

ISSN 0385-5368

# 関西道路研究会会報

2021  
Vol. 45

Kansai

Road Study

Association



【表紙写真】

官民連帯で「御堂筋」の未来をつくる社会実験「御堂筋チャレンジ 2020」より

## 目 次

### 一般論文・報告

トータル防水で橋梁の長寿命化 ・・・・・・・・・・・・  
～バスタブ理論の紹介～

エムケービルド株式会社 代表取締役 北野 正夫

経年劣化した溶融スラグ混合アスファルトの夏季路面温度に関する考察 ・・・・

明石工業高等専門学校 鍋島 康之

渡辺 雅大

福田道路株式会社 事業本部技術部 藤井 政人  
協和道路株式会社 試験室 木和田 貴哉

路面補修材「UKロードマット」の特性と課題 ・・・・・・・・

株式会社雄交 代表取締役社長 有馬 康友

株式会社雄交 雄交新技術開発研究所所長 中村 盛一

株式会社雄交 顧問、立命館大学名誉教授 仲上 健一

VR・AR 制作技術を応用した路面測量調査の提案 ・・・・・・・・

～LiDAR スキヤナ搭載 iPad Pro の活用～

株式会社エムアールサポート 取締役 森 誉光

阪神高速リニューアル工事の実施報告 ・・・・・・・・

～1号環状線リニューアル工事2020南行～

阪神高速道路株式会社 管理本部 大阪保全部 保全管理課長 大池 岳人

同課長代理 児玉 崇

同課長代理 渡辺 真介

阪神高速12号守口線床版更新工事 ・・・・・・・・

～阪神高速本線で初の床版全面取替～

阪神高速道路株式会社 管理本部 管理企画部 保全技術課 鈴木 英之

阪神高速道路株式会社 管理本部 大阪保全部 保全事業課 岩里 泰幸

阪神高速道路株式会社 管理本部 管理企画部 保全技術課 越野 まやか

## 阪神高速1号環状線ディビダーグ橋梁ヒンジ部連結工事の施工報告 ······

阪神高速道路株式会社 管理本部 大阪保全部 保全事業課 伊佐 政晃  
阪神高速道路株式会社 管理本部 大阪保全部 保全事業課 栗田 康弘  
阪神高速道路株式会社 管理本部 管理企画部 保全技術課 鈴木 英之  
阪神高速技研株式会社 施工管理室 大阪土木管理事務所 明和 宗繁

## 会員の声

### カンボジア王国シェムリアップ州の道路事情など ······

～JICAシニア海外ボランティアの活動を通じて～

高島伸哉

### (一財)阪神高速先進技術研究所の紹介 ······

(一財)阪神高速先進技術研究所 調査研究部 小柴陽平

## 紹 介 令和元年度表彰の概要 ······

## 特別委員会活動 ······

コンクリート構造調査研究委員会

舗装調査研究委員会

道路橋調査研究委員会

交通問題調査研究委員会

## 自主研究会活動 ······

関西の道と文化研究会

## 会務報告 ······

## 会則等 ······

## 法人会員一覧 ······

# トータル防水で橋梁の長寿命化

## ～バスタブ理論の紹介～

エムケービルド株式会社 代表取締役 北野正夫

橋梁の防水に関して弊社エムケービルド株式会社が提唱している”バスタブ理論”という防水方式をご紹介させていただきます。バスタブ理論とは、「橋梁を防水するにあたって水分を完全にコンクリート部から遮断する、まるでバスタブのように水をいっぱい外部に漏らさず、水は排水溝からのみ外部に排水させる防水方式」のことです。以下にエムケービルドの「橋梁のトータル防水」への取り組みについてご説明させていただきます。

### 1. 長寿命化のカギを握る防水対策

橋梁の長寿命化を阻害する要因は、コンクリートの三大損傷であるアルカリ骨材反応、疲労、塩害とその他の橋梁各部の損傷があります。この橋梁の損傷および塩害については、橋梁の防水を徹底することが重要な対策となります。そのためには、橋梁全体をトータルに防水し、橋梁の上部構造をまるで「バスタブ」のようにし、コンクリート部への水の浸透を完全に防ぐのが大切です。



図-1 橋梁防水のバスタブ理論

橋梁の上部構造において防水上の弱点となるのは、床版、伸縮装置(ジョイント)、地覆、舗装部分があります。

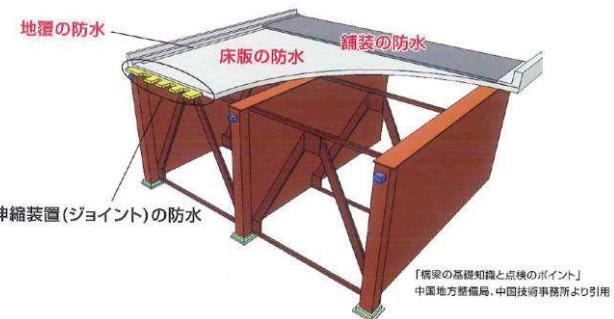


図-2 上部構造を構成する各部の防水

それぞれの部位における損傷は、下の写真のようなものがあります。



①床版防水からくる障害



②ジョイント部防水からくる障害



③地覆部からくる障害



④橋梁舗装のひび割れからくる障害

写真-1 橋梁各部の損傷

エムケービルドでは、床版の防水には「ウルトラシール」、伸縮装置の防水には「MMジョイント」、地覆部の防水には「クイックシール」、舗装部の防水には「クラックカットシール」など各種の舗装面補修材料を開発してきました。

## 2. 床版の防水

エムケービルドが今回開発した「床版防水ウルトラシール工法」は、コンクリート床版面への接着と追従性能で確実な防水を実現します。



写真-2 神戸新聞 令和3年2月21日付

従来の床版防水工法で使用されていたピンホールの原因となるけい砂に代えて、ウルトラシール工法ではガラス繊維を素材とする強化保護シールを使用しています。このためピンホールの発生は皆無となり、さらに劣化した床版の強度の向上も期待できます。

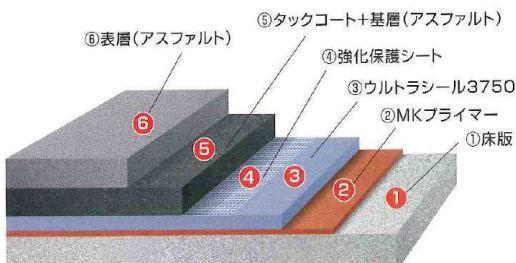
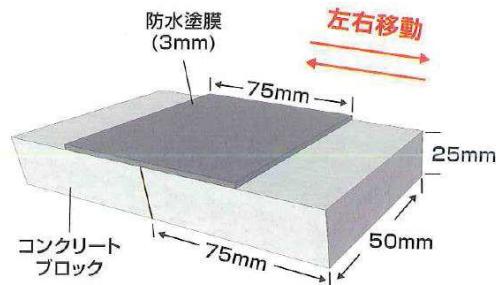


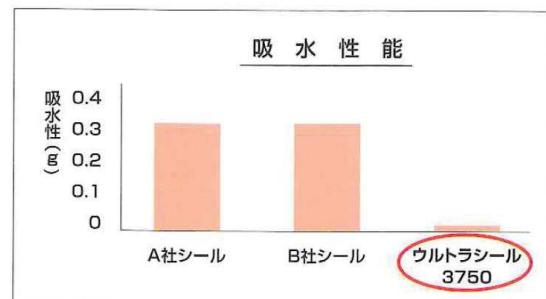
図-3 ウルトラシールの構造

使用するアスファルトのシール材は海外で30年におよぶ使用実績があり、カナダの厳しい品質試験に合格したもので、そのため、従来工法と比較して、防水性能の確実性が高く、また低温の環境で防水性能が低下しない特徴を持ちます。「床版防水ウルトラシール工法」は、2020年5月にNETIS登録いたしました。

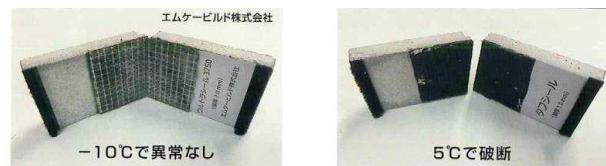
■ひび割れ追随性・・・ブリッジテストで床版と材料の剥がれにくさとひび割れ等異状の有無を調べた結果、他社製品が不合格であったのに対しウルトラシールのみ異常なしでした。



■吸水性・・・防水塗膜の中に水が浸透しない性能で、下図のとおりウルトラシールは一桁低い結果です。



■柔軟性(低温時)・・・コンクリートにクラックが生じてもウルトラシールは破断しません。



ウルトラシールは低温(-10°C)に於いて、コンクリート基材は破壊しても防水シールは剥がれたり、破断することはありません。

T社品は、低温(+5°C)に於いて、コンクリート基材部分が破壊すると防水シールも破断し、隙間が発生します。

### 3. 伸縮装置（ジョイント）の防水

伸縮装置の防水が不十分な場合、伸縮装置の下部にある桁端部、支承の腐食を引き起します。従来タイプの伸縮装置では、確実な防水は困難な状況でした。「MMジョイント」は弾性及び付着性に優れた特性を持つ特殊アスファルト合材（バインダー）を使用しており高い防水機能を持ちます。また既設舗装と同様のアスファルト主体の伸縮装置なので、通過時に違和感がなく、騒音や振動を抑制できます。

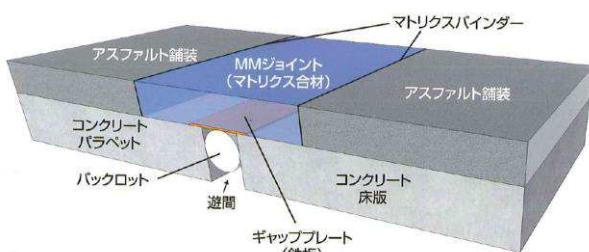


図-4 MMジョイント

### 4. 地覆の防水

地覆と床版の接合分では、防水材が重力で均等な厚みに塗布できない問題が生じます。その為、浸透する雨水がアスファルトの剥離現象を誘発し、舗装の強度低下を招きます。クイックシールは、熱により混合物と一体化し、舗装間の接着媒体として機能します。

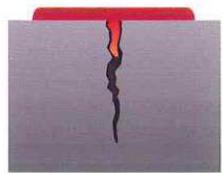


図-5 クイックシール

### 5. 舗装の防水

アスファルト舗装は通常4～5年経過すると表層にひび割れが発生します。ひび割れにシール材を注入することで、下層部への水の浸入を防ぎます。エムケービルドでは、ひび割れの段階・場所に応じて各種シール材を開発してきました。

クラックシール  
CRACK

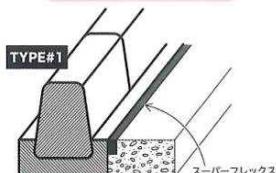


舗装のひび割れの初期にシールを行う

クラックカットシール  
CRACK CUT SEAL



防草カットシール  
WEEP PROOFING CUT SEAL



舗装のひび割れに発生する雑草をカット除去して、シール材を充てんする

シールコート  
SEAL COAT



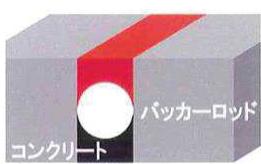
舗装の縫目に発生するひび割れにシールを行う

クラック抑制シール  
CRACK SUPPRESS SEAL



切削オーバーレイを行う時、基層に発生しているひび割れにシール材を充てんし、ひび割れ抑制する

目地シール  
JOINT SEAL



コンクリート目地の遊間部をシール材で塞ぐ

図-6 各種、舗装補修材

### 6. おわりに

今回紹介させていただいた「床版防水ウルトラシール工法」は、開発後すでに5件、実際の現場でご使用いただきました。さらに現在1件ご注文をいただいております。またNETISへの登録以降、大手コンサルタント会社などからのお問い合わせをいただきました。橋梁の長寿命化はわが国のインフラ整備における喫緊の課題です。弊社エムケービルドでは、今後も橋梁のトータル防水の普及に向けて積極的に取り組んでまいります。

(北野正夫)

# 経年劣化した溶融スラグ混合アスファルトの 夏季路面温度に関する考察

明石工業高等専門学校 鍋島 康之  
 渡辺 雅大  
 福田道路株式会社事業本部技術部 藤井 政人  
 協和道路株式会社試験室 木和田 貴哉

溶融スラグ混合アスファルトは通常の密粒アスファルトと比較して溶融スラグ混合率が高くなるほど夏季路面温度が高くなることを屋外実験などで明らかにしてきた。本報告では舗装表面を人為的に劣化処理した溶融スラグ混合アスファルトの温度特性を室内実験および屋外実験により検討し、温度特性の経年変化について考察するとともに、約4年前に実際に舗装した舗装面では溶融スラグ混合アスファルトと通常のアスファルトに路面温度に差が見られなかったことを報告する。

## 1. はじめに

近年の環境問題への関心の高まりから、道路舗装の分野でも都市ゴミや下水汚泥より製造される溶融スラグを舗装材料として再生利用した溶融スラグ混合アスファルトが使用されている。著者らはこれまで溶融スラグ混合アスファルトの夏季路面温度について検討を行ってきたが、溶融スラグを混合することにより、夏季路面温度が上昇することが試験結果<sup>1)</sup>から明らかになった。一方で、都市部におけるヒートアイランド現象が環境問題化しており、その要因の1つにアスファルト舗装の影響があげられてているため、夏季における路面温度上昇を抑制する舗装技術については様々な研究<sup>2)</sup>が行われている。

写真-1は明石工業高等専門学校周辺で撮影したアスファルト舗装のデジタル画像ならびに赤外線画像である。アスファルト舗装の色から明らかなように、手前のアスファルト舗装の方が新しく、奥側のアスファルト舗装の方が古く劣化していることがわかる。アスファルト舗装の劣化程度の違いから、熱赤外線画像では路面温度に明らかな差が現れており、手前の新しいアスファルト舗装の方が温度が高く、奥側の古いアスファルト舗装の温度が手前よりも低くなっている。この様にアス

ファルト舗装が劣化するほど路面温度が変化することが考えられるため、溶融スラグ混合アスファルトの経年劣化による温度特性の変化について、人為的に劣化処理を行った供試体を使用し、屋外



写真-1 道路舗装のデジタル・赤外線画像

ならびに屋内試験で検討したので報告する。また、実際に溶融スラグ混合アスファルトを敷設した実証実験サイトの経年変化について実測した結果についても報告する。

## 2. 屋外・屋内試験

溶融スラグ混合アスファルトの夏季路面温度について解明するために、溶融スラグ混合アスファルト供試体を用いて屋外試験ならびに屋内試験を行った。本研究では、人為的に劣化処理を行った溶融スラグ混合アスファルトの路面温度について検討する。

### 2.1 試験供試体

今回の実験で使用するアスファルト供試体は通常の密粒アスファルト（溶融スラグ混合率 0%）ならびに密粒アスファルトの碎砂・粗砂分を溶融スラグに置き換えた溶融スラグ混合アスファルトを用いている。試験供試体の配合表を表-1 に示す。溶融スラグの混合率は 10, 20, 30%である。一般的には溶融スラグ混合率は 10%以下の使用が推奨され、質量比 20%までは使用可能<sup>3), 4)</sup>とされているが、本試験では比較のため溶融スラグ混合率 30%の供試体も使用している。

試験供試体の寸法は、縦 300mm、横 300mm、高さ 50mm である。各供試体は厚さ 50mm の発泡スチロール製の断熱性容器内に供試体を設置し、舗装表面以外は断熱されている。また、アスファルト供試体は 2018 年に製作した供試体（古）と 2019 年に製作した供試体（新）の 2 種類を用いている。また、2018 年製作の供試体については人為的に劣化処理を行っている。劣化処理の方法については屋外試験、屋内試験で説明する。

表-1 アスファルト供試体配合割合

	6 号	7 号	碎砂	粗砂	石粉	溶融 スラグ
密粒 As	37	19	19	19	6	0
10%混合	37	19	14	14	6	10
20%混合	37	20	8	9	6	20
30%混合	37	21	3	3	6	30

### 2.2 屋外試験の概要および結果

写真-2 に屋外試験の状況を示す。8 種類のアス

ファルト供試体を明石工業高等専門学校 土質実験室屋上に設置し、2020 年 8 月 6 日ならびに 9 日午前 10 時から午後 3 時まで 1 時間おきに非接触温度計を用いて供試体路面温度を 5 か所で計測するとともに赤外線サーモカメラで路面温度分布を撮影した。なお、屋上スラブの影響を除去するため、写真-2 に示すように断熱材の上に供試体を設置した。写真-3 は屋外試験で使用した供試体である。2018 年に製作した供試体（古）は 2019 年に製作した供試体（新）よりも若干色褪せが見られたが、大きな差が見られなかつたため、サビ落し用電動式ワイヤーブラシにより、舗装表面を研磨した。人為的に劣化処理を行った供試体を写真-3 に示す。2019 年に作成した供試体と比較しすると明らかに人為的に劣化処理を行った 2018 年に製作した供試体の方が明度が高いことが見て取れる。

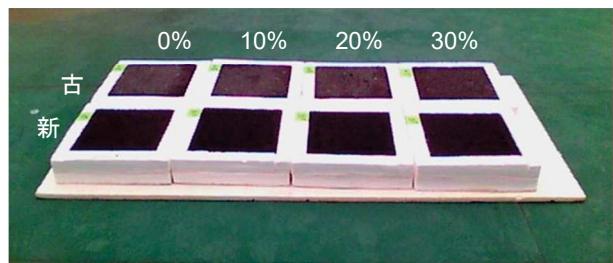


写真-2 屋外試験の状況

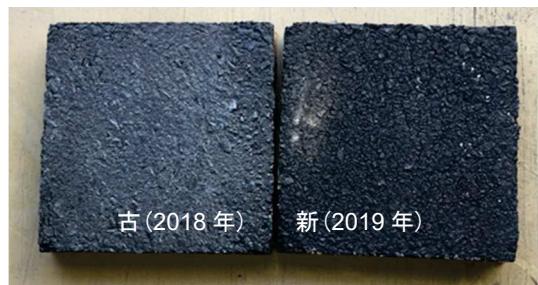
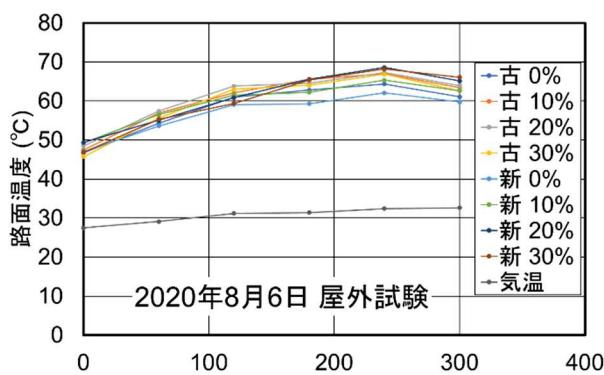


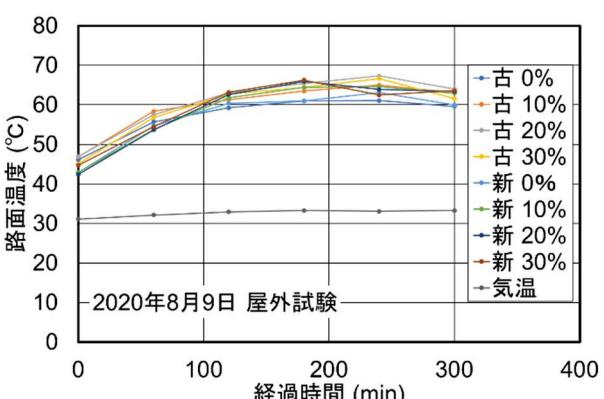
写真-3 屋外試験で使用した供試体

図-1 に 2020 年 8 月 6 日および 9 日に測定した屋外試験におけるアスファルト舗装路面温度の継時変化を示す。アスファルト供試体の路面温度は 120 分経過後は概ね 60°C 以上になり、240 分後には路面温度が 70°C 近くまで達している。この傾向は 8 月 6 日、9 日ともほぼ同様であった。既往の研究<sup>1)</sup>では、溶融スラグ混合アスファルトは溶融スラグ混合率が増加するほど、路面温度が上昇しやすく、路面温度の最大値が大きくなることが報

告されているが、今回の屋外試験結果からはそのような傾向は明確には見られなかった。しかしながら、120分経過後は溶融スラグを混合したアスファルト供試体の方が通常の密粒アスファルト（溶融スラグ混合率0%）よりも高い路面温度を示すことが多く、溶融スラグ混合アスファルトの方が密粒アスファルトよりも路面温度が高くなる傾向が見られた。この原因として、碎石と溶融スラグの熱伝導率の違い<sup>5)</sup>が考えられ、溶融スラグの方が熱伝導率が高いためと考えられる。次に、人为的に劣化処理を行った2018年に製作した供試体の路面温度については、2019年に製作した供試体の路面温度と明確な差が見られなかった。



(a) 2020年8月6日実測結果



(b) 2020年8月9日実測結果

図-1 屋外試験における路面温度

次に、写真-4は屋外実験の赤外線画像を示している。供試体の配置は写真-2と同じであり、手前の列に並べられている供試体が2019年に製作したアスファルトである。赤外線画像では寒色系から暖色系になるほど表面温度が高くなり、白色を示している部分が最も温度が高いことを示し

ている。写真-4から2019年製作のアスファルトは2018年製作のアスファルトに比べ路面温度が高く、また、密粒アスファルト（左端の縦列）の方が溶融スラグ混合アスファルト（左端以外）よりも路面温度が低くことが確認できる。このことから、経年劣化した供試体の方が路面温度が低くなることが推察でき、写真-1と同じ傾向を示している。図-1では経年劣化の影響が明確には見られなかったが、これは測定点数が5か所と少なかったためであると考えられる。また、写真-4からも溶融スラグ混合アスファルト供試体の方が密粒アスファルト（溶融スラグ混合率0%）よりも路面温度が高くなることが確認できた。

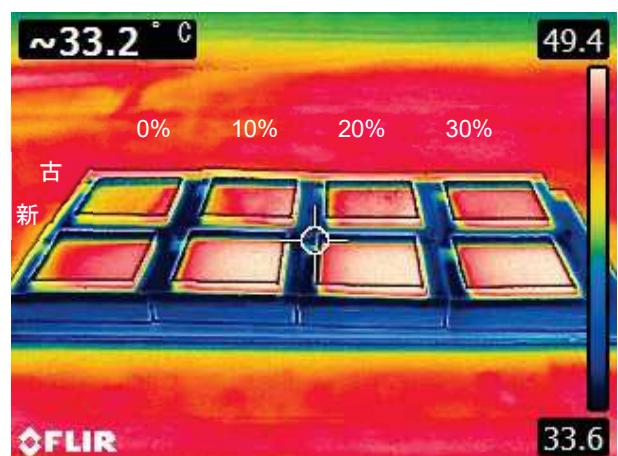


写真-4 屋外試験の赤外線画像

### 2.3 屋内試験の概要および結果

写真-5に屋内試験の状況を示す。屋外試験では測定日の日照条件や最高気温、風向・風速などの影響を受けるため、温度を管理した状況下で路面温度を測定するため、屋内実験を行った。500Wの投光器を写真-5に示すように供試体上300mmの高さに設置した。投光器で2時間照射し、30分間隔で路面温度の測定を行った。路面温度の測定は供試体中央部の温度を非接触温度計を用いて測定するとともに、赤外線サーモカメラで路面温度分布を撮影した。屋内試験では試験開始180分前から室温を25°Cに設定し、供試体温度が一定になっていることを確認した後、試験開始とともに投光器を照射し、アスファルト路面温度を計測した。屋内試験では、密粒アスファルト（古・新）と溶融スラグ混合アスファルト30%（古・新）、について比較を行った。屋外試験の路面温度計測結果（図

（写真-1 参照）では劣化処理の影響が明確ではなかったため、屋内試験では2018年に製作した供試体の舗装面を面直し砥石（#60）で研磨して更に劣化処理を行った。写真-6に屋内試験で使用した供試体を示す。屋外試験で使用した供試体（写真-3）よりも更に表面が平滑になるとともに、明度が高くなっていることが確認できる。写真-7に劣化処理を行った供試体としていない供試体の舗装表面の拡大写真を示す。明らかに劣化処理した供試体の方が表面の凹凸が小さく、白くなっていることがわかる。

写真-8に屋内試験における赤外線カメラで撮影した供試体の赤外線画像を示す。投光器による照射は点光源であり、太陽光のような平行光線になつてないので供試体の路面温度分布は供試体中央部分と周辺部で大きな差があることがわかる。このため、本研究では供試体中央部の路面温度を用いて比較することとした。屋内試験におけるアスファルト供試体の路面温度計測結果を図-2に示す。室内温度を25°Cに設定したにも関わらず、測定開始時の路面温度に差が見られるが、2018年製作の供試体（図-2の古）ならびに2019年製作の供試体（図-2の新）とも時間の経過とともに路面温度が上昇する傾向を示し、温度上昇速度はほぼ同じであった。図-2から明らかに2019年製

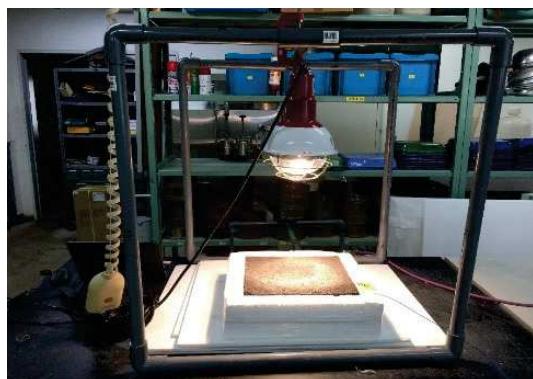


写真-5 屋内試験の状況

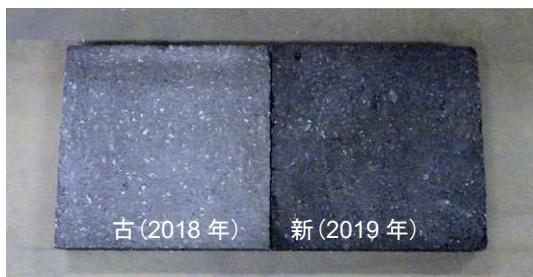
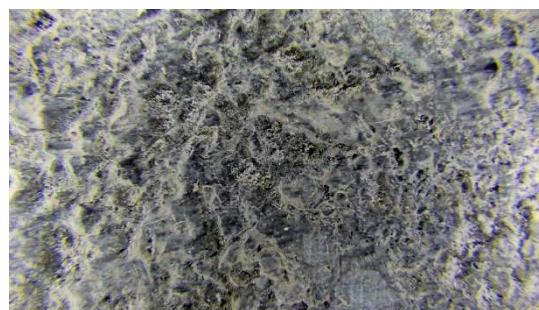
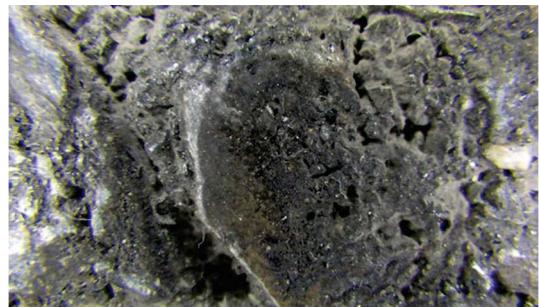


写真-6 屋内試験で使用した供試体



(a) 劣化処理したアスファルト舗装



(b) 劣化処理していないアスファルト舗装  
写真-7 舗装表面の拡大写真

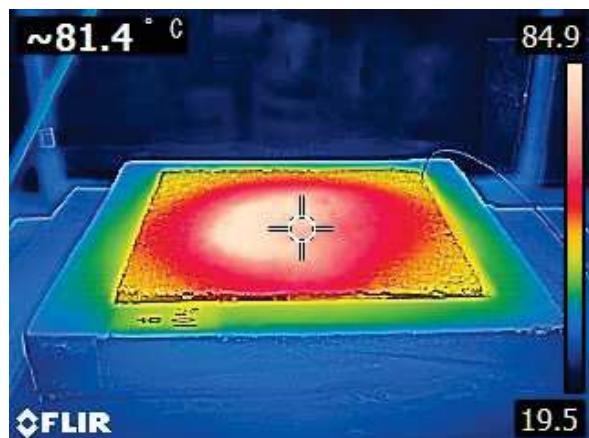


写真-8 屋外試験の状況

作の供試体の方が路面温度が高く、2018年製作の供試体の方が路面温度が低いことがわかる。このことから、同じ条件下では経年劣化が進行した舗装の方が路面温度が低くなることが伺える。また、密粒アスファルト（図-2の古・新0%）と溶融スラグ混合アスファルト（図-2の古・新30%）と比較した場合、30分まではほぼ同じ路面温度を示したが、90分以後は溶融スラグ混合アスファルトの方が路面温度が高くなった。この傾向は劣化処理の有無によらず、同様の傾向を示している。以上のことから、屋外試験同様、溶融スラグの有無によって路面温度に差が現れる結果が得られた。

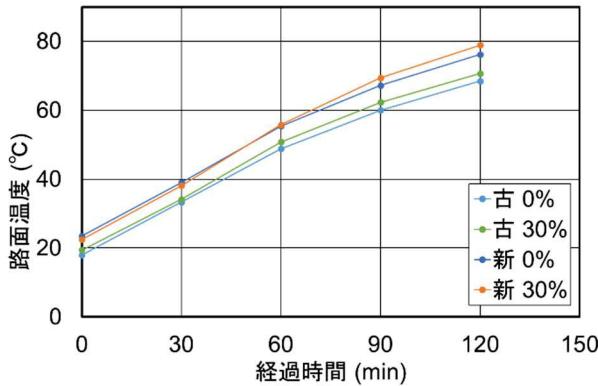


図-2 室内試験における路面温度

### 3. 実証実験サイトにおける実測

#### 3.1 実証実験サイト概要

溶融スラグ混合アスファルトの実証実験<sup>6)</sup>として、2017年1月に明石市二見浄化センター内において、通常の密粒アスファルト、ゴミ溶融スラグを10%, 20% 混合したアスファルトの舗装を実際に施工した。図-3に実証実験現場の平面図を、写真-9には実証実験サイトの状況を示す。舗装面の幅員は5mで進入路から順に、密粒アスファルトを10m, スラグ混合率20%を8m, スラグ混合率10%を8m, 全長26mの舗装を行った。進入路にある排水溝部分が最も傷みやすく、この部分を密粒アスファルトで舗装することにし、スラグ混合アスファルトよりも2m長く舗装し、排水溝から離れた部分をスラグ混合アスファルトとの比較検討箇所としている。

#### 3.2 舗装路面の色彩変化

2017年に敷設した後、定期的に路面明度を測定している。その結果を表-2ならびに図-4に示す。路面明度は色彩色差計（コニカミノルタCR-300）を用いて、各工区について6点を測定し、L\*a\*b\*表色系で明度を表すL\*の平均値を算出して比較している。

明らかに路面明度は徐々に上昇しており、2017年には密粒アスファルトの路面明度が最も低い値であったが、2021年には最も高い値となった。しかしながら、溶融スラグ混合アスファルトの路面明度も上昇しており、溶融スラグ混合率が高いほど路面明度が上昇する傾向が見られた。路面明度の経時変化については今後も継続的に実測を続けていく予定である。

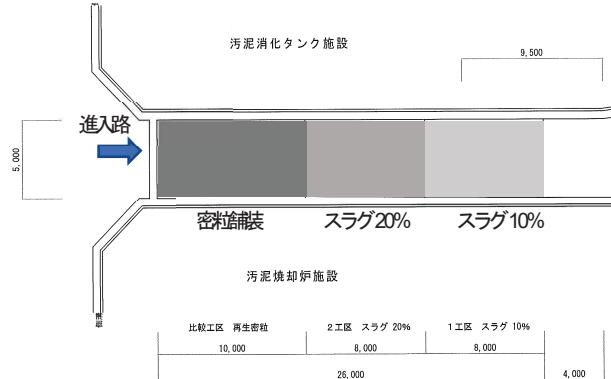


図-3 試験施工サイト平面図



写真-9 試験施工サイト（手前が進入路）

表-2 実証実験サイトの路面明度

スラグ 混合率	測定年				
	2017	2018	2019	2020	2021
0%	25.83	31.77	35.76	36.75	37.96
10%	27.23	31.09	34.33	34.96	35.84
20%	26.33	31.94	35.14	36.17	36.73

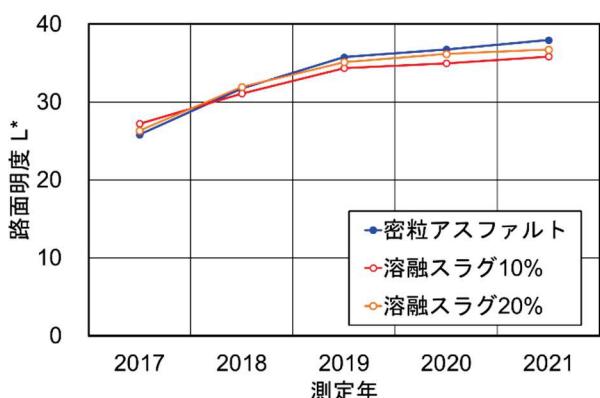


図-4 路面明度の経時変化

#### 3.3 路面温度実測結果

実証実験サイトにおける夏季路面温度の計測を2018年8月25日ならびに2020年9月1日に実施

した。各工区 6ヶ所において路面温度を非接触温度計で測定し、平均した値を路面温度とした。その結果を表-3 に示す。2018 年 8 月 25 日と 2020 年 9 月 1 日の明石市における最高気温はそれぞれ、31.5°C, 34.6°C と条件が異なるため、直接比較はできないが、2018 年では溶融スラグ混合アスファルト（混合率 20%）、2020 年は密粒アスファルトの路面温度が最も高くなつた。この様に、溶融スラグ混合アスファルトと密粒アスファルトの路面温度については明確な差が確認できなかつた。

表-3 実証実験サイトの夏季路面温度

スラグ 混合率	路面温度 (°C)	
	2018 年	2020 年
0%	37.3	55.1
10%	37.4	54.5
20%	38.8	53.9

#### 4. まとめ

本報告では舗装表面を人為的に劣化処理した溶融スラグ混合アスファルトの温度特性を屋外試験および屋内試験から検討するとともに、約 4 年前に実際に舗装した舗装についても夏季温度を測定した。その結果、屋外試験では経年劣化の影響は明確には見られなかつたが、屋内試験では経年劣化を模擬した供試体で温度が低くなる傾向を示した。また、4 年が経過した実際の舗装では密粒アスファルトと溶融スラグ混合アスファルトの差が明確に見られなかつた。

#### 9. 謝辞

本研究は、公益財団法人 昭瀬記念財団ならびに一般財団法人 日工記念事業団の研究助成を受けて実施した研究である。また、溶融スラグ混合アスファルトの実証実験に関しては明石市都市局下水道室の協力を受けている。ここに記して感謝の意を表します。

#### 参考文献

- 1) 鍋島・藤井・木和田：溶融スラグ混合アスファルトの夏季表面温度について、第 14 回北陸道路舗装会議技術論文集、六-②、2018.
- 2) 例えば、吉中、根本、幸田：透水性アスファルト舗装の車道への適用 に関する検討、土木学会舗装工学論文集、Vol.5, pp.47~52, 2000.
- 3) 国土交通省：溶融スラグの有効利用に係るガイドライン、<http://www.thr.mlit.go.jp/bumon/b00097/k00910/kyoutuu/youyuusuragu.pdf>
- 4) 東京都環境局：東京都溶融スラグ資源化指針、2003.
- 5) 鈴木、板坂、槇野：ヒートアイランド対策用路盤材料としての廃ガラス発泡骨材の熱的・力学的特性、地盤工学ジャーナル、Vol.1, No.5, pp.85 ~93, 2006.
- 6) 鍋島、藤井、木和田：ゴミ溶融スラグを混合したアスファルト舗装の実証実験について、第 32 回日本道路会議、No.3107, 2016.

# 路面補修材「UKロードマット」の特性と課題

株式会社 雄交・代表取締役社長 有馬康友

株式会社 雄交・雄交新技術開発研究所所長 中村盛一

株式会社 雄交・顧問、立命館大学名誉教授 仲上健一

道路の補修・整備の社会的要請に対応するため、株式会社雄交は、路面補修材「UKロードマット」を2018年より開発、加工製造、施工、販売してきた。UKロードマットは、従来の貼り付け型マットの課題を克服・解消したものであり、その施工的評価のみならず経済的・環境的評価を体系的に整理する。UKロードマットの評価にあたり、国土交通省の新技術情報入力システム(NETIS)のフレームワークを基本とし、UKロードマットの総合的な評価結果を示した。

## 1. はじめに

強くしなやかな国民生活の実現を図るための防災・減災等に資する国土強靱化基本法(平成25年法律第95号)の見直し後の国土強靱化基本計画(平成30年12月14日閣議決定)第3章、国土強靱化の推進方針において、【交通・物流分野】、【老朽化対策分野】等において、道路の補修・整備の重要性が指摘されている。道路の補修・整備の社会的要請に対応するため、株式会社雄交は、UKロードマットを2018年より開発、加工製造、施工、販売してきた。UKロードマットは、従来の貼り付け型マットの課題を克服・解消したものであり、その施工的評価のみならず経済的・環境的評価を体系的に整理することは、将来における道路工事関係の技術革新における情報提供となるとともに、国土強靱化基本計画の推進に寄与するものと考える。UKロードマットの評価にあたり、国土交通省の新技術情報入力システムのフレームワークを基本とし、総合的な評価体系を目指した。

## 2. UKロードマットの概要

UKロードマットは、改質アスファルトと合成繊維不織布シートを組み合わせた素材の表面に滑り止めの鉱物質粉粒、裏面に自着層の特殊ゴム化アスファルトを施した路面貼り付け型のマット状製品である。UKロードマットは、線路枕木下のぐり石と下層路盤の境界に設置して、線路・枕木・

ぐり石を一体として安定させるとともに土壌からの地下水の浸入を防ぐ目的で使用されている素材を主体とする。(図1参照)

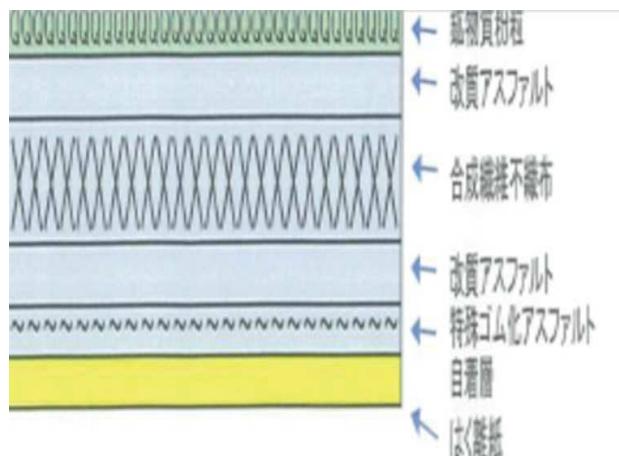


図1 UKロードマットの構造図

UKロードマットは、防水性及び下地追従性に優れ、強靱な耐久性を発揮する特性を有する製品である。

現在、株式会社雄交では、UKロードマットは、3mm厚タイプ(縦450mm×長さ2,000mm×厚3mm)、5mm厚タイプ(縦500mm×横500mm×厚5mm)、10mm厚タイプ(縦500mm×横500mm×厚10mm)の3種類で製造している。

(写真1参照)



写真1 UKロードマットの荷姿

### 3. UKロードマットの特性と適用条件

UKロードマットの成分情報は表1に示すとおりである。

表1 UKロードマットの成分情報

化 学 名	濃 度	化 学 式	官報公示整理番号		CAS 番号
			化審法	安衛法	
アス ファ ルト	40～ 50%	不明	(9)-1720	12-189	8052-42-4
石英	20～ 30%	SiO <sub>2</sub>	(1)-548	公表	148-8-60-7
その 他	30～ 40%	不明			

UKロードマットの暴露防止及び保護措置は表に示すとおりである。

表2 UKロードマットの暴露防止及び保護措置

化学名または 一般名	管理濃度	許容濃度 (産衛学会)	許容濃度 (ACGIH)
ストレートア スファルト	未設定	未設定	TWA : 0.5mg/m <sup>3</sup>
石英	0.025mg/ m <sup>3</sup>	吸入性粉 塵 : 0.03mg/ m <sup>3</sup>	TWA : 0.025mg/ m <sup>3</sup> (R)

UKロードマットの物性は表3に示すとおりである。

表3 UKロードマット主要素材の特性

		UKロードマット5mm・10mm	UKロードマット3mm			
項目		社内規格値	測定値	社内規格値	測定値	試験方法
引張強さ (N/cm)	長手	300以上	380 370	80以上	136 105	JIS A 6013に準拠する (改質アスファルトルーフィング)
	幅					
伸び率 (%)	長手	70以上	119 98	15以上	66 69	
	幅					
引裂強さ (N)	長手	80以上	120 112	20以上	45 40	JIS K5600-6-1
	幅					
耐折曲げ性		-15度で、き裂が 生じないこと	き裂なし	-15度で、き裂が 生じないこと	き裂なし	
耐アルカリ性		飽和水酸化カルシウム 溶液に15日間、浸せき して異常がないこと	異常なし	飽和水酸化カルシウム 溶液に15日間、浸せき して異常がないこと	異常なし	
耐塩水性		3%塩化ナトリウムに 15日間、浸せきして 異常がないこと	異常なし	3%塩化ナトリウムに 15日間、浸せきして 異常がないこと	異常なし	

UKロードマットの適用条件は以下のとおりである。

#### (1) 自然条件

UKロードマットは、濡れた路面には接着しないため、雨天時や降雪時は施工できない。

#### (2) 現場条件

UKロードマット施工時において、路面に土やはこりがある場合、その部分の接着力は低下する。現場施工時においては、作業前に効果を高めるためによく清掃する必要がある。

#### (3) 適用可能な範囲

アスファルト路面、コンクリート路面、鉄製路面。

#### (4) 特に効果の高い適用範囲

亀甲状クラックが発生しているアスファルト路面。

#### (5) 適用できない範囲

濡れたアスファルト路面、コンクリート路面、鉄製路面。

#### (6) 留意事項

##### ① 設計時

- ・ UKロードマットの設置面積の決定においては、クラック発生部分周囲の健全舗装部を含む。
- ・ クラック発生部分が舗装沈下を伴っている場合は、加熱合材や揮発性溶剤を含まない常温合材等で既設の舗装高まで被覆し、平坦性を確保する。

##### ② 施工時

- ・ UKロードマットと下地路面を密着させるた

め、UKロードマットを貼り付けたのち、マット表面を足踏みし、木槌、転圧棒、小型転圧機等で十分に加圧する。

### ③維持管理等

- ・UKロードマットが破損した場合は、新しいUKロードマットで再施工する。

## 4. UKロードマットの特徴

UKロードマットは、防水性及び下地追従性に優れ、強靭な耐久性を発揮する特性を有し、発生した亀甲状クラックおよび路面沈下を伴うクラックの防水・補修に迅速に対応できるとともに、供用中の滑りやすいコンクリート舗装、仮設鉄板路にも安全性の確保ができる製品である。

UKロードマットの技術的特徴は以下の3点である。

### ① 何について何をする技術なのか?

- ・UKロードマットは、発生した亀甲状クラックにシール材を充填し、路面沈下を伴うクラックを常温合材で覆って充分転圧したうえで、クラック発生周囲の健常舗装部を含む範囲で貼り付ける製品である。UKロードマットを貼り付けることにより、水の浸食を防ぎ、クラックの拡大を抑制することができる。
- ・UKロードマットの貼り付けにより、供用中の滑りやすいコンクリート 舗装、鉄板仮設路の滑りを抑制できる。

### ② 従来はどのような技術で対応していたのか?

- ・発生した亀甲状クラックに加熱型シール材または常温型シール材を充填し、クラックへの水の侵入を防ぎ、クラックの拡大進行を抑制していた。
- ・発生した亀甲状クラックが路面沈下を伴う場合、常温合材で沈下部を覆い平坦性を回復させるとともに、クラックへの水の侵入を防ぎ、クラックの拡大進行を抑制していた。
- ・亀甲状クラック部分の周囲を切断して舗装部分を撤去処分し、加熱合材で舗装復旧をしていた。
- ・滑りやすいコンクリート舗装、鉄板上に滑り止め材を塗布し、一定の材料硬化時間を経過して教養していた。

### ③ 公共工事のどこに適応できるのか?

- ・亀甲状クラックが発生しているアスファルト舗装道路。

- ・供用中の滑りやすいコンクリート舗装、仮設鉄板路。

## 5. UKロードマットの舗装劣化抑制の検証

国道等の重交通箇所では耐久性が低く短期間で路面に穴が空く課題があり、ポットホールを安価で耐久性のある補強方法・材料の検証が必要である。国土交通省宇都宮国道事務所国分寺出張所管轄の新4号国道における舗装劣化部の補修において、上記課題の検証が行われたので紹介する<sup>1)</sup>。

平成30年8月より2種類の貼付型ひび割れ補修材（PMRシート（鹿島道路（株））、UKロードマット（株）雄交）を使用した箇所と通常の常温合材のみで対応した箇所の計3箇所で、劣化速度の検証が行われ、写真2に示す下記の結果が紹介されている<sup>1)</sup>。



写真-2 劣化速度の検証結果

（出典：文献の p3 より）

新4号国道における舗装劣化部における検証結果は「PMRシートでは約6ヶ月で小規模の劣化が見られたが、UKロードマットは、路面への形に追随したのみで、マットへの劣化は無かつた。貼付型ひび割れ補修材」を使用せずにポットホー

ル補修を行った箇所は、亀裂が入っている状況である。」<sup>1)</sup>と報告されている。検証の結果、「交通量や積荷重が多い箇所やポットホールが多く発生しやすい箇所はUKロードマットシートで対応を行うなど」<sup>1)</sup>が提言されている。

UKロードマットの1年後施工経過の状態を評価するにあたって、国土交通省 道路局国道・防災課、「舗装点検要領」(平成29年3月)<sup>2)</sup>によれば、「アスファルト舗装の点検において、管理基準に照らし、点検で得られた情報(ひび割れ率、わだち掘れ量、IRI)により、以下の区分で診断を行う。」とされており、表-4に示す診断の目安がある。

表-4 診断の目安

区分	ひび割れ率	わだち掘れ量	IRI
I 健全	20%未満程度	20mm未溝程度	3mm/m未溝程度
II 表層機能保持段階	20%以上程度	20mm以上程度	3mm/m以上程度
III 修繕段階	40%以上程度	40mm以上程度	8mm/m以上程度

舗装箇所の損傷のレベルを診断する基準として、施工後の経過年数がある。この経過年数においては、明確な基準が存在せず、概ね施工後1年の状態が対象となる。前出のUKロードマットの現状についての国土交通省宇都宮国道事務所国分寺出張所高田翔氏の見解として、「2018年7月くらいから使用しているが、破れているところはない。強度がありすぎて、周りの舗装が破れている。新4号国道は、大型混入率が多く、日4~7万台と交通量も多い地区であり、はく離状況については気にしていない。施工が、シールで簡易であり高く評価している。」とあるように、工事箇所の環境条件によって大きく異なることは担当者においても理解されている状況である。

## 6. UKロードマットの接着試験

UKロードマットの現場における観察的耐久性評価とともに、道路交通上の安全性を担保するために、接着試験が必要となる。

UKロードマットの製品開発においては、表-5 UKロードマットの引張り試験結果に示すように、基準値を達成しているものの、路面補修材として、道路でUKロードマットを使用した場合

様々な課題が出ることが予想される。そこで、他の路面補修材との比較検証を行うことで、UKロードマットの接着強度を確認することとした。

UKロードマットの実験室における建研式引張り試験結果は表-5に示すとおりである。

表5 UKロードマットの引張り試験結果

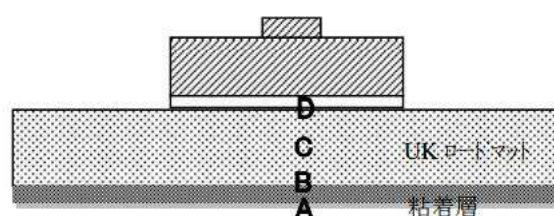
試験部位	引張り強度	破壊状況	試験方法
UKロードマット表面	29.9N/cm <sup>2</sup> 3.05kg/cm <sup>2</sup> )	UKロードマット 下面の破壊	建研式引張り試験
UKロードマット(50cm×50cm)を剥がすためには 約7,600kgの力が必要となる。			

2020年4月6日(月)10:30~18:15、試験場所大阪府豊能郡豊能町木代524番地株式会社雄交において、事前にアスファルト舗装面に下地調整材としてA:樹脂系材料、B:AS乳剤系+セメント系材料、C:ポリマー系セメント系材料、D:アスコン無処理に塗布し接着試験の下地とした。

下地面にUKロードマット(KK-190032-A)及びストロングマット(KK-070038-A)を張付け、接着強度試験の接着下地/材料の各接着強度試験を行った。

UKロードマットおよびストロングマットについては、NETISの審査において自社基準値を超えるものであり、採用審査においては承認されている。

試験体の構造は図-2に示すとおりである。



破断状況

- A : 下地破壊・粘着層界面剥離
- B : 粘着層・UKロードマット界面剥離
- C : UKマット凝集破壊
- D : エポシキ系接着剤界面剥離

図-2 試験体の構造

試験結果は、表-6に示すとおりである。

表-6 接着強度試験結果(測定方法:(建研式):乾燥

接着下地/材料タイプ	接着強度(N/mm <sup>2</sup> )/ 破断状況
①直貼り(UKロードマット)	0.53
②直貼り(SB40B)	0.32
③AS 乳剤系+セメント系 (UKロードマット)	0.37
④ポリマーセメント系 (UKロードマット)	0.36
⑤樹脂系(UKロードマット)	0.33
⑥直貼り(ストロングマット)	0.28
⑦AS 乳剤系+セメント系 (ストロングマット)	0.36
⑧ポリマーセメント系 (ストロングマット)	0.96
⑨樹脂系(ストロングマット)	0.33

試験結果の概要は次のとおりである。

## ① 接着下地比較

### (1) UKロードマット

直貼り・乾燥 0.53 N/mm<sup>2</sup>で最も強い

他の接着下地材料タイプでは 0.32 N/mm<sup>2</sup>～0.37 N/mm<sup>2</sup>であり低い値を示した。

### (2) ストロングマット

ポリマーセメント系 0.96 N/mm<sup>2</sup>で最も強い

他の接着下地材料タイプでは 0.36 N/mm<sup>2</sup>～0.33 N/mm<sup>2</sup>であり低い値を示した。

直貼り・乾燥では、0.28 N/mm<sup>2</sup>でUKロードマットより低い値を示した。

## ② 乾燥及び水浸比較検証

UKロードマットの雨天時の接着強度を2021年3月8日に補足測定し、路面乾燥時との比較を行った。試験結果は、表-7に示すとおりである。

4種の材料タイプにおいても、接着強度は増加している。

引張強度試験結果による評価は下記のとおりである。

① UKロードマットとストロングマットにおいて、通常の直貼り・乾燥状態では、UKロードマットの方が強い。

②下地がポリマーセメント系の場合は、ストロングマットの強度が大きくなつたが、水浸時の値から判断すると、0.36 N/mm<sup>2</sup>となる。

表-7 接着強度試験結果  
(測定方法:(建研式):水深)

接着下地／材料タイプ	強度 (N/mm <sup>2</sup> )
① 直貼り(UKロードマット)	0.59
② AS 乳剤系+セメント系 (UKロードマット)	0.40
③ ポリマーセメント系 (UKロードマット)	0.40
④ 樹脂系(UKロードマット)	0.40

③UKロードマットおよびストロングマットとも下地が水浸の場合の方が乾燥の時よりも強い。

④UKロードマットは、下地が乾燥時および水浸時においても引張り強度が保たれると判断される。

AS 乳剤系+セメント系材は通常、施工後、降雨により吸水しその上を車が何度も通過することにより徐々に接着性が失われて剥離する可能性が考えられる。試験結果からは、UKロードマットの引張強度において問題はないが、施工上の留意点をカタログ、使用説明書などに列記して、注意喚起していくことが必要と思われる。

本試験結果の評価に基づいてUKロードマットを路面補修材として施工工事において採用する場合の、A 適用範囲を検討し、以下に示すように反映した。

## A:適用範囲

- 濡れた路面には貼り付かないため、雨天で施工できない。
- 常に湧水している路面、沈下や地形が原因で雨天後に長時間冠水する路面では、生存期間が短くなる。
- 貼り付け後のマット上に繰り返し強い荷重が

かかる高速道路カーブ、ブレーキを踏む信号手前、駐車場・バス停の切り返し箇所等では、生存期間が短くなる。

4. 駐車場等車両が同じ位置に止められて、長時間静荷重がかかる箇所等は積載跡が残る。

## 7. UKロードマットの総合評価

UKロードマットの総合評価の結果を表-8に示す。評価要素は、国土交通省の新技術情報入力システムに準拠して経済性、工程・工期、施工性、品質・出来型、安全性、環境性とした。

表-8 UKロードマットの総合評価

評価要素	評価内容
経済性 (評価 B)	温合材による被覆補修費用に以下の費用が加わる。販売単位 箱 50 cm×50 cm/枚を 4 枚/箱で梱包 (1 m <sup>2</sup> ) 標準販売価格 12,000 円/箱 (送料、消費税別) m <sup>2</sup> 当たり単価 12,000 円
工程・工期 (評価 B)	発生したクラックへの注入や沈下部の常温合材による被覆を施した後、マット裏面のはく離紙をはがして路面に貼り付け、転圧道具や作業車のタイヤで加圧して密着させ、即時交通開放する。
施工性 (評価 B)	従来技術の施工手間に保護マットの貼り付けが加わる。耐久力が高く、年 1 回程度の補修で済む。
品質・出来型 (評価 A)	常温合材だけの補修に比べ、防水用に開発した改質アスファルトシートと合成繊維不織布シートを組み合わせた保護マットの効果で、クラックへの水の浸入を抑制し、耐久力が格段に向上する。
安全性 (評価 B)	常温合材だけの補修で多くみられる骨材飛散が減少し、安全性が向上する。
環境 (評価 B)	同一箇所の繰り返し補修を減らすことで、工事騒音や交通規制の減少。

UKロードマットの総合評価を行うにあたって、他の路面補修材(舗装面クラック補修専用の加熱型シール材充填、ストロングマット、マットペーブ、貼付式路面補修シート)との総合比較を行い、主観的相対評価を行った。より厳密な総合評価を行う場合は、客観的評価に基づいた評価法の確立が必要である。

## 参考文献

- 1) 高田 翔、「新 4 号国道舗装劣化部の補修について」、国土交通省 関東地方整備局、令和元年度スキルアップセミナー関東、令和元年 6 月 18 日～19 日
- 2) 国土交通省 道路局 国道・防災課、「舗装点検要領」、平成 29 年 3 月

## 8. 謝辞

本論文作成にあたり、国土交通省宇都宮国道事務所国分寺出張所管理第二係長高田翔氏にヒアリングの機会を頂いた。本試験は、宇部興産建材株式会社営業本部大阪支店西田信弘氏の指導によるものであり、本報告書は、その結果をまとめたものである。UKロードマットの製造・販売において、宇部興産建材株式会社営業本部大阪支店西田信弘氏、光工業株式会社環境部須磨真也氏にご協力を頂いた。ここに謝意を表するものである。

本論文についての問い合わせは下記へお願いします。

株式会社 雄交 (<https://yku.co.jp/>)

代表取締役社長 有馬康友

arima@yku.co.jp

# VR・AR 制作技術を応用した路面測量調査の提案

## ～LiDAR スキャナ搭載 iPad Pro の活用～

株エムアールサポート 取締役 森 誉光

VR(Virtual Reality)・AR(Augmented Reality)コンテンツの需要が急拡大する背景の中、LiDAR (Light Detection and Ranging) スキャナが搭載された iPad Pro が Apple 社から発売された。この LiDAR スキャナは、周囲の物体の色と形を短時間に 3 次元 (3D : 3 Dimension、以下、3D) データ化するもので、これを利用すれば高額な機器を用いずに、誰もがスナップ写真を撮る感覚で 3D 計測を行う事ができる。そこで本研究は、この iPad Pro で取得した 3D データを、路面測量調査に応用する方法を考案し、そのデータの精度検証も行った。

### 1. はじめに

令和 3 年現在、土木工事において 3D データが本格的に活用され出しているが、一般向けにも土木工事と同様に 3D データを利用した様々なサービスが急速に普及している。

例えば、Amazon が提供する<sup>1)</sup> AR ビューは、スマートフォンの画面上に購入前の商品を原寸大の 3D データで投影し、まるでそれが自分の部屋に存在するかのように試し置きができるサービスである。商品の映像はリアルタイムに取得した部屋の映像に重ねて表示されるので、サイズ感やほかの家具とのバランスをあらかじめ確認しながら検討できる為、商品選びの間違いが無くなるという利点が注目されている。その他に<sup>2)</sup> Sketchfab という WEB サイトでは、カテゴリ毎に整理された 3D データを WEB ブラウザ上で自由に閲覧できるサービスが運営されている。このサービスは、同サイトに会員登録をすれば誰でも投稿出来る仕組みになっており、この Sketchfab を介せば、従来の様に 3D データに特殊な専用ビューアを添付せずとも、スマートフォンで同じ 3D データを閲覧しながら、遠隔で協議を行う事も可能である。

このように 3D 計測の技術は、既に一般にも広く浸透して様々なシーンで活用されており、こうした背景から、「スナップ写真を撮影する感覚で 3D データを作成できる」 LiDAR スキャナ搭載型の iPad Pro が Apple 社より発売された。これは現在、

土木の現場で利用されている機器よりも安価・軽量であり、簡便な操作で LiDAR スキャナによる 3D データ作成ができる事が特徴である（表-1、図-1）。このような安価な機材による 3D データ活用の技術が広く普及すれば、<sup>3)</sup> i-Construction の

表-1 計測機器の比較

	iPad Pro	BLK360	RTC360	Scan Station P40
価格	約 10 万円	約 300 万円	約 1100 万円	約 1450 万円
重量	0.5 kg	1 kg	5kg	12kg

\*価格は令和 3 年 3 月現在（協力・株神戸精光）



図-1 テスト計測で得た 3D データ (iPad Pro)

推進や、<sup>4)</sup> Society 5.0 及び、<sup>5)</sup> DX (Digital Transformation) の実現に有効である。そこで本研究は、土木・舗装の現場における iPad pro 利用の可能性を探った。

## 2. iPad Pro の適用工種

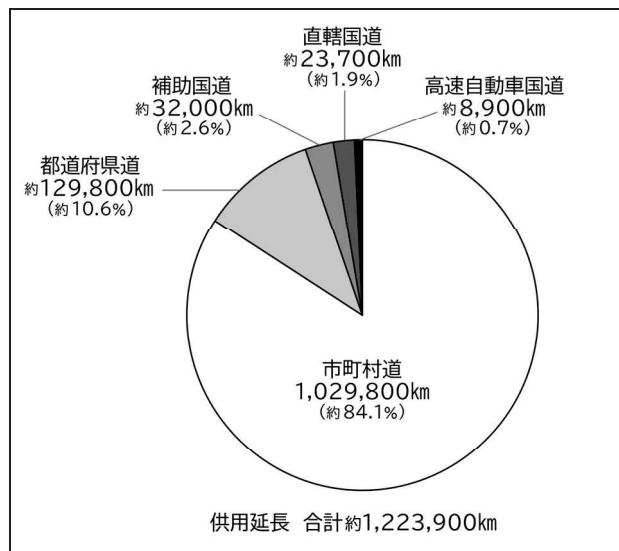
前葉、図-1 で示した 3D データは生活道路（写真-1）を計測したデータである。これは iPad Pro の機能をテストしたもので、テスト開始から数分で 3D データの計測～データ化を完了し端末上に表示する事ができた。計測中は、車両及び歩行者が計測地点を横切ったが、iPad Pro は軽量な端末であるので、そのような場合は一旦車両や歩行者を映さないように iPad Pro の向きを変えてかわすだけでクリアな路面情報が得られる事も分かった。これは iPad Pro ならではの操作性であり、「生活道路の計測」に極めて有効な性能であると言える。



写真-1 テスト計測を実施した生活道路

現在、道路舗装現場における ICT 活用の取組みは生活道路で殆ど実施されていない。令和 3 年度からは国道工事の他、都道府県道の舗装修繕工事において、ICT 活用の項目が仕様書に記され出しているが<sup>6)</sup>、それは未だ本格的な ICT 活用のスタートになっていないと言える。何故なら、<sup>7)</sup> 図-2 で示す通り、我が国の道路の殆どは生活道路（市町村道）だからである。従来からの慣例として、国交省の発注工事で施行された取組みは、徐々に都道府県、市町村へとトップダウン型で普及しているが、その普及スピードは極めて遅く、国交省発注工事で導入された当初では画期的であった新技術も、市町村で導入される頃には時代遅れになってしまっているという技術も少なくない。

国交省は、<sup>8)</sup> 「2040 年、道路の景色が変わる」をスローガンに道路インフラの改革を進めている



7) 図-2 道路の種類及び総延長とその割合

が、そこに示される改革プランの多くは、生活道路・コミュニティ道路、歩道といった国民生活に密接した「身近な道路」の改革である。つまり、2040 年に向けた道路改革の主体は生活道路であると国は発信しており、それに貢献するには生活道路主体の技術提案が重要であると本研究は捉えた。これを理由に本研究の取組みでは、安価で取り回しが良い iPad Pro による計測の適用工種を、生活道路計測と設定した。

## 3. 地上型レーザースキャナとの比較

ライカ社製 Scan Station P40(以下、P40)（写真-2）は、舗装計測に適する地上型レーザースキャナ (TLS : Terrsetrial Laser Scanner、以下 TLS) である。この P40 は計測精度が良い上、一般的な TLS では計測が難しい、濡れた路面等も計測でき



写真-2 Scan Station P40

る性能を有する。しかし、その重量は12kgと重く（表-1）、機動性に欠けるという短所がある。その一方、<sup>9)</sup>同社製のRTC360やBLK360は、P40の欠点である機動性を満足する、小型のTLSであるがP40よりも測距レーザーの有効距離と計測精度の点で劣るので、高精度な情報が必要な舗装修繕工の計測には大型のP40が利用される事が多い。



写真-3 iPad Proによるテスト計測

写真-3に示すのは、iPad Proの計測状況である。これは、本書冒頭で紹介した3Dデータ（図-1）の計測状況であるが、道路中央に計測者が立ち入る事なく、路肩からの計測で完結している事が確認できる。

又、別日には同様の方法で雨天計測も行ったが、そこでは深さ10～20mmの水溜まり底の路面も計測できた。これはP40でも計測が難しい水溜まりであるのだが（他のTLSでは全く計測出来ない）、それを難なく計測する事ができたiPad Proの計測性能は特筆すべき優位性である。

### 3. iPad Proによる路面計測の実施例

以上の事柄を踏まえ本研究は、生活道路の舗装修繕工事（水道工事に伴う路面舗装工事）の実務に倣い、iPad proによる計測と情報解析（面積算出）を実施した。本実施例に用いた機器及び使用ソフトウェアの情報は、表-2に示す通りである。

表-2 使用機器・ソフトウェア一覧

名称	用途	メーカー
iPad Pro	3D計測	Apple
3dScannerApp	3D計測	Laan Labs
Land Forms	点群解析	アイ・エス・ピー
建設CAD	面積計算	福井コンピュータ

### 3.1 現況計測

まず計測の準備として、iPad Proに「3d Scanner App」というソフトウェアをインストールしておく必要がある。これはiPad Proで3D計測をする為のソフトウェアで、App Storeからダウンロードすれば誰でも無料で利用できる。

3d Scanner Appの操作画面はシンプルで、適宜計測の設定を行ってから、画面上の赤いボタンをタップすれば、動画を撮影する様な操作感覚で3Dデータを計測できるようになる（写真-4）。本実施例では、路肩から生活道路（幅員約3.2m、延長約82m）（写真-5）の計測を行なった。



写真-4 実施状況



写真-5 計測の対象（生活道路）

この道路は住宅地から近くの駅（JR線）に向かう交通量がやや多い生活道路であり、計測時の2～3分程度の間にも車両5台と歩行者3名が計測者を遮るように通過した。その際には先述の通り、一旦車両や歩行者が映り込まないようにiPad Proの向きをサッと変えてかわして、クリアな路面データを取得した（図-3）。

このクリアな路面データからはマンホールや、水道管を埋設した箇所の補修の痕跡（以下、実掘部）が確認できる。こういった路面の情報は、水

道工事に伴う路面舗装工事において、予算計上の為に、「実掘部」や、「実掘部が影響する事により補修が必要になる箇所」(以下、影響部)といった要素の全てを計測してその面積を算出するのだが、その作業は通常、巻尺を使用して行われるので最低でも2名の作業者が必要になる。しかし本実施例では、その現地作業を1台のiPad Proを使用して2~3分程度で完了する事ができた。

以上の結果から本研究は、現況計測において「短時間」に「1人の作業員」で、「路肩から計測」できるというiPad Proの技術優位性を確認した。

この優位性は、人手不足かつ時間不足である道路計測現場の課題を解消する手立てになる。又、一度現地の情報を3Dデータにしておけば、後は巻尺を使用せず、事務所内での作業のみで完結する

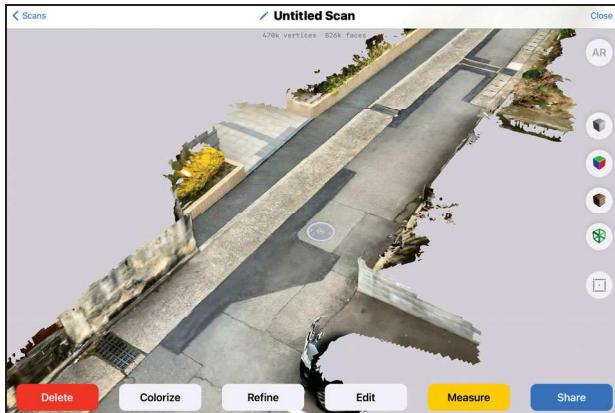


図-3 計測結果（部分拡大、実掘部）

為、巻尺計測による事故を防止する事ができる。

巻尺計測による事故は、道路供用部の計測においてメジャーな事故である。巻尺の車両への巻き込み事故は、作業者及び通行する一般市民の身体の切断という深刻な結果を招きかねない。本技術の一般化は巻尺による事故の根絶に繋がる。

### 3.2 計測情報の出力

iPad Proでの現況計測が完了したら、その3D情報を解析ソフトウェアに入力できる形式で出力する(図-4)。情報出力は画面上の「Share」ボタンをタップする事で行えるので、手持ちの解析ソフトが対応するデータ様式をここで選択する。本実施例では3Dデータの解析にLand Formsを用いるので(図-5)、それに対応する点群形式(PointCloud, PTS形式)で出力した。

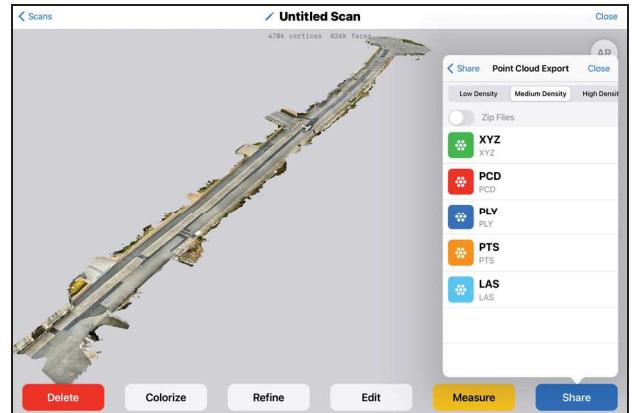


図-4 データの出力



図-5 Land Formsで表示した3Dデータ

### 3.3 点群解析ソフトウェアへの読み込み

iPad Pro から出力した計測情報は、一般的な点群解析ソフトウェアで読み込む事が出来る。本実施例の方法で出力したテキストデータの配列は、スペース区切りで、「X 座標」、「Z 座標」、「Y 座標」、「Red(256)」、「Green(256)」、「blue(256)」の順序で並んでるので、この情報を参考に読み込み設定を調整する。計測情報を読み込めば iPad Pro で計測した情報を別の点群解析ソフトウェア（本実施例では Land Forms を使用）で表示できる。

### 3.4 点群解析ソフトウェアと CAD の併用

本実施例では、Land Forms に読み込んだ計測情報から各構成要素の面積を算出した（表-3）。この結果から iPad Pro による路面計測で得た 3D データも、TLS で得た点群情報の解析と同じ方法で、路面の各要素の面積を算出できる事が分かった。

表-3 面積調査結果一覧

細別	面積 (m <sup>2</sup> )
実掘部	49.6
影響部	130.4
控除面積（マンホール）	2.0
白線面積	1.2

## 4. 精度検証

iPad Pro による路面計測の実施要領とその有用性は先述の通りであり、そこで得られる測量情報について、本研究では以下に挙げる 2 種の方法で精度検証を行った。

- (1) Land Forms に搭載されている、任意の 2 点間距離を計測する機能を使用して、予め長さが分かっている物体を複数回計測し、その計測誤差の平均を算出して測量精度を検証する
- (2) 検証用の領域を、トータルステーション（以下、TS）による計測、オルソ CAD による計測、iPad Pro による計測のそれぞれの手法で同一領域を計測し、TS による計測を正解値として、正解値との差から各計測方法の測量精度を検証する

### 4.1 iPad Pro から出力した点群の精度検証

本研究は iPad Pro で計測した点群の精度検証として、Land Forms に搭載されている 2 点間距離

の計測機能を使用し、予め長さが分かっている物体を 3D データ上で複数回計測し、真値との差の平均を求めた。結果は表-4 の通りであった。

表-4 2 点間計測試験結果

回数	1回目	2回目	3回目	4回目	5回目
差	2	4	5	4	4
差の平均	3.8				

（単位は mm）

表-5 繊維巻尺許容差一覧表

巻尺の長さ	許容差
0~10m	±4.6mm
0~20m	±8.6mm
0~30m	±12.6mm
0~50m	±20.6mm
0~100m	±40.6mm

（参考・日本産業規格 JIS B 7522 / <sup>10)</sup>MISUMI-VONA）

表-5 は、道路の計測において一般的に使用される繊維巻尺の規格値である。道路計測には 20m 毎の No. 測点管理が絡む事から、20m 巻き以上（多くは 50m 巻き程度）の繊維巻尺が使用される。

そこで本研究では 20m の繊維巻尺の JIS 規格値（±8.6m）を用いて 2 点間計測試験結果を検証し、その結果から iPad Pro による計測は、現行の手法である繊維巻尺の許容差の規格値内（巻尺と同等の性能）に収まっている事を確認した。

### 4.2 TS による計測結果との比較検証

本研究は TS とその他の手法による面積計測結果を比較し、iPad Pro の計測性能を検証した。それぞれの手法による面積算出結果を表-6 に示す。

表-6 算出面積の比較 (m<sup>2</sup>)

領域名	TS 計測	オルソ CAD	iPad Pro
領域 A	32.9	32.9	32.8
領域 B	2.9	2.9	2.9
領域 C	10.1	10.1	10.2
領域 D	0.2	0.2	0.2
領域 E	2.2	2.2	2.2
領域 F	4.4	4.4	4.4

この検証には、測量機器検定基準 2 級 A の TS を使用した。又、オルソ CAD（オルソ画像をワールド座標で関連付けて貼り付けた CAD 平面図）（図-6）に使用したオルソ画像は、標定点誤差 2mm・検証点誤差 3mm のものを使用した。つまり、この検証には TS もオルソ CAD も通常の測量業務に使用できる性能を有する製品を使用しており、それらと同等の性能を発揮した iPad Pro による計測は、実務にも使用できる性能があると言える。



図-6 オルソ CAD

## 5. 情報の不整合への対策

本研究は上記計測の他にも計測を実施し、計測の不具合を発見したので、以下の通り報告する。

- (1) 道路を環状に計測すると、計測起終点の形状が整合しない（図-7）（以下、不整合箇所）
- (2) 広い道路の路肩からの計測では道路中央が情報の不整合箇所になる。



図-7 不整合箇所 (環状計測)

この様な不整合の発生は、iPad Pro のスキャンに整合する箇所を作らない様に計測すれば解消できる。つまり小さな計測データを標定点等により繋ぎ合わせれば正確な大きさで広大な道路も測定可能となる。その他、市街地計測の場合、状況によっては iPad Pro による計測や、オルソ画像を制作する為に必要な UAV(unmanned aerial vehicle) による計測も難しい場合があるが、その場合は他の機器による計測も検討しても良い。例えば OSMO POCKET (写真-6) のような小型カメラによる撮影でも、手間はかかるが高度なオルソ画像を作成できるので、安全性の面で有効な場面もある。

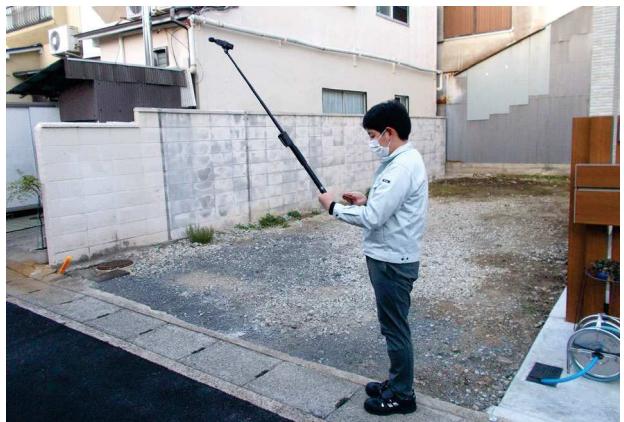


写真-6 OSMO POCKET (DJI 社製) の使用

この様に新技術を持って生活道路の計測に臨む場合は、まず安全性を念頭に置いて、複数機器の使用も視野に入れ作業を検討し実施すべきである。

## 6. 成果と今後の取り組みについて

本研究では iPad Pro の性能は路面調査に有効であり、その計測精度は従来通りの巻尺や TS と同等

の性能を有し、従来の計測方法と置き換える事が可能である事を確認できた。又、その計測結果は視認性に優れる誰もが扱いやすいデータであるので、情報解析の為に働く人を増やせるという効果まである。これは公共工事の実務における、健常者と同等の作業を、障がい者にまで分担できるという画期的な取組みに繋がっており、本研究の令和2年度の取組みでは約200名の障がい者の新規就労の場を創出する事となった<sup>11)</sup>（写真-7）。

道路舗装修繕分野のICT活用が発信する、この地域社会貢献性が高い成果は、国が主催するジャパンSDGsアワードにおいても評価されるものとなっている<sup>12)</sup>（写真-8）。

今後も本研究は新技术導入のみを目標とするのではなく、道路に関わるすべての立場の人に対するユーザビリティ向上と、そのすそ野を広げる波及効果を念頭に置いて技術開発に努めていきたい。



写真-7 道路事業における障がい者の活躍  
(写真提供・ユニオンソーシャルシステム(株))



写真-8 第4回ジャパンSDGsアワード表彰式  
(写真提供・内閣広報室)

## 9. 謝辞

本書の執筆にあたり、多くの方々にご支援いただきました。心から感謝いたします。

## 参考文献

- 1) Day One Blog スタッフ, "Amazon Blog Day 0-ne", Amazon, [https://blog.aboutamazon.jp/service\\_ar\\_view](https://blog.aboutamazon.jp/service_ar_view), (参照 2021-03-26)
- 2) Sketchfab, "ABOUT SKETCHFAB", Sketchfab, <https://sketchfab.com/about>, (参照 2021-03-26)
- 3) 国土交通省, "i-Construction", 国土交通省ホームページ, <https://www.mlit.go.jp/tec/i-construction/index.html> (参照 2021-03-26)
- 4) 内閣府, "Society 5.0-科学技術政策", 内閣府ホームページ, [https://www8.cao.go.jp/cstp/society5\\_0/index.html](https://www8.cao.go.jp/cstp/society5_0/index.html) (参照 2021-03-26)
- 5) 経済産業省, "経済産業省のデジタル・トランスフォーメーション(DX)", 経済産業省ホームページ, [https://www.meti.go.jp/policy/digital\\_transformation/](https://www.meti.go.jp/policy/digital_transformation/) (参照 2021-03-26)
- 6) (一財)日本建設情報総合センター, "入札情報サービス", 入札情報サービスホームページ, <https://www.i-ppi.jp/Search/Web/Index.htm> (参照 2021-03-26)
- 7) 国土交通省, "II. 道路の種類", 国土交通省ホームページ, <https://www.mlit.go.jp/road/sisaku/dorogyousei/2.pdf> (参照 2021-03-26)
- 8) 国土交通省, "2040年、道路の景色が変わる", 国土交通省ホームページ, <https://www.mlit.go.jp/road/vision/index.html> (参照 2021-03-26)
- 9) ライカジオシステムズ(株), "スキャナー", ライカジオシステムズホームページ, <https://www.mlit.go.jp/road/vision/index.html> (参照 2021-03-26)
- 10) (株)ミスミ, "JIS規格", MiSUMI-VONA, <https://jp.misumi-ec.com/tech-info/> (参照 2021-03-26)
- 11) 斎藤敏広, "公共事業に障害者の方", 山形新聞, 2021-02-27, 朝刊, p. 11.
- 12) 外務省, "ジャパンSDGsアワード", 外務省ホームページ, <https://www.mofa.go.jp/mofaj/gaiko/oda/sdgs/award/index.html> (参照 2021-03-26)

# 阪神高速リニューアル工事の実施報告

## ～1号環状線リニューアル工事 2020 南行～

阪神高速道路株式会社 管理本部 大阪保全部 保全管理課長 大池 岳人  
 同 課長代理 児玉 崇  
 同 課長代理 渡辺 真介

阪神高速では、安全・安心・快適を未来につなげるため、構造物の長寿命化に向けた「高速道路リニューアルプロジェクト」に取り組んでおり、その一環として、1号環状線を対象にしたリニューアル工事を2020年と2021年の2カ年で実施いたします。本稿では、1号環状線・南行区間を対象に、2020年11月に約17日間の終日通行止めにより実施した「1号環状線リニューアル工事 2020 南行」について紹介いたします。

### 1. はじめに

阪神高速道路は1964年の開業以来、半世紀にわたり関西の暮らしと経済を支える大動脈として皆さんとともに歩んできました。1号環状線の起点として土佐堀～湊町間のわずか2.3kmから供用を開始した営業距離は、大阪から神戸を繋ぐ都市高速道路として、2021年4月現在258.1kmのネットワークに成長しました。

阪神高速道路株式会社では「先進の道路サービスへ」を企業理念に掲げ、お客さまが常に最適な状態で高速道路をご利用いただけるよう24時間365日メンテナンスに努めていますが、道路構造物の老朽化という深刻な課題に直面する中で、100年先も安全・安心・快適に高速道路をご利用いただくため、抜本的な対策を必要としています。

そして、この課題を解決するために2015年より「高速道路リニューアルプロジェクト」を立ち上げ、これまでに培った知見や最新の技術を駆使して大規模な工事に取り組んでいます。

### 2. 阪神高速道路ネットワークの現状

阪神高速道路は、高度経済成長期の開業以来、関西都市圏を繋ぐ都市高速道路として延伸を続け、今後も大阪湾岸道路西伸部や淀川左岸線延伸部など新規路線の建設事業を推進していきます。一方、管理する道路は、ネットワークの拡充により広範

囲へのアクセスによる利便性の向上を図ることができた半面、開業から57年が経過し、総延長258.1kmのうち約3割にあたる74.1kmの路線が供用から50年を超えていました。(図-1)

また、現在の1日の交通量は約70万台以上で、大型車の利用は一般道路に比べて約6倍というデータもあり、膨大な交通量に加え車両の大型化などが構造物に大きな負荷を与える過酷な状況下において、高速道路を将来にわたって安全・安心・快適にご利用いただくためには、大規模な老朽化対策の実施が必要となっています。



図-1 阪神高速道路の経年区分

### 3. リニューアル工事の経緯

阪神高速では、1973年に初めて終日通行止めによる大規模な補修工事を実施して以来、ほぼ毎年、特定の路線もしくは区間を対象にして、10日間程度の終日通行止めや車線規制による大規模補修工事を実施してきました。これまで、若返り工事やフレッシュアップ工事と呼称を変更してきましたが、高速道路リニューアルプロジェクトの立ち上げを機に、2017年以降は「リニューアル工事」として、補修だけにとどまらず、修繕や更新といった内容も含んだ大規模修繕工事を実施しております。(表-1)

表-1 リニューアル工事の実績

年度	工事期間	路線/工事箇所	規制方法
2017	10/1-11/1(31日間)	5号湾岸線/尼崎末広～北港JCT	終日車線規制
2018	7/10-11/12(約4カ月間)	15号堺線/玉出入口	終日通行止め
2018	11/2-11/12(10日間)	15号堺線・17号西大阪線/全線	終日通行止め
2019	5/24-6/3(10日間)	3号神戸線/湊川～京橋	終日通行止め
2019	11/6-11/30(24日間)	4号湾岸線/南港北～大浜	終日車線規制及び通行止め

### 4. 1号環状線の現状

1号環状線は大阪市内中心部に位置し、環状線から放射状に延びた各路線を連結する役割を担う延長10.3kmの路線であり、1日のご利用台数は約25万台(2019年度平日平均)にも上る大阪都市圏の道路ネットワークの最重要路線です。

約20年前に終日通行止めによる大規模補修工事を実施しましたが、交通量が多く1方向4車線を標準とする環状線においては車線規制による工事の実施は容易ではないため、現在では経年劣化による舗装や伸縮継手などの損傷が顕在化し、走行の快適性を低下させる一因となっています。また、供用から55年以上が経過するなかで、車両の大型化や大型車による繰り返しの走行負荷の蓄積によりコンクリート床版などでは損傷が進展しつつあり、構造物の長寿命化を目的とした抜本的な対策を早急に実施する必要がありました。

#### 5.1号環状線リニューアル工事の実施方針

1号環状線は抜本的な対策としてリニューアル工事の実施が必要とされる一方、実施にあたっては交通影響の最小化が課題でした。そんな中、2020年1月には環状線南行交通量の減少に寄与する西船場JC信濃橋渡り線が供用し、2020年3月には6

号大和川線・鉄砲～三宅西の供用により、都心通過交通を減らし、広域う回を可能とする大和川線が全線開通したことで、環状線を終日通行止めにしても交通影響を低減できるネットワーク状況が整ったことから、約20年ぶりとなる環状線リニューアル工事を実施することとしました。(図-2)

11号池田線や12号守口線などの各路線とJCT部にて連結する環状線において、全区間を一気に通行止めする場合、阪神高速各路線に限らず、他の高速道路や一般道路への転換等により広域的に交通影響を及ぼすことになります。一方で、JCT間単位で細かく分割する場合、他路線への影響は限定的になるものの、施工するうえでの効率が悪く工事の長期化により総じて交通影響が大きくなることが想定されます。

そのため、様々な分割パターンにより交通影響や経済損失を考慮した結果、最も優位となる2分割により2020年は南行、2021年は北行で実施することとしました。過去2回実施した環状線での終日通行止めによる大規模補修工事でも同様の南北2分割パターンにより実施しています。(図-3)



図-2 ネットワーク整備状況



図-3 環状線リニューアル工事区間

## 6. 床版更新工事の実施方針

1号環状線に近い12号守口線の一部区間のRC床版では、過年度の調査結果より、RC床版の内部にまで至る劣化を確認しており、一部分が致命的な状態であることが判明していました。また、他の部分でも床版の劣化を確認しており、劣化の急速な進行による床版全体への拡大が懸念され、可及的速やかに対応が必要な状況であったため、床版更新の実施を検討していました。

当該床版は、環状線リニューアル工事・南行の通行止め区間に位置するため、環状線リニューアル工事と併せて12号守口線一部区間の床版更新工事を同時に実施することとしました。

## 7. 環状線リニューアル工事2020南行の概要

環状線リニューアル工事2020南行では、「1号環状線・南行リニューアル工事」と「12号守口線一部区間の床版更新工事」、終日通行止めが必要となる2つの大規模工事を一体的に実施しました。

通行止め区間の一部が重複する2つの工事ですが、必要な通行止め期間は10日間、17日間とそれぞれ異なるため、交通影響を最小化するために工程の組み方にも工夫が必要でした。

検討の結果、まず、STEP1として両方の工事を同時に開始し、「1号環状線・南行リニューアル工事」が完了した後は、通行止め区間を縮小した上でSTEP2として「12号守口一部区間の床版更新工事」を継続する17日間の工程としました。(図-4)



図-4 工事期間と工事区間

## 8. 工事内容

工事はSTEP1の10日間で舗装や伸縮継手の補

修をはじめ、コンクリート床版の長寿命化を図るために高性能床版防水、お客様サービスの向上のための道路案内標識のレイアウト改善、区画線の改良による交通の整流化の他、電気通信設備・機械設備の更新なども行いました。(写真-1~4)

また、1号環状線ディビダク橋梁では、ヒンジ部分の連結や外ケーブルの緊張など、構造的弱点の解消のための構造改良の一部をリニューアル工事期間中に実施しました。(別投稿:「阪神高速1号環状線ディビダク橋梁ヒンジ部連結工事の施工報告」参照)

床版更新工事はSTEP1からSTEP2にかけて、延べ17日間の終日通行止めにおいて、12号守口線の南森町、扇町付近の上下線一体のRC床版(延長約34m、幅員約18m)を対象に、既設床版の撤去と新設床版の架設を行いました。(別投稿:「阪神高速12号守口線床版更新工事」参照)



写真-1 舗装、伸縮継手の補修

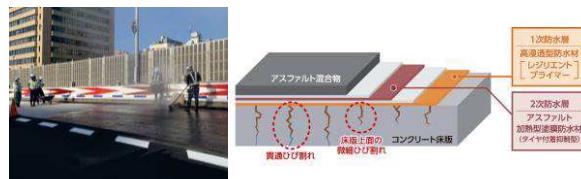


写真-2 高性能床版防水実施状況と概念図



写真-3 道路案内標識のレイアウト変更



写真-4 出口カラー舗装 (北浜出口)

9. 工事広報

関係機関との協議を整え、工事実施約2カ月半前<sup>1</sup>の8月末のプレス発表を機に、順次工事広報を展開していきました。高速道路、一般道路とともに広域的に交通影響が懸念される環状線のリニューアル工事であること、また、2つの大規模な工事を一体的に行うことから、これまでのリニューアル工事よりも一層の広報の充実を図り、横断幕、道路情報板、テレビやラジオの他、インターネットやSNSによる情報発信にもこれまで以上に注力し、工事認知度向上による工事期間中の交通影響低減に努めました。(写真-5, 6)

また、工事期間・区間の周知により、交通影響の大きな工事期間中の車のご利用を控えることを促すだけでなく、工事期間中でも車のご利用が必要となるお客様に対しては、渋滞が想定される区間・時間を避けたご利用ができるよう広域う回、う回乗継、時差利用についてもポスターやリーフレットなどの媒体で案内し、工事期間中のお客様の行動変容を訴求していきました。（図-5）

さらに、1号環状線リニューアル工事2020南行の特設サイトでは、工事の情報を掲載するとともに、通行止め期間中のご利用に役立つ情報を提供了ほか、(株)ナビタイムジャパンが運営するう回ルート検索システムと連携し、渋滞を避けたルートの確認や、車利用と電車利用による所要時間比較もできるようにしました。(図-6)

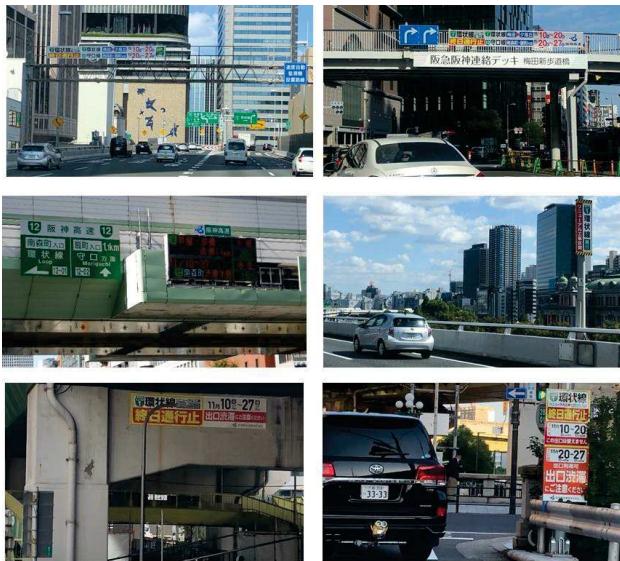


写真-5 工事広報の事例



写真-6 工事広報の事例

期間中、大阪市内中心部や⑪池田線・⑫守口線の大阪市内方面では、激しい渋滞が予想されます。渋滞をさけた利用をご計画ください。



図-5 リーフレットでの訴求



図-6 う回ルート検索システムイメージ

## 10. 工事沿線への対応

リニューアル工事では終日通行止めにより短期集中的に工事を行うため、工事影響が大きいと想定される工事区間から約50mの範囲の工事沿線の方々に対しては、事前の工事説明を行っております。環状線・南行においては、公共施設や住居等約2万戸に対して工事案内チラシを用いた対面説明を基本に、当社社員と施工会社社員で分担し、対象全戸への事前説明※を実施しました。(※不在等により3回の訪問でも対面できない場合は工事案内チラシを投函)

また、工事期間中は作業実施箇所付近の高速道路下への対応要員の配備や、工事沿線専用の電話を案内するなど、振動や騒音などの工事に関する苦情に即座に対応できる体制を取っています。

## 11. 問合せに対する対応

リニューアル工事の実施に際しては、リニューアル工事の特設フリーダイヤルを設け、会社常設のお客さまセンター等とともにお客様からの問合せ等に対応しています。今回のリニューアル工事では、17日間の合計で約9,000件の問合せをいただきました。このうち、約半数となる4,600件は通行止め区間や期間に関する内容で、2つの工事を一体的に実施したため、期間・区間がわかりにくかったものと考えております。また、工事沿線の方から工事騒音等、工事の直接的な影響に関するご意見・ご要望も90件ほどいただきました。

今後のリニューアル工事に向けては、いただいた問合せ、ご意見、ご要望をもとに改善・改良に努め、多くの方にご理解いただけるリニューアル工事していく必要があると考えております。

## 12. 交通影響

工事期間中、高速道路では環状線と連結する放射路線で交通量が減少した一方、6号大和川線や近畿自動車道など、広域的なう回ルートとなる路線では交通量が増加し、一部区間では渋滞影響も見られました。また、通行止め区間の直前やう回乗継の対象としている出口においても長時間の渋滞が発生しました。(図-7,8)

一方、大阪市内の一般道路ではなにわ筋、四ツ橋筋、谷町筋、国道176号など通行止め区間と並行する道路や、国道1号、国道2号、土佐堀通、

本町通、中央大通りなどの東西方向の道路でも渋滞が多く発生しました。

関連する高速道路や、通行止め区間周辺の一般道路において渋滞が発生し、一定の交通影響はあったものの、事前の交通影響予測からは大きく逸れることはなく、広域う回等により大阪市内中心部での車利用を控えることに協力いただけたこともあり、17日間の終日通行止めに起因する交通混乱はありませんでした。

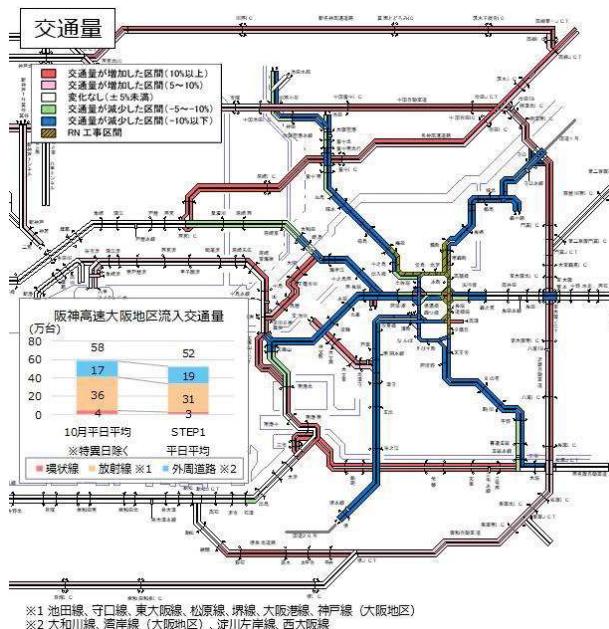


図-7 工事による交通量の増減

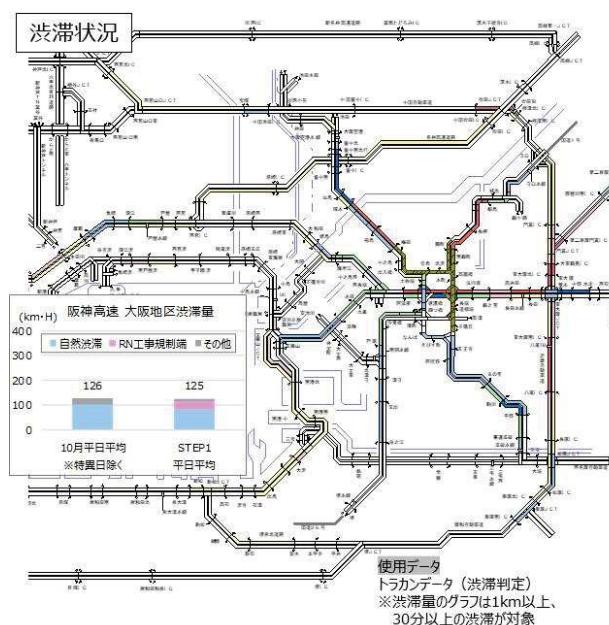


図-8 工事による渋滞の増減

### 1.3. 交通対策

リニューアル工事では工事期間中の交通を円滑にするため、各種の交通対策を実施しております。今回の工事で実施した対策の一部を紹介いたします。

#### (1) 「う回乗継」の設定

本来ご利用いただくるートの途中区間が通行止めとなる場合、通常の乗継に加えて、通行止め区間をう回するための臨時のう回乗継を設定しております。また、特定の出入口や一般道路にう回利用が集中しないよう、乗継対象の出入口を複数設定するとともに、う回乗継を有効活用して、渋滞が予測される通行止め区間直前の出口よりも手前の出口の利用を促す情報提供等を行いました。

#### (2) 後尾警戒車の配置による流出促進等

複数のう回乗継出口が設定されている路線では、最初の乗継対象出口の手前の非常駐車帯に後尾警戒車を配置し、通行止め区間直前の出口までに流出していただくことを促しました。(図-9)

また、普段と異なる渋滞の発生が予測されている区間では、手前の非常駐車帯等に後尾警戒車を配置し、前方での渋滞への注意喚起による追突防止を図りました。

#### (3) 広域の迂回を促す経路比較情報の提供

通行止め区間直前の出口や、う回乗継の経路となる一般道路での交通影響を抑制するため、経路比較情報の提供やう回広報等を通じて、広域的なう回を促しました。

今回、海老江・三宝・三宅・東大阪の各JCTにおいて、大阪市内を通過するルートと6号大和川線等を使った広域う回ルートのうち、所要時間の短いルートを選択できるよう、経路比較情報板により両ルートの所要時間を高速道路上で提供しました。また、リニューアル工事特設サイトでは、前日までの所要時間の実績を掲載し、阪神高速をご利用する前にもおおよその所要時間を確認いただけるようにしました。

#### (4) 主要交差点の信号調整

あらかじめ混雑が想定される主要交差点において、工事期間中に交通が円滑に処理できるよう、事前の調整を図り、工事期間中の信号調整の協力を交通管理者に依頼しております。



図-9 う回乗継と流出促進のイメージ



写真-7 経路比較情報の提供（三宅JCT付近）

### 1.4. さいごに

「1号環状線リニューアル工事2020 南行」は、11月10日(火)午前4時から26日(木)午後10時まで（当初予定より8時間前倒し）のおよそ17日間の終日通行止めにより、関係者各位のお陰をもちまして、無事にすべての工事を完了させることができました。道路管理者、交通管理者並びに施工会社など「1号環状線リニューアル工事2020 南行」に関与していただいた方々には、この場を借りて深く感謝申し上げます。

2021年度は環状線北行区間でのリニューアル工事を予定しておりますので、引き続きご理解・ご協力のほどよろしくお願いします。



写真-8 環状線・南行リニューアル工事の風景

# 阪神高速 12 号守口線床版更新工事

## ～阪神高速本線で初の床版全面取替～

阪神高速道路株式会社管理本部管理企画部保全技術課 鈴木 英之  
 阪神高速道路株式会社管理本部大阪保全部保全事業課 岩里 泰幸  
 阪神高速道路株式会社管理本部管理企画部保全技術課 越野 まやか

2020 年 11 月に阪神高速 1 号環状線南行きと 12 号守口線の一部区間を全面通行止めして実施したリニューアル工事において、阪神高速の本線橋で最初の床版更新工事を実施した。通行止めによる交通影響が非常に大きい都市高速道路の本線という条件から特に工程短縮が求められたため、本工事では、既設床版の撤去にウォータージェットを用いた既設床版急速撤去工法を、新設床版には平板型 UFC（超高強度繊維補強コンクリート）床版を採用した。本稿では、広幅員の本線橋への適用や工程短縮のために行った対策と合わせて工事施工について報告する。

### 1. はじめに

阪神高速道路は、営業を開始した 1964 年（昭和 39 年）から 50 年以上が経過し、2020 年 4 月時点で総延長 258.1km のうち約 4 割にあたる 111.8km が開通から 40 年を超えている。また、現在の交通量は 1 日 70 万台以上におよび、大型車は一般道路に比べて約 6 倍で、膨大な交通量を抱え、過酷な使用状況であることは否めず、構造物の老朽化対策は急務である。このため、当社は「高速道路リニューアルプロジェクト～大規模更新・修繕事業～」として、高速道路の健全性を永続的に確保し、高速道路のネットワーク機能を将来にわたり維持していくための、橋の架け替えを含めた大規模な工事を実施していく計画を進めている。このうち、

昭和 48 年より前の道路橋示方書（以下、「道示」という）で設計され鋼板接着補強された鉄筋コンクリート床版（以下、「RC 床版」という）において疲労耐久性の著しい低下がみられる箇所については更新を行うこととしており、これまでに 15 号堺線玉出入口で 6 径間の RC 床版の更新を行っている。

本稿では、2020 年 11 月に阪神高速 1 号環状線南行きと 12 号守口線の一部区間を全面通行止め（図-1 参照）にして実施したリニューアル工事における阪神高速の本線橋で最初の床版更新工事（以下、「本工事」）について報告する。本工事では、玉出入口でも採用したウォータージェット（以下、「WJ」という）を用いた既設床版急速撤去工法と

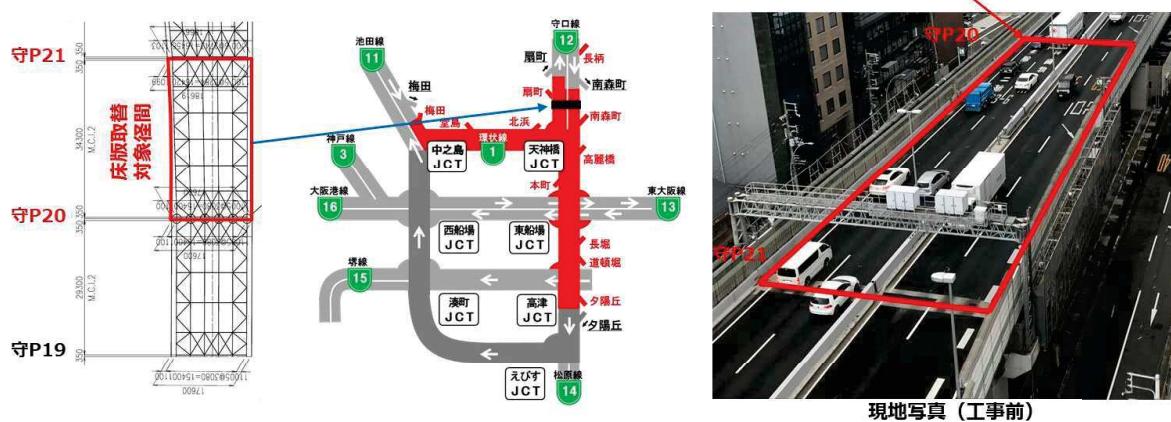


図-1 床版更新対象橋梁（阪神高速12号守口線守S20）

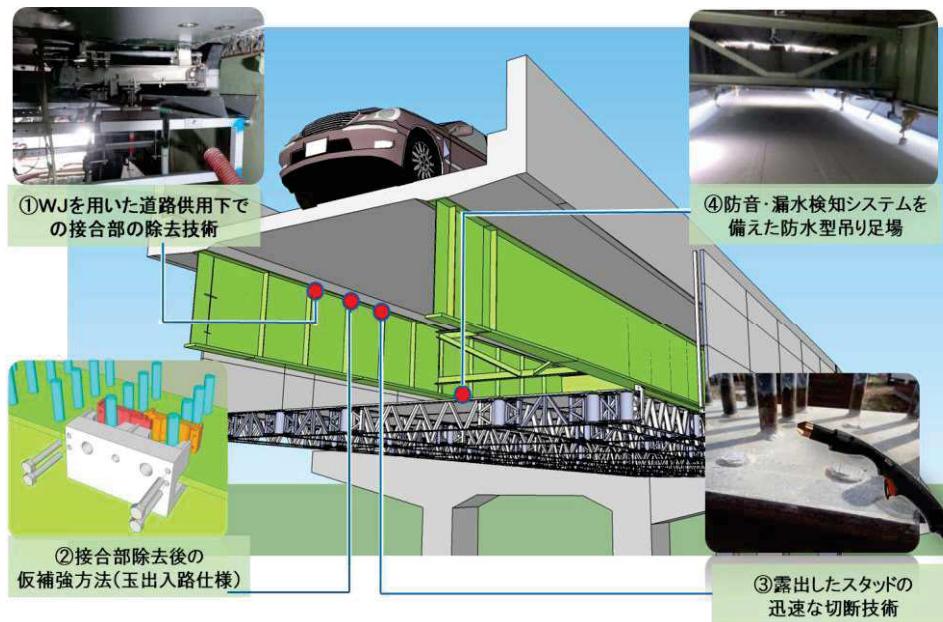
表-1 床版更新対象橋梁の概要

竣工年	1967年
構造形式（建設時） （現況）	鋼単純合成鈑桁橋 橋長 35m (6主桁)
	2径間連続合成鈑桁橋 (2005年主桁連結) 橋長 35m+30m
既設床版形式	RC床版（床版厚 170mm）
幅員	17.6～18.6m (上下線一体)
設計活荷重（建設時）	TL20
その他	床版鋼板接着補強済

超高強度繊維補強コンクリート（以下、「UFC」という）を用いた平板型 UFC 床版を採用しているが、ランプ橋に比べ幅員が広く構造的に新たな対応が必要であったこと、通行止めによる交通影響が大きいために大幅な工程短縮が求められたことへの対策と合わせて報告する。

## 2. 床版更新対象橋梁の概要

床版更新の対象橋梁の概要を図-1 および表-1 に示す。1967 年供用時は、単純合成鈑桁 2 連の構造であったが、その後に桁連結を行い 2 径間連続構造となっており、そのうち北側 1 径間の床版を今回更新した。



対象橋梁の床版厚は 170mm と薄く、1980 年に床版下面への鋼板接着補強を施している。しかし、内部のひび割れや上面の土砂化もあり、床版を一部切り出して、輪荷重走行試験を行った結果、健全な床版に比べ大幅に疲労耐久性が低下していたことが分かった。RC 床版と補強鋼板の間の浮きはごく一部を除いて見られなかったが、貫通ひび割れが生じており、鋼板の一部で腐食も見られた。そのため該当する約 600 m<sup>2</sup>の床版を更新することとした。

### 3. WJ を用いた既設床版急速撤去工法

合成桁における鋼桁と床版の接合部には、ずれ止め（スタッド）が密に配置されているため、既設床版撤去時においては、鋼桁と床版の分離作業に多大な時間を要することが工程上の課題となる。そこで阪神高速道路（株）と飛島建設（株）と第一カッター興業（株）は、高速道路を供用させながら、合成桁の鋼桁と床版の接合部（以下、「ハンチ部」という）コンクリートを WJ で撤去し、スタッドを露出させ、その後、容易に撤去が可能な仮補強を施すことで、通行止め後の作業を削減し、通行止め期間を短縮する工法 Hydro-Jet RD 工法（図-2）を開発した。本工法は、既に玉出入口での床版更新工事で適用した実績があるが、今回は本線構造物に適用するために、大幅な改良改善を実施した。

図-2 WJ を用いた既設床版急速撤去工法（Hydro-Jet RD 工法）の概要



写真-1 仮補強材の設置状況

### 3.1 Hydro-JetRD 工法の概要

本工法は、まず供用中の高速道路の床版下面から WJ を使用しハンチ部コンクリートを所定の高さで除去して、スタッドを露出させる。この工程を一定区間ごとに行い、ハンチ部を鋼製補強材と特殊モルタルによる仮補強材に置き換える。通行止め後に仮補強材を取り除き、1 パネルごとにスタッドを切断して床版を桁から分離し撤去する。供用中に仮補強までの作業を実施することで、通行止め後の作業を大幅に削減することができる。仮補強材の設置位置や個数は、FEM 解析によって算出し、せん断や押し抜きに対する抵抗により決定している。スタッドと鋼製補強材の間には、可塑性を有し、15 時間で  $40\text{N/mm}^2$  の強度を発現する特殊可塑性速硬モルタルを注入し、鋼製補強材とスタッドおよび床版を一体化させ（写真-1）、ハンチ部コンクリート除去後も合成桁としての機能を確保する。

### 3.2 本線橋床版撤去の適用に向けての改良事項

広幅員の本線床版の撤去に対応するための課題を抽出し、以下の通り技術改良を行い、実施工に適用した。

#### (1) 鋼製補強材の薄型・小型化

（オーバーハングの廃止）

従来型鋼製補強材：7420g

改良型鋼製補強材：1780g（体積比約76%削減）

今回の対象橋梁ではハンチ部にWJで除去できないハンチ筋が存在し、従来型の仮補強材では干渉する（図-3）ため、薄型化を図った。また、従来型の鋼製補強材は主桁上フランジを挟み込む形状（オーバーハング）であり、主桁上フランジの端

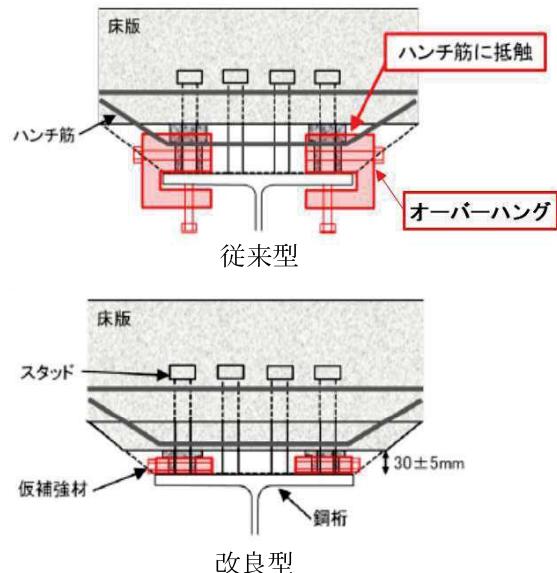


図-3 仮補強材の新旧比較

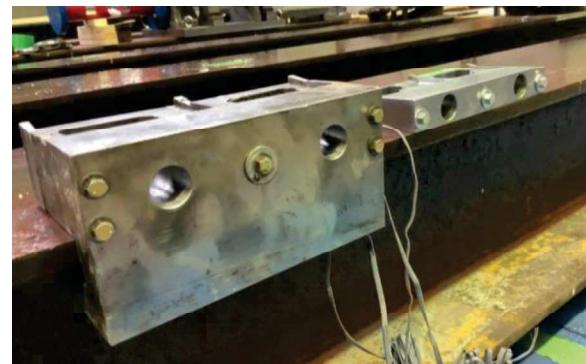


写真-3 従来型（左）と改良型（右）補強材

部から外側スタッドまでの距離が変化すると同じ形状の鋼製補強材が設置できず、汎用性が低かった。このため、オーバーハングのない形状で必要な耐荷力を確保できるよう改良を行った。これらの改良によって、上記のように大幅な薄型化・小型化（写真-3）につながった。

#### (2) ウォータージェットの切削高の縮小

従来型： $50\text{mm} \pm 5\text{mm}$

改良型： $30\text{mm} \pm 5\text{mm}$ （切削高約40%削減）

小型・薄型化する鋼製補強材に合わせ、WJの切削高さをこれまでより縮小するため、WJに使うロッド・ノズルを  $\phi 40\text{mm}$  程度から  $\phi 20\text{mm}$  程度に細径化し（写真-4）、さらに各部品の小型化と耐久性の向上により、ハンチ部のコンクリート切削高さを縮小できるWJ装置を開発した。これにより、スタッドの露出長が短くなり、スタッドに生じる曲

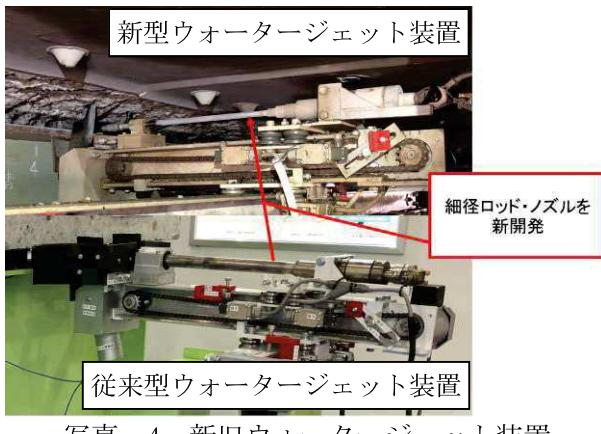


写真-4 新旧ウォータージェット装置

げ応力などを低減できた結果、要求される仮補強材の耐荷性能が低減し、上述した鋼製補強材のオーバーハングの省略が可能となった。

### (3) 小型化に伴う補強材の製造コストダウン

従来型：金属ブロックからの削り出し

改良型：精密鋳物鋳造（ロストワックス鋳造）

従来型が金属ブロックから削り出しによる高価で個別生産であった仮補強材であったことに対して、製造のコスト縮減と大量生産が可能な改良型を開発した。

## 4. 平板型UFC床版への更新

疲労耐久性の向上についても床版更新を実施する目的の一つであることから、更新後の新設床版は現行の設計活荷重を用いて設計を行うこととした。この場合、既設床版と同じRC構造として設計すると、床版厚を大きくする必要があり、路面の高さへの影響や床版自重が増えることによる鋼桁の補強、下部工への影響が懸念される。このような課題に対応するため、阪神高速道路（株）と鹿島建設（株）が共同で開発したUFCを用いた軽量かつ耐久性の高い平板型UFC床版を適用した。UFCは、非常に緻密なセメント硬化体であり、しかも高強度（圧縮強度 $150\text{N/mm}^2$ 以上）で鋼纖維で補強された材料（写真-5）で、一般のコンクリートの100倍以上の物質浸透抵抗性を示し、経年劣化が殆ど進行しない。このような材料特性を活かしたUFC床版をオールプレキャスト化することにより、更なる床版の耐久性向上と工期短縮を図った。

### 4.1 新設床版の構造概要

今回採用する平板型UFC床版は、床版下面に凹凸



写真-5 UFC=超高強度繊維補強コンクリート



写真-6 平板型UFC床版

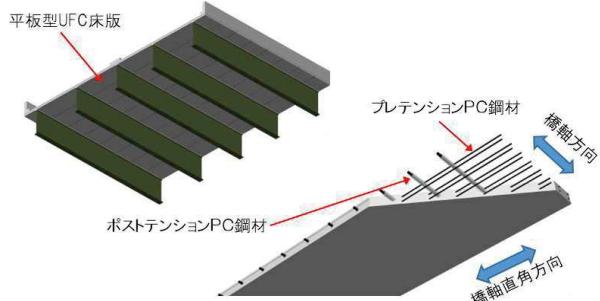


図-4 平板型UFC床版の構造

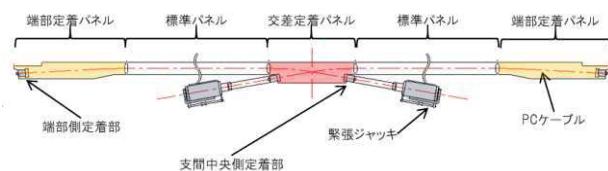


図-5 平板型UFC床版縦縛め緊張概要図

やハンチの無いフラットな形状のプレキャスト版（写真-6）で、内部には鉄筋を配置しないため、構成が簡素である。また、橋軸直角方向にはプレテンション方式、橋軸方向にはポストテンション方式によって、プレストレスが導入される。（図-4）床版同士の接合部は橋軸方向のポストテンション方式によるPC構造である。ポストテンションPC鋼材を支間中央で交差して定着部を設け、緊張することによって、伸縮装置部の端部床版まで全ての床版を、プレキャスト床版としたうえで、プレストレスを導入した構造とすることができる。（図-5）

表-2 床版厚・床版重量の比較

	床版厚 (mm)	床版重量 (kN)	重量増減 (%)
既設RC床版(TL-20)	170	2964	—
平板型UFC床版 (B活荷重)	140	2329	-21.4
プレキャスト PC床版(B活荷重)	220	3664	23.7



図-6 平板型UFC床版架設フロー

既設RC床版の設計活荷重はTL-20、厚さは170mmである。これに対し、現行の設計荷重であるB活荷重で設計した場合、一般的なプレキャストPC床版の最小厚は190mmとなるが、床版継目部での配筋を考慮し、一般に220mmの床版厚が必要とされる。本工事で使用する平板型UFC床版は床版継目部を考慮しても厚さ140mmとなり、既設RC床版より薄い(表-2)ため、一般的なプレキャストPC床版への更新で必要となる道路縦断線形の変更が不要である。また、重量も既設のRC床版から約20%軽減されるため、架設時の一時的な補強を除き、建設当時の設計活荷重よりも大きな現在の設計活荷重を考慮しても鋼桁の補強が不要で、橋脚や基礎への負担も軽減が可能となった。

#### 4.2 平板型UFC床版の架設

平板型UFC床版の架設フローを図-6に示す。床版の架設、取替工事では、一般に移動式クレーンを使用するが、本工事ではプレキャスト部材の運搬・設置に使用される機械をベースに、道路幅員内で架設可能な床版専用架設機を使用した(写真-7)。UFC床版が軽量であるうえに、軽量な床版専用架設機を使用したため、床版架設時の鋼桁補



写真-7 専用架設機によるUFC床版の架設

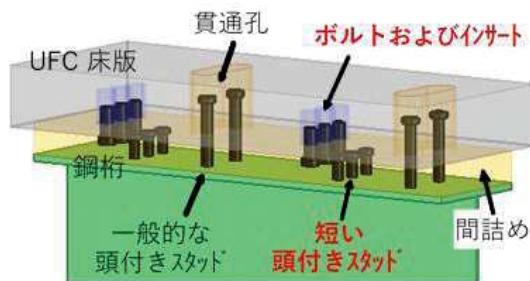


図-7 新たに改良したスタッド構造

強も軽微な補強にとどめることができた。

#### 4.3 本線床版更新のための改良

本線橋の床版更新に平板型UFC床版を適用するための課題を抽出し、以下の技術開発により課題を解決し、本工事に適用した。

##### (1) スタッド構造の改良

床版と鋼桁を一体化するためにずれ止めスタッドを使用するが、プレキャスト床版の場合、床版に設けた貫通孔にスタッドを配置して間詰めする構造が一般的である。本工事では、あらかじめ床版側のインサートアンカーにボルトを、鋼桁に短いスタッドを設置し、高強度なUHPFRC (Ultra High Performance Fiber Reinforced cement-based Composites:場所打ちで施工し、水結合材比が15%程度で極めて緻密な繊維補強セメント系材料) を間詰めとして用いることによって貫通孔が不要となるずれ止め構造を採用した。(図-7) また、プレキャスト床版と鋼桁の間にUHPFRCを充填するために貫通孔が必要なため一般的なスタッドも併用したが、貫通孔を半分程度に減らすことができ、床版を架設する前にスタッドを設置することによっ

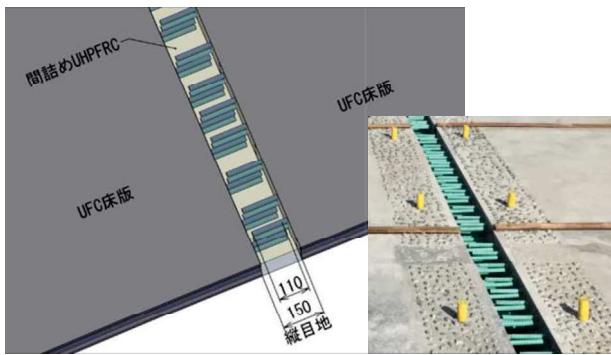


図-8 縦目地構造

て工程を短縮するとともに、水の侵入経路を減らすことによって耐久性の向上が期待できる。

## (2) 上下線の接続構造

本工事の対象橋梁は、上下線一体構造で中央分離帯から路側帯に向け1.5%の横断勾配が設けられているため、上下線一体での工場製作には床版の屈曲が必要となる。プレテンション方式で横方向にプレストレスを与える平板型UFC床版の屈曲させた製作には課題が多い。また、上下線一体での床版幅は18m程度となり、製作工場からの道路運搬も課題となる。このため、本工事では平板型UFC床版を中心分離帯の位置で上下線に分割し、床版設置後に現場で上下線を一体化することとした。

上限線間の接合部（以下、「縦目地」）は車両が通行しない中央分離帯下に位置するため、縦目地には橋軸直角方向のプレストレスを与えない構造とし、プレキャストUFC床版の側端面から鉄筋径の5倍ずつ重なり合うように継手用鉄筋を突出させ、付着強度の高いUHPFRCを充填することで、上下線床版の一体性を確保した。（図-8）この結果、縦目地幅は標準部で150mmとなり、底型枠の組立て・解体作業が簡素化された。

## (3) 壁高欄・中央分離帯のプレキャスト化

玉出入口での床版更新工事では、現場打ち壁高欄を採用したが、本工事では工程短縮のためプレキャスト壁高欄（写真-8）、プレキャスト中央分離帯を採用した。

## 5. おわりに

WJを用いた既設床版急速撤去工法と平板型UFC床版を適用し、さらにランプ橋での床版更新工事での技術に新たな技術開発・改良を行い、阪神高速道路本線で最初のRC床版更新を17日間の通行止



写真-8 プレキャスト壁高欄



写真-9 床版・高欄中央分離帯設置完了



写真-10 完成後（路下より）

め期間で実現した。阪神高速のリニューアルプロジェクトでは、更新の可能性のあるRC床版が数多く残されており、今後とも更なる技術革新に取り組み、RC床版のリニューアルを進めていく予定である。

## 6. 謝辞

本工事の実施にあたり、ご理解、ご協力頂きました地元住民の皆さまをはじめ関係機関の皆さま、ならびに共同で技術開発を行った飛島建設(株)、第一カッター興業(株)、鹿島建設(株)の皆さんに、改めて感謝の意を表します。

## 阪神高速1号環状線ディビダーグ橋梁ヒンジ部連結工事の施工報告

阪神高速道路株式会社管理本部大阪保全部保全事業課  
阪神高速道路株式会社管理本部大阪保全部保全事業課  
阪神高速道路株式会社管理本部管理企画部保全技術課  
阪神高速技研株式会社施工管理室大阪土木管理事務所

伊佐 政晃  
栗田 康弘  
鈴木 英之  
明和 宗繁

1965年にディビダーグ工法により建設された有ヒンジ3径間連続PCラーメン箱桁橋である環S171～S173の3径間において、中央ヒンジ部での垂れ下がりの進行やヒンジ沓の異常音が確認されている。これらを解消すべく、ヒンジ部をコンクリート充填してPC鋼棒にて連結し、さらに構造系変化に伴う補強として箱桁ウェブに外ケーブルを設置して橋梁全体系を緊張する工事を行った。本工事は、全面通行止めとなる環状線南行のリニューアル工事に併せて実施しており、工事用車両による施工時荷重照査を行ったうえで短期間でヒンジ部連結および外ケーブル緊張を実施したので、その施工報告をする。

### 1. はじめに

阪神高速1号環状線の環S171～S173の3径間は、1965年にディビダーグ工法により橋脚から左右対称に張出架設し施工され、中央径間部にヒンジ構造（「ゲレンク沓」にて接続）を有する。1号環状線は大阪都市圏の道路網の最重要路線であり、交通量は約9.1万台/日<sup>1)</sup>となっている。本橋の路下状況は、環S171、S173直下は東横堀川、環S172直下は東西に延びる国道308号となっている（写真-1）。

本橋の構造概要を以下に示す（図-1）。

- ・構造形式：有ヒンジ3径間連続PCラーメン箱桁橋
  - ・建設年：1965年（S40）
  - ・橋長：165.9m [48.0+(35.0+35.0)+47.9]
  - ・幅員：21.893～16.909（4レーン+入路拡幅、バチ形状）
  - ・荷重条件（設計当時）：TL-20
- 過去の損傷として、ヒンジ部では建設後17年経

過した1982年にゲレンク沓付近のコンクリートが剥落している。これを受けて外観調査したところゲレンク沓支圧板の摩耗やアンカーPC鋼棒の破断等が確認されており、箱桁内側に新たなゲレンク沓を設置している<sup>2)</sup>が、沓の取り換え後も沓の摺動による摩耗やヒンジの垂れ下がりは進行していた。

中央ヒンジ形式のディビダーグ橋は張出し架設時と設計荷重時の断面力が近似し計算が容易で合理的であることから全国的にも1960年代頃に多く採用されており<sup>3,4)</sup>、他橋梁でもヒンジ部垂れ下がりや異常音が報告されている。その対策として、名神高速道路の釈迦ヶ池橋（中央径間:60m）ではヒンジ部に中間橋脚を増設している<sup>5)</sup>。東北自動車道の八幡平橋（中央径間:185m程度）は、中央ヒンジ部を連続化して伸縮装置を廃止し、外ケーブルによる緊張で補強している<sup>6)</sup>。中央径間240mと国内最大規模である国道1号の浜名大橋においても中央ヒンジ部連結かつ外ケーブル補強がなされている<sup>7)</sup>。



写真-1 中央径間部（環 S172 を臨む）

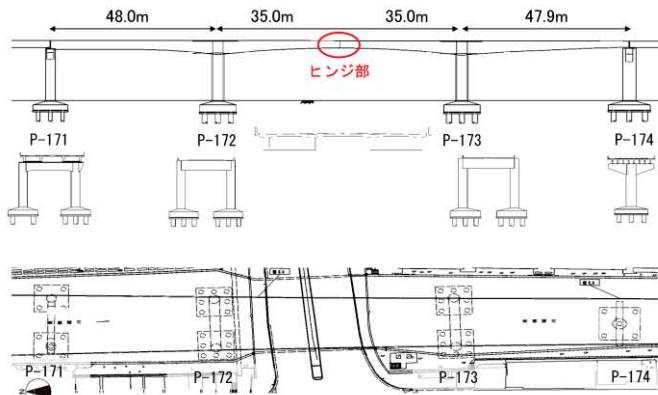


図-1 構造一般図

本工事においてもヒンジ部の垂れ下がりの進行や沓の摺動による摩耗、異常音を解消すべく、抜本的な対策としてヒンジ部をコンクリート充填しPC鋼棒にて連結した。また、連結化による構造系変化に伴って発生する応力を抑制するため箱桁ウェブに外ケーブルを設置して橋梁全体系を緊張する工事を行った。本稿では、本橋のヒンジ部連結の施工について報告する。

## 2. 現状評価

ヒンジ部において、異常音や垂れ下がりが発生している。2019年時点で計画縦断高さに対して第一走行車線で78mm、第4走行車線で60mmの垂れ下がり量が確認されている（図-2）。

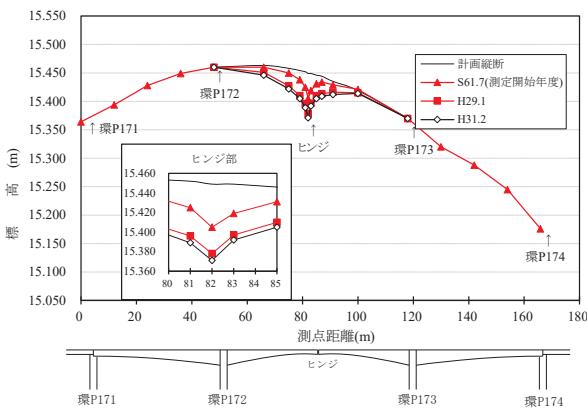


図-2 垂れ下がり量（第一走行）

橋梁軸体全体の損傷としては、台船足場からアクセスして行った定期点検ではゲレンク沓の摺動（写真-2）や箱桁コンクリートの浮き、遊離石灰が確認されていた。さらに本工事で設置したマンホールにより、これまで建設時以降アクセスできなかつた箱桁内部で充填不良等が確認された（写真-3）。これらについては断面修復等の対応を実施予定である。

中央ヒンジ部の隔壁部からコアを4本削孔しコンクリートの圧縮強度および静弾性係数の調査を行った結果、コンクリート強度は40.6～



写真-3 箱桁の漏水（遊離石灰）、充填不良

51.5N/mm<sup>2</sup>で設計基準強度(40N/mm<sup>2</sup>)以上が確保されていた。静弾性係数についても、31.1～32.8kN/mm<sup>2</sup>であり、道路橋示方書<sup>8)</sup>で示される設計計算に用いる静弾性係数以上の値を確認できた。

## 3. ヒンジ連結部の施工工程と施工時照査

1号環状線等の交通量に与える影響を考慮し、また連結後に橋面をノージョイントとすることから、全面通行止めとして舗装や伸縮装置等の大規模補修を行う環状線南行のリニューアル工事

（以下、RN工事という）に併せて本橋のヒンジ連結を実施することとした。該当箇所は10日間全面通行止めとなるが、各種工事（舗装、伸縮継手、施設工事等）が図-3の範囲の高速道路上で昼夜作業をしており、各工事車両は南方面への順行を厳守するため、末吉橋上を通過して入場または退場することになる。よって、工事用車両の荷重を考慮して連結部のコンクリート打設～硬化～PCケーブル緊張までの施工時照査を実施した。

### (1) 施工工程

本橋のヒンジ連結の施工工程および外ケーブル配置を図-4, 5に示す。

- ・Step①RN工事前日：桁下からヒンジ部コンクリートを打設。ここでは、上床版下面範囲まで打設。
- ・Step②RN工事1日目：第1,4走行側の壁高欄削孔（張出床版部のコンクリート打設のため）、既設ゴム伸縮継手のゴム継手のみ撤去。
- ・Step③RN工事2日目：第1, 2走行および拡幅部の上床版コンクリートをワイヤソーにて撤去、連結部PC鋼棒緊張、外ケーブル2本／1箱桁緊張、上床版の配筋、超速硬コンクリート打設。
- ・Step④RN工事3日目：第3, 4走行の上床版コンクリートをワイヤソーにて撤去、上床版の配筋、超速硬コンクリート打設。
- ・Step⑤RN工事4日目：残り外ケーブル4本／1箱桁を緊張
- ・Step⑥RN工事5日目：壁高欄の復旧



写真-2 ゲレンク沓の摺動



図-3 環状線南行 RN 工事範囲

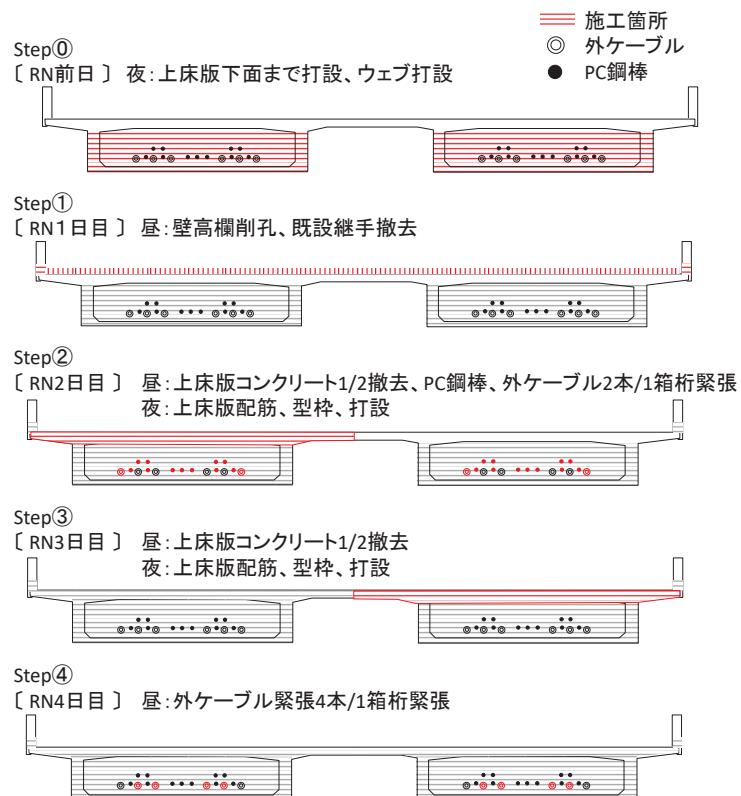


図-4 ヒンジ部連結の施工工程

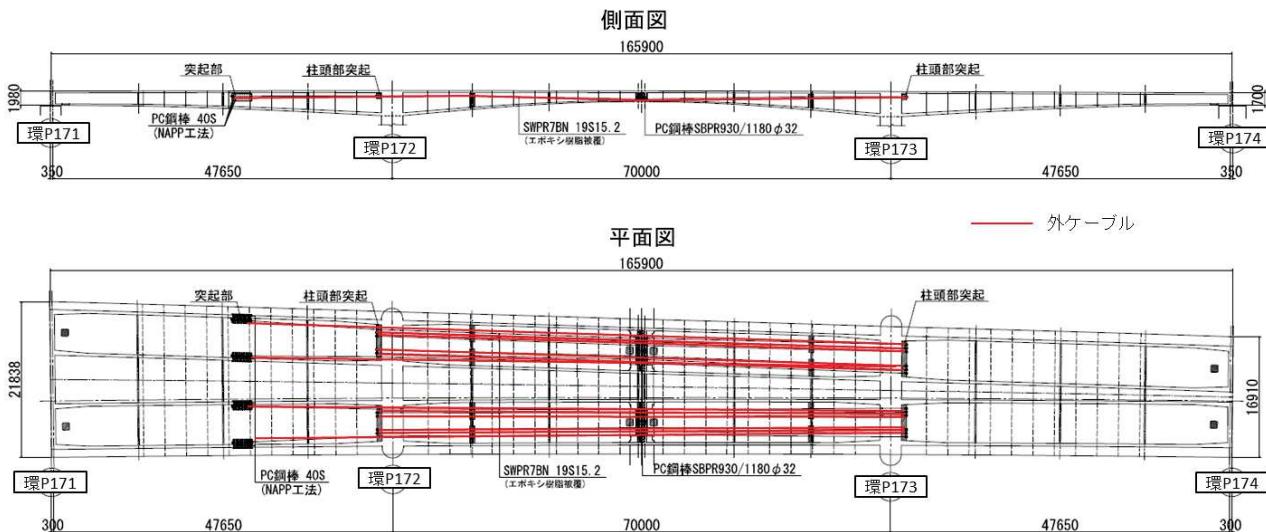


図-5 外ケーブル補強工配置図

なお、箱桁内部での外ケーブル定着部および偏方向部隔壁のコンクリート打設はRN工事に先立って行った。本橋上の舗装補修や橋梁端部の伸縮装置の取替は別工事にてRN工事5日目以降に実施し、ヒンジ部についても伸縮装置を廃止、ノージョイントとすることで車両走行性の向上を図った。

## (2) 施工時荷重条件

RN工事期間中に考えられる大きな施工時荷重として、切削機を搭載した特殊車両やダンプトラックが考えられることから、施工時荷重は、特殊車両（総重量530kN）が1台通行、10tダンプトラック（総重量196kN）が10mに1台通行、10tダンプトラックが20mに1台通行の3ケースを想定した。こ

これらの工事車両は走行速度30km/h以下を厳守することからいずれも衝撃荷重は見込んでいない。

### (3) 施工時照査結果

上床版下面まで打設後のヒンジ連結部における照査結果を表-1に示す。Step①からPC鋼棒および外ケーブル2本/1箱桁を緊張するStep②までの短期間はRC構造であり、このタイミングが最も厳しい状況となる。3ケースの荷重条件を比較すると、10tダンプトラックが10mに1台通行する際に比較的大きな鉄筋応力(201.2N/mm<sup>2</sup>)が発生する。短期許容応力度は超過しないが、過大なひび割れを防止する観点からPC鋼棒緊張までは10tダンプトラックが橋面上で渋滞しないように調整することが望ましい。また、Step②でPC鋼棒緊張後に外ケーブル2本/1箱桁を緊張するのは、施工時荷重に対して少しでも構造を有利にするためであり、この時点ではPRC構造となる。PRC構造はPC構造とは異なりひび割れの発生を許容するものであり、発生ひび割れ幅は許容値内である。

以上から、4車線のうち1車線のみ通行可能とし

たうえでStep①からStep②までの間は、10tダンプトラック以上の車両が20mに1台の通行となるよう、また、Step②からStep④までの間は、10tダンプトラック以上の車両が10mに1台の通行となるよう、環S171に交通誘導員を2人配備し適正な車間距離の調整を図った。図-6はSTEP①施工時の交通誘導員による規制例である。

なお、Step④以降については緊張完了しているため、交通誘導員による車両制限はしていない。

## 4. ヒンジ連結部の施工

### (1) ヒンジ部のコンクリート打設

10日間のRN工事期間での施工となるため、他工事への影響も考慮して橋面からの施工時間を極力減らすべく上床版下面までを先行打設する計画とした。打設時および硬化中に極力交通荷重が作用しないことに配慮し、RN工事前日夜間に国道308号上を2車線規制して桁下からポンプ車にて圧送し打設した(写真-4)。下床版下面から逆止

表-1 ヒンジ連結部の施工時照査結果

照査項目 施工ステップ	ケース1			ケース2			ケース3		
	特殊車両530kN (1台載荷)			ダンプトラック196kN (10mに1台載荷)			ダンプトラック196kN (20mに1台載荷)		
	PC構造	PRC構造	RC構造	PC構造	PRC構造	RC構造	PC構造	PRC構造	RC構造
照査項目 施工ステップ	応力度 (N/mm <sup>2</sup> )	ひび割れ幅 (mm)	応力度 (N/mm <sup>2</sup> )	応力度 (N/mm <sup>2</sup> )	ひび割れ幅 (mm)	応力度 (N/mm <sup>2</sup> )	応力度 (N/mm <sup>2</sup> )	ひび割れ 幅	応力度 (N/mm <sup>2</sup> )
Step①～Step②	-	-	$\sigma_c = 6.2$ $\sigma_s = 169.2$	-	-	$\sigma_c = 7.5$ $\sigma_s = 201.2$	-	-	$\sigma_c = 4.3$ $\sigma_s = 115.0$
Step②(PC鋼棒緊張後)	(-2.00)	0.017	-	(-2.42)	0.021	-	(-1.34)	-	-
Step②(P外ケーブル2本/箱桁 緊張後)～Step④	(-1.53)	0.006	-	(-1.94)	0.008	-	(-0.87)	-	-
Step④	4.57	-	-	4.28	-	-	5.05	-	-

(施工時許容応力度-1.5 ≤  $\sigma_c \leq 15.0$ ,  $\sigma_s \leq 225$ 、許容ひび割れ幅0.024mm)

Step①～Step②はケース3、Step②～Step④はケース2の荷重条件となるように規制実施

11月10日(4:30～17:00)  
①壁高欄撤去(伸縮ジョイント撤去)

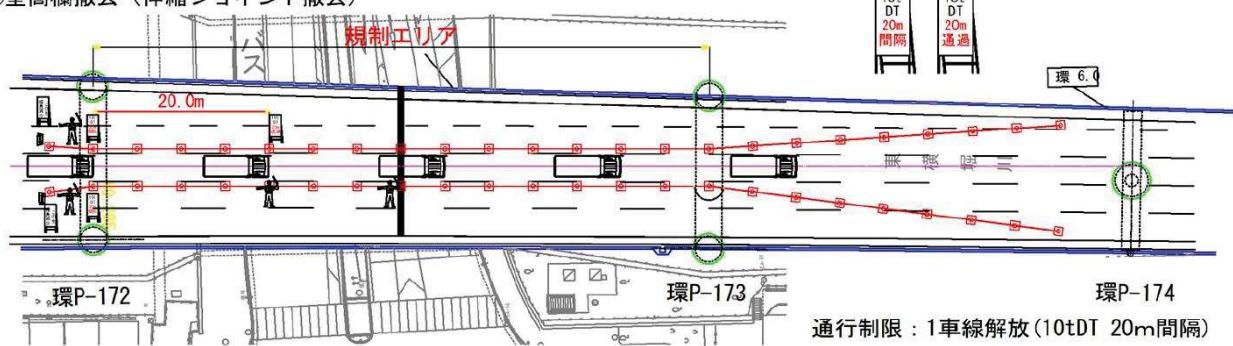


図-6 荷重制限のための交通誘導員による規制(Step①)

弁を用いて逆打ちで打ち上げていくため流動性が必要であること、また、ヒンジ部は締固めが困難なことから高機能AE減水剤と膨張剤を添加した高流動コンクリートを使用した。なお、車両荷重によるヒンジ部の挙動を抑えるため、打設前にゲレンク沓の凸沓と凹沓の遊間にフィラープレートを挟んだうえでアングル材を溶接して摺動しないよう仮固定した（写真-5）。



写真-4 ヒンジ部高流動コンクリート打設状況



写真-5 ゲレンク沓の仮固定

高流動コンクリートの設計基準強度は $40\text{N/mm}^2$ であるが、RN工事2日の外ケーブル緊張時には実強度 $27\text{N/mm}^2$ が必要であるため、試験練り時には2日目強度を確認している。なお、沓はヒンジ部に残置したまま打設した。

## (2) 上床版撤去およびコンクリート打設

RN工事1日目作業として、張出床版部の壁高欄直下をコンクリート打設する空間を設けるために高欄地覆をφ200で6本分のコアを削孔した。また、上床版を撤去するにあたり先行して既設ゴム伸縮継手を撤去した（写真-6）。上床版の撤去方法を図-7に示す。RN工事2日目に上床版幅員6.4mおよび中間床版幅員約3.6mを撤去するため、橋面から鉛直に削孔したコア孔から既設上床版と新設した（1）で打設したヒンジ部コンクリートの間に橋軸直角方向に配置した塩ビ管にダイヤモンドワイヤーを通してカットした。その後、撤去ブロックを吊り上げながら橋面からコア削孔により縁切り、小割にしてトラックで搬出した。なお、既設伸縮継手の後打ちコンクリート部が一部残存するため、手はつりにて撤去した。

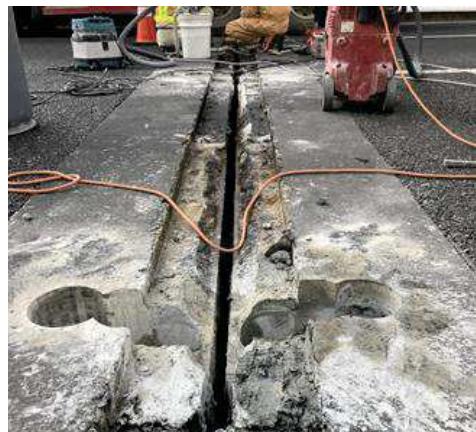


写真-6 既設ゴム伸縮継手撤去跡とコア削孔

上床版撤去後に配筋および床版横締めPCケーブルを配置し、橋面上にモービル車を配置して超速硬コンクリートを打設した（写真-7、8）。なお、超速硬コンクリートは収縮が大きくひび割れの発生が懸念されるため、ひび割れを防止する目的で鋼繊維入りとした。

残りの既設上床版についても、RN工事3日目に同様に撤去してコンクリート打設した。

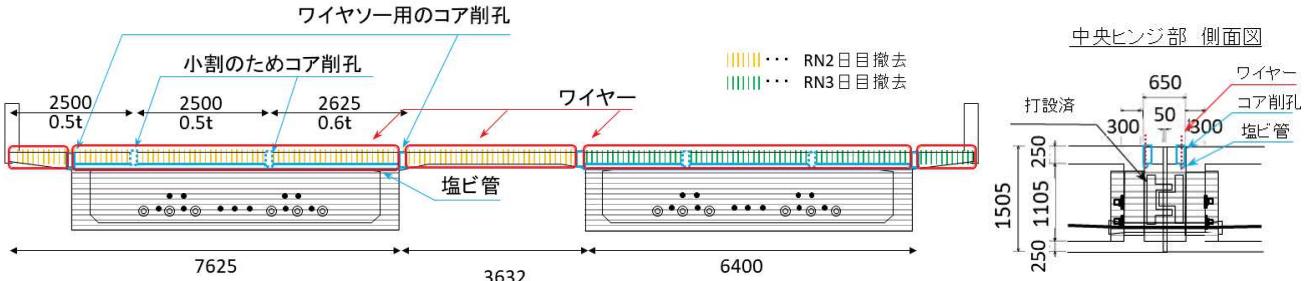


図-7 上床版撤去の概要



写真-7 配筋状況



写真-8 上床版コンクリート打設直後

### (3) PC鋼棒および外ケーブル緊張

外ケーブル（19S15.2×6 本/1箱）はRN工事に先立って環P172付近の吊り足場開口を用いて河川上の台船からPC鋼線を桁内へ引き込んだ。RN工事2日目に上床版下面範囲のコンクリートの2日強度が $27.0\text{ N/mm}^2$ 以上達していることを確認してPC鋼棒を緊張した後、外ケーブル2本/1箱桁をジャッキ2台を用いて環S173側から片引きで緊張した。緊張管理は外ケーブルの緊張荷重と伸び量により行った。写真-9はRN工事2日目の緊張時の様子である。上床版打設後（Step④）に残りの外ケーブル4本/1箱桁を同様に緊張した。

外ケーブル緊張前後において橋面から環P172を基準点にしてヒンジ部の垂れ下がり量を測量したところ、緊張前から19mmの主桁の上昇を確認した。事前に算出した設計値は20.6mmと概ね合致していることからも所定の緊張力の導入を確認できた。また、本工事で新たに追加した外ケーブルについては、今後の維持管理で活用する事を目的に全12本のケーブル緊張力を振動法により計測することとした。



写真-9 外ケーブル緊張時

## 5. おわりに

本工事でディビダーグ工法により建設されたPC3径間連続有ヒンジラーメン橋のヒンジ部連結工事を実施した。箱桁内の外ケーブル定着部や偏向外隔壁のコンクリート打設は事前に実施したが、連結部の施工および外ケーブル緊張は環状線の通行止めRN工事期間中に工事車両を通行させながら昼夜連続施工の4日間程度で行った。本工事が今後の同様の工事において参考となれば幸いである。

## 参考文献

- 1) 平成27年度全国道路・街路交通情勢調査
- 2) 富田穰, 清水正朝, 柳優雄: 大阪池田線ディビダーグ（末吉橋）補修工事, 第15回阪神高速道路技術研究発表会
- 3) ディビダーク協会: ディビダーグ工法設計・施工マニュアル, 2018.10
- 4) 得能達雄: FCC工法の特徴と利点、川田技報、Vpl.4/JAN, 1985
- 5) 池田光次、大部薦和久、窪田和裕 他: 名神高速道路・糸迦ヶ池橋における有ヒンジPCラーメン橋の補強工事: ハイウェイ技術/日本道路公団試験研究所技術情報課編 (17) 2000-10 p.11~16
- 6) 渡辺将之: PC3径間連続有ヒンジ箱桁端の連続化について-東北自動車道 八幡平橋-, 土木学会東北支部技術研究発表会 (平成20年度)
- 7) 加藤達也、辻英雄: ~平成の大改修~「浜名大橋」橋梁補強について: 平成23年度国土交通省国土技術研究会
- 8) 日本道路協会: 道路橋示方書・同解説III, 平成24年3月

## カンボジア王国シェムリアップ州の道路事情など ～JICA シニア海外ボランティアの活動を通じて～

個人会員 高島伸哉

### 1. はじめに

筆者は 2018 年 10 月より 2 年間、国際協力機構 (JICA) シニア海外ボランティアとしてカンボジア王国シェムリアップ州の派遣先で道路に係わる技術協力活動を行った。本稿では活動を通じた最近のカンボジアの状況、シェムリアップ州の道路状況や派遣先での活動などを報告する。

### 2. 派遣の概要

シニア海外ボランティアとは、JICA が 1965 年から始めた青年海外協力隊の一環として開発途上国から日本政府への要請に対応して専門的な経験や知見を有して技術支援などが行える 40 歳以上のシニア人材を公募選考し、国内訓練所で現地語習得などの訓練を行った後に派遣するボランティア制度である。なお 2019 年度より制度変更により新たに「JICA 海外協力隊」として途上国の課題解決の取り組みを続けている。

筆者は、青年海外協力隊候補生として福島県の JICA 二本松訓練所で 35 日間の合宿形式による国際協力に関する講義や現地語（カンボジアで使われるクメール語）の訓練を修了して、2018 年 10 月に 6 名の青年海外協力隊と共にカンボジアの首都プノンペンに赴任した。写真-1 は JICA カンボジア事務所が作成した当時の協力隊派遣状況である。プノンペンでは JICA カンボジア事務所に通い、オリエンテーションや現地での手続き、更なるクメール語の訓練を受けるとともに、表敬訪問として在カンボジア日本国大使館やカンボジア政府関係部署を訪ね、11 月に派遣地であるシェムリアップまで国道 6 号線を車で約 6 時間かけて移動し着任した。その後約 1 年半の現地活動を経て 2020 年

3 月下旬にコロナ禍の広がりの中で緊急帰国となり、自宅待機のまま派遣先や JICA カンボジア事務所と連絡を取りながら 10 月に任期終了となつた。



写真-1 カンボジアへの協力隊の派遣状況  
(2019 年 2 月時点)

### 3. カンボジア王国の概要

祇園祭は現在のコロナ禍のような疫病から国を守るために祈った催しが起源で平安時代初期の 869 年から始められたとの事だが、その頃に世界遺産のアンコールワットなどで有名なアンコール王朝時代が派遣地のシェムリアップ州域で興った。

現在のカンボジア王国はフランス植民地後の悲惨なポルポト時代や内戦の時代を経て 1993 年に新憲法公布により誕生し、就任から 30 年を超えるフンセン首相政権の下で、ASEAN の一員としてこれまで年 7% 程度の経済成長 (GDP 成長率)<sup>1)</sup> を維持し、2030 年には低中所得国から高中所得国を目指す発展途上国である。国土面積は 18 万 km<sup>2</sup> で日本の約半分の広さにクメール人を中心とした 15 百万人あまりの人口を有し<sup>2)</sup>、東部には中国か

らベトナムに通じる大河メコン川が西部には琵琶湖の4倍の大きさのトンレサップ湖があり、湖の西北端に派遣先のシェムリアップ州が位置する。ちなみに野菜のかぼちゃ(南瓜)は江戸時代に伝來した時のカンボジアの国名に由来すると言われている。

行政の組織は国政府のもと首都プノンペンと24州で構成し、州は市と郡からなる(写真-2)。知事や市長は政府(首相)が任命する国家公務員(学校教員も国家公務員)である。首都と各州には政府の出先機関が設けられ、地方行政の一部を担っている。<sup>3)</sup>

筆者はシェムリアップ州公共事業運輸局(DPWT)で道路に関する技術協力の活動を行った。DPWTは公共事業運輸省の出先機関で日本では国土交通省の地方整備局のような組織で、道路、河川、下水道などを管轄している。

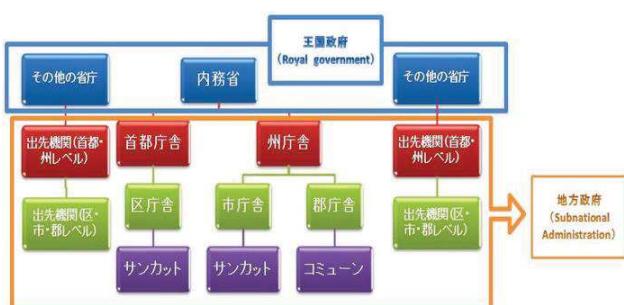


写真-2 カンボジアの行政組織

国民の平均年齢は2016年で25.6歳(平均寿命69歳)<sup>1)</sup>と非常に若い国で、教育制度は6・3・3制、義務教育は小中学校の9年間である。これまでの海外援助などにより識字率は80%を超えたが、中学校就学率は5割程度<sup>4)</sup>で小学校卒業後の多くの子供たちは家族を支えるための労働に従事していると言われている。信仰の自由は憲法で保障されており、国教は仏教でイスラム教やキリスト教も信仰されている。

#### 4. 社会資本整備などの状況

カンボジア国内の主な社会資本整備などの状況を以下に紹介する。

◆道路……全国の道路は道路法によって国道、州道、地区(市郡に相当)道に区分されている(写真-3)。国道延長は全国で11,000km余り、国土面積率は0.06km/km<sup>2</sup>とタイの0.11kmの半分程度<sup>5)</sup>で、国内初の高速専用道路が中国の援助で中国企業により工事中である。道路舗装率は簡易舗装を含めても国道では約半分、州道では1割程度である<sup>5)</sup>。

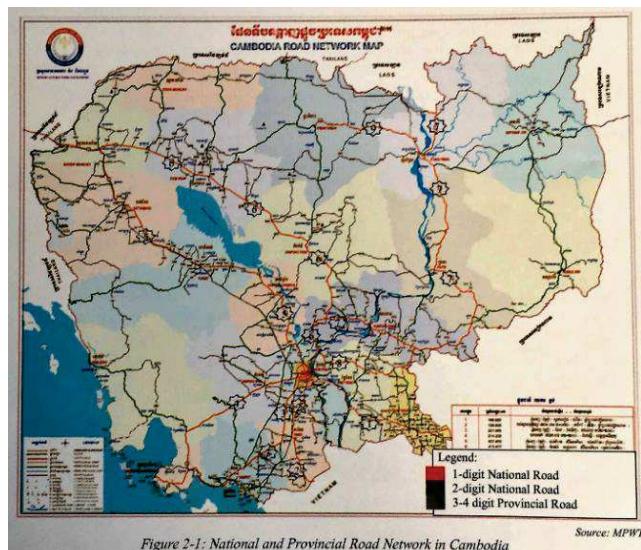


写真-3 カンボジア国内の道路網

自動車や自動二輪車の利用の増大により交通事故が急増し交通安全対策が喫緊の課題である。また都市部では交通渋滞が増加しており、特に首都プノンペンでは朝夕の激しい交通渋滞の解消などのため日本の無償援助により日本企業が交通信号機や道路管制センターの整備を行い、2018年から本格運用を開始した(写真-4)。



写真-4 交通信号コントロールセンター(プノンペン政府):JICA カンボジア事務所 FB<sup>6)</sup>より

◆水道・・・・全国の普及率は約50%で、首都プノンペンでは北九州市が20年以上も援助活動を続けて普及率90%、無収水率8%に達しており<sup>7)</sup>、「プノンペンの奇跡」と言われている。またシェムリアップ州では長年、日本の援助により水道整備事業や管理能力向上プロジェクトが進められている(写真-5)。



写真-5 シエムリアップ州での水道整備援助  
(左:給水塔、右:派遣時に見た水道配管工事)

◆下水道・・・・雨期には首都や他都市で多くの道路が水没し、老朽化したフランス植民地時代の施設の更新整備が急務である。シエムリアップの下水道は合流式と分流式が混在しており、ADBの援助によるラグーン処理の下水処理場(写真-6)が稼働している。また下水処理費用の徴収制度も運用されているが、施設は老朽化し運転管理も未熟のままで、筆者と同様のJICAシニアボランティアが長年にわたり支援を行っている。首都プノンペンでは、現在日本の無償資金協力によりプノンペン洪水防御・排水改善計画下水道管路整備が進められている。



写真-6 シエムリアップ下水処理場(嫌気性池)

◆電力・・・・需要の6割以上は水力発電が担っており、残りは石炭火力や最近では太陽光発電などの再生可能エネルギーの導入を促進するものの、供給不足分は周辺国からの輸入に頼っている。<sup>8)</sup>

派遣中のシエムリアップでは、乾季(11~4月)に計画停電やブラックアウトがたびたび発生し、格上のホテルや大規模商業施設などは自家発電施設を備えているが、一般家庭では灯油ランプなどで過ごす日々があった。また、ほとんどの行政施設も停電となり、さらに10か所しかない信号交差点の信号が無点灯になり、その都度、警察官が交差点の交通整理をしていても周辺道路は大混乱になっていた。

◆通信・・・・携帯電話やスマートフォンの普及が急速に進み、シムカード登録者は人口を上回る2千万件を超えており<sup>9)</sup>、写真-7のような通信機器の中古店を街中のいたる所で見ることができた。



写真-7 通信機器の販売店(シエムリアップ)

◆自動車交通・・・・都市間の長距離交通は民間バス会社が運営するネットワークが充実している。

公共バスの運営は首都プノンペンでのみ公社制度で行っており、日本政府は「プノンペン公共交通改善計画」として輸送力の強化や交通状況の改善のために、無償資金協力によるバスの調達やバス公社の運営維持管理体制の強化の技術協力をを行ってきた<sup>10)</sup>。これにより利用者も増加し現地での乗車も快適であった(写真-8)。

なお、中国政府も同様にバスの調達の援助を行っている。



写真-8 プノンペンの公共バス

(上左:日本援助のバス、上右:車内、下:プロンペンバスクルートマップ)

首都や州都などでは、TukTuk（モトルモー、自動二輪けん引車）、リクシヨー（自動三輪車）、バイクタクシーなどのパラトランジットと呼ばれる小型の輸送手段が庶民の足となっている（写真-9, 10）。さらに、スマートフォンの普及に伴い、TukTuk やリクシヨーを対象とした配車アプリを数社が運用しており、運転手との煩わしい値段交渉をせずに乗車する事ができた（写真-11）。



写真-9 TukTuk(モトルモー、自動二輪けん引車)



写真-10 リクショ (三輪車、右:燃料はLPG)



写真-11 配車アプリの一例（左からロゴ、呼び出し画面、到着時の料金画面）<sup>11)</sup>

◆航空・・・国際空港が国内に3箇所、首都ブノンペン、観光都市シェムリアップ、中国資本の進出が著しい港湾都市シハヌークビルにある。

シェムリアップ空港は都心から前述の小型移動手段で 20 分程の距離にあり利便性は良いが手狭になって来たことから、都心より 51 km も東方に 2023 年開業予定で中国資本が BOT で新空港を建設中であった。

◆鉄道・・・フランス植民地時代の施設を更新しながら全国で貨物車両の運行が進められており、旅客輸送も順次始まっている。

プノンペン国際空港と都心の間は単線のシャトルトレインが路面電車区間や専用軌道区間を通過で低速で結んでおり、路地裏のような区間も通行していた(写真-12)。

◆観光・・・観光産業は国の経済を支える柱で  
国内には世界遺産が3か所あり、2019年にアンコ  
ールワットを中心とした遺跡群を訪れた海外観光  
客は220万人で<sup>12)</sup>観光の中心地のシェムリアップ  
市内はホテル、飲食店、商店などが充実している。



写真-12 シャトルトレイン  
(左:シャトルトレインの車両(1両のみ)  
右:車窓からの眺め(路地)

一方、遺跡周辺の平地や山間部では内戦時の地雷や不発弾が残り 1979 年以来 2 万人近い死者が犠牲者になり今日も不慮の死傷者の発生が続いている。このため、日本を始めとした多国の大援助により 2025 年にすべての地雷処理の終了を目指して撤去作業が進められている<sup>13)</sup>(写真-13)。



写真-13 シエムリアップの観光地など  
(上:アンコールワット, 下左:パブストリート(繁華街), 下右:地雷探査服の試着・地雷博物館にて)

なお、JICA カンボジア事務所では、2021 年 4 月にカンボジアでの JICA 支援の様子を YouTube で紹介している。YouTube の検索欄に「JICA カンボジアでの取り組み」と入力してご覧ください。  
( <https://www.youtube.com/watch?app=desktop&v=1foiRgnMSPE&t=74s> )

## 5. シエムリアップ州の道路事情

派遣先のシエムリアップ州は世界遺産アンコール遺跡群を有しており州人口は 100 万人を超え、都市部では観光客を迎える施設が充実している。

一方、最近では朝夕の交通渋滞が激しくなり、信号交差点では故障をしたままの信号機や信号表示が危険な状態で運用している個所もあり、世界の観光都市と言うには貧弱な道路状況にある。

技術協力を行った派遣先のシエムリアップ州公共交通事業運輸局(DPWT)は、道路、河川、下水道、自動車運転免許交付、車両検査などを管轄している。また州政府には土木技術職員がいないとの事で、DPWT は州政府管理の道路の設計、施工などの全般的な技術的業務を支援している。

DPWT が管轄する道路は、州内の主要幹線道路である国道と州道の一部で、それらの延長は 1,235km、舗装率は簡易舗装も含めて約 50%で、都市部以外は大部分が未舗装の状態である(写真-14)。

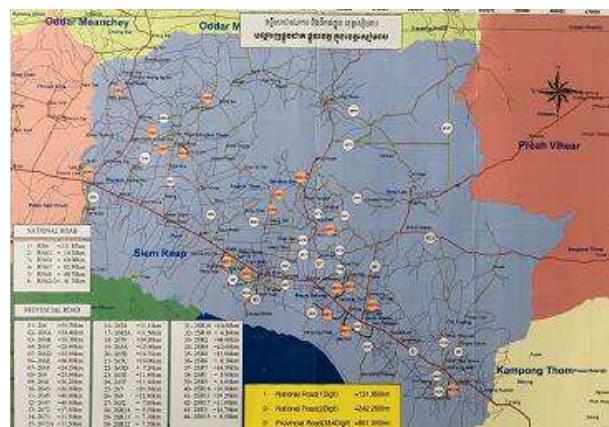


写真-14 シエムリアップ州の道路網

道路舗装は、幹線道路や都市部の道路ではアスファルト系の舗装が多いがそのほとんどは DBST(Double Bituminous Surface Treatment)舗装と呼ばれる簡易舗装で、生活道路ではコンクリート舗装が主体である。

DBST 舗装の補修工事は簡易な施工(写真-15)で、施工後も短期間で破損が進んでいた。



州内の未舗装の道路などで見られる赤茶色の土質はラテライトと呼ばれる熱帯地方でよく見かける土壤で、高温多雨の気候により塩基など水溶性成分の多くが洗い流され 鉄の酸化物とアルミの酸化物が濃縮し風化土となったものである。乾燥すると鉄分の影響で非常に硬くなり、その性質を利用して建築材料の日干しレンガなどが作られる。

現地では表土を締め固めたラテライト舗装が施工されているが、雨季には豪雨などにより崩れてしまい、乾季になれば修繕工事を繰り返しているとの事であった。(写真-16)



配属先での 2018 年の道路予算は、維持修繕工事費として米ドル換算で約 150 万ドル、工事延長は約 770km、1m当たりの工事費は 2 ドルと僅かであった。新設舗装や道路整備のための予算は 4 路線を整備するために約 200 万ドルで、排水施設な

どの含めた工事費は 1m当たり 1000 ドルとの事であった。舗装工事や道路新設の必要な区間がまだまだ残っているものの予算の半分近くは維持修繕に費やされており、派遣先は政府に予算配分増を常に要望しているとの事であった。

道路工事などの重機は海外からの中古機材がほとんどで、配属先は中古建設機材を保有し直営の工事担当職員を配置せずに施工契約をした建設会社に機材を貸与していた。配属先が保有する機材は中国、韓国、日本、ドイツ製などの中古機で、日本製は中古品であってもその性能の良さを高く評価していた。

その他、経済活動の進展に伴う物流により過積載車両が増加している(写真-17)。このため道路舗装の破損や橋梁部の劣化などが顕在化しており、車両検査場での取り締まりの強化とともに、検査施設の高度機械化を進めるとの事であった。



道路管理における最近の話題としては 2018 年 12 月から公共事業運輸省が道路利用者や住民から道路に関する通報や苦情を受け付けるスマートフォン専用アプリを運用している(写真-18)。通報は政府に一元的に集約され各州の出先(DPWT)や州政府に通知され、それぞれで対応しているとの事であった。

派遣先での最新の道路整備プロジェクトとしては、2020 年 9 月にフンセン首相が世界遺産の観光地に相応しい道路網整備に向けて州政府に 38 路線 150km の道路の新設や改良のための予算 1.5 億ドルを配分した。現在、写真-19 の太線で示したシェムリアップ市街地とその周辺の路線(用地は確保されているが建物等の撤去が必要な箇所がある)での整備が、2021 年末までの完成を目指して進められている。

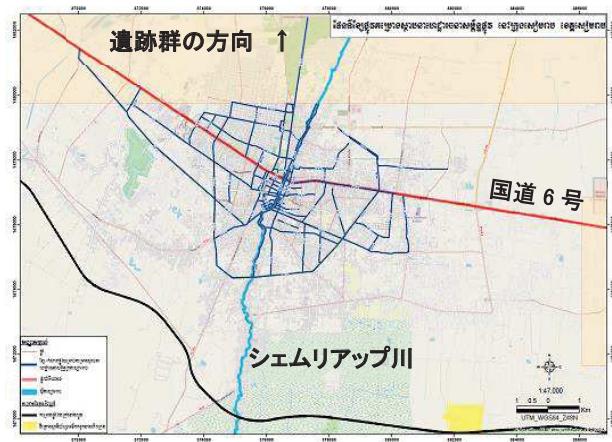


写真-19 シュムリアップ道路整備プロジェクト  
路線図(図面中央の太線区間)

次に、交通事故や道路交通法<sup>15)</sup>に関わる状況を紹介する。

経済発展の進展と共に交通事故が多発し、死者数は 2019 年に 1981 人<sup>16)</sup>、人口 10 万人当たり約 13 人で、これは我国の 1960 年代の急激な交通事故増加時期に類似している。主な事故原因は速度超過、無理な追い越し、飲酒運転、前方不注意などがあげられている。道路交通法では、飲酒運転や運転中の携帯電話使用は禁止しているものの、着任した頃は遵守している様子を見かける事はある

まりなかったが、直近では交通違反取り締まりを強化して交通事故の削減を図っているとの事であった。

活動中に行ったシェムリアップ市内の幹線道路での交通量調査では、自動二輪車が車両交通量の 7 割近くを占めていた。以前は自転車利用が多数であったが、首相声明により 125cc 未満の自動二輪車が 16 歳(高校生)以上であれば運転免許証がなくても乗れることになったため自動二輪が増大したとの事であった。これは、本来は道路交通法によって 16 歳以上で 49cc 以上の車両の運転には免許証を必要としているが、2016 年末にフンセン首相は国民へのクリスマスプレゼントと言う声明を出して現在も運用で認められているとの事で、実態は小学生の高学年か中学生ぐらいの子供たちの運転もたびたび見かけるような状況であった。

2018 年の自動二輪車の事故では約 8 割の運転手がヘルメットを被っていないと言われ<sup>17)</sup>、2019 年からヘルメット着用の交通安全運動を展開し運動期間後は交通違反の取り締まりの強化を図っていた。派遣先では、幹線道路沿いでヘルメット無着用の運転手を警察官が呼び止めて派遣先が路上で簡易な交通安全教育を実施し、日本などの海外企業から寄付を受けたヘルメットの無料配布キャンペーンを実施していた。筆者も 2019 年 9 月に行われたキャンペーンに参加してヘルメットの配布を応援した(写真-20)。



写真-20 ヘルメット着用促進キャンペーン  
(左側の未着用の運転手に交通指導をする右側の配属先職員、指導後にヘルメットを無料配布)

なお、100cc程度の新車の相場は約2000米ドルと庶民にとっては大変に高価だが、輸入中古車などが広く流通しているとの事であった。

次に、カンボジアの車両通行方向は右側通行であるが着任した頃に特に留意した点などを紹介する。

信号で制御されている交差点で矢印信号が表示されない場合は、赤信号でも右折(我国の左折)は當時可能で、歩行者の横断は右折車に阻害されることが多かった。また、歩行者信号の未整備、車両の信号現示に歩行者横断が配慮されていない、横断歩道標示がないといった状況で、観光客などの歩行者にとって危険な交差点が多数見受けられた。

交差点内の車両相互の通行では、道路交通法では左折車両(我国の右折車両)は直進車の進行を妨げないように規定しているが、われ先に左折して直進車両が進行できなくなり混雑や事故の原因となっていた。2020年から交通事故抑制のために、交通ルールの遵守徹底に向けた取り締まり強化や違反罰則の厳罰化を図っており、交通状況の改善と交通安全の促進が望まれる。

## 6. 活動の紹介

派遣先と活動内容などについて意見交換をしながら行った技術支援の主な項目は、次の10項目であった。

- 1) 都市部道路での問題・課題点の抽出
- 2) 都市部交差点45か所の現状分析と改善策の提案(写真-21)
- 3) 都市部での一方通行路の導入の提案
- 4) アンコール遺跡エリアに通じる幹線道路改修計画の提案
- 5) 地区内道路の基本断面構成の提示
- 6) 道路の地下空間の施設配置の考え方
- 7) 交通事故多発地点の安全対策の提案
- 8) 横断歩道橋の設置に関する検討
- 9) 給油取扱所に接する道路での安全対策の提示
- 10) 交通量調査の技術支援

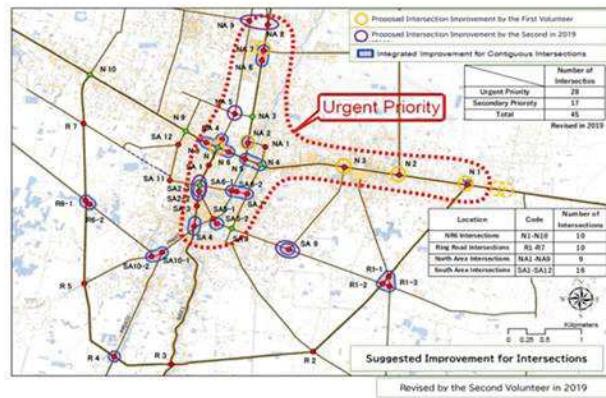


写真-21 安全対策が必要な45か所の交差点  
(実線の交差した●の個所)

次に今回のようなインフラ分野における技術協力の活動を通じて感じた点を述べる。

- a. 問題の気付きを促す・・・現地での技術職員との交流を通じて何が問題かを認識する情報や経験が不足していると感じた。そこで、派遣先内でのプレゼンテーションや日々の会話の中で、現状の道路の問題点の提示に心がけた。
- b. 具体的で分かりやすい問題解決へのアプローチ・・・対話を通じて経験・知見のシェアをして理解を深めてもらうこと、図や数字で具体的で分かりやすく説明すること、最新の機材は手段であること(担当者は新しい道具に関心があり、道具がすべてを解決するような感覚でいる)などを認識してもらい、維持管理コストも考えた基本的な改善策を示すことに心がけた。
- c. 焦らずに情報伝達をする・・・インフラ整備は予算と時間がかかるため将来の実施の段階で筆者の提案内容やプレゼンテーションが参考になるように、情報の蓄積と伝達のための提示集(約270ページ)を作成しデータ化をして提供した。

前述した38路線150kmの道路整備の新プロジェクトには残念ながら現地で直接関わることはできなかったが、筆者の提示した内容などが少しでも参考になれば幸甚である。

上記のような活動以外に配属先が関係するJICA援助や民間投資のプロジェクトにおいて、現地の情報提供や調整役などの幅広い機会に恵まれ

た。例えば、多くの観光客が集まるパブストリートと呼ばれる繁華街に近接した道路で、組合せブロック(ILB)による改修工事の実施に当たって担当課長や州政府などに対して支援や調整役を務めた。写真-22 に示す工事は、プノンペンに現地製造工場を設けている長崎県大村市のコンクリート会社が、JICA の中小企業海外展開支援事業として「洪水対策に資する透水性インターロッキングブロック(ILB)舗装の普及・実証事業」を行ったもので、施工延長 107m、舗装面積 1900m<sup>2</sup>の歩車道を、排水施設と合わせて簡易アスファルト舗装から ILB 舗装に改修した。

筆者は、道路断面構成や平面線形と施設配置などの設計、電線類の整理や埋設物の調整、施工現場の立会、州政府との工程調整などに関わって全工程での支援を行う事ができた。

2020 年 2 月には州知事や JICA カンボジア事務所長などの列席による竣工式が執り行われた。



写真-22 シエムリアップでの透水性インターロッキングブロック(ILB)による改修工事

## 7. 新型コロナ禍の状況

カンボジア国内最初の新型コロナ感染者は 2020 年 1 月に南部の都市シハヌークビルで発生した。シエムリアップ市内は発生地が遠方であったことから緊張感を感じる様子はなく、店先で無料のマスクを配るような光景が見られた(写真-23 左)。

しばらく発生は無かったが、3 月に 2 人目がシエムリアップ市内で発生し派遣先組織の厚生省州

局の多忙な様子を見かけるとともに、マスクの値段は急騰し、商店入口にアルコール消毒液が置かれるようになった(写真-23 右)。



写真-23 コロナ禍初期のシエムリアップ  
(左:店先にぶら下がったマスクの無料配布  
右:店先のアルコール消毒液)

その後は、タイへの出稼ぎで感染した人たちの帰国などによる海外からの感染者が続いたが、2021 年 2 月 20 日に首都プノンペンで大規模なクラスターが発生し一部の感染者が国内移動したことにより全国に感染が拡大し死者も増加し、大規模なロックダウンがプノンペンを始めとした主要な都市部で行われた。写真-24<sup>18)</sup>は、2021 年 6 月 19 日までの国内の感染者推移で、グラフの実線の左から感染者の累計、治療中患者数、治癒者累計を示しており、感染者合計は 42,052 人に達した。また、死者は 414 人になった。

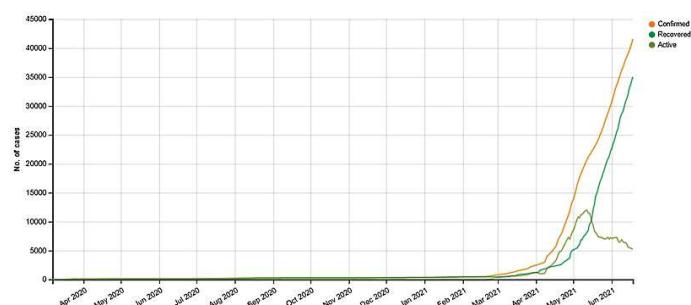


写真-24 2021 年 6 月 19 日までのカンボジア国内の新型コロナ感染状況

一方、世界中の JICA 協力隊員 2 千人ほどは派遣国からの移動手段や医療機関の確保の困難が予

想されたことから、2020年の3月下旬よりすべての隊員が緊急帰国をして日本で待機をした。カンボジアの隊員は3月24日に帰国し、筆者を含めて2018年10月に派遣された7名は待機のままで2年間の任期を終了した。派遣期間のうち1年半は前述のように現地での活動を、待機中の残りの半年間は、配属先とはSNSを通じて連絡や資料送付を行い、JICA本部やカンボジア事務所とはオンラインでの会議や報告会などを行った。

## 8. シエムリアップ州と大阪の繋がり

派遣先のシエムリアップ州と大阪府の間での最近の繋がりを紹介する。

アンコール遺跡群のあるシエムリアップ州知事と百舌鳥・古市古墳群を有する大阪府知事は、2020年1月に、世界文化遺産の魅力発信に向けた連携協定を交わした。写真-25 左は、州政府のFB<sup>19)</sup>で掲載された大阪府庁での調印式の様子である。また、シエムリアップ州では上空から遺跡や街並みなどを眺めるために昇降位置を固定した観光気球(写真-25 右)があり、それが話題になったとのことである。



写真-25 シエムリアップ州と大阪の繋がり  
(左:シエムリアップ州と大阪府の調印式、  
右:アンコール遺跡での観光気球)

## 9. おわりに

最後になりましたが、JICA関係者の方々を始め派遣先や日々の生活での現地の皆さん、在住の日本人の皆さん、日本から情報提供を頂いた多くの方々には大変にお世話になりました。この場をお借りして心より感謝の意を表します。

そして、着任時から公私にわたり面倒を見て頂

いた配属先のカウンタパートが、緊急帰国中に急速ご逝去されましたことに心から哀悼の意を表します。

## 参考文献

- 1) 国際労働財団 <https://www.jilaf.or.jp/>
- 2) 在カンボジア日本国大使館 カンボジア王国概況 2016年4月
- 3) カンボジアの地方行政 Clair Report No.426 (July 29, 2015)(一財)自治体国際化協会 シンガポール事務所
- 4) 総務省統計局 世界の統計 2020
- 5) Overview of the Transport Infrastructure Sector in the Kingdom of Cambodia 5<sup>th</sup> Edition 2015 (IRITWG)
- 6) <https://www.facebook.com/456373264408765/posts/2040756822637060/?d=n>
- 7) [https://committees.jsce.or.jp/eec/system/files/53sympo\\_2-4-2\\_Ikegami\\_0.pdf](https://committees.jsce.or.jp/eec/system/files/53sympo_2-4-2_Ikegami_0.pdf)
- 8) Khmer Times 2019/5/27 ADB approves \$7.6 million loan for solar
- 9) Khmer Times 2019/7/26 Internet users near 16m
- 10) <https://www.jica.go.jp/oda/project/1660370/index.html>
- 11) Google Play: PassApp Taxi in Cambodia より
- 12) Khmer Times 2021/1/2 International visitors to Cambodia's Angkor down 81.8 percent last year due to COVID-19
- 13) Khmer Times 2020/1/7 Despite COVID-19 pandemic, mine clearance goes ahead
- 14) Khmer Times 2020/3/13 Transport Ministry looks to new weigh-in-motion technology
- 15) カンボジア王国道路交通法 2015年1月6日公布
- 16) Khmer Times 2021/1/3 Road accidents kill 1,646 people in Cambodia last year, down 17 percent
- 17) Khmer Times 2019/7/18 Keep pressure on motorbike drivers without helmets
- 18) Khmer Times 2021/6/20 Covid-19 progression in Cambodia in Graphics
- 19) <https://www.facebook.com/1437994223178557/posts/238785724857064/?d=n>

## (一財)阪神高速先進技術研究所の紹介

(一財)阪神高速先進技術研究所 調査研究部 小柴陽平

### 1.はじめに

弊社は2020年7月に「(一財)阪神高速道路技術センター」から「(一財)阪神高速先進技術研究所」へと名称をあらためた。これは阪神高速道路の企業理念である「先進の道路サービスへ」の実現に向けてこれまで取り組んできた調査・研究・技術開発に加え、中長期的な研究テーマや新たな情報通信技術の活用など先進技術の研究開発にもチャレンジし、関西を中心とする都市高速道路事業へより一層貢献したいとの決意を込めた名称変更である。ここでは、本研究所が取り組んでいる事業について紹介する。

### 2.研究所の主な事業

#### 2.1受託調査研究

当研究所が保有する道路構造物に関する専門的な技術力を活かし、阪神高速グループや地方道路公社などから維持管理の諸課題解決の検討業務を受託し、効率的な維持管理を推進している。

下記に受託業務の一部を紹介する。

#### (1)大規模解析による耐震性評価に関する検討

広域道路ネットワークの防災・減災対策を検討するにあたっては、設計実務で用いられている橋梁単位の地震応答解析ではなく、広域の地震応答シミュレーションを行い、路線単位やランプ間の区間単位の損傷程度を評価することが妥当だと考えられる。また、橋梁の被害は、橋梁振動単位の境界部や単柱式・ラーメン形式などの橋脚形式の変化店頭で生じる場合があり、連続する橋梁の弱点部を明確にするためには、橋梁単位ではなく、路線単位のモデルを用いた評価が求められる。こ

のため本検討では、広域ネットワークの地震被害シミュレーションの実現に向けた検討として、国立研究開発法人のスーパーコンピュータ「京」を使用し、阪神高速道路の路線・区間単位の損傷程度の評価、地震時の耐荷性や地震直後の走行性の評価に関する研究を行っている。

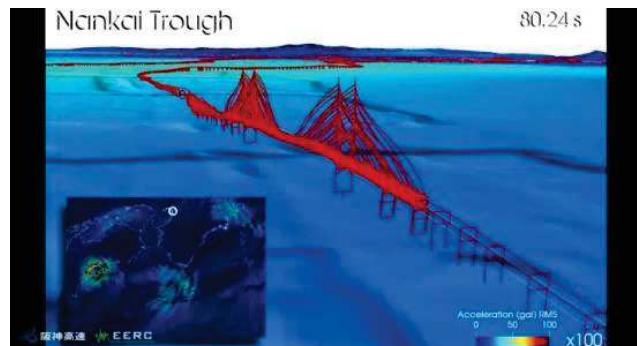


図-1 地震被害シミュレーション



写真-1 輪荷重走行試験(鋼床版)

#### (2)Uリブ鋼床版の疲労耐久性検証のための実験的検討

阪神高速道路の構造物は近年、鋼床版に発生す

るき裂が増加傾向になっており、損傷ストックを増加させないためにき裂を事前に予防する対策が求められている。これに対し、阪神高速で提案されている予防対策工法の効果を検証するために、対策が施された鋼床版の輪荷重走行試験を実施し、各工法の試験結果の分析・評価を行っている。

### (3) 補強済み RC 床版の疲労耐久性検証のための実験的検討

下面に鋼板接着補強が行われ数十年が経過する RC 床版において、鋼床版の浮き音を伴う劣化・損傷が報告されている。これらの床版を将来にわたって効率的に活用していくために、現状の疲労耐久性や各種補修工法の効果を確認することを目的として、共用下の実橋より切り出した鋼板接着済み RC 床版を対象に輪荷重走行試験を実施し、実験結果の分析・評価を行っている。



図-2 輪荷重走行試験(RC床版)

### (4) 高耐久グースアスファルト混合物の性能規定に関する検討

舗装は利用者に最も近い道路構造物の1つである。ポットホールやひび割れ等の舗装に発生する損傷によって走行安全性を損なうことや、舗装補修時の交通規制が生じ、道路利用者への負担が大きくなる。阪神高速道路の舗装はコンクリート床版上舗装と鋼床版上舗装に大別されるが鋼床版舗装はコンクリート上舗装と比較し、損傷の発生割

合が高いことが過去の検証からわかっている。本研究は、鋼床版上舗装の基層に用いられているグースアスファルト混合物の高耐久化を目指し、配合試験や性能照査を行い、高耐久化した混合物に求める要求性能と性能照査方法および規定値を定めることを目的に取り組んでいる。



図-3 曲げ試験状況

### (5) 鋼管矢板基礎の設計合理化に関する検討

钢管矢板基礎の設計法は2次元解析による簡易的な構造計算方法が踏襲されているのが現状である。3次元解析である立体骨組解析を適用することにより、任意な基礎形状のモデル化が可能になり、より合理的な基礎構造の設計が可能になると考えた。そこで、本研究では钢管矢板基礎の設計における立体骨組解析の積極的な導入に向けて、钢管矢板基礎を模した縮小模型実験の再現による立体骨組解析の妥当性を確認するとともに、継手を部分的に省略した钢管矢板基礎などの合理的な基礎構造の構造成立性について解析的に検討している。

### (6) H-BMS の高度化検討

H-BMSとは阪神高速道路の維持管理計画を策定するために開発されたブリッジマネジメントシステムである。総延長260kmに及ぶネットワークを有しており、その維持管理に関する膨大なデータは保全情報管理システムに納められている。その

システムとデータを活用して、ライフサイクルコストが最小になるような補修計画の提案や大規模修繕・更新計画を策定するアセットマネジメントの検討を行っている。

## 2.2 技術委員会の設置

当研究所では常設で技術委員会を設置している。鋼構造物、コンクリート構造物、舗装技術、基礎構造、アセットマネジメント等の多岐にわたり、分野に精通した学識者や有識者が在籍している。委員会に諮ることで技術的な課題解決のための相談や貴重なアドバイスを受けることができる環境を整えている。

## 2.3 研究発表会、講演会の実施

技術者に対して、各種技術講演会や保全技術（橋梁点検、耐震対策など）、設計品質向上などに関する講演会を行っている。



写真-3 講演会の様子

## 2.4 震災資料保管庫の運営

1995年の阪神淡路大震災で日本は多くの貴重なものを失った。阪神高速道路も当時、甚大な被害を受け、想像を絶する状況を目の当たりにすることとなった。この震災を後世に伝えることを目的として1999年より震災資料保管庫を運営している。被災した構造物を体系的に抽出し展示している他、新たな技術、災害支援や防災教育の取り

組み等も紹介している。予約制で見学も実施している。(2020年3月現在休止中。2021年4月より再開。)



写真-2 震災資料保管庫エントランス

## 3.おわりに

その他にも名称変更の際に掲げた中長期的な研究テーマや新たな情報通信技術の活用など先進技術の研究開発、自主研究にも取り組んでいる。当研究所は2020年7月の法人名変更に伴い、愛称を「HIT」としている。これは「阪神高速先進技術研究所」を英語表記したところの「Hanshin Expressway Research Institute for Advanced Technology」から命名したものである。



図-3 研究所ロゴ

当研究所はこれまでの活動に加えて、名称に恥じないよう先進技術へのチャレンジにも邁進していく所存である。

## 《優秀業績賞》

## ホワイティうめだ2期エリア 全面リニューアル

大阪地下街株式会社 常務取締役 井下 泰具  
計画課長 中井亮太郎

## 1. はじめに

日本で営業中の地下街の多くが、半世紀程度、開業から経過しており、施設の老朽化に伴う安全性にかかる問題が顕在化している。また、半世紀にわたる地下街整備後の法改正や地下街整備時に参照する法規・基準の変化により、現在、既存不適格な状態にある地下街は全国に少なくない。

地下街は、1950年代～1970年代にかけてモータリゼーションが進む中、主要ターミナルにおいて輻輳する地上の自動車交通と歩行者の通行を分離するために公共通路を地下に設置する際、民間活力を積極的に活用する一手法として建設されてきた。その性質上、道路下を利用することによる物理的空間の大きな制約や、公共的な歩行者ネットワークの機能を保持しながら商業店舗の経営を行っていかなければならぬという点などの特徴を有しており、リニューアルにあたっては地下街特有の状況を考慮したうえで既存不適格の解消等様々な課題を解決する必要がある。当社では、現実的な改修の方策の一つとして、地下街すべてをスケルトン化してリニューアルを実施した。本取り組みは、地下街事業者単独事業としては、全国において初めての試みである。



図1 ホワイティうめだ周辺の地上・地下歩行者流動量  
(H19.3 梅田地区歩行者ネットワーク検討会資料より)

## 2. ホワイティうめだの概要

大阪駅周辺地区は、地下駅が5駅、地上駅が2駅接続し、1日駅利用者数約240万人が利用する大規模な歩行者ネットワークが形成されており、西日本最大のターミナルとなっている。そのうち、地下の歩行者ネットワークは、ホワイティうめだ、ディアモール大阪、ドーチカ地下センターの3つの地下街と大阪市が管理する大阪駅前地下道、大阪メトロの改札外通路により成り立っている。JR大阪駅南側においては地下歩行者ネットワークが極めて重要であり、ホワイティうめだはその一部を構成し、公共性が非常に高い地下街である。図1に示すように、C断面では全通行者数の90.4%が地下通路を利用している状況である。

ホワイティうめだの建設経緯と概要を整理すると表1となる。来街者のうち、買い物をする人の割合は10%に満たず、

表1 ホワイティうめだの建設経緯と概要

項目	内容
建設目的 経緯	<ul style="list-style-type: none"> <li>□歩道車分離により地上交通の輻輳を緩和するために地下道を建設</li> <li>□建設資金は、店舗保証金と借入金（公共負担なし）</li> </ul>
開業	1期：1963年、2期：1970年、3期：1974年
法的位置づけ	<p>【建築基準法】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・通路（地下道）部分は、地下工作物</li> <li>・地下道に面する店舗・事務所は建築物</li> </ul> <p>【道路法】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・道路占用許可物件</li> <li>・公共地下通路部分を除く部分に対する道路占用料が発生、占用料は「大阪市道路占用料条例」で規定</li> <li>・地下通路の一部は道路認定を受けている</li> </ul> <p>【都市計画法】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・地下通路の一部が都市計画施設</li> </ul>
延床面積 施設構成等	31,336m <sup>2</sup> 公共通路:38.2%,店舗:43.0%,その他:18.8%
管理運営 会社形態	<ul style="list-style-type: none"> <li>□建設の第一目的である「地上交通の輻輳の緩和」を公共主導かつ機動的に実行すること、店舗経営への民間ノウハウを導入するため、市当局及び民間側の協力による第三セクター形式を採用（平成26年度までは建設局所管、平成27年度～交通局所管、平成30年度交通局民営化と共にOsakaMetroのグループ会社に）</li> <li>□OsakaMetro 50.3%、他：南海電鉄、高島屋、東宝、阪急電鉄、阪神電鉄等</li> </ul>
主な利用者	<ul style="list-style-type: none"> <li>□一日推定来街者数：約40万人</li> <li>□大部分は鉄道相互乗り換え、鉄道駅～周辺施設利用などの鉄道利用者</li> </ul>

鉄道相互・鉄道から周辺施設への経路としての利用が卓越していることが特徴的な点として挙げられる。整備年次は、1963年～1974年にかけて、3期に分けて整備され、いずれも「基本方針」策定以前である。また、大部分の断面構成は、中央に位置する公共通路の両側に店舗が併設されている構成となっている。

地下街においては、高架橋橋脚や地下鉄等との複合施設となっている場合も多い。ホワイティうめだにおいては、2期の一一部で高架橋基礎と地下躯体が一体となっている（図2）。

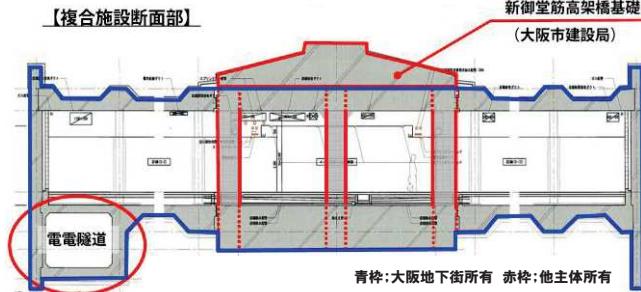


図2 ホワイティうめだ複合施設部 断面図

地下街に関する代表的な法令として「建築基準法」が挙げられるが、さらに留意すべき基準として「地下街基本方針」がある。この基準は、2001年（平成13年）に廃止されたが、廃止後は自治体ごとに個別の対応をしており、大阪市においては地下街の新設、改修、接続ビルの連絡通路設置時には、大阪市地下街連絡協議会の指導を受けることとなっており、廃止前の「地下街基本方針」はその参考基準となっている。地下街基本方針は、建築基準法を更に厳しく規定した内容があり、表2にリニューアル前の建築基準法と地下街基本方針の適合状況を整理した（リニューアル後は、後述する）。

表2 ホワイティうめだの基準等への適合状況

主な遵法化項目	概要	適合状況	
		リニューアル前	リニューアル後
【建築基準法】			
公共地下歩道幅員	5m以上	○	○
公共地下歩道天井高さ	3m以上	×	代替措置
防火区画	店舗等は床面積500m <sup>2</sup> ごと	×	○
排煙区画	地下道：300 m <sup>2</sup> 以内	×	○
排煙設備	排煙口は閉鎖状態を常時保持		
	地下道：5m <sup>2</sup> /秒等	×	○
	（現状は換気設備と兼用）		
開口部の防火区画処理	地下街の各構造は防火区画	×	○
【地下街基本方針】			
公共地下歩道幅員	6m以上	×	○
地下広場	防災上有効な吹抜を有する広場	×	代替措置
地下街の階層	店舗は1層に限る	×	○
消防用設備	全ての部分に消防用設備配置	○	○
防火区画	店舗等は床面積200m <sup>2</sup> ごと	×	○

表3 地下街の機能更新規模と種類

機能更新規模	更新スパン（目安）	範囲
店舗単独改修	適宜（店舗入れ替え時等）	店舗内装、照明（2次側）等 
施設部分更新	10～15年程度	老朽化した設備の一部分 
全体リニューアル（美装化）	25年程度	通路・店舗の改裝、空調・受電減などの設備改修 
スケルトン化による抜本的改修	50年程度	全体リニューアルの内容に加え、耐震化、防火区画、排煙ダクト、ケーブル更新など、安全性確保に必須のもの（店舗の長期休業を伴う） 

地下街の機能更新規模としては、表3に示す通り4段階があると考えている。店舗入れ替え時にテナント区画において実施が可能なものの、個別の設備更新時に機能更新が可能なものの、受変電や熱源等大規模施設の更新時に、通路の美装化や店舗の改装を行うリニューアル、そして最も規模が大きいものが店舗を全面的に休業させ、耐震化や躯体補修・補強、防火区画、排煙ダクト、ケーブル更新など安全性確保に必須のものを抜本的に改修するスケルトン化に区別できる。

ホワイティうめだ2期エリアは、1970年に開業し、今年で50年を迎えた。当該エリアは、建設以来一度もリニューアルを行ったことがなく、事前の調査や検討において躯体の劣化や既存不適格の遵法化の必要性、耐震補強の必要性などが確認されていたことから、今回は、スケルトン化による抜本的改修を行うこととした。また、ホワイティうめだにおいては、設備室内にある柱に付属した設備が多くあり、耐震補強を単独で行うためには、設備の支障移設工事が多く発生し、店舗休業が避けられない状況となる可能性が高いこともスケルトン化による抜本的改修を行う一因となった。

### 3. リニューアルの概要

#### 3. 1 構造物の健全性の確保

2期エリアの構造物は図3に示すとおり、側壁のほとんどが地中連続壁により構築されているが、その内側にはCB壁の

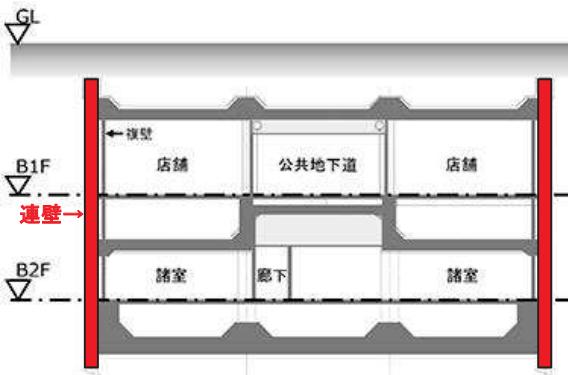


図3 リニューアルエリア 断面図

複壁があり、点検口部を除き、ほとんどが直接点検することができない状況であった。点検口等からの事前調査では、コンクリートの剥落、鉄筋露出や漏水などが見受けられ、コンクリートの中性化も進行していることが確認できたため、今回の工事においてはスケルトン化による複壁撤去後、地中連続壁の点検を実施し、補修や将来の健全性を担保するための予防保全などを実施した。また、耐震補強が必要なRC柱については、施工期間が限られており、他工種と輻轍した工程の中での施工となることを考慮し、運搬が容易で材料置場を省スペース化でき、無火気で施工できるリブバー工法を採用した。

### 3. 2 施設の遵法化

リニューアル前の排煙設備は、通常の換気設備を火災発生時、排煙として転用するシステムであり、開業後に策定された規定に照らせば、ダクト・機器共に既存不適格となっていた。遵法化のためには新たに専用の排煙設備を設置し、公共通路と店舗の換気や排煙を別系統とし、既設の排煙と兼用していた換気設備も新たなシステムとなる。さらには、店舗の換気においても客席部と厨房を独立した換気系統が必要になるなど、リニューアル前は全22系統であったものが、リニューアル後には59系統のダクト配置が必要となった。これらのダクトをすべて再整備するためには、ダクト下の電気・消防設備をすべて撤去する必要があり、スケルトン化は必須の条件であった。

一方、改修にあたって躯体寸法に関わる事項や既存の営業面積に及ぼす事項について遵法化を図ることは非常に困難であった。具体的には公共地下歩道天井高さ3m以上の確保と防災上有効な吹き抜けを有する地下広場の設置という2項目について、既存躯体の制約上簡単にクリアできるものではなかった。そこで、同協議会と綿密に協議をするなか、以下に示す代替措置の提案をすることで同協議会において理解を得ることができ、表2に示すようにリニューアル前には適合できていなかったものをほぼ改善することができた。

### ■天井高さ3m以上（建築基準法）

排煙設備の遵法化等により、天井内の設備は増加するが、躯体の内空高は当然のことながら既存以上に大きくできない。そのため、図4に示すとおり天井高さは2.5mとなるが、天井仕上げ面に排煙用のスリットを設け、天井内も防煙区画を行って蓄煙機能を確保し、また、排煙口を床面から3m以上の高さに設けることで天井高3m以上と同等機能として避難時の安全性を確保した。

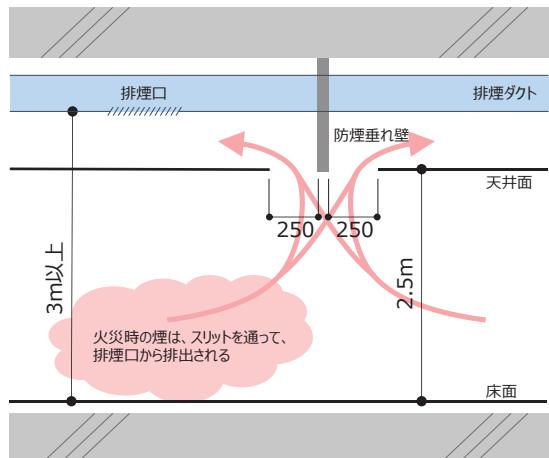


図4 防煙区画と天井内の蓄煙スペース

### ■地下広場（地下街基本方針）

防災上有効な排煙・採光等の吹き抜けを確保できる地下広場を新たに設置することは構造上不可能であるため、その代替機能として、公共地下道等を二段降下式防火防煙シャッターで区画したうえで排煙設備を独立系統とし、避難階段を2か所確保した「安全区画」を公共地下道から歩行距離50m以内に設置できるよう図5に示す通り2か所設けた。

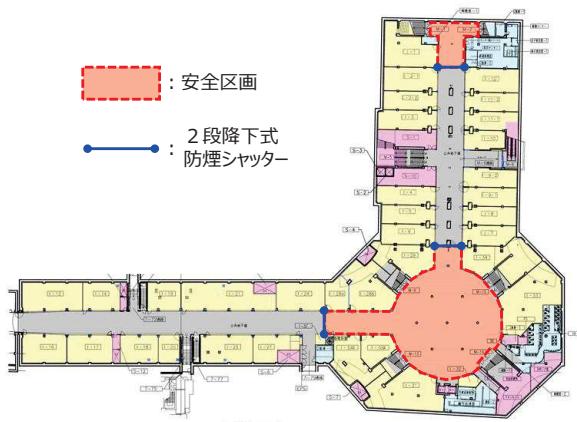


図5 地下広場機能としての安全区画

### 4. リニューアル工事の実施

リニューアル工事の概要を表4に示す。事業費は、約58億円を要したが、公的資金の導入は無く、全額自己負担で実施した。

表4 リニューアルの概要

防災機能の向上	
・柱の耐震補強や老朽化が進んだ壁面の補強	・防火区画の再構築
快適性の向上	
・エスカレーターの設置	・トイレのリノベーション
・空調設備の更新	・分煙化の推進
・照明による演出	
セキュリティの強化	
・防犯カメラを増設すると共に、防災センターの機能充実など更なるセキュリティ強化を図る	

本リニューアル工事は、2018年9月より先行工事に着手し、2019年5月より2期エリアの全面閉鎖による約半年間の工事を経て、2019年12月5日にリニューアルオープンした。地下街のリニューアルにとって、店舗休業期間を如何に短くするかが採算性の面からも重要であり、当初より公共通路も含めた全面閉鎖を半年とする目標を持って工事計画を立案した。工程作成にあたっては、

- ・地上交通への影響を可能な限り少なくする
- ・店舗への影響が少ない工事は先行工事として行う
- ・2期エリア内に位置する防災センターは継続して機能させる必要がある
- ・2期エリアの設備更新に伴い防災センターの機器更新も必要なため、新防災センターを2期エリア内の新たな場所に新設し、全面閉鎖までに機能移転する
- ・エスカレーター新設工事は構築改造を伴うため工期が長く必要であり、全面閉鎖前から着工する。
- ・全面閉鎖工事期間を可能な限り最短化する

といったことに留意し、全面閉鎖工事と先行工事に区分した。先行工事のうち、一部店舗閉鎖が必要となる防災センターの移設、エスカレーター新設工事は閉鎖期間が短くなるよう2020年2月着工とした（図6）。



図6 リニューアル工事 構造工程

また、地下街は、地下公共通路、地下広場、店舗、地下鉄接続部などが複雑に絡み合った空間である、加えて道路下に位置することから、一般の商業施設のリニューアルとは大きく

異なり、搬出入や施工面での制約が大きく、工事計画は複雑なものとなる。特に、工事着手前は、交通管理者である警察をはじめ関係諸官庁との調整及び詳細な工事計画の検討に時間を要することから、早期に施工体制も整えた。

#### 4. 1 地上交通への対策・協議

今回の工事では、2期エリアに8か所ある階段の改修と、新たに地上と地下を接続する3か所の排煙等の設備縦シャフトの構築のため、図7に示すとおり、地上の道路の複数箇所を同時に占用することが必須となった。

2期エリアの上部に位置する曾根崎東交差点は、大阪梅田に近い繁華街に位置し、1日当たりの車両交通量が約46,000台となっている。同時に多数箇所の道路使用は、容易に交通管理者である警察の許可を得ることができない。そのため、交通量調査を実施して現況を把握し、施工ステップを細かく49に分割した道路使用計画を作成し、許可を得ることができた。

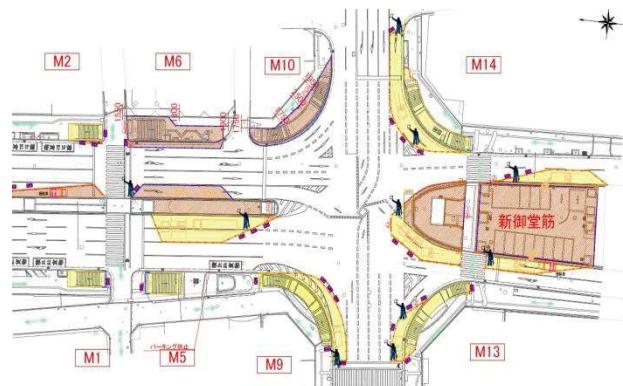


図7 代表的な道路使用計画図

#### 4. 2 先行工事による工期短縮

先行工事においては、主に以下の3工事を実施した。一つ目に、工事エリア内の交通量の比較的小ないM1・M2・M5・M9の4出入口の改修を全面閉鎖前に順次実施し、比較的交通量の多いM10・M13・M14のみ全面閉鎖期間に改修することとした。二つ目に、ホワイティうめだの防災センターは2期エリア内のM14階段下に位置していたが、老朽化による設備更新が必要なことから、2期エリア内の新たな場所に先行して防災センターを新設し、全面閉鎖前に機能移転させたことにより、全面閉鎖中も防災機能の維持を可能とした。したがって、全面閉鎖中には遵法化に伴う新たな排煙口を防災センター跡に設ける工事のみとなり、全面閉鎖中の工事量を低減することができた。第三には、地上の駐車スペースの一部を設備スペースにするための地中埋設配管の整備を部分的に先行して敷設することで、全面閉鎖時の工事効率を高められるよう実施した。



図8 先行工事箇所

#### 4. 3 想定外の事象による工事の長期化とその対応

2019年5月、2期エリアを全面閉鎖し、スケルトン化工事に着手した。スケルトン化及び設備・建築仕上げの再建工事のステップは、図9の通りである。



図9 スケルトン化工事 各ステップ

スケルトン化を行い直接確認した結果、RC構造である床版や桁の下面のうち、漏水が発生している部位には断面欠損や鉄筋腐食がみられた。一方、漏水の見られない部分では特に変状は見られず、ひび割れも発生していない状況であった。また、地下街内の排水溝においても劣化が進んでいたため、全面的な修繕が必要となった。これらの補修工事は、スケルトン化の躯体工事を順次進めるに従って明らかとなつるものであり、

全区画の工事ステップにおいて補修工事に当初予定していた工期以上の日数を要した。また、店舗区画の天井内にアスベストの存在が明らかとなり、行政手続き並びに専門業者によるアスベスト除去のために1.5ヶ月も他区画よりスケルトン化工事に時間を使った区画もあった。

これら想定外工事に対応する一方、全体工程を遅らせないための工夫が必要となった。具体的には、天井部においては漏水補修や躯体補修、床面では排水暗渠の補修が新たに増加し、これらは撤去工事が完了した区画から順次対応していくこととなるため、全面的に棚足場を設置して天井部と床部の同時作業を可能とした。さらには棚足場により補修に続く設備工事の作業効率も上げることができ、全体工程の短縮を図った。また、資機材の撤去・搬入は、工事エリアにある既存のEV2基を使用した人力作業を基本としていたが、地下1階、地下2階に直結する吸排気シャフトの上床版を一時撤去し、重機による搬出入を行えるようにして、搬出入の作業効率を上げて工程短縮を図った。



写真1 工期短縮事例

#### 5. 全面閉鎖に伴う通行量の変化

全面閉鎖工事実施においては、周辺交通への影響も最小限とする必要があるため、全面閉鎖期間を約半年間で計画しているが、全面閉鎖に伴い前述のとおり1日約5万人もの通行者が地上へ迂回することになる。

全面閉鎖前における通勤時の交通量は、地下街内東行きが約50人/分であり、そのうち地上南側への通行は約30人/分となっていたが、全面閉鎖後では扇町通歩道部南側が約30人/分となっており、南側地上へ向かう人のほとんどが扇町通歩道部の南側を利用していた。(図10)

また、交通量がピークとなる夕方の時間帯では、全面閉鎖前の地下街内交通量が約100人/分であり、そのうち地上南側の交通量は約15人/分となっていたが、全面閉鎖後では扇町通歩道部南側が約45人/分と大きく増加していた。(図11)

当該交差点は新御堂筋を東側へ渡るルートが交差点南側の横断歩道しかないので、全面閉鎖時には扇町通歩道部南側の交通量が増加し、横断歩道において混雑の発生を想定してい



図10 朝ラッシュピーク時（8：30～9：00）歩行者数



図11 タラッシュピーク時（18：00～18：30）歩行者数

た。当初、赤信号で約52人が滞留すると想定し、1回の青信号で全員が横断歩道を渡れる程度の人数であることから、安全は担保されていると考えていた。全面閉鎖後においては、交通量は増加したが赤信号での滞留は約50人であり、予測と同程度で大きな混雑は見られなかった（写真2）。地上では全面



写真2 全面閉鎖時の横断歩道の状況

閉鎖に伴う交通集中による大きな混雑を招くことはなかったが、地下通路に配置した交通誘導員には道を尋ねる方が非常に多く見られた。このことは、通行者が地下街と地上の位置関係を把握していないため、普段使用している出入口が閉鎖となった際に、地上の目的地へ移動するために他のどの出入口を利用すれば良いかが判らないためである。地下街の案内誘導では、出入口の位置だけではなく出入口と周辺の地上施設の位置関係が明確となる案内誘導が必要である。

## 6. おわりに

地下街の多くは、1950年代から1970年代にかけて全国主要ターミナルで展開された官民共同のプロジェクトであり、今なお、たくさんの方が利用し、賑わいあふれ安全安心な地下歩行者ネットワークを形成しており、今後もその機能を維持発展させていくべき都市インフラである。

しかし、近年、都心商業施設の商環境は大きく変化し、その中で、開業当時の優位性を維持できる状況ではない。一方、施設面では、開業後の各種基準の改定による安全性の課題とともに、避けて通ることのできない老朽化に伴う様々な課題の解決も迫られている。さらに、長期的に見れば、人口の世代間構成が高齢化に向けて確実に変化しつつある中で、大規模自然災害や感染症の流行といった経済活動に大きな影響を与える事象が継続的に発生する可能性が排除できない中、将来が見通しにくい状況にある。

こういった状況の中で、今回のリニューアルは、地下街事業者の単独事業として全国で初めて、地下街の安全性や老朽化に伴う課題解決を実現したもので、同種の課題をもつ事業者の一助となることを願うものである。

# 堂島大橋改良事業

大阪市建設局道路部橋梁課

## 1. はじめに

堂島川（一級河川）に架かる堂島大橋は、市域南北を往来する約20,000台/日の自動車交通を支える4車線の道路橋である。1927年（昭和2年）に架橋され、約90年が経過し老朽化が進んでいた。本橋に求められる機能性や部材ごとの健全性、経済性を総合的に評価した結果、上部工改良（全面的な床組・床版取替）により長寿命化を図ることとした。長寿命化対策を実施するにあたって、既設アーチ橋における全面的な床組・床版取替は全国的に前例が無く、その設計・施工にあたっては高度な技術が必要であり、施工方法は複数考えられるため、従来手法（詳細設計後に工事発注）での実施が困難であった。そのため、本市の土木分野では初めてとなる設計・施工一括発注方式の総合評価落札方式（高度技術提案型）を採用し、技術提案を求めるることにより、前例の無い工事を実施することができた。

### ＜橋梁諸元＞

橋 梁 名：堂島大橋

路 線 名：市道堂島十三線（あみだ池筋）

河 川 名：堂島川

橋長・径間数：75.80m・3径間

橋 梁 形 式：下路式2ヒンジソリッドリブアーチ（中央径間）

## 2. 本橋の課題と長寿命化対策の内容

本橋においては、活荷重の影響を直接受ける床組・床版の老朽化が著しく進んでいた。また、過去の地下水の汲み上げによる地盤沈下の影響で橋全体が不等沈下しており、支点移動によるアーチリブの変形によりアーチリブへの想定以上の応力作用が懸念されるとともに、桁下高が低く、川を航行する船にとってボトルネックとなっていた（図-1）。

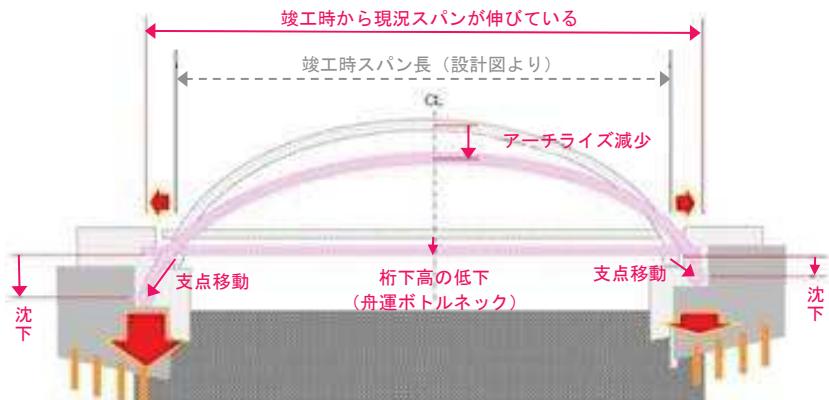


図-1 アーチリブ変状のイメージ（想定）



図-2 長寿命化対策のイメージ

そこで、長寿命化対策として、点検により比較的健全な状態であることを確認している下部工と上部工のアーチリブは残し、老朽化の著しい床版・床組については全面的な取り替えを行うこととし、不等沈下により形状変化や想定以上の応力作用が懸念されるアーチリブについては、その影響低減を図る対策を行い、併せて桁下空間の確保（舟運ボトルネックの解消）も図ることとした（図-2）。

### 3. 総合評価落札方式の採用理由

本橋においては、下記の理由から、従来手法（詳細設計後に工事発注）での工事実施が困難であった。

- ・ 枠下空間を最大限確保できる構造改良、既設のアーチリブを残しながら安全かつ確実に床組・床版の取り替えを行う高度な設計・施工技術などが要求され、その改良案は複数考えられるため、発注者として予め一つの案に絞り込むことが出来ない。
- ・ 不等沈下により変形が想定されるアーチリブの応力管理を行いながら、必要に応じて設計にフィードバックしつつ、床組・床版の取り替えを進めていく必要があるため、設計と工事の分離発注が困難である。

このため、従来の一般競争入札や設計・施工分離方式でなく、技術的能力や品質の向上に係る技術提案を求めることが可能な、設計・施工一括発注方式の総合評価落札方式（高度技術提案型）を採用するに至った。

### 4. 総合評価の項目（技術提案を求める内容）

本橋の課題解消と安全・確実な施工を目的として下記に示す技術提案を求めた。

- (1) 不等沈下の影響により桁下クリアランスが小さくなり舟運のボトルネックとなっているため、床組・床版の取替に関して、O.P.+4.3m（計画堤防高）以上の桁下高を橋軸方向に最大限確保できる提案（最低10m以上）<配点：5点>
- (2) 不等沈下によりアーチリブに変形が想定されるため、その影響を低減するための対策の提案 <配点：3点>
- (3) 景観設計に関して、中央径間（床組等）を対象に周辺環境との調和を図り、橋詰部（橋飾塔等）では歴史性に配慮した提案 <配点：3点>
- (4) 変形が想定されるアーチリブを残しつつ、安全・確実に床組・床版を取り替える必要があるため、施工ステップ毎にアーチリブの状況を的確に把握（計測・解析）する手法の提案 <配点：3点>

### 5. 総合評価の結果

技術提案は3者から提出があったが、平成28年11月に入札を行った結果、1者が辞退したため2者からの応札となり、第1位となったエム・エムブリッジ(株)と平成29年3月に本事業の契約を行った。

以下に、エム・エムブリッジ(株)の技術評価点等を示す。

表－1 評価結果

業者名	技術評価点			入札価格 (百万円)	評価値 (※)	評価順位
	標準点	加算点	合計			
エム・エムブリッジ(株)	100.00	11.19	111.19	1,270	8.7551	1位

※ 評価値 = 技術評価点 / 入札価格 (百万円) × 100

### 6. 工事施工

#### (1) 実施方針

本工事で既設の床組と床版の全面取り替えを行うため、橋面の通行止めが必要となる。通行止め期間中は、下記の条件を満足する必要があった。

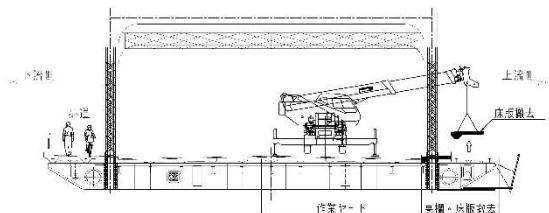
- ・ 有効幅員3m以上の歩行者・自転車用の仮設通路の確保
- ・ 仮設通路は緊急車両の走行が可能であること

また、堂島川水面においては、幅11m以上の見通しの良い航路を確保する必要があった。

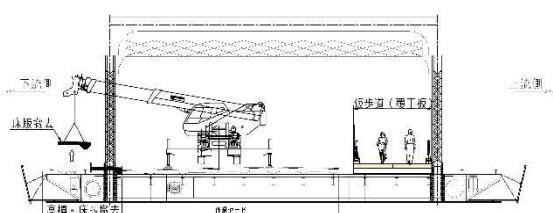
その対応策として、歩行者・自転車用の仮設通路については本橋の上流側に独立して仮桟橋を設置すること

を想定していたが、受注者の技術提案により、床組・床版の取り替えを上流側、下流側の分割施工により、橋面上に仮歩道を確保することとし、これにより利用者への影響を最小限に抑えることができた。

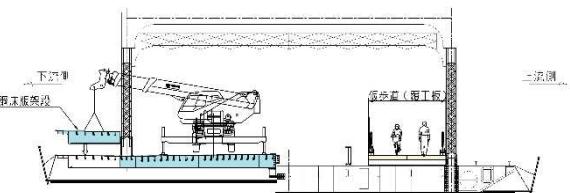
STEP - 1



STEP - 2



STEP - 3



STEP - 4

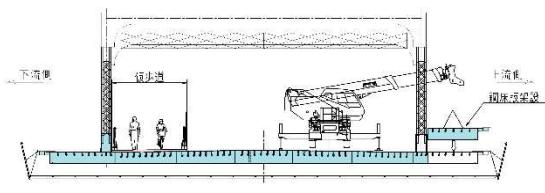


図-3 施工ステップ図

## (2) アーチリブジャッキアップ

既設床版の撤去完了後、アーチリブのジャッキアップにより、過去の地下水汲み上げを原因とする橋全体の不等沈下により変形したアーチ形状の復元を行った。ジャッキアップ設備は 1 箇所あたり、2,000kN 油圧ジャッキ 2 台、1,000kN 油圧ジャッキ 4 台を使用した。ジャッキアップ時は反力、変位量についてパソコン画面上での一元管理を行い、橋体およびジャッキアップ設備の安定性を確認した。アーチ形状の復元はアーチ支承のピンを円形断面から小判形断面に変更することにより行った。アーチ支承のピンの取替えはジャッキアップした状態で入れ替えるため、ジャッキシリンダ一部にシムプレートを配置し、万一の油圧抜けによる事故を防止した。

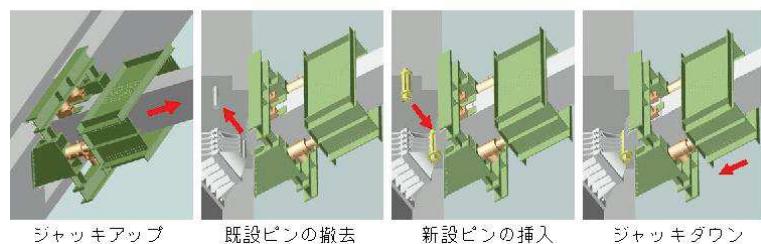
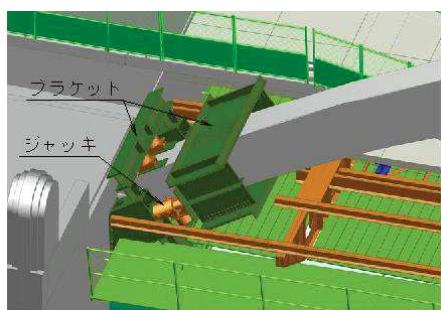


図-4 ジャッキアップ図

写真-1 支承ピン

### (3) 既設横桁撤去

既設横桁は 120t 吊・300t 吊油圧クーンを使用し撤去した。既設横桁は橋軸直角方向に 2 分割で撤去することにより、横桁撤去期間中においても橋面上への仮歩道の設置を可能とした。既設横桁は 2 本のアーチリブからの吊材により支持されているため、既設横桁を半分撤去すると残った半分の横桁が落下することとなることから、工事桁 (H900×300) を両側橋台間に架け渡し、撤去する横桁の前後格点から反力をとつて吊り支持することにより落下を防止した。既設横桁上の吊り設備は横桁と工事桁の安定性を考慮し 1 箇所あたり 4 本の総ネジ PC 鋼棒を配置し、500kN センターホールジャッキによる反力管理を行った。



写真-2 既設横桁撤去状況・工事桁配置状況・横桁吊り設備

### (4) 鋼床版架設

下流側半分の既設横桁の切断・撤去と並行して、新設鋼床版の架設を行った。架設手順としては、下流側半分の新設横桁を既設吊材と添接するとともに、上流側の既設横桁と一体化し、新旧横桁を両側の吊材により支持した（写真-3）。旧 RC 床版の鋼床版化等により新旧の横桁間で高さの差が生じるため、既設横桁との連結は新設鋼床版との高さの差を考慮した連結治具（写真-4）を使用した。新設横桁架設後に新設横桁間の鋼床版を落とし込み架設した。下流側の架設完了後、架設済の下流側鋼床版上に工事桁や吊り設備、仮歩道を移設し、上流側の架設作業を行った。



写真-3 鋼床版架設



写真-4 既設横桁連結治具

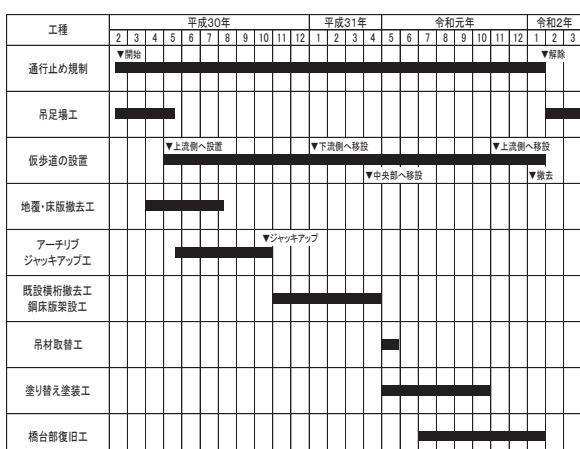


図-5 全体工程

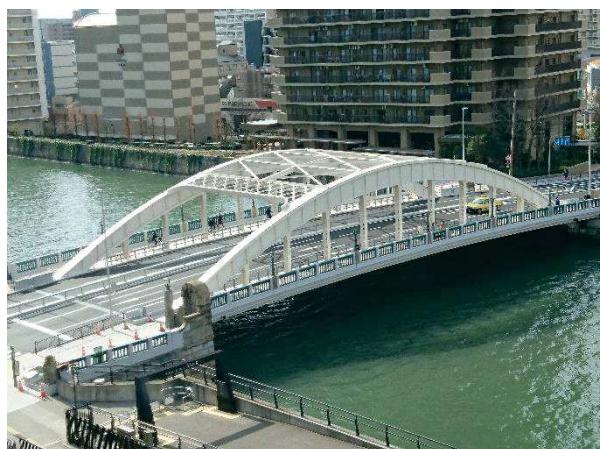


写真-5 完成写真

## 7. おわりに

当初予定から遅れることなく、令和2年2月1日に約2年間の堂島大橋通行止め規制を解除し供用開始することができた。本市では、早くから都市基盤施設の整備が進められたため、他都市と比べても橋の高齢化が進んでおり、今後いつそう高齢化が進む中、限られた予算で計画的に長寿命化対策を行うことが重要であり、本事例を今後の橋梁の維持管理・更新に生かしていきたい。

## 《優秀作品賞》

# 阪神高速6号大和川線の整備

## ～多種多様な知恵の結集により全線開通～

阪神高速道路株式会社 建設事業本部 堺建設部 企画課長 江川 典聰

阪神高速6号大和川線は大阪都市再生環状道路の一部を担う重要な路線であり、当初都市計画決定から25年、工事も含めた事業化から14年を経て令和2年3月に全線開通した。平成13年に都市再生プロジェクトとして政府決定されその高い必要性は認められながらも、有料道路制度の改革要請等の時代背景の中、事業環境整備上の大きな課題に対し、他事業との一体整備、都市計画変更を伴う大幅な計画変更、合併施行導入等の道路事業スキームの見直し、変更計画の実施工を実現せしめた革新的技術など、事業の上流から下流まであらゆる局面において、多種多様な知恵を関係各機関が出し合いこれらを実現できたものである。

### 1. はじめに

阪神高速6号大和川線（以下「大和川線」という。）は、大阪都市再生環状道路の一部を形成し、4号湾岸線と14号松原線を接続する延長約9.7kmの自動車専用道路である（図-1）。平成7年の都市計画決定後、阪神高速道路公団（当時）を事業主体として平成11年に事業化された。当初より有料道路事業採算性が大きな課題となっており、用地取得のみに限定された事業認可という異例の形での事業開始であった。事業化後も用地取得と並行して様々な形での事業推進方策が検討・実行され、これらの結集として令和2年3月29日全線開通することができた（写真-2）。本稿では、事業の各局面における取り組み等について紹介するものである。



図-1 6号大和川線位置図



写真-2 全線開通

### 2. 高規格堤防・まちづくりとの一体整備

大和川線は平成7年に都市計画決定されたが、それに先立ち、建設省近畿地方建設局と阪神高速道路公団（いずれも当時）の間で、高規格堤防と大和川線双方が事業調整を行い一体的に整備することが、また、大阪府、堺市、公団の間では、大和川沿川地域の活性化と地域の発展に資する「大和川スーパー堤防整備事業の促進」「沿線市街地整備」「工場等の跡地利用」等まちづくりを3者が協力して取組むことがそれぞれ確認されている。その後、平成14年、国土交通省近畿地方整備局長、公団理事長（当時）、大阪府知事および堺市長の4者が、大和川高規格堤防整備事業、大和川線事業ならびに関連周辺整備構想に基づくまちづくりの「一体整備」を推進することで合意した。

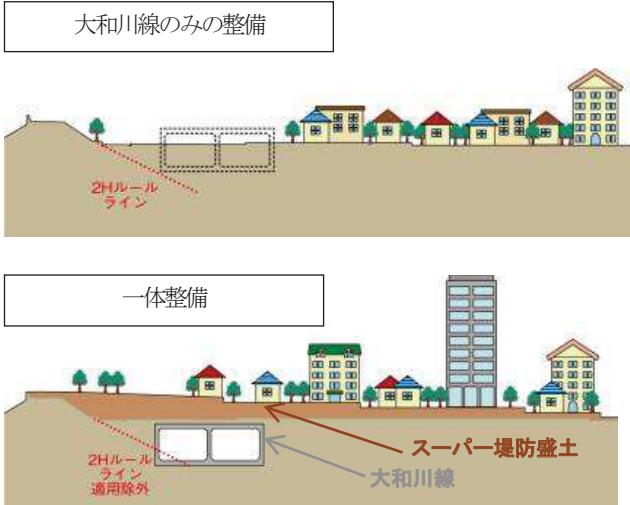


図-2 高規格堤防及びまちづくりの一体整備

高規格堤防事業自体には法的な強制力がなく、事業として用地買収ができないため、盛土工事期間中、事業区域内の既存建物は区域外に仮移転し、盛土完了後に元の位置に戻ることとなり、拡がりを持つ高規格堤防事業の単独施行は困難であった。これらの課題を解決するため、大和川においては、高規格堤防事業と土地区画整理事業を連携させ、立体道路制度を適用し、大和川線事業区域も土地区画整理事業範囲に組み入れた。これにより、都市機能の再構築と防災機能の向上を実現すべく、高速道路上面に新たな住宅地を創出する「一体整備」が行われることとなった（図-2）。道路と住宅の立体利用においては、土地区画整理事業の換地手法を用いて、道路権原を所有権から区分地上権に変更して一般権利者の土地所有権と置き換えて住宅地を供給する。これにより高規格堤防事業での仮移転が不要となり、一度移転の可能な範囲が拡がることで、既存建物の移転負担の軽減に寄与し、事業の推進が図られることとなった。

平成27年12月、第Ⅰ期事業区域として、大和川下流部の三宝地区における土地区画整理事業が都市計画決定、平成29年6月事業認可がなされ、現在、高速道路上面も含めまちづくり事業が進められている。

### 3. 都市計画変更

道路関係四公団については、「特殊法人等整理合理化計画」（平成13年12月19日閣議決定）において民営化方針が決定された。大和川線は事業凍結論にまでおよび、事業継続には相当のコスト削

減が必要の状況となった。コスト削減計画の中でも最大の削減効果を実現せしめた方策の一つに2回に渡る都市計画変更があげられる。

第1回都市計画変更（平成17年2月）では、計画交通量の見直しを踏まえた三宝JCT及び鉄砲ランプの線形変更等により大幅な構造縮小等を実現。三宝JCTについては、本線規格で計画された大和川線と湾岸線（北方面）との連絡路をランプ規格に変更し、車線数を2車線から1車線とすることでジャンクション構造を縮小した。また、鉄砲ランプについては、ループ形式で計画した国道26号接続形態を、本線と並行した直線形態に変更し、ランプ構造を縮小した。（図-3, 4）

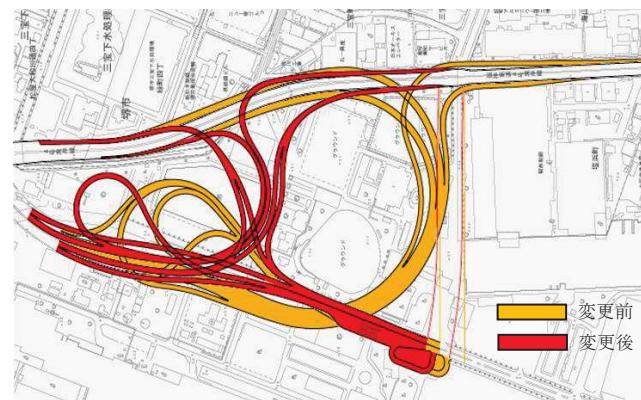


図-3 三宝JCTの線形変更

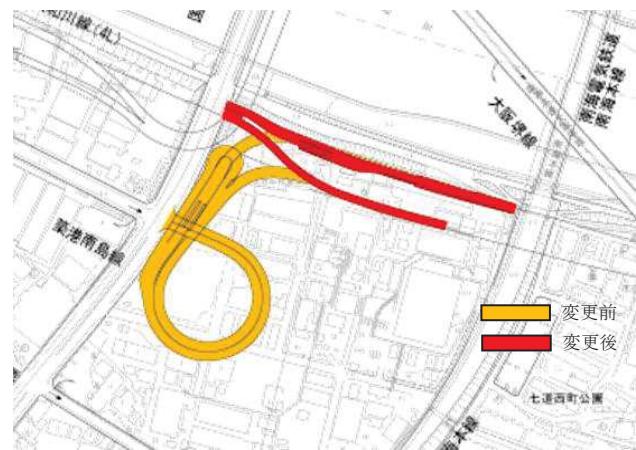


図-4 鉄砲ランプの線形変更

第2回変更（平成19年8月）では、本線構造の変更（開削トンネルからシールドトンネル）、三宝JCTの更なるコンパクト化、ランプ配置計画変更（遠里小野出入口廃止・鉄砲出入口フルランプ化）、換気所計画変更（7換気所から5換気所）等により更なるコスト削減が図られた。（図-5, 6, 7）

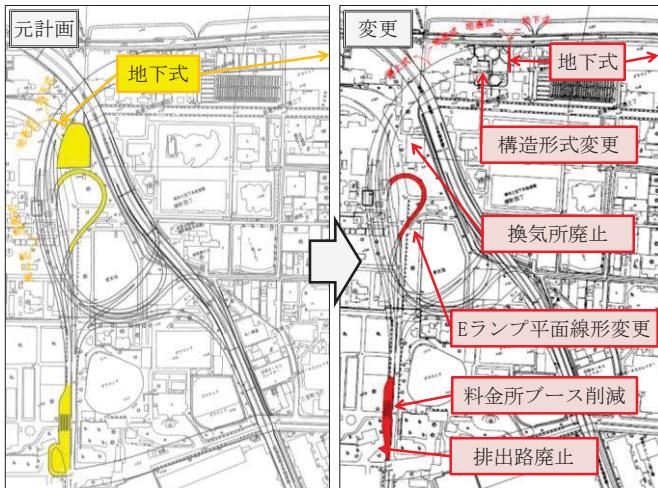


図-5 三宝JCTの更なるコンパクト化

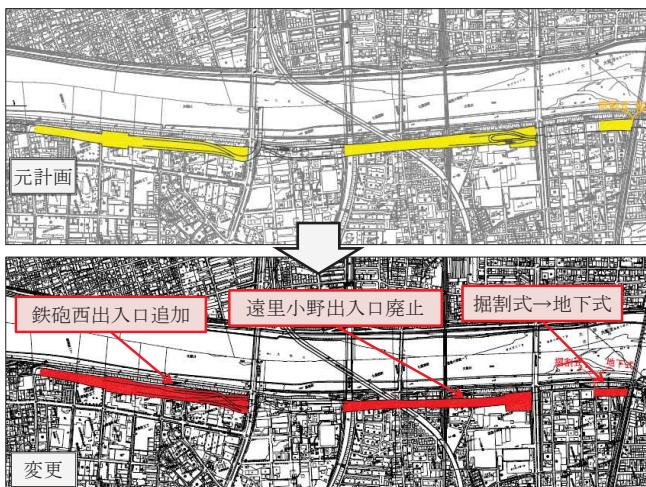


図-6 ランプ配置計画の変更

全区間を有料道路事業として整備することが困難な事業と判断され、平成16年に一部区間が有料道路事業から除外された。その後、平成17年度の民営化に際しては、前項で記載した各種計画変更を前提とともに、一部区間で阪神高速道路株式会社による有料道路事業と大阪府・堺市による一般道路事業とを組合せた合併施行方式が導入され、3者の共同事業という形での再スタートとなった（平成18年4月 図-8）。また国道26号に接続する鉄砲出入口については、国道直轄事業との組合せによる広義の合併施行も併せて導入された。また平成22年には事業仕分けにおいて、高規格堤防事業が一旦廃止と判定され大和川線事業への影響も懸念されたが、平成23年の東北地方太平洋沖地震を踏まえ、人命にかかるとして整備継続の方針となった。



図-8 大和川線の施工区分

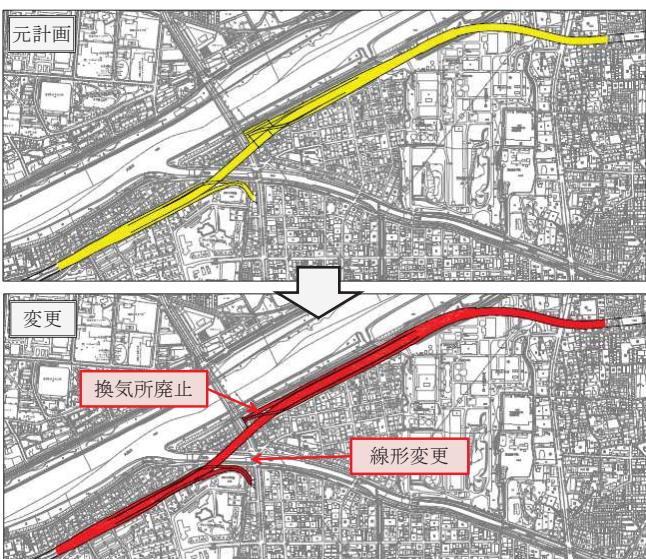


図-7 ランプ線形変更と換気所廃止

#### 4. 道路事業スキームの変更

平成14年6月に設置された道路関係四公団民営化推進委員会の議論の中で大和川線については、

#### 5. 大断面双設シールド

2連の開削トンネルを前提とした当初都市計画幅を与条件としつつ、シールドトンネルを前提とする第2回都市計画変更が実現出来た背景として、シールド工法の著しい技術進歩があげられる。阪神高速施行区間の東行西行両トンネル（片側2車線）を大断面（シールド外形 D=12.47m）かつ超近接（最小離隔 1m未満=0.08D）で、鉄道営業路線横断と河床下掘削を含み、延長約2kmを曲線長距離掘進するというものである（写真-2、3）。

実施工においては、先行トンネルの高品質高精度構築を目的に、シールド掘進完了後及びセグメント組立後にトンネル内空測定・フィードバックを繰り返して施工。また後行トンネルによる先行トンネルへの併設影響に対しては切羽土圧及び曲線施工における施工時荷重の影響を常に監視、かつ地表面影響結果を加味して総合的に評価フィードバックして施工（図-9）。これらにより高品質・

高精度(真円度 1/1,000 以下)なトンネルを構築。加えて、本トンネルの周辺地盤は硬質安定地盤であるが大阪府を南北に走る上町断層が存在し、レベル 2 地震動を超える最大級シナリオ地震動に対する縦断方向耐震設計ではトンネル軸方向の圧縮力が卓越。この条件に対して、目標とする耐震性能を構造物全体が崩壊せず地震時の利用者に対する安全性の確保と定め、軸方向のセグメント構造変化点に変位吸収が可能な損傷制御型鋼製セグメントを開発・適用した(図-10)。

一方でランプ等の線形変更や開削トンネルからシールドトンネルへの変更は、先行して事業化していた用地取得業務においても、補償内容の一から見直しや、権原取得の土地所有権取得から区分地上権設定へと大きな方針変更を余儀なくするものであり大変な苦労を伴う側面もあったが、工事着手の早期化に寄与できたものである。



写真-2 シールド地上状況（曲線線形）



写真-3 シールド併設状況

## 6. おわりに

大和川線は平成 13 年に都市再生プロジェクトとして政府決定されその高い必要性は認められながらも、有料道路制度の改革要請等の時代背景の中、事業環境整備上の大変な課題に対し、他事業

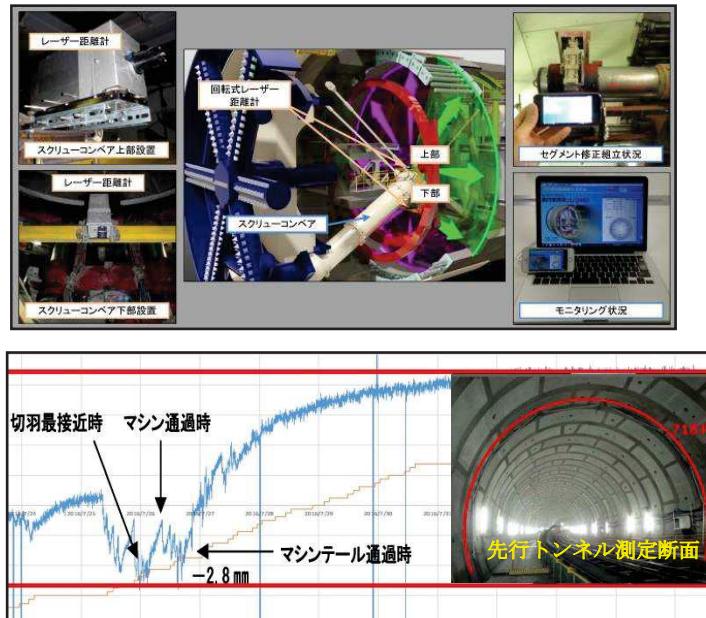


図-9 超近接・曲線施工の管理システム

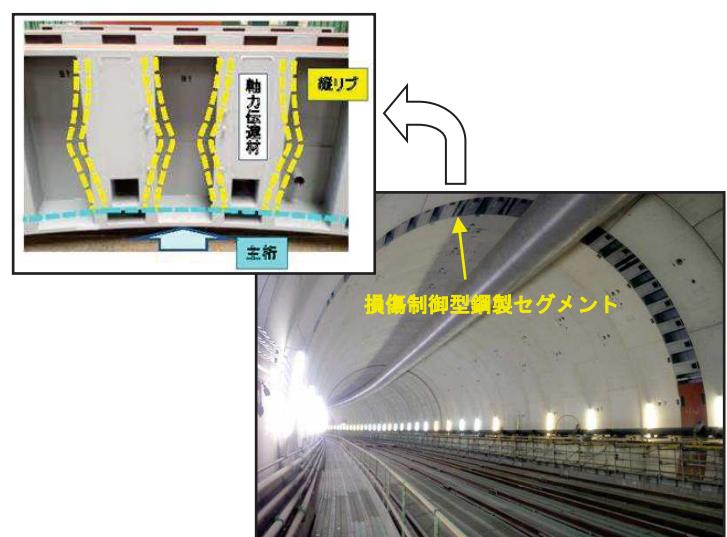


図-10 損傷制御型鋼製セグメント

との一体整備、都市計画変更を伴う大幅な計画変更、合併施行導入等の道路事業スキームの見直し、変更計画の実施工を実現せしめた革新的技術など、事業の上流から下流まであらゆる局面において、多種多様な知恵を関係各機関が出し合いこれらを実現できたものである。

当初都市計画決定から 25 年、工事も含めた事業化から 14 年、沿線地域にお住いの皆さま、関係行政各機関の皆さまのご理解・ご協力をいただき、四半世紀の時を経て、令和 2 年 3 月 29 日に大和川線は全線開通することができた。ここに深く感謝の意を表する。

## 《優秀作品賞》

# 阪神高速西船場ジャンクション信濃橋渡り線の開通

～16号大阪港線東行きと1号環状線北行きがつながりました～

阪神高速道路(株)建設事業本部大阪建設部 企画課 高橋 祐史  
同 上 企画課 岡山 真人  
同 上 設計課 谷口 祥基  
同 上 大阪改築事務所 若槻 晃右

阪神高速西船場ジャンクション信濃橋渡り線が2020年1月29日に開通しました。

これにより、16号大阪港線東行きと1号環状線北行きが直接接続し、阪神高速の道路ネットワークがますます充実しました。また、大阪港線と環状線の拡幅と、信濃橋入口の改築も併せて行い、大阪港線拡幅部については2018年5月28日に、環状線拡幅部と信濃橋入口は信濃橋渡り線と同時に2020年1月29日に開放しました。都心部の様々な制約下において、鋼管集成橋脚の構築や、供用下の橋脚梁再構築、幹線道路の夜間通行止めによる鋼桁一括架設、国内初のワッフル型UFC床版の適用などを行いました。

### 1. 事業概要

西船場ジャンクション（以下、西船場JCT）改築事業は、阪神高速16号大阪港線東行きと1号環状線北行きを直接接続する信濃橋渡り線の整備を行う事業です。また、大阪港線東行きの1車線増設、環状線北行きの1車線増設と信濃橋入口の改築も併せて行いました（図-1）。

これまで湾岸・神戸方面から池田・守口方面に向かうには、環状線南半分約5.5kmを周回する必要がありました（図-2）。信濃橋渡り線の開通により、この周回による時間的損失の解消や、CO<sub>2</sub>排出量の削減による環境負荷低減といった効果があります。

2011年の事業許可・工事開始公告から、用地取得や設計、施工を進めてきました。2017年2月からは信濃橋入口を通行止めして工事を推進し、大阪港線拡幅部は2018年5月28日に、信濃橋渡り線・環状線拡幅部・信濃橋入口は2020年1月29日に供用開始しました。開通後の信濃橋渡り線の東側上空からの様子を写真-1に示します。

開通後は多くのお客さまにご利用いただいており、湾岸・神戸方面から池田・守口方面への所要時間が短縮するなど、その効果を十分に発揮しています。

本稿では、当事業で採用した技術の概要等を紹介します。

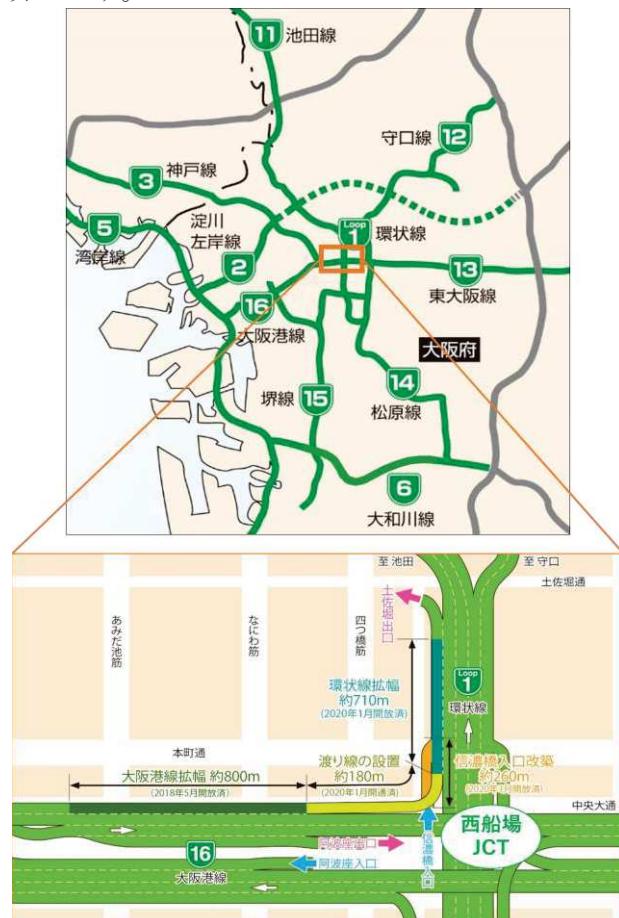


図-1 西船場JCT改築事業概要図



図-2 信濃橋渡り線整備前後のルート比較図



写真-1 開通後の信濃橋渡り線の様子

## 2. 西船場 JCT 改築事業で採用した技術

西船場 JCT 改築事業で採用した工法、技術等の概要を以下に紹介します。

### 2.1 鋼管集成橋脚の適用

従来、既設橋梁の拡幅を行う場合は、既設橋脚間に中間橋脚を設け、縦目地と呼ばれる継手を設けて既設床版との接続を行いますが、西船場 JCT 改築事業で行う大阪港線・環状線の拡幅部は、走行性や安全性、今後の維持管理性に配慮して、縦目地を設けない構造としました（写真-2）。

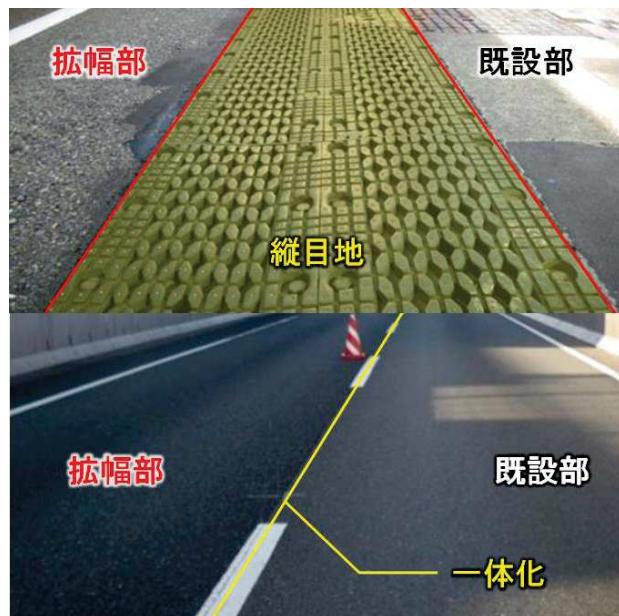


写真-2 既設部・拡幅部の接続（上：縦目地、下：一体化）

環状線の拡幅は、写真-3 のように既設橋脚の真横に新設橋脚を構築し、既設行と新設行の支点を一致させ接続することで縦目地を設けない構造としました。



写真-3 環状線拡幅部の構造

一方、大阪港線の拡幅は、幹線道路である中央大通上に位置し、既設橋脚の真横に新設橋脚を構築するスペースが確保できないため、既設橋脚の梁拡幅を行いました。拡幅桁と梁拡幅によって自重が増加するため、安全性の照査を行った結果、常時は許容値を満足する一方で、地震時は満足しない結果となりました。

既設橋脚の補強として、柱の巻き立てや基礎の増し杭が一般的ですが、既設橋脚は中央大通の本線と側道の間に位置し、移設困難な地下埋設物や

地下鉄函体が近接しているため、そのような補強は困難でした。

そこで、既設橋脚間に地震時水平力を分担する対震橋脚を新たに構築し、既設橋脚の負担を低減することにより、柱部や基礎の補強を不要としました。対震橋脚は、地震時の水平力を分担するとともに、地震エネルギーを吸収・制御することを目的としています。対震橋脚には、構造性、施工性、及び地震被災後の復旧性において最も優れる鋼管集成橋脚を採用しました<sup>1)</sup>（図-3）。

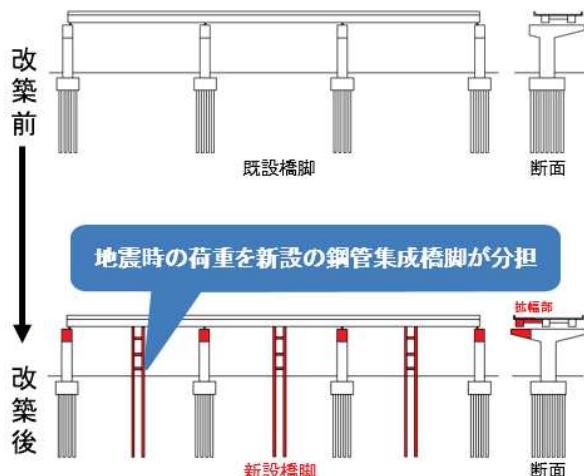


図-3 拡幅における钢管集成橋脚の適用

钢管集成橋脚の柱鋼管には、低成本の既製鋼管を使用し、横つなぎ材には低降伏点鋼材を用いた制振デバイス「せん断パネル」を採用した、耐震性能の高い構造としています。図-4 に示すように、地震時には、この「せん断パネル」が地震エネルギーを吸収し、ほかの部材の損傷を抑え、柱材である钢管は地震後も使用できる状態となるように設計しています。

写真-4 に、完成後の钢管集成橋脚を示します。

## 2.2 供用下の橋脚梁再構築

大阪港線の拡幅において、既設の RC 橋脚の梁を拡幅しようとしたところ、その一部に ASR（アルカリシリカ反応）損傷によるひび割れが数多く確認され、特に損傷が著しい 4 橋脚を対象に、梁部分を撤去・再構築しました<sup>1)</sup>。

橋脚梁を再構築するには、通常であれば通行止めによる工事が考えられますが、大阪港線は 1 日あたり約 5 万台のお客さまにご利用いただいてお



図-4 地震時の钢管集成橋脚の挙動



写真-4 完成後の钢管集成橋脚

り、多大な交通影響が予想されました。お客様への影響を最小限にするため、高速道路を供用させたまま安全に工事を行う方法を検討しました。桁を支えている橋脚の梁を取り替えるため、新たに桁を支える仮設の橋脚を既設橋脚の前後両側に設置し、桁を支えることで、既設橋脚に桁の重量がかからない状態にして、橋脚梁の取替工事を行いました。高速道路を供用させたまま橋脚の梁を再構築したのは、この工事が日本ではじめてになります。

通常は、仮設の橋脚にはベントと呼ばれる鋼材を地上に組んで桁を支える工法を採用します。しかし、本工事では長期間に渡り供用中の高速道路を支える必要があったため、想定しうる範囲内で最大規模の地震（レベル 2 地震動）が発生しても桁が落下することができないように、既設の橋脚と同

じ深さまで杭を打ち込んだ、本設橋脚並みの仮受橋脚を設置し、安全を確保しました。

上空に桁があるという制限下で橋脚を撤去・再構築するため、仮受橋脚の構築は、上空に制限がない位置で組立てたあと桁下に引きこむという工法をとりました。また、撤去した梁は自走式荷受けジャッキで桁下外に移動させてからクレーンで吊り下ろしました。撤去・再構築の一連の流れを図-5に示します。

## 2.3 信濃橋渡り線の鋼桁架設

西船場JCT改築事業では、計19連の桁架設を行いました。信濃橋渡り線は、そのうち最も橋長の長い、橋長218.8mの3径間連続鋼床版箱桁橋の1連で構成され、中央の径間（支間長98m）は幹線道路である四つ橋筋と交差します（図-6）。

当該橋梁の架設は、トラッククレーンベント工法を採用しました。固定橋脚間の桁長を地組する

ヤードが確保できないことと、隣接するビル等の制約条件によりクレーンの作業半径や吊り上げ荷重が制限されることから、四つ橋筋上空以外では、5~9m程度の間隔でベントの設置を行いました。また、四つ橋筋上空の約31m間は、四つ橋筋を1夜間通行止めして550t吊りクレーンにより一括架設を行いました<sup>1)</sup>。四つ橋筋上空の桁一括架設の様子を写真-5に示します。



写真-5 四つ橋筋上空における鋼桁一括架設

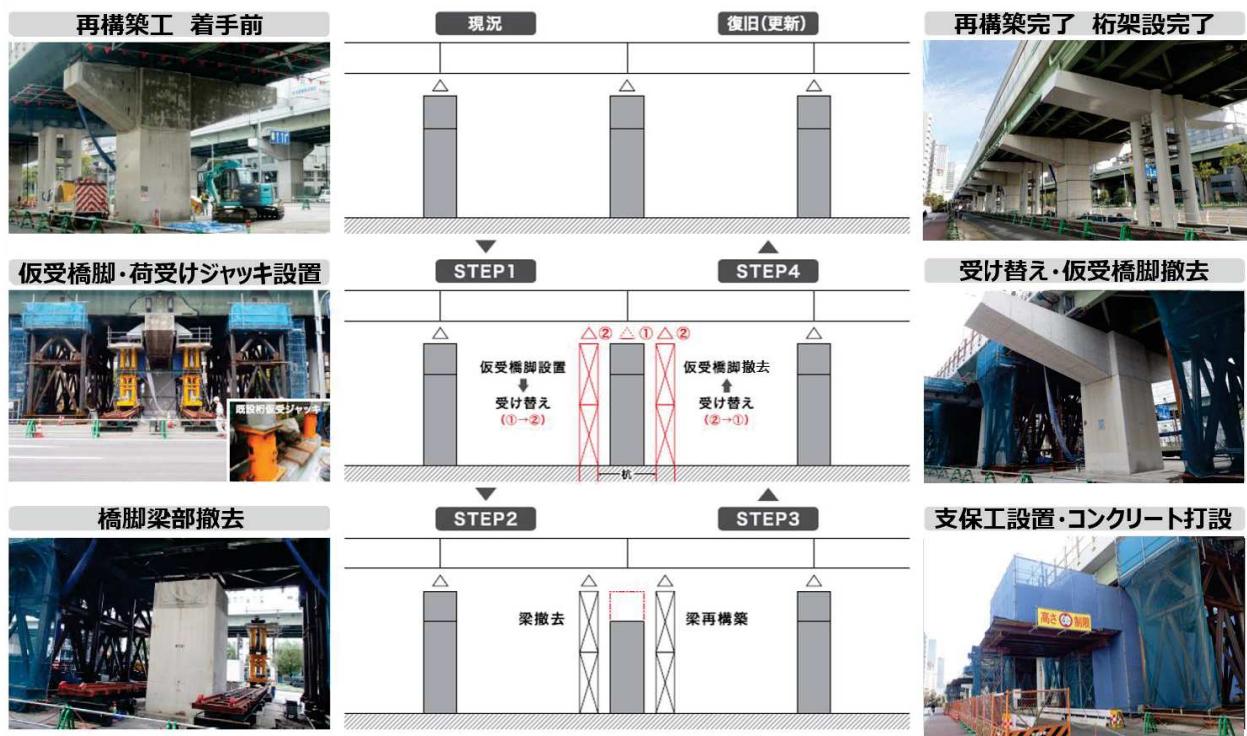


図-5 橋脚梁再構築の流れ



図-6 信濃橋渡り線を構成する3径間連続鋼床版箱桁橋

ベント構造は、地震が発生した際、ベントが転倒し桁が落橋するリスクがあり、平日平均の日交通量が約3.1万台である四つ橋筋上空でのトラッククレーンベント工法を安全に進めるため、この信濃橋渡り線の架設で使用するベントは、レベル2 地震動にも耐えうる構造を検討し、採用しました。具体的には、ベント基礎部にH鋼梁を設置し、さらにH鋼梁を埋め込む形でコンクリート基礎を設け、荷重の分散と地震時の水平力に対する抵抗力を増加させました。また、単独のベント同士を水平資材と筋かい材にて一体化して立体ラーメン構造を採用し、既設橋脚に近接するベントに関しては既設橋脚とH鋼材にて一体化することで、水平力への抵抗を高めました。

また、桁の溶接完了までの桁の温度、ベントの傾斜量、沈下量を24時間自動計測し、異常発生時に受発注者の事務所へ自動的にアラートを送信するシステムを構築し、監視を行いました。

#### 2.4 ワッフル型 UFC 床版の適用

信濃橋入口の橋梁は、信濃橋渡り線及び環状線拡幅部の干渉を避けるため、その一部を撤去し、西側に隣接する街路の方向に振り直す形で再構築しました。そのうち、本町通と交差する径間においては、ワッフル型 UFC 床版を適用しました<sup>2)</sup>。ワッフル型 UFC 床版を道路橋に適用するのは国内初の事例です。ワッフル型 UFC 床版を適用した橋梁の側面図と断面図を図-7に示します。

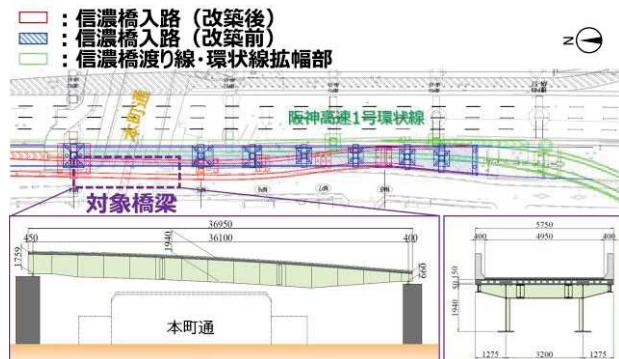


図-7 ワッフル型 UFC 床版を適用した橋梁の側面図・断面図

ワッフル型 UFC 床版とは、材料に超高強度繊維補強コンクリート（UFC : Ultra High Strength Fiber Reinforced Concrete）を使用し、耐疲労性に優れ、

鋼床版と同程度までの軽量化が期待できるプレキャスト PC 床版であり、阪神高速道路株と鹿島建設株が共同研究を行い開発しました。この床版は、スラブと橋軸・橋軸直角方向のリブで構成し、平板状の床版下面に四角錐台状のくぼみを設けたような形状となるため、軽量化を図ることができます。2方向のリブ内にPC鋼材を配置し、それぞれプレテンション方式でプレストレスを導入します。その概要を図-8に示します。

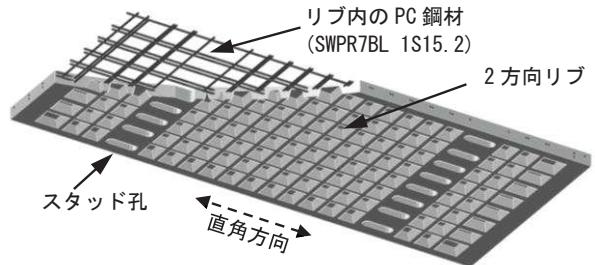


図-8 ワッフル型 UFC 床版概要（下面より）

本橋に採用したワッフル型 UFC 床版は、長さ2.45m、幅5.75m、厚さ150mm、重さ約3.6tのプレキャスト床版パネルを計15枚で構成しました。架設の際は4車線の本町通を2車線規制し、計15枚のパネルを、60t ラフタークレーンを用いて2夜間（1日目6パネル、2日目9パネル）で架設しました。架設の様子を写真-6に示します。



写真-6 UFC 床版パネルの架設

仮に一般的なプレキャスト PC 床版を採用した場合、120t級の大型クレーンを用い、本町通を全線通行止めした架設となります。

架設完了後は、床版パネルと鋼桁の一体化、パネル同士の橋軸方向連続化を目的として、間詰モルタルを打設しました。間詰材には、UFCに準ず

る高強度繊維補強モルタルを用いました。また、間詰材の強度発現確認後、各床版間に配置したPC鋼棒を床版のくぼみに収まる専用のテンショナで緊張し、接合部に圧縮力を導入しました。UFC床版施工完了後の様子を写真-7に示します。



写真-7 UFC床版施工完了後の状況

### 3. 信濃橋渡り線の交通安全対策

信濃橋渡り線は、最急縦断勾配 - 6.6%、最小曲率半径 50m の線形での整備となりました。すなわち、急カーブの下り坂であり、速度超過による接触事故等の発生が予見され、交通安全対策について交通管理者と協議し、対策を実施しました。

まず、カーブ進入前に十分速度を落としていたく必要があることから、カーブに差し掛かる手前の部分に速度減速路面標示を設置しました。これは、図-9に示すように、矢羽型マークを徐々に間隔を縮めて設置することで、同じ速度で走行していても速度の超過を感じていただき、速度を落としていただくことを狙っています。



図-9 速度路面標示設置平面図

カーブ部では、確実なカーブ認識と視線誘導を目的として、高欄上に点滅灯、高欄壁面に視線誘導標示の設置を行いました。さらに、高欄壁面に長板状のミラーも設置しました。このミラーにより、カーブ後の滞留車のテールランプが反射して

後続車に届きます。カーブ後に滞留が発生している場合、カーブに差し掛かる運転手に事前に認知していただき、追突事故を防止することを狙っています。以上のカーブ部安全対策の内容を写真-8に示します。



写真-8 信濃橋渡り線カーブ部の交通安全対策

### 4. 開通記念イベントの実施

西船場 JCT 改築事業を進める中で、地元住民やお客さまに長期間にわたりご理解とご協力をいただきました。開通の期待感を醸成し、ご協力に対する感謝をお伝えし、開通後には安全にご利用いただくため、2020年1月26日、開通前の渡り線を歩いていただける開通記念イベントを実施しました（写真-9）。



写真-9 開通記念イベントの様子

### 5. おわりに

西船場 JCT 改築事業は 2011 年の工事開始公告から、地元住民の皆さまをはじめ関係機関のご理解とご協力に支えられながら進めて参りました。おかげで無事、全線開通することができました。最後になりましたが、ここに感謝の意を表します。

#### 参考文献

- 1) 特集: 大阪都心環状線のバイパス 西船場ジャンクション, 橋梁と基礎, 2019-2
- 2) ワッフル型 UFC 床版の実適用, 橋梁と基礎, 2020-2

## 特別委員会活動報告

### コンクリート構造調査研究委員会

委員長：宮川 豊章

幹事：瀬川 典康

本委員会は、コンクリート構造物の設計、施工、維持管理等に関わる技術について調査研究を行うため、毎年講演会・現場見学会を開催し、各団体での取り組み事例の報告、最新技術の紹介などの活動を行っています。

令和2年度は、12月に技術講演会を開催しました。

### 第1回委員会 技術講演会

日時：令和2年12月22日（火）13:30～17:00

場所：医療イノベーション推進センター研修室

参加：30名

講演会では、「医療分野の知見をコンクリートへ活かす～医療分野での新技術承認まで～」をテーマに、コンクリート非破壊検査などにも応用できる多重経路逆散乱理論や医療ロボットにおける新技術承認などについてご講演いただきました。

宮川委員長の挨拶の後、以下の4講演が行われました。

#### 講演1 神戸医療産業都市について

神戸市企画調整局 石野 龍一郎 氏

#### 講演2 多重経路逆散乱理論の探求と次世代非破壊画像診断技術の開発

神戸大学大学院 木村 建次郎 氏

#### 講演3 神戸から発信する医療ロボット

(株)メディカロイド 田中 博文 氏

#### 講演4 神戸アイセンター病院の概要と取り組みについて

神戸市立神戸アイセンター病院

横田 勝弘 氏



医療イノベーション推進センター研修室  
(R2.12.22)

## コンクリート構造調査研究委員会名簿

宮川豊章 京都大学学際融合教育研究推進センター  
鎌田敏郎 大阪大学大学院工学研究科  
山本貴士 京都大学経営大学院  
三木朋広 神戸大学大学院工学研究科  
井上 晋 大阪工業大学工学部教授（都市デザイン工学科）  
大島義信 (国研)土木研究所  
河野広隆 京都大学経営管理大学院  
西田孝弘 (国研)海上・港湾・航空技術研究所  
岡本享久 立命館大学理工学部（環境システム工学科）  
森川英典 神戸大学大学院工学研究科  
清水俊彦 神戸市立工業高等専門学校  
石橋照久 阪神高速道路(株)  
後藤友和 (株)ピーエス三菱大阪支店  
志村厚年 太平洋プレコン工業(株)大阪支店  
浅野文男 住友大阪セメント(株)大阪支店  
平岡信幸 宇部三菱セメント(株)大阪支店  
堀 吉伸 日本道路(株)関西支店  
江籠洋和 (株)NIPPOコーポレーション関西支店  
坂上典幸 ニチレキ(株)関西支店  
森英一郎 神鋼スラグ製品(株)  
杉田篤彦 オリエンタル白石(株)技術本部  
松浦寿光 (株)富士ピーエス関西支店  
澤山 勝 旭コンクリート工業(株)  
西川啓二 (株)オリエンタルコンサルタンツ関西支社  
中村健一 三井住友建設(株)大阪支店  
川瀬哲生 太平洋セメント(株)関西四国支店  
國川正勝 (株)ケミカル工事技術営業本部  
藤原規雄 (株)国際建設技術研究所  
真鍋英規 (株)CORE技術研究所  
木代 穢 阪神高速技術(株)  
岩崎 太 大阪市建設局  
瀬川典康 神戸市建設局  
山本修吾 神戸市建設局

## 舗装調査研究委員会

委員長：伊藤 譲  
幹 事：西尾 和哲

本委員会では、道路舗装に関する様々な課題、最新技術についての調査研究を行い、最新技術の普及並びに知識の向上を図るために技術講演会を例年では、9月と2月に開催しております。

本年度は、新型コロナウイルスの感染拡大防止の観点から活動を中止しました。

## 舗装調査研究委員会名簿

伊藤 譲 摂南大学理工学部教授  
彌田 和夫 (元大阪市建設局長)  
山田 優 都市リサイクル工学研究所  
佐野 正典 近畿大学理工学総合研究所客員教授  
鍋島 康之 明石工業高等専門学校教授  
西尾 和哲 大阪市建設局  
高橋 輝好 大阪市建設局  
山田 和弘 (株) NIPPO関西支店  
有賀 公則 大林道路(株) 大阪支店  
小河 浩幸 東亜道路工業(株) 関西支社  
小川 高司 阪神園芸(株)  
立間 康裕 (株) 奥村組  
黒山 泰弘 (一財) 都市技術センター  
高島 伸哉  
徳本 行信 (公社) 大阪技術振興協会  
村井 哲夫  
川村 勝 阪神高速道路(株)  
木下 孝樹 阪神高速技術(株)  
久利 良夫 阪神高速技術(株)  
庄野 功 大阪兵庫生コンクリート工業組合  
辻森 和美 大林道路(株) 大阪支店  
藤森 章紀 奥村組土木興業(株)  
森端 洋行 ニチレキ(株) 関西支店  
藤井伊三美 光工業(株)  
小林 哲夫 住友大阪セメント(株)  
志田 希之 世紀東急工業(株) 関西支店  
長山清一郎 大成ロテック(株)  
長田 尚磨 オサダ技研(株)  
西園 達男 三井住建道路(株) 関西支店  
渡邊 浩幸 協和設計(株)  
江本聖志郎 ヒートロック工業(株) 大阪営業所  
甲藤 聖二 キンキ道路(株)  
高田 清義 (株) 昭建  
高下 勝滋 三新化学工業(株)  
白石 芳明 ケイコン(株)  
仲田 文人 神戸市危機管理室  
神代 丈生 カナフレックスコーポレーション(株)  
西川 綾美 クリアウォーターOSAKA(株)

## 道路橋調査研究委員会

委員長：八木 知己

幹事：藤澤 悟

本委員会は、近年における内外の橋梁業界の動向や新しい情報の収集・意見交換のため、各委員による調査研究成果、長大橋梁等の設計・施工に関する報告・発表を通して、専門知識の向上と問題意識の高揚を図っている。このうち、特定の重要な問題については、小委員会を組織し、より詳細な調査研究に取り組み、実務に必要な資料をまとめなどの活動を行っている。

また、当委員会では、国内外の道路橋にかかる専門家、実務者を招いた講演会や小委員会活動の成果を発表する報告会を開催している。

令和2年度は、令和元年度に設立した3つの小委員会において、オンライン会議を活用するなど新型コロナウィルス感染症の感染拡大防止に取り組みつつ、調査研究を行った。

### 1. 橋梁の余寿命の推計および評価手法に

関する調査研究小委員会

委員長 大阪市立大学 山口 隆司 教授

令和2年度は、小委員会を3回開催し、調査研究を行った。

小委員会 第4回 令和2年 7月 31日

第5回 令和2年 10月 6日

第6回 令和2年 12月 23日

### 2. 特殊鋼道路橋の維持管理に関する

研究小委員会

委員長 近畿大学 東山 浩士 教授

令和2年度は、小委員会を3回開催するとともに、4つのワーキング（点検・調査WG、新技術WG、旧構造WG、補修補強事例WG）により調査研究を行った。

小委員会 第3回 令和2年 8月 31日

第4回 令和2年 12月 17日

第5回 令和3年 2月 26日

※ 上記小委員会のほかWGを計4回開催

### 3. 近年の大地震の被災事例にもとづく

橋梁耐震性評価に関する研究小委員会

委員長 京都大学 高橋 良和 教授

令和2年度は、小委員会を3回開催し、調査研究を行った。

小委員会 第3回 令和2年 11月 5日

第4回 令和3年 1月 7日

第5回 令和3年 3月 15日

## 交通問題調査研究委員会

委員長：内田 敬  
幹事：西尾 富雄

本委員会では、「都市部における道路交通環境」「自転車交通問題」など、各種交通問題の現状と課題に関する新たな情報の収集や調査研究を進めており、近年では、にぎわい創出、自転車走行空間の確保といった道路空間利用の多様化が求められていることから、これらの視点で現場視察や、討論会など、対面方式を中心とした活動を行ってきた。

しかし、今年度においては、新型コロナウイルスの発生により、これまで行ってきた対面方式での活動が困難な状況となつたことから、各部会においては、新たな活動手法として、オンラインを中心に意見交換を実施した。

### <魅力部会>

日時：令和2年8月6日（木）18:30～20:30  
形式：TeamsによるWeb会議  
参加：約30名  
話題：「歩行者利便増進道路制度などの道路行政に関する新たな取組み」  
国土交通省 道路局環境安全・防災課 課長補佐 山本 浩之 様



日時：令和3年2月18日（木）15:00～17:00  
形式：TeamsによるWeb会議  
参加：約60名  
話題：「ウィズコロナ時代の道路空間とまちなか」  
大阪市・神戸市・姫路市の事例紹介  
国土交通省も交えたディスカッション



### <自転車部会>

日時：令和2年9月2日（火）18:00～19:30  
形式：ZoomによるWeb会議  
参加：10名  
話題：令和2年度の活動の進め方について など

日時：令和2年11月9日（月）15:30～18:00  
形式：ZoomによるWeb会議  
参加：13名  
話題：自転車通行環境整備にかかる課題について  
コロナ禍における自転車問題 など

日時：令和3年3月9日（火）15:30～18:00  
形式：ZoomによるWeb会議  
参加：12名  
話題：自転車通行環境整備（交差点部）にかかる課題について  
自転車通行空間の問題点と課題 など



### 交通問題調査研究委員会名簿

委員長 内田 敬（大阪市立大学大学院）  
委員 吉田 長裕（大阪市立大学大学院）  
委員 山口 敬太（京都大学大学院）  
委員 佐久間 康富（和歌山大学）  
事務局 吉矢 康人（大阪市建設局）  
小松 靖朋（大阪市建設局）  
西尾 富雄（大阪市建設局）

## 自主研究会活動報告

### 関西の道と文化研究会

#### 1. 研究会の概要

##### 1) 研究テーマ

「歴史的、文化的な視点で人と道、生活と道の関わりを研究」

##### 2) 研究概要

近年、都市間競争の激化に伴い、各都市では道路を活用した新たな公共空間を活用した都市魅力の向上を目指し、クルマ中心であった道路を人を中心の道へと様々な方法で道路空間の再編が進められている。今後、一層の進展が想定される「人を中心の道づくり」をふまえ、これからのあるべき道路の姿とともに、これまでの道の歴史的背景や道が人びとの暮らしや文化活動に寄与した内容がどのようなものであるかについての研究を行うものとしている。

##### 3) 構成員（令和3年3月現在）

代表：山口敬太

〔京都大学大学院 工学研究科〕

幹事：清水勝民〔総合調査設計㈱〕

研究員所属

和歌山大学、大阪市建設局、  
神戸市建設局、  
奈良県県土マネジメント部、  
㈱日建設計シビル、大阪ガス㈱、  
㈱地域計画建築研究所（アルパック）  
中央復権コンサルタンツ㈱

#### 2. 活動報告

##### 1) 研究会の開催

本研究会では、これまで道路と文化の関係を中心に研究テーマについての議論を行ってきた。主には、①大阪市史跡連絡遊歩道（歴史の散歩道）、②道と商業空間（商店街の空間利用形態や、維持管理の仕組み）について、③道とまつりを通じて人と道の関わりについての議論を重ねている。

本研究会の名称である「文化」については、多様な視点があることから、研究テーマにとらわれず、様々な分野の研究者との交流や講演を通じて文化を導き出していく取組みもあわせて行うものとしている。

#### 2) 様々な分野の研究者との交流

##### 講演会「グリーンインフラを活用した道づくり」の開催

〔日程〕 2020年10月8日（木）

〔会場〕 大阪ガスビル北館 1北-C1会議室

成熟社会を迎えた我が国においては、人が自然とよりよく関わることのできる緑と水の豊かな生活空間を形成することが必要とされている。国においても持続可能で魅力ある国土づくりや地域づくりを進めるグリーンインフラに関する取組を推進することが示されている。本講演会では、グリーンインフラをテーマの現在の取組み状況や、具体的な道づくりへの導入方法等についての講演を通じて、人と道との関わりについて意見交換を行っている。

- ・講演1：「グリーンインフラ活用した道づくりの今」～講師：京都大学大学院 山口准教授（当会代表）
- ・講演2：「グリーンインフラの工法・事例紹介」～講師：木田幸男氏（（一社）グリーンインフラ総研代表理事/東邦レオ（株）、車周輔氏（東邦レオ（株））
- ・意見交換：グリーンインフラについての質疑、その他意見交換



写真-1 講演会  
「グリーンインフラを活用した道づくり」

## 勉強会「歩車共存道路・海外事例勉強会」の

開催

〔日程〕 2021年2月22日（月）

〔会場〕 ウェブミーティング

御堂筋における道路協力団体制度の導入、歩行者利便増進道路（ほこみち）の指定をはじめ、道路空間を活用した人中心の道づくり、高質な維持管理に資する取組みが各地で行われている。一方で、歩車共存道路（シェアドスペース）については、安全性確保の観点から国内では海外都市のような空間づくりが困難な状況にある。国内外の事例を通じて、国内における実現可能な歩車共存道路のあり方等について、ウェブミーティングで意見交換を行っている。

- ・コーディネーター：京都大学大学院  
山口准教授（当会代表）
- ・話題提供：西村亮彦先生（国士館大学）  
泉英明氏（ハートビートプラン）



図-1 勉強会  
「歩車共存道路・海外事例勉強会」

## 3. 今後の取組みについて

今年度は、新型コロナウイルス感染症の影響により、多人数での会議等を行うことが適切ではないとし、ウェブミーティング等の活用、少人数での議論を余儀なくされた。こうしたミーティング、議論の進め方は、ポストコロナを見据えたニューノーマル時代のコミュニケーションのあり方として一層進展していくことと感じられる。

本研究会では、冒頭で述べた通り大阪市史跡連絡遊歩道をはじめとした人と道の関わり、文化について研究、取りまとめを行うこととしている。こうしたこれまでの事例整理とともに、今後の道づくりにつなげるアイデア等についても、合わせて取りまとめを行うことを考えている。例としては、研究テーマの1つである道と商業空間に関する取組みとして、今年度は緊急措置としてのコロナ占用特例が導入されている。こうした道路空間活用の手法等についても、人と道という観点で整理が行えればと考えている。



写真-2  
コロナ占用特例(道頓堀)

## 会務報告

### I 会合報告

#### 1 総 会

日時：令和 2 年 11 月

関西道路研究会ホームページ内投票フォームにおいて電子投票にて審議

投票数：94 件

第 124 回総会は、令和 2 年 11 月 24 日～12 月 4 日の期間において関西道路研究会ホームページ上で電子投票にて審議が行われた。

#### 【次 第】

##### (1) 議事

報告第 1 号 令和元年度の活動状況について

報告第 2 号 令和 2 年度特別委員会等の活動計画

報告第 3 号 令和元年度表彰作品について

議案第 1 号 会員の入退会審査について

議案第 2 号 評議員の選出について

議案第 3 号 役員の選出について

議案第 4 号 令和元年度決算について

議案第 5 号 令和 2 年度予算案について

議案第 6 号 令和 2 年度道路視察について

報告第 1 号は、令和元年度における本会の各委員会等の活動状況が報告された。

報告第 2 号は、令和 2 年度の各特別委員会の活動計画が報告された。

報告第 3 号は、令和元年度の表彰作品について報告された。

議案第 1 号・2 号・3 号は会員の入退会、評議員並びに役員の異動、退任に伴う役員等の選任案件で、評議員は 2 名退任され新たに 2 名が新任し、役員については 6 名が退任し 6 名の新任が、原案通り承認された。

議案第 4 号は、令和元年度の決算について、提案と説明があり原案通り承認された。

議案第 5 号は、令和 2 年度の予算案について、提案と説明があり原案通り可決された。

議案第 6 号は、令和 2 年度の道路視察について、説明があり原案通り可決された。

### 【表彰式及び功労者・優秀作品等の発表】

令和元年度の会員表彰にかかる優秀作品等が表彰審査委員会西尾委員長から発表されました。優秀作品表彰 2 点、優秀業績表彰 2 点でした。詳細については別項（紹介欄）を参照願います。

### 2 道路視察

令和 2 年度道路視察は、新型コロナウイルス感染拡大防止の為、中止とした。

### 3 その他の会合

#### [表彰審査委員会]

日時：令和2年8月28日(金)

午後2時～

場所：(一財)都市技術センター 大会議室  
(大阪市中央区船場中央2)

令和元年度の優秀作品等の選出について、  
西尾審査委員長のもと熱心に審査され、次の通り選定された。

表彰名	候補・案件	受賞者
優秀作品賞	西船場ジャンクション信濃橋渡り線の開通	阪神高速道路株式会社 建設事業本部 大阪建設部
優秀作品賞	阪神高速6号大和川線の整備	阪神高速道路株式会社 建設事業本部 堺建設部
優秀業績賞	ホワイティうめだ2期リニューアルの実施	大阪地下街株式会社 常務取締役 井下 泰具 計画課長 中井 亮太朗
優秀業績賞	堂島大橋改良事業	大阪市建設局道路部橋梁課

#### 表彰審査委員名簿

委員長	西尾 誠	株式会社大阪防水建設 社 特別顧問
委員	大井 健一郎	株式会社近畿地域づくりセン ター 取締役副社長
委員	久後 雅治	一般社団法人建設コンサルタン ツ協会近畿支部 技術部会長
委員	芝池 利尚	大阪府道路公社 理事長
委員	関本 宏	阪神高速道路株式会社 代表取締役兼専務執行役員
委員	夏秋 義広	一般社団法人日本橋梁建 設協会 技術顧問
委員	鍋島 美奈子	大阪市立大学大学院 工学研究科 教授
委員	福西 博	大阪市建設局道路部長
委員	三島 功裕	神戸市建設局長
委員	渡瀬 誠	大阪市建設局長

委員は50音順



表彰審査委員会 (R2.8.28)

## [幹事会]

第1回

日時：令和2年9月25日（金）

午前10時00分～

場所：(一財)都市技術センター 大会議室  
(大阪市中央区船場中央2)

内容：

報告1号 令和元年度の活動状況について

報告2号 令和2年度特別委員会等の活動計画

報告3号 令和元年度表彰作品について

議案1号 会員の入退会審査について

議案2号 評議員の選出について

議案3号 役員の選出について

議案4号 令和元年度決算について

議案5号 令和2年度予算案について

議案6号 第124回総会について

議案7号 令和2年度道路視察について

議案8号 会則の変更について

以上の案件について、評議員会、総会に向け  
熱心に審議された。



幹事会 (R2.9.25)

## 幹事名簿

幹事長	福西 博	大阪市建設局道路部長
会計専任幹事	吉田 孝介	大阪市建設局道路部調整課長
庶務専任幹事	奥 兼治	大阪市建設局道路部 調整課長代理
幹事	岩井 正英	一般社団法人日本道路建設業協会 関西支部技術振興委員会副委員長
幹事	大野 豊繁	一般社団法人日本橋梁建設協会 近畿事務所 担当部長
幹事	加古裕二郎	神戸市建設局道路計画課長
幹事	瀬川 典康	神戸市建設局道路工務課長 (コンクリート構造調査研究委員会 幹事)
幹事	西尾 和哲	大阪市建設局道路部 道路維持担当課長 (舗装調査研究委員会 幹事)
幹事	西尾 富雄	大阪市建設局道路部道路課長 (交通問題調査研究委員会 幹事)
幹事	藤澤 悟	大阪市建設局道路部橋梁課長 (道路橋調査研究委員会 幹事)
幹事	藤原 健	阪神高速道路株式会社 技術部 技術企画課長代理
幹事	松村 謙慶	神戸市建設局道路計画課 計画係長

幹事は50音順

## [評議員会]

日時：令和2年10月22日(木)

午後2時～

場所：ヴィアーレ大阪（4階 ローザホール）  
(大阪市中央区安土町3-1-3)

内容：

報告 第1号 令和元年度の活動状況について  
報告 第2号 令和2年度特別委員会等の活動計画  
報告 第3号 令和元年度表彰作品について

議案 第1号 会員の入退会審査について

議案 第2号 評議員の選出について

議案 第3号 役員の選出について

議案 第4号 令和元年度決算について

議案 第5号 令和2年度予算案について

議案 第6号 第124回総会について

議案 第7号 令和2年度道路視察について

議案 第8号 会則の変更について

以上の案件について、第124回総会に向けての案件が審議された。



評議員会 (R2.10.22)

## 評議員名簿

氏名 (役職名)	勤務先役職等
古田 均 (会長)	大阪市立大学 特任教授
日野 泰雄 (副会長)	大阪市立大学 名誉教授
三島 功裕 (副会長)	神戸市建設局長
渡瀬 誠 (副会長)	大阪市建設局長
伊藤 譲	摂南大学理工学部 教授 (舗装調査研究委員会 委員長)
岩崎 好寿 (会計監事)	神戸市建設局副局長
内田 敬	大阪市立大学大学院工学研究科 教授 (交通問題調査研究委員会 委員長)
小原 信也	大林道路株式会社大阪支店 常務執行役員支店長
川村 幸男	阪神電気鉄道株式会社 都市交通事業本部工務部顧問
塩見 光男	総合調査設計株式会社 代表取締役会長
永井 文博	一般財団法人都市技術センター 理事長
福西 博 (幹事長)	大阪市建設局道路部長
松本 勝也 (会計監事)	一般社団法人日本道路建設業協会 関西支部支部長 株式会社NIPPO 執行役員関西支店長
宮川 豊章	京都大学学際融合教育研究推進センター 特任教授 (コンクリート構造調査研究委員会 委員長)
宮口 智樹	阪神高速道路株式会社 技術部長
八木 知己	京都大学大学院工学研究科 教授 (道路橋調査研究委員会 委員長)

会長・副会長を除き 50音順

## II 予算・決算報告

### 1 令和元年度決算報告

#### 1) 一般決算書

収入の部

科 目	予算額	決算額	差引増減	備 考
1 会費収入	2,733,000	2,713,000	△ 20,000	
個人会費	633,000	513,000	△ 120,000	3,000円×171名
法人会費	2,100,000	2,200,000	100,000	25,000円×88社
2 雑収入	150,008	165,230	15,222	
預金利子等	8	47,403	47,395	
その他	150,000	117,827	△ 32,173	都市技術センター と共に催等
3 繰越金	65,814	66,210	396	
前年度繰越金	65,814	66,210	396	
4 参加費	450,000	455,000	5,000	総会懇親会 5,000円×55名 道路視察 (参加費)4,000円×32名 (懇親会)4,000円×13名
合 計	3,398,822	3,399,440	618	

支出の部

科 目	予算額	決算額	差引増減	備 考
1 事務費	1,110,000	1,158,377	48,377	
通信交通費	100,000	117,698	17,698	会報 原稿料等
備品消耗品	10,000	40,679	30,679	
事務委託費	1,000,000	1,000,000	-	都市技術センター
2 事業費	2,260,000	1,803,312	△ 456,688	
総会費	500,000	471,732	△ 28,268	総会1回
道路視察費	300,000	291,267	△ 8,733	道路視察1回(日帰り)
諸会費	40,000	34,135	△ 5,865	幹事会、評議員会、表彰 審査委員会
調査研究費	900,000	523,334	△ 376,666	特別委員会等活動 費
図書刊行費	410,000	422,844	12,844	会報 原稿料等
表彰費	60,000	60,000	-	30,000円×2件
記念事業積立金	50,000	0	△ 50,000	
3 予備費	28,822	0	△ 28,822	
予備費	28,822	0	△ 28,822	
4 繰越金		437,751	437,751	
合 計	3,398,822	3,399,440	618	

#### 2) 近藤賞基金

年 度	基 金 額	備 考
令和元年度末現在	1,424,689	銀行預金

#### 3) 記念事業積立金

年 度	基 金 額	備 考
令和元年度末現在	344,165	銀行預金

#### 4) 決算監査書

2019 年度関西道路研究会 決算監査報告書

2019 年度関西道路研究会の收支決算について、適正な処理がなされていることを確認しました。

令和2年7月6日

会計監事 岩崎好寿 

会計監事 松本勝也 

## 2 令和2年度予算案

### 収入の部

科 目	予 算 額		備 考
	元年 度	2年 度	
1 会費収入	2,733,000	2,834,000	
個人会費	633,000	609,000	3,000円×203名
法人会費	2,100,000	2,225,000	25,000円×89社
2 雑収入	150,008	80,010	
共催事業	150,000	80,000	都市技術センターと共に
預金利子等	8	10	
3 繰越金	65,814	437,751	
前年度繰越金	65,814	437,751	
4 参加費	450,000	-	コロナ禍により 総会はwebにて開催 懇親会、道路視察等は共に中止
合 計	3,398,822	3,351,761	

### 支出の部

科 目	予 算 額		備 考
	元年 度	2年 度	
1 事務費	1,110,000	1,110,000	
通信交通費	100,000	100,000	ヤマトDM便等
備品消耗品	10,000	10,000	
事務委託費	1,000,000	1,000,000	都市技術センター
2 事業費	2,260,000	1,590,000	
総会費	550,000	100,000	1回(電子投票にて開催)
道路視察費	300,000	0	コロナウイルス感染拡大防止の為、中止
諸会費	40,000	40,000	交通費等
調査研究費	900,000	500,000	特別委員会活動費等
図書刊行費	410,000	750,000	会報44号、原稿料
表彰費	60,000	150,000	30,000円×5件
記念事業積立金	-	50,000	
3 予備費	28,822	651,761	
合 計	3,398,822	3,351,761	

### III 関西道路研究会会員数の現況 (R2.5 現在)

会員区分	会員数 R1.5	会員数 R2.5
名誉会員	8人	9人
1号会員	89人	87人
2号会員	43人	40人
3号会員	83人	76人
4号会員	88社	89社
合計	311	301

#### 会員種別について

1号会員：国及び公共団体の職員等

2号会員：道路に関する学識経験のある個人

3号会員：本会の目的及び事業に賛同する個人

4号：本会の目的及び事業に賛同する会社等

## 関西道路研究会会費納入のお願い

関西道路研究会会員各位

令和3年度関西道路研究会年会費の納入をお願いいたします。

関西道路研究会は、会員の皆様の会費によって運営されております。

当研究会の調査研究活動の継続発展のため皆様のご協力をよろしくお願ひいたします。

1. 年会費 1号～3号（個人）会員

金3,000円也

4号（法人）会員

金25,000円也

2. 納入方法 下記へお振込み願います。

金融機関名 三井住友銀行コスモタワー出張所

口座名 関西道路研究会 会長 古田 均

口座番号 普通 0160599

（会社等の口座から振り込まれる場合は必ず個人名を併記されるようお願いいたします。

振込手数料はご負担をお願いしております。）

金融機関からの振込書を持って領収書に代えさせていただきます。

別途領収書が必要な場合は、事務局へご連絡いただきますようお願いいたします。

連絡先：関西道路研究会事務局

大阪市中央区船場中央 2-2-5-206

一般財団法人 都市技術センター内

Tel : 06-4963-2540 Fax : 06-6271-8030

Email : [kandouken@uitech.jp](mailto:kandouken@uitech.jp)

# 関 西 道 路 研 究 会 会 則

制 定 昭和50年6月5日

最近改正 平成28年8月2日

## 第1章 総則

(名称)

第1条 この会は、関西道路研究会（以下「本会」という。）という。

(事務所)

第2条 本会は、事務所を大阪市中央区内におく。

## 第2章 目的及び事業

(目的)

第3条 本会は、道路に関する意見の交換及び調査研究を行うことを目的とする。

(事業)

第4条 本会は、前条の目的を達成するため、下記の事業を行う。

- (1) 道路に関する各種調査研究及び参考資料の蒐集
- (2) 講演会、講習会、座談会及び懇談会の開催
- (3) 見学及び視察
- (4) 道路に関する試験及び指導の受託
- (5) 道路の関する諮問の答申又は建議
- (6) 会報、その他図書の類の刊行
- (7) そのほか、本会の目的達成に必要な事業

## 第3章 会員及び会費

(会員の種別及び資格)

第5条 本会の会員の種別及び資格は次のとおりとする。

- (1) 国及び公共団体の職員ならびにその他道路に関する業務に従事している個人
- (2) 道路に関する学識経験のある個人
- (3) 本会の目的及び事業に賛同する個人
- (4) 本会の目的及び事業に賛同する会社および団体（法人という）

### 2 その他の参加

本会と共同研究などを行う公共団体など

(会員の入退会)

第6条 会員の入会並びに退会は、会員規定の定めにより手続きを行い、幹事会の審査を経て会長の承認を得なければならない。

(会費)

第7条 会員は、会費及び臨時会費を負担する。

2 前項の会費及び臨時会費の額は、会員規定で定める。

## 第4章 名誉会長

(名誉会長)

第8条 本会に名誉会長をおくことができる。

2 名誉会長は、会長退任者であつて総会において推挙された者とする。  
3 名誉会長である会員については、前条第1項の規定は適用しない。

## 第5章 役員及び評議員

(役員)

第9条 本会には次の役員をおく。

- (1) 会長 1名
- (2) 副会長 若干名
- (3) 幹事長 1名
- (4) 幹事 10名以上20名以内  
(うち1名を庶務専任、1名を会計専任とする。)
- (5) 会計監事 2名

(評議員)

第10条 本会には、評議員をおく。

- 2 前項の評議員は15名以上20名以下とする。

(役員及び評議員の任期)

第11条 役員及び評議員の任期は、2年とする。

(役員及び評議員の報酬)

第12条 本会の役員及び評議員は、名誉職とする。

(役員及び評議員の選出)

第13条 役員の選出は、次の各号による。

- (1) 会長は、評議員のなかから会員が選出する。
- (2) 副会長は、会長が指名する。
- (3) 幹事長は、評議員のなかから、幹事は、会員のなかから会長が評議員会の同意を得て選任する。専任幹事は、幹事のなかから幹事長が指名する。
- (4) 会計監事は、評議員の互選による。

2 評議員の選出は、会員の互選による。

(役員及び評議員の職務)

第14条 役員は次の職務を行う。

- (1) 会長は、本会の代表として会務を総理し、総会及び評議員会の議長となる。
- (2) 副会長は、会長を補佐し、会長事故あるときは、これを代行する。
- (3) 幹事長及び幹事は、会長の指示により会務を処理し、専任幹事は、幹事長を補佐し、幹事会の決定に基づく日常の事務を処理する。
- (4) 会計監事は、会計を監査し、総会で監査内容を報告する。

2 評議員は、会長の諮問に応じ、又は本会の運営に関する重要事項を審議する。

## 第6章 会計年度

(会計年度)

第15条 本会の会計年度は、毎年4月1日に始まり、翌年3月31日をもって終わる。

## 第7章 総会及び評議員会幹事会

(総会の開催)

第16条 総会は、毎年1回開催する。ただし、会長が必要とするときは、臨時総会を開催することができる。

(総会の審議事項及び議決)

第17条 総会は、本会の予算、決算、その他重要事項を審議し、出席会員の過半数で決定する。

可否同数のときは、議長が決定する。

(評議員会の開催)

第18条 評議員会は、会長が必要とするとき、及び評議員の過半数の請求があるときに開催する。

(評議員会の審議事項及び議決)

第19条 評議員会は、総会に付議する事項、本会の運営に必要な規定の制定、改廃その他重要事項を審議し、

出席者の過半数で決定する。可否同数のときは、議長が決定する。

2 評議員会の決議事項は、総会に報告する。

(幹事会の開催)

第20条 幹事会は、幹事長が必要とするとき、開催する。

(幹事会の審議事項及び議決)

第21条 幹事会は、評議員会に付議する事項、その他日常事務に関する事項を審議し、出席者の過半数で決定する。可否同数のときは、幹事長が決定する。

## 第8章 特別委員会

(特別委員会の設置)

第22条 会長は、第4条の事項を行うため、特別委員会をおくことができる。

(特別委員会の委員長)

第23条 特別委員会の委員長は、会長が決定する。

(特別委員会の構成及び活動等)

第24条 特別委員会の構成及び活動等は、特別委員会規定に基づいて行う。

2 特別委員会の設置及び改廃、並びにその事業は、総会に報告する。

(研究成果の報告)

第25条 特別委員会の研究成果は、すみやかに会長に報告する。

## 第9章 表彰

(表彰)

第26条 会長は、本会の目的達成のため、特に顕著な功績があった会員（共同研究者等を含む。）を、表彰規定の定めにより表彰することができる。

## 第10章 事務局

(事務局の設置)

第27条 会長は、会務を執行するため事務局を設け事務の処理をする。

2 事務局の構成等については、評議員会で定める。

## 第11章 補則

(会則の変更)

第28条 本会則の変更は、総会の議決による。

(規定の決定)

第29条 本会則に基づく規定は、評議員会において決定する。

(施行期日)

第30条 本会則は、昭和50年6月5日から施行する。

附則 当面の経過措置として、前回改正以前の会則に規定されていた名誉会員は存続するものとする。

附則 この改正は、平成28年8月2日から施行する。

# 会 員 規 程

制 定 昭和50年6月5日  
最近改正 平成16年6月21日

## (趣 旨)

第 1 条 関西道路研究会(以下「本会」という。)会則第7条及び第8条に基づく会員の入会及び退会並びに会費については、この規程の定めるところによる。

## (入退会手続及び通知)

第 2 条 会員になるには、会員の推せんにより会費を添え入会申請書(様式1号)を提出しなければならない。

- 2 本会を退会する場合は、退会申請書(様式2号)を提出するものとする。
- 3 入退会の決定があったときは、その結果を本人に通知し、会員台帳(様式3号)に記載又は抹消するものとする。

## (会員資格取得及び権利)

第 3 条 会員は、入会通知書の発送する日に、その資格を取得する。

- 2 会員は、次の権利を有する。
  - (1) 総会に出席し、審議表決ができる。
  - (2) 各種事業に参画できる。
  - (3) 本会の名簿及び出版物の配付を受ける。

## (会員資格の喪失)

第 4 条 会員は、次の1に該当するに至ったとき、その資格を喪失する。

- (1) 退 会
  - (2) 禁治産者又は準禁治産者宣告
  - (3) 死亡、失踪の宣告又は団体の解散
  - (4) 除 名
- 2 前項の除名は、次の1に該当するとき幹事会の審議を経て会長が決定する。
    - (1) 会費の2ヵ年以上の滞納
    - (2) 本会の名誉を傷つけ、または本会の目的に反する行為

## (会 費)

第 5 条 会員の会費は次のとおりとする。

- |             |    |         |
|-------------|----|---------|
| (1) 個 人 会 員 | 年額 | 3,000円  |
| (2) 法 人 会 員 | 年額 | 25,000円 |

## (入会者の会費)

第 6 条 入会者の会費は、次のとおりとする。

- (1) 入会が上半期の場合は、会費の全額
- (2) 入会が下半期の場合は、会費の1/2の額

## (臨時会費)

第 7 条 臨時会費の額は、評議員会の審議を経て会長が決定する。

## 附 則

前会則による名誉会員及び功労賞受賞者は、会費を免除する。

附 則

この規程は、昭和54年4月1日から施行する。

附 則

この規程は、昭和62年4月1日から施行する。

附 則

この規程は、昭和64年（平成元年）4月1日から施行する。

附 則

この規程は、平成16年6月21日から施行する。

## 特 別 委 員 会 規 程

制 定 昭和50年6月5日  
最近改正 平成16年6月21日

### (趣 旨)

第 1 条 関西道路研究会(以下「本会」という。)会則第24条に基づく特別委員会(以下「委員会」という。)の構成並びに活動については、この規程の定めるところによる。

### (委員会の構成)

第 2 条 委員会の委員は、本会の会員でもって構成し、法人会員にあっては会社及び団体の職員をもってあ  
る。

2 委員会には、次の役員をおく。

- |                    |     |
|--------------------|-----|
| (1) 委 員 長          | 1 名 |
| (2) 委員会幹事          | 1 名 |
| (3) 委員会書記          | 1 名 |
| (4) 委員長の定める役務を行うもの | 若干名 |

### (委員長の職務)

第 3 条 委員長は、次の職務を行う。

- (1) 委員会を指揮し、総括する。
- (2) 委員会が設置されたときは、すみやかに委員会幹事、委員会書記及び委員を定め、委員会名簿  
並びに事業計画書を作成して会長に提出する。
- (3) 委員の入退会を審査し、承認する。

### (委員会の活動)

第 4 条 委員長は、各年度の初めに当該年度の事業活動計画書を、または、年度末には事業につき報告書を  
会長に提出しなければならない。

2 委員会は、前項の事業活動計画書に基づき、当該年度の委員会活動を行う。

### (委員会の経費)

第 5 条 委員会の経費は、本会の事業費をもってあてる。

ただし、委員会の活動上特別に経費を必要とするときは、その構成員から会費を徴収し、これをあ  
てることができる。

2 委員会が構成員から会費を徴収する場合は、予め幹事長の承認を得、総会においてその決算を報告  
するものとする。

### 附 則

この規程は、昭和50年6月5日から施行する。

### 附 則

この規程は、平成16年6月21日から施行する。

# 表 彰 規 程

制 定 昭和49年6月6日  
最近改正 昭和56年4月17日

## (趣 旨)

第 1 条 関西道路研究会（以下「本会」という。）会則第26条に基づく会員の表彰については、この規程の定めるところによる。

## (表彰の種類)

第 2 条 本会の表彰の種類は、功労者表彰（功労賞）、特別優秀表彰（近藤賞）、優秀研究者表彰（優秀研究賞）、優秀作品表彰（優秀作品賞）及び優秀業績表彰（優秀業績賞）とする。

## (表彰の基準)

第 3 条 前条の表彰の基準は次のとおりとする。

### (1) 功 労 賞

本会の会員として、本会の発展運営のため、特に顕著な功績があつたと認められるもの。

### (2) 近 藤 賞

以下（3）～（5）までの内、特に優秀と認められるもの。

### (3) 優秀研究賞

本会の特別委員会その他の研究活動において、優れた成果を挙げ、本会の目的達成に寄与したと認められるもの。

### (4) 優秀作品賞

本会の特別委員会その他の研究成果をふまえて、優れた作品を完成し、本会の目的達成に寄与したと認められるもの。

### (5) 優秀業績賞

本会の特別委員会その他の研究成果をふまえて、優れた業績をあげ、ひろく道路事業の進展に功績を残し、本会の目的達成に寄与したと認められるもの。

## (選考の方法)

第 4 条 前条に基づく表彰の選考の方法は、次のとおりとする。

### (1) 功労者については役員の推せんにより、表彰審査委員会の審査を経て会長が決定する。

(2) 優秀研究者、優秀作品及び優秀業績については、役員又は特別委員会の委員会幹事の推せん又は会員の応募により、表彰審査委員会の審査を経て会長が決定する。

## (表彰審査委員会)

第 5 条 表彰審査委員会の委員は総数15名以内で、会長が指名し委嘱する。

2 表彰審査委員会は、あらかじめ会長が指名する委員長が主宰し、会長の諮問に応じて推せん又は応募があつた表彰候補案件の審査をする。

3 委員長は、必要に応じ適當な人に表彰候補案件の事前の調査と委員会における説明を依頼することができる。

## (表彰の内容)

第 6 条 表彰は総会においてその名誉を称えて、会長が賞状及び記念品を贈呈する。

## 附 則

1. 近藤賞の基金は近藤泰夫氏著「私と道路」出版記念醸金の一部をもってあてる。
2. この規程は、昭和56年4月17日から施行する。

## 関西道路研究会「自主研究会」設置要綱

制 定 平成 27 年 4 月 1 日

改 定 平成 27 年 12 月 1 日

### (名 称)

第 1 条 関西道路研究会会員を中心とするグループによる自主的な研究会制度を「自主研究会」と称する。

### (目 的)

第 2 条 「自主研究会」は産官学から構成される複数の会員等が自主的に参画し、道路及び道路に関連する様々な研究課題を自ら設定し、情報交換、調査・研究を行うことにより、会員相互が道路及び道路関連技術に関する見識を高め、もって道路に関連する課題の解決の一助とすることを目的とする。

### (構 成)

第 3 条 「自主研究会」の構成は以下の通りとする。

1. 「自主研究会」の最小構成人員は 5 名とする。最大構成人員は特に規定しないが、運営可能な範囲内とする。
2. 構成人員は関西道路研究会会員を基本とする。なお、自主研究会活動に必要な意見・情報を得ることを目的に、会員以外の参加者を含めることができる。
3. 「自主研究会」は代表、副代表（会計・幹事）を届け出るものとする。代表及び副代表（会計・幹事）は会員でなくてはならない。
4. 複数の「自主研究会」に参加することはできない。
5. 構成人員に変更・異動が生じた際は、代表は会長に報告しなければならない。

### (応募・審査)

第 4 条 「自主研究会」への応募には、以下の内容を会長に届け出なくてはならない。

1. グループ名
  2. 研究テーマ
  3. 研究テーマ選定の趣旨と目的
  4. 全構成人員の氏名、所属、連絡先、会員種別等
  5. 研究工程表(初回工程表は 2 年以内とする。)
  6. 概略予算
- 2 上記の届け出内容については、会長・副会長・評議員等で構成される自主研究会選定委員会にて審議し、設置の可否を決定する。

### (運営・補助・存続期間・報告)

第 5 条 「自主研究会」は、調査研究に必要な運営費として、旅費、会場費等を、年間 10 万円、総額 20 万円を限度に補助を受けることができる。ただし、当該年度に設立される自主研究会グループ数により限度額が削減されることがある。また、補助された運営費は年度ごとに精算し、会長に会計報告しなければならない。

- 2 「自主研究会」は、研究活動終了後速やかに研究報告会の開催または報告書を会長に提出しなければならない。
- 3 自主研究会の存続期間は承認日翌日からその次年度の年度末とする。概ね 2 年間の調査研究の

のち、さらに内容を深化させるため引き続き 1 年以内の期間「自主研究会」を継続させることができる。ただし、その場合は、企画内容等をあらためて会長に提出しなければならない。  
(「自主研究会」選定委員会)

- 第 6 条 選定委員会は、関西道路研究会会長及び会長に指名された副会長、評議員により構成する。
- 2 選定委員は 5 名以上とし、委員長は会長があたり委員会を総理する。
  - 3 委員長は、所定の時期に選定委員会を開催し「自主研究会」設立の可否を審議し代表者へ結果を通知する。
  - 4 選定委員会は、研究成果等により当該「自主研究会」を特別委員会として活動することを関西道路研究会会長に推薦することができる。

(附則) 本要綱は平成 27 年 4 月 1 日より施行する。

平成 27 年 12 月 1 日一部改定

## 法人会員一覧

令和3年5月31日時点

株式会社秋山組  
旭コンクリート工業株式会社西部支社  
荒木産業株式会社  
株式会社 IHI インフラシステム  
宇野重工株式会社  
宇部興産機械株式会社  
株式会社エイト日本技術開発  
エム・エムブリッジ株式会社  
エムケービルド株式会社  
株式会社大阪碎石工業所  
大阪市役所  
大阪兵庫生コンクリート工業組合  
大林道路株式会社大阪支店  
奥村組土木興業株式会社  
オサダ技研株式会社  
株式会社オリエンタルコンサルタンツ関西支店  
鹿島道路株式会社関西支店  
株式会社川金コアテック  
川崎地質株式会社西日本支社  
川田工業株式会社大阪支社  
京都府  
京橋ブリッジ株式会社  
協和設計株式会社  
キンキ道路株式会社  
株式会社近代設計大阪支社  
ケイコン株式会社  
株式会社ケミカル工事  
株式会社建設技術研究所大阪本社  
公成建設株式会社  
株式会社国際建設技術研究所  
株式会社駒井ハルテック  
三新化学工業株式会社  
株式会社 CORE 技術研究所  
株式会社ジェイアール総研エンジニアリング  
J I P テクノサイエンス株式会社  
一般社団法人システム科学研究所  
株式会社シティプランニング  
ジオ・サーチ株式会社大阪事務所  
株式会社修成建設コンサルタント  
ショーボンド建設株式会社近畿圏支社  
神鋼鋼線工業株式会社  
住友大阪セメント株式会社  
世紀東急工業株式会社関西支店  
株式会社綜合技術コンサルタント大阪支社  
総合調査設計株式会社

大成ロテック株式会社関西支社  
大日本コンサルタント株式会社大阪支社  
太平洋プレコン工業株式会社  
高田機工株式会社  
瀧上工業株式会社  
株式会社中研コンサルタント  
株式会社長大 大阪支社  
鐵鋼スラグ協会 大阪事務所  
東亜道路工業株式会社関西支社  
株式会社東京建設コンサルタント関西本社  
東洋技研コンサルタント株式会社  
一般財団法人都市技術センター  
戸田建設株式会社大阪支店  
豊中市役所  
内外構造株式会社  
株式会社名村造船所  
西日本高速道路株式会社  
株式会社ニチゾウテック  
ニチレキ株式会社関西支店  
株式会社 NIPPO 関西支店  
一般社団法人日本橋梁建設協会  
株式会社日本工業試験所  
日本橋梁株式会社  
日本鉄塔工業株式会社  
株式会社ニュージェック  
一般社団法人日本道路建設業協会関西支部  
パシフィックコンサルタンツ株式会社大阪本社  
阪神高速技術株式会社  
阪神高速道路株式会社  
一般財団法人阪神高速先進技術研究所  
株式会社阪神コンサルタンツ  
阪神電気鉄道株式会社  
株式会社ピーエス三菱大阪支店  
ヒートロック工業株式会社大阪営業所  
光工業株式会社  
日立造船株式会社  
株式会社富士ピー・エス関西支店  
三井住建道路株式会社関西支店  
三井住友建設株式会社大阪支店  
宮地エンジニアリング株式会社関西支社  
株式会社雄交  
株式会社横河ブリッジ大阪支店

(50 音順)



関西道路研究会 会報 第45号

2021年9月発行

発行 関西道路研究会

〒541-0055

大阪市中央区船場中央二丁目2-5-206号

船場センタービル5号館2階

(一般財団法人都市技術センター内)

Tel 06-4963-2540 Fax 06-6271-8030

印刷 株式会社 カンサイ

Tel 06-6446-1212 Fax 06-6443-3221





躍進する関西道路研究会をシンボライズしたもので、背景の青は明るい未来・躍動を、また「K」は本研究会の頭文字により無限に伸びゆく道路を表している。

関西道路研究会 2021年9月発行