

CREATE KINKI **きんき**

〔テーマ〕維持管理



JCCA Japan Civil Engineering Consultants Association
 社団法人 建設コンサルタンツ協会 近畿支部

クリエイト きんき 〔第15号〕

〒540-0021
 大阪市中央区大手通1-4-10(大手前フタバビル5F)
 TEL. 06(6945)5891 FAX. 06(6945)5892
<http://www.kk.jcca.or.jp>
 発行日：2008年9月1日

ご意見、お問い合わせは、mail@kk.jcca.or.jp まで



CONTENTS

クワイエット きんき

第15号

テーマ 維持管理

特集

- 総説
- 2 **だれの橋か?**
造るだけの世紀から、使いこなす世紀へ
 - 6 維持管理 健康診断
ドクターK 病気の原因を探る!!
 - 8 維持管理 手当て
適切な手当てで寿命を延ばす!!
 - 10 維持管理の実際
はたらくるま 橋梁点検車
 - 12 維持管理あれこれ
 - 14 これも維持管理!?

文学や映画にみる土木

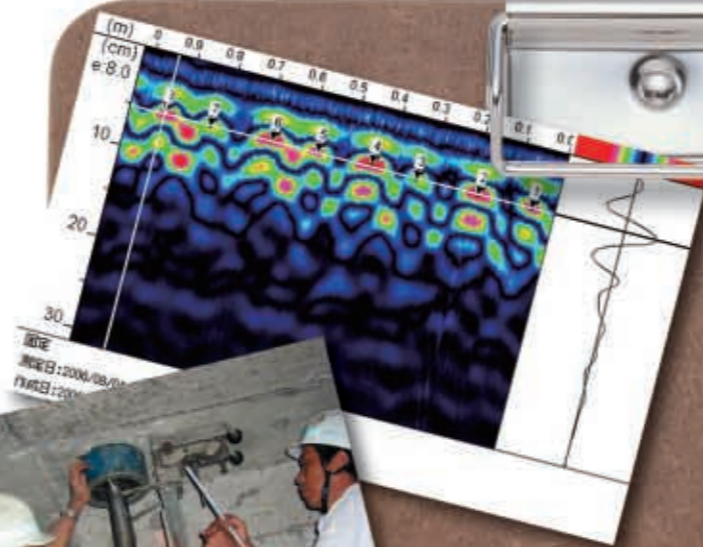
- 16 文学の中の土木「南部高速道路～すべての火は火より」
- 17 映画の中の土木「ボンヌの恋人」

シリーズ「土木遺産」

- 第八回 18 逢坂山トンネル

その他

- 20 支部会員のみなさまへ
- 21 会員名簿



維持管理

皆様は“維持管理”という言葉聞いて、何を連想されますか？マイホームの維持管理でしょうか。マイカーの維持管理でしょうか。何も連想されるものはないでしょうか。おそらく多くの方々にとっては、何の連想も抱かせない言葉なのではないかと思えます。今回特集テーマとした“維持管理”は、土木構造物の“維持管理”です。皆様の体に定期健診が必要なように、土木構造物にも定期健診が必要であり、定期健診結果によっては適切な処置を施さなければなりません。これが土木構造物の“維持管理”です。現在土木の世界では、この“維持管理”が重要なテーマの一つとなっています。土木構造物の“維持管理”とは一体どういうものなのか。“維持管理”の世界へようこそ。



だれの橋か？

造るだけの世紀から、使いこなす世紀へ

コンクリート構造物は本来“丈夫で美しく長持ち”するものであり、“丈夫で美しく長持ち”した数々の土木・建築構造物がこれを証明している。しかし、適切ではなく計画・設計・施工・維持管理された場合にあっては必ずしもそうはならない。さらに、想定された耐用期間を大きく超えた場合もその“長持ち”には限界がある。このため、現在コンクリート構造物の社会的信頼性が揺らいでいるとみられている。



京都大学大学院工学研究科
教授 工学博士
宮川豊章 氏

荒廃するアメリカ

日本の道路橋は、昭和30年代の高度成長期を中心に大量に建設され、建設後40～50年経過して、劣化損傷などの危険性が高まっています。そんな中、昨年8月にアメリカミネソタ州ミネアポリスで、ミシシッピ川に架かる高速道路の橋が崩壊しました。夕方のラッシュアワー時で多数の車が走行していたため、死者を含めて被害者は多数となり、衝撃的な映像がテレビで何度も流されたこともあって、その後、構造物の維持管理、予防保全の必要性が議論されるようになりました。

1980年より以前、アメリカは土木構造物の維持管理に十分な費用をかけてきませんでした。その結果1980年代の初めには「荒廃するアメリカ」と呼ばれるほど土木構造物は老朽化し、劣悪な状況になってしまったのです。その後、アメリカは維持管理に費用をかけたものの、現時点でも「荒廃するアメリカ」をリカバーするには至っておらず、まだ後遺症に悩んでいます。そのような中で、ミネソタ州において橋の崩壊事故が起きてしまったのです。

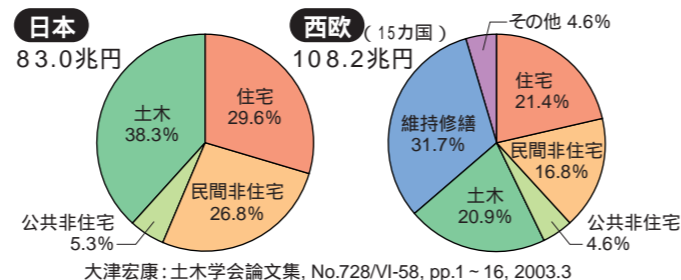


「荒廃する日本」にしないために

約30年も前からその改善に努めてきたにも係わらず、未だに克服できずにいるアメリカ。そして大事故が起きてしまいました…。ミネソタの事故は、維持管理が如何に大事か、如何に長いスパンで考えなければならぬことか、そんな維持管理の大切さを世間に知らしめた出来事だったのではないのでしょうか。

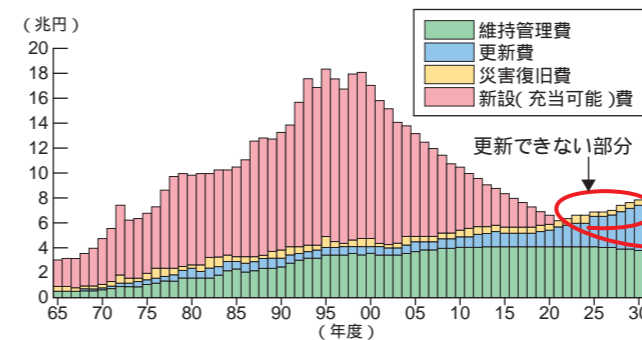
今、日本でも同じようなことが起きる可能性があるのではないのかという不安があります。バブル期の古い資料ですが、日本では、維持管理にかけている予算は統計に出てこないくらい少ないのです。これに対してヨーロッパでは、公共投資の3割くらいを支出しています。紀元前から社会資本整備が行われてきたヨーロッパでは、維持管理の大切さが理解され、費用をかけてきたのだと思います。先輩であるヨーロッパがこのくらいを必要としていると考えれば、われわれも同じくらいは必要ではないかと思えます。

日本とEU諸国の建設投資内訳の比較(1991年統計)



地震は必ず来るが劣化は今、現に進んでいる

コンクリート構造物は本来“丈夫で美しく長持ち”するものです。しかし、メンテナンスが悪いと「汚くて」「危険」なものにもなります。トンネルや高架橋からのコンクリート塊の剥落事故や地震による被害の発生によって「安全神話」が崩壊したといわれますが、コンクリートも「完璧ではなく、有限なもの」なのです。設計にあたっては、適切な維持管理を設計の概念の一部としなければなりません。高速道路を閉鎖して新しいリレートで作り変えることや、仮に橋を架けて、現在の橋を作り直すことを考えてみてください。建設にかかる費用だけでなく、その間の経済的被害は甚大です。土木構造物は、簡単に作り変えることができません。



日本の公共投資については今後伸びが期待できないどころか減少していくことになります。そのような中、高度成長期を通じて蓄積された膨大な量の土木構造物が維持管理の時代を迎えようとしています。土木構造物の高齢化です。高齢化に伴って維持管理費用や更新のための費用は増大する。その関係を表しているのがこのグラフです。公共投資が年々減少し、維持管理費・更新費が増えた結果、2020年以降からは予算が不足する状況が予想されています。最悪の場合は、集中的に膨大な維持管理費用

が要求される事になり、その結果新設構造物に対して予算を割くことができなくなるばかりでなく、日本が財政的に破綻するかもしれないのです。

人間も50歳半ばからいろいろなところが痛くなります。最近ではメタボ検診というものもあるそうですが、病気になってから病院に行くのでは遅いのです。コンクリート構造物にも定期点検がありますが、50年くらい経過した構造物には早急な点検が必要となっています。良いコンクリート構造物としては、生まれてから死ぬまでをデザインすることが必要です。単純なスクラップ・アンド・ビルドの時代は終わって、維持管理の時代が始まっています。地震はいつか必ず来ますが、劣化は今現に進んでいるのです。

だれの橋か？

研究者は維持管理の大切さを十分理解しています。では、構造物を持っている人はわかっているでしょうか。持っている人はだれですか？ 国土交通省ですか？ 地方公共団体でしょうか？ いえ、所有者は市民です。市民が「自分たちの道路は自分たちで守る」というオーナー意識を持つことが重要です。市民が維持管理の必要性を理解し、予算を使うことに合意することが必要です。市町村道の9割が未点検という状況の中、市民の後押しがなければ、市民の財産である土木構造物を守ることはできません。

今後、少子高齢化がますます進み、財源が減り、人材も減ることが予測されていますが、劣化は放っておけば止まりません。今、予防保全的に維持管理に取り組むことが、将来の新設構造物を作るための余裕を確保することにつながります。今取り組まなければ、将来子や孫に「どうして放っておいたのか」と責められることになります。

幸い日本の道路橋はアメリカに比べ、建設からの経年数が30年ほど新しいので、今からでもきちんと点検して手当をすれば、長持ちさせることができるのです。放っておくと維持管理にばかりお金がかかり、新たな道路整備にお金を回すことができなくなります。維持管理はできるだけ初期に対応することが重要なのです。

そのためには、私たち土木関係者が土木構造物は“完璧ではなく有限なもの”であることを理解して貰うための説明責任(アカウンタービリティ)を果たさなければなりません。

また、国家的戦略として市民の理解を得るためのプロの作るコマーシャルなども必要だと思います。心をこめて必要性を語るだけでは不十分で、語り方を考える必要があります。「造る」だけでなく「造り、使いこなす」ためには、市民との対話が必要なのです。

適切な維持管理のために

この図は人の生存確率を示した図で、縦軸が生存確率、横軸が時間、つまり年齢です。子供の時は生存確率が高いが時間の経過と共にこの確率は下がっていきます。【図1参照】青いラインが平均値。この平均ラインを中心に緑に塗られた範囲だけ幅があるのです。この青い平均値以上に生存確率を保つために、多くの人は定期健康診断を受けるのです。この定期健康診断の関係を表したのが【図2】です。赤いポイントが定期健康診断の実施時期です。これを人の生存確率ではなく、土木構造物の生存確率に置き換えると、定期健康診断が定期点検となります。この定期点検を実施する事により、適切な維持管理の実行が可能となります。しかし、現実の対応としては【図3】のように、病気になった時に対応する状況が多いのです。ここでは、適切な維持管理はできません。

まずは確実に点検を実施し、その点検結果を受けて、劣化しているものについてはその原因を判定し、補修や補強といった適切な対策を取らなければなりません。

織田信長が京に上り、貴族の料理を食べ、「不味い」と怒ったという話があります。田舎の濃い味付けの料理に慣れた信長には、薄味の貴族料理が合わなかったというわけです。これは維持管理においても重要なことで、例えばコンクリート構造物の場合、劣化の原因が中性化(P.6「変状の種類」を参照)ならば、中性化に相応しい対策を取らなければならないのです。劣化機構をきちんと判断しないと、信長に貴族の料理を与える事になりかねないのです。

維持管理は、ア・ラ・カルト

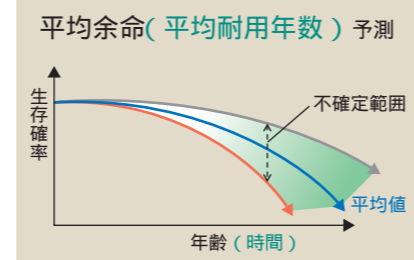
コンクリート構造物の生涯(計画・設計・施工・維持管理)の中で、設計などは白紙から造る“定食”であるのに対し、維持管理はそれぞれに違う“ア・ラ・カルト”つまり“一品料理”です。構造物の劣化の個々の詳細は様々です。建築においても土木においてもマニュアル化が進んでいますが、マニュアルを使った上で、やるべきことがたくさんある、プラスアルファが要求されるのが維持管理です。

コンクリート構造においては、今も日々新しい材料・構造・技術が開発されています。これに伴い新しい劣化現象が知られてきています。このような新しい知見をコンクリート構造物に活かすためには、点検・評価・判定・対策からなる維持管理をシナリオ化し、モニタリングを含めた点検の結果を利用しながら構造物を管理することが必要になります。

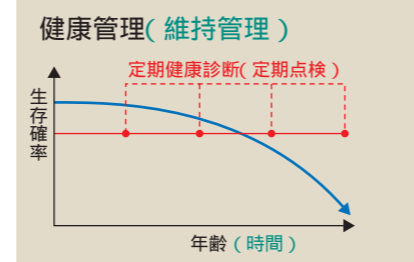
一方、現在の見積もりは材料と手間賃で計算しますが、どう使いこなすかという知恵に対する見積もりも必要です。新設よりも既設の方が厄介であれば、その厄介分をどのように予算として反映させるのかという視点も必要です。

日本では、「水と安全と情報はタダだ」という風潮がありますが、水も買う時代です。安全はもちろんタダではないということを私たちは知りました。これからは情報や知恵にも対価がないといけません。

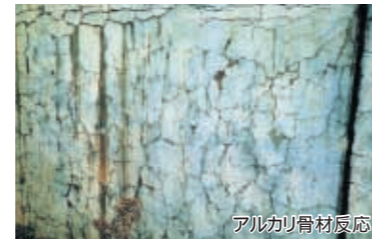
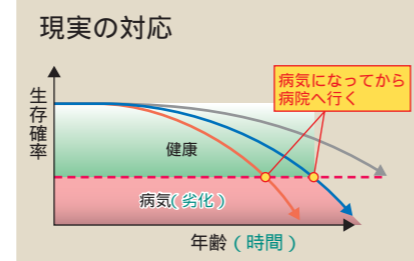
【図1】



【図2】



【図3】



土木技術者の責任に名誉と対価を与えよ!

“丈夫で、美しく、長持ち”するコンクリート構造物を実現するために、計画・設計・施工・維持管理を適切に実施していかなければなりません。そうすることによって台風が来ても、地震が来ても大丈夫なコンクリート構造物、みんなが誇りに思う美しさをもったコンクリート構造物、子供や孫へ受け渡す事ができるコンクリート構造物を実現することができます。そのためには、コンクリート構造物を“資産”と捉えマネジメントするシステム、アセットマネジメントシステムが重要になってきています。

コンクリート構造物を適切にマネジメントしていくためには“市民(ユーザー)”と“管理者”と“コンクリート技術者(土木技術者)”が三位一体となった取り組みが重要であり、みんなが得をする仕組みを作っていかなければなりません。

これまで土木技術者は緑の下の力持ち的存在であると考えられてきましたが、今こそ顔の見える技術者として、市民に対して説明責任を果たし、市民の土木構造物を守っていくシナリオづくりに参加してほしいと思います。

コンクリートの憲法といわれる「コンクリート標準示方書」というのがありますが、そこには責任技術者について規定されています。維持管理は単なるマニュアルで対応してはいけない、ア・ラ・カルトで対応してもらうためには責任技術者が必要です。この責任技術者には責務とそれに対する名誉と対価が必要です。熟練技術者が不足してきて、若手技術者を育てなければならない時代ですが、責務と名誉と対価があれば、技術者は集まってくると思います。この「名誉に思う」ためには、市民の目に触れ、名前が出て、市民の賞賛を浴びることが大切だと思います。

維持管理は近畿から

私たちの住む近畿地方では、コンクリート構造物の劣化に関しては、アルカリ骨材反応(P.7「変状の種類」を参照)が問題です。ただ、近畿では非常に早い段階でアルカリ骨材反応に手を打ちましたので大きな問題にはなっていません。アルカリ骨材反応に関する問題が早くに生じたため、問題を解決しなければならないという意識を持った人が近畿には多く、この取り組みに関しては先端を走っているのではないのでしょうか。また、アルカリ骨材反応以外の劣化対策についても近畿は進んでいます。点検、維持管理、補修・補強は近畿が最先端を走っていると思います。

近畿は東京と並んで早くに社会資本整備が整備されたため古い土木構造物が多く、かつ交通量が多いため劣化問題が早くに生じたことが、結果として、現在最先端を走っている理由だと思います。今後も東京、つまり中央の動きを待ってはいけません。

また、建設コンサルタントで働くみなさんは、私たちのような専門家から見れば極めて重要なことを実行されていると思います。時には、発注者に文句をいう気概と誇りを持って頑張ってください。

アセットマネジメントシステムについての詳細は(社)日本コンクリート工学協会のホームページに掲載されています。
<http://www.jci-web.jp/asetto/pdf/manage.pdf>

2003年10月にオープンした京都大学3番目のキャンパス、桂キャンパスのCクラスターにコンクリートの第一人者の宮川先生を訪ねました。ここ桂



キャンパスでは、テクノロジーとサイエンスが融合する新しい研究教育の場“テクノサイエンスヒル”の形成を目指しているのだそうです。このCクラスターから数多くの技術者が全世界に研究の場、実践の場を求めて飛び立っているに違いありません。

宮川先生にはお忙しい中、貴重な時間を割いてインタビューに応じていただきありがとうございました。この記事はその際のインタビューをまとめたものです。

< 編集委員 >
東洋技研コンサルタント株式会社 宮下 典嗣



ドクターK 病気の原因を探る!!



コンクリート構造物はメンテナンスフリーだと信じられてきました。しかし、最近はそのような神話は崩れ、将来の老朽化するコンクリート構造物を、適切な維持管理により長寿命化を図ることこそ、日本社会に大切であると注目されています。

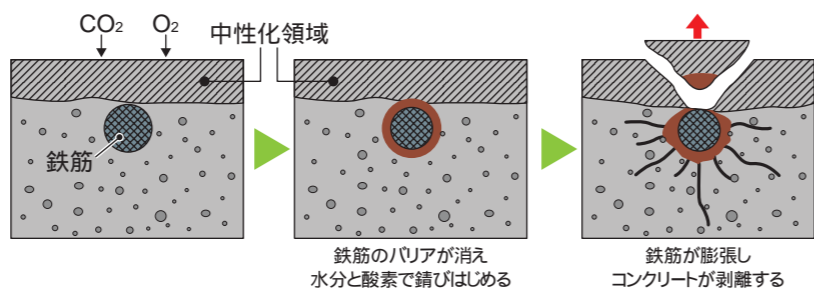
健康な土木構造物でいるには先ず健康診断から
コンクリートの変状には、建設初期段階から存在するものと、経年変化によって変状していくものがあります。人間は病気になって、それを放置しておくとも病状が進行します。土木構造物も放置しておく、ひびわれやコンクリートの剥落などが起こる場合があります。そこで、適切な時期に、点検・調査・診断・評価といった適切な維持管理を進めていかなければなりません。つまりは健康診断や人間ドックに行くのと同じで、異常のある箇所の早期発見をする必要があります。病んだところがあれば、その箇所をさらに詳しく調べ、原因をつきとめ、治療を施します。

鉄筋コンクリートは骨と筋肉で出来ている?!
コンクリート構造物の多くは鉄筋コンクリート構造です。コンクリートは圧縮力には非常に強いけれども、引張力には弱く、逆に鉄筋は引張力に強く、圧縮力に弱い。コンクリートに鉄筋を入れることで、双方の弱点を補い、相互に助け合って強靱な塊を形作っています。しかし、コンクリートは微細な空隙がある多孔質物質でありこの空隙を通して空気、イオン(塩化物イオン等)、水分等の浸透や移動が生じることで、劣化が起こり、果てには様々な病を引き起こします。

<編集委員> 株式会社ニュージェック 片山 浩一

病 その1 中性化

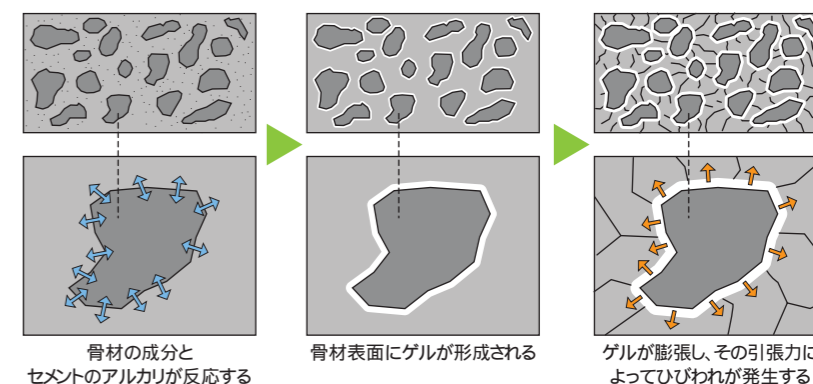
中性化はコンクリートの生活習慣病みたいなものです。長年にわたり、空気に含まれる二酸化炭素がコンクリートを侵食し、コンクリートと反応することによって、炭酸カルシウムが生成され、コンクリートはアルカリ性を失っていきます。健全なコンクリートは、強アルカリ性のため鉄筋を保護するバリア(不動態皮膜)を作っていますが、中性化が長年にわたり徐々に侵食していき鉄筋まで到達すると、鉄筋のバリアが消えて、鉄筋は水分と酸素により錆びてしまいます。更に病が進行すると、鉄筋が錆びて体積が膨張し、鉄筋周辺のコンクリートを圧迫して、ひび割れを起こします。そのひび割れから、もっと空気が供給されると、鉄筋の腐食が進み、ひび割れが大きくなっていくという悪循環に陥ります。



ドクターK 中性化の判定には、コンクリート表面を削り取った後やコンクリート供試体にフェノールフタレイン溶液を噴霧します。アルカリ性であれば赤紫色に変色し、色の変化がない部分が中性化部分ということです。その結果を基に中性化度の進行度を算出する方法等があります。大阪の代表的な構造物「大阪城」はこの病に苦しんでいました。そこで、電気治療により再びアルカリ化をして健康を取り戻したのです!(関連記事:クリエイトきんき11号P.12)

病 その3 アルカリ骨材反応

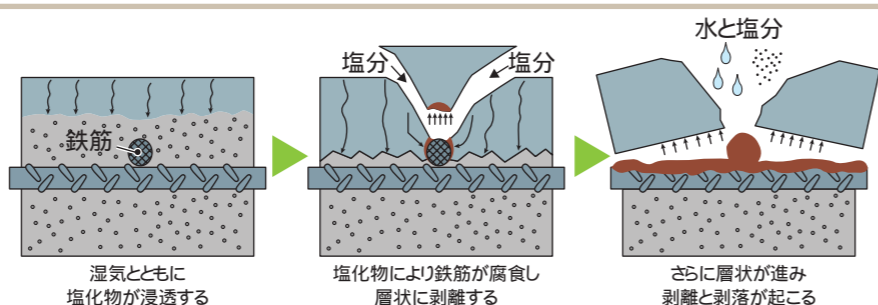
コンクリートはセメントと水と砂利(骨材)を加えて練り混ぜてつくりませんが、セメントは強アルカリ性を示します。そこに骨材としてアルカリに反応する鉱物(安山岩など)が含まれている場合、化学反応を起こし、アルカリシリカゲルという生成物を作り出します。この生成物が、水分を吸収して膨張し、コンクリートにひび割れをおこします。これをアルカリ骨材反応といいます。



ドクターK アルカリ骨材反応が最初に注目されたのは、昭和50年代のことです。近畿地方を中心に安山岩採石を使用したコンクリート構造物でアルカリ骨材反応による損傷が発見されました。鉄筋が入っていない場合は亀甲状に、鉄筋がある場合は鉄筋に沿ったひび割れが発生し、白いゲル状物質が滲出している場合があります。正確には、コンクリート供試体等採取してアルカリシリカゲルの確認等による判定が必要となります。

病 その2 塩害

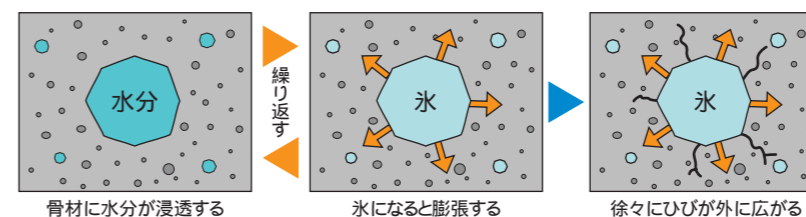
塩の影響で内部の鉄筋が腐食してひび割れ等をおこします。中性化は空気が主要原因に対し、塩害はその名の通り「塩」が原因です。内部に浸透した塩分により鉄筋のバリア(不動態皮膜)が破壊され、水分と酸素により鉄筋が腐食し、ひび割れがおこります。病が進行すると、生じた割れ目から、更に塩分が浸透し鉄筋を腐食させていきます。腐食が進むと鉄筋が膨張し、ひび割れが拡大します。



ドクターK 近畿地方の日本海側の海岸近く、凍結防止剤の散布地域に多く見られるのが塩害です。専門家は地形や周辺環境を見れば、構造物のどこから塩害が発生しやすいか予測することができます。サビ汁を吹いている橋梁は、早期のメンテナンスが必要ということ!! 海水浴に行っても蟹を食べに行っても、ついつい、コンクリートに目がついてしまい、リラックスできません。

病 その4 凍害

凍害はコンクリート中の水分が、0以下になったときに水分が凍結して体積膨張が起きることが原因です。長年にわたり、水分が凍結と融解を繰り返すことによってコンクリートが徐々にひび割れをおこしてきます。



ドクターK ひび割れが亀甲状に発生したり、コンクリート表面が凍結融解の繰り返しにより、フレーク状に剥げ落ちる現象がみられます。北海道など寒い地域や標高の高い場所で多くみられるのです。

この他にコンクリート構造物のひび割れ等の原因は、長年にわたって徐々に蝕まれていく生活習慣病のようなものやちょっとした病が引き起こすひび割れにより、合併症を引き起こすものもあります。コンクリート構造物も健康であり続けようと思えば、人と一緒に、早期発見、早期治療が大切です。今後、新たなコンクリートなどが出来る事によって、現在考えられるひび割れ等の原因が無くなるかもしれませんが、環境の変化により新たな原因が発生するかもしれません。酸性雨等も劣化原因の問題になっているようです。また画期的な治療法(補修方法)が発見されるかもしれませんね。



適切な手当てで 寿命を延ばす!!



コンクリートについて、意外と知らないことが多いですね。

塩で変状するのは何となくイメージできるけれど、

空気で変状するとは! コンクリートの中で氷ができるとは...! 更なる維持管理の世界へようこそ!

ここではコンクリートの変状に対する予防、補修、補強について、特に補修についてご紹介します。

ひび割れ手当て・1 「表面被覆工法」

まずはコンクリートの劣化として最もよく耳にする“ひび割れ”に対する補修について。コンクリートに生じてしまった“ひび割れ”はどのように補修するのでしょうか。

この“ひび割れ”に対する補修は一般的に「ひび割れ補修工法」と名付けられています。

この「ひび割れ補修工法」の内、『表面被覆工法』と『注入工法』についてご紹介します。

『表面被覆工法』とはその名の如く、コンクリートのひび割れの原因となる劣化因子がコンクリートに進入するのを防ぐために、コンクリートの表面に特殊な材料を塗り、覆ってしまうというものです。

ただ、ここで問題が一つ! コンクリートの表面を覆ったとしても、コンクリートのひび割れが急にストップするわけはありません。『表面被覆工法』ではひび割れが完全にストップするというよりも、その進行を極力遅らせるという方が良いでしょう。そこで、せっかく表面を覆った材料にひび割れが発生してしまうとその効果が無くなってしまいますから、表面被覆材として使用する材料には伸縮性が要求されます。伸縮性以外にも、コンクリートと

の付着性(十分くっつく)、対候性(どんな天気にも強い)等の性能が要求されます。そんな材料があることに驚きを感じませんか? 更には、コンクリートの劣化の原因次第では、外部からの劣化因子を遮断するのはもとより、中に湿気を溜め込まないための透湿性を要求される場合もあり、そんな材料も実在するというから驚きです。外からの劣化因子進入をカット! 中の湿気は外へ! なんて、どこかのスポーツメーカーが発売しているウェアのようです。

ひび割れ手当て・2 「注入工法」

次に『注入工法』をご紹介します。この『注入工法』もその名の如く、コンクリートのひび割れ箇所にエポキシ樹脂、アクリル樹脂、セメント系材料等を注入し、ひび割れ箇所から進入しようとする劣化因子を遮断するというものです。

例えばコンクリートに0.3mmといった幅のひび割れが発生したとします。このひび割れに、水のような液体ではなく、ある程度の粘りをもった材料を注入する必要がある。どの様に注入したら良いと思いますか? 1cm位の幅の広いひび割れに注入するのは何となくイメージできても、0.3mmなんて細かいひび割れに、そのひび割れの奥までシッ

カリと補修材料を注入するのは大変そうだと思いますか? 大変なんです。

専用の器具を使ったとしても、一気に注入しようとする奥までシッカリ注入できない。かといって、ジワジワと注入しようすると時間ばかり掛かって大変。人の手を極力使わず、ジワジワと補修材料を注入することが可能で、かつ様々な現場でも対応できる、そんなものがあればいいのですが...。あるのです、そんな道具が。

注射器のようなものがコンクリートの表面に突き立っています。

これは、補修材料を入れた注射器のような器具。この器具にゴムを引っ掛け、そのゴムの縮もうとする力(復元力)を利用して、ジワジワとコンクリートのひび割れ内に補修材料を注入しているのです。注射器は人にもコンクリートにも突き刺さるのです。面白い写真だと思いませんか?

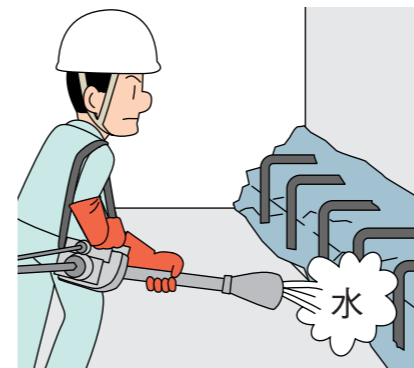


写真提供: ショーボンド建設(株)

劣化が進んだ時の手当て 「断面修復工法」

次にあまりにもコンクリートの劣化が進んでいるため、その箇所を取り壊して作り直そう! という『断面修復工法』についてご紹介します。ただ、この工法については、その修復方法ではなく、壊し方についてご紹介させていただきます。

コンクリートの劣化は酷いが、その中に配置されている鉄筋はまだまだ使えそう、というような状態の時には、中の鉄筋を残したまま、コンクリートを取り除かなければなりません。そんな時は、ガリガリと人の手で、中の鉄筋を傷つけない様にコンクリートを取り除くしか手段は無いのか!? ここでも驚くべき方法があるのです。水の力でコンクリートを取り除いてしまおう! という“ウォータージェット”なる工法です。



ウォータージェットを使うと、鉄筋がむき出しになり、見事に鉄筋を覆っていたコンクリートが除去されていきます。水の力というのは凄いものです...。こうして劣化したコンクリートのみが取り除かれ、新たなコンクリート構造物として蘇っていきます。

電気の手当て・1 「電気防食工法」

次は、ちょっとアカデミックに“電気”を利用した補修工法をご紹介します。

この『電気防食工法』は、主に塩が原因で劣化したコンクリートに対し使用される工法で、補修というよりも「これ以上劣化を進行させない」といった

意味合いで使用される工法です。塩害では塩が原因で鉄筋が腐食していく訳ですが、この腐食にあたっては不思議なことに腐食電流という電気が流れます。『電気防食工法』は、コンクリート中に電気を流すことによって、鉄筋の腐食の原因となっている腐食電流を消滅させてしまおうという優れたモノです。その原理については、ここでは敢えて申しませんが、「目には目を! 電気には電気を!」といった感じでしょうか。

電気の手当て・2 「電気化学的補修工法」

『電気防食工法』は保護的な役目をもった工法でしたが、次にご紹介するのは正に補修といった『電気化学的補修工法』についてです。この『電気化学的補修工法』には“脱塩工法”“再アルカリ化工法”“電着工法”といった種類の工法があります。

“脱塩工法”は塩害により劣化したコンクリートに電気を流し、コンクリート中の塩分をコンクリート外へ取り出す工法。

“再アルカリ化工法”は中性化したコンクリートの再アルカリ化のために、電気を使ってアルカリ性溶液をコンクリートの中へ強制的に浸透させコンクリートのアルカリ性を回復させる工法です。



この“再アルカリ化工法”は、大阪城平成の大改修でも実施された工法です。詳細は「クリエイトきんき 第11号」(2006.8.10発行)に掲載されています。

すので、こちらをご参照ください。

<http://www.kk.jcca.or.jp/report/create.html>

“電着工法”は、これまた摩訶不思議な工法です。

海中にあるコンクリートにひび割れが発生しているとします。このひび割れを塞ぐ、あるいは表面を覆うにはどうしたらよいか。このような場合に、その真価を発揮するのが“電着工法”なのです。海中のコンクリートに電気を流すことによって、海水中に存在するカルシウムイオンや、マグネシウムイオンなどを、コンクリートのひび割れ部や表面に炭酸カルシウムや水酸化マグネシウムといった化合物として析出させる工法で、ひび割れ部の充填、表面部分の緻密化が可能になります。簡単に言うと、コンクリートに電気を流すことによって、海の中の成分を、コンクリートを守るための成分に変えてしまう工法なのです。

このように、人間の怪我に対し、絆創膏を貼る、薬を塗った上で包帯を巻く、縫うといった様々な治療方法を怪我の具合により判断するように、コンクリートの劣化の具合により、様々な補修工法の中から適切な工法を選定し、実施します。そうすることによって、コンクリート構造物を次世代へ良好な社会資本として引き継いでいく事が可能になるのです。

<編集委員>
東洋技研コンサルタント株式会社
宮下 典嗣

この稿では、できるだけ専門的な言葉を使うことなく市民のみなさまにご理解いただき易く紹介いたしましたので、専門家のみなさまには様々なご意見・ご批判もあろうかと存じますが、何卒ご容赦いただきたく、よろしくお願ひ申し上げます。

はたらくるま 橋梁点検車

現在日本全国には15m以上の橋梁が15万橋あり、そのうち耐用年数の50年を超える橋が現状で10%程度、10年後には20%以上になる見込みだ。さらに20年後にはおよそ50%にもなる。近畿における橋梁(近畿地方整備局が管理する橋梁)で15m以上の橋は1,800橋程度で上記と同様の傾向にある。

かゆいところに手が届く「点検車」

松沢 橋梁の点検という、足場を組んで人が見て歩くのかなと思っていたのですが、特殊な車があると聞きました。

米谷 点検の際は、まず、足場を組まずに見ることができる方法をとります。しかし、橋梁には水周りがありますので、錆や腐食が出ます。橋脚の上に乗って、接近しないと分からないこともありますから、「点検車」を使うとか足場を組んで人が叩いて、とことんみないといけな場合もあります。近畿地方整備局が所有する橋梁点検車がこれです。アームに取り付けられた作業台に点検員が乗り込んで、橋梁の下や橋脚の点検を行います。

松沢 水中にあるコンクリート製の橋脚は損傷しやすいのですか？

米谷 環境の変化が激しいところは、損傷が激しいので、水中にあるから損傷が激しいというよりは、水中だったり、水面上だったりすると損傷が激しいと考えてください。その例として、改修工事の際に50年間ずっと水中にあった木の杭が腐っていないのを発見したこともありますよ。

また、鉄は塩に弱いですから、潮風にさらされる橋桁の外側と内側を比べると内側の損傷の方が激しいという場合

があります。これは、内側の橋桁の下で風が対流し、内側が長期に潮風に晒されるのに対し、外側の桁は同様に潮風に晒されるものの、その塩分が雨水等で洗い流されるためです。

松沢 なるほど、「塩害」とひとことで言ってもどの部位で現れるか違ってくるといことですね。今度、海辺の橋梁を見かけたときに、ひび割れや剥離等の損傷に気を付けて見えます。水中以外で、損傷しやすい部分はどこでしょうか。

米谷 橋梁は、皆さんがよく目にされる橋桁(上部工)とそれを支える橋台・橋脚(下部工)から成り立っていて、上部工と下部工をつなぐ役目を果たしているのが「支承」です。人間の体で言えば、いわば関節の役割を果たしているものです。支承は気温の変化や地震などのいざという時に効果を発揮してくれる重要なものです。支承が機能を果たさなくなると、橋梁自体の寿命を縮めることにも繋がります。また、重要な役割を果たしているとともに、伸縮装置からの水漏れや雨の影響により損傷や劣化が進みやすい箇所でもあります。



橋梁点検車



進化する点検車「橋竜(きょうりゅう)」

米谷 北海道で開発中のアーム先端にカメラを取り付けた橋梁点検車もあります。その名も「橋竜」。運転席に取り付けられたパソコンで遠隔操作して写真を撮影することができます。アーム先端が軽量なので、一般的な点検車に比べ、より遠くまでの点検が可能です。今後は3次元CG化や先端にハンマーを取り付けて叩き点検をすることもできるようになるそうです。

松沢 すごいですね。実用化されたら、ほとんど遠隔操作が可能になって、安全面でも安心ですね。しかし、これは高そうですね。

米谷 そうですね。点検車は小さいもので1000万円から5~6000万円する



軌陸車

ものまでありますよ。車両でいうなら、高架下に線路がある橋梁の点検に使われている、軌道上も陸上も両方走ることができる軌陸車というもあります。

松沢 なるほど、橋梁の点検はやはり、特殊ですね。

米谷 特殊といえば、足場を設置しないで写真のような特殊高所技術(ロープアクセス)を駆使して点検を最近実施した例があります。構造物から複数の支点を作成し、水平移動(トラバース)しながら1本のロープを頼りに調査をするのだそうです。ロープ1本での作業に支えられている点検ということですね。その他の特殊な点検としては、ダイバーが水中にもぐり、水中の点検等を行うこともあります。



特殊高所技術者による調査
写真提供:株式会社特殊高所技術
http://www.tokusyu-kousyo.co.jp/hasi_kousyouban.html

維持管理の時代に

米谷 特殊な点検車両や技術の進歩も大切ですが、点検した結果を判断できる人材が何より大切です。国交省、各事業者・自治体によってそれぞれ点検マニュアルが作成されています。マニュアルによってより多くの技術者が点検に従事できます。そこまで維持管理は終わりません。見た目はよくても落ちるかもしれません。クラックの入り方も違う、その点検結果を正しく判断するための目や専門知識が必要です。現地での経験も必要です。今後はコンクリート診断士や鋼構造物診断士等の資格も必要となります。また、点検診断結果をもとに補修・補強するために構造力学まで理解する必要があります。経験の豊かな年配者と若手をうまく組み合わせ、経験や知識を継続していく必要があります。そのため品質の良い維持管理をするための予算は必要だと思います。

松沢 新設の構造物を作ることにはやはり魅力を感じてしまいますが、もはやそういう時代ではなくなってきているのは、痛感しています。

米谷 橋梁の補修には手間がかかります。2m以上の橋は66万あるともいわれています。その膨大な数に優先順位をつけなければ、補修工事は始まりません。それができるのは技術者の経験です。

点検技術員の持つハンマーは医者を持つ聴診器のようなものです。悪いところがないか叩いた音で判断する。これで剥落の危険箇所を叩き落したりもします。人の五感を駆使して、点検する経験も大切です。

持続可能な社会を!

松沢 どこかで橋が落ちないと維持管理の大切さに誰も気がつかないのでしょうか。

米谷 それでは遅すぎます。橋が落ちたら社会基盤が崩れます。車があっても車を使えないことになってしまいます。阪神大震災のときに高速道路が倒壊したことを思い出してください。今ならまだ間に合うと思います。今、維持管理をしっかりやって、最低50年、最高100年利用できるように考えていく必要があると思います。若い人に負の財産を置いていくわけにはいかないでしょう。

国、地方自治体、コンサルタント、施工会社、みんなが力を合わせて、真剣に維持管理に取り組む社会を構築してほしいと思います。

松沢 本日は貴重なお話ありがとうございました。若手の一人として、先輩たちの経験を継承する責任と維持管理の大切さを感じました。ありがとうございました。

<編集委員>
株式会社オリエンタルコンサルタンツ
松沢 政和

明日からあなたも点検員

点検は大事だとはいえ、毎日同じ橋を見守っていることもできません。そこで、郵便屋さんには優秀な点検員かもしれないと米谷さんは言います。毎日同じ道を通っている郵便屋さんなら道や橋の「いつもと違う?」を発見できるかもしれないというのです。

そこで、毎日の通勤に同じ道を歩いているあなた、車で、バイクで通過するあなたなら、点検員になります。「あれ?こんなところにクラックなんてあったっけ?」「あれ?何か変な音がしたみたい?」というあなたの発見が橋の崩落を防ぐかもしれません。そう思ったら、何の変哲もない通勤が明日からミステリアスでサスペンスにあふれた通勤になるかもしれません。



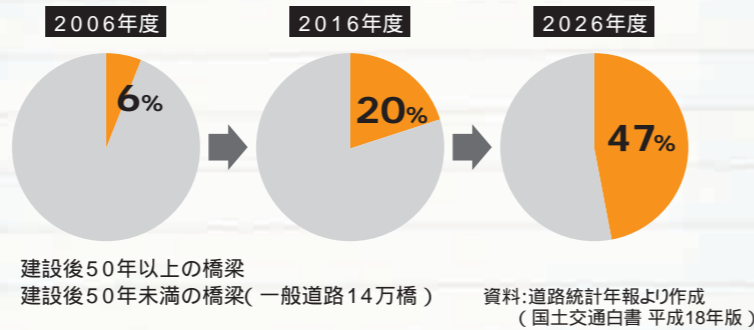
維持管理あれこれ

永久構造物

永久構造物という言葉があります。仮設構造物と対をなす意味で用い、計画や設計時点でよく使ってきました。最近あまり使わなくなったと感じています。この言葉のせいでしょうか、土木構造物は安全、堅牢であり、一度造ってしまえば半永久的だとのイメージがありました。鋼構造物は塗り替えが必要ですが、コンクリート構造物等はメンテナンスフリーだと意識されてきました。しかし現在、このようなことを言えば笑われてしまうかも知れません。

最近、検査・点検や維持管理という言葉が身近になりました。私達の業務の中で占める割合も年々増加しています。橋梁の劣化やコンクリートの剥落が大きな社会問題となり、新聞やテレビを賑わしています。今までは構造物の年齢が若かったので問題も少なかったのですが、今後高齢化した構造物が増えるに従い、維持管理の重要性はさらに高まってきます。

建設後50年以上の橋梁の推移



維持管理の重要性が高まり、業務量が増えていることに対応して、新しい資格制度も生まれています。(社)日本コンクリート工学協会では、2001年度より「コンクリート診断士」資格制度を設けてコンクリートの診断・維持管理の知識・技術を保有している技術者を認定しており、昨年度までの合格者数は6000人を超えています。また(社)日本鋼構造協会では、「土木鋼構造診断士・診断士補」資格制度を2005年度から創設して土木鋼構造物の点検・診断の技術を認定しており、現在400人を超える登録があります。

また維持管理に関わる統一的基準の整備も進んでいます。鉄道分野では2007年1月に国土交通省が鉄道構造物等維持管理標準を制定し、それに基づく解説が「コンクリート構造物」「鋼・合成構造物」「基礎・抗土圧構造物」「トンネル」「土構造」の構造物別に整備されています。鉄道は高齢化した構造物が多く、旧国鉄においても早々と維持管理への取り組みが進められてきました。最初の体系化された指針は1974年の「土木建造物取替の考え方」だそうですから、維持管理の面では鉄道が一歩リードでしょうか。

橋守

鋼構造物は維持管理が重要視されてきた分野です。例えば1912年に完成したJR山陰線余部橋りょうには、完成数年後には「橋守」と呼ばれる専属の職員が常駐し、橋梁の点検、塗装、部材補修を行っていました。この制度は昭和30年代まで継続されていたそうです。厳しい環境の下で経年100年近い鋼構造物が未だ現役なのは、この丁寧な維持管理の貢献が大きいと思います。なお、余部橋りょうは風による運転規制の低減を目的に現

在架け替え工事が実施されており、コンクリートの橋梁に生まれ変わる予定です。

橋梁の維持管理の世界では、最近アセットマネジメントという言葉をよく耳にします。構造物を資産としてとらえ、その状況の把握と劣化予測を行い、維持する上での最適解を求める総合的な管理方法です。劣化や変状が大きくなってから対策を講じる「事後保全」から、劣化や変状が顕在化する前から適切な対策を講じる「予防保全」の考え方、初期建設費用だけでなく将来にわたる維持更新費用までも考慮

するライフサイクルコストの考え方、これらの考え方を採用した管理手法であり、いわば現代版「橋守の親方」です。このアセットマネジメントは、青森県における道路橋の維持管理に導入されたことが有名です。また今後さまざまな事業者が導入を進めていくと思われます。



1000年コンクリート

コンクリート構造物の設計耐用年数は通常100年です。ただ、耐用年数を超えたからと言って壊れてしまうことではなく、100歳を超える構造物は多数存在します。例えば写真のJR山陰線島田川暗渠は経年100年を超える、日本最初の鉄道の鉄筋コンクリート構造物です。小さな水路ですが、しっかり機能を果たしています。

「小樽港北防波堤」も100年を超える現役のコンクリート構造物です。



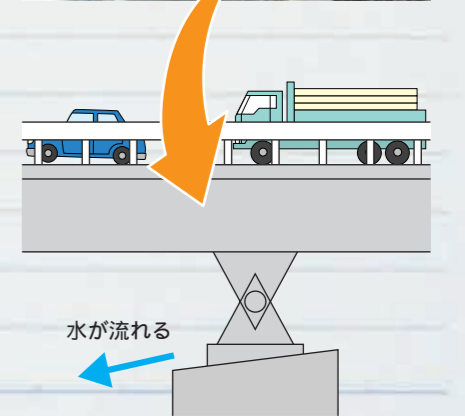
土木学会の認定する土木遺産に、制度開始の2000年に早々と登録されました。防波堤設計の波圧式で有名な廣井勇の指揮の下、1908年に完成しました。厳しい環境下で現役を務める構造物の秀逸性もさることながら、建設当初から耐久性に気を配り、数多くの供試体を作成して耐久性試験を実施したそうです。そして、まだその供試体のいくつかは現存していると聞くと驚きです。

100年を超える現役のコンクリート構造物を見ていると、1000年コンクリートも夢では無い気がします。インターネットで「1000年コンクリート」を検索すると、いくつもの事例を見つけることができます。コンクリートの耐久性にとって大きな課題は中性化ですが、この中性化を遅らせるためにさまざまな材料が提案されています。また鉄筋の耐久性を高めるための樹脂等の塗布は、既に塩害対策としては一般的です。日頃から維持管理を意識していると、コンクリート構造物にメンテナンスは不可欠だと思い込んでしまいます。しかし、しっかりと丁寧な施工や品質への気配りなどの先輩技術者の偉業や、また新たな技術を目にすると、コンクリート構造物のメンテナンスフリー、長期耐久性にもまだまだ可能性を感じます。

維持管理の次に

少し古いですが、平成12年の国土交通白書にミニマムメンテナンス橋の提案が掲載されています。維持管理を考慮して、ライフサイクルコストを低減させることを目指した橋梁です。長寿命で省力化が図れる桁の採用、取替容易で長寿命な伸縮装置の工夫等が提案され、現時点ではそのいくつかは実現されていると同時に、開発も継続されています。そのミニマムメンテナンス橋の提案の一つに、沓座面への勾配設置によって、滞水による支承やアンカーボルトの劣化を防ぐ事項がありました。簡単な、直ぐにできることですが、これも維持管理の面が着目

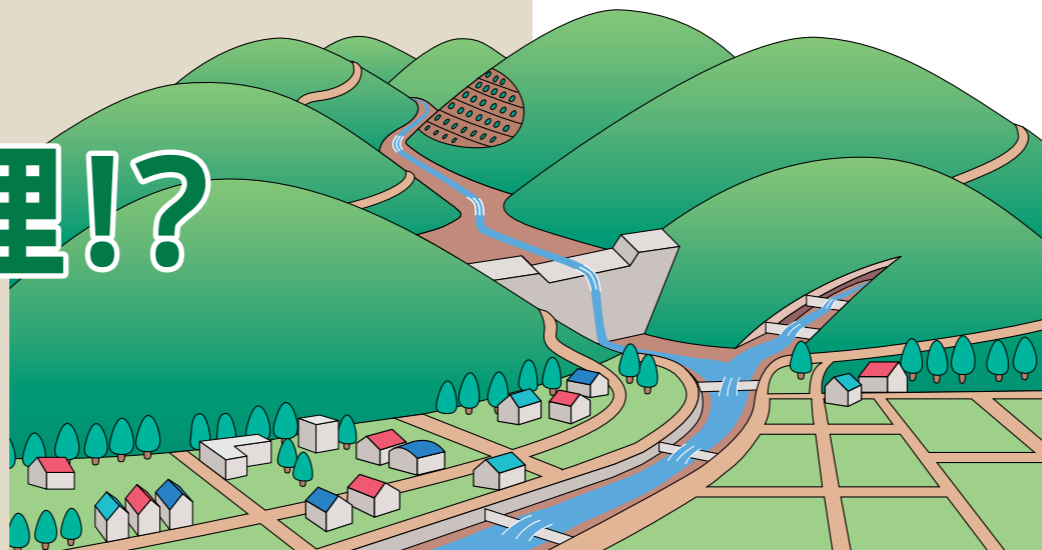
され、実際の構造物劣化の状況を目のあたりにして提案されたことだと思います。かなり前から既に採用している事業者もあり、また単純な事例かもしれませんが、この様に維持管理から設計へのフィードバックにはまだまだ可能性がありそうです。公共事業が抑制され、維持管理が着目される中、新設構造物の設計技術者には冬の時代ですが、維持管理を容易にする設計、耐久性を向上させる設計という面には小さな春の予感を感じます。



<編集委員>
ジェイアール西日本コンサルタンツ株式会社
山下 茂樹

これも維持管理!?

「維持管理」をインターネットで検索してみると色々できますね。土木構造物の維持管理から、公園、下水道、マンション、ホームページ、システムの維持管理などさまざまな分野でこの言葉が使われていました。なるほど、確かに維持管理はどのような分野にも必要なことです。自然の中の構造物・ダムについて考えてみましょう。



お父さん

毎年、梅雨の時期から台風が襲来する秋まで、日本は大雨による土砂崩れ、洪水による浸水の被害などに見舞われるね。

みな子さん

災害のニュースがテレビに映るたびに、怖いと思うわ。災害を防ぐのが、お父さんたちの仕事でしょう？ そのためにダムもあるのよね。

お父さん

そうだね。ダムは、下流へ流す水の量を調節して、洪水を防いだり、川の水を発電に利用したりすることができるんだよ。

お父さん

それがそうとも限らないんだよ。水を貯めるダム湖には、水と一緒に土砂も運ばれてきて、その土砂が貯まってくると、貯まる水の量が減ってくるんだ。そうすると、発電にも支障が出るし、ダムの下流の水が長い間濁ったり、下流に土砂が流れないので、川に養分がなくなって生きものが住みにくくなったり、色々影響がでてくるんだ。

みな子さん

ダムは大きいし、頑丈そうだから一度作ったら、ずっと使えるでしょ？

みな子さん

へええ、そうなの？ でもダム湖の底の土砂なんて取り出せないでしょう？

お父さん

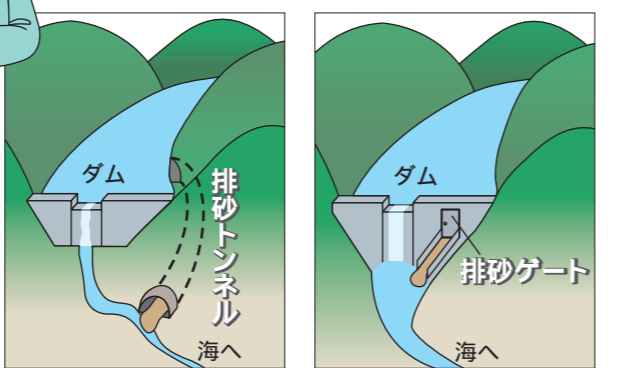
土砂を取り出すのは、なかなか大変なことだね。そこで、お父さんたちは色々な工夫をして、土砂を川に流しているんだ。

みな子さん

どうやって？

お父さん

ダムを迂回するようにトンネル（排砂トンネル）を作って、水と一緒に土砂を流したり、ダムの脇にゲート（排砂ゲート）を作って、ダムに貯まった土砂を流したりしているんだ。



みな子さん

なるほど！ そんな風にしたら、ずいぶん違うの？

お父さん

そうだね、下流の川の水がきれいになったよ。川に石や砂がもどってきて、魚が卵を産んだり、子育てしたりしやすくなって、川が本来の姿に戻ってきているんだよ。もちろんダム湖の砂も増え続けることがなく、発電量も維持できているしね。

ダムのメンテナンスは大切なことだね。ダムをメンテナンスすることが川や海を生き返らせることにつながっていると考えると、お父さんたちの仕事は災害から人や家を守るだけではなく、環境にもいい影響を与えてるってこと、分かってくれたかな？

みな子さん

やっぱり、お父さんは偉いよ。ただし、自分のメンテナンスも必要じゃない？ ちょっとメタボが心配。お父さんのお腹にも脂肪が出て行くゲートがつくれたら最高だね。

お父さん

おいおい、ダムと一緒にするな！

コラム

「森は海の恋人」漁師が植樹をする理由

宮城県気仙沼でカキと帆立貝の養殖をしている漁師さんが、植樹を始めた。海の世界を左右するのは海だと思っていたのが、間違いだったと気がついたのだそうだ。海の世界を守るには、海だけでなく、海に流れ込んでくる川の世界を悪化させないことが大切だということに気がついた。広葉樹林は針葉樹林と違って腐葉土が厚いので、雨水が保水されて、浄化され、川に染み出ても川は濁ることがなく、栄養分の高い水が川に流れ込み、流域の生き物が生息し、自然豊かな環境になる。そこで、仲間の漁師60人と広葉樹を植樹することになった。この活動は1989年から続いている。これまでに植えた木はブナやミズナラなど約40種5万本。毎年6月の第一日曜日の植樹祭には、大漁旗がはためく中約1000人が参加するという。一人ひとりが、今からできることがあるはず。広い意味で、これも維持管理か？



南部高速道路

「すべての火は火」より

著者：フリオ・コルタサル

渋滞 — 夏 —

物語の舞台となるのはパリに向かう高速道路上です。8月の日曜日の午後、片側6車線、両方向で12車線の巨大な高速道路が、何の前触れもなく渋滞し始めるところから物語は始まります。「ブジョー404」に乗っている「技師」の目を通して物語は語られ、「ドフィーヌ」「タナス」「IDシトロエン」など、その他の登場人物は全て車名によって区別されています。

いつしか、近くに居合わせた者同士が渋滞の原因についてあれこれととりとめのない会話を始めたり、なかにはわざわざ車を降りて大事故のあやしげなニュースを流して歩く者もでてきます。しかし、誰もその先に待ち受けている思いも寄らない事態を想像することはできませんでした。

渋滞 — 秋から冬へ —

やがて渋滞は解消することなく夜になり、人々は互いを気遣いながら手持ちの食べ物や飲み物を交換し、車の中で一夜を過ごすことになりま

す。しかし、朝になっても状況はほとんど好転することなく、また日が沈み、日が昇ります。

車の列の動きは断続的で、人々はその動きにあわせて期待と失望を繰り返します。やがて、近隣の者同士でグループを組織してリーダーをたて、各人には食料と水の調達係や配給係、看護係等の役割を、各々の自動車には食料貯蔵庫、病院、託児所、宿舍等の場所を割り当てます。グループ間で物や情報を交換し、連携して事に当たる様子はまるで災害時の「共助」活動です。

渋滞は一向に解消することなく、季節は夏から秋、秋から冬へと移り変わります。あまりに非日常的な事態でありながら、それが彼らの日常として時間は流れます。このような状



況の中でも、人々は愛し合い、いたわり合い、慰め合いながら、日々をやり過ごし、このような状況だからこそ、心や体に異常をきたして病に倒れ死に至る者、自殺する者を生むこととなります。

渋滞 — 春 —

やがて春先になり寒さがゆるんだ頃、突然車の列はスムーズに流れ出します。最初、人々は半信半疑で車を走らせますが、次第に渋滞が解消したことを確信するようになります。最初は、パリに戻った後のことをあれこれ考えて浮かれる「技師」ですが、そのうち、今まで苦楽を分かち合ったグループのメンバーが散り散りになっていくのを目の当たりにして、急激な喪失感に襲われます。しかし、一度流れにのった車の群れは時速80キロで走り続け、そのまま物語は終結してしまいます。

仲間との日々を取り戻すことを切望していた「技師」ですが、パリに着く頃には「あの日に帰りたい」という思いは一時の感傷として消え失せ、安堵を感じながらも半年以上の間自分が渋滞に巻き込まれていたことでどんな「損失」を被ったのかが一番の気かりになっているかもしれません。

編集委員：株式会社建設企画コンサルタント 山田 麻由

「ポンヌフの恋人」

監督：レオス・カラックス

主演：ジュリエット・ビノシュ

ドニ・ラバン



「ポンヌフ (= Pont Neuf)」とは「新しい橋」という名のパリに現存する最も古い橋です。1604年の完成ですが、当時は橋の上に店舗や家屋が建ち並び(現存する橋としてはフィレンツェのポンテヴェッキオが有名)セーヌ川を見ることができませんでした。それが、この「ポンヌフ」では店舗や家屋は一切無く、両側に設けられた歩道からセーヌの流れを見ることができるようになり、今までにない新しいタイプの橋であったことが名前の由来となりました。

世界中のクレーンの1/4が集まっていると、1/3が集まっているともいわれるドバイ。そのドバイに、2012年、世界一のアーチ橋が誕生する予定です。

名称：第六横断橋 (sixth crossing bridge)
形式：下路式アーチ橋
最大支間長：667m
幅：64m
全長：12km
車線数：12車線 中央に鉄道線路
桁下幅：50m
桁下高：15m 大型ヨットの航行可能
建設費：30億ディラハム(約870億円)

ポンヌフとは対極の外観ですが、同じ原理によって造られます。



引用：worldarchitecturenews.com

そのポンヌフを住処とするホームレスの青年アレックスと老人ハンス。アレックスにあるのは、なんの希望もない未来と安酒とハンスがくれる睡眠薬だけです。

そんな彼の前にミシェルという画学生の女性が現れます。やがて失明してしまう眼の病に冒され、恋人に去られた彼女が放浪の果てに辿り着いたのがポンヌフでした。その日を境に彼女がアレックスの存在理由になります。

革命200年祭を祝うパリの夜空。大輪の花火が、ポンヌフとアレックスとミシエルの笑顔を染めます。セーヌ川の両岸から水面へと滝のごとく流れ落ちる花火。盗んだボートで水上スキーをひくアレックス。その水上スキーにのるミシエル。アーチ橋の優美な曲線を花火が浮かび上がらせます。この映画の視覚的クライマックスです。

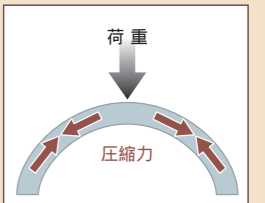
その後の彼らには別離と再会というドラマがあるのですが、アレックスの愛情表現が一見純粋で一途に見えるが実は近視眼的で排他的なところは、この映画には不可欠な要素であると思うのですが、嫌悪を感じつつも境遇次第で誰もが陥る可能性がある部分なのかもしれません。

上図でわかるように、パリの中心部に位置するセーヌ川の中州シテ島、サンルイ島に架かる橋は、材質の違いこそあれほとんどがアーチ橋です。映画の中ではポンヌフ以外の橋も



様々な場面で登場します。

アーチ橋は、古代ローマの水道橋に代表されるように、橋梁の形式としては最も古いものの一つで、その原理は紀元前4000～3000年頃のメソポタミアで生まれたと言われていいます。自重(橋自体の重量)や荷重(橋にかかる重量、人や車等)を一律な圧縮力に変えることで支える形式です。



また、この映画は、ポンヌフを中心にパリのまちなかで撮影したようにみえますが、実は巨大なオープンセットが南フランスに造られたそうです。実際に構造物を造るときは、必要な機能、高い安全性、長期使用に耐えることが最低条件ですが、このようなセットの場合はどうなのでしょう。それにしても、知らされなければわからないほど、いや知っていても思わず忘れてしまうほど、見事に街並みが再現されています。

ちなみに、映画「ボーンアイデンティティ」(主演：マット・デイモン)でも物語の終盤にポンヌフが登場します。こちらは、本物のポンヌフで撮影されました。

編集委員：株式会社建設企画コンサルタント 山田 麻由

日本の渋滞

あまりにもシュールな渋滞の物語ですが、ここで現実にして渋滞をみてみましょう。

実は、日本の高速道路の場合、渋滞の定義は道路を管理する機関によって微妙な違いがあり、西日本高速道路株式会社では「時速40km以下で低速走行あるいは停止・発進を繰り返す車列が、1km以上かつ15分以上継続した状態」としています。

東日本高速道路株式会社(旧日本道路公団)の平成17年度調査によると、渋滞原因の第1位は「サグ部」です。下り坂から上り坂にさしかかる部分を「サグ」といい、ドライバーはそれに気づかず減速してしまい、それが後続車にどんどん影響して自然渋滞をつくることとなります。高速道路上の「この先上り坂」という看板や電光掲示板はこの渋滞を回避する目的で設置されています。ETCが導入されるまでは「料金所」が渋滞原因の1位でしたが、8年前の30%から4%へと飛躍的に減少しています。また、車線の増加、インターチェンジの改良や加速レーンの延伸などによっても、渋滞は大きく改善しています。

渋滞の原因 1位 サグ部 (下り坂から上り坂へ)



渋滞を金銭に換算すると渋滞による様々な影響を考慮して国土交通省が算出した数字に「渋滞損失額」があります。全国の年間渋滞損失額は約12兆円、都道府県別に見ると、1位東京都約1兆6千億円、2位大阪府約7千億円、3位愛知県約6千億円になります。また、渋滞はCO₂の発生原因でもあります。とはいえ、このような社会的大儀を抜きにしても、渋滞でストレスをため込みたい人など誰もいないでしょう。

逢坂山トンネル

文明開化にともない、旧国有鉄道はどんどん延伸、数多くのトンネルが掘削された。多くの培われた掘削技術は、現在の土木技術者へと引継がれている。JR大津駅の南西に位置する旧逢坂山トンネルは、その象徴的存在と言える。



逢坂山開跡



「先人の偉大な発想・技術・努力」や綿々と続けられてきた維持、管理に敬意を表して、その意義やすばらしさを多くの人々に伝えることを目的として、土木学会が選奨するものである。

名称：逢坂山トンネル

評価ランク：A

コメント：明治11年(1878年)10月に着工し、明治13年(1880年)6月に竣工(下り線)した日本最初の山岳トンネル。長さ664.8m、幅4.3m、高さ4.7mで、断面は馬蹄形。明治22年まで鉄道トンネルの標準形とされていた。

評価ランクとは技術・意匠・系譜の評価をAからCの3段階で総合評価するもの

記念すべき初施工

このトンネル工事は、海外からのお雇い技術者(特に鉄道関係はイギリス人が多かった)の手を借りず、國澤能長を中心とした日本人の技術者だけで監督施工しました。掘削は、一部に火薬が使用されましたが、ほとんどは手掘りでした。覆工にはレンガを、坑門には花崗岩が用いられました。初めて日本人技術者のみで工事を施工したこの鉄道トンネルは、大正10年8月に京都・大津間の線路変更に伴い廃止されましたが、その東口は昭和35年10月鉄道記念物に指定されました。現在、東口の入口付近は誰でも見られるようになっていますが、トンネル自体は蓋がされていて中を覗くことができません。

まじヤバイ暗さ

実際どうなっているのかと申しますと、京都大学の防災研究所附属地震予知研究センターが地震計より更に細かく計れるひずみ計を設置しています。ひずみ計は精密機器で温度にとっても敏感で、一年を通してほとんど温度変化のないトンネルの中は好都合なのだそう。今回は、附属地震予知研究センターの森井先生に中に入れていただきました。

ヘルメットをかぶり、長靴はいて、懐中電灯持って、ドアを開けると...真っ暗...何も見えません。コギヤルなら「まじヤバイ」と大騒ぎでしょう。私は、大人なのでじっとこらえました。ときおり天井からポタ...ポタ...と何か(恐らく水滴だと思うのですが...)ヘルメットに落ちてきました。が、暗くて何も見えません。温度変化はほとんどないというだけあって、じっとり汗ばみだした五月末にもかかわらず、ひんやり、でもちょっととったり、きっと湿度は高いのでしょう。

トンネルに入る前に「壁には触らないで下さい。100年前の煤がつかますよ。」(笑)と、注意されましたが、注意されると触りたくなるのが人の常です。やってしまいました。これが、蒸気機関車が吐き出していたススかぁ~と、感慨深いわが手を眺めました。ただ、指先が汚れただけなんですけど(笑)。こんな煤を吐きながら京都~大津間を1時間4分かけて進んでいたとは、今ならなかなか近所迷惑な話です。しかし、当時

としては、画期的なことだったのでしょう。

また、トンネル内には、いろいろな地震観測のための装置が点在しており、長年にわたって、いろいろな測定器の実験を繰り返されてきたのだということが分かります。今も昔も用途は変われど、このトンネルは活躍しているわけです。

鉄道記念物 ランプ小屋

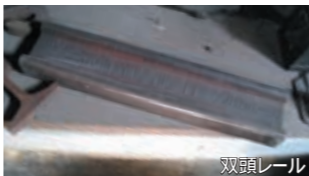
現在の京都~大津間は、京都、山科、大津と東海道線ルート(営業キロ10.0km)ですが、旧逢坂山トンネル開通当時の京都~大津間は、京都から伏見藤の森付近まで現在のJR奈良線を走り、ここから大亀谷をこえる現在の名神高速道路のルートで山科に抜け、追分付近から現大津市逢坂に至る逢坂山トンネルを潜ってそのまま馬場(膳所)に直行し、スイッチバックで大津(現浜大津)に戻るルート(線路延長18.2km)でした。現在は、JR奈良線に属する稻荷駅にその当時から残る「ランプ小屋」があります。東海道線で現存する最古の構築物として鉄道記念物に指定されています。

ランプ小屋は、開業当時の駅舎内外の照明はいまでもなく、運転する機関車の前照灯や客車の尾灯、社内灯に使われていた石油ランプの灯具の整備・保管をしたり、油類を補給したりする照明基地としての使命を帯びていたもので、約8㎡の小屋ながら、油類を取り扱うために頑丈な煉瓦造りが採用されました。現在は、稻荷駅の片隅にひっそり、古びたレンガ造りの小屋がたたずんでいます。

JRの方に中をのぞかせていただきましたところ、狭い小屋内に鉄道マニアならきっと目をギンギンに輝かせて、傍からなかなか離れないであろう代物が所狭しと並んでいました。昔の信号、双頭レール、古い火鉢(踏切詰所暖房用)などなど...。双頭レールとは、明治の鉄道創設時に、使用されたレールです。現在のレール(平底形)と違い、断面が上下とも同形(双頭)なので、両面使えるのが特徴で、すべてイギリスから輸入していました。しかし、私の目を惹いたのは、玉家のとっくりです。玉家というのは、恐らく稻荷駅前にある料亭旅館のことではないかと推測されます。しかし...、なぜ...ここに?でも、忘れられない一品です。



昔の照明や信号灯



双頭レール



古びたレンガ造りのランプ小屋



料亭旅館 玉家



上の蟬丸神社に残る「車石」

片岡家跡に残る「車石」

車石と「ころ」

近世の街道である東海道(現国道1号)の京都・大津間の逢坂山や九条山付近には「車石」という敷石がはめ込んでありました。車石は、凹面の刻みをつけた敷石で、その凹みに牛車などの車輪を沿わせて走らせていました。これが、日本の「轍道 てつどう・わたちみち」でした。

それに対して、西洋の「鉄道」のレールは、ヨーロッパの鉱山で使われた、鉱石運搬のための「ころ」の原理にかなう凸面の木製レールに起源を持ちます。「ころ」原理をより効果的に活用できた「凸」の方式が現代の鉄道に発展していったようです。「車石」は、逢坂山界隈に現在も保存されています。上の蟬丸神社、国道1号線沿いの民家(大津算盤の始祖片岡庄兵衛の子孫の家跡) 鰻屋「かねよ」の庭などに点在しています。

<編集委員>
中央復建コンサルタンツ株式会社 林直美

廃坑内の地震センサーは 中国四川省の地震をも捉えた。

土木遺産「逢坂山トンネル」の大津側に小さな地震観測小屋がある。「京都大学防災研究所地震予知研究センター逢坂山研究所」の観測施設である。明治に掘削されたトンネルは、固い岩盤をくり抜いて観測に重要な温度・湿度の気象条件の変化を、岩の罅がシャットアウトしていた。

僅かのひずみを捉えて電気信号に岩盤を突き出した坑道内を進むこと数十m、熱膨張の少ない特殊管が岩盤に固定され、さらに進むこと約100m、ひずみセンサーが設置されている。僅かの岩盤のひずみがこのセンサーで感知され電気信号に変えられて観測小屋に伝送される。その観測機?はギヤをも研究員自ら削り上げた手作りセンサーだ。

地球は一つを実感!

近年、環境問題を耳にするたび、国境など関係ないと感じる。この観測施設を見学した数日前に発生した四川地震をセンサーは捕らえていた。さらに地震予知の研究が進み、来る東南海沖地震や世界の大地震予知に活用されることを願いたい。



第41回(平成20年度)研究発表会のご案内

日時:平成20年9月9日(火)9:00~17:30(受付開始 8:50~)

会場:大阪科学技術センター(401・403・404・405・701・702号室・大ホール・中ホール)
大阪市西区靱本町1-8-4(地下鉄御堂筋線・四つ橋線・中央線「本町駅」28番出口より徒歩3分。うつぼ公園北東角)
Tel.06-6443-5324

参加申し込み方法:
参加費は無料。事前に申込手続きの必要はありません。当日、会場の受付(大阪科学技術センター8Fホール前)にお越し下さい。受付は、名刺を提出していただくか、または署名により行います。

主催:(社)建設コンサルタンツ協会 近畿支部 研究発表委員会
〒540-0021 大阪市中央区大手通1-4-10 大手前フタバビル 5F
Tel.06-6945-5891 Fax.06-6945-5892 E-mail gyouken@kk.jcca.or.jp

後援:(社)土木学会関西支部 (社)地盤工学会関西支部

プログラム

- 開会あいさつ:近畿支部 支部長 後藤 浩一(大ホール 9:10~9:20)
- 特別講演:①「建設コンサルタントをめぐる諸情勢」
近畿地方整備局 企画部 技術調整管理官 田口 定一(大ホール 11:25~12:25)
②「多自然川づくり」
九州大学 教授 島谷 幸宏(大ホール 15:20~16:50)
- 一般発表講演:構造・施工系、河川系、土質系、環境系、計画・交通系、の5部門、45題の発表を行います。
詳細は近畿支部HPをご覧ください。http://www.kk.jcca.or.jp
- プレゼン発表:卒業後2年目までの、若手技術者によるプレゼンテーション発表(15編)を実施いたします。
- 委員会報告:①橋梁維持管理研究委員会(大ホール 9:30~11:15、13:25~15:10)
②水辺空間の維持と管理に関する研究委員会(中ホール 13:25~15:10)
- 表彰式及び閉会挨拶:(大ホール 16:50~17:20)
表彰式 近畿支部 技術部会長 本下 稔
閉会挨拶 近畿支部 副支部長 岡田 鉄三



厚生委員会からのお知らせ

厚生委員会は、支部会員相互の交流を図るため、近畿支部全地域を対象とした行事及び講習会・講演会等を実施することを目標としています。また、文化的行事あるいは各種スポーツ大会を企画運営しています。たくさんの方のみなさまの参加・観戦をお待ちしています。

第47回 野球大会のご案内

日時:平成20年 11月15日(土)22日(土)
場所:万博スポ・ツ広場

第33回 サッカー大会のご案内

日時:平成20年12月13日(土)
平成21年1月17日(土)
24日(土)
場所:舞洲運動広場

第33回 ボウリング大会の結果報告

日時:平成20年7月5日(土)

<福井会場>

- 1位 大江・恩田((株)オリエンタルコンサルタンツ)
- 2位 市川・三澤((株)サンワコンA)
- 3位 水中・田中((株)サンワコンB)

<大津会場>

- 1位 前原・江口(協和設計(株))
- 2位 中小路・柴原(国際航業(株)E)
- 3位 田畑・文堂(東洋技研コンサルタンツ(株)A)

<大阪会場>

- 1位 戸田・中東((株)かんこうA)
- 2位 岩永・東(明治コンサルタンツ(株)A)
- 3位 小谷・水口(玉野総合コンサルタンツ(株))

<和歌山会場>

- 1位 和田・成瀬(和建技術(株)A)
- 2位 堀原・三木((株)エイトコンサルタンツ)
- 3位 塩谷・尾崎(和建技術(株)C)

編集後記

2004年の夏から当誌の発行を司る会誌・HP委員会の委員長を務められていた北後征雄さんが、2年間の闘病生活の末、平成20年6月に亡くなられました。

この4年間私達編集委員は北後さんと共に活動する事ができ本当に幸せでした。私達のような若造を嫌な顔をせずグイグイと引っ張ってくれました。闘病生活中、ご自宅に何度も相談にお伺いし、ご迷惑をお掛けしました。北後さんが最後にテーマとして選ばれた「維持管理」。宮川先生、米谷さんを初めとした多くの方の協力を得てやっと発行することが出来ました。私達としては精一杯頑張りました。北後さんには満足して頂けましたでしょうか。

これからも「クリエイティブきんぎょ」発展のため、「建設コンサルタント」発展のため、「土木」発展のため、見守っていただきます。

会誌・HP委員会 委員長 宮下 典嗣

(社)建設コンサルタンツ協会近畿支部 会員名簿

福井県	(株)オリエンタルコンサルタンツ 関西支店 ☎06-6350-4371	(株)大建技術コンサルタンツ ☎06-6396-3011	パシフィックコンサルタンツ(株)大阪本社 ☎06-4964-2222
京福コンサルタンツ(株) ☎0770-56-2345	開発虎ノ門コンサルタンツ(株)関西支店 ☎06-6352-2813	大成エンジニアリング(株)大阪支店 ☎06-6990-4101	(株)パスコ 関西事業部 ☎06-6214-6700
(株)構造設計研究所 ☎0778-52-5125	(株)片平エンジニアリング 大阪支店 ☎06-4807-1857	大日コンサルタンツ(株)大阪支店 ☎06-6838-1355	(株)八州 関西支社 ☎06-6305-3245
(株)サンワコン ☎0776-36-2790	川崎地質(株)西日本支社 ☎06-6649-2215	大日本コンサルタンツ(株)大阪支店 ☎06-6541-5601	(株)ピーエムコンサルタンツ ☎06-6263-5061
ジビル調査設計(株) ☎0776-23-7155	(株)環境総合テクノス ☎06-6263-7306	(株)ダイヤコンサルタンツ 関西支社 ☎06-6339-9141	(株)復建エンジニアリング 大阪支店 ☎06-6838-3271
(株)帝国コンサルタンツ ☎0778-24-0001	(株)かんこう ☎06-6935-6920	玉野総合コンサルタンツ(株)大阪支店 ☎06-6537-5825	復建調査設計(株)大阪支店 ☎06-6392-7200
東京コンサルタンツ(株)福井支店 ☎0776-33-5987	基礎地盤コンサルタンツ(株)関西支店 ☎06-6536-1591	中央開発(株)関西支社 ☎06-6386-3691	(株)間瀬コンサルタンツ 大阪支店 ☎06-6385-0891
滋賀県	(株)橋梁コンサルタンツ 関西支店 ☎06-6245-7277	中央コンサルタンツ(株)大阪支店 ☎06-6243-2541	三井共同建設コンサルタンツ(株) 関西支社 ☎06-6599-6011
(株)石居設計 ☎0749-26-5688	協和設計(株) ☎0726-27-9351	中央復建コンサルタンツ(株) ☎06-6160-1121	明治コンサルタンツ(株)大阪支店 ☎0727-51-1659
キタイ設計(株) ☎0748-46-2336	近畿技術コンサルタンツ(株) ☎06-6946-5771	(株)長大 大阪支社 ☎06-6541-5793	八千代エンジニアリング(株)大阪支店 ☎06-6945-9200
近畿設計測量(株) ☎077-522-1884	(株)近代設計 大阪支店 ☎06-6228-3222	(株)千代田コンサルタンツ 大阪支店 ☎06-6441-0665	(株)横浜コンサルティングセンター 大阪支店 ☎06-6885-0964
(株)新洲 ☎077-552-2094	(株)ケーエーケー技術研究所 ☎06-6942-6690	(株)トーニチコンサルタンツ 西日本支社 ☎06-6316-1491	兵庫県
正和設計(株) ☎077-522-3124	(株)ケーシック ☎072-846-4641	(株)東京建設コンサルタンツ 関西支店 ☎06-6209-0700	アサヒコンサルタンツ(株)兵庫支社 ☎0792-26-2014
京都府	ケイエムエンジニアリング(株)大阪支店 ☎06-6222-2440	(株)東建ジオテック 大阪支店 ☎0722-65-2651	(株)カイヤマグチ ☎0792-67-1212
(株)エース ☎075-351-6878	(株)建設企画コンサルタンツ ☎06-6441-4613	(株)東光コンサルタンツ 大阪支店 ☎06-6541-7782	国際航業(株)西日本支社 ☎06-6487-1111
(株)ケクチコンサルタンツ ☎075-462-5544	(株)建設技術研究所 大阪本社 ☎06-6206-5555	東洋技研コンサルタンツ(株) ☎06-6886-1081	(株)ジャパックス ☎078-231-4031
(株)キンキ地質センター ☎075-611-5281	晃和調査設計(株) ☎06-6374-0053	(株)都市建設コンサルタンツ ☎06-6555-1661	(株)ニコス ☎0796-42-2905
サンスイコンサルタンツ(株) ☎075-343-3181	(株)国土開発センター 大阪支店 ☎06-6770-7311	(株)中川設計事務所 ☎06-6302-7301	(株)日本港湾コンサルタンツ 関西支社 ☎078-251-6234
内外エンジニアリング(株) ☎075-933-5111	国土防災技術(株)大阪支店 ☎06-6136-9911	中日本建設コンサルタンツ(株)大阪支店 ☎06-4794-7001	阪神測建(株) ☎078-360-8481
(株)吹上技研コンサルタンツ ☎075-332-6111	サンコーコンサルタンツ(株)大阪支店 ☎06-4702-5230	(株)浪速技研コンサルタンツ ☎0726-23-3695	(株)ワールド ☎06-4869-3321
大阪府	(株)サンヨーナイスコーポレーション 東大阪営業所 ☎06-6787-3271	(株)日建技術コンサルタンツ ☎06-6766-3900	奈良県
(株)アーバン・エース ☎06-6359-2752	(株)CTIウイング ☎06-6226-1400	(株)日建設シビル 大阪事務所 ☎06-6229-6399	(株)ケー・エスコンサルタンツ ☎0744-27-3097
(株)アイ・エヌ・エー 関西支店 ☎06-6885-6665	ジェイアール西日本コンサルタンツ(株) ☎06-6303-6971	(株)日構シーエスエス ☎06-6747-1900	大洋エンジニアリング(株) ☎0742-33-6660
朝日航洋(株)西日本空情支社 ☎06-6338-3321	(株)修成建設コンサルタンツ ☎06-6452-1081	(株)日産技術コンサルタンツ ☎06-6944-0669	(株)阪神コンサルタンツ ☎0742-36-0211
朝日調査設計(株) ☎06-6357-5270	新構造技術(株)大阪支店 ☎06-6282-1281	(株)日水コン 大阪支所 ☎06-6398-1658	和歌山県
アジア航測(株)大阪支店 ☎06-4801-2230	新日本技研(株)大阪支店 ☎06-4706-7001	日本技術開発(株)大阪支店 ☎06-6359-5341	(株)中山総合コンサルタンツ ☎073-455-6335
(株)アスコ ☎06-6444-1121	(株)スリーエスコンサルタンツ ☎06-6227-5885	日本工営(株)大阪支店 ☎06-7177-9500	和歌山航測(株) ☎073-462-1231
いであ(株)大阪支店 ☎06-4703-2800	セントラルコンサルタンツ(株)大阪支店 ☎06-6882-2130	(株)日本構造橋梁研究所 大阪支店 ☎06-6203-2552	和建技術(株) ☎073-447-3913
(株)ウエスコ 大阪支店 ☎06-6943-1486	全日本コンサルタンツ(株) ☎06-6646-0030	日本交通技術(株)大阪支店 ☎06-6371-3843	ワコウコンサルタンツ(株) ☎073-477-1115
(株)エイトコンサルタンツ 関西支店 ☎06-6397-3888	(株)総合技術コンサルタンツ 大阪支店 ☎06-6325-2921	日本シビックコンサルタンツ(株) 西日本事業部大阪支店 ☎06-6534-7560	
応用地質(株)関西支店 ☎06-6885-6357	第一建設設計(株) ☎06-6353-3051	日本振興(株) ☎0724-84-5200	
(株)オオバ 大阪支店 ☎06-6228-1350	第一復建(株)大阪支店 ☎06-6453-4321	(株)ニュージェック ☎06-6374-4901	

2008年7月現在