

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 5 回委員会資料)

1. 審議を踏まえた追加対策（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. 審議を踏まえた追加対策（案）

1. 審議を踏まえた追加対策（案）

		新たな知見・事象	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"> ➢ 海水を含む激しい漏水により中床版上面の鉄筋腐食・消失、コンクリートはく離が急速に進行していることが判明 ➢ 漏水に伴う緊急の車線規制回数が増加 	<ul style="list-style-type: none"> ➢ トンネルの長期に亘る健全性を確保するため、躯体の補強や中床版の取替等抜本的対策が必要 ➢ 漏水の減水、導水による制御と、経過観察が必要 ➢ 附属物や非常用施設の腐食に伴う更新・補修が必要 ➢ 対策後の維持管理性にも配慮が必要 ➢ 工事中の長期通行止めに備えたう回路の確保と合わせて通常時の渋滞緩和に資する取り組みが必要 	2-1 ～ 2-3
	鋼橋	<ul style="list-style-type: none"> ➢ 上塗りが損耗した時点で塗料を塗り重ねれば鋼橋の耐久性が長期間維持されたと考えていたが、近年広範囲で塗膜が下地付近から剥がれ落ち、鋼材腐食が急速に進行していることが判明 	<ul style="list-style-type: none"> ➢ はく離リスクのある塗膜は全て除去し、高耐久な塗装仕様による復旧が必要 ➢ 深刻な腐食は部材交換や補強が必要 	3-1 ～ 3-2
大規模修繕	RC床版	<ul style="list-style-type: none"> ➢ 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削られ、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 	<ul style="list-style-type: none"> ➢ 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、鉄筋が切断され床版の損傷が大きくなる前に上面増厚することが必要 ➢ 鉄筋が切断され、床版の損傷が大きくなり上面増厚が適用不可となった場合は床版の取替が必要 	3-3 ～ 3-5
	支承部	<ul style="list-style-type: none"> ➢ 外観から見る事が出来ない箇所に設置された支承をファイバースコープや超小型カメラといった新たな技術を使って直接状態を点検をしたところ、支承の圧壊や桁の移動が拘束される固着が発生していることが判明 	<ul style="list-style-type: none"> ➢ 外観から見る事が出来ない箇所の支承の圧壊や桁の移動が拘束される固着が発生している箇所については、箱桁のI桁化や桁連続化といった構造改良により維持管理性を改善し、取替困難だった損傷の激しい支承を交換することで構造物の長期に亘る健全性を確保することが必要 	3-6 ～ 3-8
機能強化		<ul style="list-style-type: none"> ➢ 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 	<ul style="list-style-type: none"> ➢ 中央環状線の西側区間については、3号及び4号が相互にう回できるよう付加車線設置や合流部改良等の機能強化と広域的なう回誘導を組み合わせた対策が望ましい ➢ 西側区間の広域的なう回先としては、北西線の開通により、神奈川・湾岸エリアを含む南側区間へ誘導させることが有効と考えられ、その経路上のボトルネック対策を踏まえた機能強化が必要 ➢ これら取り組みにより、構造物の高齢化が進む都心部の更新需要に備えることも可能 	4-1 ～ 4-2

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. 羽田トンネルの損傷状況と必要な対策

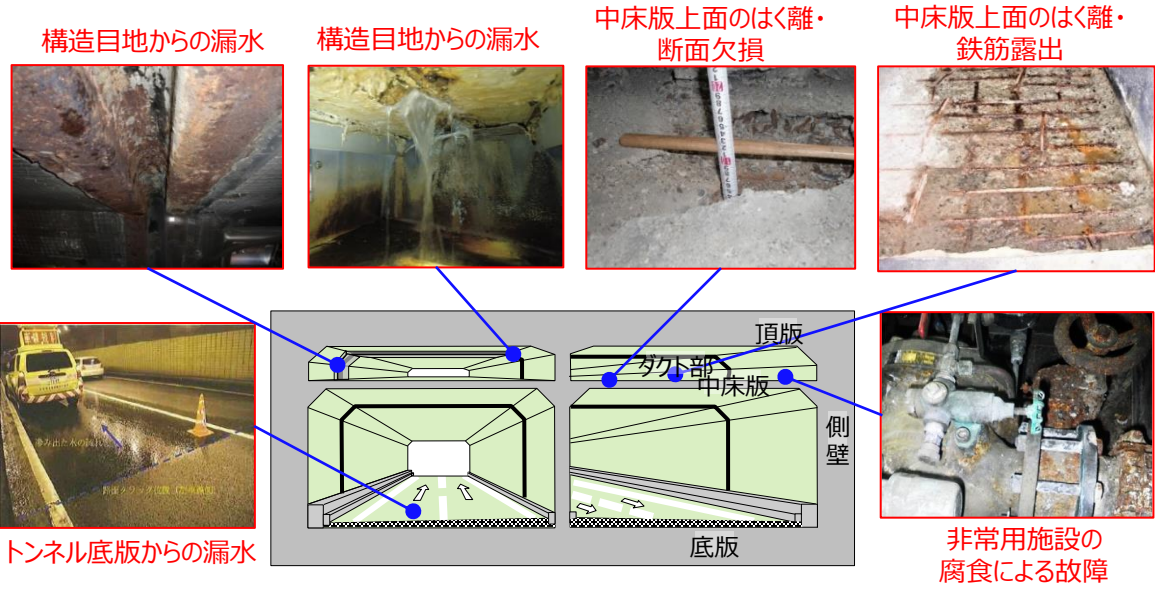
- **新たな知見・事象** : ・海水を含む激しい漏水により鉄筋の腐食・消失、コンクリートはく離が急速に進行していることが判明
 ・漏水に伴う緊急の交通規制が増加
- **必要な対策** : 中床版の取替も含めたトンネル躯体の再構築により、構造物の長期に亘る健全性を確保することを検討

<羽田トンネルの状況>



①羽田線 羽田トンネル
 ○ 開通年月: 1964年8月
 ○ 開 通: 約300m
 (海底部: 約240m)

漏水に伴う緊急の車線規制回数が増加
 1回/4か月(2016年度)
 ▼
 1回/1か月(2021年度)
約4倍



■ 中床版取替施工イメージ (案)
 中床版の取替にあたっては仮受材が必要 (通行止めによる施工)

※施工方法については引き続き検討

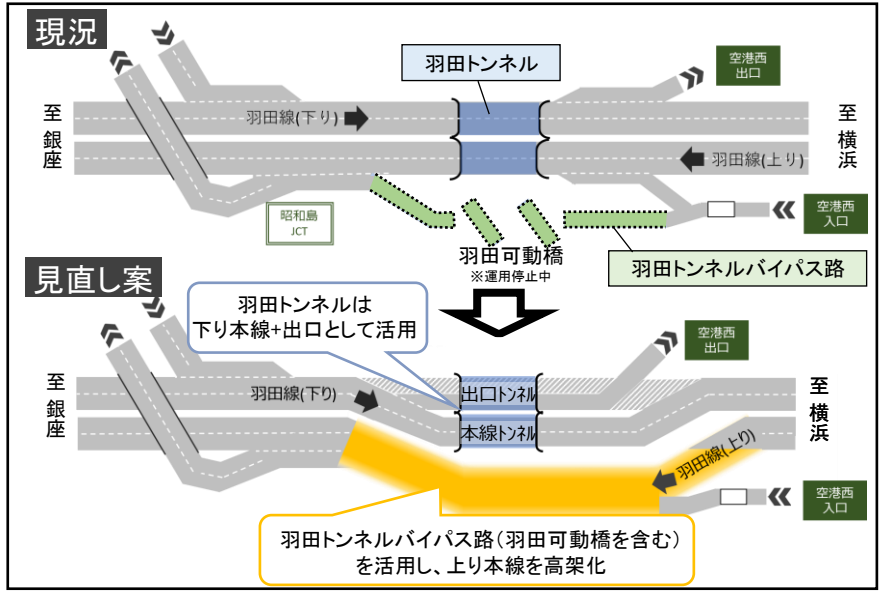
2-2. 羽田トンネル大規模更新の概要 (案)

- 1号羽田線 羽田トンネルの日断面交通量は約10万台と多く、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、工事中はう回路の確保が必要
- 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を検討
- 工事後は、う回路を本線運用し、上り方向を高架化、トンネル内を下り専用とする運用の見直しを実施し、通常時の渋滞を緩和しつつ、将来の大規模更新・大規模修繕に備えたう回路機能を確保することを検討

■ 現況 (航空写真)



■ 運用の見直し案 (平面イメージ) ※車線運用、構造等については引き続き検討

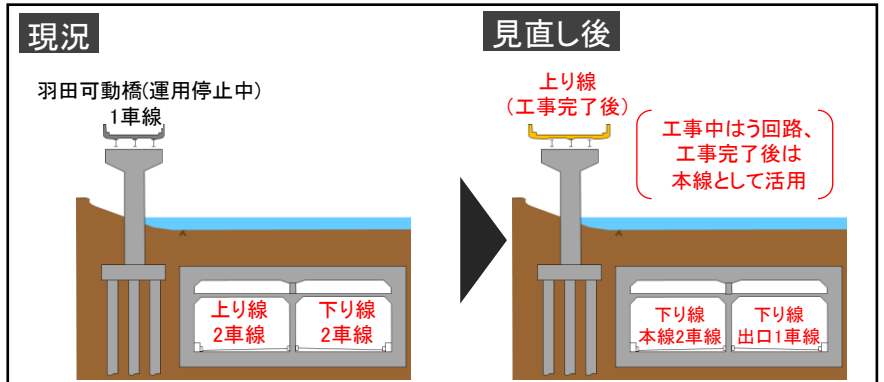


■ 現況の渋滞状況

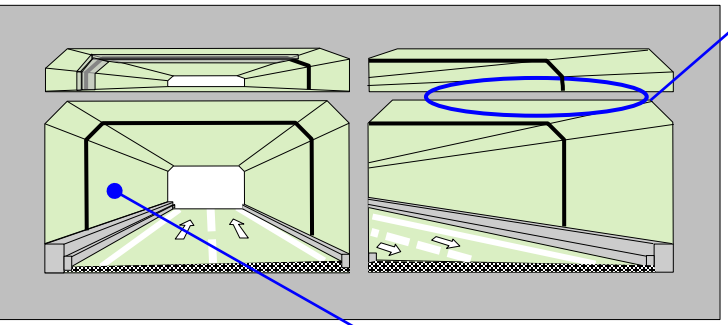


羽田線(上り)羽田トンネル坑口付近

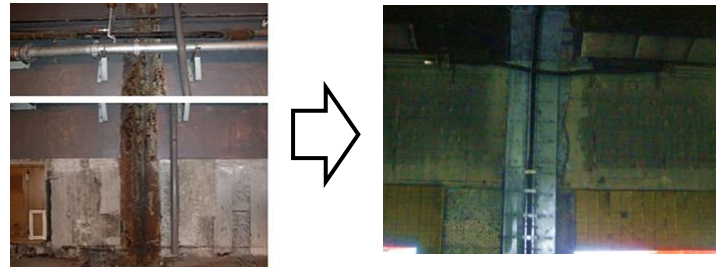
■ 運用の見直し案 (断面イメージ) ※車線運用、構造等については引き続き検討



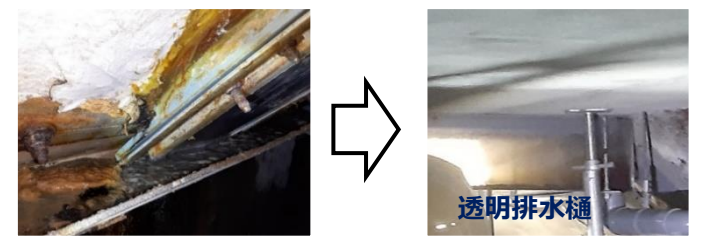
2-3-1. トンネル部における大規模更新の概要 (案)



トンネル目地部構造部材 (Ω鋼板) の取替



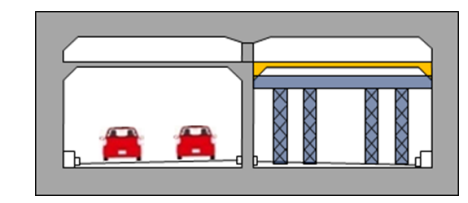
腐食因子の遮断 (止水注入、排水樋取替等)



中床版の補修・更新：塩化物イオンの浸透が著しい中床版は更新

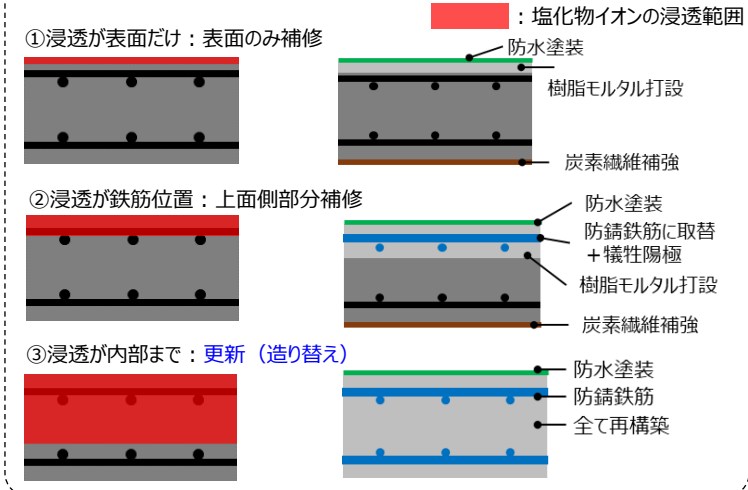


中床版上面のはく離・断面欠損・鉄筋腐食

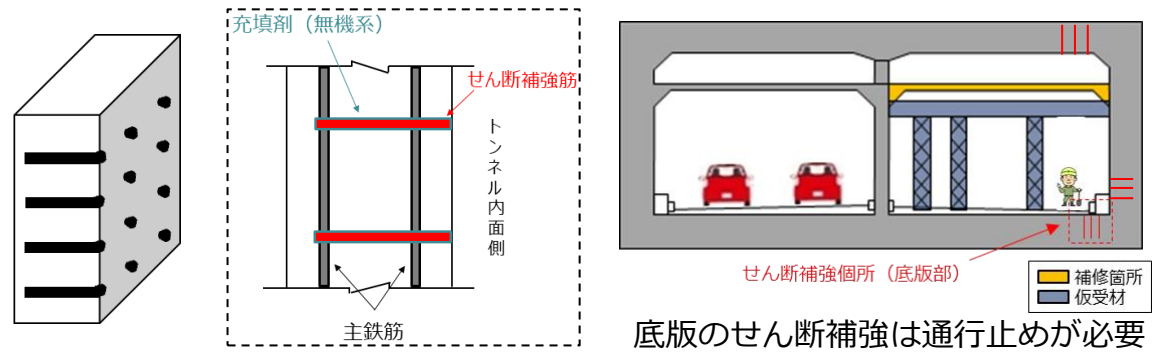


中床版の更新は通行止めが必要

塩化物イオンの浸透程度により補修の程度を判断



トンネル躯体せん断補強 (補強位置・補強量は現在設計中)



底版のせん断補強は通行止めが必要

上記以外の主な更新・補修

- 構造物本体：躯体の断面修復、頂版の剥落防止、ひび割れ補修 等
- 附属施設物：排水ピット部の防水、視線誘導塗装、排水溝取替 等


2-3-2. 施設等の損傷状況と必要な対策（案）

- 近年、目地部やひび割れ部等からの海水を含む漏水等により、トンネル内の各種防災施設等が急激に損傷
 - ⇒ 耐塩害仕様、高耐食性仕様の設備に更新し長寿命化することを検討
- 近年、甚大化・頻繁化する豪雨等によりトンネル付帯建物の地下階にある受変電設備、防災制御盤等が水没する恐れがある
 - ⇒ 浸水対策（移設、嵩上げ、止水扉設置等）により水没リスクを回避することを検討


【防災施設等損傷状況】

【トンネル部】


漏水状況




配線路腐食

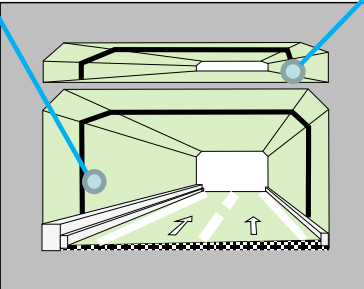


漏水状況




消火配管腐食





排煙ダンパ用モータ腐食



【付帯建物】

- ・受変電設備
- ・防災制御盤
- 等を設置する建屋

外壁クラック




屋上パラペットクラック




【対策(案)】

＜耐塩害仕様、高耐食性仕様設備＞

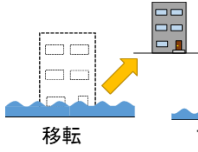


2相ステンレス鋼材製ポンプ




高耐食性配線カバー


＜浸水対策のイメージ＞



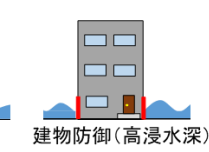
移転



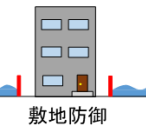
マウンドアップ



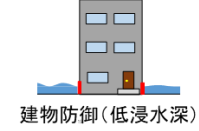
移設




建物防御(高浸水深)



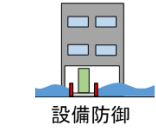
敷地防御



建物防御(低浸水深)



重要室防御



設備防御

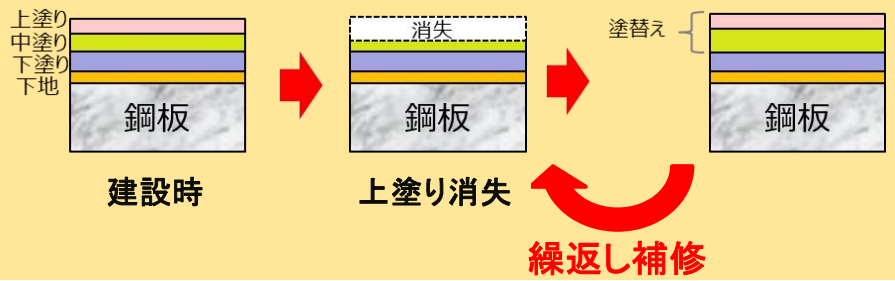
自治体のハザードマップ等を踏まえ、付帯建物の地下階にある受変電設備、防災制御盤等が水没しないよう、移設、嵩上げ、止水扉設置等の対策

3. 橋梁の抜本的な対策の実施に向けた検討

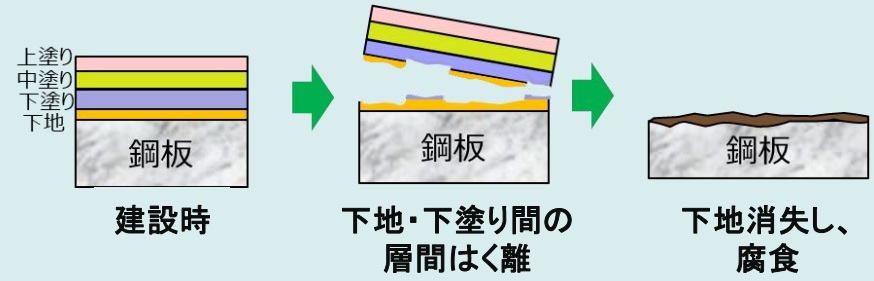
3-1. 鋼橋の損傷状況と必要な対策

- **新たな知見・事象**：古い塗装仕様の鋼橋や附属物で、塗替え補修をしているにも関わらず、下地付近から塗膜が広範囲で剥がれ落ちる事象が大量に発生。また、一部の部材で鋼材腐食が急速に進行
- **必要な対策**：深刻な腐食は部材交換や補強、はく離リスクのある塗膜は全て除去し、高耐久な塗装仕様による復旧を検討

適切な塗膜補修サイクル



新たに確認された塗膜損傷



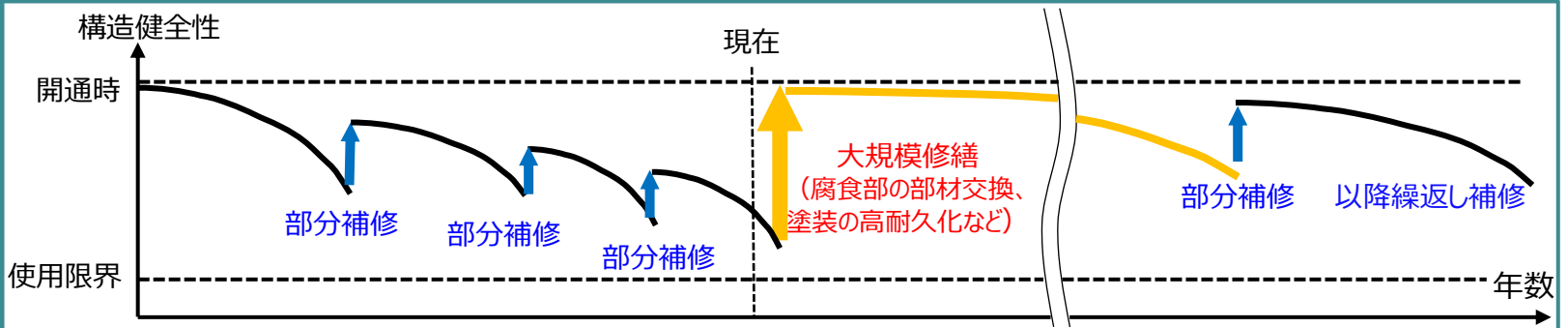
抜本的な対策



大規模修繕

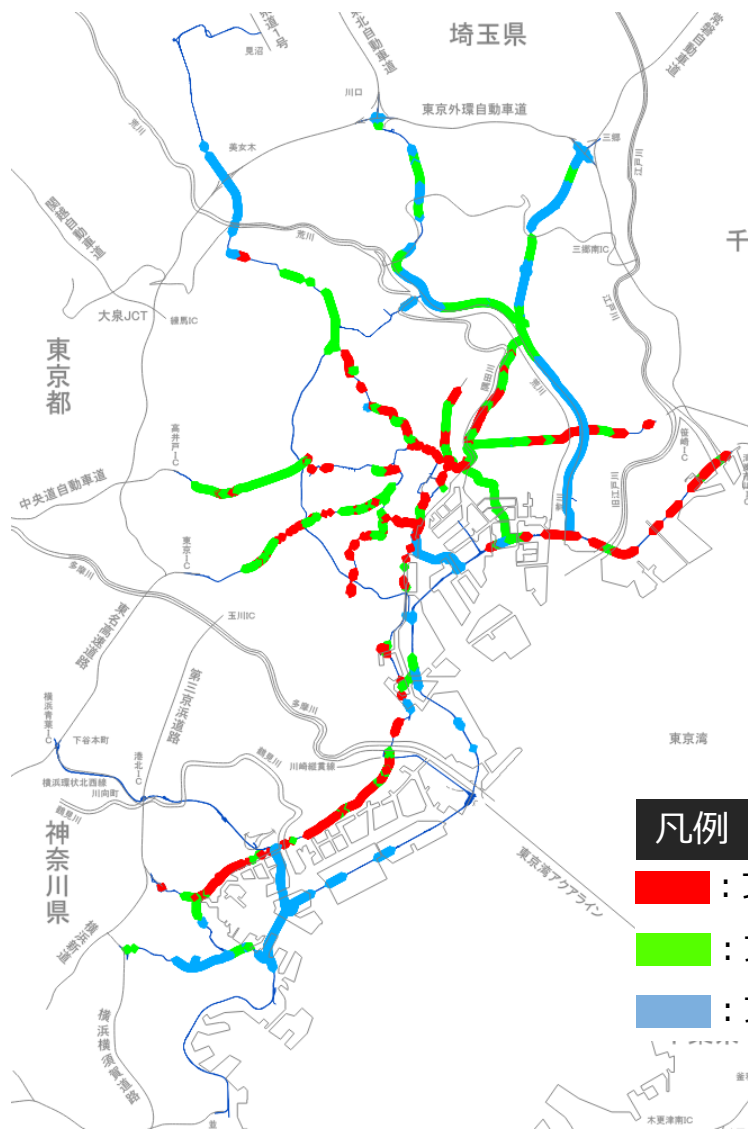
- 腐食部の部材交換・補強
- 既存塗膜の除去
- 高耐久化仕様で塗装

適切な塗装補修サイクルに移行

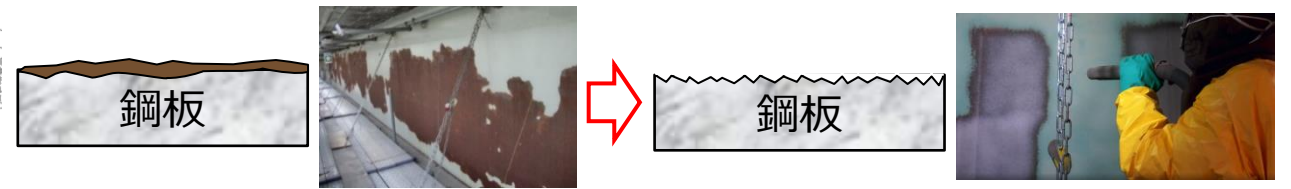


3-2. 鋼橋塗装における各基準年次

○ 鋼橋の下塗塗料に塩化ゴム系・鉛丹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を検討



	ブロックⅠ (約42km)	ブロックⅡ (約62km)	ブロックⅢ (約53km)
基準年次	S46基準以前 塩化ゴム・鉛丹系	S46基準 塩ゴム・鉛丹系	S56基準 エポキシ系



凡例

- : ブロックⅠ (約42km)
- : ブロックⅡ (約62km)
- : ブロックⅢ (約53km)



高耐久仕様で塗装

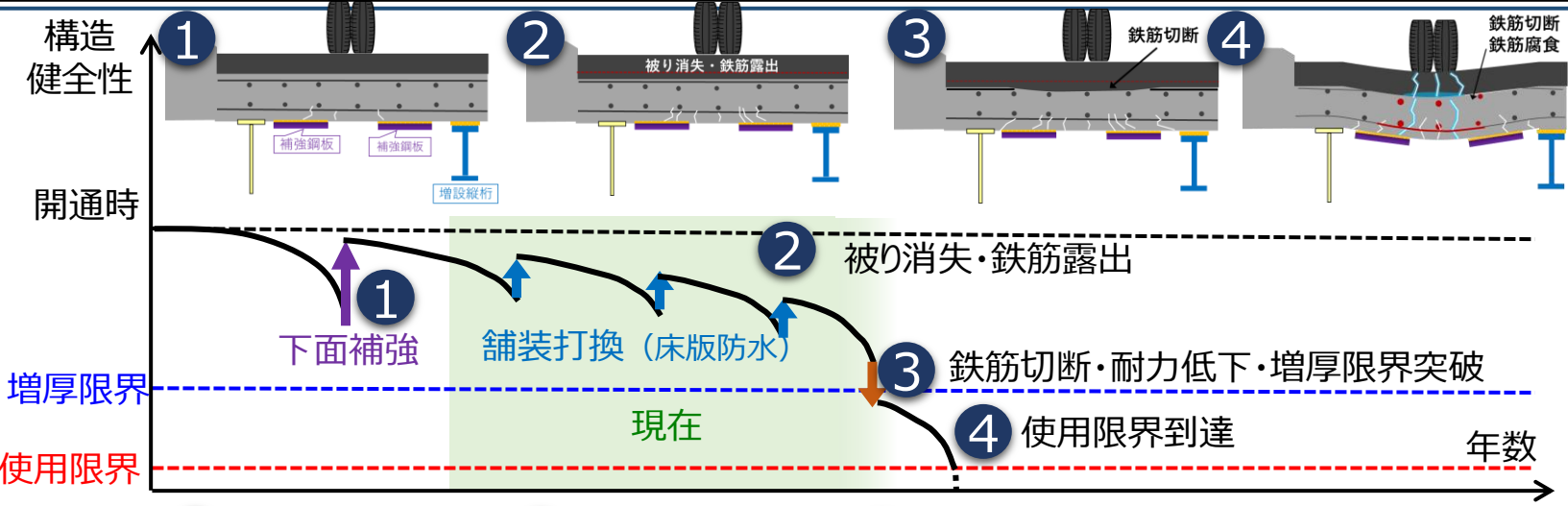


3-3. RC床版上面の損傷状況と必要な対策

- **新たな知見・事象**：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**：大規模な車線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で耐力を改善し、疲労寿命を延伸することが必要

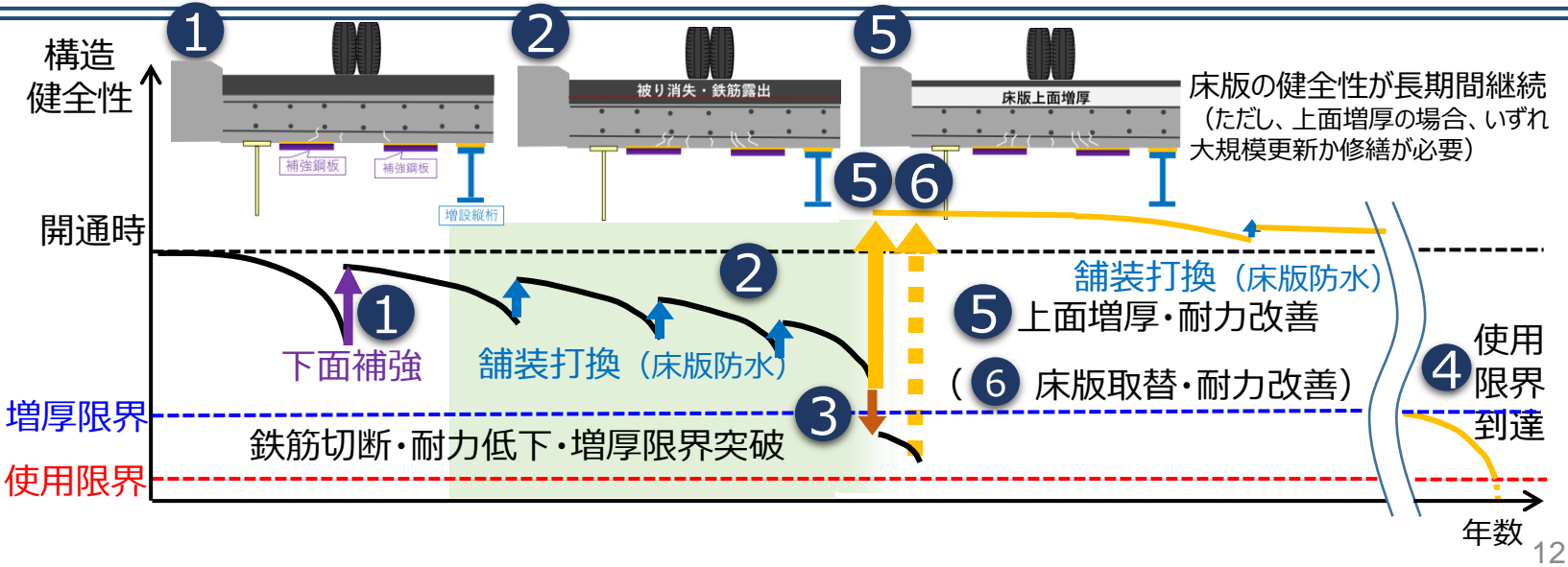
対策無し

- 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するとともに床版の不陸がなくなり、舗装が削られにくくなる
- 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を検討



3-4. RC床版厚における各基準年次

- 床版の設計基準年次が昭和47年より前は床版厚が薄く（18cm以下）、鉄筋量が少ないため床版増厚を検討
- 電磁波レーダー探査車の適用性について検討



	ブロック I (約86km)	ブロック II (約95km)
基準年次	S47道路橋示方書※1 より前 床版厚（18cm以下）	S47道路橋示方書 以降 床版厚（20cm以上）
床版下面補強	必要	不要

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

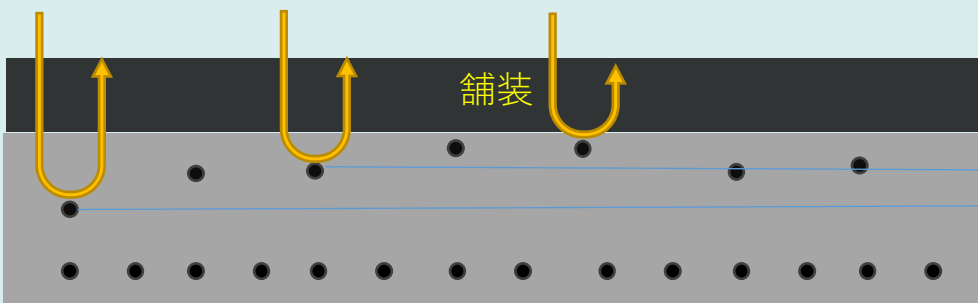
※2 電磁波レーダー探査車によるかぶり厚不足範囲の検出可能性について検討。

3-5. 電磁波レーダー探査車の適用性確認

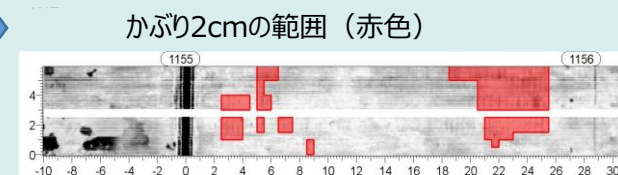
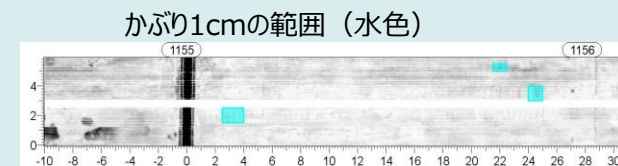
- 電磁波レーダー探査車の結果と舗装切削によるかぶり調査結果を比較したところ、鉄筋露出・かぶり厚が薄い範囲が概ね一致
⇒ かぶり厚が薄い床版の検出に本技術の活用が可能と思われる



マイクロ波の反射応答を捉え鉄筋のかぶり厚不足箇所を検出



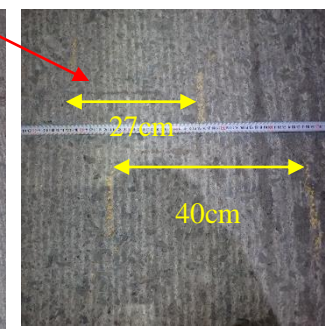
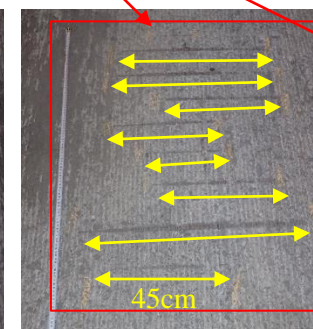
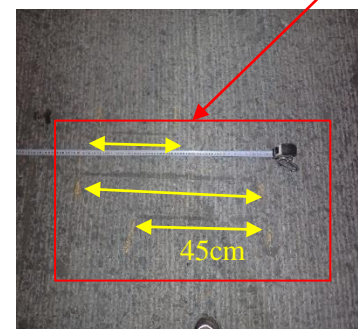
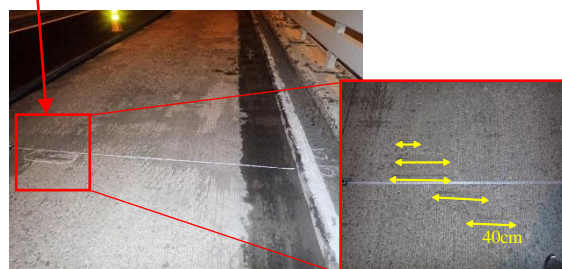
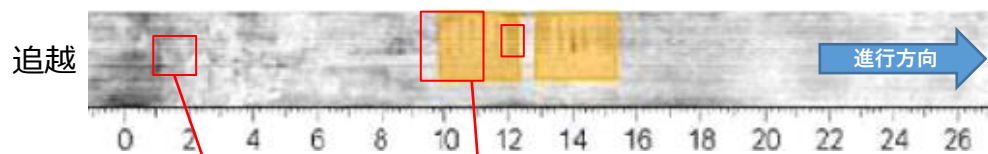
かぶり0cm (床版面)
かぶり1cm
かぶり2cm



1号羽田線での調査事例

■ : 電磁波レーダー探査車の調査結果 (かぶり1cm)

□ : 実際の鉄筋露出箇所



3-6. 支承部の損傷状況と必要な対策

新たな知見・事象：・外観から見るのが困難な支承部については、2014年度から定期点検が義務化されたことを契機として、ファイバースコープや超小型カメラ等、新たな技術を使って直接状態を点検
 ・支承部は伸縮継手からの漏水が生じやすく、支承の金属部分が腐食しやすい環境。腐食が進行することにより、支承の圧壊や桁の移動が拘束される固着が発生していることが判明

必要な対策：桁連続化やI桁化などの構造改良により維持管理性と耐力を改善、取替困難だった損傷支承は取り替えを検討



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
 ⇒ 類似構造は順次桁連続化

連続化前

連続化後

連続化部

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
 ⇒ 類似構造は順次I桁化

I桁化前

目視で確認不可

I桁化後

中央の支承部

3-7. 切欠き構造を有する支承部

○ 橋梁にとって重要な部材である支承などを外観から見たことが困難な切欠き構造を有する支承部については構造改良を検討



凡例
 : ブロック I (約720箇所)

構造改良

		ブロック I (約720箇所)
支 承 部	構 造	切欠き構造 (箱桁)

切欠き構造の箇所数 (支承線数)

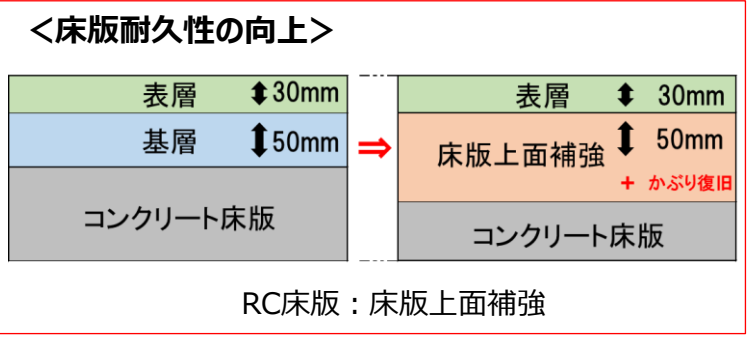
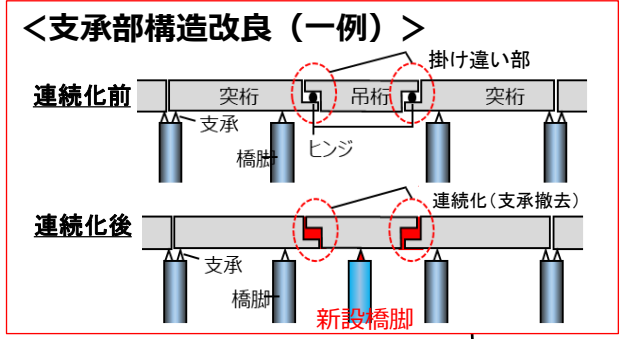
3-8. 橋梁における抜本的対策の概要

- 径間単位で全面的に補修補強を行うことで新たな損傷の発生・進行を抑制し長期耐久性の向上を同時に図る
- 具体的には、塗装高耐久化、支承部構造改良、床版耐久性向上以外にも、腐食部補強、はく落防止、高力ボルト（F11T）取替、予防保全、維持管理性向上（恒久足場等の設置）等を状況に応じて組み合わせて実施することを検討


<塗装の高耐久化>



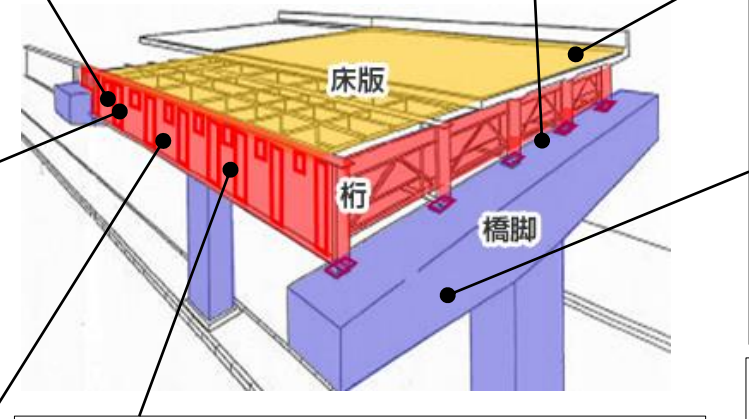
耐久性の高い塗料により防食性能を向上




<腐食部補強>



腐食断面欠損部の補強



<はく落防止>



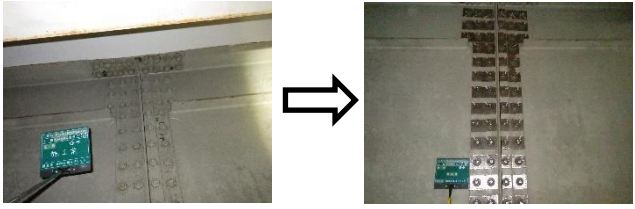
R C 橋脚のコンクリート片はく落防止対策

<鋼桁重大損傷の事前対策(予防保全)>




鋼桁を破断するような損傷発生の可能性のある部位を事前に補強

<高力ボルト（F11T）取替>



破断の恐れのある高力ボルトの取替

<維持管理性の向上（恒久足場の設置）>



恒久足場内部

鉄道交差部など足場の設置が困難な場所に恒久足場を設置（塗膜保護、点検補修がしやすい環境にする）

4. 今後の大規模更新・修繕工事に備えた機能強化の検討

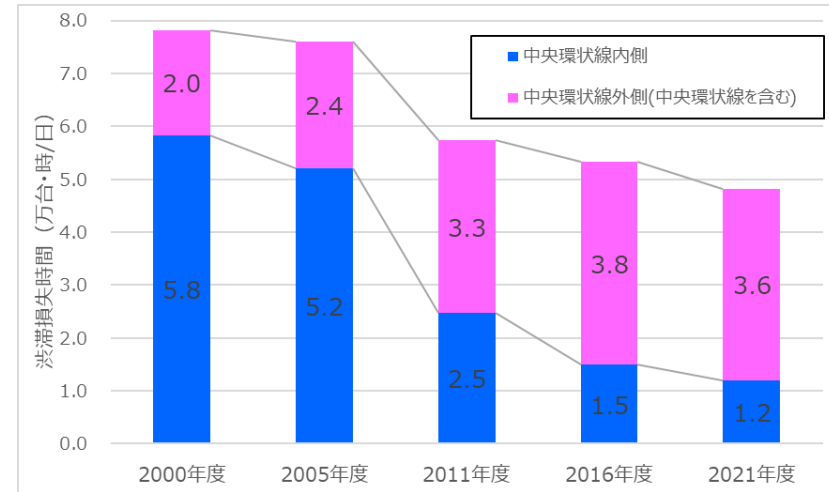
4-1. 高速道路ネットワークの課題

- 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号線及び4号線の交通量が多く、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



<夜間工事規制における渋滞状況>

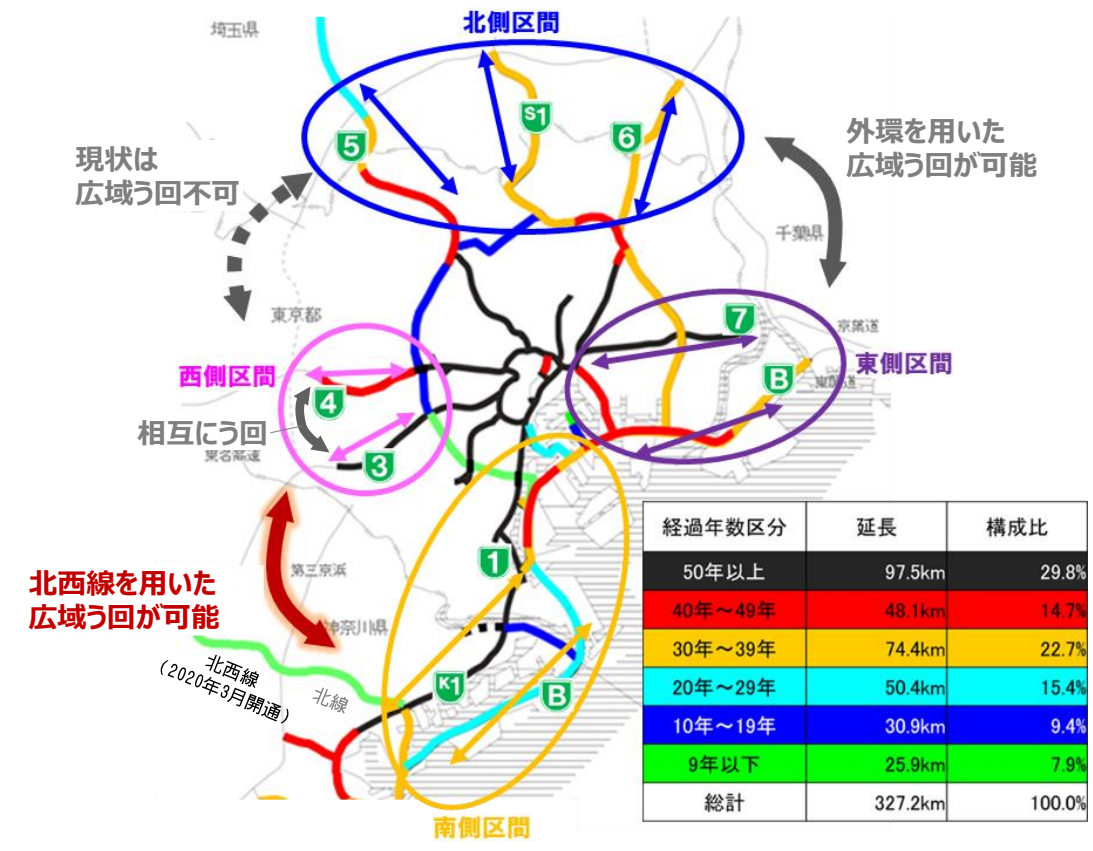


3号線下り大橋JCT付近 (2020年2月29日)

4-2. 機能強化と広域的なう回誘導の必要性

- 中央環状線の西側区間については、3号線及び4号線が相互にう回できるよう付加車線設置や合流部改良等の機能強化と広域的なう回誘導を組み合わせた対策が望ましい
- 西側区間の広域的なう回先としては、北西線の開通により、神奈川・湾岸エリアを含む南側区間へ誘導させることが有効と考えられ、その経路上のボトルネック対策を踏まえた機能強化が必要
- これら取り組みにより、構造物の高齢化が進む都心部の更新需要に備えることも可能

■ 中央環状線外側のう回関係



■ 中央環状線の南側区間におけるボトルネック箇所

