

コンクリート製品
マニア全員集合!!

コン検

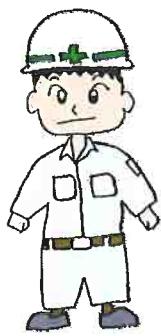
2011 オフィシャル・テキスト

コンクリート製品マニア全員集合!!

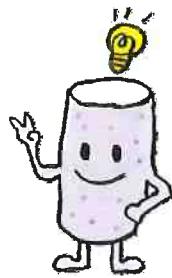
コンクリート 製品検定 2011



プレ子さん



コン太くん



ピースくん



ティ造さん



ケン吉さん



一般社団法人
全国コンクリート製品協会

はじめに～コンクリート製品(プレキャスト製品)とは？

プレキャスト・コンクリートとは、あらかじめ(プレ)成形する(キャスト)ということで、工事現場でよく見かけるミキサー車が運ぶ生コンクリートではなく、専用工場においてあらかじめコンクリート製品を製作した後、工事現場へ運搬して設置する製品をプレキャスト・コンクリート製品(略して[プレキャスト製品])と呼んでいます。

たとえば道路の端にある、コンクリートのブロック、またコンクリート製の電信柱などは、みなさんが必ず見かけているプレキャスト製品です。ちょっと注意して街を見ていただくと、いろいろなプレキャスト製品が使われていることに気付かれると思います。地下に埋設するものでは、下水道管、杭なども、プレキャスト製品です。周りを見ると意外なところや、用途も多彩で、プレキャスト製品が生活に欠かせないことを実感すると思います。

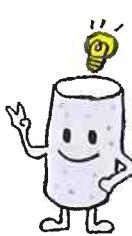
ただ残念なことに、プレキャスト製品の一般社会への認知度はまだまだ不十分です。同じコンクリートでも「生コン」については、ほとんどの方が知っているのに対して、「プレキャスト製品」になると、一般の方には耳慣れないと思います。たとえば、コンクリート製のU字溝は多くの方がご存じだと思いますが、これがプレキャスト製品であることは、あまり知られていません。

土木・建築などの建設材料として、いろいろな材料が使われてきましたが、コンクリートは他の材料に比べ耐久性、経済性に優れた、すばらしい材料と言われています。その材料でできている、プレキャスト製品を少しでも多くのみなさんに知っていただき、コンクリート製品のすばらしさや、可能性をみなさんとともに感じていきたいと思います。

もくじ

1.はじめに	2	このテキストでは、プレキャスト製品の基
1.1 公共事業が減ってきた理由	2	本的な材料であるコンクリートとは何か、ブ
1.2 「コンクリートから人へ」は正しいの？	3	レキャスト製品が私たちの暮らしにどのように役立っているのか、またそのコンクリー
2.コンクリートってどんなもの？	4	トを作るのに必要な材料とは何かについてお話しします。
2.1 古代コンクリートの話	5	今回のコンクリート製品検定から中級が
2.2 現代のコンクリートの話	7	スタートしますが、1. 2. 3. 4. 各章の
2.3 コンクリートの材料	10	終わりの方に、「中級編」のコーナーを設け
2.4 鉄筋コンクリート	10	ました。 青字 の部分がそのコーナーです。中
3.生コンクリートとプレキャスト製品	10	級にチャレンジされる方は、この部分をじっ
3.1 生コンクリート	15	くり読んでください。
3.2 プレキャスト製品	17	
4.こんなに役立つプレキャスト製品		
5.おわりに		

登場人物紹介



ピースくん：ぼくはプレキャスト製品の品質管理の一環として、圧縮強度を検査するために作られる供試体(テストピース)です。せっかく生まれてきても、すぐに壊されてしまうはかない命(通常2週間)ですが、製品の強度を保証するために命がけで頑張っています。

コン太くん：ぼくはプレキャスト製品メーカーの試験室で働いているコンクリート製品製造管理士(一般社団法人 全国コンクリート製品協会資格)。去年、必死で勉強してコンクリート技士(公益社団法人 日本コンクリート工学会資格)も取りました。

毎日、ピースくんを作り続けています。



プレ子さん：私はプレキャスト製品メーカーに勤務するOLです。同僚のコン太くんが試験したデータを整理し



て品質管理資料を作ったり、パソコンで出荷伝票を発行したりしています。去年のテキストでは「内緒の話ですが、以前からコン太くんとつきあっていて、今年、結婚する予定」と紹介されました。昨年10月に晴れて結婚しました。

ケン吉さん：プレキャスト製品の設計や製品開発を担当しています。CAD(コンピュータによる設計作図システム)の達人で、秘密にしていますが、実はAKB48のファンです。コン太くんが困った時にはいつでも相談に乗ってくれる頼もしいう先輩です。



泰造さん：プレキャスト製品メーカーの社長さん。社員が働きやすくなるよう、いつも気をつかっています。エレキギターが趣味で、昨年、業界団体のイベントでバンド・デビュー、キーリストを務めました。



1. 公共事業とコンクリート

1.1 公共事業が減ってきた理由

ピースくん：テイ造さん、道路を作ったり、河川を整備したりする公共事業が極端に少なくなっているって聞いたけど、どうしてなの？

テイ造さん：公共工事が少なくなってきたのは、国の財政が悪化した（お金が少なくて来た）からだよ。

ピースくん：国のお金が少なくなって来て、どうして公共事業を減らしたの？

テイ造さん：GDP（国民総生産）に占める公共事業費の割合が、他の国々（諸外国）と比較して多いというデータが示されてきたことや、ムダな公共事業が昨今の財政悪化の原因という報道などが行われてきたからだよ。

ピースくん：国のお金が少なくて來た原因は本当に公共事業だったの？

テイ造さん：それが良く分らないんだ。図-1.1.1を見てみよう。このデータは財務省のホームページ（日本の財政を考える）に掲載されたデータを元に作ったグラフだけど、公共事業の削減が大きく叫ばれるようになった平成13年の時点で、社会保障関係費は17.6兆円。一方で公共事業関係費は11.3兆円だったんだ。（1.6倍）ここで社会保障関係費というのは、生活保護費、社会福祉費、社会保険費、保険衛生対策費や失業対策費などのことだよ。普通の家の家計に例えると、年金や医療費と言ったところかな。平成20年の社会保障関係費は毎年増え続けて21.8兆円に、一方で公共事業関係費は公共事業の削減が進んだ結果、6.8兆円にまで激減したんだよ。



図-1.1.1 国の歳出変化（財務省HPデータより作成）単位（兆円）

ピースくん：公共事業費は平成13年度の11.3兆円から平成20年度の6.8兆円に、約40%も減ったね。社会保障費は17.6兆円から21.8兆円に、約24%増えたね。

社会保障費と公共事業費の割合は… $21.8 \text{兆円} \div 6.8 \text{兆円}$ だから、3.2倍にも広がっているね。



テイ造さん：図-1.1.2を見てみよう。左の円グラフは、国が使うお金の内訳を示したものだよ。国債費というのは、国が借りたお金を返す費用。地方交付税というのは、県や市町村などの地方公共団体（地方自治体）間の税収入（財源）が平等に配分されるように、国がいったん集めた税金を地方にあげるものだよ。国債費と地方交付税を引いた残りが一般歳出と言うんだね。

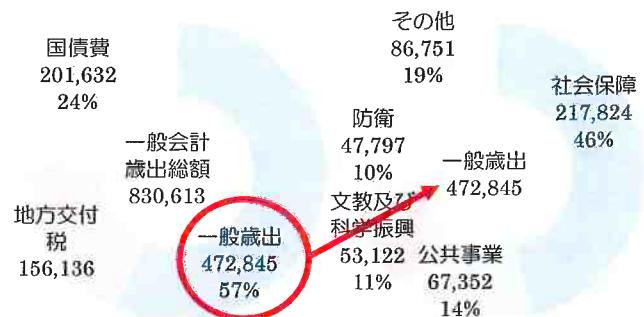


図-1.1.2 H20年度 国の歳出内訳 単位：億円
(財務省ホームページのデータより作成)

ピースくん：借金の返済と地方に渡すお金を引くと、実際に国が使えるお金は57%なんだね。

テイ造さん：図-1.1.2の右の円グラフは、一般歳出を何に使っているかを示したグラフだよ。

ピースくん：さっき出てきた社会保障関係費が46%、公共事業費が14%、文教及び科学振興費が11%、防衛費が10%、その他が19%なのかあ。数字は分かったけれど、僕たちの生活に当てはめてもらわないと、今ひとつ分かりにくいなあ…。

テイ造さん：それでは、国の予算を私たちの家計に当てはめてみよう。図-1.1.3の左側だよ。国的一般会計歳出総額というのを、支出58万円に仮定するよ。パーセンテージに基づいて58万円を割り振ると、国債費は【ローン元利払】となって14万円、地方交付税は【田舎への仕送り】となって11万円、一般歳出は【家

【計費】となって 33 万円となっているね。

ピースくん：図-1.1.3 の右側は何を示しているの？

ティ造さん：家に入ってきた収入からローンや田舎への仕送りを差し引いた残りの家計費 33 万円を何に使っているかを表しているんだよ。国の一般歳出を私たちの家計に当てはめてみるね。社会保障費は【年金・医療費】となって 15.2 万円、公共事業費は…何に例えようかなあ。そうだ、【交通費】が良いね。【交通費】で 4.6 万円、文教及び科学振興費は【教育費】となって 3.6 万円、防衛費は【治安費】となって 3.3 万円、その他は【食糧・光熱費・その他】となって 6.3 万円となるよ。

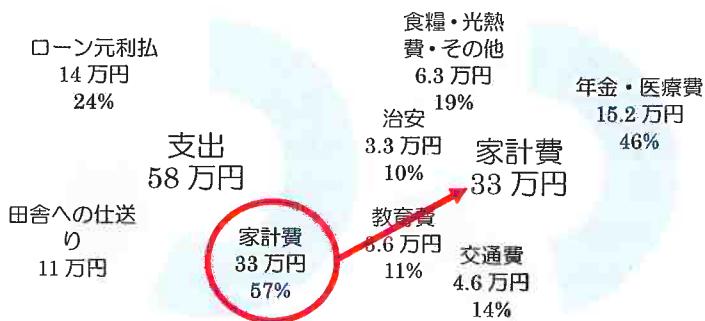


図-1.1.3 国の歳出を一般的家庭に置き換えると
(財務省ホームページのデータより作成)

ピースくん：家計が厳しくなってきたから交通費を減らしたけれど、年金・医療費は逆に多くなってしまったということだね。

1. 2 「コンクリートから人へ」は正しいの？

ティ造さん：2009 年の衆議院選挙のときに「コンクリートから人へ」というキャッチフレーズが使われていたよね。それは国直轄の公共事業に注いでいた予算や事業費を子育て支援など『人育て』の予算に回そうという意味だと思うけど、いくつか気になる部分があるよね。

ピースくん：コンクリートが悪者のように言われると、僕も悪者みたいで、とても悲しいな。

ティ造さん：そうだね、代表的な各種公共施設整備などの建築物は俗に『箱もの』と呼ばれたことがあるはずなのに、公共



事業とコンクリートがイコールで表現されたことに

問題があると考えられるね。ピースくんも悲しい想いをしたんだろうけど、実際にプレキャスト製品メーカーに勤めている社員の子供さんが、「お前のお父さんが働いているコンクリートの会社は、いろいろなコンクリートを作っている悪い会社だろう！」と言われて、学校でいじめられたこともあるそうだよ。



ピースくん：コンクリートが人の幸せを邪魔する悪者みたいに表現されたことが問題点の 1 つ目だね。

ティ造さん：そうだね。それから、【社会保障費】は現役世代への投資、一方で【公共事業費】は将来世代への投資とも見ることができるね。将来への投資に比べて現役世代への投資が 2.9 倍もあることについても、検討されるべきなのではないかという意見も多いよ。家計に占める【年金・医療費】が 46% なんて、普通じゃないよね。

ピースくん：【社会保障費】の中には失業対策費のようなものも含まれているの？

ティ造さん：仕事が無いから失業者がいる。失業者がいるから失業対策費も必要となる。必要なものを公共事業で作ったり維持していく必要は無いけれど、人の暮らしを便利にしたり安全を守るために公共事業を適切に実施して雇用を創出するという事も大事だという意見や、今のデフレスパイラルから脱却するためにも公共事業が必要という意見もあるよ。

ピースくん：コンクリートと人の生活は対立しているのではなくて、コンクリートは人の幸せを支える仕事をしていることを広く PR していくことが大事だね。

ティ造さん：「コンクリートから人へ」というキャッチフレーズは間違ったイメージを多くの国民に与えてしまったと思うんだ。だから「コンクリートから人へ」つまり「コンクリートか人か」(Concrete or Human)という対立した立場ではなく「人のためのコンクリートへ」(Concrete for Human)というメッセージを私たちの業界が発信していくことが大事だと考えているんだよ。ピースくんも一緒にコンクリートやプレキャスト製品の良い所を PR してね。



ピースくん：分かったよ。僕にできることがあったら、どんどん言ってね！

2. コンクリートってどんなもの？

2.1 古代のコンクリートの話

ケン吉さん：ピースくん、コンクリートの技術はどうのくらい昔からあるのか知っているかい？

ピースくん：う～ん、100年くらい前じゃないかなあ。

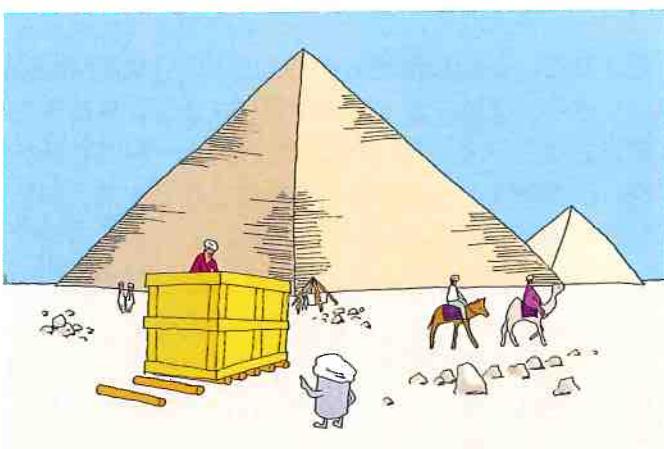
ケン吉さん：実は、ローマ帝国時代に作られたコロッセウム(円形の闘技場)は、古代コンクリートで作られている。西暦75～80年のことだよ。やはり西暦118～128年に作られたとされるパンテオンもこの古代コンクリートで作られているんだ。



ピース君：古代コンクリートと、今のコンクリートは同じものではない？

ケン吉さん：違うものだよ。古代のコンクリートはローマン・コンクリートと呼ばれていて、セメント(セメントと言っても現在のセメントとは別のものだよ)と火山灰が主成分で、現在のコンクリートの倍以上の強度があったと言われているよ。ただ、ローマ帝国が滅びたあとは使用されていないよ。

ピースくん：ということは、人とコンクリートの付き合いは1900年以上も前から始まっているんだね。



ケン吉さん：ピースくん、「エジプトのピラミッドがコンクリートで作られている。」という説があるのを知っているかな？

ピースくん：え～。僕、大きな石を運んで来て組立てたばかり思っていたよ。

ケン吉さん：もちろん、大きな石を運んで来て組立てたという説が一般的だけれど、あれほど大きな石をたくさん運ぶことは難しいので、ピラミッドの近くで古代コンクリートの技術を使って人造石(古代セメント製のコンクリート・ブロック)を作って組立てたと考えている研究者もいるよ。

ピースくん：もしもピラミッドが古代コンクリート製だとしたら、人とコンクリートの付き合いは…。

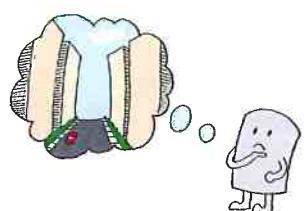
ケン吉さん：有名なギザのピラミッドが作られたのが紀元前2540年頃と言われているから、4500年も前からの付き合いになるね。

ピースくん：とても夢のある話だね。これからも人とコンクリートが仲良く付き合っていくと良いね。

2.2 現代のコンクリートの話

ケン吉さん：さっきは古代コンクリートの話をしたけれど、私たちが暮らしている現代にもコンクリートがたくさん使われています。ピースくんはコンクリートをどのような場所で見ますか？

ピースくん：街の中で良く見かけるのはビル。それから川や高速道路などで使われている橋。それから、山の中に行くとダムなどが見られるよね。



ケン吉さん：そうだね。コンクリートは私たちの周りのいろいろな所で使われているね。本当はもっとたくさん使われているけれど、コンクリートが私たちの暮らしに役立っている場所は、後で詳しく説明するね。ところでピースくん、さっきからコンクリートの話をしているけれど、コンクリートってどんなものなのか分かるかい？

ピースくん：コンクリートでしょ。コンクリートはドロドロしていて、時間がたつとコチコチに固まる…。う～ん。分かっているようで実は良く分からないや。

ケン吉さん：「コンクリート」(Concrete)とは、広い意味

では砂や砂利を糊状のもので一体化して固めたものを指すんだよ。そのためセメントと水を混ぜたもの(セメント・ペースト)で固めたものを「セメント・コンクリート」(Cement Concrete)と呼び、アスファルトで固めたものを「アスファルト・コンクリート」、樹脂を用いて固めたものを「レジン・コンクリート」、硫黄で固めたものを「硫黄コンクリート」と呼んでいるよ。

ピースくん：僕たちが今から見て行くのは、「セメント・コンクリート」のことだね。

ケン吉さん：それでは、コンクリート(セメント・コンクリート)のことを少し詳しく見て行くよ。

※以下、このテキスト中の「コンクリート」という言葉は「セメント・コンクリート」をさしています。

2.3 コンクリートの材料

コン太くん：ピースくん、コンクリートの材料を見てみよう。コンクリートは、基本的な材料としては砂や砂利を水とセメントで固めたものだったよね。下の図-2.3.1を見てごらん。コンクリートの材料と、それぞれの状態での呼び方が分かるよ。

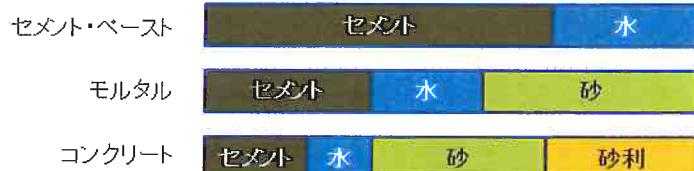
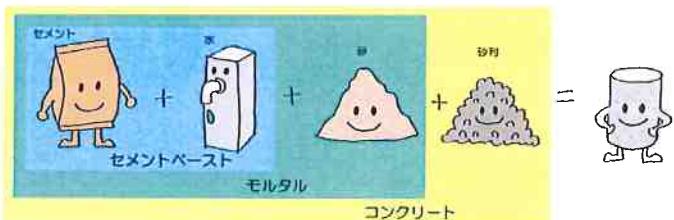
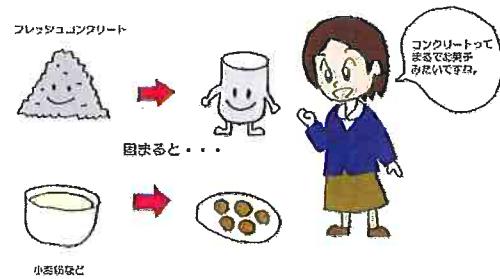


図-2.3.1 コンクリートの材料

ピースくん：セメントを水で練り混ぜた糊状のものを「セメント・ペースト」、セメント・ペーストに砂を混ぜたものをセメント・モルタル、セメント・モルタルに砂利を加えたものを「セメント・コンクリート」と呼ぶんだね。普通、セメント・コンクリートのことを「コンクリート」と呼ぶのだから、セメント・ペーストは「ペースト」、セメント・モルタルは「モルタル」と呼んでも大丈夫だね。



コン太くん：そうだね。「モルタル」は、レンガとレンガをつなぎ合せる目地(めじ)材、外壁や土間の仕上げ材、石やタイル張りの下地作り等に使われているよ。「コンクリート」は、その体積の約70%が砂や砂利、約25%が水とセメントの糊状のペースト、5%が空気なんだ。図-2.3.1を見ると、ペースト、モルタル、コンクリートの質量による材料のおおよその割合が分かるよ。「コンクリート」は練り混ぜた直後はドロドロだけど、水とセメントが化学反応(水和反応)することによって次第に固まり、数日で人工的に作った石のように固く固まり、大きな力に耐えることができるようになるよ。

ピースくん：よく「生コンクリート」という言葉を聞くけれど、「生コンクリート」って何なの？

コン太くん：練り混ぜた直後の「まだ固まらないコンクリート」のことを「フレッシュ・コンクリート」と呼ぶんだ。英語の「フレッシュ」を日本語で「生」と訳したために、練り混ぜた直後の「まだ固まらないコンクリート」のことを「生コンクリート」(通称：生コン)と呼ぶようになったんだよ。また生コンクリート工場で練り混ぜられたコンクリートのことを「レディーミキスト・コンクリート」(あらかじめ練り混ぜられたコンクリートの意味)と呼ぶこともあるよ。

ピースくん：生コンクリートはドロドロしているけれど、どうやってビルや橋などの形をつくるの？

コン太くん：「型枠」と呼ばれる、コンクリートが固まるまで形状を保つものを使うんだよ。型枠の中に生コンクリートを入れて、コンクリートが固まった後に型枠を外すと、型枠の形通りのコンクリートができるよ。

プレ子さん：フレッシュ・コンクリートが型枠の中で固まるとピースくんのようなコンクリートになるわけね。小麦粉などを固めるとお菓子になる。コンクリートってまるでお菓子みたいですね。

コン太くん：コンクリートは硬化すると、圧縮強度(押しつぶされない力)が大きく、重たいので外部からの力に抵抗することができて、型枠通りのいろいろな形が作れて、価格が安いので、建設資材としてたくさん使ってもらっているんだよ。

<コンクリートの強み>

自由に形が作れる

固まるまではトロッとしていて、型枠に流し込めるので、型枠があればどんな形にでもできる。

経済的で耐久性に富んでいる

鉄や木のように腐食せず耐久性があり、メンテナンスもあまりいらないので、長期において経済的。耐火性もある。

圧縮に対して抵抗性が大きい

大きな押しつぶす力が働いても壊れない。

<コンクリートの弱み>

引張りに対して抵抗性が小さい

割れやすい

すぐには固まらない

セメントと水が少しずつ反応するため、強さが大きくなるのに時間がかかる。

図-2.3.2 コンクリートの強み・弱み

2.4 鉄筋コンクリート

ピースくん：鉄筋コンクリートという言葉を良く聞くけれど、鉄筋コンクリートって何なの？

ケン吉さん：コンクリートに曲げる力が加わると、コンクリートの一部分には押しつぶそうとする力(圧縮力)と引っ張ろうとする力(引張力)が発生するんだ。コンクリートは圧縮強度(押しつぶされない力)は大きいけれど、引張強度(引張に抵抗する力)は小さいから、引っ張ろうとする力が発生する部分に、鉄筋を入れておくんだよ。このように鉄筋を配置したコンクリートのことを「鉄筋コンクリート」と呼んでいるんだ。つまりね、コンクリートと鉄の強みを活かしたハイブリッド構造なんだ。鉄筋コンクリートのおかげで、橋やビルができるんだよ。



中級編 ピースくん：もっと詳しく知りたい人はこの部分も読んでね。

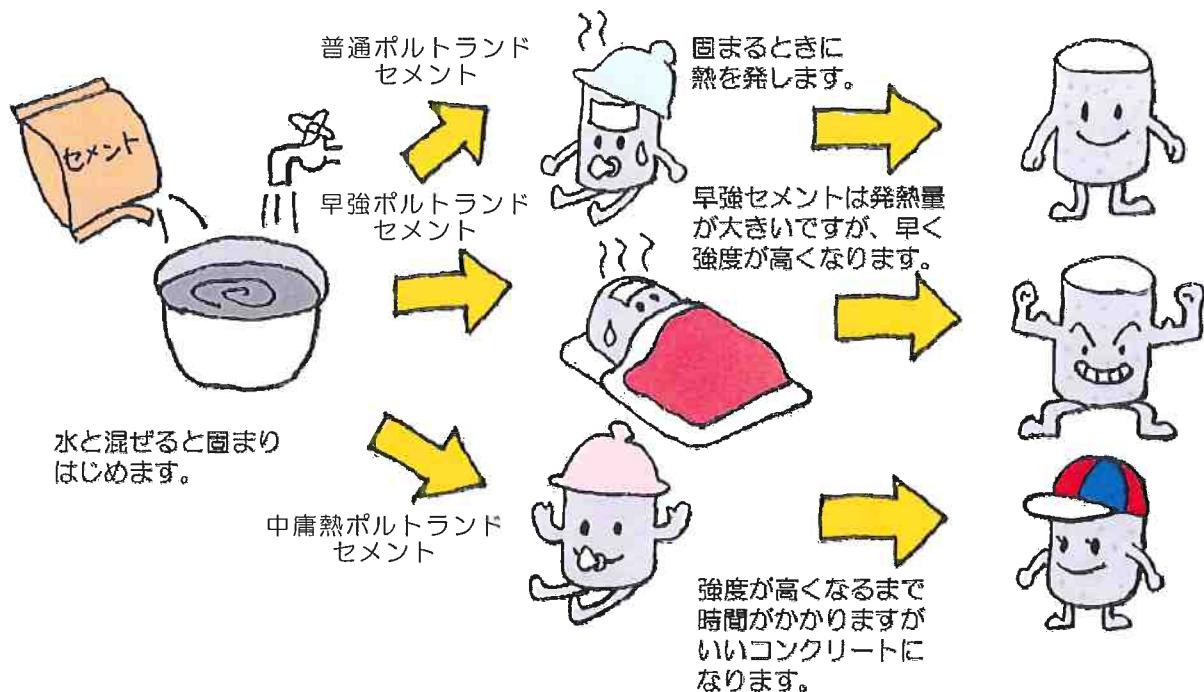
- 「コンクリート」という言葉は、語源がラテン語の *Concretus* (*con* : 共に + *crescere* : 成長する + *tus* : 過去分詞語尾)であり、「いろいろなものがくっつきあって固まったもの」の意味だそうです。
- 建設資材として一般に「コンクリート」と呼ばれるものはセメント・コンクリートのことで、このテキストで扱う「コンクリート」とは、セメントを結合剤(接着剤)として用いた「セメント・コンクリート」のこととします。ちなみに、「コンクリート」を中国語では「混凝土」と、フランスでは「ベトン」と呼びます。
- 私たちが生活している周りには、「セメント・コンクリート」以外にも、道路の舗装材として良く目にする「アスファルト・コンクリート」(通称：アスコン)があります。
- 一般的なコンクリート(普通コンクリート)以外に、以下のように特殊な目的に用いられるコンクリートがあります。
 - a. 高強度コンクリート：高層建築や大スパン建築の実現のために開発された、普通コンクリートよりも強度の高いコンクリート。超高層ビルの増加にも寄与しています。
 - b. 遮蔽コンクリート：鉛などの比重の大きな金属や高密度の骨材を用いるなどの方法で、放射線遮蔽機能を持たせたコンクリート。放射性廃棄物の容器、原子力施設の一部、核シェルターなどに用いられています。
 - c. 軽量コンクリート：軽量骨材などを用いて普通コンクリートよりも密度を軽くしたコンクリート。住宅の外壁材や防音材などに使用されています。
 - d. 水密コンクリート：高い水密性を求められるプール、水槽等に使用されています。
 - e. 緑化コンクリート：コンクリート上に直接植栽のできるコンクリートであり、屋上緑化や壁面緑化、河川の護岸工事等に用いられています。



f. その他、マスコンクリート、暑中コンクリート、寒中コンクリート、高流動コンクリート、低発熱コンクリート、膨張コンクリート、繊維補強コンクリート、ポリマーコンクリートなどさまざまなコンクリートがあるので、コンクリートを使う目的・場所・時期など、さまざまな条件に応じて、使うべき種類を選択することができます。

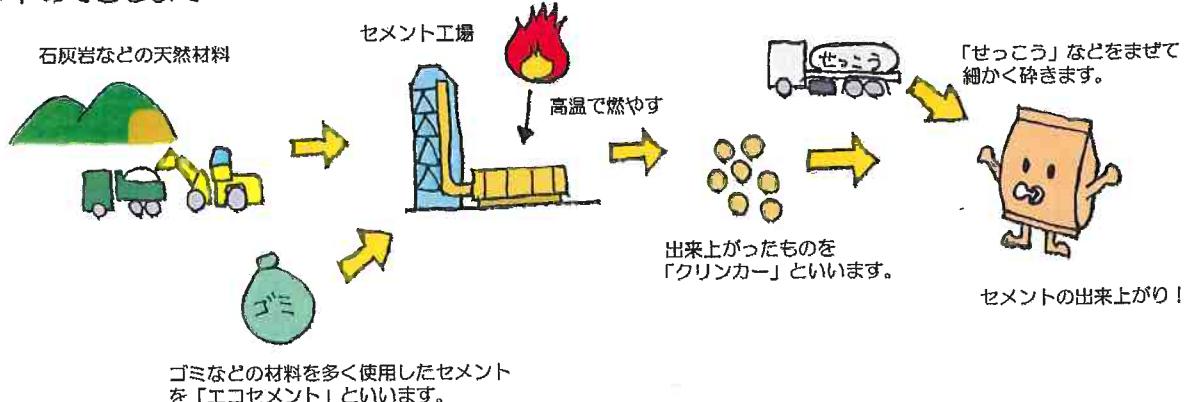
- コンクリートの材料のうち、砂を極端に減らし(砂利を極端に増やして)製造した多孔質のコンクリートをポーラス・コンクリートと呼び、空隙に植物の生育や微生物の棲息が可能で、緑化コンクリートとして使用されています。また、空隙が大きいため、透水性(排水性)舗装、低騒音舗装に利用されています。
- モルタルやコンクリートの原料として使用されるセメントの中で最も一般的なものが、「ポルトランドセメント」で、イギリス人が発明したと言われています。1824年付けの特許に初めて「ポルトランドセメント」という名称が使われ、その翌年にはセメント工場が作られたそうです。
- 1848年にフランス、1850年にドイツ、1871年にアメリカでポルトランドセメントの製造が始まったそうです。
- 日本では1875年(明治8年)に国産ポルトランドセメントの製造に成功しているそうです。
- セメントと水が反応して固まることを「水和反応」と呼びます。一方、アスファルト・コンクリートはアスファルト合材の熱変化によって固まります。
- セメントは、いくつかの「クリンカー鉱物」と呼ばれるものと石膏を混合・粉碎して製造されています。性質の異なる「クリンカー鉱物」の混合比率や石膏を加える量、セメントの粒の細かさなどを変化させることで、性質の異なるポルトランドセメントを作ることができます。具体的には、一般的な工事や構造物に使われる「普通ポルトランドセメント」、短期間で高い強度を発現する「早強ポルトランドセメント」、水和熱が低い「中庸熱ポルトランドセメント」、中庸熱ポルトランドセメントよりも更に水和熱の低い「低熱ポルトランドセメント」、通常より白い「白色ポルトランドセメント」などがあり、使用する条件などに応じて使い分けられています。

セメントの種類



- セメントは、そのほとんどの原料(石灰石+粘土+珪石+鉄原料+石膏)を日本国内で供給できる数少ない工業製品です。2002年には、都市ゴミや下水汚泥の焼却灰と、石灰石などの従来のセメント原料を混ぜて作った「エコセメント」のJIS(日本工業規格)が制定されました。セメントはゴミ削減の一翼も担う「エコな一面」も持っています。

セメントのできるまで



▶ 鉄筋とコンクリートとを組合せて鉄筋コンクリートとして使用するのは、次の理由からです。

- 鉄筋コンクリートが曲げを受ける場合、圧縮力はコンクリートに分担させ、引張力は鉄筋に分担される。(互いの弱い部分を助け合って、著しく大きな力に耐えられるようにしています。このようなものを複合材料といい、鉄筋コンクリートは最も古い複合材料です。航空機体材料、タイヤ、FRPなど、先端材料はほとんど複合材料です。)
- コンクリートは強アルカリ性(pH 12)であり、このようなアルカリ性の環境では鉄筋は錆びにくくなります。
- 鉄筋とコンクリートの温度変化による伸び・縮みの割合(熱膨張率)は、ほとんど同じ程度ですから、気温の変化などがあってもそりなどを生じません。(コンクリートも鉄も温めると伸び、冷やすと縮みます。)

▶ 鉄筋コンクリートは英語の Reinforced-Concrete(補強されたコンクリート)の頭文字からRCと略されます。

▶ 片や鉄筋の入っていないコンクリートは無筋(むきん)コンクリートと呼び、URCと略します。

▶ PC(ピーシー)とは Prestressed Concrete(プレストレスト・コンクリート)の略称で、直訳すれば「あらかじめ応力を与えられたコンクリート」といったところでしょうか。鉄筋コンクリートは、引張力に対して鉄筋で抵抗する構造ですが、コンクリートの多少のひびわれは避けられません。また、プレストレスト・コンクリートは、あらかじめコンクリートに圧縮応力を作用させることによって、ひびわれを生じさせない構造としたり、ごくわずかのひびわれ幅に制御することも可能です。

▶ 1 m³あたり鉄の重さは7.8トン、コンクリートは2.3トン、これらを複合させた鉄筋コンクリートは2.4トン程度です。ちなみに水は1.0トン、金は19.3トンです。

▶ コンクリートの値段は高い? 安い?

- ・コンクリートと水(ミネラルウォーター)、鉄、金の値段を1 m³あたりで比べてみると…
- ・生コンクリートの価格は、地域によって異なりますが、たとえば1 m³あたり15,000円と仮定し、500ミリリットルのペットボトルに入ったミネラルウォーターを100円、
- ・鉄の価格は2011年の異形鉄筋の市中相場からkgあたり62円、
- ・金の値段は2011年8月の価格推移表からgあたり4,500円(450万円/kg)と仮定すると…
- ・ミネラルウォーターは1 m³あたり1.0トン。0.5kgで100円なので、1kgで200円。1,000kg×200円/kg=200,000円。
- ・鉄は1 m³あたり7.8トンなので、7,800kg×62円/kg=483,600円。
- ・金は1 m³あたり19.3トンなので、19,300kg×450万円/kg=869億円。
- ・1 m³あたりの値段が高い順に並べると 金(869億円)>鉄(49万円)>ミネラルウォーター(20万円)>コンクリート(1.5万円)となります。

▶ 骨材は、コンクリートやアスファルト混合物などの骨組みとなる材料のことを言います。

▶ コンクリートの大部分を占めるので、骨材によってコンクリートの品質が左右されます。選定を誤るとコンクリートが病気になることがあります。骨材は天然骨材と人工骨材があり、現在は大部分が人工骨

材となります。碎石・碎砂と呼ばれる大きな石や岩を砕いて粒を調整したものなどが人工の骨材です。

➤コンクリートの基本的な材料はセメント、水、砂、砂利の4種類ですが、最近ではコンクリートの性能を上げるために、第5番目の材料として混和材料を用いるのが一般的になっています。混和材料には、セメントに比較して使用量が非常に少なく薬剤のように用いる混和剤、多量に用いる粉末状の混和材があります。(石けんのように泡を発生させる混和剤もあります。)

➤コンクリートは水に濡れた状態であれば、セメントと水との化学反応によって長期間にわたって強度が大きくなっています。しかし、鉄筋コンクリートは次のような原因で劣化することがあります。

- ① 二酸化炭素：大気中に放置されて濡れることがないと、空気中の炭酸ガスがコンクリートの多孔質組織に拡散し、アルカリ性であったコンクリートが中性化します。中性化したコンクリート中の鉄筋はさびやすくなり鉄筋コンクリートの強度低下につながります。(ただし無筋コンクリートの場合にはあまり問題になりません。)
- ② 海水：海水中の塩分が、コンクリート中に浸透し鉄筋の位置まで達すると、錆が発生しやすくなり鉄筋コンクリートの強度低下につながります。



③ 酸：コンクリートが酸性の溶液に触れると、侵されてしまいます。酸性の工場排水や下水管内で亜硫酸ガスなど発生して硫酸ができると、コンクリートが侵されます。

④ アルカリ骨材反応：コンクリートに使用する骨材に特定の鉱物が含まれていると、コンクリートに含まれるアルカリと水と、骨材に含まれる特定成分とが反応し、異常膨張やそれに伴うひび割れなどを引き起こします。アル骨(あるこつ)と略されることもあります。対策として、反応性鉱物が含まれない骨材の利用、コンクリートのアルカリ総量の規制、高炉セメント・フライアッシュセメントなどの混合セメントの使用、コンクリート中への水の浸入防止などがあります。



3. 生コンクリートとプレキャスト製品

ピースくん：コンクリートのことが分かってきたところで、今度は「生コンクリート」と「プレキャスト製品」の違いを教えてもらおう。ケン吉さん、初めに「生コンクリート」について教えて。

3.1 生コンクリート

ケン吉さん：コンクリート工事は、昔は建設現場でコンクリートを練り混ぜ、現場に組み立てられた型枠にコンクリートを打ち込んで建物や橋などを造ってきたんだけど、1950年頃以降、コンクリートの練り混ぜは市中の生コンクリート工場で行い、練り混ぜたコンクリートを工事現場に搬入する仕組みが普及したわけ。(図-3.1.1) 練り混ぜ直後の生コンクリートのことを「レディーミキスト・コンクリート」(あらかじめ練り混ぜられたコンクリートの意味)と呼ぶようになり、「生コンクリート」を製造している工場のことを「生コン工場」と言うようになったわけ。建設工事の経済的効率と品質向上の観点から、生コン工場からトラックアジャーター(通称、ミキサー車)

で現場に運搬することが一般的になっているね。そして運ばれてきた生コンを使ってビルや橋を造る(通常「現場打ち」、「場所打ち」)。コンクリートを大量に使用する原子力発電所やダムなどの工事では、工事現場にコンクリート製造プラント(現地プラント)を設置して、現場でコンクリートを練り混ぜるのが一般的なんだ。



図-3.1.1 生コン工場

ピースくん：コン太くん、次に「プレキャスト製品」について教えて。

3.2 プレキャスト製品

コン太くん：「プレキャスト・コンクリート」とは、あらかじめ(プレ)成形する(キャスト)という意味なんだ。工場内で組み立てた型枠にコンクリートを打ち

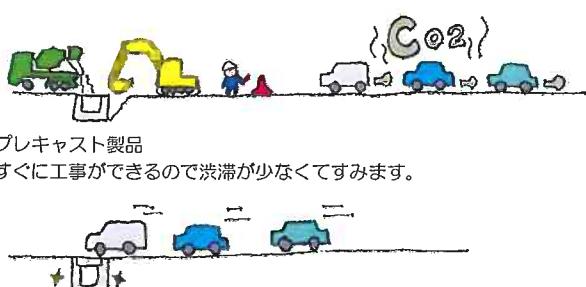
込んで、側溝、縁石、平板や建物の一部などのコンクリート製品を製造する。そして、その製品を工事現場に運搬し、構造物や都市施設を構築する建設資材として使うわけだけど、そういう製品のことを「プレキャスト製品」と呼ぶんだ。プレキャスト製品は、工事現場への運搬および据え付けと組立てを考慮して設計・製造されているわけ。



ピースくん：生コンクリートを現場に運搬してコンクリートの打ち込みを行う現場打ちコンクリートと比べて、プレキャスト製品の優れているのはどんな点なの？

コン太くん：直射日光や風雨の影響を受ける屋外でコンクリートの打ち込みを行う現場打ち（「場所打ち」とも言うよ）コンクリートに比べて、プレキャスト製品は工場内の締め固め成形機で製品を製造するので、品質が良く、安定している。また、現場打ちでは、コンクリートの強度が出るまで型枠を外すことができないけど、プレキャスト製品は工場で製品の強度が出てから出荷するので、現場での工期短縮を行うことができるわけ。JIS適合品（JIS A 5031）の「一般廃棄物、下水汚泥又はそれらの焼却灰を溶融固化したコンクリート用溶融スラグ骨材」（ゴミ溶融スラグ）は、生コンクリートへの使用は認められていないけど、一部のプレキャスト製品には使用することが認められているんだ。（建築用、プレストレス・コンクリート以外の土木用製品で、コンクリートの圧縮強度に制約事項あり）副産物の利用や、CO₂排出削減などを目的とした多種多様なプレキャスト製品が製造・販売されているよ。

現場打ちコンクリート
工事に長い時間がかかるので渋滞が発生します。

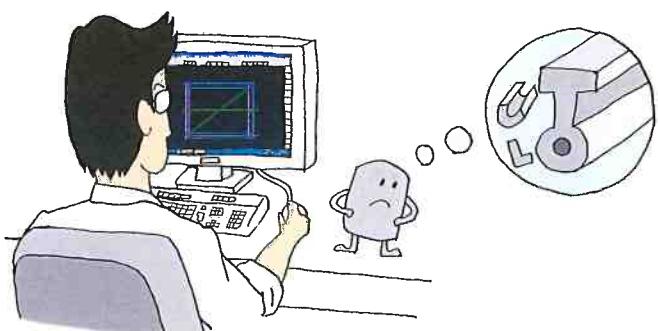


ピースくん：プレキャスト製品はどのように開発されるの？

ケン吉さん：自分で言うのもなんだけど、私のような「製品の設計に精通した技術者」が、使用される条件に応じていろいろな基準や指針などと照らし合わせながら、製品の形や部材厚さや使用する鉄筋の位置や数などを設計しているんだよ。さらにプレキャスト製品設計に際しては、小動物などの移動経路確保や植生への配慮など、環境への負荷を減らすことまでも考慮しているんだ。

ピースくん：プレキャスト製品会社には、コンクリート製造や品質管理のプロ以外にも、いろいろな構造物の設計ができるプロも必要なんだね。

ピースくん：ところで、どうしてプレキャスト製品工場は品質が高いと言われるの？



コン太くん：プレキャスト製品工場は、コンクリートの練り混ぜ、鉄筋の加工と組み立て、コンクリートの締固め・成形、強度が出るまでの養生設備などが整っている。そして、熟練した作業員が同じ製品を作っている。このように、コンクリート材料からコンクリート製品となるまでの工程で、一貫して品質管理が入念に行われているからだよ。

ピースくん：工事現場では、コンクリートの打ち込みは数ある作業の中の一つだけれど、プレキャスト製品工場では、みんながコンクリート製品製造のプロだから、品質が高いんだね。

コン太くん：プレキャスト製品の品質保証として、プレキャスト製品のJIS（日本工業規格）制度があるんだ。多くのプレキャスト製品工場は、プレキャスト製品のJISを取得して、第三者から品質が確かであることを認証してもらっているんだよ。

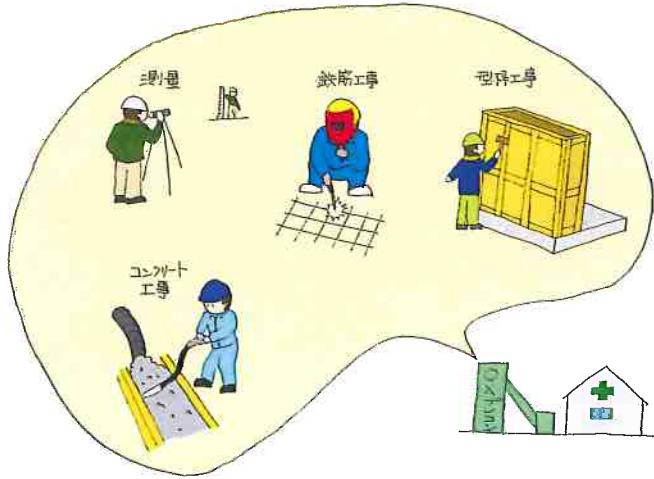


図-3.1.5 工事現場でのコンクリート施工は結構ややこしい

ピースくん：僕もJISという言葉を聞いたことがあるよ。僕たちの周りにもいろいろな製品にJISマークが付いていたような気がするなあ…。

プレ子さん：私たちの身近なもの、例えば、電子レンジ・電気冷蔵庫・電気冷凍庫・空気清浄機・ノート・トイレットペーパー・蛍光ランプなどにもJISマークが付いているのよ。



中級編 ピースくん：もっと詳しく知りたい人はこの部分も読んでね。

- コンクリートは、硬化の初期段階に乾燥すると、セメントと水との反応(水和反応)が進まないので、コンクリートの長期強度が増進しにくくなります。このため「プレキャスト製品」の製造現場では、「蒸気」を用いて高温多湿な環境を作り(蒸気養生)、セメントの水和反応を促進させ、短期間に目標とする強度が得られるようになります。生コンクリートによる現場打設のものと比較して、確実な養生(セメントの水和反応を促進するための適切な水分と温度を保ち、硬化するまでの間に振動の影響を受けないようにすること)によって、早期に必要な強度を発現させ、設計した製品の性能が得られるように努めています。
- 蒸気養生を行う際は、練混ぜ後、2時間以上経過した後に開始をし、昇温速度は20°C/h以下として、最高温度は65°Cを上限とするなどの適正な温度管理を行い、コンクリートの強度を安定させて所要の品質を満足するよう品質管理に配慮を行っています。
- プレキャスト製品に関するJISの一部を紹介します。

■ 基本規格

JIS A 5361 プレキャスト製品	種類・製品の呼び方及び表示の通則
JIS A 5362 プレキャスト製品	要求性能とその照査方法
JIS A 5363 プレキャスト製品	性能試験方法通則
JIS A 5364 プレキャスト製品	材料及び製造方法の通則
JIS A 5365 プレキャスト製品	検査方法通則

■ コンクリート製品

JIS A 5371 プレキャスト無筋コンクリート製品
JIS A 5372 プレキャスト鉄筋コンクリート製品
JIS A 5373 プレキャストプレストレストコンクリート製品

■ 製品認証



JISマーク



図-3.1.6 プレキャスト製品のJISマーク表示例(JIS A 5371 境界ブロック)

コン太くん：JIS制度による品質保証以外に、国際標準化機構による品質マネジメントシステムであるISO9000(アイエスオー9000)や、下水道協会認定工場制度や宅地擁壁技術協会認定制度など各種協会の認定制度を活用しているプレキャスト製品メーカーもあるよ。

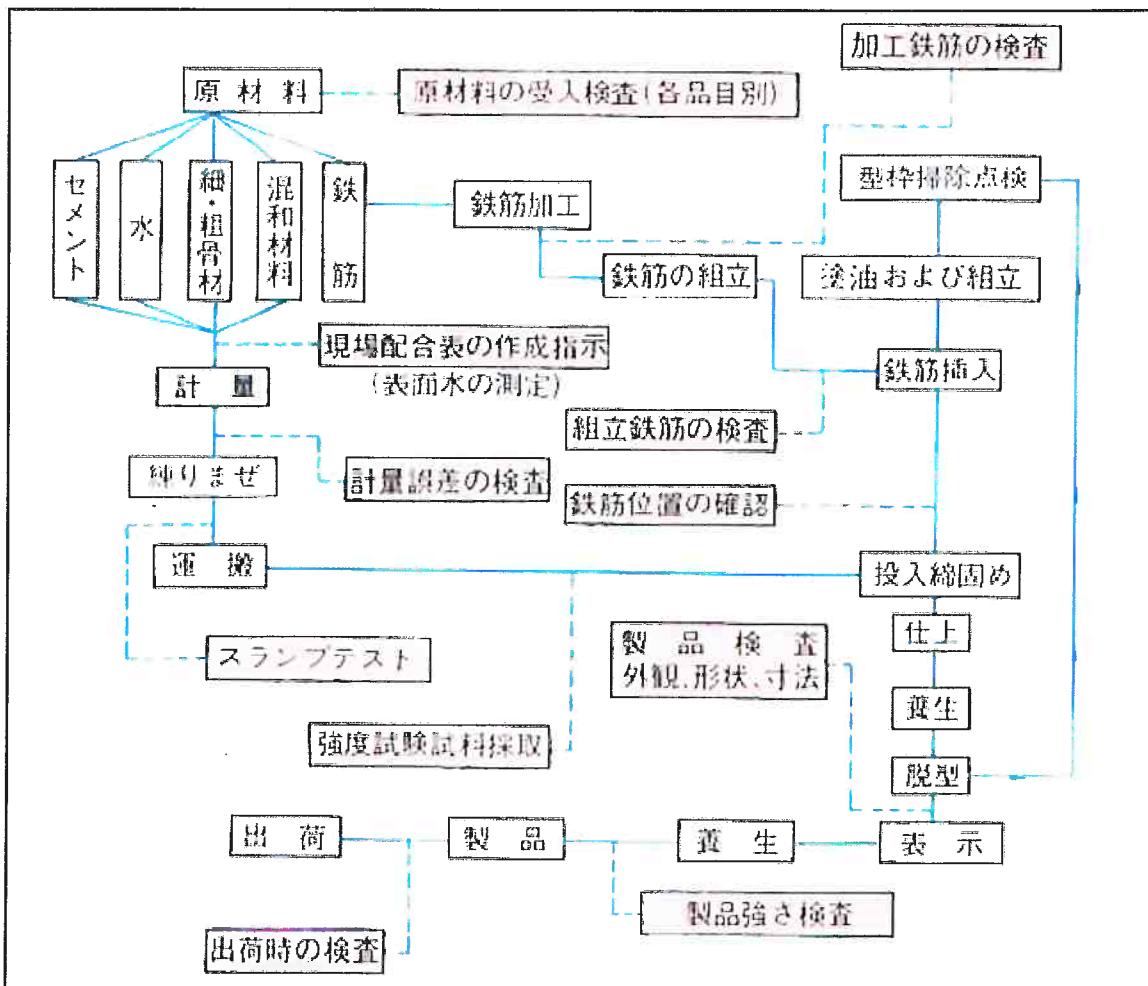
ピースくん：いろいろな制度などをを利用して品質保証に努めているから、安心だね！！



■材料

セメント、骨材、混和財、鋼材、生コンクリート

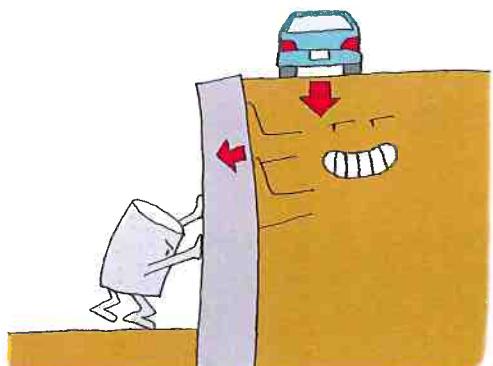
<プレキャスト製品の製造工程>



▶ プレキャスト製品に関連したJIS認証を取得するためには、製品規格を遵守することはもちろん、製造工程における「標準化」ができていることや「工程検査」を徹底して実施すること、つまりは「品質保証体制の確立」が求められます。このことから、JISマークを表示できる製品を製造可能な工場は、上記のさまざまな規格を遵守して製造・工程管理・品質管理を行っているため、優れた品質レベルにあると言えます。

▶ プレキャスト製品は、主に以下のような荷重を組み合わせ、長期間安全に使用できるように設計しています。

- ① 自重：構造物自体の重さによる荷重
- ② 土圧：土が崩れ落ちようとする際に生じる荷重
- ③ 載荷重：車両の通行による荷重
- ④ 水圧、浮力：水を溜める際に生じる圧力や浮力などによる荷重
- ⑤ 波力、流体力：波がぶつかる力や水の流れなどによって生じる浮力や押し流そうとする力
- ⑥ 地震時の慣性力：地震時の揺れによる慣性力
- ⑦ 風力や衝突荷重：風の力や車両の衝突による力など



4. こんなに役立つプレキャスト製品

ピースくん：15 ページのイラスト(図一4.1.1)を見ると、プレキャスト製品は、僕たちの生活に関連するさまざまな場所で使われていることがわかるね。地下に埋められていたり、道路の路肩にあったり、河川や海洋にあったり…と、人目につきにくいところで、僕たちの暮らしを支えてくれているんだね。



パイル(杭)



緑化よう壁



マンホール

ティ造さん：確かに人目につきにくいところに使われていることが多いね。U字溝も本来の用途よりも、キャンプ場のバーベキューの”かまど”としての用途の方が知名度が高いようだし、ビルや住宅の基礎として打ち込むパイル(杭)も、下水道のマンホールも地面の中だからね。そうそう、よく目につくマンホールのふたのことを「マンホール」だと思っている人が多いようだけど、マンホールはその下にあるんだよ。まさにプレキャスト製品は縁の下の力持ちだね。プレキャスト製品は「強い」「固い」「重い」という特性を活かして、陰ながら国民の生活(くらし)を支えているんだ。我々も今まで以上に、「国民の生活を支える」という「つよい(強い)かたい(固い)おもい(想い)」を持たないといけないな。



魚道ブロックの施工例

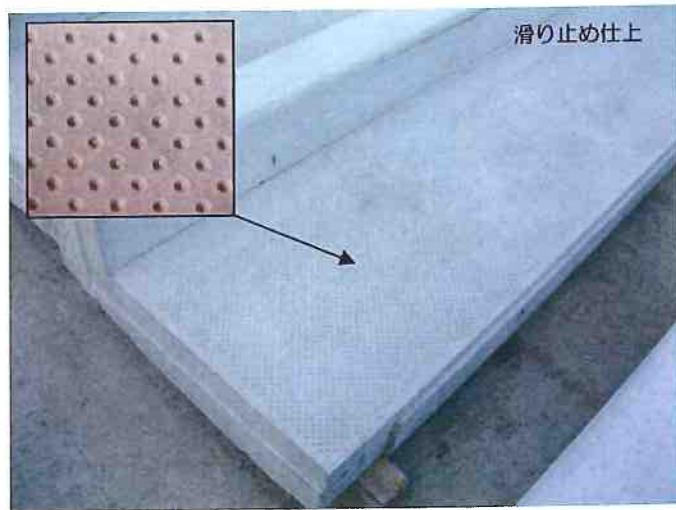
コン太くん：この前、わが社で生産した魚道ブロックも川の中に施工されてしまえば、プレキャスト製品なの

か場所打ちなのか区別がつかないからね。でも自然保護に役立っていると思うと、なんだかうれしいな。



張り出し車道

ケン吉さん：U字溝(鉄筋コンクリートU形)や縁石(歩車道境界ブロック)、道路側溝、積みブロックなどはプレキャスト製品で施工することが標準的になっているんだ。また、道路の拡幅に使う「張り出し歩道・車道」など、プレキャスト製品でないと施工できないような工種もあるしね。さらに側溝のふたのガタツキ音を抑制したり、雨天に滑りにくいよう表面を仕上げたり、よう壁の表面に植樹や緑化ができるような構造にしたり、我々の生活目線で細かな工夫がなされるのもプレキャスト製品ならではだね。工場生産だからそういうことができるわけだよ。



プレ子さん：へえ～。そんな細かい配慮がされているとは知らなかっただわ。コンクリート製品って無骨なイメージだけど、なかなか繊細なんだね。

コン太くん：僕と同じだよ。

プレ子さん：そうかな？ 結婚前はそう思っていたけど、この頃はどうかな…。

コン太くん：ま、それはさておき、こうやって見ると、ほとんどの製品は単体で使われるのではなく、並べたり、組み合わせて使われているんだね。また、大きな構造物を構築するためのパーツとして使われることもあるそうだね。

ケン吉さん：そうなんだよ。最近はかなり大きな構造物もプレキャスト化されるようになってきたんだ。下に写真のあるPC桁やプレキャスト雨水地下貯留施設などはその典型的な例だよ。この場合は「製品」というより「工法」だね。製品の設計段階でかなりレベルの高い技術的な検討がいるんだよ。プレキャスト製品を使う工法(プレキャスト工法)によって工期が短くなると、通行規制期間も短くなるので、その結果、渋滞が緩和されるし、工事騒音の発生期間も短くなるわけだ。

ティ造さん：プレキャスト製品業界で働く我々も、もっともっと勉強しないといけないな。自分たちが作っている製品に誇りを持って、その良さを一般の人たちに伝えていく「伝道師」にならないとね。

●PC桁(橋梁)の施工例



●プレキャスト雨水地下貯留施設

世界中の水の量は、約 14 億 km³ ありますが、そのうち人々の生活に使える水は、わずかに 0.8% といわれています。

私たちにとって水は欠かせない資源ですが、一方で大雨等によって洪水が発生する危険性もあります。遊水池・調整池とは、宅地開発等が進んで森林や水田、畑、ため池などが多くなり地表が建物やコンクリートで覆われると、雨水が地中にしみこまなくなり、下流への雨水の流出が増大します。この洪水の原因となる雨水を一時貯留して、下流へ少しずつ流す施設がプレキャスト遊水池・調整池です。市民の財産を守るために欠かせない施設です。

出展：^{注1} (社)セメント協会統計 2010 年度

プレ子さん：私、去年、コンクリート製品検定を受けて、少し勉強したけど、今年は中級にチャレンジするわ。ティ造さん：これからますます高齢者が増えて、若い建設技能者が不足するようになってくる。現場打ちに依存していたのでは、人手が足りなくて、工事ができなくなってしまう危険性もあるわけだ。機械施工によって省力化できるプレキャスト工法はそういう面でも社会のニーズに合っているんだ。日本ではセメント使用料の約 12.7%^{注1} しかプレキャスト製品に使われていないけれど、諸外国ではもっと高い率になっている。建設工事のプレキャスト化をもっともっと進めていかないといけないな。

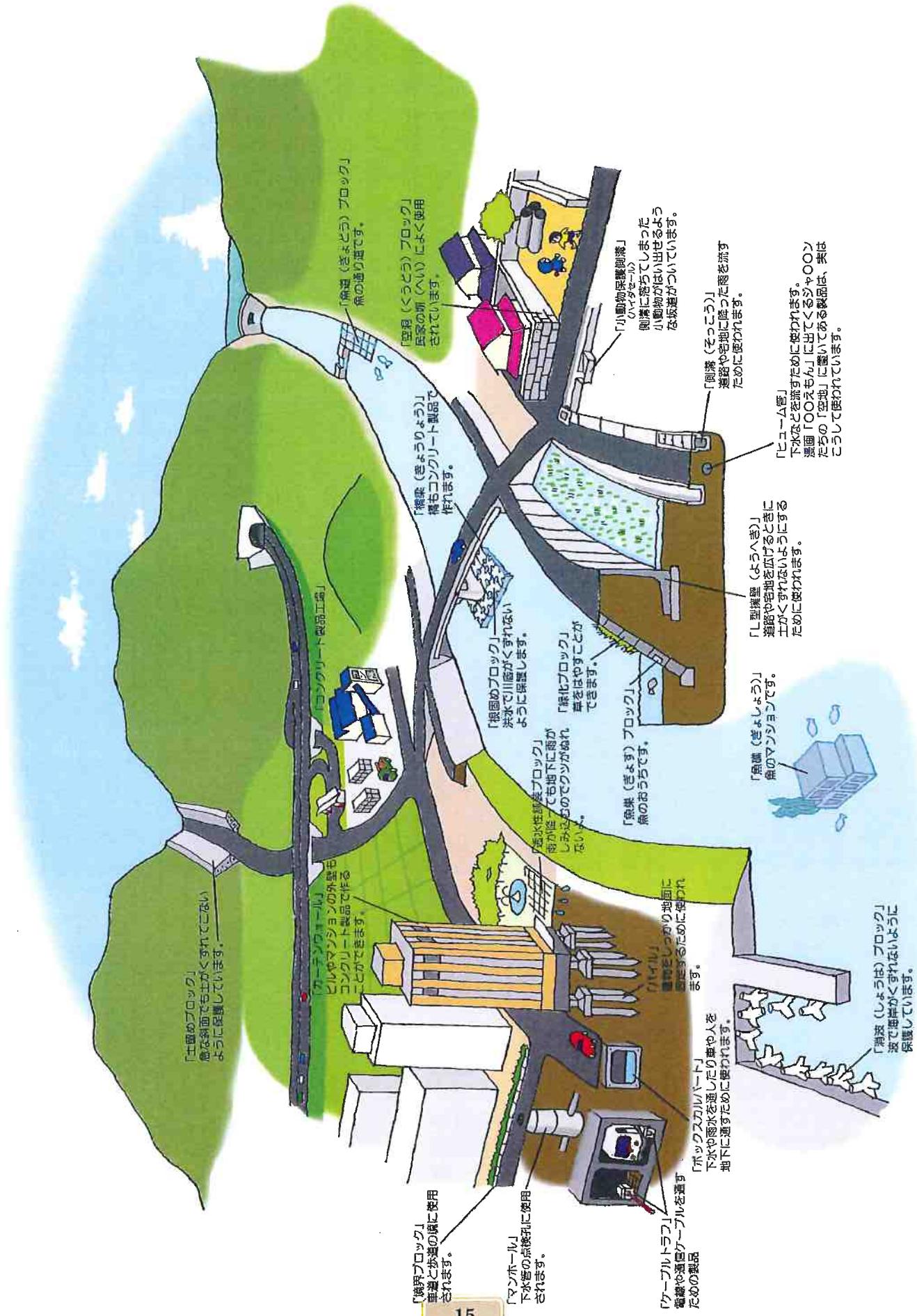
<ヨーロッパのプレキャスト化率>

デンマーク	オランダ	フィンランド	オーストリア	アイルランド
49%	48%	42%	33%	29%
スウェーデン	ベルギー	ドイツ	チェコ	
28%	24%	24%	23%	

※(社)日本コンクリート工学協会 プレキャストコンクリート製品の設計と利用研究委員会からの引用



こんなに役立つフレキシブル製品





中級編 ピースくん：もっと詳しく知りたい人はこの部分も読んでね。

- 木材や金属ではなくセメントで作られるいわゆるコンクリート船は 19 世紀中頃に誕生しました。第一次世界大戦中に技術が発展し、1920 年前後には大西洋横断可能な航洋性がある大型船が出現し、第二次世界大戦末期、日本でも鋼材不足を補うため、コンクリート船が設計され、兵庫県印南郡曾根町(現在の高砂市)の塩田跡に新設された武智造船所で 4 隻の「武智丸」が製造されました。そのうち 2 隻の船体は広島県呉市安浦町の安浦漁港の防波堤として堤防として残っています。
- 中国南部や東南アジアの水田等では、モルタルと金網とによって製造した船(フェロセメント船)が現在でも大いに活用されています。
- 建築用外壁材として作られているコンクリート・パネルには水に浮くものもあります。
- 土木学会関東支部主催で、「土木系学生によるコンクリートカヌー大会」が 1995 年から毎年 8 月最終土曜日を開催されています。船全体の重さを、船がおしおけた水の重さより軽くしてやれば、鉄でできたタンカーであろうと、コンクリートでできたカヌーであろうとも水に浮くことができるのです。



➤ 土木科や建築科に所属する高校生がコンクリートの強度やアイデアを競う全国大会「コンクリート甲子園」が毎年、高知県で開かれています。セメントなどの配合を工夫し、約 1 年をかけて実験を繰り返してきた結果、通常の 3 倍以上の 120 トンの圧力にも耐える強度に仕上がったコンクリートもあり、技術者や研究者を驚かせていたそうです。

➤ 月面でコンクリートを作る「ルナコンクリート」という研究が行われています。コンクリートの主な材料であるセメント、骨材(砂十砂利)、水のうち、月面での入手が困難な「水」を、月面に大量に存在するといわれている「氷」に置き換えて製造しようという研究です。大変夢のある研究ですね。

- 業界の情報誌には、「ブロック通信」、「コンクリート工業新聞」、「セメント新聞」などの週刊の雑誌・新聞のほか、「コンクリート工学」、「セメント・コンクリート」、「コンクリートテクノ」などの月刊専門誌もあります。



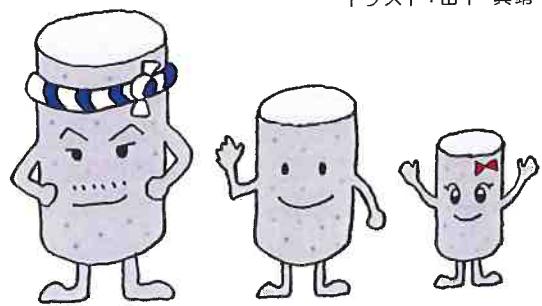
5. おわりに

日本で最初の「プレキャスト製品」は鉄筋コンクリート管で、今から約 90 年前^{注2}、愛知と東京で製造されたようです。戦後、活発に行われた公共事業とともにプレキャスト製品業界は発展、さまざまな技術開発が行われた結果、大型構造物や複雑な構造に対応できるプレキャスト製品が生まれてきました。

プレキャスト製品メーカーは地域に根ざした会社が多いことが特徴で、平成 21 年現在約 2 千社のメーカーと約 4 万人の従事者を擁する業界となっています。今まで、PR 不足のためプレキャスト・コンクリートの有効性についての認知度も低く、日本でのプレキャスト・コンクリートへのセメント使用量はセメント出荷量の 12.7%^{注1} で、まだまだ諸外国と比較して少ないといえます。

今後はプレキャスト製品の重要性や優位性をしっかりと PR し、今まで以上に市民のみなさまの快適な生活環境整備のお役に立ちたいと考えています。

イラスト: 山下 真靖



出典: 注¹ P.14 参照、注² 「30 年のあゆみ」全国コンクリート製品協会編



コンクリート製品検定 2011

テーマ: ^{くらし}生活ささえる つよい かたい おもい
実施日時: メイン会場 2011 年 11 月 12 日(土)14~16 時
サブ会場 2011 年 11 月 4 日(金)~19 日(土)

主 催: 一般社団法人 全国コンクリート製品協会 (<http://www.zencon.org/>) (企画: コンクリート製品検定委員会)
協 賛: 愛知県コンクリート製品協同組合、秋田県コンクリート製品協同組合、社団法人 石川県コンクリート製品協会、一般社団法人 岩手県コンクリート製品協会、社団法人 インターロッキングブロック舗装技術協会、社団法人 雨水貯留浸透技術協会、NEP工業会、MMホール協会、大阪コンクリート製品協会、沖縄県コンクリート二次製品協同組合、特定非営利活動法人九州コンクリート製品協会、クケイホール工業会、KLウォール協議会、特定非営利活動法人 コンクリート製品 JIS 協議会、一般社団法人 全国ケーブルトラフ協会、save研究会、サンKクリア工法研究会、スーパー ボックス工業会、島根県コンクリート製品協同組合、島根県土木コンクリートブロック協同組合、セーフティロード工業会、鹿児島県コンクリート製品協同組合、全国エクステリアコンクリート協会、全国エバホール工業会、全国CSパイプ工業会、全国FK式ハンドホール工業会、全国コネクトホール工業会、全国Wジョイント管協会、全国ヒューム管協会、全国ボックスカルバート協会、富山県コンクリート製品協会、富山県コンクリート製品協同組合、日本雨水浸透施設工業会、日本コンクリート矢板工業会、日本PCボックスカルバート製品協会、ノスキッド仕上げ研究会、PC管協会、東日本セメント製品工業組合、兵庫県コンクリート製品協会、福井県コンクリート製品協会、福島県コンクリート製品協同組合、プレキャスト雨水地下貯留施設協会、社団法人 プレストレス・コンクリート建設業協会、宮城県コンクリート製品協同組合、山形県コンクリート製品工業協同組合、山梨県コンクリート製品協同組合

(50 音順)

メイン会場

会場	会場名/住所	電話番号
札幌	札幌コンベンションセンター／札幌市白石区東札幌 6 条 1 丁目 1-1	011-817-1010
仙台	仙台ビジネスホテル／仙台市青葉区上杉 1 丁目 4-25	022-261-5711
東京	情報オアシス神田 神田北スペース／千代田区神田多町 2-4 第 2 滝ビル 3 階	03-3253-2911
金沢	金沢みなと会館／金沢市無量寺町リ 80	076-268-1288
名古屋	全国コンクリート製品協会中部ブロック(会議室)／名古屋市中区新栄二丁目 5-2 小島屋ビル 3F	052-262-4835
大阪	ネット・カンファレンス大阪／大阪市淀川区宮原三丁目 4 番 30 号 ニッセイ新大阪ビル 18F	06-6391-1117
高松	サンメッセ香川(2F 特別会議室)／高松市林町 2217-1	087-869-3333
広島	RCC 文化センター／広島市中区橋本町 5-11	082-222-2277
福岡	福岡県中小企業振興センター(302 会議室)／福岡市博多区吉塚本町 9-15	092-622-0011
那覇	沖縄産業振興センター／那覇市字小禄 1831 番地 1	098-859-6234





〒101-0041 東京都千代田区神田須田町 1-34-2 ダサシビル 4F TEL.03-5298-2011 FAX.03-5298-2012
Copyright ©2011 一般社団法人 全国コンクリート製品協会 All Rights Reserved