

C1507-01

技術資料

# 橋梁維持管理の有人汎用技術 - 特殊高所技術

=人が直接行くことの威力=

（株）特殊高所技術 山口 宇玄  
Takaharu Yamaguchi

## 1. はじめに：人が直接行く威力

特殊高所技術は、有人汎用技術である。つまり、今まで人がやってきた何かを機械やコンピューターに委託する技術ではない。いままで人が直接行くことが不可能だった領域へ、人を直接送り込むことを可能にする技術である。よって、無人化、省力化、自動化の技術ではない。

それでは、無人ではなく有人で、人が直接目的とする領域に行くメリットは何か。以下に列挙する。

- ① 想定外の事態にあっても柔軟に対応できる。
- ② 人間だけが提供できる知性と判断能力をフルに活用できる。
- ③ 複雑な非定型作業を実施できる。
- ④ 外部とのコミュニケーション（報告・連絡・相談）ができる。
- ⑤ 情報の取捨選択と重要情報を探知する能力。

橋梁の維持管理（点検、調査等）では、前記のメリットは以下のように具体化される。

- ① 近接目視、打音調査、各種非破壊検査、サンプリング、補修といった人的作業がすべて実施できる（写真1）。
- ② 緊急対応を必要とする重大損傷の発見に際し、それをその場で評価・判断し、管理者へ能動的に連絡し、対応を相談すること



写真1 コアサンプリング作業および非破壊検査の実施状況

ができる。

- ③ 知識と経験に基づき、発見された複数の損傷の因果関係から、別の発見しにくい損傷を探知することができる。

- ④ 損傷の重要性に応じて調査精度を柔軟に変更できる。特に補修が必要な損傷の情報を高品質に取得することが可能である。

このように、特殊高所技術は、従来技術とその無人化、自動化、省力化では対応できない範囲・分野に、直接人がその場に行くことで、他の手段では得られない威力を発揮する。

## 2. 特殊高所技術の概要

### 2-1 適用範囲

橋梁は三次元的に複雑な構造物である。ただ垂直に垂らしただけのロープにぶら下がるだけでは、橋脚の維持管理ぐらいしかできない。縦横斜め自由自在に動きまわれないと、橋梁の維持管理はできない。特殊高所技術ではそれが可能である。以下に代表的な移動手法を説明する。

#### (1) 上下移動

橋脚・橋台・主塔といった上下に長い構造物では、普通にロープを設置し、上下移動ができる。当然、下から上に登り返すことは可能であり、基本的に下降したのち、同一のロープを登り返すことになる（写真2）。



写真2 上下移動（高速道路ハイピア）

#### (2) 横移動

横方向への移動は、約800~1,200mm間隔で連続的に支点を作成し、これで体を保持することで可能となる。支点は、鋼構造物では吊ピースや溶接個所のスカラップ、専用クランプを使用する。壁面のみでなく天井面の移動も可能（写真3~写真5）。

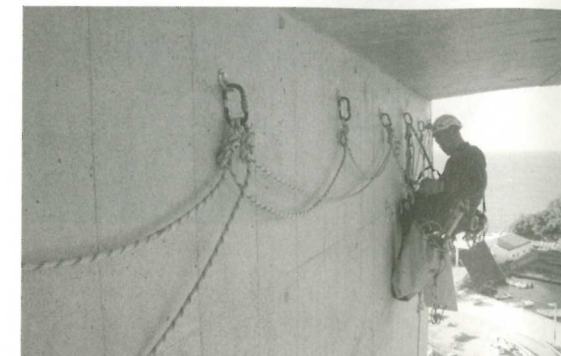


写真3 横移動の状況（コンクリート壁面）



写真4 横移動の状況（コンクリート天井面）



写真5 横移動の状況（鋼床版）



(3) ハイラインによる横移動

横移動に際して、支点作成が制限される箇所では、ロープを水平に展張し、作業を行う(写真6)。

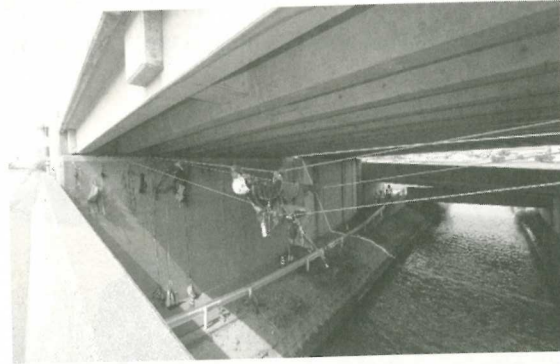


写真6 ハイラインによる桁下作業

(4) ハイラインによる斜め移動

斜張橋のケーブル等の斜めに配置された構造物に対しても、それに沿う形で移動・作業を行える(写真7、写真8)。



写真7 斜め方向の移動(斜張橋ケーブル)

(5) 二次元、三次元的な移動(Vライン)

複数のロープを使用してぶら下がることで、1方向の動きだけでなく、平面的、立体的な移動ができる(写真9)。

2-2 適用不能な橋梁はほぼない

適用可能な橋梁形式と部位は、ほぼすべてと言って問題ない。張出床版・鈹桁・鋼床版・RC桁・T桁・PC箱桁・斜張橋主塔・斜張橋ケー

ブル・吊り橋・アーチ橋・橋脚とあらゆる場所にアプローチが可能である(写真10)。



写真8 斜め方向の移動(吊橋アンカレッジ)

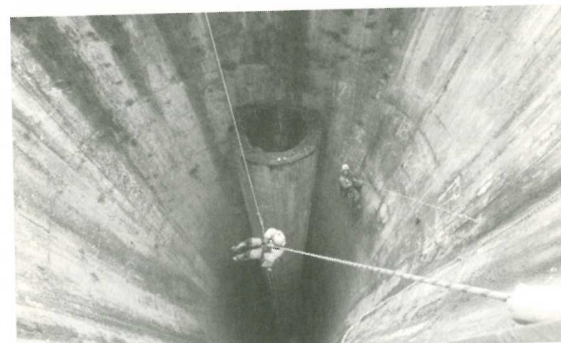


写真9 Vラインによる空間移動(水力発電所サージタンク)



写真10 特殊な橋梁での作業

2-3 安全性

通常の思考では、足場も使用せず、ロープにぶら下がって行う作業は、危険であると考えるのが正常である。しかし意外にも、「特殊高所技術」の安全性は高い。現実として、「特殊高所技術」はNETIS試行実証評価において、安全性の項目で「従来技術に比べ安全性は向上する」という評価を得ている。これは単純に仮設足場よりも安全であるということを示している。しかし、勘違いしてはいけないのは、ロープにぶら下がって行う作業が安全なのではなく、「特殊高所技術」が安全なのである。そして、この高い安全性が特殊高所技術の要であり、その内容は特別なものではない。誰もが簡単に理解できる内容で集積・構成されている。

具体例の一つ。使用する機材の破棄基準について、発注者・元請から情報の提示を求められることが時々ある。しかし、特殊高所技術では、機材の破棄基準のみは特に重視していない。重視しているのは、「機材が損傷する」という事故につながりかねない事象に対して、

- ① 損傷発生
- ↓
- ② 損傷した原因の追究
- ↓
- ③ 損傷させないための対策立案
- ↓
- ④ 組織内の周知・訓練
- ↓
- ⑤ 現場作業へのフィードバック
- ↓
- ⑥ 類似損傷の回避・予防

という危機管理サイクルを回し続けることにある。よって、機材の破棄基準はその危機管理サイクルの中で使われる一つの指標でしかない。重要なのは具体的な損傷事例とその対策方法である。特殊高所技術では、組織内に損傷した機材の実物サンプルとともに、原因と対策を綴った報告書が教育訓練資料として蓄積され、活用

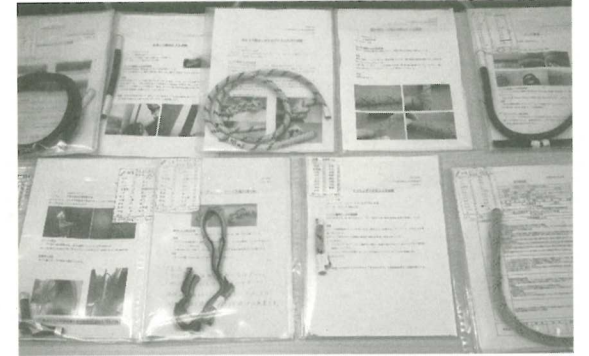


写真11 損傷を受けた機材と対策報告書

している(写真11)。また、この活動が組織内での未知・未経験のリスクに対するアセスメント能力とマネジメント能力の向上にも寄与している。

3. 特殊高所技術の活用例

特殊高所技術は安全にロープにぶら下がって、様々な高所に到達できる。しかし、それは手段であって、目的ではない。到達した先で何ができるかといえば、ニーズに応じて何でもできる。ここでは、いくつかの活用例を写真で紹介する(写真12~写真15)。

このように、人が直接その場に到達して作業をする特殊高所技術は、高所作業車、橋梁点検車、仮設足場等を利用して行う作業のほとんどを行うことができる。



写真12 近接目視による調査・計測





写真13 各種非破壊検査(過流探傷試験)



写真14 コアサンプリング(床版下面)



写真15 コンクリートひびわれ注入工事

#### 4. メリット：コスト縮減・工期短縮

特殊高所技術を活用することによって得られるメリットは以下の通りである。

##### 4-1 コスト縮減

仮設足場、ゴンドラ、高所作業車、橋梁点検

車等にかかる経費が不要である。路上の交通規制にかかるコストや、交通渋滞による経済的損失を抑えることができる。点検調査のために全面足場を組む数千万円の費用と比較した場合、そのコスト比が1/10以下になることも珍しくはない。

##### 4-2 工期短縮

従来必要であった足場の設置・撤去にかかる日数を短縮できる。また、作業前に労働基準監督署への届出が必要ない。このため、緊急点検にも対応可能である。跨線橋の点検のように日程・時間に著しい制約があるケースでは、従来は点検作業不可能であった橋梁を1夜間の作業で完了することもある。

#### 5. おわりに：競合技術は存在しない 協働技術は多様

橋梁での作業には、仮設足場、橋梁点検車、高所作業車、UAV等様々なアプローチ手段が使われている。特殊高所技術に馴染みの無い方々は、これらが特殊高所技術と競合する技術だと思われることが多い。しかし、実際の現場では、特殊高所技術とこれらの技術とは協働関係にあることが多い。具体例をいくつか紹介する。

##### 5-1 橋梁点検車や高所作業車の エスコートを受ける

重機で見ることができない範囲のみを特殊高所技術で点検する際に、重機の到達限界まで作業員を送り届けてもらう(写真16)。

##### 5-2 UAV等の遠隔技術の点検結果を基に 詳細調査を特殊高所技術で実施

高精度カメラ撮影やUAVによる無人遠隔点検は、広範囲を短時間で概略調査するのに適している。しかし、補修を前提とした情報の収集には今なお限界がある。よって、概略を遠隔技術で調べ、抽出された損傷や劣化の懸念がある箇所を、特殊高所技術を利用してピンポイントで詳細に調べる。

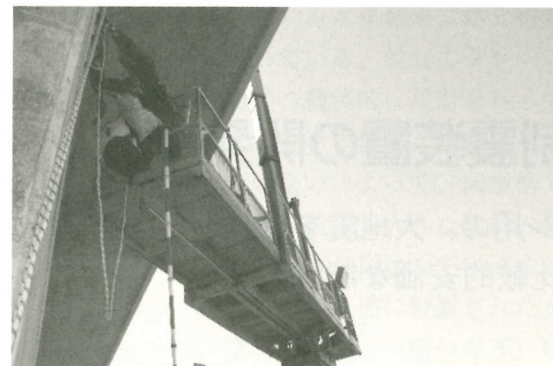


写真16 橋梁点検車でのエスコート状況

日本の橋梁の維持管理は、無人化・省力化・自動化による大量処理を求められている。一方で、維持管理の品質の向上と、無点検個所の撲滅も重要な課題になっている。このような背景にあって、特殊高所技術は人が直接行ってあ

らゆる作業が可能な有人汎用技術として、橋梁の維持管理に重要な技術として供され続けるよう、さらなる向上と水平展開をしてゆく所存である。

#### 【筆者紹介】

##### 山口 宇玄

(株)特殊高所技術 本社 取締役技術部長

<主なる業務歴および資格>

特殊高所技術の研究開発と、各種インフラ施設の調査業務に従事。一級土木施工管理技士、コンクリート診断士、道路点検士、技術士補、JIS非破壊試験技術者(MT/UT/PT/ET)。

<会社の主な事業内容>

特殊高所技術を利用した下記業務。

橋梁維持管理業務(点検、調査、検査、補修)、水力発電所の調査補修業務、風力発電所の調査補修業務。

下記は本文中に掲載されなかった方の紹介です

##### 内田 慎哉

立命館大学 理工学部

環境システム工学科 講師

<主なる業務歴および資格>

2008年3月に岐阜大学で博士(工学)を取得。2008年4月から日本学術振興会・特別研究員(PD)(受け入れ機関：大阪大学)、2009年4月から大阪大学大学院特任助教、2011年4月から佐賀大学大学院助教、2013年4月から現職(この間、コンクリート工学、維持管理工学、非破壊検査工学に関する教育と研究に従事)。



##### 宮田 弘和

西日本高速道路(株) 技術本部

技術環境部 構造技術課 主任

<主なる業務歴および資格>

2000年、日本道路公団((現)西日本高速道路(株))に入社。大阪大学大学院工学研究科NEXCO西日本高速道路学共同研究講座研究員を併任。



##### 鎌田 敏郎

大阪大学 大学院 工学研究科

地球総合工学専攻 教授

<主なる業務歴および資格>

1986年4月から大成建設(株)土木設計部(海洋構造物の設計業務)、1990年4月から東京工業大学助手、1997年4月から岐阜大学助教授、2006年7月から現職(この間、コンクリート構造物の維持管理技術、主に非破壊検査技術に関する教育と研究に従事)。



##### 木村 貴圭

立命館大学 大学院 理工学研究科

環境都市専攻 修士2年



(本文掲載p.48~p.55)