

## 今後大に利用せらるべき製鐵所製の

# 高 爐 セ メ ン ト に 就 て

製鐵所技師 香 春 三 樹 次

實用品としてすでに高爐セメントは認められつゝある、其の特長を能く利用する事は今後の一般工事に於て特に必要な事である前號に續く記事である。(編輯係)

次に高爐セメントの製造方法を順を追ふて略記しやう。之が製造の第一階段としては溶鑛爐から迸出する鑛滓を水を用ひて急に冷却する所である。而して之れによりて出來た鑛滓を吾人は水滓と呼んで居る。此の水滓は平均水分 25% 位を含有して居るを以て次に之れを乾燥のする所を要する。即ち此の乾燥の目的には回轉式ドライヤーを用ひ直火式にて火焰を水滓を逆の方向に出合せて鑛滓を乾燥せしむるのであるが、

水分の完全なる乾燥を必要とすると共に過熱を禁ずると云ふ相反したる要求がある爲に此の處理は高爐セメント製造中の一つの難關たるものである。

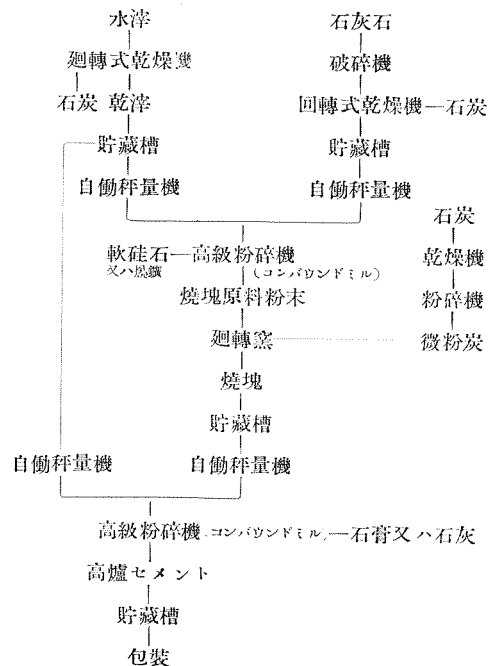
而して茲に得たるものを吾人は乾滓と呼び之れが高爐セメント製造の基礎となるのである。

此の乾滓に石灰石を適當に配合し(化學成分の加減の必要上軟硅石及硫化鐵鑛を加ふ)之れを充分に粉末にしたるものを回轉窯(ロータリーキルン)に装入し微粉炭を使用してポルトランドセメントクリンカーを燒成するのである。此のクリンカーを粉末にすればポルトランドセメントとなるのである。此の製成品がポルトランドセメントにして優良なるものであるや否やは明言し得ない處であるが、少なくとも高爐セメント配合用としては、最も適當したるものである事は明言し得るのである。既に前に述べた如く高爐セメントは二種のセメントの合力によりて成り立つもの

であるが爲めに二者の性質の調和を最も必要な條件にして居る。而して吾國にて高爐セメント製造の初期には民間より普通のポルトランドセメントを購入配劑して居た爲めに、鑛滓を本質上の調和が取れないことから其の製品に満足なる結果の得られなかつたことは想像に難くないのである。

以上述べた方法によりて得たる乾滓 100 に對し燒塊 4.5 以上を混和して粘碎して高粉セメントを得るが此の場合必要に應じ 5% 以下の石膏又は 3 以下の石灰を加へる所がある。

高爐セメント製造工程圖



茲に一言の要あるは普通ボルトランドセメントの概念に従へば最も危険であるを考へらるゝ5%以下の石膏又は3%以下の石灰の混和を許容する點であるが、鑛滓は單に石膏を混和することによりても一つの完全なるセメントたり得る性能を有して居るものであつて、石膏及び石灰の混和は實に高爐セメントをより良品質たらしむるの一つの方法であり、之れは數字的にも明に證明さるゝ處である。

### 第三章 高爐セメントの化學的性質

前述の如く高爐セメントは鑛滓の有つて居る水硬性を利用したものであつて、高爐セメントの一般の性質は鑛滓の性質に依りて左右せらるゝ事が多いのであるから高爐セメントの性質を述ぶるに先つて先づ之れに使用する鑛滓の概念的説明をして置き度いと思ふ。

吾人が日常總括的に鑛滓と呼んで居るのは決して一種類のみでは無い、生成原因に依る差及び化學的成分の相異によりて其の種類は極めて多様なのであるが、セメントに使用する鑛滓は鐵溶鑛爐で出來た鹽基性鑛滓なのである。此の鹽基性鑛滓を云ふは其の成分中の鹽基性部分の分子數が酸性部分の分子數よりも多いものを指すのであつて、此の條件を具へぬ鑛滓は今日では未だセメント製造に利用されて居ないのであるが、然し乍ら化學の進歩は永久に此の状態を繼續せしむるものとは勿論思へないのである。(中略)

鑛滓が鹽基性であることの外、高爐セメントの原料として最も重要な條件は上に少しく述べて置いた、鑛滓の急速に冷却して粒状をなしたものであることである。此の目的の爲めに熔融して居る鑛滓の流れを高壓の水、空氣、蒸汽の如きものにて吹き破らせ、或ひは他の機械操作によりて冷却をなすと共に破碎して硝子狀の砂たらしむるのであつて、水を用ふる方法を Water-granulation と云ひ水を使用せぬものを Dry granulation と云ふが一般には之を折衷した方法を用ふることが多

く、當製鐵所にては Water-granulation 法を採用して居るのである。若し急冷却が完全に行はれなかつた場合は鑛滓は硝子樣の特質を失つて恰も玄武岩の如き石の様な状態となり、セメントとしての性質の大半を失ふのである。即ち同じ化學成分を有つて居ても冷却法の如何によりて一方はセメント原料として良好なものを得、他方はセメントとして使用し難きものとなるのである。之れは極めて興味ある問題であつて之れを顯微鏡的に研究すること、急冷却のものは硝子樣の塊狀をなして居るに反し、緩冷却のものは結晶體をなして居るのである。一般の化學的概念に従へば結晶體は物體がその所を得て極めて安定なる形を取つたのであり、硝子樣塊狀をなして居るものは甚だ不安定で、恰も火藥の如く内部に爆發性を包藏して居るのであつて、ポテンシャルエネルギーに富んで居るのである。此のポテンシャルエネルギーの大小がセメントとしての性質に現れて來るのである。同じ化學的性質を有つて居る急冷、緩冷の二種の鑛滓をとり之れの熱分析を行ふと攝氏800度附近に於て急冷のものは非常に大なる熱發散をするが、緩冷のものには此の現象がないのである、即ち此の熱發散の熱の量大小は同じ化學成分の鑛滓を用ひたる時のセメントの水硬性に比例する様に思はれるのである。但し化學成分の異なるものにては此の熱發散關係が水硬性の尺度となることは出來ないことは勿論である。而して此の冷却法による現象は現在ではボルトランドセメントの場合には餘り議論されてない様であるが、余の實驗によればクリンカーの冷却速度によりてボルトランドセメントの性質にも可成大なる變化の起るものである様に思はれる。

以上を要するにセメントに使用する鑛滓には次の二要件がある。

- 一、セメント用の鑛滓は鹽基性のものなる事。
- 二、セメント用の鑛滓は粒状にされた硝子

様のものなる事。

以上の性質を具備して居る鑛滓をセメントに使用する時は如何なる状態により高爐セメントが出来るか、又如何なる化學的性質を有するかは正確には證明し得ないが、私の之れに對する解釋を述べて見やう。

ボルトランドセメントに水を加ふれば水と謂ふ第二位の物との接觸によりセメントの安定が破られ、各成分が活動を始め水化、結晶、膠狀物質の生成等の複雑なる作用を起し、凝結硬化が起る様であるが、鑛滓は唯加水のみによりては短時間に其の安定は破れない、そこで此の安定を破り凝結硬化をなさしむる爲めに他の物を混入するの必要がある、之れが高爐セメントにボルトランドセメントを混用する所以である。鑛滓を急冷して其のポテンシャルエネルギーを大にして置くは、ボルトランドセメントを加へた時にこのポテンシャルエネルギーがカイネチック化學エネルギーに變化し、ボルトランドセメントの粒子と鑛滓粒子との化學反應力を増し、遂に兩者が交錯して凝結硬化が起る様考へられる。即ち語を變へて云へば前述の如く高石灰のボルトランドセメントは石灰を失はんとする傾向があり、之れに反して低石灰の鑛滓は他より石灰を取らんとする傾向が顯著であつて、此の二つの傾向の調和したものが高爐セメントである云つて差支ないのである。

斯かる考へから出發する或る成分の鑛滓に加ふるボルトランドセメントには自ら特種のものがあるべきで、無批判にボルトランドセメントを鑛滓に加へても優良な成績は得らるべきでない。事實高爐セメント用のボルトランドセメントの選擇は吾等の大に苦心する處である。鑛滓が上に述べたる二條件を具し、此の鑛滓に適したるボルトランドセメントの製造が出来るならば此處に完全なる高爐セメントが出来るのである。今此處に出来上つた高爐セメントは其の使用上化學的立場から見て如何なるものであるかを述べて見やう。

元來鑛滓は熔鑛爐の中にて攝氏1400度乃至1600度の高温により完全に熔融したるものであつて成分間の結合状態はボルトランドセメントに比して一層安全なるものであつて水を加へても其の平衡状態に移動の起らぬは是れが爲である、且つ之は比較的石灰分が少なく高爐セメントの如く其の大分部が鑛滓よりなるものは化學的作用に對してはボルトランドセメントに比して安定度が高くセメントに對して有害なる鹽類を含んで居る海水及び下水等に對しては理想的な抵抗力を有つて居るのである。

又セメント中の石灰、礬土、及硅酸以外の部分即ち苦土の如きものに於ても之れは一度完全に溶解したるものであるが爲めに其の他の成分  $\text{SiO}_2$  及  $\text{Al}_2\text{O}_3$  との結合が完全なる爲他の鹽類の溶液中に於ても其の平衡の破らるゝ事なく克く原形を保存しボルトランドセメントに見るが如き有害なる結果は招致しない。15%迄の苦土を含んだる鑛滓を高爐セメントに利用しても充分の効果を収めて居る例があるのである。勿論ボルトランドセメントに於ても最近は9%は障害は無いと證明して居る文献もあるがボルトランドの場合には實際作業に困難が伴ふ事であると思ふ。然るに鑛滓に於ては作業上に何等の心配なく一度完全に熔融して化學反應の完了したものであるからボルトランドセメントの如き不安を伴ふことはないのである。

高爐セメントは普通のボルトランドセメントに比し礬土に富んで居る（製鐵所製の高爐セメントの礬土は一〇%）此の點は從來のボルトランドセメントを取扱つて居る者から見れば危険と思ふの傾向もあるが之れは從來のセメント工事に於て礬土の多いものは之れを完全に燒成するこの困難であることに原因する様である。

（以下次號）