

阪神高速における更新事業

大規模更新・大規模修繕

茅 野 茂・鈴木 威

阪神高速道路は、昭和39年に初めての区間（土佐堀～湊町間約2.3km）が開通して以来、50年以上が経過したが、構造物の老朽化の進展に伴って重大な損傷が顕在化してきている。繰り返し補修を実施しても構造物の健全性を引き上げることができず、最終的には大きな損傷に進展し、通行止め等が発生するおそれのある構造物を対象に、今年度から更新事業（大規模更新・大規模修繕）を開始したことから、当該事業の概要や現在直面している課題などについて紹介する。

キーワード：老朽化の進展、通行車両の大型化、大規模更新、大規模修繕、架け替え

1. 阪神高速における更新事業

(1) 阪神高速道路の老朽化と損傷の状況

今からおよそ60年前、昭和30年代に入ると、大阪などの大都市では、自動車交通量の増大により交通渋滞と交通事故の続発が日常化し、都心部では交通マヒ

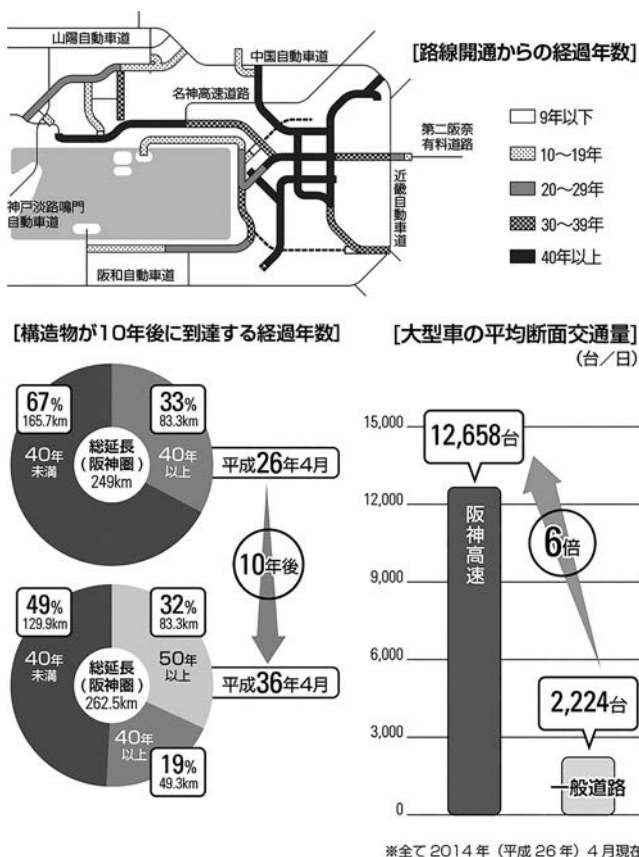
が極限にまで達していた。この状況を救うべく新たな高速道路網の早期整備が急がれ、大阪では昭和37年5月、阪神高速道路公団の発足により高速道路建設が急速に進められることとなった。

阪神高速道路は、昭和39年6月28日の土佐堀～湊町間約2.3kmの開通以来、50年以上が経った今、その総延長は259.1kmとなり、1日に約70万台の交通が利用している。さらに、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となっている。

一方で、今から10年後には約5割が建設より40年以上を経過するなど老朽化は確実に進んでおり、橋梁などの構造物比率が9割を超える状況の中、さらに大型車の交通量は一般道（大阪府内）の約6倍であるなど、非常に過酷な使用状況になっている（図－1）。当社は、単独もしくは警察と合同で違反車両の指導・取締を、年間を通じて延べ2,800回程度実施しているものの、違反車両数は依然として横ばい状態で、構造物のひび割れや疲労亀裂等の損傷が顕著化してきている。

(2) 更新計画策定に至る経緯

このように増大する社会的要請と、過酷な使用条件が深刻さを増す状況の中で、阪神高速道路の社会基盤としての機能を永続的に適切な状況に保ち、その利用機能を阻害させてはならないという使命から、従来からの維持管理手法にとらわれない大規模修繕や大規模更新も選択肢に入れた今後の長期的維持管理戦略を検



図－1 阪神高速道路の現状

討する場として、「阪神高速道路の長期維持管理及び更新に関する技術検討委員会」が設けられ、平成 25 年 4 月 17 日には提言がなされた。

これを受け、当社として最新の損傷状況等を改めて精査し、大規模更新または大規模修繕の実施を盛り込んだ「更新計画」を平成 27 年 1 月に公表し、平成 27 年度より事業に着手したところである。

「更新計画」の策定にあたっては、老朽化の進展に伴って重大な損傷が顕著化し、繰り返し補修を実施しても構造物の健全性を引き上げることができず、最終的には致命的な損傷に進展し、通行止め等が発生するおそれのある構造物を対象にした。実施にあたっては、大都市内での大規模な工事であるため、う回路を設置するなど長期間にわたる通行止めを回避し、広域的なネットワークと連携し、新技術導入や技術開発の推進など、従来の枠組みにとらわれない多様な取り組みを積極的に進めていくこととしている。

(3) 事業概要（各箇所）【状況と対策】（図—2）

(a) 橋梁全体の架け替え

①京橋付近（3号神戸線、図—3）

この区間は港湾として船舶の係留などに利用されて

いる景観に優れた岸壁に沿った位置に計画されていた。そのため、橋脚の数を減らし長径間とする当時の最新技術であった、5 径間連続 PC 有ヒンジラーメン箱桁橋が採用され、昭和 41 年に開通した。

しかし、その後の長期に渡る年月の経過に伴い、このヒンジ部で設計時に想定していた値を大きく上回る変形（ヒンジ部の沈下）が発生した。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たが、十分な回復が見られず現在も沈下が進行している状況である。



中央部の垂れ下がりが進行する
橋桁



図—3 3号神戸線（京橋付近）



図—2 大規模更新箇所



橋桁の中央付近が建設時の想定よりも沈下



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

写真—1 14号松原線（喜連瓜破付近）

今回の大規模更新事業では、橋梁を全面架け替えとする計画になっている。

②喜連瓜破付近（14号松原線、写真—1）

この区間は、幹線道路の交差点上で下に地下鉄が通っており、橋脚位置の制約から長径間とする必要があった。そのため、連続PC有ヒンジラーメン箱桁橋（3径間）が採用され、昭和55年に開通した。ところが、開通後、設計当初に想定された以上の変形（ヒンジ部の沈下）が発生した。応急対策として、路面の平坦性を確保するためやむを得ず舗装のオーバーレイを実施した。

しかしながら、その後引き続き変形の進行が懸念されたため、平成15年の14号松原線フレッシュアップ工事（終日通行止工事）の期間を利用して、外ケーブル（下弦ケーブル）を緊張させることにより中央ヒンジ部を介して主桁下フランジに上揚力を加える対策を実施した。その結果、変形の進行は抑制されたが、抜本的な回復までには至っていない。

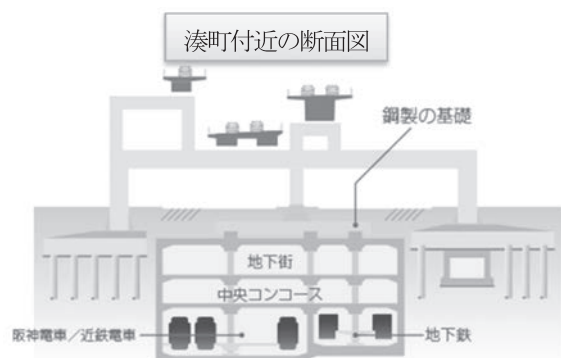
今回の大規模更新事業では、橋梁を全面架け替えとする計画になっている。

(b) 橋梁の基礎取替え

①湊町付近（15号堺線、図—4）

大阪を代表するミナミの繁華街を横断するこの区間は、地下鉄や私鉄が地下空間へ乗り入れ、それぞれのターミナル駅が設置され、さらに地下街が重なり合っている箇所である。

このような都市施設の密集する地区であるため、橋脚基礎に一般的な杭やケーソンなどが採用できず、やむを得ず地下街の函体上に直接基礎を設置せざるを得なかった。地下構造への荷重負担をできる限り軽減す



図—4 15号堺線（湊町付近）

ることを目的に、一部区間においてその基礎形式を鋼製フーチングとし、昭和47年に開通した。

建設後、環境の変化により地下水位が上昇し、鋼製フーチングの内部に想定外の地下水が流れ込み、その滞水による腐食が進行した。これまで、金属溶射や電気防食などの応急対策を実施しているが、抜本的対策とはならず、地下水位の変動による乾湿の繰り返しとともに、鋼製フーチング内が常に高湿で保たれていることもあり、今後もさらに腐食が進行する懸念がある。

今回の大規模更新事業では、地下水による劣化を防ぐため、基礎部を取り換える計画になっている。

(c) 橋梁の桁、床版の架け替え

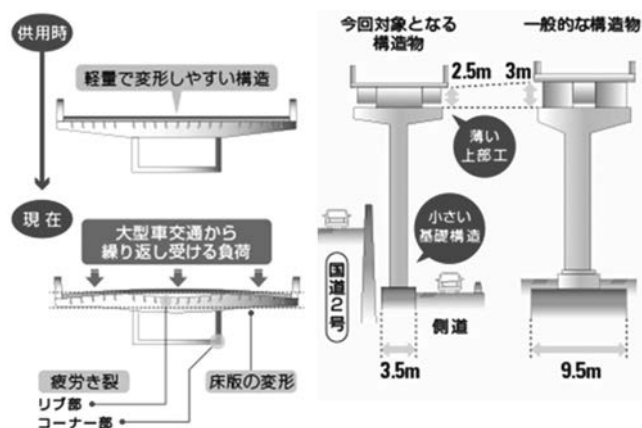
①湊川付近（3号神戸線、図—5）

当該区間は国道が交差する大きな交差点や河川、鉄道を跨ぐ必要があることから構造は連続鋼床版箱桁となっている。また、下を並行して走る国道により基礎を狭いスペースに立てざるを得ず、通常より基礎を小さくコンパクトな構造物とする必要があった。

さらにその基礎に対応するためには、その上部構造を軽量化する必要があるため、構造として桁高の低い鋼床版桁が採用され、昭和43年に開通した。

しかしながら昨今、活荷重の死荷重に対する比率（活荷重比）が大きいことに起因し、走行車両による繰り返し载荷による疲労き裂が集中して発生していることが判った。

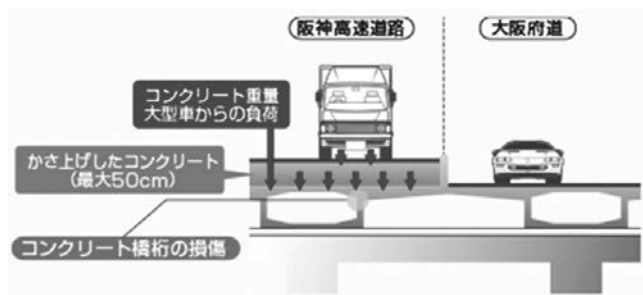
今回の大規模更新事業では、上部工の架け替え及び必要に応じ下部構造の補強を実施する計画になっている。



図—5 3号神戸線（湊川付近）

②大豊橋付近（11号池田線、図—6）

この区間の構造は、単純PC箱桁橋及びゲルバー鋼I桁橋であり、建設当時の緊急性からもともと府道として建設された橋梁の中央側4車線分を高速道路として利用し、高速道路の縦断線形（高さ）に合わせるた



図一6 11号池田線（大豊橋付近）

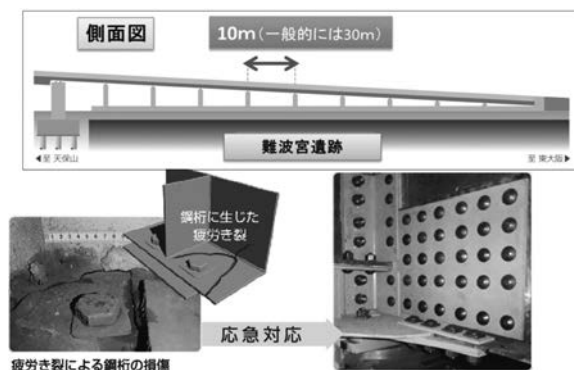
め、後打ちコンクリートによる高さ調整等を行い高速道路として整備、昭和42年に開通した。その後、このかさ上げによるコンクリートによる荷増と大型車交通量の増大等による荷重増により桁のコンクリートにひび割れ等が発生した。

今回の大規模更新事業では、上部工の架け替えを実施する計画になっている。

③法円坂付近（13号東大阪線、図一7）

この区間の構造は、難波宮の遺跡保護を目的に高速道路を高架構造から平面構造に下げている部分の東西2か所の1～3径間のI桁橋（9径間と10径間）である。この区間はその遺跡保護のため基礎に杭を使用せず、また、上部構造に軽量かつ短支間長（一般的には30mのところを10mに）の鋼床版を採用し、昭和53年に開通した。その後、軽量かつ短支間長の鋼床版が大型車荷重を繰り返し受けることを原因とした金属疲労によるき裂が鋼桁の随所に発生。現在までに補強等による応急対応を行ったものの、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がある。

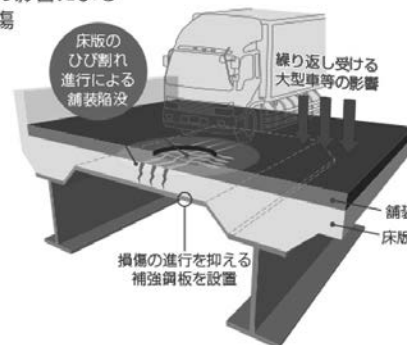
今回の大規模更新事業では、上部工の架け替えを実施するなど構造の見直しを実施する計画になっている。



図一7 13号東大阪線（法円坂付近）

(d) 橋梁の床版取替え（1号環状線、11号池田線、12号守口線、15号堺線、図一8）

阪神高速では、これまで旧基準で設計された疲労耐

大型車等の影響による
床版の損傷

図一8 RC床版の損傷（陥没）

久性の低いRC床版において、損傷状況を考慮し床版下面への鋼板接着補強を実施してきたが、補強の完了した床版の一部に漏水や接着剤の劣化による接着不良といった損傷が確認されている。RC床版の劣化が進行すると、路面の陥没など大きな影響が発生する。

今回の大規模更新事業では、補強の完了したRC床版のうち再劣化による疲労耐久性低下が懸念されるものについて、取り替えを実施する計画になっている。

2. 現在直面している課題と求められている新技術

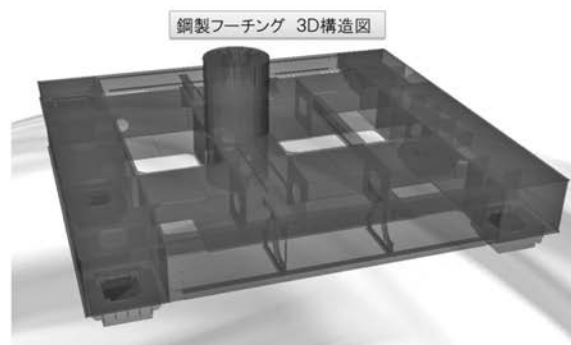
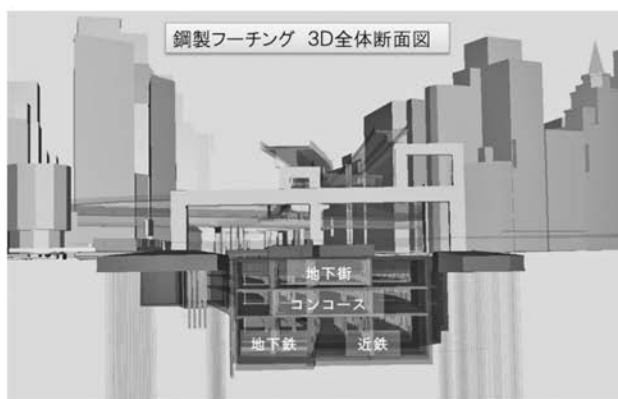
(1) 現在直面している課題

(a) 湊町地区の事業着手（大規模更新事業、図一9）

湊町地区については、現在、鋼製のフーチング9基を対象に、建設当初に想定していなかった地下水位上昇による腐食状況等について詳細な調査を実施しているところである。

当該箇所は、地下鉄「なんば駅（3か所）」、近鉄「大阪難波駅」、地下街「なんばウォーク」が輻輳した地下構造物の上に、阪神高速道路（1号環状線、15号堺線）の基礎が載っている交通結節点となっており、地下部分だけでも1日に鉄道乗車数約30万人、地下街利用者約16万人が集まる大都市大阪南部の中心地である。

このような状況から当該地での工事实施にあたっては、鉄道、地下街、道路、交通等の各管理者との協議・調整はもとより、その利用者や周辺住民への理解と協



図ー9 湊町鋼製フーチング (3D)

力が必要不可欠となる。

この事業は、当社が、過去の大規模通行止め工事や震災復旧などの経験、新規建設や維持管理などの最新の技術、手法を投入して事業を進めて行くべき「大都市中心部における難事業」である。

(b) 橋梁の床版取り替え等の判定

阪神高速では、1つの路線や区間を8日間程度終日通行止めし、大規模に舗装や伸縮継手等を補修する「フレッシュアップ工事」をほぼ毎年実施している（写真ー2）。近年のフレッシュアップ工事実績は表ー1のとおりである。

平成26年度のフレッシュアップ工事において、補強の完了したRC床版の漏水や接着不良といった損傷が疲労耐久性にどう影響するかを調査するため、床版の損傷発生部分を切り出した。現在、輪荷重走行試験

による疲労耐久性の評価を行っている（写真ー3）。

今後、補強の完了している床版を対象に、補強直前及び現在の損傷状態等から優先度を設定し順次詳細調査を行い、長期的な耐久性の確保が困難と評価される床版については、その程度に応じて取り替え、部分補強等を実施する予定である。

(c) 大規模修繕事業

大規模修繕事業としては、鋼板補強済RC床版の補

表ー1 フレッシュアップ工事履歴 (H13以降)

	大阪	兵庫
H13	環状線（南行）	
H14	環状線（北行）	
H15	松原線	
H16	池田線	
H17		
H18	守口線	
H19	堺線・西大阪線	
H20		神戸線（芦屋～摩耶）
H21	大阪港線	神戸線（京橋～湊川）
H22	松原線	神戸線（摩耶～京橋）
H23		
H24	東大阪線	神戸線（湊川～月見山）
H25	池田線	
H26	守口線	
H27	湾岸線（南港～北港）	神戸線（武庫川～深江）



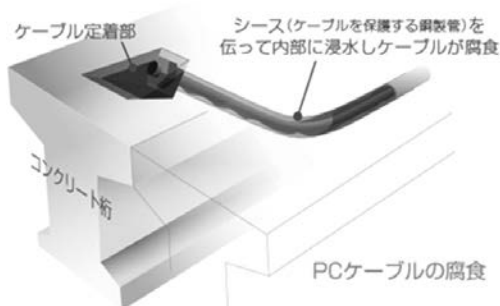
写真ー2 フレッシュアップ工事実施状況



写真ー3 RC床版の切出・損傷状況・輪荷重試験状況

強、鋼床版・鋼桁の疲労対策、鋼桁端部腐食対策、PC桁補強及びRC橋脚のASR対策等を実施していく。

このうちPC桁補強としては、ポストテンション式PC桁（以下「ポステンPC桁」という）でPC鋼材の一部が桁上面側に定着されたものに雨水の浸透によるシース内の滞水、PC鋼材腐食という損傷が見られており、このような機能低下が懸念されるポステンPC桁について補強等を実施することとした（図—10）。実施にあたっては、構造物全体の詳細調査を実施し健全性を調査したうえで対策を講じる必要があり、この詳細調査を含めた補強等工事について第1弾の工事発注を行ったところである。



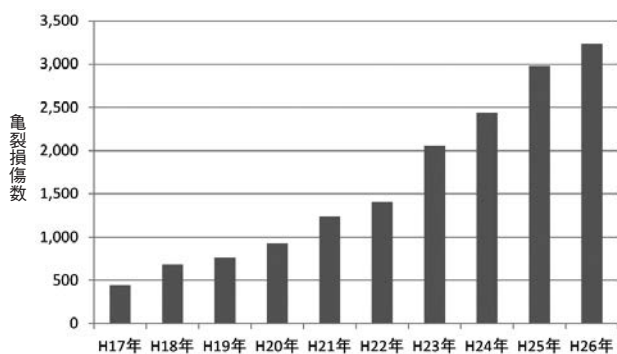
図—10 PC桁の損傷（ケーブル腐食）

(2) 新技術の導入

(a) 鋼床版疲労対策（Uリブ鋼床版）

鋼道路橋の疲労設計が導入される平成14年より前に設計された鋼床版においては、縦リブとデッキプレートとの溶接部や垂直補剛材とデッキプレートの溶接部において溶接ビードにき裂が発生し、わずかではあるがデッキプレートを貫通するき裂も発生している。これらのき裂発生は、交通車両の累積軸数の増加に伴い急速に増加していることから（図—11）、大規模修繕事業として補強・予防保全対策を実施するものである。

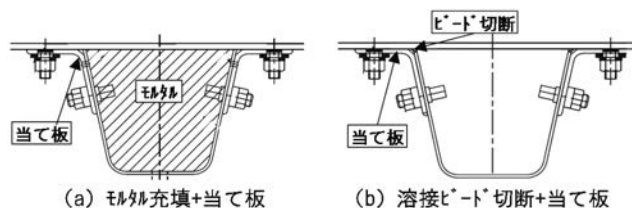
補強・予防保全対策としては、高速道路の上面から



図—11 鋼床版の亀裂損傷数



写真—4 SFRC舗装の施工状況



図—12 Uリブ鋼床版の下面補強方法

の補強となるSFRC舗装を施工し床版剛性を高めることにより疲労耐久性を向上させる対策を進めている。平成27年度の湾岸線フレッシュアップ工事においても、約9,000 m²のSFRC舗装を施工した（写真—4）。しかし、SFRC舗装を規制工事で実施する場合は、長時間にわたる交通規制が必要であるとともに品質面に対する天候の制約が大きいことから、高速道路の下面から施工可能な対策工法として、Uリブ内面モルタル充填工法、Uリブ溶接ビード切断工法等の開発に取り組んでいる（図—12）。今後は、下面対策工法開発の進捗にあわせて、適切に補強方法を組み合わせて対策を実施していくよう考えている。

(b) 共同研究による技術開発

本事業の円滑な実施や、のちの効率的な維持管理に向けて、直接目視することのできない箇所点検方法、構造物の健全性評価手法、交通影響の低減に寄与する急速施工法や構造物の耐久性向上に資する技術開発を推進すべく、様々な取り組みを行っている。また、共同研究の公募相談会を開催し、相手方から共同研究企画書の提出を受け当社で審査のうえ選定する「コミュニケーション型共同研究」にも取り組んでおり、一部の技術について共同研究の実施段階に入っている。

3. その他の取り組みと今後（おわりに）

本事業の実施にあたっては、この事業がお客さまの将来の安全、安心のための予防的事業であり、場所によっては大規模かつ長期間の交通規制が必要となるこ

とから、お客さまのご理解・ご協力が必要不可欠であるという認識のもと、積極的かつ丁寧な広報活動を展開していくよう考えている。

大規模更新・大規模修繕事業は阪神高速だけでなくNEXCO 各社においても実施されることから、事業者間で連携して工事調整を行い、関西圏の高速道路ネットワーク全体を見渡し交通影響を極力小さくしていくことが重要である。当然のことながら、新名神高速道路や阪神高速大和川線などの新たなネットワーク整備状況も考慮し調整を進めていく予定である。併せて、工事が開始すればその工事の状況や交通規制に関する情報の提供についても事業者間の連携のもと、迅速かつ正確な情報をお客さまに届けられるよう調整を図ることとしている。

本事業にとって、将来起こるであろうリスクに立ち向かい阪神高速道路を次世代にわたり安全、安心に利用していただくことが大きな意義と考えている。事業

実施にあたっては社会への影響が極力少ない工事実施計画を立案しつつ、お客さま目線での情報提供に努める所存である。本事業を円滑に遂行し、今までと同様に、これからもずっとお客さまの安全を守り、安心して快適な高速道路サービスを提供していきたい。

J C M A

〔筆者紹介〕

茅野 茂（かやの しげる）
阪神高速道路(株)
建設・更新事業本部
大規模更新担当部長



鈴木 威（すずき たけし）
阪神高速道路(株)
保全交通部
大規模修繕担当部長

