



特集 道路の管理・メンテナンスとその新技術

合理的な検査を実現する鋼床版デッキプレート疲労き裂検出システム

各種非破壊検査による覆工コンクリート内部亀裂の検知比較

加熱アスファルト混合物を用いた高耐久表面処理工法

自動車走行燃費の向上を図るアスファルト舗装技術に関する研究

アスファルトの特徴、製造方法および安全に取り扱うための通知、表示について

3次元レーザー点群を活用した道路管理手法の開発

表紙写真：兵庫県朝来市 みこばたちゅうてつきょう 神子畑鉄橋

〔橋長 16m の一連アーチ橋、全鉄製の橋としては日本最古の橋。  
昭和 56 年国指定文化財。〕



議事風景



表彰式と講評



講演会



平成28年度の道路視察は、会長以下26名が集合し、雲空の中いつもよりは少し足を延ばして、兵庫県朝来市の「みこばたちゅうてつきょう神子畑 鑄鉄橋」と同豊岡市の北近畿豊岡自動車道豊岡南道路水上トンネル工事現場を視察しました。

神子畑鑄鉄橋は、明治の中頃にフランス人技師指導のもと神子畑鉦山と生野銀山を結ぶ運搬道の一部として造られた橋で明治18年に竣工しました。鉄製の橋としては日本で3番目となりますが、全てが鑄鉄製の橋としては、日本最古の歴史をもっており昭和56年に国指定文化財となりました。現地では、実際に鑄鉄橋を渡ったり触れたりして歴史を肌で感じることができました。

その後、近傍の神子畑選鉦場跡かみこばたせんこうじょうへ移動し、現地では地元「鉦山の道推進協議会」の案内いただき、かつて1,000人を超える鉦山の町※でしたが、時代の流れには逆らえず閉山となったと説明を受けました。山の斜面を覆い尽くす選鉦場跡の廃墟は、重厚ながらも何処か懐かしさを漂わせ迫力十分でした。

午後、あいにくの雨となりましたが豊岡南道路水上トンネル工事の現場事務所で近畿地方整備局豊岡河川国道事務所担当専門官より、一般国道483号北近畿豊岡自動車道整備の進捗状況説明に続き、工事施工者鹿島建設株式会社担当者より工事概要の説明を受けました。ここではトンネルを掘った後、地山にコンクリートを吹き付け、さらにロックボルトを打設し地山と構造物を一体化させ、地山の保持力を利用してトンネルの構造を持たせるナトム工法が採用されていました。またトンネル内で掘削機や作業状況などの説明を受け約500m先の切羽では掘削作業が見学することができました。

帰路は、渋滞に巻き込まれましたが平成28年度道路視察は無事終了しました。

※鉦山から運び込まれた鉦石を選別する施設。

## 神子畑鑄鉄橋見学風景

神子畑鑄鉄橋全景



国指定文化財



自由に見学



参加者橋上にて



神子畑選鉱場跡見学風景

地元「鉱山の道推進協議会」の説明



山の斜面を望む



迫力十分な選鉱場跡



# 豊岡南道路水上トンネル工事見学風景

現場事務所にて工事概要説明



トンネル入口



工事担当者の説明



トンネル内部見学



切羽作業見学



切羽



## 目 次

|      |   |    |
|------|---|----|
| 巻頭写真 | 平成 28 年度総会 . . . . .                      | I  |
| 道路視察 | 視察写真報告 . . . . .                          | II |
| 企画特集 | 特集「道路の管理・メンテナンスとその新技術」 . . . . .          |    |
|      | 合理的な検査を実現する鋼床版デッキプレート疲労き裂検出システム . . . . . |    |
|      | 阪神高速技術株式会社    塚本 成昭                       |    |
|      | 〃                            大田 典裕        |    |
|      | 内外構造株式会社    薄井 王尚                         |    |
|      | 株式会社日本工業試験所    津田 久義                      |    |
|      | 各種非破壊検査による覆工コンクリート内部亀裂の検知比較 . . . . .     |    |
|      | 明石工業高等専門学校    鍋島 康之                       |    |
|      | 〃                            松本 俊範        |    |
|      | 加熱アスファルト混合物を用いた高耐久表面処理工法 . . . . .        |    |
|      | 東亜道路工業株式会社 技術研究所    松下 裕弥                 |    |
|      | 〃                            平戸 利明        |    |
|      | 自動車走行燃費の向上を図るアスファルト舗装技術に関する研究 . . . . .   |    |
|      | 株式会社 NIPPO 総合技術部技術研究所    白井 悠             |    |
|      | 〃                            尾本 志展        |    |
|      | 〃    技術企画室技術管理グループ    石垣 勉                |    |
|      | 国立研究開発法人土木研究所道路技術研究グループ    川上 篤史          |    |
|      | 〃                            寺田 剛         |    |
|      | 〃                            藪 雅行         |    |
|      | アスファルトの特徴、製造方法、および                        |    |
|      | 安全に取り扱うための通知、表示について . . . . .             |    |
|      | 昭和シェル石油株式会社中央研究所    瀬尾 彰                  |    |
|      | 3次元レーザー一点群を活用した道路管理手法の開発 . . . . .        |    |
|      | 国際航業株式会社営業本部    藤木三智成                     |    |
|      | 〃    技術本部    井上 浩一                        |    |



一般論文・報告

市道「葺合南 54 号線」の整備・・・・・・・・・・・・・・・・

～道路のリデザインの取り組み～

神戸市建設局道路部工務課 小松 恵一

御堂筋の道路空間再編に向けたモデル整備について・・・・・・・・

～検討経過とモデル整備～

大阪市建設局道路部道路課 生嶋\_\_圭二

大阪市の市電事業で建設された橋梁図面の調査報告・・・・・・・・

～関西道路研究会自主研修グループの取り組み～

研究会代表 松村 博

研究会幹事 黒山 泰弘

会員の声

東北の復興支援・連携の事例紹介・・・・・・・・

「釜石大学プロジェクト 2016」と写真展「復興のカメラ」の取り組みから

阪神電気鉄道株式会社不動産事業本部 顧問 立間 康裕

平成 28 年度道路視察に参加して・・・・・・・・

大阪市建設局道路部道路課 前迫 研吾

紹介

平成 27 年度表彰事項の概要（総会資料より）・・・・・・・・

総会講演

生産人口減少に対応した持続可能な組織と人財育成・・・・・・・・

株式会社大林組 特別顧問 金井 誠

特別委員会の活動・・・・・・・・

自主研究会の活動・・・・・・・・

会務報告・・・・・・・・

会則等・・・・・・・・

## 特集 道路の管理・メンテナンスとその新技術

昨今、社会資本整備審議会から「道路の老朽化対策の本格実施に関する提言」が発表されるとともに、道路管理者に橋梁やトンネル等の点検を義務づけた省令・告示が施行されるなど、本格的なメンテナンスの時代に突入し、日頃の点検の重要性が求められています。

また、ベテラン技術者が不足するなか少量多工種に対応できる機械化などの新たな技術開発の重要性も増してきております。

本号では『道路の管理・メンテナンスとその新技術』を特集テーマとし会員の皆様に広く原稿を募集いたしました。様々な立場や視点で道路、橋梁の老朽化の現状把握や再点検あるいは新技術を含めた維持管理手法など、お寄せいただいた研究成果や事例をご紹介します。本特集が会員皆様に有効に活用されれば幸いです。

### 道路の老朽化対策の本格実施に関する提言 概要

**【1. 道路インフラを取り巻く現状】**

(1) 道路インフラの現状

- 本邦平均73万kmの道路のうち約50万kmが市町村道
- 一部の構造物では劣化による劣化が顕在化
- 地方公共団体整備費では、近年減少傾向が顕著

(2) 老朽化対策の課題

- 維持管理費不足による劣化の増進
- 劣化の進行、材料の劣化で劣化が顕在化
- 劣化の進行による劣化の増進
- 劣化の進行による劣化の増進

(3) 現状の総括(2つの根本的課題)

劣化の進行による劣化の増進 ←→ メンテナンスサイクルを回す仕組みがない

**【2. 国土交通省の取組みと目指すべき方向性】**

(1) メンテナンス元年の取組み

本格的にメンテナンスサイクルを回すための取組みに着手

- 道路法改正(2025.6)
- 道路法の法改正
- 国土交通省の取組み(国土交通省)
- 国土交通省の取組み(国土交通省)

(2) 目指すべき方向性

①メンテナンスサイクルを確定 ②メンテナンスサイクルを回す仕組みを構築

産学官の力(予算・人材・技術)を全て投入し、能力をあげて本格的なメンテナンスサイクルを開始【道路メンテナンス能力】

**【3. 具体的な取組み】**

(1) メンテナンスサイクルを確定(道路管理者の義務の明確化)

各道路管理者の責任で以下のメンテナンスサイクルを実施

○点検(約73万km)トンネル(約1万km)等は、国が定める統一した基準により、5年に1度、定検目標による全数監視を実施

○診断、照明等は適切な更新年数を設定し点検・更新を実施

○統一した尺度で健全度の判定区分を設定し、診断を実施

| 区分   | 点検                         |
|------|----------------------------|
| 1 健全 | 維持管理に留意して点検を実施             |
| 2 劣化 | 維持管理に留意して点検を実施し、劣化の進行を監視する |
| 3 劣化 | 維持管理に留意して点検を実施し、劣化の進行を監視する |
| 4 劣化 | 維持管理に留意して点検を実施し、劣化の進行を監視する |
| 5 劣化 | 維持管理に留意して点検を実施し、劣化の進行を監視する |

(2) メンテナンスサイクルを回す仕組みを構築

メンテナンスサイクルを持続的に回す以下の仕組みを構築

【予算】

- 国庫(国庫)道路更新事業の財源確保(平成20年法改正)
- 国庫(国庫)道路更新事業の財源確保(平成20年法改正)
- 国庫(国庫)道路更新事業の財源確保(平成20年法改正)

【体制】

- 国土交通省(国土交通省)道路メンテナンス会議を設置
- 国土交通省(国土交通省)道路メンテナンス会議を設置
- 国土交通省(国土交通省)道路メンテナンス会議を設置

【技術】

- 国土交通省(国土交通省)道路メンテナンス会議を設置
- 国土交通省(国土交通省)道路メンテナンス会議を設置
- 国土交通省(国土交通省)道路メンテナンス会議を設置

【点検】

○点検(約73万km)トンネル(約1万km)等は、国が定める統一した基準により、5年に1度、定検目標による全数監視を実施

○診断、照明等は適切な更新年数を設定し点検・更新を実施

○統一した尺度で健全度の判定区分を設定し、診断を実施

【診断】

○点検(約73万km)トンネル(約1万km)等は、国が定める統一した基準により、5年に1度、定検目標による全数監視を実施

○診断、照明等は適切な更新年数を設定し点検・更新を実施

○統一した尺度で健全度の判定区分を設定し、診断を実施

【措置】

○点検(約73万km)トンネル(約1万km)等は、国が定める統一した基準により、5年に1度、定検目標による全数監視を実施

○診断、照明等は適切な更新年数を設定し点検・更新を実施

○統一した尺度で健全度の判定区分を設定し、診断を実施

【記録】

○点検(約73万km)トンネル(約1万km)等は、国が定める統一した基準により、5年に1度、定検目標による全数監視を実施

○診断、照明等は適切な更新年数を設定し点検・更新を実施

○統一した尺度で健全度の判定区分を設定し、診断を実施



# 合理的な検査を実現する鋼床版デッキプレート疲労き裂検出システム

阪神高速技術(株) 塚本 成昭・大田 典裕  
内外構造(株) 薄井 王尚  
(株)日本工業試験所 津田 久義

近年、累積交通量の高まりを受け、鋼床版の疲労損傷が大きな問題となっている。特に、デッキプレートを下面から上面に貫通するタイプのき裂は、路面陥没の原因と考えられることから、道路管理者のリスクになっている。従来このタイプのき裂は、鋼床版の下面から超音波探傷による検査が一般的であるが、検査効率や経済性が大きな課題であった。

そこで、阪神高速では検査の合理化を目的に、舗装上面からのスクリーニング後に、鋼床版下面より超音波探傷でき裂を特定する鋼床版デッキプレート疲労き裂検出システムを開発し、運用を開始した。本報告では、このシステムと運用概要を紹介する。

## 1. はじめに

阪神高速道路は、平成 28 年 1 月現在で 259.1km のネットワークを有する関西都市圏の大動脈として、関西経済を支える役割を担っている。この阪神高速道路の構造物の内、鋼床版は湾岸線をはじめとして約 150 万㎡、この内、U リブ鋼床版は約 90 万㎡の資産を有している<sup>1)</sup>。この鋼床版の資産数は、首都高速道路と比較して約 2 倍の資産数であり、世界でも有数の資産数を有しているといえる。近年、鋼床版の重交通路線においてこの U リブ鋼床版に、デッキプレートと U リブの溶接継ぎ手部に発生するき裂の内、溶接ルート部を起点としてデッキプレート上面へ進展しその後デッキプレートを貫通するき裂（以下、デッキプレート貫通き裂）が多数報告されている。このデッキプレート貫通き裂は、大きく進展すると路面の陥没の要因となるため、早期に発見・補修することが求められている。しかし、デッキプレート貫通き裂は、舗装を除去しないと通常の見視点検では発見できない。そのため、デッキプレート貫通き裂は鋼床版下面からの超音波探傷法が一般的な検査手法であったが、検査におけるコストや効率の面で課題があった。

そこで阪神高速道路では、検査コストおよび効率の向上を目的に、従来の鋼床版下面からの接触検査と異なる、渦流探傷法を用いた舗装路面上か

らのデッキプレート貫通き裂の検査手法を開発した。この手法を超音波探傷法に先立つスクリーニング検査、確定検査として従来の超音波探傷法より検査精度および検査記録の視認性に優れるフェイズドアレイ探傷法を組み合わせることで、検査コストおよび効率を大幅な合理化が実現し、平成 28 年より運用を開始した。本報告では、鋼床版デッキプレート疲労き裂検出システムと運用概要について報告する。

## 2. 阪神高速における鋼床版デッキプレート貫通き裂の現状

阪神高速道路では、平成 17 年に湾岸線の新浜寺大橋において最初のデッキプレート貫通き裂が発見・補修<sup>2)</sup>されて以来、平成 28 年までに約 10 件の同様のき裂が発見され、逐次補修を実施している。このき裂は年々増加傾向にあり、共用年数の高まりにより今後も加速度的な増加とそれに対する予防的な維持管理が課題となっている。

そこで、平成 20 年度に、デッキプレート貫通き裂をはじめとして鋼床版に発生するき裂の予防保全として鋼繊維補強コンクリート (Steel Fiber Reinforce Concrete : SFRC) 施工した。この SFRC はデッキプレートの剛性と疲労耐久性の向上効果が確認されたため、以降、通常の規制工事および通行止め工事 (フレッシュアップ工事) におい

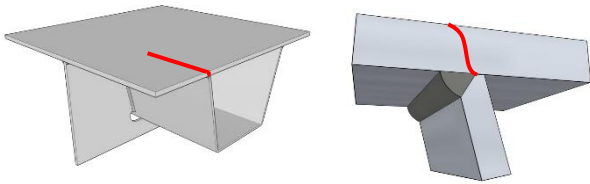


図-1 デッキプレートの貫通き裂の模式図

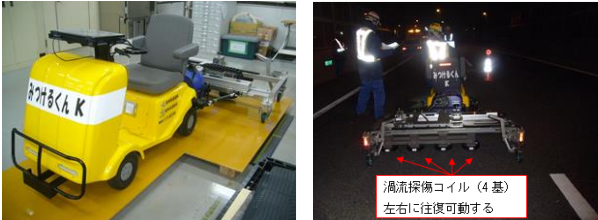


図-2 みつめるくん K と検査状況

て施工している。さらに、阪神高速道路の大規模修繕事業として今後 15 年間で、SFRC 施工を推進し、鋼床版のき裂に対する予防保全とする予定<sup>3)</sup>である。

### 3. 鋼床版デッキプレート貫通き裂に対する検査法の開発

#### 3.1 渦流探傷法を用いたスクリーニング検査法

デッキプレート貫通き裂を図-1 に示す。このき裂は、U リブ内部からデッキプレート上面に進展するため、通常の見視点検では発見できない。そのため、従来は鋼床版の下面からの超音波探傷法による接触検査が一般的な検査法と用いられていた。しかし、下面からの超音波検査は、①鋼床版下面へのアクセスのための足場や高所作業車などの仮設備のコストが非常に大きいこと、②接触検査のため、検査効率が非常に悪いこと、という課題があった。

そこで、阪神高速では検査コストの低減、検査効率の向上を目的として、スクリーニング検査の位置付けで、デッキプレート貫通き裂を検知する渦流探傷法を用いた検査手法を開発した。

渦流探傷法は、発電所やプラント設備の熱交換器の細管検査に用いられている。この渦流探傷法は、非接触検査が可能であり検査の効率化が期待できるという特徴を持つ。そこで、阪神高速ではこの渦流探傷法に着目し、舗装厚分の非接触検査法の開発に着手した。開発に当たっては、①従来の細管検査では数 mm の非接触量であるのに対し、

鋼床版の検査では約 10cm の非接触量となること、②非接触部に存在する舗装が検査に及ぼす影響が不明、③従来の渦流探傷法は細管などの軸対象物である一方、鋼床版は平面对象物であること、といった課題があった。これらの課題に対し、①検査周波数の検討、②室内要素試験による非接触量の影響の検討、③検査結果に与える舗装の影響、④現場での検証実験、の実施により、この渦流探傷法の要素技術を開発した。次に、実際の鋼床版の検査への適用に当たり、①き裂延長 100mm 以上のデッキプレート貫通き裂を検出できること、②1 日で約 100m の車線延長を検査できること、という検査の仕様を定め、この要素技術を機械装置化することで、検査効率を大幅に向上させることが実現した。この検査装置（以下、「みつめるくん K」）を図-2 に示す。機械装置化が完了した後は、阪神高速で発見された新たなデッキプレート貫通き裂を用いて、検出実験、検出精度の検証を繰り返すことで、検査精度・効率の向上を図った。このみつめるくん K を用いた検査は、通常の夜間規制による検査では 150～180m 程度の車線延長の検査が可能である。

#### 3.2 フェイズドアレイ探傷法による確定検査

従来の超音波検査法は、検査技術者がその場で検査波形を判定するため、一般的な橋梁技術者にとっては、検査結果の可視性および記録性が低いという課題があった。そこで、阪神高速道路ではこれらの課題解決のため、検査精度が高く、検査結果の可視性および記録性に優れたフェイズドアレイ探傷法に着目し、デッキプレート貫通き裂に対する適用を検討した。

この検討では、①検査周波数の検討、②模擬き裂を導入した試験体による検出限界の検討、③疲労試験の試験体を用いた検出精度の確認、④実デッキプレート貫通き裂に対する検査および精度検証、を重ねることでデッキプレート貫通き裂に対する適用性をおよび検査精度の検証を重ね、平



図-3 フェイズドアレイ探傷機と検査状況

成 22 年度に実用化した。

### 3.3 組み合わせによる検査の効率化

前項までに述べた、渦流探傷法をスクリーニング検査、フェイズドアレイ探傷法を確定検査として組み合わせることで、従来、検査箇所全範囲に必要な仮設備が、舗装上面からのスクリーニングされた箇所のみとなったため、検査コストおよび検査効率が大幅に向上した。みつけるくん K に先立ち実用化したフェイズドアレイ探傷法は平成 21 年度より、阪神高速では数多くの検査実績があるが、平均的な検査効率は 70m/日である。1 車線にはデッキと U リブの溶接線が 8 本あることから、検査車線延長としては 10m/日に満たない。

阪神高速の U リブ鋼床版において、デッキプレート貫通き裂の発生が懸念される車線延長は 220 車線、車線延長約 20km に及ぶ（平成 25 年 6 月時点）。このような膨大な延長に対し、10m/日に満たない検査効率のフェイズドアレイ探傷検査のみでデッキプレート貫通き裂を検査することは、効率の面だけでなくコスト面からも現実的ではない。

一方、前述の通りみつけるくん K は 1 日にて 150～180m のスクリーニング検査が可能となる。つまり、みつけるくん K を使用したデッキプレート貫通き裂の検査では、スクリーニングされた箇所に対し 2 次検査としてフェイズドアレイ探傷検査が必要であるが、検査日数としては、15～20 倍の検査の効率化が図ることができる。このことは、特に交通規制をしてオーバーフェンス車で検査を必要とする箱桁外面の検査においては、交通規制日数の大幅な短縮が可能であり、一般交通への影響も大幅に低減できる。

平成 26 年度の検査事例による検査コスト・効率を表-1 に示す。箱桁内面のフェイズドアレイ探傷検査を基準とすると、箱桁外面のフェイズドアレイ探傷検査は約 3 倍のコストが必要となる。これは、検査費用に占める交通規制および高所作業車などの仮設備費が要因となっている。

一方、みつけるくん K による検査は、夜間交通規制に伴う規制費が必要となるが、1 日に 150m の検査が可能である。更に、今回の検査のようにスクリーニング後にフェイズドアレイ探傷検査による確定検査が必要になった場合でも、75m/日

の検査速度であり、検査費用面でも箱桁内部のフェイズドアレイ探傷検査と比して約 23%と極めて高い効率化が期待できる。オーバーフェンス車が使用できなく足場が必要な箇所では更に効果的であると言える。

たとえ、多少の誤検出があったとしても、みつけるくん K の検査でスクリーニングを実施し、デッキ貫通き裂が疑われる箇所のみをフェイズドアレイ探傷検査することで、大幅な検査コストの削減および検査効率の向上といった合理的な検査が期待できる。

この組み合わせ技術による検査は、鋼床版デッキプレート疲労き裂検出システムとして、今後の鋼床版の維持管理において本格的に運用することとしている。次章にその運用概要を述べる。

### 4. 鋼床版デッキプレート貫通き裂検出システムの運用と早期補修体制の構築

2 章で述べたように阪神高速道路では、大規模修繕事業として SFRC による予防保全を今後 15 年にわたり予定している。鋼床版にデッキプレート貫通き裂が存在した場合、SFRC を施工しても、デッキプレートに対する予防保全効果が期待できない。そこで、SFRC 施工時にはデッキプレート貫通き裂がない、または補修完了している必要がある。そのため、SFRC 施工箇所は事前に、デッキプレート貫通き裂の検査が必要となる。そこで、阪神高速道路ではこの SFRC 施工箇所に対し、長期の検査計画を立案し、これに基づき、みつけるくん K を用いた鋼床版のスクリーニング検査およびその後のフェイズドアレイ探傷法による

表-1 検査費用比較

|                        |                        | 渦流探傷<br>(みつけるくんK) | フェイズドアレイ①<br>(箱桁内面) | フェイズドアレイ②<br>(箱桁外面) |
|------------------------|------------------------|-------------------|---------------------|---------------------|
| 検査延長(車線延長)<br>(m)      |                        | 300               | 164                 | 18                  |
| 1次<br>検査               | 検査日数                   | 2                 | 19                  | 2                   |
|                        | 検査速度<br>(m/日)          | 150               | 9                   | 9                   |
|                        | 検査速度比率<br>(対フェイズドアレイ①) | 17                | 1                   | 1                   |
| 2次<br>検査               | 検査日数                   | 2                 | —                   | —                   |
|                        | 検査速度<br>(m/日)          | 75                | 9                   | 9                   |
| 検査速度比率<br>(対フェイズドアレイ①) |                        | 9                 | 1                   | 1                   |
| 検査単価比率<br>(対フェイズドアレイ①) |                        | 23%               | 100%                | 304%                |

※検査費用は、H26 年度構造物点検（臨時点検）の実績にて算出

確定検査を平成 28 年度より実施している。

この検査でデッキプレート貫通き裂が発見された場合は、SFRC の施工の遅延を招かないように直ちに当て板による補修を行うこととしている。そこで、従来はき裂発見後の補修設計・材料手配および部材製作に要する期間を短縮することを目的に、これまでのデッキプレート貫通き裂の経験を踏まえ、補修の標準設計および規格化した補修材料を製作および備蓄することで、早期の補修完了の体制を構築している。

平成 28 年 12 月現在、阪神高速の湾岸線において、このシステムを活用して 3 箇所のデッキプレート貫通き裂を発見している。SFRC の事前にこのシステムにより、従来発見困難であったデッキプレート貫通き裂を発見出来たことで、このシステムが非常に有効であると判断している。なお、これらのき裂については、補修工事の準備進めているところである。

このように、鋼床版の検査およびその後の補修体制を確立により全体として効率的な維持管理に寄与できると考える。

## 5. まとめ

本報告において、これまでに述べた内容を下記にまとめる。

- ① 阪神高速道路では平成 17 年に最初のデッキプレート貫通き裂が発見され、以降年々増加傾向にある。
- ② デッキプレート貫通き裂を合理的に検査可能な 2 種類の組み合わせによる検査システム（スクリーニング検査法としての渦流探傷法を用いた舗装上面からの検査、および確定検査としての検査結果の精度・記録性に優れるフェイズドアレイ探傷法）を開発し、実用化した。
- ③ これらの検査システムにより、鋼床版デッキプレート貫通き裂の合理的な検査が実現した。
- ④ 阪神高速の大規模修繕事業としての鋼床版に対する SFRC 施工のための事前検査に、この検査システムを導入し、運用開始した。
- ⑤ これらの検査システムに加え、迅速に鋼床版デッキ貫通き裂を補修完了する体制を構築した。

今後は、みつけるくん K により調査すべき範囲を合理的に抽出できることを目的として、舗装損傷と鋼床版デッキプレート貫通き裂の相関性に着目したスクリーニング手法の検討を進めている。これは、阪神高速道路が開発した路面点検車「ドクターパト」の路面のデータと鋼床版き裂データベースからデッキプレート貫通き裂の検査すべき箇所をより合理的に抽出するものである。

阪神高速道路では、今後鋼床版の効率的な維持管理が大きな課題と認識し、今回紹介した検査技術を平成 20 年度より開発を開始した。この開発では、阪神高速道路グループと要素技術を持つ会社が一緒に課題に共同研究として技術開発に取り組んだ。その結果、これらの技術の開発および実橋での検証に約 7 年要したが、検査の効率化が実証でき、平成 28 年度より実用化が実現した。

これらの技術は、現在の阪神高速の鋼床版デッキプレート貫通き裂検査の中心的な役割を担っている。また、更なる検査の合理化を目標に、検査手法の改良および検査体制の強化を図っている。

阪神高速道路は関西の物流の大動脈として非常に大きな役割を担っており、安全・安心・快適な道路サービスを提供することが使命となっている。今後も、高齢化する構造物の維持管理に対し、阪神高速道路グループでは、新たな技術を積極的に導入し、またグループ全体で技術開発を進め、効率的な維持管理を追求したい。

謝辞：本報告の中の渦流探傷法を用いた検査手法は、阪神高速グループと日本電測機株式会社の共同開発である。ここに記して謝辞を申し上げる。

## 参考文献

- 1) 土木学会：鋼床版の疲労 [2010 年改訂版]，土木学会，2010。
- 2) 藤林美早，田畑晶子，西岡勉，木代穰：鋼床版デッキプレート貫通き裂損傷に関する報告，土木学会第 61 回年次学術講演会講演概要集，I-546，pp.1089-1090，2006。
- 3) 阪神高速道路株式会社：ホームページ，[http://www.hanshin-exp.co.jp/company/kigyouncouncil/160304\\_4.pdf](http://www.hanshin-exp.co.jp/company/kigyouncouncil/160304_4.pdf)

# 各種非破壊検査による覆工コンクリート 内部亀裂の検知比較

明石工業高等専門学校 鍋島 康之  
明石工業高等専門学校 松本 俊範

現在、覆工コンクリートの内部点検については目視と打音検査が主流であるが、多大な労力がかかるため、補助的な方法として超音波や電磁レーダーなどの非破壊検査が有力視されている。しかし、同一の供試体に対して複数の非破壊試験法を適用し、それらの結果を比較したデータは少ない。本研究では、人工的に作製した亀裂を有する試験体を対象とし、超音波、電磁波レーダー、衝撃弾性波の非破壊検査法を用いてコンクリート内部の亀裂をどの程度の精度で検知可能かを検証した。その結果、超音波および電磁波レーダー法において内部亀裂は探知可能であるが、弾性衝撃波法では亀裂深度が 50mm より深い場合、内部亀裂を探知できないことがわかった。

## 1. はじめに

近年、1960年代から1970年代に整備されたトンネルなどの社会資本において機能低下や劣化が進み、更新時期を迎えている。トンネル覆工コンクリートの劣化による事故は平成11年の福岡トンネルでのコンクリート塊の落下事故<sup>1)</sup>など社会的に問題になる事故も多い。このため近年では社会資本の維持管理や点検業務が非常に重要視されているが、コンクリートの点検については、経費や時間を削減し、コンクリートの損傷をさせないことから非破壊検査が注目されている。現在、覆工コンクリートの内部点検については目視と打音検査が主流であるが、この検査法は検査の結果に個人差が生じる、定量的な結果が残らない等の問題がある。さらにコンクリート表面のひび割れは判定できるものの、その深さまでは判定が困難であり、ひび割れがある程度深い位置に空隙がある場合、空隙の有無判定もできなくなる。したがって検査において個人差が発生しにくく、定量的な結果が残る超音波や電磁波などを用いた非破壊検査が有力視されている。非破壊試験法は目的や用途に応じて種々のものが存在するが、同一の試験体に対して複数の非破壊試験法を適用し、それらの結果を比較した報告は少ないのが現状である<sup>2)</sup>。本研究では、覆工コンクリートの内部亀裂を対象とし、人工的に作製した亀裂を有する試験体を用いて、超音波、電磁レーダー、衝撃弾性波の非破壊検査法を適用し、コンクリート内部の亀裂をどの程度の精度で検知可能で、実用性を有しているのかを検証する。

## 2. 非破壊検査法および装置

非破壊検査法の内、覆工コンクリートの内部亀裂に対しては超音波法、電磁波レーダー法が適用可能と考えられる。また、衝撃弾性波法も同時に比較することで、打撃検査がどの程度内部亀裂を検知できるかを検討する。

これらの検査法から、現在製品化されている装置を選定し、非破壊検査を実施した。各非破壊検査および装置を以下に示す。

### 2.1. 超音波非破壊試験

本研究では日本マテック(株)製超音波トモグラフィ探傷システム MIRA A1040(写真-1)を試験装置として使用した。本装置には48個の針状センサを配置したセンサ群(4個×12列)から構成されている。まず1列目にある4個のセンサから横波の超音波を入射し、これを2~12列目にあるセンサでそれぞれ受信する。次に2列目のセンサから弾性波を入射し3~12列目にあるセンサでこれを受信する。これを順に送受信チャンネルを切り替えて信号を受信することで試験体断面のトモグラフィ画像を作成するシステムになっている。超音波はコンクリートと空気など密度差が生じる場所で反射する。その反射した超音波(エコー)の伝達時間を計測することで内部の欠陥までの距離(深さ)を推定することができる。なお、MIRA A1040では、各針状センサとコンクリートとを接触媒質を用いずに接触させた状態で、弾性波の入射および受信が可能である。そのため測定が迅速に行え、作業性も優れ

ている。

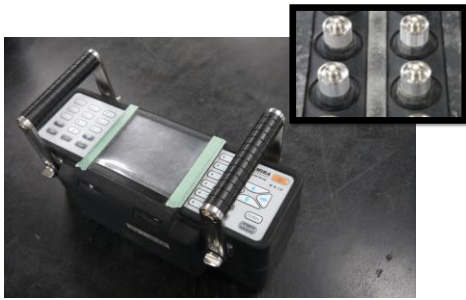


写真-1 超音波非破壊試験装置

## 2.2. 電磁波レーダー非破壊試験

本研究では日本ヒルティ（株）製電磁波レーダー埋設物探査システム PROFIS PS 1000（写真-2左）を試験装置として使用した。本装置の底面にある送信アンテナからコンクリート内に向けて電磁波を入射し、その電磁波はコンクリートと電気的性質（誘電率など）が異なる物質に到達すると反射する。その反射波が戻ってくる際の伝達時間を計測することで超音波法と同様に内部の欠陥までの距離を推定することができる。この探査装置では、超音波非破壊検査で主に使用されるポイント検査ではなく、コンクリート壁面上を検査機器で走行することによる線探査を行うことができるため作業性に優れている。

## 2.3. 弾性衝撃波非破壊試験

本研究では日東建設（株）製 CTS-02V4（写真-2右）を試験装置として使用した。このハンマヘッドには加速度センサが内蔵されており、コンクリートなどの対象物を叩いた際の弾性波形を計測することで対象物の状態（強度、表面劣化、剥離などの内部欠陥）を測定するシステムとなっている。



写真-2 電磁レーダー（左）および衝撃弾性波（右）非破壊試験装置試験装置

## 3. 内部亀裂厚さの検知

### 3.1. 試験体概要

図-1 に内部亀裂を有したコンクリート試験体の概説を示す。直径 100mm、高さ 200mm のコンクリ

ート円柱供試体を用いて割裂試験を行い、2 分割した供試体にスペーサーを挿入し、疑似的な亀裂を作成した。それを図-1 に示すように試験体（500×400×200mm）内部に埋め込み、亀裂厚さや亀裂発生位置が既知なコンクリート試験体を作製している。この際、挿入するスペーサーの厚みを 0.1mm～1.0mm と変化させることで、亀裂の厚さによる結果比較を各非破壊検査で行う。なお、本研究では主にトンネル内の覆工コンクリートを検査対象としているため、鉄筋を含んでいない無筋コンクリート試験体を作製している。

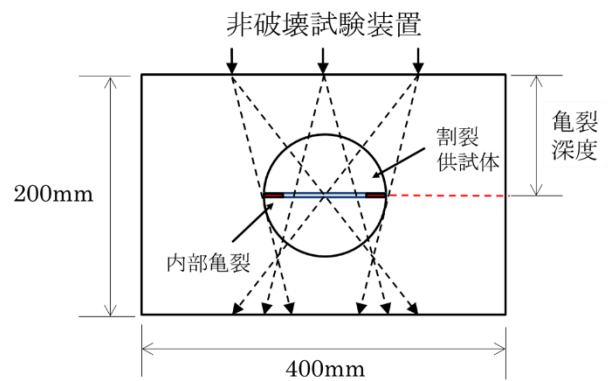


図-1 コンクリート試験体断面図

## 3.2. 試験結果および考察

表-1 に、今回適用した非破壊試験装置による測定結果を示す。それぞれの結果および考察は以下の節で述べる。

### 3.2.1. 超音波非破壊試験

この試験装置では、密度の違いにより反射され返ってきた超音波の強度（音圧）を積算し、強度の強い波を観測した箇所ほど明色で表している。音圧が強い色から順に赤、黄、緑、青、黒と表示されており、黒は反射をまったくしていないことを意味する。一般的にコンクリートと空気の音響インピーダンス値の差は非常に大きいため、パルス波は 90%以上の強い音圧で反射する<sup>3)</sup>。表-1 に超音波非破壊試験結果を示す。縦軸が深度、横軸が試験器中心からの位置となっている。表-1 では、内部亀裂がない供試体では深度 200mm で空気の層である赤と黄色が現れている。これは試験体の高さが 200mm なので試験体底面を感知した結果であることがわかる。次に、内部亀裂がある試験体では試験体の深さ 100mm の場所に明色の部分が現れており、空気の層があることを検知している。また明色部分の幅は約 200mm となっており、これは内部の割裂供試体の幅 200mm と一致している。次に内部亀裂の厚さ



について考えると、亀裂厚さ 1.0mm のトモグラフィ画像は横軸を示している試験器中心からの位置が-100~0mm 付近では高い音圧は現れていない。亀裂面間隔が数  $\mu\text{m}$  以下の微小間隔では超音波が十分に反射されず検出精度が著しく低下するので、黄色以上の強い音圧を検知できていない箇所は、供試体内部の亀裂が密着していたことが考えられる。また、試験器中心からの位置が 0~100mm 付近では亀裂厚さ 0.1mm のトモグラフィ画像と同程度の音圧が現れており、強い音圧を示す箇所の上端部の位置は変化しないことが確認できた。これは、亀裂の上面で超音波が反射しているためだと考えられる。

### 3.2.2. 電磁波レーダー非破壊試験

この試験器では、超音波非破壊試験と同じく、反射された電磁波の反射が強いほど赤、黄、緑と明色で示され、電磁波が反射していない範囲は青色で示される。表-1 に電磁波レーダー非破壊試験結果を示す。縦軸は深度、横軸は機器の移動距離となっている。図中の赤線は試験体底面の深さ 200mm と内部亀裂を埋設している深度（この場合では深さ 100mm）を示している。内部亀裂がない場合では、深度 200mm 付近で緑色の層が現れており、試験体底面を探索していることがわかる。また、赤色や黄色といった強い反応は得られていない。これは、電磁波がコンクリート中の伝播距離に応じて減衰するため、探索深度が深くなるほど電磁波の反射が減衰したのだと考えられる。次に内部亀裂の厚さについて考えると、亀裂の厚みが変わっても、得られる

反射波の強さに差異がないことがわかった。一般的に微小な亀裂は反射波の強さが弱くなる<sup>4)</sup>ので、亀裂厚さが大きいほど反射波の強さが大きくなると考えられるが、0.1mm と 1.0mm の違いでは、その差異は確認できなかった。

超音波非破壊試験との結果を比較すると、亀裂厚さ 0.1mm の試験体では、超音波、電磁波の両試験とも空気を検知した範囲の中央に強い反射波が確認できる。また、超音波非破壊試験では内部亀裂がある場合、内部亀裂の下側の試験体底面（深度 200mm）を検知できていないのに対し、電磁波レーダー非破壊試験では内部亀裂がある場合でも深度 200mm 付近で層状の反応があり、試験体底面を検知している。これは、電磁波レーダー法では試験器を走らせながら探索するので、様々な位置から電磁波を送受信しているためだと考えられる。

### 3.2.3. 弾性衝撃波非破壊試験

この試験器では、打撃に伴って生じる弾性波形により内部の欠陥を測定することができる。表-1 に弾性衝撃波試験結果を示す。縦軸は加速度センサによって得られた加速度から計算された打撃力、横軸はハンマヘッドの接触時間である。また、図-2 に弾性波形による内部欠陥の判断基準を示す。健全部ではピークを中心に左右対称な波形が得られるが、内部に亀裂や空洞が存在する場合は、打撃力が小さくハンマの接触時間が短い傾向がある。表-1 より、内部亀裂がない試験体では打撃力のピークが 12994 (N) であるのに対して、内部亀裂がある試験体は、

表-1 各非破壊試験の試験結果

| 内部亀裂位置                       | 超音波非破壊試験 | 電磁波レーダー非破壊試験 | 衝撃弾性波非破壊試験 |
|------------------------------|----------|--------------|------------|
| 内部亀裂なし                       |          |              |            |
| 内部亀裂<br>厚さ：0.1mm<br>深さ：100mm |          |              |            |
| 内部亀裂<br>厚さ：1.0mm<br>深さ：100mm |          |              |            |

内部亀裂が 0.1mm の場合は 12345 (N)、内部亀裂が 1.0mm の場合は 12203 (N) であった。これより深度 100mm において内部亀裂がある試験体でも打撃力の相対値が小さくなることが確認できた。しかし、打撃力の差異が 5%、6%と小さく、誤診をおこす危険性があるため内部亀裂を検知可能であるとは言い難い。一般的にコンクリートにひび割れが発生した場合、コンクリートの剛性が低下するので、弾性変形が大きくなり、ハンマの接触時間が増加し、緩衝により打撃力のピークが低下する。しかし、亀裂厚さによる打撃力の差異およびハンマの接触時間の差異は確認できなかった。これは、亀裂深度が深く、亀裂厚さ小さいため、試験体全体として見た場合、剛性に差がなかったからだと考えられる。

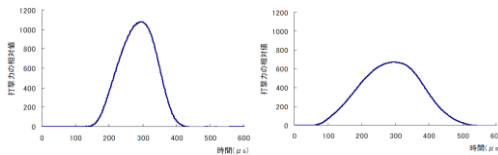


図-2 健全部（左）と内部亀裂がある場合（右）の弾性波形状<sup>5)</sup>

#### 4. 亀裂深度の検知

##### 4.1. 試験体概要

度が各非破壊試験にどのような影響を及ぼすかを検証した。また、内部の状況を可視化する超音波法および電磁波レーダー法においては、試験体を切断し、実際の試験体断面を確認することで、実際の断面と試験結果との比較を試みた。

##### 4.2. 試験結果および考察

表-2 に、適用した非破壊試験装置による測定結果を示す。それぞれの結果および考察は以後の節で述べる。

###### 4.2.1. 超音波非破壊試験

表-2 より、すべての条件において強い反応の範囲が中心からの位置-100~100mm 付近に現れており、内部亀裂幅の 200mm を正確に検知できていることが確認できた。これより、亀裂幅については亀裂深度が変化しても検知精度は変わらないことがわかった。次に亀裂深度 50mm のケースを見てみると、緑色の範囲がトモグラフィ画像上端で深度約 60mm、下端が深度約 110mm と上下方向に広がっており、精度よく測定できたとはいえない。これは非破壊試験器から超音波が送信されたとき、超音波がコンクリート内部に伝播していくと同時に表面波が生じ、その表面波が亀裂境界面から反射してきた

表-2 亀裂深度の変化による試験結果

| 内部亀裂位置                       | 超音波非破壊試験   | 電磁波レーダー非破壊試験  | 衝撃弾性波非破壊試験   |
|------------------------------|--|---|--|
| 内部亀裂<br>厚さ：0.5mm<br>深さ：50mm  | 中心からの位置 (mm)<br>0, -150, -100, -50, 0, 50, 100, 150<br>深度 (mm)<br>0, 50, 100, 150, 200 | 機器の移動距離 (mm)<br>0, 100, 200, 300, 400, 500<br>深度 (mm)<br>0, 50, 100, 150, 200 | 打撃力 (N)<br>6000, 8000, 10000, 12000, 14000<br>時間 (μs)<br>300, 600, 900, 1200, 1500 |
| 内部亀裂<br>厚さ：0.5mm<br>深さ：100mm | 中心からの位置 (mm)<br>0, -150, -100, -50, 0, 50, 100, 150<br>深度 (mm)<br>0, 50, 100, 150, 200 | 機器の移動距離 (mm)<br>0, 100, 200, 300, 400, 500<br>深度 (mm)<br>0, 50, 100, 150, 200 | 打撃力 (N)<br>6000, 8000, 10000, 12000, 14000<br>時間 (μs)<br>300, 600, 900, 1200, 1500 |
| 内部亀裂<br>厚さ：0.5mm<br>深さ：150mm | 中心からの位置 (mm)<br>0, -150, -100, -50, 0, 50, 100, 150<br>深度 (mm)<br>0, 50, 100, 150, 200 | 機器の移動距離 (mm)<br>0, 100, 200, 300, 400, 500<br>深度 (mm)<br>0, 50, 100, 150, 200 | 打撃力 (N)<br>6000, 8000, 10000, 12000, 14000<br>時間 (μs)<br>300, 600, 900, 1200, 1500 |

試験体は第3章で使用したコンクリート試験体と同じ配合条件のものを使用している。試験体内部の亀裂を 50mm、100mm、150mm と変化させ、亀裂深

パルス波を阻害するから<sup>3)</sup>だと考えられる。また、本試験装置は、コンクリート中における減衰を小さくし、深い深度まで測定できるように低い周波数を

用いている。このため、波長が長くなり表面に近い亀裂を検出しにくくなっている<sup>4)</sup>ことも理由として挙げられる。

また、亀裂深度 100mm、150mm では、どちらも正確な亀裂深度で高い強度の反射波を確認できているが、亀裂深度 150mm では、音圧の緑色部分の範囲が広がっている。これはコンクリートが高減衰部材であるため超音波が減衰していることや、試験体底面と内部亀裂との距離が近いこと、内部亀裂での反射波と試験体底面での反射波が干渉しているためだと考えられる。

#### 4.2.2. 電磁レーダー非破壊試験

表-2 より、亀裂深度 50mm および 100mm では、強い反応の範囲が横軸の 0.15~0.35m 付近に現れており、内部亀裂幅の 200mm を正確に検知できていることが確認できたが、亀裂深度 150mm では、緑色の範囲が約 0.15~0.32m であった。また、反射波の強さを見てみると、深度が深くなるにつれて反射波の強さが小さくなり、薄い緑色に近づいていることがわかる。これは電磁波がコンクリート中で減衰しているためである。これより、電磁波レーダー法では、深度が深くなるほど反射波の強度が小さくなるため、試験器の感度が一定の場合だと、深い深度の正確な亀裂幅は測定できないということがわかった。亀裂深度の測定においては、亀裂深度が変化しても正確な深度を測定することができている。また、超音波法と比較すると、亀裂深度 50mm のケースでは電磁波レーダー法が精度よく亀裂を検知できており、結果に大きな差異が生じた。これは比誘電率の設定と使用した周波数が原因として挙げられる。電磁レーダー法において、内部欠陥までの深さは電磁波が媒質内（コンクリートなど）を伝播していく速度より求めている。伝播速度はその媒質の比誘電率によって変化するため、比誘電率の設定を誤ると精度よく内部欠陥の位置を測定できなくなる。一般的にコンクリートの比誘電率は 6~8 程度だとされており、本試験では比誘電率は 7 としている。次に使用周波数であるが、周波数は高くなるほど分解能が高くなる。本使用機器の使用周波数は 2.6GHz であり、超音波法に使用した 45kHz より非常に高いため、浅い深度の亀裂も検知できたのだと考えられる。

#### 4.2.3. 衝撃弾性波非破壊試験

表-2 より、すべての条件においてあまり差は見られなかった。打撃力のピークは亀裂深度 50mm では

12700 (N)、深度 100mm では 12554 (N)、深度 150mm では 12935 (N) であった。これより深度が 50mm より深い場合は亀裂深度が変化しても打撃力のピークは変化しなく、ハンマの接触時間も条件による差異は確認できなかった。以上のことから、衝撃弾性波非破壊試験では亀裂深度の違いを検知できなかった。

#### 4.2.4. 実際の断面との比較

切断した試験体の断面の一例を写真-3 に示す。写真-3 のように、切断した試験体上面から内部亀裂までの距離（実際の亀裂深度）と亀裂幅を測定したものを表-3 に示す。測定した実際の亀裂深度および亀裂幅と超音波法、電磁レーダー法の結果を比較する。また、内部亀裂の概形や位置を非破壊試験結果にあてはめたものを表-4 に示す。

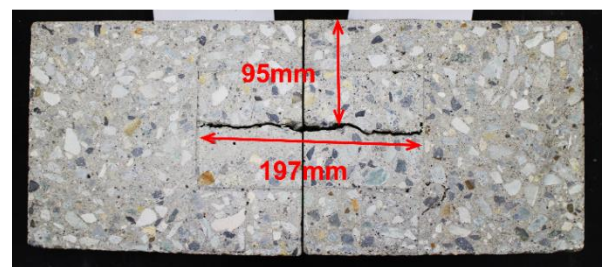


写真-3 試験体断面および測定箇所

表-3 各試験体の亀裂深度および亀裂幅  
(単位: mm)

| 亀裂深度の設定条件 | 実際の亀裂深度 | 実際の亀裂幅 |
|-----------|---------|--------|
| 50        | 63      | 202    |
| 100       | 95      | 197    |
| 150       | 145     | 201    |

表-4 では、内部亀裂の概形を実際の内部亀裂発生位置に矢印とともに橙色で示している。表-3 の超音波非破壊試験の結果より、亀裂深度 100mm や 150mm では、黄色や緑色といった強さの反射波の内部に亀裂が位置しているが、亀裂深度 50mm の結果では、緑色の範囲の上部に亀裂が位置している。また、トモグラフィー画像上端部の形状と実際の亀裂の形状は似ており、形状もある程度探知できていることが確認できた。電磁波レーダー非破壊試験では、すべての条件において亀裂を正確な深度で測定できていることが確認できた。ただ、亀裂深度 150mm の場合は反応が弱く、実際の亀裂幅 201mm を測定でき

表-4 実際の亀裂位置と形状

| 内部亀裂位置               | 内部亀裂<br>厚さ：0.5mm<br>深さ：50mm | 内部亀裂<br>厚さ：0.5mm<br>深さ：100mm | 内部亀裂<br>厚さ：0.5mm<br>深さ：150mm |
|----------------------|-----------------------------|------------------------------|------------------------------|
| 超音波<br>非破壊試験         |                             |                              |                              |
| 電磁波<br>レーダー<br>非破壊試験 |                             |                              |                              |

ていなかった。これより、4.2.2.項で述べたように深い深度の亀裂幅は実際の亀裂幅の誤差が生じることが確認できた。

## 5. まとめ

本研究では、非破壊試験法である超音波非破壊試験、電磁波レーダー非破壊試験、衝撃弾性波非破壊試験がコンクリート内部の亀裂をどの程度の精度で検知可能で実用性を有しているかを検証した。本研究で得られた成果を以下に示す。

### <超音波非破壊試験>

コンクリート中の亀裂の位置および寸法は精度よく検知することができた。しかし、超音波が亀裂上面で反射してしまうため、亀裂の厚さが変化しても得られる反射波の強度が変化しないことや、亀裂の下側にある試験体底面を検知できないことがわかった。亀裂深度が浅い場合、周波数を低くしている場合には波長が長くなるため、検知精度が悪くなることがわかった。

### <電磁波レーダー非破壊試験>

コンクリート中の亀裂の位置および寸法は概ね検知することができた。しかし、超音波と同じく亀裂の厚さが変化しても、反射波の強さは変化しないことがわかった。超音波法と異なり、亀裂深度が浅い場合でも精度よく検知することが可能だが、亀裂深度が深くなると電磁波が減衰してしまうため、反射波の強さが弱くなる。また、内部亀裂の下側の試験体底面も検知可能であることがわかった。

### <衝撃弾性波非破壊試験>

内部亀裂がある場合、打撃力が小さくなることが確認できた。また、内部亀裂の厚さが大きくなるほど打撃力が小さくなることがわかった。しかし、打撃力の比較では差異が小さいため、亀裂の有無の判断は難しいことがわかった。これは本研究で使用した試験体がすべて亀裂深度 50mm より深く、試験体の内部亀裂までの剛性にあまり差がなかったからだと考えられる。

## 謝辞

非破壊試験の実施にあたっては、日本マテック(株) 神田文義氏および日本ヒルティ(株) 正野英二氏、アイティエス(株)にご協力頂いた。ここに記してお礼申し上げます。

## 参考文献

- 1) 辻正哲：コンクリート構造物の劣化と非破壊試験への期待，日本非破壊検査協会機関誌「非破壊検査」第 51 巻，pp.125-128，2002.
- 2) 日本非破壊検査協会：コンクリート構造物の非破壊試験法，pp.1-29，pp.31-34，pp.73-76，pp.98-101，pp.111-139，pp.142-145，1994.
- 3) 日本非破壊検査協会：非破壊検査便覧，pp.8-15，p.57，pp.427-567，1972.
- 4) 田中正吾，山田実：信号伝播モデルに基づく電磁波レーダによるコンクリート構造物の非破壊検査，計測自動制御学会論文集 Vol.39，No.5，pp.432 - 440，2003.
- 5) 日東建設株式会社：CTS-02V4 取扱説明書，[http://cts-s.jp/doc/CTS-02v4\\_manual.pdf](http://cts-s.jp/doc/CTS-02v4_manual.pdf).

# 加熱アスファルト混合物を用いた高耐久表面処理工法

東亜道路工業株式会社 技術研究所 松下 裕弥  
// 平戸 利明

## 1. はじめに

舗装に用いるアスファルト混合物は交通荷重を直接かつ繰り返し受けることや紫外線等の影響で破損が進行するため、維持や修繕という管理行為が必要な材料である<sup>1)</sup>。我が国の道路施設の多くは高度経済成長期に急速に整備されたことから、老朽化が進行し、維持修繕が必要な時期を迎えている。しかしながら、公共事業を取り巻く環境は厳しく、道路管理者は、限られた予算の中で如何に効率的に舗装の維持修繕を行うかが課題として挙げられる。このような状況下において、既設舗装の延命化を図ることでライフサイクルコストの低減を目的に、厚さ 20mm 程度の薄層で加熱アスファルト混合物(以下、薄層用アスコン)を施工する新たな表面処理工法を開発した。本稿では高耐久表面処理工法の概要ならびに適用事例について述べる。

## 2. 高耐久表面処理工法の特徴

本工法は以下のような特徴が挙げられる。

- ① 薄層(厚さ 20mm 程度)で舗設しても十分な締固め度が得られること
- ② 既設路面と十分に接着すること
- ③ 一般的な舗装と同程度の耐流動性を有し、骨材飛散抵抗性に優れること
- ④ 耐水性に優れ、局所的な剥離やポットホールが生じにくいこと

## 3. 使用材料

本工法に用いる材料を以下に示す。

### 3.1 アスファルトについて

加熱アスファルト混合物を薄層で舗設すると、急激な温度低下により所定の締固め度が得られないことは既に報告している<sup>2)</sup>。そこで、転圧時にアスファルト混合物の温度が低下した場合でも所定の密度が得られやすくするため、中温化技術を

活用した特殊アスファルトを用いることとした。

図-1 に薄層用アスコンの締固め度の検証として、転圧温度と転圧回数を変化させた時の締固め度を示す。なお、本試験に用いたホイールトラッキング供試体は薄層での施工を想定し、厚さ 20mm で作製した。

結果より、薄層用アスコンは 120℃程度で転圧を行っても締固め性は低下せず、また転圧温度が 100℃を下回っても、転圧回数を増やすことで所定の締固め度が得られることが分かる。

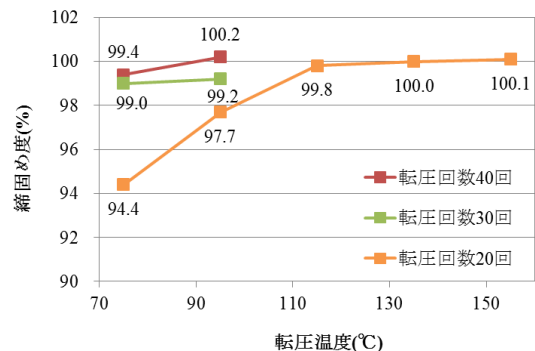


図-1 転圧温度と締固め度の関係

### 3.2 タックコートについて

加熱アスファルト混合物を薄層で敷きならすと、混合物の温度低下が早く、既設路面との接着性が懸念される。そこで、一般的なタックコートに用いるアスファルト乳剤(PK-4)と、タイヤ付着抑制乳剤である PKR-T について、接着性を確認した結果を図-2 に示す。試験条件は、既設舗装上での施工を想定し、密粒度アスファルト混合物(13)のホイールトラッキング供試体を作製し、表面を研磨することでモルタル分を除去した後、乳剤を所定量散布して、薄層用アスコンを打設した。その後、切り取り供試体よりせん断試験を実施した。

結果より、PKR-T を用いることで高いせん断強度が得られることが分かる。また、散布量の違い

による差異は見られないが、本工法の適用箇所は、老朽化したアスファルト舗装であることから、表面のアスファルト量の低下や、ひび割れ等を想定し、PKR-Tの標準の散布量は0.6L/m<sup>2</sup>としている。

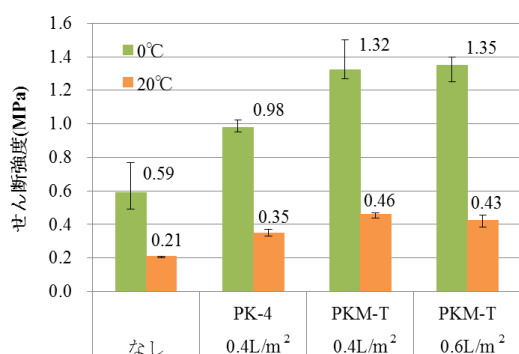


図-2 せん断試験の結果

#### 4. 混合物性状

本工法に用いる薄層用アスコンの混合物性状を密粒度アスファルト混合物(13)と比較したものを表-1に示す。

表-1より、薄層用アスコンの動的安定度は1,500回/mmを十分に超えるものであり、通常のアスファルト混合物と同程度の耐久性を有する材料であることが分かる。また、耐水性の評価として、水浸マーシャル安定度試験を行った結果、薄層用アスコンは特殊アスファルトを用いているため、高い耐水性を有することが分かる。

表-1 混合物性状試験の結果

| 項目                                  | 密粒(13) | 薄層用アスコン |
|-------------------------------------|--------|---------|
| 安定度 (kN)                            | 10.2   | 11.6    |
| マーシャルフロー値 (1/100cm)                 | 33     | 28      |
| 水浸残留安定度 (%)                         | 81.8   | 88.2    |
| 動的安定度 (回/mm)                        | 525    | 4500    |
| ラベリング摩耗量 (-10°C) (cm <sup>2</sup> ) | 0.64   | 0.23    |
| カンタプロ (20°C) (%)                    | 7.3    | 1.6     |
| 損失率 (-20°C) (%)                     | 21.4   | 10.4    |

#### 5. 施工および品質

薄層用アスコンの敷きならしは一般的なアスファルトフィニッシャーを用いて行い、施工端部は、舗装型枠を用いず擦り付け可能な混合物である。

表-2に弊社敷地内で行った試験施工における締固め度ならびに品質試験の結果を示す。

結果より、平均施工厚が20mm程度でありながら、締固め度は98%以上の値であった。

また、すべり抵抗性ならびにマルチロードプロ

ファイラを用いた平均プロファイル深さ(MPD)をASTM E867-02に則り算出した結果より、薄層用アスコンはMPDが0.32mmと密粒度アスファルト混合物(13)と比較すると緻密で滑らかな表面の舗装であるが、一般的な舗装と同程度のすべり抵抗性を有する混合物であることが分かる。

表-2 各種測定結果

| 項目                       | 測定値  | 密粒(13) |
|--------------------------|------|--------|
| 締固め度 (%)                 | 98.3 | -      |
| 施工厚(道路縦横断計測システム) (mm)    | 19   | -      |
| 振り子式スキッドレジスタンステスター (BPN) | 62   | 62     |
| DFテスターによる動的摩擦係数 (μ60)    | 0.45 | 0.46   |
| 平均プロファイル深さ(MPD) (mm)     | 0.32 | 0.50   |

#### 6. 実道での適用事例

本工法の実道での適用事例を写真-1に示す。本施工は交通量区分N4、ひび割れ率57-63%の箇所において適用したものである。薄層用アスコンを用いることで既設舗装のリフレッシュを図り、路面性状を改善したものとなっている。本工区は適用して1年半程度であるが、良好な状態である。



写真-1 施工前後の状況写真

#### 7. まとめ

舗装ストックの増加や道路の維持修繕に対するコスト削減が求められる中、効率的に路面性能を回復させ、舗装の修繕事業を遅延させるための維持工法は有効な技術と考えられる。

今後は、追跡調査を重ねることで本工法の長期における供用性ならびに耐久性の確認を行うとともに、実路での適用箇所を拡大し維持修繕に貢献したいと考える。

#### 参考文献

- 1) 公益社団法人 日本道路協会：舗装の維持修繕ガイドブック 2013, pp5-90, 2013.11.
- 2) 松下他：中温化ポリマー改質アスファルトを用いた高耐久表面処理工法の開発，設立30周年記念応募論文集, pp42-47, 2015.5.

# 自動車走行燃費の向上を図るアスファルト舗装技術に関する研究

株式会社 NIPPO 総合技術部 技術研究所 白井 悠  
株式会社 NIPPO 総合技術部 技術研究所 尾本 志展  
株式会社 NIPPO 技術企画室 技術管理グループ 石垣 勉  
国立研究開発法人 土木研究所 道路技術研究グループ 川上 篤史  
国立研究開発法人 土木研究所 道路技術研究グループ 寺田 剛  
国立研究開発法人 土木研究所 道路技術研究グループ 藪 雅行

現在、地球温暖化対策として、温室効果ガスの排出削減が強く求められている。そこで、筆者らは、自動車からのCO<sub>2</sub>排出量削減のために、自動車走行燃費の向上に寄与するタイヤ/路面転がり抵抗の小さなアスファルト舗装技術について研究を行ってきた。本研究では、タイヤ/路面転がり抵抗を低減するためのアスファルト舗装材料と施工方法について検討を行い、また、試験施工にてその性能の測定および評価方法の検討を行った。本稿では、これらの検討結果について報告するものである。

## 1. はじめに

温室効果ガスの一つであるCO<sub>2</sub>の排出量削減は、世界規模で取り組まなければならない環境対策の一つとなっている。このため、わが国では、CO<sub>2</sub>の排出量を2030年に2013年比で26%削減することを目標に掲げている。わが国の現状をみると、2014年度のCO<sub>2</sub>の総排出量は12億6,500万トンである<sup>2)</sup>。このうち運輸部門のCO<sub>2</sub>排出量は、2億1,700万トンとなっており、全体の17.2%を占めている。また、自動車全体のCO<sub>2</sub>排出量の占める割合は、運輸部門においては86.0%であり、わが国全体では14.7%となっている。

こうしたなか、この自動車からのCO<sub>2</sub>排出量を削減するための対策として、自動車の走行抵抗の低減を図り、走行燃費を向上させる方法が挙げられる。ここで、走行抵抗とは、進行方向と反対向きに受ける力であり、転がり抵抗、空気抵抗、勾

配抵抗、および加速抵抗により構成される。このうち転がり抵抗は、タイヤが路面を転動するときに、タイヤが路面から受ける抗力であり、その大きさは路面の種類と密接に関連する。

そこで筆者らは、温室効果ガス排出量削減に向けた舗装の技術的アプローチとして、タイヤと路面間に生じる転がり抵抗の低減を目的としたアスファルト舗装材料とその施工方法の開発を実施してきた<sup>3)~7)</sup>。本稿では、筆者らがこれまで検討してきたアスファルト舗装のタイヤ/路面転がり抵抗低減技術について述べる。なお、本研究は、国立研究開発法人土木研究所とNIPPOとの共同研究「低炭素舗装技術の高度化に関する研究」の一環として行なったものである。

## 2. 転がり抵抗と路面プロファイルの関係

タイヤ工学<sup>8)</sup>によると、タイヤの転がり抵抗は、

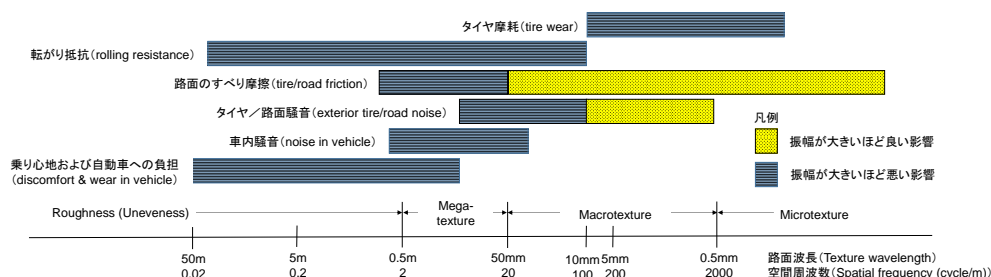


図-1 路面プロファイル区分と舗装性能の関係 (PIARC (1991) をもとに筆者らが加筆)

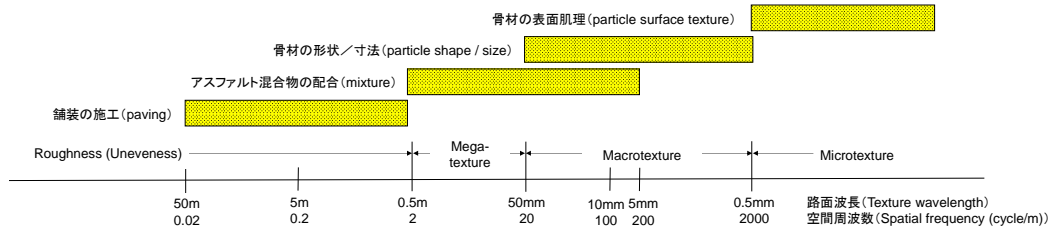
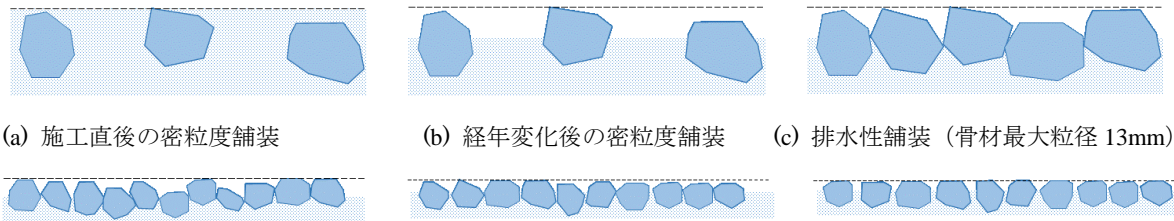
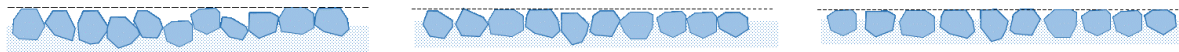


図-2 路面プロファイル形成におけるアスファルト舗装材料と施工の影響



(a) 施工直後の密粒度舗装 (b) 経年変化後の密粒度舗装 (c) 排水性舗装 (骨材最大粒径 13mm)



(d) 排水性舗装 (骨材最大粒径 5mm) (e) 低燃費型排水性舗装 (骨材最大粒径 5mm) (f) 低燃費舗装 (骨材最大粒径 5mm)  
 空隙率：20-25% 空隙率：15-20% 空隙率：10-15%

| 項目          | (a) (b)    | (c)      | (d)      | (e)        | (f)      |
|-------------|------------|----------|----------|------------|----------|
| 配合名         | 密粒(13)     | 排水性(13)  | 排水性(5)   | 低燃費型排水性(5) | 低燃費(5)   |
| 骨材最大粒径 (mm) | 13         | 13       | 5        | 5          | 5        |
| 舗装厚 (cm)    | 4 - 5      | 4 - 5    | 2-4      | 2 - 4      | 2 - 4    |
| 通過質量百分率     | 13.2 (mm)  | 95 - 100 | 90 - 100 | 100        | 100      |
|             | 4.75 (mm)  | 55 - 70  | 11 - 35  | 90 - 100   | 90 - 100 |
|             | 2.36 (mm)  | 35 - 50  | 10 - 20  | 5-15       | 10 - 30  |
|             | 0.075 (mm) | 4 - 8    | 3 - 7    | 3-7        | 3 - 7    |
| バインダー種別     | 改質II型      | 改質H型     | 改質H型     | 改質H型       | 改質H型     |
| アスファルト量 (%) | 5-6        | 4-6      | 4-6      | 4-6        | 5-7      |
| 空隙率 (%)     | 3-6        | 15-25    | 20-25    | 15-20      | 10-15    |

図-3 各種アスファルト混合物の路面テクスチャの断面図と配合

①タイヤトレッドゴムの接地摩擦抵抗, ②走行時のタイヤの変形, および ③タイヤの回転に伴う空気抵抗により発生すると考えられている。このなかで, 接地摩擦抵抗の発生要因はタイヤトレッドゴムのヒステリシスロス, 走行時のタイヤの変形は路面の凹凸やうねりが発生要因であるとされている。ここで, 図-1に, 世界道路協会 (PIARC) が示した路面プロファイル区分と舗装性能の関係を示す。図中の棒グラフは, 道路の供用性能に対する路面波長の影響範囲を示している。これより, 路面プロファイルは各種の舗装性能の向上や低下の要因と考えられていることがわかる。

図-1より, 路面波長と転がり抵抗の関係をみると, 路面波長領域 10mm~50m の振幅が大きいほど転がり抵抗に悪い影響があることを示している。つまり, 路面プロファイル区分でみると, 転

がり抵抗を低減するためにはマクロテクスチャからラフネス領域の振幅を小さくすることが有効であるといえる。

### 3. アスファルト舗装の転がり抵抗低減技術

図-2に, 筆者らが検討した路面プロファイル形成におけるアスファルト舗装材料と施工の影響範囲を示す。図中の棒グラフは, 舗装材料と施工が路面波長領域における振幅に影響をもたらす範囲を示している。図-2より, 路面プロファイルの形成にあたり, 使用骨材の肌理 (きめ), その形状/寸法, アスファルト混合物の配合および施工の影響を受けるものと考えられる。したがって, 転がり抵抗の低減のためには, ①骨材の形状/寸法, ②アスファルト混合物の配合選定, および③施工時の平坦性確保が有効と考えた。



図-3に、各種アスファルト混合物の路面テクスチャ断面図とその配合を示す。図-3はわが国で一般的に使用されている密粒度舗装、排水性舗装、および転がり抵抗の低減を目的とした低燃費型排水性舗装と低燃費舗装を示し、骨材最大粒径と空隙率の違いにより形成される路面テクスチャの違いを断面図で示した。図中の破線は舗装表面のピークレベル基準線を示している。

図-3(a)に示す新しい密粒度舗装は、平滑な路面（ネガティブテクスチャ）が形成されているのに対して、図-3(b)に示す経年変化後の密粒度舗装は、交通に伴い表面のアスファルトモルタル分がなくなること、骨材が路面に突起状に露出した路面（ポジティブテクスチャ）に変化している。つまり密粒度舗装は、経年変化により転がり抵抗が増加しやすい路面と考えられる。

一方、排水性舗装の路面テクスチャは、骨材が路面に露出するポジティブテクスチャであるが、密粒度舗装よりもその変化が比較的少ない舗装と考えられる。図-3(c)～(f)より、排水性舗装の路面テクスチャは骨材最大粒径と空隙率の違いにより大きく変化することがわかる。図-3(d)～(f)の排水性舗装(骨材最大粒径5mm)（以下、排水性舗装(5)）は、図-3(c)の排水性舗装(骨材最大粒径13mm)（以下、排水性舗装(13)）よりも、マクロ/メガテクスチャ領域の振幅は小さくなる。したがって、使用骨材の小粒径化により、転がり抵抗の低減を図ることができるものと考えられる。

図-3の断面図(d)～(f)は、排水性舗装(5)のアスファルトモルタル量の違いにより、空隙率を変化させたものを比較したものである。アスファルトモルタル量を支配する2.36mmふるい通過分の砂の量が多いほど、空隙率は小さくなることがわかる。筆者らが検討する低燃費型排水性舗装と低燃費舗装(図-3(e)(f))は、アスファルトモルタル量が多くなることから、個々の骨材の平らな面が、敷き均しと転圧の過程において、路面に緻密に配置されて、ピークレベル基準線に沿った平滑な路面が形成されやすいと考えられ、排水性舗装(5)の発展形といえる。

#### 4. タイヤ/路面転がり抵抗の測定方法

路面の種類や状態によって変化する転がり抵抗を、タイヤの転がり抵抗と区別して、タイヤ/路

面転がり抵抗と筆者らは定義している。タイヤ/路面転がり抵抗の測定において、すべり抵抗測定車を用いた測定方法を開発した。測定タイヤは、路面すべり測定用標準タイヤ（タイヤ寸法：165-SR13、タイヤ内圧176.5kPa、リブタイヤ）を用いた。タイヤに作用する力の測定は、すべり抵抗測定車に搭載された垂直昇降式縦横両用型すべり計（試験輪荷重 $3,996 \pm 98\text{N}$ ）を用いた。図-4にタイヤに作用する分力を示す。

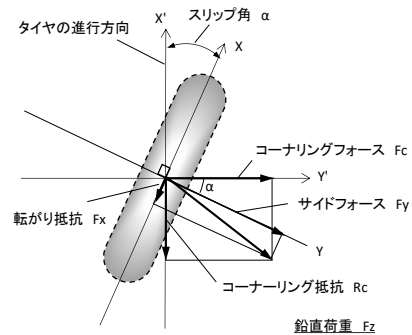


図-4 タイヤに作用する分力<sup>7)</sup>

このなかで、すべり抵抗測定車では、 $F_c$ 、 $F_y$ 、 $R_c$ 、および $F_z$ を測定することができる。しかし、スリップ角 $\alpha$ で横すべりしながら転動するタイヤでは $F_y$ が増減する。図-4より $F_x$ は $F_y$ が増加すると、大きくなることは明らかである。したがって、タイヤ/路面転がり抵抗の測定においては、運転者による微少な操舵等の影響による $F_y$ の増減の影響を排除する必要がある。

ここで転がり抵抗が、鉛直荷重と横力の合力に比例して大きくなると仮定すると、転がり抵抗は、式(1)で近似的に示すことができる<sup>7)</sup>。

$$F_x \doteq R_0 \left( 1 + \left( \frac{F_y}{F_z} \right)^2 \right)^{\frac{1}{2}} \quad \text{式(1)}$$

ここに、 $R_0$ は $F_y$ が働いていないときの抗力であり、すなわち直進時の転がり抵抗と等価といえる。図-4の幾何条件を用いて、式(1)を、すべり抵抗測定車で測定できる $R_c$ 、 $F_c$ 、 $F_z$ で表し、これを $R_0$ について解くと、式(2)が得られる。

$$R_0 \doteq \left[ R_c - \frac{F_c^2}{K_y} \right] / \left( 1 + \left( \frac{F_c}{F_z} \right)^2 \right)^{\frac{1}{2}} \quad \text{式(2)}$$

ここに、 $K_y$ はコーナリングスティフネスパワーであり、式(3)で示すことができる。

$$K_y = CC * F_z \quad \text{式(3)}$$

ここに、CCはコーナリングパワー係数である。CCは路面種や速度に依存しない、タイヤ固有の値と考えられており、スリップ角 $\alpha$ が1°Cのときの横すべり摩擦抵抗係数と定義される。本測定タイヤのCCは0.23であった。

図-5に筆者らが検討したタイヤ/路面転がり抵抗係数 $\mu_R$ の算出フローを示す。

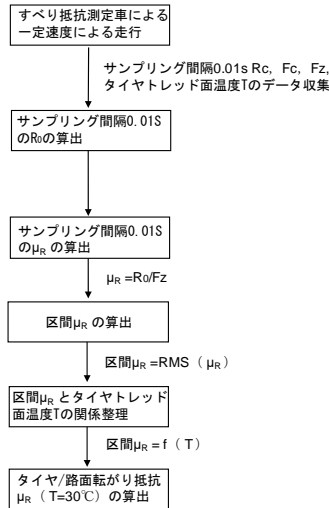


図-5 転がり抵抗係数 $\mu_R$ の算出フロー

図-5より、すべり抵抗測定車により得られたサンプリング間隔0.01秒ごとの $R_c, F_c, F_z$ より、式(2)を用いて0.01秒毎の $R_0$ を算出する。次に0.01秒毎の転がり抵抗係数 $\mu_R (= R_0/F_z)$ を算出する。0.01秒毎の転がり抵抗係数 $\mu_R$ より、測定区間における $\mu_R$ のRMS(二乗平均平方根)を算出し、区間 $\mu_R$ とする。タイヤ/路面転がり抵抗は、タイヤトレッド面温度の影響を大きく受けることから、区間 $\mu_R$ とタイヤトレッド面温度 $T$ の関係を整理しておく必要がある。この関係を用いることで、基準温度30°Cに温度補正した区間の $\mu_R(30^\circ\text{C})$ をタイヤ/路面転がり抵抗係数 $\mu_R$ の評価値とした。

## 5. 試験舗装

タイヤ/路面転がり抵抗の低減を目的としたアスファルト舗装の性能評価を目的に、国土技術総合政策研究所試験走路(東直線部:As舗装部,縦断勾配0%)において、切削オーバーレイによる試験舗装を実施した。試験舗装に適用した舗装種

は、低燃費舗装(5)(図-3(f))、低燃費型排水性舗装(5)(図-3(e))、排水性舗装(13)(図-3(c))、密粒度舗装(13)(図-3(a))の4路面であり、延長各300mの試験舗装を実施した。表-1に、試験舗装の舗装構造と施工機械編成を示す。

低燃費舗装(5)と低燃費型排水性舗装(5)は、マクロ/メガテクスチャ領域における振幅の低減を図ることを目的とするため、転圧機械をタンデムローラの2台編成とした。

表-1 試験舗装の舗装構造と施工機械編成

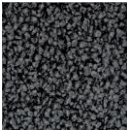
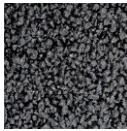


| 舗装種別      | 舗装構造                   | 施工機械編成   |      |      |
|-----------|------------------------|----------|------|------|
|           |                        | 敷均し      | 初期転圧 | 2次転圧 |
| 低燃費舗装     | 上層:低燃費(5)<br>T=3cm     | 汎用<br>AF | タンデム | タンデム |
|           | 下層:密粒(13)<br>T=3cm     | 汎用<br>AF | マカダム | タイヤ  |
| 低燃費型排水性舗装 | 上層:低燃費型排水性(5)<br>T=3cm | 汎用<br>AF | タンデム | タンデム |
|           | 下層:密粒(13)<br>T=3cm     | 汎用<br>AF | マカダム | タイヤ  |
| 排水性舗装     | 排水性(13)<br>T=4cm       | 汎用<br>AF | マカダム | タイヤ  |
| 密粒度舗装     | 密粒度(13)<br>T=4cm       | 汎用<br>AF | マカダム | タイヤ  |

\* 汎用 AF:一般的なアスファルトフィニッシャ, タンデム:タンデムローラ, マカダム:マカダムローラ, タイヤ:タイヤローラ

表-2に、試験舗装における測定データを示す。表中に示した路面の概観より、アスファルト混合物種の違いや骨材の最大粒径によって、形成される路面テクスチャが大きく変化することがわかる。また、タイヤ/路面転がり抵抗係数 $\mu_R(30^\circ\text{C})$ は速度依存性があり、速度が大きくなるほど大きい値となっている。

低燃費舗装(5)と低燃費型排水性舗装(5)のタイヤ/路面転がり抵抗係数 $\mu_R(30^\circ\text{C})$ は、排水性舗装(13)と比較して、低減していることがわかる。低燃費舗装(5)と低燃費型排水性舗装(5)の排水性舗装(13)に対するタイヤ/路面転がり抵抗係数 $\mu_R(30^\circ\text{C})$ の低減率は11.5%~16.0%であり、筆者らが検討したタイヤ/転がり抵抗低減技術の妥当性を裏付ける結果となっている。

表-2 国土技術総合政策研究所試験走路 試験舗装 測定データ

| 項目                                  |        | 低燃費舗装(5)  | 低燃費型排水性舗装(5)  | 排水性舗装(13)   | 密粒度舗装(13)   |
|-------------------------------------|--------|---|---|---|---|
| タイヤ/路面<br>転がり抵抗係数<br>$\mu_R$ (30°C) | 40km/h | 0.0121  | 0.0123  | 0.0144  | 0.0125  |
|                                     | 60km/h | 0.0142  | 0.0146  | 0.0165  | 0.0144  |
|                                     | 80km/h | 0.0164  | 0.0169  | 0.0193  | 0.0168  |
| すべり摩擦抵抗係数 $\mu_{TF}$                | 60km/h | 0.38  | 0.36  | 0.31  | 0.58  |
| 浸透水量 (ml/15s)                       |        | 1192  | 1316  | 1369  | —   |
| 路面の概観                               |        |  |  |  |  |

低燃費舗装(5)と低燃費型排水性舗装(5)のすべり抵抗測定車によるすべり摩擦係数  $\mu_{TF}$  は、排水性舗装(13)と比較して、いずれの試験速度においても大きい値となっており、タイヤ/路面転がり抵抗の低減とすべり摩擦抵抗の確保を両立していることがわかる。

浸透水量は、低燃費舗装(5)が低燃費型排水性舗装(5)と排水性舗装(13)よりも幾分低下しているが、浸透水量を期待する舗装としては妥当な量が得られていると筆者らは考えている。

## 6. まとめ

以下に、本検討におけるまとめを示す。

- (1) アスファルト混合物の種類の違いや骨材の最大粒径、および施工方法によって、マクロテクスチャからラフネス領域の振幅をコントロールすることができる。
- (2) 試験舗装により、筆者らが検討した低燃費舗装(5)と低燃費型排水性舗装(5)のタイヤ/路面転がり抵抗係数は、排水性舗装(13)と比較して11.5~16%低減した。このことは、世界道路協会 (PIARC) による路面プロファイル区分と転がり抵抗の関係を裏付ける結果となっている。
- (3) タイヤ/路面転がり抵抗の測定において、すべり抵抗測定車を用いた測定方法を開発した。運転者による微少な操舵等の影響をタイヤに作用する分力を考慮して排除することにより、実際の路面において精度良く測定する方法を提案した。
- (4) 筆者らが検討した低燃費舗装(5)と低燃費型排水性舗装(5)は、タイヤ/路面転がり抵抗の

低減とすべり摩擦抵抗の確保を両立しながら、排水性舗装が具備する排水性能および路面騒音低減機能も併せ持つ多機能舗装といえる。

## 7. おわりに

本検討は、試験舗装場所、測定条件において限られた条件で行ったものである。このため、今後は、実道での試験舗装を含め様々な条件下でのデータを積み重ね、タイヤ/路面転がり抵抗の評価精度を高めていきたい。

## 参考文献

- 1) 地球温暖化対策推進本部: 日本の約束草案 (平成 27 年 7 月 17 日), 2015.
- 2) 国土交通省ホームページ: 運輸部門における二酸化炭素排出量
- 3) 川上ほか: 低燃費舗装の CO<sub>2</sub> 削減効果の試算, 第 67 回土木学会年次学術講演集, 2012.
- 4) 石垣ほか: 自動車走行燃費の向上に寄与するタイヤ/路面転がり抵抗の小さなアスファルト舗装技術の開発, 第 30 回日本道路会議, 2013.10.
- 5) 石垣ほか: タイヤ/路面転がり抵抗の小さな低燃費アスファルト舗装技術の開発, 第 18 回舗装技術に関する懸賞論文集, 2013.12.
- 6) 石垣ほか: 低燃費舗装の性能指標とその評価に関する検討, 第 31 回日本道路会議, 2015.10.
- 7) 白井ほか: タイヤ/路面転がり抵抗の性能評価法に関する検討, 第 31 回日本道路会議, 2015.10.
- 8) 酒井秀男: 改訂版タイヤ工学入門, グランプリ出版(2002)

# アスファルトの特徴、製造方法、および 安全に取り扱うための通知、表示について

昭和シェル石油（株）中央研究所 瀬尾 彰

現在、アスファルトは、道路舗装をはじめ、住宅の屋根防水や壁の防湿シート、さらに制振材、基礎杭塗布材等に活用されている。アスファルトは通常、130～190℃程度に加熱した状態で道路舗装材料や防水材料として加工、施工される。このため加熱したアスファルトから発生する蒸気、および高温であることに起因する取り扱い上の注意を払う必要がある。

本稿では、アスファルトの物性、製造方法、取り扱い上の留意点、さらに安全性（もしくは危険有害性）に関する情報提供内容、加えて海外で実施されている作業環境や周辺環境を改善する方策について紹介する。本稿が私たちの暮らしを支えているアスファルトを理解する一助となり、さらにその特長を活用するきっかけとなれば幸いである。

## 1. はじめに

アスファルトは古来より人々のそばで、その生活を支え、豊かにしてきた。

例えば「創世記」には、「ノア方舟」の防水にアスファルトが使用されたとあり、史実としてメソポタミア文明やインダス文明において防水材料として、さらにエジプト文明ではミイラの保存にアスファルトが使用されてきた。また道路舗装への利用も、現在のバクダッドに通ずる「王の道」として紀元前600年頃から始まったとされる。

我が国においては、「日本書紀」に「燃える土」として、秋田県産のアスファルトが天智天皇の即位（668年）の際に献上されたとある。その後、江戸時代には秋田県で産出する天然アスファルトは墨の原料として利用されていた。

明治時代、1878年に最初のアスファルト舗装が神田昌平橋で、秋田県産アスファルトを使用して舗装された。大正時代には道路舗装や貯水池防水などに利用されたが、大正12年に国内産のアスファルトは枯渇した。

昭和時代に入ると、原油の蒸留精製による石油アスファルトの生産が開始され、今日では、道路舗装をはじめ、住宅の屋根防水や壁の防湿シート、さらに制振材や基礎杭塗布材等に活用されている。

このように、私たちはアスファルトに囲まれて生活しているものの、道路舗装や防水材料を直接素手で触ったりしない限り、アスファルトそのものに触れる機会はほとんどない。

道路舗装材料や防水材料に加工されるアスファルトは、通常130～190℃程度に加熱した状態で輸送され、さらに施工箇所に運ばれ道路舗装や防水材料とされる。この過程においては、加熱したアスファルトから発生する蒸気、および高温に起因する取り扱い上の注意を払う必要がある。

本稿では、アスファルトを今後も適切に使用することにより、さらにその特長を活用できるよう、その物性、製造、取り扱い上の留意点、および安全性（もしくは危険有害性）に関する情報提供内容について紹介する。

またすでに海外で実施されている、作業環境や周辺環境を改善する方策についても、併せて紹介する。

## 2. アスファルトの特徴と利用分野

### 2.1 アスファルトの特徴

アスファルトは、天然由来の原油を起源とする黒褐色の熱可塑性物質であり、温度が常温より低いと固体（弾性体）として振る舞い、高温（150℃程度以上）では液体として振る舞う。

またアスファルトは、天然由来の炭化水素化合物であるため、その化学構造を特定することは難しい。このため、化学的に似通った「4成分」に分離し、アスファルトの性状を理解することが試みられている。たとえば図1に示すように、飽和炭化水素として「飽和分(Saturates)」、ベンゼン環を持つ化合物として「芳香族分(aromatics)」、極性基(酸素、窒素、硫黄化合物を含む)と呼ばれる構造を持つ「レジン分(Resins)」、さらに分子量が大きい「アスファルテン分(Asphaltenes)」の4成分に分離される。

また多様で複雑な構造を持つ高分子材料である

ため、アスファルトは「粘弾性」という特徴的な性状を示す。粘弾性とは、载荷速度により物性が液体ないし固体に変化する性質をいい、アスファルトの場合は、载荷速度が遅い(ゆっくり動かす)と粘性体(液体)として振る舞い、载荷速度が速い(素早く動かす)と弾性体(固体)として振る舞う。

アスファルトの粘弾性体としての特徴は、例えば、トラック等の通過(载荷速度が速い)に耐えるアスファルト舗装に、植物の芽が生える(载荷速度が遅い)こととしても確認することができる。

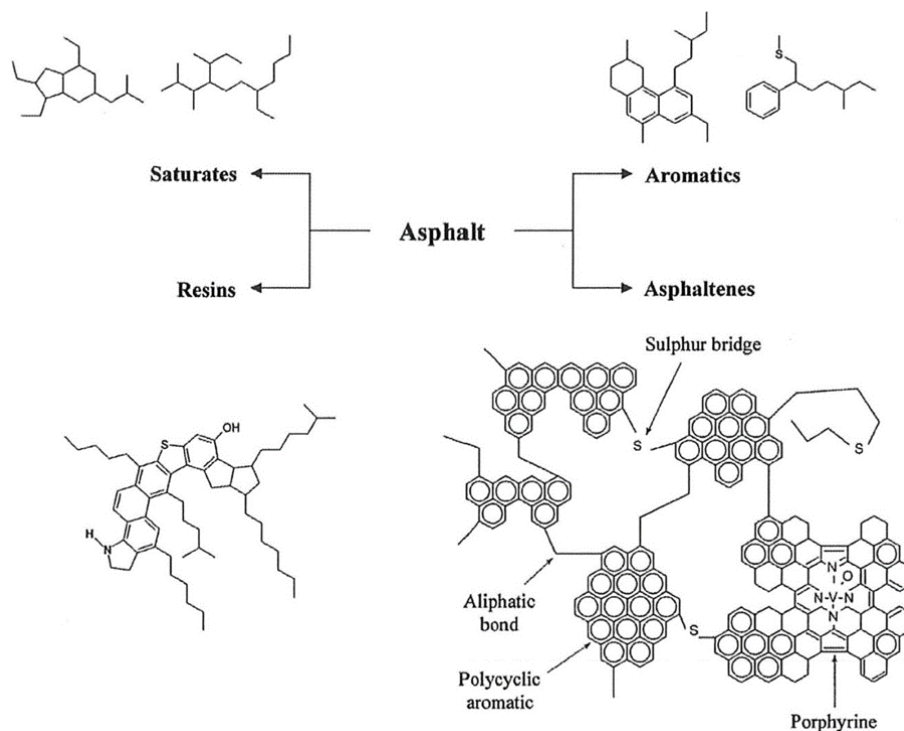


図1 アスファルト4成分の模式図<sup>1)</sup>

(E. Gasthauera, et.,al.,(2008) より引用)

## 2. 2 アスファルトの利用分野

アスファルトは、粘稠な炭化水素を主体とする高分子材料であり、さらに粘弾性材料である。これらの特徴を活かし、次のような多様な用途に利用されている。

- ① 舗装材料：粘稠な高分子材料としての利用  
(例) 道路舗装、空港滑走路の舗装
- ② 防水材料：粘稠な高分子材料としての利用  
(例) 屋上防水、屋根防水、橋梁床版防水、  
水工用(ダム)防水

### ③ その他：

炭化水素としての利用

(例) 酢酸製造原料、燃焼用途

粘稠な高分子材料、粘弾性材料としての利用

(例) 建築用防音・制振・遮音材、基礎杭塗布材、  
電気絶縁材、レンズ研磨材

## 3. アスファルトの製造方法

アスファルトは、輸入した原油を製油所で蒸留精製することで製造される。製油所の例を図2に、設備配置の一例を図3に示す。

現在、日本は原油の99%を輸入に頼っており、そのうち80%以上を中東諸国に依存している<sup>2)</sup>。産油国でタンカーに船積みされた原油は、途中、ホルムズ海峡、マラッカ海峡等を通し、約3週間をかけて日本の製油所に運ばれる。また東南アジア諸国等から原油を輸入する場合は、約1週間の航海を経て国内製油所に到着する。

原油は、製油所の原油タンクに荷揚げされ(図3右端のタンク群)、その後、常圧蒸留装置(図3中央の燃料油製造装置付近に位置する)に導入される。常圧蒸留装置の模式図を図4に示す。ここで原油は加熱炉で約350℃まで昇温され、蒸留装置の内部で沸点の差を利用して、LPガス、ガソリン、灯油、軽油留分など分離され、それぞれの製品としてタンクに保管される(実際には改質装置、水素化装置等を経て製品とするが、ここでは割愛する)。

350℃の高温でも蒸発せず、蒸留装置底部に残留する留分がアスファルトの原料となり、後段の減圧蒸留装置に導入される。減圧蒸留装置にお

いては、装置内をおよそ1/20気圧に減圧し蒸留操作を行う。これにより大気圧における沸点が約500℃までの物質を取り除いている。なお針入度および粘度調整のため、プロパン脱瀝アスファルトを添加混合する場合もある。減圧蒸留装置を含めた、製油所におけるアスファルト製造プロセスを図5に示す。

このようにアスファルト製造においては、専用に調達した原油を用いて、専用のアスファルト製造条件で製油所の運転を行っている。また原油調達計画から輸入、製造、出荷まで、およそ3ヶ月を要するため、安定した製造・出荷には事前の出荷量・需要予測が重要となる。

なお製油所では、ガソリン等の燃料油を製造する際も、減圧蒸留装置を通過した重質分が生産されるが、これらはアスファルトとして出荷するには柔らかすぎるなど、所望の品質を満足しない。このため分解装置や改質装置等で燃料に変換、もしくは製油所を稼働させるための燃料として使用している。



図2 製油所の例 (JX エネルギー(株) 根岸製油所)  
(写真 Google Inc.)

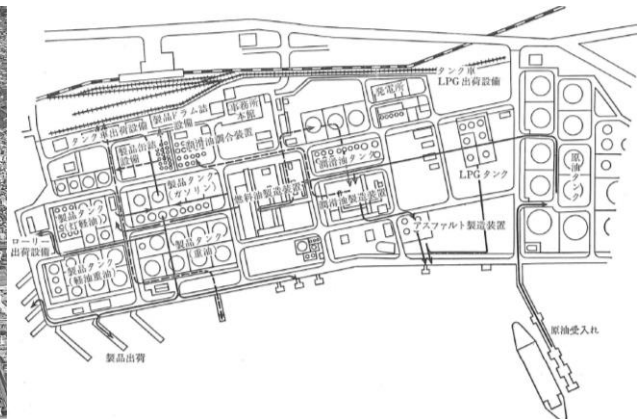


図3 製油所のタンクおよび装置配置の例<sup>3)</sup>  
(石油学会編、新石油事典(1982)より引用)

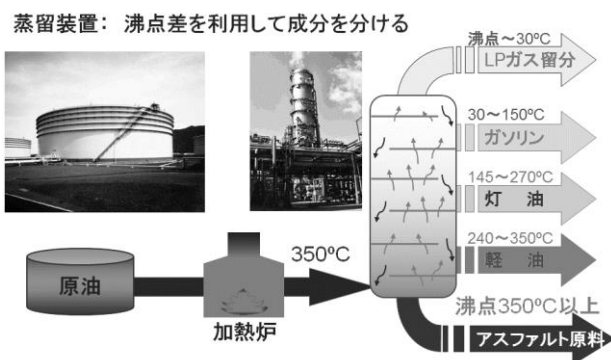


図4 常圧蒸留装置の模式図

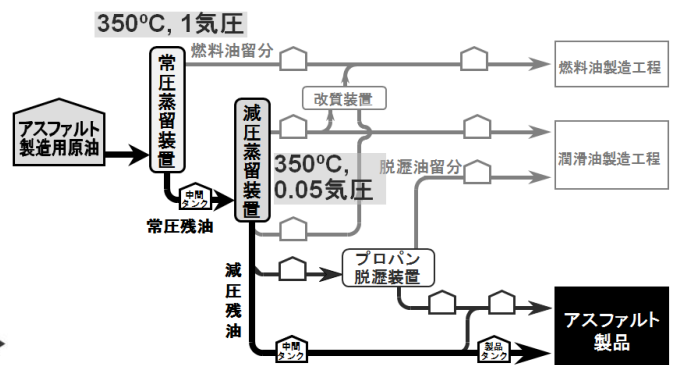


図5 アスファルト製造プロセスの模式図

## 4. 安全に取り扱うための情報

### 4. 1 取り扱う際の注意

アスファルトは、製造過程で低沸点な軽質分を取り除いた化学的に安定な炭化水素化合物であるため、常温での通常での取り扱いにおいては、危険性を考慮する必要はない。

しかし、流動性を得るために加熱溶融した状態のアスファルトを取り扱う際には、「温度が高い」ことに起因する危険性（火傷等）を考慮し、対策を講じる必要がある。具体的には、以下のような対策が有効である。

- ・熱源から離れる
- ・保護具の着用（手袋、長袖、メガネ、マスク）
- ・KY 活動などを行い、危険性を想定する

また（一社）日本改質アスファルト協会は、アスファルトを取り扱う際の注意事項として、図6に示す内容を提案している。ここでは一般的な取り扱いに加え、アスファルト混合物製造工場における取り扱いについても提案している。参考とされたい。










| 安全上の注意  | プラントにおける取り扱い上の注意   |
|---|--|
|  <b>水を近づけないでください</b><br>溶融した高温のアスファルトが飛び散り、火傷を負う可能性があります。<br>禁止                                    |  <b>タンクでの他製品混入に注意してください</b><br>アスファルトタンクに貯蔵する場合は、タンク内に残存する他のアスファルトの混入による品質変化に、十分注意してください。<br>一般注意   |
|  <b>着火源を近づけないでください</b><br>溶融した高温のアスファルトは引火する可能性があります。<br>火気厳禁                                      |  <b>貯蔵温度上限に注意してください</b><br>タンク内の貯蔵温度は180℃以下とし、貯蔵期間も1週間を超えないように注意してください。<br>禁止   |
|  <b>粉末または炭酸ガス消火器を使用してください</b><br>万一着火した場合、水を消火に使用すると燃え広がる恐れがあります。<br>消火器                          |  <b>局部加熱を避けてください</b><br>貯蔵時、融解時にヒーター、バーナーによる局部加熱を受けると、バインダーが変質し供用後に石飛び、ひび割れ等の損傷が発生する恐れがあります。また室内で溶融する場合も、直火/バーナーによる局部加熱を避け使用してください。<br>注意 |
|  <b>触れないでください</b><br>溶融した高温のアスファルトに触れると、火傷を負う恐れがあります。<br>さわるな                                    |  <b>添加剤はシート等で養生してください</b><br>プラントミックス添加剤は、厳冬期には凍結させないよう、室内保管またはシートでおおうなどの配慮をしてください。<br>注意   |
|  <b>保護具を着用してください</b><br>作業時は火傷防止および皮膚への付着防止のため、面、長手袋、長袖衣類等の保護具を着用してください。<br>注意                   |  <b>あらかじめ製品の「安全データシート（SDS）」を確認の上、ご使用ください。</b><br>その他、不明点は販売者および製造メーカーにお問い合わせください。   |
|  <b>蒸気を吸わないでください</b><br>溶融したアスファルトの蒸気を吸引すると、気分が悪くなる恐れがあります。吸引する恐れのあるときにはマスク等の保護具を着用してください。<br>禁止 |  |
|  <b>換気をしてください</b><br>室内でアスファルトを加熱・取り扱う場合は十分に換気を行ってください。<br>注意                                    |  <b>一般社団法人<br/>日本改質アスファルト協会<br/><a href="http://www.jmaa.jp/">http://www.jmaa.jp/</a></b>  |

図6 アスファルトを取り扱う際の注意事項例<sup>4)</sup>

### 4. 2 危険性有害性に関する情報の提供

アスファルトやセメントをはじめとする工業製品や化学品の、安全性に関する情報（もしくは危険有害性情報）は、「安全データシート(SDS: Safety Data Sheet)」としてまとめられ、製造事業者から、使用する事業者へ提供（通知）することが化学物質排出把握管理促進法（以降、化管法）、労働安全衛生法（安衛法）、および毒物及び劇物

取締法（毒劇法）で定められている。

アスファルトは、安衛法で通知を求めている「鉱油」に該当するため、事業者間で SDS の交付が行われている。（詳しくは、安衛法施行令別表第9に、「鉱油」が記載されていることによる。）

SDS に記載する内容は、JIS Z 7252 および 7253 に則り、明瞭で簡潔な日本語で記載することが定められている。SDS には安全性に関する以下の

16項目が、この順で記載される。

- 1). 化学品名（製品名）および会社情報
- 2). 危険有害性情報の要約
- 3). 組成および成分
- 4). 応急措置
- 5). 火災時の措置
- 6). 漏出時の措置
- 7). 取扱い及び保管上の注意
- 8). ばく露防止及び保護措置
- 9). 物理的及び化学的性状
- 10). 安全性及び反応性
- 11). 有害性情報
- 12). 環境影響情報
- 13). 廃棄上の注意
- 14). 輸送上の注意
- 15). 適用法令
- 16). その他の情報

各項目には SDS 作成時に入手できる最新の安全性に関する情報が、機密となる情報を除き、記載される。またこれらの項目は、国際連合が主導し、世界中で共通の情報提供内容となっており、この仕組みを「化学品の分類および表示に関する世界調和システム (GHS: The Globally Harmonized System of Classification and Labeling of Chemicals)」と呼ぶ。GHS の詳細は関連サイト<sup>5)</sup>を参照されたい。

#### 4. 3 ストレートアスファルトの SDS の要点

ストレートアスファルトの SDS には、安全性に関する情報として主に ①「高温に加熱された液体」の取扱い上の注意、② 火災が発生した際の対応、③ 「アスファルト蒸気」の影響の有無、および ④ 適用法令が記載されている。以下に要点を示す。

- ① 「高温に加熱された液体」を取扱う際には、火傷を防ぐため「保護具」を着用する。また水との接触を避ける（水が沸騰し、アスファルトとともに飛び散るため）。
- ② 「火災」の際には、炭酸ガス、泡、粉末消火剤を使用する。注水による消火は行わない。
- ③ 「アスファルト蒸気」には、硫化水素もしくは一酸化炭素を含む可能性があるため、吸引しない。

- ④ 「消防法」の「危険物」に該当せず、また「毒物及び劇物取締法」の対象物質でない。さらに「特定化学物質の環境への排出量の把握等及び管理の改善の促進に関する法律 (PRTR 法)」の対象物質ではない。

#### 4. 4 「アスファルト蒸気」に関する記載内容

「アスファルト蒸気」に関しては、従来、労働者の安全性を向上させる観点から、他の化学物質と同様に、各機関により、その吸引、もしくは皮膚への付着による人への影響について、いくつかの検証が行われてきた。

それらは、「アスファルト蒸気」が人に与える影響は、疫学的検証から「特段認められない」、「影響の有無がよくわからない」もしくは「アスファルト蒸気を吸う機会の有る作業者の健康状態は、吸う機会の無い作業者と変わらない」という結果を報告してきた。

最近では、「アスファルト蒸気」に含まれる微量な化学物質を定性・定量する事が可能となったため、特定の化学物質に起因する危険有害性を報告する事例が見受けられる。

例えば、2011年10月には、国際連合の専門機関である世界保健機関 (WHO: World Health Organization) の一組織である「国際がん研究機関 (IARC: International Agency for Research on Cancer)」は、「道路舗装におけるアスファルトおよびアスファルト蒸気の職業暴露」について「グループ 2B (人に対して発がん性があるかもしれない)」に分類し、また「防水工事におけるブローンアスファルトによる、アスファルトおよびアスファルト蒸気の職業暴露」については「グループ 2A (人に対しておそらく発がん性がある)」に分類し、公表した<sup>6)</sup>。2013年に公表した詳細報告<sup>7)</sup>には「アスファルト蒸気」の濃度に規制値を設けている国においても、実際の作業環境においては、規制値を下回る濃度の「アスファルト蒸気」が観測されたことを報告している。

また IARC は「道路舗装作業」を「アスファルト混合物製造、運搬、舗設に関わる作業」、「防水工事作業」を「防水工事現場の作業」とし、「職業暴露(occupational exposure)」は「作業者が1日に4~9時間程を長期間にわたりさらされること」としている。また「アスファルト蒸気(bitumen



emission)」とは、「加熱され気化した物質および気体、および気体となったアスファルトが空気中で凝集し、小さな粒となり雲状になったヒューム」と規定している。

以上のことから、現在提供される SDS には、特に発がん性について、IARC の分類を反映させた内容が記載されている。

#### 4. 4. 1 IARC による「発がん性」の分類

IARC は 1971 年から、化学物質や工業製品の発がん性の評価を実施しており、結果を「モノグラフ」と呼ばれる評価書として公表している<sup>8)</sup>。ここでは化学物質や工業製品等の発がん性に関し、主に文献調査を行い、「発がん性があるという証拠の確かさ・強さ」を高い順に「グループ 1」「同 2A」「同 2B」「同 3」「同 4」の 5 段階に分類し

ている。

表 1 にグループ (分類) の呼び方と、それぞれの例を示す。

なお各グループは、「ヒトへの発がん性を示す証拠」と「実験動物への発がん性を示す証拠」の有無や確かさを基準に、「危険性・有害性 (ハザード) の確かさ・強さ」として区分しており、「がんになる可能性や確率 (リスク)」を定量的に示すものではない。すなわち「危険性・有害性 (ハザード) の高い」物質に対しては、人が接触する「濃度と頻度」を下げ、「防護策」を実施することで、「がんになる可能性や確率」を下げることが可能となる。

IARC による、アスファルトの発がん性の評価内容については、拙著<sup>9)</sup>を参照いただければ幸いです。

表 1 IARCによる発がん性評価の例 (2016年12月現在)

| 分類 | 分類の基準 <sup>注)</sup>   | 例   |
|----|---|---|
| 1  | <b>発がん性がある (119種)</b><br><b>The agent is carcinogenic to humans</b><br>・ヒトへの発がん性を示す十分な証拠がある場合等  | アスベスト、ベンゼン、ホルムアルデヒド、コールタールピッチ、Cd、Be、塩ビ、X線、γ線、α線、β線、中性子線、ヨウ素131、太陽光、UV-A、B、C、加工肉、大気汚染、アルコール飲料、タバコ、受動喫煙、すすの暴露、塩をふった魚、結晶性シリカ・・・など                                      |
| 2A | <b>おそらく発がん性がある (81種)</b><br><b>The agent is probably carcinogenic to humans</b><br>・ヒトへの発がん性を示す証拠は限定的であるが、実験動物への発がん性を示す十分な証拠がある場合等                                  | 防水工事におけるブローンアスファルトによるアスファルトおよびアスファルト蒸気の職業暴露、<br>防水用アス作業者のヒューム暴露、ディーゼル排ガス、高温の揚げ物(フライ)の煙、マテ茶、アクリルアミド、ベンズ(a)ピレン、ベンズ(a)アントラセン、鉛化合物、赤身肉・・・など                             |
| 2B | <b>発がん性があるかもしれない (292種)</b><br><b>The agent is possibly carcinogenic to humans</b><br>・ヒトへの発がん性を示す証拠が限定的であり、実験動物への発がん性に対して十分な証拠がない場合等                               | 道路舗装におけるストレートアスファルトによるアスファルトおよびアスファルト蒸気の職業暴露、<br>コーヒー、ドライクリーニング作業者の暴露、ピクルス (食品) アセトアルデヒド、ベンズ(b)フルオラセン、スチレン、ナフタレン、鉛、ニッケル、クロロホルム、ガソリン、カーボンブラック、二酸化チタン、高周波電磁波、低周波磁場、など |
| 3  | <b>発がん性を分類できない (505種)</b><br><b>The agent is not classifiable as to its carcinogenicity in to humans</b><br>・ヒトへの発がん性を示す証拠が不十分であり、実験動物への発がん性に対しても十分な証拠がないか限定的である場合等 | トルエン、キシレン、原油、軽油、ジェット燃料、フルフラール、ピリジン、アントラセン、ベンゾ(ghi)フルオラセン、(多環芳香族の一種)、水銀、セレン、二酸化チタン、アラルグイト(エポキシ)、ポリ塩化ビニル、紅茶、カフェイン、コレステロール、静止磁場、低周波電場、など                               |
| 4  | <b>おそらく発がん性はない (1種)</b><br><b>The agent is probably not carcinogenic to humans</b><br>・ヒトと実験動物への発がん性がないことを示唆する証拠がある場合等  | カプロラクタム   |

注) 分類およびその基準は、原文は英語で表記されており、ここでは総務省により訳出された用語を使用している。

## 5. これからの安全情報の提供について

### 5. 1 リスクアセスメントについて

2016年6月の安衛法改正により、作業環境における「危険性又は有害性等の調査（リスクアセスメント）」が義務化された。改正内容及びその背景等は、厚生労働省 HP<sup>10)</sup> を参照されたい。

アスファルトを取り扱う事業所においても、リスクアセスメントを行う必要があり、その方法として以下の2通りが考えられる。

- ① アスファルトそのものの、危険または健康障害を生ずるおそれの程度（発生可能性）と、その程度（重篤度）を考慮する方法。

（例①）化学物質リスク簡易評価法  
（コントロール・バンディング）

（例②）マトリックス法

これらの方法は、GHS ラベルが付いている物質を想定しているため、GHS ラベルが付かないアスファルトには不向きである。

- ② アスファルト（蒸気等）にさらされる程度（ばく露濃度など）と、この対象物の有害性の程度を考慮する方法

（例③）作業環境測定を行い、ばく露限界等と比較する。

この方法は現在、国内のアスファルトの曝露限界が設定されておらず不向きである。

したがって、現状では次の方法③でリスクアセスメントを実施することが考えられる。

- ③ 「現在の作業環境において、高温のアスファルトに起因する危険性や有害性を抽出し、その対策を作業場で共有し、共有した内容を作業場に掲示する」方法

この方法は、従来の危険予知活動／危険予知訓練に類する内容と予想される。また共有する内容は、図6を参考とすることも可能である。

これらを踏まえ、所管労働基準監督署に指示を仰ぐことが好ましい。

### 5. 2 労働安全衛生法施行令別表第9について

SDS の提供による危険有害性情報の通知、およびリスクアセスメントの実施が必要とされる化

学物質は、4. 2に述べたとおり、化管法、安衛法、および毒劇法で定められる物質である。安衛法においては、労働安全衛生法施行令別表第9（以降、別表第9）に記載される物質と定めている。現在アスファルトは別表第9記載の「鉱油」とみなされており、SDS による通知およびリスクアセスメントの実施が必要とされる。

2017年3月現在、厚生労働省において、別表第9に「アスファルト」を追加すべく検討がなされており<sup>11)</sup>、その際には作業環境におけるアスファルトの曝露限界等も併せて公表されることが予想される。（「ポルトランドセメント」も同時に追加すべく検討されている。）

今後、別表第9にアスファルトが追加された場合には、SDS 内容およびリスクアセスメント実施方法に変更が必要となる可能性がある。これらについては、最新の情報を共有していきたい。

## 6. アスファルトを、より安全に取り扱うために

これまでアスファルトの特徴、製造、および安全性（もしくは危険有害性）について述べてきた。

今後は、今まで以上に、アスファルトの使用方法、作業環境、および装置等を適切に改善・管理することにより、作業者はもとより周辺環境・住民への、「やけど」ならびに「アスファルト蒸気」等の影響を少なくすることが求められる。

ここでは、作業環境および周辺環境の改善に有効と思われる方策をいくつか紹介したい。

### 6. 1 中温化技術の適用

アスファルトを取り扱う温度（加熱温度）を下げることは、やけどリスクを低減し、さらに揮発分量を低減させるために極めて有効である。

アスファルトの取り扱い温度を低減する具体的な方法として、道路舗装においては「中温化」技術を適用することが考えられる。米国内の検証ではあるが、中温化技術を適用した施工現場では従来工法の施工現場に比べ、アスファルト蒸気量が33～60%削減できるとの報告<sup>12)</sup>がある。

現在、国内においてもストレートアスファルトないし改質アスファルト舗装の中温化に加え、再生舗装の中温化についても検討されており、供用性能を確認した後に、広く適用されることが望まれる。

## 6. 2 低臭性防水材料

文献<sup>1,3)</sup>には、防水工事の際にアスファルトの熔融温度低減と低臭アスファルトを報告している。ここでは熔融温度を 50°F (28°C) 下げること、アスファルト・ヒュームを 62%削減できたこと、また低臭アスファルト（ポリプロピレン等のポリマーを 1%以下添加している）を用いることで、アスファルト・ヒュームを 80~90%削減できたとしている。これら技術についても、供用性能を確認した後に、適用されることが望まれる。

## 7. まとめ

私たちの暮らしの随所に活用されているアスファルトについて、その物性、製造方法、取り扱い上の留意点、さらに安全性（もしくは危険有害性）に関する情報提供内容を紹介した。

今後は、今まで以上にアスファルトを取り扱う作業環境、および装置等を適切に管理することにより、作業員および周辺環境への「高温に起因する傷害」や「アスファルト蒸気」の影響を低減することが求められるため、すでに海外で実施されている作業環境や周辺環境を改善する方策について、その技術の供用性能を確認した後に、国内においても適用されることが望ましいと考える。

本稿が、私たちの暮らしを支えているアスファルトを理解する助けとなり、正しい取り扱い、およびその特長をさらに活用するきっかけとなれば幸いである。

## 参考文献

- 1) E. Gasthauer, et.,al., *Characterization of asphalt fume composition by GC/MS and effect of temperature*, Fuel, Volume 87, Issue 7, June 2008, pp. 1428-1434
- 2) 石油連盟 統計情報
- 3) 石油学会編、新石油事典、pp.266、朝倉書店 (1982)
- 4) ポリマー改質アスファルトポケットガイド、pp.76-77、日本改質アスファルト協会 (2015)
- 5) GHS 関連サイト
  - ・ [http://www.meti.go.jp/policy/chemical\\_management/int/ghs\\_text.html](http://www.meti.go.jp/policy/chemical_management/int/ghs_text.html)
  - ・ [http://www.safe.nite.go.jp/ghs/ghs\\_manuals.html](http://www.safe.nite.go.jp/ghs/ghs_manuals.html)
- 6) [http://www.iarc.fr/en/media-centre/iarcnews/pdf/ARC\\_Bitumen\\_Eng.pdf](http://www.iarc.fr/en/media-centre/iarcnews/pdf/ARC_Bitumen_Eng.pdf)
- 7) IARC Monographs Volume 103 (2013)
- 8) <http://monographs.iarc.fr/ENG/Monographs/PDFs/index.php>
- 9) 瀬尾、MSDS から SDS へ、pp.49-55, Volume 56, No.229 アスファルト (2013)
- 10) [http://www.mhlw.go.jp/stf/seisakunitsuite/bunya/koyou\\_roudou/roudoukijun/anken/an-eihou/](http://www.mhlw.go.jp/stf/seisakunitsuite/bunya/koyou_roudou/roudoukijun/anken/an-eihou/)
- 11) <http://www.mhlw.go.jp/stf/shingi2/0000151566.html>
- 12) Kriech AJ, et al. *Comparison of worker breathing zone exposures between hot mix asphalt and warm mix asphalt applications*. In *Proceedings of the 2nd International Warm Mix Conference*. St. Louis, MO, USA (2011).
- 13) <http://www.cdc.gov/niosh/docs/2003-112/pdfs/2003-112.pdf>

### 3次元レーザー一点群を活用した道路管理手法の開発

国際航業（株）営業本部 藤木 三智成  
国際航業（株）技術本部 井上 浩一

#### 1. はじめに

2012年の中央自動車道「笹子トンネル」の天井版落下事故を契機に、道路施設の落下、倒壊による第三者被害を防止するために、「橋梁」「トンネル」「舗装」「道路附属物（標識、照明、情報提供装置、横断歩道橋）」「のり面・盛土・擁壁」という道路ストックの総点検が実施された。これは高度成長期に急速に建設されたインフラ構造物が老朽化することによって道路使用者の安全を脅かすとの危機感を背景に、将来を見据えた維持管理・更新の計画の立案を行うためである。我が国の道路延長は約120万kmであり、その道路に約70万橋の2m以上の橋、約1万箇所のトンネル、そして4千km<sup>2</sup>の舗装など800兆円にも達する資産がある。それらに対して日常的に確認して交通に支障を及ぼす異常を検知する点検作業および道路施設や構造物の健全性を確認し、機能を回復および強化する維持作業をどのように実施するかは重大な課題であり、2033年には橋の67%、トンネルの50%が建設後50年の老朽化を迎える。一方で、維持管理を行う財源および点検・補修に係わる人手不足が深刻な問題となっている中で、その解決策の一つとして期待されているのが、ICRT（Information、Communication and Robot Technology）技術の積極的な導入であり、例えば道路ストックの老朽化をはじめとする健全性の状況把握に向けてモバイルマッピングシステム（MMS：Mobile Mapping System）の活用が期待されている。

図-1は、MMSの概要を示すものであり、デジタルカメラとレーザースキャナを搭載した車両

にGNSS、オドメータあるいは慣性計測装置

（IMU：Inertial Measurement Unit）等によってレーザー照射時の自己位置および照射姿勢を計測することで、人的労力を要することなく、車両走行しながら路面およびその周辺の附帯構造物や斜面のデジタル画像と3次元レーザー一点群を取得し、そのデータを活用して、これまでの目視点検に代わる維持管理作業を行うものである<sup>1)</sup>。また、マッピングと言うように、それまでの航空レーザーや航空写真に替わって地図を作成するための測量作業として導入されたものである。交通規制が不要であり、さらに基準点の設置などの現地作業が軽減される利点があり、既存の基準点成果に依存することなくレベル500の要求精度（標準偏差25cm）を満たすことが実証され、道路台帳現況図の更新作業の時間ならびに経費を大幅に削減されることが報告されている。



図-1 MMSの概要

計測に用いたMMSの基本的特性を表-1に示す。ハード構成は計測データを取得するデジタル画像機器とレーザースキャナ部、そして位置および姿

勢を標定する GNSS と IMU 部に大別できる。

表 - 1 MMS の仕様上の基本性能

| GNSS/IMU 性能 |  |
|-------------|--|
| 位置精度        | 水平 0.02m、高度 0.05m<br>(GNSS 信号連続受信時)        |
| デジタル画像機器    |  |
| スチルカメラ      | 500 万画素：4 台                                |
| 全方位カメラ      | 1600×1200 画素：1 台                           |
| レーザスキャナ     |  |
| 最大有効測定レート   | 30 万点/秒、最大 300kHz：2 基                      |
| 最大測定距離      | 500m (反射率 80% の対象物)<br>180m (反射率 10% の対象物) |

## 2. 道路ストック点検に向けての MMS 活用の検討

図 - 2 は、MMS データの計測から利活用と蓄積のながれを示したものであり、第 3 者が多く利用する道路施設の安全・安心を確保するために画像・レーザデータなどを用いた客観的かつ定量的な現状把握・点検・健全度評価および補修とそのデータベースの蓄積が可能となる<sup>2)</sup>。



図 - 2 MMS データの活用例

図 - 3 は、MMS から取得された画像およびレーザ点群データの活用の具体例である。まず、データは道路台帳の整備と道路施設管理を目的とした応用に分けられ、さらに道路施設管理については路面性状調査・道路附属物調査および斜面構造物調査の現状把握および点検に活用できる。

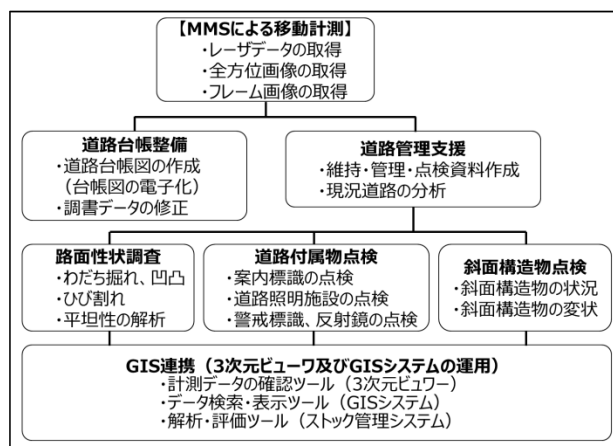


図 - 3 MMS データの活用法

図 - 4 は、路面性状調査の具体例を示すものである。画像データから「ひび割れ・ホットホール」の解析を行い、レーザ点群データから「わだち掘れ・平坦性」の解析を行うことで、道路の状況を面的に可視化し、損傷箇所を的確に把握することによって効率的な補修工事を可能にする。

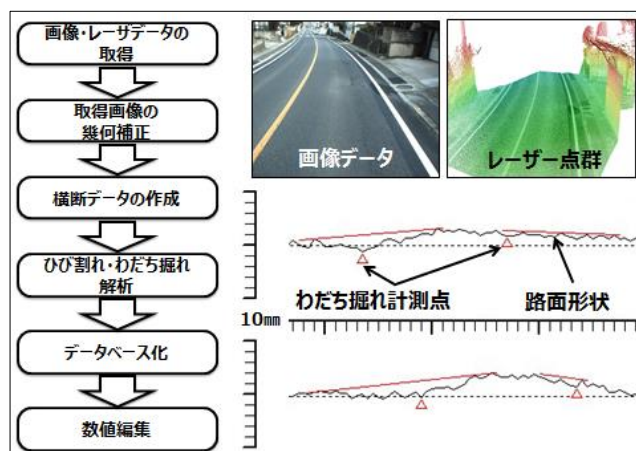


図 - 4 MMS による路面性状調査例

次に、図 - 5 は道路附属物点検の活用例であり、図に示す通り画像データから標識などの全体画像・支柱および案内板の損傷を把握したものである。さらにレーザデータからは、標識・信号機など施設の位置・高さが取得でき、運転者からの可視化状況の把握・検討などの活用が可能である。

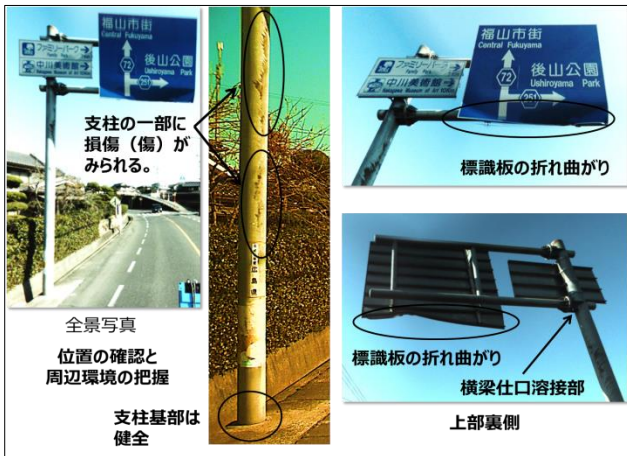


図 - 5 MMS データによる案内標識の点検例

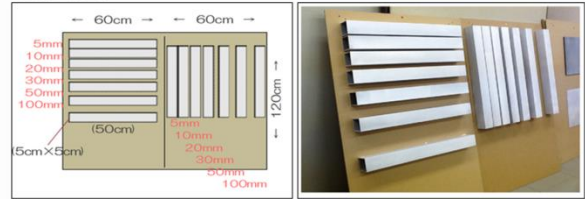
また、レーザーや画像で形状や変状を把握出来る可能性がある主な施設として、道路山側の切土法面および擁壁が挙げられ、これらを対象として検証を行った。

図 - 6 のとおり、本研究では、変状を有するモルタル吹付け法面 (3 段、高さ約 20m) をフィールドに、経年変化による変状を捉える (二時期比較) ため、模擬変状の設置有無の異なる 2 種のデータを取得し、カメラ画像およびレーザー点群データそれぞれについて変状識別結果を整理した。写真 - 3 は模擬変状で、実際の法面・擁壁等で生じることの多い「押し出し・剥離」等の変状や開口亀裂の識別、開口量を把握することを目的として試験体を作成し、法面の各段に設置した。



図 - 6 実験場所および模擬変状の設置状況

◆ 模擬亀裂



◆ 模擬段差

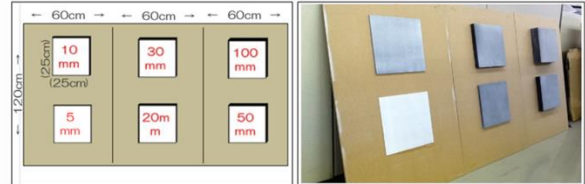


図 - 7 使用した模擬試験体

表 - 2 は、カメラ画像による法面位置および変状種別の違いによる視認性について確認した結果である。

1 段目の変状視認性は概ね良好で、ヘアクラックもエフロッセンスが析出するものは比較的容易に判別可能であった。2 段目では、目地の視認性は良く、明瞭な変状がある程度確認でき、3 段目は、撮影位置から遠く、仰角が大きいため、ほとんど判別できない。また、逆光の場合、何れの段でも変状視認性は大きく低下し、その傾向は上方ほど顕著であった。

表 - 2 カメラ画像による変状視認性 (順光)

| 変状種別 | 目地 | 段差  | 浮き |
|------|----|-----|----|
| 3 段目 | —  | —   | —  |
| 2 段目 | ○  | △   | —  |
| 1 段目 | ○  | ○~△ | ○  |

[凡例 ○ : 明瞭、△ : やや明瞭、— : 不明瞭、確認不可]

レーザー点群データによる評価は、左右レーザーセンサー間の誤差 (機械設置誤差など)、往復計測データ間の誤差 (POS 解析における誤差) について補正 ( $\pm 20\text{mm}$  以内) を行い、変状把握精度を検証した後に実施した。なお、可視化の方法は、全方位サーフェス解析による面的差分解析方法を用いた。

図 - 8 に一時期のレーザー点群データおよび断

面図を示す。一時期のみのレーザー一点群データからは、3次元データとして俯瞰しても、目地以外の識別は難しい。ただし、断面データとして抽出すると、表-3に示すとおり、法面1段目であれば幅20~30mm前後の亀裂が連続性に富む場合は識別可能である。縦方向の亀裂に比べ横方向の亀裂の方が判別しやすい。剥離、肌落ち、押し出し等の面的な広がりを持つ変状は、法面奥行き方向に深い変状がないと判別困難である。したがって、一時期のレーザー一点群データの場合、変状の判別性は低いといえる。

表-3 一時期レーザー一点群データによる評価

| 位置  | 模擬亀裂                     |                          | 模擬段差         |
|-----|--------------------------|--------------------------|--------------|
|     | 横亀裂                      | 縦亀裂                      |              |
| 3段目 | —                        | —                        | —            |
| 2段目 | —                        | —                        | —            |
| 1段目 | ○ : 20~30mm<br>(可能性示唆まで) | ○ : 20~30mm<br>(可能性示唆まで) | ○ : 30~100mm |

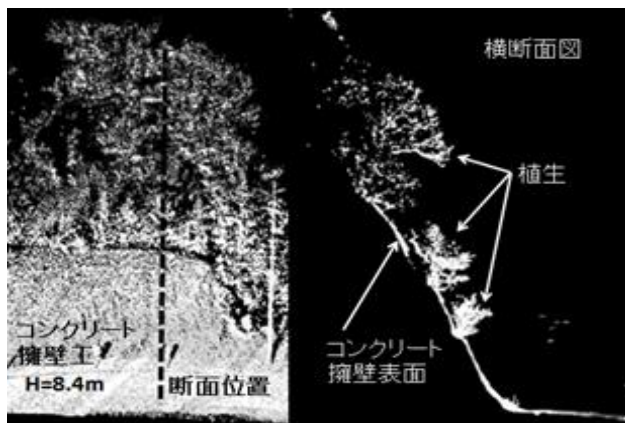


図-8 MMSデータによる斜面構造物の点検例

二時期レーザー一点群データに基づく差分解析画像図を図-9、図-10に、識別結果を表-4に示す。亀裂の場合、法面1段目であれば、概ね開口量5cm以上の亀裂の判別が可能であった。ただし、2段目以上では、ほとんど判別困難である。段差を伴う変状の場合、法面1~3段目まで、20~30mm以

上の段差があれば判別可能である。ただし、1~2段目は変状範囲がある程度正確に判別できるが、3段目では変状範囲の外形が不鮮明となった。

二時期レーザー一点群データの比較による変位の把握は、押し出し、はらみ出し、剥落等の広がりを有し道路横断方向の形状変化を伴う20~100mm程度の変位が生じている場合に適用性が高いといえる。

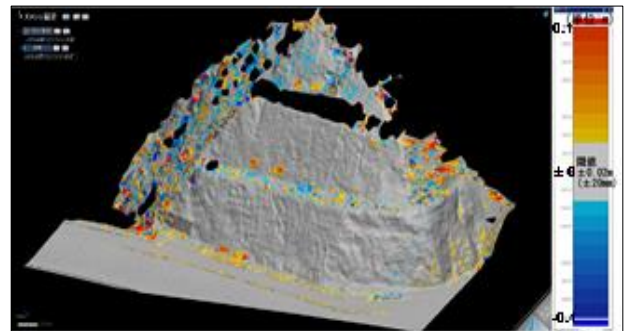


図-9 模擬変状の差分解析図(鳥瞰図)

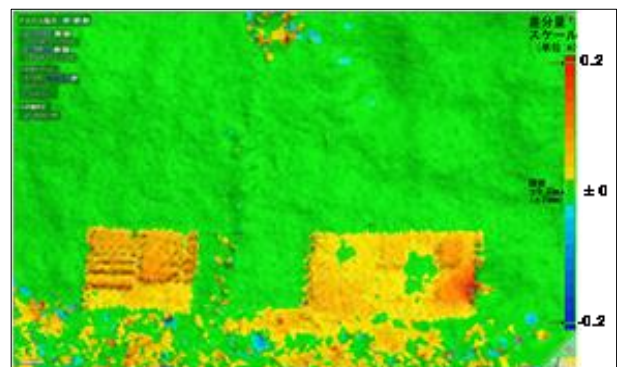


図-10 模擬変状の差分解析図(1段目)

表-4 二時期差分解析画像による識別結果

| 位置  | 模擬亀裂                                  |                                    | 模擬段差          |
|-----|---------------------------------------|------------------------------------|---------------|
|     | 横亀裂                                   | 縦亀裂                                |               |
| 3段目 | ※模擬変状を設置していることは識別可                    | ※模擬変状を設置していることは識別可                 | 100mm、20~30mm |
| 2段目 | △ : 100mm<br>(可能性示唆まで)                | △ : 100mm<br>(可能性示唆まで)             | 20~100mm      |
| 1段目 | ○ : 50~100mm<br>△ : 30mm<br>(可能性示唆まで) | ○ : 100mm<br>△ : 50mm<br>(可能性示唆まで) | ○ : 30~100mm  |

### 3. まとめ

本研究の結果、予防保全のためのデータとして適用可能な MMS 取得データの範囲として以下のことが確認できた。

- ・MMS カメラ画像の場合、構造物“変状”の判別に高い適用性を有するが、検出可能な変状は、色調変化がある場合に限定される。
- ・レーザー点群データの場合、構造物“変状”について、顕著な亀裂に対して適用性を有するが、上記画像を用いる方法には劣る。法面・土構造物、自然斜面の断面表示に高い適用性を有する。
- ・二時期比較の場合、道路横断方向の形状変化を伴う変状に対し高い適用性を有する。

上記は、実際の変状では無く、実験で作成した模擬変状に対する評価が含まれる点に留意が必要であるが、カメラ画像及びレーザー点群データを併用することで顕著な変状を捉えることは可能であることが確認できた。現在、主要道路で取得した MMS データを使って、路面性状調査や道路法面施設台帳を整備し、これまでの紙面等の管理から情報を電子化した維持管理をスタートさせている。

図 - 11 に示すように、MMS は走行により高精度の地図を作成するために開発されたもので、附属物を含めた道路情報をビューワ上で 3 次元的に可視化することも得意としている。

図 - 12 は、安全運転支援・自動走行で活用が検討されている道路情報の可視化の例である。これらの地図上にここで開発した各種の道路ストックの点検結果を重ね合わせて道路台帳と道路施設の管理支援ツールの一元管理も容易に実現できる。今後、台帳電子化等も踏まえ、取得データを共有・活用することで、総合的なコスト削減を図る予定である。

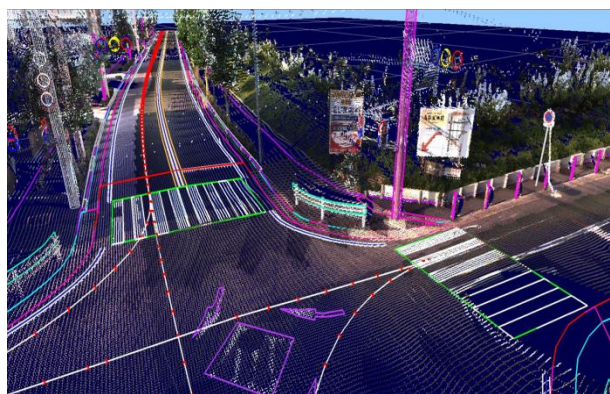


図 - 11 MMS による 3 次元高精度道路情報

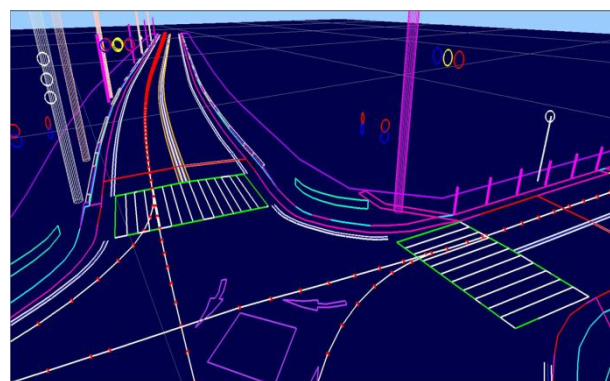


図 - 12 安全運転支援・自動走行での高精度地図

#### 参考文献

- 1) 西山哲, 藤木三智成, 井上浩一, 和田實: モービルマッピングシステムを活用したストックデータベースの研究, 交通科学研究会, 平成26年学術研究発表会講演論文集, pp. 37-38, 2014.
- 2) 藤木三智成, 井上浩一, 西山哲, 和田實: 3次元レーザー点群を活用した道路管理手法の考察, 交通科学研究会, 平成28年度学術研究発表会講演論文集, pp.35-36, 2016.



# 市道「葺合南 54 号線」の整備

## ～道路のリデザインの取組み～

神戸市建設局道路部工務課 小松 恵一

### 1. はじめに

人口減少、超高齢化社会が進展し、本市においても、市内総人口が 2011（平成 23）年の約 154 万人をピークに減少に転じた。

このような中、神戸市では、海やみなど、六甲山など恵まれた多彩な風土を生かし、神戸に住む人々がいつまでも住み続けたいなるまちづくりを将来像として、「“選ばれるまち” こうべ」を掲げ取り組んでいる。

本市の道路整備においては、阪神淡路大震災以降の厳しい財政状況から、将来を見据えた投資は、抑制を余儀なくされてきた。

その一方で、将来的な自動車交通量の減少や社会情勢の変化などにより、地域の現状や利用者ニーズと合っていないなどの課題が生じており、既存の道路空間のあり方について、転換を図ることが迫られている。

これらの課題に対応するため、本市では、「道路のリデザイン」を掲げ、利用状況に見合った道路空間の再整備を進めており、平成 28 年度には、市道「葺合南 54 号線」において、一部区間の整備が完了した。



写真-1 葺合南 54 号線（一部完成区間）

### 2. 葺合南 54 号線

#### 2.1 路線概要

葺合南 54 号線は、神戸の中心市街地である三宮の目抜き通り「フラワーロード」のすぐ東側に位置し、都心地域の街区を形成する主要な道路である。

全体延長は約 750m、沿道の土地利用はブロックごとに異なり、大きく 3 つの特色がある。北側から、そごう神戸店や神戸国際会館などの大規模商業ビルが位置する A ブロック、飲食などのテナントが並び人通りも多く賑わいのある B ブロック、神戸貿易センターなどのオフィスビルや時間貸し駐車場などが位置する C ブロックである。近年、C ブロックでは、土地利用転換が顕著で、大規模マンションが建ち並び、新たな住環境が形成され始めている。



図-1 位置図

また、葺合南 54 号線の南端には、JR 貨物の跡地を再整備した神戸震災復興記念公園（みなとのもり公園）があり、同公園と鉄道駅などの交通結節点をつなぐ主要な歩行者動線となっている。

みなとのもり公園は、広々とした芝生やスケートボードなどを楽しめる広場、ボランティア活動により育まれている花壇や森などがあり、青少年から高齢者まで幅広い市民で賑わいをみせている。



写真-2 みなとのもり公園

## 2.2 路線の課題と地域の取組み

本市のような都市化が進んだ成熟した都市において、道路は限られた貴重な公共空間であるが、葺合南54号線では、少ない交通量（約4,500台/12時間）に対して車道幅員や停車帯が広く、歩行者（約8,500人/12時間）にとってゆとりのない歩道空間であるなど、現況道路の幅員構成と利用状況にミスマッチが生じていた。加えて、歩道上には放置自転車が溢れ、歩行者の通行を阻害するとともに、地域の景観を阻害するなどの課題ともなっていた。

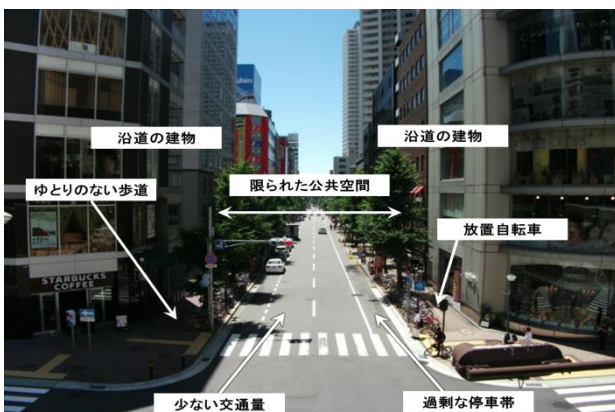


写真-3 葺合南54号線（整備前の全景）

そのような中、当該地区では、地域の地権者や法人などで構成する「三ノ宮南まちづくり協議会」が、区内をより魅力的なものにしていくために、「三ノ宮南地区まちづくり基本協定」を取りまと

め、地区の将来像として「住み、働き、学び、遊ぶための多様な機能が複合し、人々の交流を誘う都心」を掲げている。

この将来像を実現するための魅力向上策として、「街区・通りの個性化と景観誘導」「交流・集客拠点の形成と活用」「回遊動線の多様な確保と魅力化」に取り組んでいる。具体的には、放置自転車対策や美化活動、沿道の賑わいづくりとして、落語寄席やジャズコンサートなどの取組みを積極的に行っている。



写真-4 ジャズコンサート

本市としても、これら地域の取組みと連携するとともに、地区内の主要動線の1つである当該道路の再整備を行うことにより、周辺のまちの魅力を高め人々の交流を促すとともに、都心部からウォーターフロントエリアへ誘うみちとして、新たなにぎわい空間の創出を目指している。

このようなコンセプトのもと、平成24年度から、同まちづくり協議会との4回に渡る意見交換、沿道地権者へのアンケートなどを行いながら整備内容の検討を重ねてきた。



写真-5 まちづくり協議会との検討会

### 2.3 整備概要

全体延長約 750mのうち、最も賑わいのあるBブロックについて、平成 27 年度末から、第 1 工区約 130mの工事に着手した。引き続き、南に整備を進め、平成 32 年度の全線完成を目指している。

平成 28 年 11 月に完成した当工区では、南行き一方通行 2 車線と停車帯（部分的にパーキングメータ）で構成される全幅 18mの道路を南行き 1 車線に見直し、歩道を現行 4mから 7~10mに広げた。

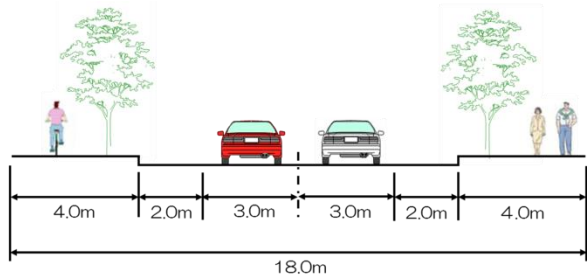


図-2 幅員構成（整備前）

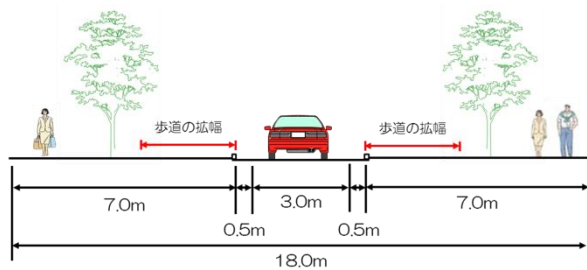


図-3 幅員構成（整備後）

これまでも幅員構成を見直し、車道を縮小し歩道を広げる「道路空間の再配分」は行ってきたが、ユニバーサルデザインの観点から、道路を車から人中心へ転換することが主目的であった。



写真-6 これまでの整備事例（明石町筋）

葺合南 54 号線の整備では、単に歩行空間を広げるだけではなく、新たに生まれた空間にベンチなどの施設を整備することにより、歩行者の回遊性や道路空間の快適性の向上を図った。



写真-7 ベンチの設置

併せて、通り抜け車両の削減、速度抑制、ドライバーへの意識啓発を図るため、スムーズ横断歩道や蛇行した車道線形を採用した。



写真-8 スムース横断歩道



写真-9 車道線形の蛇行

## 2.4. 今後の展開

整備工事と並行して、同まちづくり協議会や地域と協働のもと、今後の活用方法などについて検討を行っている。

平成 29 年度末には、B ブロックの整備が完了予定で、葺合南 54 号線の新たなイメージも広く認識されることから、より愛着を持ってもらうことを目的に道路の愛称募集を計画している。また、地域の商店主で組織する団体が、今回の整備完成を機に、使われる道路となるよう、沿道で「バル」を企画するなどの兆しも現れ始めている。

また、ベンチなどの管理や活用、花壇の整備や飾花などを通して、地域の賑わいづくりに繋げる取り組みも行っていきたいと考えている。

## 3. 道路のリデザイン

### 3.1 道路を活かした「市民生活の豊かさ」

「葺合南 54 号線」の整備は、本市のこれからの道路整備の方針のひとつとして掲げている「道路のリデザイン」を具現化したものである。

「道路のリデザイン」とは、これまでの画一的な道路整備から、市民ニーズや地域課題に対応するために、道路の利用環境や周辺の土地利用状況等を十分に分析し、歩行者・自転車・自動車のバランスに応じた「交通機能の最適化」と、憩いや賑わい、景観、交通安全などの「空間機能の向上」を図ることで、道路から「市民生活の豊かさ」を感じられるまちづくりを目指そうとする概念で、本市の今後の道路整備の方針として、積極的に推進している。

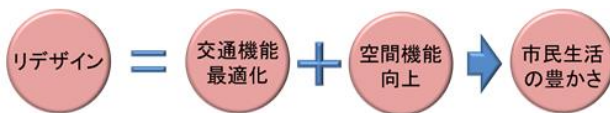


図-4 「道路のリデザイン」の概念

具体的には、既存の道路断面について、交通機能と空間機能のバランスに配慮するとともに、「+design(工夫・アイデア)」の視点を取り入れて、ふさわしい断面構成にし、有効に使われていない道路空間のあり方の見直し、地域の状況にあわせた整備や管理を行うものである。

### 3.2 “+design”の視点

我々道路管理者にとっては、道路の交通機能が確保されることはこれまで通り「ゆるぎない視点」であるが、「空間の活用」に“+design”の視点を取り入れ、メリハリをつけた整備を行うことがこれからは必要となっている。

新たに「特殊な取り組み」「過剰なグレードアップ」を行うのではなく、体系的に整理された概念に基づいて、例えば、勾配のきつい箇所に手すりを設置するなど、道路利用者の視点で、より気を配りデザインに配慮した道路整備を進めることで、「質の高い道路空間」をつくり出していくことを目指している。

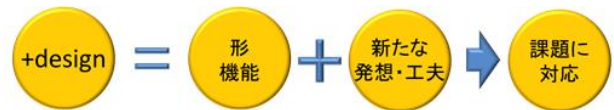


図-5 “+design”の概念イメージ



写真-10 利用者への配慮（手すりの設置）

### 3.3 まちなか拠点

現在、本市では、都市計画部局を中心に、三宮再整備の検討を全庁的に進めており、「都心三宮の未来の都市像」を示している。しかし、この未来像を実現するには、都心全体の交通体系の検討や関係者の調整など、中長期的な取り組みとなる。

そこで、大規模な改築を伴う整備ばかりではなく、小さな変化からまちが変わっていく姿を示すことで、市民がまちの魅力向上を実感できる短期的な取り組みとして、「道路のリデザイン」の観点から、「まちなか拠点」の整備に取り組んでいる。

「まちなか拠点」とは、道路上に生み出した空間を待ち合わせやちょっとした休憩をする場所に

整備するもので、これらが機能的に連携することにより、単なる「通行するみち」から、「回遊の拠点となるみち」「歩いて楽しいみち」「都市の魅力を発信するみち」へつくり変え、「選ばれるまち神戸」を目指すものである。



図-6 まちなか拠点の整備イメージ

「まちなか拠点」には、単なる空間を設けるだけではなく、「わかりやすさ」、「集まりやすさ」、「回遊性」、「快適性」などの要素が必要となる。

それらを考慮し、シンボリックなモニュメントなど「ランドマークとなるしつらえ」、ベンチの設置など「気軽に憩うことのできる施設」、案内サインなど「インフォメーション機能」、地域らしさを反映した舗装など「管理コストを意識した美装化」を備えた整備を行っていく必要がある。

また、地域と連携した管理体制の構築などの検討も必要であると考えている。

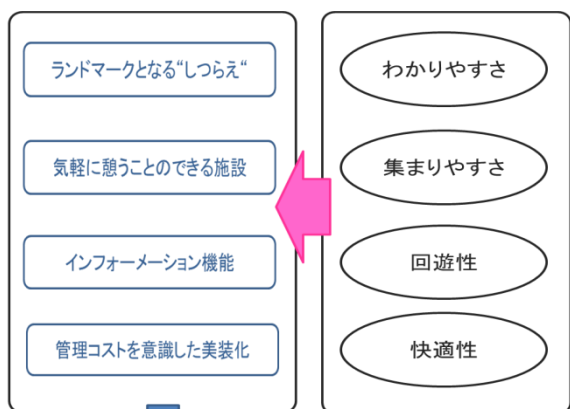


図-7 まちなか拠点に必要な要素

例えば、三宮中央通りでは、機能的に利用されていなかった駐車帯の一部および歩道上の3ヶ所に「KOBEパークレット」を設置する社会実験を行っている。

パークレットとは、既存の道路構造を変えずに、道路上にウッドデッキ等を敷き、ベンチの設置や飾花等を施し、自動車のための空間を歩行者空間に置き換えるものである。



写真-11 KOBEパークレット

また、「まちなか拠点」とあわせて、点（拠点となる場所）、線（拠点を結ぶ経路）、面（面的な回遊性）を意識して、案内サインやベンチなどを適切に配置していきたいと考えている。



写真-12 案内サイン

#### 4. おわりに

これまででは、維持管理や交通機能確保の観点から排他的であったこれら道路空間の整備について、まちなかの憩いや賑わいの創出を図ることを目的に、積極的かつ計画的に推進していく予定である。

このような様々な整備を通して、人々がいつまでも住み続けたい神戸のまちづくりに繋げていきたい。

# 御堂筋の道路空間再編に向けたモデル整備について

## ～検討経過とモデル整備～

大阪市建設局道路部道路課 生嶋 圭二

### 1. 御堂筋道路空間再編の概要

#### 1-1. 背景

御堂筋は、大阪市の中心部を南北に貫く幅員44mの幹線道路であり、そのイチョウ並木や高さの揃った沿道建築物が創り出す美しい景観から、大阪のシンボルストリートとして広く市民に親しまれており、平成29年5月に完成して80年を迎える。



写真-1 御堂筋

大幹線道路としてこれまで大阪の経済成長を支え、今日の大阪の発展に寄与した貢献度は計り知れない。一方で、グローバル化や少子高齢化社会の進展をはじめ、交通量の変化や交通手段の多様化など建設当時とは社会情勢が大きく変化をしている。現在の御堂筋における交通に目を向けると、自動車交通量が約40年前に比べ約4割～5割減少している一方、歩行者・自転車交通量は増加傾向を示しており、特に自転車は約40年前に比べ約6倍～7倍と大きく増加している。

また、近年、商業施設やホテルなど賑わい施設が進出するようになり、周辺のまちの状況も大きく変化を見せるとともに、人々が御堂筋に対して求める機能も、憩いや賑わいなど多様化している。その中で、御堂筋では、放置自転車や歩道上にお

ける歩行者と自転車の錯綜等の交通的な問題が深刻化している。また、国内外を含めた都市間競争の激化、道路空間を活用した都市の魅力を高める取り組みも各地で進展しており、御堂筋に課せられた役割は大きく、御堂筋の強みを発揮したまちづくりが求められている。

#### 1-2. これまでの検討経緯

こうした状況を受けて、御堂筋及びその周辺地域における人々の行動形態やまちの状況を踏まえ、広く市民や道路利用者の合意を図りながら、今後の御堂筋の道路空間利用のあり方について検討するため、平成21年12月14日、有識者、地元、経済界等で組織する「御堂筋空間利用検討会」を国土交通省と本市が共同で設置し、議論がスタートした。

平成24年4月1日から、指定区間外の国道として大阪市が管理をすることとなったが、御堂筋の道路空間再編において、これまでの検討経緯について、図-1に示す。

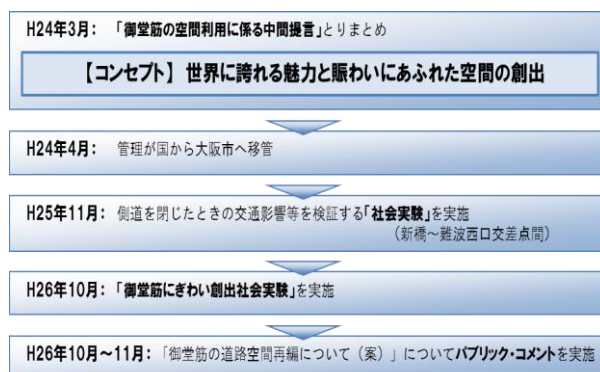


図-1 検討経緯の経過

### 2. モデル整備について

これまでの各検討により、御堂筋の将来像としては、側道を活用して“車中心”から“人中心”

の道路への転換をめざす方向性が示されたが、交通への影響等が懸念されるため、交通管理者や道路利用者等の関係者と具体的な合意には至っていない状況であったため、御堂筋の道路空間再編を進めるにあたっては、図-1で示したとおり「側道閉鎖の社会実験」「パブリックコメント」を実施した。頂いた意見は賛否両論、様々な意見が並立している状態であり、まずは、御堂筋の将来イメージを現地で可視化するため、比較的自動車交通量も少なく、既に本線西側の側道が閉鎖されている千日前通以南（難波～難波西口交差点間）の約200mをモデル整備区間として設定し、平成26年度までに基本的な整備内容を検討した。

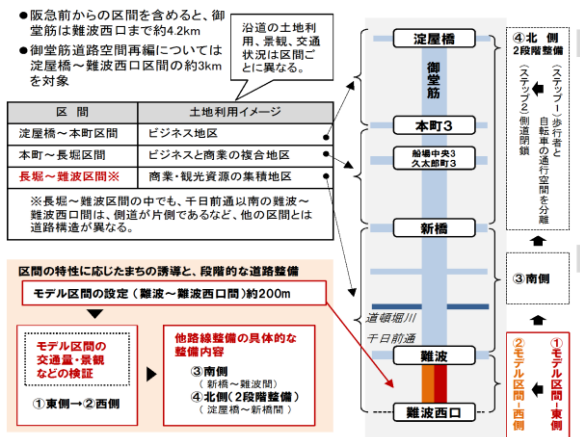


図-2 御堂筋のエリア図とモデル整備区間

モデル整備区間は、側道を利活用し、喫緊の課題となっている歩行者と自転車が歩道内で混在している状況の解消を行うとともに、整備によって道路空間再編の将来イメージを現地で可視化し、歩行者・自転車通行の安全性や快適性、賑わい形成等の検証に繋げていくことを目的として実施した。



写真-2 整備前の側道車線

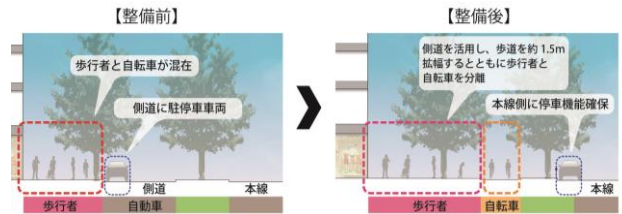


図-3 モデル整備の概要 (断面イメージ)

### 3. 整備の検討及び協議・調整について

#### 3-1 施設デザインの検討

##### (1) 検討体制・経緯 (有識者ヒアリング等)

モデル整備区間における道路附属施設等のデザインについては、これまでに検討されてきた道路(空間)デザインの方向性を踏まえるとともに、有識者(デザイン面)や関係者(機能・維持管理面、施工面等)へのヒアリングによる意見聴取や現地立会の結果を踏まえて決定した。

##### <モデル整備における有識者ヒアリング>

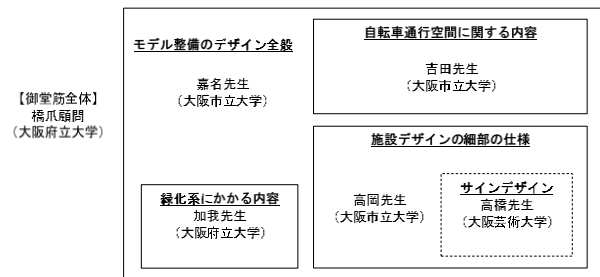


図-4 有識者ヒアリング状況

施設デザインの検討体制・プロセスについては、図-4に示すとおり、橋爪顧問(都市魅力戦略に関する顧問)と相談の上、モデル整備のデザイン全般を嘉名先生に、自転車通行空間に関する内容については吉田先生に、デザインの細部の仕様については高岡先生(サインのデザインに関してはサインの専門家である高橋先生にも入って頂いた)に監修を依頼し、適時、ヒアリング・現地立会を実施して、検討を進めた。

表-1 デザインにかかる検討経過

| 時期                            | 有識者  | ヒアリング内容                 | 現場立会 |
|-------------------------------|--|-------------------------|------|
|                               |  | 道路施設デザイン全般              |      |
|                               |  | 道路施設デザイン(仕様、デザイン等)      |      |
|                               |  | 道路施設デザイン(歩道舗装材試験張り)     | ○    |
|                               |  | 道路施設デザイン(街乗・目地・サインの大きさ) | ○    |
| H27.4<br>～<br>H28.6<br>(計23回) | 嘉名先生(7回)<br>高岡先生(12回)<br>吉田先生(10回)<br>加我先生(2回)<br>高橋先生(4回) | 道路施設デザイン(自転車通行空間の色)     | ○    |
|                               |  | サイン計画全般                 |      |
|                               |  | サイン計画(配置・デザイン等)         |      |
|                               |  | 自転車通行空間                 |      |
|                               |  | 検証項目                    |      |
|                               |  | 事前現場検証                  | ○    |
|                               |  | 御堂筋デザイン会議(第1回道路デザイン部会)  |      |

また、平成27年10月には、図-5に示すとおり、御堂筋全体のデザインについて検討する「御堂筋デザイン会議道路デザイン部会」が立ち上げられている。

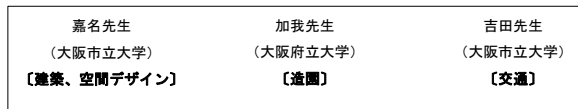


図-5 御堂筋デザイン会議道路デザイン部会の検討体制

(2) 検討フロー

道路付属施設等のデザイン（詳細仕様〔形状・材質、色彩等〕）の検討対象施設を表-2に検討フローを図-6に示す。

表-2 検討対象施設一覧

| 分類     | No.  | 箇所              | 仕様・規格                           | 調整事項     | 現場検証 |
|--------|------|-----------------|---------------------------------|----------|------|
| ①舗装    | (1)  | 一般歩道部 (既設復旧部)   | 研磨・ショット掘石平板 (45×45×6)           | —        | —    |
|        | (2)  | 一般歩道部・植栽部 (新設部) | ショット掘石平板 (45×45×6)              | 色、大きさ    | ○    |
|        | (3)  | 自転車通行帯部         | 半たわみ性舗装                         | 色、目地パターン | ○    |
|        | (4)  | 交差点部 (難読3丁目)    | アスファルト舗装                        | —        | —    |
|        | (5)  | 枝道部             | インターロックブロック (15×30×6)           | 色、配座パターン | ○    |
| ②境界石   | (6)  | 一般歩道部 (新設部)     | 視覚障害者用誘導ブロック (30×30×6)          | 色、仕様     | ○    |
|        | (7)  | 車道境界部           | コンクリートブロック (大阪市型)               | —        | —    |
|        | (8)  | 植栽部             | 自然石ブロック (掘直し【再利用】)              | —        | —    |
| ③街梁    | (9)  | 一般歩道部           | 掘石ブロック                          | —        | —    |
|        | (10) | 植栽部             | 植栽境界ブロック (大阪市型)                 | —        | —    |
| ④防護柵   | (11) | 自転車通行帯部         | コンクリート (流し出し柵)                  | 色        | ○    |
|        | (12) | 交差点部            | 安全柵・車両用防護柵 (ガードパイプ)             | 色、仕様     | —    |
| ⑤照明・信号 | (13) | 一般歩道部           | 進入防止柵：串止め                       | 色、仕様     | —    |
|        | (14) | 植栽部             | 横断防止柵                           | 色、仕様     | —    |
| ⑥植栽関係  | (15) | 歩行者照明灯          | LED化 (ランプ)、塗装の塗り直し              | 塗装施工方法   | ○    |
|        | (16) | 車道照明灯           | 照明器具の交換 (光源：HID→LED)、塗装の塗り直し    | 色、集約化    | —    |
| ⑦サイン   | (17) | 標立柱             | 塗装の塗り直し                         | 色、集約化    | —    |
|        | (18) | 植栽部             | 樹木保護蓋、ツリサークル                    | 色、仕様     | —    |
|        | (19) | 一般歩道部           | 植栽ブロック+地被類                      | 仕様       | —    |
|        | (20) | 植栽部 (植栽帯)       | 低木・地被類等                         | 仕様       | —    |
|        | (21) | 自転車通行帯部         | 相対面対策：中空ブロック (ボカラ工法)            | —        | —    |
| ⑧その他   | (22) | 自転車通行帯部         | 根上がり再発防止対策：根系透過耐圧基礎 (パワーマックス工法) | —        | —    |
|        | (23) | 自転車通行帯起終点部及び    | 小型看板 (通行区分・注意喚起表示)              | 色、仕様     | —    |
|        | (24) | 交差点部            | 路面表示 (ピクト) (通行区分表示)             | 色、大きさ    | ○    |
|        | (25) | 自転車通行帯横断箇所      | 路面表示 (ピクト) (注意喚起表示)             | 色、大きさ    | ○    |
| ⑨その他   | (26) | 目柱              | 塗装の塗り直し                         | 色        | —    |
|        | (27) | 地上機器 (イルミ)      | 塗装の塗り直し                         | 色        | —    |
|        | (28) | 一般歩道部・植栽部       | 不法駐禁止マーク：看板、路面表示                | 設置場所、可否  | —    |
|        | (29) | マンホール蓋          | マンホール蓋：化粧蓋                      | 化粧       | —    |
|        | (30) | 標識 (横面塗装)       | 標識                              | 色        | —    |

検討にあたっては、まずは、形状や色、材質等の比較条件を設定した後に、本市仕様で整備する施設とデザインを検討する施設を選定するなど、検討対象施設を選定したうえで、有識者にヒアリングを行い、施設の仕様を決定している。



図-6 デザインの検討フロー

なお、これら施設のデザイン決定には、維持管理面についても考慮するとともに、比較を行い、施設デザインを決定した。

(4) 協議のポイント

今回、モデル整備区間のデザイン検討にあたっては、それぞれの専門家である有識者による検討体制を確立し、それぞれの意見を踏まえ選定したこ

とにより、大阪のシンボルストリートである御堂筋に相応しい景観に調和した整備が実現できたと考えている。

デザイン検討の過程において、有識者（デザイン面）に加え、関係者（機能・維持管理面、施工面、等）を交え、主要な材料に関する現地立会を実施したことで、それぞれの立場からの意見を踏まえ、デザイン面の重視に偏ること無く、機能・維持管理面やコスト面（主に標準品を使用）などからも適切な材料の選定が実現できた。



写真-3 舗装材の試験張り風景

しかしながら、機能面とデザイン面で意見が相違するなど、特にポイントとなった項目は、次の2点である。

- ・点字ブロック
- ・横断防止柵

点字ブロックについては、デザイン面から周囲の景観に調和させるため、黄色ではなく、グレー系が望まれたが、視覚障害者団体の立場からは、点字ブロックは「黄色」が標準となっており、見慣れた色でないと認識が難しい、また、御堂筋のような目立つ場所で「黄色」以外の点字ブロックを使用すると他への影響も大きいとのことから、「黄色」以外の色は認められず、今回は「黄色」で整備することとなった。



図-7 点字ブロックの選定について



横断防止柵の設置については、側道を閉鎖して歩道を拡幅するにあたり、大阪市としては、横断防止柵などの空間を分断する施設の設置は極力避けたいと考えていたため、低いタイプのボラードやチェーン付柵などにより空間に配慮した整備を考えるとともに、秋の大規模イベント時などの雑踏対策として脱着式にするなど検討していたが、警察からは、「自転車通行空間」と「植栽帯部」の境界部に乱横断防止対策として通常の横断防止柵を設置するように指導され、協議を重ねた結果、横断防止柵は、乱横断防止として、分離帯部の車道寄りに設置（歩行者の通行幅員を確保するため75cmの隔離を確保）することになった。なお、柵のタイプとしては、脱着式での整備とした。



図-8 検討対象施設一覧

### 3-2. 整備形態の検討について

#### (1) 検討体制・経緯（警察協議）

モデル整備（東側区間）における整備形態の検討にあたっては、主に機能面（交通安全面）に関して、自転車通行空間の整備手法及び幅員・色や、乱横断防止対策、サイン設置による歩行者・自転車の交錯防止対策、標識や信号の集約化など表-3に示すとおり、警察と多くの協議を重ね、その協議結果を踏まえ決定した。

表-3 大阪府警察本部等との協議一覧

| 時期                      | 会議等           | 検討・協議内容             |
|-------------------------|---------------|---------------------|
| 平成26年度                  | 全体会議(4回)      | 自転車通行空間の整備手法        |
| 平成27年度<br>(最終:平成27年12月) | 自転車通行空間の安全対策  | 明示・分離方法             |
|                         |               | 通行幅員                |
|                         |               | 誘導・交錯防止対策           |
|                         | 乱横断防止対策       | 横断歩道の対策             |
|                         |               | 街角部の対策              |
|                         | 交差点・横断歩道の安全対策 | 株道との交差点の対策          |
|                         | 南側起終点部の線形     | 通行区分標示              |
|                         |               | 信号・標識等の移設・集約化(共架)検討 |
|                         |               | 施工協議・調整             |
|                         |               |                     |

#### (2) 協議のポイント

整備形態については、主に機能面（交通安全面）に関して警察との協議結果を踏まえ決定しているが、平成26年度の「自転車通行空間の整備手法」の検討から協議を開始し、全ての項目において協議・調整を完了するまで概ね1年間とかなりの長期間を要することとなった。

中でも、特にポイントとなった警察との協議・調整項目については、以下の2点である。

- ・ 自転車通行空間の色について
- ・ 横断防止柵の設置について

自転車通行空間の色について、協議当初は、警察から自転車通行空間の色について一般的に使用されている「青色」でないと利用者が認識できないとされていた。



図-9 「青色」をイメージした整備

大阪市としては、自転車は車両の一つであることから、視覚的に歩道との区別がわかりやすいよう舗装はアスファルト系とすることとし、協議を重ねた結果、自転車通行空間の明示・分離方法については、視覚的な分離、ピクトやサインの設置、歩道との段差（構造分離）を設けるとともに、舗装材を半たわみ性舗装とし、「グレー系」で整備することで了解を得た。



写真-4 半たわみ性舗装の試験舗装の風景

なお、横断防止柵については、施設デザインの検討で記載したとおりであるため、省略する。

### 3-3 維持管理を踏まえた検討について

本稿では、これまでデザイン面や安全性にかかる内容を説明してきたが、道路管理者として欠かすことのできない維持管理について、検討してきた内容を少し述べる。

今回材料を選定するにあたっては、有識者だけでなく維持管理を行う現場事務所などと調整を行い、維持管理面の意見を踏まえ決定している。材料の選定にあたっては、緊急的な補修に対応が可能な市場に流通している材料を選定（メーカー標準仕様）するとともに、機能的性能（耐久性、維持管理性、安全性（歩行性）において適した材料の選定を行った。

歩道舗装材においては、テストピースを用意し、実際に現場に持ってきて不陸・沈下対策やすべり防止の機能面について関係者が集まり確認を行った。ポイントとなったのは不陸対策であり、御堂筋では不陸が生じている箇所があるとの声も多く、即自的な対応が必要となっていることから、不陸防止強化板を用いて不陸防止の対策を考慮して歩道舗装材を採用することとしました。

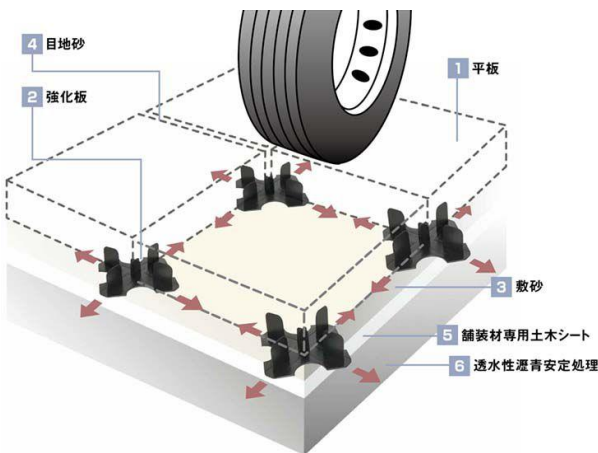


図-10 不陸防止強化板

なお、整備にあたって、既設の境界石（自然石）で再利用可能なものは活用するなど、コスト削減も考慮した整備を行うとともに、デザイン面を特に考慮しない箇所については、大阪市の標準仕様を基本に整備を行っている。

その他には、イチョウの樹勢回復対策として、試行的に自転車通行空間の下に中空ブロックを入

れることでブロック内部の土が固まらず、根が広がるスペースの確保を行うことや、根が広がりやすくなるとともに根上り防止対策となる「根系誘導耐圧基盤材」をイチョウの周りに入れるなどの対策を行うなど、今後のあり方検証につなげていくこととしている。また、イチョウの周りに植える樹種についても、維持管理に容易で調達可能な一般的に流通している樹種を選定している。

### 3-4. 地元との協議について

地元協議会である「御堂筋沿道・千日前通以南モデル区間整備協議会」は、モデル整備区間に関係する地元及び団体が集まり、協調し、モデル整備のあり方などについて、意見交換等を実施するため設立されている。

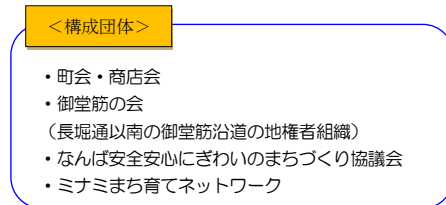


図-11 構成団体

地元協議会では、本市職員からモデル整備区間での基本方針やその時点での進捗状況を説明するとともに、御堂筋の問題点や整備後のまちづくりなどについて意見交換を行った。



図-12 モデル区間協議会ニュース

協議会は、平成7年4月9日に第1回会議を開催し、整備が完成するまでに計12回の会議を開催した。なお、平成28年11月10日には、地元開催のオープンイベントを行っている。

なお、オープンイベントでは、「世界に誇る安全・安心で快適なメインストリート宣言」を行い、歩行者と自転車が安全に通行できる通りにすることを目的に、通行ルール遵守のための環境整備や啓発活動に取り組んでいる。その他、路上駐輪・放置自転車防止の啓発や清掃美化の取り組み、御堂筋イルミネーションなど関係者が連携してプロモーション活動にも取り組んでいる。

### 3-5. 報道発表について

表-4 工事経過とプレス発表

| 整備実施・プレス(報道)発表について |                     |
|--------------------|---------------------|
| 平成27年2月17日         | プレス発表【モデル整備の実施】     |
| 平成28年1月12日         | プレス発表【モデル整備の開始】     |
| 平成28年1月13日         | 工事着手(試掘等)           |
| 平成28年2月15日         | プレス発表【側道閉鎖の実施】      |
| 平成28年3月1日          | 側道閉鎖(本格工事着手)        |
| 平成28年10月20日        | プレス発表【自転車通行空間の供用開始】 |
| 平成28年11月10日        | 自転車通行空間の供用開始(工事完成)  |

**御堂筋の道路空間再編に向けたモデル整備により、千日前通以南(難波～難波西口交差点)の東側側道閉鎖を平成28年3月1日(火)午前1時から閉鎖します。**

**対象位置** 対象区間

- 左図に示す側道閉鎖区間(黄色の斜線部)は、自転車等の通行及び停車ができません。
- 3月1日より、側道から本線への通行が可能となります。(下図参照)

**断面図【イメージ】** **整備イメージ**

図-13 プレス用チラシ(側道閉鎖)

工事の実施に際しては、平成28年3月1日に側道閉鎖を行った。側道閉鎖に先立ち、地元関係者

や道路利用者に向け、報道発表やホームページへの掲載、現場での看板設置などにより、周知徹底を図った結果、多くの新聞やTVなどで取り上げられたこともあり、特段の混乱もなく側道を閉鎖することができた。

## 4. 今後の課題

### 4-1. デザイン選定における課題

| 分類         | 課題  |
|------------|---|
| 街渠         | <ul style="list-style-type: none"> <li>自転車通行空間の街渠は、幅50cmの通常タイプの出張しているが、もっと幅広いタイプの標準品は使えない(3mのうち50cm、1/6が街渠であり目立つ)。</li> <li>スリットタイプはイチョウの葉が目隠りするため、維持管理上不可。</li> <li>排水機能上、柵の数が増えすぎないことを検討する必要がある。</li> </ul> |
| サイン・標識・看板等 | <ul style="list-style-type: none"> <li>現状は、大阪市標準仕様の路面表示・看板が設置されているが、デザイン性を考慮(景観に調和)した御堂筋オリジナル仕様はつくれないか(今回の通行区分サインのロゴに合わせたもの等)。(他のサイン等についても同様)</li> </ul>  |
|            | <ul style="list-style-type: none"> <li>縦線単線柱の支柱の色(通常は白、モデル整備区間は一部ブラウン系)の統一</li> <li>標識・看板の裏面の色やデザイン(色を合わせる、目立たないようにする、等)</li> </ul>   |
| 通り名サイン     | <ul style="list-style-type: none"> <li>通り名(鉄道)サインの検討。</li> <li>御堂筋の大きな案内サインは必要か。</li> </ul>   |
| システム柱化     | <ul style="list-style-type: none"> <li>番号、照明、その他看板(上の通り名サイン含む)を集約し、デザイン性も考慮したシステム柱化。</li> </ul>   |

図-14 今後の課題

御堂筋におけるデザイン検討にあたっては、今回のモデル整備で一定の整理はできたと考えているものの、より景観に配慮した整備をするためには、図-14に掲載の事項について整理が必要と考える。

#### (1) 街渠

今回の整備にあたっては、図-15のとおり整理し検討を行っている。その際に円形水路や30cmの幅での施工を検討したが、本市維持管理部署と調整の結果、通常どおり50cmでの整備となった。

| 選定材料の概要 |  | 自転車通行帯部  |   |    |         |
|---------|--|--|---|----|---------|
| 箇所・仕様   | コンクリート   | 円形水路   | コンクリート(30cm)  |    |         |
| 概要      | 一般的なコンクリート素材であり、無補強で素材強度が足りない。<br>幅が50cmあり、円形水路と比較すると道路幅が狭くなる。 | 排水機能が強い。道路幅員の有効利用、全道に連続した排水溝による集水能力、悪天候を生き残る。幅を狭くできるため、すっきりした空間となる。<br>一方、イチョウの落葉などによる目詰まりが発生しやすいため維持管理面で劣る。 | 幅を50cmから30cmに狭めて、舗装面積(道路幅員)を広げた案。<br>歩道が道路より上りた歩道上に20cmはみ出るため、段差が生じ、障子目等の対策が必要となる。<br>30cm幅の街渠を採用すると、側道多設する必要がある。 | 設計 | 自転車通行帯部 |
| デザイン性   | △  | ○  | ○   | ○  |         |
| 施工性     | ○  | △  | ×   | ×  |         |
| 維持管理性   | ○  | ×  | △   | △  |         |
| 総合評価    | ○  | △  | △   | △  |         |

図-15 街渠の比較検討

今後は、維持管理手法や他都市事例を参考にし、モデル的に整備するなど、比較検討を進める必要がある。

#### (2) 自転車放置禁止シール

自転車放置禁止シールの仕様は、条例で大き

さ・色が決められている。撤去対象地域であると思われるように、ある程度の設置が不可避な状況であるが、今後、景観に配慮した仕様を検討する際は、条例の変更も検討する必要がある。

### (3) システム柱化

景観に配慮するには、集約化が必須であると考えられるが、今回は、管理者ごとに管理が可能なように集約をした。今後はシステム柱化に向け、どのような協議が必要であるかを整理し、維持管理がスムーズにできるよう調整・協議を進める必要がある。

## 4-2. 警察協議における課題

整備形態については、警察協議・調整に長期間を要したものの全ての項目で整理され調整できたと考えている。

表-5 条件付きで認められた項目

| 項目                            | 検証項目・内容             |
|-------------------------------|---------------------|
| 自転車通行空間の明示・分離方法（色：グレー系）       | 通行区分の遵守率、等          |
| 乱横断防止対策（横断防止柵の設置位置・分離帯部の車道寄り） | 乱横断の状況、等            |
| 雨側起終点部の線形（車道を1車線削減）           | 渋滞・滞留状況、等           |
| 通行区分標示（通行車線（≠停車帯）としての運用）      | 駐停車車両への影響、渋滞・滞留状況、等 |

しかしながら、警察からは、今回はモデル整備であることから、「自転車通行空間の色」及び「横断防止柵の設置」の2点（協議のポイント）を含め、幾つかの項目において、整備後に検証を行った結果、改善の必要が認められる場合は、改めて協議を行い改善策を検討することとしている。

## 5. おわりに

モデル整備における自転車通行空間は、平成28年11月10日に供用開始し、自転車の通行が可能となった。供用開始当日は、前項で述べたように地元主催のオープニングセレモニーも行われ、報道関係者も多く華々しい開通式となった。



写真-5 地元主催のオープニングセレモニー

現在、御堂筋の将来ビジョンの策定も進めているところであるが、今後は、今回整備した難波交差点より北側の道路空間再編の整備を見据えてモデル整備区間の検証を進めていく予定である。



写真-6 供用開始後の現場写真

### ～参考文献～

「御堂筋の空間利用に係る中間提言」

（平成24年3月30日・御堂筋空間利用検討会）

# 大阪市の市電事業で建設された橋梁図面の調査報告

## ～関西道路研究会自主研修グループの取組み～

研究会代表 松村 博  
研究会幹事 黒山 泰弘

大阪市の市電事業によって建設された橋梁図面が市に大量に保管されている。大阪市の橋梁課に在籍した職員を中心にそれらの図面を基にした調査を進めてきた。本稿はこれら図面の概要や調査内容を紹介するものである。

### 1. 研究会設立経緯

明治末から大正時代にかけて建設された市電の橋の図面が大量に残されていることがわかった。大阪市建設局橋梁課が所管する図面庫に以前から所蔵されたものだが、担当職員すらもその存在に注目することなく、いわば倉庫の片隅で半ば忘れられていた存在であった。これらの図面は市電の線路が撤去される中で、交通局から橋の管理を行う土木局(建設局)へ引き継がれたものであるが、今回の調査に参加している橋梁課の元職員ですらほとんど意識の外にあった。

その最大の原因は、これらの図面が現在の仕事にほとんど無縁の存在であったからである。対象となる橋はそのほとんどが架け替えられており、仕事の参考に供されることがなかった。このような過去の構造物の図面や計算書は、橋が架け換えられてしまうと、用済みのものとして廃棄処分されるのが一般的であるからである。このため、国、府県、市町村の橋梁管理部署では元々過去の書類や図面の保管がかなりずさんであるばかりでなく、貴重になりつつある過去の書類の保存の重要性を認識している担当者が少ない中で、このような書類の保存は危機的状況にあると言っても過言ではない。

今回市電図面の存在に気付いた職員の呼びかけで、橋梁課の元職員を中心に図面を見学する機会があり、それらの図面の美しさ、丁寧さ、正確さに感動したのが今回の研究会を立ち上げたきっかけである。百年以上も前に先人たちが苦勞をして作り上げた図面、もちろんこれらの図面を基にして造られた橋梁群があったことは間違いがないことではあるが、それらの橋が現存していない以上はこれらの図面を現代の人々に知ってもらうことが大切であるという考えで一致をして、現役の建

設局・交通局の職員、興味のある元職員、さらに本調査研究に賛同していただける研究者、実務経験豊富な橋梁メーカーの技術者にも加わっていただき、関西道路研究会自主研究会制度を活用して研究会を設立し、調査を進めてきた。

本稿はその調査概要を紹介するものである。

### 2. 研究会の構成と開催経過

研究会の構成員を表一に示す。なお、現在まで5回研究会を開催している。

#### 第一回

- 研究会の進め方
- 五十畑先生による講演「鋼橋技術研究会公共の史料性に関する調査研究部会報告」

#### 第二回

- 熱田委員による説明「旧大正橋の図面から読み取れること」
- 松村代表からの説明「市電事業の都市計画的な位置づけ」

#### 第三回

- 佐々木先生による講演「歴史的橋梁の保存・活用事例(りんどう橋、霞橋)について」
- 正木委員による説明「旧大阪鉄工所製作の橋梁図面を見ての感想」
- 研究会の今後の進め方

#### 第四回

- 交通局 OB 道田氏からの話題提供「昭和30年頃の市電橋梁の状況」
- 松村代表からの説明「市電路線選定経緯の検証」

#### 第五回

- 五十畑先生による講演「市電建設時代の橋梁技術基準等について」
- 松村代表による説明「市電路線選定の検証」

(改訂版)」

- 丸山委員による解説「大阪市電に関する設計基準（主に荷重規定）」
- 委員分担で作成した市電橋梁図面の橋個別カルテ作成結果報告
- 研究会報告書作成方針に関する討議

表-1 研究会の構成

|        | 氏名     | 所属         |
|--------|--------|------------|
| 代表     | 松村 博   | 大阪市元職員     |
| 幹事     | 黒山 泰弘  | 都市技術センター   |
| 委員     | 熱田 憲司  | (株)横河ブリッジ  |
|        | 石田 貢   | 協和設計(株)    |
|        | 須藤 丈   | 日立造船(株)    |
|        | 薮 直樹   | 大阪市交通局     |
|        | 島村 勇次  | 大阪市建設局     |
|        | 平野 みゆき | 大阪市建設局     |
|        | 中井 亮太郎 | 大阪市交通局     |
|        | 西尾 久   | 大阪市元職員     |
|        | 正木 洋二  | 日立造船(株)    |
|        | 丸山 忠明  | (株)駒井ハルテック |
|        | 山内 堅次  | 大阪市建設局     |
| 横谷 富士男 | 大阪市元職員 |            |
| アド     | 五十畑 弘  | 日本大学教授     |
| バイ     | 川谷 充郎  | 神戸大学名誉教授   |
| ザー     | 佐々木 葉  | 早稲田大学教授    |

### 3. 保存図面の概要

図面の整理とリスト化は、まず図面が保管されているブリキ缶のほこり払いから始まった。筒の中の図面のも積年のほこりがたまっており、一枚



写真-1 旧大正橋の原図

ずつほこりをぬぐって、中身を確認して、それぞれの内容をメモする作業を繰り返した。その結果、市電時代に建設された橋の構造が詳細に把握できるほど整ったものが多いことがわかってきた（写真-1 参照）。

当時の図面はほとんどが蠟布（蠟紙）にトレースされており、後のトレーシングペーパーなどと比べると劣化は極めて少ない。しかし、これらの図面を広げて見るのは多くの労力が必要となるため、全てを電子化することにした。

さらに調査を進める中で、交通局において過去管理用に使われ、保管されていた青写真の橋の図面がかなり大量に残っていることが分かった。また大阪市公文書館に所蔵されている交通局から移管された市電関連文書の中にもかなりの量の市電橋梁の図面や計算書が含まれていることが分かった。これらに含まれている橋梁図面も可能な範囲で電子化を行った。

このような図面の内容を把握して、技術者や研究者ばかりでなく、一般の市民にも知ってもらうことが大切であると考えようになった。そのためには図面をわかりやすい形で分類し、内容を詳細に把握して提供する必要がある。しかし、すべての図面でこのような作業を行うことは時間を要するため、主要な路線、橋梁を選んで図面の分類を行い、内容の把握に努めた。

保存されている図面の概要を表-2に示す。なお、表中橋名に網掛けしたものは図面の内容をカルテ風に分析整理した橋梁である。また、市電路線網図を図-1に示した。さらに、公文書館で発見した構造計算書リストを以下に整理した。



写真-2 原図の保管状況

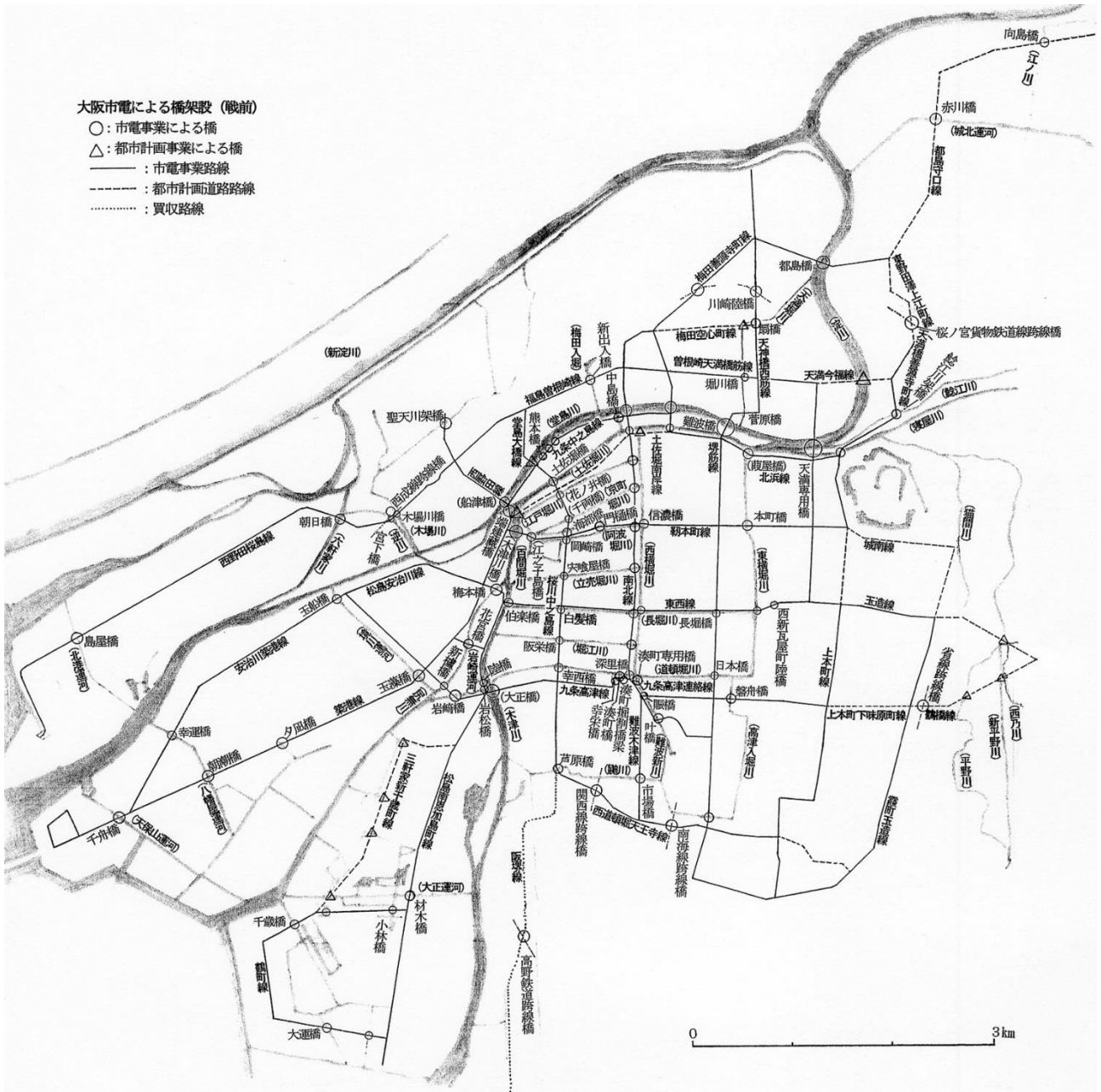


図-1 市電路線と架橋箇所(松村作成)

#### 4. 調査検討項目

図面リストの作成後、代表路線を抽出し橋ごとにカルテ風に分析・整理することとし、その内容は以下を基本とした。なお、カルテは現在約20橋完成している。

- ①橋梁諸元(所在地、完成年月、設計荷重、上部形式、橋長・幅員等諸元、下部形式、施工者)
- ②図面の種類と構成ならびに一覧表
- ③構造の概要(図面から読み取れること)

図面の特徴、表記法、上部工の構造的特徴とデザインの特徴、材料の表記、添接の方法と特徴、注記の特徴、下部工の特徴、施工の支持など、床組床版の構造と特徴、高欄、照明、親柱など図面から読み取れることを忠実に記載。

#### ④計算書の概要

#### ⑤現在の状況、参考文献などの付加情報

次に、残された計算書や当時の設計基準等を参照し当時の設計基準について考察することとしている。

また、「市電路線選定経緯の検証」として、①都市内交通手段としての市電を選択した経緯、②市営主義の確立、③路線の選定にあたっての都市計画的な位置づけ、④事業の採算性、の4項目について、文献調査により取りまとめる予定である。

#### 5. 大阪市公文書館所蔵の構造計算書

##### ① 築港線小橋梁の計算書

軌道及び土木施設建設改良工事関係書類(線

路之部 築港線) 簿冊整理番号 3235

- ② 九条高津線木津川架橋(大正橋)、尻無川架橋(新櫛橋)、湊町架橋耐力計算書  
軌道及び土木施設建設改良工事関係書類(九条高津線西部 橋梁之部) 簿冊整理番号 8923
- ③ 端建蔵橋橋桁耐力計算書、高松橋、鳥取橋、徳島橋の耐力計算書  
軌道及び土木施設建設改良工事関係書類(線路之部 橋梁之部 九条中之島線) 簿冊整理番号 3236
- ④ 木津川橋計算書  
軌道及び土木施設建設改良工事関係書類(鞆本町線壱 橋梁之部) 簿冊整理番号 3230
- ⑤ 門樋橋、百間堀川架橋計算書  
軌道及び土木施設建設改良工事関係書類(鞆本町線二 橋梁之部) 簿冊整理番号 8919
- ⑥ 天神橋西筋線官線鉄道跨線橋橋桁耐力計算書、扇橋、菅原橋、天神橋筋西一丁目陸橋の設計書  
軌道及び土木施設建設改良工事関係書類(天神橋西筋線 線路之部 橋梁之部) 簿冊整理番号 3229
- ⑦ 鼬川架橋、関西線跨線橋、南海線跨線橋など耐力計算書  
軌道及び土木施設建設改良工事関係書類(西道頓堀天王寺線 橋梁之部) 簿冊整理番号 8922
- ⑧ 城東線跨線橋耐力計算書  
軌道及び土木施設建設改良工事関係書類(上本町下味原町線残部 鶴橋線一部) 簿冊整理番号 3231
- ⑨ 鶴橋線西ノ川栄松橋、平野川、新平野川新橋などの計算書  
土木工事認可申請綴(4号) 簿冊整理番号 3139
- ⑩ 西野田桜島線入堀架橋計算書、鶴町線大運橋改築計算書  
土木工事認可申請綴(2号) 簿冊整理番号 8904
- ⑪ 阪堺線4橋(大和川、住吉川、十三間堀川、古川架橋)の計算書  
土木工事認可申請綴(阪堺線の2) 簿冊整理番号 3233

## 6. 研究会活動で収集した文献資料

本調査で収集した文献資料を以下に示す。また、

建設局に残されていた戦前の橋梁台帳、大阪市立図書館所蔵の「明治大正昭和の写真集」を中心に市電橋梁の写真に収集に努め、現在45橋、約160枚収集できている。

### I 市電事業及び路線選定に関するもの

- 1) 大阪市計画局「大阪のまちづくり」pp. 26～56, 平成3年3月
- 2) 大阪都市協会「まちに住まう - 大阪都市住宅史」pp. 315～320, 1989年8月
- 3) 三輪雅久: 御堂筋と山口半六, 「都市づくりのこころ」pp. 9～23, 2000年12月
- 4) 大阪市役所「第一次大阪都市計画事業誌」pp. 1～97 昭和19年4月
- 5) 大阪市電気局「大阪市営電気軌道沿革誌」大正12年10月 1990年12月復刻
- 6) 花本蔵之助「大阪市電気局四十年史運輸篇」昭和18年9月
- 7) 大阪市交通局「大阪市交通局五十年史」昭和28年10月
- 8) 大阪市新設市街設計説明書: 山口半六一東京大学史料編纂所蔵
- 9) 大阪市新街路設計全図: 山口半六一国会図書館蔵
- 10) 宇田正: 近代大阪の都市化と市営電気軌道事業の一寄与、「近代大阪の歴史的展開」pp. 287～357 昭和51年1月
- 11) 三木理史「都市交通の成立」pp. 27～85, 2010年2月
- 12) 矢本宏: 明治期・大阪における都市プロジェクトの特質 ～都市認識と都市像の変遷について～、建築デザイン研究室 M01T417(大阪市立大学大学院 都市系専攻 修士論文 2003年3月)
- 13) 大久保透「最近之大阪市及其附近」pp. 159～163 明治44年9月
- 14) 「大阪市会史第6巻」明治45年3月
  - ① 議案第三百三十八号市街電気鉄道第二期線延長の件 pp. 266～273, pp. 486～496
  - ② 電気鉄道敷設出願に対し内務大臣へ意見書提出の建議案 pp. 651～652
- 15) 「大阪市会史第7巻」大正3年10月
  - ① 議案第十号電気軌道線路拡築方法の件(谷町線、上本町線) pp. 18～19
  - ② 議案第八十九号電気軌道線路拡築方法変更の件 pp. 227～228
  - ③ 議案第八十八号電気軌道線路拡築方法の



- 件 pp. 338～340、pp. 367～372
- ④ 議案第八十七号電気軌道に関する契約締結の件、同第八十八号電気軌道線路特許出願の件、同第九十四号議案第八十七号中変更の件 pp. 358～365、pp. 376～377
  - ⑤ 議案第八十九号電気軌道線路拡築方法変更の件、同第九十号土佐堀川南岸埋立及護岸改築工事施行の件、同第九十一号電気軌道線路特許命令変更出願の件 pp. 436～439
  - ⑥ 議案第三十八号電気軌道線路拡築方法の件 pp. 554～555、p. 679
  - ⑦ 議案第六十五号電気軌道線路変更出願の件 pp. 811～812
  - ⑧ 議案第九十七号電気鉄道線路拡築方法の件 pp. 865～866
  - ⑨ 議案第二百三十号電気鉄道線路拡築方法の件 pp. 906～908
- 16) 「大阪市会史第8巻」大正4年4月
    - ① 議案第一百五十六号電気軌道線路拡築方法の件(松島安治川線) pp. 247～248
    - ② 議案第百八十八号電気軌道拡築方法の件 pp. 300～316
    - ③ 議案第七号電気軌道々路幅員に関する件 pp. 393～396
    - ④ 議案第八号電気軌道線路拡築方法変更の件 pp. 396～397
    - ⑤ 議案第九号電気軌道線路変更出願の件 pp. 397～401
    - ⑥ 議案第十号電気軌道線路変更出願の件 p. 401
    - ⑦ 議案第十一号電気軌道線路拡築方法の件(松島安治川線) pp. 401～402
    - ⑧ 議案第百三十一号電気鉄道線路拡築方法変更の件 pp. 595～599、pp. 611～617
  - 17) 路面電車特許状綴 簿冊整理番号 11407
  - 18) 電気鉄道築港線関係書類(第1号) 簿冊整理番号 12035
  - 19) 電気鉄道第2期線関係書類(第2号) 簿冊整理番号 12039
  - 20) 電気鉄道第3期線関係書類(第3号) 簿冊整理番号 12040
  - 21) 電気鉄道第3期線関係書類(第4号) 簿冊整理番号 12042
  - 22) 電気鉄道第3期線関係書類(第5号) 簿冊整理番号 12041
- (上記17)～22)は大阪市公文書館所蔵文書)
- 23) 「明治大正大阪市史第3巻」p. 1108 昭和8年
  - 24) 「大阪港史第3巻」pp. 371～373 1964年
    - II 橋の技術報告など
      - 1) 松川、横谷、中川、水上：本町橋の補修、補強工事 「橋梁と基礎」1983年8月
      - 2) 近藤、井上、宮崎：船津橋並びに端建蔵橋の工事報告 「道路」昭和38年?
      - 3) 小西他：大正橋補修工事について 「日本道路会議論文集」昭和32年
      - 4) 河村、近藤、井上：大正橋補強工事について 「道路」1958年12月号
      - 5) 宮北他：大正橋(2ヒンジ鋼アーチ橋)の撤去工事報告 「道路」1971年11月号
      - 6) 小西他座談会：大正橋のスリリングな生涯 「大阪人第25巻」昭和46年3月号
      - 7) 横河橋梁製作所「横河橋梁八十年史」pp. 90～101 昭和62年11月
      - 8) 松村 博：難波橋、大正橋の開通 「大阪市公文書館研究紀要」第13号 平成13年3月
      - 9) 松村 博：「大阪の橋」pp. 23～25、都島橋、天満橋、難波橋、淀屋橋、大江橋、肥後橋、渡辺橋、木津川橋、大正橋、本町橋、長堀橋、日本橋などの記述参照 1987年5月
    - III 技術、設計、施工に関するもの
      - 1) Hiroshi ISOHATA、Tetsukazu KIDA：Development of design and theory bridge structures in modern Japan (近代日本の橋梁設計技術および、構造解析理論の発達について)「土木史研究 第21号 審査付き論文」2001年5月
      - 2) 五十畑・福井：土木アーカイブの確立に関する研究
      - 3) 福井次郎：橋梁設計技術者・増田淳の足跡 「土木史研究論文集 Vol.23」2004年6月
      - 4) 橋梁研究会編：「鋼鉄橋梁設計資料」昭和28年4月
      - 5) 土木学会：「日本土木史—大正元年～昭和15年—」昭和40年12月
      - 6) 多田宏行編著：「橋梁技術の変遷—道路保全技術者のために」2000年12月

## 7.まとめ

現在報告書作成に向け鋭意データ整理や文章化を進めている。なお、この貴重な図面の保存・活用方策についても検討すべき課題である。

表-2 保存図面一覧

| 橋名・建設年代等                         |             |               | 原図の保存状況 |           |      |         | 青焼き                       |      |
|----------------------------------|-------------|---------------|---------|-----------|------|---------|---------------------------|------|
| 路線(番号)                           | 橋名          | 交差物名(川、道路、鉄道) | 番号      | 簡番号       | 図面枚数 | 図面の残存評価 | 特記事項                      | 図面枚数 |
| I 築港線 M36.9 第3期線に合わせて複線化、M41.8完成 |             |               |         |           |      |         |                           |      |
| 101                              | 玉藻橋         | 境川運河          | 1       | K-1       | 5    | ③       | 以下の図面は複線化後のもの             | 9    |
| 102                              | 夕風橋         | ?             | 2       | K-2       | 1    | ④       | 第二原図もあり                   | 2    |
| 103                              | 朝潮橋         | 八幡屋運河         | 3       | K-3       | 3    | ④       |                           | 8    |
| 104                              | 千舟橋         | 築港運河(天保山運河)   | 4       | K-4       | 3    | ③       |                           | 5    |
| II 東西線 M41.8                     |             |               |         |           |      |         |                           |      |
| 201                              | 花宮橋         | 尻無川           | 5       | K-5       | 5    | ④       | 改築時の図面                    | 2    |
| 202                              | 木津川架橋(伯耆橋)  | 木津川           | 6       | K-6       | 1    | ②       | 一般図のみ                     | 1    |
| II 南北線 M42.11                    |             |               |         |           |      |         |                           |      |
| 309                              | 深里橋         | 道頓堀川          | 77      | K-80      | 7    | ④       | 拡幅時の図面                    |      |
| 310                              | 叶橋          | 難波新川          | 7       | K-7       | 14   | ⑤       | 改築工事、第1~3段階               |      |
| III 九条中之島線 M42.11                |             |               |         |           |      |         |                           |      |
| 401                              | 雄建蔵橋        | 土佐堀川          | 73      |           | 33   | ⑤       |                           | 20   |
| 402                              | 熊本橋         | 旧蔵屋敷舟入        | 12      | K-13      | 1    | ②       | 改築時一般図のみ                  | 1    |
| 403                              | 徳島橋         | 旧蔵屋敷舟入        | 13      | K-14      | 1    | ②       | 改築時一般図のみ                  | 1    |
| 404                              | 高松橋         | 旧蔵屋敷舟入        | 14      | K-15      | 1    | ②       | 改築時一般図のみ                  | 1    |
| 405                              | 鳥取橋         | 旧蔵屋敷舟入        | 14      | K-15      | 1    | ②       | 改築時一般図のみ                  | 1    |
| 406                              | 中島橋         | 中之島掘割         | 70      | K-73      | 8    | ⑤       |                           | 1    |
| III 北浜線 M44.10                   |             |               |         |           |      |         |                           |      |
| 501                              | 葎屋橋         | 東横堀川          | 18      | K-18      | 4    | ①       | 一部補修図あり                   |      |
| III 曾根崎天満橋筋線 M44.7               |             |               |         |           |      |         |                           |      |
| 601                              | 天満専用橋       | 淀川            | 60      | K-63      | 13   | ⑤       |                           | 1    |
| 602                              | 堀川橋         | 天満堀川          | 15      | K-16      | 13   | ⑤       |                           | 1    |
| III 堺筋線 M45.5                    |             |               |         |           |      |         |                           |      |
| 702                              | 長堀橋         | 長堀川           | 16, 17  | K-17-1, 2 | 27   | ⑤       |                           | 28   |
| 703                              | 日本橋         | 道頓堀川          | 無       | 無         | 無    |         |                           | 10   |
| III 玉造線 M45.6                    |             |               |         |           |      |         |                           |      |
| 802                              | 西新瓦屋町陸橋     | 玉造線?          | 51      | K-51      | 7    | ④       | 路線道路切り下げのための道路橋?          |      |
| III 福島曾根崎線 T1.9                  |             |               |         |           |      |         |                           |      |
| 901                              | 新出入橋        | 梅田入堀          | 78      | K-81      | 5    | ④       | S12年、架け換え時の図、大坂鉄工所作成      | 7    |
| III 駒本町線 T2.7                    |             |               |         |           |      |         |                           |      |
| 1001                             | 木津川架橋(木津川橋) | 木津川           | 19      | K-19      | 13   | ⑤       |                           | 13   |
| 1002                             | 百間堀橋(江之子島橋) | 百間堀川          | 20      | K-20      | 8    | ④       |                           |      |
| 1003                             | 門樋橋         | 海部堀川          | 21      | K-21      | 3    | ④       |                           |      |
| 1004                             | 信濃橋         | 西横堀川          |         |           |      |         | 原図・青焼きとも不存在。公文書館保管書類に11枚有 |      |
| 1005                             | 本町橋         | 東横堀川          | 89      |           | 16   | ④       | T2.5完成 現存                 |      |
| III 天神橋西筋線 T4.1                  |             |               |         |           |      |         |                           |      |
| 1101                             | 新難波橋(難波橋)   | 淀川            | 67      | K-70      | 31   | ⑤       |                           | 69   |
| 1102                             | 菅原橋         | 天満堀川          | 22      | K-23      | 10   | ④       |                           | 10   |
| 1103                             | 扇橋          | 天満堀川          | 49      | K-48      | 12   | ⑤       |                           |      |
| 1104                             | 川崎陸橋        |               | 23      | K-24      | 15   | ④       |                           |      |
| III 西道頓堀天王寺線 T4.1                |             |               |         |           |      |         |                           |      |
| 1201                             | 道頓堀川架橋(幸西橋) | 道頓堀川          | 8       | K-8       | 15   | ⑤       |                           | 8    |
| 1202                             | 関西線跨線橋      | 関西本線          | 9       | K-9       | 15   | ⑤       |                           |      |
| 1203                             | 南海線跨線橋      | 南海本線          | 10      | K-11      | 6    | ④       |                           | 6    |
| 1204                             | 芦原橋         | 鵜川            | 無       | 無         | 無    |         |                           | 5    |
| III 松島安治川線 T4.4                  |             |               |         |           |      |         |                           |      |
| 1301                             | 梅本橋         | 尻無川           | 75      | K-78      | 7    | ④       |                           |      |
| III 九条高津線 T4.11                  |             |               |         |           |      |         |                           |      |
| 1401                             | 新橋橋         | 尻無川           | 24      | K-25      | 10   | ④       | 1928年改築時の図?               | 8    |
| 1402                             | 岩崎運河橋(岩崎橋)  | 岩崎運河          | 66      | K-69      | 12   | ⑤       | 1918年運河開削?                |      |
| 1403                             | 木津川橋(大正橋)   | 木津川           | 25~28   | K-26-1~4  | 51   | ⑤       | 横河橋梁製作図を含む                | 53   |
| 1404                             | 幸栄橋         | 湊町駅第二掘割?      | 29      | K-27, 28  | 10   | ⑤       |                           | 8    |
| 1405                             | 湊町橋         | 湊町駅第一掘割他      | 30      |           | 9    | ④       |                           |      |
| 1405                             | 湊町駅第一掘割橋梁   | 湊町駅第一掘割       | 72      | K-75      | 7    | ④       | 湊町橋に沿う橋、市電橋梁ではない          | 9    |
| 1406                             | 難波入堀橋(賑橋)   | 難波新川          | 31      | K-29      | 8    | ④       |                           | 6    |
| 1407                             | 鷺舟橋         | 高津入堀川         | 79      | K-90      | 12   | ⑤       |                           | 12   |
| III 難波木津線 T5.2                   |             |               |         |           |      |         |                           |      |
| 1501                             | 市場橋         | 鵜川            | 32      | K-32      | 6    | ④       |                           | 6    |
| III 西野田線 T5.12                   |             |               |         |           |      |         |                           |      |
| 1601                             | 新船津橋(船津橋)   | 堂島川           | 33, 34  | K-33-1, 2 | 22   | ⑤       |                           | 12   |
| IV 霞町玉造線 T10.7                   |             |               |         |           |      |         |                           |      |
| 1701                             | 霞町玉造線一部陸橋   |               | 36      | K-35      | 2    | ②       |                           |      |
| 1702                             | 霞町玉造線跨線橋    |               | 37      | K-36      | 4    | ②       | 橋脚構造図002, 003は同じ図か        |      |

|                   |  |            |  |              |       |   |  |        |
|-------------------|--|------------|--|--------------|-------|---|--|--------|
| IV桜川中之島線 T10.7    |  |            |  |              |       |   |  |        |
| 1801              | 土佐橋  | 土佐堀川       | 48   | K-47         | 18    | ⑤ | 9  |        |
| 1802              | 江戸堀川架橋(花之井橋)   | 江戸堀川       | 45   | K-45         | 2     | ② | 8  |        |
|                   |  |            | 47   | K-46         | 6     | ③ |  | 嵩上げ改築図 |
| 1803              | 京町堀川橋(千両橋)   | 京町堀川       | 44   | K-45         | 5     | ③ | 10   |        |
|                   |  |            | 46   | K-46         | 10    | ② |  | 嵩上げ改築図 |
| 1804              | 海部堀川架橋(海部橋)  | 海部堀川       | 43   | K-44         | 11    | ⑤ | 10   |        |
| 1805              | 岡崎橋  | 阿波堀川       | 42   | K-43         | 4     | ③ | 3  |        |
| 1806              | 穴喰屋橋   | 立売堀川       | 41   | K-42         | 9     | ④ | 2  |        |
| 1807              | 白髪橋  | 長堀川        | 無  | 無            | 無     |   | 5  |        |
| 1808              | 坂本橋  | 堀江川        | 40   | K-40         | 3     | ③ | 2  |        |
| IV安治川築港線 T11.6    |  |            |  |              |       |   |  |        |
| 1901              | 玉船橋  | 境川運河       | 56   | K-58         | 5     | ④ | 5  |        |
| 1902              | 波除橋  | 安治川築港線水路   | 80   | K-91         | 2     | ② | 2  |        |
| 1903              | 幸運橋  | 八幡屋運河      | 57   | K-60         | 7     | ⑤ | 7  |        |
| IV松島南恵加島町線 T11.10 |  |            |  |              |       |   |  |        |
| 2001              | 岩松橋  | 岩崎運河       | 無  | 無            |       |   | 20   |        |
| 2001              | 松島南恵加島町線運河橋(若松橋)   | 岩崎運河       | 38   | K-37         | 6     | ③ |  |        |
| 2002              | 松島南恵加島町線陸橋   |            | 38   | K-37         | 1     | ② | 3  |        |
| 2003              | 松島南恵加島町線小林町運河橋   | 大正運河?      | 39   | K-39         | 5     | ④ | 10   |        |
| 2004              | 松島南恵加島町線溝橋   |            | 76   | K-79         | 3     | ② | 6  |        |
| IV梅田善源寺町線 T15.4   |  |            |  |              |       |   |  |        |
| 2102              | 都島橋  | 淀川         | 81   | K-92         | 8     | ④ |  |        |
| IV西野田桜島線 S4.11    |  |            |  |              |       |   |  |        |
| 2201              | 西成線(省線)跨線橋   | 木場川・逆川・西成線 | 64, 65, 84   | K-68-1.2, 95 | 21+18 | ④ |  |        |
| 2202              | 木場川橋   | 木場川        | 63   | K-67 K-93    | 26+8+ | ⑤ | 木場川橋、宮下橋は西成線跨線橋に併行する道路橋<br>摂津油脂橋梁、兼平町跨線橋?等の図面が混在 |        |
| 2203              | 宮下橋(逆川公道橋)   | 逆川         | 82.69  | K-95 K-72    | 11+17 |   |  |        |
| 2204              | 朝日橋  | 六軒家川       | 58   | K-61         | 10    | ⑤ | 7  |        |
| 2205              | 朝日橋専用橋   | 六軒家川       | 83   | K-94,        | 13    | ③ | 本橋架け換えにともない仮橋架設                                  |        |
| 2206              | 島屋橋  | 北港運河       | 52   | K-52         | 11    | ④ | 8  |        |
| IV天満橋善源寺町線 S7.7   |  |            |  |              |       |   |  |        |
| 2302              | 鯉江川架橋  | 鯉江川        | 50   | K-50、        | 9     | ⑤ | 野田橋と同じ?  |        |
| V野田線 T7.4         |  |            |  |              |       |   |  |        |
| 2401              | 聖天川架橋  | 聖天川        | 35   | K-34         | 9     | ⑤ |  |        |
| V九条高津連絡線 T9.12    |  |            |  |              |       |   |  |        |
| 2501              | 九条高津連絡線電車専用橋   | 難波新川       | 88   | K-99、        | 10    | ⑤ | 湊町専用橋と同じ?  |        |
| V鶴町線 T11.5        |  |            |  |              |       |   |  |        |
| 2601              | 小林橋  | 泉尾北村町入堀    | 53   | K-54         | 5     | ② | 2  |        |
| 2603              | 千歳橋  | 千歳堀        | 54   | K-55         | 4     | ③ |  |        |
| 2604              | 大運橋  | 千歳運河       | 55   | K-56         | 8     | ④ |  |        |
| V鶴橋線 S2.3         |  |            |  |              |       |   |  |        |
| 2701              | 省線跨線橋  | ?          | 59   | K-62         | 26    | ④ |  |        |
| V東野田澤上江町線 S3.12   |  |            |  |              |       |   |  |        |
| 2801              | 桜/宮貨物鉄道跨線橋   |            | 90   |              | 46    | ④ | 内13枚は設計計算書、?都島陸橋T13.9完成                          |        |
| V都島守口線 S6.10      |  |            |  |              |       |   |  |        |
| 2901              | 赤川橋  | 城北運河       | 無  | 無            | 無     |   | 赤川橋: S4.5完成、新城北橋と同じ?                             |        |
| 2902              | 向島橋  | 江ノ川        | 無  | 無            | 無     |   | 2  |        |
| 位置不明              | 第2蒲生跨道橋  |            | 68   | K-71         | 5     | ③ | 国鉄管理の橋?  |        |
|                   | 省線城東貨物線跨線橋   |            | 61   | K-64         | 2     | ① | 国鉄管理の橋?  |        |
|                   | 福町港場ピット  |            | 62   | K-65         | 4     | ② |  |        |
| (買収)阪堺線 S2.10 開通  |  |            |  |              |       |   |  |        |
| 2901              | 高野鉄道鉄道跨線橋  |            | 11   | K-10、        | 11    | ④ | 鶴見跨線橋と同じ?  |        |
| 2903              | 大和川橋梁  | 大和川        | 85   | K-97、        | 12    | ② | 阪堺大橋と同じ?   |        |
| V森之宮線 戦後(S32.4)   |  |            |  |              |       |   |  |        |
|                   | 森之宮新橋(森之宮引込線)  | 猫間川        | 74   | K-77、        | 6     | ③ | 車庫引込線?   |        |
|                   | 城東大橋   | 平野川        | 86, 87   | K-98-1.2、    | 7     | ① | 詳細図は無し   |        |
| 脚注                | 建設時期区分<br>I: 第1期線 II: 第2期線 III: 第3期線 IV: 第4期線<br>V: 期外線<br>斜字・網掛けの橋はカルテ有 |            | 図面の残存評価<br>①: 部分図のみで構造復元は難しい ②: 一般図相当の図は残り、大体の形の把握は可能 ③: 上部工のみの把握は可能 ④: 上部工、下部工のほとんどの構造把握は可能 ⑤: ほとんど全ての図面が残存 |              |       |   |  |        |

## 東北の復興支援・連携の事例紹介

「釜石大学プロジェクト2016」と写真展「復興のカメラ」の取り組みから

阪神電気鉄道（株）不動産事業本部  
顧問 立間 康裕

東北における震災復興は、福島県を除いて遅れながらも進んでは来ているが、まだまだ自立再建が捗らない地域もある。しかし、公的な支援も減って来ており、我々の意識も段々と薄れて来ている様にも思われる。NPOが行う復興に係わる支援の内容も変化して来っており、若い人たちへの震災の継承や情報発信など、外部との係わりが大切になって来ている。そこで、継続して関わっている釜石において今年度に行った事業について紹介する。

### 1. 「釜石大学プロジェクト2016」

「釜石大学プロジェクト」は、釜石のNPOが主催者となって3年前から実施されている“住民の心の復興”を目指した参加型の事業である。各地の大学や企業が一定期間に集中して釜石市内や大槌町周辺に集まり、講演会やイベント、住民との交流会などを行い自立への支援と連携を行うという事業である。今年三陸鉄道との共同事業として特別列車を仕立てた「震災復興列車」を仲間と企画した。この中で列車内での「俳句講座」を担当し、釜石高校の国語教師であり、句集「龍宮」など5冊を出されている俳人 照井 翠 先生をお招きし、震災当時の話しを含め講演を頂いた。8月18日～22日の5日間に参加したが、期間中には新潟県、三重県、神戸市などから大学生を含め40人余りの参加者を得て、学生達への伝承にも貢献できたと思っている。以下に二つの事例を紹介します。

#### ・「恋し浜」ツアー：三陸鉄道「南リアス線」

～8月18日（木） 17:00～19:00

釜石駅から約30分の「恋し浜」駅は、もとは「小石浜」と言う駅名でした。この辺りは高台を通っているため津波の被害は無かったが、漁港や低い集落は大きな被害を受け、海も瓦礫などで相当汚れているそうです。ボランティアと共に海に潜り、これまでも湾の清掃をしつつ、今はホタ

テ貝の養殖で生計を立てている漁師の佐々木さん。仲間と一緒に「ホタテデッキ」をはじめ観光資源としての施設整備の計画も立てておられます。仲間の方々を含めその熱心さには脱帽しました。



写真－1 「恋し浜」の説明をする佐々木さん  
(後ろの防潮堤は高さ13m)

#### ・「震災学習列車」：三陸鉄道「北リアス線」

～8月19日（金） 08:00～18:00

三陸鉄道から震災当時の運転手に来て頂き、被災当時の状況や地震・津波の対処などについて約40分資料を交えて説明を受けた。乗客の安全を予測する咄嗟の判断の難しさは臨場感あふれる内容でした。また、津波による被災を詠んだ句集「龍宮」からの朗読や、被災後1ヶ月を高校生達ともに生活した教師としての話には、思わず涙がでてきました。

内容の代わりに、震災当時、約三年後、5年後の照井先生の俳句をご紹介します。



写真－2 震災学習列車

(クェートから寄付された豪華な特別列車にて)

震災当時：春の星こんなに人が死んだのか(龍宮より)  
双子なら同じ死に顔桃の花 (龍宮より)  
三年半後：別々に流されて逢ふ天の川  
手花火の何か言ひかけては尽きぬ  
五年過ぎ：滅亡の文明ほどに土盛らる  
蛍(ほうたる)や握りしめゐて喪ふ手

参加期間の後半は、「釜石こども園」の先生方へのセミナー「発達障害の対応について」に参加すると共に、花巻や遠野周辺の地域文化に触れながら、来年以降の継続や企画案などの意見交換をし、台風接近のなか帰阪の途について。

## 2. 写真展「復興カメラ2016 in 大阪」

釜石市や大槌町の津波被害の状況や町の変化を捉えた定点写真、その他復興に向けた様々な取り組みなどを撮った写真展「復興カメラ」は、毎年全国各地で数回開かれている。この活動に対する岩手県の補助金が無くなった事もあり、今回の大阪での受け入れを資金集めも含めて担当させて貰った。今回は、弊社にも協力をお願いし、地域活動交流や事業マッチングの場を提供する弊社の事業「コミュニティスポット2525」と共催した講演会に合わせ、その前日を含めてハービス大阪の会議室で開催する事とした。



写真-3 写真パネルの展示

写真展は、11月20日(日)と21日(月)連日で展示し、20日の午後は釜石市等を中心に支援を行っている団体の活動報告会を開催し、神戸大学、甲南女子大学、大阪市上町中学(教師の方)などから近況報告や今後の活動への抱負などを話して頂いた。また、主催者である釜石のNPO(@リアスNPOサポートセンター)からは、住民意識の変化や自立再建への課題などについて報告があった。また、21日の19時から共催事業としての講演会を開催し、NPO事務局長の川原康信さんからは、震災当時の住民行動の反省点

や復興支援立ち上げ時の困難性について詳細にお話し頂いた。会場には自治体から現地に派遣されていた職員の方など15名余りの方々の参加があり、時間いっぱいまで多くの質問や意見が出され、出席者の関心の高さが伺えた。



写真-4 講演会「釜石の復興状況と課題について」

また、私が所属する別のNPOの分科会である「旦那文化の会」で茶道をご指導下さっている田中賀鶴代先生にも特別にお手伝い頂き、一つの取り組みとして20日の午前中にお点前(盆略点前)をして頂いた。会場の設えから何かと不便な環境のなか、「クリスマス」をテーマとしてお茶碗や机の飾りなどもご用意をして頂き、約20人にお点前を楽しんで頂きました。たまたま、釜石のNPOの代表理事の実家が地元の和菓子屋さんである事から、釜石から4種類の和菓子を持って来て頂き、美味しい和菓子も楽しんで貰えました。



写真-5 盆略点前の様子

東北での津波被害や復興への意識が段々と薄れていく日常ですが、時々には当時に思いを馳せ、また少しでも早い自立を期待する気持ちを表す為にも、被災地との係わりは継続していきたいと考えています。

皆さまのご支援もお待ちしております。

# 平成28年度道路視察に参加して

大阪市建設局道路部道路課  
前迫 研吾

## 1. はじめに

関西道路研究会主催の平成28年度道路視察があった。私は、社会人1年目として、土木の知識を深めるべく、今回の道路視察に参加した。

## 2. 視察の概要

日時：平成28年11月1日（火）  
場所：神子畑鑄鉄橋（兵庫県朝来市）  
神子畑選鉱場跡（兵庫県朝来市）  
北近畿自動車道 日高豊岡南道路  
水上トンネル工事（兵庫県豊岡市）

## 3. 神子畑鑄鉄橋

アーチ：半径 60.0m 幅員 3.727m  
橋長：15.969m（上流側） 15.997m（下流側）  
標高：3.810m（水面より桁上端まで）  
国指定文化財登録



写真1

神子畑鑄鉄橋は、明治20年（1887年）竣工の日本最古の鑄鉄橋である。明治11年に神子畑鉱山が再発見され、その鉱石運搬のために馬車道（鉱山道路）が整備された。神子畑川を跨ぐために、神子畑鑄鉄橋が架橋された。鉄橋としては、大阪の心齋橋（現・緑地西橋）、東京の弾正橋（現・八幡橋）に次ぐ三番目に古い橋梁である。しかしながら、心齋橋、弾正橋ともに、下路式アーチに対し、神子畑鑄鉄橋は、上路式アーチとなっており、道路の下がアーチ構造となっている。私が見た印象としては、心齋橋、弾正橋のような梁が道路より上部に出ている構造であると、無骨な印象を受けるが、神子畑

鑄鉄橋のような下部にアーチが来ることによって、周りの自然の景観に調和した橋梁であると感じた。また、日本で三番目に古い橋梁が、この山間地に架けられたのは、当時の日本の産業において、如何に重要な道路であったかを示す証だと考える。

## 4. 神子畑選鉱場跡

神子畑選鉱場は、近隣の明延鉱山で産出した鉱石を分別する選鉱施設であった。明延鉱山は、金、銀、銅、鉛、錫等の多品種鉱石を産出する鉱山であった。産出量の増大につれ、選鉱場施設も拡大した。最終的には、山の斜面を生かした22段の選鉱施設となり、最盛期には、24時間で稼働し、不夜城と呼ばれた東洋一の規模を誇る選鉱場であった。しかしながら、戦後、円高による海外産の鉱石輸入の増大を受け、昭和62年に神子畑選鉱場は閉鎖し、施設は、平成16年に解体されている。



写真2

今回、現場視察をしたときには、既に現存している施設が少なかったのは残念ではあるが、斜面の選鉱場の土台部分は残存していた。（写真3）その土台だけでも、選鉱場の規模の大きさを感ずることができた。他にも、一部残存している選鉱装置の大きさも考えれば、当時、東洋一の施設と呼ばれたことに納得できた。今回の視察では、時間の関係上、寄ることはできなかったが、当時の鉱山開発の際に、外国人技術者も招聘された洋館も残っている。明治政府肝いりの開発事業であったと感じた。

役目を終えた現在は、閑散としているが、最

盛期は、この山間地に日本の最先端を担う多くの労働者が勤めていたことだろうと思う規模の大きさであった。

## 5. 出石の町散策

出石に着いて、名物の出石そばを食べた。出石そばとは、五枚の皿にそばを小分けしており、自分好みに薬味や山芋を添えて食べることができ、非常に美味しかった。昼食後、短時間だったが、出石の町を散策した。但馬の小京都と呼ばれる出石の城下町に初めて訪れたが、文化庁の重要伝統的建造物群保存地区に指定されており、建築群として当時の趣が残っている。近年になって新しく建てられた建物もあるが、周りの建物に配慮するような意匠となっていた。日本に数少ない歴史を感じさせる街並みは、地元の方の努力と協力があっただけで形成されたものだと感じた。道路についても、単なるアスファルト舗装ではなく、砂利のような明るい色の舗装材を使用している箇所もあり、景観に配慮した道路となっていた。また、メインの写真4の通りは、電線類がなく、遠景の山並みと、街並みの調和が美しかった。



写真3

## 6. 北近畿自動車道 日高豊岡南道路水上トンネル工事の現場視察

北近畿自動車道は、豊岡市と丹波市を結ぶ高規格幹線道路であり、兵庫県北部と京阪神圏を結ぶ自動車専用道路である。今回、北近畿自動車道の一部となる日高豊岡南道路の水上トンネル工事の現場を視察した。実際に現場に入らせていただく前に、このトンネル工事で、採用されている NATM 工法について、現場の方から説明があった。NATM 工法について、学生時代に学んだが、実際にどのような工法であるかは、ほとんど知らなかった。今回、現場視察で、現場事務所での映像を拝見し、理解した。トンネルを掘削した側壁に、鋼製の支保工を掘削面が崩れないようにトンネルの形に合わせて設

置する。その上からコンクリートを吹き付ける。トンネル構造物と、地山が一体となるように、掘削面に放射状にロックボルト（鋼製棒）を挿入する。写真5のトンネル面が凸凹しているが、盛り上がっている箇所の内部には支保工が設置されている。点状になっている部分は、ロックボルトが挿入されている箇所である。

トンネルの建設現場に入ること自体が初めてであり、新鮮であった。普段、何げなく通過するトンネル1つ1つが、安全を期すために、その現場に応じた工法を用いて建設されていると改めて感じた。



写真4

## 7. まとめ

今回、神子畑鉄橋、神子畑選鉱場、水上トンネルを視察し、過去の土木遺産から、最新の土木事業を見た。改めて、土木構造物は、100年経っても残り続けるものが少なくないと感じた。神子畑鉄橋及び神子畑選鉱場が現存していなければ、この地が、当時、栄えていたことを知ることはなかったと考える。それゆえ、土木構造物は、その当時の時代の生き証人となると感じた。

水上トンネルでは、現場を実際に見ることで、工法の内容を理解した。実際に見ることは、大切なことだと感じた。

視察を通じて、私自身、土木技術者として、100年先も安心・安全な土木構造物をつくっていかねばいけない責任を感じながらも、未来へのメッセージとなるようなものをつくりたいと思った。

最後に、今回の道路視察を主催していただいた関西道路研究会、当日、交流させていただいた視察にご参加された皆様方、神子畑選鉱場の説明を担当していただいた方、水上トンネルの現場視察にご協力いただいた近畿地方整備局豊岡河川国道事務所の方々並びに鹿島建設の方々に、この紙面をお借りしてお礼申し上げます。

## 平成 27 年度会員表彰の概要

### <優秀業績賞>

#### 鋼床版デッキ貫通き裂に対する鋼床版疲労損傷検出システム

阪神高速道路株式会社 保全交通部  
阪神高速技術株式会社 技術部

#### 事業概要

近年、鋼床版橋梁の疲労損傷が顕著になっている。都市内高速道路では世界有数の鋼床版橋梁設備を保有する阪神高速道路において、鋼床版における疲労損傷対策が喫緊の課題となっている。

特に、デッキ貫通き裂（図-1）は、放置すれば路面陥没等を誘発し、第三者被害が発生する危険性があり、この損傷については目視確認ができない課題があった。そこで、阪神高速グループでは、このデッキ貫通き裂を効率的・効果的に早期発見する手法として、ドクターパト、みつけるくん K、フェイズドアレイ探傷法を組み合わせた「鋼床版疲労損傷検出システム」（図-2）を開発した。



図-1 デッキ貫通き裂

効率性や経済性に課題のあった、従来の下面からの全面検査に頼ることなく、このシステムは、デッキ貫通き裂を効率性に優れた 2 段階の検査法にてスクリーニングし、その後に確定診断としてき裂の深さや範囲のみを鋼床版下面から詳細に調査することで、これまで課題であった鋼床版検査の効率性・経済性が著しく向上した。

これまでのデッキ貫通き裂に対する点検や補修は、大きな舗装損傷や陥没等が生じた段階で対応する「事後保全」が一般的であった。本システムは、デッキ貫通き裂を早期に発見し、第三者被害を最小限にすることが可能な技術で、安全性への貢献だけでなく、構造物の長寿命化に対しても大きく寄与する。この検査の概要を下記に示す。

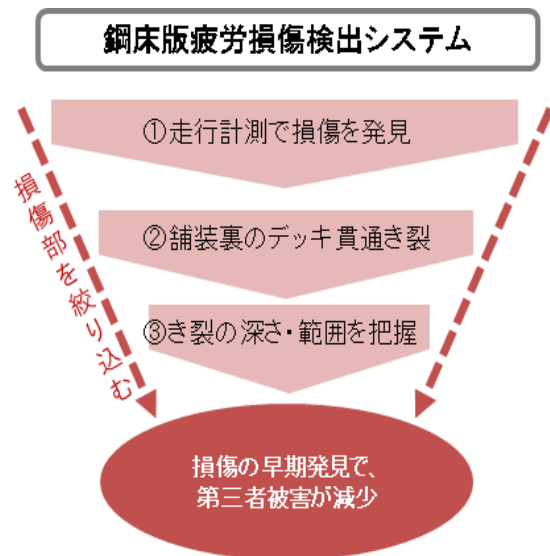


図-2 鋼床版疲労損傷検出システムの概要



## 鋼床板疲労損傷検出システムの概要

### 【第一段階：ドクターパト

(赤外線カメラ搭載した車両) による検査】

ドクターパト (図-3) の上部に搭載した赤外線カメラで通常の規制速度にて撮影した路面画像から、デッキ貫通き裂の候補箇所を1次スクリーニングする。



図-3 ドクターパト

### 【第二段階：みつけるくんK (渦流探傷装置を使用)】

渦流探傷装置を搭載した自走式鋼床版検査装置「みつけるくんK」(図-4) を用いてドクターパトで抽出したデッキ貫通き裂の候補箇所を2次スクリーニングする。渦流探傷装置は電磁誘導を用いて鋼床版表面のき裂により変化する磁場を検知し、デッキ貫通き裂を特定する技術で、検査時は交通規制が必要であるが、従来の下面検査と比較して15倍以上の効率で検査が可能。



図-4 みつけるくんKによる検査

### 【第三段階：フェイズドアレイ探傷法】

「みつけるくんK」により特定した損傷箇所について、鋼床版下面からフェイズドアレイ探傷器 (図-5) によりデッキ貫通き裂の詳細調査を行う。「超音波フェイズドアレイ探傷法」は、探触子に多数の超音波発信器を有し、それらを有機的に制御することで、従来のように探触子を動かすことなく扇状に超音波を照射でき、効率性・可視性が優れ、精度の高い検査が可能となる検査手法である。



図-5 フェイズドアレイ探傷器  
デッキ貫通き裂

## <優秀業績賞>

### 正十字交差点における標準ラウンドアバウトの導入

#### ～道路交通法改正後における関西圏初の新設ラウンドアバウトの導入～

株式会社オリエンタルコンサルタンツ関西支店

## 1 事業概要

今回ラウンドアバウトを導入した立田交差点は、滋賀県守山市に位置する守山市道笠原立田線の4枝の交差点である。当該路線は集落が点在する市街化調整区域内の直線的な道路であり、琵琶湖大橋に繋がる滋賀県道11号守山栗東線（レインボーロード）と並行することから渋滞時の抜け道となっている。

このような状況から、本交差点では平成21年4月から平成25年3月までの5年間で9件の出会い頭事故が発生し、路面標示等による交通安全対策を講じたものの抜本的な対策とならず交通安全面の確保が課題であった。このため、新たな道路構造として注目されるラウンドアバウトについて社会実験を実施した上で本格的な導入を行い、交通安全性および交通円滑性の向上を図った。

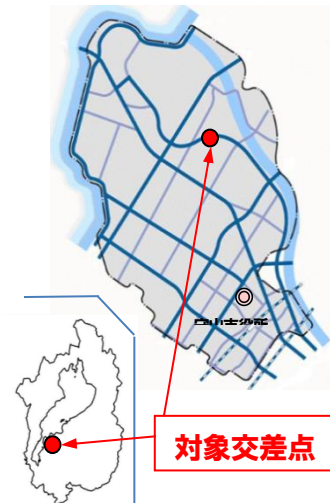


図-1 位置図 資料提供：守山市

## 2 検討経緯

過去5年間で出会い頭の人身事故が9件発生し、その内2件で重大事故が発生していることから、地元住民からは信号設置の検討を含めた交通安全対策の要望があった。

守山市では路面標示などによる交差点内の安全対策を実施したが、大きな効果が見られないため、無信号でも安全かつ円滑な交差点運用が期待できるラウンドアバウトの導入を図った。

ラウンドアバウトの導入にあたっては、国土交通省の「道路に関する新たな取り組みの 現地実証実験（社会実験）」により、平成26年1月から社会実験を実施。ラウンドアバウト導入の効果検証と社会実験を踏まえた本格導入に向けた課題および改善点を把握したうえで、本格導入に向けた改良を実施し平成27年5月に開通を迎えた。

※当社は社会実験～本格導入に向けた計画・設計を実施

## 3 ラウンドアバウトの導入による効果

社会実験を通じて当該箇所におけるラウンドアバウトの導入効果として、交通安全性の向上に対して流出入速度、環道内速度の低下が図られ正面衝突等の重大事故の低減や利用者の車両同士の鉢合わせ機会の減少、安全確認が容易になったことが確認できた。また、交通円滑性の向上としてラウンドアバウトの各流入部の平均遅れ時間は信号制御した場合の平均遅れ時間に比べ大幅に減少することが確認された。本格導入にあたり、社会実験時の構造の見直しを実施した。本格導入後も重大事故の発生はないことからラウンドアバウト導入が交通安全性の向上に寄与していると考えられる。

①社会実験から本格運用に向けた道路構造の見直し

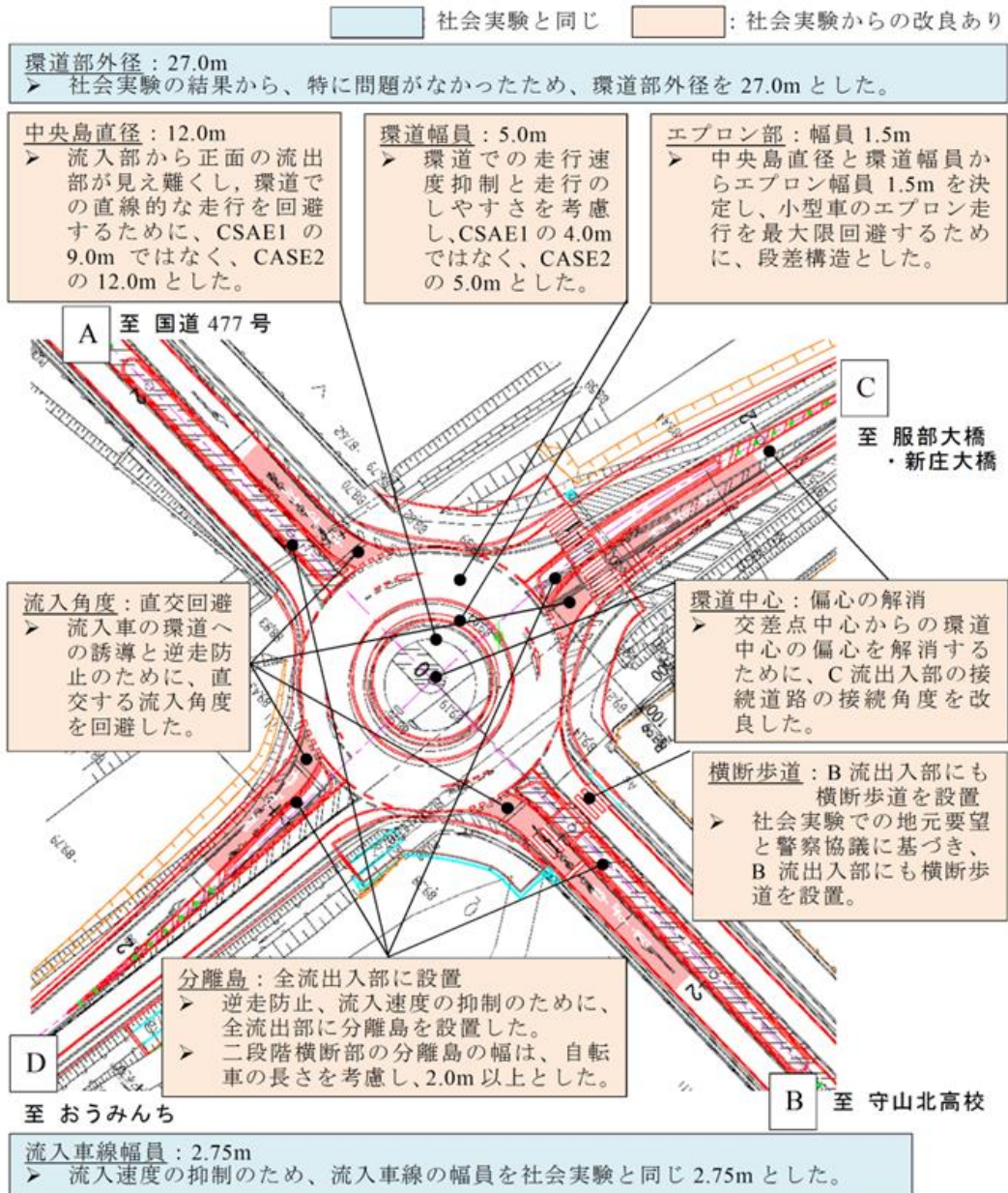


図-2 社会実験を踏まえた幾何構造の課題と対応 資料提供：守山市

②本格導入のイメージ、完成写真



図-3 本格運用のイメージ(鳥瞰図) 資料提供：守山市



写真-1 本格運用の状況

## 生産人口減少に対応した持続可能な組織と人材育成

株式会社大林組 特別顧問 金井 誠 氏  
(工学博士 技術士)



大阪大学大学院土木修士課程修了後、大林組に入社。  
大阪市地下調整池築造工事のほか東京湾横断道路など大型プロジェクトに携わり、土木本部長・専務取締役・代表取締役副社長を歴任。  
土木学会をはじめ日本プロジェクト産業協議会・日本ダム・ダム工学会などの理事を歴任。

こんにちは。今日は皆さんの貴重なお時間をいただきまして、本当にありがとうございます。  
技術系企業がどん底になった時に、これを立て直すのはいったい何なのでしょう。キーワードは2つ、技術と人です。

しかし、技術は会社にあるわけではなく、人の頭脳の中に在るので、人を通して技術を開発しながら組織を立て直そうということで、これまでやってきた一端をお話しできればと思います。

### ○建設業就業者の推移

2025年以降の我が国の経済状況をGDPで表わすと、政府は600兆円を目指していますが、保守的には500~550兆円と想定されます。

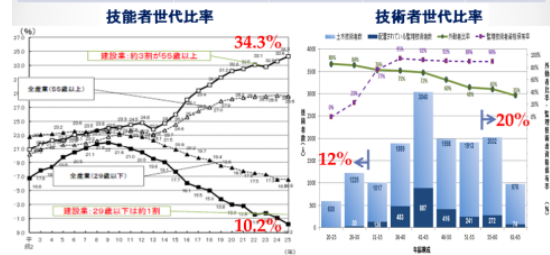
建設業が担う公共事業規模は、現状で対GDP比3.2%程度ですが、持続可能な国造りでは対GDP比3.3±0.2%程度の継続的インフラ投資が不可欠ですが、この内の0.9%が防災に費やされているおり、欧米先進諸国との違いです。インフラ投資総額は16兆円程度で、これは最盛期から40%の減額となっています。10~20年以内には新設工事と維持修繕工事の比は、現在の7対3から3対7に変わります。

近年、建設業では作業員不足と言われますが、技能者は現在340万人程度、最盛期は450万人でしたから、現状は27%の減少です。技術者は現状27万人程度、最盛期は42万人でしたので34%の減少です。需要減少が40%、供給側の技術者減少が34%、技能者減少が27%ですから、マクロ的な需給関係では労務供給不足ということではなく、どちらかという技術者が不足気

味です。

10年後の技術者・技能者の減少率は、夫々

|        | 1997年 | 2013年 | 減少人数  | 減少率 |
|--------|-------|-------|-------|-----|
| 建設業就業者 | 685万人 | 499万人 | 186万人 | 27% |
| 技術者    | 41万人  | 27万人  | 16万人  | 34% |
| 技能労働者  | 455万人 | 338万人 | 117万人 | 26% |



8%・24%程度と予想され、技術者は21~22万人、技能者は240~250万人となります。これは最盛期から40%減ですから、需要・供給ともに40%減少となり、需給均衡で従事者不足とならないように見えますが、今度は、その波以外に大きなうねりがやってきます。それは総人口減少の中での生産年齢(15~64歳)人口激減です。2025年で約7,100万人、2040年で約5,800万人と、総人口減少の約2倍の速さで減少します。

### 我が国の人口推移と将来予測、特に、生産年齢人口予測は？

2010年から30年間で、総人口は16.2%減少、生産年齢人口は29.2%減少



国土社会連携・人口問題研究所  
1950年から2010年までの人口推移は、「人口統計資料集2012 年齢区分別人口(5歳階級) 1950~2010年」を基に作成。  
2010年から2040年までの人口予測は、「日本の地域別将来推計人口(平成22(2010)年5月現在推計)」を基に作成。

日本は移民政策をとっていないので、かなり正確な予測で、生産年齢減少は近未来の由々しき問題です。

これは全産業が抱える問題で、近い将来、産業間で技術者・技能者の奪い合いが始まることを示唆しており、技術者・技能者の待遇向上を図ってこなかった建設産業は、新規入職者を獲得できないだけでなく、技術者・技能者流出が加速し建設産業内での需給バランスが大きく崩れてしまいます。技術者・技能者を確保できない建設会社は工事を受注しても施工できず、年間 16 兆円以上の底堅いインフラ投資需要にもかかわらず廃業・倒産が現実となります。その状態では 2020 年を越える頃から業界統合・再編の波が拡がり、日建連加盟のゼネコンは現在 138 社ありますが、大手は 2 社、中堅は 25~35 社で充分需要に対応でき、業界は大きく変わると考えております。

### ○入札契約方式の変化

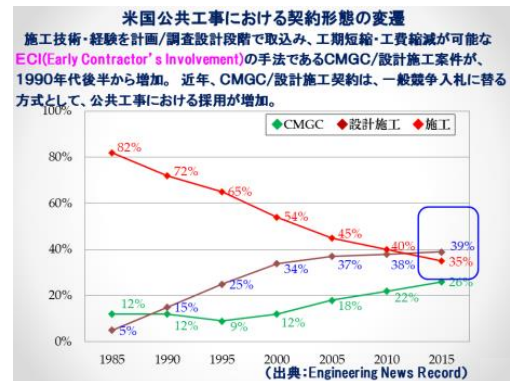
技術者・技能者が激減する状況下で、最低限のインフラ投資額 16 兆円を継続できなければ我が国は衰退します。どうすれば良いのでしょうか。

方法は 1 つしかありません。建設のプロセスを変え、生産性を向上させることです。生産性の向上は、精神論や根性の突貫工事で測ることはできません。生産性の定義は【産出量÷投入量】ですから、投入量を下げることによって生産性を大幅に向上することが出来ます。

それでは、インフラ整備工事において生産性向上に資する入札契約方式とはどのようなものでしょうか。我が国では一般競争入札が当たり前とされていますが、欧米先進国では一般競争入札方式の負の側面、即ち、発注者・受注者が条件変更の際に共にクレーム合戦となることで工事完成が大幅に遅れ、結果として発注者・施工者だけでなく真の発注者である現在と将来の納税者が被害を受ける状況が明らかになり、新しい入札契約方式が策定されています。これはアメリカの例ですが、今イギリスでもフランスでもドイツでも、一般競争入札はどんどん減っています。

アメリカでは、1985 年に 82% あった一般競争入札、われわれはハードビッドと呼んでいます。2015 年では 35% まで低下しています。増えたのは、D&B (設計・施工) と CMGC です。

この 2 つに共通するのは ECI (Early Contractor Involvement) で、調査設計時に施工経験を反映することで、少しでも早く・安くというものです。これが世界の潮流になってきています。



### ○従来方式に囚われない業務の遣り方

調査設計・施工計画段階で生産性向上を図り、極端な場合、工期半減は技術者・技能者数の倍増と同じ、工費半減は投資額 16 兆円が 32 兆円に倍増することと同じ効果があります。

調査設計段階で留意すべきは、“従来は”とか“前例がない”などの対応で、これが生産性向上阻害の最大要因です。これを避ける方策は、『ヒト』の意識改革しかありません。

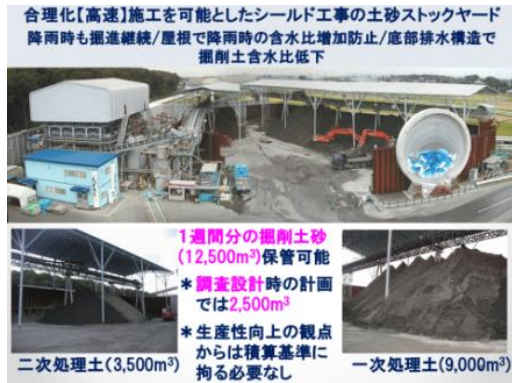
企業の経営資源は『ヒト、モノ、カネ』ですが、最優先すべきは『ヒト』、即ち、『ヒトに付属する経験と技術』です。この『ヒト』に更なる条件を付けるとしたら『考えるヒト』です。考える人間を介し経験と技術が伝承されるシステムが DNA として組織に根付けば、今までと違った方法で、もっと少ない期間、もっと少ない予算でストック効果のあるインフラを造ることが出来ます。

調査設計・施工計画段階で、従来通りが本当に早く・安いのか、“従来”に囚われなければもっと早く・安く達成できるのではと考えることが重要だと思います。

従来方法が最適ならそのままでも構わないと思うのですが、施工条件や技術レベルが変わった時、大抵の場合は、従来が正しいとは限らない。従来方式をコピーすると、その業務部分だけでは生産性は上がりますが、全体としてそうはなりません。全体最適が重要なのです。

## ○合理化（高速）施工

私が現場技術者として最後に従事した現場、首都圏外郭放水路トンネル工事ですが、発注者の残土ストックヤード計画容量 2,500m<sup>3</sup> に対し、私は 12,500m<sup>3</sup> に増強しました。降雨時でもトンネルの掘進を止めず、進捗を上げるという考えです。



これは、オランダの泥水シールドによる道路トンネル工事です。外径約 12m のトンネル 2 本を約 3,000m 掘りました。



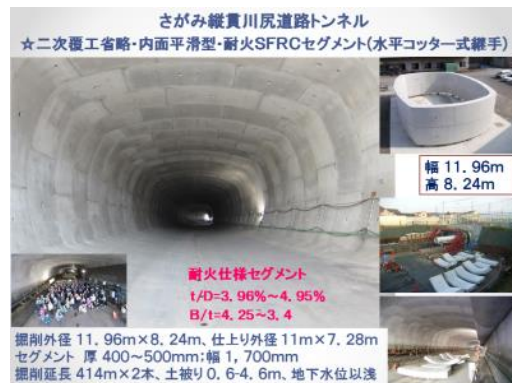
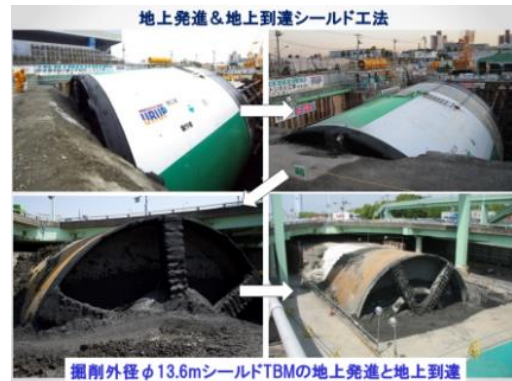
この工事では、セグメント製作・保管ヤードや機械設備維持修理ヤードを現場に確保し、事務所・詰所だけでなく、掘削残土ストックヤードも日本では考えられない規模の計画です。日本での工事用地をどこまで小さくできるかという会計検査的な考え方は正反対の対応で、このような計画を策定すると進捗が格段に向上します。会計検査で要求されるような部分最適ではなく、全体最適を考えることでストック効果を早めに達成することの重要性を実感します。

スペイン・マドリードの M30 高速道路事業で掘削外径  $\phi$  15.01m  $\times$  掘削延長 L3,652m の土圧シールドトンネルの施工計画を支援したのですが、前述の計画思想で進捗は最大月進は 942m、平均月進 534m を達成しました。

従来、或いは、実績ある方法は、いつも正し

いのでしょうか。例えば、シールドトンネル工事に立坑は不可欠なのでしょうか。

これは掘削外径  $\phi$  13.6m のシールド機を使って、地上発進・地上到達した円形断面の道路トンネルです。次が、同じように地上発進・地上到達した非円形断面の道路トンネルです。



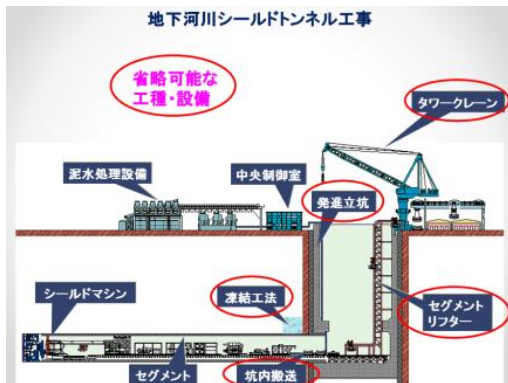
このような新たな知見で既往プロジェクトを見直してみましよう。事業相工期は 14 年、総事業費は 2,310 億円です。



立坑の工期は約 4 年、費用は約 600 億円です。立坑にシールド機発進以外の機能がなければ省略できません。立坑は洪水流入施設を兼ねていますが、洪水流入機能は代替方法でも可能なため立坑省略は可能となります。

立坑を省略できれば、発進・到達時の切羽防

護補助工法としての地盤凍結、深い立坑での揚重・昇降設備、資機材搬送用の軌条設備などが不要となり、総工期も総事業費も約30%の低減が可能となります。



地上発進・地上到達シールド工法で計画すると、街路下調節地・地下河川はこのようなになります。



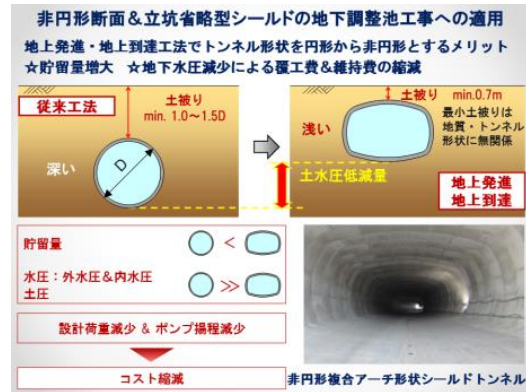
排水後に放水路内に堆積した汚泥清掃費用は年間1~2億円ですが、新工法では斜路部経由で自走進入できるバックホー・ダンプなどの重機で汚泥高速場外搬出が可能で管理費が低減するだけでなく、工事の安全性も向上します。



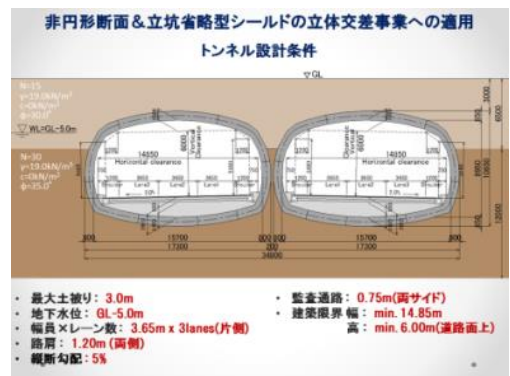
また、本工法は掘削外径や掘削形状に関わらず最少土被りは0.7~1mで安定掘進が可能なた

め、地下埋設物考慮で約3mの土被り条件で設計すれば、設計土水圧低減効果と、非円形状での流量増加・貯水量増加で更なる経済設計が可能です。

このような方法を計画・調査設計時に採用することが重要です。

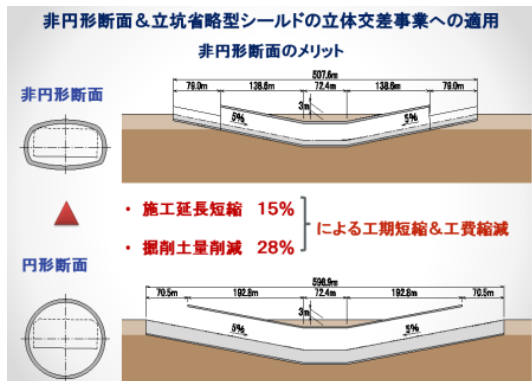


これは、既設 MRT 構造物が支障する立体交差道路の高速施工計画案です。幅員100mの本線道路に直交する支線道路の増加交通量に対し、跨線橋方式では勾配を考えると工事延長が長くなるだけでなく更なる渋滞を引き起こします。開削工法も本線道路覆工で同様に渋滞原因となります。新工法は、本線道路に渋滞を引き起こすことなく、支線道路への渋滞影響を最小限として立体交差化が可能です。



トンネル形状を従来の円形から非円形とすることで、工事延長は15%減、掘削土量は28%減となります。

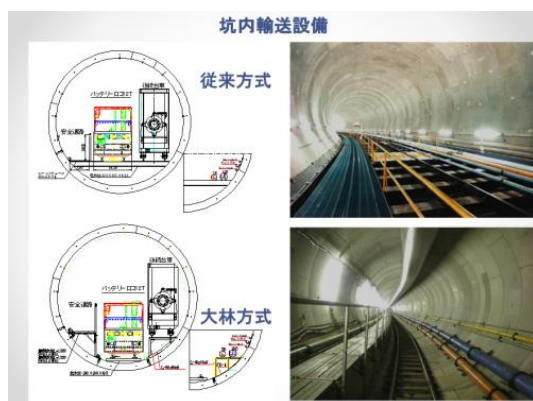
在る国では、このような工事を35カ所も計画しています。1台のマシンで5回程度転用すれば、全体事業を早期に完成できることとなります。



このような工事では ECI として設計・施工契約方式を採用すれば費用対効果が向上します。

### ○究極の枕木と坑内輸送設備

これはシールドトンネル工事における従来型と新型の坑内搬送計画です。従来方式はトンネル断面内に枕木を設置します。枕木は本当に必要なのでしょうか。坑内搬送の機能を追求すれば枕木である理由はありません。新方式では、枕木を6mの梯子状にして、掘進に併せて敷設します。

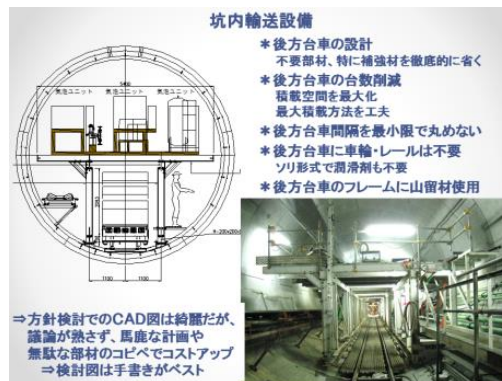


シールドトンネルのセグメント幅は、昭和50年代前半までは0.9mでしたが、進捗率向上を狙って徐々に幅広になり1m~1.2mに、東京湾横断道路では1.5m、最新の首都高横浜環状北線や東京外郭環状道路ではセグメント幅が2mと広幅化が進んでいます。

セグメント広幅化は中小径シールドトンネル

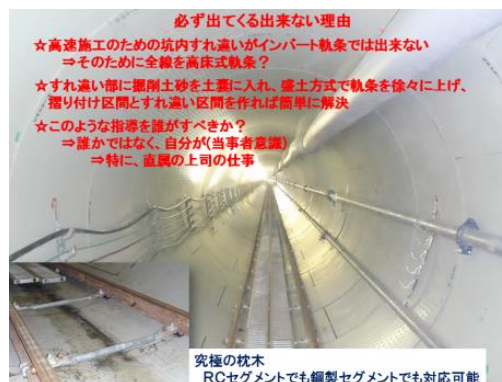
でも進み、軌条用レールも従来での15/22Kから30/37/40/50Kへと重量レールが必要となります。

これは仮設材ですので、掘進完了後は坑内から撤去しなければなりません。現場での搬入・搬出に関わる炭酸ガス排出量や、坑内での設置撤去に要する時間・労務を考えれば、機能を損なうことなく省略できないかというのが、この工夫の発端です。



実際にやってみると、トンネルの上部・側部に大きな空間が確保され、後方台車内における設備搭載計画が変わり、台車台数が減少することで初期掘進長が短縮でき工期短縮に繋がります。しかも、軌道レベル~台車天井までの空間が大きくなるため、通常、例えばセグメント台車1台当たり積載数が2ピースから3~4ピースが可能で、台車数減少はコスト削減となります。

これは、鋼製セグメントとRC製セグメントの両タイプに適用可能な究極の枕木で、開発当初のH型鋼使用の2,500円/本から900円/本と機能を向上しながらコスト縮減を達成できました。3回転用が可能です。



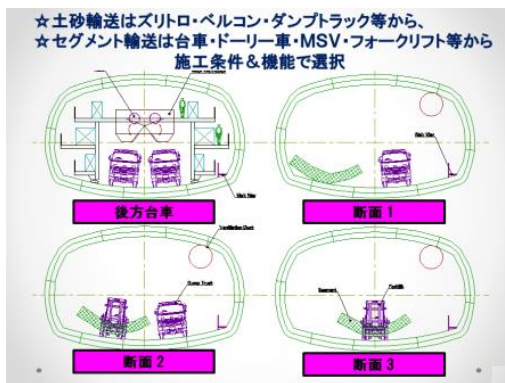
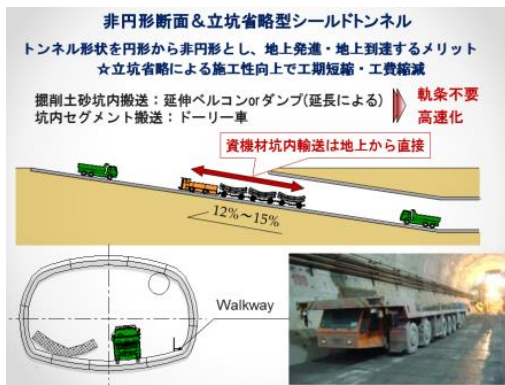
これを当社所長にアドバイスすると必ず出てくる出来ない理由は、長距離の中小口径シールドトンネルでは坑内で台車すれ違いが必要なので適用できないというものです。トンネル内の



すれ違い位置は定位置で計画されるため、トンネル全延長に亘って軌条を高く計画せず、すれ違い部に土のうで斜路・平坦部を造れば問題は解消するのではと助言すると初めてやってみようという気になる。前例がないとか、やったことがないとか、出来ない理由を考えるのではなく、機能・要求性能を追及して仕様を考えることが重要です。

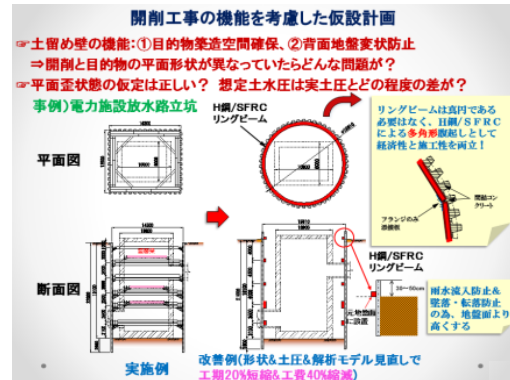
一番の目的である「速い、安い」を誰かがしてくれるのを待っていたら誰もしません。経験ある上司が部下に助言しながら考えさせ、勇気を持ちチャレンジさせれば、技術開発の面白さと効果が若い技術者に根付いてきます。工夫はこれで完了ではありません。軌条以外の坑内搬送方法はないかという、実はあります。特殊な車両を使えば、セグメントはタイヤ方式で搬送可能です。また、掘削土砂は坑内をダンプで搬出することも可能です。トンネル延長が短会場合は、セグメントをフォークリフトで運んでも構わないのです。

土圧シールドでは、ダンプによる坑内外の掘削土砂搬送方法も可能です。前例がないからと尻込みせず、やってみることが大事です。



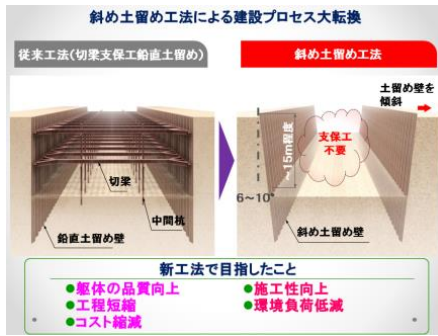
## ○機能を考慮した仮設計画

山留め計画事例ですが、当社現場を見て驚いたのですが、平面形状 12.5m×14.3m・深さ 18.1m の電力ケーブル敷設用の立坑で、腹起し・切梁共に H 500 ダブルで、しかも、構築後に盛替梁も設置して、一体どんな設計をしたのかと聞くと、平面歪状態で解析している。この程度の規模なら掘削土量が少々増えても円形立坑で計画したらどうかと試算すると、工期 20%・工費は 40%減になります。



また、よくある事例ですが、施工を考えず山留め頂部高さを地表面に合わせる。豪雨が予想されると現場では山留め内への雨水流入対策として事前に土のうで高さ 50cm 程度の堰を造らなければなりません。それなら、山留め頂部を地表上に高止まりにしておけば、豪雨時に慌てる必要ないだけでなく、飛来・落下事故も防止でき、高止り山留材に単管パイプを付ければ墜落・転落防止にもなります。しかも、高止まり山留材に地表面で 1 段切梁を設置すると、山留材を打設しながら支保工設置が可能で、背面地盤変状抑制にも効果的です。

山留め材を打設しながら、同時にリングビームを設置すれば、1 段切梁架設は終了ですが、『リングビーム』という言葉に起因する不具合は、CAD では円・曲線を容易に描けるため、真円ビームを計画してしまうことで、一旦描くと、今度は真円ビームの製作期間・コストが増大し、工程上のクリティカルとなります。そうせず、直線状の短い山留め材を多角形に設置して、山留め材との間隙をコンクリートで充填すれば、あとは山留め材がせん断でずれないように鋼板で固定すれば、全体としてコンプレッションビームになる。このような現実的な工夫を現場で進めないと、「速い、安い」は達成できません。



この考えを更に進めると、山留めは垂直であるべきかとの疑問が出てきます。垂直では腹起し・切梁に加え、幅広では中間杭が必要となりますが、山留め壁を10度傾斜させることで腹起し・切梁・中間杭の省略が達成された事例です。傾度が高い掘削深度15mを開発目標深度としました。

2.5mまでは、鉄板5×10を斜めに貫入します。

掘削深度2.5m迄:鉄板



掘削深度5mまでは、セメント改良地盤による地盤山留壁と、鋼材山留壁の2種類の方法があります。これは厚1m・長さ6~8mの改良地盤山留壁での掘削状況です。

掘削深度5m迄:セメント改良地盤(B1m、D6~8m) 親杭横矢板(5×20鉄板)



掘削深度5m迄:セメント改良地盤(B1m、D6~8m) 親杭横矢板(5×20鉄板)



親杭横矢板山留壁と横矢板鉄板(5×20)による斜め土留壁での掘削完了時の状況です。

掘削深度5m迄:セメント改良地盤(B1m、D6~8m) 親杭横矢板(5×20鉄板)



油圧バイブロで親杭打設と横矢板鉄板貫入を同時に実施し、掘削敷内斜路造成でダンプとバックホーを入れ、高速掘削を実現しました。

これは、鋼矢板を10度傾け、吹上げ浚渫地盤で深度9.6mまで掘削した事例です。

掘削深度10m迄:鋼矢板-親杭横矢板



同じ地盤で従来設計法・垂直山留壁で計画すると切梁2段となります。

これは成田砂層地盤での親杭横矢板山留壁による開削事例です。山留壁傾斜角10度、掘削深さ10mで腹起し・切梁は芙蓉です。

掘削深度10m迄:鋼矢板-親杭横矢板



掘削深度15mでは、山留壁の補強が必要となります。鋼矢板背面側に補強矢板を直角に打設し、剛性を上めます。

**掘削深度15m迄:控え鋼矢板**



これは、海に面した LNG 火力発電所放水路における斜め土留めです。海との境界部は鋼管矢板二重締切ですが、それ以外は鋼矢板斜め土留です。非常に柔らかい地盤ですが、掘削深度14.5m まで腹起し・切梁なしで掘削可能です。

**掘削深度15m迄:控え鋼矢板**



**○海砂使用・海水練りコンクリート**

コンクリート製造に海砂・海水の使用はタブーでした。これは山陽新幹線の RC 構造物が海砂とアルカリ骨材反応で深刻な劣化を引き起こしたことに起因しています。

本技術開発の原点は、放射性廃棄物貯蔵に最適な岩塩地盤が日本には存在しないことから、人工岩塩地盤材料の製造でした。最も近い国での貯蔵オプションは中国ですが、お金を払い、頭を下げ引き取ってもらうのは日本民族として情けないということで人工岩塩を造ろうと決意しました。岩塩強度はコンクリート並みで透水係数は普通ポルトランドセメントコンクリートの 1/100 です。それなら海砂・海水使用のコンクリートはどうなるのだろうと思ったのがアイディアの原点です。開発中にコスト削減を狙って普通ポルトランドセメントに替え高炉セメントを使用したことが早強・高強度・難透水性という『まぐれ』ともいえる発明に繋がり、『第17回国土技術開発賞最優秀賞』と『第6回ものづくり日本大賞内閣総理大臣賞』を頂きました。

本技術は人工岩塩以外の種々の分野での適用可能な特徴を有することが分かりました。まず、高炉セメント使用にかかわらず早強です。これは、海水内塩素イオンが有する水溶反応触媒効果で硬化が促進されるからです。モンゴルやロシアでは、コンクリート打設後の早期硬化を図り養生水に塩を撒くそうです。そうすると、早く固まる。変な話ですが、砂糖を混ぜると硬化しません。

また、普通ポルトランドセメントコンクリートに比べ強度 60%アップとなり、強度向上は緻密化に繋がり透水係数低減に寄与します。高炉セメントに対して 1/70 に、普通ポルトランドセメントに対しては 1/350 の透水係数となり、人工岩塩実現です。但し、コンクリート補強材に通常の鉄筋は使えず、エポキシ鉄筋・ステンレス鉄筋・炭素繊維・アラミド繊維を使用しなければなりません。



現時点でステンレス鉄筋は高価ですが、メーカーによれば使用量増加でステンレス鉄筋価格を一般鉄筋程度まで低下可能ということです。私が考える本技術の将来展開は、炭素・アラミド繊維のコンクリート補強材への使用です。同じ要求強度条件下では、補強鉄筋 2t に対し有機繊維 30kg で充分で、老若男女を問わず現場の補強筋組立が容易で生産性が向上します。かぶりの制限も緩和されます。また、有機繊維は京都の組紐技術で付着性能を向上させればと思っています。

**海砂使用・海水練りコンクリートの適用**

**精造型コンクリートへの適用は？**

- ⇒鉄筋は使用できない
- ⇒現状では、ステンレス鉄筋とエポキシ被覆鉄筋の使用は可能
- ⇒将来は、炭素繊維ロッドの使用が期待される
- ⇒同じ強度要求なら、補強鉄筋2tに対して炭素繊維補強は30kgと補強材の加工・組立に関わる生産性は大幅に向上
- ⇒有機繊維を混入すれば配力筋は不要
- ⇒補強材として炭素繊維ロッドを使用する場合の留意点
- ⇒靱性と付着性が不足
- ⇒組紐技術で炭素繊維ロッドを製作

**重量型コンクリートへ(海岸・港湾構造物、砂防ダム)の適用は？**

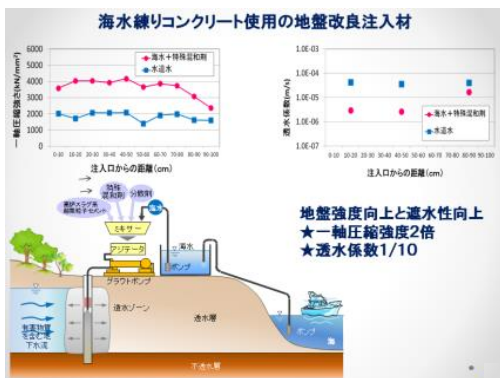
- ⇒全く問題なく、いつでも適用可能
- ⇒有機ファイバー(PP, PE)混入で、更に品質向上(クラック分散、剥落防止)

強度増加と透水係数低減は、海水中の微量硫酸イオンと高炉スラグの反応で生成されるエトリンガイト結晶がコンクリート間隙を埋めることで実現されます。エトリンガイト結晶の膨張性はコンクリートによくないとされますが、海水中の微量硫酸イオンはコンクリートに悪影響を与えない適度な量のエトリンガイトを生成します。

海から遠い地域での無筋コンクリート製造は、塩素・硫酸イオン濃度調整の混練水で砂防ダムなど重力型コンクリート構造への適用は可能です。港湾・海洋構造物への適用では現地の海砂・海水を使用します。いずれの適用でも工期短縮・工費削減が可能で、東北地整の津波瓦礫と海水を使い製造したテトラポッド・根固めブロックのコスト削減効果は35%でした。



懸濁型注入材料に高炉セメント・海水を使うと、強度は2倍、透水係数は1/10になります。



日本での鉄筋コンクリートの間違いの一つは、『RC』を『鉄筋コンクリート』と訳したことだと私は思います。『Reinforced Concrete』に『鉄筋』という意味はありません。要求性能を満足すれば補強材として竹でも藁でも構いません。補強コンクリートなら炭素・アラミド繊維を使い、もっと経済的・合理的に構造物を築造でき

るのではないのでしょうか。

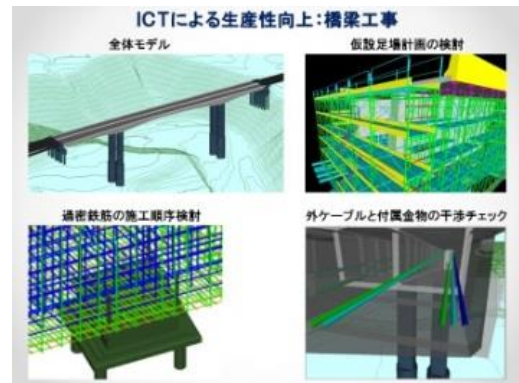
## ICTによる生産性向上

生産性向上の切り札と昨今もてはやされるICT (Information & Communication Technology)、代表事例がCIMを使うものです。私は6~7年前から導入し、現在は約40%の土木現場でこれを使っています。

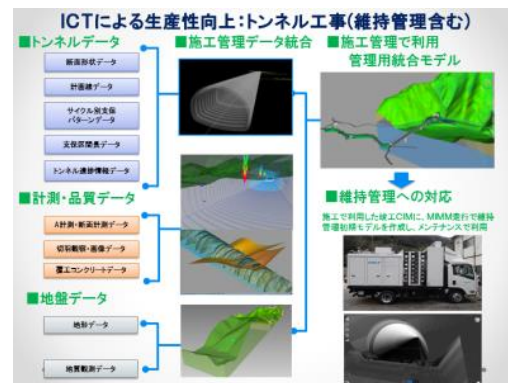
データを、2次元(x,y)から3次元(x,y,z)へ、時間を入れた4次元(x,y,z,t)では工程が反映され、入金・出金キャッシュフロー把握で5次元、維持・保守まで拡張すれば6次元となります。

私は、ICTは極めて優れたツールだと思います。エンジニア本来業務の『データ分析』~『思考』~『判断・決断』を支援できるツールです。

色々な適用事例の内、最も分かり易い事例です。



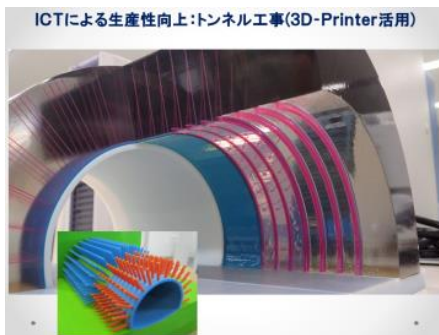
鉄筋は組めるか、足場の干渉は、外ケーブルの干渉は、などが模型を作成せず可能となります。Digital Mock-up 効果を実感できます。



これはトンネル工事適用事例で、設計データ、計測データ、品質データ、地盤データを統合し、工事完了時にクラックなど初期データを取込み、維持管理データを反映すれば六次元として安全・安心のインフラ整備への寄与は大となる。



5年毎の供用中点検で変状を発見したら、覆工はどんな品質のコンクリートをどんな天候時に打設したのか、そこに問題がなければ背面の防水シートは、更に背面の地盤はどうだったのかといったことまで遡り、品質の担保・トレーサビリティが大幅に改善し、当該覆工の健全性可視化が可能であるだけでなく、次の設計に活かすことで良質なインフラ整備に貢献すると思います。



これは、3Dプリンターで作成したトンネル坑口付近でのロックボルトと鉄塔の3次元モデルで、ロックボルト安全打設に活かした事例です。従来の2次元図面では分かり難い状況が可視化されることで、技術者・技能者共に直感的に状況を把握できることが利点です。

街造り事業でICTを住民説明会での説明に使用すると、技術者でも困難な2次元図面からの経時的・立体的な状況把握を地元住民が直感的に把握可能となり、迅速な事業遂行に繋がります。



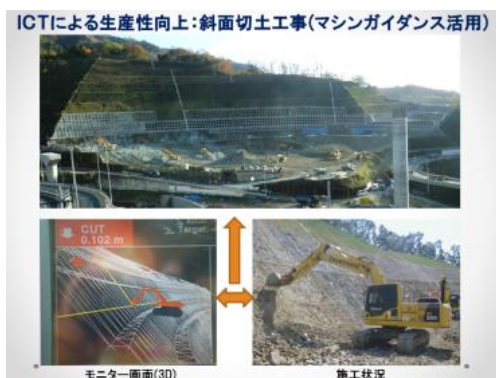
ICTの良さの一つに点群モデル(ポイントクラウド)があります。これは、頻りに地滑りが起こる斜面を写真撮影し、表面全体を点群としてx・y・z座標に変換して認識し、定期的に撮影することで、変位量(ひずみ)と変位速度(ひずみ速度)を把握するものです。斜面地盤の力学的特性を事前に調査しておけば、変形と変形速度の許容値が分かり、危険度を変形量と変形速度で色分けすることで、例えば、赤色部には法尻に抑え盛土か抑止杭打設、法肩にブルーシート敷設するなど迅速な対応が可能となります。予め危険箇所が分かっていたら計器を事前設置すればいいのですが、分からない場合には点群モデルは非常に有効となります。



点群モデルを出来形確認に適用すると出来形・出来高の迅速な把握が可能で、労務費や人件費の削減に加え、単価・総価契約の出来高部分払いが定着すれば、支払い・取下げが毎月可能で、施工者のキャッシュフロー改善に寄与します。



海外工事では請求・取下げを毎月実施しており、受注者はキャッシュフロー状況の把握が容易で、早期に現場の財務上の課題を認識し現場経営に反映できます。



これは、複雑な3次元切土工事にICTを適用した事例です。3次元CADデータをバックホーに送り、バックホーはGPSで自分の位置を把握することで掘削先端位置座標を認識し、オペレーターは運転席のモニター画面を見ながら設計通りに掘削でき、同時に事務所で出来形・出来高を認識しています。

更なる効果は、重機による高度・複雑な作業を熟練オペレーターでなくともできることで、担い手不足の解決策となり、経験少ない22~23歳のオペレーターでもゲーム感覚で非常にきれいな法面形成ができます。このマシンガイダンスでは、オペレーターが操作を間違えても、マシン停止で出来形を間違えないところまで完成していて、完全自動化も可能です。

これは、有料道路の豪雨で崩れた箇所探索と復旧計画をICT適用で高速化した事例です。先ず、飛行機を飛ばし被災箇所を確認後、次にヘリコプターを飛ばして、流出土量・範囲など災害規模をGPSと写真データで特定し迅速な修復計画で3~4カ月短縮できました。こういった災害復旧工事にも使えます。



### ○ツールは手段で目的ではない

ICTは優れたツールですが、若手とシニアの技術者で留意すべきことが二つあります。

未経験な若手は、検討内容不足でも図面作成で達成感を感じ、業務完了と錯覚しがちです。よく議論せず計画策定されると悪い計画になり、後で気付いても、体力的な疲労で修正もしたくない。

シニアは、自分では作成できない美しい図面を見て感嘆し、関係者全員で練った計画だと錯覚し、チェックすらしない。

CADは複雑な曲線や曲面を簡単に作成できるため、現場経験のない図面化は却って現場生産性を低下させる計画となる。若手は、現場で見たり聞いたりの実感なく、達成感・充実感・満足感を得るだけに、気を付けないといけません。

更に、シニアからは、『手造り感が失われる』といったコメントがよく出てきます。重要なことは手造り感といった情緒的なものではなく、求められた品質を確保しつつ『早く、安く』を追及することです。リーダーであるシニア世代の思考マインドが変らなければ、ICTツールの便利さに気付かず、ICTへの投資も消極的で、結果として若手技術者は心身ともに疲弊し、モラル低下・生産性低下となります。また、ICT使用でデータの収集・加工・ファイリングは容易で迅速ですが、疲弊した若手はデータのファイリングを業務と考え、技術者の本来業務であるデータの分析・事象推察と判断が出来なくなります。

若手技術者もシニア技術者もICTをツールとして使いこなせば担い手不足時代でも建設産業は持続可能となります。

### ○考える土木技術者育成

国交省は、i-Constructionで測量・施工・検査の生産性向上を図ることとしており、建設産業でICT利用機運を促進するためには重要な施策です。しかし、I-Constructionの効果発揮は、計画・調査設計・施工計画段階で機能・要求性能を追及し、土質力学・構造力学・流体力学・水理学・地盤工学などの基本に戻り荷重系・構造系を見直すことです。

最近、設計段階での民活用事例が増えていますが、私は『民は基本的に設計できない』と考えています。何故なら、民の技術者は、契約書に示された構造物を仕様書通りに造ることはできて、その仕様の背景・意味を考えないからです。インフラ構造物の維持・修繕経験なくし

て、インフラ構造物に対する設計思想・哲学確立は勿論のこと、理解することもできません。

私は、現場の工務経験が多く、設計計算・構造計算は得意でした。東京湾横断道路(株)への出向でシールドトンネル設計担当となって2ヶ月で私は設計ができないことを悟りました。設計者として、このトンネルはどう在るべきか、このトンネルを100年以上供用可能とするためにはどんな仕様にすべきか、レベルII地震後の性能はどう在るべきかなど、全く考えられない。計算や解析が得意でも意味がない。4年間の出向期間中は、発注者側からの出向技術者・上流側技術者と設計思想・哲学をとことん議論しながら吸収しました。施工側技術者として大きく変わった節目でした。私は、設計の85~90%は設計思想・哲学の確立で、残りが設計計算だと考えています。

インフラ構造物を維持・修繕した苦勞・経験があるからこそ、発注者側技術者には在るべきインフラ構造物をイメージすることが出来るのです。

民の活用では、在るべきインフラ構造物の設計思想・哲学を、維持・修繕経験ある発注側技術者と施工経験ある請負側技術者が、密室ではなく、公平性・透明性を担保しながら大っぴらに堂々と議論すべきです。これが ECI(Early Contractor Involvement)の基本です。

我々も施工と設計思想・哲学が分る人財を育成するために、35~40歳台の技術者を毎年2人ずつ英国の ARUP、ATKINS、Mot Macdonald、豪州の Aurecon などに企業留学させています。それでも、将来 Design Manager になれるのは30%程度です。施工しか知らない技術者が設計思想・哲学を習得することは簡単ではないのです。

### ○建設現場の生産性向上

生産性向上では、実現可能性の観点から“5%”程度の目標設定とすることが多いのですが、この程度の目標設定では、現場所長は下請・メーカーを締付けるだけで、誰もハッピーになりません。

生産性の定義は、『産出量÷投入量』、建設現場では『出来高(円)÷延労働時間(就業人数×労働時間)』です。故に、生産性向上は根性の突貫工事で出来高をあげるのではなく、調査設計・施工計画時に従来方法の遣り方・プロセスを大

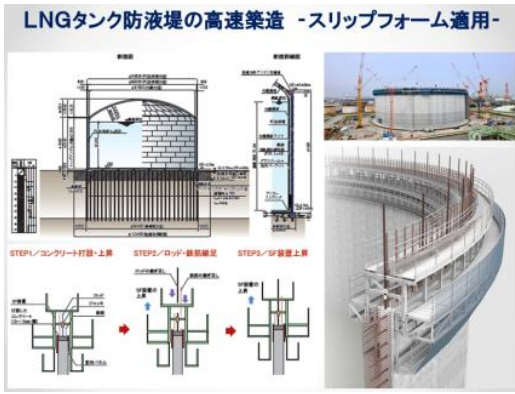
幅に見直し、延労働時間を減少させる方が効果大となります。

定義に従えば、生産性50%向上は延べ労働時間34%削減で達成されます。重要なことは、生産性向上での増加利益をパートナーの下請・メーカーに分配し、延労働時間削減のアイデア・提案を出す“やる気”醸成を図ることです。施工数量縮減と工期短縮は事業の費用対効果を上昇させるだけでなく、労災事故件数減少に直結します。

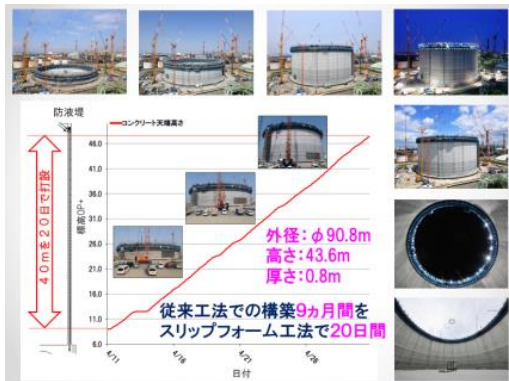


簡単な事例ですが、ソーラーパネルはこれまで5部品(ボルト1、ワッシャー2、ばねワッシャー1、ナット1)で構成されるボルトで固定されていました。一方、各部品の機能を損なわず2部品とする検討・試作をメーカーと協同実施したところ可能となりました。

固定ボルトは、パネル一枚当たり4個、パネルは発電1MW当り6,500枚ですので総ボルト数は26,000個です。ボルト部品が詰所に搬入され現地で固定作業を終えるまでの時間差を、5部品と2部品で計測したところ、60~90秒でした。平均75秒とすると労務費差は約180万円で、1MW発電所の整地・架台設置・パネル設置・結線のコストは約4,500万円ですので、この工夫で利益率が4%増加するわけです。当該ボルト価格は25円程度ですが、同じ形状・大量・繰返し作業というキーワードで纏められる場合には、このような工夫が生産性向上に効果的となります。工種総価格が、機能追求で時間的効果を算入し、一体幾らになるのかと考えることが重要です。



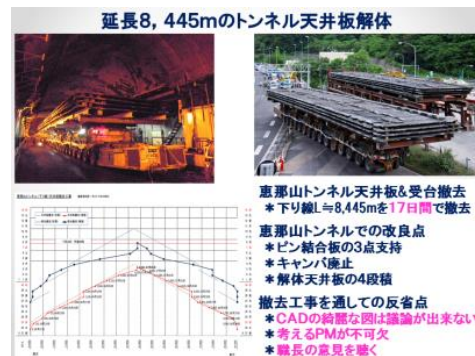
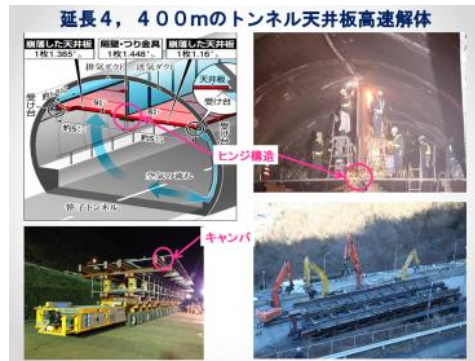
次に、LNG タンクの高速施工による生産性向上事例です。LNG タンク容量 23～24 万 KL の工期ですが、投資決定後の流れは、設計に約 1 年、施工では地盤改良～支持杭打設～底盤打設～防液壁構築～タンク本体で約 4 年かかります。タンク建設という投資判断後から収入実現まで約 5 年を要します。現在の経済情勢不透明な状況下で投資判断後 5 年先でない収入がないのは問題と考え、施工の 4 年を 2.5 年に短縮するという目標を設定しました。工夫の対象は、厚 80cm×高さ約 40m×直径約 80m の防液壁施工です。スランプゼロコンクリートをスリップフォーム使用で、配筋とシース設置を行いながら、昼夜で連続打設しました。従来なら 9 カ月を要する作業を 2 週間で完了し、2.5 年への工程短縮を実現しました。



現在、タンク施工期間を 2 年以内に短縮すべく、設計・施工計画段階での機能追求と更なる工夫・技術開発を実施しています。投資判断後の収入タイミング 2.5～3 年短縮は、内部収益率の大きな改善となります。

工期短縮は、民間の投資財務判断(内部収益率)だけではなく、官の投資経済判断(B/C；費用対効果)でも同様です。収入、或いは、便益の実現ポイントを前倒しにすればするほど投資効果

が高くなります。これが、『安く・早く』ではなく『早く・安く』の理由です。



笹子トンネルの天井板解体では超高速施工を図り、トンネル延長 4,500m の天井板を自走多軸台車を使い、14 日間で解体しました。

笹子トンネルは、計画も 2 日間と極めて短かく、解体天井板の台車上での支持方法とか積載段数など、検討が未熟な点が多々ありました。

次の、恵那山トンネル天井板解体ではトンネル延長 8,445m の天井板を積載方法などを工夫して 17 日間で解体しました。



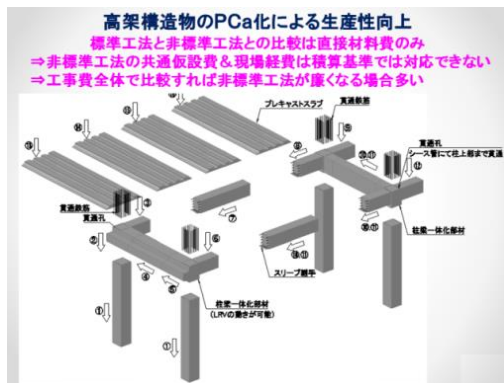
前述 2 事例は、24 時間通行止め条件でしたが、月山トンネル 2,662m の天井板解体は夜間のみの施工条件だったので、高速化を追及して解体後の天井板をトレーラー上に設置した油圧駆動架台で支持しました。また、トレーラーは並列



2 台を坑内進入・坑外脱出ともに前進のみとすることで更なる高速化を図り、進捗率は 50%向上、夜間通行止を当初計画から 10 日間短縮しました。

遣り方・プロセスを工夫して施工速度を上げて通行止めを短縮する。これがインフラ整備に共通する基本的な取組方だと思います。議論の無い CAD 図面ではなく、元請の土木・機電技術者と下請技術者・職長と一緒に手書きのポンチ絵で検討すると議論百出で優れた計画が策定され、最終図面のみ CAD 化しました。

プレキャスト施工法は高いとされていますが、これは誤解です。土木工事標準積算基準では、標準工法での歩掛りで全体工事費(直接工事費・共通仮設費・現場経費・一般管理費)は誰が積算しても同じです。プレキャスト施工法では歩掛りがないため全体工事費を積算できず、直接工事費だけで比べてしまうため高くなり採用されません。施工高速化で短縮された時間効果を積算すると、多くの事例でプレキャスト施工法が工期短縮・工費縮減となります。私が日建連積算委員長時代にプレキャスト施工法で積算すると殆どの事例でプレキャスト施工法が廉くなります。国交省も担い手不足に対応すべく、生産性向上の観点からプレキャスト施工法の積極的採用を図っており、一例が高架工事への適用です。



このような事例で歩掛りを取っておけば標準的な積算が可能で、プレキャストメーカーも対応し易く、これからの主流になると思います。

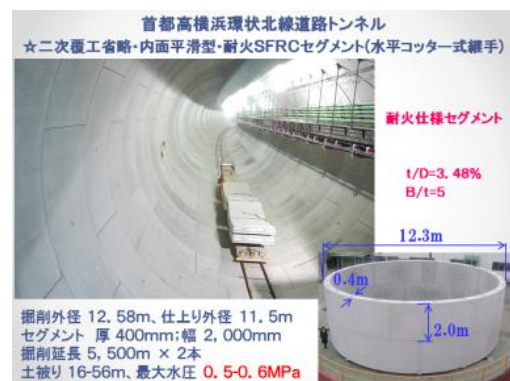
私はアクアライントンネル設計経験を通じて、シールドトンネル用 RC セグメントをボルト締結することは、構造的・止水性・耐久性・施工性に課題を残していると思い、首都圏外郭放水路ではピース間に嵌合式(水平コッター)継手、リング間にピン挿入式(プッシュグリップ)継手を

を提案し、採用されました。前述の課題を一挙に解決できる継手で、シールドジャッキ押付けのみリング間・ピース間が同時組立可能なワンパスタイプです。セグメントの大きさに関わらず、1ピースの組立は3~3.5分で、生産性が格段に向上します。

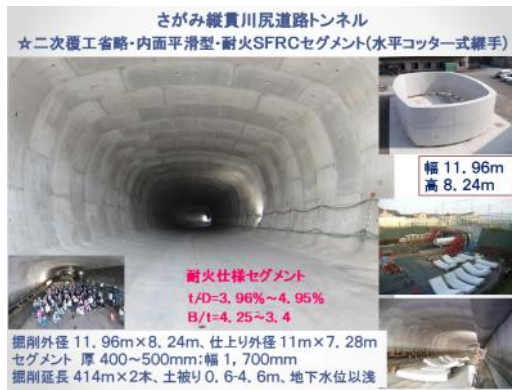


更に、軸方向コッター継手は内・外曲げ剛性が同等で高いため継手・本体共に複鉄筋構造となり、ボルト締結に対し厚みを 25~30%薄くできます。二次覆工に不可欠な機能は浮力対策重量付加と火災対策ですが、浮力対策は十分な土被り確保で、火災対策は耐火セグメント使用で充分です。二次覆工省略で外径 60~70cm を減少でき、合計でトンネル外径を約 1m 縮小できます。φ10m 以上のシールドトンネルでのコスト削減は 1.5%/直径 10cm ですので全体工事費を 15%削減できます。

これを適用した首都高横浜環状北線では、セグメント外径はφ12.58m、厚は 40cm、幅は 2m です。



さがみ縦貫道道路トンネルでは、扁平形状セグメントで掘削土量削減を、耐火セグメント使用で二次覆工省略を図り、「早く・安く」を実現しました。また、地上発進・地上到達で小土被り(0.6~4.6m)下での掘進を実施しました。



セグメント組立用エレクターロボットも、従来のボルト締結継手を使用したアクアライントンネルとワンパス継手を使用したさがみ縦貫道トンネルでは、締結機構が簡単で組立速度も速く、製作コスト縮減が可能となります。



機能と要求性能を明確にして「早く・安く」を追求すれば、直接工事費に加え、時間で変動する共通仮設費・現場経費・一般管理費が削減され、新たな利益創出となります。これを下請に分配し建設技能者年収を現状平均 415 万円からメーカー技能者に優るとも劣らない 470 万円程度まで引き上げることが近未来に確実な担い手不足対策の重要な施策の一つです。しかも「早く・安く」の“早く”は“働き方改革”の最優先事項でもある休日確保を可能とするため、建設業界への人財流入が促進され持続可能な産業に変わることが期待できます。

### ○企業の経営資源は「ヒト・モノ・カネ」

技術者が『心』と『時間』に余裕を持ち考える業務環境をどう創るかは、経営層の責任だと私は思います。企業は「ヒト・モノ・カネ」と言われますが、「ヒト」は人財で人材(コスト)ではありません。

企業の管理対象となるのは人財ですが、その内容には、①絶対に必要な管理、②してもなくてもいい管理、③してはいけない管理、の 3 種類があります。殆どの組織で、しなくてもよいとか、すべきでない管理が増えています。一つには、業務が極めて楽だからです。“前例がない”とか、“内規にない”などの対応で業務ははかどりますが、これは担当者業務の部分最適で組織の全体最適ではなく、組織はいずれ衰退します。

二つ目は、そのように権威主義的な対応をすることで管理部門の存在感が増すからです。部署は手段であり、存在感を増すことは目的ではないのです。しかし、楽な業務で存在感を出そうとするため、不要な管理をしてしまう。この状況を変えなければ個々の会社でなく国の存続が危うくなります。

吉田松陰は、「夢なき者に理想なし。理想なき者に計画なし。計画なき者に実施なし。実施なき者に成功なし。ゆえに、夢なき者に成功なし」と説いています。“夢”の創造は経営者の仕事で、企画・営業・工事・管理のそれぞれの部門が理想～実施に亘り、部門本来の目的業務(ミッション)を追求すれば将来展望が拓けます。

インフラ整備の中核的存在である建設産業は遣り甲斐が得られる産業だと思います。経済対策としてのフロー効果だけではなく、ストック効果としての便益向上で真の発注者(現在と未来の納税者)から評価されるという喜びがあるからです。

一方で、担い手である技術者・技能者には評価向上に対して言葉だけの感謝に加え、便益還元の一部として年収増加を図らないと人財確保は困難となります。

また、無駄な業務から職員を解放する。例えば、資料作成では、“何に使う”、“誰に説明”、“何時までに”、“どんな内容”との指示は最低限で、次に不可欠な指示は、どんな形で報告させるか。口頭でいいのなら“口頭で回答”、メモが欲しい場合は“手書きメモで回答”、記録が欲しい場合は“手書きメモの PDF 化”、綺麗な書類が必要な場合のみ“デジタルデータ化”で充分です。現状はそうではなく、“考える”ことなくコンピューター向かい綺麗が目的の書類をひたすら作成する。時間と人生のこれほどの無駄はありません。しかし、時間と人生を無駄にした美しい書類には、“十分な検討を尽くした書類”

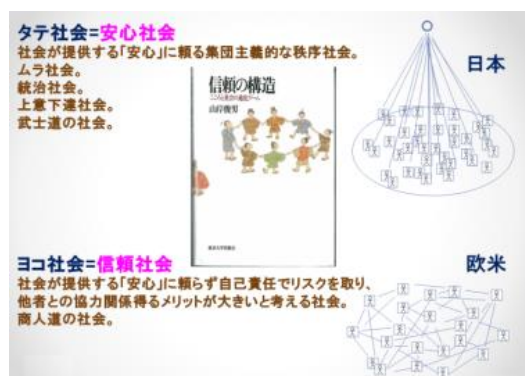
と錯覚させる魔力があります。だからこそ、手描きの図で議論を進めていくことが大事だと思います。

企画部門の問題も同じで、戦略に徹すべき企画部門が単なる管理部門となり、例えば、技術開発と業務改善を勘違いしているケースがあります。業務改善も必要ですが、ゼネコンが持続可能であるための原点は技術開発のため、長い年月をかけ100個で2~3個しか成功しないテーマでも業界他社と差別化可能と判断すれば選定してトライすべきです。技術企画部門が、3月末にテーマ選定、9月に中間評価、翌年3月で最終評価するような計画とすると、技術開発部門の研究者・技術者は1年で結果の出るテーマしか提案せず、技術開発が単なる業務改善になってしまいます。サラリーマンなら当たり前です。

そこで、当社では技術開発予算の10%程度はテーマを決めず確保し、ニーズ・将来性ともに高いテーマが提案されたら時期に関わらず取組めるシステムとしています。地上発進・地上到達シールド、海水練コンクリート、斜め土留めのような面白い技術はこのシステムで開発されました。技術開発で管理要素を強くすると単なる業務改善になります。業務改善もそれなりに重要だと思いますが、そればかりだと技術開発とは言えないと思います。

## ○縦社会と横社会

日本で生産性向上が低い理由に、日本の縦社会に起因する問題があります。詳しくは『信頼の構造；山岸俊男著』を参照して下さい。



縦社会では強いトップの下に個々がラインとして直列的にぶら下がり、しかもライン間で連携がない。一方、横社会では個々が横断的・有機的に緩い連携を取りながら繋がっている。

山岸氏が行った社会実験では、横社会で個々の人間同士の信頼が強くなるということです。それは、欧米では厳しい議論でやり合いますが、必ず譲歩で解決策を見出し、握手して問題を解決します。自分は譲歩したが相手も譲歩したことを互いに理解しており、最後は握手で合意し信頼が始まります。日本では議論が喧嘩になりこうなりません。

それでは日本も今すぐ欧米型横社会に変えるかとしても、そうはいきません。日本の安心社会にもそれなりのいいところはあるのです。大事なことは、日本の安心社会の良さを保ちながら欧米信頼社会の良さを取り入れることで、①議論することと、②失敗を許す社会、とすることです。

日本の ETC 機器は、残念ながら世界では1台も売れません。日本製システムはずば抜けて高いのです。何故なら、実質的にエラーを許さず、精度は99.99%です。海外 ETC では95%です。理性的な国民は、世の中に100%はないことを理解し、機械にエラーは当たり前だとしてエラーを許容します。しかし、日本では許されない。誰に問題があるのかは自明です。日本国民の特性に問題があるのです。

日本では高速道路で ETC を使いチャージされないことが直ぐにネットアップされ、しかも炎上する可能性が極めて高い。そうすると、先ず道路会社が、次は国交省が、最後にメーカーが袋叩きにされる。その惨事を避けるため、1回の通過で何十回もデータ通信を行い、その精度が99.99%。そんな必要はないのですが、折角の良いシステムが売れない。これは、日本が失敗を許す風土ではないという最も典型的な事例です。もうちょっと寛容であつてもと思います。

日本の安心縦社会ではライン内、特に、上司と直属の部下では強い絆が形成されます。これは、上司の意向通りに動かないと出世はできないからです。欧米の信頼横社会では個々が弱い繋がりになっています。良い情報は横社会では入り易く、縦社会では良い情報だけが入り易く、悪い情報は入ってきません。

横社会の良さを縦社会に取込むためには、上司が責任を取り、部下にセカンドチャンスを与える。経営者の責務として、それを職員に分かって貰うことが大事なのです。

また、上司の責務は、職位のミッション自覚と部下の育成です。ミッション遂行を第一にし

て、部下・同僚・上司から良いと思われたい・言われたいなどと言っているのは駄目な上司となります。部下に対しては怒ってはいけませんが、叱ることは必要だと思います。

有能な部下を、自分が楽をするために、いつまでも配下に留め置くのも駄目な上司の典型です。育成状況など時期を見て転出させ色々な仕事のチャンスを与えると職員が育ちます。良い職員が育てば組織は良くなります。部下の脳に汗を掻かせることが重要です。脳に汗を掻かなかつたら、将来は涙に変わります。

**職員は脳に汗を掻いているか？ 汗を掻かせているか？**

**「職員が力を出すために」**  
⇒目的を忘れ、手段に拘っていないか？  
⇒手段は直ぐに目的に変る  
⇒目的を意識すれば、出来ない理由を考える不毛業務を回避  
⇒出来る方策・方法を考え成功すればモチベーションアップ  
⇒そのためには常に基本に戻る  
⇒機能、要求性能  
⇒土質力学、構造力学、流体力学、コンクリート工学、統計学

**「どうすれば？」**  
⇒上司は部下に「何故その方法？何故そう考えたか？他に方法は？」を  
問い続け、同時に人財育成  
⇒基本に戻り解決策を纏め上げるには、StudyからLearnに！  
【知識・情報に基づき思考と経験を通して知恵に！】  
⇒受験競争で育ったStudy職員をLearn職員に！  
Studyだけの職員は情報は多いが、知恵に変わった情報が、  
現場でどう役立つかを知らない

技術者は少しでも早く技術士などの認定資格を取得することが重要です。技術士は、現状では独占名称資格ですが、やがて独占業務資格に格上げされ、技術士を持っていないとやりたい・興味ある仕事もできなくなります。

## ○プロ技術者のあるべき姿

プロは意志のある楽観主義者であってほしいと思います。

陸軍大将の山本五十六の言葉に、「やって見せ・言って聞かせて・させてみて・褒めてやらねば人は動かず」とありますが、これに「叱ってやらねば人は育たず」と続けて下さい。

現場では、見学の『見る』は駄目です。全体を俯瞰して『観る』、異常あるところを探して『視る』、原因を推定して『診る』、従事者の安全を『看る』、そして、現場の事情を最も知っている従事者から『聴く』を忘れないで下さい。

最後に、上司は自分と部下に、『何故その方法？何故そう考えたのか？他にもっとよい方法は？』を問い続けて下さい。

この建設業界がさらに良くなることを祈ってやみません。どうも有難うございました。

## 特別委員会活動報告

### コンクリート構造調査研究会

委員長：宮川 豊章  
幹事：小松 恵一

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。平成28年度も、春に技術講演会を開催し、秋には現場見学会を実施しました。

#### 第1回委員会 技術講演会

日時：平成28年5月19日（木）13:30～16:30  
場所：大阪市立大学文化交流センターホール  
参加：39名（講師含む）

講演会では、コンクリート構造物の大規模更新あるいは長寿命化の計画についての事例紹介や課題について報告していただきました。

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 西日本高速道路における長期保全に向けた取り組み  
西日本高速道路(株) 宮田 弘和 氏
- 講演2 阪神高速における大規模更新・修繕計画について  
阪神高速道路(株) 宮田 亮 氏
- 講演3 大阪府都市基盤施設の維持管理  
大阪府 畦地 久豊 氏
- 講演4 鉄道構造物の維持管理と長寿命化への取り組みについて  
西日本旅客鉄道(株) 今井 卓也 氏



大阪市立大学文化交流センターホール（H28.5.19）

### 第2回委員会 現場見学会

日時：平成28年11月11日（金）13:30～16:00  
場所：NEXCO 西日本 茨木研修センター  
参加：20名

見学会では、劣化度判定を体験するため研修施設や、道路橋示方書の歴史に応じた配筋状況などさまざまな研修施設を見学させていただきました。



劣化度判定を体験するための施設(H28.11.11)

### 舗装調査研究委員会

委員長：彌田 和夫  
幹事：麻田 鉄児

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実施しています。本年度は、9月に開催されました。

#### 第1回技術講演会

日時：平成28年9月16日（金）13:30～16:55  
場所：大阪市立大学文化交流センター（ホール）  
（大阪市北区梅田）

参加：110名

- (1) 加熱アスファルト混合物を用いた高耐久表面処理工法  
東亜道路工業株式会社 技術研究所  
第二研究室 研究員 松下 裕弥 氏
- (2) ポーラスアスファルト舗装の非破壊式浸透型補修工法  
浸透型補修工法研究会  
事務局 上坂 憲一 氏

(3) 自動車走行燃費の向上を図るアスファルト舗装技術に関する研究

株式会社NIPPO 総合技術部 技術研究所 研究第一グループ

副主任研究員 白井 悠 氏

(4) 周辺環境にも配慮した高耐久型改質グースアスファルト舗装

大林道路株式会社 エンジニアリング部 生産技術課 課長 菅野 善次郎 氏



第1回講演会の様子 (H28. 9. 16)

## 道路橋調査研究委員会

委員長：古田 均  
幹 事：平野みゆき

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るなどの活動を行っている。

また、当委員会では例年、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。

平成28年度は、前年度に設立した3つの小委員会による調査研究活動を行うとともに、講演会を開催した。

### 1. 橋梁点検に関する

研究小委員会 (委員長：貝戸 清之)

- ・小委員会を4回開催
- ・3つのワーキンググループを設置
  - ①点検の効率化
  - ②点検の新技術
  - ③点検の新業種形態
- ※ワーキングを計6回開催

### 2. 斜張橋ケーブルの耐久性評価と今後の維持管理に関する研究小委員会 (委員長：白土 博通)

- ・小委員会を3回開催
- ・3つのワーキンググループを設置
  - ①斜張橋ケーブルの現状把握
  - ②構造安全性評価
  - ③今後の維持管理のあり方
- ※ワーキングを計5回開催

### 3. 橋梁の基礎の補強・パイルベント橋脚の補強に関する研究小委員会 (委員長：井上 晋)

- ・小委員会を6回開催

## 道路橋調査研究委員会主催講演会

日時：平成28年9月30日(金)14:00~16:30

場所：大阪市立大学文化交流センター ホール  
大阪市北区梅田 大阪駅前第2ビル6階

参加：約60名

演題：「Bridge Aesthetics and Structural Honesty」  
デンマーク工科大学名誉教授

Niels J. Gimsing 氏



講演会の様子 (H28. 9. 30)

## 交通問題調査研究委員会

委員長：日野 泰雄  
幹 事：生嶋 圭二

本委員会では、「都市における震災と道路」、「都市における自転車問題」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いる。

近年は、社会問題となっている「自転車問題」を取り上げ、学識経験者と行政との間で意見交換を行っている。それぞれの都市がかかえる大きな課題から、実務者が日常業務で直面する設計や現場での課題まで、幅広く意見交換を行うことで実務に役立てられている。

特に最近、自転車通行環境整備については、平成24年の国のガイドラインにより、これまでの歩行者と混在する整備スタイルから、車道通行を原則とする整備スタイルへの転換がなされ、各都市共に自転車が車道を通行する自転車レーンを中心とした整備を進めている。

本年度は、

テーマⅠ：官民協働でつくるみちづくり・まちづくり

テーマⅡ：協働まちづくりで考える交通問題

テーマⅢ：自転車通行環境整備の課題と今後

テーマⅣ：観光都市と交通政策

などをテーマとして、実務者や研究者による小規模勉強会等を開催することにより、多様化する社会ニーズとまちづくりを含めた新しい道路施策などの事例を収集し、各都市が抱える課題に対し地域に即した新たな事業を進める一助となるよう実務者が情報交換を行うことで、日常業務で直面する設計や現場での課題を利用者目線で解決していく方策を検討していく。

平成28年度第1回談話会

日時：平成28年6月16日（木）15：15～17：15

場所：大阪市立大学文化交流センター

大セミナー室（大阪市北区梅田）

テーマ：「官民協働でつくる道づくり・まちづくり」

参加：39名

話題1. 「人と公共交通優先の歩いて楽しいまちづくり」

～四条通歩道拡幅事業について～

京都市都市計画局歩くまち京都推進室

企画課長 大岸 將志 氏

話題2. 市民との連携による「宗右衛門町通り」道路整備事業について

大阪市建設局道路部道路課 矢野 雄大 氏

話題提供の後、講師を交えて意見交換会



談話会開催の様子（H28. 6. 16）

## 自主研究会活動報告

「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して、平成26年度の総会で承認された新制度です。平成27年7月には、選定委員会が開催され4グループの設置が承認されました。

今回は、設立2年目の各グループの研究概要を紹介いたします。

### 大阪市の市電事業で建設され、保存されている 橋梁図面の評価・活用研究会

#### 1. 研究会の概要

##### 1) 研究テーマ

明治から昭和初期にかけて市電事業によって建設された橋梁の保管図面について、その史的価値を検討するとともに、種々の観点から建設当時の土木技術的評価を試みる。また、土木史的観点から図面の活用方法等について併せて検討する。

##### 2) 研究概要

大阪市内を初めて市電が走ったのは明治36年9月であるが、その後、都市計画事業としての役割も担い、交通局の前身である電気局によって道路の拡幅・新設とともに多くの橋梁が架設された。それらの橋梁は順次道路を所管する土木局（現建設局）に管理が移管され、現在建設局には交通局から引き継がれた多数の図面が保管されている。しかしながら、それらの橋梁の大多数は現存しないことから、台帳化や電子化などはされてこなかった。

本研究ではそれらの図面のリスト作りや架橋位置の特定などの台帳化作業を行うとともに当時の技術的背景や技術集団の構成などの土木史的観点から種々の検討を加えるものである。

##### 3) 構成員（平成29年2月現在）

代 表：松村 博

幹 事：黒山 泰弘（一般財団法人 都市技術センター）

研究員所属：日本大学、早稲田大学、神戸大学、大阪市建設局、大阪市交通局、（一財）都市技術センター、(株)横河ブリッジ、日立造船(株)、(株)駒井ハルテック、協和設計(株)

#### 2. 活動報告（平成27年6月～平成29年2月） 研究会の開催

| 開催日                    | 内容   |
|------------------------|--|
| 第1回<br>平成27年<br>6月4日   | ・講演「鋼橋技術研究会 鋼橋の資料性に関する調査研究部会」報告書紹介（五十畑教授）<br>・調査研究対象資料の概要ならびに研究会の活動方針について        |
| 第2回<br>平成27年<br>11月5日  | ・講演「旧大正橋の図面から読み取れること」（熱田委員）<br>・市電事業の概要（松村代表）<br>・研究会の活動方針について                   |
| 第3回<br>平成28年<br>2月26日  | ・講演「旧大阪鉄工所の製作橋梁図面から読み取れること」（正木委員）<br>・講演「歴史的橋梁の保存・活用事例」（佐々木教授）<br>・研究会の活動方針について  |
| 第4回<br>平成28年7<br>月8日   | ・図面に記名のあった交通局OBの道田淳一氏から交通局新規採用時期を振り返って話題提供いただいた。<br>・市電路線選定の考察（松村代表）<br>・報告書記述方針 |
| 第5回<br>平成28年<br>12月13日 | ・五十畑先生講演 「市電建設時代の橋梁技術基準等について」<br>・報告書用原稿の確認<br>・最終報告に向けた今後の進め方                   |

#### 3. 今後の活動について

今後の活動については、以下の視点で取りまとめを行っていく予定である。なお、研究成果については電子化、土木学会等への発表を予定している。

- ① 市電橋梁の技術的特徴
- ② 市電橋梁のデザイン的特徴
- ③ 市電事業の都市計画的な位置づけと経営
- ④ 図面の文化財的価値



## 道路空間魅力向上研究会

### 1. 研究会の概要

#### 1) 研究テーマ

「道路空間の魅力的な活用に関する研究」

#### 2) 研究概要

近年、道路をはじめとした公共空間において、民間主体の新たな担い手による利活用が各地で進んでいる。本研究会では、道路空間の魅力的な活用に関する事例や動向、法制度等の整理を行うとともに、今後の道路空間を通じた都市の魅力向上を図るため、導入手法や促進するための仕組みについての研究を行うものとしている。また、利活用とともに、高質な街路空間の創出に資するデザイン検討やその協議体制についての研究も並行して行っている。

#### 3) 構成員（平成29年3月現在）

代 表：佐久間康富（大阪市立大学大学院  
工学研究科）

幹 事：清水勝民（総合調査設計(株)）

研究員所属：京都大学大学院工学研究科、  
大阪市建設局、大阪市都市計画局、  
京都市建設局、神戸市建設局、  
奈良県県土マネジメント部、  
(株)日建設計シビル、  
大阪ガス(株)、中央復権コンサル  
タンツ(株)

### 2. 活動報告（平成27年10月～平成28年2月）

#### 1) 自治体ヒアリング

研究会の開催に先立ち、都市再生特別措置法に基づく特例制度を活用した常設のオープンカフェを実施している新宿モア4番街（東京都新宿区）、池袋駅東口 グリーン大通りオープンカフェ 社会実験（東京都豊島区）の行政担当者に経緯や課題点などのヒアリングを行っている。※グリーン大通りはヒアリング後の平成28年4月に国家戦略特別区域の認定を受けている。

#### 2) 研究会の開催

（平成27年10月～平成29年2月）

当研究会では、研究テーマである「道路空間の魅力的な活用に関する研究」に基づき、弾力的な道路空間の利活用方法や高質な街路空間の創出に資するデザイン等について、事業推進に係る課題や

推進方法等について議論する会議を開催するとともに、先行事例を通じてそのノウハウを取りまとめることを目的とした視察や事業者ヒアリングを行っている。

| 開催日                    | 内容  |
|------------------------|---|
| 第1回<br>平成27年<br>10月2日  | ・全国の常設的オープンカフェ事業・事例紹介<br>・プレスト「本研究会（道路空間の利活用）での取りまとめ内容について」   |
| 第2回<br>平成27年<br>12月11日 | ・事例紹介<br>・プレスト「高質な街路空間の創出に資するデザイン検討やその協議体制について」   |
| 第3回<br>平成28年<br>2月5日   | ・プレスト「高質な街路空間の創出に資するデザイン検討やその協議体制について」～グランフロント大阪視察～<br>・TMOとの協定制度等の取り組みによる施設、空間状況等。   |
| 第4回<br>平成28年<br>6月18日  | ～大阪市道路施策の視察～<br>・御堂筋における道路空間再編に向けたモデル整備の視察<br>・船場地区、観光魅力向上のための歴史・文化的まちなみ創出事業による取り組みの視察  |
| 第5回<br>平成28年<br>8月9日   | ・これまでの議論内容の論点整理   |
| 第6回<br>平成28年<br>10月9日  | ～京都市道路施策の視察～<br>・四条通における道路空間の再編、上七軒の美装化・無電中化、岡崎公園の道路廃止・公園空間の拡幅、先斗町通の無電中化の視察   |
| 第7回<br>平成29年<br>2月3日   | ～北九州市及び福岡市の視察～<br>・「国家戦略特区福岡市・北九州市 グローバル創業・雇用創出特区」における国家戦略道路占用事業（エリアマネジメントに係る道路法の特例）に取り組んでいる2市へのヒアリング及び現地視察。  |
| 第8回<br>平成29年<br>2月4日   | ～姫路市及び神戸市～<br>・姫路駅北駅前広場整備事業の視察（地下広場整備、キャスルビュー・連絡デッキ、駅前広場および大手前通り改修）<br>・三宮における道路整備の視察（都心・三宮の再整備、葺合南54号線の再整備、三宮プラッツにぎわい創出事業、三宮中央通りにおける神戸パークレット社会実験、明石町筋等道路改良事業等） |

### 3. 今後の活動について

研究成果報告書については、第1版として当研究会案の策定を行い、研究内容の深度化を図ることを目的として、他専門家等の意見を取り入れた第2版の策定という段階的な取りまとめを予定している。

## 道路環境問題研究会

### 1. 研究概要

#### 1) 研究テーマ

道路における環境問題の現状と課題の整理

#### 2) 研究概要

様々な分野、立場の研究者、技術者が集まり道路における環境問題の技術面での現状について種々の情報・意見を交換し研究課題を整理することを目的とする。

#### 3) 研究会幹事メンバー

代 表：大井健一郎(株)近畿地域づくりセンター

幹 事：大嶋政夫(一社)近畿建設協会

研究員所属：大阪市立大学大学院工学研究科

阪神高速技術(株)

近畿大学理工学総合研究所

(株)ニュージェック

(株)大建コンサルタント

都市プラン研究所

大阪市立大学大学院工学研究科

大阪市立大学大学院工学研究科

岡山大学大学院環境生命科学研究科

大阪市立大学大学院工学研究科

近畿大学理工学部社会環境工学科

大阪市立大学大学院工学研究科

スバル興業(株)

都市リサイクル工学研究所

大阪市立大学大学院工学研究科

### 2. 活動報告

初年度（27年度）3回の開催に引き続き今年度（28年度）も以下の通り3回の講演会を開催した。

講演会参加者数

（27年度）289名

（28年度）250名

#### 第4回道路環境問題講演会

|      |  |
|------|--|
| 日 時  | 平成28年7月4日（月）13：50～16：45                    |
| 所    | 大阪市立大学文化交流センター ホール                         |
| 講演 1 | 御堂筋の空間再編について                               |
|      | 大阪市建設局総務部企画課係長 大家由美子氏<br>同 道路部道路課係長 小松 靖朋氏 |

|      |   |
|------|---|
| 講演 2 | グースアスファルト混合物の臭気低減対策<br>～4号湾岸線大規模舗装補修工事における事例～ |
|      | 阪神高速道路(株)大阪管理局保全部<br>保全設計課課長代理 尾幡 佳徳氏         |
| 講演 3 | アスファルト混合所設備の環境対策技術<br>～現状と課題～                 |
|      | 日工(株)技術本部研究開発センター所長<br>蓬萊 秀人氏                 |
| 講演 4 | 2015年大阪府クールロード100選の結果と<br>その後の展開              |
|      | 大阪市立大学大学院工学研究科都市系専攻<br>准教授 鍋島 美奈子氏            |



（平成28年度第5回講演会 28.10.7）

#### 第5回道路環境問題講演会

|      |   |
|------|---|
| 日 時  | 平成28年10月7日（金）13：50～16：45                        |
| 場 所  | 大阪市立大学文化交流センター ホール                              |
| 講演 1 | 道路の凍結防止対策について<br>～散布ロス量を減らす研究～                  |
|      | 福井県建設技術センター<br>主任研究員 近藤 泰光氏                     |
| 講演 2 | 大和川線シールド工事発生土の再生活用事業について                        |
|      | 阪神高速技術(株)<br>発生土再生事業室長 河村 勝氏                    |
| 講演 3 | 道路排水の汚染物質について                                   |
|      | 大阪市立大学大学院工学研究科都市系専攻<br>都市リサイクル工学分野<br>教授 貫上 佳則氏 |

## 第6回道路環境問題講演会

|     |  |
|-----|--|
| 日時  | 平成29年2月8日(水) 13:50~16:45               |
| 場所  | 大阪科学技術センター401号室                        |
| 講演1 | 都心の道路における新たな取り組み<br>～KOBE パークレット～      |
|     | 神戸市建設局道路部計画課<br>担当係長 大西 一成氏            |
| 講演2 | アスファルトの安全性について                         |
|     | 昭和シェル(株)中央研究所第1研究チーム<br>担当マネージャー 瀬尾 彰氏 |
| 講演3 | センシングデータを活用した舗装評価                      |
|     | 国際航業(株)社会インフラ部<br>主任技師 井上 浩一氏          |

### 3. 道路環境問題

2年間にわたる自主研究会での講演内容について以下のように大きく3つの分野に整理した。

#### (1) 道路(の存在)による環境問題

- 1) 騒音、振動
- 2) 自動車排気ガス
- 3) 熱環境
- 4) 地下水などに係る問題

#### (2) 道路建設(工事・材料など)に係る問題

- 1) 道路工事に伴う沿道環境および工事作業環境
- 2) 材料の安全性、リサイクルなどの問題

#### (3) その他の道路に係る環境問題

- 1) 道路、街の緑化、景観
- 2) 交通弱者対策

### 4. 道路における環境問題の現状と課題

#### (1) 道路(の存在)による環境問題

国道43号等で騒音・排気ガス規制等請求訴訟を受けたことなど、これまで自動車交通に伴う多くの問題が提起され、次に示すような種々の対策が講じられてきた。

- 1) 従来の遮音壁の上部に吸音装置を設置するなどの新型遮音壁の設置
- 2) 高機能舗装、高架裏面吸音板などの設置
- 3) 高架橋におけるジョイント補修・取替、ノージョイント化工事
- 4) トンネル区間の排気処理方法の改善

5) 環境施設帯の設置、家屋の防音工事助成など、沿道対策

#### 6) 環境改善のための交通流対策

一方で、道路上に蓄積する自動車走行に伴う排出物、凍結防止のための散布物などの問題も指摘されている。

今後引き続き、

- 1) 道路環境改善技術の更なる開発と積極的採用
- 2) その他、低炭素社会・循環型社会の形成に向けての更なる取り組み
- 3) 社会的要請に応えられる環境アセスメントの改善

が、求められる。

(2) 道路建設(工事、材料など)に係る問題

道路建設時および建設材料製造時の環境問題も種々指摘されてきたが、以下のような技術で対策が講じられつつある。これらの、今後さらなる普及が望まれている。

- 1) 道路舗装の最適維持管理計画のための効率的路面性状評価技術
- 2) 低炭素、省資源などを目指した環境適応型アスファルトプラント
- 3) アスファルト混合物の臭気、排ガスを低減させる舗装技術
- 4) 道路建設材料のリサイクル
- 5) アスファルトほか、道路建設材料の安全性評価技術

#### (3) その他の道路に係る環境問題

道路が都市環境の重要な構成要素という認識から、以下の取り組み行われている。

- 1) 道路、広場、各種施設を一体的に考える都市デザイン
- 2) クールロードの評価・推進
- 3) 道路の無電柱化

このような様々な道路環境問題について、諸外国の状況、取り組みについても調査して参考にすべきと考える。

今後もこれまでと同様、行政・学識経験者等からなる関西道路研究会による講演会活動により、道路環境の現状での問題点を提示し周知するとともに併せて系統立てた整理をしていきたい。

## 梅田ターミナル地域における 地下空間サイン研究会

### 1. 研究会の概要

#### 1) 研究テーマ

当研究会は、地上・地下・デッキ等により、階層的な歩行者ネットワークが形成されている「梅田地区」を事例として、既存サインや近年の整備事例の検証等を行い、災害時や外国人旅行者対応など新たな視点を加えた、今、都市に求められるサインのあり方や方向性を検討する。

#### 2) 研究の概要

これまで大阪市の大規模ターミナルである梅田地区では、地下街等の案内標識のわかりにくさなどの問題に対応するため「(現)梅田ターミナル地域サイン整備連絡会」を設置し、サインの表記内容・方法、その他設置等に関する「梅田地域共通サインシステムマニュアル」が策定され、この共通マニュアルに沿って、地下街・地下道・地下鉄駅等の各サインが整備されてきた。

また、平成15年には大規模ターミナルである難波地区で、交通バリアフリー法による重点整備地区の基本方針が策定されたことを受け、「難波地域サイン整備連絡会」が設置され、ここで策定された「難波ターミナル地域における乗り継ぎ・移動円滑化のためのサイン計画・基本設計」に沿ってサイン整備が行われている。

さらに最近では、大阪市営地下鉄の各駅で「実感できるサービスアップ」の取り組みの一つとして、「大阪市地下鉄案内情報統一マニュアル」をベースにサインのリニューアル整備をすすめている。

一方、道路の地上部でもターミナル地域に限らず、従来から道路管理者により歩行者系サインが整備されてきた。

しかしながら、近年では、大地震発生時など災害時の避難誘導や外国人旅行者対策として来日外国人にもわかりやすいサインが求められている。また、サインの経年変化に伴う適切なサインの維持管理（データ更新等）や地上・地下のサインの連携等の充実が求められている。

当研究会は、多くの施設が集中し、多種多様な目的の来街者が訪れ、地上・地下・デッキ等により、階層的な歩行者ネットワークが形成されている「梅田地区」を事例として、これまでのふり返

り等を行うとともに、既存サインや共通マニュアルの問題点・課題等の洗い出しを行い、近年の整備事例や既存のサインを活用しつつ、災害時やインバウンド対応など新たな視点を加えた、今、都市に求められるサイン（地下街等）のあり方や方向性を検討していくものである。

具体的な調査・研究内容は以下を予定している。

- ◇ 既存サインや近年の整備事例等のふり返り、他都市の事例調査等
- ◇ 新たなニーズ等の把握
- ◇ 既存システム（既存サインや共通マニュアル等）の問題点・課題等の洗い出し
- ◇ 目的や対象者の整理、誘導システムやデザインについて新たな視点によるサイン（地下街等）の方向性の検討

#### 3) 構成員

代表：井下泰具 大阪地下街株式会社

幹事：高橋剛蔵 大阪地下街株式会社

その他の研究員の所属

大阪地下街(株)、阪急電鉄(株)、阪神電鉄(株)、大阪市交通局、大阪市建設局、大阪市街地開発(株)、(公財)都市活力研究所

合計アドバイザーを含め9名

### 2. 活動報告

平成27年度において、幹事会社を中心に、現状の問題点の検証並びに近年の整備事例の調査など事前作業を行った。議論の結果、具体的な問題点として、ホワイティうめだにおいては、誘導サインに情報量が多すぎて文字が小さくなり、逆に見にくいサインとなっていること、天井広告や販促バナーとサインが混在して「がやがやした」印象となっていることなどを洗い出した。

他の研究員からは、デジタルサイネージのパネル上で行きたいところに触れば、ルートや所要時間が表示される「ICT技術を活用した案内システム」を導入した事例、社内で案内サインのマニュアルを整備し、積極的にサイン改良工事を進めている事例など先進的な取り組み紹介があった。その他にも、「今すぐにサインの改良計画はないが、老朽施設の更新のタイミングで各社連携を進めていきたい」など総じて前向きな意見が交換された。また、別途、梅田地区エリアマネジメント実践連

絡会で開催されている「大阪駅周辺地区サイン計画・マニュアル策定検討会」での、①サイン背景色、②ピクトグラムの形と色、③地図デザイン、④各施設の呼称、⑤情報記載の基準、⑥外国語表記に関する統一化、共通化に関する検討状況について情報共有を行った。この「大阪駅周辺地区サイン計画・マニュアル策定検討会」では主に、2020年の東京オリンピックに向けて、訪日外国人への案内強化に主軸を置いており、本研究会でも活用できる部分が多いものであった。

このように、平成27年度では、これまでのふり返りと各社の現状や今後のサイン計画の紹介、別途検討されているサインマニュアルの内容などの情報交換を行い、28年度の本格的な研究につなげていくこととした。

平成28年度に入り、幹事会社により、ホワイトいうめだのリニューアル計画に伴うサイン更新計画の検討に着手した。平成27年度に洗い出した課題の解決や「梅田地域共通サインシステムマニュアル」への準拠をベースに、大阪駅周辺地区サイン計画・マニュアル策定検討会のガイドラインを参考にすることとした。

ホワイトいうめだのサイン更新計画はリニューアル全体計画の進行と相まって、平成28年度内に幹事会社が案を完成させる見込みであることから、案が完成次第、本研究会を招集する予定である。研究会では、他社施設接続部での誘導方法、限られた地下空間内での効果的なサイン連携方法など、他社間の意見を交換・共有することで、研究会構成員の知恵を結集したサイン計画を目標とするとともに、今後他社が実施していくサイン計画への参考となる成果を出していきたいと考えている。

## 会務報告

### I 会合報告

#### 1 総会

日時：平成 28 年 8 月 2 日(火)午後 3 時～

場所：ヴィアール大阪クリスタルルーム

(大阪市中央区安土町 3 丁目)

第 120 回総会は、大阪市中央区安土町のヴィアール大阪クリスタルルームで開催された。

総会では、議事後、平成 27 年度会員表彰、講演会が併せて行われ、総会終了後に多数の参加者により懇親会が行われた。

#### 【次第】

(1) 会長挨拶

(2) 議事 (議長 会長 渡邊英一)

報告第 1 号 会員の現況について

報告第 2 号 平成 27 年度の活動状況について

報告第 3 号 平成 28 年度道路視察について

議案第 1 号 評議員の選出について

議案第 2 号 役員を選出について

議案第 3 号 会則の変更について

議案第 4 号 平成 27 年度決算について

議案第 5 号 平成 28 年度予算案について

渡邊会長挨拶の後、会長が議長となり議事が進められた。

報告第 1 号は、平成 28 年 5 月末現在での 1 年間の会員の入退会状況及び会員数が報告された。

報告第 2 号は、平成 27 年度の各会合、講演会、特別委員会等の活動状況が報告された。

報告第 3 号は、平成 28 年度の道路視察計画について報告された。

議案第 1 号・2 号は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 4 名退任され新たに 4 名が新任し、役員については、6 名が退任し新たに 6 名の新任があり原案通り承認された。

議案 3 号は、平成 27 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 4 号は、平成 28 年度の予算案について、が提案と説明があり、原案通り可決された。

〈会長挨拶要旨〉

会長の渡邊でございます。本日は、皆様公私ご多忙中「平成 28 年度関西道路研究会 第 120 回 総会」にご出席いただき、誠にありがとうございます。

会員の皆様方におかれましては、日々多忙な業務にもかかわらず、平素より本会の運営支援を始め、特別委員会等々での調査研究活動に何かとご尽力を賜り厚くお礼申し上げます。

さて、本会も発足以来 68 年を数え、総会も 120 回目ということでございます。

本日の案件は、報告及び議案を含め 8 件となります、ご審議よろしくお願い致します。

#### 【表彰式及び功労者・優秀作品等の発表】

平成 27 年度の会員表彰にかかる優秀作品等が表彰審査委員会佐々木委員長から発表されました。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。

総会参加者：58 名

#### 【講演会】

総会議事及び表彰式終了後、株式会社大林組顧問 金井 誠氏により「生産人口減少に対応した持続可能な組織と人材育成」と題し、ご自身の経験の一端を「技術と人」という 2 つのキーワードもとにご講演いただきました。詳細については別項を(講演要旨欄)参照願います。

講演会聴講者：64 名

その後、隣室エメラルドルームにて懇親会を開催し、第 120 回総会は滞りなく終了した。

懇親会参加者：51 名

### 2 道路視察

平成 28 年度道路視察は、次の通り開催された。

視察日：平成 28 年 11 月 1 日 (火)

視察先：

- ・兵庫県朝来市の神子畑鉄橋と周辺の神子畑鉦山跡および
- ・国土交通省近畿地方整備局の北近畿豊岡自動車道 豊岡南道路水上トンネル工事現場を見学。

参加人員：26 名

### 3 その他の会合

#### (1) 表彰審査委員会

日時：平成28年6月27日(月)午後3時30分  
 場所：(一財)都市技術センター 会議室  
 (大阪府中央区船場中央2)

平成27年度の優秀作品等の選出について、  
 佐々木審査委員長のもと熱心に審査され、次の  
 通り選定された。



表彰審査委員会(H28.6.27)

| 表彰名    | 候補・案件                       | 受賞者                              |
|--------|-----------------------------|----------------------------------|
| 優秀業績表彰 | 鋼床版デッキ貫通き裂に対する鋼床版疲労損傷検出システム | 阪神高速道路(株) 保全交通部<br>阪神高速技術(株) 技術部 |
|        | 正十字交差点における標準ラウンドアバウトの導入     | (株)オリエンタルコンサルタンツ 関西支店            |

#### (2) 評議員会

日時：平成28年7月22日(金)午後4時～  
 場所：ヴィアーレ大阪5階アレグロルーム  
 (大阪府中央区安土町3丁目)

内容：

- 報告 第1号 会員の現状について
  - 報告 第2号 平成27年度の活動状況について
  - 報告 第3号 平成28年度特別委員会等の活動計画
  - 報告 第4号 平成27年度表彰作品について
  - 議案 第1号 評議員の選出について
  - 議案 第2号 役員を選出について
  - 議案 第3号 会則の変更について
  - 議案 第4号 平成27年度決算について
  - 議案 第5号 平成28年度予算案について
  - 議案 第6号 第120回総会の開催について
  - 議案 第7号 平成28年度道路視察について
- この評議員会により第120回総会に向けての案件が審議された。

#### 平成28年度表彰審査委員名簿

|     |        |                             |
|-----|--------|-----------------------------|
| 委員長 | 佐々木 茂範 | 元大阪府建設局長                    |
| 委員  | 浦田 隆司  | 大阪府道路公社理事長                  |
| 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  | 末永 清冬  | 神戸市建設局長                     |
| 委員  | 永井 文博  | 大阪市建設局長                     |
| 委員  | 中垣 亮二  | 一般社団法人日本橋梁建設協会近畿事務所 技術顧問    |
| 委員  | 宮川 豊章  | 京都市建設局長                     |
| 委員  | 山田 優   | 大阪市立大学名誉教授                  |
| 委員  | 関本 宏   | 阪神高速道路(株) 常務執行役             |
| 委員  | 渡瀬 誠   | 大阪市建設局 道路部長                 |

#### 評議員名簿 (副会長以下は50音順)

| 氏名    | 役職                                |
|-------|-----------------------------------|
| 渡邊 英一 | 京都大学 名誉教授<br>(一財)大阪地域計画研究所理事      |
| 末永 清冬 | 神戸市 建設局長                          |
| 永井 文博 | 大阪市 建設局長                          |
| 古田 均  | 関西大学総合情報学部 教授<br>(道路橋調査研究委員会 委員長) |
| 上松 英司 | 阪神高速道路株式会社 技術部長                   |

|       |                                   |
|-------|-----------------------------------|
| 小迫 一博 | 株式会社 NIPPO 執行役員<br>関西支店長          |
| 塩見 光男 | 総合調査設計株式会社<br>代表取締役               |
| 下垣内 勉 | (一社) 日本道路建設業協会<br>関西支部長           |
| 立間 康裕 | 阪神電気鉄道株式会社<br>不動産事業本部技術部 顧問       |
| 日野 泰雄 | 大阪市立大学大学院 教授<br>(交通問題調査研究委員会 委員長) |
| 宮川 邦博 | 京都市建設局長                           |
| 宮川 豊章 | 京都大学学際融合教育研究推進セ<br>ンター 特任教授       |
| 彌田 和夫 | 元大阪市建設局長<br>(舗装調査研究委員会 委員長)       |
| 山田 優  | 大阪市立大学 名誉教授<br>都市リサイクル工学研究所       |
| 油井 洋明 | 神戸市建設局 道路部長                       |
| 渡瀬 誠  | 大阪市建設局 道路部長                       |



評議員会 (H28.7.22)

### (3) 幹事会

日時：平成 28 年 7 月 12 日 (火) 午後 4 時～

場所：(一財)都市技術センター 会議室

(大阪市中央区船場中央 2)

内容：

報告 1 号 平成 27 年度の活動状況について

報告 2 号 平成 27 年度特別委員会の活動計画

報告 3 号 平成 27 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 会則の変更について

議案 5 号 平成 27 年度決算について

議案 6 号 平成 28 年度予算案について

議案 7 号 第 120 回総会の開催について

議案 8 号 平成 28 年度道路視察について

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。

### 幹事名簿 (会長・幹事長以下は 50 音順)

|            |       |   |
|------------|-------|---|
| 幹事長        | 渡瀬 誠  | 大阪市建設局道路部長                                |
| 会計専<br>任幹事 | 小川 寿裕 | 大阪市建設局道路部<br>調整課長                         |
| 庶務専<br>任幹事 | 寺西 常顕 | 大阪市建設局道路部<br>調整課長代理                       |
| 幹 事        | 麻田 鉄児 | 大阪市建設局道路部<br>道路維持担当課長<br>(舗装調査研究委員会 幹事)   |
| 幹 事        | 生嶋 圭二 | 大阪市建設局道路部<br>道路課長<br>(交通問題調査研究委員会 幹事)     |
| 幹 事        | 内山 秀史 | 京都市建設局建設企画部<br>建設企画課道路計画係長                |
| 幹 事        | 黒山 泰弘 | (一財)都市技術センター<br>道路河川部長                    |
| 幹 事        | 小松 恵一 | 神戸市建設局道路部<br>工務課長<br>(コンクリート構造調査研究委員会 幹事) |
| 幹 事        | 津島 秀郎 | 神戸市建設局道路部<br>計画課長                         |
| 幹 事        | 西出 浩明 | 阪神高速道路㈱ 技術部技<br>術企画課長代理                   |
| 幹 事        | 畑中 達也 | 神戸市建設局道路部<br>計画課計画係長                      |
| 幹 事        | 平野みゆき | 大阪市建設局道路部<br>橋梁課長<br>(道路橋調査研究委員会 幹事)      |
| 幹 事        | 森 知史  | 京都市建設局建設企画部<br>建設企画課長                     |



## II 予算・決算報告

### 1 27年度決算報告

#### 1) 一般会計

##### 収入の部

| 科目         | 予算額       | 決算額       | 差引増減     | 備考   |
|------------|-----------|-----------|----------|--|
| 1 会費収入     | 2,719,000 | 2,572,000 | △147,000 |  |
| 個人会費       | 594,000   | 484,500   | △109,500 | 3,000@161<br>1,500@1                         |
| 法人会費       | 2,125,000 | 2,087,500 | △37,500  | 25,000@83<br>12,500@1                        |
| 2 雑収入      | 300       | 166,248   | 165,948  |  |
| 預金利子等      | 300       | 248       | △52      |  |
| その他        |           | 160,000   | 160,000  | H26年度<br>会費他                                 |
| 預り金        |           | 6,000     | 6,000    | H28年度<br>会費                                  |
| 3 繰越金      | 862,530   | 862,530   | △43,000  |  |
| 前年度<br>繰越金 | 862,530   | 862,530   | 0        |  |
| 4 参加費      | 450,000   | 407,000   | 0        | 総会<br>5,000@35<br>視察<br>4,000@38<br>4,000@20 |
| 合計         | 4,031,830 | 4,007,778 | △24,052  |  |

##### 支出の部

| 科目          | 予算額       | 決算額       | 差引増減     | 備考              |
|-------------|-----------|-----------|----------|-----------------|
| 1 事務費       | 1,150,000 | 1,120,128 | △29,872  |                 |
| 通信交通費       | 100,000   | 97,982    | △7,018   |                 |
| 備品消耗品       | 50,000    | 27,146    | △22,854  |                 |
| 事務委託費       | 1,000,000 | 1,000,000 | 0        |                 |
| 2 事業費       | 2,840,000 | 2,337,774 | △502,226 |                 |
| 総会費         | 500,000   | 495,298   | △4,702   | 1回              |
| 道路視察費       | 400,000   | 315,530   | △84,470  | 1回(日帰り)         |
| 諸会費         | 150,000   | 79,852    | △70,148  | 幹事会等            |
| 調査研究費       | 1,200,000 | 860,604   | △339,396 | 特別委員会<br>活動費    |
| 図書刊行        | 400,000   | 396,490   | △3,510   | 会報<br>(Vol.40)他 |
| 表彰費         | 90,000    | 90,000    | 0        |                 |
| 記念事業<br>積立金 | 100,000   | 100,000   | 0        |                 |
| 3 予備費       | 41,830    | 0         | △41,830  |                 |
| 予備費         | 41,830    | 0         | △41,830  |                 |
| 4 繰越金       |           | 549,876   | 549,876  |                 |
| 合計          | 4,031,830 | 4,007,778 | △24,052  |                 |

#### 2) 近藤賞基金

| 年度        | 基金額       | 備考   |
|-----------|-----------|------|
| 平成27年度末現在 | 1,524,497 | 銀行預金 |

#### 3) 記念事業積立金

| 年度        | 基金額     | 備考   |
|-----------|---------|------|
| 平成27年度末現在 | 600,236 | 銀行預金 |

#### 4) 決算監査書

平成27年度関西道路研究会決算監査書

平成27年度の関西道路研究会の収入・支出については適正な処理がなされていることを確認しました。

平成28年6月6日

会計監事 油井 洋明 ㊟  
会計監事 下垣内 勉 ㊟

## 2 平成 28 年度予算案

### 収入の部

| 科 目    | 予 算 額     |           | 備 考   |
|--------|-----------|-----------|---|
|        | 27年度      | 28年度      |   |
| 1 会費収入 | 2,719,000 | 2,650,000 |   |
| 個人会員   | 594,000   | 600,000   | 3,000@200   |
| 法人会員   | 2,125,000 | 2,050,000 | 25,000@82   |
| 2 雑収入  | 300       | 300       |   |
| 預金利子等  | 300       | 300       |   |
| 3 繰越金  | 862,530   | 549,876   |   |
| 前年度繰越金 | 862,530   | 549,876   |   |
| 4 参加費  | 450,000   | 450,000   | 総会懇親会<br>5,000@42<br>道路視察等<br>(参加)<br>4,000@40名<br>(懇親会)<br>4,000@20名 |
| 合 計    | 4,031,830 | 3,650,176 |   |

### 支出の部

| 科 目         | 予 算 額     |           | 備 考       |
|-------------|-----------|-----------|-----------|
|             | 27年度      | 28年度      |           |
| 1 事務費       | 1,150,000 | 1,120,000 |           |
| 交通通信費       | 100,000   | 90,000    |           |
| 備品消耗品費      | 50,000    | 30,000    |           |
| 事務委託費       | 1,000,000 | 1,000,000 |           |
| 2 事業費       | 2,840,000 | 2,510,000 |           |
| 総会費         | 500,000   | 450,000   | 1回        |
| 道路視察費       | 400,000   | 280,000   | 1回(日帰り)   |
| 諸会費         | 150,000   | 70,000    | 交通費等      |
| 調査研究費       | 1,200,000 | 1,200,000 | 特別委員会活動費等 |
| 図書刊行費       | 400,000   | 350,000   | 会報 41 号   |
| 表彰費         | 90,000    | 60,000    | @30,000×2 |
| 記念事業<br>積立金 | 100,000   | 100,000   |           |
| 3 予備費       | 41,830    | 20,176    |           |
| 合 計         | 4,031,830 | 3,650,176 |           |

## Ⅲ 関西道路研究会会員数の現況 (H28.5 現在)

| 会員区分 | 会員数 H28.5 | 会員数 H27.5 |
|------|-----------|-----------|
| 名誉会員 | 7人        | 7人        |
| 1号会員 | 105人      | 107人      |
| 2号会員 | 47人       | 44人       |
| 3号会員 | 58人       | 51人       |
| 4号会員 | 82社       | 87社       |
| 合 計  | 299       | 296       |

### 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号会員：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、事務所を大阪府中央区内におく。

## 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 役員を選出は、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つてあ

てる。

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、本会の事業費をもつてあてる。

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っ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った表彰候補案件の審査をする。

3 委員長は、必要に応じ適当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

編集後記

会報41号では「道路の管理・メンテナンスとその新技術」を特集テーマとし、維持管理における点検・検査システムの開発、またその検証及び舗装の維持修繕の延命に伴う新工法の事例や温室効果ガスの排出削減新技術の研究などを報告いただきました。次に、一般論文では道路空間再編の取組み、会員の声として東北の復興支援・連携の事例紹介と今回道路視察に初めて参加された若手技術者の感想など多くの会員の皆様からご投稿いただき発刊することができました。

今後とも、当研究会活動に格別のご高配を賜りたくよろしくお願い申し上げます。

S.T



関西道路研究会 会報 第41号

2017年4月発行

発行 関西道路研究会

〒541-0055

大阪府中央区船場中央2-2-5

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 06-4963-2397

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。

# 特集 道路の管理・メンテナンスとその新技術

昨今、社会資本整備審議会から「道路の老朽化対策の本格実施に関する提言」が発表されるとともに、道路管理者に橋梁やトンネル等の点検を義務づけた省令・告示が施行されるなど、本格的なメンテナンスの時代に突入し、日頃の点検の重要性が求められています。

また、ベテラン技術者が不足するなか少量多工種に対応できる機械化などの新たな技術開発の重要性も増してきております。

本号では『道路の管理・メンテナンスとその新技術』を特集テーマとし会員の皆様に広く原稿を募集いたしました。様々な立場や視点で道路、橋梁の老朽化の現状把握や再点検あるいは新技術を含めた維持管理手法など、お寄せいただいた研究成果や事例をご紹介します。本特集が会員皆様に有効に活用されれば幸いです。

務の明確化)  
な基準により、  
7月1日施行)  
表に掲げる区分に  
とが望ましい状態  
を講ずべき状態

## 道路の老朽化対策の本格実施に関する提言 概要

**【1. 道路インフラを取り巻く現状】**

(1)道路インフラの現状  
 ○全橋梁約73万橋のうち約52万橋が市町村道  
 ○一部の構造物で老朽化による劣化が顕在化  
 ○地方公共団体管理施設では、近年急増傾向  
 等が確認

(2)老朽化対策の課題  
 ○維持補修予算は本来なら確保すべきだが、財政削減により削減の圧力を受けている  
 ○取組の遅れ、目的の割で健全度を確保  
 していない  
 ○地方公共団体では、年度計画による点検も  
 多くは「要」点検

(3)現状の総括(2つの根本的課題)  
 最低限の水準(基準)を確保していない ←→ メンテナンスサイクルを固まらずに組み立てない

**【2. 国土交通省の取組みと目指すべき方向性】**

(1)メンテナンス元年の取組み  
**本格的にメンテナンスサイクルを固めるための取組みに着手**  
 ○道路法改正(H25.6) ○インフラ長寿命化基本計画の策定(H25.11)  
 点検基準の法定化 【インフラ老朽化等の発生に関する関係法令の整備】  
 国による修繕等代行制度創設 【メンテナンスの計画(計画期間)の策定へ】

(2)目指すべき方向性  
 ①メンテナンスサイクルを策定 ②メンテナンスサイクルを固め仕組みを構築

**産学官のコース(予算・人材・技術)を全て投入し、総力をあげて本格的なメンテナンスサイクルを始動【道路メンテナンス能力戦】**

**【3. 具体的な取組み】**

(1)メンテナンスサイクルを確定(道路管理者の義務の明確化)  
 各道路管理者の責任で以下のメンテナンスサイクルを実施

**【点検】**  
 ○標準(約73万橋)・トンネル(約1万本)等は、国が定める統一的な  
 基準により、5年に1度、近接目視による全数監視を実施

**【診断】**  
 ○統一的な尺度で健全度の判定区分を設定し、診断を実施  
 【診断(インフラ)】

| 区分         | 状態  |
|------------|---|
| I 健全       | 構造物の機能に支障が生じていない状態                          |
| II 予防保全段階  | 構造物の機能に支障が生じていないが、予防保全の観点から措置を講ずることが望ましい状態  |
| III 早期措置段階 | 構造物の機能に支障が生じる可能性があり、早期に措置を講ずべき状態            |
| IV 緊急措置段階  | 構造物の機能に支障が生じている、又は生じる可能性が著しく高く、緊急に措置を講ずべき状態 |

**【措置】**  
 ○点検・診断の結果に基づき計画的に修繕を実施し、必要な修繕が  
 できない場合は、通行規制・通行止め  
 ○利用状況を踏まえ、機軸等を機械化・撤去  
 ○適切な措置を講ずる地方公共団体には国が勧告・指示  
 ○重大事象等の原因究明、再発防止策を検討する「道路インフラ安全  
 委員会」を設置

**【記録】**  
 ○点検・診断・措置の結果をとりまとめ、評価・公表(見える化)

(2)メンテナンスサイクルを固め仕組みを構築  
 メンテナンスサイクルを持続的に固め以下の仕組みを構築

**【予算】**  
 (高過) ○高速道路更新事業の財源確保(平成26年法改正)  
 (高補) ○点検、修繕予算は優先して確保  
 (地方) ○複数年にわたり集中的に実施する大規模修繕・更新に対して  
 支援する補助制度

**【体制】**  
 ○都道府県ごとに「道路メンテナンス会議」を設置  
 ○メンテナンス業務の地域一括発注や複数年契約を実施  
 ○社会的影響の大きな道路の施設等について、国の職員等から構成  
 される「道路メンテナンス技術集団」による「遠隔診断」を実施  
 ○重要性、緊急性の高い橋梁等は、必要に応じて、国や高速会社等が  
 点検や修繕等を代行(路過修繕等)  
 ○地方公共団体の職員・民間企業の社員も対象とした研修の充実

**【技術】**  
 ○点検業務・修繕工事の適正な「積算基準」を設定  
 ○点検・診断の知識・技能・実務経験を有する技術者確保のための  
 資格制度  
 ○産学官によるメンテナンス技術の戦略的な技術開発を推進  
 ○老朽化の現状と対策について、国民の理解と協働の取組みを推進



### 省令・告示の施行、点検要領の通知(道路管理者の義務の明確化)

**【点検】** 橋梁(約73万橋)・トンネル(約1万本)等は、国が定める統一的な基準により、5年に1度、近接目視による全数監視を実施

道路法施行規則(平成26年3月31日公布、7月1日施行)(抄)  
 (道路の維持又は修繕に関する技術的基準等)  
 点検は、近接目視により、5年に一回の頻度で行うことを基本とすること。

**【診断】** 統一的な尺度で健全度の判定区分を設定し、診断を実施

トンネル等の健全性の診断結果の分類に関する告示(平成26年3月31日公布、7月1日施行)  
 トンネル等の健全性の診断結果については、次の表に掲げるトンネル等の状態に応じ、次の表に掲げる区分に分類すること。

| 区分         | 状態  |
|------------|---|
| I 健全       | 構造物の機能に支障が生じていない状態                          |
| II 予防保全段階  | 構造物の機能に支障が生じていないが、予防保全の観点から措置を講ずることが望ましい状態  |
| III 早期措置段階 | 構造物の機能に支障が生じる可能性があり、早期に措置を講ずべき状態            |
| IV 緊急措置段階  | 構造物の機能に支障が生じている、又は生じる可能性が著しく高く、緊急に措置を講ずべき状態 |



# 特集 道路の管理・メンテナンスとその新技術

昨今、社会資本整備審議会から「道路の老朽化対策の本格実施に関する提言」が発表されるとともに、道路管理者に橋梁やトンネル等の点検を義務づけた省令・告示が施行されるなど、本格的なメンテナンスの時代に突入し、日頃の点検の重要性が求められています。

また、ベテラン技術者が不足するなか少量多工種に対応できる機械化などの新たな技術開発の重要性も増してきております。

本号では『道路の管理・メンテナンスとその新技術』を特集テーマとし会員の皆様に広く原稿を募集いたしました。様々な立場や視点で道路、橋梁の老朽化の現状把握や再点検あるいは新技術を含めた維持管理手法など、お寄せいただいた研究成果や事例をご紹介します。本特集が会員皆様に有効に活用されれば幸いです。

### 道路の老朽化対策の本格実施に関する提言 概要

**【1. 道路インフラを取り巻く現状】**

(1)道路インフラの現状

- 全橋梁約73万橋のうち約52万橋が市町村道
- 一部の構造物で老朽化による劣化が顕在化
- 地方公共団体管理施設では、近年急激な劣化が進行

(2)老朽化対策の課題

- 維持管理費増大は本来なら改善すべきだが、財政削減により改善の余地が乏しい
- 取組の遅れ、目的の割で確保資金確保に難わっている上、点検が不十分
- 地方公共団体では、年度計画による点検も多岐にわたる

(3)現状の総括(2つの根本的課題)

最前線のルール-基準を確立していない ←→ マンテナンスサイクルを固めず仕組みが不明

**【2. 国土交通省の取組みと目指すべき方向性】**

(1)メンテナンス元年の取組み

**本格的にメンテナンスサイクルを固める取組みに着手**

- 道路法改正(H25.6)
- 点検基準の法定化
- インフラ長寿命化基本計画の策定(H25.11)
- 【インフラ老朽化等の改善に関する関係省庁連携会議】による整備等代行制度創設
- 【国土交通省】による整備等代行制度創設

(2)目指すべき方向性

- ①メンテナンスサイクルを確定
- ②メンテナンスサイクルを固め仕組みを構築

産学官のコース(予算・人材・技術)を全て投入し、総力をあげて本格的なメンテナンスサイクルを始動【道路メンテナンス能力戦】

**【3. 具体的な取組み】**

(1)メンテナンスサイクルを確定(道路管理者の義務の明確化)

各道路管理者の責任で以下のメンテナンスサイクルを実施

**【点検】**

- 標準(約73万橋)・トンネル(約1万本)等は、国が定める統一的な基準により、5年に1度、近接目視による全数監視を実施
- 舗装、照明等は適切な更新年数を設定し点検・更新を実施

**【診断】**

- 統一的な尺度で健全度の判定区分を設定し、診断を実施

| 区分  | 状態     |
|-----|--------|
| I   | 健全     |
| II  | 早期措置段階 |
| III | 緊急措置段階 |

**【措置】**

- 点検・診断の結果に基づき計画的に修繕を実施し、必要な修繕ができない場合は、通行規制・通行止め
- 利用状況を踏まえ、職業等を業種別・撤去
- 適切な修繕を講じない地方公共団体には国が警告・指示
- 重大事故等の原因究明、再発防止策を検討する「道路インフラ安全委員会」を設置

**【記録】**

- 点検・診断・措置の結果をとりまとめ、評価・公表(見える化)

(2)メンテナンスサイクルを固め仕組みを構築

メンテナンスサイクルを持続的に固め以下の仕組みを構築

**【予算】**

- 高次道路更新事業の財源確保(平成26年法改正)
- 点検、修繕予算は義務で確保
- 地方公共団体にわかり易く集中的に実施する「大規模修繕・更新」に対して支援する「補助制度」

**【体制】**

- 都道府県ごとに「道路メンテナンス会議」を設置
- メンテナンス業務の地域一括発注や複数年契約を実施
- 社会的影響の大きな道路の施設等について、国の職員等から構成される「道路メンテナンス技術集団」による「遠隔診断」を実施
- 重要性、緊急性の高い橋梁等は、必要に応じて、国や高速会社等が点検や修繕等を代行(路過機等)
- 地方公共団体の職員・民間企業の社員も対象とした「研修の充実」

**【技術】**

- 点検業務・修繕工事の適正な「積算基準」を設定
- 点検・診断の知識・技能・実務経験を有する技術者確保のための「資格制度」
- 産学官によるメンテナンス技術の「戦略的な技術開発」を推進
- 老朽化の現状と対策について、国民の理解と協働の取組みを推進



### 省令・告示の施行、点検要領の通知(道路管理者の義務の明確化)

**【点検】** 橋梁(約73万橋)・トンネル(約1万本)等は、国が定める統一的な基準により、5年に1度、近接目視による全数監視を実施

道路法施行規則(平成26年3月31日公布、7月1日施行) (抄)

(道路の維持又は修繕に関する技術的基準等)

点検は、近接目視により、5年に一回の頻度で行うことを基本とすること。

**【診断】** 統一的な尺度で健全度の判定区分を設定し、診断を実施

トンネル等の健全性の診断結果の分類に関する告示(平成26年3月31日公布、7月1日施行)

トンネル等の健全性の診断結果については、次の表に掲げるトンネル等の状態に応じ、次の表に掲げる区分に分類すること。

| 区分  | 状態     |
|-----|--------|
| I   | 健全     |
| II  | 早期措置段階 |
| III | 緊急措置段階 |





## 特集 道路の管理・メンテナンスとその新技術

昨今、社会資本整備審議会から「道路の老朽化対策の本格実施に関する提言」が発表されるとともに、道路管理者に橋梁やトンネル等の点検を義務づけた省令・告示が施行されるなど、本格的なメンテナンスの時代に突入し、日頃の点検の重要性が求められています。

また、ベテラン技術者が不足するなか少量多工種に対応できる機械化などの新たな技術開発の重要性も増してきております。

本号では『道路の管理・メンテナンスとその新技術』を特集テーマとし会員の皆様に広く原稿を募集いたしました。様々な立場や視点で道路、橋梁の老朽化の現状把握や再点検あるいは新技術を含めた維持管理手法など、お寄せいただいた研究成果や事例をご紹介します。本特集が会員皆様に有効に活用されれば幸いです。

