

阪神高速道路の大規模更新・修繕事業

～ 事業実施に係る課題と求める新技術～

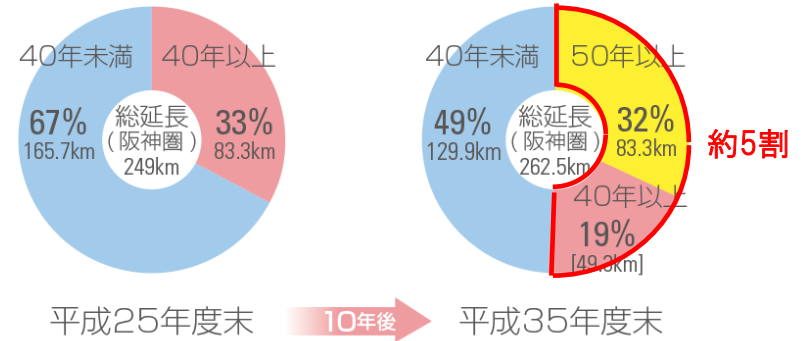
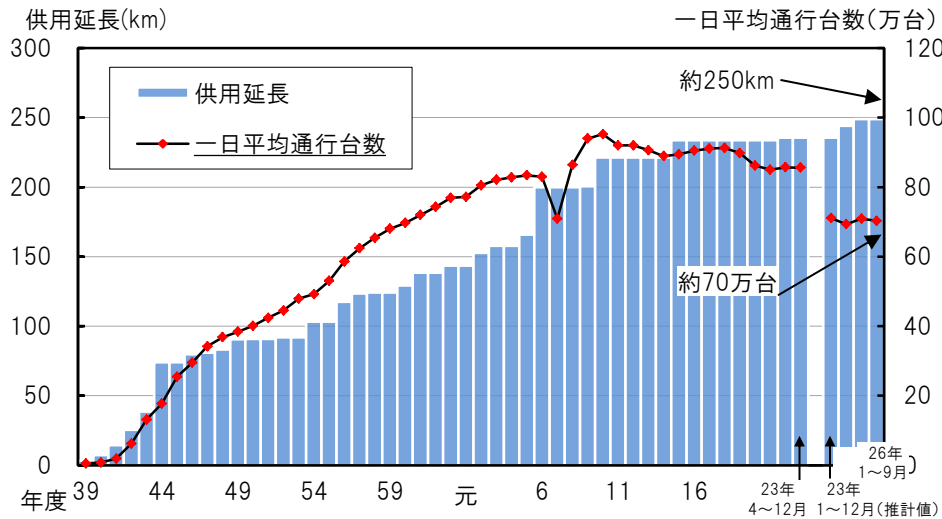
平成27年5月8日

大規模更新・修繕の概要

平成27年5月8日

- 昭和39年の開通以降現、阪神圏の開通延長はおよそ**250km**に達し、1日約**70万台**の自動車を利用
- 阪神都市圏における自動車貨物輸送量の**約50%**が阪神高速道路を利用するなど、経済産業活動を支える極めて重要な社会基盤
- 開通延長のうち、10年後には**約5割が40年以上**を経過、また、橋梁などの構造物比率が9割を超え、非常に過酷な使用状況にあり、ひび割れや疲労亀裂等の損傷が顕在化

通行台数・開通延長(阪神圏)の推移



※平成24年1月より距離別料金制へ移行
 ※平成23年(1~12月)は、阪神圏1回の利用で1台とした場合の推計値
 ※平成24年、25年は1~12月、平成26年は1月~9月の平均通行台数

○ 長期耐久性、維持管理性の確保と道路機能の強化

- **最新**の技術的**知見**、**技術基準**適用により長期耐久性を確保

例： 現行基準による疲労照査を行い、疲労耐久性の確保・向上

- 維持管理の**容易な構造**等の採用により、維持管理性を向上

例： 維持管理空間の確保(桁端部のマンホール設置)

- 更新にあわせて最新基準を適用し、**騒音・振動の低減**及び走行性向上など道路機能を強化

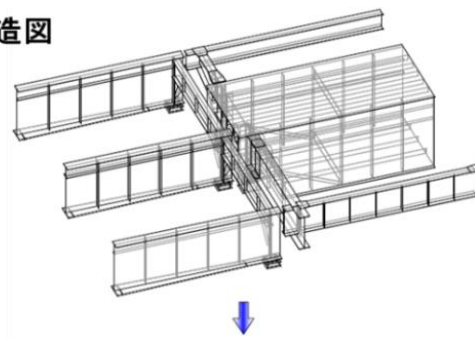
例： 桁の連続化(ノージョイント化を推進)



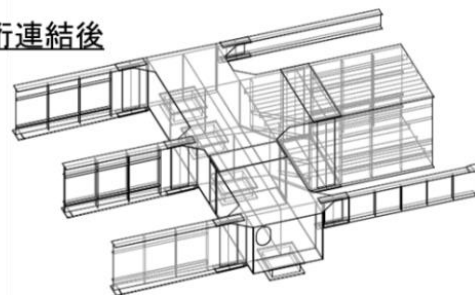
桁端マンホール設置例

補強構造図

現況



異種桁連結後



桁連続化のイメージ

- 施工法等の工夫による交通影響軽減、工程短縮、コスト縮減
 - 民間の**技術力・ノウハウの活用**も含めた、構造・施工法等の検討
例： 民間との**共同研究**等積極的な推進(現在4件実施中)、**新技術公募**
 - 構造物の**評価・診断技術**、**劣化予測技術**の精度向上
例： 健全な構造物(部材)の有効活用によるコスト縮減・交通規制期間の短縮
 - **急速施工**(撤去工事含む)等の施工法の開発・導入
例： 阪神淡路大震災のノウハウの活用
 - **効果的な広報**の実施などによる公共交通の利用促進等
 - 仮設迂回路設置や半断面施工、対面通行の採用等による**通行止め回避**、もしくは**交通規制期間**の短縮

○ 工事の早期着手、効果的な工事実施を目指し、**事前調査**の開始・実施中



R C床版
切り出し



湊町鋼製
フーチング
内部状況調査



A S R橋脚 基礎調査



大規模修繕・更新 実施にあたっての取り組み



大規模修繕・更新の実施方針と取り組み

○長期耐久性、維持管理性の確保と道路機能の強化

- 最新の技術的知見、技術基準の適用により長期耐久性を確保
- 維持管理の容易な構造の採用等により、維持管理性を確保
- 更新にあわせて最新基準を適用し、騒音・振動の低減及び走行性向上など、道路機能を強化

○施工法等の工夫による交通影響軽減、工程短縮、コスト縮減

- 民間の技術力・ノウハウの活用も含めた、構造・施工法等の検討
- 構造物の評価・診断技術、劣化予測技術の精度向上
- 急速施工（撤去工事含む）等の施工法の開発
- 効果的な広報の実施などによる公共交通機関の利用促進等
- 仮設迂回路設置や半断面施工、対面通行の採用等による通行止め回避、もしくは交通規制期間の短縮



大規模更新 実施箇所



大規模更新

特殊な構造や部材の老朽化が原因となり、損傷が顕在化した構造物に対して繰り返し補修を行ってきたが、改善が期待できない箇所は将来通行止を伴う致命的な損傷への進展も考えられ、効率的・効果的な対策として**構造物の全体的な取り替え(大規模更新)**を実施。



新たな交通需要への対応

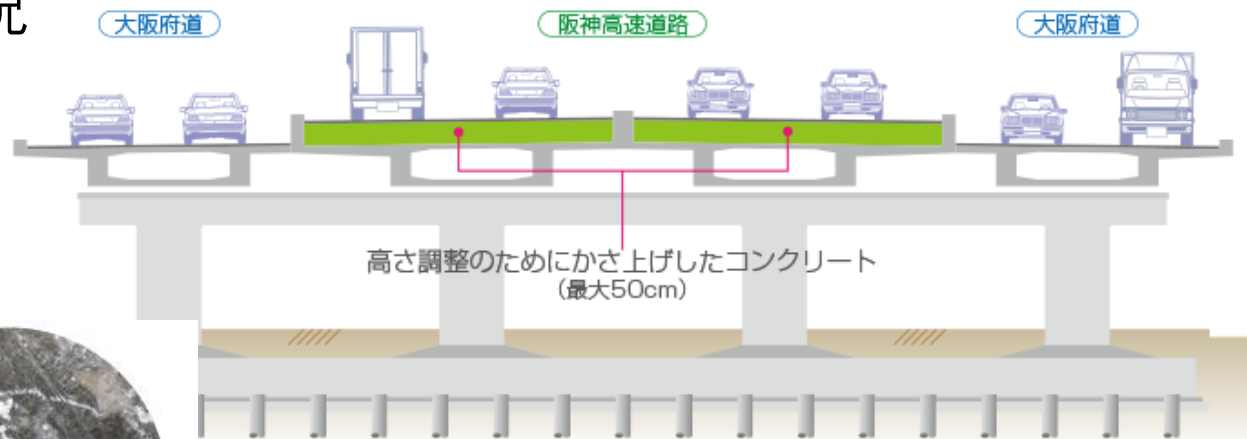


[主な原因と損傷]

大阪万博開催に向け、既存橋梁を有効利用したコンクリートによるかさ上げや大型車交通量の増大が、床版や桁への大きな負担となりひび割れなど損傷が発生。



損傷原因と損傷状況

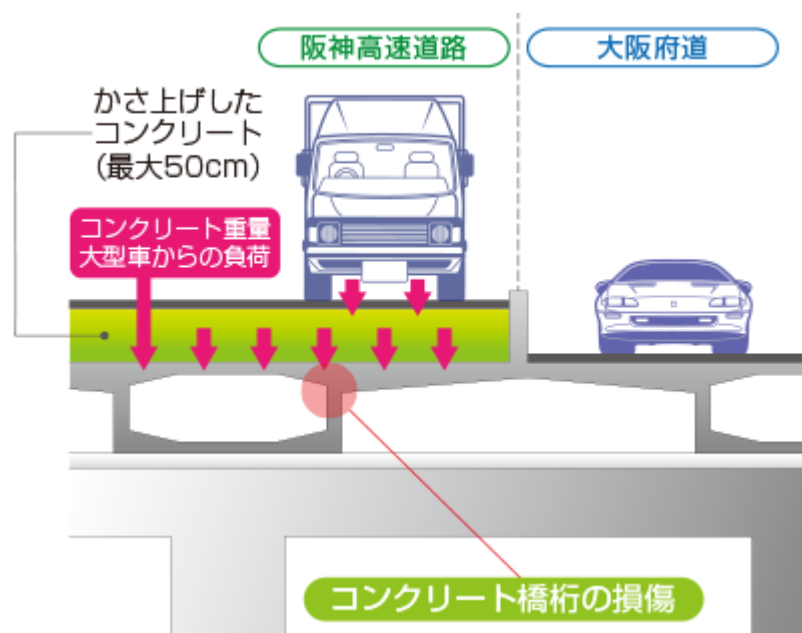


コンクリートの損傷状況

遊離石灰(白い部分)を含む浸水が発生し、鉄筋の腐食やコンクリートの劣化を促進。

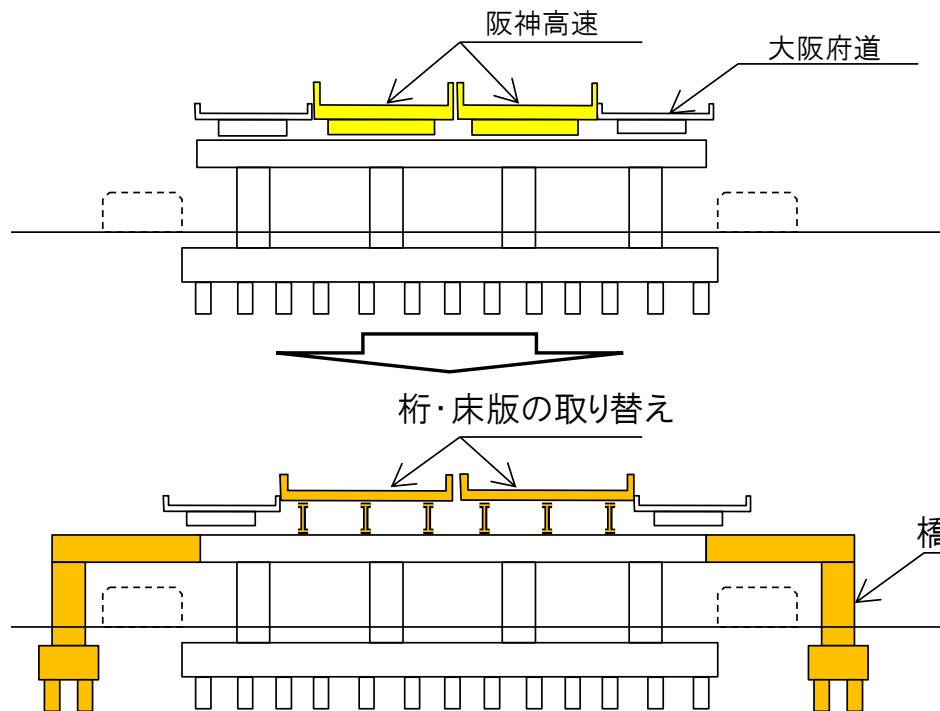


大きくひび割れが入り、浸水で腐食した鉄筋の錆汁が中から流れ出しています。



事業計画

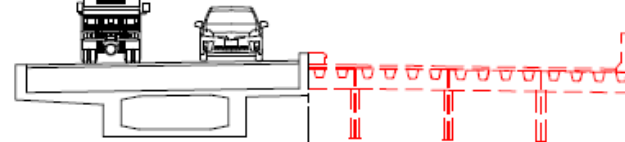
- ✓ 上部構造: 桁の取り替え(路肩拡幅含む)、府道は既設利用
- ✓ 下部構造: 橋脚の拡幅



< 施工中の交通処理 >

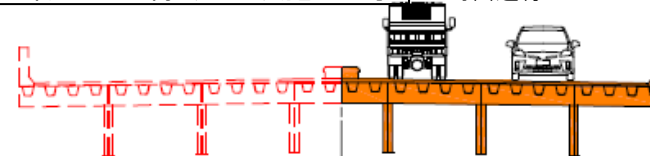
大阪池田線(上り)施工時

対面通行



大阪池田線(下り)施工時

対面通行



□ : 更新箇所 ■ : 更新後

実施にあたっての課題

- ✓ 既設構造物の有効活用
- ✓ 桁の取り替え際の撤去及び架設期間を短縮できる構造・工法

地下に眠る難波宮遺跡を後世に残すため



[主な原因と損傷]

遺跡保存のため採用した特殊な構造が原因で、鋼桁に疲労き裂が発生。繰り返し補修を行っても損傷が進行。

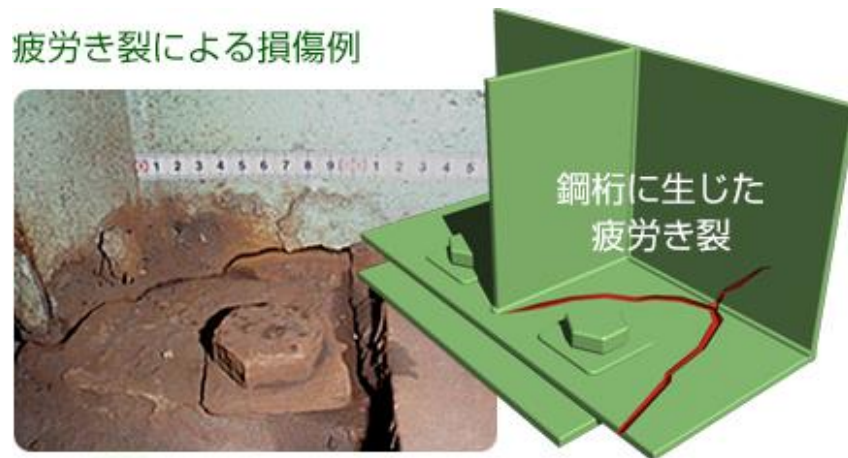


損傷原因と損傷状況

この区間の構造物は立地条件から杭を使わない基礎と、軽量な上部構造を採用。交通量も多く、軽量な構造物が大型車荷重を繰り返し受けることで、金属疲労によるき裂が鋼桁の随所に発生し、路面に段差が発生。

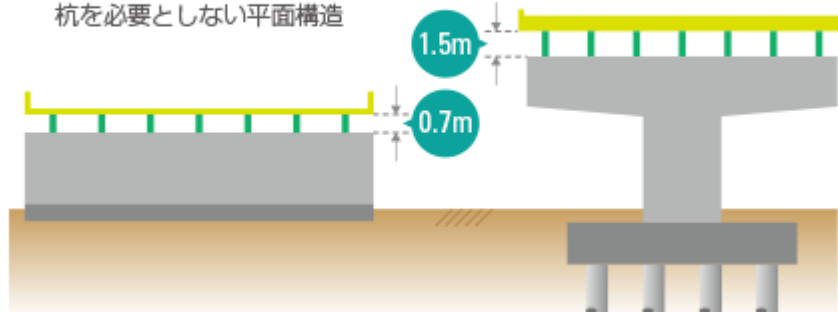
補強による応急対応を行っているものの、今後も繰り返し損傷が発生すると考えられ、構造を根本的に改める必要あり。

疲労き裂による損傷例



法円坂付近の構造物

上部工が通常より薄く
杭を必要としない平面構造



一般的な構造物

杭を用いた高架構造

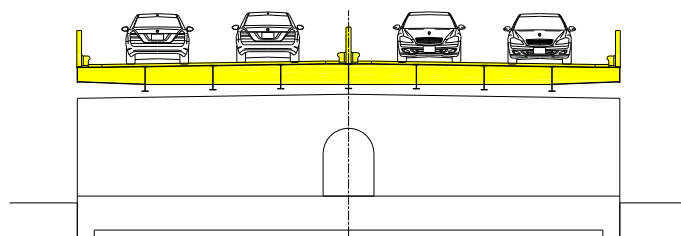
応急対応



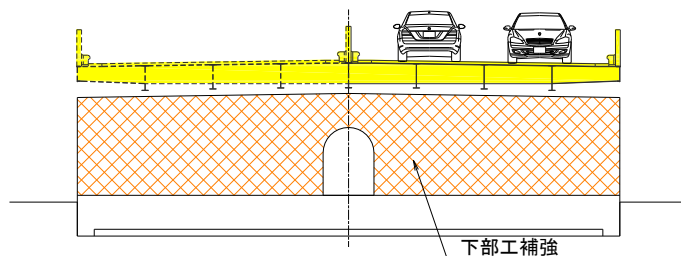
事業計画

- ✓ 上部構造: 桁の取り替え
- ✓ 下部構造: 橋脚の補強

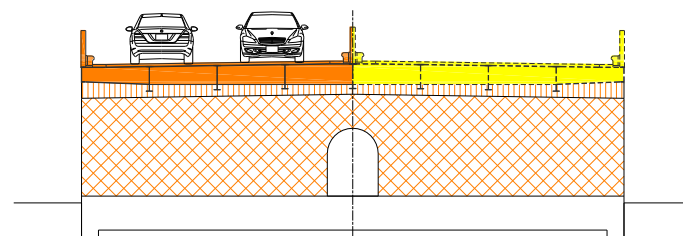
① 現状 (鋼床版鉄桁)



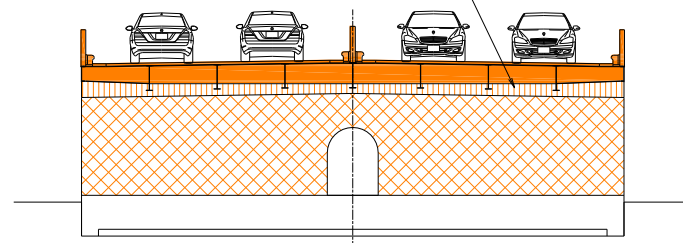
② 交通を片側対面通行に切り替え
阪神高速部の半分を切断し撤去の後、上部工を再構築



③ 交通を反対側対面通行に切り替え
阪神高速部の残分を撤去の後、上部工と下部工を一体化させ再構築



④ 再構築後 (鋼床版鉄桁: 上下部一体化)
上下部工一体化



実施にあたっての課題

- ✓ 遺跡に配慮し、軽量かつ耐久性の高い構造
- ✓ 桁の取り替え際の撤去及び架設期間を短縮できる構造・工法

合理的な設計思想に潜む想定を超える沈下



[主な原因と損傷]

橋桁の中央付近にあるヒンジ形式の継ぎ目が、設計当時の想定を上回り大きく垂れ下がり、これに伴い路面が沈下。

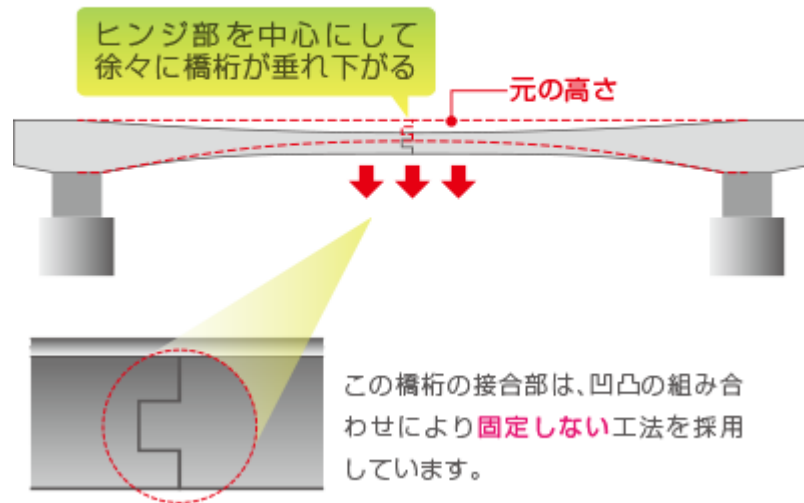


損傷原因と損傷状況

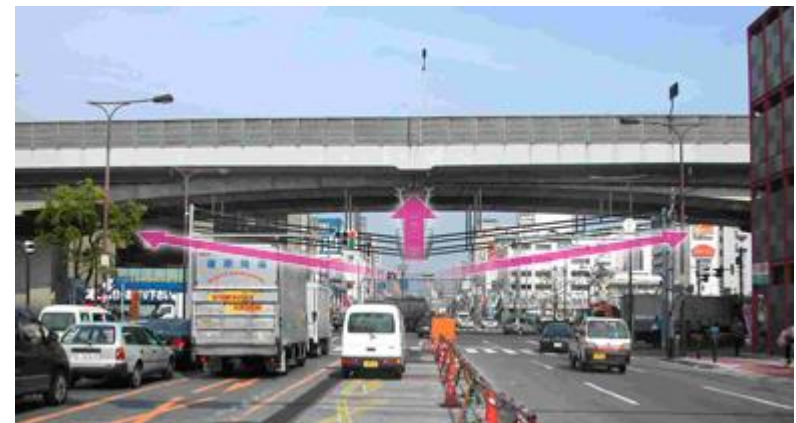
この区間の立地条件に対して、建設当時は「合理的」とされていた工法を採用したが、橋桁の中央付近にあるヒンジ部が徐々に垂れ下がり、これに伴い路面が大きく沈下。

応急対応として、垂れ下がった橋桁をケーブルで引き上げる対策を行っているが、十分な回復が見られず再び沈下が進行する恐れあり。

橋桁中央部の垂れ下がり



橋桁の中央付近が設計時の想定よりも大きく沈下

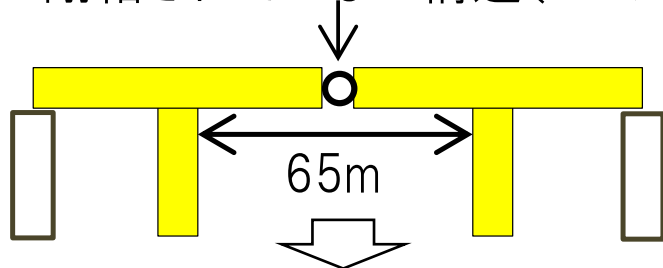


ケーブルで左右から引き上げて中央を持ち上げる対策を実施

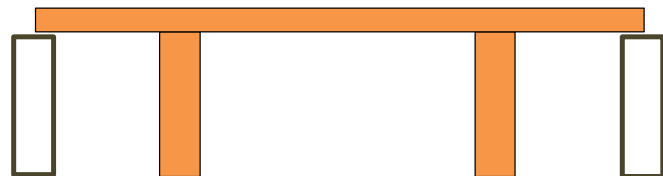
事業計画

- ✓ 上部構造: 桁の取り替え
- ✓ 下部構造: 橋脚の新設

剛結されていない構造(ヒンジ)

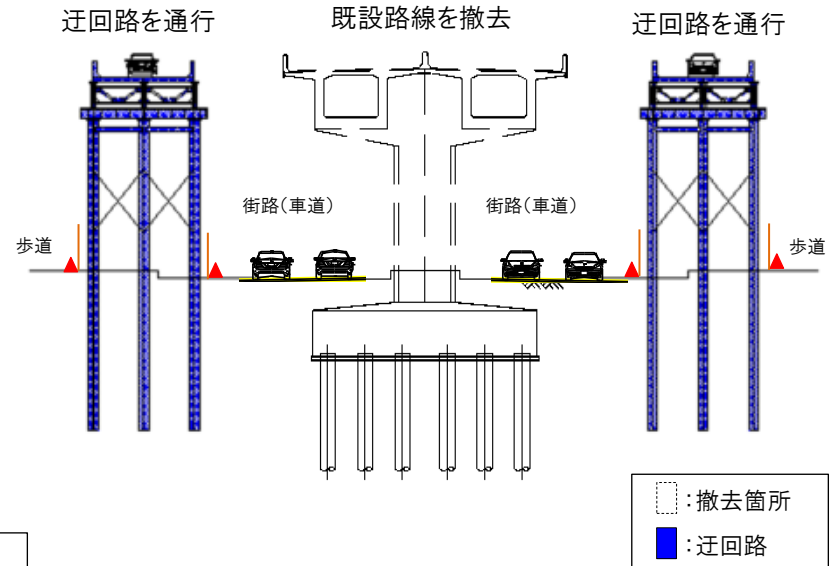


鋼製の連続桁(ヒンジなし)に
構造変更(構造物全体を架替)



■ : 更新箇所 ■ : 更新後

< 施工中の交通処理 >



実施にあたっての課題

- ✓ 既設構造物の有効活用
- ✓ 桁の取り替え際の撤去及び架設期間を短縮できる構造・工法

限られた都市空間で重なり合う複雑な構造物



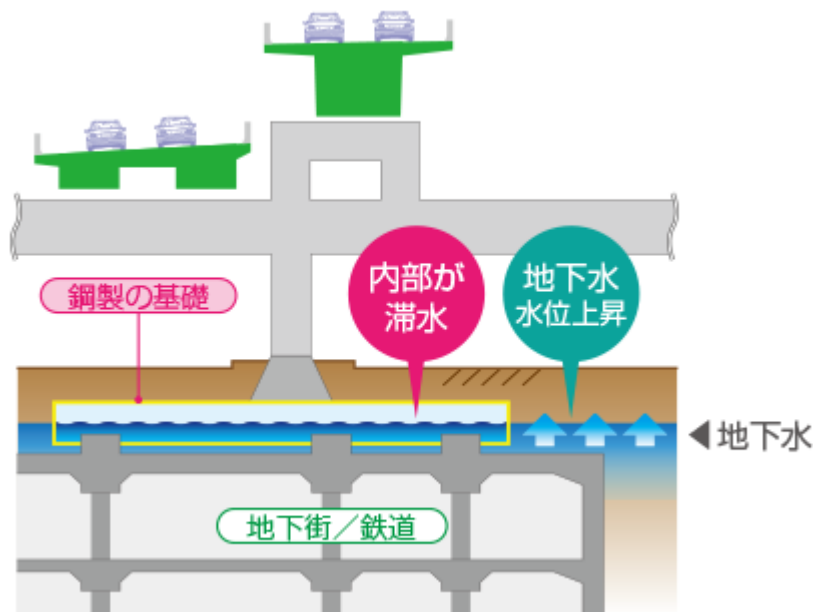
[主な原因と損傷]

基礎直下に地下街や鉄道が重なり合う立地を考慮して、構造物を軽くするために採用した鋼製基礎が、地下水の上昇により腐食が進行。

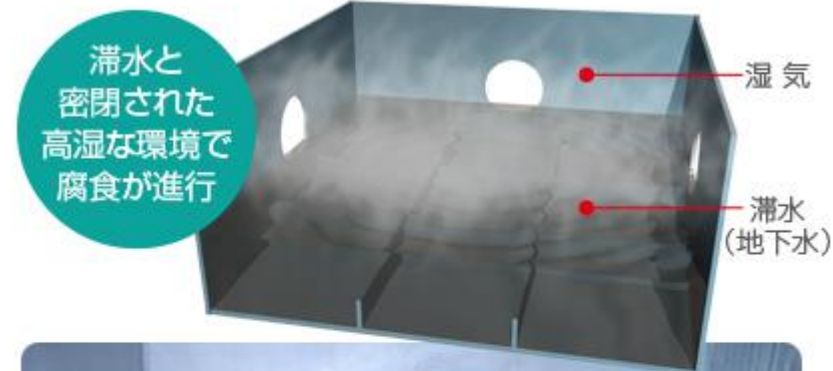


損傷原因と損傷状況

建設後の周辺環境の変化で、付近の地下水位が上昇。内部が空洞になっている鋼製の基礎内部に地下水が流れ込み、腐食が進行。内部の空間は、水位の増減を繰り返しながら常に高湿で保たれ、今後もさらに腐食が進行しやすい環境である。



滞水で腐食が進む鋼製の基礎内部



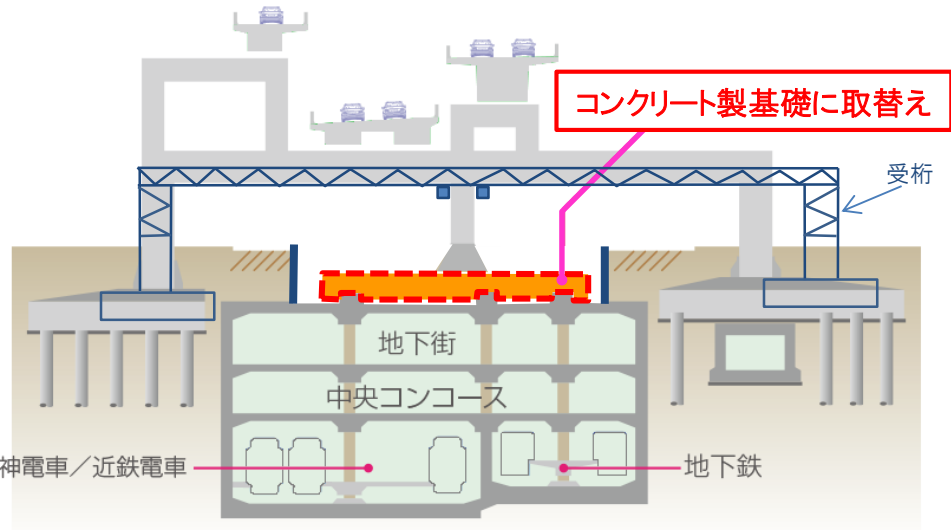
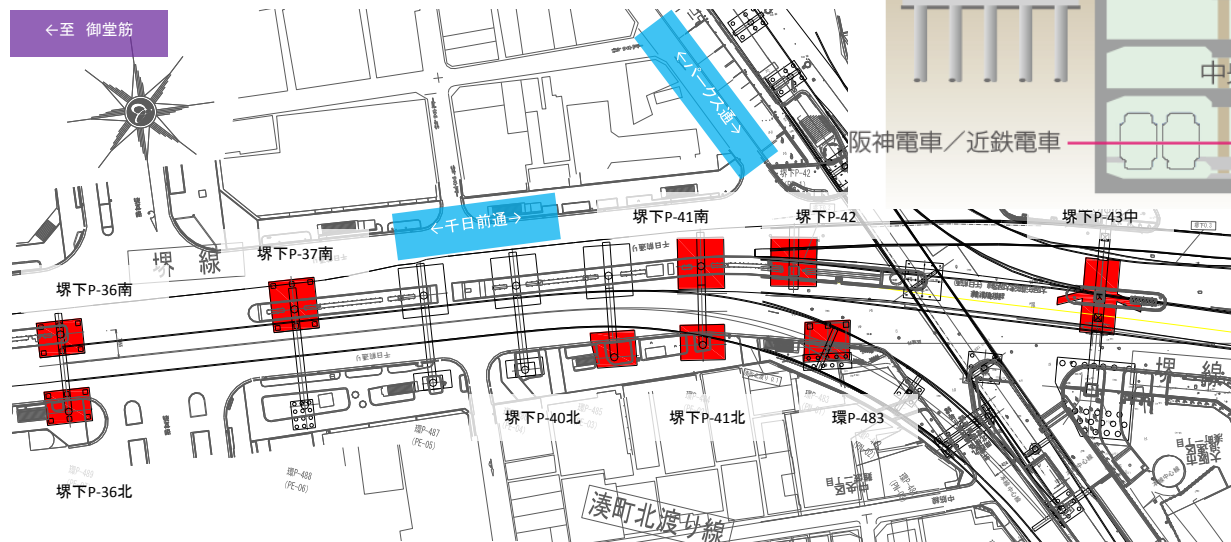
滞水の痕跡が残り腐食が進む鋼製の基礎内部

事業計画

- ✓ 下部構造:フーチング基礎の取り替え

＜施工中の交通処理＞

高速道路上の交通規制を伴わない
(高架下の一般街路の交通規制は必要)



- ✓ 鋼製フーチング(9基)対象

実施にあたっての課題

- ✓ 既設構造物の有効活用、死荷重を軽減できる基礎構造の検討
- ✓ 既設橋脚及び上部構造の仮受け工法の検討

建設当時の最新技術と想定を超える損傷の進行



[主な原因と損傷]

橋桁の中央付近にあるヒンジ形式の継ぎ目が、設計当時の想定を上回り大きく垂れ下がり、これに伴い路面が沈下。

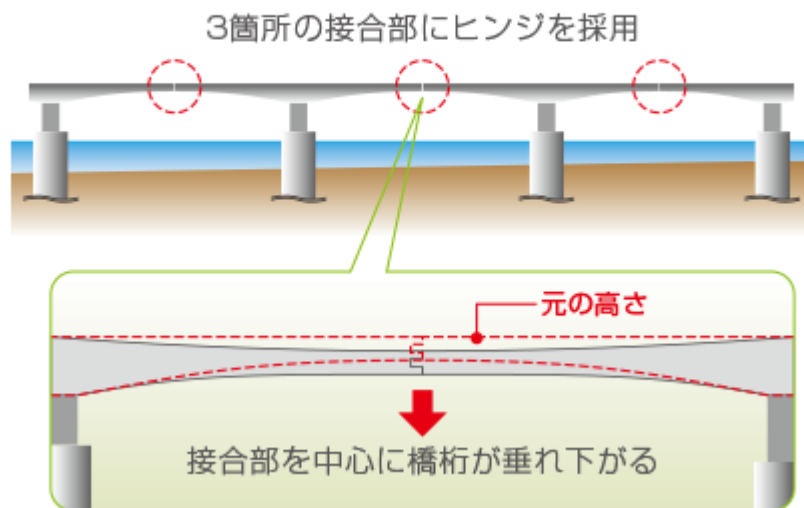


損傷原因と損傷状況

この区間の立地条件に対し、建設当時に「合理的」とされていた工法を採用したが、橋桁の中央付近にあるヒンジ形式の継ぎ目部が徐々に垂れ下がり、これに伴い路面が大きく沈下。

応急対応として、垂れ下がった橋桁を内部に設置したケーブルで引き上げる対策を行っているが、十分な回復が見られず再び沈下が進行。

3径間にわたる橋桁の垂れ下がり発生



中央部の垂れ下がりが進行する橋桁



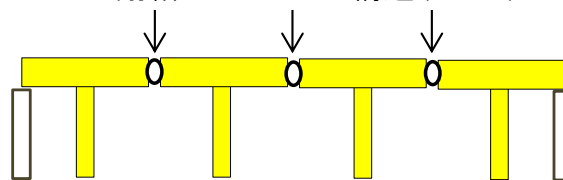
橋桁の中央付近が設計時の想定よりも大きく沈下

事業計画

- ✓ 上部構造: 桁の取り替え
- ✓ 下部構造: 橋脚の新設

■ : 更新箇所 ■ : 更新後

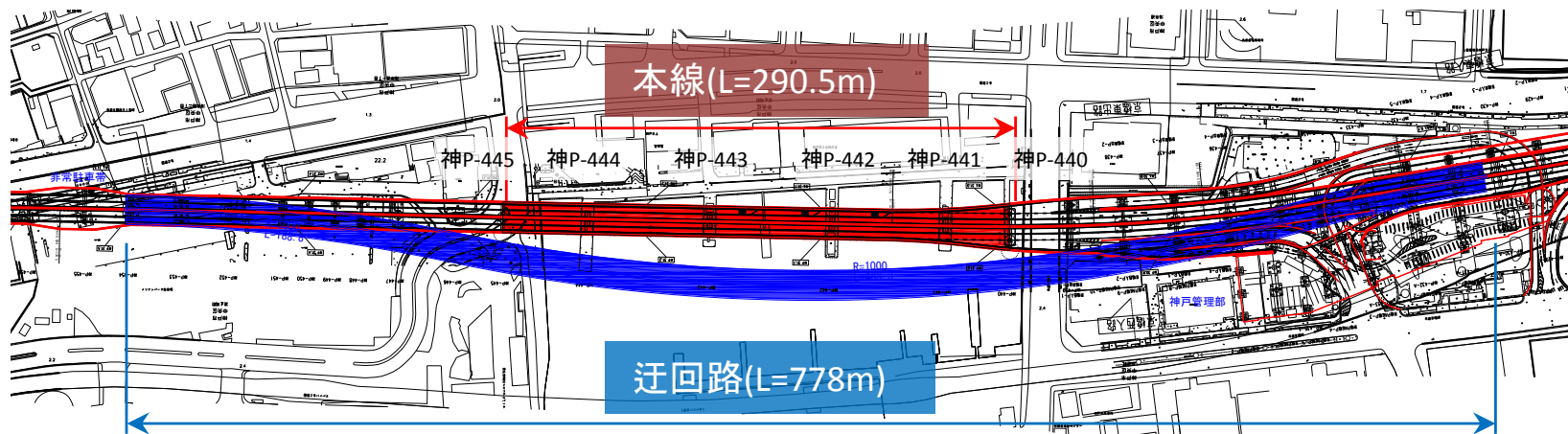
剛結されていない構造(ヒンジ)



鋼製の連続桁(ヒンジなし)に構造変更
(構造物全体を架替)



< 施工中の交通処理 >



実施にあたっての課題

- ✓ 既設構造物の有効活用
- ✓ 上下部構造の撤去及び架設期間を短縮できる構造・工法

厳しい条件をクリアすべく小型化を目指した構造物



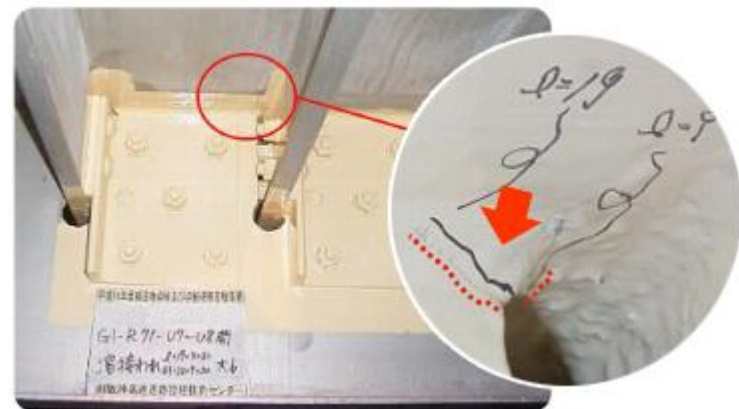
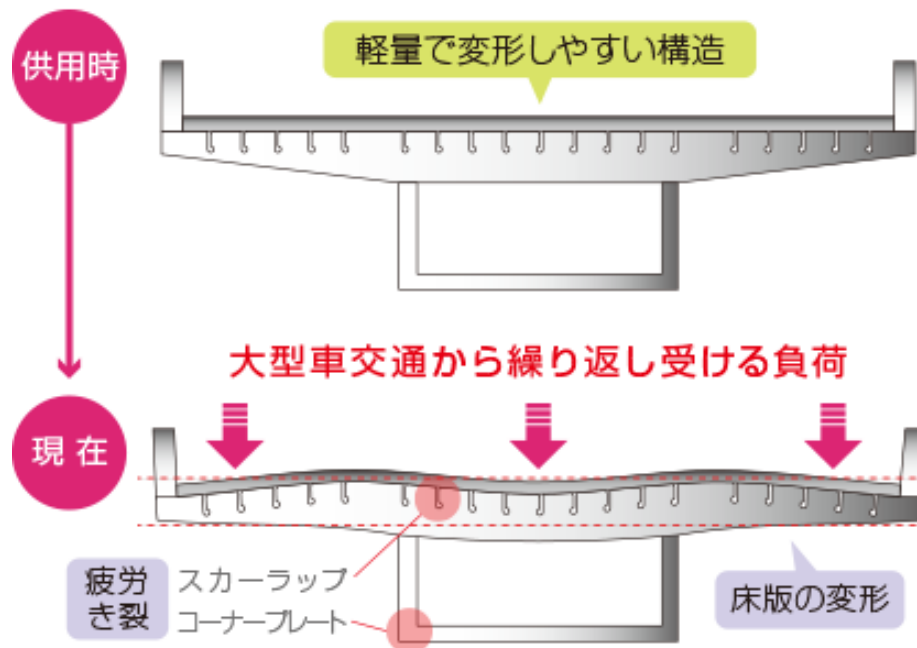
[主な原因と損傷]

立地条件の厳しい狭い敷地に、橋脚の間隔を長くして設置する必要があり、基礎や上部工を小型・軽量化した結果、床版や桁に亀裂が進行。



損傷原因と損傷状況

鋼床版、及び鋼桁の各所で疲労き裂が発生。原因は、鋼桁が軽量で変形しやすい構造である事や、増大する大型車交通による繰り返しの負荷に加え、兵庫県南部地震の影響など、複合的な要因によるものと考えられる。



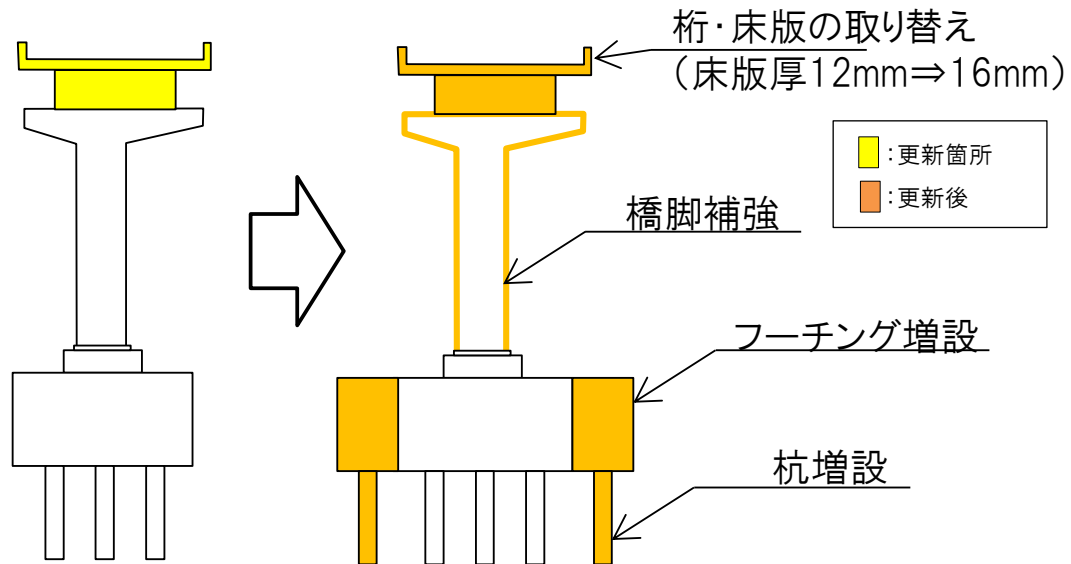
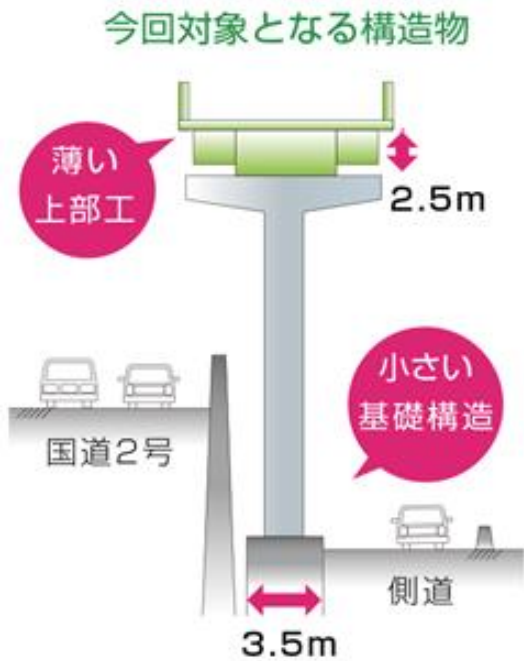
スカーラップ部に発生した疲労き裂



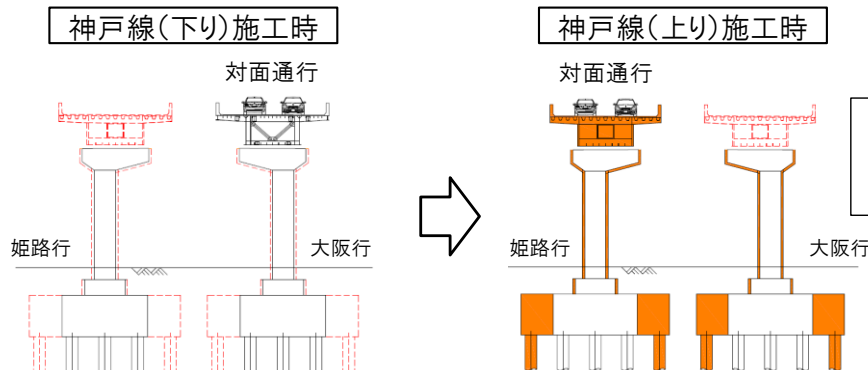
コーナープレート溶接部分の疲労き裂

事業計画

- ✓ 上部構造: 桁の取り替え
- ✓ 下部構造: 橋脚の補強



< 施工中の交通処理 >



実施にあたっての課題

- ✓ 死荷重を軽減できる上部構造の検討、狭隘な施工空間での下部構造の補強方法
- ✓ 桁の取り替え際の撤去及び架設期間を短縮できる構造・工法

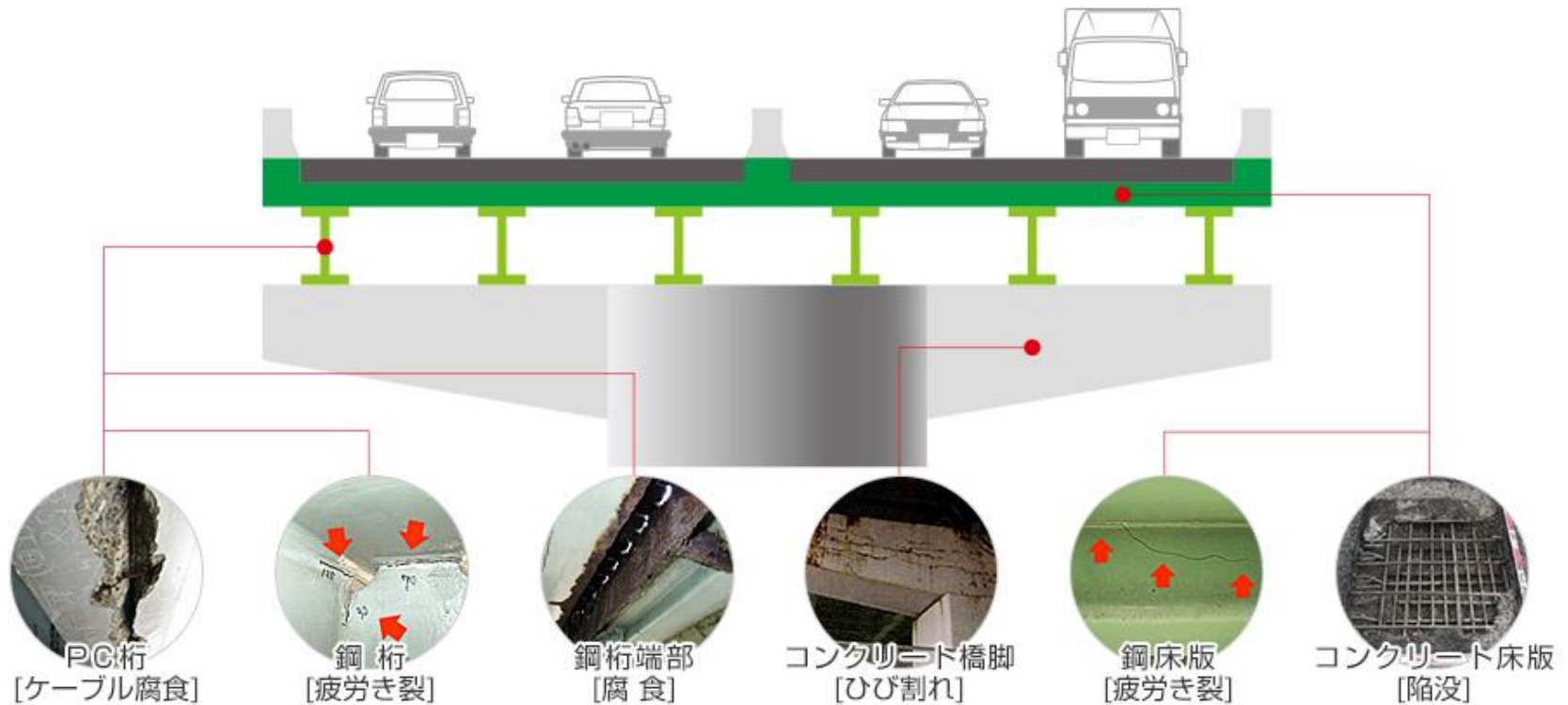


大規模修繕 実施箇所



大規模修繕

損傷が顕在化した構造物に対して、繰り返し補修を行った場合でも改善が期待できないものの構造物の全体的な取り替え(大規模更新)を必要としないレベルの箇所に関しては、**主要構造の全体的な補修(大規模修繕)**を行う事で、健全性の大幅な引き上げを図る。

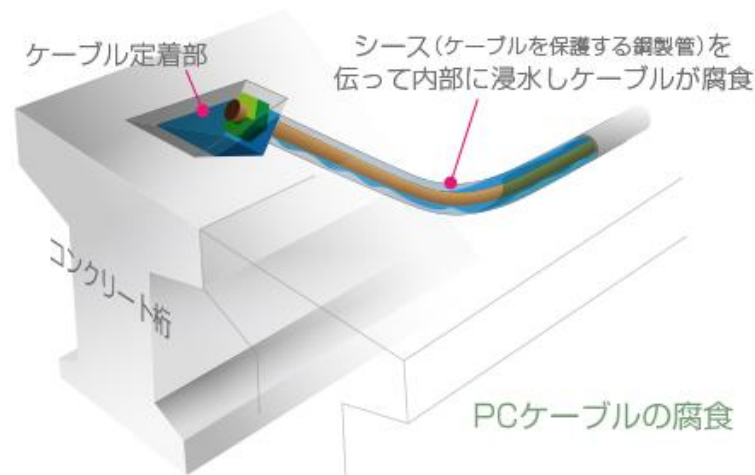


01 PC桁：ケーブル腐食

浸水に伴うPCケーブルの腐食



PC桁は、コンクリートの中に埋め込んだケーブルを強く引っ張り強度を向上させている構造である。ケーブルを固定する端部が床版上面にあり、老朽化により、そこから雨水などが徐々に内部へ浸水し、ケーブルやこれを保護するための鋼製の管が錆びて膨張することで、コンクリートがひび割れや剥離を起こしたり、ケーブルの破断に至る。これらの損傷が著しい箇所について、腐食したケーブルや損傷を受けたコンクリート構造物の一体的な修繕を行う。

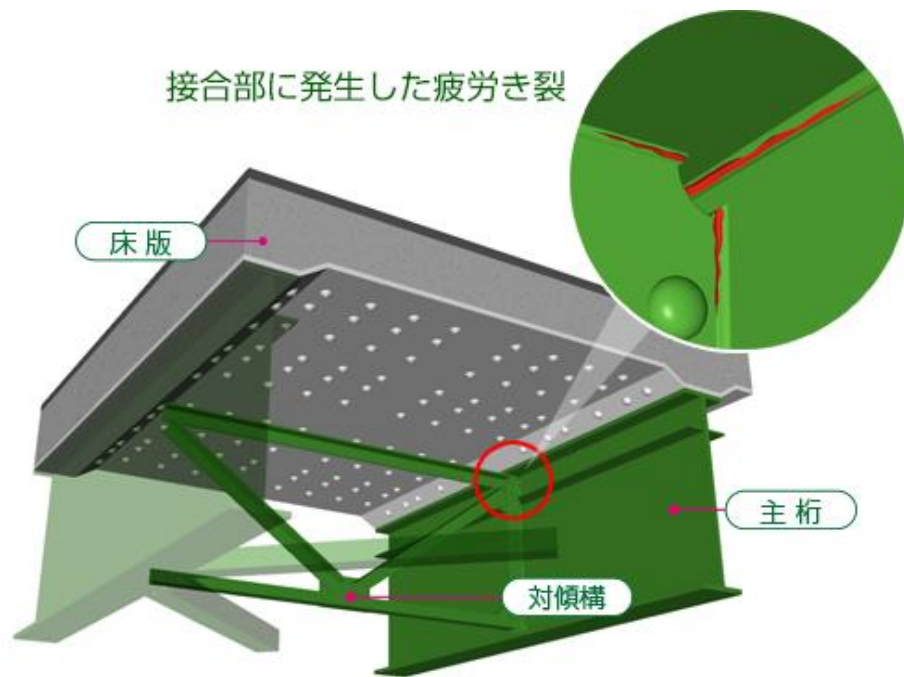


02 鋼桁：疲労き裂

大型車の増大と長期に蓄積された疲労



長期に渡って構造物に負荷が蓄積されることで、鋼桁に疲労き裂が発生。また、大型車の交通量が多い区間で、このような損傷が多く発生しており、損傷が著しい箇所に対して大規模な修繕が必要。



伸縮継手からの浸水による腐食



伸縮継手の破損

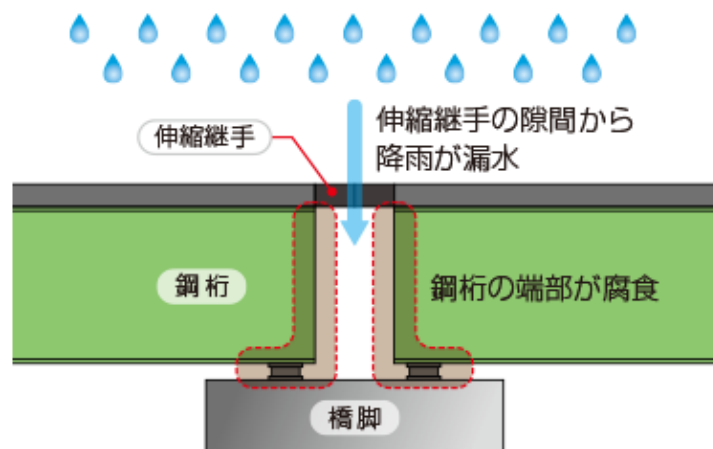


鋼桁端部の腐食

橋桁どうしの継ぎ目には「伸縮継手」と呼ばれる部品を設置しており、この部品が劣化して変形や割れが発生すると、道路上の雨水が橋桁の端部付近に漏水し、鋼桁端部に錆や腐食が発生する。

特に古い年代に建てられた橋梁の桁端は、維持管理を行うための空間が十分に設けられておらず、鋼材の腐食が内部で著しく進行している場合があります。現在の規格を満たすものにするなど大規模な修繕が必要。

漏水による鋼桁端部の腐食

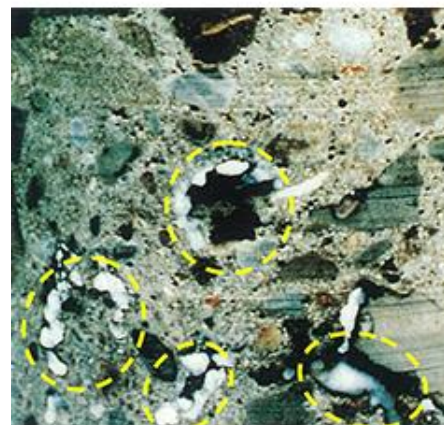


04 コンクリート橋脚：ひび割れ

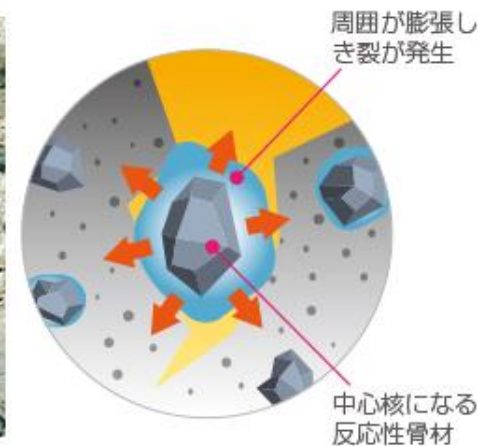
ASRによるひび割れの進行



ASR(アルカリシリカ反応)とは、コンクリートに用いる砂利などに含まれる成分がセメントのアルカリ成分と反応して異常に膨張するもので、コンクリートのひび割れや内部の鉄筋破断につながる場合があります。ASR損傷の進行が著しい箇所の修繕を行うもの。ASR損傷は1980年代に研究が進み、現在は抑制対策がとられるようになってきているが、それ以前の年代に建てられた対策が行われていない構造物に発生することがある。

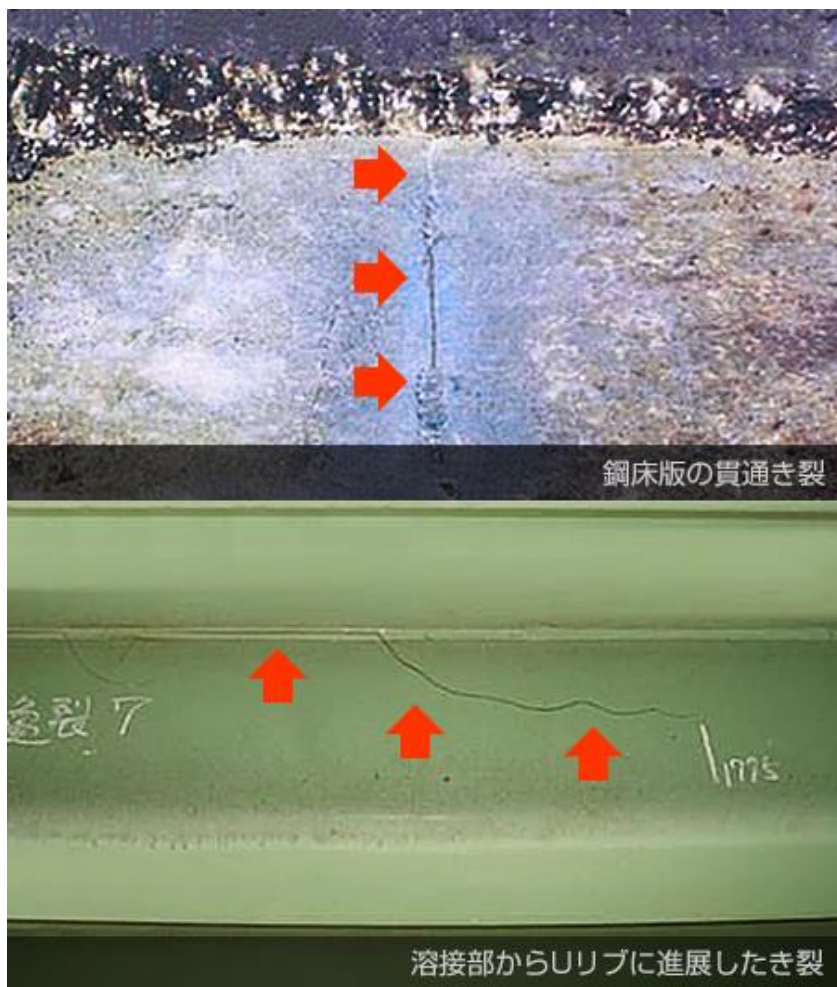


反応により骨材周囲が白く膨張



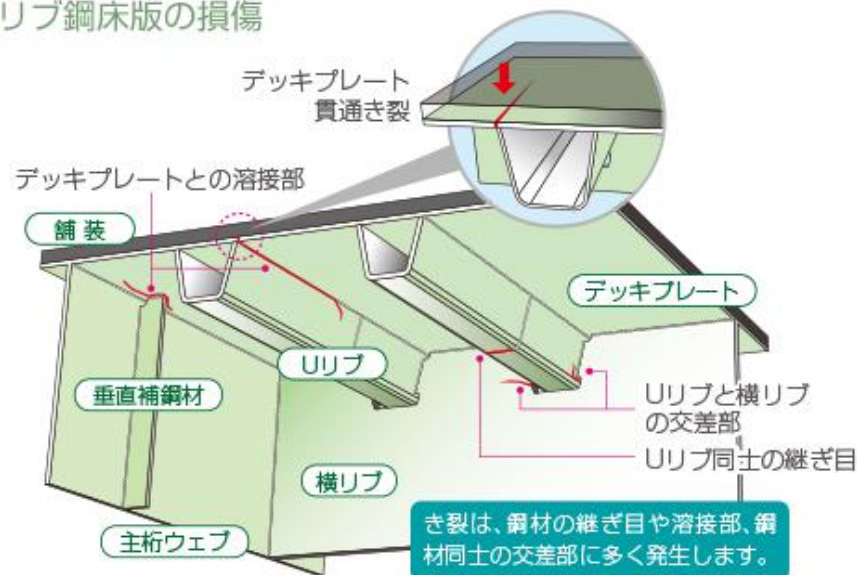
05 鋼床版：疲労き裂

輪荷重による鋼床版の疲労き裂



鋼板部材を溶接して構成する道路床面（鋼床版）では、大型車交通から長期に繰り返し受ける負荷の影響により、疲労き裂が発生しており、補修しても新たなき裂が再発する箇所に対しては、抜本的・大規模な修繕を行い、現在の基準を満たすレベルまで健全性を引き上げることが必要。

Uリブ鋼床版の損傷



大型車の増大によるひび割れ・陥没



コンクリート製の道路床面(コンクリート床版)では、大型車の重量増加と、大型車交通から長期に繰り返し受ける負荷の影響により、ひび割れや舗装面の陥没が発生しており、補修しても損傷が再発する箇所に対しては、抜本的・大規模な修繕を行い、現在の基準を満たすレベルまで健全性を引き上げることが必要。

大型車等の影響による床版の損傷

