

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 3 回委員会資料)

1. 審議を踏まえた今後優先的に検討すべき追加対策（案）
2. 羽田トンネルの抜本的な対策の実施に向けた検討
3. 橋梁の抜本的な対策の実施に向けた検討
4. 今後の大規模更新・修繕工事に備えた機能強化の検討

1. 審議を踏まえた今後優先的に検討すべき追加対策（案）

1-1. 審議を踏まえた今後優先的に検討すべき追加対策（案）

		新たな知見	審議内容	追加対策（案）	資料
大規模更新	羽田トンネル	<ul style="list-style-type: none"> 塩分を含む漏水により、躯体内側の鉄筋腐食（一部消失）やコンクリート剥落などの劣化が急速に進行 	<ul style="list-style-type: none"> 過去の補修事例の検証結果を踏まえ、コストと時間意識をもった「抜本的な対策」が必要 う回路を確保するなど交通影響の軽減が必要 対策後の維持管理性にも配慮が必要 漏水の減水、制御と、その経過観察が必要 附属物や非常用設備の腐食による機能阻害などの把握が必要 	<ul style="list-style-type: none"> 構造健全性を長期間継続するためのトンネル躯体の大規模更新を実施 ⇒ 工事中のう回路の設置を検討 ⇒ 渋滞対策と更新後の維持管理性向上に資する取り組みを検討 漏水の減水、制御と、その経過観察 附属物や非常用設備などの更新 	2-1 2-2
	橋梁		<ul style="list-style-type: none"> ・損傷した場合のリスクが深刻な橋梁や附属物に対して長期間の構造健全性を確保するための対策が必要 	<ul style="list-style-type: none"> 構造健全性を長期間継続するために以下の対策を実施 	3-1
大規模修繕	鋼橋	<ul style="list-style-type: none"> 大規模修繕範囲外において、過去に設計された橋梁で急激な劣化や損傷が顕在化 古い塗装仕様が採用されている鋼橋や附属物で想定外の大規模な塗膜剥落、腐食が発生 	<ul style="list-style-type: none"> 維持管理上、リスクの高い部位を有する橋梁を大規模修繕していくことが必要 	<ul style="list-style-type: none"> リスクや対策優先度を踏まえ補修を実施 ⇒ 橋梁単位で附属物含めて補修を実施 ⇒ 部材交換・補強、既存塗膜除去および高耐久の塗装仕様で復旧 【代表事例】荒川湾岸橋 	3-2
	RC床版	<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（鉄筋が一部切断）、構造健全性が急速に低下 	<ul style="list-style-type: none"> ・床版が薄くなっている状況は深刻な事態 将来的に上面切削を極力回避できる技術開発の検討が必要 	<ul style="list-style-type: none"> 損傷度に応じて、床版上面増厚・床版取替などを実施することで構造健全性を長期間継続 切削を回避する技術開発を今後検討 	3-3
	支承部	<ul style="list-style-type: none"> 外観から見るできない重要部位において、支承の圧壊や固着及び周辺の腐食を確認 	<ul style="list-style-type: none"> 外から見えない重要部位を有する橋梁は、維持管理性を改善していくことが必要 	<ul style="list-style-type: none"> 維持管理性と耐力を改善する構造改良 	3-4
	機能強化	<ul style="list-style-type: none"> 湾岸線と中央環状線及びその外側の放射路線で渋滞が発生しており、ある路線で工事規制をすれば他の路線がう回路として機能する関係 	<ul style="list-style-type: none"> ・既存ネットワークの機能強化や首都圏ネットワーク全体を活用する方策の検討が必要 	<ul style="list-style-type: none"> 東名・中央道とつながる3号線・4号線を機能強化 	4-1

2. 羽田トンネルの抜本的な対策の実施に向けた検討

2-1-1. 羽田トンネルの現状

- 継手部から漏水した海水がトンネル内に拡がり、中床版などで塩化物イオン濃度が鉄筋の腐食発生限界の目安（ 1.9kg/m^3 ）を大幅に超過し塩害損傷（鉄筋腐食、コンクリート剥落）が発生、防水性を有する構造への造り替えなど抜本的な対策が必要
- 構造健全性を長期間維持させるためには、漏水を止水注入により減水、導水で制御し、その後も経過観察を続け、必要に応じて止水の追加、導水構造の清掃・交換等、維持管理を継続することが必要
- 内部空間の制約から、更新時には通行止めが必要となるため、交通影響の軽減が課題

■ 損傷状況



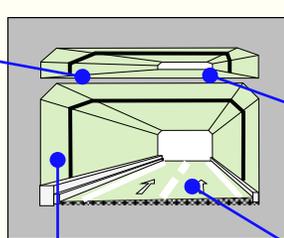
継手部の漏水
【開削-ケーソン継手部】



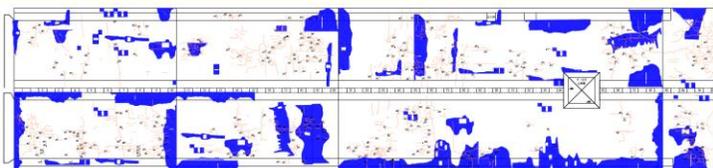
滞水（塩化物イオン浸透）
【開削部】



中床版上面の剥離・断面欠損
【開削部】



排煙設備の腐食
【開削部】



中床版上面の損傷状況【開削部】

ひび割れ
剥離

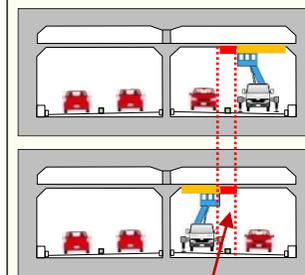


側壁部の剥落
【開削部】



底板からの湧水
【開削部】

■ 補修時の範囲

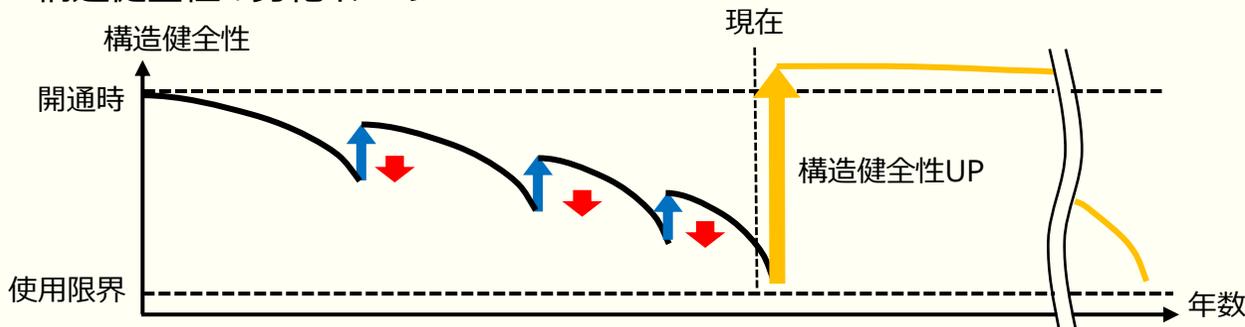


車線規制状況

交通確保（1車線規制）での補修が困難な範囲

全面的な補修には
通行止めが必要であり、
維持管理環境が悪い

■ 構造健全性の劣化イメージ



部分的な補修・補強の繰り返しでは
構造健全性が回復しない

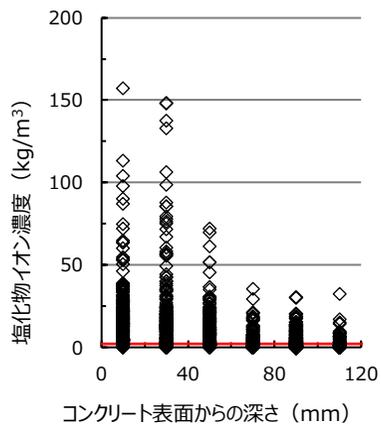
構造健全性を長期間継続するためには
抜本的な対策が必要

2-1-2. 開削部中床版の塩化物イオン濃度 測定結果

測定方法：中床版上面側から1.5m×1.5m毎にコア（Φ100mm）を採取、深さ方向20mm毎（0～120mm）に電位差滴定法により塩化物イオン濃度を測定
 ※腐食発生限界塩化物イオン濃度1.9kg/m³は、コンクリート標準示方書（2017）に準じ、水セメント比を50%と仮定して算出

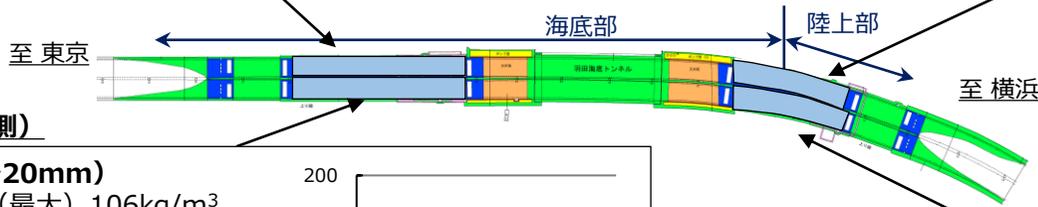
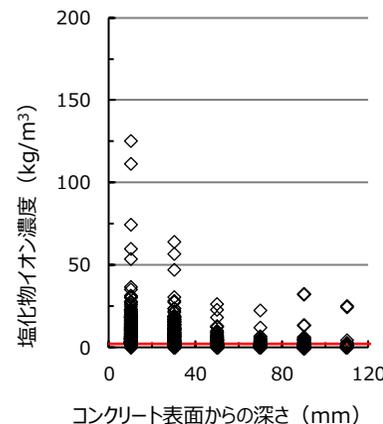
下り線（東京側）

- 表面（0～20mm）
Cl⁻濃度（最大）157kg/m³
- 鉄筋位置（40～60mm）
Cl⁻濃度（最大）72kg/m³
- 中央部（100～120mm）
Cl⁻濃度（最大）33kg/m³



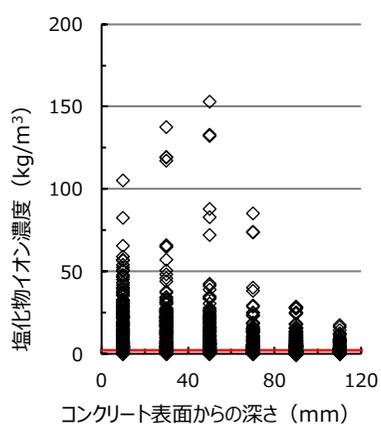
下り線（横浜側）

- 表面（0～20mm）
Cl⁻濃度（最大）125kg/m³
- 鉄筋位置（40～60mm）
Cl⁻濃度（最大）26kg/m³
- 中央部（100～120mm）
Cl⁻濃度（最大）25kg/m³



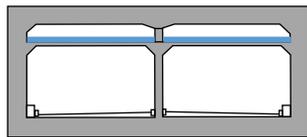
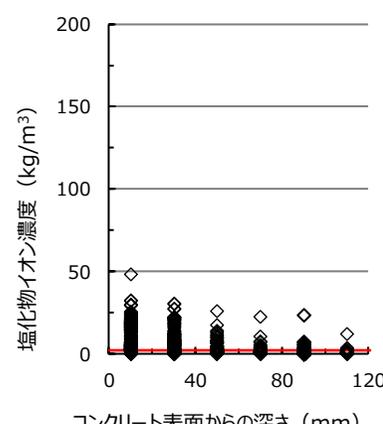
上り線（東京側）

- 表面（0～20mm）
Cl⁻濃度（最大）106kg/m³
- 鉄筋位置（40～60mm）
Cl⁻濃度（最大）153kg/m³
- 中央部（100～120mm）
Cl⁻濃度（最大）18kg/m³



上り線（横浜側）

- 表面（0～20mm）
Cl⁻濃度（最大）48kg/m³
- 鉄筋位置（40～60mm）
Cl⁻濃度（最大）26kg/m³
- 中央部（100～120mm）
Cl⁻濃度（最大）12kg/m³

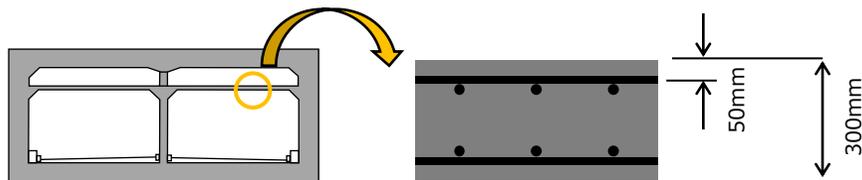


塩化物イオン濃度
 ■ 1.9kg/m³未満
 ■ 1.9kg/m³以上
 □ コア採取不可
 □ 開口部

2-1-3. 中床版の損傷状況に応じた補修内容

- 中床版はトンネル躯体の構造部材であり、その上の空間は維持管理のほか、車両火災時には排煙ダクトとして使用（=撤去不可）
- 中床版の補修方針は過去の補修事例を参考に、損傷状況に応じて補修・更新方針を決定
- 補修は車線規制、更新（撤去・再構築）は支保工が必要となるため、長期間の通行止めが必要

■ 中床版の構造



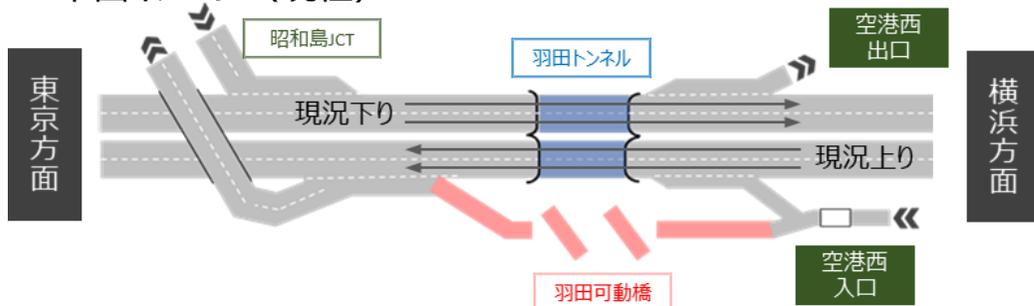
■ 塩化物イオンの浸透状況とその補修（浸透範囲：腐食発生限界塩化物イオン濃度 1.9kg/m^3 以上）

塩化物イオンの浸透状況	<p>表面のみ浸透 【全体の約3割】</p> <p>浸透範囲</p>	<p>鉄筋位置まで浸透（鉄筋腐食） 【全体の約3割】</p> <p>浸透範囲</p>	<p>内部まで浸透（鉄筋腐食、コンクリート中に残存） 【全体の約4割】</p> <p>浸透範囲</p>
補修内容	<p>表面のみの補修（脆弱部撤去、防水塗装など）</p> <p>防水塗装 樹脂モルタル打設 炭素繊維補強</p>	<p>上面側のみの部分補修（鉄筋の取替など）</p> <p>防水塗装 防錆鉄筋に取替 + 犠牲陽極 樹脂モルタル打設 炭素繊維補強</p>	<p>更新（中床版の撤去、再構築）</p> <p>防水塗装 防錆鉄筋 全て再構築</p>
施工時の状況	<p>通行止め無し （斫り時のみ、交通安全確保のため、車線規制）</p>		<p>常時、通行止め （夜間のみでは、仮設材の設置・撤去が困難）</p> <p>補修箇所 仮設材</p>

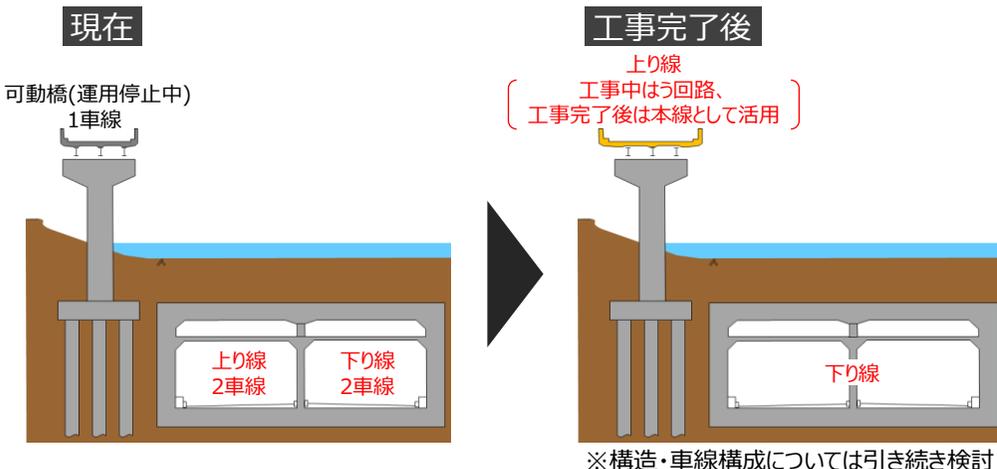
2-2. 渋滞対策と維持管理性向上の取り組み（案）

- 羽田トンネルの日断面交通量は約10万台と多く、長期間の通行止めは社会的影響が大きいため、工事中はう回りの確保が必要
- 運用停止中の羽田可動橋を活用し、大規模更新工事中のう回路とすることを検討
- 工事完了後はう回路を本線運用することにより、大規模更新後の羽田トンネルにおける渋滞緩和と維持管理性向上に資する取り組みを検討

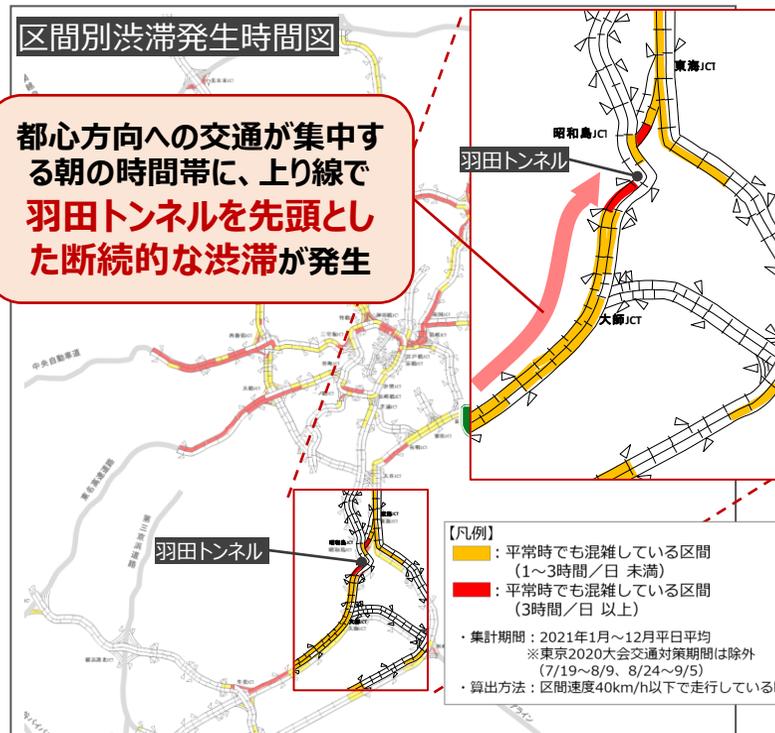
■ 平面イメージ（現在）



■ 断面イメージ（現在・工事完了後）



交通影響が大きいトンネル部の大規模更新工事にあたっては
**羽田可動橋を活用してう回路を構築し、工事完了後は
 渋滞緩和と維持管理性向上に資する取り組みを検討**



■ 平常時の交通状況 (1号羽田線 上り羽田トンネル坑口付近)

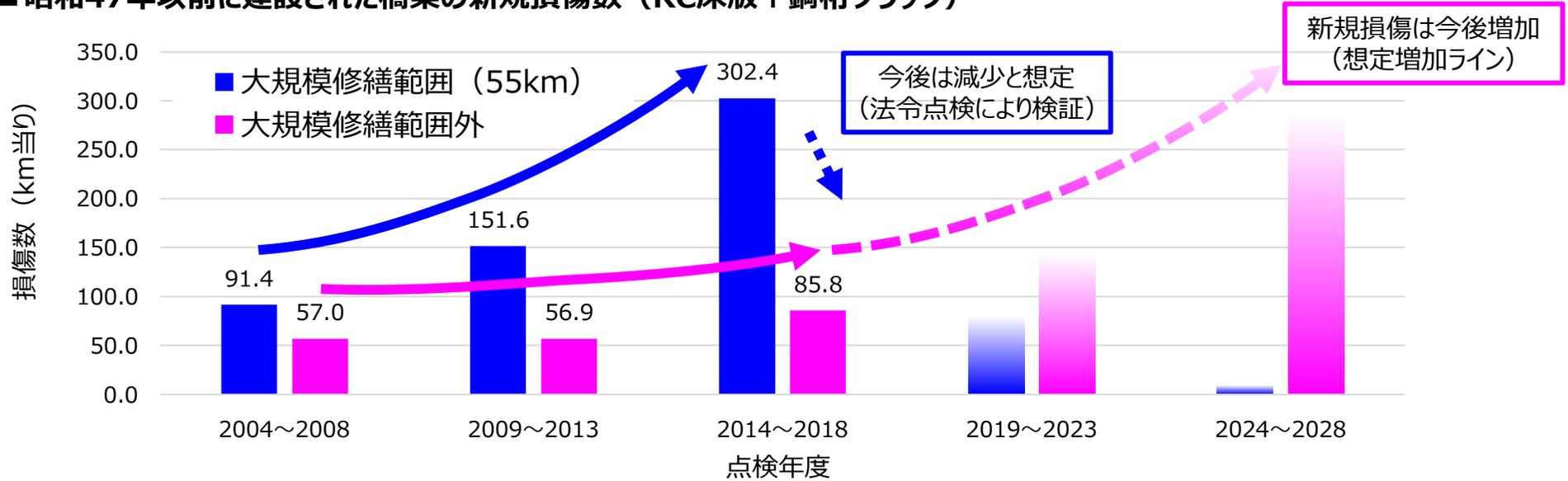


3. 橋梁の抜本的な対策の実施に向けた検討

3-1. 大規模更新・修繕事業の有効性

- **新たな知見**：橋梁単位で大規模修繕することで、効率的な維持管理が実現し、損傷発見数は大幅に減少
- **必要な対策**：損傷数が増加していくと思われる橋梁は、同様の手法で補修していくことが必要（大規模修繕事業の範囲拡大）

■ 昭和47年以前に建設された橋梁の新規損傷数（RC床版+鋼桁クラック）



■ 大規模修繕を継続することの有効性

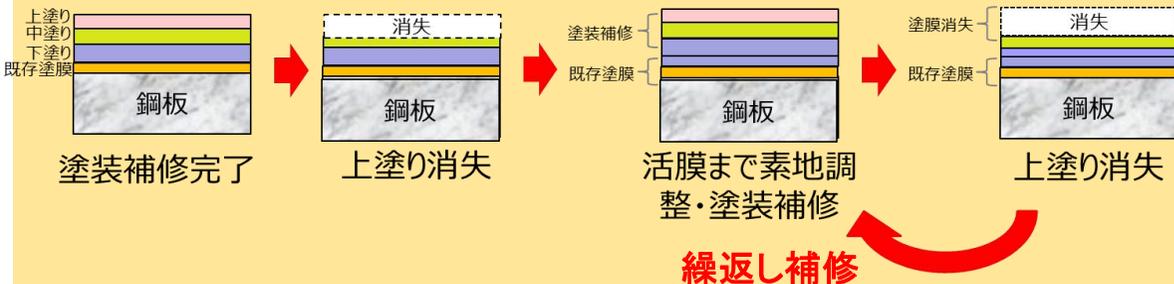
<p>予防保全型（大規模修繕）</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 橋梁単位で足場を設置し、範囲内の損傷を全て補修 ● 重大損傷が発生する可能性が高い部位は予防的に補強 <p>⇒附属物を含め橋梁単位で構造健全性や耐力が完全に回復する ⇒足場を設置するため損傷をまとめて効率的に補修できる</p>		<p>事後保全型（これまでの修繕）</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 点検により発見された損傷を、部分的に補修 <p>⇒部分的な補修となるため構造健全性は完全には回復しない ⇒損傷位置が点在するため作業効率が悪い</p>
---	--	--

橋梁単位で補修していくことで効率的に構造健全性と耐力を回復 ⇒ **予防保全型への本格転換、拡大が必要**

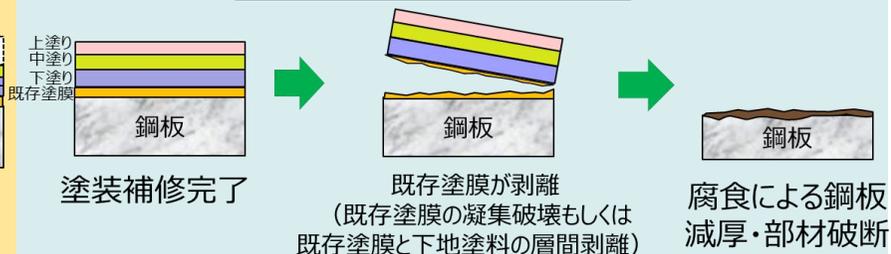
3-2. 鋼橋の損傷への抜本的な対策

- **新たな知見**：古い塗装仕様の鋼橋や附属物で、塗替え補修をしているのにも関わらず、下地付近から塗膜が剥がれる事象が発生。また、一部の部材で鋼材腐食が急速に進み、断面欠損や破断が発生
- **必要な対策**：深刻な腐食は部材交換や補強、剥離リスクのある塗膜は全て除去し、高耐久な塗装仕様で復旧

塗膜補修サイクル（従来の考え方）



塗膜剥離（新たな知見）



損傷事例



大規模な塗膜剥離



腐食による断面欠損



部材腐食（荒川湾岸橋）



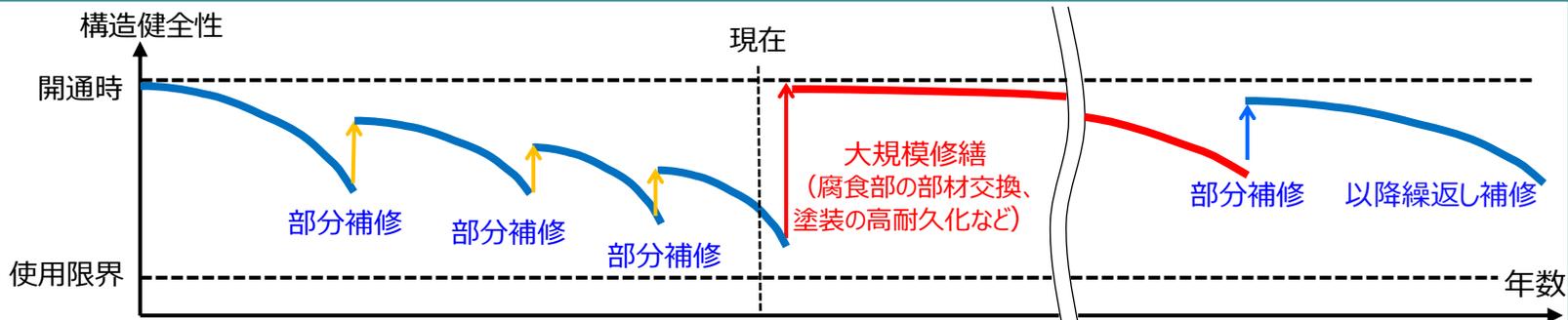
腐食破断（荒川湾岸橋）

対応

深刻な腐食は部材交換や補強、剥離リスクのある塗膜は全て除去し、高耐久な塗装仕様で復旧

大規模修繕

- 腐食部の部材交換・補強
- 既存塗膜の除去
- 高耐久化仕様で塗装

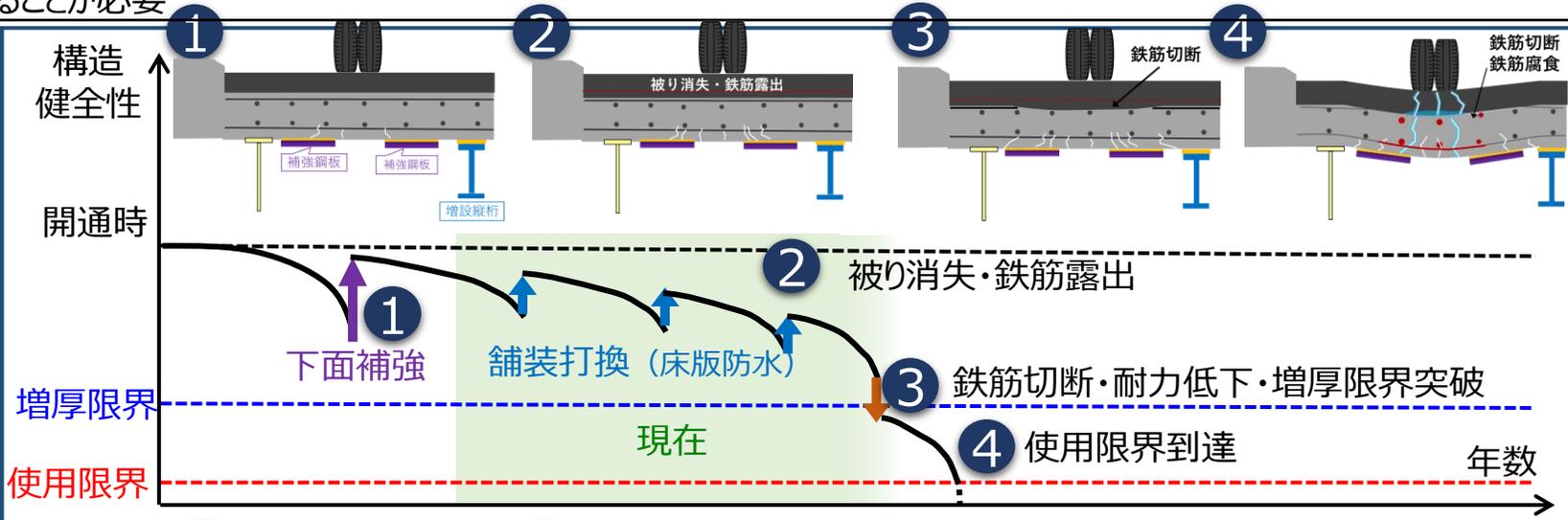


3-3-1. 舗装打換えの繰返しによる床版の損傷と必要な対策

- **新たな知見**：これまで上面を防水し、下面を縦桁や炭素繊維等で補強することで床版を延命してきたが、舗装を打換えるたびに床版上面が舗装切削機によって切削され、一部区間で被りが消失し、鉄筋が露出・切断されていることが判明
- **必要な対策**：大規模な交通規制が必要となる床版取替を回避するには、鉄筋が切断され既設の床版の損傷が大きくなる前に上面増厚することが必要

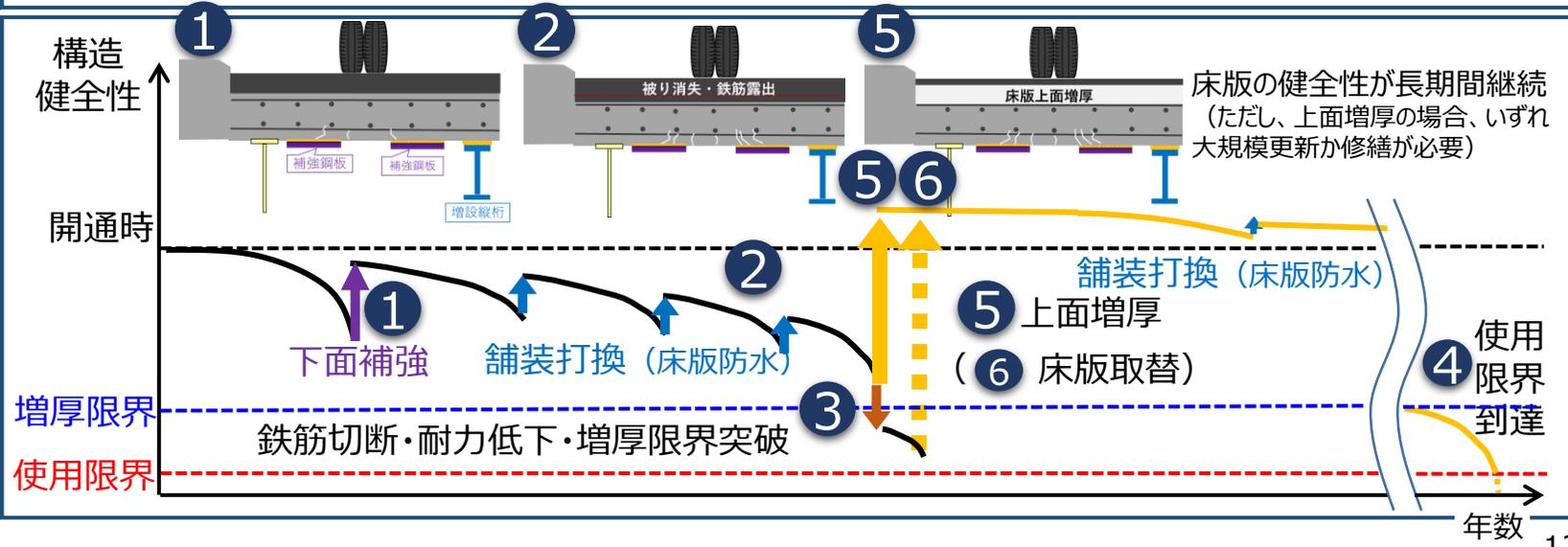
対策無し

- ① 舗装打換えのたびに上面が切削
- 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



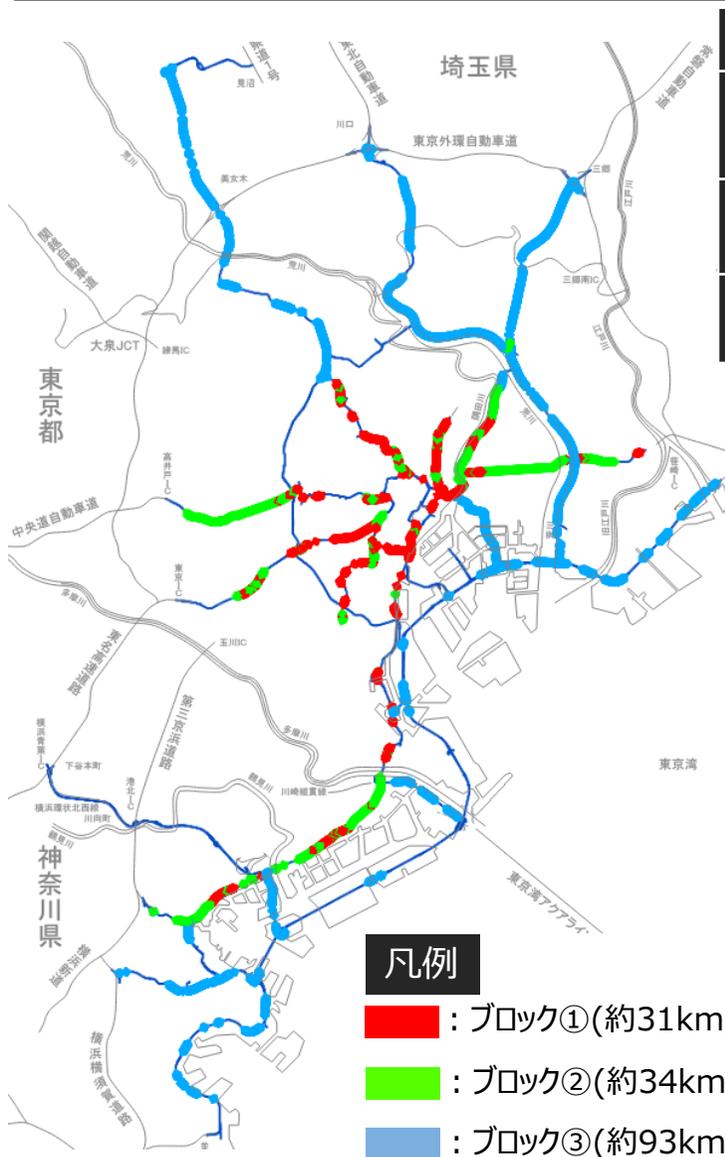
対策あり

- ① 舗装打換えのたび上面が切削
- ② 被り不足となり防水性が低下、鉄筋が腐食
- ⑤ 上面増厚により構造健全性向上
- ⑥ 鉄筋が切断され上面増厚適用不可となった場合は床版取替



3-3-2. 床版上面増厚を要する箇所と優先順位の考え方

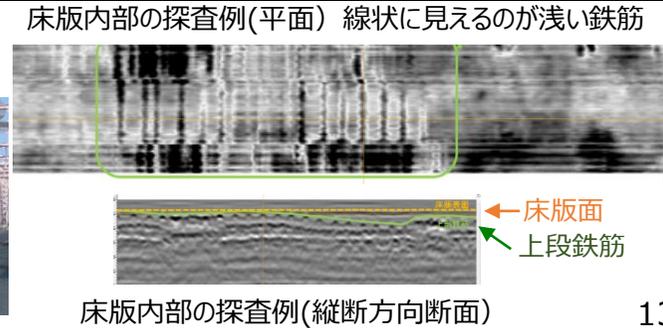
- 床版の設計基準年次が昭和47年以前は床版厚が薄く（18cm以下）、鉄筋量が少ないため優先的に実施
- 上縁かぶり量の把握については電磁波レーダー探査車による調査の適用性について検討



	ブロック①(約31km)	ブロック②(約34km)	ブロック③(約93km)
基準年次	S47道路橋示方書※ 以前 床版厚（18cm以下）		S47道路橋示方書 以降 床版厚（20cm以上）
上縁かぶり量	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基準に適合するよう 実施		不要

※道路橋示方書：「橋、高架の道路等の技術基準」（道路橋示方書）という。高速道路、国道の橋梁の設計に用いられる基準。昭和47年に制定以降、改定が行われている。

電磁波レーダー探査車による鉄筋被り調査事例



3-4. 支承部の損傷への抜本的な対策

- **新たな知見**：狭隘部などの維持管理性の低い部位周辺に大規模な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活用して点検した結果、支承の圧壊、固着および周辺の腐食を確認したが、その補修はきわめて困難な状況
- **必要な対策**：点検や維持管理が困難な橋梁については、桁連続化などの構造改良による維持管理性と耐力の改善



ファイバースコープを活用した点検状況



発見された支承の圧壊

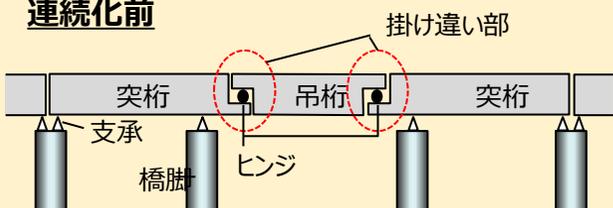


支承の固着（主桁損傷リスク）

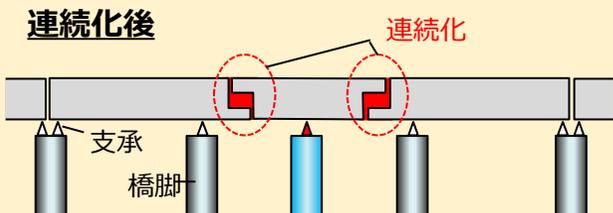


桁連続化・・・ゲルバー部を連結（支承撤去）して、狭隘部を解消

連続化前



連続化後



新設橋脚

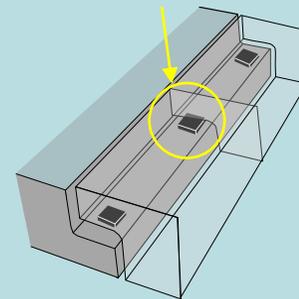
連続化部

構造改良・・・箱桁下面を撤去（箱桁をI桁に改良）して、狭隘部を解消

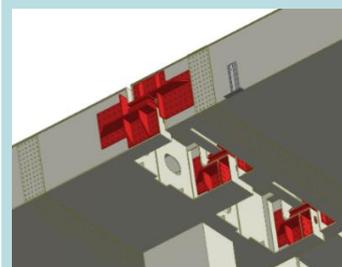
改良前



目視で確認不可



改良後



中央の支承部

4. 今後の大規模更新・修繕工事に備えた機能強化

4-1. 今後必要となる首都高ネットワークの機能強化

- 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渋滞が発生しており、これら放射路線は、ある路線で工事規制をすれば他の路線がう回路として機能する関係
- 特に、東名、中央道とつながる3号線及び4号線の中央環状線より西側の区間については、昼夜を問わず交通量が多く、渋滞発生時間が長いことから、渋滞緩和の取り組みと合わせて、今後の長期の通行止めや車線規制を伴う大規模更新・修繕工事等に備えるため、付加車線設置や合流部改良等の機能強化を図る等、う回路機能の優先的な確保が必要
- 3号線及び4号線の機能強化工事を実施する際の交通影響を踏まえつつ、必要に応じて首都圏ネットワークを活用したう回路誘導について検討

■ 区間別渋滞発生時間図

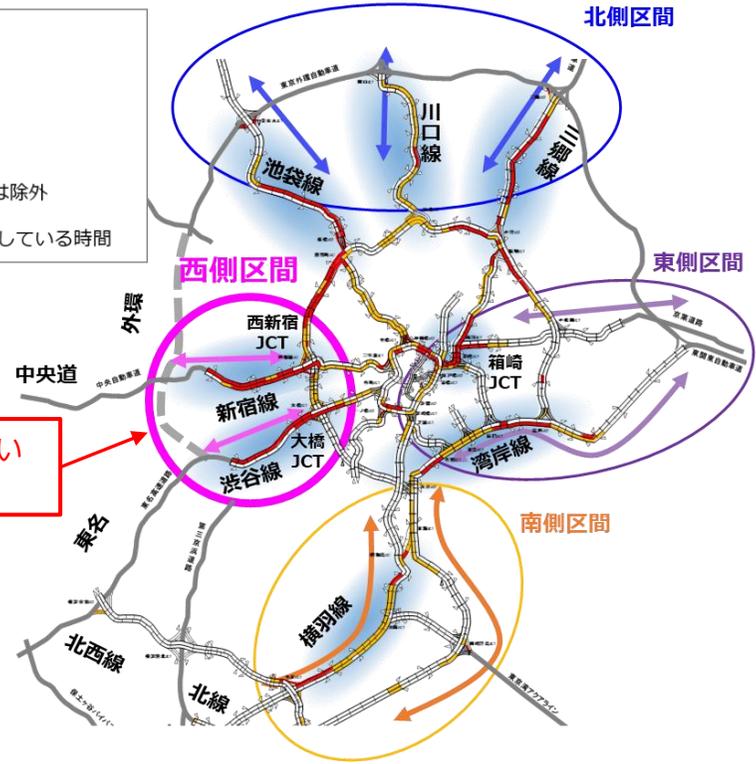
【凡例】

- 平常時でも混雑している区間 (1~3時間/日 未満)
- 平常時でも混雑している区間 (3時間/日 以上)

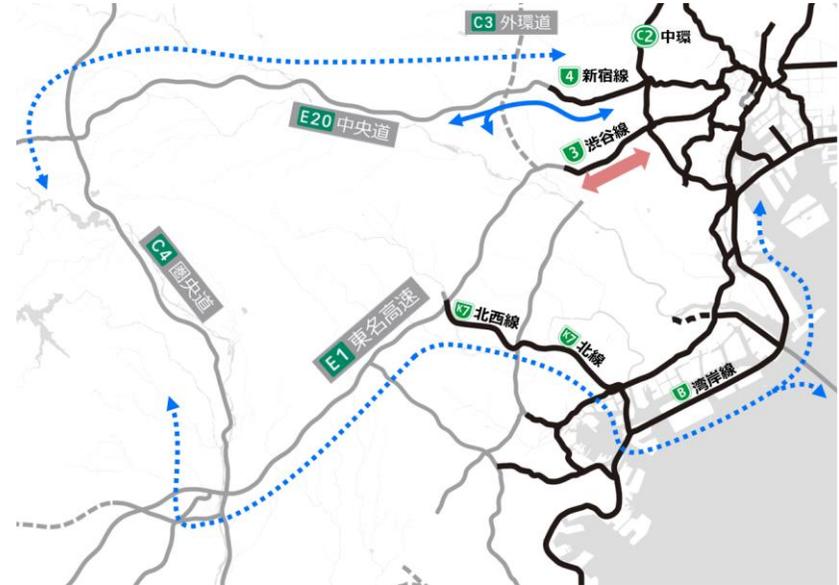
・ 集計期間：2021年1月~12月平日平均
 ※東京2020大会交通対策期間は除外 (7/19~8/9、8/24~9/5)

・ 算出方法：区間速度40km/h以下で走行している時間

■ 昼夜問わず交通量が多い
 ■ 渋滞発生時間も長い



■ 3号線で機能強化工事を実施する際の首都圏ネットワークを活用したう回路の事例



⇔ 機能強化工事実施範囲
 ⇔⇔⇔ 工事実施時のう回路

首都高西側区間において交通量・渋滞発生時間が長い3号線・4号線を優先的に機能強化