

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

(第1回委員会資料)

1. 首都高速道路の現状
2. 新たに得られた知見と課題に基づく今後の対応案

1. 首都高速道路の現状

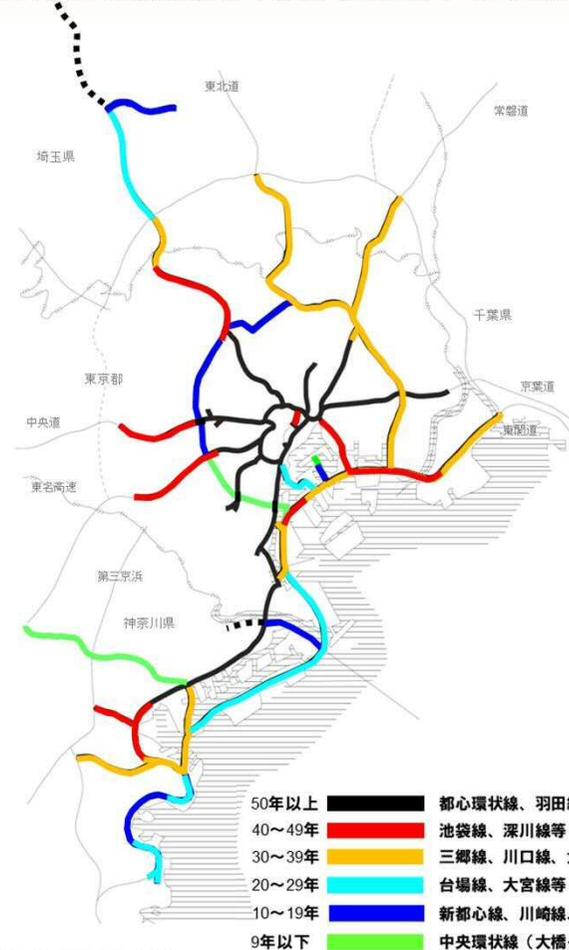
1-1. 首都高の使用環境と高齢化

- 首都高は他の高速自動車国道と比べ構造物比率が極めて高く、総延長約327kmのうちの95%が高架橋・トンネル・半地下である
- 1日の利用台数は約100万台を超える上、大型車が一般道の約5倍と多いことから、その構造物は世界的に見てもきわめて過酷な環境下で使用されている
- さらに構造物の高齢化も進行しており、大規模修繕が事業化された2014年4月時点では4%だった「開通から50年以上が経過した路線」も現在は22%まで増加してきている

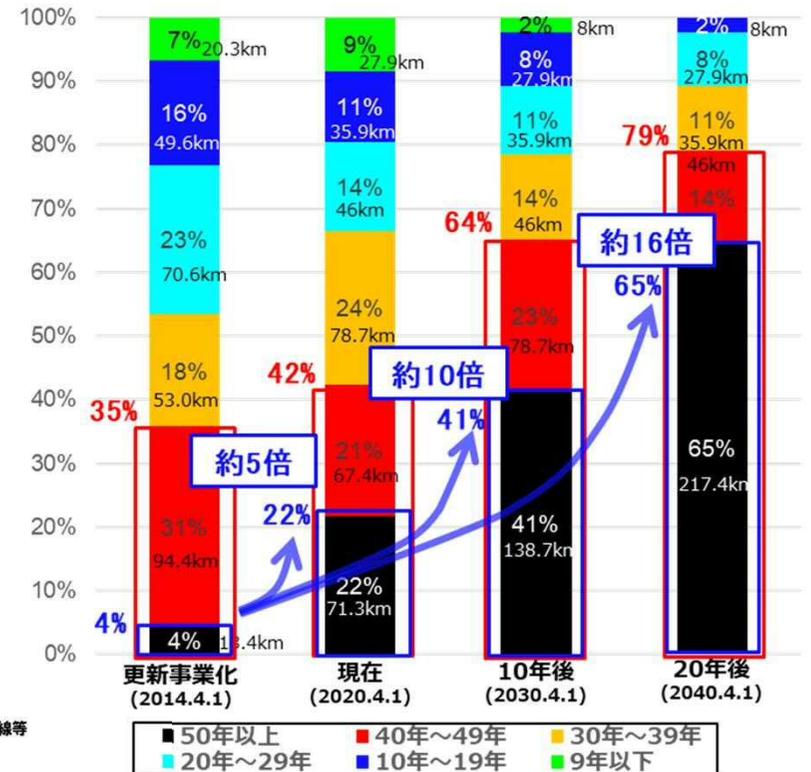
■ 構造物比率 (2020年4月時点)



■ 首都高各路線の経過年数 (2020年4月時点)



■ 首都高路線の経過年数の構成比



■ 大型車の断面交通量比較*

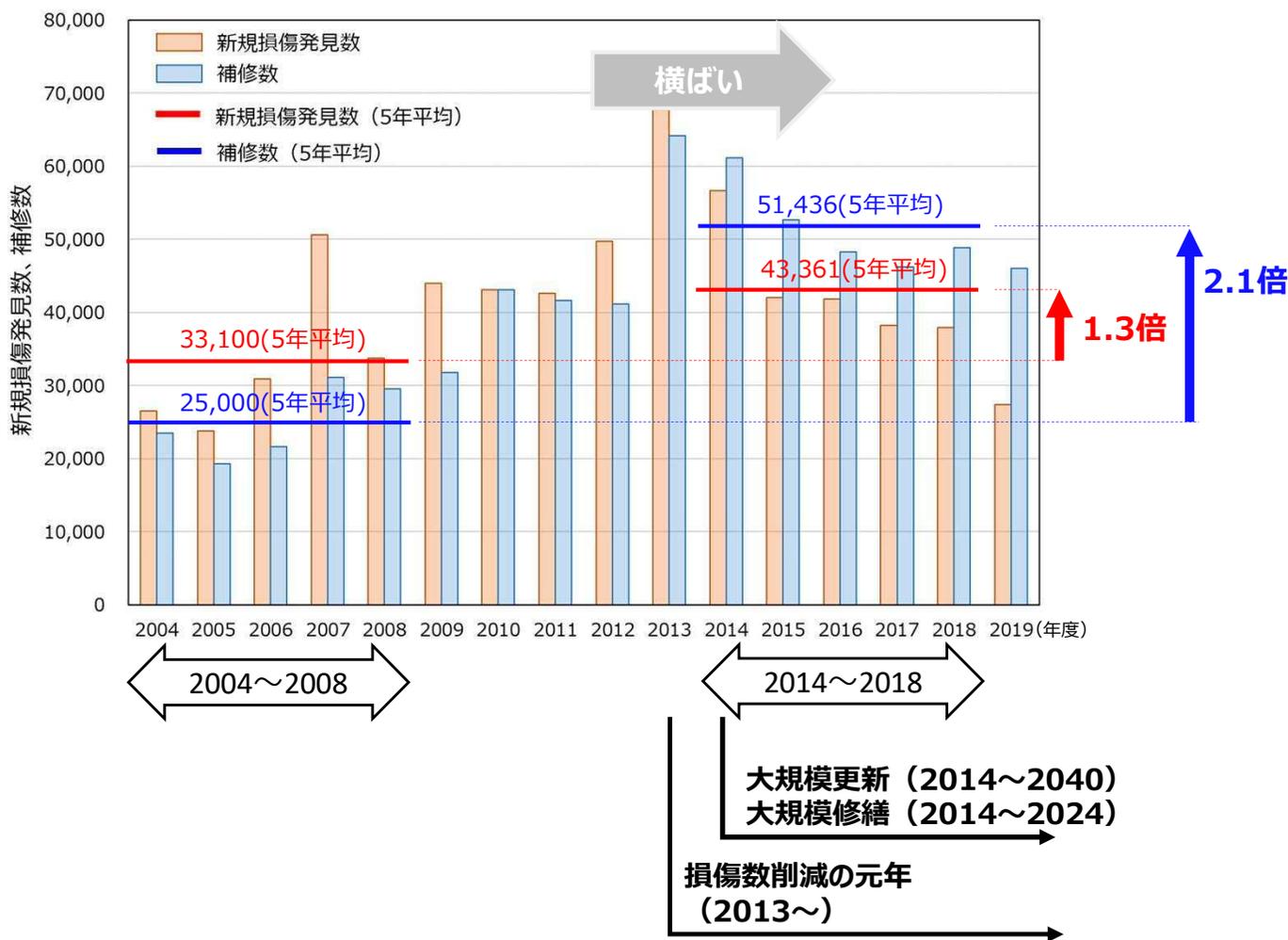


* 出典:平成27年度道路交通センサスより
 ・首都高速道路における大型車断面交通量の平均(平日)
 ・東京23区内の一般道(都道)における大型車断面交通量の平均(平日)
 ・日本全国の高速自動車国道における大型車断面交通量の平均(平日)
 (上記大型車断面交通量の平均(平日)は、平日24時間大型車走行台キロの総計を総延長で除した値)

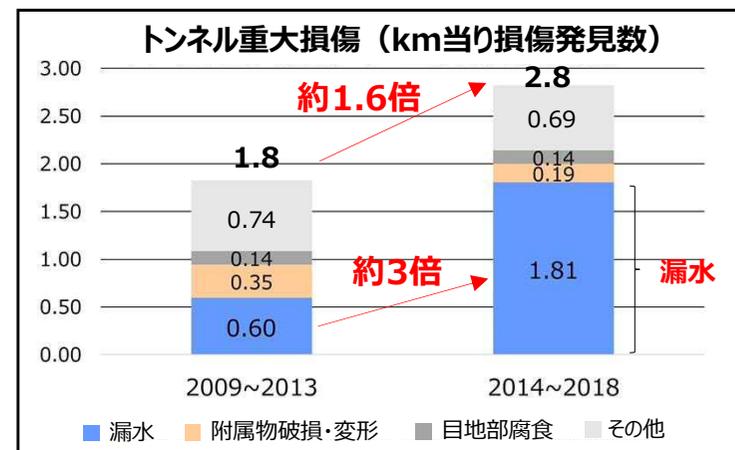
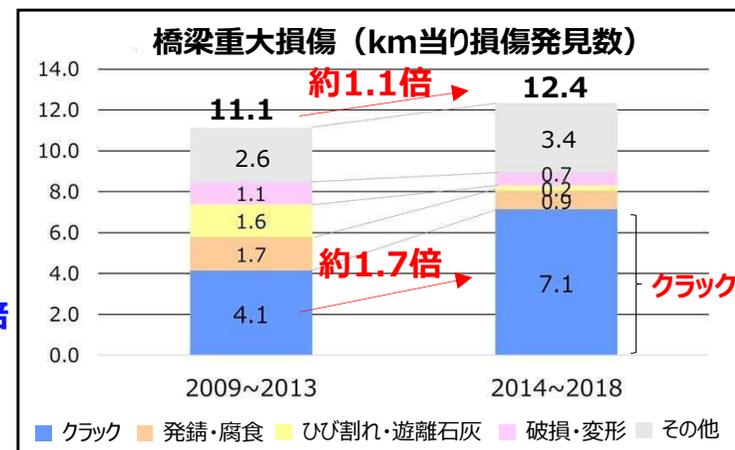
1-2. 大規模更新・修繕事業前後の損傷数の傾向

- 大規模更新・修繕事業開始前の2004～2008年の5年平均と、事業開始後の2014～2018年の5年平均を比較すると、大規模修繕事業により補修数は2.1倍に増加しているが、新規損傷発見数も1.3倍に増加しており、今後も引き続き対応が必要である
- 重大損傷発見数は、2009～2013年の5年間と比較すると、2014～2018年の5年間は橋梁が1.1倍、トンネルが1.6倍と増加している。橋梁ではクラックが約1.7倍、トンネルでは継手部からの漏水が約3倍と増加が顕著になっている

■ 新規損傷発見数・補修数の推移



■ 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。

1-3. 重大損傷の事例

- トンネル部では漏水に起因する中床版の鉄筋腐食やコンクリートの剥落、コンクリート床版部では舗装打換え時に切削機によって上面が削られ、鉄筋が露出・切断される事象、橋梁部では狭隘な空間内での支承損傷や鋼桁の疲労き裂や腐食等が確認されている

トンネル部



中床版上面 1号羽田線 羽田トンネル
鉄筋腐食 被りコンクリートの浮き

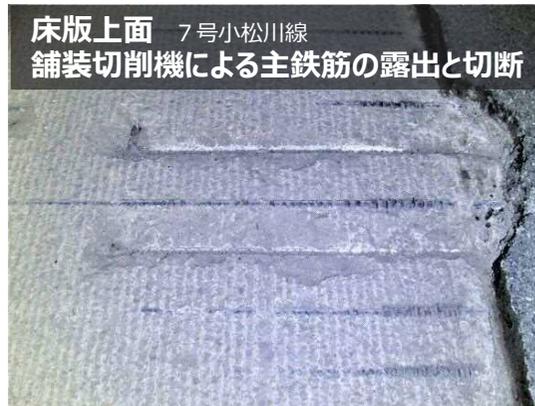


中床版上面 1号羽田線 羽田トンネル
鉄筋の一部消失



側壁部 1号羽田線 羽田トンネル
鉄筋の一部消失

コンクリート 床版部



床版上面 7号小松川線
舗装切削機による主鉄筋の露出と切断



床版上面 3号渋谷線
舗装切削機による主鉄筋の切断



床版上面 高速3号渋谷線 PCフォロースラブ
舗装切削機で削られて出来た穴

橋梁部



ゲルバー部支承圧壊
4号新宿線 千駄ヶ谷付近



支承上部主桁疲労き裂
中央環状線 小菅付近

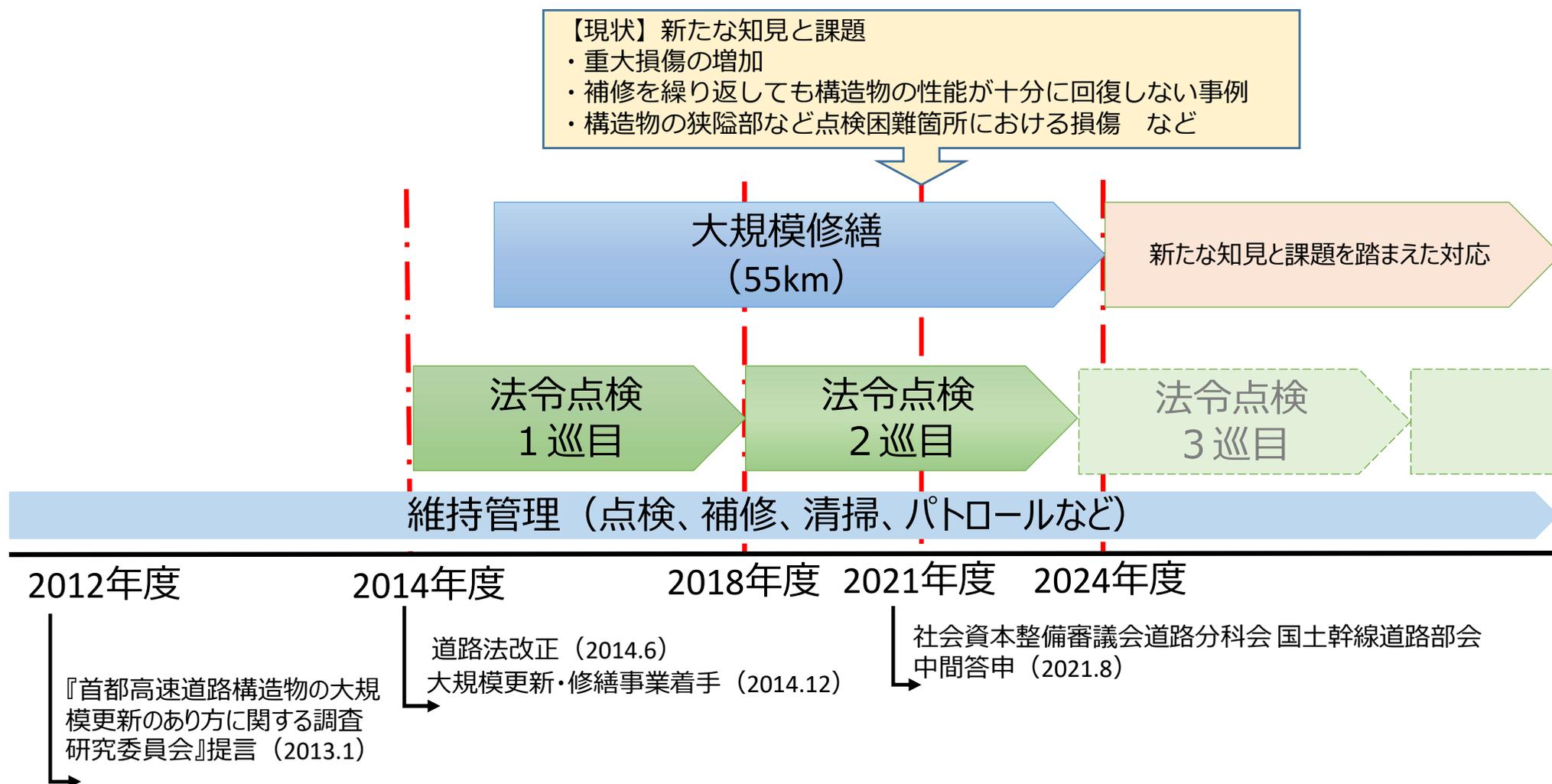


腐食による主桁断面欠損
11号台場線 芝浦付近

2. 新たに得られた知見と課題に基づく今後の対応案

2-1. 維持管理の現状と新たな知見・課題

- 過酷な使用状況や高齢化が進む中、発見された損傷の着実な補修などの適切な維持管理を実施
- 2014年6月の道路法の改正を受けて、55kmを対象に構造物の長寿命化を図る大規模修繕事業を実施中（2014～2024年度）
- 一方で、主に古い構造物において、重大損傷の増加、補修を繰り返しても構造物の性能が十分に回復しない事例や構造物の狭隘部など点検困難箇所における損傷が明らかになるなど、新たな課題も発生。
- 首都高構造物を長期にわたって健全に保ち、道路機能（サービス水準）を維持するために、上記を踏まえた対策が必要な状況。



2-2. 新たに得られた知見と必要な対策（案）

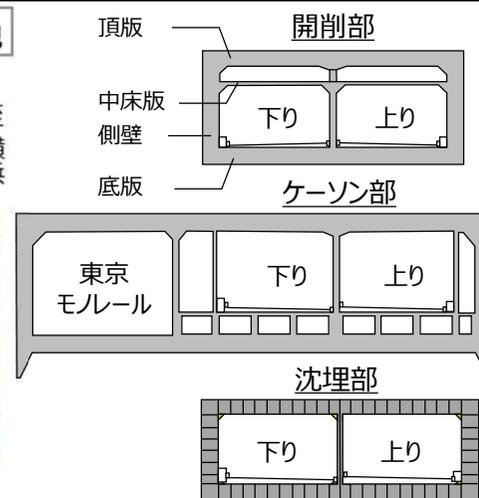
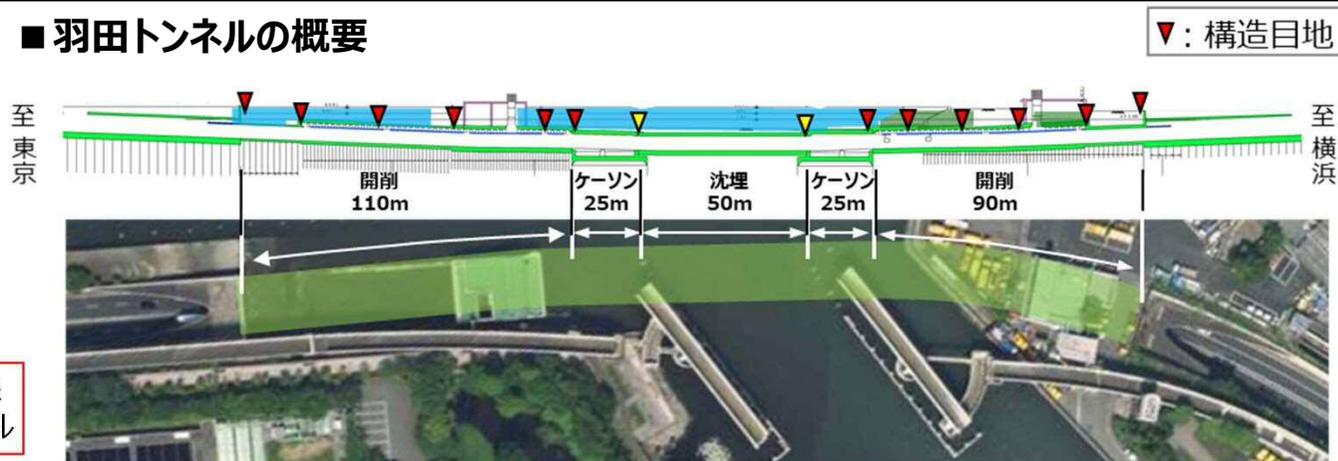
	大規模更新・修繕事業化時の課題（提言時）	大規模修繕事業における対応（2014～2024年度）	新たに得られた知見	必要な対策（案）	資料番号
トンネル	重大損傷に進行する可能性のある損傷はないため、現時点で大規模修繕、大規模更新の検討の必要性はない。但し、今後も、きめ細かな点検の実施と、適切な損傷の補修を行っていくことが必要である。		<ul style="list-style-type: none"> ● 羽田トンネルは主に開削工法で施工され、構造目地も多く、経年劣化に伴って浸入した海水により塩分が躯体深部まで蓄積、鉄筋が腐食、被りコンクリートの浮きが発生 	<ul style="list-style-type: none"> ● 損傷部の塩分除去と復旧 ● 深刻な損傷を受けた中床版は再構築 	2-3
橋梁	①昭和47年基準より前に設計、②累積軸数が3,000万軸数超の路線に損傷が多い	左記条件の他、損傷状況から選定した範囲（約55km）			
RC床版	下面補強（増設縦桁、鋼板接着等）後も損傷が発生	下面補強（炭素繊維シート）	<ul style="list-style-type: none"> ● 舗装打換えの繰り返しにより床版上面被りコンクリートが削られ、鉄筋が露出（一部切断） 	● 上面増厚補強	2-4
			<ul style="list-style-type: none"> ● 大規模修繕範囲外において、古い設計基準で建設された橋梁で損傷が増加 	● 下面補強（炭素繊維シート）	2-5
鋼橋・鋼床版・附属物	放置すると重大な損傷に進展する恐れのある疲労き裂が多数発生	疲労き裂対策（SFRC補強・当て板補強など）	<ul style="list-style-type: none"> ● 大規模修繕範囲外において、古い設計基準で建設された橋梁で損傷が増加 	● 疲労き裂対策（SFRC補強・当て板補強）	2-5
	放置すると重大な損傷に進展する恐れのある腐食が多数発生	塗装の高耐久化	<ul style="list-style-type: none"> ● 荒川湾岸橋など古い塗装仕様が採用されている鋼橋や附属物で経年劣化に伴う大規模な塗膜剥落、腐食が発生 ● 塗膜剥離部以外でも部材破断や高力ボルトの遅れ破壊が発生 	<ul style="list-style-type: none"> ● 腐食部の除去、高耐久塗装仕様への塗り替えもしくは部材交換や補強 ● 腐食した高力ボルトの交換 	2-6
支承部	放置すると重大な損傷に進展する恐れのある疲労き裂が多数発生	疲労き裂対策（当て板補強など）	<ul style="list-style-type: none"> ● 近年、点検困難部の損傷に起因する大規模損傷が報告されていることから、ファイバースコープ等を用いて点検したところ、支承の圧壊、固着および周辺の腐食を確認 	● 構造改良（桁連続化など）	2-7
機能強化の必要性：長期間の交通規制を伴う大規模更新・修繕事業のために、高速道路ネットワークの整備と既存ネットワークの機能強化が必要					2-8

2-3. 羽田トンネルの損傷状況と必要な対策

- 東京五輪にあわせて建設され、1964年8月に開通した首都高初の海底トンネル
- トンネル延長は300m、その構成は開削部200m、ケーソン部50m、沈埋部50m
- 羽田トンネルは主に開削工法で施工され、構造目地も多く、経年劣化に伴って浸入した海水により、トンネル躯体の塩害が急速に進行、特に開削部中床版で塩化物イオンが深部まで浸透し、鉄筋が消失するほどの激しい腐食が発生、躯体内の塩分除去に加え、一部の中床版は再構築が必要となっている

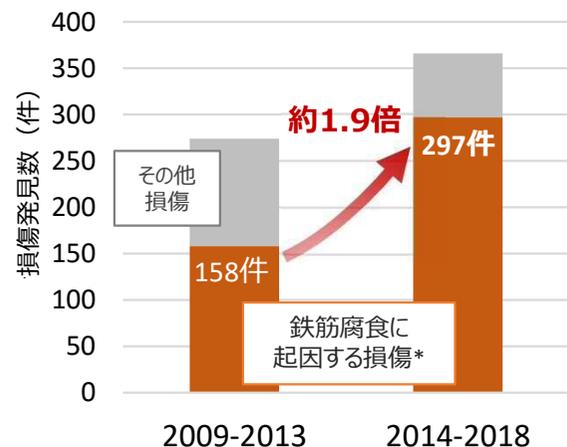


■ 羽田トンネルの概要

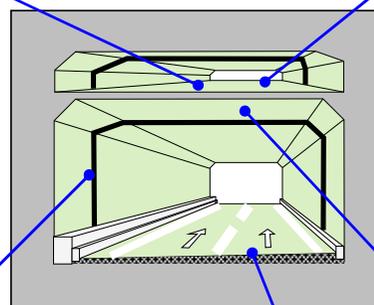


出典：国土地理院ウェブサイト <https://mapps.gsi.go.jp/maplibSearch.do#1>

■ 羽田トンネルの損傷発見数



*鉄筋腐食、ひび割れ・遊離石灰、浮き・剥離、鉄筋露出

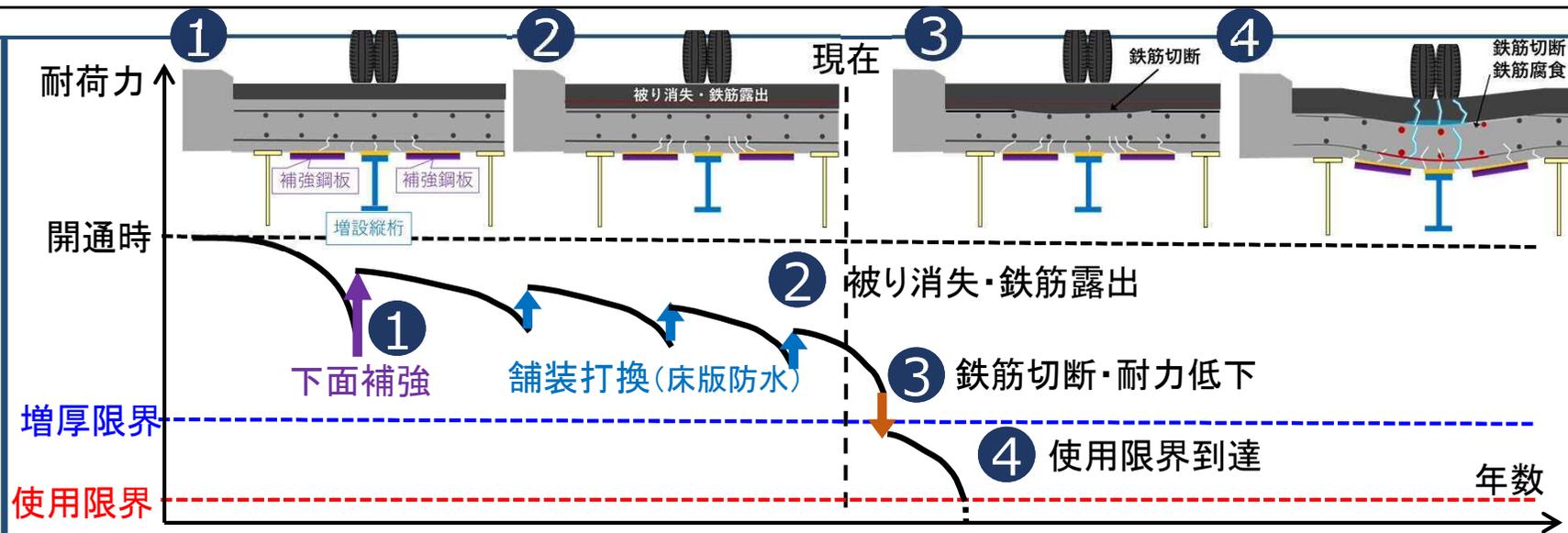


2-4-1. 舗装打換えの繰返しによる床版の損傷と必要な対策

- **新たな知見**：舗装を打換えるたびに床版上面を舗装切削機が切削、一部区間で被りが消失して鉄筋が露出・切断
- **必要な対策**：健全性を長期間維持するには、ひずみが大きくなって上面増厚ができなくなる前に上面増厚することが有効

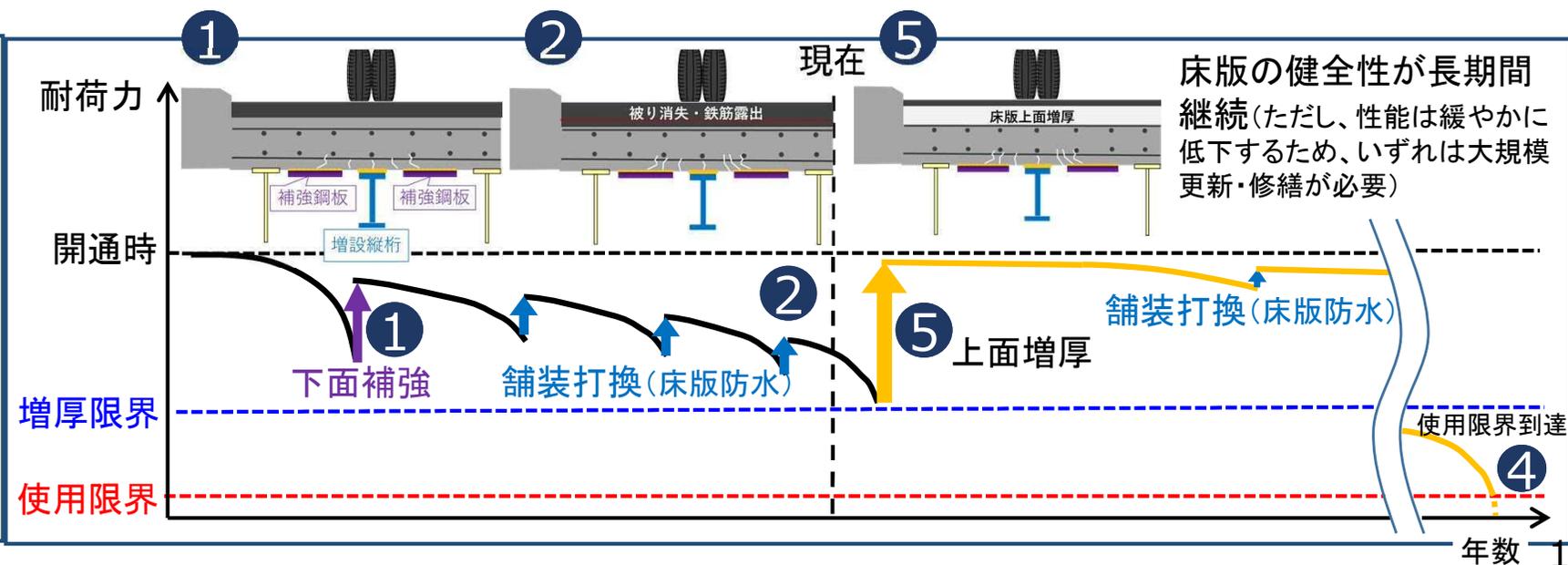
上面増厚無し

- ① 舗装打換え時に上面切削継続
- ② 被り不足となり防水性が低下、鉄筋が腐食
- ③ 露出した鉄筋を切削機が切断、床版の耐力低下
- ④ ひずみが大きくなり上面増厚適用不可となって使用限界に至る



上面増厚あり

- ① 舗装打換え時に上面切削継続
 - ② 被り不足となり防水性が低下、鉄筋が腐食
 - ⑤ 上面増厚により防水性向上
- ⇒鉄筋および床版の健全性が長期間継続(ただし、性能は緩やかに低下するため、いずれは大規模更新か修繕が必要)



2-4-2. 床版上面増厚を要する箇所と優先順位

- 全線のうち床版上面増厚を要する箇所を床版の状態に応じて3ブロックに区分
- 上面増厚の優先順位については引き続き検討



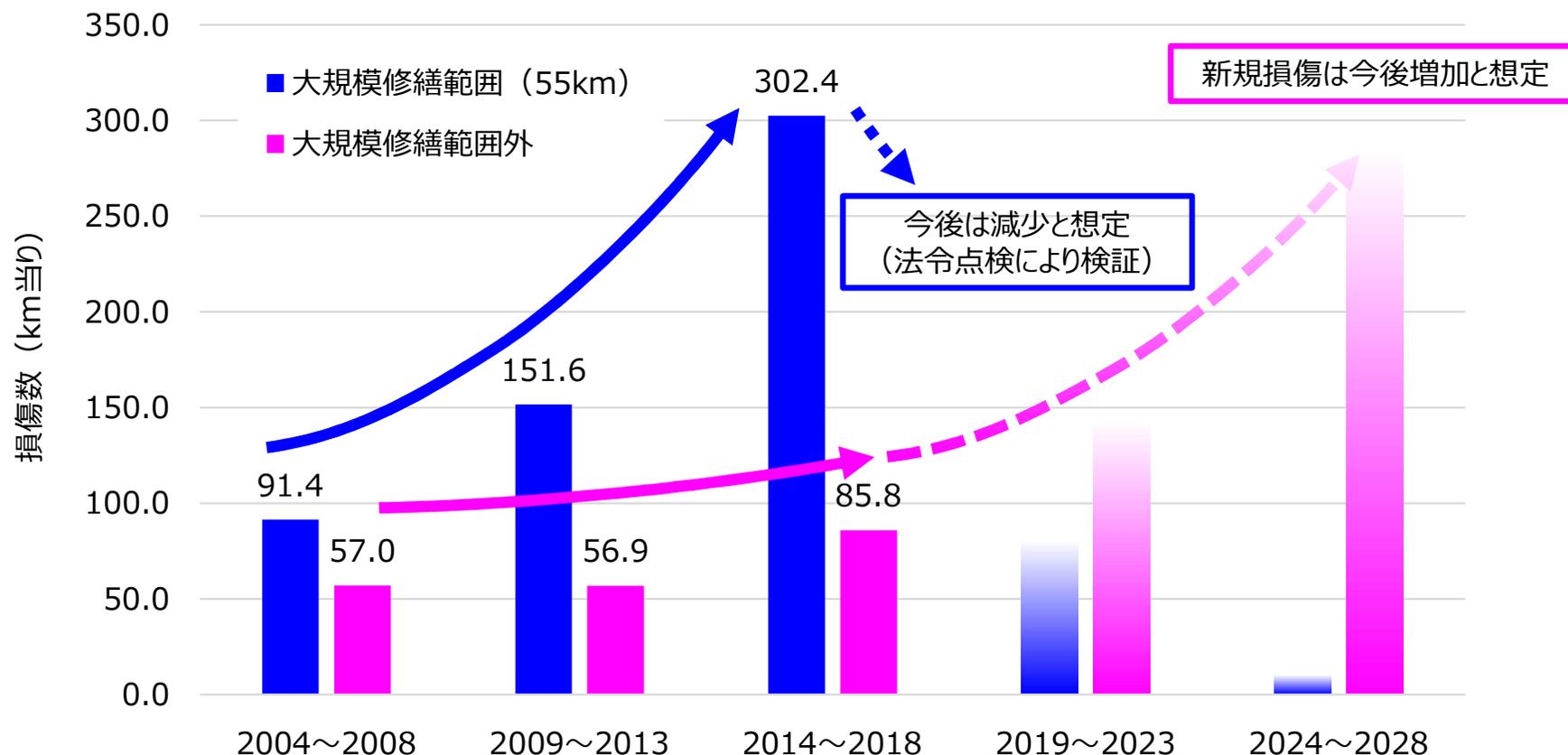
	ブロック①	ブロック②	ブロック③
設計時期	S47道示 以前	S47道示 以前	S47道示 以降
上縁かぶり	大きく減少	減少はしているが一定厚は確保	
床版下面補強	S47道示基準に適合するよう 実施		不要
	<p>繰返しの舗装補修で床版上面の被りが大きく減少</p> <p>舗装</p> <p>補強鋼板</p> <p>増設縦桁</p>	<p>床版上面の被りは若干薄いが一厚確保</p> <p>舗装</p> <p>補強鋼板</p> <p>増設縦桁</p>	<p>①②より床版上面の被りが厚い</p> <p>舗装</p> <p>S47道示以降設計のため下面補強は不要</p>

※ S47道示以前は現行のものより床版が薄く、鉄筋量が少ない

2-5. 大規模修繕範囲外における損傷状況と必要な対策

- 2014年度に開始された大規模更新・修繕事業は、昭和47年以前の古い基準でつくられた範囲の中から選定された大規模更新5箇所及び大規模修繕55km（首都高全体の約17%）が対象
- 55kmの新規損傷は大規模修繕の実施により今後は減少が想定されるが、55km以外の新規損傷は、今後増加が予測されるため、対応が必要
- 新規損傷が多く確認されている橋梁においては、2014年度に開始された大規模修繕事業と同様に橋梁単位で全体的に補修を行い、長期耐久性や維持管理性を向上させる必要がある

■ 昭和47年以前に建設された橋梁範囲の新規損傷数（RC床版＋鋼桁クラック）



2-6. 鋼橋の損傷状況と必要な対策

- 近年、古い塗装仕様が採用されている鋼橋や附属物で、経年劣化に伴う大規模な塗膜剥離と腐食が発生
- 塗膜剥離部以外でも鋼材の腐食が想定以上に進行し、部材破断や高力ボルトの遅れ破壊が確認されている
- 損傷部は既存塗膜を全て除去した後、高耐久な塗装仕様で復旧（深刻な腐食は部材交換や補強）、腐食した高力ボルトF11TはF10Tに交換が必要

■ 鋼橋の大規模な塗膜剥落や腐食事象



旧塗装仕様の塗膜剥離



旧塗装仕様の塗膜剥離



旧塗装仕様の塗膜剥離



橋脚点検歩廊の腐食

■ 荒川湾岸橋の事例



高速湾岸線
荒川湾岸橋



トラスの塗膜剥離



腐食による部材破断



F11T 遅れ破壊

※隣接橋梁の存在により維持管理性に劣る（点検ロボットなどにより損傷発見）

2-7. 狭隘部における損傷状況と必要な対策

- 首都高は都市部特有の制約条件により狭隘部等の点検困難部が多い
- 近年、点検困難部の損傷に起因する大規模損傷が報告されていることから、狭隘な点検困難部においてもファイバースコープ、超小型カメラ、赤外線サーモグラフィ、点検ロボット等を活用して点検したところ、支承の圧壊、固着および周辺の腐食を確認
- 対策としては、維持管理性改善のために桁を連続化する等の抜本的構造改良が必要

■近年の点検による、狭隘部における損傷発見の経緯

狭隘部以外

落橋に直結する
橋梁本体の
重大損傷を発見



主桁の疲労き裂



腐食による主桁断面欠損



ゲルバー部ひび割れ

狭隘部

狭隘で点検困難部
にも橋梁本体の重大
損傷が無い確認



狭隘部をファイバースコープ等を活用して点検



支承の圧壊



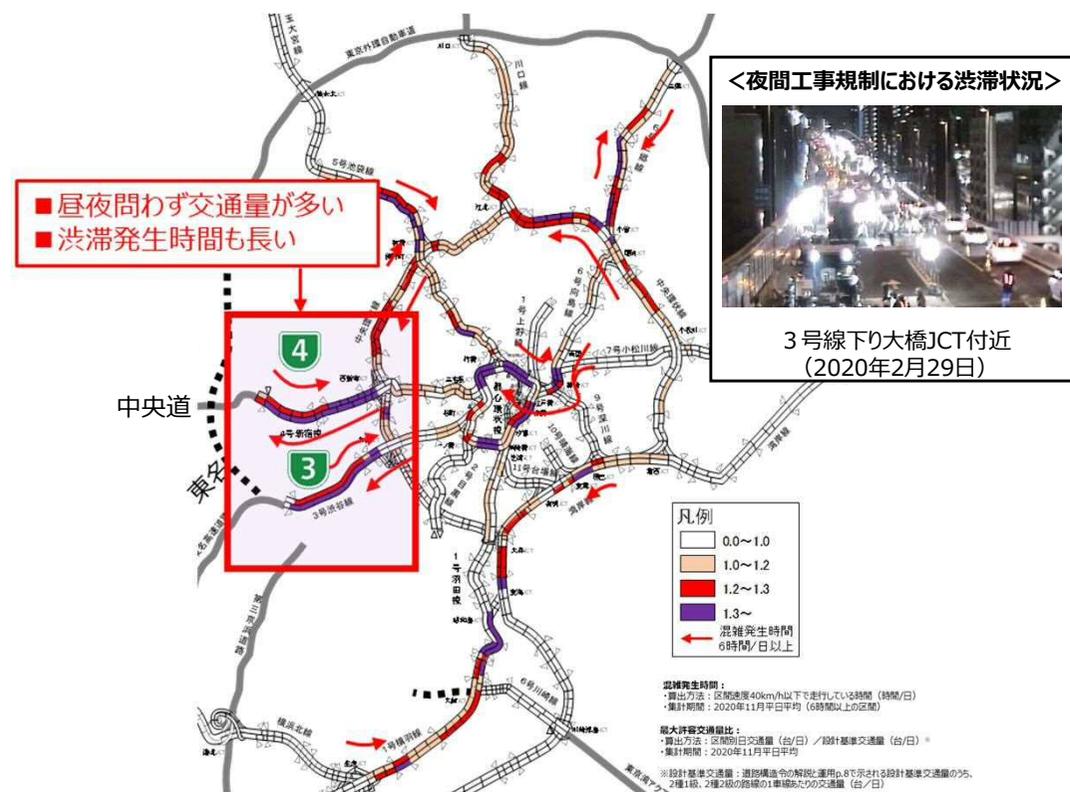
支承の固着（主桁損傷リスク）

2-8. 交通規制を伴う工事における制約

- 首都高では湾岸線と中央環状線及びその外側の放射路線で混雑が発生している
- これらの放射路線は、ある路線で工事規制をすれば他の路線が迂回路として機能する関係にある
- 東名、中央道とつながる3号線、4号線の中央環状線より西側の区間は、昼夜を問わず交通量が多く、渋滞発生時間も長いことから、車線規制を伴う工事の実施については、交通への影響が大きく、容易に理解が得られない。

■ 首都高の利用状況（最大許容交通量比）

※第46回国幹部会資料より



■ 区間別渋滞発生時間図

※第46回国幹部会資料に一部追記

