

ロープアクセス技術を用いた鋼トラス橋の点検事例

Inspectin case of arch bridge with a rope access technology

共通事業本部 地質部
共通事業本部 地質部

安藤 勘
新妻 重明

国土交通省によると、全国の橋梁数は約 70 万橋とされ、建設後 50 年を超えた橋は全体の 18%程度とされる。しかし、10 年後には 43%、20 年後には 67%へと増加すると見込まれ、急増する「老朽化橋梁」に対して、適切な維持管理が急務となっている。このため、定期的に点検調査を実施し、それらを踏まえて長寿命化を図る必要がある。しかし、長大なアーチ橋やトラス橋などは通常の点検調査が困難であることや、交通量の多い橋梁では長期間に渡る交通規制が経済活動に与える影響も無視できない。当社保有技術であるロープアクセス技術はダムなどの巨大構造物や、桁下高が 50m に迫る橋梁の点検調査、岩盤斜面や法面調査など多岐に渡る実績を重ねており、近年はアーチ橋等における点検にも適用している。

本論文は、ロープアクセス技術の技術的紹介と曲弦トラス橋の点検に適用した事例を紹介し、今後の展望と課題について記述したものである。

1 はじめに

従来、梯子やリフト車での近接目視調査ができない場合には、橋梁点検車を用いた点検を実施している。橋梁点検車を用いた作業は、作業性などで多くのメリットがある反面、以下のデメリットがある。

- ①片側通行などの交通規制を伴うため、通行者の時間損失＝経済的損失が想定される。
 - ②交通量が多い場合、夜間規制による作業となり、作業中の安全性に劣る。
 - ③点検車の作業範囲の限界を超える場合には、作業足場等が必要となり、安全管理や資材調達・施工を行う必要がある。
 - ④点検車のリース料金や足場施工に関わる仮設費用が嵩み、日数もかかる。
 - ⑤安全帯を用いるが、万が一転落した際には、安全帯による身体へのダメージが深刻である。
- 橋梁は重要構造物でありながら、構造や規模によっては近接目視調査が非常に困難であることがあり「点検し難い構造物」の代表とも言える。本論文で紹介するロープアクセス技術は点検対象までロープで自己確保した状態でアプローチし近接目視を行う調査であり、①～⑤のデメリットを見事に解決するものである。

2 ロープアクセス技術について

2.1 技術的特長と安全性

ロープアクセス技術は、クライミング調査技術とも称されるが、手足で岩や構造物をつかんで登ることを想像させることから、近年はロープアクセス技術と呼ばれることが多い。この技術は、山岳登攀などで用いられるロッククライミング技術や洞窟探検に考案されたケイビング技術を融合し、点検調査用に改良したものである。点検対象には、ロープを伝って登昇・下降を行い、横方向への移動やループ（天井）箇所の移動も安全で容易に実施できる特徴がある。最大の特徴は、常にタルミの無いロープにぶら下がった状態にあるため、基本的に墜落による衝撃を想定しない。また、胴体部全体を包括するフルボディハーネスを用いるため、安全帯のように腰周りだけに荷重がかかることが無いことから身体に与える疲労度、ダメージが極めて小さい。その他、器具についても誤作動防止機能が装備されているなど、見た目から想像できないほど安全性が高い技術である。



写真 2.1 ロープアクセス状況

2.2 法律上の規制や訓練について

(1) 労働基準監督署への届出について

一般的に「安全帯を用いる足場の仮設」が必要なケースでは届出が必要となる。しかし、足場の仮設が困難な箇所で実施するロープアクセス技術の場合には届出が不要となる。

(2) ロープアクセス技術自体の法的適合性

法律では「高所作業において労働者に安全帯を使用させるなど墜落による労働者の危険を防止する措置を講じなければならない(労働安全衛生規則第五百八十九条)」とある。ロープアクセス調査で用いるハーネスがこの「安全帯を使用させる等」に該当するため、作業自体は法的に問題ない。

(3) 使用器具について

登昇器具（アッセンダー）、下降器具（ディッシュセンター）、ハーネス、ロープなどは UIAA（国際山岳連盟）規格に適合することを条件に各メーカーで製造されている。この UIAA 規格を満たすものは欧州安全規格「CE マーク」が付けられ、性能テストを経たものは「CEi」が付けられる。さらに日本に輸入される際には、独立行政法人製品評価技術基盤機構によりチェックを受ける。特に

ロープに関しては欧州規格より厳しい基準が設けられている。当社で実施する点検調査は、これらの基準をクリアしている器具を用いている。また、器具の使用方法については、メーカー推奨の使用方法を逸脱することなく、基準以内の使用方法を遵守する社内ルールを設けている。

(4) 技術訓練について

正しい器具やシステムの使用方法やさまざまなシチュエーションでのケーススタディを積むことで、的確な機器の選択、アプローチラインやデプローチラインの展開が可能となる。これらの技術は国により個性があるため、我々の必要とする技術に洗練する必要がある。この技術訓練は当社の技術者のみで実施すると古い技術の継承となる可能性もある。このため、当社の技術訓練は器具やシステムの展開方法をさまざまな外部講師を招いて実施している。また、ロープアクセス調査中の疾病や災害に遭遇した際には、通常の救急方法が困難である場合が想定される。そのため、ロープアクセス調査に従事するものは、オンロープレスキュースキュー技術（セルフレスキュースキュー）の習得も必須としている。



図 2.1 器具とその適合基準の明示例



写真 2.3 外部講師を招いてのオンロープレスキュートレーニング実施状況



写真 2.2 使用機器の動作確認及び使用訓練

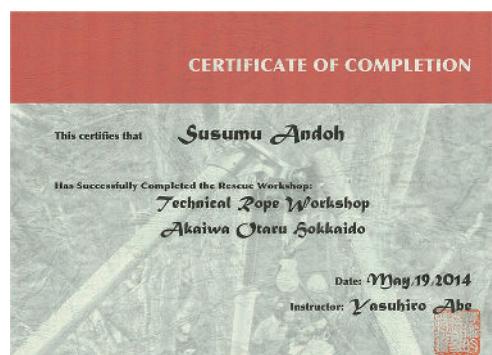


写真 2.2 オンロープレスキュートレーニング受講修了書



写真 3.1 ロープアクセスによる打音調査を実施した曲弦トラス橋

3 トラス橋に適用した事例

3.1 点検の概要

当点検はトラス部を構成する部材の内、すべての高力ボルトについて打音検査を実施し、破断や脱落の有無を点検した。

調査対象橋梁は橋長 110m、主構高 20m で、本線上には上横構からの落雪から通行車両を防護するための落雪防護ネットが張られている。

3.2 ロープアクセス調査を適用した理由

本橋梁においてロープアクセス調査を用いた理由は以下の通りである。

- ・高所作業車を用いる場合には、落雪防止ネットを外す作業が生じることから、点検前や点検後に要する作業時間（≒規制時間）がかかる。
- ・高所作業車ではアーチ部の斜材との干渉により、点検困難な箇所が認められる。
- ・トラス下部の点検箇所においても歩道を有することや、斜材との干渉により橋梁点検車のバケットが進入困難である。
- ・橋梁部の幅員が 8.5m であり、仮設足場を用いた点検では建築限界を確保できない（図 3.1）

本橋はメタルのトラス橋であり、本線より上部の点検対象には登る必要がある。しかし、当橋梁には点検用の昇降階段などは無いため、吊金具を用いてトラス上弦材にエイドアップ（写真 3.2：支点に架け替えながら登る方法）してアプローチし、各鉛直材箇所に点検用のロープを設置した（写真 3.3）。上横構の点検は、鋼材に沿って移動するが、不意の落下物（点検用具など）に備えて片側交互通行の交通規制を実施した。

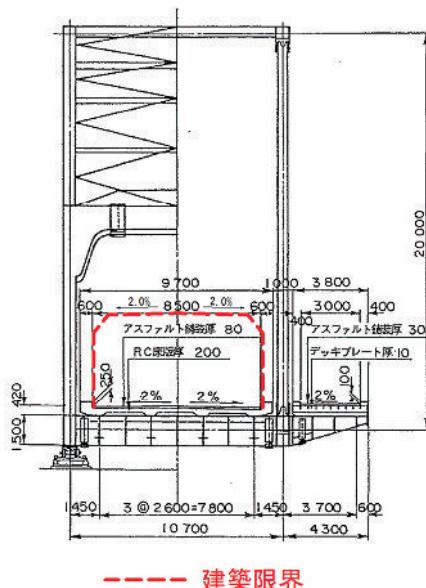


図 3.1 橋梁断面図と建築限界



写真 3.2 アプローチラインの構築状況
(吊金具に沿ってエイドアップ)



写真 3.3 ボルトの打音点検調査状況
(吊金具よりアクセスロープを下ろして実施)



写真 3.4 ハンドホールのボルト打音点検調査状況
(ボルト緩みや破断は認められなかった)

3.3 点検に用いた資材と点検日数

本橋梁の点検に用いた資材や動員した人員、点検日数は以下の通りである。

【資材】

表 3.1 に点検に用いた1人分のロープアクセス調査資材を示した。資材の中ではロープが最も重いが、基本的に背負って登る資材では無いため、調査中はその重量を感じることは無い。身体に装着する装備の中で最も重たいものは全身をサポートするハーネスで 2270g 程度である。その他の装備としては、打音検査用のハンマー、記録用カメラ、連絡用の小電力無線機程度である。

表 3.1 ロープアクセス調査資材一式（1人分）

資材名(スペック、商品名)	メーカー	数量	重量/個(g)
スタティックロープ (φ 10.5mm, L=100m)	スターイン	1本	8000
セミスタティックロープ (φ 10.5mm, L=100m)	エーデルリッド	1本	7200
フルボディハーネス (アバオボット)	ペツル	1個	2270
ヘルメット (エリオス)	ペツル	1個	330
アッセンダー (アッセッション)	ペツル	2個 (左右各1)	195
デイッセンダー (ストップ)	ペツル	1個	326
エイド確保機 (グリヨン)	ペツル	1個	995
カラビナ (オーバル)	ブラック ダイヤモンド	30個	62
安全環付きカラビナ (ロックD)	ロック エキゾチカ	10個	110
高強度テープスリング (L=600mm)	ロック エキゾチカ	30個	30
アジャスタブルデイジー (イージーデイジー)	メトリウス	2個	99

【人員】

実際に橋梁に登りロープアクセス調査に従事する人員が 2 名、全体を統括する指示要員として 1 名、交通整理要員が 4 人の合計 7 名で実施した。

【点検日数】

交通規制を片側交互通行とし、「右主構側」「左主構側」に分けて点検を実施した。

調査実施の時期が 11 月下旬で夕暮れ時間や交通開放時間も考慮し、交通規制開始時間は 8:30、終了時間は 16:00 として 17:00 には交通開放が実施できるよう点検を実施した。降雨などで作業を中断する時間もあったが、4 日間ですべての打音検査を終了することができた。

4 おわりに

橋梁点検は「近接目視調査」を基本とすることから、実際の部材や壁面まで各種作業車を用いて点検を実施している。しかし、長大橋などではその作業自体が困難であり、多くの橋梁で点検が先送りされている。

平成 26 年 6 月に発行された国土交通省「橋梁定期点検実施要領」¹⁾ では、ロープアクセス技術の活用が明記されたことから、この技術を駆使した点検調査例が増えるものと考えられる。当技術は車両や特殊な操作資格を必要とせず、仮設機材も用いないことから、従来の点検方法と比べて安価に実施できる。このことは限られた財源の中で実施する、膨大に蓄積されたストックの点検において、構造物の長寿命化を迅速に検討するための必須の技術といえる。

また、近年実用化が進んでいる小型無線ヘリコプターによる事前の画像解析技術により、損傷度を事前に把握し、重点的に近接目視調査する箇所を絞り込んだ上でロープアクセス技術による点検を実施することでさらに効率化が図れるものと期待される。そのため、当技術を習得した点検技術者は点検を必要とする社会資本に比べて圧倒的に少ないことが現状であり、その育成が望まれる。

[参考文献]

- 1) 国土交通省道路局国道・防災課：橋梁定期点検要領：http://www.mlit.go.jp/road/ir/ir-council/pdf/yobo3_1_6.pdf