

## マニュアルのない維持管理



西日本高速道路株式会社  
技術本部 技術環境部 構造技術課 課長  
大城 壮司

### 管理する量からの視点

NEXCO西日本で管理する橋梁約14,000連のうち鋼橋は約4,300連を占める。塗替え塗装を30年周期で実施する場合、単純計算では、毎年140連を塗り替える必要がある。NEXCO西日本の4つの支社で平均化すると1支社で毎年35連の塗替え工事を永続的に発注していかなければならない。工事発注のための設計や積算、規制等の協議などNEXCO社員が行わなければならない多くの業務が定期的・発生しているのである。DX等による業務効率化や、高耐久につながる防錆技術や施工技術の開発が急務である。

### 耐久性に関する施工の要因とその排除

高耐久を目指す場合、耐久性に及ぼす影響が極めて大きい「施工」に関する要因を、どのように定量化して対策を講じていくのが大事となる。

鋼橋の防錆に金属溶射を採用する利点は塗装よりも耐久性が高いこともあるが、溶射金属は下地処理をしっかりとしないと母材に付着しないため、施工後に任意の箇所テープによる引き剥がし試験を行うことにより、ブラストが不十分な箇所を容易に確認できることにある。不十分な施工による耐久性への影響要因を極力排除できる。

### 塩害

NEXCO西日本における鉄筋コンクリート構造物では塩害に

よる変状が顕著であり、安山岩が多いという地域的な特性もありASRも確認されている。塩害対策としてはあらゆる方法が選択できるが、ASRの可能性を有する骨材を使用している場合、電気化学的防食工法の適用には躊躇するところがあり、PC橋のような構造物の塩害対策をどうやっていくのか、対策の立案が難しい。

一方で、塩害によりコンクリート片落下による第三者被害を防止するためにシートやネットを張り付けているが、決して美しいものではない。

除塩や鋼材の再不動態化などあらゆる試みを行っているが、このような状況をこれ以上増やさないためにも、NEXCO西日本では非鉄技術（鉄筋の代わりにAFRPやCFRPの補強材を使用）の開発に力を入れている。

### PC橋の残存プレストレス力

PC鋼材が腐食により破断した場合、橋の残存耐力がどの程度あるのか早急に推測する必要がある。張出架設における張出ケーブルのクリープロスの計算では、現在では張出ブロックごとに逐次計算を採用しているが、平成初期までは簡易法、つまりコンクリートにプレストレス力が作用する材齢を、全ブロックで平均化もしくは安全側で計算していた。このような橋梁では、逐次計算で再計算すると緊張力に余裕がある場合があり、大工事になる外ケーブル補強は不要と判断できる可能性がある。しかし、コンクリートの実際の収縮量まで再現して解析することは難しいので判断に困っている。結局は残存プレストレス力がどの程度なのか把握したいのである。

### 設計基準と実挙動

床版取替工事に代表される特定更新事業を進めているが、ここで採用している技術基準は新設をベースにしたものであり、既設構造物の照査にそのまま採用して問題がないのか検証が必要である。設計方法の変遷や仮定条件を理解したうえで、実際の挙動との違いを計測等により把握し、補強方法や施工中の安全を考えていく必要がある。基準やマニュアルのない分野である。

### さいごに

既設構造物の状態を適切に評価する、もしくはそのための調査等を立案することは、診断士にも求められる能力である。マニュアルのない分野に好奇心をもって取り組む技術者の育成や確保が必要であり、我々にはそのような技術者が育つ環境を整えていく責任がある。

と、そのようなことを考える歳になってしまった。

## ■ 鋼鉄道橋の検査



公益財団法人鉄道総合技術研究所  
構造物技術研究部 鋼・複合構造 研究室長  
小林 裕介

### はじめに

学生の頃から鋼橋の維持管理を専門に研究を続けてきており、検査に関する研究としては、古くはモニタリングを、ここ10年近くは画像を活用した検査技術の開発に取り組んできている。検査の省力化に対するニーズは年々高まっており、ICT等を活用した検査技術の開発に、より精進しなければとの思いが強い。

一方で、個人の意見としては、検査技術者の育成、鉄道が培ってきた技術の継承も、同じくらい必要性が高まっていると考えている。鉄道の維持管理は国鉄時代から脈々と受け継がれているが、国鉄時代の諸先輩方の取り組みや、構築されてきた維持管理の体系を勉強すれば勉強するほど、その偉大さを痛感する。ICT等を活用した検査技術の開発も重要だが、JRや鉄道総研において国鉄の分割民営化後に採用された社員が殆どとなつたいま、国鉄時代の諸先輩方の培ってきた維持管理技術をしっかり学び、確実に技術継承していくことが必須であると考えている。

本稿では、鋼鉄道橋の維持管理の体系と検査について過去の経緯を含めて紹介するとともに、幾ばくかの私見を述べさせて頂きたい。

### 鉄道の維持管理体系

鋼鉄道橋は、他のインフラ設備と比べて供用年数が長く、100年以上供用しているものも多い。鉄道における維持管理の体系としては、1965年以前は何か問題が発生してから対処する事後保全が主流であった。しかし、世界大戦などの戦争中の構造物の荒廃などから事故が多発するようになったため、予防保全を前提とした維持管理に体系を変えることで、災害件数が急激に減少し(図-1)、事故も減少した。

この予防保全の考え方は、定期検査で事前に弱点箇所や

変状箇所を抽出し、詳細な検査をしたうえで必要に応じて措置(補修・補強等)を行うというものであり、現在の維持管理<sup>1)</sup>においても継承されている。供用年数が100年を超えるような鋼鉄道橋が現存しているのは、今でこそ一般的な考え方である予防保全を、50年以上も前に諸先輩の努力により導入した功績によるものである。なお、実際のところ変状の発生を完全に防止できているわけではないが、変状が軽微なうちにより簡易な補修・補強で済ませてきたこと、標準設計の橋りょうが多く補強を水平展開しやすかったこと、さらに構造的な弱点箇所については設計へのフィードバックを図ってきたことも、鋼鉄道橋の長寿命化の要因と考えている。

### 検査における健全度の判定

鋼鉄道橋の検査における診断では、健全度を判定することとしている<sup>1)</sup>。健全度はA、B、C、Sに区分され、例えば健全度Aは「運転保安、旅客および公衆などの安全ならびに列車の正常運行の確保を脅かす、またはそのおそれのある変状等があるもの」と定義している。詳細は割愛するが、健全度AはさらにAA、A1、A2に区分が細分化されている。

健全度判定の実情としては、目視検査に限って言うと、文献<sup>1)</sup>に示されている判定例のどれに当てはまるかを確認していることが殆どである。判定例の1例を図-2に示す。判定例は、1987年の国鉄分割民営化直後に発刊された「建造物保守管理の標準・同解説<sup>2)</sup>」でほぼ現状のものが完成している。全部で約400例にもおよび、国鉄時代の諸先輩方の集大成といえる。

さらに遡ると、1974年の「土木建造物取替の考え方」では、図-3のような形で示されており、元々は部材や位置の重要性、変状種別、発生量、進行性の評価を総合して、健全度を判定していたことが見てとれる。本来、このように個々の因子を理解・評価したうえで健全度を判定すべきであり、あらゆる変状に対処するには相当な技術力が必要である。

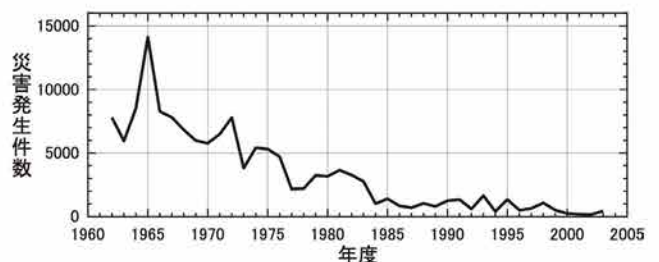


図-1 災害の発生件数の減少

ここ数年、鉄道事業者の社員研修の講師をする際、健全度判定のためには設計も勉強する必要があることを強調している。これは、個々の部材には設計で想定している役割があり、変状がその役割をどう消失させているかが、健全度判定の一つの根拠になるためである。図-2に記載の解説は、文献1)を2017年に改訂した際にこの考えをもとに追記したものである。諸先輩方の功績には遠く及ばないが、健全度判定において該当する判定例を探すだけでなく、根拠をもった判定の一助となるよう尽力した次第である。

2. 上路プレートガーダー(リベット構造)(2/4)

変状例	判定基準	判定例
	④ 両側の端補剛材下端が欠食した場合 ⑤ 片側の端補剛材下端が欠食した場合	A 1 A 2

〈解説〉

端補剛材は、主に列車荷重や死荷重を支える柱としての機能を有している。

- ④ 端補剛材下端が欠食すると、柱としての機能を失い、列車荷重や死荷重を支えられなくなる恐れがあるためA1とした。
- ⑤ 片側だけでも欠食すると、列車荷重により桁が倒れる挙動を助長し、下フランジ首部に疲労き裂を発生させる可能性があるためA2とした。

図-2 健全度の判定例 [現在] (抜粋)

主桁の添接リベットの弛緩

項目	判定			
	手で動くもの		検査ハンマーで感ずるもの	
	全本数の30%以上	全本数の30%程度	全本数の30%以上	全本数の30%程度
部材位置	2 a	2 a	2 a	2 a
種別	a	a	a	a
量	a	a	b	b
進行	a	b	a	b
総合	AA	A <sub>1</sub>	A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>

注) 主桁の添接リベットの全本数とは片側の本数を示す

図-3 健全度の判定例 [1974年] (抜粋)

### 定量評価における安全率

健全度判定は、応力測定等の定量評価に基づいても行われる。実施頻度が比較的高いのは、桁の耐荷力評価であったり、累積する疲労の評価である。その際、鋼鉄道橋では維持管理

のみに用いられる特有の限界値を用いてきた。この限界値は、保守限度力度と呼ばれる許容力度の一種で、設計時よりも低い安全率が設定されている。具体的には、耐荷力評価に対して $0.8\sigma_y$ (リベット桁)、 $0.7\sigma_y$ (溶接桁)であり、 $\sigma_y$ は降伏応力である。

安全率を低く設定できる根拠は、文献3)において「設計で用いる許容力度は、その時点で確定できない将来の荷重増や腐食に対する余裕も考慮して長時間保証できる値を設定しているが、既設構造物に対する健全度評価で用いる許容力度、いわゆる保守限度力度はその時点における強度を照査するのに用いるものであるため、荷重を特定することが出来るうに、腐食をその時点の実態で評価すればよいので許容力度を設計より大きくすることができる。」と示されている。かつてにおいては非常に先駆的な考え方である。また、 $0.8\sigma_y$ 、 $0.7\sigma_y$ という数値の設定は多分に経験に基づくものだったと思われるが、様々な構造形式かつ使用環境の橋りょうに対して、経験の中から基準としての一律の限界値を設定できる技術力には感嘆するばかりである。

### おわりに

今後も、ICT等を活用した検査の省力化に繋がる技術開発を継続していくつもりである。ただし、健全度を適切に判定する能力は、膨大な検査を繰り返し実施していく中で養われていくものであり、AIによる健全度判定などは、使い方を間違えるとむしろ検査員の能力低下に繋がる恐れがある。また、モニタリングによって橋りょうの健全度を定量評価できたとしても、個別の状況に応じた安全率の設定やその解釈は、技術者の腕の見せ所であり、これも経験の中で養われていく能力が必要である。そのためは、冒頭の繰り返しになるが、まずは国鉄時代の諸先輩方の培ってきた維持管理技術をしっかりと学び、確実に技術継承していくことが重要であると考え。くわえて、検査において技術力を磨ける部分についてはあえて手間ひまをかけ、省力化してはいけなとも考えている。

### 【参考文献】

- 1) 鉄道総合技術研究所 編: 鉄道構造物等維持管理標準・同解説 (構造物編 鋼・合成構造物), 丸善, 2007.
- 2) 鉄道総合技術研究所: 建造物保守管理の標準・同解説 (鋼構造物), 1987.
- 3) 阿部英彦ほか: 鋼橋の実耐率と制限速度, 構造物設計資料, No.37, 1974.

# 法人正会員紹介

## 飛島建設株式会社

当社は、インフラの持続可能な維持管理への貢献を目指し、調査診断、補修・補強技術の整備拡充を進めています。

### ■表面ひずみ法によるPC鋼材残存緊張力の推定手法

橋梁主桁の長さの直角方向に発生したひび割れを利用し、PC鋼材の引張力を推定する調査診断手法です。自動車が走行する際のひび割れの開閉の動きを測定することで構造物を傷つけることなく、経年劣化の確認が可能です。本手法は、東京理科大学、高速道路総合技術研究所、東電設計株式会社と共同で開発しました。

### ■TDRショット・ブレイブショット工法

「TDRショット工法」は、硬化促進剤を用い、高性能モルタルを吹付けることで、厚付け施工を可能にした断面修復工法です。さらに都市鉄道トンネルで電車が通るまでに強度を発現する「TDRブレイブショット工法」など、各種ニーズへの対応を進めています。

### ■ハイドロジェットRD工法

合成桁橋の床版取替において、予め接合部のコンクリートをウォータージェットで除去し、補強材で仮補強することで安定した構造を維持し、通行止め後の床版撤去期間を大幅に短縮する工法です。本工法は、阪神高速道路株式会社、第一カッター興業株式会社と共同で開発しました。



TDRブレイブショット工法



ハイドロジェットRD工法

●本社：所在地 〒108-0075 東京都港区港南1-8-15 Wビル

●お問い合わせ

部署：土木本部インフラリニューアル部

担当者：佐竹康伸

TEL：03-6455-8324(代表)

e-mail：Yasunobu\_Satake@tobishima.co.jp

●ホームページアドレス：https://www.tobishima.co.jp/

## 北沢建設株式会社

事業内容：道路工事や橋の建設など、土木工事を中心に事業を展開するとともに調査・診断・補修設計も手掛けています。

### ■代表的な保有技術

#### 【ND-WALL工法】

鉄筋コンクリートによるボックスカルバートや橋梁下部工などの施工では、底版が壁体部の変形を拘束するために初期ひび割れが極めて多く発生します。弊社本社の立地する長野県のような山間高地においては、凍結防止剤による構造物の塩害被害が多く、特に初期ひび割れは塩害の進行に深刻な影響を及ぼすことが報告されております。

ND-WALL工法は、底版上部に収縮低減目地を設置した先行壁体部を設け、底版による拘束を大幅に低減させることでひび割れを抑制します。また、底版に先行壁体を設けることで、壁体構造物の弱点となる打継目に最大曲げモーメントが生じなくなります。

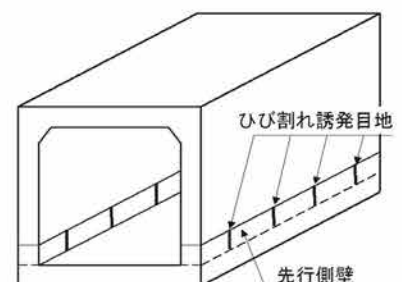
本工法は、構造物の耐荷性および耐久性を向上させるLCCに優れた工法です。

(株)日本コンクリート技術ほか1社と共同特許登録済

(第5270112号) NETIS:TH-080005-VR)



ND-WALL工法 施工状況



ND-WALL工法概要図

●本社：〒395-0085 長野県飯田市吾妻町7番地

●お問い合わせ：営業部 牛山茂則

TEL：0265-23-0072

e-mail：ushiyamas@kitazawakensetsu.co.jp

●ホームページアドレス：https://www.kitazawakensetsu.co.jp/

## 株式会社 土木技研

昨年、創業50周年を迎えた土木技研は、岩手県を中心に多くの構造物の新設、補修・補強、維持管理業務を遂行してきました。2011年に発生した東日本大震災で体験した経験を活かし持続可能な社会構築のため国土強靱化に貢献して参ります。

### ■構造物の調査・点検・診断業務

調査：塩害やASRの迅速判定試験をはじめ実車両を使用した載荷試験。  
 点検：橋梁点検車保有、ドローンや画像解析を活用した点検。  
 診断：資格保有者(1級構造物診断士、コンクリート診断士等)による診断。

### ■補修・補強設計

補修：支承や床版の取替え設計、炭素繊維補修等の様々な補修設計を実施。  
 補強：耐荷や耐震補強(トラスやアーチ橋等の上部工、免震、制震)設計を実施。  
 3D：BIM・CIMによる施工イメージ作成、構造物と工事用車両の離隔確認。

### ■アセットマネジメント・長寿命化修繕計画・産官学連携

クラウドを活用したインフラマネジメントシステム：VEKI(自社開発)は県内の市町村で導入され、IoT機器によるスマートな維持管理の役割を担う。  
 産官学連携は多数の市町村管理橋梁の橋梁長寿命化修繕計画業務や実載荷試験や既設床版の耐久性に関わる研究を実施。

- 本社：所在地 〒020-0839 岩手県盛岡市津志田南二丁目16-20
- お問い合わせ 部署 構造設計グループ  
 担当者 遊田 勝  
 T E L 019-638-8131 e-mail yuuda@cedg.co.jp
- ホームページアドレス <https://www.dobokugiken.jp/>



施工をイメージした3Dモデル図



クラウドを活用したシステム：VEKI

## 株式会社 エスイー

1967年創業の当社は、日本により確かな社会インフラを実現すべく、フランスからプレストレストコンクリート定着工法「SEEE工法」を日本に初めて導入しました。SEEE工法は、PC橋定着工法その他、斜張橋・グラウンドアンカー・落橋防止装置・補強外ケーブルなど様々な分野で幅広く活躍の場を広げています。

### ■落橋防止装置

連結ケーブルは、完全防錆被覆した主索に両端をSEEE工法で定着しています。阪神・淡路大震災以降、数多くの耐震工事で採用され、最も採用実績が多い製品です。2016年度には、製品本体にいろいろな創意工夫を取り込んだことが評価され、グッドデザイン賞を受賞しています。

### ■横変位拘束構造・水平力分担構造

道路橋示方書に基づいた横変位拘束構造です。レベル2地震動に対する既設橋支承部の水平力を分担する水平力分担構造としても使用できます。また、主桁の浮き上がり防止機能と地震による衝撃力緩和機能も備えています。

### ■補強外ケーブル

800件以上の補強工事に適用された豊富な実績をもつスタンダードなケーブルです。橋梁上部工補強ケーブルの他、下部工補強ケーブル・取替ケーブルなど様々な用途で採用されています。防錆性能、維持管理に優れ、張力のモニタリングにも適しています。

- 本社：〒163-1342 東京都新宿区西新宿6-5-1 新宿アイランドタワー42F
- お問い合わせ  
 部署：橋梁構造部  
 T E L：03-5321-6514  
 e-mail：engineering@se-corp.co.jp
- ホームページアドレス：<https://se-kyoryokozoo.jp>



写真-1 落橋防止装置



写真-2 横変位拘束構造・水平力分担構造

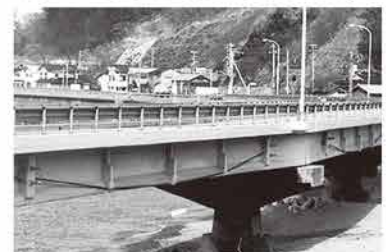


写真-3 補強外ケーブル

## ■ 3大地震の遭遇と設計技術者としての歩み



1995年1月17日の早朝、淡路島北部を震源とする大地震が阪神地方を襲いました。テレビに映し出された阪神高速が横倒しになっている姿を見て、私は言葉を失いました。平成3年に当時の横河橋梁製作所に入社し鋼橋の設計業務を行っていた私にとって、高速道路が崩壊するのは映画の中の話であり、想像すらできない光景でした。

気象庁のデータでは兵庫県南部地震以降、人的被害が発生した地震は2022年1月22日に発生した日向灘地震まで延べ172回発生しています。内、震度6以上が36回、震度7を記録した地震は4回発生しています。実に驚くべき数字です。大地震は遠い未来に発生する「空想」のものではなく、近い将来に発生する「現実」のものだと考えなければならないのです。

橋の耐震設計法は、兵庫県南部地震での被害経験を踏まえ、各構造部材の強度を向上させると同時に変形性能を高めて橋全体系として地震に耐える構造を目指すものとなりました。さらに、兵庫県南部地震に対しても耐えられる構造であることを神戸海洋気象台等の強震記録を用いて動的解析によって照査することが規定されました。当時、どのように設計を組み立てていくか試行錯誤の毎日でしたが、「設計」の面白さを感じることができました。

東北地方太平洋沖地震には、千葉にある本社の設計課長として赴任していた時に遭遇しました。東北地方太平洋沖地震は、M9.0という国内観測史上最大で世界でも4番目という大きさの地震でした。地震により東北地方太平洋沿岸をはじめとする全国の沿岸で津波が観測され、岩手県から宮城県にかけて最大30m級の津波が襲来し、甚大な被害が生じました。海からの濁流が街を襲い、建物を飲み込んでいきました。橋梁も多くの被害を受けました。橋脚が崩壊して上部工が落橋したもの、津波の水圧により流出したもの、増水により上揚力が作用して桁が持ち上げられて流出したものなどがありました。津波に関しては立命館大、伊津野教授を会長とする委員会活動で勉強する機会をいただき、実構造物に対してどのような対策が可能なのかという検討に携わらせていただきました。

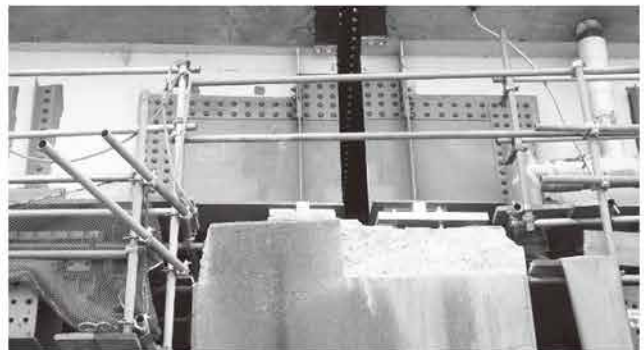
3つ目の地震は、2016年4月14日と16日に発生した熊本地震です。熊本地震では2日間という短い期間内にM6.5とM7.3の

2つの地震が連続して発生し、いずれも震度7の強い揺れが同じ地域を襲いました。一連の地震活動において震度7が2回観測されたのは初めてのことです。

私は2015年10月から大阪の保全設計部長として赴任していたことから、九州自動車道路の復旧工事に携わることとなりました。九州の物流を支える九州自動車道の復旧は極めて重要であり、一刻も早い復旧を果たすことが求められました。頻繁に発生する余震対策や施工時の安全性を確保した中での復旧方針を策定し、仮復旧から本復旧への施工手順の検討を行いました。損傷が大きかった鋼桁支点部を部分交換することとし、橋面作業を最小化することで工期短縮を図り、本震発生から約2週間で対面通行での仮復旧を行い、約1年後の2016年5月には4車線復旧を果たすことができました。

3つの地震は、設計技術者としての取り組み方や考え方の転換期になりました。補修、補強といった保全分野がますます重要になってくるこのタイミングで、熊本地震の復旧工事に携われたことには運命的なものを感じます。新設とは異なった技術が必要であり、より専門的な知識を要求される分野であり、新しいやりがいを感じています。

日本では、東海・東南海・南海地震等南海トラフの巨大地震や首都直下地震がいつ発生してもおかしくないと指摘されています。人々の生活を支える社会インフラを災害から守り、可能な限りの被害を最小化し、迅速な事後対応を行える備えが求められています。土木構造物の診断、補修・補強技術の向上と普及を担う当協会の活動が、益々社会に貢献できることを期待します。



# 歴史的土木構造物を訪ねて

## ■ 蓬莱橋 ～世界一の長さを誇る木造歩道橋～

今回の歴史的土木構造物の紹介は、静岡県島田市の大井川に架かる「世界一の長さを誇る木造歩道橋」(平成9年12月30日にイギリスのギネス社により認定)の蓬莱橋です。蓬莱橋は、橋長897.422m、有効幅員2.4mの91径間の単純桁橋の木橋です(写真-1)。



写真-1 全景(左岸より)

蓬莱橋の竣工は1879年1月です。蓬莱橋が竣工する前、大井川を渡るには小舟を使わなければならず、危険な状態であったということですが、当時、牧之原台地ではお茶づくりの開拓が進んでいることもあり、対岸に安全にアクセスすることが望まれていました。そのため、大井川を安全に渡れるように、また、住民からの要望もあり、蓬莱橋は農業用の橋として架橋されたそうです。現在も対岸の茶園を管理するために、地元農家に利用されています。また、以前は、バイクやリヤカーなどの通行も可能であったようですが、老朽化に伴い、現在は、歩行者と自転車だけが通行できるようになっているそうです。

蓬莱橋は竣工から143年の間に、大井川の増水のため、度々被災し、補修を繰り返しています。1965年には、木製橋脚からパイルバント式のコンクリート橋脚になっています(陸地の一部には、現在も木製橋脚が見られました)(写真-2)。2000年代にも、台風などの影響で何度も橋脚が流され通行止めになっているそうです。蓬莱橋を歩くと、部分的に補修を繰り返していることもあり、様々な色合いの床版が見られ、被災の傷跡を肌で感じ取ることが出来ます。木製部材は防腐処理(ACQ加圧注入)をしているということですが、腐朽も見られる状況でした。蓬莱橋



写真-2 橋脚の状況



写真-3 補修状況

を訪れた日には、腐朽した床版の取替え工事をしていました。3日間で80枚程の床版を取替えているということです(番小屋の橋番からのヒアリングより)(写真-3)。

蓬莱橋の中央付近に来ると、見渡す限りの空間に大井川と青い空に囲まれます。気持ち良い風も吹いていたので、心地よい気分になりました(写真-4)。中央スパンには、「ど真ん中」と床版に黒文字で書いてありました。もう少し、目立つようにしてもいいような気がしました(写真-5)。

右岸には蓬莱橋を一望できる展望台があります。ここからの蓬莱橋の眺めもお勧めです。番小屋のある左岸より観光客は少ないので、ゆっくりと眺めることが出来ました(写真-6)。



写真-4 橋からの大井川の眺め



写真-5 橋のど真ん中



写真-6 全景(右岸:展望台より)

蓬莱橋は、有名な観光スポットとして多くの観光客(250～300人/日、10万人以上/年間)が訪れています。辺りが暗くなると、LED照明によりライトアップされ幻想的な空間で辺りを包み込んでくれます。橋長897.4mで長い橋であることから、語呂合わせで、「長い木の橋→長生きの橋」、「897.4m→やくなし→厄無し」となり、縁起の良い橋として人気があるようです。全国でも数少ない木造の賃取橋でもあり、渡橋料は大人100円ですが、それ以上の価値はあると思います。一度、足を運んでみては如何でしょうか。

### 【参考文献】

・島田市HP      ・島田市観光協会HP      ・木の構造物HP

## ■ 第34回 構造物の診断と補修に関する技術・研究発表会

2022年10月7日(金)に、川口駅前市民ホールフレンドシアにおいて「第34回 構造物の診断と補修に関する技術・研究発表会」が開催されました。この発表会は、会員会社による維持管理に関する調査・診断、補修・補強、新工法・新技術を中心に、実構造物の施工事例や研究開発事例などを含めた発表と、有識者による特別講演で構成されています。

本年も新型コロナウイルス感染症が終息しない中の開催となりましたが、昨年と同様に感染防止対策を行い実施することとし、約140名の方々に参加いただきました。

発表会は、定刻に金尾技術委員長の開会の挨拶に始まり、その後6編の発表がありました(表-1)。内容は、計測・調査分野で2件(光ファイバによる計測技術、塩分量調査手法)、設計・試験分野で2件(高カスタッドボルトを用いた当て板補強、PC薄厚床板の傾斜型ループ継ぎ手)、施工事例が2件(電気化学的補修工法のジंकカートリッジ工法、鋼トラスの耐震補強とASR対策)と幅広い分野からの発表がなされ、活発な質疑が行われました。

また、協会活動に功績を残された故野尻陽一氏を記念して設けられた、優秀発表者に贈られる「野尻賞」は、鹿島建設(株)の

小林聖様が受賞されました(写真-1)。小林様は、コンクリート施工時に光ファイバを設置することで、コンクリートの充填挙動をモニタリングでき、また、打ち込み直後から硬化後までのコンクリートに生じる温度・ひずみの傾向からひび割れ発生時の挙動も把握でき、さらにこの測定を応用してひび割れの防止または制御も可能になることを、論文およびプレゼンテーションでわかりやすく説明していた点が評価されました。

特別講演では、公益財団法人東京都道路整備保全公社の紅林章央様から「日本の珍橋・奇橋」と題して、日本全国の珍しい橋を多数紹介していただきました(写真-2)。資料は、構造形式毎にまとめられており、橋梁の構造や特徴も含めて丁寧に説明していただいただけでなく、橋の歴史や架けられた経緯も聞くことができ、聴講者の皆様にとっても大変勉強になったと思います。

当協会では、土木構造物の維持管理技術の向上、技術者のスキルアップを目指して本イベントを毎年開催しています。来年度も第35回技術・研究発表会の開催を予定しています。来年度はウイズコロナも進み通常の開催ができると考えておりますので、多くの方のご発表・ご聴講に期待します。



写真-1 野尻賞の授与(小林聖様)



写真-2 特別講演(紅林章央様)

表-1 特別講演と発表論文

	講演タイトルまたは論文名	発表者 (敬称略)	所属
特別講演	日本の珍橋・奇橋	紅林 章央	公益財団法人 東京都道路整備保全公社
一般発表	コンクリート構造物における光ファイバによる計測技術の開発	小林 聖	鹿島建設株式会社
	高カスタッドボルトを用いた片面当て板補強の疲労強度	山本 佑大	日本ファブテック株式会社
	塩害に対する予防保全を目的とした既設PC橋の簡易的な塩分量調査手法の一提案	佐藤 純弥	株式会社ワイ・テック (八千代エンジニアリング株式会社より出向)
	塩害劣化した橋梁への電気化学的補修工法(Zn(ジंक)カートリッジ工法)の適用	大村 信暁	株式会社ピー・エス三菱
	あご付き床版に適用した傾斜型ループ継手の曲げ耐力に関する検討	島山 繁忠	株式会社富士ピー・エス
	寒冷地塩害環境下の上路トラス橋耐震補強とASR対策	千葉 慎二	株式会社中央コーポレーション

第34回技術・研究発表会 実行委員長  
金尾 光志(日本ファブテック(株))



## ■ 第10回現場研修会

2022年6月3日に第10回現場研修会が開催されました。この研修会は、構造物の管理状況、健全度、対策の具体的方法等について実物を見ながら確認し、参加者個々の技術的知識の充実と、協会全体の技術レベルの向上を目的として実施するものです。今回は土木史の中でも優秀な構造物の宝庫として語り継がれる「隅田川橋梁群」を対象に、橋梁の歴史、構造特徴、計画から設計、施工について、元東京都建設局の中村静夫氏による講義と、東京水辺ラインの水上バスに乗船し、橋下よりアプローチしながら理解を深める企画となり、31名が参加しました。

小雨模様の当日、勝鬨橋の近くにある中央区明石町区民館に集合し13:10に開会、一宮技術委員長よりあいさつの後、中村講師より「隅田川の橋の美 —技術美の視点から読み解く—」と題し約90分間講義いただきました。その後15:15に区民館のすぐ前にある船着場より水上バスに乗船、展望デッキに上がって勝鬨橋、レインボーブリッジ、豊洲大橋とくぐり抜け、永代橋から両国橋までは船の速度を落としていただき、講義で習った注目すべき構造部材をじっくり真上に見ることができました。乗船時には止んでいた雨が清洲橋を過ぎたあたりで急に激しくなり船室へ。すると、船首のカメラ映像が室内の大型モニタに映し出され、中村講師には引き続き解説していただきました。最後の吾妻橋をくぐり、16:30浅草船着場に到着。豪雨の中の下船だったので、船をバックの集合写真は撮れませんでした。中村講師をはじめ区民館の皆さん、水辺ラインの船長さんやスタッフの皆さんのおかげで、充実した研修会とすることができました。この場をお借りして厚くお礼申し上げます。

### ◆講義状況



### ◆船上での解説(帽子の方が中村講師)。永代橋の向こうに雷雲が...



NSI技術委員 渡部 寛文〔川田建設(株)〕

## ■ 第15回若手技術者育成研修会

2022年6月22日、23日に第15回若手技術者育成研修会が新型コロナウイルス感染症防止対策を行った上で開催されました。この研修会の目的は、鋼橋・コンクリート橋の土木構造物を中心に取り上げ、その基礎知識から供用後の維持管理(調査、診断、補修、補強)について基本的な技術を学ぶことにあります。今回の研修会には、ゼネコン(1名)、鋼・コンクリート橋専門会社(3名)、建設コンサルタント(3名)、土木メンテナンス会社(2名)、橋梁付帯設備専門会社(2名)に携わる11名の方が参加されました。本研修会は、普段の業務における専門分野だけでなく、土木構造物について幅広い内容を学ぶことができるため、若手技術者に限らず、専門分野において経験を積んだ技術者の方にも参加いただいております。

研修会は、1日目と2日目の午前は講義受講、2日目午後は現場見学で構成されています。講義では、非破壊試験機器を用いた実習も行っており、講義を聞いて学ぶことだけでなく、実際の機器に触れることにより、学んだことを体験できる理解しやすい構成になっています。

研修終了後には受講生にアンケートの協力をいただき、研修会の改善に努めております。次回も多くの方の参加をお待ちしておりますので、よろしくお願いたします。

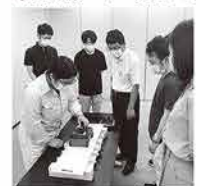
### ◆講義状況



### ◆磁粉探傷試験実施デモ



### ◆電磁波レーダー実施デモ



### ◆現場実習状況



NSI技術委員 中井 督介〔(株)エスイー〕

# PC中間定着システム **アイ・フィクス® i-Fix**



国道8号歌高架橋



国道8号弁天大橋

写真提供：国土交通省北陸地方整備局高田河川国道事務所

**PC橋の撤去・架替工事で橋面交通を確保！**（特許第6316864号）

設計・施工：  **川田建設株式会社**

製造：  **NIPPON STEEL**  
日鉄SGワイヤ株式会社



スマートインフラマネジメントシステムの構築  
時間軸の創造空間 ~ Mixed Reality ~

 **株式会社 安部日鋼工業**  
〒500-8638 岐阜県岐阜市六条大溝3-13-3  
<http://www.abe-nikko.co.jp>

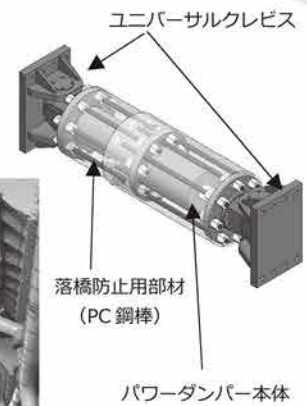
■ 落橋防止構造としての機能を有するシリンダー型粘性ダンパー

## 落橋防止機能付きダンパー（ACO-DP）

### 『落橋防止機能付きパワーダンパー（ACO-DP）』

は、シリンダー型粘性ダンパーに2軸回転機能を有するユニバーサルクレビス（U-CLV）を採用し、落橋防止用部材を搭載して落橋防止構造の機能を付加した2つの機能をもつ新しい製品です。

- ・ダンパーと落橋防止構造の一体化を実現
- ・地震時の想定外方向への変位に追随
- ・支点部周辺の補強構造が簡素化
- ・支承部周辺の確実な維持管理に貢献



※パワーダンパー：国土交通省 NETIS No.TH-120010-VE

※ACO-DPは、首都高速道路(株)、オックスジャッキ(株)、(株)横河ブリッジの3者による共同特許製品です。

※U-CLVは、首都高速道路(株)、オックスジャッキ(株)、(株)横河ブリッジの3者による共同開発製品です。



株式会社 横河ブリッジ

URL: <http://www.yokogawa-bridge.co.jp>

□本社 〒273-0026 千葉県船橋市山野町 27

TEL : 047-437-7999

□大阪 〒541-0048 大阪市中央区本町 4-3-9

TEL : 06-6244-0593

## 日本の橋梁の長寿命化に挑む 造る技術、そして、守る技術



### エスイーグループの補修・補強事業

- 補修・補強事業に関するサービス
- 既設構造物の点検・診断
- 補修・補強の工法提案
- 補修・補強工事



▲既設橋調査業務



▲断面修復工事

**SEC** 株式会社 エスイー

〒163-1342 東京都新宿区西新宿6-5-1 新宿アイランドタワー42階  
TEL : 03-5321-6514 FAX : 03-5321-6519 URL <http://www.se-corp.com>

**R** エスイーリペア株式会社

〒811 福岡県福岡市南区日佐5丁目15番24号  
TEL : 092-585-5133 FAX : 092-585-6409 URL <http://www.se-r.jp>

# 構造物診断士委員会報告

## ■ 「土木構造物診断の手引き」講習会

構造物診断士委員会では、構造物診断士認定試験の受験者および資格の更新者を対象に、協会が発行している「土木構造物診断の手引き」の講習会を定期的に開催しています。

2022年度の講習会は、2022年4月8日（金）に川口駅前市民ホール「フレンジア」で、新型コロナウイルス対策を十分に開催し、127名と数多くの方に参加していただきました。

講習会は、構造物診断士委員会の委員長挨拶のあと、7名の講師から下表に示すプログラムで手引きの要点や最新の診断技術、補修・補強方法等の説明がなされ、各受講者とも熱心に聴講しておりました。また、認定試験受験者を配慮して、演習問題を含めた形式で実施しました。

「土木構造物診断の手引き」講習会のプログラム

時間	題目	講師
9:25 ~ 9:30	開会の挨拶	小野辺
9:30 ~ 9:50	維持管理の現状と将来、維持管理の基本と構造物診断士のかかわり、点検の基本、用語の定義	小野辺
9:50 ~ 10:50	コンクリート構造物の劣化と変状 コンクリート構造物の定期点検、詳細調査 非破壊試験と評価	前山
11:00 ~ 12:10	コンクリート構造物の構造性能の評価 コンクリート構造物の補修・補強 コンクリート橋、トンネル・地下構造物、港湾構造物 および下水道施設の診断と補修・補強	松岡
12:10 ~ 13:05	昼 食	
13:05 ~ 14:20	鋼構造物の損傷と原因推定 鋼構造物の点検・検査方法 鋼構造物の損傷評価と健全度評価	飯村
14:20 ~ 15:10	鋼構造物の補修・補強設計 鋼構造物の補修・補強の施工事例	飯村
15:20 ~ 16:20	構造物の耐震、火災（コンクリート構造）および複合構造物 構造物の耐震、火災（鋼構造）および付属設備	一宮 川合
16:20 ~ 16:30	資料編の概要について（構造物診断士制度の説明を含む）	小野辺
16:30 ~ 16:35	閉会の挨拶	小野辺



委員長挨拶



講習会の状況

## ■ 構造物診断士 第21回認定試験

第21回構造物診断士認定試験は、筆記試験を2022年6月5日（日）、面接試験を2022年7月10日（日）に実施しました。筆記試験は、東京、仙台、福島、大阪、福岡の5都市で実施し、一級合格者には面接試験を東京で実施しました。筆記試験、面接試験ともに、新型コロナウイルス対策を十分に実施しました。また、第21回筆記試験問題は、技術委員会や問題作成WGの協力を得て、2022年1月から3月にかけて作成し、構造物診断士審査委員会での審議を経て最終案としました。

筆記試験には、一級構造物診断士に48名、二級構造物診断士に78名と数多くの方が受験し、その結果、最終的な合格者は一級構造物診断士が30名、二級構造物診断士が44名となりました。

なお、構造物診断士一級・二級は、国土交通省の「公共工事に関する調査及び設計等の品質確保に資する技術者資格」に登録されています。

## ■ 「調査・診断／補修・補強 “ニューテクの今”」 開催報告

### －第23回土木構造物の維持管理技術研修会－

構造物診断士会は、土木構造物の維持管理技術研修会を毎年開催しています。この研修会では、参加者の維持管理に関する技術力の向上を目的として、応募会社の調査・診断／補修・補強に関わる最新技術の発表やデモンストレーション等を行っています。昨年までは、初夏(6月)と秋(11月)の年2回開催(一昨年はコロナ禍のため中止)してきましたが、今回からは参加者の経済的・時間的な負担の軽減に配慮して、年1回(5月)の開催としてその時間帯もこれまでの午後半日から全日へと見直しました。

第23回の研修会は、2022年5月18日(水)に川口駅前市民ホール「フレンドリア」で開催いたしました。昨年はソーシャルディスタンス確保の観点から各テーブル1名の着席として収容制限を行いました。今回は各テーブルに2名が着席する従前通りの形式として、119名の方に参加いただきました。

紹介技術は、①球状黒鉛鋳鉄の大气腐食特性及び土木構造物への適用(日之出水道機器株式会社)、②OSMOSモニタリングシステム(日揮株式会社)、③インフラ維持管理におけるAIと画像処理技術の今後の活用 ～コンクリート構造物点検支援アプリ「SwallowAI」～(株式会社ニコンシステム)、④プレキャストボックスカルバートによる橋梁リニューアル工法(昭和コンクリート工業株式会社)、⑤橋梁下部工モニタリング技術(長野計器株式会社)、⑥Dr.Bridge(AIを活用した橋梁劣化・健全度判定支援システム)(株式会社日本海コンサルタント)、⑦エコクリーンハイブリッド工法(ヤマダインフラテクノス株式会社)の7題でした。各技術の展示デモンストレーションについては、昨年同様、参加者の密集状態を回避するために見送ることとし、カタログや技術関連資料を事前に配布した上で展示物等を発表壇上あるいは最前列のテーブル上で補足説明いただく紹介方法としました。

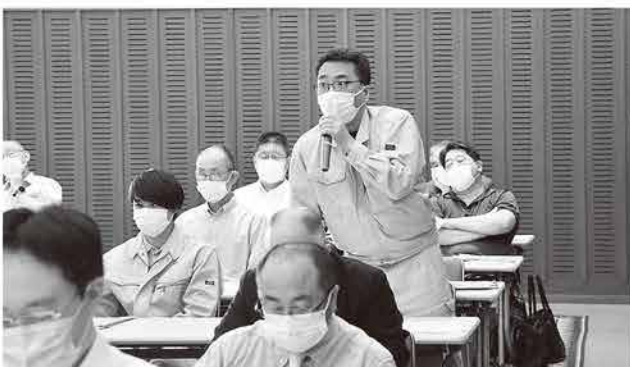
また、特別講演では、日経BP日経クロスステック編集部 日経コンストラクション編集長 眞鍋政彦様より「維持管理からイジカンリへ～これからのインフラの守り方～」と題して、メディア側の視点から社会インフラの維持管理の現状と課題についてご講演いただきました。維持管理事業の課題解決においては、産学官の連携に加え地域住民の関わり方がポイントであり、これからはオープンデータへの取組みによる住民参画・官民協働の推進が期待されることなど、住民による自助・共助活動の実例を交えて分かりやすくお話しいただきました。



眞鍋政彦編集長による特別講演



研修会実施状況



紹介技術に関する質疑応答①



紹介技術に関する質疑応答②

## ■ “ニューテクの今” 出展技術の紹介(構造物診断士会)

### (第7回) 鉄筋コンクリート(RC) 部材の耐震補強工法

#### 1. はじめに

本報告はいままで技術研修会“ニューテクの今”で発表された技術を整理し、最新の情報を交えながら紹介するもので、今回は「RC部材の耐震補強工法」という切り口から表1の技術について紹介します。

表-1 RC部材の耐震補強工法に関する発表技術

NO.	発表技術	開催回	発表会社
①	連続繊維シートを用いたRC構造物の補強技術	第1回	前田工織(株)
②	アラミド繊維シートによる補修・補強工法	第3回	ファイベックス(株)
③	ストランドシート工法について	第5回	日鉄ケミカル&マテリアル(株)
④	PCMを用いたRC構造物の補強技術	第18回	(一社)PCM工法協会
⑤	耐震補強「セラミックキャップバー (CCb) 工法」	第2回	カジマ・リノベイト(株)
⑥	「セラミックキャップバー工法」の改良・発展	第18回	カジマ・リノベイト(株)
⑦	あと施工アンカー内部の溝切り工法	第7回	田中ダイヤ工業(株)
⑧	接着系あと施工アンカーについて	第9回	前田工織(株)

#### 2. 技術の概要

RC構造物が甚大な被害を受けた1995年の阪神・淡路大震災以降、既設の柱や壁などのRC部材の耐震性(じん性と耐力)を向上させる技術が数多く開発、実用化されてきました。

断面形状が円形や正方形に近い既設RC柱部材では、部材周りにRCや鋼板、繊維シートなどを巻き立て、その拘束効果により、表面コンクリートのはく離・はく落や、軸方向鉄筋の座屈、帯鉄筋のはらみ出しを押しさえて、じん性を向上させる工法が標準になりました。発表技術①～④は、この耐震補強工法に分類されます。

しかし、壁式橋脚のような扁平断面部材では、巻き立て材だけでは拘束効果が期待できないので、中間貫通鋼材を挿入、セットし、両面から押さえ込むことにより拘束効果を発揮する工法が採用されています。

さらに、じん性だけでなく曲げ耐力を向上させたい場合は、フーチングに穴を開けて、その穴に巻き立て部の軸方向鉄筋下端を定着したり、ボルトを介して鋼板下端を定着したりする工法が一般的です。発表技術⑦、⑧は鉄筋やボルトをあと施工でアンカーする工法です。

一方、開水路やボックスカルバートの壁部のように片面からしか施工できない部材では、脆性的なせん断破壊が先行するのを防ぐために、せん断補強筋を挿入してせん断耐力を向上させる工法が使われています。発表技術⑤、⑥は、この耐震補強工法に該当します。

#### 3. 各工法の概要

発表技術①は、アラミド繊維だけでなく、応力-ひずみ関係の線形範囲が鉄筋降伏点の1.5～20倍の繊維シート(図-1)をメニューとして揃え、この中から補強する部位や目的(強度、剛性)に応じて、適切なものを選定、提供するシステムです。

発表技術②は、アラミド繊維を1方向または2方向に配列して織り上げたシートを、樹脂で含浸させながら構造物に貼付けて、アラミド繊維強化プラスチック層を形成し、構造物の耐力を向上させる技術です。橋脚への実施例を写真-1に示します。本技術は

平面的部材にも適用でき劣化も防止します。

発表技術③は、工場で連続繊維を樹脂に含浸・硬化させたFRPストランドを1方向に配列させたシート(写真-2)を、エポキシ樹脂などを用いてRC・鋼構造物に接着することにより、従来のシート工法よりも簡便に補修・補強を行うことができる技術です。

発表技術④は、PAE系ポリマーセメントモルタル(マグネライン)でRC構造物を増厚あるいは巻立てする工法で、補強部厚を薄くできるなどの特長があり、壁や床の補修・補強にも適用できます(設計施工マニュアル(写真-3))。

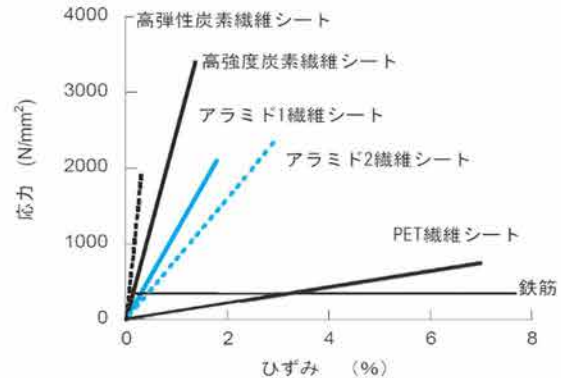


図-1 繊維シートの応力-ひずみ関係



写真-1 アラミド繊維シートによる橋脚の補強例

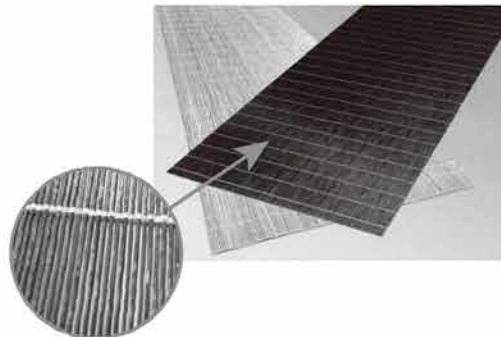


写真-2 FRPストランドを1方向に配列したシート

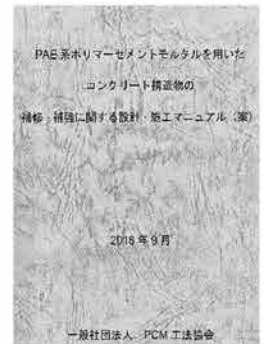


写真-3 PCMI工法の設計施工マニュアル

発表技術⑤、⑥は、既設構造物を削孔し、耐食性に優れたセラミック製の定着体をせん断補強鉄筋の両端に取り付けたセラミックキャップバー (CCb) (写真-4) を挿入、定着することにより、高い補強効率でせん断耐力を向上させる工法です。

発表技術⑦は、スプリングビットで削孔穴内側に円周状に複数の溝を彫って(写真-5)、あと施工アンカーの引抜強度を増強する技術で、実験では通常の溝が無い場合に比べて約3倍の引抜強度が得られています。

発表技術⑧は、種々のあと施工アンカー工法を提供するもので、接着用カプセルを削孔穴に先挿入した後にアンカー筋を挿入して打撃・攪拌する方式で水中施工も可能なものや、接着用カプセルを先挿入した後にアンカー筋をハンマーで叩き込むだけでよい打込み方式(図-2)、削孔した孔内にノズルから樹脂を注入してからアンカー筋を挿入する方式などがあります。

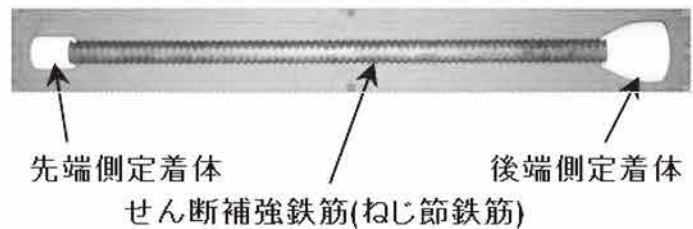


写真-4 セラミックキャップバー

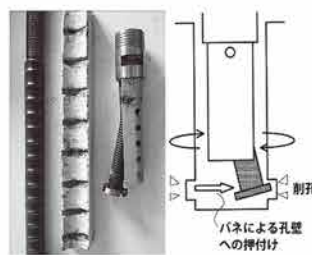


写真-5 溝切り削孔内部(左)と溝切り方法模式図(右)

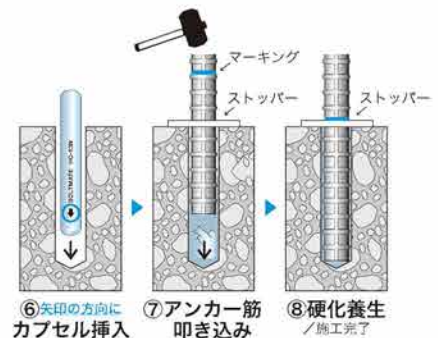


図-2 打込み方式(ボルトメイトHC)の最終段階の施工手順

#### 4. おわりに

紙面の都合上、各工法の概要しか紹介できませんでした。選定、採用に際しては、関連の基準や示方書等と照合しながら各社の最新の技術資料や技術担当者の意見を参考に判断して下さい。



# NSIは 身近な橋のお医者さん 『技術アドバイザー室』 を開設しました

橋種は  
問いません



(一社)日本構造物診断技術協会には、「技術アドバイザー室」を設けています。橋の維持管理業務を担っている管理者の方、設計者の方あるいは工事に従事する方、お困りごとがあれば橋の町医者である我々にお気軽にご相談ください。

- 特色① 鋼橋、コンクリート橋、下部工など橋種・構造を問わずお受けします。
- 特色② 「構造物診断士※」を持つ経験豊富な専門技術者がアドバイスします。
- 特色③ コンサルタントならびに施工会社経験者が実務経験を活かしてアドバイスします。

維持管理業務における計画、設計、工事など幅広くお応えします

当協会ホームページのトップページ [技術アドバイザー室へ相談](#) からご相談ください。

※「構造物診断士」は国土交通省の技術者登録資格です。

## 会員名簿

### <法人正会員>

#### 総合建設業グループ

鹿島建設株式会社  
飛鳥建設株式会社  
株式会社 ピーエス三菱  
株式会社 フジタ  
三井住友建設株式会社  
株式会社 横河ブリッジ

#### 専門工事業グループ

株式会社 IHIインフラ建設  
エスイーリペア株式会社  
株式会社 エステック

カジマ・リノベイト株式会社

北沢建設株式会社  
ショーボンド建設株式会社  
株式会社 ナカポーテック  
日本防蝕工業株式会社  
ライト工業株式会社

#### PC 建設業グループ

株式会社 安部日鋼工業  
川田建設株式会社  
日本サミコン株式会社  
株式会社 富士ピー・エス

#### 鋼構造物建設業グループ

株式会社 中央コーポレーション  
日本ファブテック株式会社

#### コンサルタントグループ

青葉コンサルタント株式会社  
株式会社 オリエンタルコンサルタンツ  
株式会社 キタック  
株式会社 土木技研  
株式会社 福建コンサルタント  
八千代エンジニアリング株式会社  
リテックエンジニアリング株式会社

#### 建設資機材業グループ

アルファ工業株式会社  
株式会社 エスイー  
西尾レントオール株式会社  
日本コンクリート工業株式会社

(各グループ五十音順)

一般社団法人 日本構造物診断技術協会

事務局 〒160-0023 東京都新宿区西新宿6-2-3 新宿アイランドアネックス307号室 TEL 03-3343-2651

URL <http://www.nsi-ta.jp>