

# コンクリート製品検定 2022 公式テキスト

くらし  
生活ささえる  
つよい かたい おもい

コンクリート製品  
マイスターに挑戦!!



## コン検

私たちの生活環境を良くするために、いろいろなところでコンクリート製品が活躍しています。強く、硬く、重いキャラなんですけど、それがなかなかヤルのです。

ほんのちよっただけコンクリート製品のことを知って、コンクリート製品を好きになってもらえたら、もっともっと、生活環境を良くし、温室効果ガスの発生抑制などの環境対策や災害復旧、防災対策にも、コンクリート製品が活躍できると思うのです。

そんなわけで、コンクリート製品検定、第13回目です。上級合格者はマイスター級に、中級合格者は上級に、初級合格者は中級に、初めての方は初級にチャレンジしてください。

工業高校の皆さん、コンクリート製品検定は「ジュニアマイスター顕彰」の対象になりました。沢山の受験をお待ちしています。



こんなところにも  
コンクリート製品!



コロナに  
負けるな!!

サブ・学校会場 2022年11月12日(土)～11月26日(土)  
WEB方式 2022年11月12日(土)～12月10日(土)



一般社団法人  
全国コンクリート製品協会

※ジュニアマイスター顕彰は(公社)全国工業高等学校校長会の登録商標です。

|                                  |    |                              |    |
|----------------------------------|----|------------------------------|----|
| はじめに～コンクリート製品(プレキャストコンクリート製品)とは？ | 1  |                              |    |
| こんなところにコンクリート製品!?                | 2  |                              |    |
| <b>1. 社会に役立つコンクリート製品</b>         | 3  | <b>(11) 防災施設類</b>            | 12 |
| <b>(1) 暗きょ類</b>                  |    | ロックシェッド                      | 13 |
| 遠心力鉄筋コンクリート管(ヒューム管)              | 3  | <b>(12) のり(法)面被覆ブロック類</b>    |    |
| ボックスカルバート                        | 3  | 張りブロック                       | 13 |
| シールド用セグメント                       | 4  | <b>(13) 緑化ブロック類</b>          |    |
| <b>(2) 舗装・境界ブロック類</b>            |    | 緑化ブロック                       | 13 |
| 歩道用平板                            | 5  | <b>(14) 鉄道施設類</b>            |    |
| 歩車道境界ブロック                        | 5  | PC まくらぎ                      | 14 |
| 地先境界ブロック                         | 5  | <b>(15) 建築用製品類</b>           |    |
| インターロッキングブロック                    | 6  | 空洞ブロック(建築用ブロック)              | 14 |
| <b>(3) 路面排水溝類</b>                |    | 軽量気泡コンクリートパネル(ALC パネル)       | 14 |
| 上ぶた式U形側溝(上ぶた式U形側溝用ふた)            | 6  | <b>(16) 建築用構造部材</b>          |    |
| 落ちふた式U形側溝(落ちふた式U形側溝用ふた)          | 6  | 柱・梁                          | 15 |
| 自由勾配側溝(縦断勾配可変側溝)                 | 7  | 床板・階段・バルコニー・カーテンウォール         | 15 |
| <b>(4) 擁壁類</b>                   |    | <b>(17) その他の製品類</b>          |    |
| 積みブロック                           | 7  | 視覚障がい者誘導用ブロック(点字ブロック)        | 16 |
| L型擁壁                             | 9  | 電線共同溝                        | 16 |
| <b>(5) くい類</b>                   |    | 魚礁ブロック                       | 17 |
| コンクリートくい                         | 9  | <b>(18) 珍しいコンクリート製品</b>      | 17 |
| <b>(6) マンホール類</b>                |    | <b>(19) まとめ</b>              | 18 |
| マンホール                            | 10 | <b>2. コンクリート製品の構造</b>        | 19 |
| <b>(7) 用排水路類</b>                 |    | <b>3. コンクリート製品の製造</b>        | 21 |
| フリューム(U形フリューム)                   | 10 | <b>4. コンクリート製品の品質保証</b>      | 25 |
| ベンチフリューム                         | 11 | <b>5. 生コンクリートとコンクリート製品</b>   | 27 |
| <b>(8) ポール類</b>                  |    | <b>6. コンクリートの材料と配合</b>       | 32 |
| プレストレストコンクリートポール                 | 11 | <b>7. コンクリートとコンクリート製品の歴史</b> | 36 |
| <b>(9) 橋りょう類</b>                 |    | <b>8. インフラ整備の意義</b>          | 40 |
| 道路橋用橋げた                          | 11 | <b>9. マイスター級受検の方必見!</b>      | 47 |
| 道路橋用プレキャスト床版                     | 12 | <b>おわりに</b>                  | 51 |
| <b>(10) 貯水施設類</b>                |    | <b>一般社団法人全国コンクリート製品協会</b>    | 52 |
| 雨水貯留施設                           | 12 | <b>「お知らせ」と「お願い」</b>          | 53 |



## はじめに ～ コンクリート製品(プレキャストコンクリート製品)とは？

プレキャストコンクリート製品とは、コンクリートを工場であらかじめ(プレ)成形(キャスト)したものです。それを工事現場などに運んで、据え付けて構造物などにするものです。そのプレキャストコンクリート製品のことを略して「コンクリート製品」と呼んでいます。

それに対して、生コン車で運ばれたコンクリートを現場で打込むことを、現場打ち(場所打ち)コンクリートといいます。

例えば、道路の端にあるコンクリートの側溝や境界ブロック、コンクリート製の電柱(電力柱・電信柱)、地下に埋設するものでは、下水道管、くい(杭)などもコンクリート製品です。次頁の図のように街の中や家の周りを見ると意外なところに、様々な用途でコンクリート製品が活躍しており、生活に欠かせないことが実感できると思います。

ただ残念なことに、コンクリー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、「コンクリート製品」になると、一般の方には耳慣れないと思います。例えば、道路に沿って設置されているU字溝は多くの方が目にしていると思いますが、これがコンクリート製品であることを知っている人は少ないのではないのでしょうか。

土木・建築などの建設材料として、いろいろなものがある中で、コンクリートは他の材料に比べ耐久性が高く、経済性にも優れたすばらしい材料です。その材料でできているコンクリート製品を、少しでも多くの皆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と一緒に感じていきたいと思います。

このテキストでは、コンクリート製品の基本的な材料であるコンクリートとは何か、コンクリー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トをつくるのに必要な材料についてお話します。

コンクリート製品検定は、初級・中級・上級・マイスター級に分かれています。テキストでは、次の登場人物たちの会話が初級の解説になっています。併せて、写真や図も良くご覧ください。ブルーの「ステップ」は中級の解説、ピンクの「ジャンプ」は上級の解説、巻末はマイスター級の解説になっています。中級、上級及びマイスター級にチャレンジする方は、下位の級の内容も再度勉強してください。(下位の級の内容からも問題が出題されます。)

なお、「8. インフラ整備の意義」は、どの級の方にも読んでいただきたい章です。

## 登場人物

ピースくん：ぼくは、コンクリー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つくられる供試体(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、コンクリートの強度を保証するために命がけで頑張っています。



コン太さん：ぼくは、コンクリート製品会社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)です。その他にコンクリート技士と主任技士(公益社団法人 日本コンクリート工学会)の資格を持っています。ピースくん作りと、長女と次男の幼稚園送迎が日課です。



プレ子さん：私は、コンクリート製品会社に勤務するOLです。同僚のコン太さんが試験したデータを整理して品質管理資料を作成したり、パソコンで出荷伝票を発行したりしています。コン太さんと結婚していて、現在3人の子供がいます。長男は今年小学校に入学、幼稚園に通う長女と次男を含めて、コン太さんと一緒に仕事と子育ての両立に奮闘中です。



ケン吉さん：ぼくは、コンクリート製品の設計や製品開発を担当しています。CADとにらめっこしている毎日ですが、時々、施工現場に行くこともあります。コン太さんが困った時にはいつでも相談に乗ってあげています。現在技術士の資格取得を目指して勉強中。今年是一次試験の受験に向けて勉強中です。



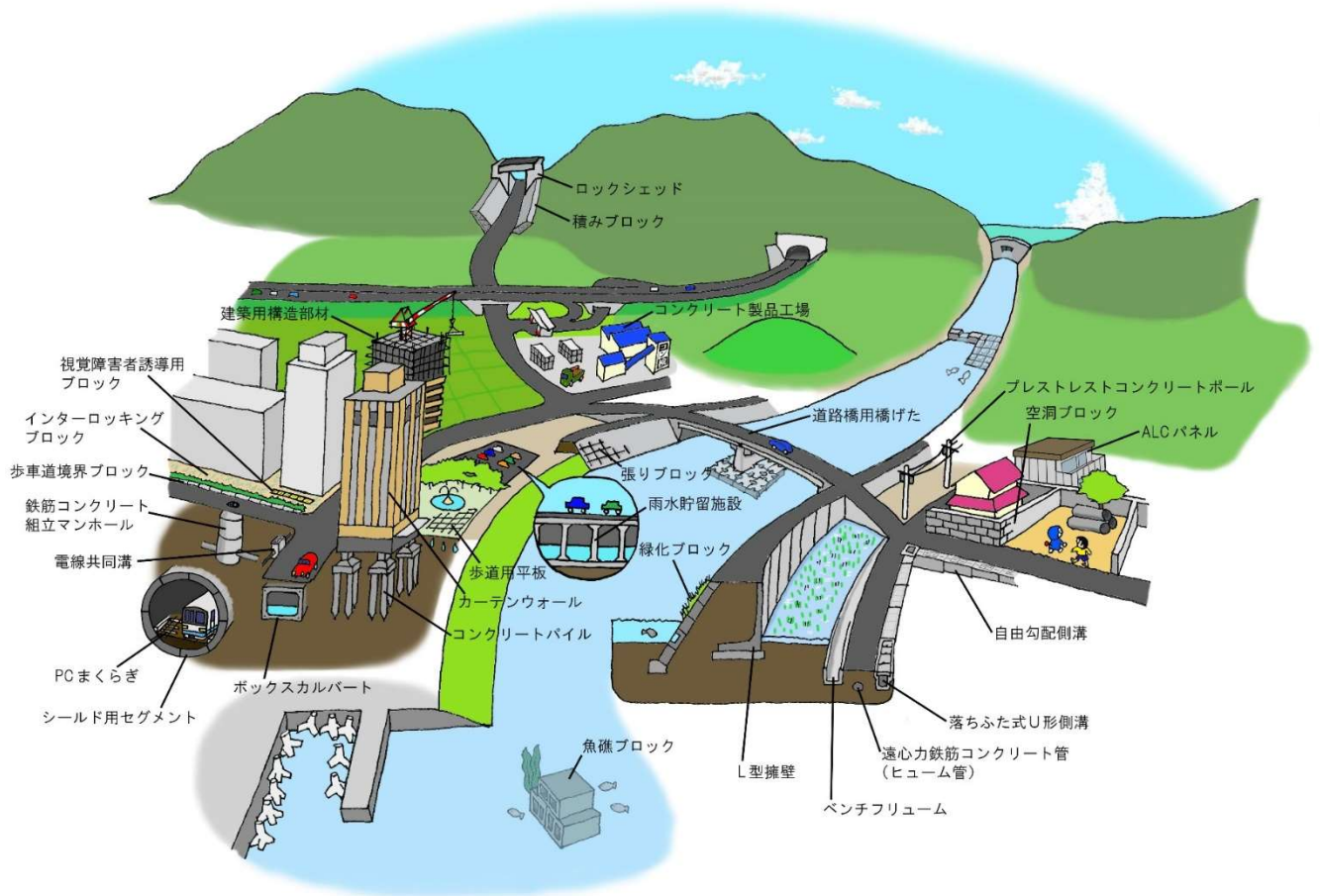
テイ造さん：私は、コンクリート製品会社の社長です。会社の皆さんが働きやすくなるように、いつも気を配っています。そのせいか、髪の毛は年々薄くなってきています。昨年、別の企業で働いていた長男が、私の会社に入社しました。出張の回数は少し戻りましたがカラオケの回数は減ったままで少し寂しいです。



## こんなところにコンクリート製品？



### 街の中や家の周りのコンクリート製品



### プレキャストコンクリート製品例



ボックスカルバート (P.3)



落ちふた式U形側溝 (P.6)



護岸用コンクリートブロック (P.7)



L型擁壁 (P.9)



ベンチフリューム (P.11)



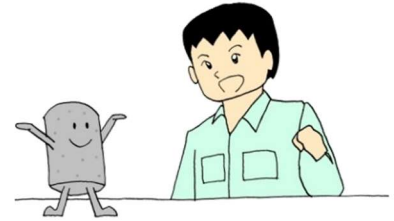
雨水貯留施設 (P.12)

## 1. 社会に役立つコンクリート製品

### (1) 暗きょ類

**ピースくん**：街中などでコンクリート製品が使われている様子が知りたいなあ。

**コン太さん**：それじゃあ、コンクリート製品が使われている様子を製品の写真と施工された状態の写真を使って説明していくよ。どういう場所で使っているかは、P.2 のイラストも参考にしつね。



まずは、「道路などの下に設置される下水道、用排水路、道路(歩行者、自転車などの車両用)などの構成部材【暗きょ類】」だよ。暗きょ類に含まれる遠心力鉄筋コンクリート管(ヒューム管)は、下水などを流すために使用されているんだ。昔は、土管(陶管)も使われていたけれども、今はほとんどがヒューム管だよ。



アニメ「ドラえもん」の中で、空き地に置いてある丸い筒状のコンクリート製品もヒューム管なんだよ。

※ アニメ「ドラえもん」で描かれている時代は、公園はまだ少なく、近所の空き地が子供たちの遊び場になっていた。アニメに登場するこの空き地は、材木屋さんの資材置場ではないかと考えられている。



#### ステップ(中級解説)

ヒューム管は、遠心力成形法(筒状の型枠を高速回転させ、型枠の内側からコンクリートを打ち込み、遠心力で締め固める成形方法)によって製造されます。

遠心力成形によるヒューム管の製造方法は、オーストラリア人のヒューム兄弟が考案しました。

鉄筋コンクリート管には、遠心力成形のヒューム管のほかに、円形の型枠にコンクリートを打ち込み、振動機で締め固めて成形する鉄筋コンクリート管もあります。



#### ジャンプ(上級解説)

ヒューム管の施工は、通常「開削工法(かいさくこうほう)」で行われます。

「開削工法」では、管路を敷設する溝を掘削してヒューム管を並べた後、埋戻しを行います。「開削工法」に使用されるヒューム管には、管の直径が15cm～3mのもの、内圧に耐えるもの、ヒューム管の曲げ強度を増したなどいろいろな条件に対応するため様々な種類のものがあります。

また、ヒューム管の種類の中には、「推進工法」に用いる推進管という管もあります。「推進工法」は、発進坑と到達坑という縦穴を掘り、管の先端に掘進機を取り付けて、モグラのように水平方向に地中を掘り進みつつ、後方の油圧ジャッキで管を押し進めて管を埋設します。「推進工法」は、地面を開削する必要がなく、交通規制を大幅に短くできます。最近では、長距離を推進したり、カーブを設けたりできるなど、工法の研究がより進んでいます。

なお、「推進工法」は、高い推進力に耐える必要があるため、コンクリート強度が通常のヒューム管より大きく、管の厚みも厚いという特徴があります。

**コン太さん**：暗きょ類の2番目に紹介する製品は、ボックスカルバートだよ。

カルバートとは、地中につくられた水路や通路などの空間のことなんだ。箱型の空間をつくるための製品なので、ボックスカルバートと呼ばれているんだ。



### ステップ(中級解説)

ボックスカルバートは、小河川の暗きょ化や下水や雨水を排水する用途のほかに、車や人の通路にも使用されることがあります。

単独の箱型空間をつくる以外に、2連、3連の箱型空間をつくることのできる大型ボックスカルバートもつくられています。



水族館屋外回廊での使用例

大型ボックスカルバートの場合、部材(パーツ)に分割して搬入し、設置場所で機械式継手や連結金具、P C 鋼棒等で締め付けて、接合して組み立てるケースが多いようです。

鉄筋コンクリート製(RC)ボックスカルバート、プレストレストコンクリート製(PC)ボックスカルバートがあります。(プレストレストコンクリートについては、「2. コンクリート製品の構造」で説明します。)

頂版部分がアーチ状になったアーチカルバートという製品もあります。



### ジャンプ(上級解説)

ボックスカルバートには、推進工法や横引工法など、様々な施工方法が開発されています。なんと、横引工法の中には、人力での移動が可能な工法もあります！また、最近ではボックスカルバートを小河川に設置して、橋として使用されることもあります。昨今、ゲリラ豪雨などに対応するため、雨水幹線としてボックスカルバートを敷設する工事が進んでいます。水害対策としても、ボックスカルバートは活躍しています。



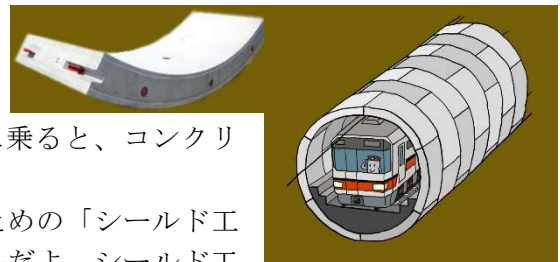
**コン太さん：**暗きょ類の3番目に紹介する製品は、シールド用セグメントだよ。ピースくんは、地下鉄に乗ったことがあるかな？

**ピースくん：**もちろんあるよ。ひょっとして、地下鉄に乗ると、コンクリート製品を見ることができるの？

**コン太さん：**実は、そうなんだ。地下鉄などをつくるための「シールド工法」というものにコンクリート製品が使われているんだよ。シールド工法は、軟らかい土砂でできている都市の地下にトンネルを掘るために考案されたものなんだ。

鋼製の筒の中に掘削する機械を納め、周囲の土砂の崩壊を防ぎながら、前面の土を回転するカッターで少しずつ削り取っては、その分油圧ジャッキによって前進し、後方に円周を分割した形状のコンクリート製品を組み立てて、トンネルを築造していく工法なんだけど、この円周を分割した形状のコンクリート製品がシールド用セグメントなんだ。略してセグメントとも呼ばれるよ。

**ピースくん：**ぼくたちの一番身近なシールド用セグメントは、地下鉄のトンネルなんだね。



### ステップ(中級解説)

シールド用セグメントは鉄筋コンクリート製品です。シールド工法でつくられるトンネルには、鉄道用トンネル、下水道用トンネル、道路用トンネルなどのほかに、集中豪雨などの際、洪水を防ぐために一時的に水をためておく地下遊水池や水を早く排出させるための地下放水路にも使われます。

### ジャンプ(上級解説)

シールドトンネルを発明したのは、イギリスのブルネルという技師です。彼は、船の木材を食べながら後ろを殻で固めていくフナクイムシをヒントにして、シールド工法を発明しました。

このアイデアは、ロンドンのテムズ川をくぐる水底トンネルで初めて使われ、今から約 150 年前に完成しました。このブルネルがつくった世界最初のシールドトンネルは、今もロンドンの地下鉄として使われています。

日本最初のシールドトンネルは、大正6年に建設された秋田県の羽越本線折渡トンネルです。

## (2) 舗装・境界ブロック類

**コン太さん**：次に説明するのは、「道路の舗装、境界などの構成部材として使われる【舗装・境界ブロック類】」だよ。

舗装・境界ブロックの最初に紹介する製品は、歩道用平板だよ。

これはコンクリート製品の中では、古株なんだ。歩行者の足元が汚れないようにするために、歩道などのコンクリート舗装用として使われてきたんだ。最近では、新しい機能をもたせたコンクリート平板もつくられているよ。

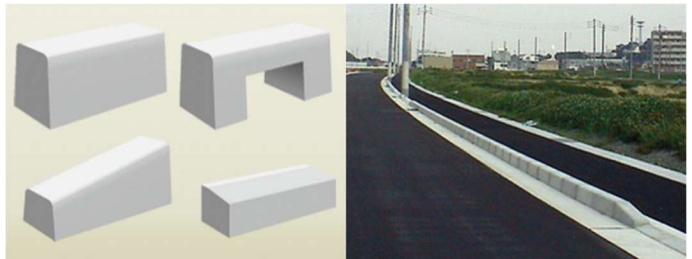


### ステップ(中級解説)

歩道用平板は無筋コンクリート製品です。近年では、コンクリートをポーラス(多孔質)にして、雨水を空隙(くうげき)部分を通じて地中に還元する透水機能をもたせたタイプや、ポーラス部分に保水機能をもたせたタイプがあります。透水機能をもったタイプは、都市化の進展により低下した雨水浸透機能を向上させ、水跳ねしにくいので歩行の快適性が向上します。また、保水機能をもったタイプは、降雨、散水などにより保水された水分が、時間をかけて大気に蒸発することによって路面温度の上昇を抑制します。

**コン太さん**：舗装・境界ブロックの2番目に紹介する製品は、歩車道境界ブロックだよ。

歩車道境界ブロックは、歩道と車道を区分するために使用されるブロックで、車などがぶつかっても簡単に外れたりしないように、道路の縁にしっかりと埋め込まれているんだよ。地域によって、形や大きさなどにたくさんのバリエーションがあるよ。



**ピースくん**：歩道がある道路では、この歩車道境界ブロックを見ることができるね。このブロックがあるから、車の運転手は車道と歩道の境目をはっきりと識別できて、交通事故を減らすことに役立っているんだね。

### ステップ(中級解説)

歩車道境界ブロックは無筋コンクリート製品です。車や自転車などが乗り入れる部分に使用するための段差が小さいタイプや、車いすが通行しやすいように工夫されたバリアフリータイプなどがあります。

### ジャンプ(上級解説)

寒冷地では、歩車道境界ブロック等のコンクリートが凍結融解作用を繰り返し受けるとボロボロに壊れる等の凍害が生じることがあります。これは、コンクリート内部の水分が、凍結によって約9%膨張する際に大きな圧力が生じて内部に微細なひび割れが発生するためです。しかし、AE剤という混和剤を用いてコンクリート中に微細な空気泡を均等に連行した製品は、凍害が発生しにくくなります(意図せず巻き込まれた空気では効果なし)。凍害は凍結と融解を繰り返す回数が多いほど劣化が進みます。このため、冬季の間雪に埋まっている場所よりも、日中は日が差して温かくなるが、夜は零下まで冷えるような場所の方が劣化は激しくなります。

**コン太さん**：舗装・境界ブロックの3番目に紹介する製品は、地先境界ブロックだよ。

地先境界ブロックは、官民境界(公共用地と民有地の境界)や民民境界(民有地と民有地の境界)などを区分するために使用されるブロックだよ。歩道中の植樹帯の枠として使われることもあるみたいだね。



### ステップ(中級解説)

地先境界ブロックは、無筋コンクリート製品です。たまに車止めやクーラーの室外機を置くための基礎として使われることもあり、このようにコンクリート製品は、本来の用途以外で活躍することもあります。

**コン太さん**：舗装・境界ブロックの4番目に紹介する製品は、**インターロッキングブロック**だよ。

インターロッキングブロックは、西洋で舗石（ほせき）の代替品として発展したものだよ。

車や人が乗ったブロックが沈下しようとするするとブロックとブロックの隙間（目地）に密に充填（じゅうてん）した硬い砂を介して、隣接したブロックに力が分散して車などの通行に耐えるようになっているんだ。

また、ブロックの表面を着色しているものもあって、歩道、広場、駐車場などのほか、最近では車道にも使われているんだよ。

**ピースくん**：それ、公園で見かけたことあるよ！



### ステップ(中級解説)

インターロッキングブロックは、無筋コンクリート製品です。また、略して「インター」と呼ぶことがあります。近年では、透水機能や保水機能をもたせたタイプもあります。

### ジャンプ(上級解説)

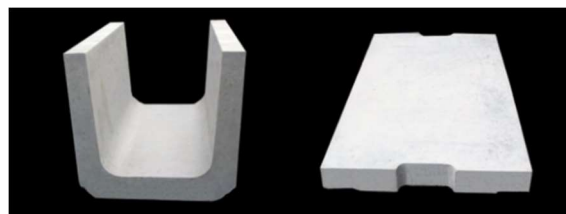
「インターロッキング」は「噛みあわせる」という意味です。

## (3) 路面排水溝類

**コン太さん**：次に説明するのは、「道路に沿って設置される路面排水路の構成部材【路面排水溝類】」だよ。

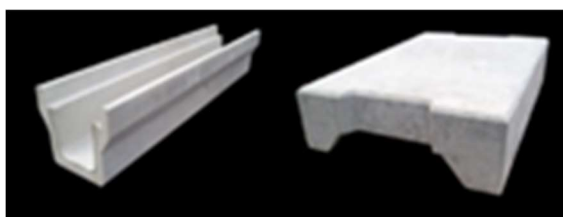
路面排水溝類の最初に紹介する製品は、**上ぶた式U形側溝(上ぶた式U形側溝用ふた)**だよ。上ぶた式U形側溝は、主に雨水を排水するために使われる側溝だけど、単純な形状なのでいろいろな用途に使われているんだ。断面形状がアルファベットのU形をしているので通称「U字溝」と呼ばれるよ。

側溝の上を人が通ることができるように、このU字溝用のふたも製造されているよ。上ぶた式U形側溝の場合、側溝本体の上面と路面が同じ高さになるため、側溝上にふたを載せると、ふたの方が路面より高くなるんだよ。



**ピースくん**：ホームセンターなどで売られている側溝がこのU字溝だね。

**コン太さん**：路面排水溝類の2番目に紹介する製品は、**落ちふた式U形側溝(落ちふた式U形側溝用ふた)**だよ。落ちふた式U形側溝は、側溝にふたをかけた際に、ふた面と路面が同じ高さになるよう、側溝本体にふたを落とし込めるよう工夫された側溝だよ。



**ピースくん**：もしも側溝がなかったら、雨が降るたびに道路が水浸しになってしまうね。海外ではそういう地域も多いらしいよ。その点、日本はよく整備されているんだね。

### ステップ(中級解説)

土圧や蓋に作用する荷重などによって曲げる力が作用するため、側溝類(U形側溝、自由勾配側溝)は鉄筋コンクリート製品です。

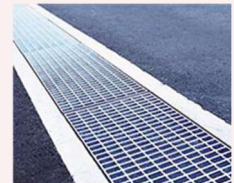
上ぶた式U形側溝は、バーベキューの時に“かまど”として使われることもありますが、その用途を前提に規格化されているものではないので、注意が必要です。

落ちふた式U形側溝は、側溝の中では標準的なもので、歩道用と車道用があります。

### ジャンプ(上級解説)

比較的新しく開発された落ちふた式U形側溝の製品長さは2mや1mなのに対して、古くからある上ぶた式U形側溝には尺貫法の影響で60cmの規格が残されています。

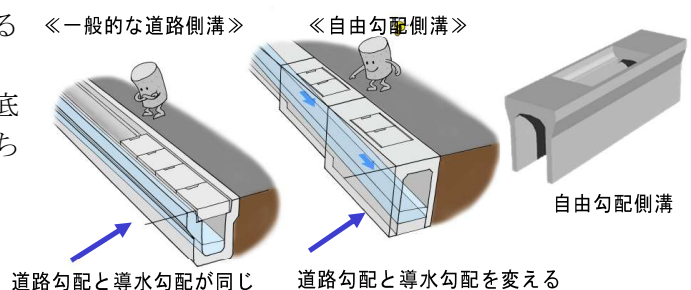
側溝には雨水の集水のために、グレーチングふた(鋼材を格子状に組んだ溝ふた)をかけることがあります。グレーチングの素材としては鉄(亜鉛メッキ)のほかに、ステンレス、アルミニウム、繊維強化プラスチック(FRP)なども使われます。アメリカ軍艦に使われていたグレーチングを元に製造したのが、日本のグレーチングの始まりです。



**コン太さん**：路面排水溝類の3番目に紹介する製品は、自由勾配側溝(縦断勾配可変側溝)だよ。

自由勾配側溝は、道路や地面の勾配と異なる導水勾配をもたせたい場合に使う側溝なんだ。道路勾配に合わせて設置した自由勾配側溝の底部に、必要な導水勾配が取れるように現場打ちのコンクリートを打ち込んで使用するんだ。

**ピースくん**：導水勾配を取りにくい、広い駐車場などで使われることが多いんだよね。



### ステップ(中級解説)

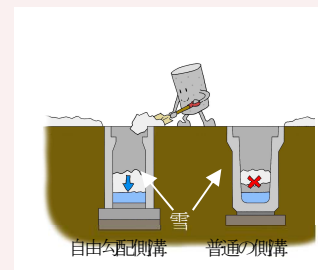
自由勾配側溝は、サイズが豊富で幅30cm～1mくらいまでのもの、深さ30cm～2mくらいのものがあります。実にいろいろなサイズがあり、流量に応じて使い分けることができます。

### ジャンプ(上級解説)

自由勾配側溝は、積雪地では流雪溝としても利用されています。

普通の側溝では、内壁面が斜めで底面が狭くなっているため、側溝に捨てた雪が塊となり、側溝内でつまりやすくなります。また、側溝内でつまりが起きると、雪が流水に接しないため溶けません。

自由勾配側溝は、内壁面が垂直で、雪が側溝内に落ちやすいため、流雪溝として多く利用されています。



## (4) 擁壁類

**コン太さん**：次に説明するのは、「用排水路・河川・港湾などの護岸、道路、宅地造成などの土留め壁の構成部材【擁壁類】」だよ。

擁壁類としてよく使われているのが、積みブロックなんだ。崖(がけ)などが崩れないようにする目的で古くから使用されてきた石積み知石(いしづみけんちいし)を、コンクリート製品にしたものだ。主に道路、河川、宅地造成などに使われているよ。

施工後に土留め壁の表面となる面の形は、長方形や正方形、正六角形があるね。近年では、魚類や水生昆虫など生物の保護や緑化などの環境に配慮したものや景観形成を目的とした積みブロックが開発されているんだ。緑化(植生)に特化したブロックは緑化ブロックと呼ばれているんだ。



けど、それは後で説明するね。

また、最近、河川の護岸に使用するブロックで、施工後にブロックが露出する場合は、ブロックの明度(明るさの度合い)が低く目立たないものを使用するようになったよ。自然景観との調和を考えているんだ。

ピースくん：へえ～。崖を保護するだけじゃなくて、環境や景観に配慮することも考えてつくられているんだね。

### ステップ(中級解説)

積みブロックは無筋コンクリート製品です。

間知石(けんちいし)は6つ横に並べると1間(けん)(約180cm)になることから名付けられたため、もともとは一辺が30cm前後の大きさでした。また、施工後に土留め壁の表面となる面の形は正方形や長方形や六角形ですが、背後の控え部分は奥に行くほど細くなる角錐形になっていることが多いようです。

1つのブロックの面の大きさが $0.5\text{m}^2$ 未満の積みブロックと $0.5\text{m}^2$ 以上の大形積みブロックとがあります。

積みブロックのサイズで重要なものが「控長」(奥行)です。控長が大きい方が安定性は高くなります。

積みブロックは、狭い現場や曲線での施工が比較的容易です。一方、大形積みブロックは、規模の大きい現場での施工性に優れています。

積みブロックの積み方には、各段の高さを水平に揃えて積み、横目地が一直線になる「布積み」や石の隅を立てて積む「谷積み」があります。

環境に配慮した積みブロックとして、魚類の保護を目的とした「魚巢(ぎょす又はぎょそう)ブロック」やホタルの保護を目的とした「ホタルブロック」などもあります。

従来護岸に使用されてきたコンクリートブロックの明るさの度合い(明度)は9～10と高く、明るいものが多くみられました。一方、護岸の背景となる森林の色や草木の色は比較的明度が低く最大で6程度です。一般に対象物と周辺景観とに明度差が生じると、対象物は目立つ存在となることがわかっています。また、古くから護岸材料として用いられてきた自然石の明度は3～6の範囲にあるといわれています。これらのことから、河川の護岸が露出する場合には、周囲の景観と調和させるため、つまり、護岸ブロックを目立たなくするために、護岸に使用するブロックの明度は6以下を目安とすることになったようです。



### ジャンプ(上級解説)

積みブロックや大形積みブロックの施工に際しては、通常は施工現場においてブロック間に「胴込めコンクリート」を充填(じゅうてん)することでブロックを一体化させています。このような構築方法を「練積み」と呼びます。一方、「胴込めコンクリート」を用いず、砕石や土などでブロック間を充填(じゅうてん)する施工方法を「空積み」と呼びます。

平成9年に、河川環境の整備と保全を河川管理の目的に位置づけた河川法の改正が行われ、コンクリートの見えない川づくりが推奨されたことで、河川にコンクリートやコンクリートブロックが使われにくくなりました。各ブロックメーカーはその対策を考え、河川に使える積みブロックとして魚類や水生昆虫などの生物の保護や緑化(植生)が可能な環境に配慮した新たなブロックを開発しました。これらの環境に配慮した積みブロックの多くは、ブロック表面や内部の空間に砕石や土などを充填(じゅうてん)することで様々な大きさの空隙(くうげき)を持たせ、生物や植物の生育の場を提供できるようになっています。

また、平成26年に「美しい山河を守る災害復旧基本方針」の改定が行われ(※)、河川の護岸に使用するブロックについて、その明るさの度合い(明度)、材料が持つ視覚的・感覚的な感じ[テクスチャー(肌理(きめ))：具体的には表面の凹凸やザラザラ感]、ブロックの形やサイズ・積み方・目地などによる表面の景観パターンにも注意することが重要であると記載されました。この方針に沿ってブロックの明度測定が実施されるとともに、テクスチャーや景観パターンにも注意したブロックの供給が行われるようになってきています。

※「美しい山河を守る災害復旧基本方針」(ガイドライン)(平成26年3月改定)は、改良復旧への対応、現場技術者の労力軽減に資するため平成30年6月に改訂されました。

**コン太さん**：擁壁類として2番目に紹介する製品は、**L型擁壁**だよ。

L型擁壁は、断面の形が「L」の形状をしているよ。擁壁とは、土木工事などで土を切り取った崖（がけ）や盛土を安定させるための壁状の建造物のことだよ。

**ピースくん**：それじゃあ断面の形が「T」だったら、「T型擁壁」と呼ばれていたの？

**コン太さん**：するどい！実際には、Tをひっくり返した形の擁壁があって、逆T型擁壁と呼ばれているんだ！



#### ステップ(中級解説)

土圧などの外力によって曲げる力が作用するため、L型擁壁は鉄筋コンクリート製品です。

L型擁壁の表面に、景観に配慮して「石模様」などの意匠を施したものもあります。また、L型擁壁には用途によって、「宅地用」や「道路用」があります。

#### ジャンプ(上級解説)

宅地造成などの擁壁設置工事に使用するL型擁壁には、宅地造成等規制法に関する国土交通大臣の認定を取得している「宅造認定L型擁壁」があります。また、L型擁壁には、擁壁天端部分にガードレール支柱基礎を一体化した車道用L型擁壁もあります。



### (5) くい類

**コン太さん**：次に説明するのは、「各種構造物の基礎くいの構成部材【くい類】」だよ。

くい類で紹介する製品は、**コンクリートくい**だよ。

コンクリートくいは、**コンクリートパイ**ルとも呼ばれ、建物の基礎や橋の橋台、橋脚などの基礎に用いられているよ。建物や橋が倒壊しないよう、地下でしっかりと構造物を支えるのがコンクリートくいなんだ。



#### ステップ(中級解説)

建物の基礎や土木構造物の基礎に使われるコンクリートくいは、直径が小さいもので20 cm～30 cm程度、大きいもので1.2m程度まであって、長さは2 m～15m程度まであります。

くいの形状では、ストレートくいと節くいがあります。くいの表面に節のないものがストレートくい、くいの表面に節のあるものが節くいです。

くいの構造では、鉄筋コンクリート構造、プレストレストコンクリート構造、プレストレスト鉄筋コンクリート構造、鋼管とコンクリートの複合構造などがあります。

プレストレスト鉄筋コンクリート構造は、建築業界では一般的に用いられている技術で、すべてプレストレスでまかなう設計(フルプレストレス)ではなく、鉄筋コンクリートで設計し、ひび割れ制御にプレストレスを使っているという考え方によるものです。

コンクリートくいの施工方法は、騒音と振動が大きい打込み工法の他に、騒音と振動が少ない埋込み工法があります。最近、市街地でよく用いられる工法は、騒音と振動が少ない埋込み工法です。打込み工法は、住宅地から離れた場所で施工する場合など、ごく限定的に用いられるようになりました。

(プレストレストコンクリートについては、「2. コンクリート製品の構造」を参照してください。)

#### ジャンプ(上級解説)

コンクリートくいは、高強度コンクリートで製造されます。その製法は、一般的に遠心力締固め製法が採用されています。遠心力締固め製法とは、高速回転する筒状の型枠中にコンクリートを投入し、遠心力で成形し、緻密(ちみつ)で高強度なコンクリートにする方法です。

支持の方式は、主としてくいの周囲の土との摩擦で支える「摩擦くい」と、主として強固な地盤の先端支持で支える「先端支持くい」に大別できます。

コンクリートくいは、地中深くまで打ち込むために、コンクリートくいをつないで長くします。このコンクリートくいをつなぐ継手には、溶接式継手と溶接を用いない機械式継手があります。機械式継手は天候の影響を受けにくく、施工時間も短縮できるというメリットがあります。

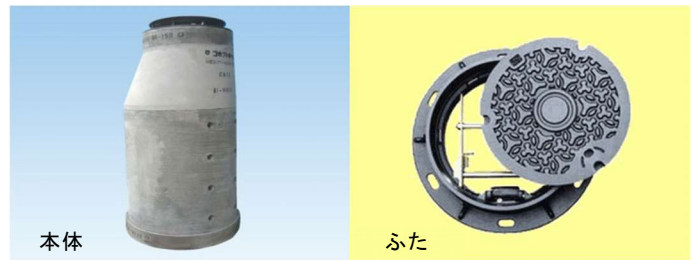
## (6) マンホール類

**コン太さん**：次に説明するのは、「下水道、電気通信などのマンホールの構成部材【マンホール類】」だよ。道路などにあるマンホールって知っているかな？

**ピースくん**：知っているよ。あの丸い鉄ふたのことでしょう？

**コン太さん**：実は、ピースくんが見たマンホール鉄ふたの下には、コンクリート製品でつくられた人間の入る点検孔があるんだ。

人が入るのでマンホール、機械が入るのはマシンホールというんだ。普段、私たちが目に見ているのはマンホールのふたで、マンホール本体ではないんだ。マンホールは、地下に埋められた管の方向・勾配・管径の変化する箇所、管内の点検・清掃や管きょ内の換気の目的のためにつくれているんだ。まさに目立たないところで、活躍している縁の下の力持ちだね。



### ステップ(中級解説)

マンホール本体は、無筋コンクリート製品の場合と鉄筋コンクリート製品の場合があります。

マンホールのふたの最小のものは、直径 60 cm (人間が動ける最小寸法) で鋳物製が多いようです。ちなみに、ふたが丸いのは、はずした時にふたがどの方向であっても、マンホール内部に落下しないようにするためです。(四角いふただと落下の危険性があります。)

### ジャンプ(上級解説)

専用の工具を使ってマンホールのふたを開けると、内部は一般的には狭く深くなっています。また下水以外にも、雨水や電気・通信ケーブルが通っているものもあります。点検に際しては、内部の劣化状況や硫化水素のような危険なガスが発生していないかを確認する必要があります。

## (7) 用排水路類

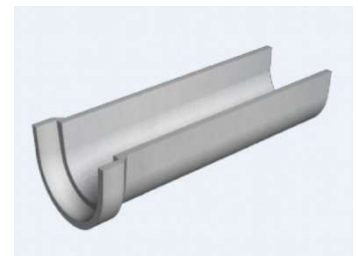
**コン太さん**：次に説明するのは、「ほ(圃)場(作物を栽培する田畑)整備、農地造成における用排水路の構成部材【用排水路類】」だよ。ここでは、まず最初にフリューム(U形フリューム)を紹介するよ。

さっき側溝の説明をしたけれど、側溝は主に道路の雨水を排水することが目的だったよね。今回の製品は、主に農業用水や排水に使われる水路用の製品なんだ。ところでピースくん、用水ってわかるかい？

**ピースくん**：う〜ん。よくわからないなあ。

**コン太さん**：主に人間の経済活動に用いるための水を「用水」(ようすい)と呼んでいて、この用水を川などの水源から離れた場所に引くために人工的につくられた水路が用水路なんだ。フリューム(U形フリューム)は、雨どいのような形をしたU形水路で、主に農業用水路に使われるものなんだ。

**ピースくん**：側溝もフリュームも一言で「溝」だけど、用途が違うんだね。



### ステップ(中級解説)

フリューム(U形フリューム)は鉄筋コンクリート製品です。

大きな土圧を受けない場合は、埋設して側溝としても利用されます。

### ジャンプ(上級解説)

U形フリュームは、受け台で支持されて水路をまたぐ掛樋(かけひ)としても使われます。

ソケット部には、緩衝・止水用シール材(パッキン)を使用する例が見られます。

**コン太さん**：用排水路類で2番目に紹介する製品は、ベンチフリュームだよ。ベンチフリュームは、農業用の用排水路として直接地面に設置して使用されるものだよ。田んぼの周辺の畔道（あぜみち）を歩いてみると、あちこちで見かけるよ。また、側溝として使用されることもあるよ。



#### ステップ(中級解説)

ベンチフリュームは鉄筋コンクリート製品です。

ベンチフリュームは、置樋(おきひ)の意に解され直接地面に設置又は埋設して使用します。

#### ジャンプ(上級解説)

ベンチフリュームは、設置底面が平らであり、底幅が深さよりも大きいことが特徴です。ソケット無しの1種とソケット有りの2種があり、ソケット部には緩衝・止水用シール材（パッキン）を使用することが多い。

### (8) ポール類

**コン太さん**：次に説明するのは、「送電、通信など各種電線路用ポール【ポール類】」だよ。ここでは、プレストレストコンクリートポールを紹介するよ。

街でよく見るコンクリート製の電柱は、プレストレストコンクリートポールというんだ。

プレストレストコンクリートポールとは、遠心力締固めとプレストレスの導入によってつくられた柱状の製品だよ。

プレストレスを導入しているためひび割れが入りにくく、一時的に曲げ荷重がかかってひび割れが入っても荷重を取り除けばひび割れが閉じるのが特長となっているよ。(プレストレストコンクリートについては、「2. コンクリート製品の構造」を参考にしてね。)



#### ステップ(中級解説)

プレストレストコンクリートポールの長さは JIS A 5373（プレキャストプレストレストコンクリート製品）で7m～17mと規定されています。また形状はテーパを有する円錐台形と、有しない円筒形の2種類が規定されています。

プレストレストコンクリートポールは、ゴルフ練習場などの防球ネット用の柱にも使われています。また、公園、競技場などの照明用のものもあります。

### (9) 橋りょう類

**コン太さん**：次に説明するのは、「道路橋の橋げたなど、橋りょうの構成部材【橋りょう類】」だよ。

橋りょう類で最初に紹介する製品は、道路橋用橋げただよ。

標準支間(橋の橋脚と橋台又は橋脚と橋脚の距離)5m～24mまでの道路橋、栈橋(さんばし)などの「けた」として幅広く使用されているんだよ。



#### ステップ(中級解説)

プレキャストプレストレストコンクリート製品に関する JIS で規定された道路橋用橋げたには、スラブ橋げた、けた橋げた(T桁)、軽荷重スラブ橋げたがあります。

### ジャンプ(上級解説)

プレストレストコンクリート橋は、PC 鋼材を使って、通常の鉄筋コンクリートに比べて大きな荷重に抵抗することができるため、鉄筋コンクリートよりも、長い支間長(スパン)が可能になります。

コンクリート打込み前に PC 鋼材を緊張する方法で製造された道路橋用橋げたを「プレテンション方式 PC 桁」と呼びます。

**コン太さん**：橋りょう類で 2 番目に紹介する製品は、**道路橋用プレキャスト床版**だよ。

これはパネル状のフラットなプレストレストコンクリート床版(PC 床版)で鋼製主桁の上に敷設し道路橋として使用するんだ。

**ピースくん**：ぼくたちが歩いたり、車で渡っている橋に使われるコンクリート製品なんだね。



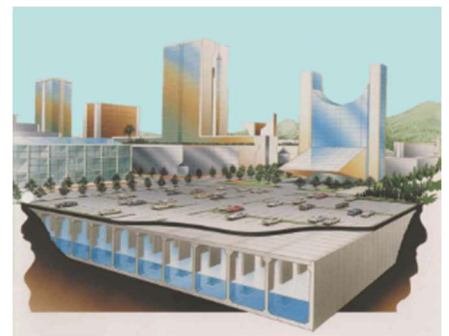
### (10) 貯水施設類

**コン太さん**：次に説明するのは、「防火用水、飲料水などの各種用水を貯蔵・貯留するための施設の構成部材【貯水施設類】」だよ。

貯水施設類で最初に説明する製品は、**雨水貯留施設**だよ。

世界中の水の量は、約 14 億 km<sup>3</sup> あるけど、そのうち生活に使うことのできる水は、わずか 0.8%といわれているよ。ぼくたちにとっては大切な水だけど、一方で大雨などによって洪水が発生する危険性もあるんだ。特に、宅地開発などが進んで森林や水田、畑、ため池などがなくなり、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、河川への雨水の流出量が増えるんだ。遊水池・調整池は、この洪水の原因となる雨水を一時的に貯留して、河川へ少しずつ流す施設だよ。このような調整池は広い面積を必要とするので、都市部では土地が有効に使えるように公園や道路の下などの地下に埋設できる雨水貯留施設が、コンクリート製品でつくられるようになったんだよ。

**ピースくん**：コンクリート製品でつくられた雨水貯留施設は、みんなの目に見えない場所で、市民の財産を守るために欠かせない施設として、人知れず重要な仕事をしているんだね。



### ステップ(中級解説)

雨水貯留施設は、必要量などを柔軟に設計でき、敷地を有効利用できます。高さも様々なバリエーションがあり、地震時にも安全なように設計されています。

**コン太さん**：貯水施設類で 2 番目に説明する製品は、**防火水槽**だよ。

防火水槽は、消火栓が使用できなくなった場合に備え、地下に消火用の水をためるための水槽だよ。耐震性のある鉄筋コンクリートのものが多いよ。



角型水槽

### ステップ(中級解説)

防火水槽の必要な敷地面積は、20 m<sup>2</sup>~30 m<sup>2</sup>です。容量は、木造住宅 1 軒が出火した時、消火に必要とされる水 40 m<sup>3</sup> (t) 以上が蓄えられるものが望ましいとされています。

### ジャンプ(上級解説)

プレキャストコンクリート製品の防火水槽は、分割されたパーツを据え付けて接合するだけで済むので、工期を大幅に短縮できます。防火水槽には、一般的な開削工法で施工する角型水槽(本文の写真)と、本体内側底面の地盤を掘削し本体自重で所定の深さまで沈下させる潜函工法で施工する円型水槽の 2 種類があります。



円型水槽

## (11) 防災施設類

**コン太さん**：次に説明するのは、「落石、雪崩などから道路などを保護するための施設の構成部材【防災施設類】」だよ。

ここでは、**ロックシェッド**を説明するよ。

雪崩や落石、土砂崩れから道路を守るためのトンネルのような防護用の建造物を覆道(ふくどう)というんだけど、それにもコンクリート製品が使われているよ。このうち、落石対策用のものをロックシェッドというんだ。

**ピースくん**：道路や鉄道で、雪崩や落石の事故が起きないようにしているんだね。



### ステップ(中級解説)

落石対策用のロックシェッドに対して、雪崩対策のものはスノーシェッドと呼ばれます。

### ジャンプ(上級解説)

ロックシェッドは、プレストレストコンクリート製の部材を工場で製作し、現場で組み立てます。

## (12) のり(法)面被覆ブロック類

**コン太さん**：次に説明するのは、「河川堤防ののり面、切土・盛土ののり面の被覆の構成部材【のり(法)面被覆ブロック類】」だよ。

ピースくんは、**張りブロック**って知っているかな？

**ピースくん**：もしかして、川の堤防なんかで見かけるブロックのこと？

**コン太さん**：よく知っているね。張りブロックは、街を洪水から守るための河川の護岸(土堤)などの斜面(のり面)を保護するために用いる平板形状のブロックだよ。斜面の勾配が45度よりも緩やかな場合は「張り」、急な場合は「積み」と呼ぶんだ。斜面勾配のゆるい場所に用いられるブロックが「張りブロック」なんだ。



### ステップ(中級解説)

張りブロックは無筋コンクリート製品が多く、近年、機械化施工ができるよう大型の製品が増えています。

### ジャンプ(上級解説)

張りブロックは、自然環境に配慮して、植物を植えることができるものも開発されています。

## (13) 緑化ブロック類

**コン太さん**：次に説明するのは、「河川堤防ののり面、切土・盛土や駐車場の舗装面の緑化(植栽)のためのブロック【緑化ブロック類】」だよ。

**緑化ブロック**は、先に説明した積みブロックや、のり(法)面被覆ブロックを使って、積極的な緑化ができるように改良したもので、緑化のための土を入れる窪みをもたせたポット型ブロックや意図的に空隙(くうげき)をもたせたポーラスコンクリートを用いたブロック、シートの上に複数のブロックを張り付けたブロックマットなどがあるよ。また、駐車場に使われる緑化舗装用ブロックもあるよ。



### ステップ(中級解説)

緑化ブロックは、無筋コンクリート製品が多く見られます。また、緑化ブロックには、屋上緑化用の植栽のために開発されたものもあり、ヒートアイランド対策にも役立っています。ポーラスコンクリートについては、P38 ステップの特殊なコンクリートを参考にしな。

## (14) 鉄道施設類

**コン太さん**：次に説明するのは、「鉄道(軌道、駅舎など)を構成する部材【鉄道施設類】」だよ。  
ここでは、PC まくらぎについて説明するよ。

まくらぎというのは鉄道のレールを支える部材だよ。木製であったものをプレストレストコンクリート製にして、長く使えるようにしたんだ。「PC まくらぎ」というよ。

現在、鉄道の PC まくらぎの使用率は、木製まくらぎや金属製まくらぎなどに比べて最も高くなっているよ。もともとは木製だったから「枕木」と書いていたんだけど、コンクリート製のものが増えてきたので、「まくらぎ」と表記するようになったんだ。



**ピースくん**：駅の線路で見るコンクリート製のまくらぎが、PC まくらぎなんだね。

### ステップ(中級解説)

PC まくらぎには、バラスト軌道用 PC まくらぎ、直結軌道用 PC まくらぎなどの種類があります。

### ジャンプ(上級解説)

鉄道高架橋のコンクリート路盤上に、軌道スラブと呼ばれるコンクリート製の板を設置し、その上にレールを敷く構造もあります。新幹線や主要幹線に、軌道スラブが多く用いられています。

## (15) 建築用製品類

**コン太さん**：次に説明するのは、「ブロック塀や建築の外壁などを構成する部材【建築用製品類】」だよ。ここでは、空洞ブロック(建築用ブロック)について説明するよ。



空洞ブロックは、主に建築用途に用いられるブロックで、本体に空洞をもつものが多いよ。つくり方は、パサパサの硬練りコンクリートを使って、成形後すぐに型枠(金型)から抜き取る即時脱型方式が多いんだ。(即時脱型方式については、「3. コンクリート製品の製造」のステップを参照してね。)

**ピースくん**：住宅の塀によく使われているものだね。

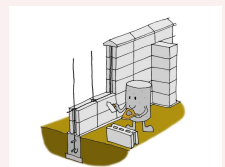
### ステップ(中級解説)

空洞ブロックは、無筋コンクリート製品です。最近、デザインなども多彩で、顔料を混ぜて製造するカラーブロックなども多く使われています。



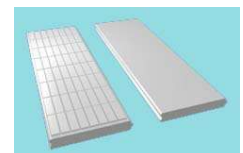
### ジャンプ(上級解説)

空洞ブロックでつくる塀は、地震などで崩れるのを防ぐため、ブロック間に鉄筋を入れて補強し、モルタルやコンクリートを充填(じゅうてん)して施工します。また、塀の高さや厚さ、控壁、基礎や鉄筋等については、建築基準法等で定められています。



**コン太さん**：建築用製品類で2番目に説明する製品は、軽量気泡コンクリートパネル(ALCパネル)だよ。ALCパネルは、建築用の外壁や間仕切壁、床及び屋根材として使用されていて、水に浮く ALC パネルもあるよ。

**ピースくん**：へえ～。コンクリートなのに水に浮くんだね。



### ステップ(中級解説)

ALC パネルは、「高温高圧蒸気養生された軽量気泡コンクリート」の英語(Autoclaved Lightweight aerated Concrete)の頭文字をとって、このように呼ばれています。厚さ 75mm 以上で主に鉄骨造、鉄筋コンクリート造などの耐火建築物に使用される厚形パネルと、75mm 未満で木造建築物等に使用される薄形パネルがあります。

### ジャンプ(上級解説)

形状によって一般パネルとコーナーパーネルの区別、表面加工の有無によって平パネル(本文写真右)と意匠パネル(本文写真左)の区別があります。オートクレープ養生についてはP23 ジャンプを見てね。

## (16) 建築用構成部材

**コン太さん**：次に説明するのは、「建物などの主要な構成部材【建築用構成部材】」だよ。

ここでは、柱・梁(はり)について説明するよ。

最近の建築現場においてはプレキャスト化されていない部材はないといえるほど、多種多様な部材がコンクリート製品工場で製造され、使用されているんだ。その中でも特に増えているのが柱・梁(はり)の構成部材だよ。超高層ビルの現場でも「あっ」という間に設置されていくんだ。

**ピースくん**：まるで、ぼくがつくっているプラモデルみたいだね。

### ステップ(中級解説)

コンクリート製品工場では、品質管理が行き届いているため、高品質の構成部材を安定して製造することができ、納期に合わせ、タイムリーに納入することにより、現場の大幅な工期短縮・品質向上が可能になりました。

また、外部の足場も不要となるため、安全かつ仮設経費も大幅に削減できます。

風や地震のエネルギーを吸収して建物の揺れを抑え、建物の損傷を少なくする制振間柱(せいしんまばしら)もプレキャスト化されています。



制振間柱

### ジャンプ(上級解説)

いろいろな鉄筋の継手工法(例：特殊な鋼管と異形鉄筋の間に充填(じゅうてん)材を注入し接合する機械式継手)やプレストレスによる圧着工法の開発により、柱・梁部材の接合が簡単にできるようになりました。

また、圧縮強度が  $100\text{N}/\text{mm}^2$  を超す超高強度コンクリートの開発により、部材断面を小さくでき、効率の良い製作が可能となり、超高層ビル部材のプレキャスト化もますます進んでいます。鉄骨構造に比べ剛性が大きいため、マンション等の居住空間に多く採用されています。

梁にプレストレスを与えることにより、梁を支える柱の間隔を大きくすることができ空間がより広くなるので、室内のより自由なレイアウトが可能になります。



機械式継手



**コン太さん**：建築用構成部材で次に説明する製品は、床板・階段・バルコニー・カーテンウォールだよ。

みんなが生活している建物の床板や階段、バルコニーなどのパーツも、工場で生産して、建築現場で組み立てられているんだ。それから、建物の外壁に使うカーテンウォール(コンクリート製のパネル)もあるよ。表面のタイルや石材、窓枠なども工場でセットして一体成形できるんだ。

**ピースくん**：建築現場でも、どんな形も製作できるコンクリートの特性を活かしたコンクリート製品がたくさん使われているんだね。



梁

柱



カーテンウォール  
(タイル打込み部)



床板



バルコニー



カーテンウォール



階段

### ステップ(中級解説)

床板・バルコニーには、現場打ちコンクリートとの一体化を図るため、コンクリート製品から鉄筋やトラス筋(三角形に加工した鉄筋)を突出させておき、現場打ちコンクリートと一体化させるハーフプレキャスト工法があります。

### ジャンプ(上級解説)

床板には、軽量化のために発泡スチロールを埋込むものや中空にしたものもあります。プレストレスを与えた床板を使用することにより大スパンの空間をつくり出せます。

## (17) その他の製品類

**コン太さん**：では、ここまでで説明していない【その他の製品類】の説明にはいるよ。

その他の製品類で最初に説明する製品は、**視覚障がい者誘導用ブロック(点字ブロック)**だよ。

視覚障がい者に対して、前方の危険の可能性や歩行方向の変更の必要性を予告すること又は歩行方向を案内することを目的として、靴底や白杖で触れることにより認知させる点状又は線状の突起を有する平板状のブロックのことだよ。

**ピースくん**：駅の構内や地下街、横断歩道の近くなどにある、あの黄色いブロックだね。あれもコンクリート製品なんだ。コンクリート製品って、力強いだけでなく、優しさもあるんだね。



### ステップ(中級解説)

点字ブロックには、平行した線が突起になっていて、移動の方向を示す「誘導ブロック(線状ブロック)」と、格子状の点が突起となっていて、注意喚起・警告を促す「警告ブロック(点状ブロック)」の2種類があります。

### ジャンプ(上級解説)

点字ブロックの突起の形状・寸法及びその配列は、JIS(日本産業規格)によって規定されています。

**コン太さん**：その他の製品類で2番目に説明する製品は、**電線共同溝**だよ。

電線共同溝(C・C・BOX)は、歩道の地下空間を利用して、光ファイバー、電力線、電話線をまとめて収容するための設備なんだ。これを設置すると電柱がなくなるので、町並みもすっきりと美しくなるんだよ。



### ステップ(中級解説)

都市部を中心に行われている電線・電話線類の共同溝化及び地中化は、電柱や電線類をなくすことで、美観だけでなく、災害時の交通障害物を極力排除するという観点からも推進されています。

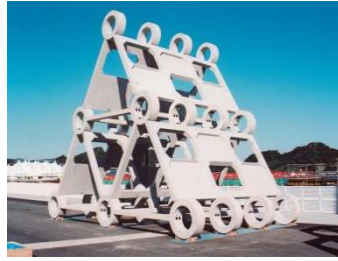
### ジャンプ(上級解説)

電線共同溝は、特殊部・管路部とも製品化が進んでいます。

電線共同溝は、既存の街の歩道部に埋設するため、短時間施工で復旧ができるコンクリート製品のメリットが活かされています。

コン太さん：その他の製品類で3番目に説明する製品は、魚礁(ぎょしょう)ブロックだよ。

魚類の住処(すみか)と繁殖のためにこのブロックを海中などに設置し、人工的に魚の住処をつくってあげるわけだ。魚の大きさは大小様々だし、性質も違うから、いろいろな大きさや形のブロックがあるよ。



ピースくん：ふ〜ん。魚礁って魚のマンションなんだね。

#### ステップ(中級解説)

魚礁ブロックは、パーツを工場で製作、港で組み立てて、海の所定の場所に運んで設置します。

### (18) 珍しいコンクリート製品

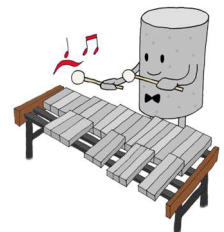
コン太さん：その他の製品類として、最後に【珍しいコンクリート製品】を紹介するね。

これまで紹介してきたコンクリート製品のほかにも、意外なものがつくられているよ。

実際に販売されているものではないけど、コンクリートでつくった楽器もあるんだ。立命館大学理工学部では、普段の生活の中で少し縁遠いコンクリートを、身近な音楽の分野に取り入れてそのイメージを変えようと、コンクリートの楽器づくりを研究しているそうだ。これまでにハープやパイプオルガン、アルプスホルン、木琴などをコンクリートでつくっているんだ。

ピースくん：コンクリート製なのに「木琴」っていうの？

コン太さん：ははは、そうだね。正確には「コンクリート琴」だね。(公社)コンクリート工学会のコンクリート工学年次大会2017(仙台)では、コンクリートによる「コンクリート琴」を作製して、「演奏部門」、「曲げ強度部門」、「楽器性能部門」の3部門の総合成績で「キング・オブ・コンクリート2017」を決定したそうだよ。またコンクリート琴の鍵盤の1つを屋外に置いて劣化を測る「耐久性部門」は、8年後に結果が出るらしいよ。



ピースくん：コンクリート製品にはいろいろなものがあるんだね。

コン太さん：そうなんだよ。その他の珍しいコンクリート製品といえば…ピース君は、ロードジッパーってなんだかわかる？

ピースくん：うーん。ジッパーだから…。

コン太さん：専用の車を使って移動させることができるコンクリート製の防護柵をロードジッパー防護柵というんだ。道路の混雑状況に合わせて、車線規制の範囲を自在に変えることができるんだよ。

ピースくん：へえ〜。おもしろい！



#### ステップ(中級解説)

第二次世界大戦末期、鋼材不足を補うため、コンクリート船が設計・建造されました。中国南部や東南アジアの水田などでは、コンクリート製のフェロセメント船が現在でも活用されています。また、船としての役目を終えた後、防波堤や栈橋として活用されているものがあり、広島県呉市では、第二次大戦中に建造されたコンクリート船が防波堤として使われています。

さらに、コンクリートでつくられたカヌー大会が毎年日本で開催されています。



#### ジャンプ(上級解説)

コンクリート製品というと無骨なイメージがありますが、ガラス瓶の周りをコンクリートでコーティングした香水や、コンクリート製のボールペンもつくられています。これもコンクリート製品を身近なものにするための試みです。また、納豆菌をコンクリートに封入して水質浄化をするコンクリートブロックもつくられています。残念ながら写真は載せられませんが「コンクリート 香水やボールペン」で検索してみてください。

## (19) まとめ

**テイ造さん**：このように、コンクリート製品は「強い」・「硬い」・「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。

**ピースくん**：コンクリート製品は、縁の下の力持ちなんだね！

**ケン吉さん**：そうだね。コンクリート製品は、人目につきにくい場所で多く使われている。例えば、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コンクリー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「張出し歩道・車道」など、コンクリー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に表面を仕上げたり、擁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コンクリート製品ならではのね。工場生産だからそういうことができるわけだよ。

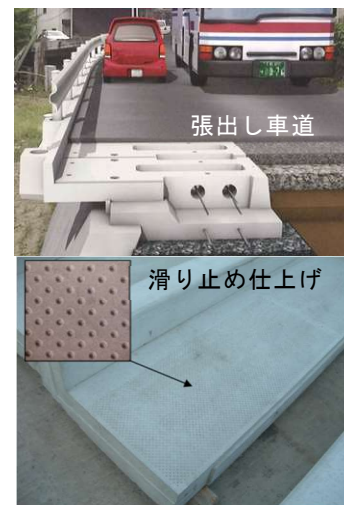
**コン太さん**：こうやって見ると、ほとんどの製品は単体で使われるのではなく、並べたり組み合わせて使われていることがわかるね。また、大きな構造物を構築するためのパーツとして使われることもあるそうだね。

**ケン吉さん**：そうなんだよ。最近では、かなり大きな構造物にもコンクリート製品が使われるようになってきたんだ。製品の設計段階で、かなりレベルの高い技術力が必要になってきているんだ。

**プレ子さん**：コンクリート製品業界で働く私たちも、もっともっと勉強しないとイケないわ。自分たちがつくっている製品に誇りをもって、そのよさを一般の方々に伝えていく「伝道師」にならないといけないわね。

**テイ造さん**：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、人手が不足し、工事ができなくなってしまうおそれもあるわけだ。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、セメント使用量の約 **14.3%** <sup>(注1)</sup> しかコンクリート製品に使われていないけれど、諸外国では、もっと高い比率で使用されているんだ。建設工事におけるプレキャスト化がもっと進むと考えると、ますます頑張らないといけないな。

(注1) 一般社団法人セメント協会 2021年(暦年)データより引用



### 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%    |        |

出典：(公社)日本コンクリート工学会「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報告書」

全国コン北海道(1994年調べ)

**コン太さん**：ここまで、いろいろなコンクリート製品を見てきたけれど、どれもみんなの暮らしに役立つものばかりだったでしょう？

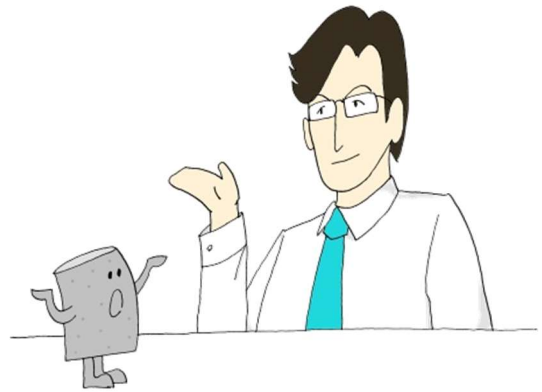
**ピースくん**：そうだね。コンクリート製品は、ぼくたちの暮らしにとっても大切な役割を果たしているんだね！

## 2. コンクリート製品の構造

**ケン吉さん**：ピースくん、今度はコンクリート製品の構造について少し勉強してみよう。

**ピースくん**：ねえケン吉さん、さっきのコンクリート製品の紹介の中で、**無筋コンクリート**、**鉄筋コンクリート**、**プレストレストコンクリート**という言葉が出てきたけど、実は、ぼくよくわからなかったんだ。教えて、教えて。

**ケン吉さん**：それでは、**無筋コンクリート**、**鉄筋コンクリート**、**プレストレストコンクリート**について少し説明するね。



**無筋コンクリート**は、鉄筋を使わずにコンクリートだけで製品や部材となっているものだよ。重さが重要な役割である製品や、主に圧縮力が作用するような製品は、**無筋コンクリート**でつくられるんだよ。



**鉄筋コンクリート**は、必要な曲げ強度を確保しつつ、製品を軽く、効率良い構造とするためにコンクリートを鉄筋で補強したものだよ。コンクリートは、圧縮力(押しつぶそうとする

力)には強いんだけど、引張られる力には弱いんだ。一方で鉄筋は、引張られる力には強いので、コンクリートの弱点を補強できる鉄筋コンクリートが生み出されたんだよ。それから鉄筋は、空気中ではさびやすいけれど、コンクリートの中ではとてもさびにくくなることも、鉄筋コンクリートが成立する理由なんだ。

**プレストレストコンクリート**は、コンクリートの引張力を受ける部分に前もって圧縮力をかけておき、引張力が作用してもひび割れを生じないようにしたものだよ。長い橋げたなどをつくるために採用されることが多いんだ。

**ピースくん**：プレストレストコンクリートは、鉄筋コンクリートが進化したものと考えればいいの？

**ケン吉さん**：そんな風に覚えておいてもらっていいと思うよ。

**ピースくん**：ところで、コンクリート製品の仕様は、どのように決められているの？

**ケン吉さん**：コンクリート製品は、「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、製品の形や部材の厚さ、使用する鉄筋の位置や数などを決めて(設計して)いるんだよ。

さらに、コンクリート製品の設計に際しては、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も考慮しているんだ。

**ピースくん**：コンクリート製品会社には、コンクリート製品をつくるプロ以外にも、製品を使った構造物の設計ができるプロも必要なんだね。

## コンクリート製品の特徴

### 《コンクリートの長所》

#### 自由に形をつくることができる

練り混ぜたコンクリートは、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もできる

#### 長持ちする

コンクリートは、耐久性があり、鉄や木のように腐食せず長期において経済的。耐火性もある

#### 圧縮力に対して強い

大きな押しつぶす力が働いても壊れない

### 《コンクリートの短所》

#### すぐには固まらない

セメントと水がゆっくり反応するため、製品を成型してもすぐには使えない

#### 引張りに対して弱い

割れやすい

## ステップ(中級解説)

### 無筋コンクリートと鉄筋コンクリート

コンクリート製品は、製造工場から施工現場まで運搬されます。運搬に使用するトラックなどに積載できる範囲でパーツ化され、現場で接合・一体化して使用することが一般的です。

無筋(むきん)コンクリートは、英語で plain concrete といいます。コンクリート用語の JIS では unreinforced concrete も認めており、コンクリート製品の JIS では unreinforced concrete を使用し、URC と略しています。

鉄筋コンクリートは、英語で reinforced concrete といい RC と略しています。

### プレストレストコンクリート

プレストレストコンクリートは、PC 鋼材を使って、荷重が作用する前にコンクリート部材に圧縮力がかかった状態(プレストレス)にして、荷重を受けた時にコンクリートに発生する引張力を制御するものです。必要に応じて引張力が発生しないようにすることも可能です。鉄筋コンクリートに比べ、引張力によるひび割れを生じにくくします。

プレストレストコンクリートは、英語で prestressed concrete といい、その頭文字から PC と略していますが、pre-stressed concrete から PS 又は PSC と略することがあります。直訳すれば「あらかじめ応力を与えられたコンクリート」です。

## ジャンプ(上級解説)

### コンクリート製品の接合方法

コンクリート製品の現場における接合方法は、ボルトなどの金具類を使用する方法、プレストレスで接合する方法、現場で打ち込むコンクリートで一体化を図る方法が一般的です。

### コンクリート製品の経済性

コンクリートは、非常に安価な材料であり、十分な品質管理の下で製造・施工されれば、長期にわたって使用することができます。

### 無筋コンクリートと鉄筋コンクリート

無筋コンクリートは、圧縮する力だけしか作用しない、あるいは曲げが作用してもひび割れが生じるほどではないところに用いられます。一般的には重量を必要とするブロック類、塊状の製品に用いられています。

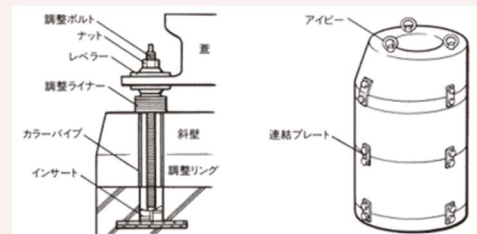
鉄筋コンクリートが成立する理由は、以下のとおりです。

- ・コンクリートは、強アルカリ性(pH12程度)であり、アルカリ性の環境下では鉄はさびにくい。
- ・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あるため、気温の変化などがあってもそりなどを生じない。

### プレストレストコンクリート

プレストレスの導入方法には、次の二通りがあります。

- ・**プレテンション方式**… PC 鋼材を緊張(引張っておく)した状態でコンクリートを打ち込み、硬化後に緊張を解放し、PC 鋼材とコンクリートの付着力でプレストレスをコンクリートに導入する方法。
- ・**ポストテンション方式**…PC 鋼材を通したシース(さや)を設置してコンクリートを打ち込み、硬化後に PC 鋼材を緊張して、機械的に定着してプレストレスをコンクリートに導入する方法。なお、シースを使わないアンボンド方式もあります。



接合方法の一例

### 3. コンクリート製品の製造

**コン太さん：**ピースくん、今度はコンクリート製品がつくられる様子を順番に見ていくことにしよう。コンクリート製品の製造方法には、振動締固め(流込み)方式、即時脱型方式、遠心力成形(方式)などいろいろな方法があるんだけど、ここでは振動締固め(流込み)方式で鉄筋コンクリート製品を製造するプロセスを説明するね。

#### ① 鉄筋組立及び型枠への配置

まず、鉄筋を製品に合わせた形に組み立てて、型枠の中に配置するよ。

#### ② 型枠組立

コンクリートが固まるまで形を保持するための型を「型枠」と呼ぶんだ。コンクリートを打ち込む時に、型枠がバラバラにならないよう、ボルトやクランプ(留め具)などで組み立てるよ。プレキャストコンクリート工場では、鋼製の型枠が多く使われているんだ。

#### ③ コンクリート材料の計量・練混ぜ

コンクリートの材料(水、セメント、砂、砂利、混和材料)をそれぞれ計量してコンクリートミキサに投入し、均一になるように練り混ぜるんだ。それぞれの材料の使用量や、練り混ぜる時に材料を入れる順番や、練り混ぜる時間をあらかじめ試験をして決めることになっているんだよ。

#### ④ コンクリートの型枠投入、締固めと打込み面の仕上げ

練り混ぜられたコンクリートを型枠の中に投入して、型枠の隅々までコンクリートを行き渡らせ、硬化したコンクリート中に空隙(くうげき)が残らないように締固めを行うんだよ。締固めには、型枠を乗せたテーブルを振動させる方法や、振動する棒(バイブレータ)を型枠中のコンクリートに差し込む方法などがあるよ。

型枠の中にコンクリートを投入、締固める時には、コンクリートの材料が分離(水、セメント、砂、砂利など比重(密度)の違う材料が、その比重の順でバラバラに分かれてしまうこと)しないように注意し、各工場において製品毎に適切な振動時間を定めているよ。

締固めが終わり、ほぼ所定の高さおよび形に均した後、コテなどで打込み面の仕上げを行うよ。

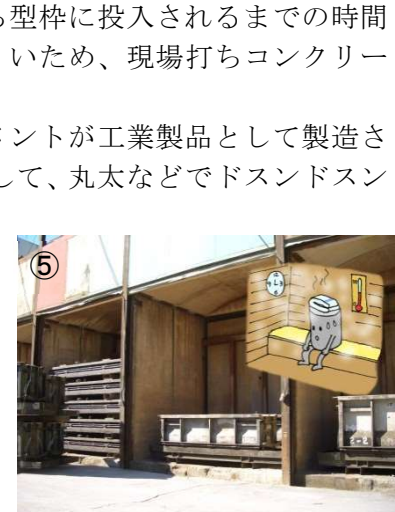
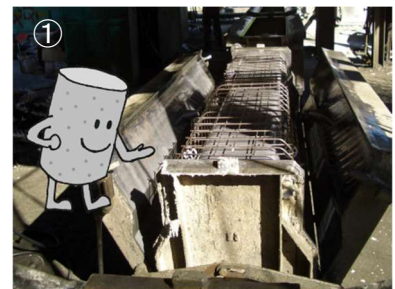
それから、コンクリート製品は、コンクリートを練り混ぜてから型枠に投入されるまでの時間(練置き時間)が短く、屋内で日射や風雨によって品質が変化しにくいいため、現場打ちコンクリートよりも品質のばらつきを少なくすることができるんだよ。

コンクリートを型枠に投入することを「打つ」というんだ。セメントが工業製品として製造され始めた19世紀後半頃、硬く練られたコンクリートを型枠に投入して、丸太などでドスドスンと突き固めていたからだよ。

#### ⑤ 脱型までの養生(初期養生)

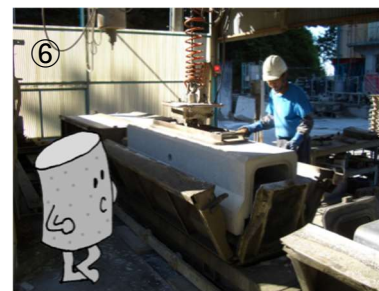
コンクリートが適切に硬化するよう、打込み面の急激な乾燥を避けて養生(十分に硬化するまで、適切な温度と湿度に保つ)する必要があるよ。

一般的には、シートで覆ったり、蒸気を発生させた養生室に入れて養生を行うよ。蒸気でコンクリートを温めると強度を早期に発現させることができ、製品が短い期間で脱型できるんだよ。



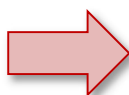
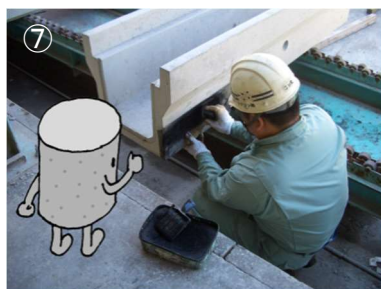
## ⑥ 脱型

型枠を外す作業を「脱型(だっけい)」というよ。製品の寸法が正確にできるよう鋼製の頑丈な型枠を用いるため、クレーンなどを使って脱型するよ。



## ⑦ 表示

脱型時に行う外観目視検査で合格した場合、製造業者名、製品の種類、製造年月日などを表示するんだよ。どこの会社で、いつつくった製品かわかるようにしてあるんだ。



## ⑧ 脱型後の養生

製品は、脱型後はストックヤード(在庫置場)で外力などが作用しない状態で養生するんだ。そして、各社が定めた出荷材齢(一般的には2週間)に達した製品は、抜取検査で品質を保証しているよ。

材齢とは、コンクリートを練り混ぜてからの期間のことだよ。そして、コンクリート製品の強度を保証できる材齢を出荷材齢といっているよ。



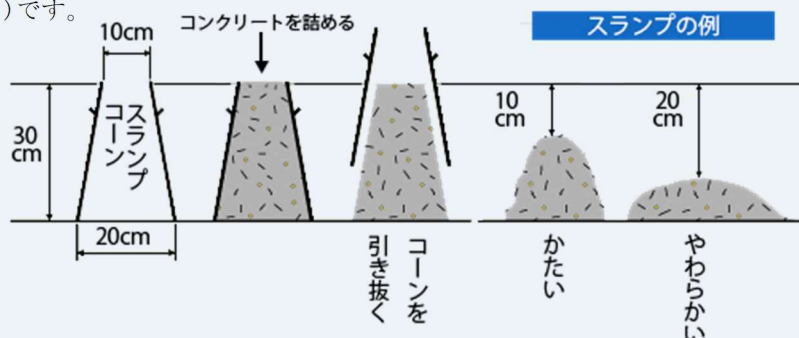
### ステップ(中級解説)

#### 鉄筋加工

鉄筋加工は材料に悪影響を与えないために、切断は機械切断を行うこと、加工は常温で行うこと、曲げ加工した鉄筋の曲げ戻しは行わないこと、鉄筋の溶接は定められた以外の方法で行わないことを遵守します。

#### スランプ

フレッシュな状態のコンクリートは、主として水量の多い、少ないにより、コンクリートの軟らかさが異なります。この軟らかさの程度を示す一つの指標としてスランプがあります。スランプは、次の図のようにして試験を行います。高さ 30cm の円錐台のコーン(スランプコーン)に一定の方法でコンクリートを詰め、コーンを静かに鉛直に引き抜くと、コンクリートは軟らかさの程度に応じて自重でその頂点が下がります。この頂点の下がり方がスランプ(単位は cm で表す。)です。



## 剥離剤

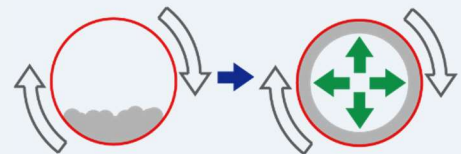
固まったコンクリートを型枠から外しやすいように、「剥離剤(はくりざい)」と呼ばれるものを型枠に薄く均一に塗布します。

鉄筋がある場合には、鉄筋に剥離剤が付かないよう、型枠に鉄筋を配置する前に剥離剤を塗布します。

## コンクリート製品の製造方法

コンクリート製品の製造方法には、主に次のようなものがあります。

- ① **振動締固め(流込み)方式**…一般にスランプ 3～12 cmの硬めのコンクリートを型枠に投入して締固めし、コンクリート硬化後に脱型して製造する方法です。製造できる形状に制約が少ないため、型枠があれば、いろいろな形のコンクリート製品が製造できます。ただし、製造可能なコンクリート製品は、基本的には 1 型枠あたり 1 日 1 個です。このため、製造原価に占める型枠費用が割高になる傾向があります。硬めのコンクリートを丹念に締め固めて良いコンクリート製品をつくることが基本です。なお、締固め工程を不要にして省力化と品質の安定化を同時に実現した、高流動コンクリート(自己充填コンクリート)を使用してコンクリート製品を製造する方法もあります。
- ② **即時脱型方式**…スランプ 1 cm以下(通常は 0 cm)の非常に硬いコンクリートを振動などの外力を加えながら型枠の中に投入し、振動又は加圧と振動によって成形後すぐに型枠から抜き取りコンクリート製品を製造する方法です。一般的に無筋コンクリート製品との相性が良いとされ、1 つの型枠で 1 日にたくさんのコンクリート製品をつくることができます。流し込みと比較して形状上の制約が多くなります。
- ③ **遠心力成形(方式)**…ヒューム管やボール、パイル(くい)などパイプ状の製品に適した製造方法で、高速回転する筒状の型枠の内側からコンクリートを投入し、遠心力で成形する方法です。コンクリートの投入状況は P3 ステップの写真を見てね。



## コンクリート製品の養生と表示

コンクリート製品工場では製造効率を上げるため、コンクリートの水和反応を促進させる効果がある、蒸気ボイラを用いた蒸気養生が一般的に行われています。

コンクリート製品の場合、一般的にコンクリートを打ち込んだ翌日に脱型します。このため、コンクリート強度は脱型時における強度も考慮して決定されています。

また、表示は、製品のトレーサビリティの観点から、とても重要とされています。



## ジャンプ(上級解説)

### コンクリート製品の表面デザイン

施工後の美観を良くするため、型枠に樹脂やゴム、アルミニウム製の化粧型枠を取り付けて、表面を石模様などのデザインにすることができます。また、コンクリートを着色することもできます。

### コンクリート製品の製造方法

コンクリート製品の製造方法の特徴は次のとおりです。

- ① **振動締固め(流込み)方式**…いろいろな形状のコンクリート製品の製造に向いています。
- ② **即時脱型方式**…同一製品を大量に製造することに向いています。
- ③ **遠心力成形(方式)**…円筒形の型枠を小さい管で約 20 分、大きい管で約 1 時間回転させることで最大 40G(重力の 40 倍)の遠心力が生じ、コンクリートの材料の中で重たい骨材類は外側(製品表面側)に充填され、軽い水分や空気は中心部分から排出されます。このため表面が緻密で強度と水密性の高い円筒形の製品が製造できます。

### オートクレーブ養生

ボール、パイル工場では、蒸気養生が済んで脱型した製品をさらに養生するオートクレーブ養生(密閉容器内で水を 180℃に加熱し、1 MPa の高圧蒸気を発生させる養生方法)を行って、非常に高い強度を数日で発現させることができます。



## リサイクル材利用の表示

スラグなどのリサイクル材を利用して製造した場合には、その旨を表示することになっています。

## コンクリート製品の型枠

コンクリート製品の寸法精度は型枠の精度によって決まります。また、型枠の良し悪しは、製品の外観にも影響します。コンクリート製品を製造する型枠は、ほとんどがオーダーメイドで、極めて高い精度でつくられています。また、コンクリート製品の生産効率を上げるため、様々な工夫がなされています。日本の型枠メーカーの技術力は高く、海外に輸出しているメーカーもあります。



## 即時脱型方式の製造設備

即時脱型方式の製造設備はブロックマシンと呼ばれることが多く、高度な技術力をもった専門メーカーが製造しています。海外のコンクリート製品メーカーでも、日本製のブロックマシンが活躍しています。



## コンクリートの硬化と脱型

コンクリートが硬化し、材齢とともにさらに強度が増大するのは、セメントと水の化学反応(水和反応)によるものです。生コンクリートを用いた現場施工のコンクリートの場合、脱型までには数日(構造物の場所や季節によっては10日以上)が必要です。しかし、コンクリート製品は、一般的に蒸気養生を行い、成形した翌日に脱型します。その後も、セメント粒子はその表面から順次、内部に向かって反応が進むため、コンクリートが湿潤な状態であれば、長年にわたって強度が大きくなります。したがって、コンクリート製品は降雨の影響を受けるストックヤードで保管されていても、強度の低下を心配する必要はありません。

## コンクリート材料の計量誤差

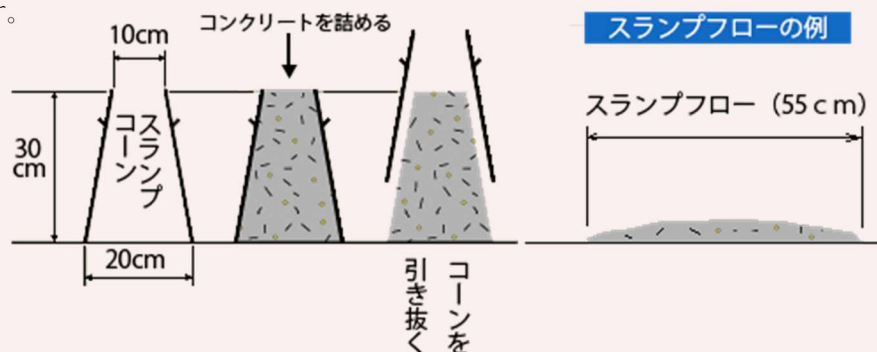
コンクリートの各材料の計量誤差は、コンクリートの品質が変動する原因となるため下記の精度で計量する必要があります。水とセメントの量は極めて重要なため、誤差が一番小さく設定されています。併せて骨材(特に細骨材)から供給される水分の影響が大きいいため、骨材の表面水の管理は極めて大切です。

| 材料   | 水     | セメント  | 骨材    | 混和材      | 混和剤   |
|------|-------|-------|-------|----------|-------|
| 計量誤差 | ± 1 % | ± 1 % | ± 3 % | ± 2 % 注) | ± 3 % |

注) 高炉スラグ微粉末においては± 1 %

## スランプフロー

最近では高流動コンクリート(自己充填コンクリート)の需要が高まりつつあり、この場合には、スランプフロー(スランプコーンを抜いた後のコンクリートの広がり具合)でコンクリートの流動性を判定しています。スランプフローは、次の図のように試験を行います。高さ 30cm の円錐台のコーン(スランプコーン)に一定の方法でコンクリートを詰め、コーンを静かに鉛直に引き抜いた後の、コンクリートの直径の広がり(単位は mm 又は cm で表す)です。



## 4. コンクリート製品の品質保証

**ブレ子さん**：ピースくん、コンクリート製品の品質保証について説明するわね。

### 4. 1 生産体制

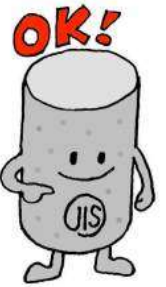
コンクリート製品工場は、鉄筋の加工と組立て、コンクリート材料の計量・練混ぜ、コンクリートの締固め、強度が出るまでの養生など一連の工程管理をしているの。

そして、熟練した作業員が同じ製品をつくっているわ。それから、練り混ぜたコンクリートの運搬がほとんどないので品質が安定しているし、屋根のある工場で作られているから、雨などの天候によって品質が左右されることが少ないのよ。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工程が一貫していて、品質管理が入念に行われているから、工場製品は品質が安定しているといえるのよ。



### 4. 2 JIS

JIS とは国が決めた規格で、従来は鉱工業品等が対象だったけど、2019 年 7 月 1 日から標準化の対象にデータ、サービス、経営管理等を追加して、「日本工業規格(JIS)」を「日本産業規格(JIS)」に、法律名が「工業標準化法」から「産業標準化法」に変わったのよ。英語名称(Japanese Industrial Standards)は継続するの。JIS マークは、製造業者などが販売する製品が JIS に適合していることを示すマークなのよ。私たちの身近なもの、例えば、ルームエアコンディショナー・ノート・トイレトペーパー・蛍光灯などにも JIS マークが付いているわ。



コンクリート製品にも JIS があって、多くのコンクリート製品工場は製造した製品に JIS マーク表示ができる認証を取得しているのよ。

**ピースくん**：コンクリート製品に JIS マークが表示されているんだね。

**ブレ子さん**：それから、コンクリート製品を製造するための材料や製造設備、試験設備などに関する JIS もあるわ。

ピースくん、コン太さんからコンクリート製品の製造工程の説明があったと思うけど、コンクリート製品は工程が変わるたびに各種検査が行われるのよ。

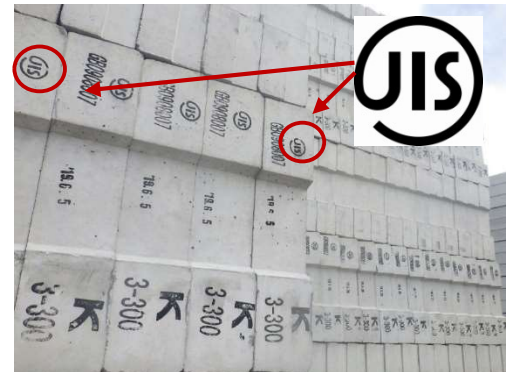
それから出荷材齢に達した製品について、抜取りによる品質検査を実施して、コンクリート製品の品質保証を図っているわ。そうそう、ここにピースくんの出番があったわね。

**ピースくん**：そうだよ。型枠に打ち込んだコンクリートが必要な強度に達しているかどうかをぼくを使って確認するんだ。

**ブレ子さん**：最後に、JIS 以外の品質保証について説明するわね。

ISO(国際標準化機構)で策定された国際規格を使った民間機関による認証やいろいろな協会などの認定制度を利用して品質保証を行っているコンクリート製品メーカーもあるのよ。

**ピースくん**：ここまで品質保証を徹底すれば、安心してコンクリート製品を使ってもらえるね。



## ステップ(中級解説)

JIS 制度は、法律(産業標準化法)に基づく制度で、規格(JIS)とマーク表示があります。

土木用のコンクリート製品の JIS には、次のものがあります。

- ・ JIS A 5361 プレキャストコンクリート製品ー種類, 製品の呼び方及び表示の通則
- ・ JIS A 5362 プレキャストコンクリート製品ー要求性能とその照査方法
- ・ JIS A 5363 プレキャストコンクリート製品ー性能試験方法通則
- ・ JIS A 5364 プレキャストコンクリート製品ー材料及び製造方法の通則
- ・ JIS A 5365 プレキャストコンクリート製品ー検査方法通則
- ・ 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

JIS マーク表示は、国により登録された民間の機関(登録認証機関)から認証を受けた製品だけに表示することができます。

JIS マーク表示制度自体は任意の制度で、JIS マークを表示しなくても販売できますが、公共工事に使用するコンクリート製品を製造する多くのコンクリート製品工場が、品質を保証するため JIS マーク表示の認証を取得しています。

工程検査の実施内容及び実施頻度は、コンクリート製品に関する分野別認証指針(JIS Q 1012)に細かく規定されています。

また、各都道府県が独自の認定制度を設けているケースもあります。

合板は、農林物資のため JIS マーク表示の対象ではありません。合板には、JAS(日本農林規格: Japanese Agricultural Standard)の認証があります。

## ジャンプ(上級解説)

① 土木用のコンクリート製品の JIS は、次の2種類に分類され、多くの製品が JIS の対象となっています。

- ・ **I 類**…推奨仕様が示されていて、製品に求められる性能に問題がないことが実績によって確認されているもの。
- ・ **II 類**…受渡当事者間の協議によって、性能及び仕様を定めたもの。  
(比較的新しい製品や、中型や大型製品での第三者認証が可能)

② 土木用のコンクリート製品の製造には産業副産物をリサイクル材料として有効利用する取り組みが進められており、リサイクル材料としての JIS や、リサイクル材料を活用または混合したセメントの JIS があります。

- ・ JIS A 5011-1 高炉スラグ骨材
- ・ JIS A 5011-2 フェロニッケルスラグ骨材
- ・ JIS A 5011-3 銅スラグ骨材
- ・ JIS A 5011-4 電気炉酸化スラグ骨材
- ・ JIS A 5021 コンクリート用再生骨材 H
- ・ JIS A 5022 再生骨材コンクリート M
- ・ JIS A 5023 再生骨材コンクリート L
- ・ JIS A 5031 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
- ・ JIS G 3112 鉄筋コンクリート用棒鋼  
(鉄スクラップを電炉で溶融して製造する製品がほとんどで、一部高炉製品もあります。)
- ・ JIS G 3117 鉄筋コンクリート用再生棒鋼  
(レールのような肉厚のスクラップ材を再圧延して製造するもので、市場にはあまり出回っていません。)
- ・ JIS R 5210 ポルトランドセメント  
(各種廃棄物及び副産物をセメントの原料、燃料及び混合材として再資源化しています。)
- ・ JIS R 5211 高炉セメント
- ・ JIS R 5212 シリカセメント
- ・ JIS R 5213 フライアッシュセメント
- ・ JIS R 5214 エコセメント

※ コンクリートに利用できる再生骨材には、アスファルトコンクリート再生骨材は含まれません。

## 5. 生コンクリートとコンクリート製品

**ピースくん**：コンクリート製品のことが少しずつわかってきたから、今度は生コンクリートとコンクリート製品の違いが知りたいな。ケン吉さん、教えてよ。

### 5. 1 生コンクリート

**ケン吉さん**：工場でコンクリートを練り混ぜて工事現場に供給する「レディーミクストコンクリート工場」が昭和 35 年（1960 年）頃から増加し、このコンクリートが一般に「生コンクリート（通称：生コン）」と呼ばれるようになり、生コンクリートを製造・販売する工場のことを「生コン工場」又は「レミコン工場」というようになったんだ。この生コンクリートは、正しくは「レディーミクストコンクリート」（あらかじめ練り混ぜられたコンクリートの意味）というんだよ。

また、コンクリート製品製造工場で使用するまだ固まっていないコンクリートのことは「生コン」ではなく「フレッシュコンクリート」又は「コンクリート」と呼ぶんだけど、ピースくん、ぜひ覚えてね！（詳しくは、P. 53 をご覧ください。）

それから、生コンにも JIS があり、多くの生コン工場が JIS マーク表示の認証を取得しているんだよ。



**ピースくん**：「フレッシュコンクリート」だね。覚えたよ！！

### 5. 2 コンクリート製品

**ケン吉さん**：コンクリート製品工場でも、生コン工場と同じような設備をもっていて、コンクリートを練り混ぜてコンクリート製品を製造しているんだよ。

**ピースくん**：へえ～、そういうことだったんだ。

### 5. 3 生コンとコンクリート製品の使われ方の違い

**ケン吉さん**：昔のコンクリート工事は、建設現場でコンクリートを練り混ぜて、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つくっていたんだよ。コンクリート製品が工業として成立したのは約 90 年も前（1923 年～1926 年）のことなんだよ。一方、初めて生コン工場ができたのは 1949 年で、生コン工場でコンクリートを練り混ぜ、練り混ぜた生コンを建設現場に搬入する現在の仕組み（通常「現場打ち」や「場所打ち」と呼ばれている）が普及したのは 1960 年、東京オリンピックを控えた頃からなんだ。

**ピースくん**：コンクリート製品工場の方が、生コン工場より歴史が古いんだ。ところで、街で見かける生コンを運搬している車は、ドラムを回転させているけど、あれは生コンを練り混ぜているの？



**ケン吉さん**：生コンは、生コン工場で練混ぜを

行っているんだ。生コン車はアジテータ車ともいうんだけど、運搬時にコンクリートを練り混ぜてはいないんだよ。

**ピースくん**：そうなんだ。ぼく、ちょっと間違って理解していたみたいだね。

**ケン吉さん**：生コン車（アジテータ車）は、生コンが現場に到着するまでに骨材や水が分離し、均一でなくなってしまうように攪拌（かくはん）つまりアジテートしながら運搬するための車なんだ。

生コンの場合、運搬した時点では重要な品質である圧縮強度を確認することができないんだ。そこで、現場に到着した生コン車から排出されたコンクリートから試料を採って、テストピース（供試体）をつくり、それが固まってから圧縮強度試験を行って品質を確認するんだ。

**ピースくん**：ぼくの仲間のテストピースを使って圧縮強度で保証するんだね。

## (1) 現場打ち(場所打ち)で構造物をつくる工程

**ケン吉さん**：では、建設現場でのビルや橋などの構造物をつくる工程をとおして、生コンクリートとコンクリート製品の使われ方の違いを見てみるよ。

### ① 鉄筋組立て

鉄筋を配置し、組み立て、結束する。

### ② 型枠・支保工組立て

仕上げたい形に型枠(主として木製)を組む。

### ③ コンクリートの練混ぜ

生コン工場でコンクリートを練り混ぜる。

### ④ 運搬

生コン工場で練り混ぜたコンクリートを生コン車(アジテータ車)で現場まで運搬する。

[生コン工場と施工現場との運搬時間は、場所や時間帯によって異なる。打込みや締固めが屋外で行われるため、コンクリートの品質が変化しやすく、現場打ち(場所打ち)の場合、マニュアルに基づいた作業をしっかりと行うだけでなく、生コン工場と施工現場との連携も重要となる。練り混ぜたコンクリートは、セメントの水和が時間とともに進んで徐々に固まっていくため、運搬時間は90分以内とすることがJISで決められている。]

### ⑤ コンクリートの打込み、締固めと打込み面の仕上げ

運搬されたコンクリートを型枠に打ち込み、バイブレータ等により振動を加えて締め固める。

締固めが終わり、ほぼ所定の高さおよび形に均した後、コテなどで打込み面の仕上げを行う。

### ⑥ 養生

締固めが済んだコンクリートは、硬化して十分に強度が発現するよう湿潤な状態を保つようにして養生を行う。

### ⑦ 型枠・支保工の取外し

施工する時期等によって変化するが、型枠にコンクリートを打ち込んでから一般的に4~5日程度経過後に鉛直や鉛直に近い面の型枠を外す。支保工(サポートなど)や水平に近い面の型枠の取り外しには、更に日数を要する。

必要に応じて、①~⑦を繰り返し、構造物を完成させる。

**ピースくん**：建設現場で生コンを使ってビルや橋などの構造物をつくる作業は、けっこう手間がかかるんだね。

## (2) コンクリート製品で構造物をつくる工程

**ケン吉さん**：次はコンクリート製品で構造物をつくる工程だけど、まずはコンクリート製品のこともう一度確認するよ。

コンクリート製品の正しい名前は「プレキャストコンクリート製品」略して「コンクリート製品」と呼ぶんだ。「プレキャスト」とは、あらかじめ(プレ)成形する(キャスト)ということの意味しているよ。側溝、縁石、平板や建物の一部などを製品工場であらかじめ製造しておき、工事現場で必要になった時に注文を受けて運搬し、工事現場では製品を据え付けるだけですむので、現場の仕事が簡単になるんだよ。

それじゃあ、コンクリート製品を使って構造物をつくる工程を見てみよう。

### ① 設置前準備

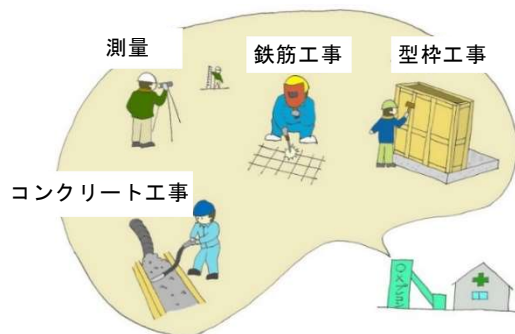
コンクリート製品が据え付けられるように基礎を整える。

### ② コンクリート製品の据付け

コンクリート製品を据え付ける(設置する)。

### ③ コンクリート製品の接合

必要に応じて製品を連結したり、継目の処理を行う。



ピースくん：次はどうするの？

ケン吉さん：これで終わりなんだよ。どうだい、コンクリート製品だと、あっという間に工事が終わってしまうだろう。

ピースくん：コンクリート製品を使うことで、いろいろなメリットがありそうだね！

ケン吉さん：そうなんだ。次のようなメリットがあるんだよ。

- ・コンクリート製品の品質が安定している。
- ・施工は、現場打ちと比べ天候に左右されず、簡単に行うことができ、また施工管理も簡単であるため、早期の交通開放ができる(そのため交通量の多いところでは CO<sub>2</sub> 排出量の削減ができる)。

ピースくん：コンクリート製品の品質が安定している理由は何なの？

ケン吉さん：それはね、材料・製造設備・製造作業(作業者の技量を含む)などが一定の状態となるよう管理されているからだよ。

ピースくん：屋根のある工場内でコンクリート打込みが行えるため、天候に左右されないこともあるかな。

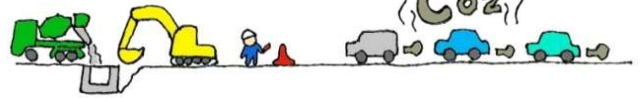
ケン吉さん：そうだね。現場打ちコンクリートと違って、工場の中でコンクリートを練り混ぜて、すぐに製品を成形することも、品質の安定に寄与しているね。

でも、構造物のすべてをコンクリート製品だけでつくることはできないんだ。基礎を整える時や製品を連結する時などで、現場打ちをしなければならないケースもあるよ。また、構造物をつくる場所や構造によっては、現場打ちの方が効率的な場合もあるよ。「1. 社会に役立つコンクリート製品」の最後で述べたように、日本では、コンクリート製品の利用が進んでいないので、まだまだ工夫の余地があるんだよ。

ピースくん：コンクリート製品と現場打ちを上手に組み合わせたり、使い分けたりして、両者が補完・共存して効率的に構造物をつくることが重要なんだね。

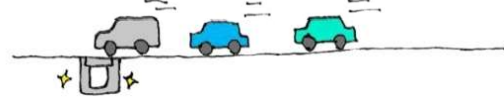
#### 《現場打ち(場所打ち)による工事》

工事に長い時間がかかり、渋滞が発生するため、CO<sub>2</sub> 排出量が多くなります。



#### 《コンクリート製品を使った工事》

早く交通規制を解除できるので渋滞が少なくて済みます。



### ステップ(中級解説)

#### 生コン

大きな荷重を支えるコンクリート構造物の強さは、コンクリート中のセメント量と水量の割合で決まるので、材料を正確に計量し、均等に練混ぜ作業を行うことのできる設備の整った工場でコンクリートを製造することで、構造物の信頼性を確保しています。

生コン工場は、工事現場で必要とするコンクリートの強度や現場でコンクリートを打込む時に必要な軟らかさの程度などの注文に応じて材料の配合を定め、コンクリートを練り混ぜ、指定された時間に必要な量を運搬します。

コンクリートをつくる設備は、パッチャープラントと呼ばれています。一般に生コンの運搬車両をミキサ車と呼ぶことが多いですが、運搬車両で材料を練り混ぜているわけではないため、正式にはアジテータ車といえます。

コンクリートを大量に使用するダムなどの工事では、一般的にコンクリート製造プラントを現場に設置してコンクリートを練り混ぜます。



#### 現場打ち(場所打ち)で構造物をつくる工程

- ・鉄筋を配置し、組み立てて、結束する(一般的に結束線を用いる)。
- ・型枠を保持する目的で、支保工と呼ばれるサポート材を組み立てる。
- ・必要とするコンクリートの条件(コンクリートの種類、粗骨材の寸法、強度、軟らかさ等)を指定した注文書を生コン工場に提出する。
- ・運搬された生コンが指定した条件のものであることを試験し、合格したら生コン車から荷卸する。
- ・コンクリートの品質に及ぼす影響が大きいので、材料分離が起きないように注意しながら入念にコンクリートの締固めを行う。

## コンクリート製品

コンクリート製品は、社会基盤施設として汎用性の高い構造部材が標準化されており、これらを工場製品として製作しておき、必要に応じて工事現場へ運搬して施工されます。

また、コンクリート製品は、建設現場における据付けと組立てを考慮して設計・製造されます。これによって、品質管理が行き届きにくい現場作業を減らすことができるとともに、工期の短縮に貢献します。コンクリート製品の品質を保証する材齢は、一般的に 14 日です(もっと早く設定しているコンクリート製品工場もあります)。

交通渋滞などによる経済損失は建設費より非常に大きいものがあり、工期短縮が期待できるコンクリート製品をさらに活用すべきとの意見もあります。

## ジャンプ(上級解説)

### 生コン

日本ではじめて生コン工場が誕生したのは、昭和 24 年のことです。昭和 30 年代から全国で生コン工場が設立されるようになりました。生コン工場ができるまでは、コンクリートは工事現場で練っていました。現場でコンクリートを練る作業がなくなることで、コンクリート品質の向上と建設工事の省力化が進みました。

生コン工場が製造したコンクリートの品質は、生コン車(アジテータ車)からの荷卸し地点で採取したコンクリートで判断し、ここまでの生コン工場による品質責任の範囲です。コンクリートの強度は、現場で生コン車(アジテータ車)から荷卸し地点のコンクリートでつくったテストピースを 20℃の水中に保管し(標準養生)、材齢 28 日でテストピースの圧縮試験を行い品質を保証します。一方、でき上がった構造物のコンクリートの強度は、生コンを型枠に打込む時の締固めや養生などの具合が大きく影響するため、荷卸し地点のコンクリートの強度と異なります。

生コンと構造物のコンクリートの強度の関係を補足すると、現場におけるコンクリート構造物の強度増進は、標準養生を行った供試体よりも一般に遅いのですが、設計で考慮した荷重が構造物に作用するのは数か月以上先であること、一般に断面が大きく内部は乾きにくいので水和が継続して進み、設計荷重が作用する長期材齢では標準養生を行った時の材齢 28 日の強度と同等かそれ以上になっていると想定されています。

### 現場打ちで構造物をつくる工程

型枠と支保工は、コンクリートの強度が発現するまでの間、コンクリート及び鉄筋の自重などを保持できる構造のものがが必要です。また、鉄筋とコンクリート表面の適切な間隔(かぶり)を確保するために、スペーサと呼ばれる材料を利用します。

建築や大型構造物のコンクリートの打込みは、コンクリートポンプで圧送して行うのが一般的です。

また、高流動コンクリートを利用して、締固めの不良などによる不具合発生を抑制する取組みを行っている事例もあります。

打込み面の仕上げは、コンクリート上面にブリーディング水(しみ出した水)が無くなるか又はブリーディング水を取り除くまで行ってはいけません。場合によっては仕上げ開始までに時間がかかることがあります。

型枠や支保工を外す時期は、コンクリート強度によって決まるので、使用するセメントの種類や気温によって変化します。

### コンクリート製品

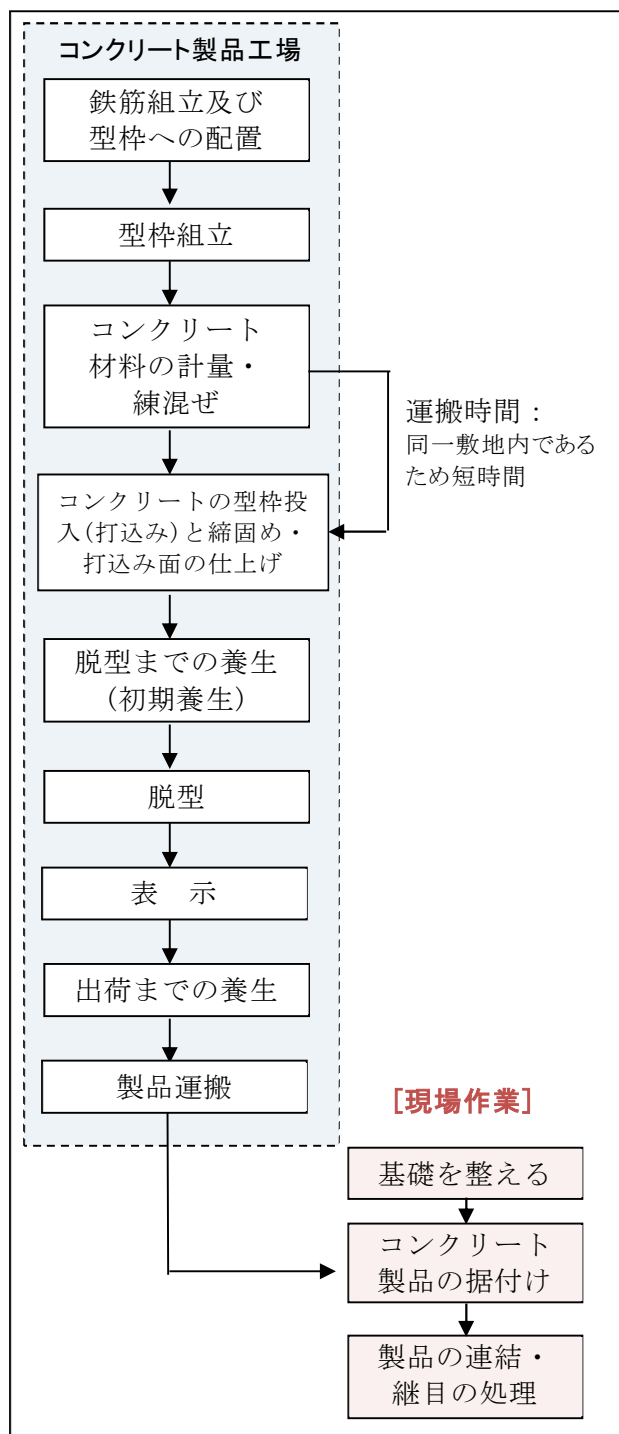
コンクリート製品工場においては、ほとんどの場合、工場にあるパッチャープラントでコンクリートを練り混ぜ、その後、短い時間でコンクリートを型枠内に打ち込むため、品質が安定しています。

コンクリート製品は、製品工場から工事現場に製品を運搬することを前提としているので、工程管理を入念に行うことを前提に断面をできるだけ小さくして軽量化しています。早期材齢(通常 14 日)でコンクリートの品質が目標値に達するように配合が決定されます。コンクリート製品の強度は、製品そのものの強度試験又は製品と同等の締固めと養生を行ったテストピースの強度で保証しており、製品の品質を適切に表しています。

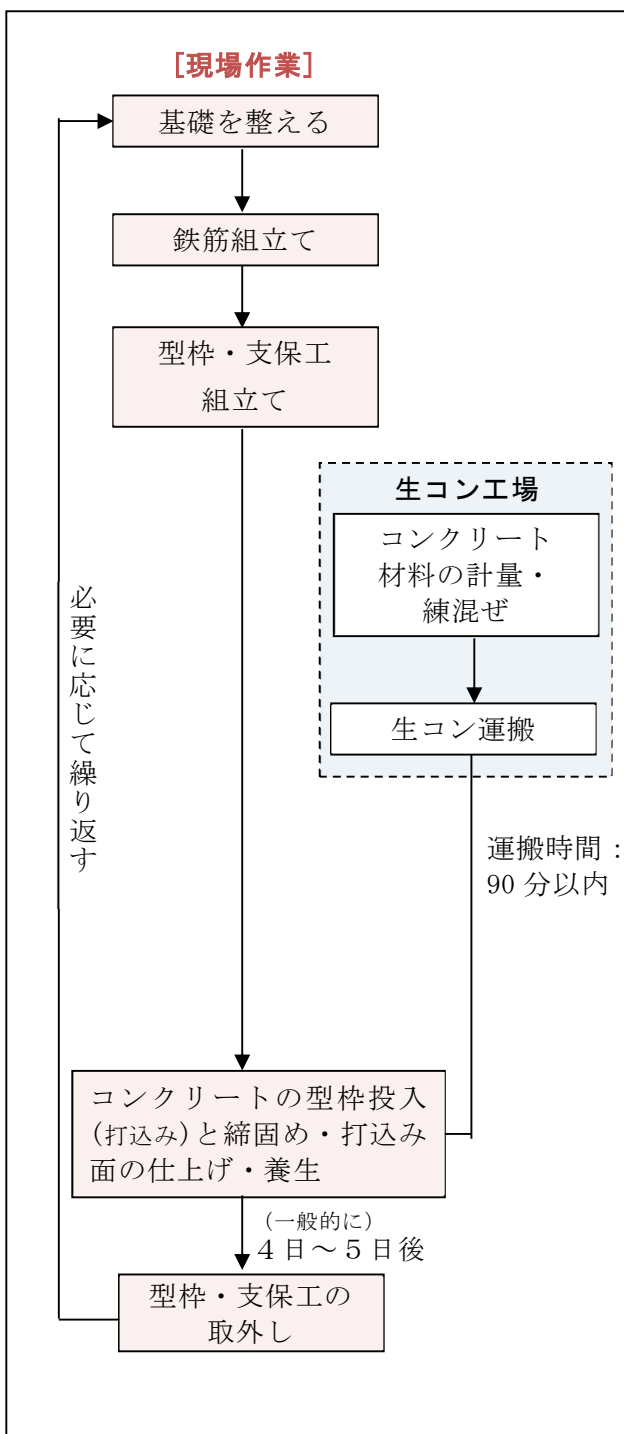
なお、製品を運搬車で輸送する際には重量や大きさに制限があるため、大きなものはコンクリート製品工場で分割してつくりますが、更に大きなものは設置現場の横でつくります。この場合もプレキャストコンクリートです。(サイトプレキャスト、オンサイトプレキャストと呼ばれることもあります。)

[参考] 構造物にコンクリート製品を使用した場合と現場打ち（場所打ち）の場合の工程の比較

《コンクリート製品を使用した場合》



《現場打ち（場所打ち）場合》



ジャンプ(上級解説)

コンクリート製造における材料の計量・練混ぜ

コンクリート材料の計量・練混ぜはコンクリート製品製造の要（かなめ）といっても過言ではありません。このためコンクリート製品製造工場では製造する製品の種類や規模に応じて、適切な計量制御システムやコンクリートミキサを保有しています。



## 6. コンクリートの材料と配合

**コン太さん**：今度は、コンクリートの材料と配合について説明するよ。

コンクリートは、基本的な材料としては砂及び砂利を水とセメントで固めたものだよ。

コンクリートの材料と、それぞれの状態での呼び方が違うんだ。説明しようね。

セメントと水を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。普通、セメントコンクリートのことを単に**コンクリート**と呼ぶから、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**と呼んでもいいよ。

モルタルは、レンガとレンガをつなぎ合わせる目地材、外壁や土間の仕上げ材、石やタイル張りの下地づくりなどに使われているよ。

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、数日で人工的につくった石のように硬くなり、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**：いろいろな状態で呼び方が変わることがわかったよ。コンクリートは、水が乾いて固まるのではないんだね。次にコンクリート製品に使う材料についても教えて。

**コン太さん**：コンクリート製品に使う材料としては、コンクリートの材料としての「水、セメント、砂、砂利、混和材料」と鉄筋やスパーサ、連結金具などがあるね。

混和材料というのは、コンクリートの性質を向上させるために使用される材料のことなんだ。

スパーサは、鉄筋とコンクリート表面との適切な間隔(かぶり)を確保するために使われるんだ。

連結金具は、製品間の結合などに使用する金具だよ。

それからプレストレストコンクリート製品の場合には、PC 鋼材も必要になるね。

それじゃあ、主な材料を見ていこう。

### ① セメント

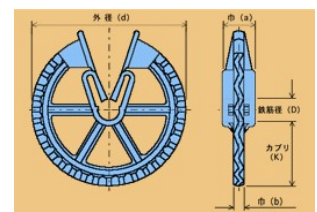
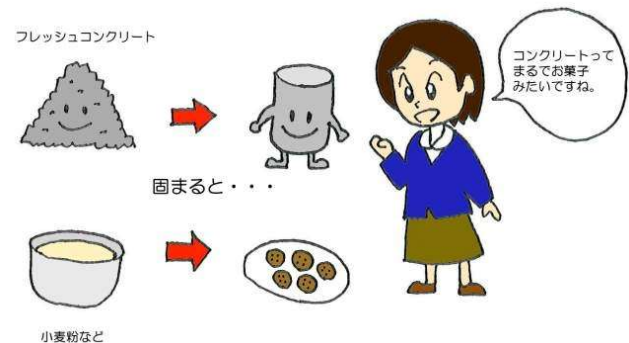
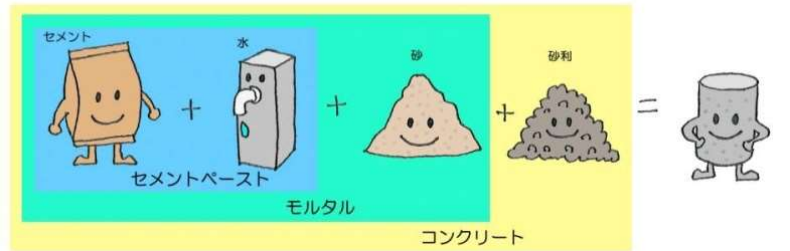
セメントは、そのほとんどの原料(石灰石+粘土+珪石+鉄原料+石膏)を日本国内で供給できる数少ない工業製品だよ。例えば、鉄、プラスチック、ゴムの原料は、海外に依存しているんだ。そして、各種産業の廃棄物・副産物も原料として使ったり、セメント製造の際のエネルギー(熱源)や原材料の一部として活用しており、このようなリサイクルを通して循環型社会の構築に大きな役割を果たしているよ。

### ② 砂・砂利

コンクリートの骨組みとなる砂・砂利のことを骨材というよ。

正しい定義は別にあるけど、5mm より細かいものが砂、5mm 以上の大きいものが砂利と考えてもらえばいいよ。

一部の土木用製品では、熔融スラグ骨材や再生骨材などのリサイクル材を使うこともあるよ。



スパーサ

### ③ 水

コンクリートが固まるのは、セメントと水との水和反応によるものなので、水はセメントとともに、コンクリートにとって、とても大事な材料だよ。

### ④ 混和材料

コンクリートの基本的な材料は、セメント、砂、砂利及び水の4種類だけど、最近では混和材料を用いるのが一般的になっているんだ。混和材料には、次の2種類があるよ。

- ・混和剤：使用量が非常に少なく薬剤のように用いるもの
- ・混和材：使用量が比較的多く粉末状のもの

混和材料によって、施工性や構造部材の性能の向上を図れるため、様々なコンクリート製品をつくることができるようになったり、コンクリート構造物を建設できるようになったともいえるんだよ。

**ピースくん**：混和剤は、非常に少ない量でコンクリートの性質が変わるんだ。まるで魔法の薬だね。

**コン太さん**：ピースくん。魔法じゃなくて化学の力だよ。混和剤で面白いことを教えようか。混和剤の成分が糖質のものはコンクリートが固まるのを遅くする作用があり、塩化物(食塩系)のものは固まるのを速くする作用があるんだよ。

**ピースくん**：ぼくも人間みたいに薬を飲んでいたんだ。すごく勉強になったよ。ところで、コンクリートは他の素材と比べて、高いの？ 安いの？

**コン太さん**：おおっ、いい質問だね。では、生コンクリート、水(ミネラルウォーター)、鉄(鉄筋)、金の値段を1 m<sup>3</sup>あたりで比べてみよう。1m<sup>3</sup>あたりの値段=1kgあたりの価格×密度だから、下の表のようになるよ。

| 素 材           | 1kg あたりの値段         | 密度 (kg/m <sup>3</sup> ) | 1m <sup>3</sup> あたりの値段 |
|---------------|--------------------|-------------------------|------------------------|
| 生コンクリート       | 6.5 円              | 2,300                   | 15,000 円               |
| 水 (ミネラルウォーター) | 200 円(500ml 100 円) | 1,000                   | 200,000 円              |
| 鉄 (鉄筋)        | 125 円              | 7,800                   | 975,000 円              |
| 金             | 8,400,000 円        | 19,300                  | 162,120,000,000 円      |

(※ この表の“1kg あたり”の欄の数字は、経済情勢等により変動するため大まかな目安です。)

1 m<sup>3</sup>あたり値段が高い順に並べると

金 > 鉄(鉄筋) > 水(ミネラルウォーター) > 生コンクリート となり、コンクリートは桁違いに安い素材だということがわかるね。コンクリートは安くて強い材料だから、道路や橋、港、ダムなどの大規模な構造物や製品をつくることができるんだよ。

### ステップ(中級解説)

#### コンクリート

砂・砂利・セメントを使って固めたものをセメントコンクリートと呼びますが、砂や砂利をアスファルトで固めたものはアスファルトコンクリートと呼びます。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、セメントを結合材(接着剤)として用いた「セメントコンクリート」のこととしています。ちなみに、「コンクリート」を中国語では「混凝土」と、フランス語では「ベトン」と呼びます。

「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」の意味です。

コンクリートは、その体積の約70%が砂と砂利、約25%が水とセメントの糊状のペースト、5%が空気です。次頁の図を見ると、セメントペースト、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わかります。



## セメント

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、イギリスのアスペディンが発明し、1824年に「ポルトランドセメント」という名称で特許が出され、その翌年にはセメント工場がつけられました。

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りました。

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ます。

ポルトランドという名前は、硬化した後の風合いがイギリスのポートランド島で採れるポルトランド石に似ていたからといわれています。

セメントペースト

セメント

水

モルタル

セメント

水

砂

コンクリート

セメント

水

砂

砂利

## 骨材

骨材は、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、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です。人工骨材で現在最も使用されているのは、大きな石や岩を砕いて、粒を調整した碎石・砕砂です。

## 水

水道水は、コンクリートの練混ぜ水として使用することができます。また、地下水や河川水などの使用にあたっては、コンクリート及び鋼材の品質に悪影響を及ぼす物質を有害量含んではないと JIS で規定されています。

## 混和材料

混和材料のうち、混和剤は、一般に使用量がセメント質量の1%前後で、それ自体の容積はコンクリートの配合計算に含まれません。混和材は、使用量がセメント質量の5%以上で比較的多く使用され、その容積がコンクリートの配合計算に加わります。

また、混和材料も JIS に規定された品質のものを使用する必要があります。

## 鉄筋コンクリート用棒鋼

鉄筋コンクリート用棒鋼には、断面が円形の丸鋼と、コンクリートとの付着性能を高めるために棒鋼の表面に突起をもたせた異形棒鋼の2種類があります。

## ジャンプ(上級解説)

### セメント

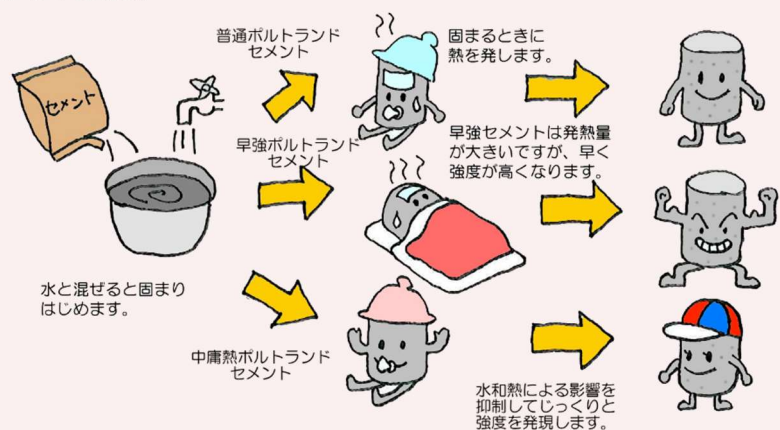
セメントは、原料を高温で焼いて固まった塊である「クリンカー」と呼ばれるものを粉砕し、石膏を混合して製造されます。

クリンカーの主要構成化合物の構成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、性質の違うポルトランドセメントをつくることができます。

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、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。

現在では、資源の有効利用による循環型社会の構築に貢献するため、セメント製造時に原料、エネルギー、セメントの一部(少量混合成分又は混合材)として、廃タイヤや石炭灰などの他産業で発生した廃棄物・副産物を積極的に活用しています。例えば、セメントの凝結を制御するために添加される石膏は、化学産業の排煙脱硫石膏が使用されています。また、製鉄から発生する高炉スラグや火力発電から発生するフライアッシュは混合材として活用され、ポルトランドセメントの品質改善に役立っています。このような混合材をポルトランドセメントに混合したセメントを「混合セメント」と呼び、JIS(日本産業規格)では高炉セメント、フライアッシュセメント、シリカセメントの3種類が規定されています。また、都市ごみや下水汚泥の焼却灰を主原料とする「エコセメント」が開発され、2002年にはJISが制定されています。このように、セメントはゴミ削減の一翼を担う環境貢献に優れた材料となっています。

### セメントの種類



## 水

水は、コンクリートの練混ぜ及び打込みができる範囲で、できるだけ少ない方がよいコンクリートとなります。コンクリート製造時には、水の計量時の計量誤差に注意するとともに、骨材（特に細骨材）の表面についている水（「表面水」と呼びます）の管理が極めて重要になります。また、ミキサや運搬器具などの洗い排水から、骨材を除いた水を回収水と呼び、JISの回収水に関する品質基準に適合すれば練り混ぜ水として利用できます。

## 混和材料

混和剤は、コンクリートの作業をしやすくしたり、固まった後の品質を改善するなど、その目的に応じたいろいろな種類があります。例示をすると、次のようなものがあります。



- ① AE 剤は、石鹼と類似の薬で、コンクリートの中に微細な空気泡を分散させ、これによって固まったコンクリート中の空隙に含まれる水が凍結することによるひび割れの発生を防止します（耐凍害性の向上）。
- ② 減水剤は、作業に適する軟らかさにするための水量を減らすことができ（減水率 4%～20%程度）、結果としてセメント量を少なくできたり、強いコンクリートをつくることができます。
- ③ その他、超強い（超高強度）コンクリート、超軟らかいが分離しない（高流動）コンクリート、水中でバラバラにならない（水中不分離性）コンクリートをつくるものなどがあり、各種のコンクリート構造物を建設する新工法や新材料の開発に役立っています。

## 異形棒鋼

異形棒鋼は、通称として異形鉄筋と呼ばれています。異形鉄筋の各部の名称は、軸線方向の突起を「リブ」、軸線方向以外の突起を「節（フシ）」と呼びます。異形鉄筋の直径は、リブや節があるため直接測ることができないので、単位長さあたりの質量をもとにして、断面が円であるとしたときの直径を公称直径として表します。異形鉄筋の呼び名（太さを意味する）は、この公称直径をmm単位の整数に丸めた数字の前にDを付けて丸棒と区別し、D 6、D 10、D 13 などのように表します。

## スーパサ

コンクリート製品を製造する場合に使用するスーパサは、プラスチック製やモルタル製のものを使用するのが一般的です。

## アルカリシリカ反応

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、この鉱物とコンクリート中のアルカリ成分と水とが反応し、反応生成物の膨張に伴って長年経過後にひび割れなどを引き起こします。このような劣化を、アルカリシリカ反応といいます。抑制対策としては、反応性鉱物が含まれない骨材の使用、コンクリート中のアルカリ総量の規制、抑制効果が認められた高炉セメント・フライアッシュセメントなどの混合セメントの使用、構造物についてはコンクリート中への水の侵入防止などがあります。

## コンクリート劣化の具体例

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行きます。しかし、コンクリートの劣化は、鉄筋の腐食とコンクリートの劣化の両者を考える必要があります。その具体例は次のとおりです。

### ① コンクリートの中性化にともなう鉄筋の腐食

空気中の二酸化炭素がコンクリートの多孔質組織に入り込み、化学反応によって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耐荷力の低下につながります。（中性化の進行は鉄筋コンクリートの耐久性にとって重要です。）

### ② 塩化物による鉄筋の腐食

海水中の塩分などが、コンクリート中に浸透し鉄筋の位置まで達すると、鉄筋にさびが発生しやすくなり、さびによって鉄筋が膨らみコンクリートにひび割れを引き起こし、鉄筋コンクリートの耐力を低下させます。

### ③ 酸によるコンクリートの溶解

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が発生して硫酸ができると、コンクリートが侵されます。

### ④ 凍結融解作用によるコンクリートの損傷

（P.5 歩車道境界ブロックの[ジャンプ]を参照してください。）

## 7. コンクリートとコンクリート製品の歴史

### 7. 1 古代コンクリートの話

**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、ローマ帝国時代の西暦 75 年～80 年につく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つくられているんだよ。やはり西暦 118 年～128 年につくられたとされるパンテオンもこの古代コンクリートでつくられているんだ。



**ピースくん**：古代コンクリートと今のコンクリートは、同じものではないの？

**ケン吉さん**：違うものだよ。古代コンクリートは、セメントと火山灰が主成分で、セメントといっても現在のセメントとは別のものだよ。ただ、ローマ帝国が滅びた後は、使用されていないんだ。

**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できている」という説があるのを知っているかな？

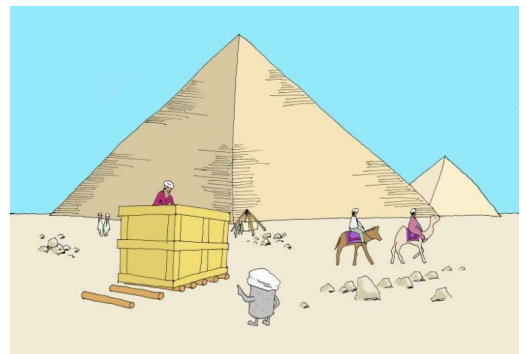
**ピースくん**：え～。ぼく、大きな石を運んできて組み立てたとばかり思っていたよ。

**ケン吉さん**：もちろん、大きな石を運んできて組み立てたという説が一般的だけど、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(古代コンクリートのブロック)をつくって組み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つけられたのが紀元前 2540 年ころといわれているから、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けるといいね。



### 7. 2 現在のコンクリートの話

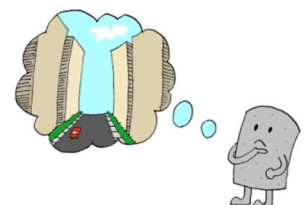
**ケン吉さん**：さっきは古代コンクリートの話をしたけど、私たちが暮らしている現代にもコンクリートがたくさん使われているよ。

ピースくんは、コンクリートをどのような場所を見たことがある？

**ピースくん**：街の中でよく見かけるのはビルで、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に使われているよね。

**ケン吉さん**：そうだね。コンクリートは、現在でも、私たちの周りのいろいろな所で使われているね。ところでピースくん、現在のコンクリートが使われるようになったのはいつごろか知っているかい？

**ピースくん**：「6. コンクリートの材料と配合」のステップ(中級解説)に現在のセメントが発明された時期が書いてあったから、ぼく知っているよ。19 世紀からでしょう。



**ケン吉さん**：ピースくん、中級も勉強しているんだ。すごいね！確かに19世紀にポルトランドセメントが発明されてから現在のセメントコンクリートが使われるようになったんだよ。

コンクリート(Concrete)とは、広い意味では砂や砂利をセメントペーストなどの糊剤によって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」、硫黄で固めたものを「硫黄コンクリート」、樹脂で固めたものを「レジンコンクリート」と呼んでいるよ。

ところでピースくん、「超高強度繊維補強コンクリート(UFC)」という技術があるのを知っているかい？

**ピースくん**：えっ、そんな難しいこと知らないよ。教えてもらえる？

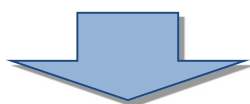
**ケン吉さん**：鉄と同等の強さがあり、鉄のようにさびる心配がない、超高強度繊維補強コンクリートという技術が開発されて、羽田空港D滑走路の栈橋部の床版に採用されているんだよ。セメントコンクリートの進化系で、現場打込みよりも工場での製造に向いているといわれているから、コンクリート製品の新たな市場といえるかもしれないよ。

### 7. 3 コンクリート製品の歴史

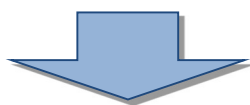
**ピースくん**：コンクリート製品の歴史についても少し教えてよ。

**ケン吉さん**：日本では、様々なコンクリート製品が使われてきたけれど、時代ごとに多く使われたコンクリート製品は少しずつ変わってきているんだよ。コンクリート製品の変化と私たちの暮らしの変化や、私たちが社会に求めるニーズの変化は、密接に関連しているといえるのかもしれないね。その変化を少し見てみよう。

- ① 生活基盤の整備や安全・衛生面の向上に役立つコンクリート製品が現れる  
(下水道整備用の鉄筋コンクリート管、排水整備用の側溝、歩道用平板など)



- ② 災害対策に役立つ製品が発達 (積みブロック、擁壁など)  
食料難を解決するために役立つ製品が発達 (農業用の用排水路、畜産用製品など)



- ③ 環境に配慮した製品が発達

### 7. 4 未来のコンクリートの話

**ケン吉さん**：ところでピースくんは、「ルナコンクリート」って聞いたことがあるかい？

**ピースくん**：何、それ？ 初めて聞いたよ。

**ケン吉さん**：月面でセメントコンクリートをつくるための研究を「ルナコンクリート」の研究というんだよ。月面にもコンクリートで構造物ができればとしたら、すごいよね！

## ステップ(中級解説)

### 特殊なコンクリート

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。

- ① **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、通常の普通コンクリートよりも強度の高いコンクリート。超高層ビルの建設にも寄与しています
- ② **遮蔽(しゃへい)コンクリート**…鉄鉱石などの比重の大きな高密度の骨材を用いるなどの方法で、放射線遮蔽(しゃへい)機能をも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。
- ③ **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。
- ④ **水密コンクリート**…高い水密性をもつコンクリート。高い水密性が求められるプール、水槽などに使用されています。

その他、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各種コンクリートがあります。コンクリートを使う目的・場所・時期などの条件に応じて、用いる種類を選択することができます。

超高強度繊維補強コンクリート(UFC)とは、セメントと特殊混和材を含むプレミックス粉体、細骨材、特殊鋼繊維、特殊減水剤で構成されていて、圧縮強度 200MPa(200N/mm<sup>2</sup>)、引張強度 10MPa(10N/mm<sup>2</sup>)と超高強度で、高耐久、しかも高靱性(こうじんせい)の画期的なコンクリートです。

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(くうげき)において植物の生育が可能で、緑化コンクリートとして使用されています。また、空隙(くうげき)が大きいと、透水性(排水性)舗装、低騒音舗装にも利用されています。

### コンクリート製品の歴史と業界

日本で最初にコンクリート製品が使用されたのは、無筋コンクリート製品では1905年頃の空洞ブロック、鉄筋コンクリート製品では1906年の鉄筋コンクリート管で、実に115年以上も前の事です。

(出典：一般社団法人全国コンクリート製品協会「創立70周年記念誌」)

「コンクリート製品会社」は、地域に根ざした会社が多いことが特徴で、平成28年現在1,459の事業所と32,598人の従事者を擁する業界となっています。

(出典：経済産業省「2020年工業統計調査」)

コンクリート製品業界の情報誌には、「ブロック通信」、「コンクリート新聞」、「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」などの月間専門誌もあります。

### カタツムリとルナコンクリート

カタツムリは、殻を形成・維持するためにカルシウムを多く必要とし、捨てられた貝殻や古くなった他のカタツムリの死殻をなめることもあります。雨が降った後、ブロック塀やコンクリート壁にカタツムリが沢山現れる所を見ることがありますが、これはコンクリートに含まれるカルシウムを摂食するために集まっている現象です。コンクリートはカタツムリのご飯にもなっています。

ルナコンクリートの研究においては、セメントは月面に存在する物質で製造することができると考えられており、また砂及び砂利も月面で入手できると考えられています。



## ジャンプ(上級解説)

初期のコンクリート配合は、容積配合で、セメント：砂：砂利＝1：2：4など(例えば、バケツ1杯：2杯：4杯など)で示され、水は軟らかくなりすぎない範囲で適量加えていましたが、現在は質量計量です。

その後、鉄筋コンクリートの発明によってコンクリートが軟らかめのものとなり、水とセメントの比率(水セメント比)が重要とわかってきました。さらに、AE剤の出現で凍害を抑制でき、単位水量も減らせるようになりました。

## 特殊なコンクリート

原子力船「むつ」の放射線遮蔽の改修工事において、遮蔽コンクリート(蛇紋岩コンクリート)が採用されました。

超高強度繊維補強コンクリートは、土木学会の「超高強度繊維補強コンクリートの設計・施工指針(案)」に準拠して設計・施工されています。

## コンクリート甲子園

土木科や建築科に所属する高校生が、コンクリート供試体を作製して強度等を競う全国大会「コンクリート甲子園」が毎年開かれています。2021(令和3)年度は全国から26チームが参加し、予選の結果、10チームが本戦に進みました。強度・プレゼンテーション・デザインの3部門で審査され、各部門の得点の合計点で順位が決定しました。この年の強度部門の課題は各チーム3本の供試体の圧縮強度試験を行い、その平均値が30 N/mm<sup>2</sup>以上42 N/mm<sup>2</sup>未満の間で目標値30N/mm<sup>2</sup>に最も近いチームから順位が付けられるというものでした。

## 東京スカイツリー

東京スカイツリーの中心部には、「心柱(しんばしら)」と呼ばれる鉄筋コンクリート製の円筒があり、強風や地震時などには周りのタワー本体の揺れを低減する「制振」システムとして機能します。このシステムは、日本の伝統建築である五重塔中心部の心柱になぞらえ「心柱制振」と名付けられています。心柱内部には、避難階段が設置されています。



## 仮面ライダー現る

仮面ライダーなどヒーロー特撮番組のロケ地として、コンクリート製品工場が使われることがあります。2021年01月31日に放送された「仮面ライダーセイバー」(テレビ朝日系列)の第20話「牙城を崩す、剣の意志。」では、コンクリート製品工場でのヒーローが戦っている背景にコンクリート製品が映っていました！

## ルナコンクリート

ルナコンクリートの研究においては、月面には砂や岩石などの骨材として使用できるものは豊富にあり、セメントは理論的に製造可能であるが、「水」の入手は困難であると考えられていました。そこで、月面に存在する物質から水素を取り出して水をつくる方法、若しくは地球から水素を運んで水をつくる方法、水をまったく使わずにコンクリートをつくる方法などが研究されてきました。しかし、最近、月面に大量の水(氷)が存在することが報道され、ルナコンクリートの実現の可能性が高くなりました。

## 日本初の擬木の橋(新宿御苑内)

東京都の新宿御苑に、日本で最初の擬木の橋があります。擬木とは、木の幹に似せてコンクリートや石などでつくったもののことです。明治38年(1905年)にフランスから輸入して新宿御苑で橋の欄干に使用されたのが最初とされており、何度か修理されましたが、110年以上経過した今日も当時の姿のまま残されています。



## 8. インフラ整備の意義

※この章は全ての級共通なので、皆さんちゃんと勉強してね！

### 8. 1 インフラとは

**ピースくん**：コンクリート製品は、インフラ整備にたくさん使われていると聞いたけど、「インフラ」って何？



**テイ造さん**：インフラは、インフラストラクチャ (infrastructure)

の略で、産業や生活の基盤として整備される施設を指すんだよ。「社会の基礎となる下部構造」といってもいいね。社会的経済基盤と社会的生産基盤とを形成するものの総称のことで、道路・港湾・河川・鉄道・通信情報施設・上下水道・学校・病院・公園・公営住宅などが含まれるよ。日本語では経済学において「社会資本」と訳されているよ。

インフラは、民間で供給したり、民間の事業として成立しにくいものが多いんだ。だから、国や地方公共団体等の公共機関が確保したり建設したり、維持・管理をしているケースが多いんだ。インフラ整備＝公共事業と呼ばれるのはこのためなんだ。また、インフラは、経済成長のための基盤といえるよ。

**ピースくん**：インフラを整備するとどんなよいことがあるの？

**テイ造さん**：インフラは、一度公共事業として整備された後は、社会資本として経済の供給力に多大な好影響を及ぼすんだ。例えば、都市間高速道路を整備することで、交通コストが低下し、工場立地が容易になり、商圈が拡大することで、域内の経済活動は活性化するね。また、農地に外部から人工的に水を供給する施設(灌漑(かんがい))をつくることで、農地の生産性は飛躍的に高まって、食糧の安定供給にも貢献できる。これらの経済活動活性化の結果、当初の建設・整備に要するコストは一般的に税金によって回収されるんだ。有料道路などは、利用者負担で直接回収するんだよ。



ところで、ピース君は少子高齢化って聞いたことがあるかい？

**ピースくん**：聞いたことはあるけれど、インフラ整備と何か関係があるの？

**テイ造さん**：少子高齢化による問題としては、労働力人口の加速度的な減少と、税金の減少及び社会保障費の増加があげられるんだ。8. 5で詳しく説明するけれど、労働力人口の減少は、建設業界への若手入職者の減少や、事業存続の危険性にも影響を及ぼしているよ。それから、社会保障費の増加や税金の減少による公共事業費の減少は、インフラの新規整備を難しくすると同時に、インフラストックの維持管理や更新に関してもライフサイクルコストに基づき、適切に維持・更新を行う必要に迫られているんだ。そこで最近、公共施設等の建設、維持管理、運営等を民間の資金、経営能力及び技術的能力を活用しようという新たな取り組みが始まっていて、それを後押しする法律 (PFI 法など) もできているよ。

### 8. 2 インフラ整備に関する批判と反論

**ピースくん**：8. 1の説明を聞くと、インフラ整備の可否を費用対効果のみではかることはむずかしいね。

**テイ造さん**：公共事業はしばしば政治論争の材料となり、批判の対象となっている。日本においては高度経済成長に伴う社会資本の需要の高まりと、建設業に従事する人の労働力人口に占める割合が約1割と高かったことから、長い間景気・雇用対策として公共事業が行われてきたんだ。

でも、近年においては、様々な理由により公共事業をめぐる批判もあるね。これらの批判とその反論を次のように表にしてみたよ。いろいろな意見があるので、これを参考に自分なりに考えてみてね。

| 公共事業に対する批判意見                                                                                 | 批判意見に対する反論                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |     |                      |        |                       |
|----------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|----------------------|--------|-----------------------|
| ① 他の先進国と比べて公共事業費が多いというデータに基づく批判。                                                             | <p>そもそも我が国の自然環境は、我々が生活していく上で非常に厳しいものとなっている。そのために他の先進国と公共事業費を単純に比較することに無理がある。</p> <p>例1 地質が複雑で不安定である。<br/>(国土面積の70%を占める山岳地帯の地質は風化が進んで不安定)</p> <p>例2 国土の全域で大地震の可能性がある。</p> <p>例3 台風の通り道である。</p>                                                                                                                                                  |     |                      |        |                       |
| ② 他の先進国と比べて道路、港湾などは整備できているというデータに基づく批判。                                                      | <p>制限速度100km/h以上で走れる道路ネットワークは他の先進国と比較して貧弱である。</p> <p>例 福岡市とミュンヘン市の自動車での1時間圏を比べると、福岡市はミュンヘン市の1/3以下</p> <table border="0"> <tr> <td>福岡市</td> <td>3,800km<sup>2</sup></td> </tr> <tr> <td>ミュンヘン市</td> <td>13,300km<sup>2</sup></td> </tr> </table> <p>(出典:国土交通省道路局資料)</p> <p>日本の道路では、渋滞や信号等の影響によって経済速度で走ることができず燃費低下につながる。</p>                     | 福岡市 | 3,800km <sup>2</sup> | ミュンヘン市 | 13,300km <sup>2</sup> |
| 福岡市                                                                                          | 3,800km <sup>2</sup>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |     |                      |        |                       |
| ミュンヘン市                                                                                       | 13,300km <sup>2</sup>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |     |                      |        |                       |
| ③ 公共事業を行うことで国の借金がどんどん増えるという批判。                                                               | <p>公共事業やインフラの更新費用を「コスト」として見れば「国の借金が増える」だけに見えてしまうのかもしれないが、実際には「誰かの支出は誰かの所得」となっているはずである。政府が支出した公共事業費はこの世から消えてしまうわけではなく、我々国民の所得となり雇用を創出する。例えば、「政府がインフラの維持費を50年間で190兆円支出」ということは、「向こう50年間で190兆円分の雇用創出効果がある。」ということと同じ意味だという考え方がある。さらに、公共投資による乗数効果(一定の条件下において有効需要を増加させた時に、増加させた額より大きく国民所得が拡大する現象)を考慮すれば、「向こう50年間で300～400兆円分の雇用創出効果がある。」という考え方もある。</p> |     |                      |        |                       |
| ④ 地方圏における利用の少ない事業(ムダな事業)が多すぎるという批判や地方の公共事業の資金を、地方の公共事業による直接的な恩恵がない都市部住民の税金から多くが捻出されているという批判。 | <p>憲法が保障する「居住地選択の自由」は、一定の生活利便性がなければ絵に描いた餅にしかすぎない。上下水道、電気、道路などのインフラは、必要不可欠なもので、最低限の整備は必要である。利用が少ないからムダとか、都市部住民の税金から多くが捻出されているという批判は必ずしも適当ではない。</p>                                                                                                                                                                                              |     |                      |        |                       |
| ⑤ 道路建設に代表される地方の公共事業は環境破壊の大きな原因であるという批判。                                                      | <p>公共事業に係わらずあらゆる経済活動が環境に影響を与える。ただし、環境への負荷をできるだけ減らす努力は、当然行うべきである。</p>                                                                                                                                                                                                                                                                           |     |                      |        |                       |
| ⑥ 公共事業が官製談合も含めた談合の温床になっており、官僚・官吏の関係企業への天下りなどを通じて政財官の癒着の原因になっているとの批判。                         | <p>談合や政財官の癒着の問題と公共事業の必要性は、別の次元の問題ではないか。</p> <p>談合や政財官の癒着の問題は、いかに透明性を確保し、かつ監視するかということであり、公共事業の必要性はメリットとデメリットを考慮して決めるべき問題である。</p>                                                                                                                                                                                                                |     |                      |        |                       |

**ピースくん**：すごくむずかしいね。でも、将来の日本のためにいろいろ議論してみる必要があるね。

### 8. 3 インフラの維持

**ピースくん**：ところで、橋の老朽化が問題になっていると聞いたけど、どういうこと？

**テイ造さん**：道路にかかっている橋は、私たちの生活にとっても役に立っているね。もしも橋が無かったら、川の対岸に行けなくなってしまうよね。橋があるから、目的地まで最短ルートで行けるんだ。でもこの橋が今から先にとっても問題になってくる可能性がある。

アメリカでは、1970年代から80年代にかけて「橋の老朽化」が問題になったんだ。

1960年代後半には、およそ7兆円規模であったアメリカの道路予算は70年代に徐々に減少して、1980年頃には5兆円程度までに低下してしまったんだ。その結果、道路の維持(メンテナンス)に十分な予算を割くことができなくなって、アメリカのあちこちで、“ボロボロ”のまま放置されてしまう橋が増えていき、1983年のコネチカット州にあるマイアナス橋の崩壊事故につながったんだ。

このマイアナス橋は、1日の交通量が約9万台という地域の大動脈だったため、崩落によって3名の人命の損失とともに、事故後3ヵ月にもわたるアメリカ北東部の経済混乱をもたらすことになった。この事故を皮切りに、「危ない橋」がアメリカ国内のあちこちで見られるようになり、多くの橋で「通行の規制」や「通行止め」が行われたんだよ。

1980年代のアメリカは、インフラの維持管理、メンテナンスをないがしろにした結果、文字通り「荒廃」し、交通や経済が乱れ、社会生活に大きな支障が及んだんだ。

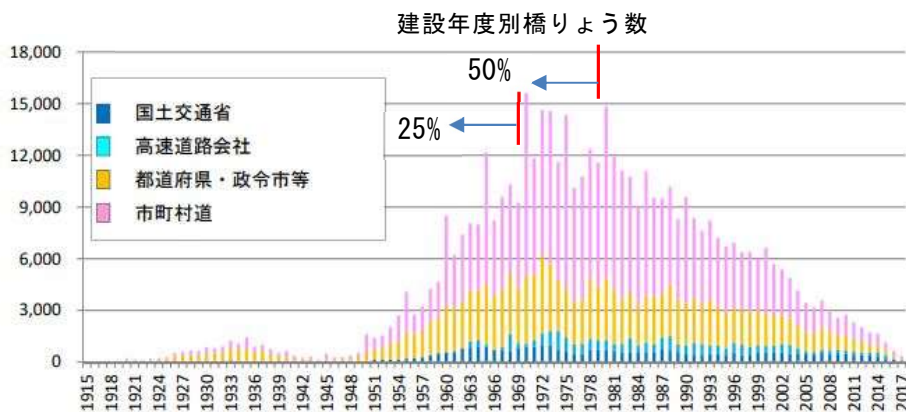
アメリカで橋の建設が盛んに行われたのは、1920年代から1930年代頃なんだ。そして、アメリカの橋の老朽化が本格的に問題化し、実際に崩落事故が多数起こり始めたのが、1970年代から1980年代だった。つまり、橋が建設されてから、おおよそ50年経過後に老朽化による「落橋」が始まったんだ。

**ピースくん**：日本の橋は大丈夫なの？

**テイ造さん**：現在、日本で供用されている橋は、1950年代後半から1970年代半ばの高度経済成長期に集中的に建設されたものが大半を占めるんだ。建設後50年を経過した橋梁の割合は、現在は約25%であるのに対して、10年後には約50%に急増するよ。従来50年程度と一般的に考えられてきた道路橋の寿命を考慮すると、「橋の危機」が訪れる可能性がある。今後、これらの橋りょうの架替えや大規模補修を必要とする時期を一斉に迎えることになるかと予想されているんだ。



マイアナス橋の崩壊事故  
(出典：国土交通省道路局資料)



ピースくん：今どんな状況かわかっているの？

テイ造さん：国土交通省道路局の 2017 年 3 月の調べによると、全国約 73 万橋の橋りょうのうち、7 割以上の約 52 万橋が市町村道にあり、建設後 50 年を経過した橋りょうの割合は、10 年後には 48%と増加するとある。また、緊急的に整備された箇所や水中部など立地環境の厳しい場所などの一部も構造物で老朽化による変状が顕在化し、地方公共団体管理橋りょうでは近年通行規制等が増加しているともある。

このことから、計画的に橋の長寿命化を含めた維持管理を行う必要があることがわかるね。

ピースくん：日本でもインフラの整備はとても重要なんだね。

テイ造さん：そうだね。2018 年の 8 月にイタリア北部のジェノバで高速道路の高架橋が崩落して多数の死傷者が出た事故が起きたけど、こういった事故を教訓として日本でも同じようなことが起きないようにしないといけないね。

#### 8. 4 防災・減災対策

ピースくん：最近の雨の降り方は、以前と比べてすごいと思うんだけど、実際はどうなのかな？

テイ造さん：近年では時間雨量が 50mm を上回る豪雨が全国的に増加しているなど、雨の降り方が局地化、集中化、激甚化しているよね。

ピースくん：2018（平成 30）年 6 月末から 7 月初旬にかけて西日本を中心に広い範囲で記録的な大雨となり、これらの影響で、河川の氾濫、浸水害、土砂災害等が発生し、死者、行方不明者が多数となる甚大な災害となってしまったよね。また、全国各地で断水や電話の不通等、ライフラインに被害が発生したほか、鉄道の運休等の交通障害が発生したことは記憶に新しいよね。

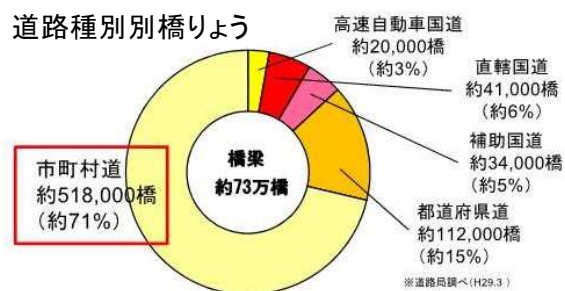
テイ造さん：西日本豪雨では、200 名を超える尊い人命が失われてしまったんだ。

ピースくん：日本は災害に対してもろくて弱いて聞いたんだけど、どういう事なの？

テイ造さん：まず、日本の国土を考えてみると、大都市の多くの範囲がゼロメートル地帯（海岸付近で地表標高が満潮時の平均海面よりも低い土地のこと。東京、川崎、大阪、尼崎、新潟など三角州や旧干拓地の工場地区に多い）で、地質が地殻変動と風化の進行等によりもろく、世界で発生するマグニチュード 6 以上の地震の 2 割、活火山の 2 割が日本付近というように、災害に対して脆弱（ぜいじゃく：もろくて弱い状態）なんだ。2011（平成 23）年 3 月 11 日に発生した東日本大震災、2016（平成 28）年 4 月 14 日に発生した熊本地震の凄惨な記憶はまだ生々しいよね。また、文明の進展に伴い、水害リスクの高い地域に都市機能が集中したり、地下街や地下鉄等の地下空間の高度利用が進み、都市が脆弱になってきている。さらに、施設整備が一定程度進み、安全性を過信したり、想定していない現象に対して自ら判断して対応できないといった人がでてきているという問題もあるんだ。

ピースくん：防災・減災のために国は何をしているの？

道路種別別橋りょう



地方公共団体管理橋りょうの通行規制等の推移 (2m 以上)



(出典：国土交通省道路局「老朽化対策の取り組み」)



平成 30 年 7 月豪雨

(出典：国土交通省 ホームページ)



倒壊した熊本城の石垣

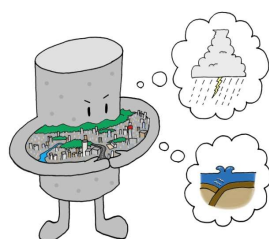
**テイ造さん**：国民の命を守り、社会経済の壊滅的な被害を回避するために様々な方策がとられているんだ。2013（平成 25）年度に防災・減災に関する法律がいくつかできたんだ。

**ピースくん**：法律なんてぼくにはあまり関係のないものだからよく知らないよ。

**テイ造さん**：そう思うと思ったよ。「強くしなやかな国民生活の実現を図るための防災・減災等に資する国土強靱化基本法」、「南海トラフ地震に係る地震防災対策の推進に関する特別措置法」、「首都直下地震対策特別措置法」という法律ができたんだ。長くて覚えにくいから、「国土強靱化法」、「南海トラフ法」、「首都直下法」と覚えるといいね。

**ピースくん**：どういう法律なの？

**テイ造さん**：自然災害が数多く発生するわが国にとって強靱な国土づくりは喫緊の課題なんだ。「国土強靱化法」は内閣総理大臣を本部長とする「国土強靱化推進本部」が大規模自然災害などに対する社会資本の脆弱性評価を行った上で、既存の国の計画の指針となる「国土強靱化基本計画」



を策定し、省庁の縦割りを解消し、地方自治体や民間などと連携して強靱な国土づくりに取り組むことが目的なんだ。「災害によって多くの人命が損なわれない国づくりをしていこう」ということかな。

それから、南海トラフ巨大地震で被害を受ける恐れがある地域の防災対策を強化するための法律が「南海トラフ法」、発生 of 切迫性が高いとされる首都直下地震への備えを万全にするための法律が「首都直下法」だよ。首都直下地震対策に関する法律ができたのは、これが初めてのことなんだ。

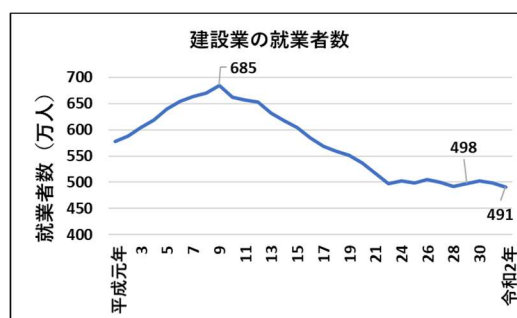
公益社団法人土木学会は、南海トラフ巨大地震が発生した場合、20 年間の経済的な被害が 1,410 兆円に上るとの推計を発表している。しかし、適切な津波・道路・建築物対策をすれば 3～4 割の被害軽減が可能とも推計しているんだ。この推計からも、インフラ整備がいかに重要であるかわかるね。

**ピースくん**：そうなんだ。ぼくたちの命に関わる大切なことだね。

## 8. 5 コンクリート製品の活用

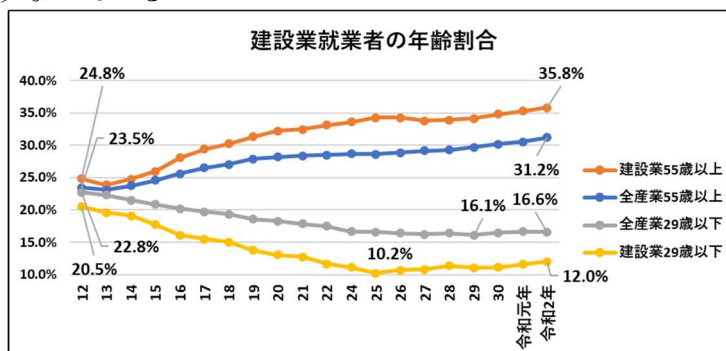
**ピースくん**：いろいろな産業で就業者数の減少がいわれているけど、建設業における就業者数はどうなっているの？

**テイ造さん**：建設業における就業者数はピーク時の 1997（平成 9）年に 685 万人だったのが、2020（令和 2）年には 491 万人とピーク時の 7 割程度に減少しているんだ。（出典：総務省統計局「労働力調査」を基にグラフ化）



**ピースくん**：建設業就業者の年齢割合はどうなっているの？

**テイ造さん**：建設業就業者における 55 歳以上の割合と 29 歳以下の割合は平成 12 年で 24.8%と 20.5%だったものが、令和 2 年では 35.8%と 12.0%となってるんだ。実に建設就業者の 3 割程度が 55 歳以上、29 歳以下は 1 割程度なんだ。全産業における就業者の 55 歳以上の割合と 29 歳以下の割合は、2000（平成 12）年



度で 23.5%と 22.8%、2020（令和 2）年度で 31.2%と 16.6%なので、いかに建設産業の高齢化が進んでいるかがわかるね。（出典：厚生労働省「建設関係統計資料」を基にグラフ化）

**ピースくん**：建設業における総合的な人材確保や育成に関する取組みはどうなっているかな？

**テイ造さん**：2014（平成 26）年 1 月に発足した建設産業活性化会議において、今後の取組み案の工程表の中に、建設生産システムの省力化・効率化・高度化の項目として「コンクリート製品の活用拡大」が記載されているんだ。

**ピースくん**：現場の省力化に向けたコンクリート製品の活用拡大に関して、何か動きはあるの？

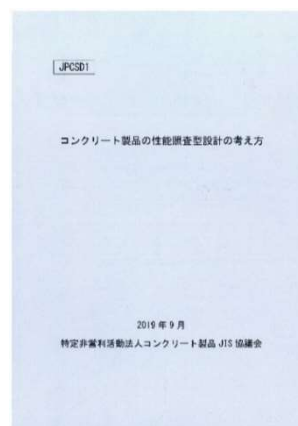
**テイ造さん**：国土交通省では 2015（平成 27）年 1 月からコンクリート製品の標準設計化の検討や設計・施工段階における実態調査を開始しているんだよ。また、建設現場の生産性向上に向けて、測量・設計から、施工、さらに管理にいたる全プロセスにおいて、情報化を前提とした新しい施策「i-Construction（アイ・コンストラクション）～建設現場の生産性革命～」が 2016（平成 28）年度に導入されたんだ。トンネル工事等と比べて生産性向上に遅れをとった土工等の分野で、抜本的な生産性向上を図ることで、全体として技能労働者一人あたりの生産性が将来的には 5 割向上できる可能性があると言われていたんだ。この施策には、コンクリート製品の活用拡大も盛り込まれているんだよ。同じような構造物を作製するときに現場打ちに比べプレキャストコンクリートを使用した場合、一人当たりの作業効率性でいえば 1.8～5.2 倍も向上することがわかったんだ。

**ピースくん**：コンクリート製品活用拡大につながりそうな動きはあったの？

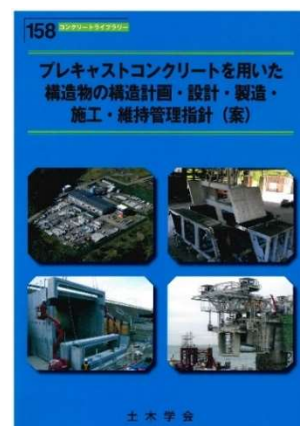
**テイ造さん**：プレキャスト化推進のための動きとして、コンクリート製品 JIS 協議会から 2019（令和元）年 9 月に「コンクリート製品の性能照査型設計の考え方」が発刊され、プレキャストコンクリート製品の性能照査型設計法へ道筋が示されたよ。また 2021（令和 3）年 3 月に土木学会編コンクリートライブラリ「プレキャストコンクリートを用いた構造物の構造計画・設計・製造・施工・維持管理指針（案）」の発刊や、日本コンクリート工学会編「接合部を有するプレキャスト・プレストレストコンクリート構造の設計方法研究会報告書」の発刊が行われたことが挙げられるね。更に 2021（令和 3）年 3 月、大臣官房技術調整課建設システム管理企画室長名で「コンクリート構造物の設計・施工段階における生産性向上の取組について」が出され、この中でプレキャストコンクリートの生産性向上の取組として、（1）小型コンクリート構造物においては「土木工事に関するプレキャストコンクリート製品の設計条件明示要領（案）」（2016（H28）年 3 月）に従って、部材の選定を行い、規格の標準化を進めること、（2）中型以上のコンクリート構造物におけるプレキャスト製品の導入促進のため、特殊車両により運搬可能な規格の構造物については、原則プレキャスト化することとする。その際、プレキャスト製品運搬に関する



i-Construction ロゴマーク  
（出典：国土交通省ホームページ）



コンクリート製品の  
性能照査型設計の考え方



プレキャストコンクリートを用いた  
構造物の構造計画・設計・製造  
・施工・維持管理指針（案）

留意事項等に留意することが記載されたんだ。それに、コンクリート工の生産性向上に資する各ガイドラインの活用や、国土交通省土木工事におけるプレキャスト工法活用事例集（2020（令和2）年3月）を積極的に活用することが記載されたんだよ。

**ピースくん：**コンクリート製品を積極的に活用し、現場作業を省力化し、若者を建設業に呼び戻すことができるようになるといいね。

## 8. 6 セメントコンクリート業界におけるカーボンニュートラルへの取組

**テイ造さん：**ピースくんは、カーボンニュートラルという言葉を知ったことがあるかな？

**ピースくん：**カーボンニュートラル？・・・聞いたことがあるような気がするけど・・・。

**テイ造さん：**日本では、二酸化炭素（ $\text{CO}_2$ ）などの温室効果ガスの排出を全体としてゼロにする、言い換えると「温室効果ガスの（排出量と吸収量を相殺して）排出量を全体としてゼロにする」という意味で使われているよ。セメントコンクリートでは主な材料であるセメントを1トン製造する際に、約770kgの $\text{CO}_2$ を排出していると言われていたよ。製造技術の開発や産業副産物の有効利用などによって、セメントの製造時やコンクリート製品製造時に発生する $\text{CO}_2$ 排出量を削減することは、カーボンニュートラルの観点からとても重要視されているんだよ。そして、コンクリートの製造時や供用時に $\text{CO}_2$ を吸収することに関しても研究が進められているよ。

※日本における温室効果ガス排出量は年間約13億5,000万トン。一方でコンクリートの国内の年間総出荷量は約9,000万 $\text{m}^3$ といわれています。コンクリートの製造には1 $\text{m}^3$ あたり約270kgの $\text{CO}_2$ が排出されることから、年間総排出量は約2,500万トンになるといわれています。

（※：一社 日本建設業連合会 低炭素型コンクリートの普及促進に向けてより抜粋）

## 8. 7 まとめ

**テイ造さん：**これまでの話をまとめると次のようになるよ。

- ① インフラ整備に対する様々な批判がある一方で、防災・減災の観点から公共事業の重要性が再認識されている。
- ② 先の震災でも道路や堤防などで救われた命がたくさんあり、費用対効果で不要というレッテルを貼られながらも、その道路があったおかげで早期復旧が可能になった事例もあった。
- ③ 今後発生する可能性のある洪水、地滑り、地震や津波などに対する防災対策も私たちの安全を守ってくれる重要な社会資本となる。
- ④ 私たちの暮らしを快適にしている道路や橋は、適切な維持管理を実施する必要がある。
- ⑤ インフラ整備に関するいろいろな批判を真摯に受け止め、その上で本当に必要なインフラ整備を計画的に進めていくことが重要である。
- ⑥ 建設業就業者の高齢化対策として、コンクリート製品を活用し、現場の省力化を図る。
- ⑦ コンクリート製品業界としてカーボンニュートラルへの対応も検討していくことが重要である。

**ピースくん：**インフラ整備にはむずかしい問題があるけど、ぼくらが生活していくためには避けて通れないことがよくわかったよ。



## 9. マイスター級受験の方必見！（知っておきたい豆知識）

※全コンのホームページにある「プレキャストコンクリート製品事例集（平成 29 年度版）」をよく読んでね！

### 【コンクリート材料】

- ・コンクリートは、気温の高い時期ほど硬化が進みやすい。
- ・都市ごみ焼却灰を主原料とするエコセメントは、焼却灰に含まれる化学成分の含有量を、セメント鉱物の生成に最適な割合に調整して焼成され、構成元素レベルでリサイクルするケミカルリサイクルの代表的な製品である。
- ・エコセメントは、セメント 1 t あたり都市ごみ焼却灰を乾燥ベースで 500kg 以上使用して製造される。このため、他のセメントと比べて塩化物イオン量が多くなる傾向がある。
- ・セメント硬化体は、一般に水和によって収縮を生じ、特に水セメント比が著しく小さい場合には、自己収縮によってひび割れを生じることがある。
- ・コンクリートは、乾燥を受けると収縮し、湿潤によって膨張する。柱や梁などで拘束されたコンクリート部材が乾燥を受けると、（乾燥）収縮ひび割れを生じやすい。
- ・収縮ひび割れを抑制するために、JIS で規格化されている膨張材を普通ポルトランドセメント等に混合して、ケミカルプレストレスを導入することによりひび割れを抑制することも行われている。
- ・骨材の形状は、粒の長径、中間径、短径のそれぞれが同等の大きさの塊状あるいは球状がよい。
- ・川砂、川砂利はコンクリート用として最適な自然骨材である。山砂は堆積年代が古く、風化した微粒子が多いため、コンクリート用として最適とはいえない。陸砂、陸砂利はセメントペーストとの付着を害する粘土分が混入しやすいため、コンクリート用としては水洗によって泥分を除いて使用される。海砂は塩分が多いため、コンクリート用としては水洗によって除塩が行われる。
- ・一般用途のグラスファイバーが発明され、これを短く切断して混入したモルタル薄板が製造された。また、針金状の鋼短繊維をコンクリートに混入して、ひび割れを生じても粘り強く抵抗する鋼繊維補強コンクリートが開発された。その後、繊維の素材として炭素繊維、ビニロン繊維などの有機繊維や無機繊維が開発された。
- ・繊維材料のコンクリートへの利用は、短繊維をコンクリートまたはモルタルに混入させて粘り強さを付与する使用方法と、長繊維を棒状に成形して鉄筋や PC 鋼線などと同様の引張補強材として使用する方法がある。また、有機繊維は、コンクリートが火災の影響を受ける際の爆裂を防ぐ目的でも使用されることがある。
- ・セメントペースト中のアルカリ性物質とアルミニウム粉末との化学的な反応によりガスを発生させ、モルタルまたはコンクリート中に気泡を導入する発泡剤は、モルタルなどが未だ固まらないうちに膨張させ、ALC 製品の軽量化、逆打ちコンクリートの充填などの用途に使用される。
- ・水道水はもちろん、井戸水も飲料水としての水質基準に適していればコンクリートの練混ぜ水として使用できる。鉄筋コンクリート部材には海水を用いることはできないが、無筋コンクリートには海水を用いることができる。回収水をコンクリートの練混ぜ水として利用する場合には、各種品質規定がある。山間の湖沼水は、フミン酸などの水和を阻害する成分を含んでいる可能性が大きいため、山間の沼の水は澄んでいてもコンクリートの練混ぜに使用しない方がよい。

### 【廃棄物】

- ・セメントの原料は主に、石灰石、粘土、けい石、鉄原料であり、細かく砕いた石炭や重油などの燃焼による約 1,450℃の高温で焼成してクリンカをつくり、せっこうを加えてクリンカを粉砕することで製造する。高温で焼成する際、石灰石が分解して炭酸ガスが排出されるが、原料のほとんどがセメント成分に変化するので、セメント製造に際して廃棄物は発生しない。
- ・構造物解体で生じたコンクリート塊は、条件を満たせばコンクリート用骨材として使用できる。アスファルト塊は、見た目には固体のように見えるが、力の作用で流動するので、コンクリート用骨材としては使用できない。一般廃棄物焼却灰を熔融固化したスラグは、条件を満たせばコンクリート用骨材として使用できる。但し、産業廃棄物焼却灰を熔融固化したスラグは、コンクリート用骨材としては使用できない。

### 【配合】

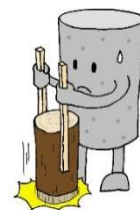
- ・コンクリートの強度は、水セメント比（W/C）に反比例する（水が少ない方が強くなる）。空気を連行すると耐凍害性は高くなるが、強度は低下する。

・骨材とセメントペーストとの界面は、コンクリートの内部組織で最も弱い部分であり、粗骨材の最大寸法が大きいほど、丸みを帯びた骨材ほど骨材界面が剥がれやすく、強度が弱くなる。

・水量が多いコンクリートは乾燥収縮が大きくなってひび割れを生じやすくなるので、水量はできるだけ少なくするのがよい。空気量が大きい又は空隙（くうげき）が残っているコンクリートは、強度が小さくなる。細長い骨材、葉状の骨材などは必要な軟らかさを得るための水量が多くなる。骨材の粒度が小さいほど水量が多くなる。

・初期のコンクリートの製造では、セメント：砂：砂利=1：2：4 と、バケツなどを用いた見掛けの容積比で配合を表し、木蛸（きだこ）などで叩き込んだときの上面にうっすらと水が浸み出す程度になるよう、ジョウロで加水しながら練り混ぜた。

・コンクリートの主な材料であるセメント、水、細骨材（砂）及び粗骨材（砂利）のうち、最も体積の大きなものは粗骨材である。



きだこを使うピースくん

### 【フレッシュコンクリートの性質】

・フレッシュコンクリート（まだ固まっていないコンクリート）が一旦凍結してしまうと、氷片ができて空隙（くうげき）が形成されるので、見かけ上固まっても強度は出ない。

・スランプ試験の結果として、スランプの値が小さい方が硬いコンクリートである。また、スランプフロー試験の結果として、スランプフローの値が大きい方が流動性の大きなコンクリートである。

・コンクリートは練混ぜ後の時間経過に伴って水和反応が進展するため、スランプが低下してワーカビリティが悪くなる。その程度は、配合、使用混和剤の種類、外気温、湿度等によって変化する。製品工場では練混ぜから打込み終了までの時間が短く、ワーカビリティの変化が小さいので品質の安定した製品を製造できる。

### 【硬化コンクリートの性質】

・コンクリート中に微細な空気を連行することによって、凍結融解の繰り返し作用に対する抵抗性が高くなり、耐久性を高めることができる。

・一般的なコンクリートは約 400℃まで加熱しても、圧縮強さに影響は少ないと言われている。

・よく締め固め、十分に養生したモルタルやコンクリートは丈夫であるが、強アルカリ性のため酸には弱い。

・コンクリートの高強度化は、セメントの改質よりもむしろ配合、混和剤、養生方法によるところが大きい。

・1942 年に加圧養生による 110N/mm<sup>2</sup> の高強度コンクリートが、わが国で製造されている。

・高性能減水剤を用いた低水セメント比のコンクリートをオートクレーブ養生することにより、1970 年頃に 100N/mm<sup>2</sup> の高強度コンクリート杭がわが国で開発され、世界から注目された。

・セメントの粒度構成の工夫、特殊混和材料、鋼繊維を用いた特殊セメントを用い、熱養生を行った超高強度繊維補強コンクリートは、180N/mm<sup>2</sup> 以上の鋼に匹敵する高強度を発揮し、山形県の酒田みらい橋、羽田空港内連絡橋などが施工されている。

・重いコンクリートであっても、自重に相当する量の喫水深さ（排除した水量）まで沈んで浮くことができる。軽いコンクリートで造った浮き桟橋は喫水を浅くできる。



酒田みらい橋

・人工軽量骨材を用いたコンクリートは、橋梁の桁や床板などの構造部材に多用されている。

### 【製造】

・一般のプレキャストコンクリート製品工場では、高価な鋼製型枠の使用効率を高める目的で常圧蒸気養生が行われ、早期に型枠を外して効率よく製品を製造されている。

・場所打ちコンクリートに比較したコンクリート製品の一般的な特徴は、水セメント比が小さいこと、スランプが小さいこと、基準とする強度を得る材齢が短いこと、コンクリートを練り混ぜてから型枠に打ち込むまでの時間が短いことである。

### 【試験】

・コンクリートの圧縮強度と引張強度は、試験に用いる供試体の形状は円柱供試体で同じであり、荷重の作用方法を変えて行う。

・円柱供試体には、コンクリートに使用する粗骨材の最大寸法に応じて、直径×高さのサイズ、Φ50×100、Φ100×200、Φ150×300（単位は mm）などがある。Φ50 は主にモルタル用、Φ100 は粗骨材寸法 20mm まで、Φ150 は粗骨材寸法 40mm まで。ちなみに、本検定のマスコットキャラクターであるピース君は Φ100、ピー美ちゃんは小さな Φ50、Φ150 は大きくておっさんっぽく見えるのでピースパパと呼ばれ

ている。

- ・コンクリートの曲げ強度試験は、角柱供試体を用いて行う。
- ・円柱を軸方向に圧縮すると、上下二個の鼓（つづみ）状に破壊する。円柱の直径方向の側面を線状に圧縮すると、蒲鉾（かまぼこ）状に破壊する。円柱をねじると、45 度方向のひび割れでらせん状に破壊する。



圧縮強度試験



割裂引張強度試験



曲げ強度試験



- ・コンクリートの圧縮強度、曲げ強度、引張強度の試験値の大きさは、圧縮＞曲げ＞引張の順番である。

- ・標準的な鉄筋コンクリートはり（梁）を両端で支えて、長さ方向の中央部に力をかけた（載荷した）場合、引張側に配置した鉄筋が最初に降伏して変形し、それに伴ってはり上縁のコンクリートが圧壊する。

- ・標準的な鉄筋コンクリートはり（梁）を両端で支えて、長さ方向の中央部に力をかけた（載荷した）場合、右の図に示すひび割れは「曲げひび割れ」である。

#### 【構造】

- ・右の図に示すような、壁から板が張り出したような形状のコンクリート部材（ベランダ）において、矢印の向きに力が作用した場合、張出部材の上側が引張、下側が圧縮となるので、鉄筋は上側に配置する。

- ・右の図に示すような、梁のコンクリート部材において、矢印の向きに力が作用した場合、部材の上側が圧縮、下側が引張となるので、鉄筋は下側に配置する。

- ・異形鉄筋が用いられるようになったのは、節（ふし）によって鉄筋とコンクリートとの付着が良好で、鉄筋からコンクリートに引張応力が良好に伝達され、曲げひび割れがより多く発生するために、ひび割れ幅が狭くなり、鉄筋の腐食が抑制されるからである。

#### 【製品】

- ・膨張材を用いたコンクリートの膨張を鋼材で拘束すれば、コンクリートの引張強度に相当する程度以上の応力を導入することができるので、普通ポルトランドセメントを用いたヒューム管やボックスカルバートの断面の厚さを同じとしたままで、曲げひび割れ耐力を2倍以上に高めることができる。

- ・大型プレキャストコンクリート製品の部材接合に有効的な技術は機械式鉄筋継手工法であり、2019 年 1 月に「プレキャスト（P C a）構造物に適用する機械式鉄筋継ぎ手工法のガイドライン」が制定された。

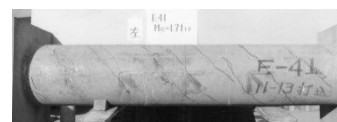
- ・型枠が無くてもプレキャストコンクリート製品の製造が可能な「コンクリート 3D プリンタ」がすでに日本にも導入されている。

#### 【構造物】

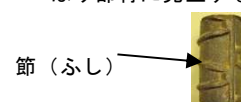
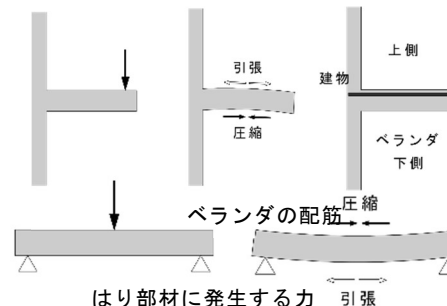
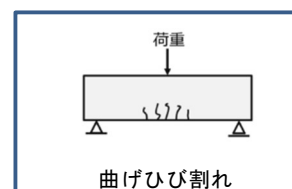
- ・海面下 240m、長さ 53.85km の青函トンネルは、先進導坑のボーリング孔からセメントミルクを注入し、岩盤のひび割れを充填して海水の噴出を止め、トンネル本体を掘削しながら急結剤を混和したショットクリート（吹付けコンクリート）で覆工された。

- ・明治末期に着工され未だに活用されている小樽港北防波堤で採用されているコンクリートは、海水の化学作用に侵されないための工夫として、セメントに火山灰が混入されている。火山灰はポゾランであり、これはセメント水和物を不溶性のカルシウム・シリケート水和物等に変え、海水に含まれる硫酸塩の侵食や水和物の溶出を抑制する。また、小樽港北防波堤の一部は、1 基の重さ約 20 t のコンクリートブロックで施工されている。

- ・明石海峡大橋建設に際して、海中の主塔基礎のコンクリートは水中不分離性コンクリート、明石側の



ねじり試験



異形鉄筋



コンクリート 3D プリンタ

アンカレイジは転圧コンクリート、淡路島側のアンカレイジは高流動コンクリートが用いられている。

・坂道や地下駐車場への進入路などのコンクリート舗装面に見られるドーナツ状模様は、軟練りのコンクリートは車の走行で直ちにすり減りを生じるため、打込み直後のコンクリート上面にリング状の真空脱水装置を装着したマットを被せて脱水し、コンクリートを固くした痕跡である。



真空脱水させた  
コンクリート舗装面

・東京湾横断道路トンネルは、トンネルの円周を分割した製品であるセグメントを、トンネル掘削先端の切羽で組み立てながらトンネルを構築するシールド工法によって造られた。

・道路舗装の比率は、アスファルト舗装：約 95%、コンクリート舗装：約 5%と圧倒的にアスファルトが多い。

・飛行場のエプロンは長時間にわたって定位置に最大機体重量が作用する上に、燃料の滴下のおそれがあるので、アスファルトは使用されない。これは、アスファルトは石油系油で溶解するためであり、ガソリンスタンドでもアスファルト舗装の使用が規制されている。

・駐輪場はスタンドに集中荷重が作用し、特に夏期の流動により多数のくぼみが発生するためコンクリート舗装がよい。

### 【コンクリートの種類】

・水中で構造物をつくるため、予め粗骨材を充填しておき、注入管を用いて底部からモルタルを充填する方法を「プレパックドコンクリート」という。

・モルタルやコンクリートを圧搾空気で行込み場所に吹き付けて施工するコンクリートを「吹き付けコンクリート」といい、法面やトンネルなどの岩盤に対する 1 次覆工に用いられる。

・フィニッシャーで敷きならしたコンクリートを、振動ローラを用いて締め固める工法を「転圧コンクリート」といい、舗装やダムに施工に用いられる。

・「高流動コンクリート」とは、増粘剤の使用や粉体量の増加もしくはそれらの併用によって高い流動性と材料分離抵抗性をあわせ持ち、品質と施工性の両方を向上させるコンクリートである。

・「流動化コンクリート」とは、あらかじめ練り混ぜたコンクリートに流動化剤を後添加することによって、練り混ぜたコンクリートよりも軟らかにしたコンクリートである。

・「暑中コンクリート」とは、日平均気温が 25 度を超える暑い時期に施工するコンクリートである。

・「寒中コンクリート」とは、日平均気温が 4 度を下回る寒い時期に施工するコンクリートである。

・「水中コンクリート」とは、水中で施工するコンクリートである。

### 【歴史】

・セメント発明初期のコンクリートは、水量が少ないパサパサであった。

・発明初期のセメントは、水と接すると直ぐに固まり始めて打込み作業ができないほどであったが、少量の石膏（せっこう）を添加することで凝結時間を制御できることが発見された。

・コンクリートに鉄筋を配置すると、非常に硬いコンクリートを突き固めることができないため、コンクリートを軟らかいものに変える必要が出てきた。つまり、鉄筋コンクリートが発明されてから、コンクリートが軟らかいものになった。

・コンクリートに松脂汁が混入した事故から、AE コンクリートができた。

・わが国で工場製品として製造された順に並べると、「鉄筋コンクリート管（1906 年）」→「ヒューム管」→「U 形側溝（1940 年頃）」→「インターロッキングブロック」である。※ヒューム管は 1925 年頃オーストラリアから、インターロッキングブロックは 1970 年頃ヨーロッパから導入された。

・セメントに関する明治初期の人物として、1875 年に東京・深川に在った官営工場、実用に供することのできるセメントの製造に成功した宇都宮三郎、1881 年に民営のセメント工場（小野田セメント）を建設した笠井順八、1881 年に官営セメント工場の払い下げを受け、（浅野セメント）として発展させた浅野総一郎を覚えておきたい。

・茂庭（もにわ）忠次郎博士は、遠心力成形のような合理的な製造方法があることを知り、その技術の優秀性をわが国に広めた技術者である。

・ジョン・スミートンは、1756 年に水硬性石灰モルタルでエディストン灯台をつくった。

・ジェームス・パーカーは、1796 年にケイ酸分を含んだ天然の粘土質石灰岩を焼き、その焼成塊を粉砕すれば水硬性を示すことを発見した。（ローマンセメント）

・ジョセフ・アスプディンは、1824 年にポルトランドセメントの製法特許を出願した。

・鉄筋コンクリートの誕生のきっかけになり、フランス人ジョセフ・モニエがつくったものは「植木鉢」。

## お わ り に

道路や橋、鉄道、下水道などのインフラは、国民福祉の向上と国民経済の発展に欠かせない存在です。その建設になくてはならない存在がコンクリートです。他の素材と比べて価格も安く、どんな形でもつくることができる上、重く、圧縮力に強いという特性が建設工事に活かされています。

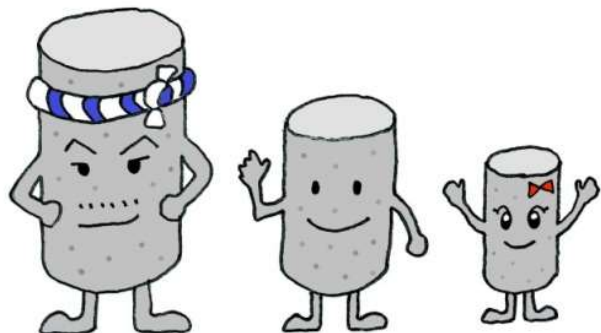
もともとコンクリートは建設現場で練っていましたが、工場でコンクリートを練って生コン車（アジテータ車）で現場に搬入する方法が普及しました。コンクリート製品は、建設現場で練っていたコンクリートを進化させたもので、生コン工場より歴史が古いのです。コンクリート製品は鉄筋コンクリート管からスタートしましたが、品質管理や構造設計などの技術力が向上し、工場生産したコンクリート製品を使って、建設現場で建築物や構造物をつくり上げる工法が普及しました。

コンクリート製品は、目立たないところで私たちの生活を支えています。コンクリート製品は建設工事を省力化、低コスト化し、環境保護にも大きく役立っているのです。

これからもコンクリート製品についての情報を積極的に社会に発信し、これまで以上に皆様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。

このテキストとコンクリート製品検定を通じて、目立たない存在であるコンクリート製品に関心を深めていただければ幸いです。

### ピースくんファミリー



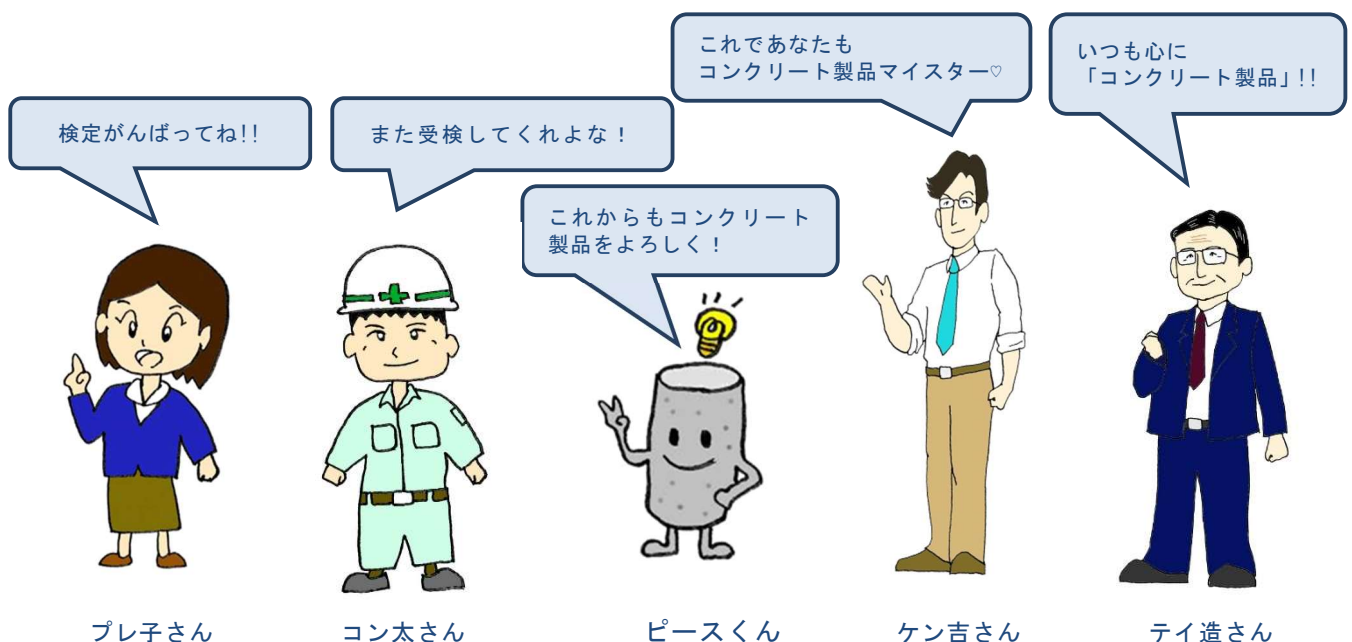
ピースパパ

ピースくん

ピー美ちゃん

（ピースパパとピー美ちゃんがこの名前と呼ばれるようになった秘密はP 4 8に書いてあるよ）

一般社団法人 全国コンクリート製品協会 コンクリート製品検定委員会



ブレ子さん

コン太さん

ピースくん

ケン吉さん

テイ造さん

## 会長挨拶

当協会は、昭和 25 年に発足し、プレキャストコンクリート製品の品質や技術の向上並びに製品の普及・促進に努めている団体です。

プレキャストコンクリート製品は、現場でなく工場等で事前に製品を製造（プレキャスト）するため、安定した品質の製品を素早く供給できるなどの特徴を活かして、道路・橋、鉄道、河川・港湾など多くのコンクリート構造物に使用され、社会の基盤を支えています。

また、社会的な課題への対応においても、コンクリート製品は、重要な役割を果たしており、例えば、プレキャストコンクリート製品を使用することで施工期間を短縮することができるなど、今後の労働力不足の制約への解決策の一つとして大きな期待が寄せられています。

さらに、防災等の面では、防災対策や災害復旧に大きな役割を果たすとともに、より快適な生活環境の整備に貢献しています。

道路整備等では、労働力不足対策や工期短縮による利用者の不便さを低減させるとともに、環境面では、工事に伴う交通渋滞による CO<sub>2</sub> 排出量を大幅に低減できます。当製品業界は、産業廃棄物や一般廃棄物からつくったセメントや骨材を用いたリサイクルコンクリート製品の製造を通して、我が国の低炭素社会・循環型社会の構築にも貢献しています。

しかし、製品や業界のこのような役割を市民の方々に対し十分に説明できていない現状を踏まえ、2010 年から「コンクリート製品検定」を実施するなど、プレキャストコンクリート製品の必要性・重要性への理解促進にも努めています。

このように、近年、業界全体に関わる課題が増えてきていること等に鑑み、当協会では、団体正会員の区分を設けるなど、業界共通の課題に取り組めるよう組織を整備することとしました。業界の皆様の積極的なご参加をお待ちしております。

最後に、今後とも、当製品業界の健全な発展を目指して活動してまいりますので、関係者の皆様方の当協会への益々のご指導・ご支援をお願いいたします。



会長 石川 利勝

## 協会概要

|       |                                                                                                                                            |                      |                            |
|-------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|----------------------------|
| 設 立   | 昭和 25 年 3 月 11 日                                                                                                                           | コンクリート製品研究会          | 発足                         |
|       | 昭和 34 年 3 月 1 日                                                                                                                            | 全国コンクリート製品協会         | 設立                         |
|       | 平成 14 年 8 月 29 日                                                                                                                           | 有限責任中間法人全国コンクリート製品協会 | へ改組                        |
|       | 平成 21 年 5 月 19 日                                                                                                                           | 一般社団法人全国コンクリート製品協会   | へ改組                        |
| 会員構成  | プレキャストコンクリート (PCa) 製品の JIS マーク表示認証取得業者                                                                                                     |                      |                            |
| 会 員 数 | 法人正会員 117                                                                                                                                  | 団体正会員 12             | 賛助会員 29 (2022 年 4 月 1 日現在) |
| 目 的   | PCa 企業・団体が一体となって、                                                                                                                          |                      |                            |
|       | <ul style="list-style-type: none"> <li>・ PCa 製品の設計、製造、施工に関する技術・安全水準の向上</li> <li>・ PCa 製品製造業界に係る諸課題の解決への取組みと調査研究</li> <li>・ 広報活動</li> </ul> |                      |                            |
|       | を通じ、安全かつ機能的で豊かな社会の実現に寄与する。                                                                                                                 |                      |                            |

## マイスター級の追加について

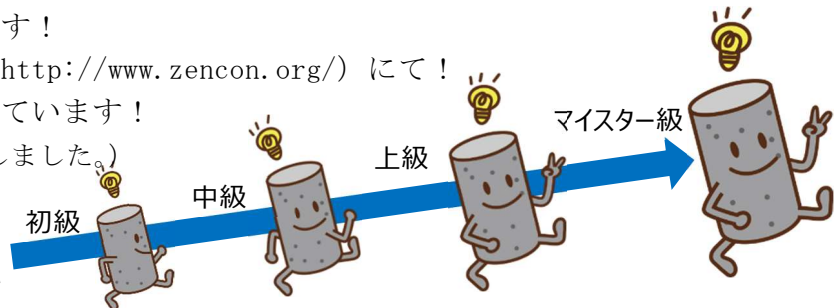
皆さんからの熱いご要望にお応えして 2019 年（第 10 回）から「マイスター級」を追加しました。

上級合格者が対象で、コン検受験者から「おがまれる」レベルの検定です。マイスター級は合格しても何回でも受験できます！

詳細は当協会のホームページ（<http://www.zencon.org/>）にて！

上級合格者のチャレンジを待っています！

（2021 年度、マイスター級復活しました。）



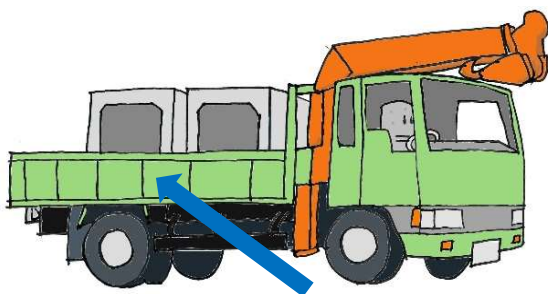
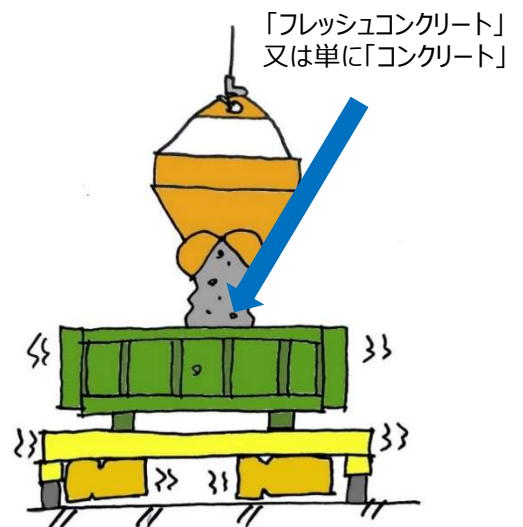
## 呼び方変更の推進について

プレキャストコンクリート製品製造工場で使用するまだ固まっていないコンクリートのことを「生コン」と呼んでいませんか？一般的に「生コンクリート（通称生コン）」は「工場で練混ぜをしてから施工現場に運搬するコンクリート」の意味で使われていて、JIS A 5308 でレディーミクストコンクリートとして規定されているものを指すと広く一般の方々にも認識されています。

本テキストにおいては、『レディーミクストコンクリートを意味する生コン』と『フレッシュコンクリートを意味する生コン』が混在すると、一般の方々は混乱をきたす」と考え、プレキャストコンクリート製品製造工場で使用するまだ固まっていないコンクリートは「フレッシュコンクリート」、硬化前・後を区別しないでよいなら、単に「コンクリート」と表現することとしました。

コン検を勉強された皆さんは、プレキャストコンクリート製品製造工場で使用するまだ固まっていないコンクリートのことは「生コン」ではなく「フレッシュコンクリート」又は「コンクリート」と表現しましょう。

コンクリート製品が製造されるようになった初期の頃、特に「セメント瓦」や「石綿スレート」などの製品のことを「セメント製品」又は「セメント二次製品」と呼ぶことがありました。製品に「二次」を冠して呼ぶのは、セメントを製品として購入し、そのセメントを用いて新たに付加価値を付けた製品につくり変えたことを意味したものです。「コンクリート製品」が普及した今日では死語であり、さらには「コンクリート二次製品」は誤用されたものと思われま



プレキャストコンクリート製品

皆様ご存知のとおり、すでに JIS においては側溝・擁壁・暗きょ・ブロック・ポール・パイル等の用途や構造に関係なく、「プレキャストコンクリート製品」という呼称に統一されています。

今回、コン検を受検するにあたりコンクリート製品について勉強された皆さんは、「コンクリート二次製品」ではなく「プレキャストコンクリート製品」と表現しましょう。

## 私たちはコンクリート製品検定 2022 を応援しています。

### 協賛

住友大阪セメント株式会社／太平洋セメント株式会社

株式会社タイガーマシン製作所／株式会社チヨダマシナリー／株式会社日栄商事／株式会社未来樹脂

花王株式会社／神奈川県コンクリート製品協同組合／株式会社ケーエムエフ／佐賀県道路用コンクリート製品協同組合

株式会社ダイクレ／トヨタ工機株式会社／ノスキッド仕上げ研究会／パシフィックシステム株式会社

株式会社福井鉄工所／ポリリスソリューションズ株式会社／三山工業株式会社／琉球セメント株式会社

一般社団法人道路プレキャストコンクリート製品技術協会

公益社団法人全国土木コンクリートブロック協会／日本プライススリーブ株式会社／ハレーサルト工業会

デンカ株式会社

株式会社アシスト／茨城県コンクリート製品協同組合／岡山県コンクリート製品販売協同組合／株式会社カワグル／関東コンクリート製品協会

株式会社北川鉄工所沖縄営業所／特定非営利活動法人九州コンクリート製品協会／コパックス株式会社／ジャパンライフ株式会社

新貝工業株式会社／スーパーボックス工業会／住友セメントシステム開発株式会社／一般社団法人全国ケーブルトラフ協会

全国ボックスウォール協会／東京都コンクリート製品協同組合／株式会社ドウワ工業／長崎県コンクリート製品協同組合／日本製紙株式会社

日本 PC ボックスカルバート製品協会／東日本セメント製品工業組合／富国石油株式会社／株式会社フローリック／株式会社北斗型枠製作所

宮崎県コンクリート製品協同組合／森山工業株式会社／YACS 工業会／ロードプラス研究会

愛知県コンクリート製品協同組合／吾嬢ゴム工業株式会社／岩手県プレキャストコンクリート協会／NEP 工業会／MM ホール協会

岡山県エココンクリート製品協同組合／鹿児島県コンクリート製品協同組合／岐阜県コンクリート製品協同組合／矩形水路研究会

熊本県コンクリート製品協同組合／KL ウォール協議会／KC マリン工業会／株式会社コンテック／埼玉県コンクリート製品協同組合／サン K クリア工法研究会

四国コンクリート製品協会／save 研究会／全国エクステリアコンクリート協会／全国ゴールコン協会／全国 CS パイプ工業会

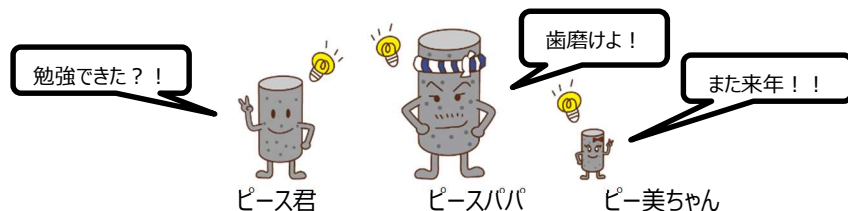
公益社団法人全国宅地擁壁技術協会／全国ボックスカルバート協会／全国リボン側溝工業会／一般社団法人東北コンクリート製品協会

鳥取県コンクリート製品協同組合／日本コンクリート製品フォーラム／箱型擁壁協会／兵庫県コンクリート製品協同組合／福島県コンクリート製品協同組合

福岡県道路用コンクリート製品協同組合／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

### プレス後援

株式会社公共事業通信社 株式会社コンクリート新聞社 株式会社セメント新聞社



(ピースパパとピース美ちゃんがこの名前で呼ばれるようになった秘密は P 4 8 に書いてあるよ)

発行 一般社団法人全国コンクリート製品協会  
〒101-0041 東京都千代田区神田須田町 1-34-2 ムサシビル 4F  
<http://www.zencon.org/> MAIL : [konken@zencon.org](mailto:konken@zencon.org)  
TEL : 03-5298-2011 FAX : 03-5298-2012

表紙写真 福地 広基 昭和コンクリート工業株式会社

(令和元年度当協会写真コンクール入選作品「プレキャスト P C 床版」)

写真提供 揖斐川工業株式会社 インフラテック株式会社 株式会社イズコン 神奈川県コンクリート製品協同組合 カワノ工業株式会社  
北村コンクリート工業株式会社 九州中川ヒューム管工業株式会社 株式会社キョウリツ ケイコン株式会社 株式会社ケンチ  
株式会社公共事業通信社 興産産業株式会社 有限会社佐々木ブロック ジオスター株式会社 ジャパンライフ株式会社  
昭和コンクリート工業株式会社 株式会社セメント新聞社 ソーラーキーパー研究会 太平洋プレコン工業株式会社  
大有コンクリート工業株式会社 株式会社ダイクレ 株式会社高見澤 千葉窯業株式会社 鶴見コンクリート株式会社  
東栄コンクリート工業株式会社 東洋工業株式会社 長島鋳物株式会社 南和産業株式会社 日本高圧コンクリート株式会社  
日本興業株式会社 日本コンクリート工業株式会社 日本サミコン株式会社 林屋コンクリート工業株式会社  
東日本高速道路株式会社 北陸土木コンクリート製品技術協会 前田製管株式会社 株式会社マツコーポレーション  
丸栄コンクリート工業株式会社 株式会社ミルコン 株式会社山富 ランデス株式会社 和光コンクリート工業株式会社



領布価格 500 円(税込)