

# CREATE KINKI **クリエイト きんき**

[テーマ] コンクリート



**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11号]

〒540-0005  
 大阪市中央区上町A番12号(上町セイワビル)  
 TEL. 06(6764)5891 FAX. 06(6764)5892  
<http://www.kk.jcca.or.jp>

発行日：2006年8月10日

ご意見、お問い合わせは、[create@kk.jcca.or.jp](mailto:create@kk.jcca.or.jp) まで



1 巻頭言

特集

テーマ 2 コンクリート

- 2 コンクリートの組成
- 6 コンクリートの歴史
- 8 コンクリートをお酒で練る
- 12 大阪城天守閣とコンクリート
- 14 琵琶湖に浮かぶ！コンクリートカー

映画や文学にみる土木

- 16 「文学の中の土木と時代背景」  
- 文学に土木がどうして取り上げられることが少ないか -
- 17 映画「スピード」

シリーズ「土木遺産」

第四回 18 神子畑鉄橋

その他

- 20 支部会員のみなさまへ
- 21 会員名簿



# 社会資本整備を訴える 情報発信機能



社団法人建設コンサルタンツ協会  
近畿支部支部長 後藤 浩一

「クリエイトきんき」は2001年8月に第1号を発行して、本号は第11号となります。

創刊号の巻頭言には、次のように述べています。『建設コンサルタントは、自ら人間や社会に対するしっかりした信念や哲学を持ち、それを社会に発信できなければなりません。本誌を通じて、われわれが、新たな社会の要請に応えるべく、新時代の建設コンサルタントとして活動していく所存であることをご理解いただけるものと思います。』

今日、日本の社会資本は十分に整備された、インフラ整備は縮小してもよいという風潮が見られますが、この誤解を解くことが建設コンサルタントにとって大切な活動であると考えております。

昨今の地震災害や河川災害を見れば、国民の安全、安心、快適のためにはインフラ整備の更なる充実が必要と感じられます。今の日本の生活レベルは先人たちが努力して築かれたインフラ整備に拠るところが大きいと言われております。現在の我々は未来の子孫のため社会資本整備を怠ってはならないことを訴えるべきと考えます。

「クリエイトきんき」は、近畿の建設コンサルタントが社会に訴えるための重要なメディアです。近畿の官公庁や教育・学術機関に配布していますが、さらに多数の方々に知っていただきたいと思っています。近畿支部のホームページのなかで創刊号からの内容を見ることができます。

近畿支部では本誌をコアとして、社会資本整備の必要性を訴えていくことを一層活発にしていく所存です。訴える内容も社会の皆様の視点を幅広く入れるように心がけます。多くの関係者と意見交換を進め、連帯して訴えることも大事です。各種の広報誌との情報交換や共同企画なども考えられます。印刷物だけでなく、音声・動画などもっとなじみやすい方法で発信することも考えられます。「クリエイトきんき」をご覧の皆様、ぜひご意見をお寄せください。

社会資本整備に係る情勢は厳しいですが、皆様とともに着実に前進していきたいと思っております。どうぞ、皆様方のご支援を賜りますようお願い申し上げます。

明治維新の頃の日本では、コンクリートは未知の材料でした。セメント工場が明治6年(1875年)に深川に建設されましたが、その頃のセメントは、石積みやレンガ積みの目地材や無筋コンクリート等に用いられるだけでした。本格的な鉄筋コンクリート構造物としては、明治36年(1903年)に竣工した琵琶湖疎水の日ノ岡11号橋が第1号とされています。それから約100年、コンクリートは社会基盤を支える基礎的な材料として、さまざまに使われてきました。本号では、コンクリートの基礎からコンクリートの維持管理までを概観します。



# コンクリートの組成

土木に携わる人間が、「コンクリートの組成」などという非常に堅苦しい言葉から連想するのは、「水セメント比」「水和反応」といった、土木に携わることの無い人々にとっては恐らく一生耳にすることの無い単語だと思います。しかし、このコーナーでは、そんな言葉を羅列した技術論文ではありませんのでご安心を。コンクリートは一体どのような材料で出来上がっていて、どのような種類のコンクリートがあるのか、そんなコンクリートの素顔に迫っています。

ちょっと聞きなれない単語(※印)については、【用語解説】をご覧ください。

<編集委員> 東洋技研コンサルタント株式会社 宮下 典嗣

## 材料は？

まず、「コンクリートの材料」という側面からその素顔に迫ります。コンクリートはセメント、水、細骨材、粗骨材という4種類の材料から成り立っています。セメント？細骨材？粗骨材？という方のために、ちょっとだけ突っ込んだ説明をしておきます。セメントとは？セメントには様々な種類の物がありますが、ここでは最も一般的なセメントである「普通ポルトランドセメント」について説明します。普通ポルトランドセメントは、石灰石と粘土を混ぜて焼いたものに石こうを加え、細かく砕いて完成します。

次に細骨材<sup>1</sup>と粗骨材<sup>2</sup>についてですが、これは一般的な用語で言う「砂」と「砂利」です。ただ、細骨材

と粗骨材には定義がありますので、この定義については「用語解説」をご覧ください。

と、以上のように、コンクリートは、セメント、水、細骨材、粗骨材の4種類の材料から成り立っています。この4種類の材料を混ぜると、細骨材、粗骨材を包み込むようにセメントと水が化学反応(水和反応)によって固まり、強固なコンクリートが完成するというわけです。

## コンクリート以外にも

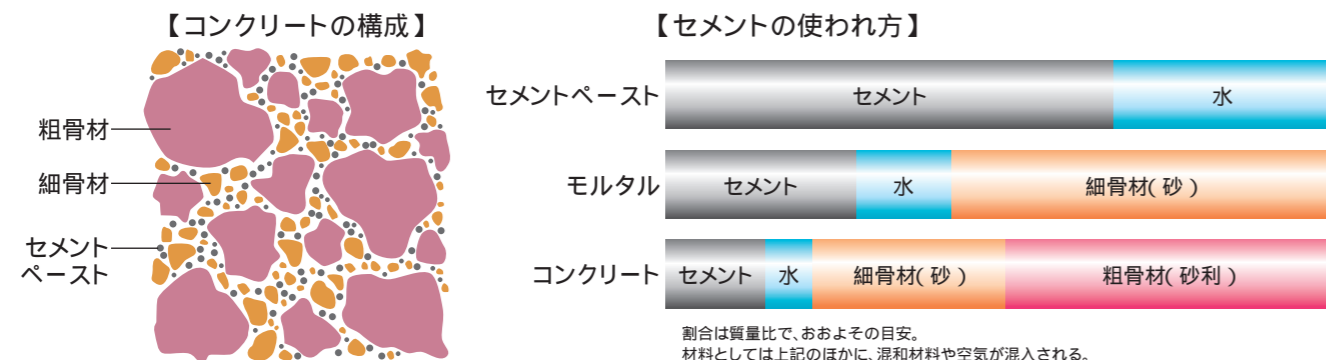
ちょっと話はそれますが、「セメントペースト」や「セメントモルタル」という言葉を聞いたことはありませんか？コンクリートが4種類の材料から出来上

がっていることを説明しましたが、「セメントペースト」は、セメントと水という2種類の材料から出来上がり「セメントモルタル」は、セメントと水と細骨材という3種類の材料から出来上がる、コンクリートの親戚みたいな物です。

セメントペーストは、ちょっとしたコンクリートの補修や、弱い地盤を強い地盤に改良する(地盤改良)場合などに使用され、セメントモルタルは、家の外壁仕上げ材や、ブロック塀などの表面仕上げ材として使用されています。セメント、水、細骨材、粗骨材という材料から、2種類を使って「セメントペースト」、3種類を使って「セメントモルタル」、4種類全てを使って「コンクリート」を作り出す。作り出された物は、各々が様々な場面で活躍しているので、これらを作り出す材料達はなかなかの芸達者ぶりです。

## 水セメント比

ここまでで、コンクリートがセメント、水、細骨材、粗骨材という4種類の材料から出来ていることを理解していただけたと思いますが、この材料の配分によって出来上がるコンクリートがその性質を大きく変えます。その中で最も重要な材料配分が、水とセメントの配分です。水があまりにも多すぎると、いわゆる「しゃぶコン」という状態になり、著しく弱いコンクリートや、ひび割れが起きやすいコンクリートになってしまいます。逆にセメントを多くしていくと、強いコンクリートにはなっていきますが、水分が減ったことにより、運搬・打込み・締固め・仕上げなどの作業性(これらを総称して、ワーカビリティといいます)が悪くなり、現場で扱いづらいコンクリートになってしまいます。この水とセメントの重量比を水セメント比と呼び、水の重量(W)



/セメントの重量(C)で表し、土木の世界では50%~60%位の値が一般的となっています。どのような環境の中に、どのような目的で、どのような大きさ(厚さ)のコンクリート構造物を造るのかということをも十分考え、最適な水セメント比を設定する必要があります。

## コンクリートの種類

コンクリートには様々な種類があります。ここでは、その中からいくつかのコンクリートについて説明します。(いくつかの言いながら、誌面の関係上2種類のみ説明しています)

### 【高強度コンクリート】

その名のとおり、非常に強いコンクリートです。土木においては、非常に高くスレンダーな橋梁などに使用されている事例や、建築においては、高層ビルに使用されている事例があります。

水セメント比の項で説明したとおり、セメントの量を増やすことにより強いコンクリートにはなるものの、ワーカビリティが悪くなる。そこで、コンクリートを作り出す4種類の材料以外に、混和材料<sup>3</sup>という料理で言うところの調味料を加えることにより、ワーカビリティを良好な状態のままセメントの量を増やし高強度コンクリートとなります。水セメント比は30%程度まで小さくすることが可能です。

今後、性能照査型設計<sup>4</sup>に移行していく中で、その使用頻度は増加していく可能性があります。

### 【高流動コンクリート】

このコンクリートもその名のとおり、非常に流動性が高いコンクリートです。流動性を良くすることによってコンクリート打設時の振動・締め作業が不要になり、省力化、省人化が可能となり、騒音防止にも大きな効果があるとされています。別名「締め作業不要コンクリート」、「自己充填コンクリート」とも呼ばれます。このコンクリートも、高強度コンクリートと同様に、コンクリートを作り出す4種類の材料以外に混和材料を加えることにより、一時的に流動性の高いコンクリートが作られます。

### 【用語解説】

- 1【**細骨材**】10mmふるいをすべて通過し、5mmふるいを質量で85%以上通過する骨材
- 2【**粗骨材**】5mmふるいを質量で85%以上とどまる粒形の骨材
- 3【**混和材料**】セメント、水、骨材以外の材料で、コンクリートなどに特別な性質を与えるために、打込みを行う前までに必要に応じて加える材料
- 4【**性能照査型設計**】構造物の要求性能を明確にした上で、仮定した構造諸元(材料、構造形式、寸法等)の保有性能が、その要求性能を満足することを直接的に照査する形式の設計体系

# concrete

なコンクリートを発明するには至りませんでした(…)

ひょっとしたら、柔らかいコンクリートや、透明なコンクリートといった、“まさか!”と思うようなコンクリートが現実のものとなる日が来るかもしれません。

最後に、当記事では、できるだけ分かりやすいコンクリートの解説を心がけているため、あまり細かい内容には言及していません。専門家の方にしてみれば「説明不足!」と思われる箇所があると思いますが、そこは寛大なお気持ちでご容赦願います。

### 【その他のコンクリート】

今回紹介したコンクリート以外にも、暑中コンクリート、寒中コンクリート、マスコンクリート、膨張コンクリート、水中コンクリート、透水性・排水性コンクリート、繊維補強コンクリート……、と数え切れないほどの種類がありますが、その使用に際しては、使用環境、使用目的、コスト等について十分な検討を事前に行う必要があります。

## おわりに

現在でもコンクリートには未知の部分が多く残されていて、各方面で様々な研究がなされ、その結果、これからも新たなコンクリートが生み出されることと思います。(本誌で紹介している、コンクリート製作時の水を他のものに置き換えての実験では、新た

## シッカリ打てば、100年もつ!!

コンクリートは、生コン工場で作られ、アジテーター車で現場に運ばれ、ポンプ車で型枠内に流し込まれ、養生され、完成する。この一連の流れの中に、“打”に匹敵する行為は見受けられません。なぜ、コンクリートは“打つ”であり“打設する”のでしょうか。現在のように機械化が進んでいなかった時代、コンクリート構造物を造っていた現場ではどのような工程で作業が行われていたのか。ここにその答えがあります。

当時、工場から現場までコンクリートを固めることなく移動させる手段はありません。コンクリートは、現場で、当日の天候や気温を考慮した配合により練り混ぜられていました。練り混ぜられた生コンクリートは、ポンプ車ではなく、一輪車でヨイショ、ヨイショと運ばれていました。当時のセメントは非常に貴重なもので、あまり多くの量を使用できず、砂や砂利が多く配合されていました。そのため、一輪車で運ばれた生コンクリートは、流し込めるようなドロツとした状態の生コンではなく、パサパサとした状態の生コンだ

ったようです。その方が一輪車で運ぶのに都合が良かったことも原因かもしれません。

そんなパサパサとした生コンクリートを流し込むのではなく、大勢の作業員が棒でついたり(打ったり)、型枠を叩く(打つ)などして締め固めていたようです。この締め固め行為からコンクリートは“打つ”物になったのです。シッカリと“打設”された生コンクリートは、非常に品質の良いコンクリートに仕上がっていたようです。

実は、現在でも、棒でついていた代わりに、内部振動方式のバイブレーターを生コンクリートの中に挿入し締め固めます。型枠を叩いていた代わりに、型枠振動方式のバイブレーターを型枠の外側に接触させ締め固めます。昔はマンパワーでコンクリートを打ち、現在もマシンパワーにてコンクリートを打設しているというわけです。



100年の荒波に耐えてきた斜塊ブロック (防波堤の下部)

### 100年コンクリート

1908年に完成した日本初のコンクリート製外洋防波堤が小樽港に存在します。100年の波浪と寒風に耐えて一直線に伸びる「北防波堤」です。「近代港湾の父」といわれる広井勇博士は小樽港の築港の際にまずコンクリートの開発に取り組み、セメントに火山灰を混ぜて強度を増し、24tのブロック製造を可能にしました。また、このブロックを71度34分に傾斜させて並置するという「斜塊ブロック」という工法を採用し、「広井方式」として全国の防波堤設計に活用されたそうです。コンクリートは明治時代の基礎インフラの整備から現在まで活用されつづけているのです。

## アジテーター車？ ミキサ車？

アジテーター車とはどんな車ですか？と聞かれて答えることができる人はどれくらいいるでしょうか。建設業以外の方々にとっては、ほとんど初耳なのではないでしょうか。

では、ミキサ車とはどんな車ですか？と聞かれれば、多くの方は「トラックの荷台部分に筒みたいなのを積んでいて、その筒がグルグル回るやつ!」と答えることでしょう。実は、アジテーター車もミキサ車も、さらには生コン車も同じ車を目的とした車両の呼び名です。

これらの車は、工場で作られた生

コンクリートを、使用する現場まで固まらないように攪拌しながら運搬するためのものです。

“アジテーター”を直訳すれば“扇動者”なる不穏な言葉になりますが、決して怪しい車ではなく、キッチン

専門的には、セメント、骨材、水の状態で積み込み、運搬しながら練り、生コンクリートに仕上げていく車を“ミキサ車”、工場ですでに出来上がった生コンクリートを固まらな



いように運搬するのが“アジテーター車”と使い分けられているそうです。

これらの車を見かけた時、「アジテーター車だ」と声を発してみてください。その時、この言葉に反応した人は、きっと建設業関係者のはずです。

# コンクリートの歴史

スペイン広場の驚異的な喧噪から足早に歩いて約5分、たどり着いた初代ローマ皇帝アウグストゥスの廟墓はツタや雑草に覆われ、とりたてて自らの存在を主張することなく佇んでいました。

近くを通りかかる観光客と思しき人々も、アウグストゥスの墓と知ってか知らずか別段目に留める様子もなく去っていきます。

私自身も、あまりフォトジェニックとは思えないその外観を一周して見ただけで、カメラのシャッターさえ押さずに立ち去ってしまいましたが、その建造物にコンクリートが使用されていることを知ったのは、ずっと後のことでした。

<編集委員>株式会社建設企画コンサルタント 山田 麻由

## 石器時代のコンクリート

「コンクリート=現代文明の象徴」。ステレオタイプな連想ですが、多くの人に刷り込まれたイメージではないでしょうか。

その歴史は意外にも古く、イスラエルのガリラヤ地方で発掘された住居跡から9000年前のコンクリートの壁や床が発見されています。ただし、その原料となるセメントは現代のセメントとは違って、消石灰または焼き石膏です。石灰岩（炭酸カルシウム  $\text{CaCO}_3$ ）を焼成すると生石灰が出来上がります。その生石灰に水を加えると消石灰となり、消石灰は空気中の炭酸ガスを吸って、もとの炭酸カルシウムになって、硬化します。焼き石膏とは、石膏を焼いて脱水するとできる粉末です。それに水を加えると、固まってもとの石膏に戻ります。消石灰と焼き石膏は、空気中で固まる気硬性セメントで、水中では次第に溶け出します。

これらは、厳密には現代のコンクリートと同じではありませんが、石器時代の人々が経験から生み出したコンクリートのルーツと言えるでしょう。

## ローマ時代のコンクリート

パンテオン（=Pantheon）とは、全ての神に捧げられた神殿を意味します。キリスト教が誕生する以前の建造ですから、全ての神とはローマ神話の神々を指しています。紀元前25年、アウグストゥスの側近アグリッパによって建造されるも、火事で焼失し、紀元128年、皇帝ハドリアヌスによって再建されました。

直径約44メートルのドームが、高さ約30メートル、厚さ約6メートルの円筒の上に、その円筒は深さ4.5メートルの基礎の上に載っています。この大規模かつ複雑な構造をもつ建造物の実現を可能にしたのがコンクリートです。この頃のコンクリートは、消石灰、火山

灰に水を混ぜて作ったモルタルに碎石を加えたものです。また、コロッセオ、カラカラ浴場やローマ帝国に巡らされた街道、水道等を建造する際にも、その一部にコンクリートが使用されています。

しかし、ローマ人が耐水性を改善したセメントを発明したことによって発展したコンクリート技術は、その後十数世紀に渡って注目に値するような飛躍を見せませんでした。

## 産業革命時代のコンクリート

コンクリートが再び土木の世界に登場したのは、産業革命の夜明け前であるイギリスです。そして、その再登場によって、ローマ時代からの定説を覆すことになったのです。

“ブリム河の河口”を意味するプリマスは、イギリス海峡の西端に位置する古い港町で、1620年、ピルグリム・ファーザーズがメイフラワー号で新天地に向けて出航した地です。1755年、その沖合の岩礁上にあったエディストン灯台（Eddystone lighthouse）が火事で焼失し、土木技術者ジョン・スミートン（John Smeaton）にその再建が託されました。彼は、再建する灯台は石造りとし、その基礎部分はモルタルで固めることにしました。ただし、そのモルタルは水硬性があり、絶え間なく打ち寄せる波に屈しない耐久性がなければなりません。スミートンは、ローマ時代のモルタルよりも遙かに耐久性のあるモルタルを作り出すため、その原料となるセメントの研究に着手し、2000年にわたって定説であった「セメントに用いる石灰岩は純度の高いものでなければならない」という考えを覆すことになりました。

粘土分を含む不純な石灰岩で作った消石灰なら、火山灰を混ぜなくとも水で固まることがわかったのです。粘土には、シリカ（二酸化ケイ素  $\text{SiO}_2$ ）とアルミナ

（酸化アルミニウム  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ）など、セメントの硬化に必要な成分が含まれているからです。

結果的に、スミートンが灯台の建設に使用したのは、イギリス産の粘土質な石灰岩から作った消石灰とイタリア産の火山灰を等量混合して作ったセメントを用いたモルタルでした。スミートンは、彼自身が開発したセメントについて「強度と耐久性において、ポルトランド石に匹敵する」と述べています。ポルトランド石とは、イギリス南部のポルトランド島から産出され、当時のロンドンで用いられた石材です。

## ポルトランドセメント

現在、一般的にセメントといえばポルトランドセメント、特に普通ポルトランドセメントをさします。幅広い分野で使用されており、日本国内で使用されているセメントの70%が、この普通ポルトランドセメントです。

1824年、イギリスのアスプディン（Joseph Aspdin）がセメント製造方法に関する特許を取得し、「ポルトランドセメント」と命名しました。“ポルトランド”という名称は、前述のスミートンの言葉にヒントを得たとされています。

ただ、現在のポルトランドセメントが完成する過程において、尽力したのはアスプディンだけではありません。アスプディンに先立ってフランスのビカー（Louis Joseph Vicat）は、通常の石灰岩を焼いた消石灰に粘土を混ぜて再び焼くことで、水硬性、強度共に高いセメントを製造することに成功しました。これは、実質的にアスプディンと大きな違いのないレベルのセメントでした。

さらに、アスプディンのポルトランドセメントの品質を向上させたのが、イギリスのジョンソン（Isaac Charlse Johnson）です。ジョンソンは、石灰石と粘土の割合や焼成温度について実験し、アスプディンのセメントよりもさらに高品質のセメントを製造する方法を確立しました。

## 鉄筋コンクリート

コンクリートは、圧縮する力には強いのですが、引っ張ったり曲げたりする力に弱い素材です。その弱点を補強するための組み合わせが、鉄筋とコンクリート、即ち鉄筋コンクリートです。鉄筋は、引っ張る力に強く、かつ、コンクリートとの密着性が高い素材です。

現代では、建設・建築において一般的に使用されていますが、初めて建造物に鉄筋コンクリートが使用さ

れたのは、19世紀末にさしかかろうとしているドイツの帝国議会議事堂でした。帝国土木局マティアス・ケーネン（Mattias Koenen）は、様々な実験を行った上で、材料力学に基づいた鉄筋コンクリートの床を設計しました。「引っ張り力を受け持つように鉄筋を配置する」、これは当時としては画期的な発想でした。

## 日本のコンクリート

セメントの原料である石灰石は100%国内調達されており、多くの原材料を輸入に頼る傾向にある日本で、このような工業製品はまれな存在です。

日本では、豊富にある石灰岩を消石灰にして、ふり、粘土等を混ぜた漆喰が古くから使われてきました。しかし、セメント、コンクリートが日本の建造物に登場するのは、明治維新前後からです。その当時、原料の石灰岩が豊富にあるにもかかわらず、造船所等の建設には高価な外国製のセメントを使用していました。

日本で初めて国産のセメント製造に成功したのは1875年のことでした。東京の深川に建設されたセメント工場、外国のセメントを視察した化学技師である宇都宮三郎指導のもと、実用に耐えうるポルトランドセメントが完成しました。

日本で初期に造られた鉄筋コンクリート橋が、京都市山科区にあります。1903年（明治36年）竣工、土木技師田辺朔郎氏設計、琵琶湖第1疎水にかかるこの橋は、「日ノ岡第11号橋」と呼ばれ、橋の長さは7.3m、幅1.5mのアーチ型、コンクリートの厚さは約30cmあります。

その後、日本の建設、建築においてコンクリートが必要不可欠な存在となったことは言うまでもありません。

## 現代のコンクリート

幻想的なCMで人々の目を引きつけたフランスのミヨール高架橋は、現代の代表的コンクリート構造物のひとつではないでしょうか。全長2460m、高さ343m。7本の橋脚の基礎部分だけが地面と接触しています。その「橋脚の断面は中空で途中からシンメトリーに分離していくRC（鉄筋コンクリート）造。橋脚全体で8万5000m<sup>3</sup>、約20万5000tのコンクリートを使用し、「骨材は近郊の石灰岩から色を厳選して採取したので、コンクリートの仕上がりは自然と調和して」（日経コンストラクション2005.3.11より引用）います。

ヨーロッパ各地から観光ツアーがやってくる名所となっており、多くの人々がその美しさを賞賛していますが、コンクリートがそれを実現している要素の一つであることは確かでしょう。

# コンクリートをお酒で練る

なんとなく、「そろそろコンクリートじゃない？ だってKさんコンクリートの権威らしいよ。」とはじまったこの特集。編集委員6名のうち土木技術者は4名もいるのだが、実際にコンクリートを打設したことがあるのは2名だけ。「これはやってみなくちゃ！ コンクリートってセメントに砂と砂利を混ぜて、水で練るんだよね。タダ練っても面白くないから、水の変わりにお酒とか入れたりしてみようよ。ほんのり赤くなったりして...」まさか、工事現場で水の代わりに酒でコンクリートを練ることはないだろうが、通りがかりの酔っぱらいが缶ビールをこぼして混ぜってしまったらどうなるのだろう。ビールはともかく、何かが混ぜたらコンクリートはどうなるのだろうか。

<編集委員>株式会社ニュージェック 井上 恵太



コンクリートに混ぜる碎石



ミキサーで材料を混ぜ合わせる



すばやく切り返す

## コンクリートを打設

### 日本酒入りは「ひれ酒」の香り

4月下旬、大阪市大正区にある(株)中研コンサルタントの実験施設。実験の中身に興味をもってくださり、無償で協力していただけるという。日頃から様々なコンクリートのテストを行っているそうだ。あいさつもそこそこに、やや緊張した雰囲気の中、さっそく作業が始まる。

実験は、コンクリートを練る時に、普通の「水」の代わりに「日本酒」「焼酎」「ビール」「コーヒー」「コーラ」といった5種類の飲料を入れるとどうなるのか、というもの。セメントなどの材料は、あらかじめ計量してそれぞれの容器に置いてあり、これを順番に機械へ投入、攪拌する。はじめは水、そして日本酒。無色なので見た目は変わらないが、なんだか香ばしい香りが。中研コンのY氏にいわせると「これはヒレ酒のにおいですね。」次いで焼酎、ビー

ルと混ぜ合わせ、コーヒーを混ぜたとたんに、今度は何とも例えがたい悪臭が漂いだした。実験への不安と期待が高まる...



コーラを混ぜる

### コンクリートはデリケート

攪拌したコンクリートを平たい容器に出して、均一になるようにスコップで切り返す。2人がすばやく一定のペース、回数で行うのだが、とにかく手際がいい。こうした比較実験を行う上で、練る時間や回数をあわせるのは非常に重要なポイントだが、すばらしいチームワークだ。

練り上がったばかりの6つのフレッシュコンクリートにどんな違いがあるのか調べてみる。打設には固すぎでも、軟らかすぎでもダメで、ほどよい固さの施工しやすいコンクリートが求められる。スランプ試験はその固さを調べる試

## 供試体を作る



①突き固める



②たたく



③ならす



④ふたをする

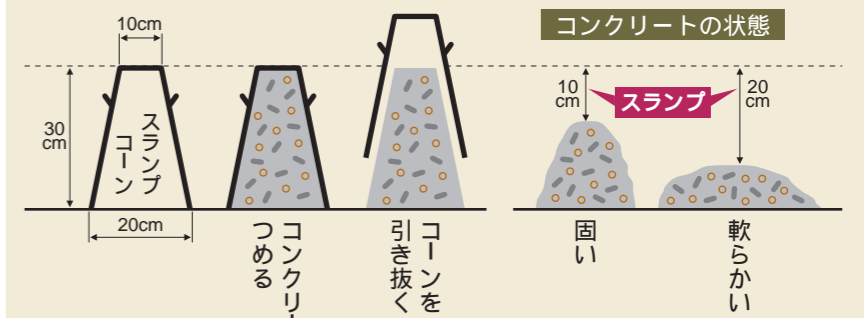
験で、編集委員たちも試みるが、砂場でよくやったからか、意外にうまい。空気量は打設時の施工性や固まった後の強度、耐久性に影響するそうだ。



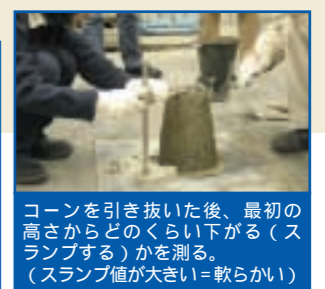
空気量の測定

結果は右表のとおり。水で作成した普通のコンクリートと比べて、かなりバラツキがある。スランプ試験によると、焼酎、ビール、コーヒーを入れると、水より軟らかくなり、日本酒は固くなる。また空気量はビール、コーヒーで非常に高く、コーラが低いことから、炭酸による影響でもないらしい。想像以上にデリケートなものなので...。悩ましい結果を横目に、コンクリートを型に流し込む。打設後2日目、28日目(4週間後)に強度試験を行う予定であるが、さて、どんなコンクリートができるのだろうか。

## スランプ試験



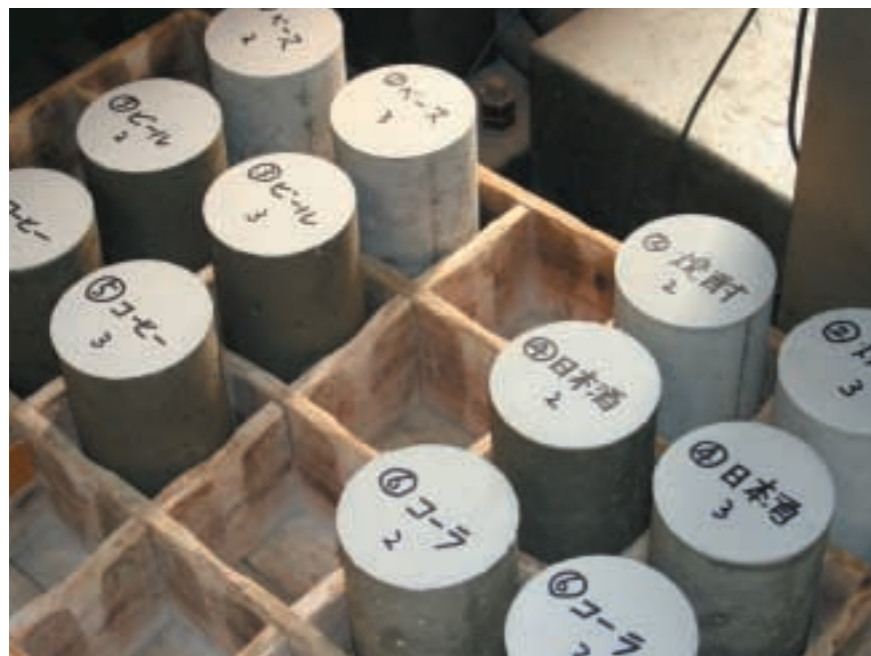
コーン(中空の容器)を置き、上からコンクリートをつめる。



コーンを引き抜いた後、最初の高さからどのくらい下がる(スランプする)かを測る。(スランプ値が大きい=軟らかい)

表-1 フレッシュコンクリートの試験結果

コンクリートの種類	スランプ (cm)	空気量 (%)	温度 (°C)
水	8.2	4.8	19.9
焼酎	15.5	2.1	18.4
ビール	21.8	10以上	19.2
日本酒	6.3	2.1	19.0
コーヒー	12.1	10以上	19.0
コーラ	8.3	3.5	19.4



まぜた飲料によって色の違うコンクリート

### 打設から4週間

#### お酒入りコンクリートの出来は？

打設日から4週間後（28日目）、いよいよコンクリートの出来具合を確かめに行く。一体どんなものができているのだろうか。実験室に到着。まず、打設2日目に実施済みの強度試験結果を聞く。結果は右表のとおり。水以外は全くもろいのが一目瞭然だ。特に日本酒入りは、型をはずすと同時に崩れてしまったという。

そして、いよいよ28日目の供試体の強度試験。通常このくらいの日数が経過すると、十分な強度が

得られるはずだ。供試体を型枠からはずして見てみると、水や焼酎入りは、白っぽい色をしているが、それ以外は少し黒っぽい。特にビールとコーヒーは濃い色だ。香りは...やはり臭い。

圧力をかける大きな機械に供試体を一本ずつ慎重に乗せ、予測される強度によってレンジを決める。圧力をかけていくと、亀裂が入り圧力がかからなくなる、そのときの目盛りが最大荷重である。供試体3本の平均値を取って圧縮強度とする。

焼酎は触った感じもかなり硬い。それに比べてコーラ、ビールはすぐに崩れそう。まず焼酎入りを台に載せる。編集委員たちの予想は、3~5N/mm<sup>2</sup>。その予想に従いレンジを決めて、いざ！全員の目が針に注目！ 予想に反して、あわててレンジを切り替えること2回。強度は21.4N/mm<sup>2</sup>。焼酎はみなの予想を裏切って以外と強度の高いコンクリートとなっていた。しかし、それ以外のビール、日本酒、コーヒー、コーラはいずれも非常に低い値であった。

表-2 圧縮強度試験の結果（2日目・28日目）  
（単位：N/mm<sup>2</sup>）

供試体名	2日目	28日目
水	14.8	38.5
焼酎	1.16	21.4
ビール	0.129	0.319
日本酒	0.035	0.779
コーヒー	0.11	0.156
コーラ	0.489	1.08

#### 強度は糖分に左右される

水以外の飲料でつくったコンクリートは、いずれも実際の現場で使えるものではないそうだが、4週間後の強度の違いは何が原因か。なぜ焼酎だけが強かったのか。打設時に計測したスランプ、空気量と比べても明確な関係は見いだせない...。Y氏によると、糖分が影響しているのではないかとのこと。飲料の糖分を調べてもらおうとまさにその通り。焼酎は種類にもよるが、概ね糖分はゼロらしい。体に良いといわれるのもこのためのようだ。

さらに詳しく調べてみると、糖分を混ぜた場合、一定量までは固めるのを遅らせる働きをし、さらに量を増やすと、固まり出すのは早くなる一方で、強度が現れるのは極めて遅くなっていくという。スランプ試験で、日本酒が固かったのは、糖分による早期の凝結が促進されたためとも考えられる。この特性をうまく利用すれば、コンクリートが適度な時間で固まるようにできそうだが、実験結果でも明らかのように、強度を下げるようでは使えないだろう。

表-3 飲料の糖分と強度

飲料	糖分量 (g/100ml) <sup>1</sup>	セメントに対する 糖の割合(%) <sup>2</sup>	28日目の強度 (N/mm <sup>2</sup> )
水	0	0	38.5
焼酎	0	0	21.4
ビール	3.1	1.7	0.319
日本酒	3.9	2.1	0.779
コーヒー	10	5.5	0.156
コーラ	10	5.5	1.08

1：参考値（インターネットの検索より）  
2：水量=161(kg/m<sup>3</sup>)、セメント量=293(kg/m<sup>3</sup>)より

#### お酒とジュースはほどほどに

実験の結果、水以外の飲料でコンクリートを練ると、糖分の量によって強度が下がることがわかった。工事現場でも、何かが混入して性質を変えることのないよう注意が必要だ。少しの成分の違いで性質が大きく変わるコンクリート。扱いには注意が必要だが、混ぜるものによっては大きな可能性を秘めているかもしれない。

人間なら適度な糖分やお酒は体に良いとされるが、コンクリートは好まないようだ。ビールがとてもおいしい季節ですが、みなさまも量はほどほどに。くれぐれも好まない人に無理にすすめたりしないように...

最後になりましたが、実験作業、データの集計までご協力いただいた(株)中研コンサルタントのみなさん、本当にありがとうございました。

協力：(株)中研コンサルタント  
参考文献：  
コンクリート工学（Vol.18, No.10, p.76）  
（社）日本コンクリート工学協会（1980）

#### 参考データ

コンクリートの配合  
（各飲料は、水と全量置き換えした）

W/C	55%	
S/A	45.2%	
目標スランプ <sup>1)</sup>	8±1cm	
目標空気量	4.5±0.5%	
骨材最大寸法	20mm	
セメントの種類	N	
単体量 (kg/m <sup>3</sup> )	水(W)	161
	セメント(C)	293
	細骨材(S)	824
	粗骨材(G)	1,037
	混和剤(A)	0.73

使用材料

セメント	普通ポルトランドセメント （住友大阪セメント(株)製）密度=3.15
細骨材	川砂（滋賀県野洲川産） 表乾密度=2.60 F.M.=2.72
粗骨材	砕石（大阪府高槻産）最大寸法20mm 表乾密度=2.70 F.M.=6.64
混和剤	AE減水剤標準形Ⅰ種（ポゾリスNo.70）
水	上水道水
焼酎	麦焼酎 いいちこ25°
ビール	キリンラガービール
日本酒	清酒 大関
コーヒー	BOSSレインボーマウンテンブレンド
コーラ	コカ・コーラ



お世話になった中研コンサルタントの皆さんと編集委員

# 大阪城天守閣とコンクリート



電気化学工業株式会社大阪支店  
新規事業開発課長 佐野 世

## 夜空に浮かび上がる大阪城

戦国時代の石山本願寺の跡地に豊臣秀吉が天下統一の拠点として天正11年（1583年）から15年の歳月をかけて築き上げたのが大阪城である。大阪夏の陣（1615年）で徳川軍の手で落城、天守閣は炎上した。その後、徳川幕府により再建されたが落雷で炎上した。現在の天守閣は、昭和6年に大阪市民の寄付により5層の屋根をもつSRC造8階建てとして建設されたものである。しかし、築後64年を経過し、建物の老朽化が進んだため、平成7年12月～平成9年3月に平成の大改修が行なわれた。

現在では、ライトアップされ、美しい姿が映し出される大阪城である。1階のエントランスから8階の展望室まで、工夫を凝らした展示室を通りながら大阪城の歴史を探訪することができる。

## 敵はコンクリートの中性化にあり！

大阪城天守閣の耐久性に関する調査を実施した結果、本建物の耐久性に係る重要な問題点として、コンクリートの中性化が進行しており、コンクリート中の鉄筋や鉄骨の腐食進行が懸念されることが明らかになった。その結果、特に第三者に危害を与える危険性の高い外壁および軒天井に対して、速効性のある再アルカリ化工法が採用された。再アルカリ化工事は平成8年3月から同8月の間に行なわれ、約5,000m<sup>2</sup>が施工された。

コンクリート構造物の劣化メカニズムには、中性化、塩害、凍害、アルカリ骨材反応など様々なものがあります。これらが原因となって劣化したコンクリートに対しては、その原因に応じた対策を実施しなければ、本来の機能を果たすことができなくなってしまいます。以前、大阪の代表的なコンクリート構造物である大阪城は、中性化が進行していましたが、平成の大改修の際にその対策が実施されました。ここでは、この時のお話を電気化学工業株式会社の佐野課長に紹介して頂きます。

## 再アルカリ化工法とは？

再アルカリ化工法とは、電気浸透を利用して、中性化したコンクリートを再生させる工法である。具体的には、コンクリート中の鉄筋を陰極（-極）とし、コンクリート表面に仮設となる陽極（+極）を設置し、両極間に直流電流を流すことにより、アルカリ水溶液を浸透させて中性化したコンクリートのpH値を回復（再アルカリ化）させる工法である。再アルカリ化工法の概要を図-1に示す。

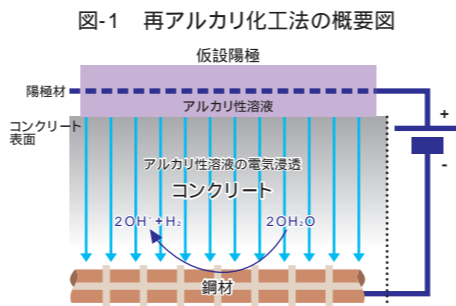


表-1 一般的な施工手順

手順	内容
設計・施工のための調査	外観調査、鋼材位置の把握、中性化深さの測定 など
1 前処理	コンクリート表面の被覆材等の除去
	コンクリート劣化部の補修（ひび割れ注入、断面修復 等） <sup>1)</sup>
	コンクリート表面の電氣的障害の処理
2 再アルカリ化工法	鋼材への陰極リード線の接続、導通の確認
	仮設陽極のコンクリートへの取付け
	直流電源の設置、配線
	アルカリ性溶液の供給
3 直流電流通電処理	直流電流の通電
	再アルカリ化処理の効果確認
4 システム撤去復旧	清掃・片付け、仮設物の撤去、復旧（表面保護・被覆 等） <sup>1)</sup>
施工後の維持管理	通常の維持管理に基づく

注1. ( )内は、再アルカリ化工法に追加する他の補修工法

## 再アルカリ化工事の手順

一般的な施工手順を表-1に示す。

### 【前処理】

外壁および軒天井の表面化粧（白色セメントモルタル等）を取り外し、外部電極とコンクリート中の鉄筋との間で短絡を起こすような箇所をチェックし、浮き

部ははつきり取った後ポリマーセメントモルタルで断面修復を行い、露出金属等はシリコン系シーリング材で封鎖した。

### 【通電システム組立】

鉄筋探査器を用いて鉄筋位置探査し、鉄筋相互の導通を確認した後、露出した鉄筋に陰極用のリード線を接続した。陽極材となる金属メッシュをプラスチックアンカーを用いて取り付け、その上からアルカリ性水溶液とセルローズファイバーを吹付け、外部電極となる金属メッシュへは陽極用のリード線を接続した。



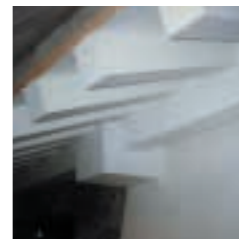
処理作業の様子と電源装置

### 【直流電流通電処理】

直流電源装置により直流電流をコンクリートへ供給する。また、通電期間中は、アルカリ性水溶液の散布を行なった。コンクリート表面積1m<sup>2</sup>当たり1Aの電流を7日間通電することにより、アルカリ性水溶液を中性化したコンクリートへ電気浸透させる。通電処理完了後、再アルカリ化を確認した。

### 【システム撤去復旧】

仮設した陽極をコンクリート表面より取り外し、高圧水にてコンクリート表面を洗浄後、コンクリート表面にポリマーモルタルによる下塗りを行い、その後、上塗り漆喰仕上げを行ない、「大阪城天守閣 平成の大改修」における中性化したコンクリートの再アルカリ化処理が完了した。



復旧後の壁の様子

## 再アルカリ化工法の効果

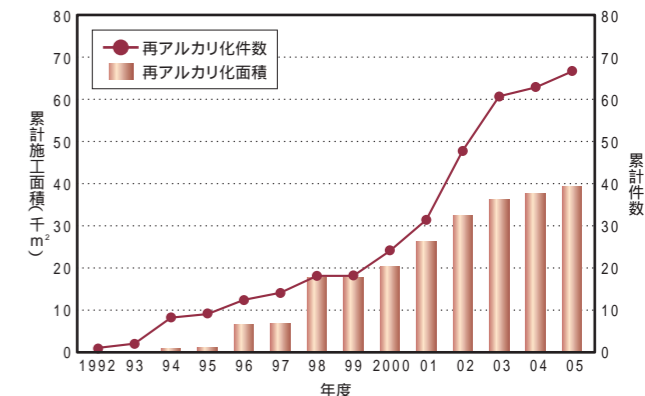
再アルカリ化処理前後にコンクリートの中性化深さを測定し、再アルカリ化状況の確認を行った。測定は処理前にコンクリート面をはつきり、フェノールフタレイン1%エタノール溶液を噴霧し赤色反応により行ない、処理

後には処理前に中性化深さを確認した箇所に来るだけ近い箇所でコアサンプルを採取して処理前と同様の方法で中性化深さの確認を行った。処理後には全ての箇所でも再アルカリ化（中性化深さ0mm）を確認できた。



## コンクリート構造物の維持管理のために

大阪城という歴史的に重要な構造物に再アルカリ化工法を適用した事例を紹介した。本工法は延命を図りたいさまざまなコンクリート構造物（変電所建屋、高速道路、鉄道高架橋、道路橋梁等）に使用されている。ここ数年で施工実績が増え、コンクリート構造物の保存・延命に寄与している工法である。今後のコンクリート構造物の維持管理を担う技術者への参考になれば幸いである。



## コラム コンクリートはアルカリ性？

コンクリートはもともとpH値12～13の強アルカリ性です。それによって、鉄筋コンクリート中の鉄筋の表面には不動態皮膜と呼ばれる緻密な酸化皮膜が作られ、酸化から保護されるのです。中性化が進み鉄筋周辺のpH値が下がると、不動態皮膜が破壊され、鉄筋は腐食し始め、鉄筋の周囲にはさびが生じます。そして、さらに鉄筋の体積が膨れ上がり、鉄筋周辺のコンクリートを圧迫して、コンクリートにひび割れを起こすのです。コンクリートにとって、ひび割れは大敵です。



# 琵琶湖に浮かぶ！コンクリートカヌー

平成18年土木学会全国大会を記念して、コンクリートカヌー競技セッションが開催されます。近年、社会基盤を支える主要材料のひとつであるコンクリートにおいても、循環型社会に適応した形態・使用方法が開発・研究され、「環境にやさしいコンクリート」の出現が期待されています。環境問題のシンボリック存在である琵琶湖で、全国の土木技術者、土木系学生たちが交流を深めることは、たいへん意義深いことだと思います。この中から「宇宙」にも通用するコンクリート技術が生まれるのも夢ではありません。



<平成18年>  
9月20日～22日  
**ポスターセッション  
カヌー展示**  
於：立命館大学びわくさつキャンパス  
ユニオンホール  
9月23日  
**コンクリートカヌー競漕会**  
於：琵琶湖烏丸半島近辺  
(守山市山賀町湖岸緑地 赤野井吉川地区赤野井1)

## 土木屋が琵琶湖に集結する

9月23日琵琶湖烏丸半島近辺に奇妙な集団が出現します。重たそうに下げたカヌー、カヌーとは縁のなさそうな背広を着た中年男性たち、中には色とりどりのシャツを着た若者が混じっています。第1回の全国コンクリートカヌー競漕会では、きっとそんな光景がみられるはずですよ。

コンクリートカヌーとは、コンクリートによって作られたカヌーのことです。あまり知られてはいませんが、コンクリートカヌーは世界各国の大学や高校などで製作され、各種の大会が開催されています。日本においても「土木系学生によるコンクリートカヌー大会」などが長年にわたって開催されてきました。

## コンクリートでできたカヌーが水に浮くのか？

近畿のおばちゃん10人に聞いたら、おそらく9人までは「沈むんちゃう！」と答えが返ってくると思います。おばちゃん（愛情こめて呼ばせていただきます）、鉄の塊の外輪船ミシガンも浮いてるでしょ、コンクリートも浮くと思いませんか？ コンクリートを、硬い・重い・不法投棄など暗いイメージで捉えていませんか？ 「アルキメデスの原理」はコンクリートにだってきちんと「浮力」を与えてくれていることを証明しています。



## わたしにもできる コンクリートカヌーの作り方

いっちょかみの近畿のおばちゃんなら、「私にも作れんの？」ときっと聞いてくれると思います。「作れます！」 作り方は、基本的には右のイラストのようになります。そのとき難しいのは、コンクリート（モルタル）の塗り方ですね。日曜大工の得意なご主人の出番です。ご主人が左官屋さんならばっちりです。コンクリートの船が浮くということだけを考えると、普通の船の形を作れば大丈夫です。

今回の競漕会に出るためには長さ4m以下、2名乗り、従量は100kg以下、セメント系材料を主に使用することなどクリアしなければならない点がたくさんあります。

## 土木技術者たちの工夫

コンクリートはセメントに水と骨材（砂や砂利）を混ぜ合わせたものということは、ご承知でしょう。弱点である引っ張る力に対しては鉄筋を入れます。



2003年4月 土木学会関東支部コンクリートカヌー大会スナップより

つまり強度を必要とする土木構造物であるビルや橋は鉄筋コンクリートです。

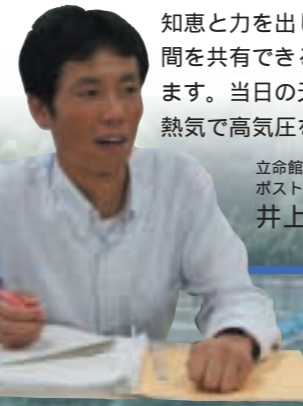
しかし、カヌー競漕に勝利するためには、いかに軽く、柔軟なコンクリートにするかが重要です。これまでも鉄筋に代わってガラス繊維・炭素繊維・アルミパイプなど、砂・砂利に代わって椰子の繊維・プラスチック、果ては火山から噴出した軽石までさまざまな工夫が取り入れられてきました。また、水を切り進む流線型にするための優れた工法を編み出す必要もあります。突拍子もない試みが、コンクリートのイメージを一変させるかも知れません！

技術者たちはコンクリート科学の発展のために日夜努力を重ねているのです。これらの努力が、いつかコンクリートのイメージを変える「ひび割れしない」「柔軟な」コンクリートを作り出すことでしょ。メンテナンスを必要としないコンクリート構造物ができるかもしれません。

## セッション開催まで 立命館大学・井上研究員に聞く

コンクリートカヌー競漕会前の3日間には、ポスターセッション、カヌー展示も行われ、速さだけでなく構造や環境への取り組みなど総合的に審査が行われます。

まず、開催に向けて全国から参加していただけるのかがどうか心配しました。北は仙台から南は熊本まで34チームが参加予定となり、喜びと同時に34艇のコンクリートカヌーを運ぶ費用の捻出、万が一沈没したときの安全面など、いろいろ問題が山積してうれしい悲鳴を上げております。高等専門学校や工業高校などでは、生徒たちがやる気を見せてくれた、楽しんでいるとの声が寄せられています。私たちの大学でも普段は個々に研究を重ねているわけですが、コンクリートカヌーを作るために知恵と力を出し合うという貴重で楽しい時間を共有できるということで歓迎されています。当日の天気は心配ですが、みんなの熱気で高気圧を呼び寄せたいですね。



立命館大学COE推進機構  
ポストドクトラルフェロー博士(工学)  
井上真澄 研究員

Rits Biwaco号 こうして作った！  
ハイテク・コンクリートカヌー

型枠を作るためベニヤ板を切ります。

組み立てるとカヌーの形が出来ます。これを雌型として使います。

型に剥離材を塗った後、グラスファイバー繊維を敷き詰めます。

ビニルエステル樹脂で固めます。こうすればたとえヒビが入っても水漏れはしません。

Rits Biwaco号の秘密は、これから数く3次元ガラス繊維成形体(3D-GFRP)にあるのです。

3D-GFRPをビニルエステル樹脂で固める。

隙間にセメントペーストを流し込む。

お化粧も大切です。

キャンパスにある池に浮かべてみました。

船に乗せてみてもカッコいいでしょう！

# 「文学の中の土木と時代背景」

—文学に土木がどうして取り上げられることが少ないか—

長野県知事の「脱ダム宣言」に始まり、新幹線新駅の建設中止を掲げた滋賀県知事の登場など公共土木事業に対する逆風が吹き荒れているが、私たちは、明治維新から21世紀初頭に至るまで行われた、先人の旺盛な開発によって築き上げられた社会基盤を利用することによって、日々の快適な営みを楽しんでいる。この間に行われた多面的な開発は、世界史にもまれな急成長を支え、アジアで初めて近代化に成功し、また敗戦によって荒廃した国土を、奇跡的なまでに復興させ、さらには高度成長を成し遂げたのである。

これらの開発を支えてきたのはとりわけ土木、土木技術であることは論を待たない。ところが、個々の土木技術者には「土木事業は一人では行うことができない。常に集団または組織によって遂行される。そのことから個人名を押し出すことを遠慮する」という伝統がある。土木技術者はシャイなのだ。

そのような土木技術者自身の持つ伝統に加えて、世の中に充満する公共事業に対する一方的な批判、土木に対する根柢のないマイナスイメージといった時代背景から、近年、文学に土木が取り上げられることが少ない。当然のことながら文学者も時代背景から無縁ではられない。高度成長期にはそれなりに土木技術者を取り上げた小説が散見される。

例えば、曾野綾子には、田子倉ダムやアジア・ハイウェイの建設現場で働く名もなき技術者たちの人生を

刻んだ「無名碑」(1968年)や1987年に土木学会著作賞を受賞した「湖水誕生」がある。また、吉村昭には、太平洋戦争開始直前、第3黒部ダム建設に伴って施工された黒部峡谷奥におけるトンネル工事の悲惨な状況を描いた「高熱隧道」(1967年)がある。高熱断層に突き当たり、トンネル内の温度は、45度を遥かに超え、ピーク160度に達する。作業員の背中から黒部の雪解け水をかけながらの作業、ダイナマイトの発火事故等が描かれている。そのほか1973年に上梓され菊池寛賞受賞した「関東大震災」や「海の壁」(1970年)(現在の文庫本では「三陸海岸大津波」と改題されている)を加えてもよいかもしれない。さらに、田村喜子には、第1回土木学会著作賞を受賞した「京都インクライン物語」(1992年)がある。田辺朔郎を取り上げた本書については、クリエイティブ第9号で詳しく紹介した。そのほかに「ザイルの虹・メコンの夢 - 国際協力の先駆者たち」(1996年)など多数の著作を挙げることができる。

このように、土木、土木技術者をあつかった作品は、一部を除いて、1960年代から70年代の高度経済成長期に書かれたものが多い。

一方、この国の亜熱帯化がいわれ、毎年のように台風や集中豪雨によって、土砂災害に見舞われている。加えて近い将来必ず来るといわれている大地震などを考えた時、私たちが災害列島とでもいうべき位置に暮らしていることは少しも変わっていない。

高度経済成長の象徴「黒部ダム」



上：現在の大阪中之島  
下：戦後の焼け野原となった御堂筋

い。言い換えれば、土木技術が必要とされる状態はこれまでと同様、少しも軽減されてはいない。ところが、最近大学の学科名から「土木工学科」を見つけないのははなはだ困難である。もちろん多くの例外があることを承知のうえであえていえば、土木工学科というと殆ど応募者がいないか、低レベルの学生しか集まらないという。しかし、名前を変えることによって学生を集めようというのは、一時的銀行のようなもので、必ずしもフェアであるとは言えないのだが…。この現状を何とか変えたいと心から思う。

文学者が時代の流れに敏感に反応し、土木が取り上げられることが少なくなったいま、「発言する土木技術者」が求められる。

土木技術者が自ら文学を目指し、ひとりひとりが自分史を書くような試みが必要かもしれない。

編集委員：  
ジェイアール西日本コンサルタンツ株式会社  
北後 征雄

# 「スピード」—SPEED—(1994)

監督：ヤン・デ・ボン 主演：キアヌ・リーブス サンドラ・ブロック

時速50マイル以下になると爆発する路線バスをメインに、爆弾魔とSWAT隊員の攻防をノンストップで描くアクション大作。次々起きる危機また危機とその解決手段がゲーム感覚で展開されていく。



## ■土木屋として

アクション映画やSF映画について、重箱の隅をつつくような真似をすることは私の本意ではないのですが、この「スピード」については、土木に携わる人間としてどうしてもひとことだけ言っておきたいことがあるのです。

15mも途切れた高架橋をジャンプ台があるわけでもないのにバスが飛ぶことについて納得いかないとか、50mile/h = 80km/hものスピードでほぼ90度のコーナーを曲がりきることに納得いかないとか、そんなチマチマしたことを言いたいわけではないのです。はたまた、この映画が「新幹線大爆破」という日本映画の影響を受けているとの噂についてひとこと言いたいわけでもありません。あくまでも、土木屋として…。

## ■地下鉄工事

それは映画の最後に登場するシーンです。地下鉄のブレーキはその機能を失い、止まることができない。地下鉄車内の握り棒に手錠で繋がってしまったサンドラ・ブロック。手錠の鍵は無い。キアヌ・リーブスは握り棒を何とか地下鉄車体から取り外そうとするが、握り棒はビクともしない。電車は刻々と工事中の区間に迫る。キアヌ・リーブスとサンドラ・ブロックは脱出を諦め、抱き合ったまま電車が工事区間に突入することを覚悟する。そして、ついにその瞬間が。二人が乗った電車は次々とこれでもかというくらい様々な物をなぎ倒し突き進む。最後に電車は、

資材搬入路らしき斜路を突き進み、路上に放り出されてしまう。無事、助かった二人は、路上に横たわる電車内で…。The END。

この中に私がひとことだけ言っておきたいことが隠されているのです。

## ■大惨事

工事区間に突入した暴走地下鉄は、次々と様々な物をなぎ倒すのですが、そもそもこの工事現場は何を作っている現場なのか。この疑問については、映画の中で路線図が映し出されているため、ハリウッドの地下鉄工事であると判断できます。

では、この現場はどのような施工方法がとられているのか。映像から、開削工法であることがわかります。かつ、現場の暗さから、路面覆工が行われていると判断することが出来ます。ということは、暴走地下鉄が次々となぎ倒している鋼材は、路面覆工の支持材となっている中間杭であると考えられる。とすると、暴走地下鉄により支持材を失った路面覆工板等は、次々と掘削内に崩れ落ち、路上部分は見るも無残な光景となるはず。

ところが、路上に放り出された電車内では、キアヌ・リーブスとサンドラ・ブロックが幸せそうに抱き合い、それをヤンヤノ歓声で見ている市民達。映像を見た限りでは、路上の中央付近には工事用の目隠し柵が設置され占有した状態になっている。いくら目隠し柵を設置しているといっても、あれだけの中間杭がなぎ倒されたからには目隠し柵もろ

とも掘削内に崩れ落ちる大惨事になることは間違いない。

でも、主役の二人は幸せそうな一時を迎えたままで、それを取り囲む市民の顔にも、不安な色は一切見受けられない。

と思った矢先に、ラストを迎えた映画は、カメラがドンドン引いていき、現場周辺の光景が見渡せるほど引いてしまう。そこには、きっと見るも無残な光景が映し出されると思いきや、何事も無く平穏な街並みが映し出されているではありませんか。それどころか、まさに路面覆工が崩壊したと予想される付近の路上では、普通に車両が行きかっているような映像さえ見受けられるではありませんか……。

## ■葛藤

私の心の中では「世間一般の人々は騙せても、土木屋の目はごまかせないぜ」という自分と、「娯楽の王道であるアクション映画のそんな細かいことを気にするなよ」という自分がこの映画を見るたびに戦っています。何れにせよ、私はこの映画のラストシーンを、アクション映画独特の余韻に浸りながら見ることは出来ません。また、この記事を読んだしまったあなたも、きっと余韻に浸りながらのラストシーンを迎えることはできないでしょう。悪しからずお許し下さい。

編集委員：東洋技研コンサルタント株式会社  
宮下 典嗣

# 神子畑鑄鉄橋

但馬は昔から金、銀、銅...様々な鉱物が産出されてきた地域です。神子畑橋はそれらの鉱物を運ぶために建設された橋のひとつです。

編集委員：中央復建コンサルタンツ株式会社  
林 直美

「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：神子畑橋(みこはたきょう)

評価ランク：A

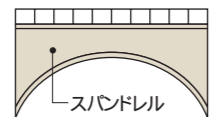
コメント：現存する最古の鑄鉄アーチ橋。明治18年に明延鉱山より産出された鉱物を運ぶため、当時の馬車道に架けられた。高欄幾何学的デザインで装飾性も高く、国の重要文化財でもある。

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

## 日本最古の鑄鉄橋

明治11年に神子畑の加盛山で金・銀を含む良鉱が発見されました。ところが神子畑から生野の精錬所までの道は狭く曲がりくねった上、川が多かったため、明治16年から2年間、総工費4万円をかけて神子畑・生野間に全長16.2km、幅3.6mの鉱石運搬馬車道が建設されました。このルートに5つの鉄橋が架けられましたが、神子畑橋と羽淵橋はそのうちの現存する2つです。

どちらも鑄鉄橋<sup>1</sup>としては日本最古のもの。神子畑橋は当時珍しいスパンドレル<sup>2</sup>に縦縞の装飾がされた繊細な美しさを誇り、羽淵橋は「眼鏡橋」の愛称もあるツーパンの様式で、平成3年(1991)の台風で田路川が決壊し羽淵橋公園に移築されました。



1【鑄鉄橋】純鉄に2-4%の炭素やマンガン、リン、硫黄などを含有した鉄でできた橋  
2【スパンドレル】アーチの外輪と垂直部材によってできる三角形の部分

## 神子畑 - 生野間の馬車道(鉱山道路)

生野鉱山から飾磨港(現:姫路港)へは、明治9年開通の生野鉱山寮馬車道(12里15丁:約49km)が続いていて、馬車専用道として当時の物流を支えていましたが、ムーセ邸から神子畑川を横切り、隧道を抜け精錬所のあった生野までの神子畑・生野間の鉱石運搬馬車道は、銀山道の支線とも言うべきものでしょう。明延鉱山から生野精錬所までの間に神子畑橋、吊橋、羽淵橋、金木橋、無名橋という5つの鉄橋が架けられました。

鉱石の運搬には当初、馬車や手引車が使われ、明治22年にレールの敷設後はトロッキになりました。その後、馬車鉄道になって馬車1台に約750kgの鉱石を積んで運びましたが、動力車にかえられ、昭和32年にトラック輸送となり、74年間続いた鉱石運搬の役目を終えました。

## 神子畑橋と出会う

そんな日本のアイアンブリッジを一目見ようと、大阪から2時間少々の小旅行...。播但自動車道の朝来ICを出て左折、R429を東方面へ10分程山道を進むと、左手に見えてきました。まず目に入るのは、国指定文化財『神子畑鑄鉄橋』の看板。側にはちょっとした駐車スペースがあり車を停めることができます。そこは、小さな公園らしく



神子畑橋



神子畑選鉱所跡



一円電車

整備されていて記念碑があるものの肝心の橋が見当たりません。橋は何処??と思い、辺りを見渡すと、小道の先に発見!すぐそこまで迫っている山々、穏やかな川のせせらぎ、緑の草で覆われた休耕地...。如何にも日本昔話の世界に、どこなく異国情緒漂う黒いレトロな鉄の橋が、何の違和感も無く存在していました。橋の先には『ご自由に開けてお入りください。お帰りの際は必ず鍵をお閉めください』という看板の貼り付いた大きな門があり、遊歩道が続いています。この道が旧馬車道の一部だったのでしょうか。

橋は、骨組みが鉄、渡る所は木で出来ており、橋脚は無く兩岸の石積みの中に埋め込まれていました。下から見上げるとフランスのエッフェル塔の骨組みに似ているそうなのですが、残念ながらエッフェル塔に行ったことの無い私にはよく分かりませんでした。しかし、こんな山深いところで土砂災害にも、洪水にも巻き込まれることなく昔の姿を留めているとは、何て運のいい橋なのでしょう。

## 要塞出現

さらに、R429を進むこと10分。右手に要塞?地底基地?なんだこりゃ?巨大なコンクリートの塊が出現しました。神子畑選鉱所跡です。ここは、明延鉱山で掘り出された

鉱石を選り分けていた施設です。鉱山と選鉱所を通勤一円電車として親しまれていた明神電車が繋いでいました。明延鉱山から山を隔てた神子畑選鉱所(区間6km)へ鉱石を運んでいた鉱山電車は料金が数十年間変わらず一円で、一般の人も乗せていたことから「一円電車」の愛称で親しまれていました。噂を聞きつけた全国の鉄道マニアが閉山間際まで乗りに来ていたそうです。

選鉱所のすぐ下にはムーセ旧居と樹齢200年の百日紅があります。ムーセ旧居は、コロニアル・スタイル(植民地様式)と呼ばれ、周囲にベランダをめくらし、外壁の4隅に石を積み上



ムーセ旧居

げたようにみせるコーナー・ストーンの技法が使われています。明治14年に生野鉱山の開発のために明治政府が招いたフランス人技師のコワニエ、ムーセらが住んだといわれる外国人官舎を、明治20年に神子畑鉱山事務所として生野から移設した建物で、現在はムーセ旧居・ムーセハウス写真館として公開されています。ただし、開館は土日祝のみとなっておりますので、お気をつけください。また、百日紅は、当時の恋人たちの待ち合わせ場所となっていたようです。花咲く夏に訪れてみてはいかがでしょうか? 開花は、8月頃です。また、神子畑川沿いには、桜の木も植えられていました。春には、鉱山夫たちもここで花見をしていたのでしよう。

## 終着駅生野精錬所

ムーセ邸を後にして、生野の精錬所へと続いていた馬車道を思い浮かべながら、車を生野鉱山へと走らせます。現在、生野鉱山は『鉱山公園 生野銀山』として、室町時代の開坑から最盛期の江戸時代、そして明治時代の近代技術、昭和48年の閉山までの歴史や技術を展示物やマネキン人形を使って紹介しています。観光坑道の中は13度に保たれていてひんやりしていました。日本酒やワインの熟成庫としても活用されています。興味のある方はぜひ一度ご賞味下さい。歴史の重みを感じる仕上りになっているに違いありません。

旅の途中「道の駅~グリーンオアシス あさご」では一円電車が展示されていました。その隣の南但馬グリーンツーリズム事務所でみせていただいたビデオには一円電車が多くの人々に利用されていた当時の活気あふれる姿が映し出されていました。鉱山公園では、最盛期には何千人もの人々が働き、生活していたことを知りました。明延、生野鉱山をはじめ、各地の鉱山とそこで働く人々のエネルギーを感じた旅でした。神子畑の黒い鑄鉄橋、鉱石をうずたかく積んだ橋を渡る馬車とそれを引く鉱山夫、当時の民衆の姿が目に見えかけます。

第39回(平成18年度)研究発表会のご案内

日時:平成18年9月5日(火)9:10~17:25(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・小ホール・中ホール)  
大阪市西区鞆本町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。資料は当日配布。Faxまたはメールにて、氏名・勤務先・連絡先(所在地・電話番号・所属部課名等、連名でもけっこうです)及び「研究発表会参加申込」と明記のうえ、平成18年8月25日までに下記 研究発表委員会宛にお送りください。参加証は発行しません。申込後は当日会場へお越しいただき、受付にて名刺をご提出をいただくか、署名をお願いします。

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  
〒540-0005 大阪市中央区上町A番12号 上町セイワビル  
Tel.06-6764-5891 Fax.06-6764-5892 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(401号室 9:10~9:20)
- 特別講演:①「最近の建設情勢とコンサルタントのあり方」  
近畿地方整備局 企画部 技術調整管理官 伊藤 利和(401号室 11:30~12:30)  
②「建設コンサルタントに寄せる技術力重視の潮流」  
足利工業大学 教授 小林 康昭(401号室 15:30~17:00)
- 一般発表講演:計画・交通系、環境系、河川系、構造系、土質系の5部門、44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
- 委員会報告:①景観デザイン手法研究委員会(8F中ホール 9:30~11:20)  
②PIIに関する研究委員会(8F中ホール 13:30~15:20)  
③若手企画幹事会(8F小ホール 13:30~15:20)
- ビデオ上映:(403号室 9:30~11:20、13:30~15:20)  
民衆のために生きた土木技術者たち 次世代のアーチ橋を架ける  
長生橋の移設・復元 地震火災から文化遺産を守る  
ニッポン近代化遺産への旅 プロジェクトX 友の死を超えて  
プロジェクトX 新羽田空港 底なし沼に建設せよ
- 表彰式:審査委員長 江南 富士夫(401号室 17:00~17:15)
- 閉会あいさつ:近畿支部 副支部長 岡田 鉄三(401号室 17:15~17:25)



(社)建設コンサルタンツ協会近畿支部 会員名簿

福井県	基礎地盤コンサルタンツ(株)関西支社 ☎06-6536-1591	中央開発(株)関西支社 ☎06-6386-3691	(株)ブレイク研究所 大阪事務所 ☎06-6445-5900
京福コンサルタンツ(株) ☎0770-56-2345	(株)橋梁コンサルタンツ 大阪支社 ☎06-6245-7277	中央コンサルタンツ(株)大阪支店 ☎06-6243-2541	(株)間瀬コンサルタンツ 大阪支店 ☎06-6385-0891
(株)構造設計研究所 ☎0778-52-5125	(株)協和コンサルタンツ 関西支店 ☎06-6367-1635	中央復建コンサルタンツ(株) ☎06-6160-1121	(株)水建設コンサルタンツ ☎06-6946-6131
(株)サンワコン ☎0776-36-2790	協和設計(株) ☎0726-27-9351	(株)長大 大阪支社 ☎06-6541-5793	三井共同建設コンサルタンツ(株) 関西支社 ☎06-6599-6011
ジビル調査設計(株) ☎0776-23-7155	近畿技術コンサルタンツ(株) ☎06-6946-5771	(株)千代田コンサルタンツ 大阪支店 ☎06-6441-0665	明治コンサルタンツ(株)大阪支店 ☎0727-51-1659
(株)帝国コンサルタンツ ☎0778-24-0001	(株)近代設計 大阪支社 ☎06-6228-3222	(株)トニチコンサルタンツ 西日本支社 ☎06-6316-1491	八千代エンジニアリング(株)大阪支店 ☎06-6945-9200
滋賀県	(株)ケーエーケー 技術研究所 ☎06-6942-6690	東京エンジニアリング(株)大阪支社 ☎06-4791-0720	(株)横浜コンサルティングセンター 大阪支店 ☎06-6885-0964
アーステック(株) ☎0749-63-2096	(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 ☎06-6100-0220	兵庫県
(株)石居設計 ☎0749-26-5688	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)アキツ地建コンサルタンツ ☎078-261-9225
キタイ設計(株) ☎0748-46-2336	(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 ☎06-6282-6660	アサヒコンサルタンツ(株)兵庫支社 ☎0792-26-2014
近畿設計測量(株) ☎077-522-1884	(株)建設技術研究所 大阪本社 ☎06-6944-7777	東洋技研コンサルタンツ(株) ☎06-6886-1081	(株)カイヤマグチ ☎0792-67-1212
(株)新洲 ☎077-552-2094	(株)構造技研 関西支社 ☎06-6303-1280	(株)都市建設コンサルタンツ ☎06-6555-1661	国際航業(株)西日本支社 ☎06-6487-1111
正和設計(株) ☎077-522-3124	晃和調査設計(株) ☎06-6374-0053	(株)中川設計事務所 ☎06-6302-7301	(株)ニコス ☎0796-42-2905
京都府	(株)国土開発センター 大阪支店 ☎06-6770-7311	中日本建設コンサルタンツ(株)大阪支社 ☎06-6363-3441	(株)日本港湾コンサルタンツ 関西支社 ☎078-251-6234
(株)エース ☎075-351-6878	国土工管コンサルタンツ(株) ☎06-6243-3242	(株)浪速技研コンサルタンツ ☎0726-23-3695	阪神測建(株) ☎078-332-5895
(株)ククチコンサルタンツ ☎075-462-5544	国土防災技術(株)関西支店 ☎06-6136-9911	南海カツマ(株)関西支社 ☎0722-41-8561	(株)ワールド ☎06-4869-3321
(株)キンキ地質センター ☎075-611-5281	サンキコンサルタンツ(株)大阪支店 ☎06-6379-2022	(株)日建技術コンサルタンツ ☎06-6766-3900	奈良県
内外エンジニアリング(株) ☎075-933-5111	サンコーコンサルタンツ(株)大阪支店 ☎06-4702-5230	(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)吹上技研コンサルタンツ ☎075-332-6111	(株)サンヨーナイスコーポレーション ☎06-6787-3271	(株)日構シーエスエス ☎06-6747-1900	(株)シードコンサルタンツ ☎0742-33-2755
大阪府	三和建設コンサルタンツ(株)大阪支店 ☎06-6366-5311	(株)日産技術コンサルタンツ ☎06-6944-0669	大洋エンジニアリング(株) ☎0742-33-6660
(株)アーバン・エース ☎06-6359-2752	ジェイアール西日本コンサルタンツ(株) ☎06-6303-6971	(株)日水コン 大阪支所 ☎06-6398-1658	(株)阪神コンサルタンツ ☎0742-36-0211
(株)アイ・エヌ・エー 関西支店 ☎06-6885-6665	(株)修成建設コンサルタンツ ☎06-6452-1081	日本技術開発(株)大阪支社 ☎06-6359-5341	和歌山県
(株)アサダ ☎06-6977-0055	新構造技術(株)大阪支店 ☎06-6282-1281	(株)日本建設技術社 大阪事務所 ☎06-6321-5567	(株)中山総合コンサルタンツ ☎073-455-6335
朝日航洋(株)西日本空情支社 ☎06-6338-3321	新日本技研(株)大阪支店 ☎06-4706-7001	日本工管(株)大阪支店 ☎06-6449-5800	和歌山航測(株) ☎073-462-1231
朝日調査設計(株) ☎06-6357-5270	(株)スリーエスコンサルタンツ ☎0726-73-5885	日本構造技術(株)大阪支社 ☎06-6447-2800	和建技術(株) ☎073-447-3913
アジア航測(株)大阪支店 ☎06-4801-2230	セントラルコンサルタンツ(株)大阪支社 ☎06-6882-2130	(株)日本構造橋梁研究所 大阪支社 ☎06-6203-2552	ワコウコンサルタンツ(株) ☎073-477-1115
(株)アスコ ☎06-6444-1121	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	
いであ(株)大阪支社 ☎06-6453-3033	(株)総合技術コンサルタンツ 大阪支社 ☎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 ☎06-6309-7500	
(株)ウエスコ 大阪支社 ☎06-6943-1486	第一建設設計(株) ☎06-6353-3051	日本振興(株) ☎0724-84-5200	
(株)エイトコンサルタンツ 大阪支社 ☎06-6397-3888	第一復建(株)大阪支店 ☎06-6453-4321	(株)ニュージェック ☎06-6374-4901	
応用地質(株)関西支社 ☎06-6885-6357	(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	
(株)オオバ 大阪支店 ☎06-6228-1350	大成エンジニアリング(株)大阪支店 ☎06-6990-4101	(株)バスコ 関西事業部 ☎06-6214-6700	
(株)オリエンタルコンサルタンツ 関西支社 ☎06-6350-4371	大日コンサルタンツ(株)大阪支社 ☎06-6838-1355	(株)八州 関西支社 ☎06-6305-3245	
開発コンサルタンツ(株)関西支店 ☎06-6352-2813	大日本コンサルタンツ(株)大阪支社 ☎06-6541-5601	(株)ビーエムコンサルタンツ ☎06-6263-5061	
(株)片平エンジニアリング 大阪支店 ☎06-4807-1857	(株)ダイヤコンサルタンツ 関西支社 ☎06-6339-9141	扶桑設計コンサルタンツ(株) ☎06-6533-6888	
川崎地質(株)西日本支社 ☎06-6649-2215	大和設計(株) ☎06-6385-6101	(株)復建エンジニアリング 大阪支社 ☎06-6838-3271	
(株)かんこう ☎06-6935-6920	玉野総合コンサルタンツ(株)大阪支店 ☎06-6452-9311	復建調査設計(株)大阪支社 ☎06-6392-7200	

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45回 野球大会のご案内

日時:平成18年9月16日(土)・30日(土)  
場所:万博スポ - ツ広場

第20回 テニス大会のご案内

日時:平成18年10月20日(金)  
場所:マリンテニスパ - ク北村

第31回 サッカー大会のご案内

日時:平成18年12月・平成19年1月予定  
場所:未定

第5回 絵画・写真展のご案内

日時:平成19年1月18日(木)~23日(火)  
場所:心齋橋小丸ギャラリ -

編集後記

コンクリートの特集しましたが如何でしたでしょうか。よく知られている材料なのですが、「セメント化学」や「コンクリート工学」が学問として成立するほど未解明の部分も多い材料でもあります。

中研コンサルタンツさんの全面的なバックアップを受け、水以外の材料で練り混ぜた場合のコンクリートの性状を調べてみました。馬鹿げてると思われることをまじめにやることもたまには必要かもしれません。

また、今秋9月には土木学会の全国大会が立命館大学の草津キャンパスで開催されます。それに合わせて琵琶湖でコンクリート製のカー大会が行われます。「コンクリートが水に浮くのか」という疑問をお持ちの方は9月23日琵琶湖島丸半島にご参集下さい。

会誌・HP委員会 委員長 北後 征雄