

魅力ある維持管理学とは



埼玉大学レジリエント社会研究センター長・教授
睦好 宏史

「君はこの会社に入って何をやりたいのかね?」と尋ねると、「これからはインフラの老朽化が大きな問題となるので維持管理を行いたいです。」とすかさず答えが返ってくる。さらに、「その構造物がどうやって設計され、施工されたか分からないのに維持管理ができるのかね?」と問うと、「……」、そして、「花の建設、涙の保全という言葉があるが、君は本当に維持管理をしたいのかね?」とたたみかけると、全く答えが返ってこない。これは、就職面接の前に、毎年行う私と学生との模擬面接でいつも起こる会話である。

現在、大学の講義で維持管理等の講義を行っている大学はいくつかある。私の大学でも、建設工学科の3年次後期または4年次前期で行おうとしたことがあるが、現状では3年次前期のコンクリート工学Ⅱ(プレストレストコンクリート橋梁など)で2回講義を行っている程度である。アセットマネジメントの考え方や事例などの講義は可能であるが、現実的な問題である検査、診断、補修、補強などの具体的な項目は講義だけではかなり難しい。むしろ我々の方は設計する時に必要となる構造力学、鉄筋コンクリート工学、施工に必要な材料工学をきちんと学んでほしいという思いがある。これらが分からないのに維持管理ができるとは思わ

れないからである。しかし、現状ではそのような悠長なことは言っておられないようである。何某高速道路会社の方から聞いた話であるが、昔は新設現場に若手社員を必ず勤務させていたが、最近では新設現場がないということである。すなわち、橋がどのように造られたかを見ずして維持管理をすることになる。また、現在橋梁の長寿命化対策が全国の自治体で行われているが、ここにも同様の問題が発生している。大きな自治体には土木技術者が勤務し、橋梁担当になっている。しかし、小さな自治体には土木技術者がいないところもあり、場合によっては、福祉・厚生を担当していた人が橋梁担当になる場合も不思議ではないとのことである。

現在、この原稿をAustraliaのTownsvilleで書いている。私の教え子がJames Cook Universityの教員をしており、彼とオーストラリアコンクリート工学会が橋梁のシンポジウムを共催して、私がKeynote speakerに招かれたのである。講演後いくつかの質問を受けたが、その中に「オーストラリアの橋は変哲もない普通の橋を建設しているが、日本ではどうしてそのようなInnovativeな多くの橋を建設しているのか?」というものであった。少し考えて、以下のように答えた。「私の役割は教育と研究であるが、若い人たちには夢を与えないといけない。若い人たちが新設の橋を見てどのように思うかが大切である。橋が、魅力的で創造的であれば、将来このような分野に若い人たちは来るのではないか。」と。後で、我ながらうまく答えたものだと思った。実際には違っても……。

さて元に戻って、「涙の保全」から上で述べたような「魅力的な保全」にするにはどうすればよいだろうか。維持管理には新設時において必要な設計から施工、そして竣工後の検査、診断から補修、補強等の高度な知識と実践が求められる。維持管理は重要であり、やりがいのある仕事であることを若い人に認識してもらい、また創造性が必要とされる魅力的な学問に育っていくことが望まれる。今後は、「魅力ある維持管理学」が多くの大学で学部の垣根を越えて開講されることを切に願う次第である。

■ アンコール王朝期の石橋を巡る



NSI構造物診断士会幹事
元鹿島建設技術研究所主席研究員
竹田 哲夫

4年前からアンコール・ワット西参道修復プロジェクトのお手伝いでカンボジアを訪れる機会が数回あった。現役時代は主に橋梁に関わる業務に携わっていたこともあり、カンボジア訪問時には、休日を利用してアンコール王朝時代に建造された石橋を10橋余り見学させてもらった。世界的にも他に類を見ない独特の石積み構造の重厚感溢れる石橋に目を見張った。

1. 王道と代表的な石橋

アンコール王朝最盛期(12世紀末～13世紀)に都城であるアンコール・トムから四方に延びる王道が整備された(図-1)。この王道は雨季でも利用できるように、排水に考慮して路面を周辺よりも高くし、表層を粘土で締め固めた盛土版築土手道である。王道に架けられた橋は、当初は主に木橋だったが、1177年



図-1 王道と石橋の分布(文献ⁱⁱ⁾の図に加筆)

にチャンバ軍(ベトナム)の攻撃で焼き落とされ、その後は寿命が長く、メンテナンスが少ない石橋が採用されたⁱ⁾。

ブルーノ・ブルギエⁱⁱⁱ⁾ および日大^{iv)} が王道別に調査した石橋の事例数を表-1に示す。

石橋は、アンコール・トムから半径100km程の範囲に位置している。

現存する橋は約70橋で、大半は橋の長さが10mほどの小規模橋であるが、100mクラスの大規模橋もある。

表-1 王道別に調査した石橋の事例数

王道	方面	ブルギエ	日大
北西ルート	タイ・チャオプラヤー	9	18
北北西ルート	東北タイ・ピマーイ	13	4
東北ルート	ベンメリア、コーケー、ワートアーク	2	0
東ルート	ベンメリア、コンボン、スヴァイのプリア・カーン	18	10
南東ルート	コンボンクディ	23	10
アンコール都城	アンコール都城	5	1
合計		70	43

代表的な大規模橋としてプラプトゥス橋の雄大な姿を写真-1に示す。チクレン川に架かる長さ約85m、幅約15m、21径間の石橋である。最近まで国道6号線の橋として使われていた。橋脚幅は約1.5mで、川幅の半分を橋脚が占めており、橋脚間の流水幅は約2mである。橋体に使われている石は、アンコール・ワットと同じラテライトである。



写真-1 プラプトゥス橋(下流側)

大規模橋をもう一橋紹介する。プラプトゥス橋と同じチクレン川の上流に架けられたタ・オン橋である(写真-2)。長さ約65

m、幅約13mの14径間の石橋で、橋脚に沿って水切りのような石積みと下流5m以上にわたって石敷きがある。橋面の4隅には、中央の仏像をインド神話に起源をもつ蛇神の像、9頭のナーガ像で取り囲んだ形の親柱が建てられており、当時は仏教によって国を治めようとしたことが窺える(写真-3)。



写真-2 タ・オン橋(下流側)

写真-3 橋詰のナーガ像

小規模橋の例も紹介する。6号線に架かっていた橋(写真-4)で現在はバイパスが設けられアンコール地域遺跡整備機構によって保護されている。川を跨ぐ橋ではなく、平地のくぼ地などに架かる長さ10mほどの小規模橋である。橋脚間の幅は1mほどで、橋面は周辺地面よりも数m程高い。

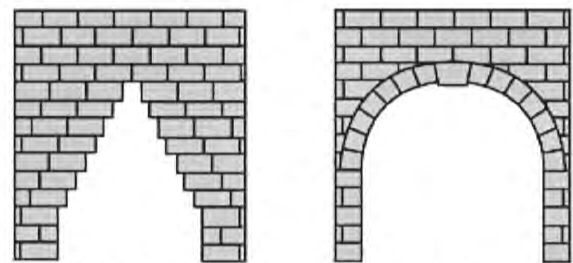


写真-4 6号線の小規模な橋

2. アンコール期の石橋の特徴と役割

アンコール期の石橋の大きな特徴は、独特の石積み構造にある。橋脚間が狭く、尖塔状の細長い形をした開口部は、両側から石材を長さの1/3ほど内側にずらして迫り出して重ねていき、最後に真中で合致させる「迫り出し構造」と呼ばれる構造である。これは、アンコール・ワットの回廊の天井をはじめアンコールの石

造建物などで見られる構造と同じで、疑似アーチ(図-2の左)と呼ばれている。形状的には円形アーチ(図-2の右)と似ているが、自重や上載重量をアーチ部分の軸圧縮力で負担する円形アーチとは力学的にはまったく異なっている。



疑似アーチ

円形アーチ

図-2 疑似アーチと円形アーチ(vii)

もう一つの特徴として、橋長と幅員の関係がある。小規模な橋の幅員は王道(盛土部分)とほぼ同じで6~8m程度であるが、川に架かる大規模な石橋では、橋長が長いほど橋幅(幅員)が広がっている傾向が見られる(図-3)。これは、雨水の急流に耐えるために、幅員を広げ、石の重量を増やして抵抗力を上げるという独特の工夫だと推測できる。

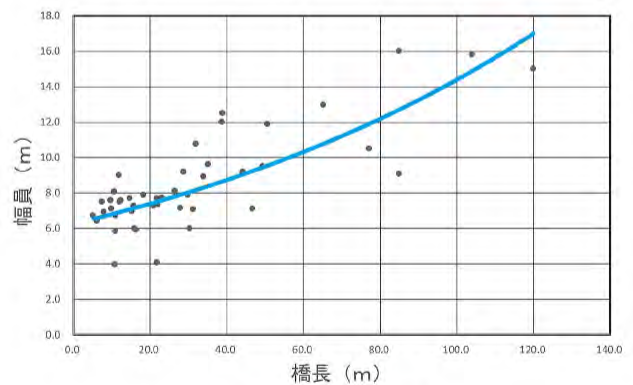


図-3 橋長と幅員の関係

また、小規模な石橋は、本来の橋としての役割よりも、王道で分離された左右の農地を結ぶ水路や洪水時の水圧や越流による王道の決壊を避けるための排水路の役割を橋脚間の空間に期待していたと考えられる(図-4)。これは、アンコール地域が北東のクーレン山方面から南西のトンレサップ湖に向かって約1/1000の緩やかな傾斜をした堆積平野であり、雨季には北東か

特別寄稿・歴史的土木構造物を訪ねて

ら流れ込んできた大量の雨水が王道で遮断され貯まることになるためである。

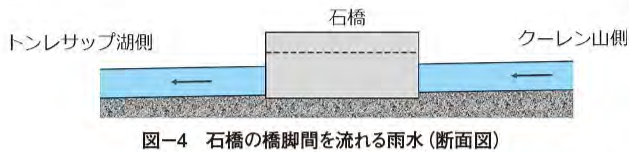


図-4 石橋の橋脚間を流れる雨水(断面図)

3. アンコール期の石橋の謎

紀元前30世紀にバビロニアで生まれたアーチ構造はエジプト、エルトリア(イタリア中部の古代国家)を伝わって古代ローマで紀元前1世紀頃に円形アーチ構造として完成し、ファブリチオ橋(写真-5)を始め多くの石造円形アーチ橋が作られた。その後ヨーロッパ、中東アジアへと世界に広がっていった。イランにはサザン朝ペルシャ時代(3~7世紀)に造られた13径間の石造円形アーチ橋シャーレスタン橋(写真-6)が現存している。



写真-5 現存する最古の石造円形アーチ橋



写真-6 イランの13径間石造円形アーチ橋

また、中国でも282年に最初の石造アーチ橋旅人橋が建設され、その後多くの石造円形アーチ橋が中国各地で建設された。595~605年に建設されたアーチ支間50mの安濟橋(写真-7)は、扁平なアーチ形状をしており、ヨーロッパで同様の扁平アーチ橋が誕生するまでに約950年の歳月を要した。中国の石造アーチ橋は、シルクロードを通して東西文化交流の影響を受けたという説もあるが、影響を受けずに独自に発達したという説もあり、橋面がらくだの背のような形状や石組み構造、内部の使用材料、地盤沈下対策などに中国独自の技術、工夫が認められる(v)、vii)。



写真-7 現存する最古の石造扁平円形アーチ橋

このように、アンコール期の石橋が建設された頃は、世界的に見ると、石橋といえばスパン(橋脚間の距離)を伸ばすのに有利な円形アーチ橋であった。スパンが伸びれば、流水幅も増え、洪水時に流されるリスクが低減する。しかし、アンコール期の石橋は、前述のようにすべて橋脚間距離が小さい疑似アーチ橋である。なぜ円形アーチ橋が建造されなかったのかという疑問が残る。考えられる理由としては、次のようなものが挙げられる。

- ① 中国やヨーロッパ、中東アジアなどの交流がなく、円形アーチを知らなかった
- ② 円形アーチ橋の技術を習得する機会がなかった
- ③ 円形アーチ橋に必要な強度の石がなかった
- ④ 雨季の豪雨で足場を組んで施工する時間が足りなかった
- ⑤ 円形アーチ橋にする必要がなかった

しかし、当時のアンコール遺跡からは中国の陶器や硬貨なども発見されており、①、②の理由は考えづらい。また、ラテライトや砂岩の強度も、ローマのアーチ橋などに使われている凝灰岩や

安山岩に比べて著しく低いというわけではなく、アーチの支保工も乾季に組めば、少なくとも小規模橋では十分に施工できるので、③、④の理由も考えづらい。

個人的には⑤の理由、「円形アーチ橋にする必要がなかった」が有力と考えている。前述のようにアンコール地域では北東から流れてきた水が王道によって遮られ溜まる。疑似アーチ橋では、橋脚間の距離が狭いので、その間を堰板で塞いだり、開いたりすることによって、溜まった水の出し入れを制御できる。すなわち、周辺よりも数m高い王道に貯水池堤防の役割を、橋梁に開閉ゲートの役割を期待したのでないだろうか。そして、石造寺院建築等の技術を活用できる疑似アーチ橋の方が、むしろ都合がよかったのではないだろうか。



写真-8 ダム機能を持つ石造アーチ橋・ハージュ橋

ちなみに、ダム機能を持つ石橋としては、260年にサザン朝ペルシアのシャプール一世がローマ人の捕虜に架けさせた皇帝の橋や1650年に完成したペルシアの美しい光の橋と呼ばれるハージュ橋(写真-8)などがある。

最後に、日本で最初の石造アーチ橋を紹介する。中国から渡来した如定によって1643年に長崎市の中島川に架けられた長崎眼鏡橋(写真-9)が最初である。その後、九州を中心に各地で建設されるようになった。日本では木材に恵まれ、木橋の方が簡便に安く架けられることや防衛上の理由から、江戸時代後期までは石造アーチ橋は根付かなかったようである。



写真-9 日本で最初の石造アーチ橋・長崎眼鏡橋

【主な参考文献】

- i) 石澤良昭、三輪悟、カンボジア密林の五大遺跡、連合出版、2014年9月5日
- ii) 松村博、世界の橋なみ第4回アンコール王朝を支えた石橋、鹿島月報、2012年7月
- iii) ブリュノ・ブリギエ、古代カンボジアの石橋、フランス極東学院報告書87編2巻、2000年
- iv) 日本大学理工学部建築学科建築史研究室編、「カンボジアのアンコール王国時代の王道と橋梁と宿駅に関する総合学術調査」平成17・18年度 調査報告書、平成19年5月
- v) 川田忠樹、歴史のなかの橋とロマン、技報堂、1985年5月20日
- vi) 塩野七生、ローマ人の物語x すべての道はローマに通ず、新潮社、2001年12月20日
- vii) 建部健一、アーチは東漸したか、土木学会9回日本史研究発表会論文集、1989年6月
- viii) 鹿島建設、建設博物誌・橋、鹿島建設HP
- ix) 山田耕治、アンコール王朝の「幻」の石橋 スピアン・ブラブトス、Consultant220号、平成15年7月
- x) 松村博、アンコール時代の石橋の形態的、構造的特徴、土木学会土木史研究論文集、VOL.29、2010年
- xi) 荒井裕則、石橋のルーツ「長崎眼鏡橋」、Consultant234号、平成19年1月

■ 私の経歴と思い出



学生時代、教授に「橋は設計、製作、架設の流れで作られるが、何が一番面白いかわっているか。架設が一番面白い仕事だ。この会社を受けなさい!」と鋼橋架設専門の工事会社を紹介され昭和58年に入社しました。本四の現場を希望し、長大橋梁部に配属となったものの赴任希望はかなわず、入社1年目の春、大阪府道路公社発注の鳥飼仁和寺大橋の架設JV事務所へ赴任しました。当時最大級のHiAmアンカーケーブルを使用した3径間連続の1本タワーの斜張橋の工事です。一人送り込まれたばかりの新入社員の私に、斜張橋の架設計画と現場施工を一から教育ててくれたのはJVメイトの部長さんと課長さんでした。今の自分の基礎を作ってくれた御恩は決して忘れません。

工事が終わり東京に転勤となり、それから約17年間にもおよび日本道路公団(当時)の橋梁架設と保全改築の現場施工にかかわる事となりました。

新設橋梁では、上信越自動車道の遠入川橋(群馬県)と栃木川橋(長野県)の現場が印象深く残っています。遠入川橋は3主構の上路アーチ橋で、ケーブルクレーン斜吊工法での架設でした。夕方になると現場事務所隣の飯場に顔を出し、薦さん達と酒を酌み交わしながら次の段取りを相談し、一緒に考えてケーブル仕事を覚えました。

同路線の栃木川橋は、省力化と安全性を向上させる工法として、地上で組立てた鉸桁にプレキャスト床版を設置した完成系で送り出す「全断面送り出し工法」が採用された現場でした。当時、工事を担う若手不足と熟練工減少の問題がクローズアップされており、橋梁業界でも省力化工法を模索していた時代でした。橋桁を安全に架設するために低い位置で送り出し、その後の降下高さを十数センチに抑える事とし、橋台のパラペット部を後施工としました。同時に橋台背面の送り出しヤードの地盤を4メートルほど下げておく必要がありましたが、25年後の今、熟練工が不足する今、もう一度採用したい工法だと考えています。

その後、東名高速道路3橋、名神高速道路3橋、中国自動車道1橋の保全改築の現場を担当しました。東名清見寺橋(静岡県)では3径間連続ゲルバー箱桁のヒンジ部を撤去し、新たな部材に取替えることで連続箱桁へ構造変更を行いました。吊り桁直下には東海道新幹線が交差しており、吊り桁部が落橋した時

の被害は、陸上交通の要である両者に甚大な被害を与えることが懸念され、早急に抜本的な耐震対策が必要とされていました。上には高速道路、下には新幹線と言う過酷な施工条件下で、沢山の人達と協議をし、不眠不休で工事を完成させた時の達成感、何ものにも代え難いものだと実感しました。

名神京都南IC～茨木IC間に位置する松尾川橋と安威川橋では、損傷したRC床版の全面取替と、車両の大型化に対応するための主桁補強を同時に実施しました。日交通量が10万台に近い重交通路線であり、車線を切り回しながら常に上下4車線を確保し、しかも短い工期で完成させる必要がありました。狭い規制帯内で新旧部材の搬入と搬出を安全に行う為に、まず最初に高速道路を跨ぐ門型クレーンを設置しましたが、このクレーンを設置し終わった時には、これからが工事の本番であることを忘れ、ホッとした事を思い出します。

最後の赴任現場となったのは、名神下植野高架橋(京都府)です。桁下には京都～大阪を結ぶ国道171号が交差しており、建設当初は国道を跨ぐ3本の鋼製横梁に支えられた鋼単純合成鉸桁4連からなる高架橋でした。鋼製横梁の上フランジは直接輪荷重を受ける鋼床版形式となっており、疲労損傷が激しく、この工事では損傷の激しい鋼製横梁を撤去し、併せて耐震補強を主目的に既設RC橋脚も撤去し、新たな鋼製ラーメン橋脚を構築し、既設鉸桁と剛結した「4径間連続立体ラーメン橋」に構造変更を図りました。

思いつづままに担当した現場を並べてしまいましたが、工事をやり遂げる為に何より重要だったのは、関係者全員の「工事を完成させるぞ」という熱意であり、発注者と請負者の一体となった取り組みだったと実感しています。

工事を完成させ、両者が同じ達成感を得ることが出来たからこそ、「また頑張ろう」という力と、「もう一度一緒にやろう」という友情が湧いてきます。

若い技術者にもこんな達成感を体験させてやりたいと常々考えています。



下植野高架橋 横梁取替え工事中

NSI副代表理事 中原 淳一郎〔(株)横河ブリッジ〕

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。

2018年度の講習会は、2018年4月12日(木)に川口駅前市民ホール「フレンディア」で開催し、80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、今回は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 コンクリート構造物の非破壊試験および試験結果の評価	中井
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	安藤
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	金尾
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	新銀
15:20~16:20	構造物の耐震、火災(コンクリート構造) 複合構造物の維持管理 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)	小野辺
16:30~16:35	閉会の挨拶	小野辺



委員長挨拶



講習会の様子

■ 構造物診断士 第17回認定試験

第17回構造物診断士認定試験は、筆記試験を2018年6月3日(日)、面接試験を2018年7月8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、一級構造物診断士合格者には面接試験を東京で実施しました。第17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、2018年1月から2018年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92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29名、二級構造物診断士が58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。

NSI構造物診断士委員会 委員長 小野辺 良一

法人正会員紹介

株式会社 中央コーポレーション

弊社は創業以来、橋梁、水門、陸閘、JR構造物等の、設計・製作・架設据付・メンテナンス事業を行っています。現在事後評価審査中のNETIS登録済み防食技術を紹介いたします。

■金属溶射の塗装工程省力化工法(SIC工法) NETIS TH-140010-A

金属溶射は、熔融亜鉛めっきと同様に犠牲防食作用で鉄を錆から守り、現場施工が可能という特徴があります。

金属溶射の被膜内は多孔質であり、封孔処理(気孔の閉塞)の後、塗装仕上げを行う必要があり、塗装の省力化が課題でした。

従来は有機溶剤系の塗装を行っていましたが、当工法はSICシーラー(無溶剤1液型無機系封孔剤)を使い、施工をより簡略化した工法です。

「表-1 比較表」参照

- ◆SIC工法は塗装省力化工法であり、耐久性は従来技術同等以上。
- ◆「封孔剤の固形成分」とは、樹脂が硬化した固形成分であり、SICシーラーは従来に比して4倍の封孔性能を有し、気孔の閉塞に優れています。
- ◆封孔処理におけるSICシーラーの浸透性は、500 μ mまで可能。
- ◆SICシーラーは硬化後、完全無機系の塗膜を形成し劣化し難い。
- ◆SICシーラーはVOCを含有せず、臭気も殆どありません。

- 本社：〒025-0003 岩手県花巻市東宮野目11-5
- お問い合わせ
部署：本社営業部 猪狩
TEL：0198-26-3033
e-mail：netis@m.e-chuoh.com
- ホームページアドレス：http://www.e-chuoh.com

表-1 比較表

工程・性能・環境ノ工法	SIC工法	従来技術	
防食下地	金属溶射	金属溶射	
封孔処理 (1次封孔処理)	SICシーラー	希釈したエポキシ樹脂	
塗 装 部	下塗	不要	エポキシ樹脂 120 μ m
	中塗	不要	ふっ素樹脂 30 μ m
	上塗 (2次封孔処理)	SICシーラー 40 μ m	ふっ素樹脂 25 μ m
金属溶射後の工程数	2工程	4工程	
性 能	封孔剤の固形成分 (気孔の閉塞率)	約80%	約20% (ミストコート仕様で40~50%)
	塗装部の耐久年数	約30年	約25年
環 境	VOCの含有 (揮発性有機化合物)	無し	有り

施工例



1次封孔処理

2次封孔処理

完成

株式会社 IHIインフラ建設

株式会社 IHIインフラ建設は、水門、鋼製橋梁の保全、補修に加えプレレスト・コンクリート製橋梁の建設、保全、補修および其の他の製品、技術サービスを提供するとともに鋼とコンクリートの技術を融合させた高度メンテナンスで社会資本の維持・拡充に貢献しています。以下にその技術の一部を紹介します。

①ボルトアイキャップ

ボルトアイキャップは、30年の実績をもつ塩化ビニール製の防錆キャップで、オリジナル材料による高耐久性により通常の塗装による防錆処理では困難なボルト部も確実に防錆でき、設備維持におけるライフサイクルコスト低減に寄与します。

特殊ボルトへの対応を得意としM6~M195の実績があり、広範囲なボルトに対応できます。

②水切りアイドリップ

水切りアイドリップは、当社が開発した橋梁床版用の後付け型の水切り工法で橋梁外面より床版下面に回り込む雨水をカットすることで床版および橋桁の劣化を防ぐものです。対候性のあるオリジナルな塩化ビニールを使用しており20年以上の実績があり、北海道から沖縄までの全国で採用されています。現在も沖縄県宮古島の暴露試験場で観察を継続しています。

③スーパーHSLスラブ(高強度軽量プレキャストPC床版)

スーパーHSLスラブは、道路橋の劣化したRC床版の更新や活荷重対応、拡幅などの機能向上に際して増加する既設鋼桁・下部工の応力負担の軽減や耐震性の向上ができる高強度軽量コンクリートを用いた床版取替用プレキャストPC床版です。従来のHSLスラブを更に軽量化したもので一般のRC床版に比べ約34%重量を軽減することができます。

④ISパネル

既設のRC床版を鋼主桁から支持した軽量の鋼製パネルで直接支持する補強工法で、交通規制なしで施工が可能であり、損傷が進んだ床版でも補強ができ、打替えとなった場合には型枠支保工にもなります。数ある床版補強の中でも最も確実な工法です。

- 本社：〒135-0016 東京都江東区東陽7-1-1 イーストネットビル

- お問い合わせ：営業本部

担当者：上田雅博

TEL：03-3699-2743

e-mail：info_iik@iik.ihl.co.jp

- ホームページアドレス：http://www.ihl.co.jp/iik/

株式会社 キタック

当社は新潟を拠点とし、北陸、東北及び関東の東日本エリアで建設コンサルタント業、地質調査業を行っている企業です。業務内容は、主に橋梁・ダム・道路及び河川砂防に関わる計画立案から地質調査・地盤解析・土木設計・維持管理計画まで多岐に渡ります。

近年は橋梁・トンネル等の点検および補修補強設計に力を注いでおり、橋梁では、橋梁点検車を使用した近接目視点検、レーダ探査（鉄筋探査）及び鋼材腐食調査やコンクリートコアの物性試験等を行って診断し、補修補強工法の提案や設計を行っています。トンネルでは、覆工背面の空洞探査を行い背面空洞の充てん範囲を推定したり、トンネル周辺の地質調査や変位観測のデータをもとに、変状原因を解析します。とくに新潟ならではの積雪寒冷地域、塩害地域に特有の損傷には、調査方法や対策検討について多くの実績があります。

当社は、総合建設コンサルタントとして、お客さまのご要望に対応できる体制、技術者を擁し、あらゆる分野にお応え致します。

- 本社：〒950-0965 新潟市中央区新光町10番地2
- お問い合わせ：技術第二部
担当者：大塚
TEL：025-281-1115
e-mail：ohtsuka_hd@kitac.co.jp
- ホームページアドレス：http://kitac.co.jp/



橋梁点検車による点検状況



レーダ探査による覆工背面空洞探査状況

川田建設株式会社

当社は、昭和46年の創業以来、プレストレスト・コンクリート橋梁の新設工事、鋼製橋梁の架設工事、橋梁維持修繕工事、プレキャスト製品の製作、一般土木工事などの各事業分野において顧客各位のさまざまな要求にお応えすべく、技術と誠実をもって、より安全で高品質な製品提供に努めています。

■大規模更新事業への対応—KK合理化継手—

高速道路会社をはじめとする大規模更新事業において、老朽化した鋼橋RC床版の床版取替工事のニーズが高まっています。

RC床版を現行の基準で設計すると床版厚が厚くなり、重量の増加で鋼桁や下部構造の補強が必要になる可能性があります。

そのため、床版取替工事ではRC床版に比べ床版厚を薄くできるプレキャストPC床版が採用されています。当社では従来のループ継手構造より薄い床版厚に適用できる『KK合理化継手』を開発しました。

耐久性に優れ、現場工期を短縮できるため『KK合理化継手』を適用したプレキャストPC床版が、大規模更新工事において採用されています。

- 本社：〒114-8505 東京都北区滝野川6丁目3番1号
- お問い合わせ
部署：事業企画部
担当者：辻 敏宏
e-mail：e-kanri02@kawadaken.co.jp
- ホームページアドレス：http://www.kawadaken.co.jp



プレキャストPC床版



KK合理化継手

■ 第30回 構造物の診断と補修に関する技術・研究発表会

2018年10月10日、川口駅前市民ホール「フレンジア」にて、「第30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・補強について、新技術・新工法の紹介や実構造物への適用事例の報告、そして有識者による特別講演で構成されます。今回は参加者が130名を超えて過去最多となり、盛会となりました。

開会にあたって古市技術委員長より挨拶があり、その後一般論文として会員会社による発表が8編行われました。内容は、コンクリート分野では高性能材料の適用に関するもの、補強部材のプレキャスト化に関するもの、健全度モニタリング用センサデバイスに関するもの、構造改良による延命化に関するものなどが報告され、またメタル分野では災害復旧工事における調査、計画および施工の事例が詳細に報告され、それぞれの発表に対する質疑応答も活発に行われました。そして、協会活動に功績を残された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、(株)ピーエス三菱のラーミタ サリ ラフディナル様(写真-1)と、リテックエンジニアリング株式会社の早坂洋太様(写真-2)が受賞されました。ラーミタ サリ様は論文、発表ともに英語で、チタン合金ワイヤセンサを用いた鉄筋腐食探査システムについて、基礎実験から塩害環境での暴露試験まで丁寧に説明され、今後の本格的な実用化に期待させた点が評価さ

れました。早坂様は光ファイバを組み込んだPC鋼材の張力計測システムについて、技術の紹介と適用事例について、わかりやすくしかも臨場感豊かに発表された点が評価されました。

特別講演は、東日本旅客鉄道(株)構造技術センター所長の野澤伸一郎様より「鉄道橋長寿命化に対する最近の取組み」と題し(写真-3)、また、東日本高速道路(株)建設・技術本部 技術・環境部 構造物専門役の本間淳史様より「NEXCOにおける維持管理の最近の話題」と題して(写真-4)ご講演いただきました。野澤様には、ご所属の構造技術センターの活動、検査の体制、アルカリシリカ反応への対策、モニタリング、細部の補修などについて、現在取り組まれていることをご紹介いただきました。本間様には、高速道路構造物の損傷・劣化とその原因、高速道路のリニューアルプロジェクト、そしてスマートメンテナンスハイウェイと呼ばれる、ICT、センシング、ロボットなどを活用した次世代の維持管理技術についてご紹介いただきました。鉄道と高速道路はモバイル系インフラの2本柱であり、それらの最新情報をご提供いただいたことで、聴講されたみなさんにも大変勉強になったと思います。

当協会では毎年、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開催しています。来年度も第31回の開催を予定していますので、多くの方のご発表・ご聴講に期待します。



写真-1 野尻賞授与
(ラーミタ サリ ラフディナル様)



写真-2 野尻賞授与(早坂洋太様)



写真-3 特別講演の野澤様



写真-4 特別講演の本間様

	講演タイトルまたは論文名	発表者(敬称略)	所属
特別講演	鉄道橋長寿命化に対する最近の取組み	野澤 伸一郎	東日本旅客鉄道株式会社
	NEXCOにおける維持管理の最近の話題	本間 淳史	東日本高速道路株式会社
一般論文	超高強度繊維補強コンクリートの吹付け工法への適用性に関する検討	高木 智子	鹿島建設株式会社
	スマートブラケット工法の開発	木村 俊紀	株式会社 IHIインフラ建設
	熊本地震応急復旧工事(秋津川橋)	小峰 翔一	日本ファブテック株式会社
	Economical Rebar Corrosion Detection Technology	ラーミタ サリ ラフディナル	株式会社 ピーエス三菱
	供用中PC箱桁橋のゲルバー改良 — 首都高速道路(改)上部工補強工事1-106 —	岩瀬 祐二	川田建設株式会社
	塩害を受けたPCT桁橋の補修工事とモニタリングについて	田村 誠一	株式会社 富士ピー・エス
	光ファイバによるPC張力計測技術の紹介と適用実績	早坂 洋太	リテックエンジニアリング株式会社
PC径間連続有ヒンジラーメン箱桁橋の連結化設計について	反田 渚美	八千代エンジニアリング株式会社	

NSI技術委員会 副委員長 渡部 寛文〔川田建設(株)〕

技術委員会報告

■ 若手技術者育成研修会

2018年7月13日、14日に毎年恒例の若手技術者育成研修会が開催されました。研修会の目的は、鋼・コンクリートの土木構造物として橋梁（鋼橋・コンクリート橋）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）について基本的なことを学ぶことにあります。ゼネコン、鋼・コンクリート橋専門会社、建設コンサルタント、土木メンテナンス会社、橋梁付帯設備専門会社等、幅広い分野に携わる14名の若手社員の方が参加されました。実務において得られる知識はそれぞれの専門分野に特化しがちですが、本研修に参加することにより、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、若手ばかりでなく、ある程度自分の専門分野において経験を積んだ技術者の方の参加もいただいております。

研修は1日目と2日目の午前は講義受講、2日目午後は現場研修で構成されています。一部講義においては試験機器を用いた非破壊検査のデモも行われ、聞いて得るばかりでなく感覚的にも理解を深められるよう考慮し、全プログラムを通じてベテラン講師陣による懇切丁寧な講義がなされました。

研修はこの2日間で終わりではなく、各講師より宿題が出され、レポートを提出することで完結します。受講生にとってはこれが結構大変なようですが、復習することで一層理解が深まったことと思います。

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、よろしくお願いいたします。

◆ 研修プログラム

1. 構造力学
2. 鋼橋の基本
3. コンクリート橋の基本
4. 鋼橋の損傷
5. コンクリート橋の損傷
6. 点検の基本
7. 現場実習

◆ 現場実習状況

【コンクリート橋の補修・補強】



【鋼橋の補修・補強】



【橋面工】



◆ 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



■「調査・診断／補修・補強“ニューテクの今”」開催報告

—第15回及び第16回土木構造物の維持管理研修会—

構造物診断士会では土木構造物の維持管理技術研修会を毎年2回開催しています。この研修会では、調査・診断／補修・補強に係る応募会社の最新技術の発表とデモンストレーションを通して、参加者の維持管理に関する技術力を向上させることを目的としております。

第15回は2017年11月22日(水)に、第16回は2018年6月29日(金)に川口駅前市民ホール「フレンジア」で開催しました。参加者はそれぞれ68名と114名でした。

第15回 土木構造物の維持管理研修会「“ニューテクの今” 2017秋」

紹介技術は、①ポータブル型X線残留応力測定装置μ・X360のインフラ維持管理での活用〔バルステック工業(株)〕、②三次元レーザースキャナー等の活用事例紹介〔(株)補修技術設計〕、③コンクリート構造物の変状調査報告書作成支援システム「ピトレ」〔福美建設(株)〕、④けい酸塩系表面含浸材の効果と最新技術〔(株)アストン〕、⑤PC配水池屋根架け替え工事〔(株)安部日鋼工業〕の5件の技術プレゼンテーションでした。



福手教授による特別講演



デモンストレーションの状況

それぞれ20分間の技術発表の後に、発表各社によるデモンストレーションが会場内のブースに分かれて行われました。展示パネル、カタログ、模型、実演などを用いて補足説明され、開発担当者と受講者は疑問点や課題について活発に意見交換をする場となっていました。

特別講演では東洋大学理工学部都市環境デザイン学科福手勤教授から、「『子孫に美田を残す』ために我われが今なすべきことは?」と題し、インフラの長寿命化技術の現状と課題、PPPやインフラのコンパクト化などにも触れて講演していただきました。

第16回土木構造物の維持管理研修会「“ニューテクの今” 2018初夏」

紹介技術は、①移動式高所作業車「スカイムバー-YX60M・YS100M」〔(株)ワイケー〕、②動たわみ計測システム「TW Mシステム」〔(株)TTES〕、③アルカリシリカ反応(ASR)の診断技術〔(株)太平洋コンサルタント〕、④コンクリート構造物内部を接合補強する樹脂注入工法「IPH工法」〔(一社)IPH工法協会〕、⑤道路施設統合管理システム「長寿郎」〔JIPテクノサイエンス(株)〕の5件の技術プレゼンテーションでした。今回も20分間の技術発表の後に、発表各社のデモンストレーションが行われ、技術交流の場になっていました。



緒方橋梁研究担当部長による特別講演



技術発表の状況

特別講演では、(株)高速道路総合技術研究所 道路研究部 橋梁研究担当部長 緒方辰男様から「橋梁保全の現状と課題」と題し、人口減少のなかでの橋梁保全の現状と将来の分析、対応すべき課題、そして具体的に取り組まれている技術開発例の紹介等興味深いご講演をしていただきました。

日本の橋梁の長寿命化に挑む 造る技術、そして、守る技術



▲既設橋調査業務



▲断面修復工事

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
- 既設建造物の点検・診断
- 補修・補強の工法提案
- 補修・補強工事

SEC 株式会社 エスイー

〒160-0023 東京都新宿区西新宿8-11-1 (日東星野ビル)
TEL:03-5338-3244 FAX:03-5338-3250 URL <http://www.se-corp.com>

R&R エスイーリペア株式会社

〒811-1313 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>

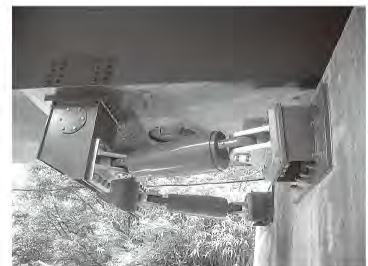
■ 優れた耐震性能を有する粘性型ダンパー

国土交通省 NETIS No.TH120010-VE

パワーダンパー

パワーダンパーは、支承部周辺に設置する耐震性能に優れた粘性型ダンパーです。

地震時には内部の粘性オイルにより振動エネルギーを吸収し、上部構造の揺れを抑制します。性能確認試験による耐震性の検証を行っており、高い信頼性を有しています。



注) パワーダンパーは、オックスジャッキ株式会社殿との共同開発製品です。



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 / FAX: 047-435-6154
- 大阪 〒541-0048 大阪市中央区瓦町 4-3-7 (OSJ 御堂筋瓦町ビル)
TEL: 06-6203-8040 / FAX: 06-6203-8030

■“ニューテクの今”出展技術の紹介(構造物診断士会)

(第3回)表面処理工法としての表面含浸工法

1.はじめに

構造物診断士会が主催する維持管理技術研修会“ニューテクの今”は2010年以来17回開催されこれまで多くの技術が発表されています。本報告はそれらの技術を整理し、最新の情報を交えながら順次紹介することになり、前回の「電磁波レーダー法によるコンクリート中の鉄筋探査技術」に引き続き今回は第2弾として「表面処理工法としての表面含浸工法」をご紹介します。

表面含浸工法はコンクリートの耐久性や第三者影響度を回復、向上させる対策工法の一つであり、コンクリート表面に含浸材を塗布することによって、劣化因子のコンクリート中への侵入防止または鉄筋腐食作用を抑制する工法です。

本研修会では、これまでにBASFジャパン(株)、カジマ・リノベイト(株)、(株)日興、(株)アストンの4社からそれぞれの含浸材に関する最新の技術が紹介されました。各社の発表が行われた開催回と発表技術を表-1に示します。

表-1 表面含浸工法に関する発表展示履歴

開催回	開催年月	発表技術	発表会社
第5回	2012年11月	含浸系表面保護材鉄筋防食タイプ「プロテクトシルCIT」	BASFジャパン(株)
第7回	2013年11月	浸透性吸水防止材「マジカルリペラーHV」	カジマ・リノベイト(株)
第10回	2015年 6月	T&C防食-塩害用-	(株)日興
第15回	2017年11月	コンクリート改質剤「CS-21」	(株)アストン

2.技術概要

近年、コンクリート構造物の維持管理、長寿命化の必要性の高まりを受けて、ライフサイクルコストを最小化するための耐久性設計や劣化の進行を抑制するための対策工が脚光を集め、新設構造物は勿論のこと経年変化をした構造物も対象に幅広く使用されています。

対策工の種類や材料は様々ですが、その一つに表面処理工法(図-1)があげられます。

ここで取り上げた表面含浸工法は、表面含浸材の種類によって、シラン系、けい酸塩系、その他に大別されます。表-1の発表技術はシラン系とけい酸塩系の含浸材であり、以下にそれぞれの概要を示します。

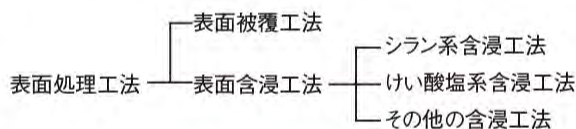


図-1 表面処理工法の分類¹⁾

(1) シラン系表面含浸工法(プロテクトシルCIT、マジカルリペラーHV)

シラン系には疎水性のアルキル基が含まれています。表面に塗布し、含浸させるとコンクリートの表面や空隙壁面にアルキル基が固着し、この疎水力で撥水効果(写真-1)が生じます。アルキル基の間隔は、水滴の直径より小さく、水蒸気の直径より大きいとされており、外部からの水は通さないが内部からの水蒸気は通す特徴があるため、劣化因子の侵入防止効果(図-2)とともに、コンクリート内部での水分に起因する劣化抑制効果も期待されます。

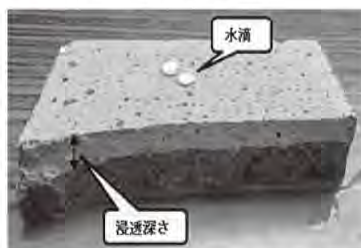


写真-1 シラン系の撥水状況と浸透深さの例(カジマ・リノベイト提供)

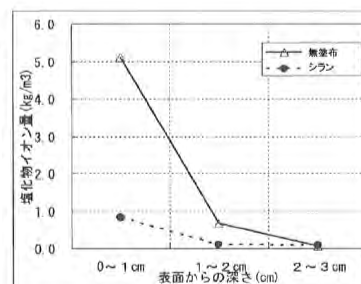


図-2 シラン系と無塗布の塩化物イオンの浸透深さ²⁾

(2) けい酸塩系表面含浸工法(CS-21)

けい酸塩系の主成分はけい酸塩アルカリ金属塩です。コンクリート表面に塗布し、含浸させると空隙内で無機C-S-H(カルシウムシリケート水和物)ゲルが生成され、空隙や微細ひび割れに充填されて表面を緻密化する(写真-2)もので、改質機構によって反応型と固形型に分類³⁾されます。ただし、いずれも充填する固化物は親水性ですので、シラン系のような撥水機能は発現しません。

(3) その他の表面含浸工法(T&C防食)

最近では、シラン系とけい酸塩系材料を2層で塗布し、両方の効果を併せ持つ新しいタイプの含浸工法も開発されています。

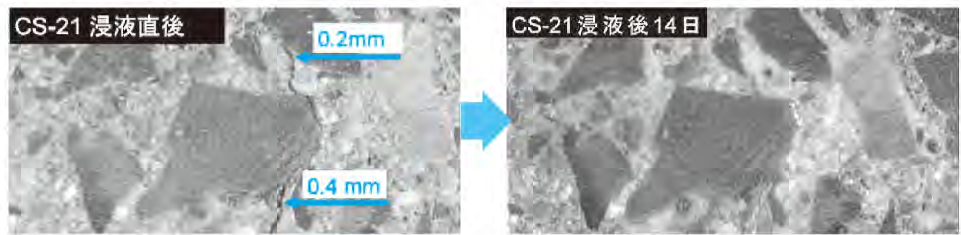


写真-2 けい酸塩系のひび割れ充填効果の例(アストン技術資料より抜粋)

3. 各工法の特徴

研修会で紹介された各社の製品及び技術の特徴を表-2に示します。なお、含浸材の選択は目的に応じて適切に行う必要がありますので、詳細は各社の技術資料あるいは技術担当者の意見を参考にすることをお勧めします。

表-2 表面含浸工法一覧表

会社名	BASFジャパン(株)	カジマ・リノバイト(株)	(株)日興	(株)アストン
商品名	プロテクトシルCIT	マジカルリペラーHV	T&C防食一塩害用ー	コンクリート改質剤CS-21
タイプ	鉄筋腐食抑制型 シラン系表面含浸材	シラン・シロキサン系 表面含浸材	シラン系・けい酸塩系併用型 表面含浸工法	反応型 けい酸塩系表面含浸材
容器形状と容量	17L入り缶 	7kg入り半缶 	A液: 20kg入りペール缶 (けい酸塩系) B液: 13kg入り一斗缶 (シラン系) 	5kgポリ缶 
材料性状	淡黄色透明液体 	半透明ジェル 	A液:無色透明(水系) B液:無色透明(アルコール系)	無色透明水溶液 
養生方法	塗布後、4時間は水に濡れないように養生すること	塗布後、コンクリートが元の状態に戻るまでは、降雨や雪等の水が掛からないよう養生が必要	施工後3時間以内での降雨、降雪が予想される場合、施工は行わない	雨水や朝露等で水分供給のある屋外環境などでは、曝露状態のまま、特に追加処理の必要はない
塗布回数 塗布量	2~4回塗布 600ml(530g)/㎡	1回塗布 100g/㎡	3~5回塗布 A液 150g/㎡ B液 100g/㎡	1回塗布(200g/㎡) 2回塗布(150g/㎡×2回)
塗布時のコンクリート 表面水分率	8%以下を確認のこと	6%以下を目安	9%以下	目視および指触により乾燥状態を確認(ケット水分計HI520:6~7%程度)
塗布道具と仕上がり	塗布道具はローラー、スプレー等を使用し、いずれも無色透明に仕上がる			

4. まとめ

シラン系は外部からの水や塩分の侵入抑制、けい酸塩系はひび割れの充填や組織の硬質化を図る目的で使用することが適切と言えます。

コンクリート構造物はこれまでメンテナンスフリーを売り物にしてきましたが、建設後50年の歳月を経て表面劣化が顕著になってきました。社会の長寿化への要請によりこれらの構造物の延命化と新設構造物の耐久性設計を考えた場合、含浸材の適用は避けて通れない有効な手段の一つです。

ここで取り上げた材料・工法はどれも優れた特性を有しております。正しく選定することによりコンクリート構造物の長寿化に貢献出来るものと期待されます。

【参考文献】

- 1) コンクリート標準示方書 維持管理編 2013年制定 土木学会
- 2) 表面保護工法 設計施工指針(案) コンクリートライブラリー第119号 土木学会
- 3) けい酸塩系表面保護工法の設計施工指針(案) コンクリートライブラリー第137号 土木学会

お知らせ

■ 書籍「橋の診断と補修」を会員限定ページに掲載します

このたび、日本構造物診断技術協会のホームページに『橋の診断と補修』（日本語訳版）を掲載することになりました（2019年度より開始）。『橋の診断と補修』原著は1997年7月7日、フランスにてラクロワ教授とカルガロ教授の共著で発刊されました。日本語訳版は、森元代表理事が旧知の間柄であるお二人の教授からご了承を得て、当協会で翻訳し2002年6月6日に山海堂より出版されました。

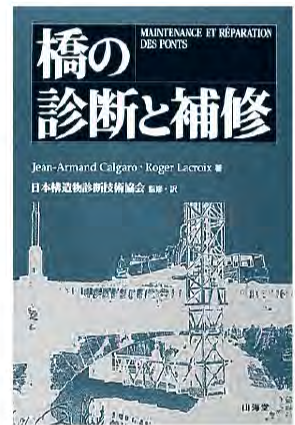
今般、『橋の診断と補修』を当協会ホームページに掲載することにした理由としては大きく二つあります。

第一に、本書が出版社（山海堂）の倒産のため、絶版となっていたことがあります。20年近く前に協会の先輩方が翻訳した本書ですが、当協会発行物としてホームページで紹介しているにも関わらず、ご覧いただけないことを、我々広報委員は残念に思っていました。そこで当協会会員限定ページに、全15章の本書を基本的に1章ずつ、順次掲載して会員の皆様にご覧いただけるようにします。

第二に、20年以上前にフランスではどのようなことが考えられていたのか、当時の我が国の状況と比べていただきたいと思ったためです。当協会が設立されたのが30年前、本書がフランスで発刊されたのが20年前ですが、いずれにしても我が国では国中が「新設」に目を向けていた時代です。そのような時代にお二人の教授がどのようなアプローチで「メンテナンス」という分野を考えていたのか、ぜひ皆様感じていただきたいと考えます。

【原著者からの推薦の言葉】

“本書は、このような補修分野の多くの知識を網羅するとともに、（中略）解決できない問題を抱えた人々の期待に応えられるものとして必ずや参考となると確信している（巻頭言より）”



広報委員会

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
第一建設工業株式会社
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
矢作建設工業株式会社
株式会社 横河ブリッジ

専門工事業グループ

株式会社 IH1 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 富士ビー・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

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 東横エルメス
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 IH1 建材工業
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
ヒートロック工業株式会社
(各グループ五十音順)