

## 清流四万十川のシンボル「岩間沈下橋」の復活

四万十市 副市長 森山 崇

四万十市 産業建設課長 佐川徳和

(株) 第一コンサルタンツ 取締役 楠本 雅博

(株) 第一コンサルタンツ設計部橋梁構造課 片山 直道

### 1. まえがき

四万十川流域には約 50 橋近くの沈下橋が架かっている。その多くは地元住民の主要生活道路となっており、道路橋としての機能確保が必須である。また 2009 年には、沈下橋を含む四万十川流域の景観が「重要文化的景観」として選定され、多くの観光客が訪れる場所となっている。

それらの沈下橋の中でも、最も有名な沈下橋の一つとされる岩間沈下橋（正式名称：岩間大橋）では、平成 29 年 11 月に橋の一部が V 字に折れ曲がり、道路橋としての機能を失う損傷が生じた。

本稿では、岩間沈下橋の通行止めから全面開通に至るまでの橋梁メンテナンスの取り組みについて報告するものである。



写真 1 沈下橋の損傷状況

### 2. 岩間沈下橋の概要及び損傷状況

岩間沈下橋（以下本橋と記す）は、昭和 41 年に架設された 10 径間単純 P C 床版橋である。本橋の諸元は以下に示す。

#### 【橋梁諸元】

路線名：市道岩間茅生線

橋梁名：岩間大橋（通称：岩間沈下橋）

橋長：120.0m

幅員：3.5m

上部工形式：プレテンション方式 P C 単純床版橋

下部工形式：鋼管パイルベント橋脚（突出式）

架設年：昭和 41 年（1966 年）

設計活荷重：T L-6 相当

上記諸元を有する本橋は、平成 29 年 11 月に近くの道路工事関係者より沈下橋に異常が発生していると報告があり、現地を確認したところ P7 橋脚が鉛直方向に V 字に陥没していることが確認された。道路管理者である、四万十市は直ちに通行止めとし損傷の詳細調査を実施した。

### 3. 補修方針

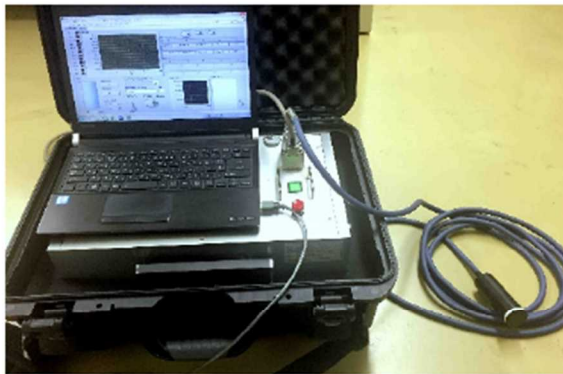
#### 3.1 新技術を活用した詳細調査

本橋では、通行止めを行った後ただちにダイバーによる潜水調査が行われた。潜水調査の結果、V字に折れ曲がったP7橋脚で座屈が生じていることが確認された。これを受け、変状が出ていない橋脚においても板厚計測を行い対策の要否判定を行う必要が生じた。

板厚計測実施においては、計測箇所の下地処理が必要となるが、「流速が速い」「ケレンカスの河川への流出防止」などが課題となった。また、一般的に使用される超音波板厚計では、鋼管表面が弧を描いており計測端子の接触面が不安定となり計測結果の精度確保が課題となる。

これらのことから、本橋では塚田氏（岡山大学大学院自然科学研究科：当時）が開発した「極低周波渦電流探傷検査（EJECT）装置」を用いた板厚計測を行うものとした。本技術は、内閣府のSIP（戦略的イノベーション創造プログラム）で研究開発された新技術である。本技術による計測は、下地処理が不要であり、渦電流による計測のため、計測端子接触角度などによる測定誤差が生じない。そのため、本橋における鋼管杭の対策要否判定には最適な技術と判断した。

本橋では、本技術を採用した結果当初懸念された「河川への影響」も生じることがなく、正確な板厚計測により対策の要否判定を行うことが可能となった。



極低周波渦電流探傷検査 (ELECT) 装置



測定プローブ



気中での測定



水中での測定

写真 2 極低周波渦電流探傷検査 (EJECT) 装置及び計測状況

### 3. 2 損傷要因の推定

本橋の鋼管に見られた損傷の特徴をまとめると下記ようになる。

- ① 腐食程度に方向性があり、上流側よりも下流側の損傷が大きい傾向がある
- ② 水深が深くなるに伴い損傷が大きくなる傾向がある
- ③ 鋼管表面にあばた状の凹みが全面に見られる

現地の状況および板厚調査結果より、鋼管の損傷原因は「流体中の物体背後に発生する渦」により流体中の土砂等がぶつかったことにより生じたものと推察される。流体中の物体背後に発生する渦としてはカルマン渦がある。

カルマン渦が発生すると、鋼管にはいろいろな角度から河床堆積物や流下物が衝突する。衝突による物体表面の浸食は「エロージョン」と呼ばれている。浅い角度においては切削による損傷が支配的となり損傷のピークが生じ(W\_C)、深い角度では塑性変形による損傷が支配的に生じる(W\_D)。全体の損傷度 W はこれらの和( $W=W_C+W_D$ )と考えられている。

本橋の鋼管表面に見られる”あばた状の凹み”は、深い角度で衝突した場合に発生する塑性変形によるものと推察される。この塑性変形によるエロージョン(浸食)を、さらに浅い角度の衝突による切削が加わり、孔食が生じたことで座屈に至ったものと考えられる。



写真 3 鋼管の損傷発生状況(左：あばた状の凹み、中：大規模な孔食、右：座屈)

### 3. 3 補修方針

本橋では、鋼管断面の減少による耐荷力が低下しているため機能回復が必要であった。本橋の対策方針検討においては、四万十川の景観保護の観点からできる限り現形を変えない工法を選定するものとした。これを受け、本橋では色合い・形状等ができる限り現形に近くなる当て板工法を採用するものとした。

また、選定した対策工法については『重要文化的景観活用検討会』において専門家による意見を募り、「定着部はできる限り付け根とする」ことで継手部を目立たないよう配慮するものとした。

なお、本調査及び設計についてとりまとめた論文は、2020 年度英国土木学会のテelford・プレミアム賞を受賞したことを付記しておきます。



写真 4 当て板補修後の定着部の状況

#### 4. 岩間沈下橋のメンテナンスへの取り組み

##### 4. 1 財源の確保

本橋の修繕工事は、「四万十川の流速が早い」ことや「景観に配慮可能な工法の採用」により想定修繕費が数億円という大規模修繕事業であった。一方で、本橋は主要生活道路であり、重要な観光資源でもあることなどから早期復旧が必須であり、予算確保が最大の課題となった。

そこで四万十市では、市長自らが広告塔を努め本橋の復旧にかける思いを積極的に発信し、寄付金やふるさと納税を全国に募る活動をモデル的に行った。これにより、全国の四万十川ファンや沈下橋ファンからの支援が集まり早期復旧を後押しする形となった。また、高知県四万十市の観光大使を務める演歌歌手三山ひろし氏を支援活動の広告塔とすることで、さらなる寄付金やふるさと納税が全国から集まり、財源確保につながった。



図 1 沈下橋復旧に向け全国に支援を募る広告

地元商工会においても、沈下橋復旧を支援する取り組みが行われた。地元商工会では、早期復旧を祈念したチャリティーTシャツとタオルを販売し、売り上げの一部をメンテナンス事業に活用する取り組みを行った。

四万十市、地元住民が一体となって沈下橋の復旧における支援を募ることで、本橋の修繕に必要とされていた多額の修繕費を確保することが可能となった。



写真 5 沈下橋復旧に向けた地元商工会取り組み

#### 4. 2インフラメンテナンスの必要性の発信

本橋の修繕工事においては、漁業関係者や隣接する道路を利用する地元住民等の協力が必要不可欠であった。そこで四万十市では、地域の交流拠点となり本橋を見下ろせる「岩間四万十茶屋」に、撤去した沈下橋を用いたベンチの整備や、高知県を舞台にした楽曲「四万十川」の歌碑及び演奏装置を設置することで沈下橋整備の必要性について積極的な情報発信に取り組んだ。

これにより施工中の交通不便や漁業への制約について理解を得ることができ、円滑な工事遂行が可能となった。



写真 6 歌碑及び演奏装置の設置状況

#### 4. 3地域と連携した管理体制の構築

今回本橋の復旧活動を通して、地元住民と日頃の維持管理の重要性を共有することが出来た。また、地域住民や岩間四万十茶屋の常駐管理人が、日常生活の中で本橋を確認し些細な異常でも道路管理者に報告する体制が構築された。これにより、橋の現状を迅速かつ適正に把握することが可能となった。

今後は、これらの取り組みを継続し本橋以外の管理橋梁への適用や、多様な主体による管理体制野構築など地元住民と協力した維持管理体制の構築に努めていきたい。



写真 7 四万十茶屋から眺める岩間沈下橋の状況

なお、岩間沈下橋復旧に向けた行政の取り組みは、2021 年度『第 5 回インフラメンテナンス大賞 国土交通大臣賞』を受賞したことを付記しておきます。

## 5. おわりに

今回、損傷発生から全面開通までの間の取り組みを通し、インフラメンテナンスの重要性を再確認することができ、地域住民と共に復旧に取り組むことができたのは貴重な経験であった。

また、地元住民や全国の四万十川・沈下橋ファンの方々との交流により、沈下橋の重要性を再認識する機会となった。今後も、生活道路・重要文化的景観としての財産を守り、後世に残す活動に尽力して行きたい。

最後に、沈下橋の復旧においては過酷な施工環境の中、見事復旧工事を完了させた関係者の皆様、また復旧までの間交通規制等ご協力いただいた地元住民の皆様、そして復旧に際しご支援をいただいた全国のサポーターの皆様にはこの場を借りて厚く御礼申し上げます。



図 2 インフラメンテナンス大賞受賞



写真 8 開通を喜ぶ地元の保育園児