

# 「谷口橋の橋梁補修工における取り組みについて」



## 1. 工事概要

工事名 令和3年度[第33-D7048-01号](主)島田吉田線橋梁補修工事(谷口橋補修工)  
 発注者 静岡県島田土木事務所 工事第1課  
 工事場所 島田市 道悦島 地内  
 工期 令和3年9月28日～令和4年6月30日  
 請負代金額 ¥89,342,000 (うち消費税額 ¥8,122,000-)

工事目的 本工事は(主)島田吉田線の谷口橋における、P17～19橋脚及びP17～20径間の橋梁補修工事である。内容として、下部工橋脚梁部のASR対策工(亜硝酸リチウム内部圧入工法)、支承部の補修工(支承金属溶射工)、上部工主桁部のコンクリート補修工(ひび割れ補修工(断面修復工))等の施工を行う工事である。

工事概要 排水管取替え工 18箇所、支承金属溶射工 30基、断面修復工(左官工法) 1式、亜硝酸リチウム内部圧入工法(塗膜あり) 3基

## 2. 位置図



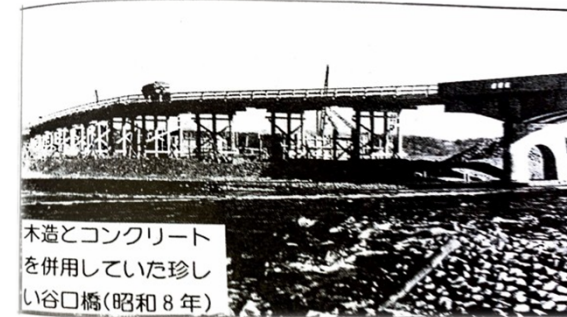
## 3. 谷口橋の現在までの経緯

谷口橋は明治10年に賃取橋として架設されたが、交通や産業の発達により大正13年3月に周辺町村で『賃取橋梁組合』が結成され新たに大正15年、延長410間(745m程度)、幅2間(3.6m程度)の木橋が完成した。



木橋完成時の様子(大正15年)

その後、県に移管され、渡橋賃が無料となり、昭和8年に初倉側の113.1mが鉄筋コンクリートに架替られた。(RCゲルバー桁橋)



昭和8年の状況 右側:ゲルバー部

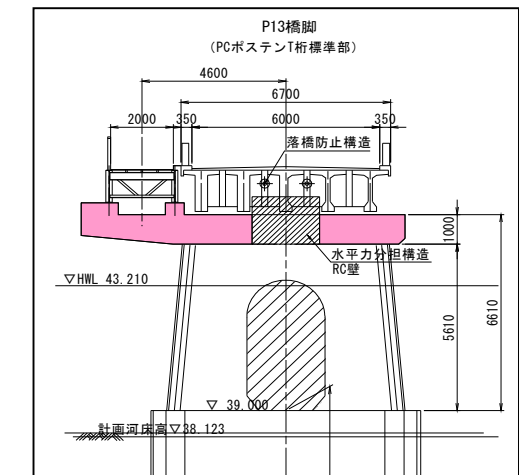


右岸側ゲルバー部

昭和32年、毎年の台風等による水害での橋梁流出及び老朽化が加速したため、コンクリート永久橋(RCポステンT桁橋)が完成した。その後、昭和49年に歩道橋(鋼単純鋼桁側道橋)、現在の形となっている。



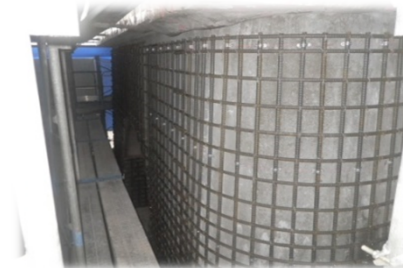
谷口橋が鉄筋コンクリート永久橋で完成した



歩道設置に伴い横梁部を改修(昭和49年)

谷口橋全体のコンクリート化(昭和32年)

近年、谷口橋の上下流に新たに島田大橋、はばたき橋が新設されたが、主要地方道としての役割はそのままに志太・榛原地区の主要インフラとして機能している。これを維持すべく、橋脚の耐震補強、高欄の取替え、落橋防止対策等の補修工事が行われてきた。今回、改修された横梁部の老朽化対策として本工事が発注された。



橋脚巻き立て補強



水平力分担構造

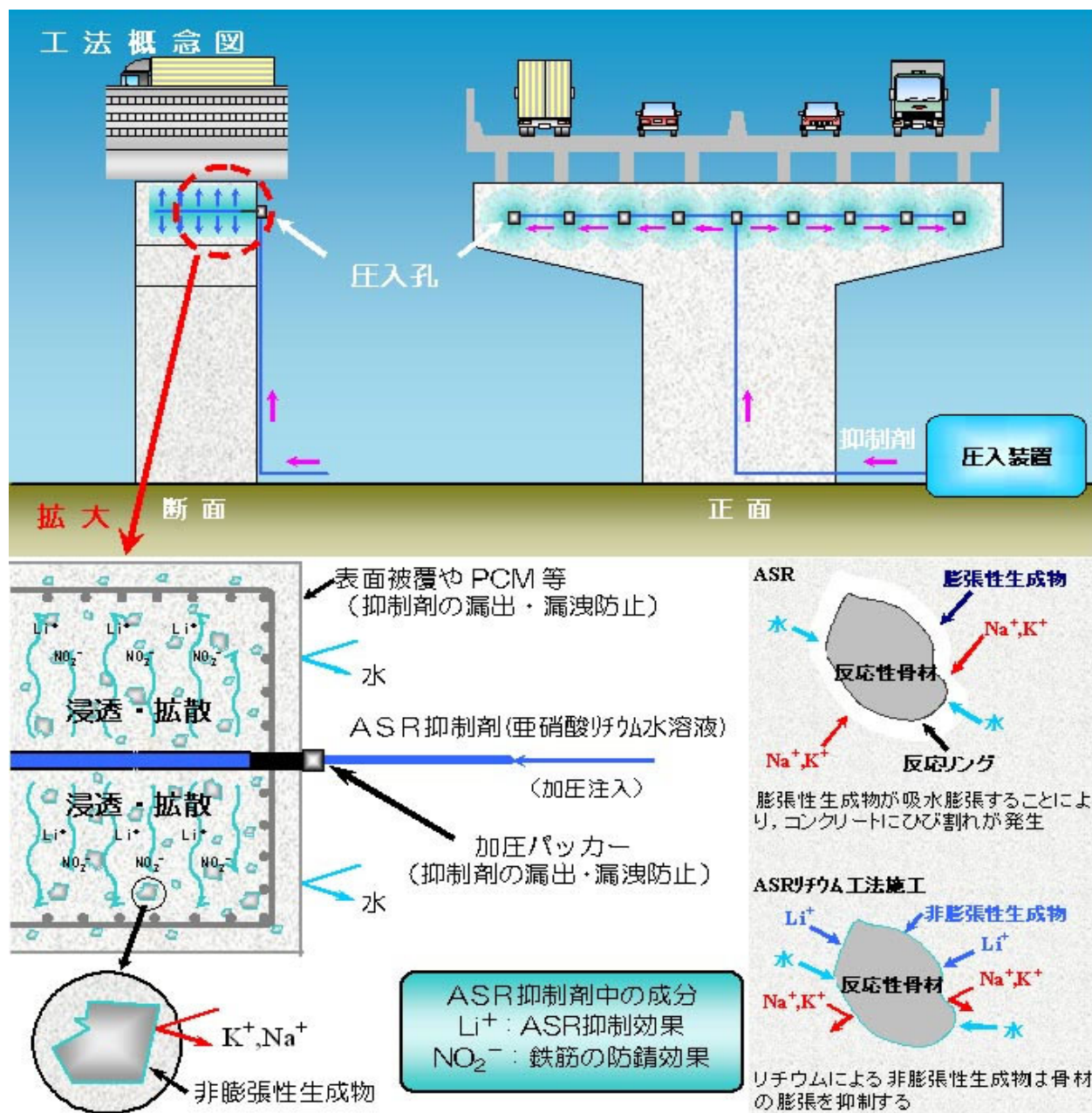


アルミ製高欄への取替え

## 4. 工事における課題と取り組み

### 亜硝酸リチウム内部圧入工法の概要

本工事の主工種である亜硝酸リチウム内部圧入工法は、ASR(アルカリ骨材反応)により劣化したコンクリート構造物の補修工法である。今回対象である橋脚横梁部コンクリートに削孔し、そこから亜硝酸リチウムを主成分とするASR抑制剤を内部圧入することにより、ASRの原因であるアルカリシロカゲルを非膨張化するため、以後のASRによる劣化を根本的に抑制する工法である。



亜硝酸リチウム内部圧入工法 概念図(工法協会資料より)

谷口橋の横梁部は調査によりASRによる劣化からのひび割れが著しく、施工方法の検討の結果本工法が採用された。一方でASR抑制剤を注入する圧入工は口径φ20mmで、既設鉄筋を損傷しないよう鉄筋探査の結果を基に慎重な施工が求められるが、躯体へのリスクは少なからずあると思われた。



ASRによる劣化の様子



圧入工削孔状況

本工事の施工箇所は谷口橋の桁下での作業であるが、場所の制約上、不可視である施工箇所をイメージすることが困難であった。また、仮設工である吊足場の設置撤去等の作業時に谷口橋上で片側交互通行規制を行う計画となっているが、交通量が多い道路にもかかわらず車道幅が全幅で計6mと決して余裕のある状況ではなく、より安全な施工を行うための事前の計画の策定が必要とされた。そこでこれらの仮設工での課題への対策として挙げたのが、弊社が近年取り組んでいるDX(デジタル・トランスフォーメーション)の一環として行っている3D技術を利用できないかということであった。



以上を踏まえた本工事で取り組んだ課題とその対応について、以下の通りに挙げる。

1. 3Dデータを活用した仮設工の事前検討
2. 3次元データ納品工事試行要領 による現場データの納品
3. UAVを用いた吊足場点検作業の効率化
4. 圧入孔の口径変更による品質向上の検討

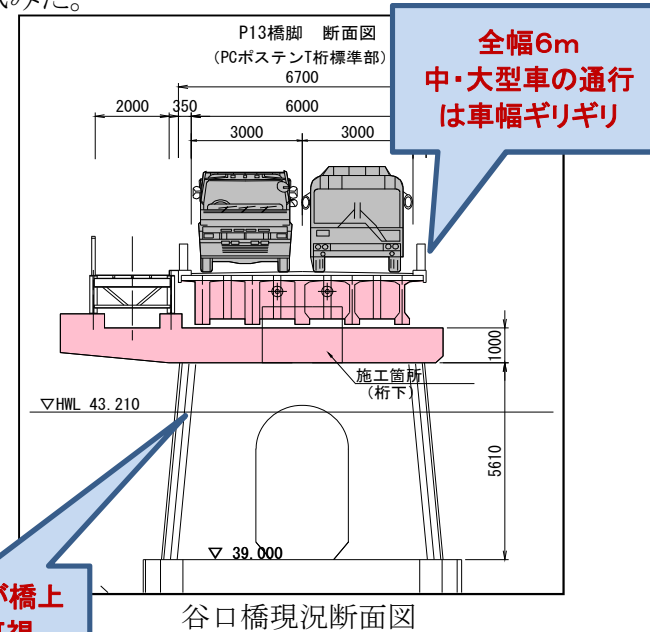
## 1. 3Dデータを活用した仮設工の事前検討

### 1-1. 課題点

谷口橋の桁下での作業の不可視箇所において、作業計画をより具体的に策定するための方法が求められた。また、仮設工である吊足場の設置撤去等の作業時における片側交互通行規制において、車道幅が全幅6mという余裕のない条件の中で、中・大型車の通行に留意すべく、具体的な計画の策定が必要とされた。これらの課題に対応するため、谷口橋の3Dデータを作成し、不可視を可視にすることで仮設工の事前検討に活かそうと試みた。



谷口橋現況



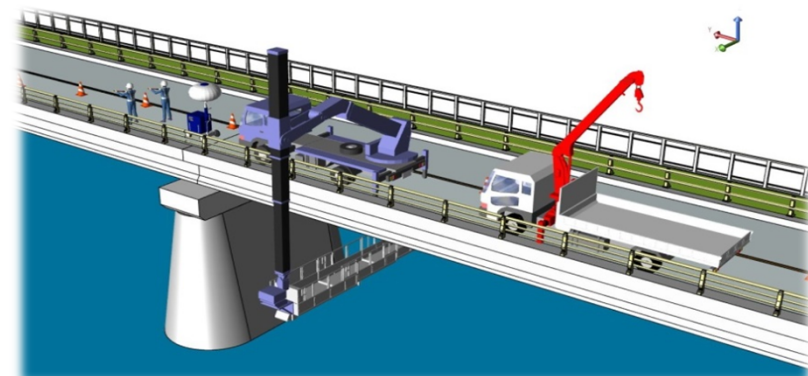
作業箇所が橋上から不可視

谷口橋現況断面図

### 1-2. 課題に対する取り組み

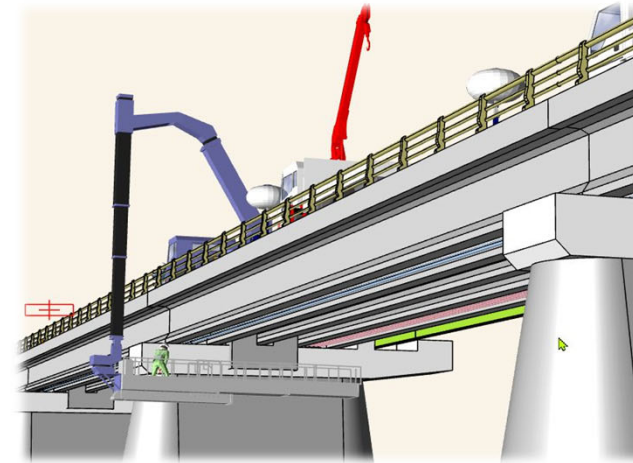
#### ①. 3Dデータを活用した施工管理の実施

桁下での通常可視できない施工箇所における施工計画の策定を円滑に行うため、谷口橋の3Dデータ作成を行った。設計図書のCADデータを元に専用ソフトにて作成し、机上で桁下の不可視部施工箇所を可視化できるようになった。



作成した谷口橋の3Dデータ

例にあげると、仮設吊足場の設置に伴い、橋梁点検車を仮想で設置し展開することにより具体的な計画の策定、打合せができるようになり、より綿密な施工管理へと繋がった。



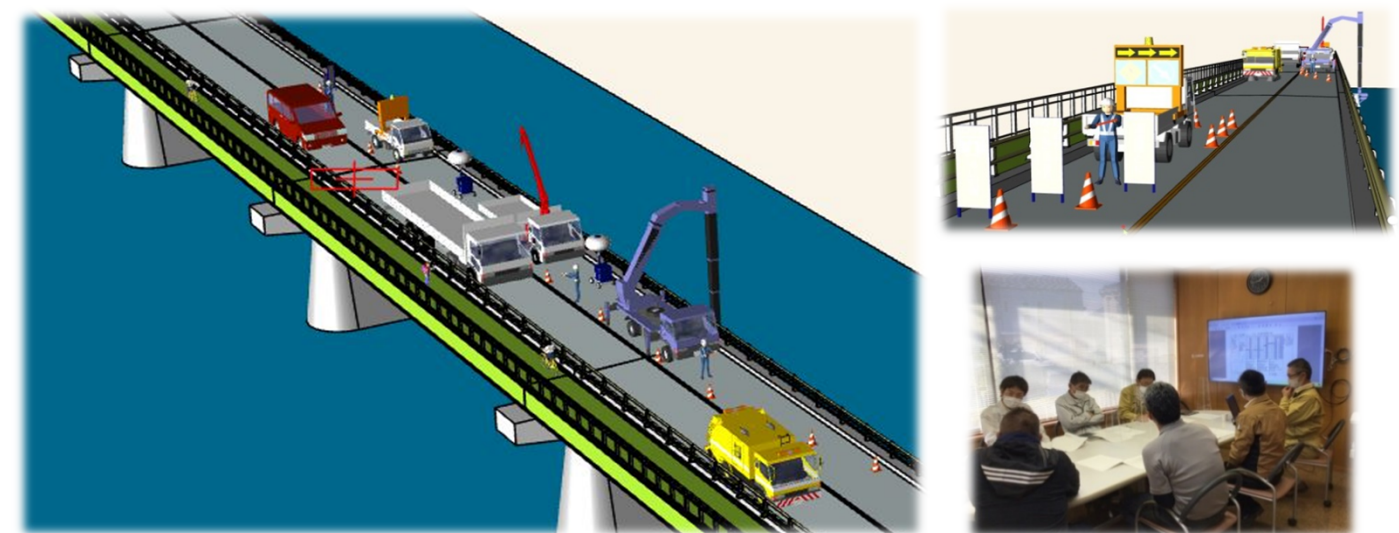
作成した3Dデータによる吊足場設置作業の検討



検討結果による実施の様子

#### ②. 3Dデータを活用した交通規制に伴う安全管理への活用

施工に伴う谷口橋上での片側交互通行規制を実施するにあたり、3Dデータを用いた安全管理への活用を行った。特に中・大型車の通行に大きな余裕はない条件の中、片側交互通行規制実施時の安全施設、交通誘導員や作業車の配置をより綿密に検討が必要であった。そこで施工箇所の3Dデータを利用して各配置を本番さながらに可視化することで、ペーパーでの資料を用いる従来の方法よりも効果のある安全対策が可能となった。



3Dデータを利用した交通規制時の安全管理の検討

## 2. 3次元データ納品工事試行要領 による現場データの納品

### 2-1. 課題点

近年、「i-Construction」等の施策が本格的に始まったことを背景に、地方自治体等の公共工事の現場に関する点群データやUAV(無人航空機、ドローン)等を用いた三次元データがますます取得されている。公開されている三次元データは異常気象による災害復旧等にも使われているように、今後も必要とされる。一方、こうしたデータの利活用は維持修繕工事といった分野ではまだまだ事例は少ない。本工事においても橋梁下面の三次元データを取得すれば、広く一般に活用して頂けると考えた。そこで、本工事特記仕様書にある「令和4年度 3次元データ納品工事の施工について(通知)」を利用することとした。



レーザースキャナによる3次元データ取得状況

### 2-2. 課題に対する取り組み

特記仕様書に基づき、谷口橋施工区域の3次元データを、弊社所有の地上型レーザースキャナを用いて計測・取得を行った。実施にあたり監督員と協議を行い、計測後は完成形状の報告書にて報告を行った。結果、電子納品システム「My City Construction」へ納品することで3Dデータを広く一般へ公開することができた。



谷口橋施工箇所の3次元データ



谷口橋施工箇所の3次元データ

## 3. UAVを用いた吊足場点検作業の効率化

### 3-1. 課題点

本工事で設置された吊足場は、足場内での点検は日々行っていたが、外部からの詳細な点検は河川内であることから目視による確認が困難であった。そこで安全・効率的に点検を行う手法が求められた。

### 3-2. 課題に対する取り組み

弊社所有のUAVにより、吊り足場の外部からの点検を行った。UAVを使用することで目視による点検を可能にし、安全管理の効率化を図ることができた。

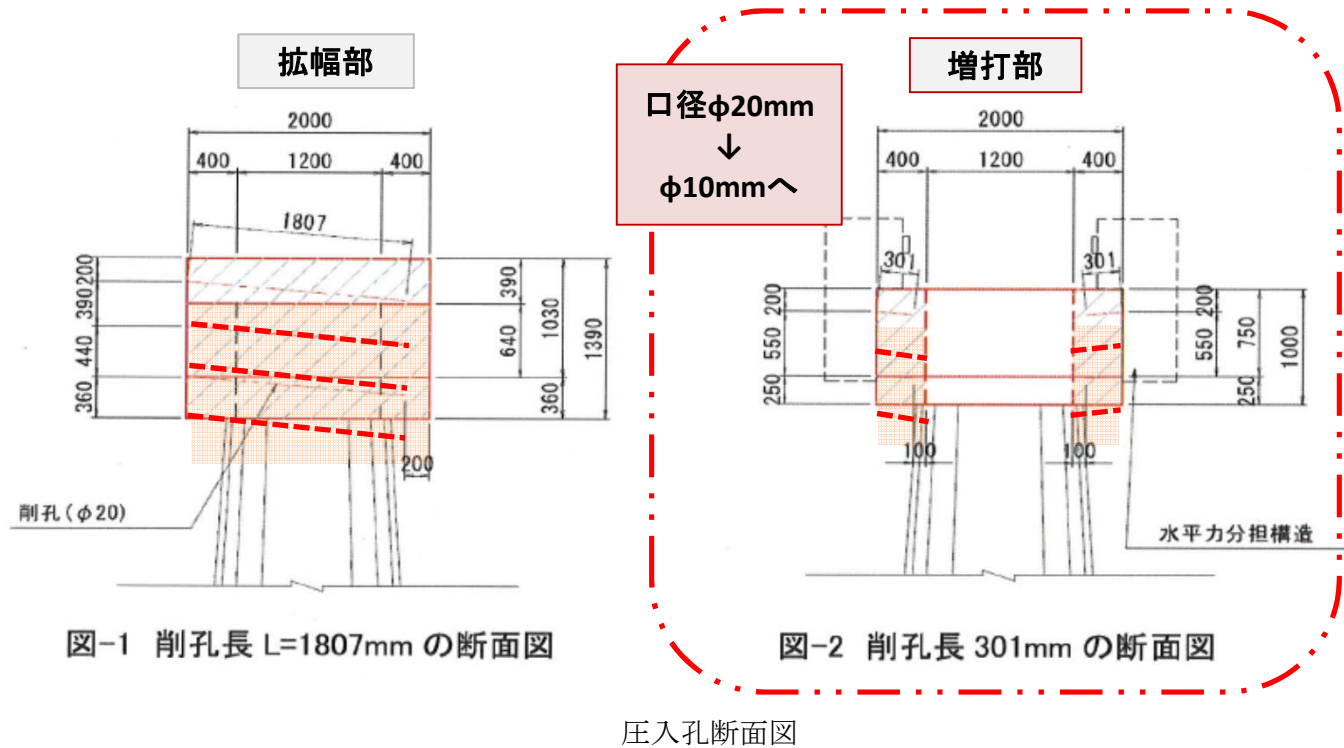


UAVによる河川からの外部足場点検実施状況

## 4. 圧入孔の口径変更による品質向上の検討

### 4-1. 課題点

亜硝酸リチウム内部圧入工法において、ASR抑制剤を圧入する圧入孔は標準の口径がφ20mmとなっている。本工事での当初設計では拡幅部が削孔長L=1807mm、増打部がL=301mmであったが、増打部についてはφ10mmの口径で技術的に削孔が可能になったとの情報を得た。これより本工事で口径変更を行うべきかの検討を行うこととした。検討内容は、①構造物への影響、②施工性について、③経済性について、の3項目とした。



### 4-2. 課題に対する取り組み

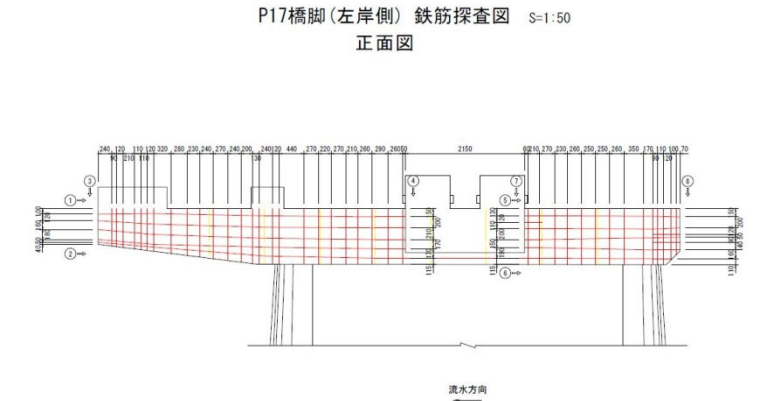
本工事が発注された前年(2020年)に削孔機およびダイヤモンドコアビットの性能向上により、削孔径φ10mmの削孔長がそれまでのL=200mmからL=400mmまで可能となった。本工事での増打部がL=301mmであったことから、口径の変更を検討するに至った。

#### ①. 口径変更による構造物への影響の検討

削孔径をφ20mmからφ10mmへと小さくすることで、構造物への損傷は少なくなる。既設梁は増設のため鉄筋が配筋されていることが事前の鉄筋探査で分かったことから、鉄筋損傷へのリスクも下がることが期待できる検討結果となった。



鉄筋探査実施状況



#### ②. 口径変更による施工性の検討

削孔径φ10mmへと小さくすることで、削孔機がコンパクトになり施工性が向上する。φ20mmはコアドリルを使用し、機械固定のためインサート挿入が必要であったが、φ10mmの削孔機は手持ち式となり、施工性向上となる。また、施工後の圧入孔充填工についても、φ20mmは無収縮モルタルによる流し込みが仕様であり、密実に充填させるため削孔角度を5度つけて削孔しているが、φ10mmにするとコーキングガンによる液だれしない材料を使用できることから、削孔角度をつける必要がなくなる。これらのことから口径変更による施工性は大きく向上する検討結果となった。



φ20コアドリル施工状況



新たに採用したφ10コアドリル

#### ③. 口径変更による経済性の検討

削孔径φ10mmへの変更により削孔機も簡易的となることから施工単価も減少する。また圧入孔充填工についてもモルタル量が減少することから同じく施工単価も下がる。これらより3橋脚分の施工費は約190万円の減との試算となり、公共工事のコスト削減に寄与できる検討結果となった。

圧入孔口径変更 比較対照表

	構造物への影響	施工性	経済性	結果
φ20mm	削孔によるコンクリート、鉄筋へのリスクあり △	通常のコアドリル使用、機械固定のインサート設置が必要 △	— △	
φ10mm	口径が1/2となりリスク軽減 ○	削孔機が手持ち式でコンパクト取り回しがよい ◎	口径が1/2になり施工費が全体で190万の減 ◎	採用 設計変更へ

以上より、発注者との変更協議を経て、φ10mmへの設計変更を行った。

## 6. 最後に

亜硝酸リチウム内部圧入工法は静岡県では導入事例がなかったが、平成12年度より実績を重ねてきている工法であり、今後も谷口橋の導入を機に県内でも橋梁補修等を初めとするコンクリートのASR対策工法として需要が増えていくことが期待される。今回、弊社でも初めての施工であり、試行錯誤の中で無事施工を終えることができた。そこで改めて感じたのは補修対象となるコンクリート構造物の性状は千差万別であり、これに対応するには発注者、関係協力業者等の方々の協力と、これらを活かす創意工夫が必要であるということであった。橋脚毎に損傷の度合いが異なる性状に対して、確認、考察、協議を重ねて工事を無事に完工できたことは、ものづくりに携わる技術者としての醍醐味を感じると共に、谷口橋という地域住民の生活と経済活動の基盤であるインフラ整備の担い手としての社会的責任を改めて認識したところである。また、弊社の今後公共工事の主流となるであろうBIM/CIMに向けた取り組みの中で、本工事においてもその一端を活用することができた。踏まえて、今後も発注者、地域社会から高い評価をいただけるよう前向きに取り組んでいく所存です。



亜硝酸リチウム内部圧入工法施工前 (P17橋脚)



亜硝酸リチウム内部圧入工法施工完了



谷口橋補修 施工前(P17橋脚～)



谷口橋補修 施工完了