



みち、ひと…未来へ。



**NEXCO**

西日本インフォメーションズ

「今ある構造物を次世代に」それが私たちの使命です。

# インフラ大更新時代を支える技術者集団

私たちは、「高速道路の100%の安全・安心」を提供できる技術力を常に探求し、新技術の開発へ挑戦します。

橋やトンネルなどの構造物は、日本の経済活動を支える非常に重要なインフラです。

しかし、これらの構造物は時間の経過とともに劣化や機能低下を起し、

時に甚大な災害の原因ともなりえます。

日本のインフラは高齢化が進行しており、利用者が安心して構造物を使用していくためには、

その状態をモニタリングし、適切に維持管理していくことが重要となります。

私たちは、昭和48年の創業以来、道路維持管理のスペシャリストとして

「自ら考え、自らの手を使って」構造物の調査・点検・解析ならびに環境調査などを展開しており、

それらを活かした調査・点検技術の高度化・効率化および維持管理技術の開発に

取り組んでいます。さらに、画像処理技術や

AIによるモニタリング技術など先端的な

技術を積極的に取り入れインフラ

維持管理技術のさらなる高度化、

効率化を目指します。

## 調査計測

経験と実績に基づいた計測技術の提供

- コンクリート構造物詳細調査
- 環境調査ならびに対策提案
- 橋梁挙動計測
- 衝撃弾性波探査

## 金属溶射

金属溶射技術で構造物を守る

- 鋼構造物の防錆・防食技術
- 金属溶射を用いた防錆・防食技術
- 検査・測定器、施工ロボットの開発
- 金属溶射施工技術の向上

(TAPS 工法研究会)

## 技術開発

分野にとらわれない技術開発

- 道路事業者向け技術開発
- 鉄道事業者向け技術開発
- その他事業者向け技術開発

## 調査計測

構造物の状態や劣化の程度を把握するために、目視から最新技術による計測まで広範囲な技術を用いて調査を行っています。

また、その結果から構造物を維持管理していくために最適な方法を提案し実現していくことも私たちの重要な業務のひとつです。



## 技術開発

老朽化した道路構造物の維持管理の効率化ならびに精度の向上を目的として、高精細画像処理技術や最新のセンサー技術を利用した点検・計測技術の研究開発を行っています。

技術開発は現場のニーズに迅速に対応するため基本的にインハウスで行っています。



## 金属溶射

既設鋼橋における損傷の60%を占めるといわれる腐食損傷に対し、防食効果の高いA1-(5%)Mg合金を用いた金属溶射(TAPS工法)を開発しました。また、TAPS工法を利用した金属溶射ボルトや溶射ロボット等を開発し、構造物の長寿命化と維持管理費の削減に取り組んでいます。



# 調査・計測

— 構造物の最適な維持管理を目指して —



## 1 構造物詳細調査

### コンクリート橋脚のモニタリング計測

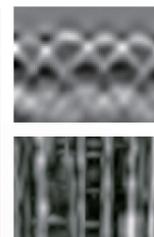


コンクリート構造物にはアルカリシリカ反応（ASR）や塩害および中性化の進行によりコンクリートの劣化が急速に進展しているものもあります。これらの変状を確認することが重要であり、コンクリート構造物のモニタリング計測が必要になります。

橋脚のモニタリング計測として、超音波測定器の使用でコンクリート品質やひび割れの深さが、躯体表面に等間隔に設置したポイント（標点）間のマイクロン単位の計測で躯体のひずみ量やひび割れ部ではひび割れ幅の変化状態が計測できます。ひび割れ等による変状発生状況の把握には、接近目視による点検だけでなく、画像を用いた点検も実施しています。

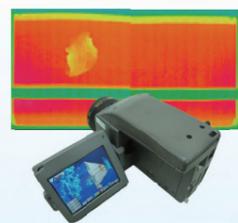
### コンクリート構造物の非破壊検査

#### 電磁波による配筋調査



電磁波にてコンクリート内部の鉄筋配置を確認できます。詳細計測を実施することで 3D 表示が可能です。また、電磁波では空洞も検出可能です。

#### 赤外線による浮き調査



赤外線サーモグラフィーの使用で、昼夜の温度変化時にて通常部と空洞部に生じる温度変化のタイムラグを捉え、コンクリート表面近くの空洞の有無を検査できます。

### 鋼構造物の疲労調査



鋼構造物は繰り返し荷重を受けることで金属疲労によりひび割れなどの損傷を起こすことがあります。近年では車両の大型化や交通量の増加、過積載車両の影響により、疲労環境はより厳しくなっています。このようなことから、非破壊検査（超音波探傷試験や磁粉探傷試験）による損傷状況調査や電気抵抗ひずみゲージによる応力頻度測定による疲労調査を行い、必要に応じて最適な補修や補強工法の提案を行っています。

## 2 環境調査ならびに対策提案

### 環境モニタリング計測

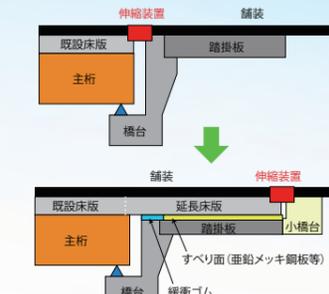


| 項目    | 値        |
|-------|----------|
| 騒音    | 55dB     |
| 振動    | 0.15mm/s |
| 温度    | 25.0℃    |
| 湿度    | 60%      |
| PM2.5 | 15μg/m³  |
| PM10  | 30μg/m³  |
| CO    | 0.8ppm   |
| NOx   | 10ppm    |
| SOx   | 5ppm     |
| オゾン   | 0.05ppm  |

高速道路沿道の騒音や振動などの環境レベルの調査を行い、環境基準値など法的基準値に対する満足度を評価します。

また、高速道路の建設工事や更新工事などを実施する箇所においては長期的にモニタリング計測し、沿道環境の保全を目的とした助言や指導を行っています。当社では正確な測定を行うために計量証明事業所として登録しています。

### 環境負荷低減対策工法の開発・提案



騒音や振動等環境負荷の低減を目的とした工法の開発を行っています。環境負荷低減の方法は構造物の特性や立地環境により異なるため、現地で詳細な計測を行い、現象を把握

したうえで最も効果的な工法を提案します。図の例は橋梁伸縮装置で発生した車両のバネ振動と橋梁振動の共振を回避するため伸縮装置を土工部に移設する延長床版と呼ばれる工法です。

## 3 橋梁挙動計測

### 現場計測



各種計測器を用いて構造物の変位・応力・振動などの挙動や周辺地盤上における騒音や振動などの環境レベルを定量的に測定します。



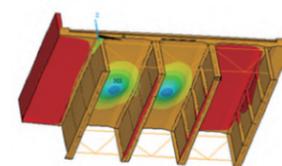
現場で計測を行うためのセンサーは自ら設置します。一般的には高所作業になりますが、安全や効率化のため地上から測定できるセンサーの開発も行っています。

### 载荷実験



橋梁など構造物の耐荷性能を評価することを目的に、ダンプトラックや大型のクレーン車などを载荷して構造物の挙動や安全性を確認する実験です。

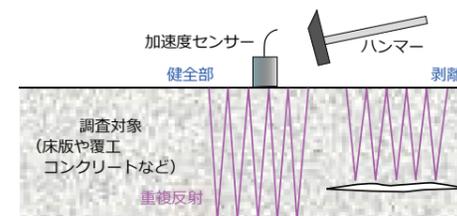
### FEM 解析



数値解析モデルと実験結果の比較による実構造物の状態評価や、構造物を長寿命化するための効果的な構造を提案します。

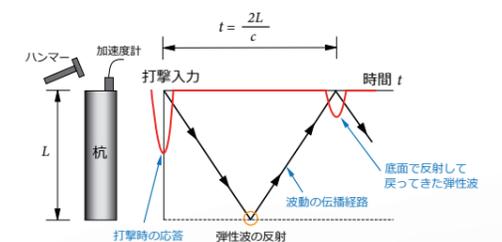
## 4 衝撃弾性波探査

### 衝撃弾性波による床版探査（CTM）



入力された衝撃波がコンクリート厚さ内において重複反射する特性を利用し、その周波数とコンクリートの伝播速度からコンクリートの厚さを測定するものです。コンクリート内部に面的な広がりを持った空隙が存在する場合、重複反射はその境界部で生じ、空隙部までの厚さ（深さ）が推定できます。

### 衝撃弾性波による基礎杭探査（SIT）



基礎杭頭に加速度計を設置し、プラスチックハンマーで衝撃弾性波を入力し、杭先端からの反射波の計測で既設杭の長さが推察できます。また、波動理論に基づき波形を分析することで杭の品質評価が行えます。過去には、災害時における基礎杭の損傷状態を把握することを目的に使用された実績があります。

# 技術開発

一点検精度向上と効率化による点検費用の削減を実現へ



## 1 道路事業者様向け技術開発

### 撮影システム開発

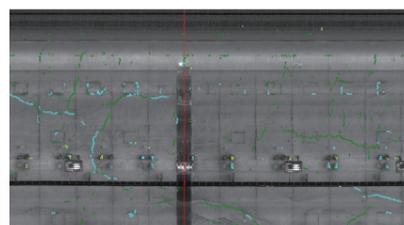
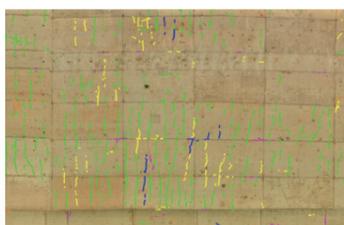


舗装面、橋梁コンクリート面、トンネル覆工面などの高精細画像を効率よく撮影するシステムを開発しています。路面性状計測車は、舗装面高解像度画像（1mm/pix）・わだち掘れ（100mmピッチの道路横断プロファイル）・IRI（乗り心地係数）を時速100kmで走行しながら収録します。



その他、トンネル内壁を走行撮影するシステムや、橋梁下面などの高精細画像を自動撮影する装置、高速道路沿道ビデオとGISを融合して収録できる装置なども開発しています。カメラ、レンズ制御やカメラの姿勢制御などメカトロニクス関連の電子回路及びハードウェアの設計・製作、これらの制御ソフトウェアなどを自社開発しています。

### 画像解析技術開発



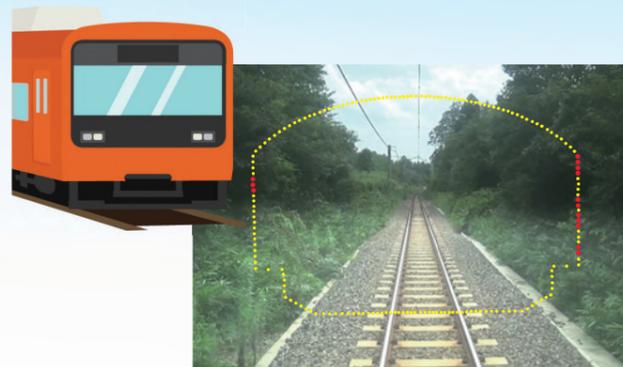
上記の撮影システムなどで収録された膨大な画像データを解析し、ひび割れや、その他の変状を自動検出するソフトウェアを開発しています。

工場内などでの画像処理の応用とは異なり、路面、橋梁表面などの屋外画像は外部照明環境の影響を受けやすいため、従来のアルゴリズムでは十分な性能が出せません。そのため、AIなども活用し、最適な画像処理手法を研究・開発しています。

また、可視画像の解析以外にも、画像3次元計測、サーモグラフィ画像処理技術も開発しています。

## 2 鉄道事業者様向け技術開発

### 鉄道車両建築限界支障検知システム



鉄道車両が軌道上を安全に走行するために、車両建築限界に干渉するものがないか、車両先頭に設置した1台のビデオ映像からリアルタイム検知するシステムです。例えば、山間部などで植生が建築限界に干渉したとき、自動的に担当者に警告メールが発報されます。

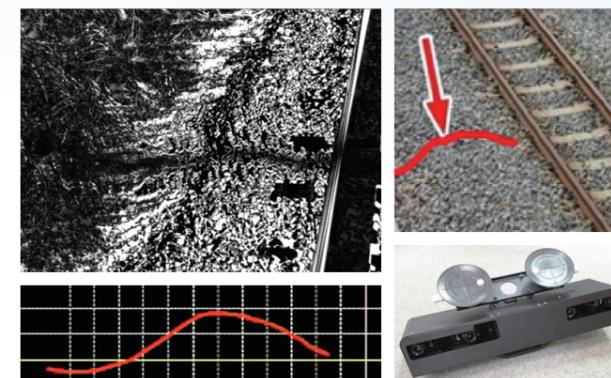
車載システムでリアルタイム処理を実現するため、並列演算技術を導入し、複数のCPUが緻密に連携しながら処理を実行するソフトウェアを開発しています。

### バラスト余盛断面形状計測システム

鉄道軌道の基部に敷かれたバラスト（砂利）の盛り方を走行する鉄道車両から管理する装置を開発しています。

車両先頭にステレオカメラを吸盤で設置し、走行撮影した画像から直接バラストの断面を数m毎に計測することができます。バラスト断面の高さ、幅などを基準値と比較し、管理作業の計画に使用されます。

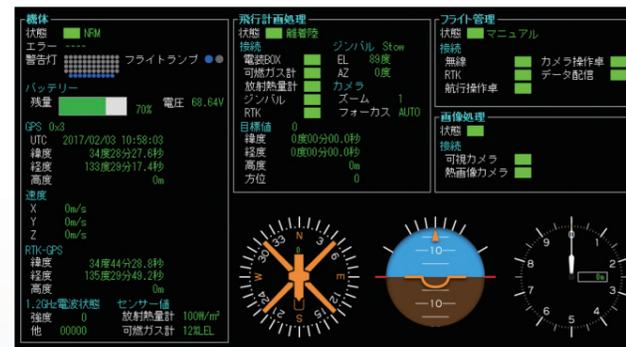
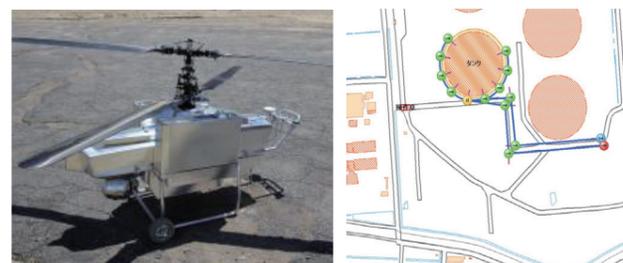
本開発では、計測方法、ステレオカメラ、制御・計測装置などのハードウェア、ソフトウェアを開発しています。



## 3 その他事業者様向け技術開発

### 自律型飛行ロボットフライトシステム

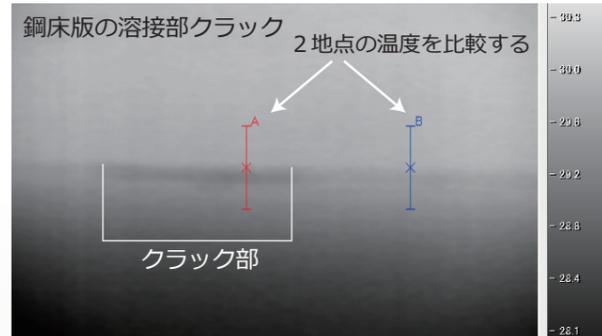
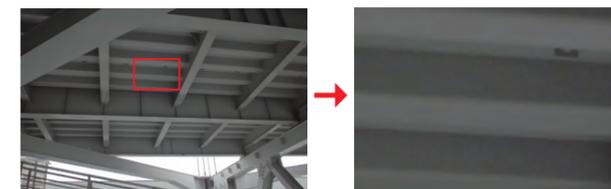
消火現場で活躍するドローンのフライトシステムを開発しています。ドローンの姿勢や速度などの状況をモニターしたり、飛行経路の設定とモニターを地図上で実行することができます。



### 塗膜下の鋼床版溶接部のクラック検出

自走するサーモグラフィビデオカメラを用いて、塗膜下にある鋼床版の溶接部クラックを自動検出するシステムです。自走撮影装置および収録されたサーモグラフィの解析ソフトウェアを開発しています。

移動する画像の2地点の温度の違いから、クラックを自動判別できます。



## 4 開発製品

### AutoCIMA（超高精細画像を用いたコンクリート構造物点検システム）

【NETIS 番号】KK-150046-A  
販売実績：24 台（2020.7）

橋梁下面や橋脚などのコンクリート面を超高精細画像として自動撮影し、その画像からひび割れの自動検出を行うシステムです。

高性能デジタル一眼レフカメラを独自開発の電動雲台システムと組み合わせ、専用制御装置（PC）とソフトウェアにて、誰でも簡単にあおり補正済みの超高精細画像を撮影することができます。

#### 自動撮影による作業の効率化

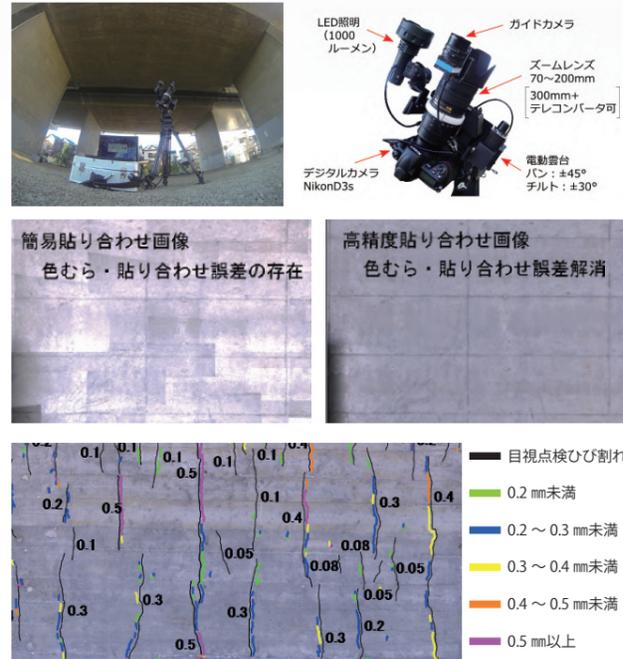
1 回の撮影でカメラの設置位置から  $\pm 45^\circ$  の範囲が撮影可能です。また、0.5mm/画素の精度で撮影する場合、最大 40m 程度まで離れた位置から撮影することができます。

#### 貼り合わせ技術による効率化

簡易貼り合わせ後、画像処理により色むらや貼り合わせ誤差を解消することができます。高精度貼り合わせが完了した画像は、3.4 億画素程度の 1 枚の超高精細画像となります。

#### 画像処理による自動ひび割れ検出

高精度貼り合わせ画像に対して、0.2mm 幅以上のひび割れを自動検出できます。また、0.5mm/画素精度の撮影において近接目視に比べ、80%程度のひび割れ認識が可能です。



### StructureTap（衝撃弾性波を用いた非破壊検査システム）

販売実績：6 台（2020.7）

StructureTap は、タブレットにインストールされた計測アプリ（CTMLLogger、SITLogger）と計測モジュールを用いて、杭の非破壊調査やコンクリートの厚さを測定をすることができるシステムです。タブレットと計測モジュール間でのデータ通信は無線通信（Bluetooth）を使用しており、ケーブルで接続する必要がありません。

#### コンパクト

計測モジュールは、ポケットに収納できるコンパクトサイズになっています。（約 11.5cm × 6.8cm）

#### 簡単ポインティング

対象面を格子状に設定することで、測定箇所を容易に把握できます。また、測点番号の色を変えることで、異常箇所をすばやく確認できます。

#### 簡単計測

測定したい箇所をタップすることで測定箇所を設定し、3 回までの測定結果を表示します。また、測定結果を一括で csv ファイルに出力できます。



### 路面性状測定車の開発

販売実績：12 台（2020.7）  
※測定システムを1つ以上搭載

3 つの測定システム（路面ひび割れ・わだち掘れシステム・路面平坦性）により、路面性状を定量的に評価することのできるシステムであり、高速移動（時速 100km）下での測定が可能です。また、計測・分析システムは自社開発のため、ニーズに合わせたカスタマイズを行うことができるシステムです。

なお、一般財団法人土木研究センターが主催する“路面性状自動判定装置の性能確認試験”の合格基準を満たす性能となります。

#### ひび割れ測定システム

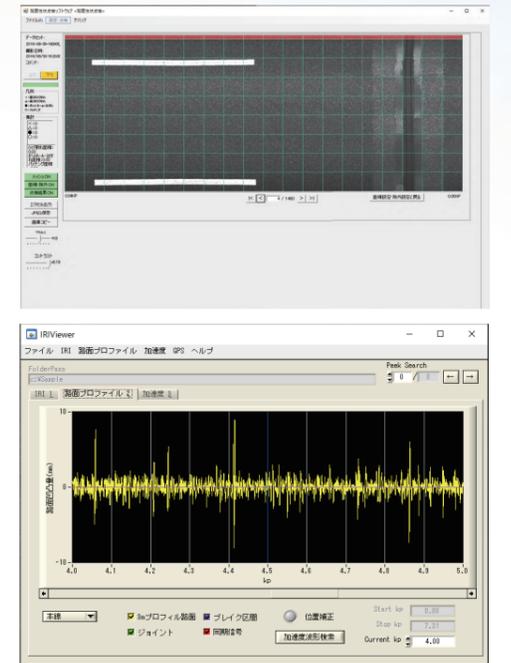
路面画像の撮影では、ラインスキャンカメラを用い、1mm ピッチで連続撮影を行っています。このライン画像を並べて表示することで、路面画像を生成します。また、専用分析ソフトにより路面画像をメッシュ（0.5m ないし 1m 程度）に分割し、メッシュごとに路面の損傷評価を行うことで、ひび割れ率を算出することができます。

#### わだち掘れ測定システム

わだち掘れ量の測定は、光切断方式を採用しており、路面に照射したレーザーラインを斜めから撮影することで路面凸凹を記録し、わだち掘れ量を算出します。路面画像とリンクさせることで位置情報を確保できます。

#### 平坦性測定システム

平坦性測定は、レーザー変位計 3 台を縦方向に 1 列に配置し、点検車両を 3m プロフィールメーターとして利用する方法です。3 つの測点を結ぶ仮想直線と路面との相対変位から路面の縦断プロファイルを求めます。また、路面プロファイルから乗り心地を表す IRI（国際ラフネス指数）を算出することができます。



### GARC（位置情報付ビデオ映像取得・閲覧システム）

道路の維持管理や周辺状況の調査に活用できる位置情報付きのビデオ映像が簡単に収録・データベース化できるシステムです。撮影システムは、可搬できるコンパクトサイズで車種を選ばず設置することができます。閲覧システムは、映像と地図を連動表示させる基本機能に加え、カスタマイズ次第で道路台帳や路面性状など様々なデータとのリンクが可能です。

#### 他計測機器との連携

TCP 通信で情報を送受信できるため、計測の開始・終了といった計測器同士の同期が行えます。カスタマイズ次第では、お手持ちの機器との接続も可能です。

#### 距離標によるデータ連携

撮影データに距離標を割り当てることで、お手持ちの距離標を持った様々なデータとビデオ・地図を連携することができます。また、距離標の割り当てはマスタを作成することで、自動化することができます。

#### ブラウザでの閲覧

端末に専用のアプリをインストールすることなく、お手持ちのブラウザから撮影データを閲覧することができます。（※サーバの設定は必要）



撮影装置



閲覧システム画面イメージ

# 金属溶射

— 構造物の長寿命化・維持管理費の削減を実現へ —



## 1 鋼構造物の防錆・防食技術

### プラズマアーク溶射 (TAPS)



腐食環境が厳しい鋼桁端部や飛来塩分の多い沿岸地域の鋼構造物には、特に耐食性の高い皮膜が求められます。また、すでに腐食損傷が発生している部位には防食性能の回復が必要です。当社では、鋼構造物の防食対策・補修技術として、金属溶射システムの開発を行っています。この溶射機は、特に塩害環境下で耐食性が高い Al-(5%)Mg 合金を溶射材料に用い、熱源は高品質な皮膜が得られるプラズマアークを使用しています。私たちは、溶射ガンを狭隙部でも施工可能なように小型化した溶射機 TAPS® (Transfer Arc Plasma Spraying) を開発し実用しています。

### 複合サイクル試験結果

Al-(5%)Mg プラズマアーク溶射の耐用年数は、100 年以上という目標を設定しています。皮膜の耐久性能を評価する手法のひとつである中性塩水噴霧複合サイクル試験結果から、金属溶射の皮膜は 6,000 時間 (100 年以上) の耐久性能が確認されています。

| 防食方法                       | 仕様                         | 複合サイクル試験時間 (h) |       |       | 耐用年数   |
|----------------------------|----------------------------|----------------|-------|-------|--------|
|                            |                            | 0              | 3,000 | 6,000 |        |
| Al-(5%)Mg<br>プラズマアーク<br>溶射 | 最小皮膜厚100μm以上<br>平均皮膜厚150μm |                |       |       | 100年以上 |
| 溶融亜鉛めっき                    | 550g/m <sup>2</sup> 以上     |                |       |       | 25年    |
| ふっ素系<br>重防食塗装              | 6層コート膜厚 250μm              |                |       |       | 30年    |

## 2 金属溶射を用いた防錆・防食技術

Al-(5%)Mg 溶射高力ボルト (特許 第 5404183 号、第 5642520 号、第 5813685 号)

【NETIS 番号】 KK-150026-A  
販売実績：115 万本 (2019.3)

F10T：全面溶射 S10T：頭部溶射



Al-(5%)Mg 溶射高力ボルトの外観



溶射高力ボルトの施工状況

ボルト連結部は、早期に発錆する事例が多く見られ、鋼構造物の防食上の弱点となりやすい部位です。この対策として、当社では高力ボルトに Al-(5%)Mg 合金溶射を施し、耐食性を高める技術開発を行い、商品化しています。Al-(5%)Mg 溶射高力ボルトは、Al-(5%)Mg 溶射された母材の締結に最適なツールです。

鋼桁端部溶射 (特許 第 5512501 号、  
特許 第 5649942 号、特許 第 5490674 号)



鋼桁端部は、主桁・横桁および支承と橋台立ち上がりコンクリートや耐震補強部材、落橋防止装置等の付属物に囲まれた狭隙部です。従来、狭隙部での施工は、重防食塗装との併用を行ってききましたが、皮膜の耐用年数の違いを考慮し、すべてを金属溶射により施工できるように技術開発を行っています。

溶射伸縮装置 (特許 第 5300314 号、  
特許 第 5784663 号)



橋梁の多径間連続化に伴い、鋼製伸縮装置の大型化が進み、雨天走行中の車両 (特に二輪車) のスリップ対策として、フェイスプレートの滑り止めが重要になってきました。

私たちは防食を考慮した伸縮装置への溶射工法を株式会社富士技建と共同で開発し、滑らず、錆びず、耐久性に優れた伸縮装置を提供しています。

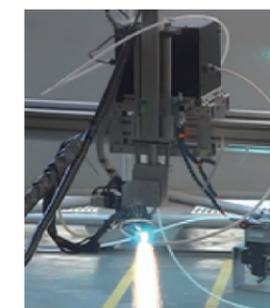
## 3 検査・測定機器、施工ロボットの開発

検査・測定機器の開発 (特許 第 6430204 号、  
特許 第 6189395 号)



溶射皮膜の品質は、前処理のプラスト施工の品質に大きく影響を受けます。当社では、プラスト施工後の鋼素地面の品質を検査するレーザー散乱光表面粗さ計を開発しています。

施工ロボットの開発



金属溶射皮膜の耐食性は、皮膜厚さに大きく影響を受けます。しかし、大型の部材では人による施工では皮膜を均一にすることが難しいため、当社では 5 軸のモーター制御による金属溶射施工ロボットを開発しています。

## 4 金属溶射施工技術の向上 (TAPS 工法研究会)



金属溶射の施工では、部材角部の面取りや脱脂などの前処理、プラストによる素地調整、金属溶射 (溶射トーチの操作や施工順序)、封孔処理など様々な工程があります。また、各作業工程では溶射皮膜の品質を確保するためのポイントがあります。

当社では、NEXCO 西日本グループが運営する TAPS 工法研究会 (<http://taps-koho.jp/>) の活動を通して、金属溶射を施工する作業員に対して上記のような作業ポイントを踏まえた技術指導を行っています。



## NEXCO西日本イノベーションズ株式会社

[所在地] 大阪市淀川区東三国 5-5-28 TEL 06-6350-6130

[創業] 昭和 48 年 2 月 20 日

[資本金] 3 千万円

[社員数] 40 名