

明 細 書

発明の名称：ポルトランドセメントクリンカーの製造方法

技術分野

[0001] 本発明は、セメントクリンカーの製造方法に係る。詳しくは従来よりも低温で焼成が可能であり、かつ廃コンクリート材料の有効利用が可能であり、かつ良好な初期の強度発現性を示すセメントクリンカーの製造方法に係る。

背景技術

[0002] セメント産業は、大量生産・大量消費型産業であり、近年のCO₂排出量などの環境問題から省資源・省エネルギーは最重要課題となっている。例えば、最も大量に製造されているポルトランドセメントは所定の化学組成に調整された原料を1450℃～1550℃もの高温で焼成してクリンカーとする必要があり、焼成工程が最もエネルギー消費の大きい工程である。すなわち、クリンカーの焼成温度を低減することができればエネルギー削減につながる。クリンカーの焼成温度低減にはクリンカーの主要鉱物であるC₄AF（4CaO・Al₂O₃・Fe₂O₃）を増加させる技術が開発されている（特許文献1：特開2012-224504号公報）。C₄AFを増加させることにより融液相が増加し、液相の介在によってC₂S（2CaO・SiO₂）からC₃S（3CaO・SiO₂）へ変化する固相反応等の鉱物の生成反応が促進されるため、クリンカーの焼成温度を低減できる。

[0003] また、資源循環の観点からも廃棄物・副産物等の有効利用は重要な課題となっている。セメント産業、セメント製造設備の特徴を生かし、セメント製造時に原料や熱エネルギー源として廃棄物を有効利用あるいは処理を行なうことは、安全かつ大量処分が可能という観点から有効とされている。廃棄物、副産物はAl₂O₃含有量が高いものが多く、上記したC₄AFを増やす系においては、該セメントクリンカーのAl₂O₃含有量が従来のポルトランドセメントクリンカーよりも増加することから、廃棄物・副産物を従来のポルトランドセメントクリンカーよりも多く使用することが可能となる。この点に

においても特許文献1記載のクリンカーは優れている。

[0004] クリンカー鉱物のうち C_3A ($3CaO \cdot Al_2O_3$) や C_4AF を多くしたクリンカーは、 Al_2O_3 の使用量が多くなるため、このような廃棄物を多く使用可能であるという点でも有利である。

[0005] 一方で廃棄物・副産物を活用することで、廃棄物・副産物に含有する成分がセメントクリンカー中に持ち込まれる。セメントクリンカーの主要成分である CaO 、 SiO_2 、 Al_2O_3 、 Fe_2O_3 だけでなく、その他の少量成分もクリンカーの易焼成および実鉱物組成やセメントの物性に影響するため、少量成分の適切な管理が求められる。例えば、特許文献1記載のクリンカーにおいて、 MgO の含有量の増加に伴い、材齢7日までの初期の強度発現性が低下する傾向を示すことが開示されている。(非特許文献1)

先行技術文献

特許文献

[0006] 特許文献1：特開2012-224504号公報

非特許文献

[0007] 非特許文献1：大田将巳ほか，第74回セメント技術大会講演要旨，pp114-115 (2020)

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0008] 特許文献1に記載のクリンカーは低温で焼成でき、 Al_2O_3 や Fe_2O_3 を含有する廃棄物の使用量も多くできる。しかしながら、非特許文献1に記載のように、 MgO 含有量の増加により、初期の強度発現性が低下し、その使用が制限される可能性がある。そこで、本発明は MgO を含有していても初期のセメント強度発現性が良好なクリンカーの製造方法を提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0009] 本発明者等は上記課題を解決するため鋭意検討を進め、廃コンクリート材

料を前記組成のクリンカー原料の一部に用いて、MgO含有量を1.1～1.5 mass%に調整することで、MgO含有量が従来程度のものに比べて良好な初期強度発現性を示すことを見出し、本発明の完成に至った。即ち本発明は、廃コンクリート材料を原料の一部として使用し、ボーグ式により算出された C_3A および C_4AF の合計量が22 mass%以上、 C_3S 量が60 mass%以上、鉄率(I.M.)が1.3以下であり、かつMgO含有量を1.1～1.5 mass%となるように原料を調合し、これを1300～1400℃で焼成するセメントクリンカーの製造方法である。なお本明細書で、「1.1～1.5 mass%」などのように、「～」で範囲を示すときは、上限と下限を含むものとする。

発明の効果

[0010] 本発明によれば、従来のセメントクリンカーよりも低温で焼成することが可能であり、かつ廃コンクリート材料の有効利用が可能であり、かつMgO含有量が従来程度のものに比べて良好な初期（材齢7日後）の強度発現性を示すクリンカーが得られる。さらに、本発明では、廃コンクリート材料をセメントクリンカー原料の一部とし、石灰石から成るCaO源の代わりとして使用することができる。そのため、セメントクリンカー原料中の石灰石の量を減らすことができ、これに伴ってセメントクリンカーの焼成時の原料由来の CO_2 発生量を減らすことができる。

発明を実施するための形態

[0011] 本明細書中、廃コンクリート材料は、例えば、生コンクリートスラッジ、戻りコンクリート、残コンクリート、廃コンクリートなどで、廃モルタルを含んでいても良い。廃コンクリート材料は、発生時には砂や砂利などの骨材を含んでいるが、粉砕と篩い分けなどにより骨材を除くことが好ましい。これは、骨材は Na_2O 及び K_2O を合計で例えば3 mass%以上6 mass%以下程度含有することと、廃コンクリート材料中のセメントクリンカー由来の成分を使用することにより、セメントクリンカー原料中で、石灰石の代わりとして廃コンクリート材料をより多く使用し、原料由来の CO_2 の発生量を減らすためである。廃コンクリート材料を粉砕した後、篩い分けせずに使用しても良い。

[0012] 生コンクリートスラッジのMgO濃度は例えば2mass%以上4mass%程度であり、骨材のMgO濃度は例えば1mass%以上3mass%程度である。廃コンクリート材料のMgO濃度は、これらの中間の値を取る。通常のポルトランドセメントクリンカーのMgO濃度は例えば0.9mass%程度で、廃コンクリート材料のMgO濃度が高いのは、MgOを多量に含む高炉セメント由来の成分が廃コンクリート材料に混入することと、骨材由来のMgOのためである。発明者の経験によると、廃コンクリートを粉砕後に篩により分級すると、目開き1.2mmの篩の篩下成分は、目開き5mmの篩の篩下成分よりも、MgO濃度が高かった。

[0013] 本発明の製造方法によって製造するポルトランドセメントクリンカー（以下、単に「セメントクリンカー」と記す）における C_3A 、 C_4AF および C_3S 量は、ボーグ（Bogue）式によって求められるものである。

[0014] ボーグ式は、係数・諸比率とならんで利用され、主要化学分析値を用いておよその主要化合物組成を算出する計算式であり、当業者には周知の式であるが、念のため、以下にボーグ式によるセメントクリンカー中の各鉱物量の求め方を記しておく。

$$C_3S \text{ 量} = (4.07 \times CaO) - (7.60 \times SiO_2) - (6.72 \times Al_2O_3) - (1.43 \times Fe_2O_3)$$

$$C_2S \text{ 量} = (2.87 \times SiO_2) - (0.754 \times C_3S)$$

$$C_3A \text{ 量} = (2.65 \times Al_2O_3) - (1.69 \times Fe_2O_3)$$

$$C_4AF \text{ 量} = 3.04 \times Fe_2O_3$$

[0015] また鉄率（I.M.）は、水硬率（H.M.）ケイ率（S.M.）、活動係数（A.I.）および石灰飽和度（L.S.D.）とならんで、主要化学成分値を用いて求められ、セメントクリンカー製造管理のための特性値として、回数・諸比率の一つとして利用されており、当業者には周知の係数であるが、念のため、以下に当該鉄率の計算方法を他の係数値と併せて記しておく。

$$\text{水硬率 (H.M.)} = CaO / (SiO_2 + Al_2O_3 + Fe_2O_3)$$

$$\text{ケイ酸率 (S.M.)} = SiO_2 / (Al_2O_3 + Fe_2O_3)$$

$$\text{鉄率 (I.M.)} = \text{Al}_2\text{O}_3 / \text{Fe}_2\text{O}_3$$

$$\text{活動係数 (A.I.)} = \text{SiO}_2 / \text{Al}_2\text{O}_3$$

$$\text{石灰飽和度 (L.S.D.)} = \text{CaO} / (2.8 \times \text{SiO}_2 + 1.2 \times \text{Al}_2\text{O}_3 + 0.65 \times \text{Fe}_2\text{O}_3)$$

[0016] なお、上記中の「CaO」、「SiO₂」、「Al₂O₃」および「Fe₂O₃」は、それぞれJIS R 5202「ポルトランドセメントの化学分析法」やJIS R 5204「セメントの蛍光X線分析法」などに準拠した方法により測定できる。

[0017] 上述の通り、本発明においては、セメントクリンカーのC₃A、C₄AFの量はその合計が22mass%以上でなくてはならない。これらの量が22mass%を下回ると強度発現性などの物性の良好なセメントクリンカーを低温の温度で焼成して得ることが困難になる。より好ましい合計量は24mass%以上である。なお、後述するように高い強度発現性を得るためにはC₃Sが60mass%以上必要である。よって、C₃AおよびC₄AFの合計量は40mass%が上限となる。好ましくは35mass%以下、より好ましくは32mass%以下、特に好ましくは28mass%以下である。またこの両成分のうち、C₄AFは、低温でも十分に焼結させることができ、かつセメントクリンカー中のf-CaO量を少なくできる点で、単独で15mass%以上存在することが好ましい。

[0018] C₃S量は本発明によって得られるセメントクリンカーを用いたセメント組成物（以下、単に「セメント」）の強度発現性に対して極めて重要である。この量が60%を下回るとC₃AおよびC₄AFの合計量および後述する鉄率を所定の範囲にしても良好な強度発現性を得られない。C₃S量は62mass%以上であることが好ましく、63%以上であることが特に好ましい。なお上述したC₃AおよびC₄AFの合計量は少なくとも22%であるから、C₃S量の上限は78%となる。凝結の開始から終結までの時間をある程度確保するために、70mass%以下が好ましく、65mass%以下がより好ましい。

[0019] 本発明において、セメントクリンカーにはさらにC₂Sが含まれていてもよい。その量は18mass%以下で3mass%以上であることが好ましい。長期強度

を得るという観点から、特に好ましくは C_3S 量との合計量が69mass%以上となる量である。

[0020] 本発明において、セメントクリンカーの鉄率(I.M)は1.3以下である。鉄率が1.3を超えると、得られるセメントクリンカーにおける他の要件を満足していても十分な強度発現性(より具体的には、例えばモルタル強さ発現)を得ることができない。さらに鉄率が1.3を超える場合、凝結開始から終結までの時間が長くなりすぎる傾向にあり、この点からも鉄率は1.3以下とする。より好ましい鉄率の範囲は1.0~1.3であり、特に好ましくは1.14~1.27である。

[0021] 水硬率およびケイ酸率は特に限定されるものではないが、各種物性のバランスに優れたものとするために、水硬率は好ましくは1.8~2.2、特に好ましくは1.9~2.1であり、またケイ酸率は好ましくは1.0~2.0、特に好ましくは1.1~1.7である。

[0022] 本発明において最も重要なことは、廃コンクリート材料を原料の一部に用いて、MgOの含有量を1.1~1.5mass%とすることである。廃コンクリート材料の例としては、生コンクリートスラッジ、戻りコンクリート、残コンクリート、廃コンクリート、廃モルタルが挙げられ、これらは1種を単独で用いてもよく、2種以上を組み合わせ用いてもよい。なお、生コンクリートスラッジは、コンクリートミキサー車を洗車することにより回収した生コンクリートを、骨材とセメントを主成分とするスラッジに分離し、スラッジ中の固形分を固液分離したものである。戻りコンクリートは建設現場で使用されずに戻ってきた生コンクリートのことである。残コンクリートは戻りコンクリートを含み、検査に不合格、製造量が過多などの原因で使用されなかったコンクリートの総称である。廃コンクリートは建造物の解体などにより生じた、廃棄されたコンクリートのことである。

[0023] 廃コンクリート材料は、従来のセメント原料(石灰石等のCaO源、珪石等のSiO₂源、粘土等のAl₂O₃源、鉄源等のFe₂O₃源など)に比べて、MgOの含有量が多いという特徴を有する。これは、廃コンクリート材料中

へ高炉セメントに由来する成分が混入すること、及びコンクリートの骨材がMgOを多量に含むためであると、推定できる。なお、セメントクリンカー中のMgOは、JIS R 5202「ポルトランドセメントの化学分析法」やJIS R 5204「セメントの蛍光X線分析法」などに準拠した方法により測定できる。

[0024] また、セメントクリンカー製造のCaO原料として用いられる石灰石（炭酸カルシウム）は、焼成時に二酸化炭素を排出するが、本発明で用いる廃コンクリート材料は、CaO原料となり得る酸化カルシウムを含んでいるので、廃コンクリート材料を用いることにより、二酸化炭素排出の原因となる石灰石の使用量を低減して、セメントクリンカー製造時の二酸化炭素の排出を抑制することができる。

[0025] 上記組成のセメントクリンカーを、廃コンクリート材料を含まない一般的な原料で調整すると、セメントクリンカーはMgOを最大でも0.90mass%程度しか含まない。それに対し、その機構は明らかではないが、廃コンクリート材料を原料の一部に用いて、MgOが1.1～1.5mass%となるように調整することにより、MgO含有量が従来程度のものに比べて良好な初期強度発現性を示す。MgO含有量の調整を廃コンクリート材料以外のもの、例えば試薬で行うと良好な初期強度発現性を示さない。MgO含有量が増加すると廃コンクリート材料の有効利用が促進することから、より好ましいMgO含有量は、1.2～1.5mass%であり、特に好ましいMgO含有量は、1.35～1.50mass%である。

[0026] 上記のように本発明により廃コンクリート材料を原料の一部に用いて得られるMgOを多く含むセメントクリンカーは、MgO含有量が従来程度のセメントクリンカーに比べて良好な初期の強度発現性を示すという特徴を有する。

[0027] 好ましくは、廃コンクリート材料由来のMgOが、焼成後のポルトランドセメントクリンカー中で0.25mass%以上1.0mass%以下となるように、廃コンクリート材料を原料中に加える。

- [0028] 好ましくは、廃コンクリート材料を、原料中に 10mass%以上 30mass%以下の濃度で加える。
- [0029] 本発明によれば、従来の一般的なポルトランドセメントクリンカーに比べて低温での焼成で製造できる。即ち、従来、普通ポルトランドセメントクリンカーは焼成に 1450℃前後の温度を必要としたが、本発明によればセメントクリンカーを 1300～1400℃の温度で焼成して得ることが可能である。
- [0030] 本発明でのセメントクリンカーを製造する方法は廃コンクリート材料を原料の一部として使用し、上記特定の鉱物比率および係数となるように原料を調合する以外は特に限定されることがなく、公知のセメント（クリンカー）原料と同様に、廃コンクリート材料を、上記各鉱物比率および係数となるように所定の割合で調製混合し、SPキルンやNSPキルン等で焼成することにより得ることができる。
- [0031] 当該セメント原料の調製混合方法も公知の方法を適宜採用すればよい。例えば、事前に廃棄物・副産物、その他の原料（石灰石、生石灰、消石灰等のCaO源、珪石等のSiO₂源、粘土等のAl₂O₃源、鉄源等のFe₂O₃源など）および廃コンクリート材料の組成を測定し、これら原料中の各成分割合から上記範囲になるように各原料の調合割合を計算し、その割合で原料を調合すればよい。
- [0032] なお、本発明のセメントクリンカーの製造に用いる原料は、従来セメントクリンカーの製造において使用される原料と同様なものが特に制限なく使用される。廃棄物、副産物等を利用することも、無論可能である。
- [0033] 本発明で使用するセメントクリンカーの製造において、廃棄物、副産物等から一種以上を使用することは、廃棄物、副産物等の有効利用を促進する観点から好ましいことである。使用可能な廃棄物・副産物をより具体的に例示すると、高炉スラグ、製鋼スラグ、非鉄鉱滓、石炭灰、下水汚泥、浄水汚泥、製紙スラッジ、建設発生土、鋳物砂、ばいじん、焼却飛灰、溶融飛灰、塩素バイパスダスト、木屑、廃白土、ボタ、廃タイヤ、貝殻、都市ごみやその

焼却灰等が挙げられる（なお、これらの中には、セメント原料になるとともに熱エネルギー源となるものもある）。

- [0034] なお石炭灰は、例えば 1 mass%以上 2 mass%程度の MgO を含有している。しかしながら石炭灰は Al_2O_3 濃度が高いため、多量に加えるとセメントクリンカーの組成を所定範囲内に保つことが難しくなる。また石炭灰を加えても、焼成時の CO_2 発生量は減少しない。これらのため本発明では、主として廃コンクリート材料によりセメントクリンカー中の MgO 濃度を制御する。
- [0035] 特に本発明のセメントクリンカーは、 C_3A および C_4AF という Al_2O_3 をその構成元素とする鉱物を多く含む。そのため、従来のセメントクリンカーに比べて、 Al_2O_3 分の多い廃棄物・副産物をより多く使用して製造できるという利点を有する。
- [0036] セメントクリンカー中の MgO 含有量の調整は、上記した廃棄物、副産物や天然原料および廃コンクリート材料をそれぞれ分析し、上記所定の MgO 含有量となるように各原料の配合比率を調整すればよい。なお、原料に含まれる Mg 成分は、酸化物や複合酸化物、場合によりマグネシウム合金や金属マグネシウムといったクリンカー焼成温度では揮発性のほとんど無い形で含まれる。したがって、原料中に含まれる Mg 成分は全量がクリンカー中に移行するとして配合比率を決定するための計算を行えばよい。原料粉碎工程や焼成工程で揮発してクリンカー中に移行しない Mg 成分があることが分かっている場合には、その分を考慮に入れて計算する必要がある。
- [0037] 本発明のセメントクリンカーは、従来公知のセメントクリンカーと同様、石こうと共に粉碎または個別に粉碎した後、混合することにより、セメントとすることができる。当該セメントとしては、普通ポルトランドセメント、早強ポルトランドセメント、超早強ポルトランドセメントが挙げられる。またポルトランドセメントとする以外にも、各種混合セメントや、土壌固化材等の固化材の構成成分として使用することも可能である。
- [0038] 石こうを加えてセメント組成物とする場合、使用する石こうについては、二水石こう、半水石こう、無水石こう等のセメント製造原料として公知の石

こうが特に制限なく使用できる。石こうの添加量は、ポルトランドセメントの場合、そのなかの SO_3 量が $1.5 \sim 5.0 \text{ mass\%}$ となるように添加することが好ましく、 $1.8 \sim 3 \text{ mass\%}$ となるような添加量がより好ましい。上記セメントクリンカーおよび石こうの粉砕方法については、公知の技術が特に制限なく使用できる。

[0039] また、当該セメント組成物には、高炉スラグ、シリカ質混合材、フライアッシュ、炭酸カルシウム、石灰石等の混合材や粉砕助剤を適宜添加して混合粉砕するか、粉砕後に混合材と混合してもよい。また塩素バイパスダスト等を混合してもよい。

[0040] セメント組成物の粉末度は、特に制限されないが、ブレン比表面積で $800 \sim 4500 \text{ cm}^2/\text{g}$ に調整されることが好ましい。

[0041] さらに必要に応じ、粉砕後に高炉スラグ、フライアッシュ等を混合し、高炉スラグセメント、フライアッシュセメント等にすることも可能である。

図面の簡単な説明

[0042] [図1]実施例での、セメントクリンカー中の MgO 濃度とモルタル圧縮強さの関係を示す特性図

実施例

[0043] 以下、実施例により本発明の構成および効果を説明するが、本発明はこれらの実施例に限定されるものではない。

[0044] (参考例、比較例1、実施例1～3)

廃棄物を含む工業原料（石灰石、珪石、石炭灰、カラミ（鉍滓で鉄源））、および廃コンクリート材料の生コンクリートスラッジを用いて、原料を調製し、 1360°C で100分間焼成し、セメントクリンカーを得た。なお、生コンクリートスラッジはレディーミクストコンクリート工場にて、戻りコンクリートから骨材を分級し、フィルター加圧装置で脱水した直後のものをサンプリングし、すぐに絶乾状態まで乾燥して使用した。表1に使用した生コンクリートスラッジの 1000°C 加熱後の化学組成、表2に生コンクリー

トスラッジの原料への配合割合（mass%単位）と焼成後に得られたクリンカーの化学組成（mass%単位）、表3にボーグ式による鉱物組成（mass%単位）および係数・諸比率を示す。ボーグ式による鉱物組成は不純物を無視して計算するため、合計は100mass%よりも僅かに小さくなる。

[0045] このセメントクリンカー100質量部に対して2水石こう2.2質量部、半水石こう1.8質量部を混合し、ブレン比表面積が $3200 \pm 100 \text{ cm}^2/\text{g}$ となるように粉碎し、各セメントを製造した。各セメントのモルタル圧縮強さを、廃コンクリート材料である生コンクリートスラッジを用いず、MgO含有量を調整せずに得た参考例のセメントクリンカーを用いて製造したセメントのモルタル圧縮強さを100%としたときの各セメントのモルタル圧縮強さ（%）として表4及び図1に示す。なお、各種測定方法は以下の方法による。

[0046] 表4及び図1から明らかなように、セメントクリンカー中のMgO濃度を1.1mass%以上で1.5mass%以下にすることにより、材齢3日目と7日目の初期モルタル圧縮強さが増した。そしてMgO濃度が1.03mass%と1.16mass%とでは、初期モルタル圧縮強さに大差があった。また試薬のMgOを加えても初期強さは向上しなかった。

[0047] （1）原料およびセメントクリンカーのMgOおよびその他化学組成の測定：JIS R 5204に準拠する蛍光X線分析法により測定した。
（2）モルタル圧縮強さの測定：JIS R 5201に準拠する方法により測定した。

[0048] [表1]

	化学組成（%）							
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	SO ₃	Na ₂ O	K ₂ O
スラッジ	29.31	8.64	4.81	50.24	2.78	1.57	0.74	0.88

[0049] （比較例2）
MgO含有量の調整を廃コンクリート材料の生コンクリートスラッジに代

えて、特級試薬（MgO）を用いて、上記比較例1及び実施例1～3と同様に試験を行った。表2に焼成後に得られたクリンカーの化学組成、表3にボーグ式による鉱物組成および係数・諸比率を示す。また、表4にセメントのモルタル圧縮強さ（%）を示す。

[0050] [表2]

	スラッジ 配合率（%）	化学組成（%）												
		MgO	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	SO ₃	Na ₂ O	K ₂ O	TiO ₂	P ₂ O ₅	MnO	SrO	Cl
参考例	0	0.90	19.54	7.12	5.56	65.49	0.18	0.16	0.30	0.34	0.12	0.04	0.04	0
比較例1	6.0	1.03	19.50	7.09	5.57	65.22	0.25	0.21	0.36	0.36	0.13	0.04	0.04	0
実施例1	12.0	1.16	19.36	7.10	5.64	65.00	0.35	0.24	0.38	0.35	0.14	0.04	0.04	0
実施例2	18.0	1.29	19.31	7.03	5.59	64.84	0.47	0.28	0.42	0.34	0.15	0.04	0.04	0
実施例3	25.0	1.43	19.34	6.92	5.40	64.80	0.56	0.32	0.44	0.35	0.15	0.05	0.04	0
比較例2	0	1.26	19.47	6.97	5.64	65.27	0.18	0.16	0.31	0.34	0.12	0.04	0.04	0

[0051] [表3]

	Bogue式による鉱物組成				係数・諸比率		
	C ₃ S	C ₂ S	C ₃ A	C ₄ AF	H.M.	S.M.	I.M
参考例	62.2	9.2	9.5	16.9	2.03	1.54	1.28
比較例1	61.6	9.5	9.4	16.9	2.03	1.54	1.27
実施例1	61.6	9.1	9.3	17.1	2.02	1.52	1.26
実施例2	61.9	8.7	9.2	17.0	2.03	1.53	1.26
実施例3	62.5	8.4	9.2	16.4	2.05	1.57	1.28
比較例2	62.8	8.5	8.9	17.1	2.03	1.54	1.24

[0052] [表4]

	モルタル圧縮強さ（%）		
	3日	7日	28日
参考例	100.0	100.0	100.0
比較例1	100.4	99.5	98.1
実施例1	110.8	103.5	99.5
実施例2	111.2	105.1	98.2
実施例3	110.4	103.2	99.2
比較例2	101.0	98.2	102.3

[0053] 参考例は、廃コンクリート材料である生コンクリートスラッジを用いず、

MgO含有量を調整せずに得たセメントクリンカーである。MgO含有量は従来程度の0.90mass%である。即ち、各実施例・比較例の結果の良否は、この参考例の結果を基準として論じることになる。

[0054] 比較例1は、MgO含有量を1.1mass%未満としたものであり、材齢7日後までのモルタル圧縮強さは参考例と同等程度であることがわかる。

[0055] 実施例1～3は本発明に係るものでありMgO含有量が従来のものに比べて高いが、材齢7日後までの初期のモルタル圧縮強さは、参考例を超える値を示している。また、28日後のモルタル圧縮強さに影響を及ぼさないことがわかる。

[0056] 比較例2は、廃コンクリート材料を用いず、代わりに特級試薬のMgOを用いてMgO含有量を1.1～1.5mass%の範囲内としたものである。材齢3日のモルタル圧縮強さは参考例と同等程度であるが、材齢7日のモルタル圧縮強さは参考例を下回る値を示している。そのため、特級試薬を用いて、本発明のMgO含有量の範囲に調整した場合においては、初期の強度発現性に対して、本発明と同様の効果を示さないことがわかる。

請求の範囲

- [請求項1] ボーグ式により算出された、 C_3A および C_4AF の合計量が22mass%以上、 C_3S 量が60mass%以上、鉄率（I.M.）が1.3以下の原料を、1300℃以上1400℃以下で焼成することにより、ポルトランドセメントクリンカーを製造する方法であって、
- 廃コンクリート材料をMgO源として原料に加えることにより、焼成後のポルトランドセメントクリンカーのMgO含有量を1.1mass%以上で1.5mass%以下とすることを特徴とする、ポルトランドセメントクリンカーの製造方法。
- [請求項2] 上記廃コンクリート材料が、生コンクリートスラッジ、戻りコンクリート、残コンクリート、廃コンクリート、及び廃モルタルから選ばれる少なくとも1員であることを特徴とする、請求項1記載のポルトランドセメントクリンカーの製造方法。
- [請求項3] C_4AF 量が15mass%以上であることを特徴とする、請求項1または2記載のポルトランドセメントクリンカーの製造方法。
- [請求項4] C_3S および C_2S の合計量が69mass%以上であることを特徴とする、請求項1記載のポルトランドセメントクリンカーの製造方法。
- [請求項5] 焼成後のポルトランドセメントクリンカーに石こうを加えることを特徴とする、請求項1記載のポルトランドセメントクリンカーの製造方法。
- [請求項6] 焼成後のポルトランドセメントクリンカーに、更に高炉スラグ、シリカ質混合材、フライアッシュおよび石灰石からなる群から選ばれるいずれか1種以上の混合材を加えることを特徴とする、請求項5記載のポルトランドセメントクリンカーの製造方法。
- [請求項7] 廃コンクリート材料由来のMgOが、焼成後のポルトランドセメントクリンカー中で0.25mass%以上1.0mass%以下となるように、廃コンクリート材料を上記原料中に加えることを特徴とする、請求項1または2記載のポルトランドセメントクリンカーの製造方法。

[請求項8] 廃コンクリート材料を、上記原料中に 10mass%以上 30mass%以下の濃度で加えることを特徴とする、請求項7記載のポルトランドセメントクリンカーの製造方法。