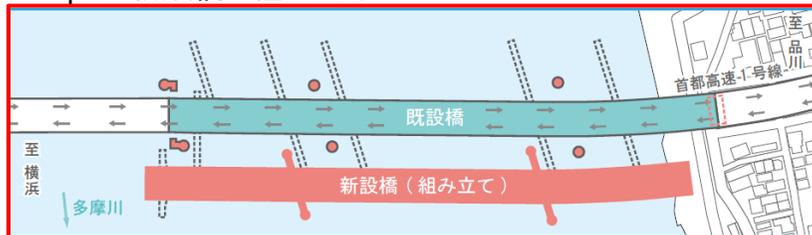


施工計画

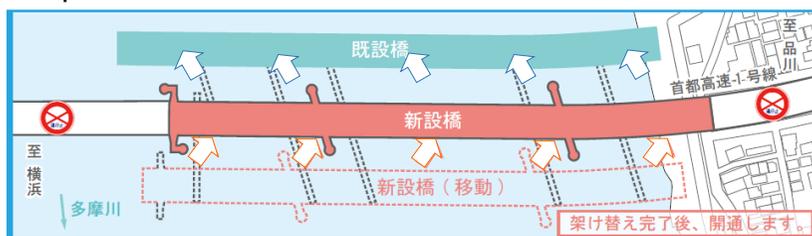
Step1: 新設橋脚工及び仮設工 (橋桁移動設備)



Step2: 新設橋の組み立て



Step3: 通行止めによる既設橋の撤去、新設橋の架設

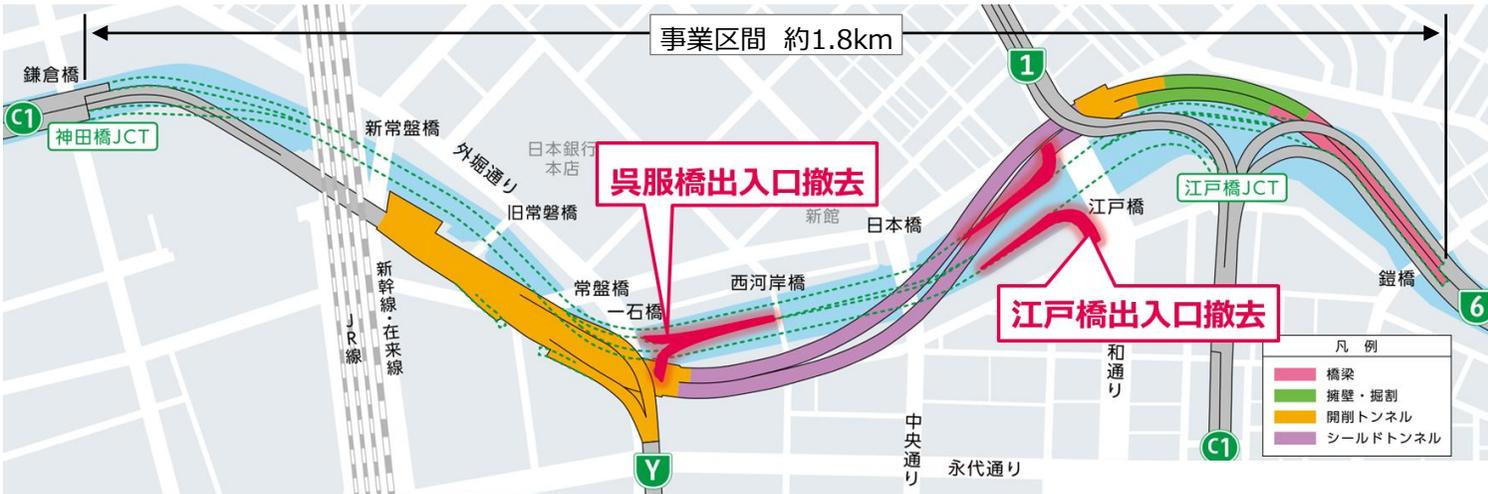


開通後、既設橋解体を実施

【大規模更新】竹橋・江戸橋JCT付近（日本橋区間地下化事業）

- 竹橋・江戸橋JCT付近のうち、神田橋JCTから江戸橋JCTまでの約1.8kmを地下化事業として整備
- 河川内工事を実施するための河積確保を目的として2021年4月に呉服橋・江戸橋出入口撤去工事に着手
- 現在、橋桁撤去工を実施中
- 2035年度の地下ルート開通、2040年度の完成（高架橋撤去）を目指す

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



現在の状況



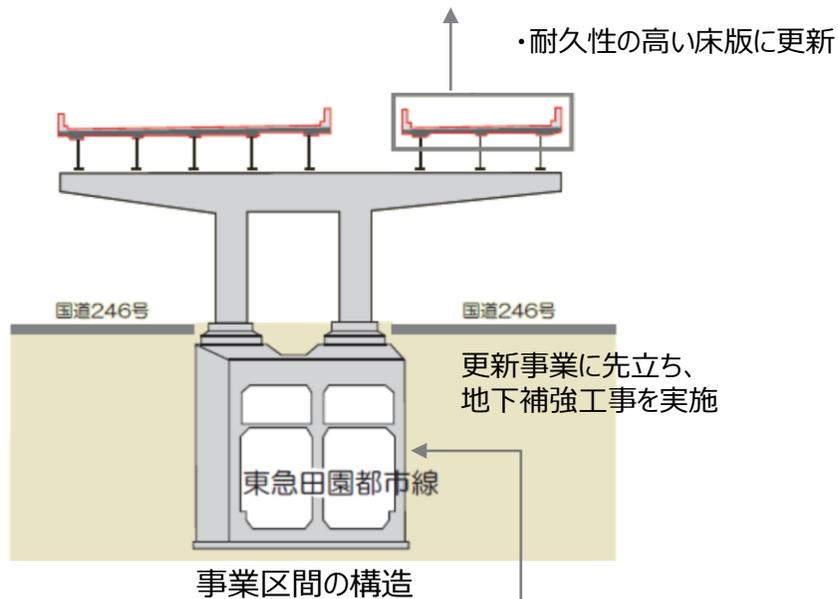
事業完了後のイメージ

再開発の計画は現時点の情報を基に作成したイメージです。

【大規模更新】池尻・三軒茶屋出入口付近

- 過酷な使用状況により床版に損傷が生じているため、長期的な安全性を確保する観点から耐久性の高い床版に造り替え
- 現在、床版更新工事に先立ち、地下構造物の補強工事を実施中

延長：約1.5km
開通：1971年



地下構造物
(橋脚基礎が共同溝及び
東急田園都市線と一体構造)



現地の状況 (三軒茶屋付近)

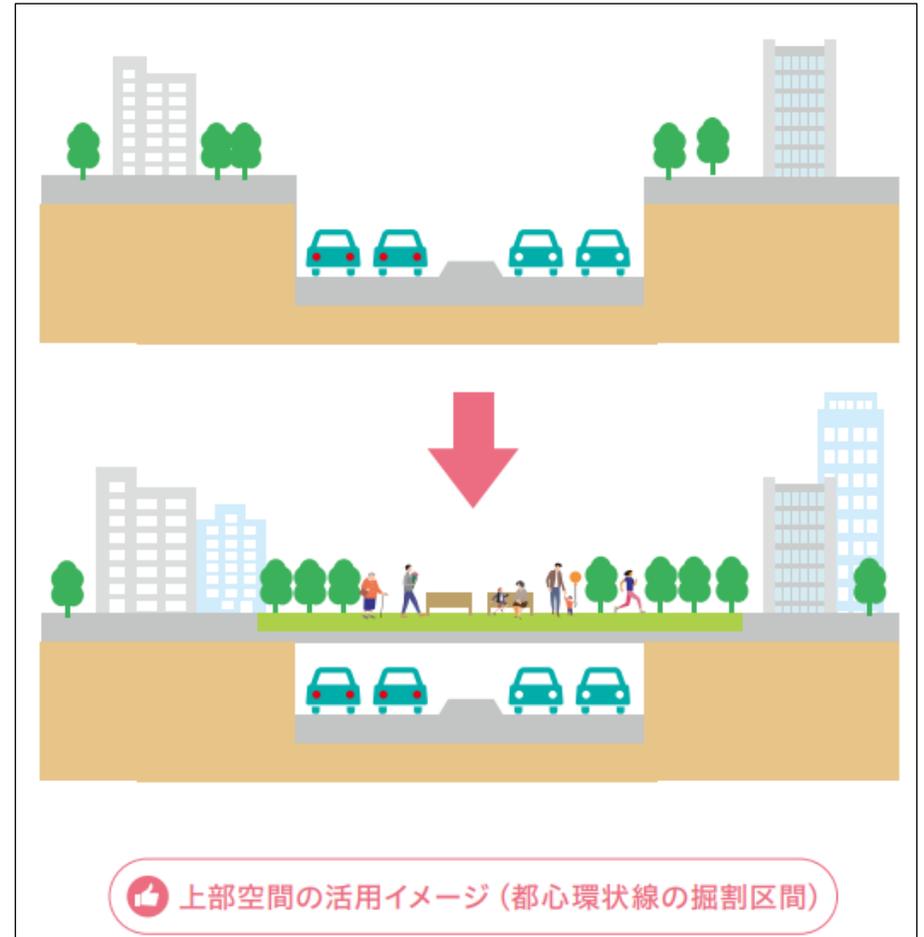
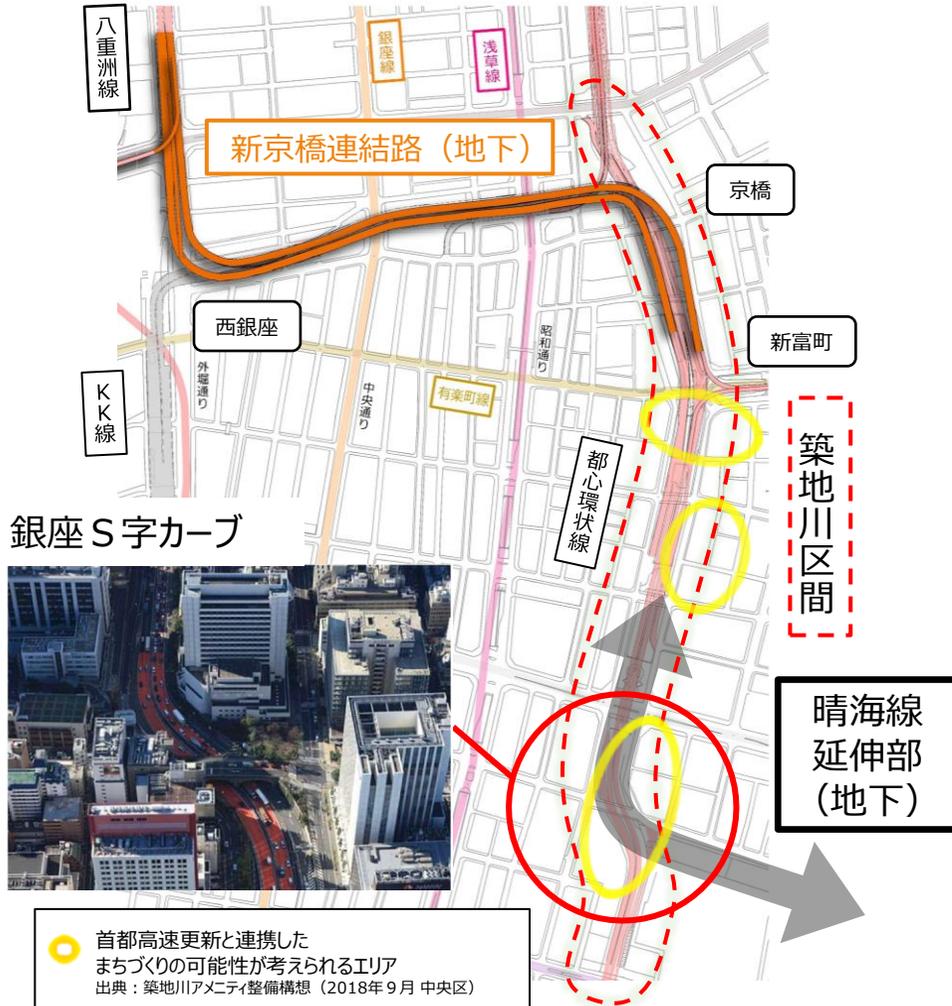


床版損傷状況

【大規模更新】銀座・京橋出入口付近（築地川区間）

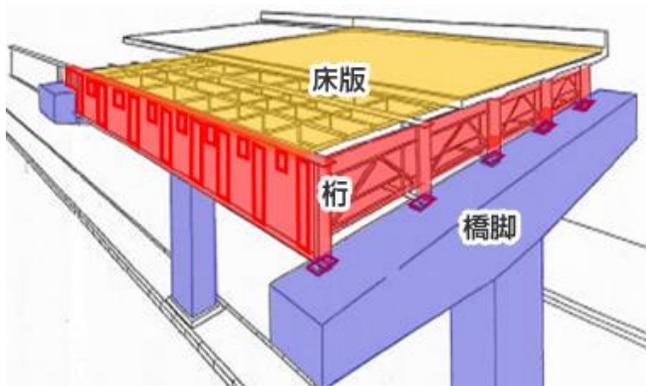
- 都心環状線（築地川区間）では、経年劣化した擁壁の取替等を実施予定
- あわせて、急カーブの解消等による走行安全性の向上とともに、道路上部空間の活用等周辺まちづくりと連携した更新計画を検討中
- 今後、晴海線との接続を見据え、その接続形態や分合流部の付加車線の設置等について検討

延長：約1.5km
開通：1962年



【大規模修繕】概要

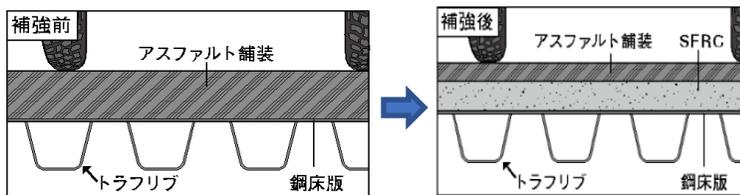
- 床版の補強、鋼桁や橋脚の補強、その他の損傷の発生や進行を抑え、長期耐久性の確保や維持管理性を向上させる補修を橋梁単位で実施中（対象約55km）



＜床版耐久性の向上＞



炭素繊維補強によりコンクリート床版の耐久性を向上



SFRCにより鋼床版の耐久性を向上

＜高力ボルト(F11T)取替＞



破断の恐れのある高力ボルトの取替

＜鋼桁重大損傷の事前対策＞



鋼桁を破断するような損傷発生の可能性のある部位を補強

＜塗装の高耐久化＞



耐久性の高い塗料により防食性能を向上

＜維持管理性の向上＞



大規模交差点、河川上等における点検や補修を円滑化

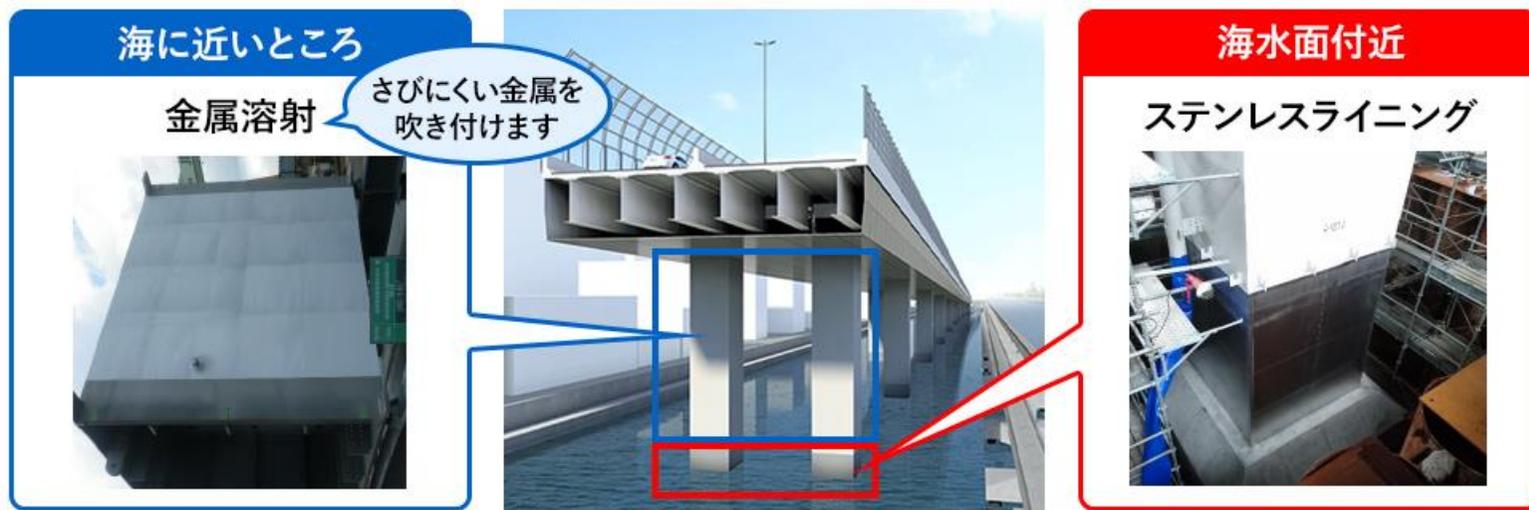
＜第三者被害対策＞



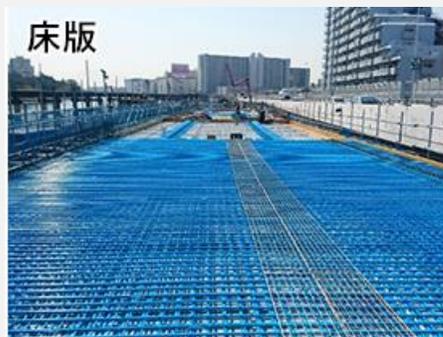
コンクリート片の剥落防止

事業実施による長期耐久性の確保（東品川栈橋・鮫洲埋立部事業の実施例）

- 海上にある橋脚は厳しい塩害環境に置かれることになるため、腐食から守る対策を実施
 - ⇒ 海水飛沫部及び水中部は、ステンレス鋼を巻きつけて防食（ステンレスライニング）
 - ⇒ 大気部は、通常行う塗装に加えて、金属溶射（アルミニウム・マグネシウム）後、重防食塗装で防食
 - ⇒ コンクリート中の鉄筋はエポキシ樹脂被覆鉄筋を採用



通常の鉄筋



エポキシ樹脂被覆鉄筋(青色)



ボックス構造

事業実施による交通への影響軽減及び維持管理性の向上（実施例）

施工時の交通への影響軽減

- ✓ 事後保全型の対応により損傷の発生と補修・補強が繰り返されると、交通規制の回数や時間が増加するため、大規模更新や大規模修繕を実施することにより社会的な影響を軽減
- ✓ 事業実施にあたっては交通影響を極力低減するため、工事に伴う長期通行止めや規制を極力回避する工法を検討
 - 東品川栈橋・鮫洲埋立部更新事業では、う回路を設置することにより、交通に大きな影響を与えることなく工事を実施
 - 高速大師橋更新事業では、既存橋梁の下流側に新設橋梁を構築し、一括で架け替えることで通行止め期間を短縮

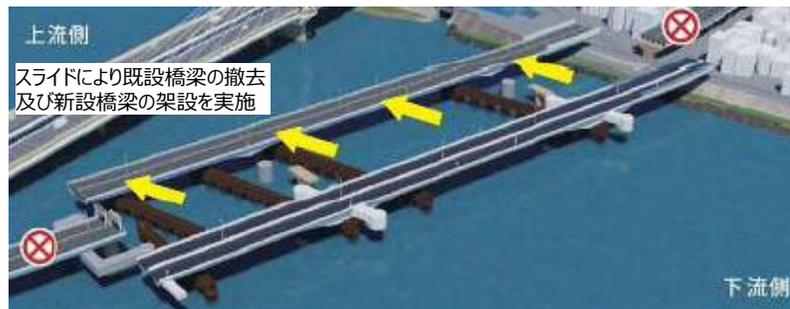


着手前(東品川区間)



う回路完成後(東品川区間)

う回路の設置状況



スライドにより既設橋梁の撤去及び新設橋梁の架設を実施

橋梁の一括架け替えイメージ

将来の維持管理性の向上

- ✓ 重交通を担う一般道路の交差点をはじめ鉄道や河川上等の点検や補修・補強等を円滑に行うため、事業実施に合わせて恒久足場を設置
- ✓ 恒久足場を設けることで交通規制が削減され、首都高や一般道路における工事渋滞の緩和が図られ道路サービスが向上



点検困難箇所における点検の様子



恒久足場の設置状況



恒久足場の設置状況

事業の必要性の発信

- マスコミを対象とした大規模更新・修繕事業の現場公開を行うことで、報道を通じ世の中へ事業の必要性について発信
- 大規模更新・修繕事業の理解を深めていただくため、地元住民を対象とした「親子見学会」を開催
- ホームページに、大規模更新・修繕事業の特設サイトを設け、YouTube等を活用し各事業のPRを実施

【マスコミ現場公開の開催事例】



【親子見学会の開催事例】



【HP特設サイト】



【YouTubeによる事業PR】



【パンフレット作成事例】

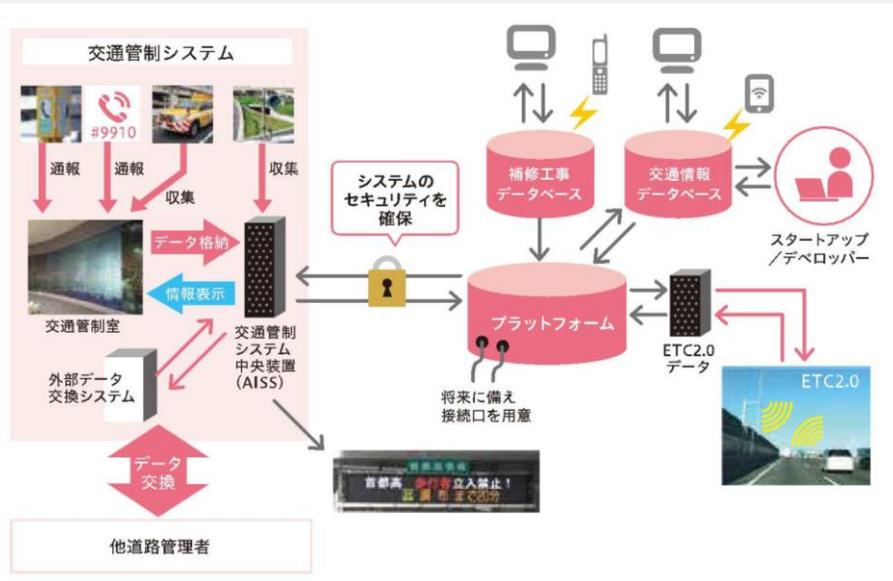


事業中における社会的な影響の低減

- 大規模更新・修繕事業によ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、ETCデータやトラカンデータ等のビック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
- 首都高利用者等への事業理解促進及び道路交通情報提供のため、インターネット技術を用いた道路交通情報提供ツールやSNS等を活用した情報提供サービスを強化

ビッグデータ(ETC2.0)の活用

- ✓ ETC2.0データを活用した交通影響検討等



道路交通情報の提供

- ✓ インターネット技術を用いた情報提供ツール

This section displays three digital tools for providing traffic information:

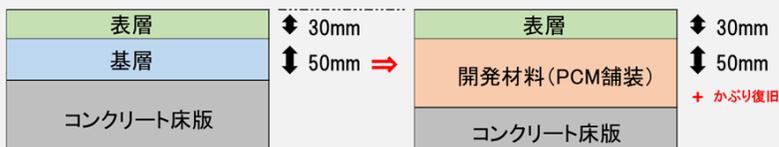
- mew-ti (PC):** A web interface showing a map of the Tokyo Expressway network with red and yellow markers indicating traffic issues. Text overlays include '混雑や渋滞' (Congestion and traffic jams), '出入口閉鎖' (Closure of entrance/exit), '通行止めなどの情報をいち早くお届け' (Delivering information such as road closures as early as possible), and '故障車' (Broken vehicle). A note at the bottom states: 「首都高速道路交通状況マップ」及び「リアルタイムルート検索について、改修済み」 (Regarding the 'Capital Expressway Traffic Status Map' and 'Real-time Route Search', improvements have been made).
- mew-ti (スマホアプリ):** A smartphone app interface showing a similar map with traffic information overlays.
- SNS:** Social media posts from Twitter and LINE. The LINE post includes the text: 「段階的な改修を予定」 (Staged improvements are planned).

新たな技術開発と専門技術者の育成

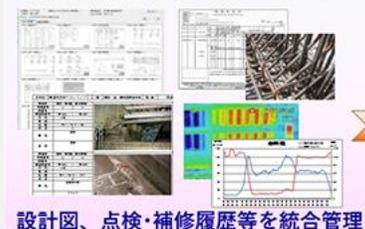
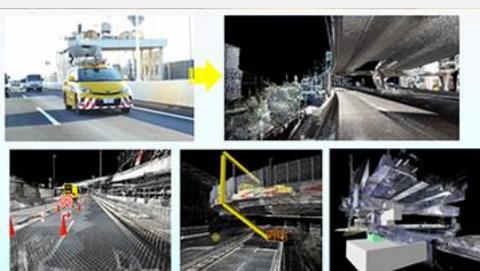
- 既設床版上面の増厚により、床版取替と同等の耐久性に向上させる技術等の開発を促進
- GIS（地理情報システム）を基盤とする総合プラットフォーム(i-DREAMs®)に、各プロセスで得られる情報を統合するとともに、維持管理の様々なシーンで3次元点群データを用いた「InfraDoctor®」を活用し効率的に維持管理
- 大規模更新・修繕事業を効率的に実施し、現時点で健全な構造物をより長期に亘って維持できるよう新たな技術開発と合わせて、点検・診断方法に関する専門的技術を有する人材を育成
- VR技術を活用した教育システム「点検訓練シミュレータ」の開発により、専門的な技術を有する人材を育成

■ 床版上面補強技術の開発

- ・低弾性、速硬性のある床版上面補強材料を開発
- ・鉄筋被りの回復により、床版の健全性が回復
- ・防水性が向上し、床版の耐久性が向上



■ 首都高のスマートインフラマネジメントシステム i-DREAMs®



■ VR技術を活用した点検技術者教育の効率化

VRを活用した「点検訓練シミュレータ」

実現場と同じ条件で構成部材等の基礎知識から、疲労き裂発生に係る専門知識までを、システム上で効率的に習得

⇒以前の实習と比較して、概ね1/4の時間で学習が可能

従来の点検技術者教育

【テキストによる座学】

容易に実施できるが、実際の構造をイメージしにくい点が難点



【現場実習】

実際の構造を見ることはできるが、時間を要するうえ現地準備、安全性の確保が必要



◆ 鋼桁内部をVR再現、実際の点検と同様に移動しながら溶接部の近接目視を実施

- ⇒ 損傷事例が表示され、ランク評定等の学習を行う
- ⇒ 解説により損傷原因等の学習を行い、点検時の着目点やノウハウを身に着けることが可能
- ⇒ 修了時に、重要な損傷見落としの有無等、点検結果の振り返りが可能

- ◆ 損傷箇所は毎回ランダム出現、継続学習が可能
- ◆ ニーズに応じたシステムのカスタマイズが可能

事業実施に合わせたまちづくりとの連携及び走行性・安全性の向上

まちづくりとの連携

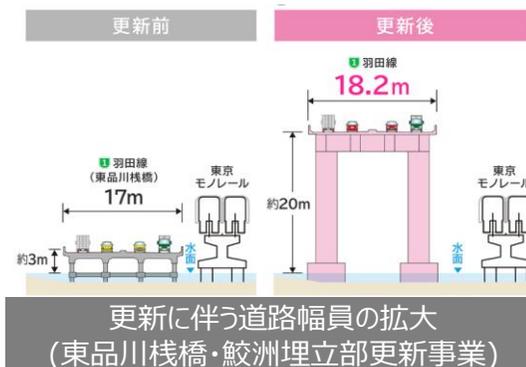
- ✓ 日本橋区間の地下化事業においては、日本橋周辺のまちづくりと連携し、国や東京都、中央区、千代田区、首都高が協力して推進
- ✓ 「立体道路制度」を活用し、建物の地下にトンネルを整備することで、これらのまちづくりと一体となって地下化事業に取り組み、地域の魅力のさらなる向上に貢献
- ✓ 銀座・京橋出入口付近の更新事業においては、都心環状線の掘割区間など都市再生・沿道まちづくりと連携した大規模更新事業の検討・推進



再開発の計画は現時点の情報を基に作成したイメージです。

更新に合わせた走行性・安全性の向上

- ✓ 更新に合わせて現在の基準に基づき路肩幅を確保することにより、走行性を向上
- ✓ 更新に伴う造り替えにより既存道路が有する課題の解決を図り、安全性を向上



確実な点検の実施（法定点検及び点検新技術の活用）

- 定期点検（2014年度以降法定点検で定められた5年に1度の近接目視を含む）及び会社の点検要領に基づく確実な点検を実施し、当面の安全性を確保
- 2020年度以降、点検新技術、デジタル技術の積極的な活用により、点検困難箇所の点検精度の向上や重大損傷に至りそうな判別精度が向上するなど点検作業を効率化

■ 定期点検

点検種別	点検頻度
巡回点検	2回/週
高速上徒歩点検	1回/5年
高架下徒歩点検	2回/年
接近点検	1回/5年



巡回点検



接近点検（街路上）



高速上徒歩点検



高架下徒歩点検



近接点検（トンネル内）



近接点検（河川上）



近接点検（ロープによるアクセス）

■ 点検新技術・デジタル技術の活用

■ デジタル技術（インフラドクター）



計測車両



3次元点群データ

■ デジタル技術（インフラパトロール）



■ 点検用ロボット



■ 点検用ドローン



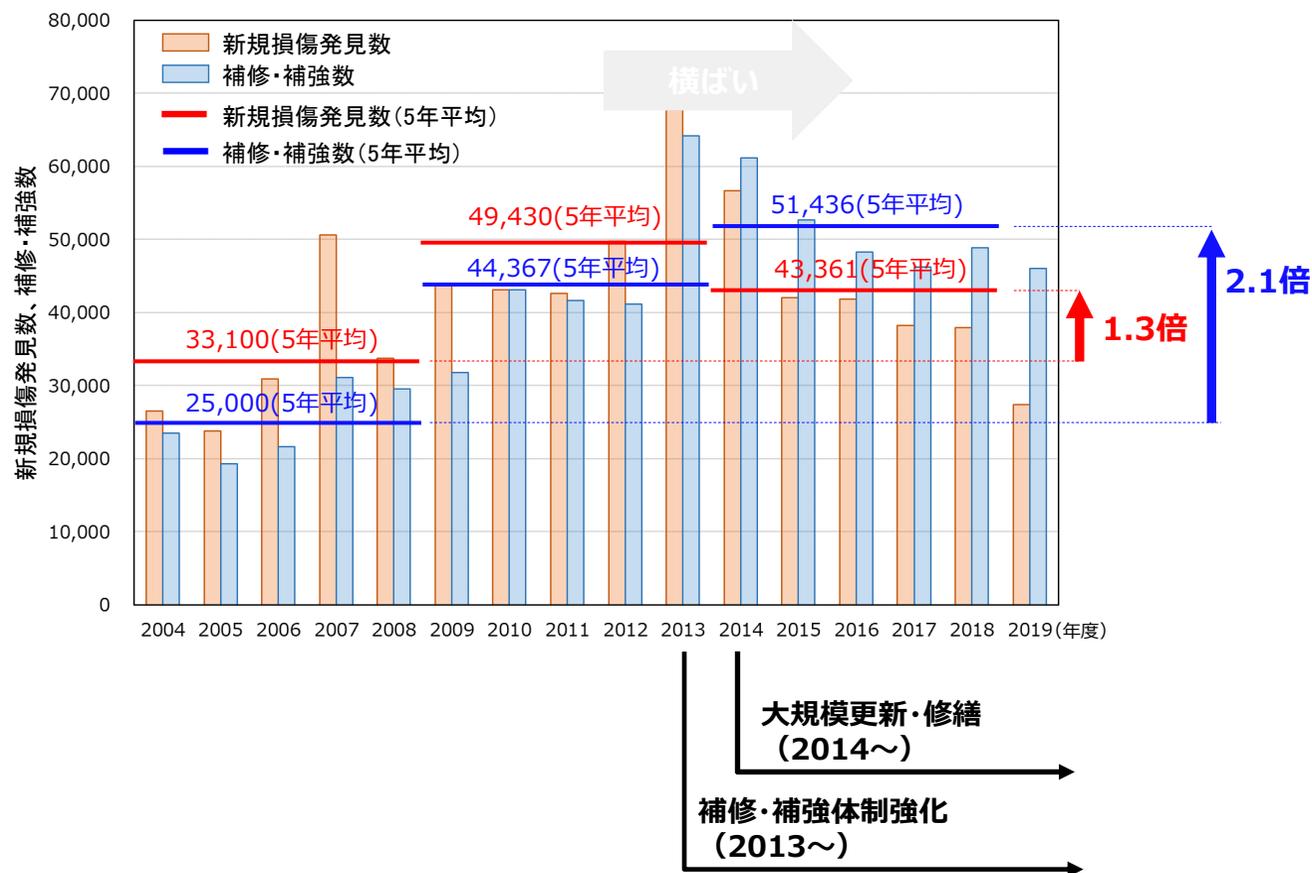
■ 昇降式全方位カメラ



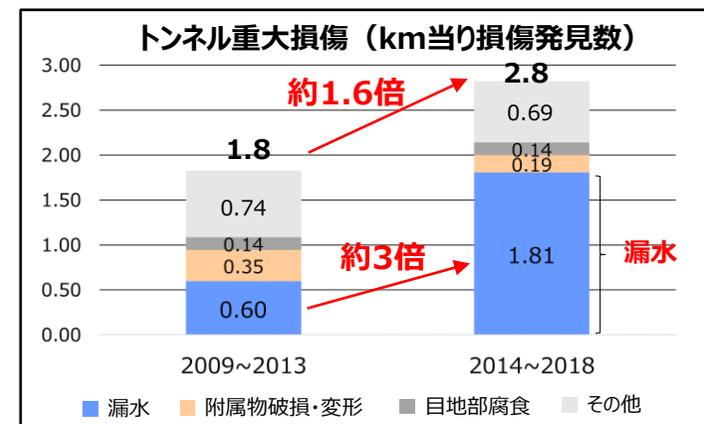
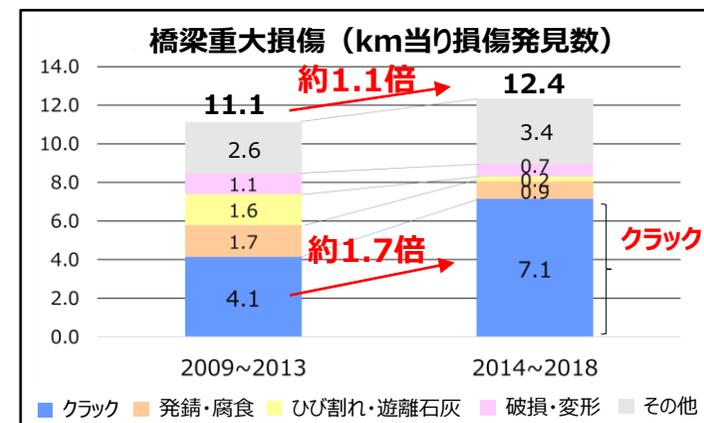
加速する経年劣化

- 大規模更新・修繕開始後の5年間（2014～2018年度）では、10年前と比較すると、損傷発見数は1.3倍、補修・補強数は2.1倍、5年前と比較しても横ばいの状況
- 重大損傷発見数は、5年前と比較すると、橋梁が1.1倍、トンネルが1.6倍と増加割合が大きく、特に橋梁においては、鋼桁のクラックが1.7倍、トンネルにおいては構造目地からの漏水が3倍と顕著

■ 新規損傷発見数、補修・補強数の推移



■ 重大損傷発見数（橋梁・トンネル）



* 重大損傷：補修が必要な損傷のうち、構造物の安全性に直結する重大な損傷で、早期の補修・補強を必要とするもの。

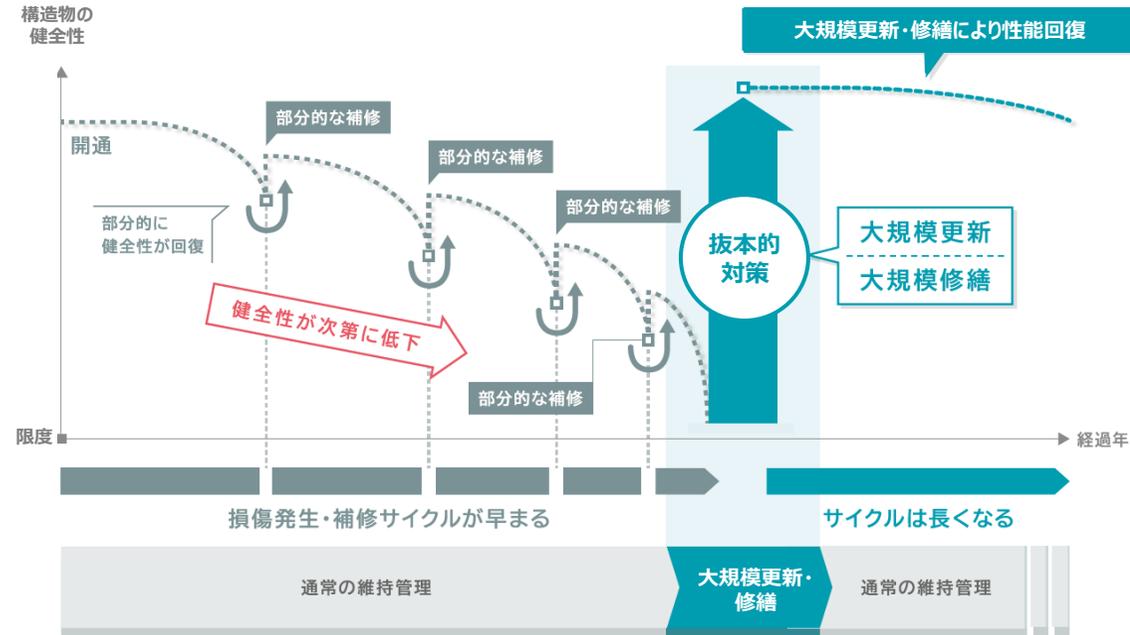
大規模更新・修繕の必要性

- 通常の修繕は、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
- 部分的な補修・補強の繰り返しでは、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、健全性が徐々に低下
- 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、または繰り返しの補修・補強により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ることが重要

■ 点検・補修の流れ

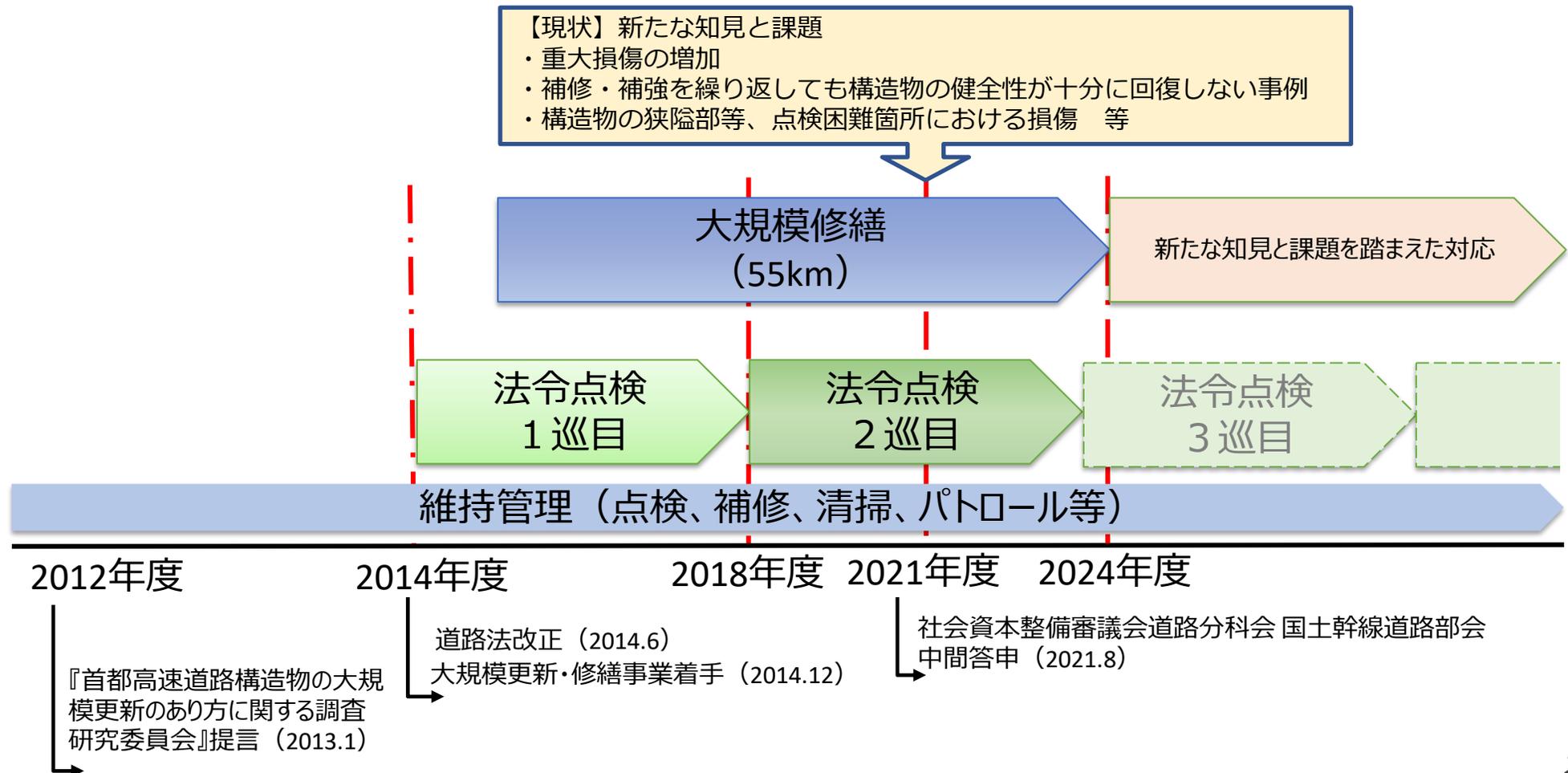


■ 大規模更新・修繕の必要性 (イメージ)



主構造の損傷に関する新たな知見と事象

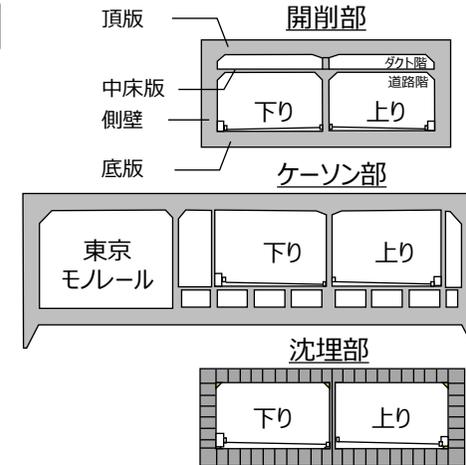
- 過酷な使用状況や経年劣化が進む中、発見された損傷を着実に補修・補強する等、適切な維持管理を実施
- 2014年度以降、55kmを対象に大規模修繕事業を実施中（2014～2024年度）
- 一方で、主に経年劣化した構造物において、重大損傷の増加、部分的な補修・補強を繰り返しても構造物全体の健全性が十分に回復しない事例、構造物の狭隘部等、点検、補修・補強困難箇所における損傷が明らかになる等、新たな課題が発生
- 構造物を長期に亘って健全に保ち、安全・安心な道路を維持するために、抜本的対策が必要



羽田トンネルにおける新たな知見と事象

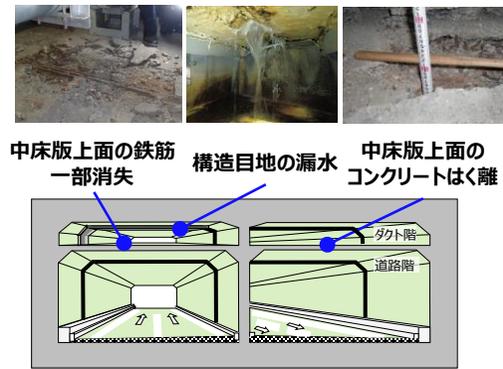
- 羽田トンネルは、1964年8月に開通した首都高初の海底トンネル
- 開通から60年近く経過し、漏水に伴う緊急規制が増加し、交通へ影響
- 構造目地を弱点とした海水浸入により、道路階及びダクト階において鉄筋消失等の重大な損傷を確認
- 安全・安心な道路空間を持続的に提供するためにはトンネル躯体の抜本的な対策が必要

■ 羽田トンネルの概要

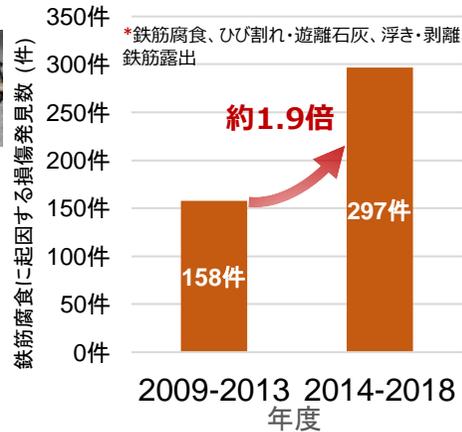


出典: 国土地理院ウェブサイト

■ 損傷事例



■ 損傷発見数の増加



■ 繰り返す補修対応



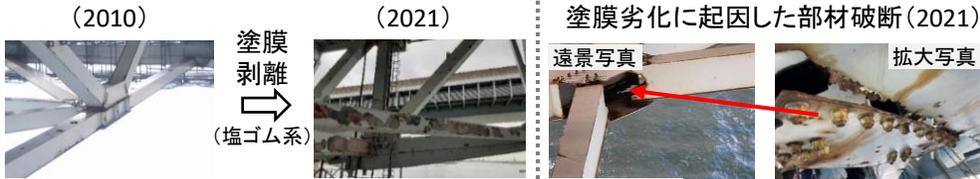
■ 緊急通行規制の増加



橋梁（荒川湾岸橋等の鋼橋）における新たな知見と事象

- 荒川湾岸橋は、2010年の点検時は健全であったが、2020年の点検時は腐食による部材破断等の重大損傷を確認
- 既存塗膜付着試験の結果、塩化ゴム系（塗り重ね補修した箇所を含む）の場合、付着力がほとんど失われていることを確認
- 荒川湾岸橋以外の、古い塗装仕様が使用されている鋼橋においても、広範囲の塗膜剥離や鋼材腐食等が発生

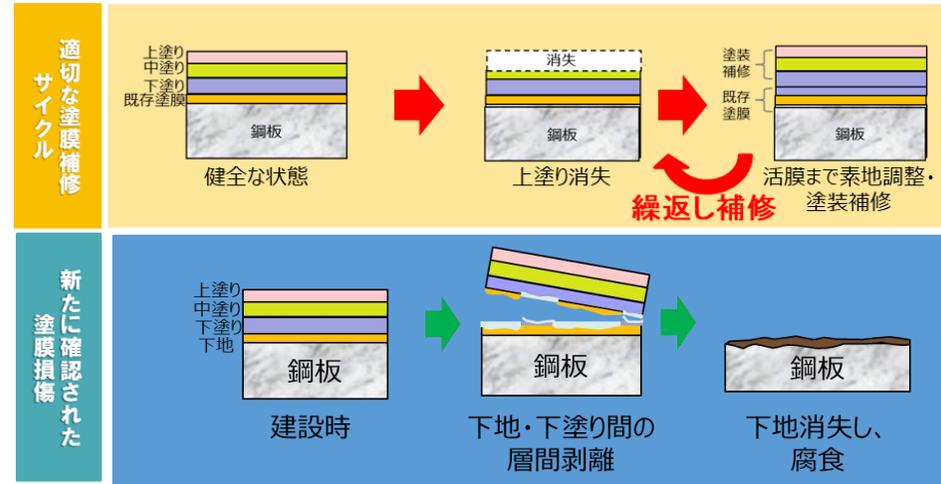
■ 荒川湾岸橋における塗膜剥離事象



<付着力の確認（基盤目カットテープ付着試験法）>

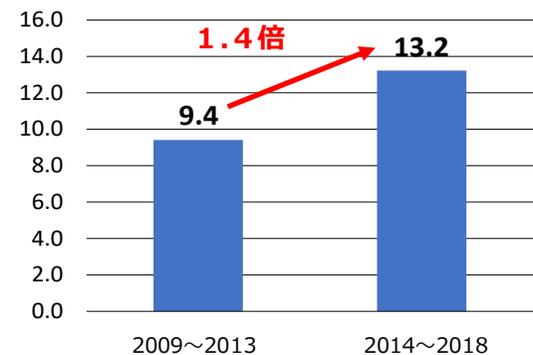
5mm間隔で縦・横4本ずつ素地に達する切り傷を入れ、その上にテープを完全密着させた後、テープを一気に剥がす試験

■ 新たに確認された塗膜劣化のメカニズム



■ 鋼橋重大損傷

鋼橋重大損傷（Km当り発見損傷数）



※重大損傷（Ⅲ判定相当）補修が必要な損傷のうち、構造物の安全性に直結する重大な損傷で、早期の補修・補強を必要とする損傷

古い基準の塗膜付着試験結果（荒川湾岸橋）

2021年5月実施

S46基準で建設

(約47年経過)

上・中・下塗り塩化ゴム系



S56基準で上・中塗り塗替
下塗りはS46基準のまま

(約36年経過)

上塗りポリウレタン系
下塗り塩化ゴム系



どちらも下地から剥離しており、付着力はほとんど失われている

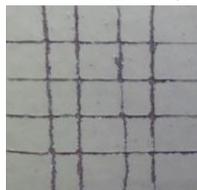
S56基準以降の塗膜付着試験結果（大黒線）

2022年10月実施

S56基準で建設

(約34年経過)

上塗りポリウレタン系
中・下塗りエポキシ系



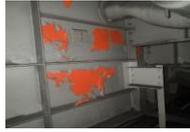
➡付着力が確保されている

鋼橋の損傷状況

5号池袋線 1969 (S44).6開通

(2013.12)

(2022.4)



塗膜劣化に起因した鋼材腐食 (2019.2)

遠景写真

拡大写真



神奈川1号横羽線 1968 (S43).7開通

(2011.10)

(2022.4)



塗膜劣化に起因した鋼材腐食 (2022.1)

遠景写真

拡大写真



神奈川3号狩場線 1984 (S59).2開通

(2003.10)

(2020.10)



塗膜劣化に起因した鋼材腐食 (2020.12)

遠景写真

拡大写真



6号向島線 1971 (S46).3開通

(2013.4)

(2019.1)



塗膜劣化に起因した鋼材腐食 (2019.1)

遠景写真

拡大写真



7号小松川線 1971 (S46).3開通

(2011.11)

(2019.6)



塗膜劣化に起因した部材破断 (2021.11)

遠景写真

拡大写真



荒川湾岸橋 1978 (S53).1開通

(2010.6)

(2021.10)



塗膜劣化に起因した部材破断 (2021.3)

遠景写真

拡大写真



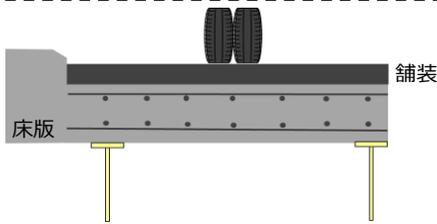
橋梁（コンクリート床版）における新たな知見と事象

- 1972(S47)年基準に対し、それより前の床版は床版厚が薄く、鉄筋量も少ないため、床版を下面から補強し耐久性が向上
- しかし、舗装打換え時に床版上面が舗装切削機によって削られ、一部区間で床版上面の被りが消失し、鉄筋が露出・切断
- 近年、床版下面の補強部材の損傷も増加傾向であり、床版の剛性低下とたわみ増大のリスクが顕在化

■ コンクリート床版の技術基準の変遷

- 1956(S31)道路橋示方書適用の床版

T荷重 : 8,000kgf
 床版厚 : 18cm以下※ (うち、かぶり2cm)
 配力鉄筋 : 主鉄筋の25%以上

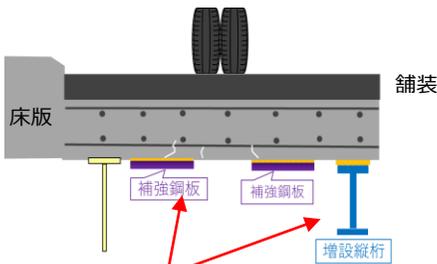


S40代の交通量増等により、床版ひび割れが全国的課題となり、改訂



- 1972(S47)道路橋示方書適用の床版

T荷重 : 9,600kgf (8,000kgfの20%増)
 床版厚 : 20cm以上※ (うち、かぶり3cm)
 配力鉄筋 : 主鉄筋の70%以上



S47基準に対応するため、それより前の床版に対して、床版下面から増設縦桁や鋼板による補強を実施

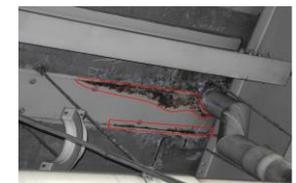
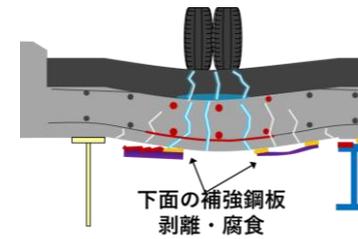
■ 近年の劣化状況

- 床版下面の補強部材損傷径間数が、剥離や腐食等の損傷が急増
- 2014(H26)年以前と比較すると約3.6倍となっており、床版の剛性が低下しているリスクが顕在化

■ 床版下面の補強鋼板の損傷径間数



対象：RC床版下面に設置されている全ての補強鋼板(993径間)
 主な損傷内容：剥離、浮き、腐食、ボルト抜け等



補強鋼板の腐食
目黒線(2015.4.21)



補強鋼板の腐食
渋谷線(2019.9.30)



補強鋼板の剥離(浮き)
目黒線(2015.5.19)

■ 切削の繰り返しによる主鉄筋の露出・切断



床版上面 7号小松川線
舗装切削機による主鉄筋の露出・切断



床版上面 3号渋谷線
舗装切削機による主鉄筋の切断



開通後50年で舗装4回以上打換え(7号小松川線)



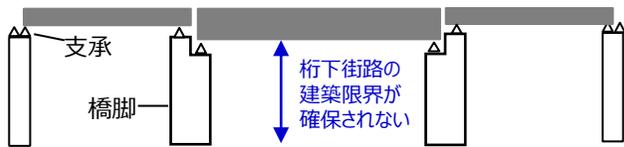
橋梁（支承部）における新たな知見と事象

- 大規模交差点等の長スパンとなる箇所は、一般的な構造を採用すると桁高を高くしなければならないが、桁下の建築限界確保や橋脚構造合理化のため、支承設置部が狭隘なゲルバー構造や桁端切欠き構造を採用
- 目視で点検困難な狭隘空間に設置された支承部については、紫外線や雨水が直接あたらないため、劣化や交換は想定していなかったが、ファイバースコープで点検した結果、重大損傷を確認

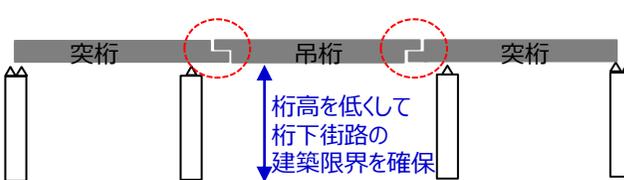
■ゲルバー構造および桁端切欠き構造の概要

○ゲルバー構造

【ゲルバー構造を採用しない場合の構造例】



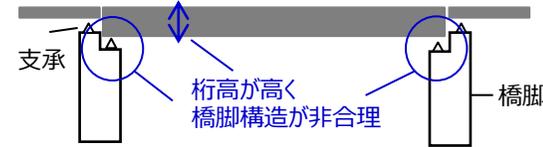
【ゲルバー構造を採用した場合の構造例】



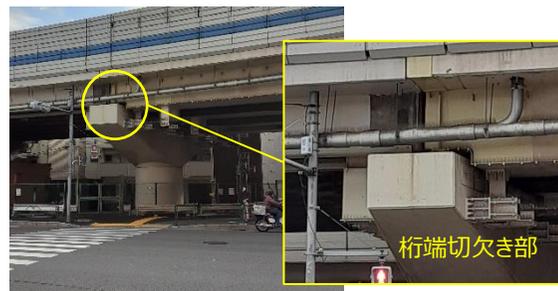
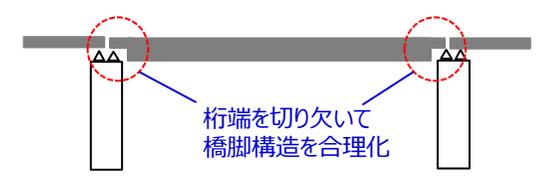
ゲルバー構造の例（4号新宿線）

○桁端切欠き構造

【桁端切欠き構造を採用しない場合の構造例】



【桁端切欠き構造を採用した場合の構造例】



桁端切欠き構造の例（2号目黒線）

■ファイバースコープによる点検状況



（勝島出口、2019年11月）



支承 変形



支承 発錆腐食

■支承部損傷状況



支承の腐食による固着（桁の移動が拘束）

大規模修繕による補修・補強等のパッケージ化

- 橋梁の大規模修繕にあたっては、都市内の厳しい制約等の中、仮設足場を設置して工事を集中的に行う必要
- 必要な対策をパッケージ化して、橋梁単位で損傷や課題をまとめて解決することにより、新たな損傷の発生を抑え、構造物全体の長期耐久性や維持管理性の向上を最大限に図ることが重要

<塗装の高耐久化>



耐久性の高い塗料により防食性能を向上

<腐食部補強>



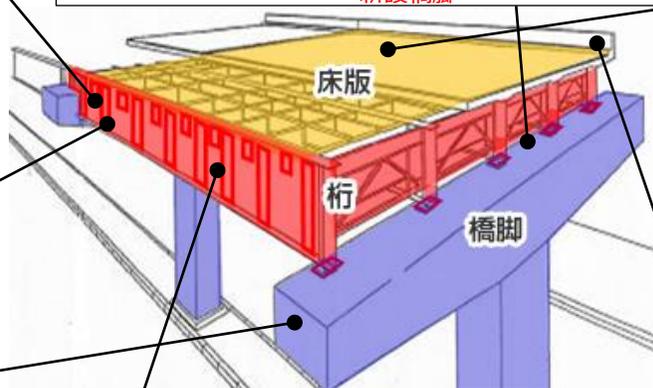
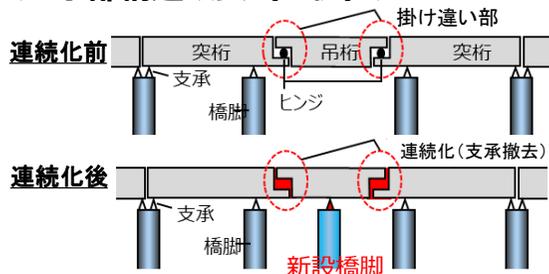
腐食断面
欠損部の補強

<はく落防止>

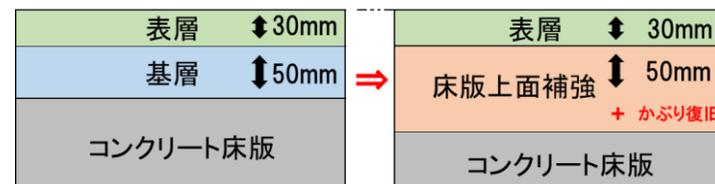


コンクリート橋脚はく落防止対策

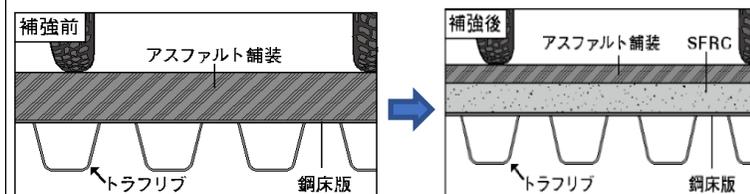
<支承部構造改良（一例）>



<床版耐久性の向上>

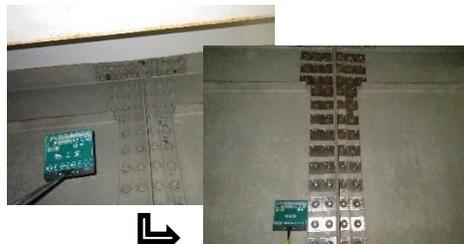


RC床版：床版上面補強



鋼床版：SFRCによる耐久性向上

<高力ボルト（F11T）取替>



破断の恐れのある高力ボルトの取替

<鋼製高欄取替>



耐久性の高い塗装をした鋼製高欄へ取替

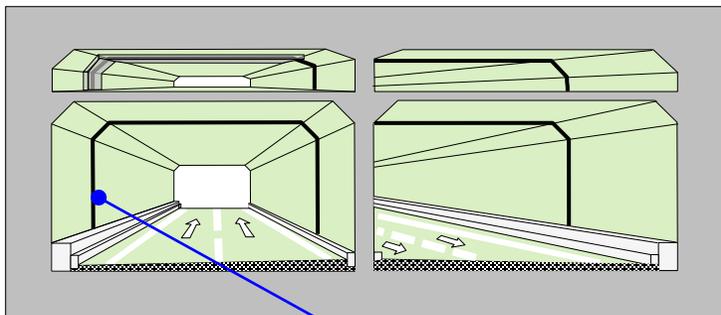
<恒久足場の設置>



仮設足場の設置困難箇所へ設置

羽田トンネルの抜本的対策 <トンネル本体>

- 中床版の劣化進行に伴い、構造物の安全性を確保することが困難となり、補修・補強による長期通行止めなど、車両の通行に多大な影響が発生
- 中床版の補修・更新をはじめ、トンネル躯体のせん断補強、壁面補修、目地部構造部材の取替などの対策を行い、長期に亘る健全性を確保
- あわせて、トンネル内面を繊維シートなどにより被覆することや、排水樋を設置し漏水を導水することにより、劣化因子を遮断

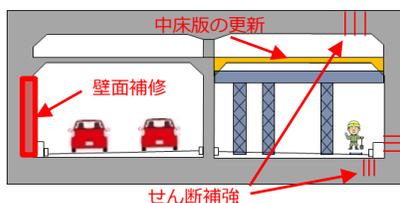


■ 中床版の補修、躯体の補強・補修

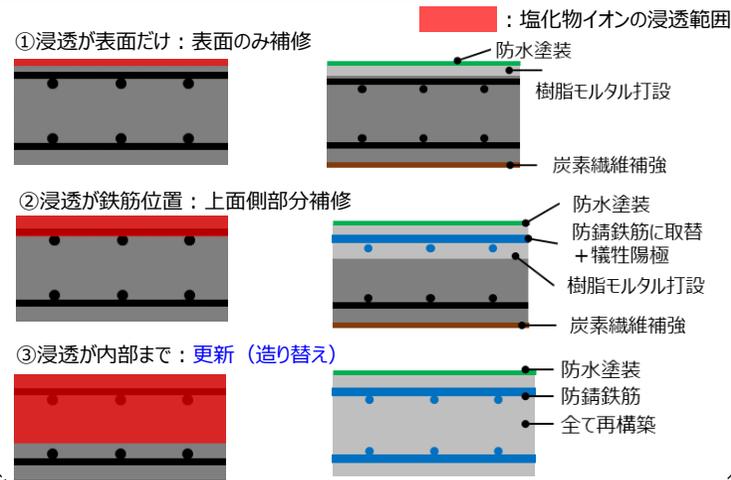
- 塩化物イオンの浸透程度により中床版を補修・更新
- せん断耐力が不足しているトンネル躯体のせん断補強
- トンネル躯体におけるコンクリート脆弱部の断面修復及び被覆



中床版上面のはく離・断面欠損・鉄筋腐食



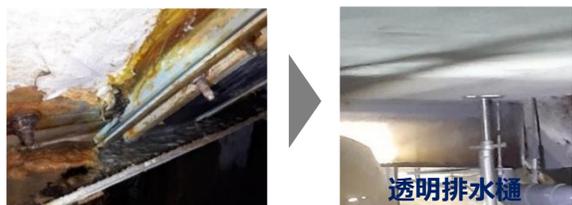
塩化物イオンの浸透程度により補修の程度を判断



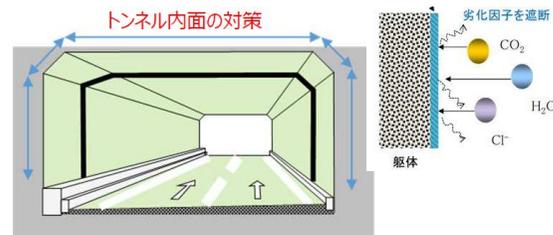
■ トンネル目地部構造部材（Ω鋼板）の取替



■ 劣化因子の遮断（排水樋取替・内面被覆）



- 目地部から漏水があったとしても損傷が再発しないよう排水樋を設置し適切に導水



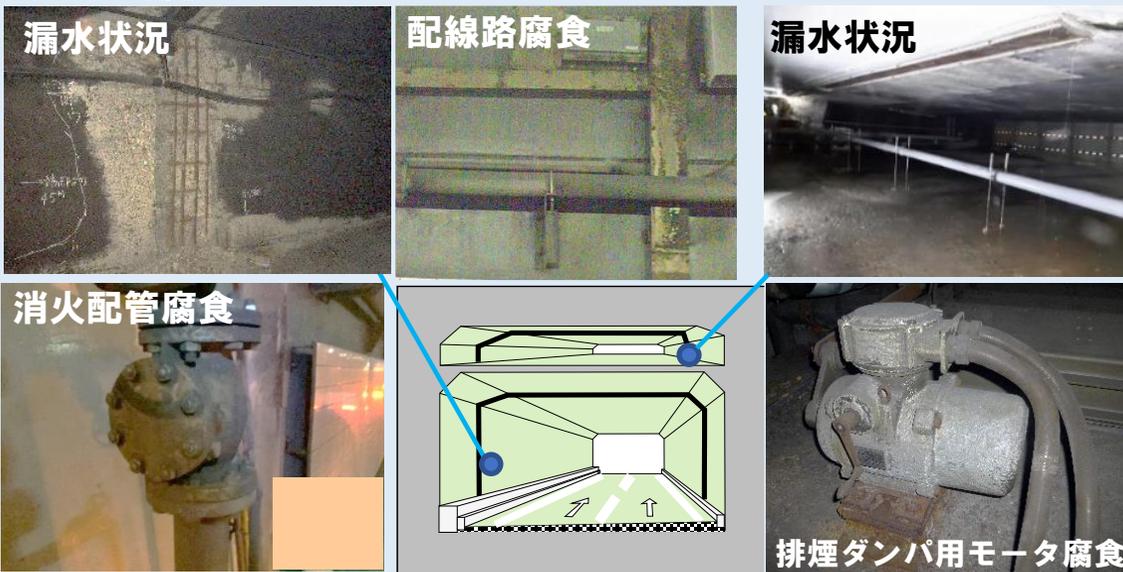
- 長期にわたる健全性確保のためトンネル内面を繊維シートや防水塗装により被覆

羽田トンネルの抜本的対策 <施設等>

- トンネル内における車両火災等の発生時において、トンネル防災設備の経年劣化により防災設備が機能しないことで、車両の通行に多大な影響が発生
- トンネル防災施設等は、耐塩害仕様、高耐食性仕様の設備に更新し長寿命化
- トンネル付帯建物の地下階にある受変電設備、防災制御盤等の浸水対策（移設、嵩上げ、止水扉設置等）を実施

【防災施設等損傷状況】

【トンネル部】



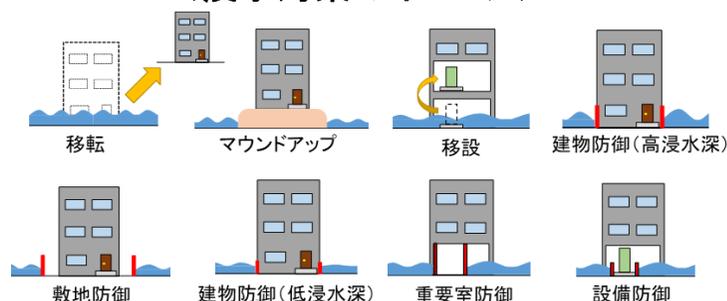
【対策(案)】

<耐塩害仕様、高耐食性仕様設備>



2相ステンレス鋼材製ポンプ 高耐食性配線カバー

<浸水対策のイメージ>



【付帯建物】

- ・受変電設備
- ・防災制御盤
- 等を設置する建屋



自治体のハザードマップ等を踏まえ、付帯建物の地下階にある受変電設備、防災制御盤等が水没しないよう、移設、嵩上げ、止水扉設置等の対策

羽田トンネルの抜本的対策 <上り線の高架化>

- 1号羽田線 羽田トンネルの日断面交通量は約9万台（2021年度平日平均）と多く、大規模更新工事に伴う長期間の通行止めは社会的影響が大きいいため、工事中はう回りの確保が必要
- 運用停止中の羽田トンネルバイパス路（羽田可動橋を含む）を活用し、大規模更新工事中のう回路とすることで交通影響を軽減
- 工事後は、う回路を本線運用し、上り方向を高架3車線化、トンネル内を下り専用とする運用に見直し、通常時の渋滞を緩和

■ 現況（航空写真）



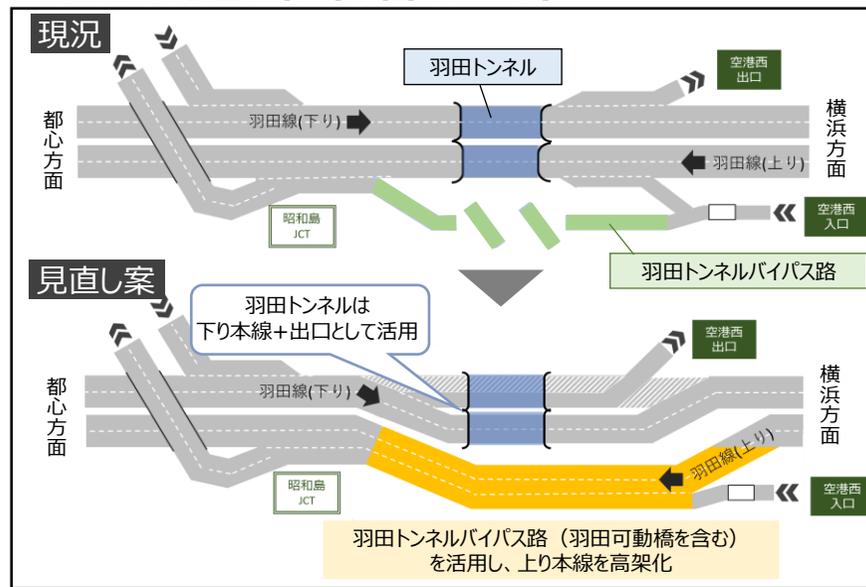
出典：国土地理院ウェブサイト

■ 現況の渋滞状況

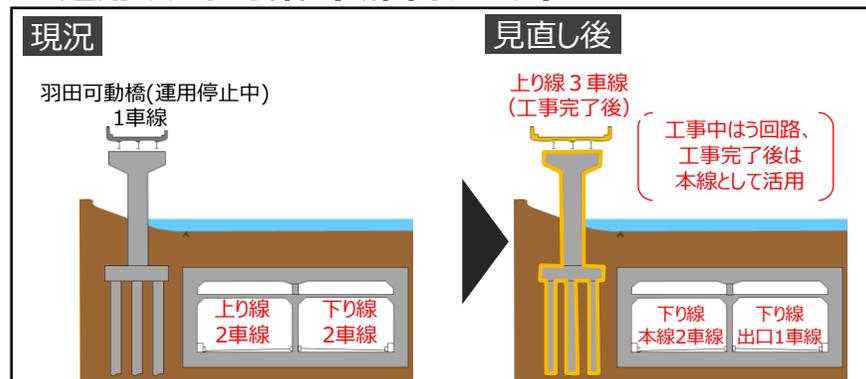


羽田線（上り）羽田トンネル坑口付近

■ 運用の見直し案（平面イメージ）



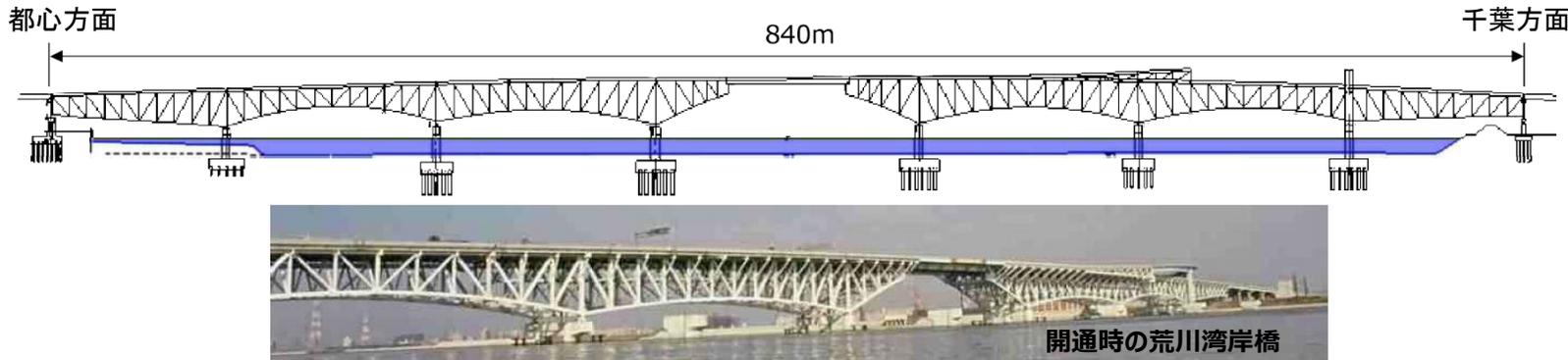
■ 運用の見直し案（断面イメージ）



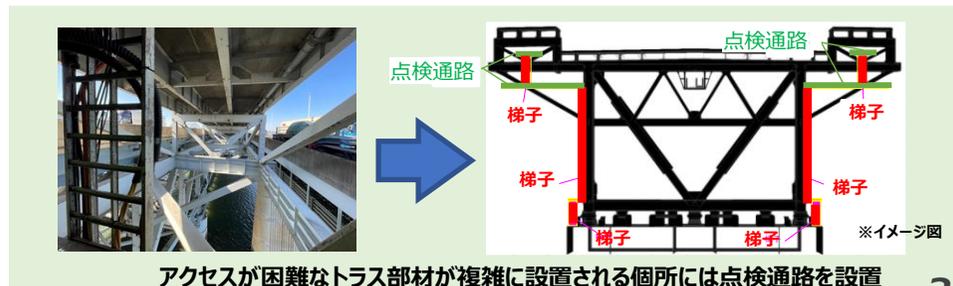
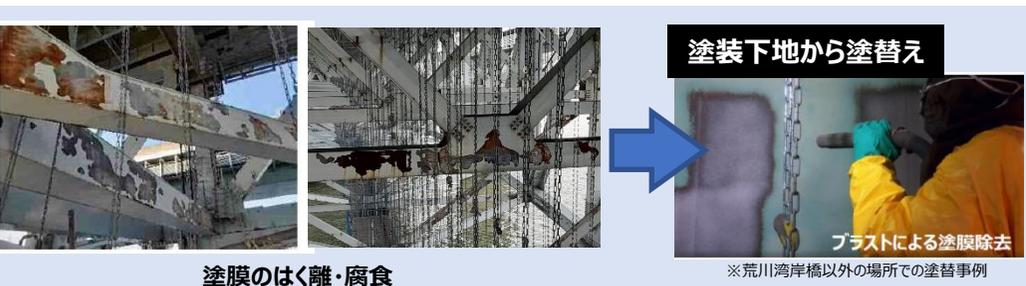
鋼橋（荒川湾岸橋）の抜本的対策

- 塗膜の剥がれにより腐食が加速度的に進行することで構造物の安全性を確保することが困難となり、車両の通行に多大な影響が発生
- 塗装の下地付近から塗膜が広範囲に剥がれる事象に対して、劣化の要因である既存塗膜を下地から全て除去し、新たに高耐久な塗装を行い、長期にわたる健全性を確保
- あわせて、腐食が急速に進行し一部の部材で発生している断面欠損や破断などにおいては、鋼板による補強や取替を実施
- アクセス困難なトラス部材が複雑に設置されている箇所には新たに点検通路を設置し、維持管理性の向上を図る

■ 荒川湾岸橋の概要



■ 損傷部位の補修・補強



橋梁（荒川湾岸橋を含む鋼橋）の抜本的対策

- 鋼橋の下塗に鉛丹さび止め系、塩化ゴム系塗料が使用されている橋梁は、近年塗装の下地付近から塗膜が広範囲で剥がれ落ちる事象が顕在化しているため塗り替えが必要
- 塗膜の剥がれにより腐食が加速度的に進行することで構造物の安全性を確保することが困難となり、車両の通行に多大な影響が発生
- 深刻な腐食箇所は、補強や部材交換し、高耐久塗装仕様で塗り替えることで橋梁全体の長期健全性を確保



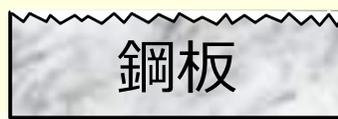
抜本的な対策が必要な箇所

- ✓ 塗装のはく離が確認されているのは、古い塗装仕様（鉛丹さび止め系、塩化ゴム系等）を採用している鋼橋であり、1971年（昭和46年）基準に基づき塗装したもの
- ✓ これらの鋼橋について、点検結果等を踏まえ、「**損傷が顕在化しており直ちに更新に着手すべき箇所**」を選定

抜本的な 対策



塗膜剥がれ



ブラストによる塗膜
およびさび除去



高耐久仕様で塗装

橋梁（コンクリート床版）の抜本的対策

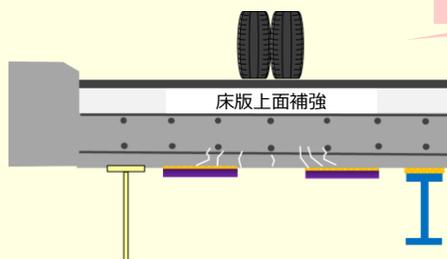
- 床版の耐久性低下により、床版の抜け落ち等による損傷の発生に伴い、車両の通行に多大な影響が発生
- 床版上面補強により、基層部分を補強材に置き換え、床版厚の増加と床版剛性の向上を図り、長期耐久性を確保
- 低弾性な新材料を開発・採用したことにより既設床版と上面補強材が一体化



抜本的な対策が必要な箇所

- ✓ 鉄筋かぶりの不足や床版下面の補強鋼板にはく離や腐食によるボルト抜け等が確認されているのは、1972年（昭和47年）より前の基準に基づきつくられたコンクリート床版
- ✓ こらのコンクリート床版について、点検結果等を踏まえ、「**損傷が顕在化しており直ちに更新に着手すべき箇所**」を選定する

抜本的な対策



床版上面補強により
床版の健全性が長期間継続
(ただし、上面補強の場合、いずれ大規模更新又は修繕が必要)

<床版上面補強の効果（健全性回復と耐久性向上）>

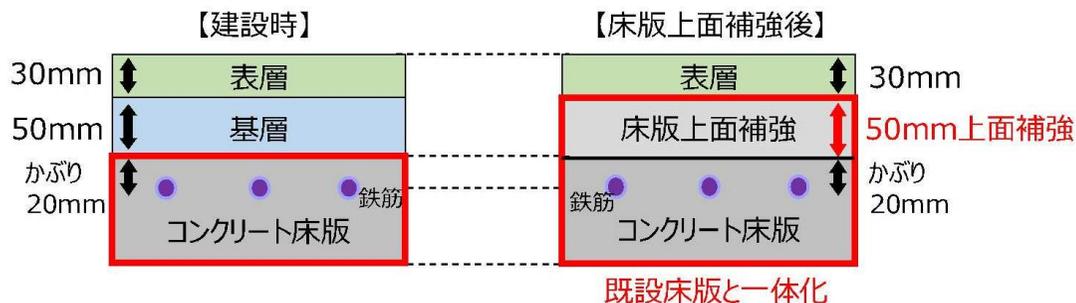
・鉄筋被りの回復

基層分を新材料により床版に置き換えることで鉄筋被りが回復し、床版が增厚されることで健全性が長期間継続

・床版の耐久性向上

基層部分（5cm）が補強材に置き換わり、既設床版と一体化となり床版の耐久性が向上

※床版かぶりが舗装打換の繰り返しで削られていた場合、その消失分の被りも床版上面補強により復旧



橋梁（支承部）の抜本的対策

- ゲルバー構造等の支承部は、耐震や疲労上の観点から弱点となりやすく、主構造である主桁等のき裂やひび割れの発生に伴い、長期の交通規制や通行止め等車両の通行に多大な影響が発生
- 支承部における弱点を排除するとともに、支承の取替を可能とし、外側からの点検が困難な狭隘空間の解消を図るため構造改良が必要

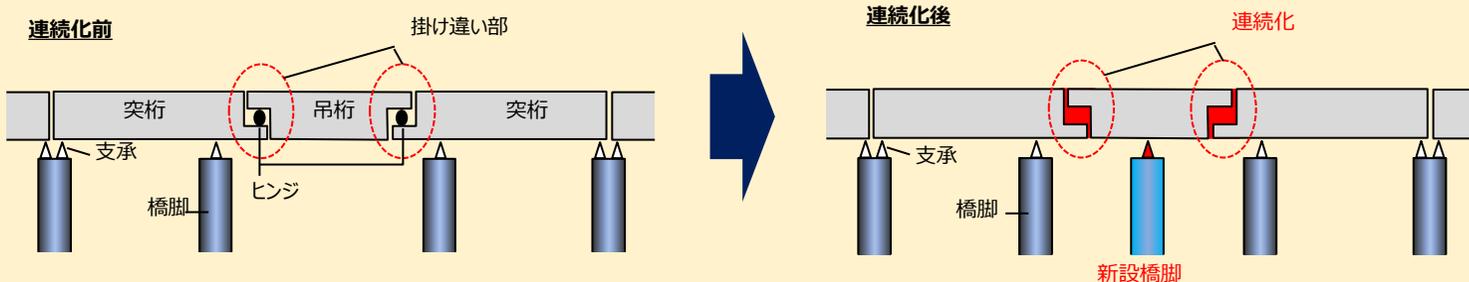


抜本的な対策が必要な箇所

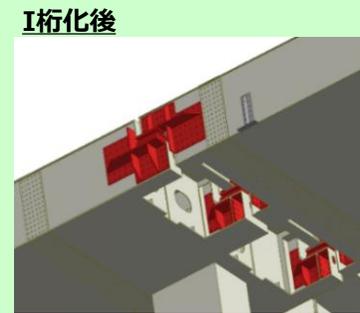
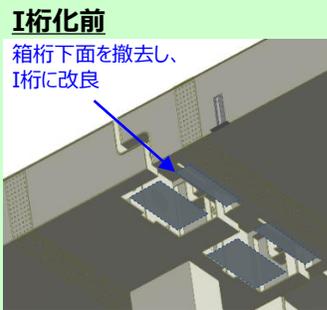
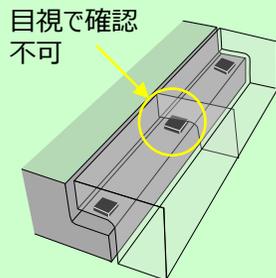
- ✓ ゲルバー構造や桁端切欠き構造における外側から内部を直接見ることができない狭隘な空間に設置された支承部
- ✓ これらの支承部について、点検結果等を踏まえ、「**損傷が顕在化しており直ちに更新に着手すべき箇所**」を選定する

抜本的な 対策

桁連続化の例・・・ゲルバー部を連結（支承撤去）して、課題を解消

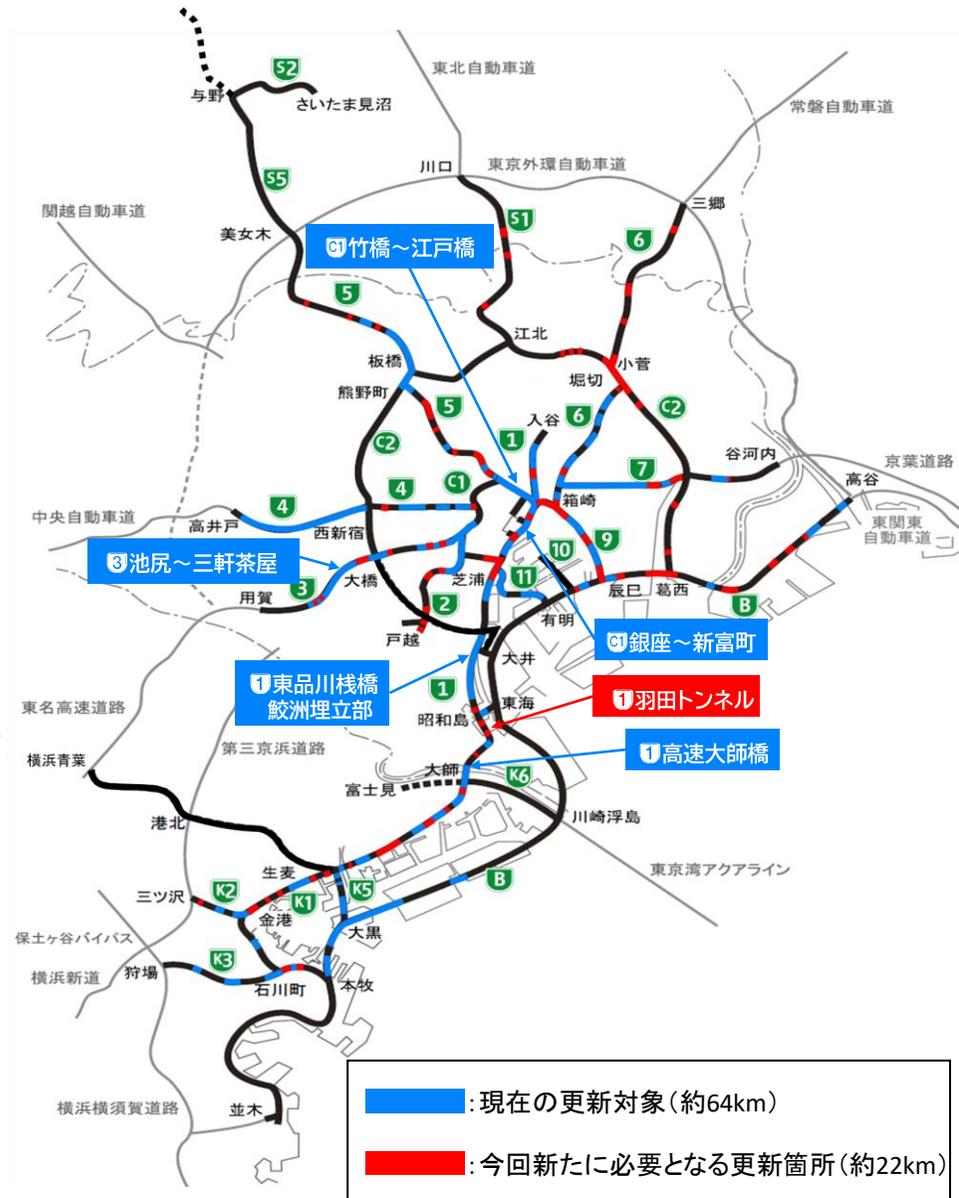


I桁化の例・・・箱桁下面を撤去（箱桁をI桁に改良）して、課題を解消



損傷状況を踏まえた今後の対応について

- 首都高の約327Kmのうち、約64kmで現更新事業を実施中
- 2014年度（平成26年度）以降、5年に1度の近接目視による法定点検一巡目を経て、特に開通から50年を経た構造物について、従来の知見だけでは対応が困難な損傷メカニズム等の新たな知見や想定以上に損傷が顕著となっている事象が約22Kmにおいて判明し、**抜本的な対策として約3,000億円の新たな更新事業が必要**
- ・ 羽田トンネルにおいて海水を含む漏水によるコンクリートのはく離、鉄筋の腐食・消失
- ・ 鋼橋（荒川湾岸橋等）の広範囲にわたる塗膜剥離及び鋼材腐食の急速な進行
- ・ コンクリート床版下面の補強部材の急激な損傷の増加及び床版上面の鉄筋かぶりの消失 など
- 道路は時間の経過に合わせて劣化するため、これらを除く約241kmについては、新たに更新が必要となった箇所と同様の構造・基準の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、更新事業の追加を検討



首都高ネットワークの課題

- 中央環状線の開通や渋滞対策を着実に実施した結果、中央環状線及びその内側の渋滞は大幅に改善しているものの、その外側については、依然として渋滞が課題
- 特に中央環状線の西側区間は3号及び4号の交通量が多く、また高速道路ネットワークも脆弱なため、通常時も交通集中による渋滞が発生しており、長期の交通規制を伴う工事は社会的な影響が大きい

■ 中央環状線の概要



■ 中央環状線内側及び外側の渋滞損失時間の変化



■ 区間別渋滞発生時間図

