

誰がセメントを作ったのか



世界を見渡してみると、先史時代にはすでに石灰系や石膏系の硬化物が存在したとされています。

日本では、もともと建築材料として木や竹、茅、粘土が豊富にあり、地震が多発するため、石材による建築文化は花開かず、石灰石が日本各地に露出しているにもかかわらず、セメントが独自に生まれることはありませんでした。

石灰石を焼けば生石灰 CaO になり、水が加わると消石灰 Ca(OH)_2 となり、適度の水分を含んだ状態で空気中の炭酸ガス CO_2 と反応して、炭酸カルシウム CaCO_3 の硬化体となります。また、天然石膏 $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ は、焼けば $\text{CaSO}_4 \cdot 1/2\text{H}_2\text{O}$ となり、水と混合すると二水石膏 $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ として固まります。これらの材料は先史時代にも用いられていたようです¹⁾。

ローマ時代には、ポゾリの近くの火山灰（シリカやアルミナを含む）と石灰を混ぜてコンクリートを作り、水道橋をはじめとするローマ帝国

の建造物が作られました²⁾。

中国では、西安に近い大地湾で出土した約 5000 年前の大型住居跡の床面が、水硬性のセメント系の材料を用いたコンクリートで築造されたと見られています。この古代セメントの原料は、大地湾産の原石(料きょう石)と思われ、帝京科学大学の浅賀喜与志先生や東京工業大学の大門正機先生らが、現代にこのセメントを再現しました³⁾。

10 個の原石の平均的な化学組成は、現在のポルトランドセメントの原材料とほとんど同様な組成です。

古代セメントを焼成したとされる現地の窯を観察すると、焼成温度は 1000℃ 程度であったと見られ、実験では原石を 1000℃ で 8 時間焼成すると、遊離石灰 (F - CaO) は残るものの石英の周囲に低熱ポルトランドセメントの主成分である $\beta - C_2S$ が生成しました(現代のセメントは 1450℃ 程度で焼成するため遊離石灰は残りません)。

この古代セメントを水セメント比 0.6 で練ったペーストは材令 28 日で 10N/mm²、91 日で 25.4 N/mm² の圧縮強度が得られたそうです。

古代のセメントと、最近、熱び割れ防止及び高流動・高強度用セメントとして注目されている低熱ポルトランドセメントの主成分 ($\beta - C_2S$) が同じであることは、将来のセメント組成の方向性を示すものかもしれません。 C_2S の多いセメントは、水和発熱も緩やかで、減水剤の効果も高く、長期強度も大きくなります。

現代のポルトランドセメントの原型は、1700 ~ 1800 年代にイギリスやフランスで開発されましたが、イギリスのれんが積み職人ジョセフ・アスプジンが 1824 年「人造石製造法の改良」というセメントの製造方法に関する特許をとり、このセメントを「ポルトランドセメント」と名付けたのでアスプジンが「近代セメントの発明者」と言われています¹⁾。ポルトランドとはイギリス南部の島名で、当時、建築用に使われていた石灰岩質の石材があったそうです。

しかし、このセメントには、凝結調節用の石膏は入っていなかったの

誰がセメントを作ったのか

で、今のような使い易いセメントではなかったと思われます。1890年頃にアメリカの P.I. ギロンがクリンカーに少量の石膏を添加して急結を防ぐことを発見し、一段と品質が良くなりました⁴⁾。

日本では、1873年（明治6年）、東京の深川に官営セメント工場が建設され、1875年には伊藤博文の随員として各国で学んできた宇都宮三郎により英・仏技術も導入され品質の良いポルトランドセメントが製造されました。また、1881年（明治14年）には山口県小野田市に小野田セメントの工場が建設されました¹⁾。

参考文献

- 1) セメントの常識, セメント協会, pp65 - 67 (2004)
- 2) コンクリートのはなし I, 技報堂出版, pp16 (1993)
- 3) 浅賀喜与志, 大門正機, 李最雄, 古澤端彦: 5000年前のセメントの再現について, セメント・コンクリート論文集 No53, pp205 - 212 (1999)
- 4) C & C エンサイクロペディア, セメント協会, pp108 (1996)