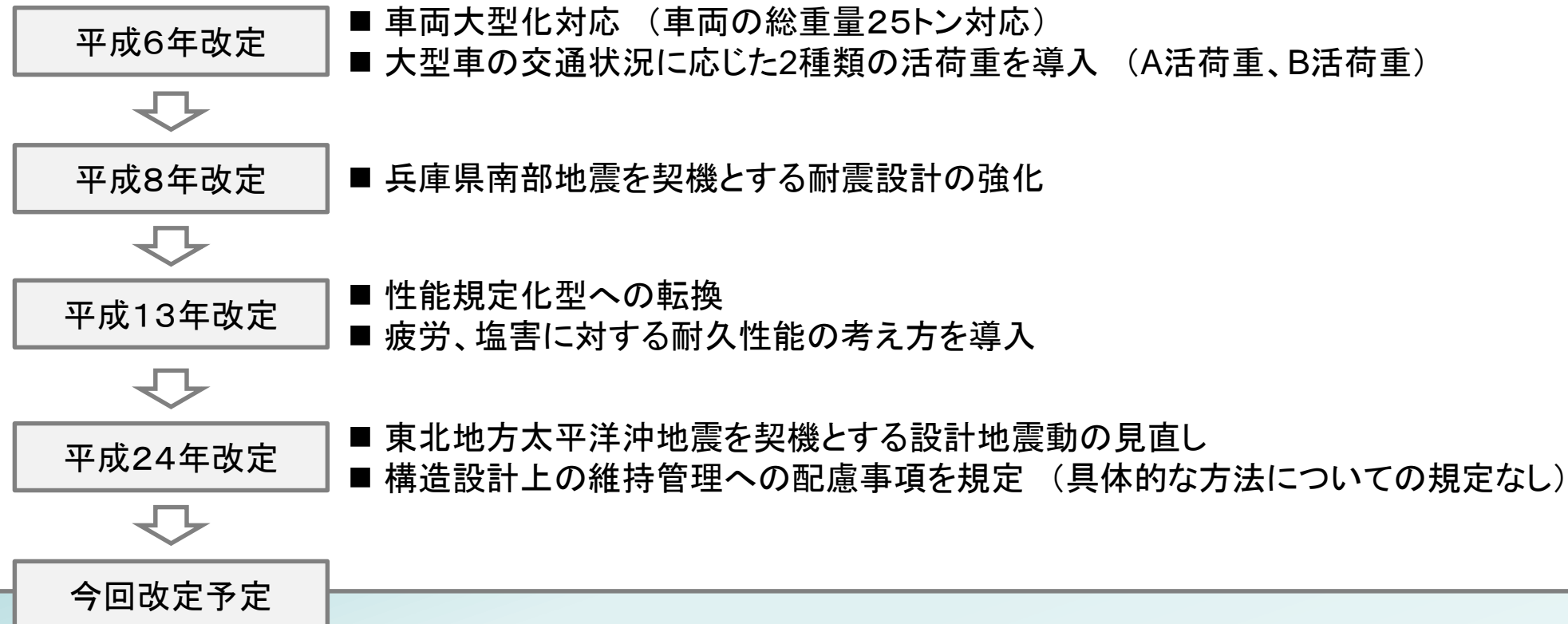


橋、高架の道路等の技術基準の改定について

近年の改定の経緯と今回の主な改定内容

「橋、高架の道路等の技術基準」は、地震等への対応、社会ニーズ、最新の知見や技術を踏まえて、適宜改定を行っている。



① 多様な構造や新材料に対応する設計手法の導入

- 今後、社会ニーズ、政策ニーズに応じた設計が可能となるよう、新たな設計手法を導入
⇒限界状態設計法と、これに用いる部分係数を導入

今回は②③が対象(①は次回委員会予定)

② 長寿命化を合理的に実現するための規定の充実

- 設計供用期間を明確化し、点検頻度や手法、補修や部材交換方法等、維持管理の方法を設計時点で考慮
- 耐久性確保の具体的な方法を規定

③ その他の改定

- 熊本地震を踏まえた対応等

改定の背景と目的

①多様な構造や新材料に対応する設計手法の導入

- 国土交通省では平成28年を「生産性革命元年」と位置づけており、建設及び維持管理コストを削減する多様な構造や新材料の開発が期待される
- 現行基準では、これらの新技術を「評価」する観点の規定が十分とは言えない
- 必要な性能を確保しつつ、新技術の導入促進を図るため、基準の見直しが必要

多様な構造、新材料等の出現

- 多様な構造や新材料に対応した基準を整備することにより、それら新技術の導入を促進



部材合理化による鋼重減



高性能鋼材 (SBHS) の開発

- 降伏強度を向上
SM570級=420~460N/mm²
SBHS500=500N/mm²
(降伏強度9~19%アップ)
- 予熱不要で、加工性、溶接性に優れる

• 現行基準では、特殊な構造に対応できない場合があり、個別に設計を行う必要
⇒特殊な構造は採用されづらい状況

• 現行基準では、新材料の強度や品質のばらつき等を反映することが容易でない
⇒新材料は採用されづらい状況

【多様な構造や新材料の導入促進】

- 限界状態設計法及び部分係数設計法を導入
多様な構造や新材料等に対応しやすく、諸外国などでも運用実績を積んでいる設計手法を導入

③その他の改定事項

【熊本地震における被災を踏まえた対応】

- 下部構造は安定して上部構造を支持することを要求
- 斜面変状等を設計で考慮することを明確化

【施工に関する規定の改善】

- 落橋防止装置等の溶接不良事案を踏まえ、溶接検査の規定を明確化

【点検結果を踏まえた改善】

- 特殊な形状のPCポステン桁のひび割れ発生を踏まえ、ひび割れ防止対策を充実

②長寿命化を合理的に実現するための規定の充実

- 平成26年に5年に一度の定期点検が法定化され、長寿命化の取り組みが本格化
- 現行基準は、長寿命化を合理的に実現するための規定が不十分
 - ▶ 疲労対策(疲労設計)と塩害対策(鉄筋かぶり)については規定しているが、その他維持管理の具体的方法について規定がない

現行基準

疲労対策(疲労設計)

- 応力振幅と繰り返し回数から疲労に対する耐久性を照査

塩害対策(鉄筋かぶり)

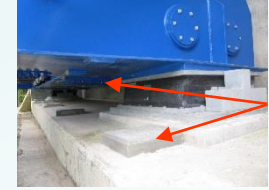
- 塩害の影響度合いに応じて地域を区分し、最小かぶりを規定

維持管理に関する規定

- 維持管理の確実性・容易さを要求しているが、**具体の規定なし**



支承交換や桁端点検の空間なし



支承交換が容易な構造の例

適切な維持管理を行うためには、設計段階から、部材交換の方法や点検の方法等を検討しておく必要がある

【長寿命化を合理的に実現】

- 供用期間中に適切な維持管理ができるよう設計を行うことを規定
交換を前提とする部材は交換が容易な構造とする等、適切な維持管理ができるように設計を行うことを規定

長寿命化を合理的に実現するための規定の充実

【課題】

- 現行基準では、理念として耐久性の確保、維持管理の確実性・容易さを要求しつつ、具体には疲労と塩害のみについて、100年を想定した対策を規定しているが、適切な維持管理を行う上で、網羅的に規定されているものではない。

【改定内容】

- 適切な維持管理が行われることを前提に、橋が良好な状態を維持する期間として、100年を標準とすることを規定。
- 耐久性確保の方法を3つに分類して定義するとともに、具体例として、部材交換を前提とした設計や、塗装等の防食方法の採用に関する規定を追加。

【耐久性確保の方法】

方法	具体例（H13～これまでの設計）	
1. 劣化の影響がないとみなせる構造とする	<ul style="list-style-type: none"> ➢ 劣化させない設計 	<p>【疲労させない対策】 鋼橋の疲労限設計の規定</p> <p style="text-align: center; border: 1px solid black; padding: 5px;">検討中</p> <p>（荷重の繰返し回数に係わらず、疲労が生じない応力変動以下となるように設計）</p>
2. 耐久期間に応じた部材寸法や構造とする	<ul style="list-style-type: none"> ➢ 部材の劣化を前提とした設計 	<p>【疲労対策】 鋼橋への累積的影響を考慮した設計の規定</p> <p>（荷重の繰返しによる累積の影響が許容値以下になるように設計 $\text{応力変動}^n \times \text{繰返し回数} \leq \text{許容値}$）</p>
		<p>【塩害対策】 コンクリート橋の鉄筋かぶりの規定</p> <p>（コンクリート中を塩分が浸透する早さを分析 ↓ 供用期間中（100年）に鉄筋位置での塩分濃度が基準以下となるよう、鉄筋のかぶりを設定）</p>
	<ul style="list-style-type: none"> ➢ 部材交換を前提とした設計等 	設計段階での規定なし
3. 部材寸法や構造とは別途の対策を行う	<ul style="list-style-type: none"> ➢ 塗装等の防食方法の採用 	設計段階での規定なし

具体例（今回新たに規定）

- 交換を前提とする部材は、交換が容易な構造とすること等を規定



支承交換の作業空間なし




（具体例）


- 支承や伸縮装置等については、交換を前提とし、交換が単に可能というだけでなく容易であること
- 桁端及び支承まわりにて、点検のための空間を確保すること



ジャッキアップに配慮した構造




- 施工・維持管理の容易さ、耐久性、部材の重要度等を考慮して、適切な防食方法を選定することを規定



重防食塗装



耐候性鋼材

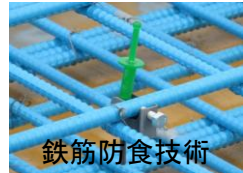


コンクリート表面塗装



電気防食

複数の方法の組み合わせ



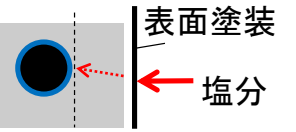
鉄筋防食技術



コンクリート表面塗装

【防食多重化】

➡

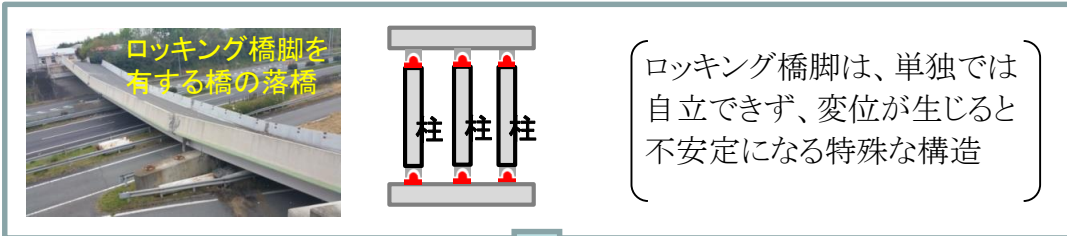


表面塗装 ← 塩分

その他の改定事項

【熊本地震における被災を踏まえた対応】

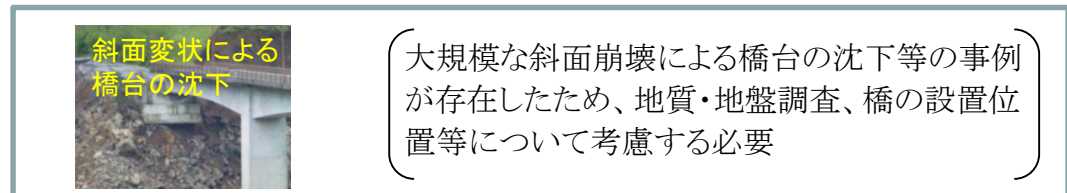
- ロッキング橋脚を有する橋梁の落橋を踏まえ、下部構造は安定して上部構造を支持することを要求



- 支承部を用いる場合は、その破壊を想定したとしても、上部構造を支持するために下部構造が単独で自立できる構造形式とすること

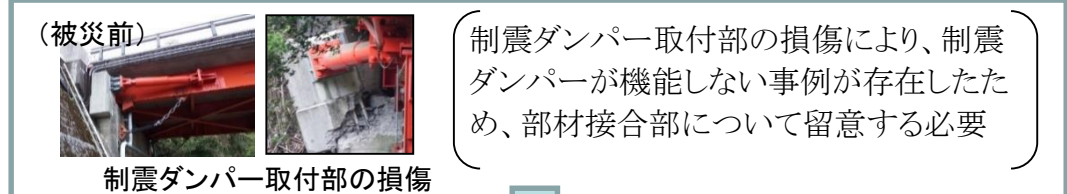
※ロッキング橋脚を有する既設橋の耐震補強では、条件によっては、下部構造を単独で自立可能な構造へと補強することができない場合もあり、その場合には支承部の破壊が橋の崩壊につながらないように個別に検討

- 大規模な斜面崩壊等による被災を踏まえ、斜面変状等を地震の影響として設計で考慮することを明確化



- 緊急輸送道路等、道路の重要度を踏まえた検討を実施
 - 1) 影響を受けない位置に架橋位置を選定することを標準とする
 - 2) 影響を受ける架橋位置となる場合は、致命的な被害が生じにくくなる構造形式等とする

- 制震ダンパー取付部の損傷事例を踏まえ、部材接合部の留意事項を明確化



- 接合部の耐荷力と接合部を有する部材の耐荷力の関係を明確にした上で、接合部を有する部材が所要の性能を発揮するようにしなければならない。

【施工に関する規定の改善】

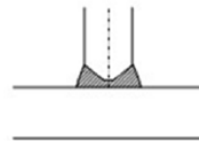
- 落橋防止装置等の溶接不良事案を踏まえ、溶接検査の規定を明確化

- 現行基準では、引張りを受ける継手は完全溶け込み溶接を用い、主要部材については全数検査を行うことを規定
- しかし、落橋防止装置等については全数検査の適用が明記されていなかったため、不適切な検査につながった可能性

- 引張りを受ける完全溶け込み溶接は、主要部材に関わらず内部きず検査を継手全数・全長に渡って行うことを明確化

【完全溶け込み溶接】

全断面が完全に溶接されるよう、鋼材片側から溶接したのち、反対側からルート部の裏はつりを行った上で、反対側の溶接を行ったもの



(参考)

平成27年12月22日
落橋防止装置等の溶接不良に関する有識者委員会 中間報告書(抜粋)

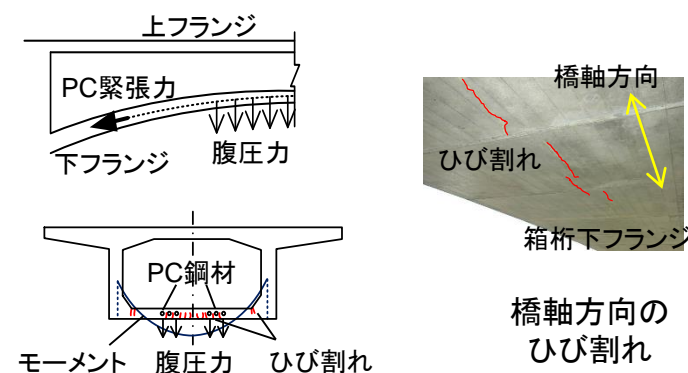
- ①検査抽出率の見直し
「道路橋の落橋防止装置等において、完全溶け込み溶接部については、特別な理由がない限り、一律に溶接継手全長の検査を行うようにすべきである。」

【点検結果を踏まえた改善】

- 一部の橋梁で、点検や部材交換が困難な構造となっていること等を踏まえ、適切な維持管理ができるように設計を行うことを規定(再掲)

- 特殊な形状のPCポステン桁の一部でひび割れが発生していることを踏まえ、ひび割れ防止対策を充実

- ひび割れの発生には、複数の要因が関与しており、これまでも課題が認識される都度、規定の充実を図り、ひび割れ発生リスクを低減
- これまでの取り組みによりひび割れは減少しているものの、点検結果を分析したところ、PC箱桁の下フランジに橋軸方向のひび割れが見られることを確認
- 原因の一つとして考えられるのが、PC緊張力の鉛直分力(腹圧力)の影響



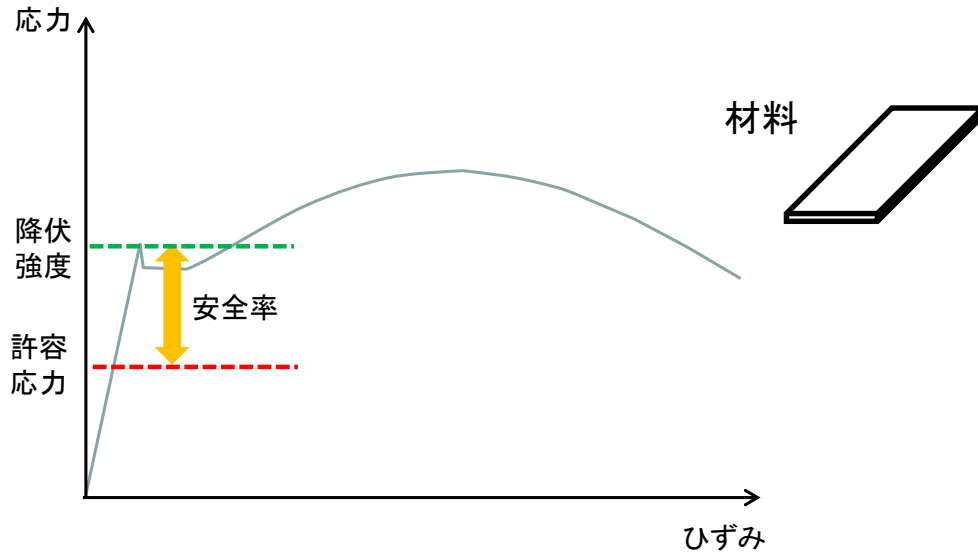
- PC箱桁のうち特殊な形状のものについて、ひび割れ発生リスクが低減されるように、PC鋼材の配置や、橋軸直角方向の鉄筋引張力の照査を新たに規定

[参考1] 限界状態設計法、部分係数設計法の概要

限界状態設計法

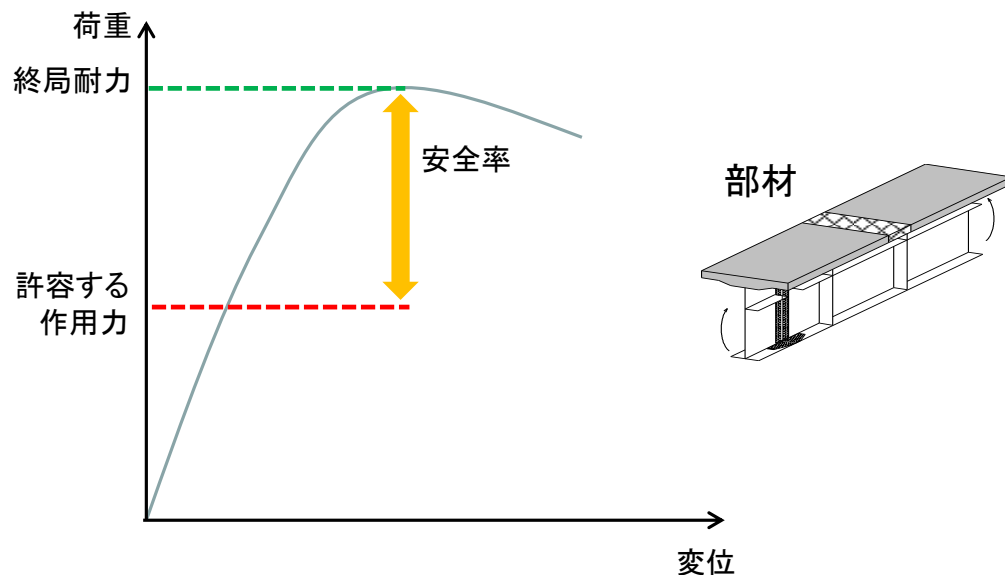
現行【許容応力度設計法】

- 部材に発生する応力を制限値(許容応力度)以下に抑える設計法



改定【限界状態設計法】

- (部材の応力のみによらず)部材単位、橋単位の限界状態を設定し、この限界状態に対して安全であることを確認する設計法



部分係数設計法

【部分係数設計法】

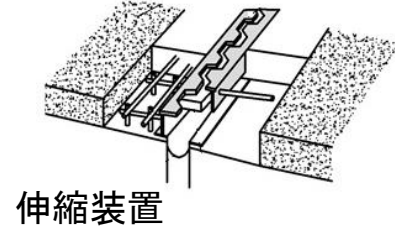
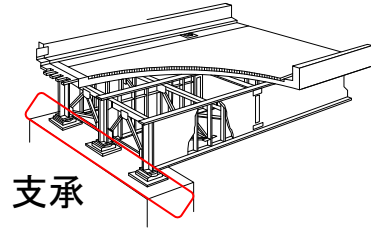
- 様々なばらつき要因を一つの安全率で考慮する「許容応力度設計法」では、多様な構造や材料、条件等への対応が困難な場合がある
- 部分係数設計法は、従来の安全率を要因別に分離するものであり、多様な条件に対応したきめ細かな設計が可能

(現行) 許容応力度 設計法	$\text{外力} < \text{抵抗力} \times \frac{1}{\text{安全率} (\geq 1.0)}$	
(改正) 部分係数 設計法	$\text{安全率}\alpha \times \text{外力} < \text{抵抗力} \times \frac{1}{\text{安全率}\beta}$ <p>↓ 要素毎に分解</p> <p>（車両、風、温度変化、地震等の外力、また外力の組み合わせに対して個々に安全率を設定）</p>	$\text{安全率}\beta$ <p>↓ 要素毎に分解</p> <p>（材料のばらつき、解析等の精度のばらつき、座屈等に対する安全性に対して個々に安全率を設定）</p>

[参考2] 部材交換に関する配慮事項の規定

交換前提の部材

■ 支承、伸縮装置、その他耐久性設計にて交換を前提とする部材



➤ 交換が容易な構造とすることを規定

交換を前提としない部材

➤ 交換を前提としないものの、床版、ケーブル類については、一部又は全体の交換等の方法について、検討しておくことを規定

■ 床版、ケーブル類 ⇒ 交換等の方法について検討

- 経験的に損傷例が少ないもの（床版、PC鋼材）
- 大型車の衝突や火災等、万一の損傷等が極めて重大な影響を及ぼす可能性が高いもの（斜材ケーブル、ハンガーケーブル）



床版損傷例



PC鋼材の腐食例



ケーブル損傷例

■ その他の主桁、アーチリブ、橋脚等 ⇒ 一般的には交換等の対象とならない



主桁

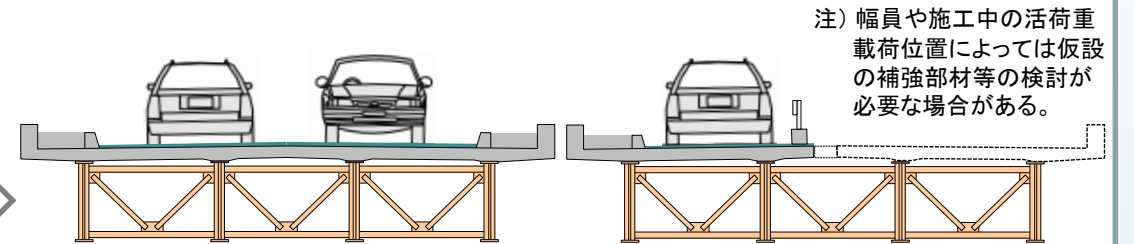


アーチリブ

橋脚

検討の着眼点

① 交換等の工程を検討し、交換の実現性や課題を確認しておく



注) 幅員や施工中の活荷重
 載荷位置によっては仮設
 の補強部材等の検討が
 必要な場合がある。

完成時(供用時)

床版施工時(1車線供用)

※ 実現性や課題を確認するのみとし、必要な補強等は、施工時に対応

② 部材細部構造の工夫で実現できることはないかを確認しておく



既設橋にて、PC鋼材の腐食発生を受け、
 PC桁内に外ケーブルを追加配置した例



新設橋にて、ケーブル交換、
 追加用の予備孔を設置

参考: 米国AASHTO 2.5.2.3 Maintainability (維持管理性)

Structural system whose maintenance is expected to be difficult should be avoided. (維持管理の困難が予期される構造系は避けること)

～ 例として、床版交換、支承やジョイント交換のための事前検討が挙げられている。