

CEMENT

現代建築を支える接着剤

住宅の基礎から超高層ビルや橋梁に至るまで、コンクリートに支えられる現代の建築にセメントは欠かせない存在だ。水と反応して硬化する水硬性セメント(*1)の原型が開発されたのは1759年、英国土木界の祖 James Smeaton による。また現在最も多用されている普通ポルトランド(*2)セメントは1824年に英国の煉瓦職人 Joseph Aspdin が製法特許を取得しており、その名称は硬化したときの色調が英国 Portland 島特産の石材に似ていたことに由来する。

J.Smeaton の発明から約250年、今回はセメントの基礎知識をまとめてみた。

(*1)当時の目地剤「漆喰」は気硬性 (*2)Portlandの独語読み。独経由でセメント技術が伝わったことによる。

ポルトランドセメントの製造法

1. 石灰石(写真1)、粘土、けい石、酸化鉄を調合し、粉碎する。
2. 粉碎した原料を焼成、冷却し、中間製品クリンカー(写真2)を生成する。
3. クリンカーに石膏を加え、粉末状のセメントにする。

- ・原料のほとんどが国内で産出され、特に石灰石は全国各地に高品位な鉱山がある。
- ・天然粘土原料は、酸化アルミニウムや二酸化ケイ素を多く含有するケイ酸質粘土や頁岩。用途に応じ、製鉄副産物の高炉スラグや火力発電生成物のフライアッシュなども利用する。
- ・酸化鉄原料は、粘土原料中の酸化鉄量が不足するときに使われる。
- ・石膏は、セメント水和反応時にアルミネート相の反応を抑制するために添加される。



写真1 石灰石



写真2 クリンカー

セメントは骨材の隙間を埋める高性能接着剤

コンクリート材料として使われることの多いセメントは、骨材の隙間を埋めて、骨材を3次元的に結合する接着剤の役割をしている。(図1)

セメントの利用基本型

- ・セメントペースト = セメント + 水
- ・モルタル = セメントペースト + 細骨材(砂)
- ・コンクリート = セメントペースト + 細骨材(砂) + 粗骨材(小石)

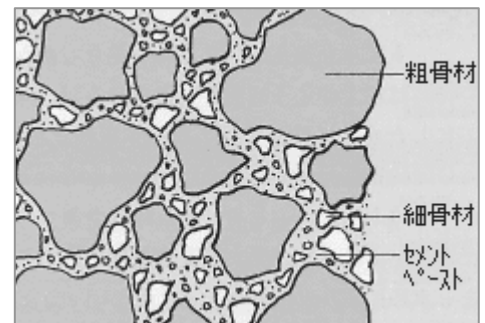


図1 コンクリート中のセメントペースト

セメントの硬化には4種の化合物と水が関係する

セメントは主に、2種類のケイ酸化合物 エーライト・ビーライトと、2種類の間隙相 アルミネート相・フェライト相の4つの化合物からなる。セメントの水和反応は、水和物の生成によって徐々に硬くなり、変形できなくなっていく凝結と、固まりがより強固なものとなっていく硬化という2つ過程を経ている。(加水後の時間経過を“材齢”で呼ぶ)

水と混ぜて強いアルカリ性を示すセメントは反応しやすいように微粉末化されており、汗や涙、唾液等とも同様の水和反応を生じるので、要注意。

セメントの種類と規格

JIS で規定されているのは、構成成分4種の特徴を活かして調整されたポルトランドセメント5種とポルトランドセメントに高炉スラグ、フライアッシュ、シリカ系混合剤を合わせた混合セメント3種。

セメント系固化材は、「土」を固めるために開発された、JIS 規格外の特種なセメント。ポルトランドセメントの成分や粒度構成を変更して、各種の土質に応じた有効成分を添加したもので、1970年代から登場した。

歯科用セメントは、ポルトランドセメントとは成分の異なる水硬性セメント



写真3 水和反応によるセメント粒子の変化

4種類の化合物は水に触れるとすぐに反応が始まるが、特にエーライトとアルミネート相の反応が速い。

エーライトは反応初期に自身の水和物が作り出した皮膜に覆われるため、その後の反応が一時的に抑制される。

アルミネート相の反応は急速であり、クリンカーを粉末化しただけの状態では、セメント混練中に固まってしまう。製造最終工程で添加される石膏は、アルミネート相の急速な硬化を抑制し、セメントの水和反応を調節して、作業性を向上させる役割を担っている。水に溶けた石膏はまずアルミネート相と反応し、アルミネート相表面にエトリンガイトを生成、水分子との接触を抑制する。(写真3中)

やがて、エトリンガイトとそれに覆われていた未水和のアルミネート相が反応し、六角板状のモノサルフェート(写真3右)を生成するとともに、ケイ酸カルシウム水和物 C-S-H(写真右下)も増加する。



参考文献、画像出展元 & 参考サイト

『セメントの常識』 発行：社団法人セメント協会 / 1996.6

社団法人セメント協会：http://www.jcassoc.or.jp/Jca/Japanese/Uj.html